

島根原子力発電所2号炉

## 炉内構造物の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

中国電力株式会社

本評価書は、島根原子力発電所2号炉（以下、「島根2号炉」という。）における安全上重要な炉内構造物（重要度分類審査指針におけるPS-1，2およびMS-1，2に該当する機器），高温・高圧の環境下にあるクラス3の炉内構造物および常設重大事故等対処設備に属する機器の高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表1に示す。

技術評価にあたっては炉内構造物の特殊性を考慮し，評価対象機器についてグループ化や代表機器の選定を行わずにすべての機器について評価を実施する。

なお，制御棒は「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含まれていない。

また，本文中の単位の記載は，SI単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注記がない限りゲージ圧力を示す）。

表1 評価対象機器一覧

機器名称（個数）	重要度*1
炉心シュラウド（1）	PS-1，重*2
シュラウドサポート（1）	PS-1，重*2
上部格子板（1）	PS-1，重*2
炉心支持板（1）	PS-1，重*2
燃料支持金具（中央137，周辺12）	PS-1，重*2
制御棒案内管（137）	PS-1，重*2
炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）（2）・スパージヤ（4）	MS-1，重*2
給水スパージヤ（4）	MS-1，重*2
差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）（1）	MS-1，重*2
ジェットポンプ（20）	MS-1，重*2
原子炉中性子計装案内管（43）	MS-1
残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）（3）	MS-1，重*2

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 1. 炉内構造物

### [対象機器]

- ① 炉心シュラウド
- ② シュラウドサポート
- ③ 上部格子板
- ④ 炉心支持板
- ⑤ 燃料支持金具
- ⑥ 制御棒案内管
- ⑦ 炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャ
- ⑧ 給水スパージャ
- ⑨ 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）
- ⑩ ジェットポンプ
- ⑪ 原子炉中性子計装案内管
- ⑫ 残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）

## 目 次

1. 対象機器	1
2. 対象機器の技術評価	2
2.1 構造, 材料および使用条件	4
2.1.1 炉心シュラウド	4
2.1.2 シュラウドサポート	7
2.1.3 上部格子板	10
2.1.4 炉心支持板	13
2.1.5 燃料支持金具	16
2.1.6 制御棒案内管	19
2.1.7 炉心スプレイ配管 (原子炉压力容器内部) ・スパージャ	22
2.1.8 給水スパージャ	25
2.1.9 差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉压力容器内部)	28
2.1.10 ジェットポンプ	31
2.1.11 原子炉中性子計装案内管	34
2.1.12 残留熱除去系 (低圧注水系) 配管 (原子炉压力容器内部)	37
2.2 経年劣化事象の抽出	40
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	40
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	40
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	42
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	58

## 1. 対象機器

主要な炉内構造物の仕様を表1-1に示す。

表1-1 炉内構造物の仕様

名 称 (個数)	重要度*1	最高使用圧力*2 (MPa)	最高使用 温度(°C)
炉心シュラウド (1)	PS-1, 重*3	9.0	304
シュラウドサポート(1)	PS-1, 重*3		
上部格子板(1)	PS-1, 重*3		
炉心支持板(1)	PS-1, 重*3		
燃料支持金具(中央137, 周辺12)	PS-1, 重*3		
制御棒案内管(137)	PS-1, 重*3		
炉心スプレィ配管 (原子炉圧力容器内部) (2)・スパーシヤ(4)	MS-1, 重*3		
給水スパーシヤ(4)	MS-1, 重*3		
差圧検出・ほう酸水注入系配管 (原子炉圧力容器内部) (1)	MS-1, 重*3		
ジェットポンプ (20)	MS-1, 重*3		
原子炉中性子計装案内管(43)	MS-1		
残留熱除去系 (低圧注水系) 配管 (原子炉圧力容器内部) (3)	MS-1, 重*3		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：環境の最高使用圧力を示す。

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 対象機器の技術評価

本章では1章で評価対象機器とした以下の炉内構造物について技術評価を実施する。

これらの評価対象機器を含む炉内構造物全体の概要図を図1に示す。

なお、島根2号炉の原子炉熱出力は2,436 MW、原子炉冷却材全流量は $35.6 \times 10^3$  t/hである。

- ① 炉心シュラウド
- ② シュラウドサポート
- ③ 上部格子板
- ④ 炉心支持板
- ⑤ 燃料支持金具
- ⑥ 制御棒案内管
- ⑦ 炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャ
- ⑧ 給水スパージャ
- ⑨ 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）
- ⑩ ジェットポンプ
- ⑪ 原子炉中性子計装案内管
- ⑫ 残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）



## 2.1 構造, 材料および使用条件

### 2.1.1 炉心シュラウド

#### (1) 構造

炉心シュラウドは, 炉心内を上昇する原子炉冷却材の流れと, 炉心シュラウドと原子炉圧力容器壁との間の環状部を下降する原子炉冷却材の流れを隔離する円筒形の構造物で1個設置されており, 下端はシュラウドサポートに溶接されている。

材料は, 耐食性の高いステンレス鋼を使用している。

炉心シュラウドの構造図を図2.1-1に示す。

なお, 第11回定期検査(2003年度)において, 周方向溶接線(H4)近傍に応力腐食割れを確認し, 第12回定期検査(2004年度)において, 研削によりひびを除去している。

また, 炉心シュラウド溶接部の一部については, 第12回定期検査(2004年度)および第13回定期検査(2006年度)において, ウォータージェットピーニング法により溶接残留応力を圧縮側に改善している。

#### (2) 材料および使用条件

炉心シュラウド主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	上部胴
②	中間胴
③	下部胴
④	リング

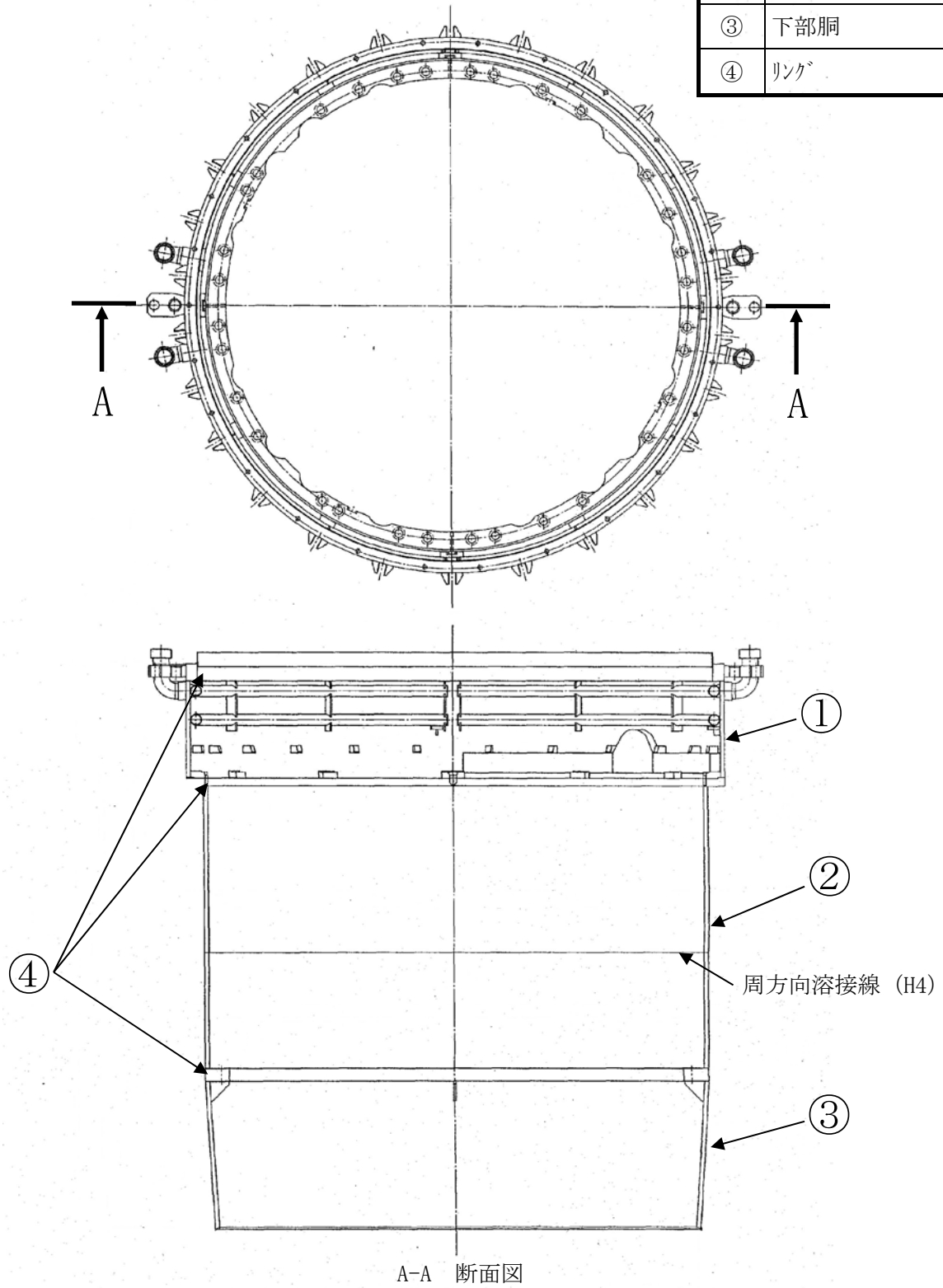


図2.1-1 炉心シュラウド構造図

表2.1-1 炉心シュラウド主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心の支持	上部胴	ステンレス鋼(SUS316L)
	中間胴	ステンレス鋼(SUS316L)
	下部胴	ステンレス鋼(SUS316L)
	リング <sup>※</sup>	ステンレス鋼(SUS316L)

表2.1-2 炉心シュラウドの使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水 (原子炉冷却材)

## 2.1.2 シュラウドサポート

### (1) 構造

シュラウドサポートは、シリンダ上端で炉心シュラウドを支持する脚支持円筒形の構造物で1個設置されており、レグおよびプレートを介し原子炉圧力容器に溶接されている。

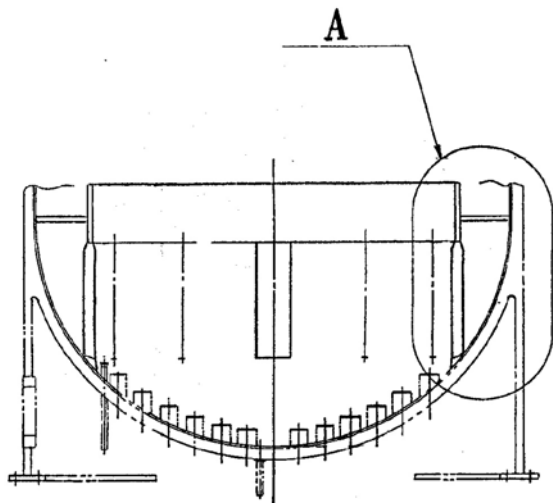
材料は、耐食性の高い高ニッケル合金を使用している。

なお、第17回定期事業者検査（2016年度）において、マンホール蓋の溶接部に応力腐食割れを確認しており、対策として第17回定期事業者検査（2019年）において、溶接部を有さないボルト締結式に取替を実施している。

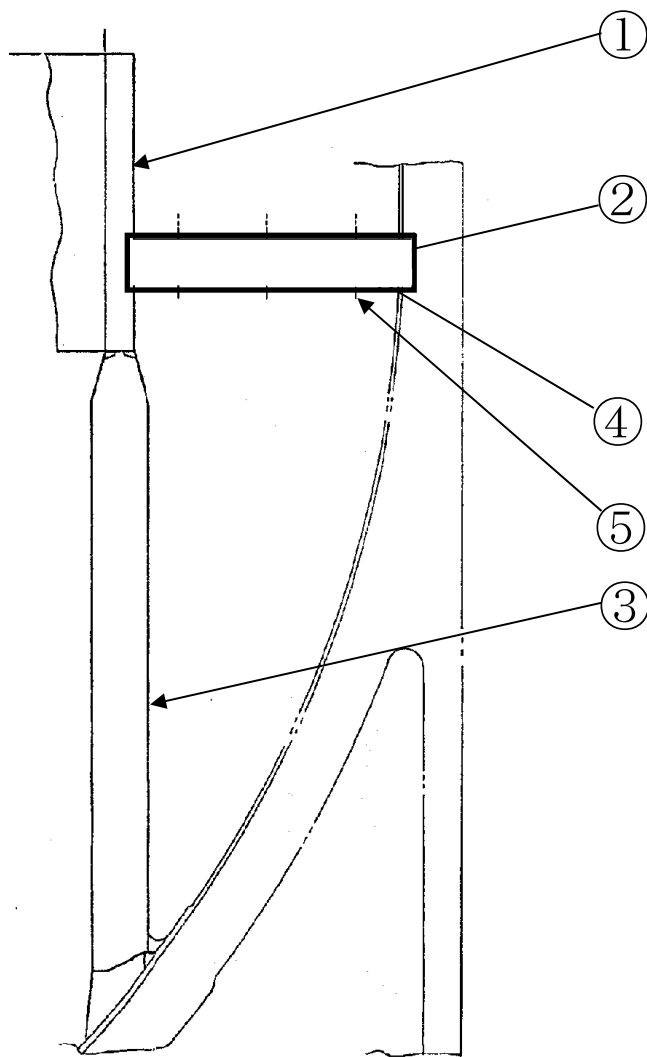
シュラウドサポートの構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

シュラウドサポート主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	シリング
②	プレート
③	レグ
④	マンホール蓋
⑤	取付ボルト



A 拡大図

図2.1-2 シュラウドサポート構造図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

表2.1-3 シュラウドサポート主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心の支持	シリング	高ニッケル合金(NCF600-P)
	プレート	高ニッケル合金(NCF600-P)
	レグ	高ニッケル合金(NCF600-P)
炉心冷却材 流路の確保	マンホール蓋	高ニッケル合金(NCF600-B)
	取付ボルト	高ニッケル合金(NCF750-B相当)

表2.1-4 シュラウドサポートの使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水（原子炉冷却材）

### 2.1.3 上部格子板

#### (1) 構造

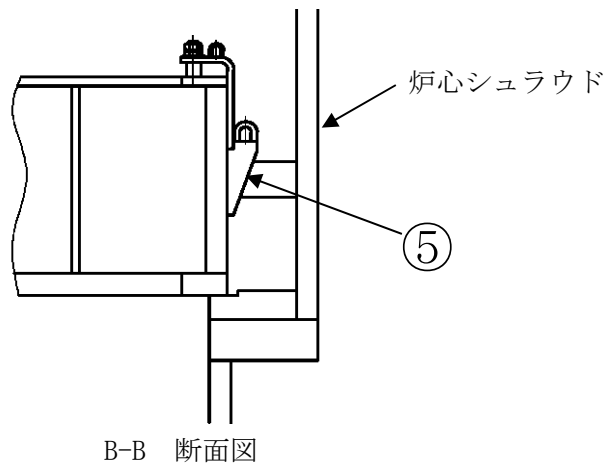
上部格子板は、燃料集合体上部の水平方向および核計装装置の上端を支持する格子状の構造物で1個設置されており、クサビにて炉心シュラウドに取り付けられている。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼を使用している。

上部格子板の構造図を図2.1-3に示す。

#### (2) 材料および使用条件

上部格子板主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	上部フランジ
②	グリッドプレート
③	リム胴
④	下部フランジ
⑤	クサビ

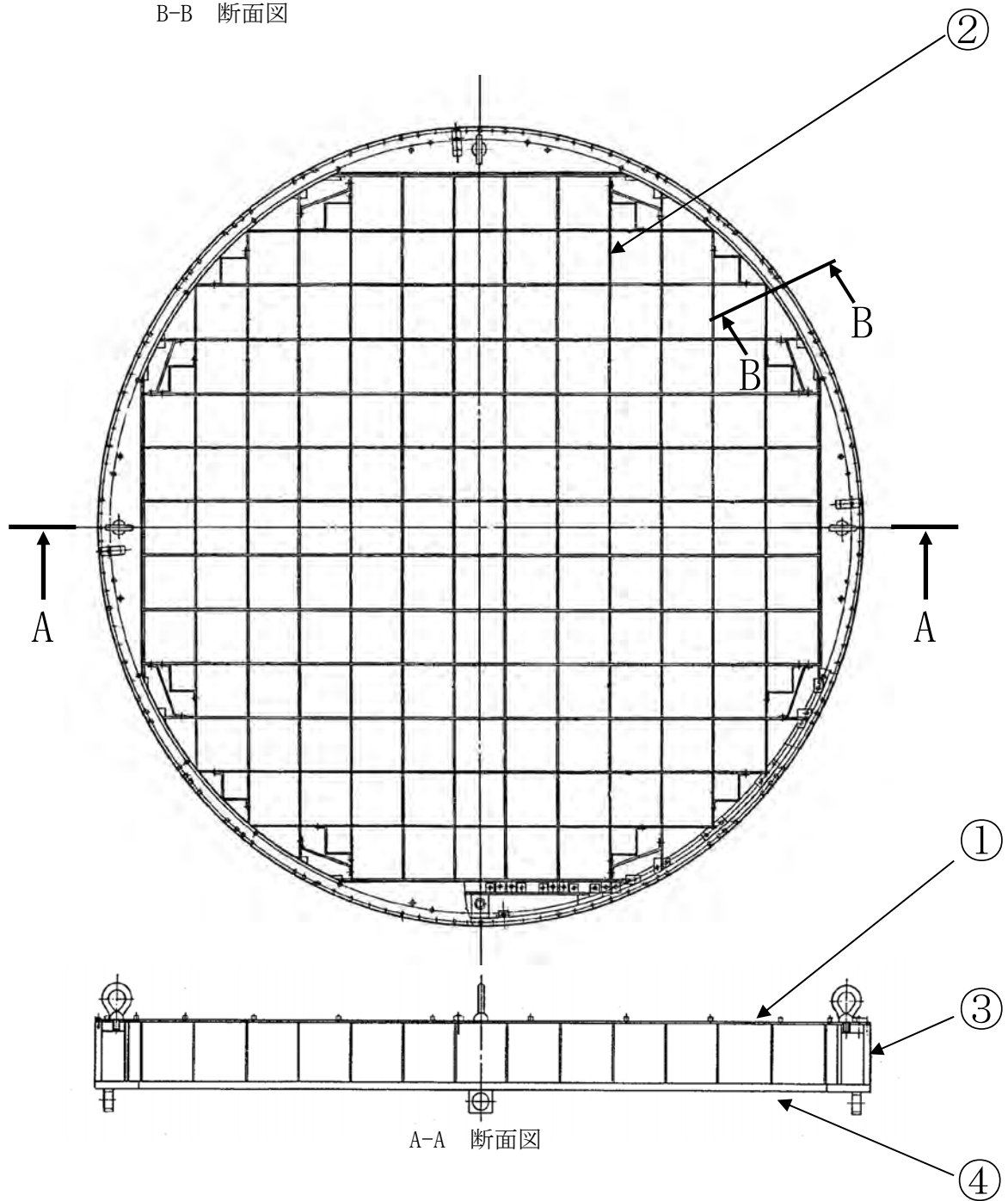


図2.1-3 上部格子板構造図

表2.1-5 上部格子板主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心の支持	上部フランジ	ステンレス鋼 (SUS316L)
	グリッドプレート	ステンレス鋼 (SUS316L)
	リム胴	ステンレス鋼 (SUS316L)
	下部フランジ	ステンレス鋼 (SUS316L)
機器の支持	クサビ	ステンレス鋼 (SUS316L)

表2.1-6 上部格子板の使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水 (原子炉冷却材)



## 2.1.4 炉心支持板

### (1) 構造

炉心支持板は、制御棒案内管上部および原子炉中性子計装案内管等の水平方向を支持する多孔円板状の構造物で1個設置されており、炉心シュラウドにスタッドで取り付けられている。

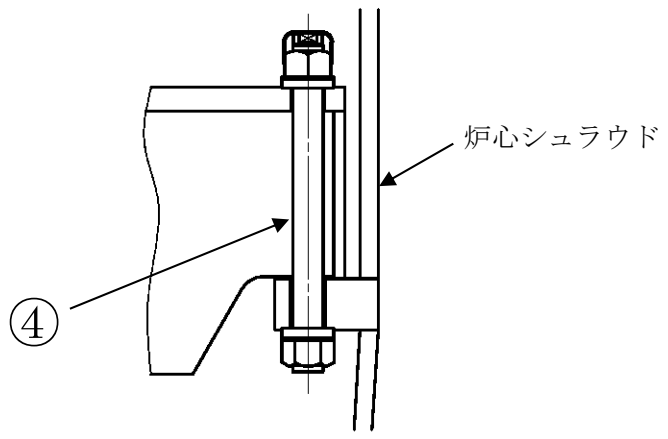
材料は、耐食性の高いステンレス鋼を使用している。

炉心支持板の構造図を図2.1-4に示す。

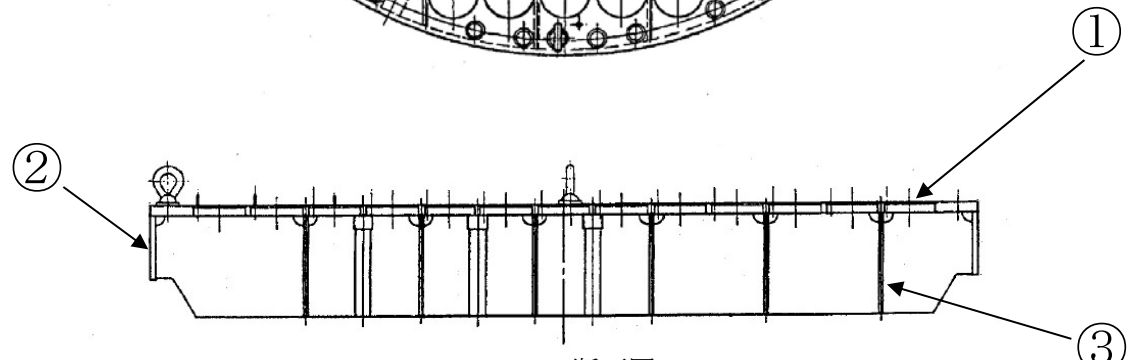
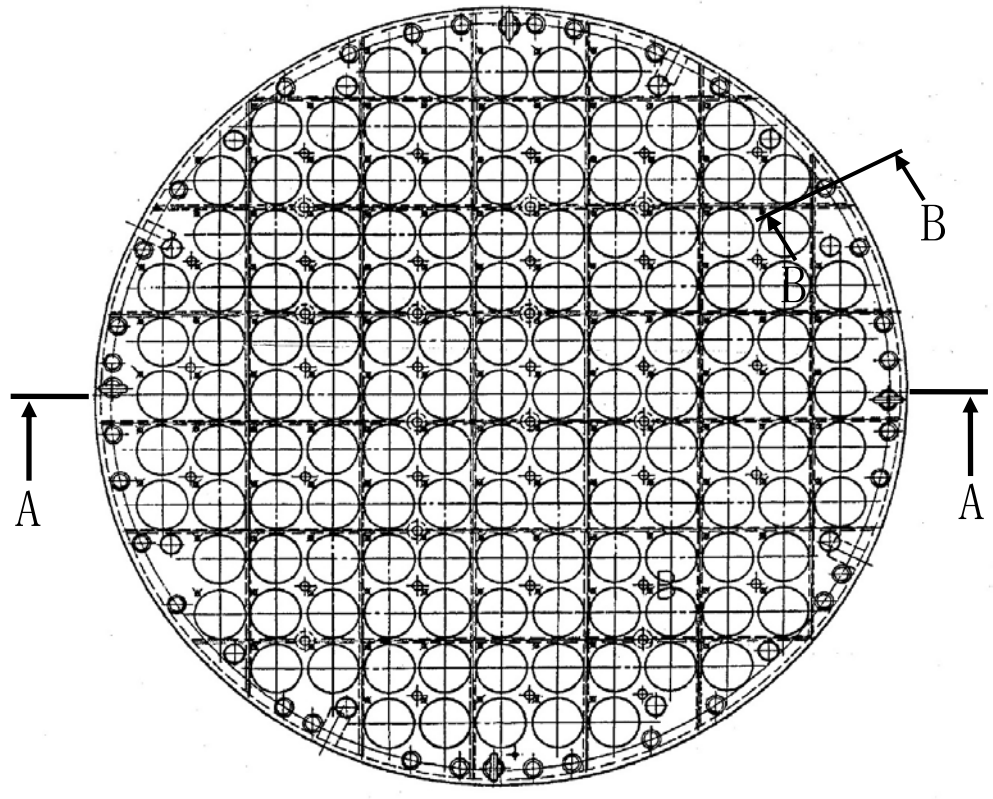
### (2) 材料および使用条件

炉心支持板主要部位の使用材料を表2.1-7に、使用条件を表2.1-8に示す。

No.	部 位
①	支持板
②	リム胴
③	補強ビーム
④	スタッド



B-B 断面図



A-A 断面図

図2.1-4 炉心支持板構造図

表2.1-7 炉心支持板主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心の支持	支持板	ステンレス鋼(SUS316L)
	リム胴	ステンレス鋼(SUS316L)
	補強ビーム	ステンレス鋼(SUS316L)
機器の支持	スタッド	ステンレス鋼(SUS316L)

表2.1-8 炉心支持板の使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水（原子炉冷却材）

## 2.1.5 燃料支持金具

### (1) 構造

燃料支持金具は、燃料集合体を支持するとともに燃料集合体への原子炉冷却材の流路を形成する構造物で、中央燃料支持金具が137個、周辺燃料支持金具が12個設置されており、中央燃料支持金具は制御棒案内管の上部に取り付けられており、周辺燃料支持金具は炉心支持板に溶接されている。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼およびステンレス鋳鋼を使用している。

燃料支持金具の構造図を図2.1-5に示す。

### (2) 材料および使用条件

燃料支持金具主要部位の使用材料を表2.1-9に、使用条件を表2.1-10に示す。

No.	部 位
①	中央燃料支持金具
②	周边燃料支持金具

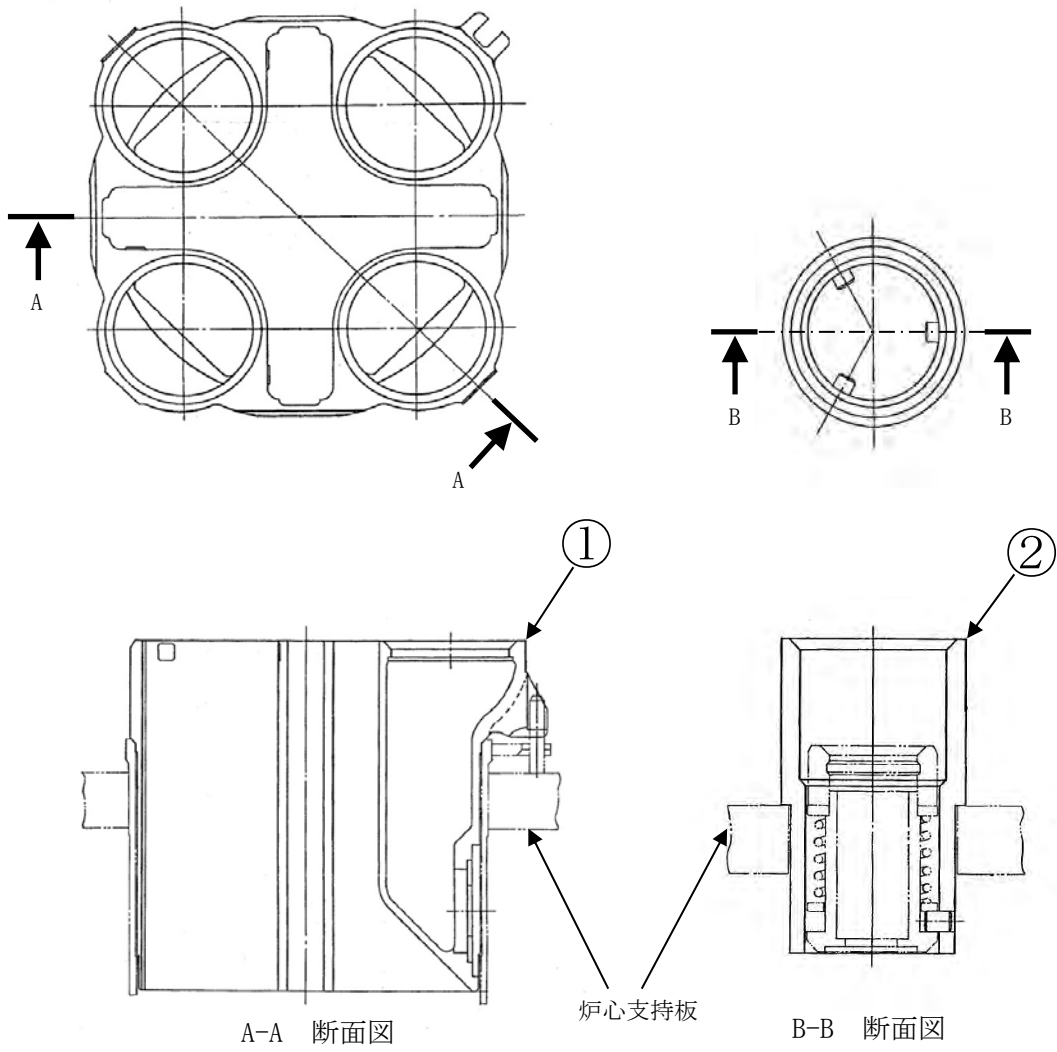


图2.1-5 燃料支持金具构造图

表2.1-9 燃料支持金具主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心の支持	中央燃料支持金具	ステンレス鋳鋼(SCS19A)
	周辺燃料支持金具	ステンレス鋼(SUS316LTP)

表2.1-10 燃料支持金具の使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水（原子炉冷却材）

## 2.1.6 制御棒案内管

### (1) 構造

制御棒案内管は、制御棒の挿入・引抜きの際のガイドとなるとともに、燃料集合体および中央燃料支持金具の重量を支える円筒形状の構造物で137個設置されている。上端は炉心支持板により水平方向を支持されており、下端は制御棒駆動機構ハウジングに取付けられている。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼およびステンレス鋳鋼を使用している。

制御棒案内管の構造図を図2.1-6に示す。

### (2) 材料および使用条件

制御棒案内管主要部位の使用材料を表2.1-11に、使用条件を表2.1-12に示す。

No.	部 位
①	スリーブ
②	ホドアイ
③	ベース

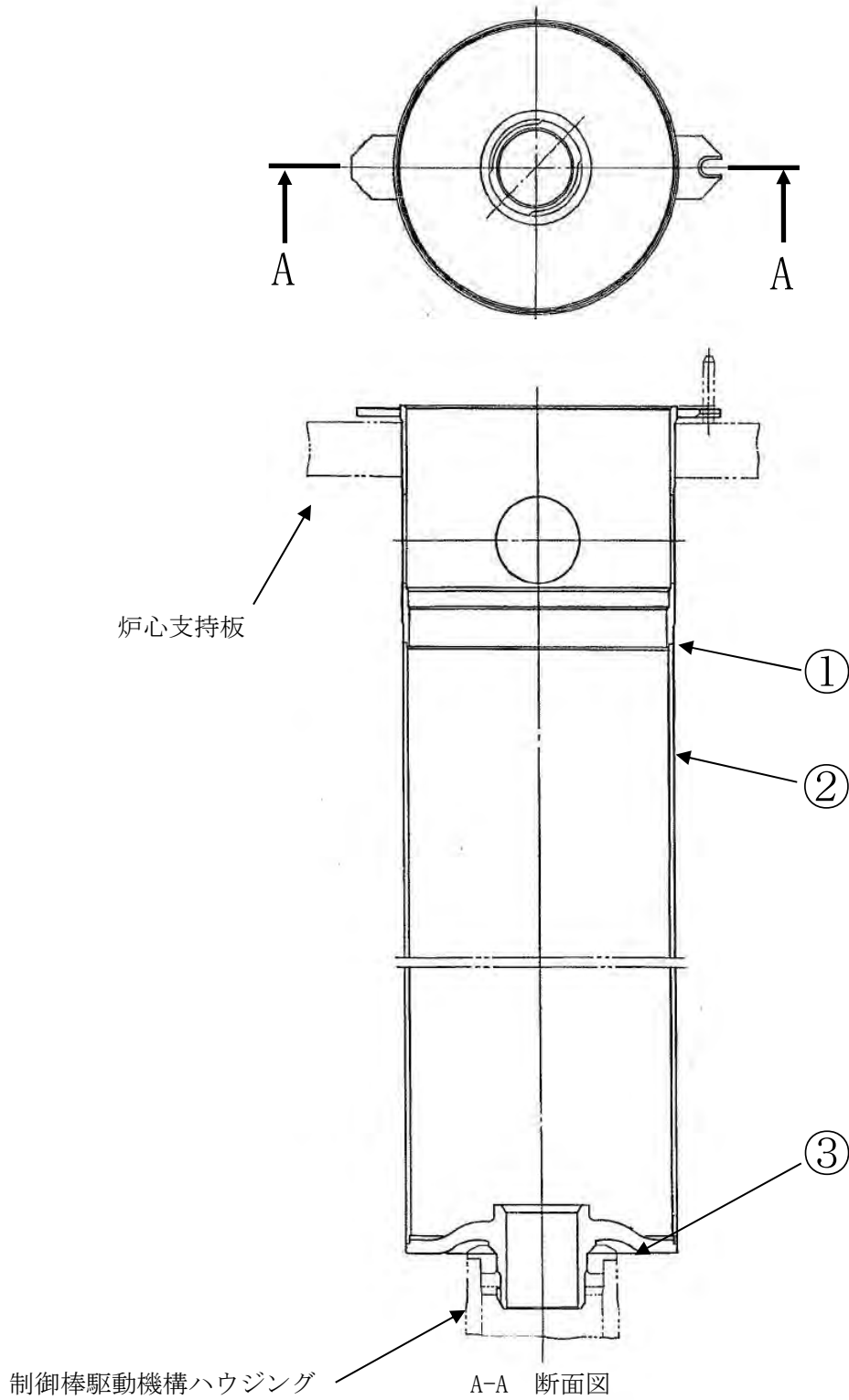


図2.1-6 制御棒案内管構造図



表2.1-11 制御棒案内管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心の支持	スリーブ	ステンレス鋼(SUS304L)
	ボディ	ステンレス鋼(SUS304L)
	ベース	ステンレス鋳鋼(SCS19A)

表2.1-12 制御棒案内管の使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水 (原子炉冷却材)

## 2.1.7 炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャ

### (1) 構造

炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャは、冷却水を炉心に供給するための管状の構造物で2系統設置されており、配管はサーマルスリーブを介し炉心スプレイノズルセーフエンドに溶接され原子炉压力容器内面のブラケットに、スパージャは炉心シユラウドの上部胴内面のスパージャブラケットに取り付けられている。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼およびステンレス鋳鋼を使用している。

炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャの構造図を図2.1-7に示す。

### (2) 材料および使用条件

炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャ主要部位の使用材料を表2.1-13に、使用条件を表2.1-14に示す。

No.	部 位
①	パイプ
②	テイ (配管)
③	テイ (スパーージャ)
④	ヘッド
⑤	ノズル
⑥	クランプ
⑦	取付ホルト
⑧	スパーージャブラケット

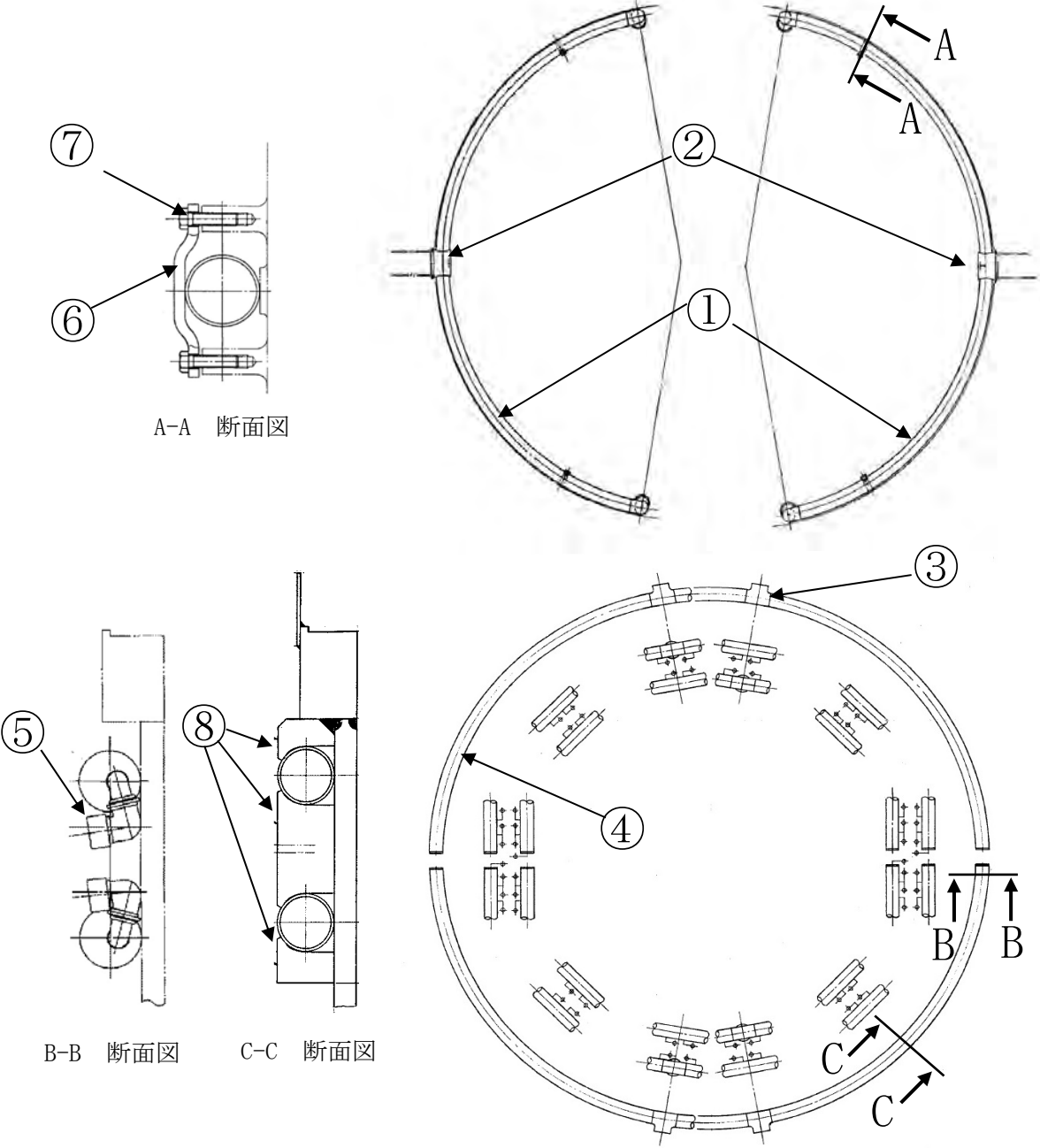


図2.1-7 炉心スプレイ配管 (原子炉圧力容器内部) ・スパーージャ構造図

表2.1-13 炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパーージャ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心冷却材流 路の確保	パイプ	ステンレス鋼(SUS316LTP)
	ティ（配管）	ステンレス鋼(SUS316LTP)
	ティ(スパーージャ)	ステンレス鋼(SUSF316L)
	ヘッド	ステンレス鋼(SUS316LTP)
	ノズル	ステンレス鋼(SUS316L) ステンレス鋳鋼(SCS19A)
機器の支持	クランプ	ステンレス鋼(SUS316L)
	取付ホルト	ステンレス鋼(SUS316L)
	スパーージャブラケット	ステンレス鋼(SUS316L)

表2.1-14 炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパーージャの使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水（原子炉冷却材）

## 2.1.8 給水スパージャ

### (1) 構造

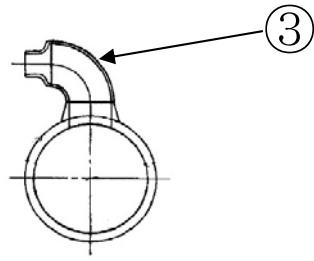
給水スパージャは、原子炉に原子炉冷却材を供給するための管状の構造物で4個設置されており、サーマルスリーブを介し給水ノズルセーフエンドに溶接され、ヘッダは原子炉圧力容器内面のブラケットにて支持されている。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼を使用している。

給水スパージャの構造図を図2.1-8に示す。

### (2) 材料および使用条件

給水スパージャ主要部位の使用材料を表2.1-15に、使用条件を表2.1-16に示す。



A-A 断面図

No.	部 位
①	テイ
②	ヘッド
③	ノズル
④	エンドブラケット
⑤	ピン

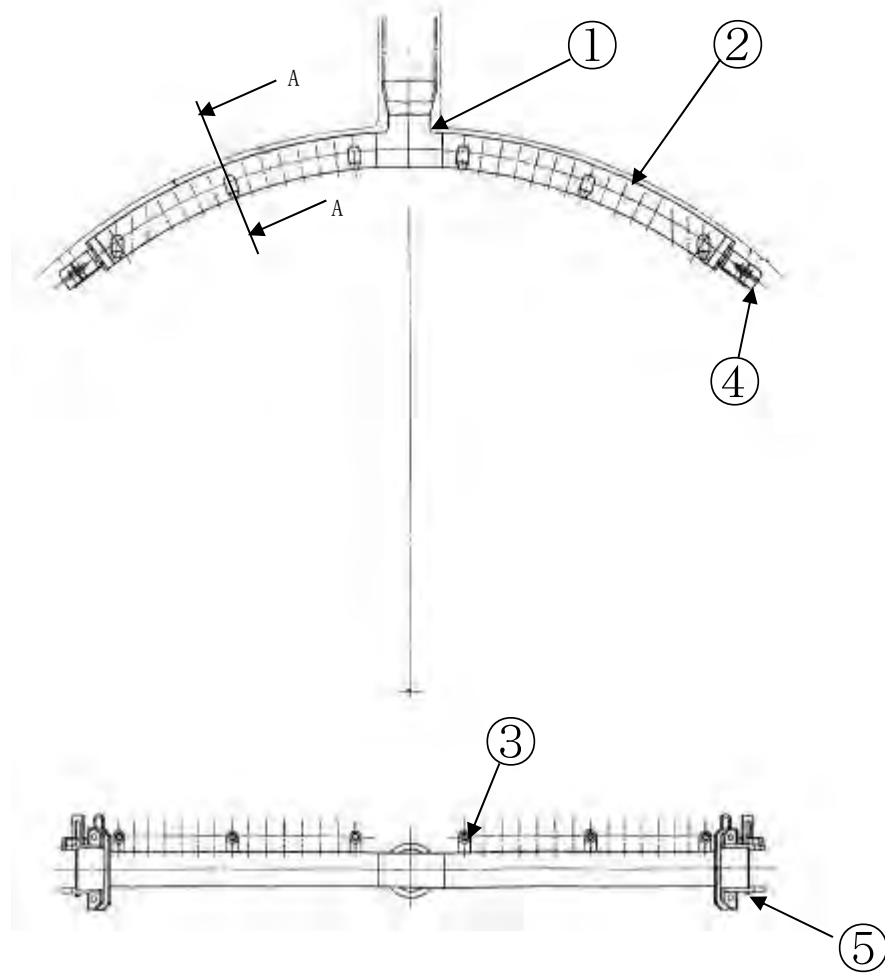


図2.1-8 給水スパージャ構造図

表2.1-15 給水スパーージャ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心冷却材流路の確保	テイ	ステンレス鋼 (SUSF316L)
	ヘッド	ステンレス鋼 (SUS316LTP)
	ノズル	ステンレス鋼 (SUS316L, SUS316LTP)
機器の支持	エンドブラケット	ステンレス鋼 (SUS316L)
	ピン	ステンレス鋼 (SUS316L)

表2.1-16 給水スパーージャの使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水 (原子炉冷却材)

## 2.1.9 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）

### (1) 構造

差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）は、炉心支持板上下の差圧検出および五ほう酸ナトリウム水を注入するための二重配管状の構造物で1個設置されており、外側配管で炉心支持板上部圧力検出を、内部配管で炉心支持板下部圧力検出および五ほう酸ナトリウム水の注入ができる。

差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）は、ほう酸水注入および炉心差圧計測ノズルからシュラウドサポート内側を經由し炉心支持板までの範囲に位置し、途中を炉心シュラウドおよびシュラウドサポートに、上端を炉心支持板に支持されている。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼を使用している。

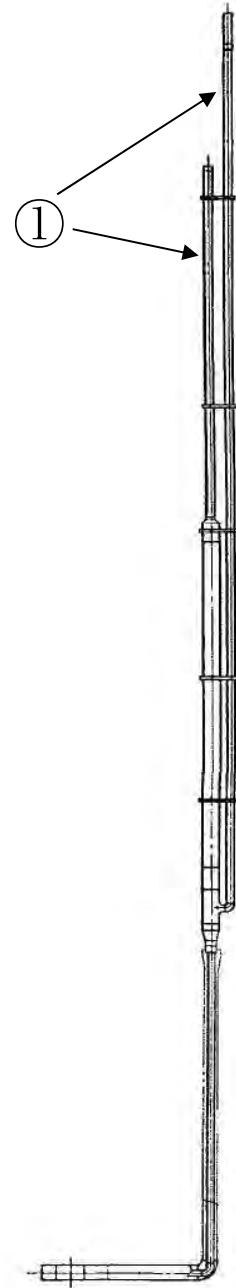
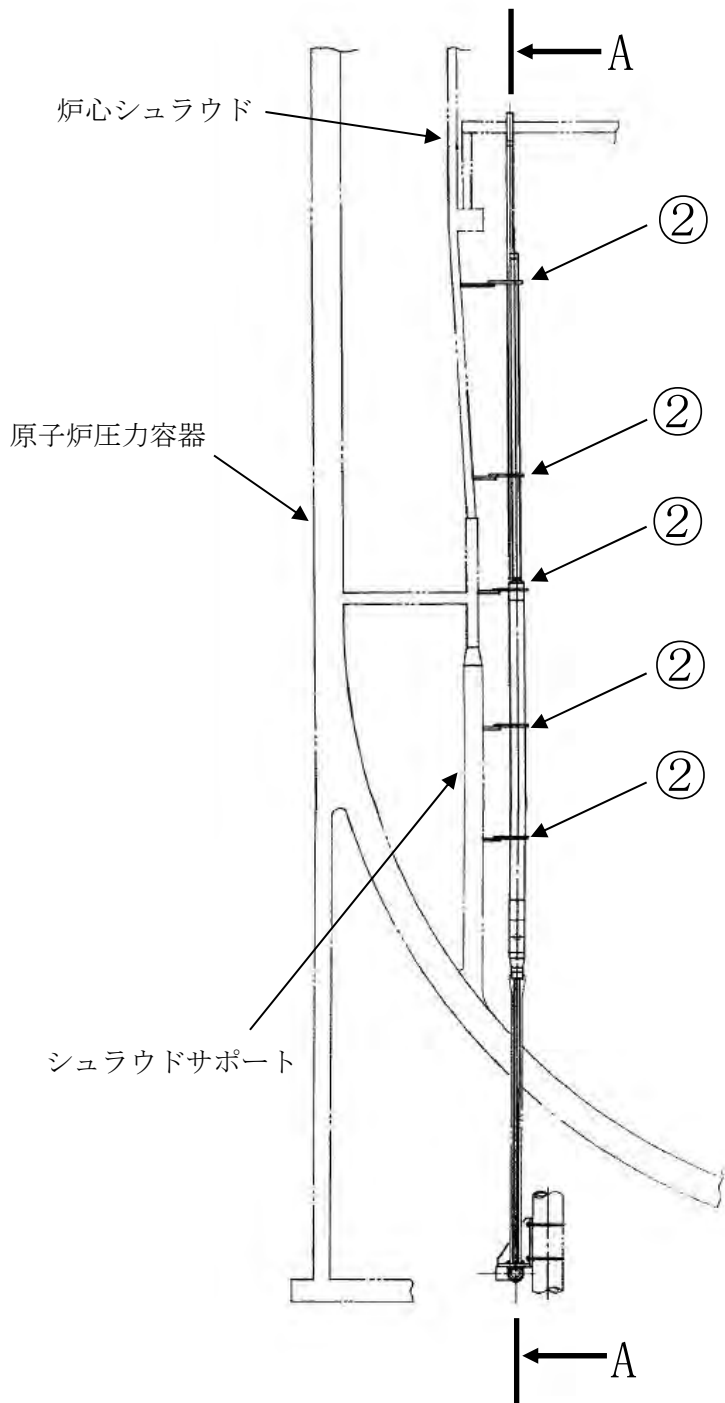
差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）の構造図を図2.1-9に示す。

### (2) 材料および使用条件

差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）主要部位の使用材料を表2.1-17に、使用条件を表2.1-18に示す。



No.	部 位
①	ハ イ°
②	サポ ート



A-A 断面図

図2.1-9 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉圧力容器内部）構造図

表2.1-17 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心冷却材 流路の確保	パイプ	ステンレス鋼(SUS316LTP)
機器の支持	サポート	ステンレス鋼(SUS316L)

表2.1-18 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）の使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水（原子炉冷却材）

## 2.1.10 ジェットポンプ

### (1) 構造

ジェットポンプは、原子炉再循環ポンプにより昇圧された原子炉冷却材をインレットミキサノズル部から高速で噴出し、炉心シュラウド外側の原子炉冷却材を吸い込み炉心に供給する流体噴射駆動式ポンプで20個設置されている。ライザ管はサーマルスリーブを介し再循環水入口ノズルセーフエンドに、ライザブレースは原子炉圧力容器内面に、ディフューザ下端はシュラウドサポートプレートに溶接し、ライザ管とディフューザ間にインレットミキサを取り付けビームにより固定されている。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼、ステンレス鋳鋼および高ニッケル合金を使用している。

ジェットポンプの構造図を図2.1-10に示す。

なお、ビームについては、他プラントにおいて応力腐食割れが発生した事例を受けて、第5回定期検査（1994年度）において、ビーム締付力の低減によりビーム端部に発生する応力を軽減するとともに、耐応力腐食割れ性に優れた材料へ全数取替を実施している。

また、計測配管については、他プラントにおいて高サイクル疲労割れが発生した事例を受けて、第14回定期検査（2007年度）および第17回定期事業者検査（2013年度）において、クランプの取付により流体振動による共振を回避する対策を実施している。

### (2) 材料および使用条件

ジェットポンプ主要部位の使用材料を表2.1-19に、使用条件を表2.1-20に示す。

No.	部 位
①	ライザ管
②	インレットミキサ
③	デファイユサ
④	ヒーム
⑤	ライザブレース
⑥	ブラケット
⑦	計測配管

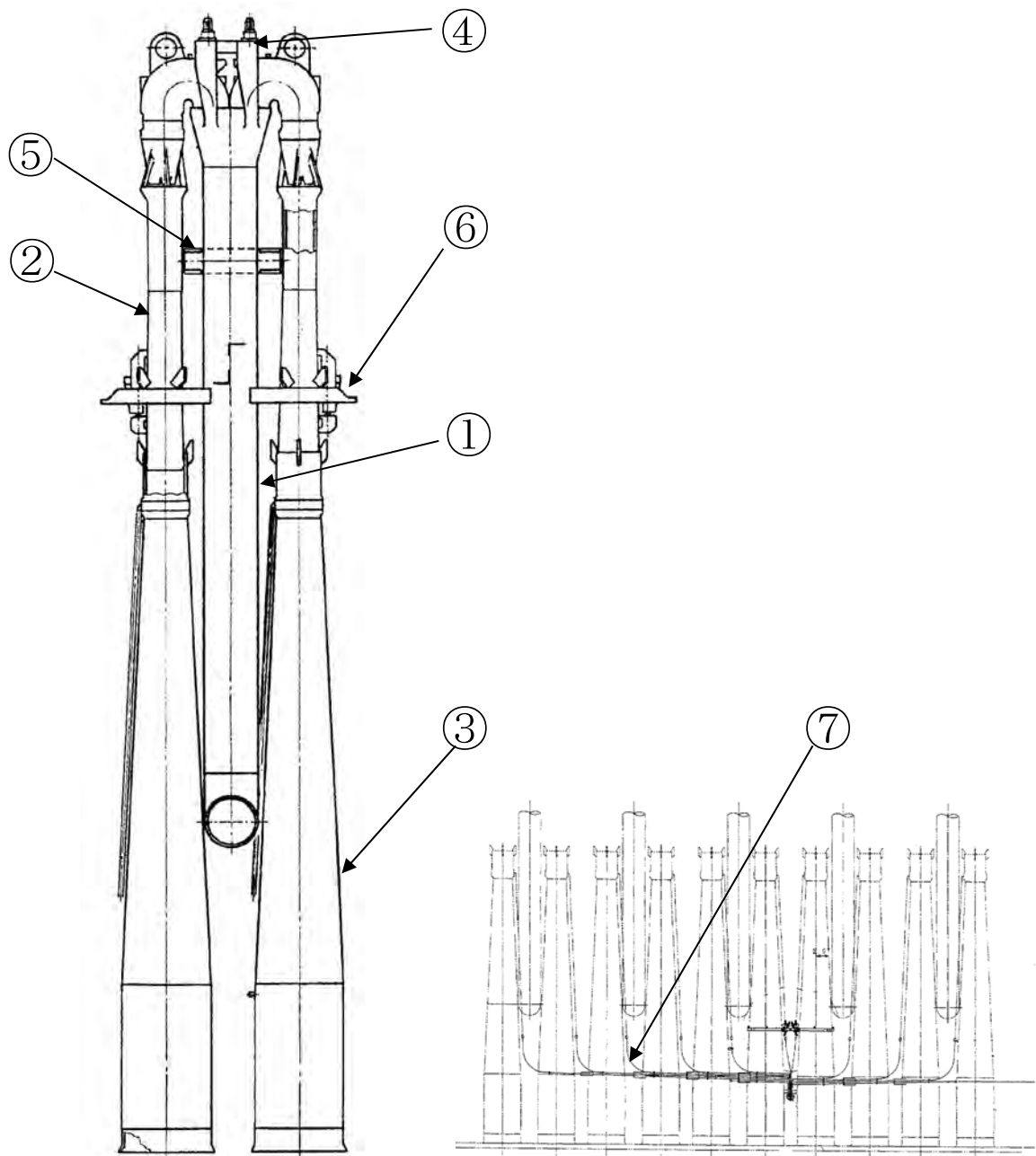


図2.1-10 ジェットポンプ構造図

表2.1-19 ジェットポンプ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心冷却材流路の確保	ライザ管	ステンレス鋼(SUS316LTP) ステンレス鋳鋼(SCS19A)
	インレットミキサ	ステンレス鋳鋼(SCS19A)
	ディフューザ	ステンレス鋼(SUS316L, SUS316LTP) ステンレス鋳鋼(SCS19A) 高ニッケル合金(NCF600-B)
機器の支持	ヒーム	高ニッケル合金(NCF750相当)
	ライザブレース	ステンレス鋼(SUS316, SUSF316L)
	ブラケット	ステンレス鋳鋼(SCS19A)
その他	計測配管	ステンレス鋼(SUS316LTP)

表2.1-20 ジェットポンプの使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水（原子炉冷却材）

## 2.1.11 原子炉中性子計装案内管

### (1) 構造

原子炉中性子計装案内管は、核計装装置のガイドをする管形状で43個設置されており、上端を炉心支持板に支持され、下端を中性子計装ハウジングに溶接し、中間部はスタビライザにより他の原子炉中性子計装案内管と連結している。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼を使用している。

原子炉中性子計装案内管の構造図を図2.1-11に示す。

### (2) 材料および使用条件

原子炉中性子計装案内管主要部位の使用材料を表2.1-21に、使用条件を表2.1-22に示す。

No.	部 位
①	パイプ
②	スタビライザ

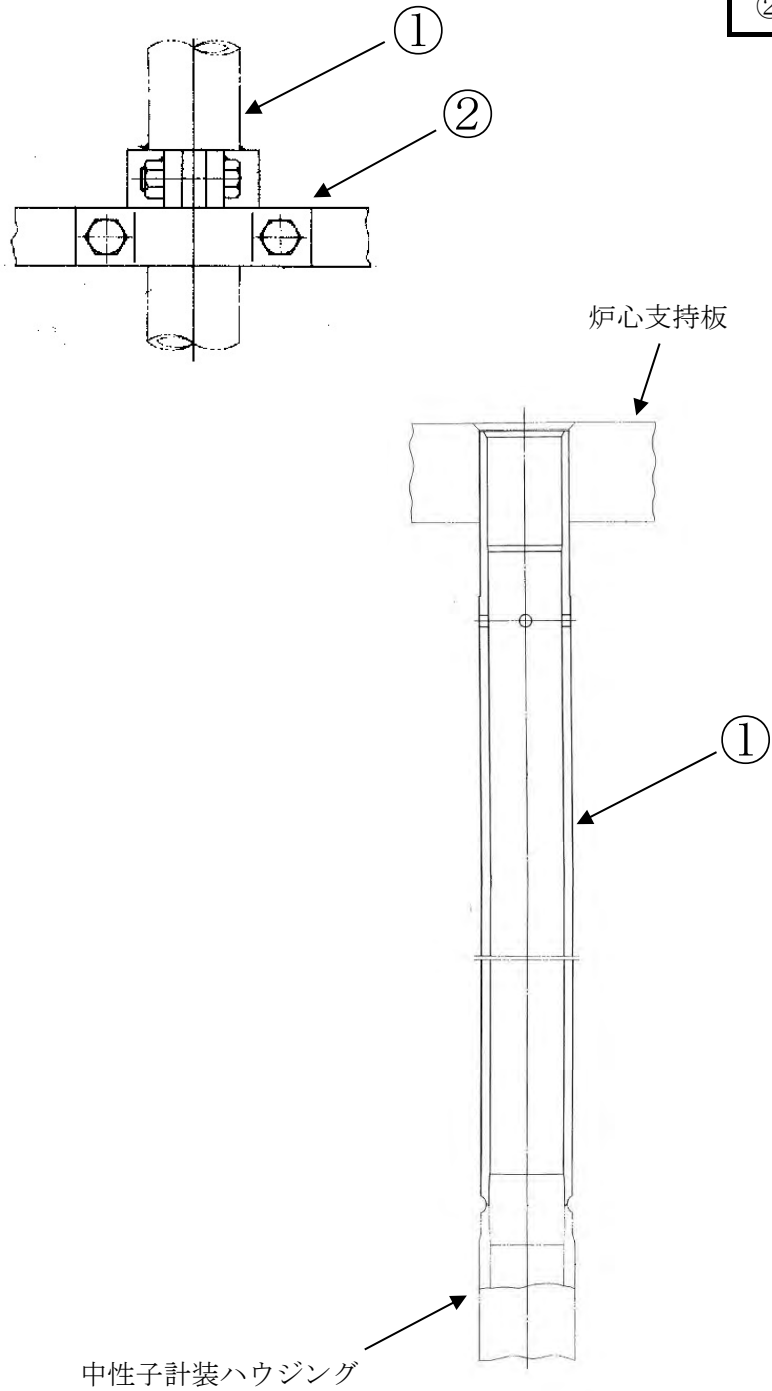


図2.1-11 原子炉中性子計装案内管構造図

表2.1-21 原子炉中性子計装案内管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ガイド	パイプ	ステンレス鋼(SUS316LTP)
機器の支持	スタビライザ	ステンレス鋼(SUS316L)

表2.1-22 原子炉中性子計装案内管の使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水 (原子炉冷却材)



## 2.1.12 残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）

### (1) 構造

残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）は、冷却水を炉心に供給するための管状の構造物で3個設置されており、原子炉压力容器のノズルと炉心シュラウドを繋ぐ連絡管である。スリーブ両端はフランジネックと球面接触しており、フランジネックはベローズで結ばれており、原子炉压力容器と炉心シュラウドの熱膨張差による相対変位を吸収できるようになっている。フランジネックは原子炉压力容器のサーマルスリーブと炉心シュラウドに溶接されている。

材料は、耐食性の高いステンレス鋼を使用している。

残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）の構造図を図2.1-12に示す。

### (2) 材料および使用条件

残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）主要部位の使用材料を表2.1-23に、使用条件を表2.1-24に示す。

No.	部 位
①	スリーブ
②	フランジネック
③	クランプ
④	アボルト
⑤	ヘローズ

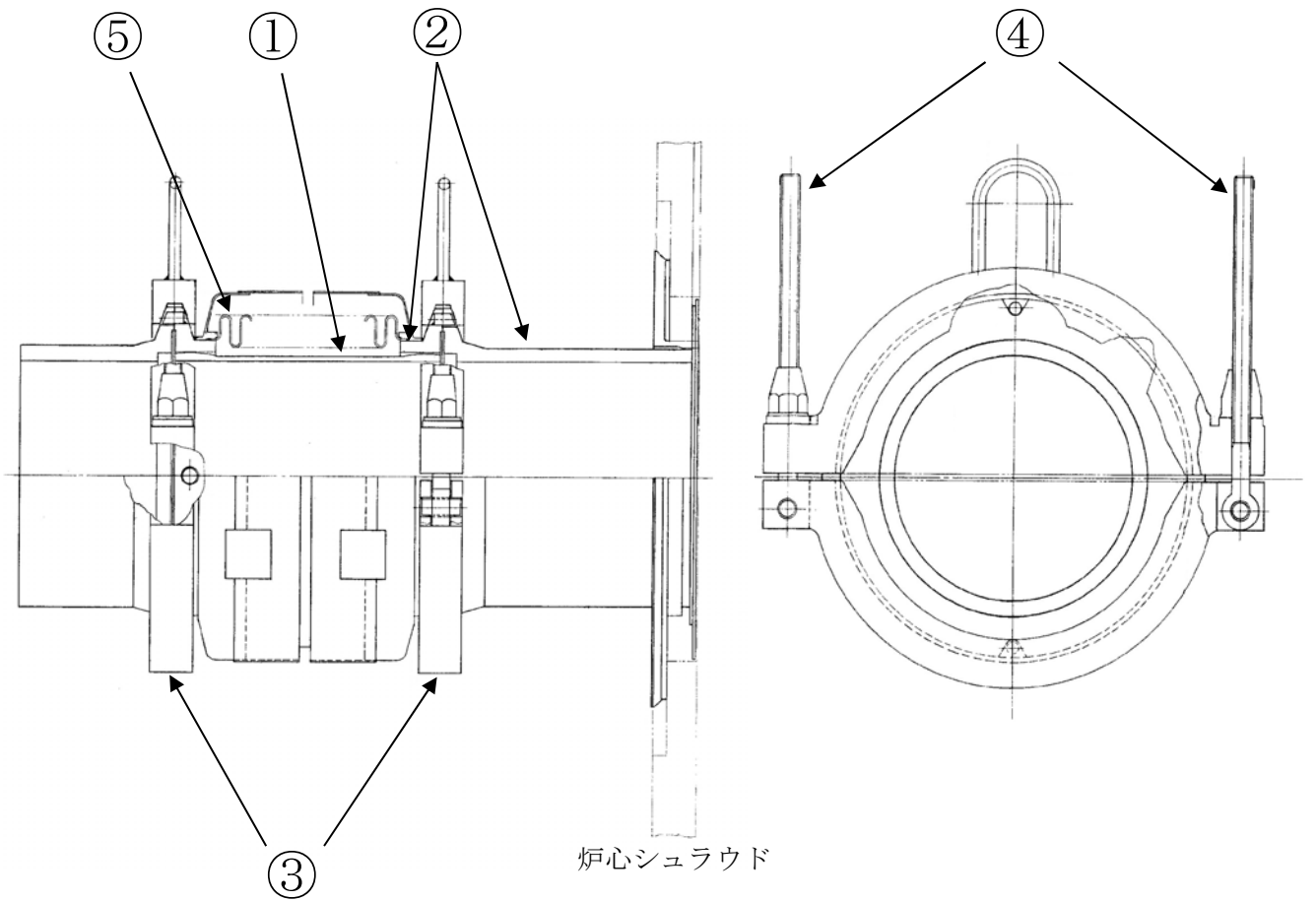


図2.1-12 残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉圧力容器内部）構造図

表2.1-23 残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
炉心冷却材流 路の確保	スリーブ	ステンレス鋼(SUS316L)
	フランジネック	ステンレス鋼(SUSF316L)
機器の支持	クランプ	ステンレス鋼(SUS316L)
	アイボルト	ステンレス鋼(SUS316L)
その他	ベローズ	ステンレス鋼(SUS316L)

表2.1-24 残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）の使用条件

最高使用圧力	9.0 MPa
最高使用温度	304 °C
流 体	純水（原子炉冷却材）

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

炉内構造物の機能（炉心形状の維持および炉外の機器・系統との連携による炉心冷却機能）の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 炉心の支持
- ② 炉心冷却材流路の確保
- ③ 機器の支持
- ④ ガイド

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

炉内構造物について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、評価対象機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

炉内構造物には、消耗品および定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. 疲労割れ [炉心シュラウド，シュラウドサポート]
- b. 照射誘起型応力腐食割れ [炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管]

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

- a. 粒界型応力腐食割れ [炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャ，給水スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部），ジェットポンプ，原子炉中性子計装案内管および残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）]

炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャ，給水スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部），ジェットポンプ，原子炉中性子計装案内管および残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）については，ステンレス鋼または高ニッケル合金であり高温の純水環境中にあることから，粒界型応力腐食割れが想定される。

炉心シュラウドについては，第11回定期検査（2003年度）において，周方向溶接線（H4）近傍に応力腐食割れを確認したが，健全性評価を実施し，一定の期間において炉心シュラウドの構造強度が十分に保たれることを確認している。また，第12回定期検査（2004年度）において，研削によりひび除去後，第12回定期検査（2004年度）および第13回定期検査（2006年度）において，ウォータージェットピーニング法により溶接残留応力を圧縮側に改善している。

炉心シュラウド，シュラウドサポート，上部格子板，炉心支持板，周辺燃料支持金具，制御棒案内管，炉心スプレイ配管（原子炉压力容器内部）・スパージャ，給水スパージャ，差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部），ジェットポンプ，原子炉中性子計装案内管および残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉压力容器内部）については，維持規格等に基づき計画的に水中カメラによる目視点検を実施している。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- b. 中性子照射による靱性低下 [炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具および制御棒案内管]

炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具および制御棒案内管は炉心を取り囲む機器であり，最も照射量が高い上部格子板のグリッドプレート部における運転開始後60年時点での照射量は約 $4.4 \times 10^{25} \text{n/m}^2$ である。そのため，中性子照射による靱性低下が想定される。

しかし，中性子照射による靱性低下が進行した場合においても，有意な欠陥が存在しなければ不安定破壊は起こらない。

また，炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具および制御棒案内管については，維持規格等に基づき計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており，これまで有意な欠陥は確認されていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，

高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 摩耗 [ジェットポンプ]

ジェットポンプのブラケットのウェッジについては、インレットミキサおよびディフューザの振動による摩耗が想定される。

しかし、ジェットポンプのブラケットについては、計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており、これまで有意な欠陥は確認されていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 熱時効 [中央燃料支持金具, 制御棒案内管, 炉心スプレイスパーージャおよびジェットポンプ]

中央燃料支持金具, 制御棒案内管, 炉心スプレイスパーージャおよびジェットポンプに使用しているステンレス鋳鋼は、オーステナイト相中に一部フェライト相を含む2相組織であり、使用環境温度は250℃以上であるため、熱時効による材料の靱性低下等の機械的特性が変化することが想定されるが、中央燃料支持金具, 制御棒案内管, 炉心スプレイスパーージャおよびジェットポンプでステンレス鋳鋼である部位には、き裂の原因となる経年劣化事象は想定されていない。

また、中央燃料支持金具, 制御棒案内管, 炉心スプレイスパーージャおよびジェットポンプについては、計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 高サイクル疲労割れ [制御棒案内管, ジェットポンプおよび原子炉中性子計装案内管]

制御棒案内管, ジェットポンプおよび原子炉中性子計装案内管は、原子炉冷却材の流れによる流体振動を受けるため、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、流体振動による高サイクル疲労については、設計段階で考慮されているため、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

なお、制御棒案内管, ジェットポンプおよび原子炉中性子計装案内管については、計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

また、他プラントでの損傷事例に鑑み、予防処置としてジェットポンプの計測配管には発生応力を低減させるためのクランプを設置しており、原子炉再循環ポンプ通常運転領域での振動応力評価を実施した結果、発生応力は疲労限以下であることを確認している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 疲労割れ [給水スパーージャ]

給水スパーージャのヘッダについては、原子炉圧力容器との間に熱膨張差による相対変位が発生し、プラント起動停止時等の繰返しによる低サイクル疲労割れの発生が想定されるが、給水スパーージャの端部を支持しているエンドブラケット部は、相対変位の発生を考慮した長穴形状であり、構造的に大きな変動荷重が作用しないため、疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、給水スパーージャについては、計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 疲労割れ [残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉圧力容器内部）]

残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉圧力容器内部）については、炉心シュラウドと原子炉圧力容器との間に熱膨張差による相対変位が発生し、プラント起動停止時等の繰返しによる低サイクル疲労割れの発生が想定されるが、ベローズにより伸縮可能な構造で相対変位に追従可能であり、構造的に大きな荷重が作用しないため、割れに至る疲労が蓄積される可能性は小さい。

また、残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉圧力容器内部）については、計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 摩耗 [残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉圧力容器内部）]

残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉圧力容器内部）のスリーブおよびフランジネックについては、プラント起動・停止時の温度変動により相対変位が生じて摩耗の発生が想定されるが、スリーブおよびフランジネックの摺動面に対し表面硬化処理をしており、また、起動停止の温度変動による摩耗であり、繰返し回数が少ないため、有意な摩耗が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 照射スウェリング [炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具および制御棒案内管]

高照射領域で使用される炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具および制御棒案内管については，照射スウェリングが想定されるが，BWRの温度環境（約280℃）や照射量ではその可能性は非常に小さい。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 照射下クリープ [炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具および制御棒案内管]

高照射領域で使用される炉心シュラウド，上部格子板，炉心支持板，中央・周辺燃料支持金具および制御棒案内管については，照射下クリープが想定されるが，BWRの高照射領域にある炉内構造物においては，照射下クリープの影響が問題となる内圧等による荷重制御型の荷重はなく，差圧等による応力も非常に小さいことから，照射下クリープが発生する可能性は非常に小さい。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 粒界型応力腐食割れ [シュラウドサポート]

シュラウドサポートのマンホール蓋および取付ボルトは，高ニッケル合金であり高温の純水環境中にあることから粒界型応力腐食割れが想定されるが，マンホール蓋については，第17回定期事業者検査（2016年度）に溶接部に応力腐食割れを確認したため，第17回定期事業者検査（2019年度）において，溶接部を有さないボルト締結式に取替を実施しており，取付ボルトについては，発生する応力が小さくなるよう設計している。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/12) 炉心シュラウドに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	上部胴	ステンレス鋼			○	△ <sup>*1</sup>				*1：粒界型応力腐食割れ *2：照射誘起型応力腐食割れ *3：中性子照射による靱性低下 *4：照射スウェリング *5：照射下クリープ
	中間胴	ステンレス鋼			○	△ <sup>*1</sup> ○ <sup>*2</sup>		△ <sup>*3</sup>	▲ <sup>*4*5</sup>	
	下部胴	ステンレス鋼			○	△ <sup>*1</sup>				
	リング <sup>°</sup>	ステンレス鋼			○	△ <sup>*1</sup>				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象以外）

表2.2-1 (2/12) シュラウドサポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	シリンダ*	高ニッケル合金			○	△*1				*1：粒界型応力腐食割れ
	プレート	高ニッケル合金			○	△*1				
	レグ*	高ニッケル合金			○	△*1				
炉心冷却材 流路の確保	マンホール蓋	高ニッケル合金				▲*1				
	取付ボルト	高ニッケル合金				▲*1				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象以外）

表2.2-1 (3/12) 上部格子板に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	上部フランジ	ステンレス鋼				△*1				*1：粒界型応力腐食割れ *2：照射誘起型応力腐食割れ *3：中性子照射による靱性低下 *4：照射スウェリング *5：照射下クリープ
	グリッドプレート	ステンレス鋼				△*1 ○*2		△*3	▲*4*5	
	リム胴	ステンレス鋼				△*1				
	下部フランジ	ステンレス鋼				△*1				
機器の支持	クサビ	ステンレス鋼				△*1				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象以外）

表2.2-1 (4/12) 炉心支持板に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	支持板	ステンレス鋼				△*1 ○*2		△*3	▲*4*5	*1：粒界型応力腐食割れ *2：照射誘起型応力腐食割れ *3：中性子照射による靱性低下 *4：照射スウェリング *5：照射下クリープ
	リム胴	ステンレス鋼				△*1				
	補強ビーム	ステンレス鋼				△*1				
機器の支持	スタッド	ステンレス鋼								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象以外）

表2.2-1 (5/12) 燃料支持金具に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考	
			減 肉		割 れ		材質変化		その他		
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化			
炉心の支持	中央燃料支持金具	ステンレス鋳鋼						△	△*3	▲*4*5	*1：粒界型応力腐食割れ *2：照射誘起型応力腐食割れ *3：中性子照射による靱性低下 *4：照射スウェリング *5：照射下クリープ
	周辺燃料支持金具	ステンレス鋼				△*1 ○*2			△*3	▲*4*5	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象以外）

表2.2-1 (6/12) 制御棒案内管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
炉心の支持	スリーブ	ステンレス鋼				△ <sup>*1</sup> ○ <sup>*2</sup>		△ <sup>*3</sup>	▲ <sup>*4*5</sup>	*1：粒界型応力腐食割れ *2：照射誘起型応力腐食割れ *3：中性子照射による靱性低下 *4：照射スウェリング *5：照射下クリープ *6：高サイクル疲労割れ
	ボデー	ステンレス鋼			△ <sup>*6</sup>	△ <sup>*1</sup>				
	ベース	ステンレス鋳鋼					△			

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象以外）

表2.2-1 (7/12) 炉心スプレイ配管（原子炉圧力容器内部）・スパー ज्याに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
炉心冷却材 流路の確保	パイプ	ステンレス鋼				△*1				*1：粒界型応力腐食割れ
	テイ（配管）	ステンレス鋼				△*1				
	テイ（スパー ज्या）	ステンレス鋼				△*1				
	ヘッダ	ステンレス鋼				△*1				
	ノズル	ステンレス鋼				△*1				
		ステンレス鋳鋼					△			
機器の支持	クランプ	ステンレス鋼								
	取付ボルト	ステンレス鋼								
	スパー ज्याブラケット	ステンレス鋼				△*1				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）



表2.2-1 (8/12) 給水スパーージャに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
炉心冷却材 流路の確保	テイ	ステンレス鋼				△*1				*1：粒界型応力腐食割れ
	ヘッド	ステンレス鋼			△	△*1				
	ノズル	ステンレス鋼				△*1				
機器の支持	エンドブラケット	ステンレス鋼				△*1				
	ピン	ステンレス鋼				△*1				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

表2.2-1 (9/12) 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内部）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材 質 変 化		そ の 他	
			摩 耗	腐 食	疲 労 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
炉心冷却材 流路の確保	パイプ	ステンレス鋼				△*1				*1：粒界型応力腐食割れ
機器の支持	サポート	ステンレス鋼				△*1				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

表2.2-1 (10/12) ジェットポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
炉心冷却材流路の確保	ライザ管	ステンレス鋼				△*1				*1：粒界型応力腐食割れ *2：高サイクル疲労割れ
		ステンレス鋳鋼					△			
	インレットミキサ	ステンレス鋳鋼					△			
	デフィューザ	ステンレス鋼				△*1				
		ステンレス鋳鋼					△			
		高ニッケル合金				△*1				
機器の支持	ビーム	高ニッケル合金				△*1				
	ライザブレース	ステンレス鋼			△*2	△*1				
	ブラケット	ステンレス鋳鋼	△				△			
その他	計測配管	ステンレス鋼			△*2	△*1				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

表2.2-1 (11/12) 原子炉中性子計装案内管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
パイプ	パイプ	ステンレス鋼			△*2	△*1				*1：粒界型応力腐食割れ *2：高サイクル疲労割れ
機器の支持	スタビライザ	ステンレス鋼			△*2	△*1				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

表2.2-1 (12/12) 残留熱除去系（低圧注水系）配管（原子炉圧力容器内部）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
炉心冷却材 流路の確保	スリーブ <sup>°</sup>	ステンレス鋼	▲							*1：粒界型応力腐食割れ
	フランジ <sup>°</sup> ネック	ステンレス鋼	▲			△ <sup>*1</sup>				
機器の支持	クランプ <sup>°</sup>	ステンレス鋼				△ <sup>*1</sup>				
	アイト <sup>°</sup> ルト	ステンレス鋼								
その他	ハ <sup>°</sup> ローズ	ステンレス鋼			△	△ <sup>*1</sup>				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理対象以外）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 疲労割れ（炉心シュラウド，シュラウドサポート）

#### a. 事象の説明

繰返し応力のもとでは，その材料の静的強度より低い応力によっても割れを起こす場合がある。

炉心シュラウドおよびシュラウドサポートについては，プラントの起動・停止時等の熱過渡により，疲労が蓄積して，疲労割れが発生する可能性がある。

#### b. 技術評価

##### (a) 健全性評価

炉心シュラウドおよびシュラウドサポートについて，日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（2005年版（2007年追補版を含む））」（以下，「設計・建設規格」という。）に基づいて評価した。対象部位を図2.3-1に示す。

疲労評価は，運転実績に基づいた2015年度7月末時点の過渡回数と，今後も同様な運転を続けたと仮定して推定した運転開始後60年時点の過渡回数を用いて行った。

また，使用環境を考慮した疲労について，日本機械学会「発電用原子力設備規格 環境疲労評価手法 JSME S NF1-2009」（以下，「環境疲労評価手法」という。）に基づいて評価した。評価用過渡条件を表2.3-1に，評価結果を表2.3-2に示す。

その結果，運転開始後60年時点の疲労累積係数は許容値を下回り，60年間の運転において疲労割れが問題となる可能性はないと判断する。

##### (b) 現状保全

炉心シュラウドおよびシュラウドサポートについては，維持規格等に基づき計画的に水中カメラによる目視点検を実施しており，これまで有意な欠陥は認められていない。

##### (c) 総合評価

健全性評価結果から，炉心シュラウドおよびシュラウドサポートの疲労割れが評価期間において問題となる可能性はなく，60年間の健全性は維持できると判断する。

#### c. 高経年化への対応

炉心シュラウドおよびシュラウドサポートの疲労割れに対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し，追加すべき項目はない。引き続き，現状保全を継続していく。

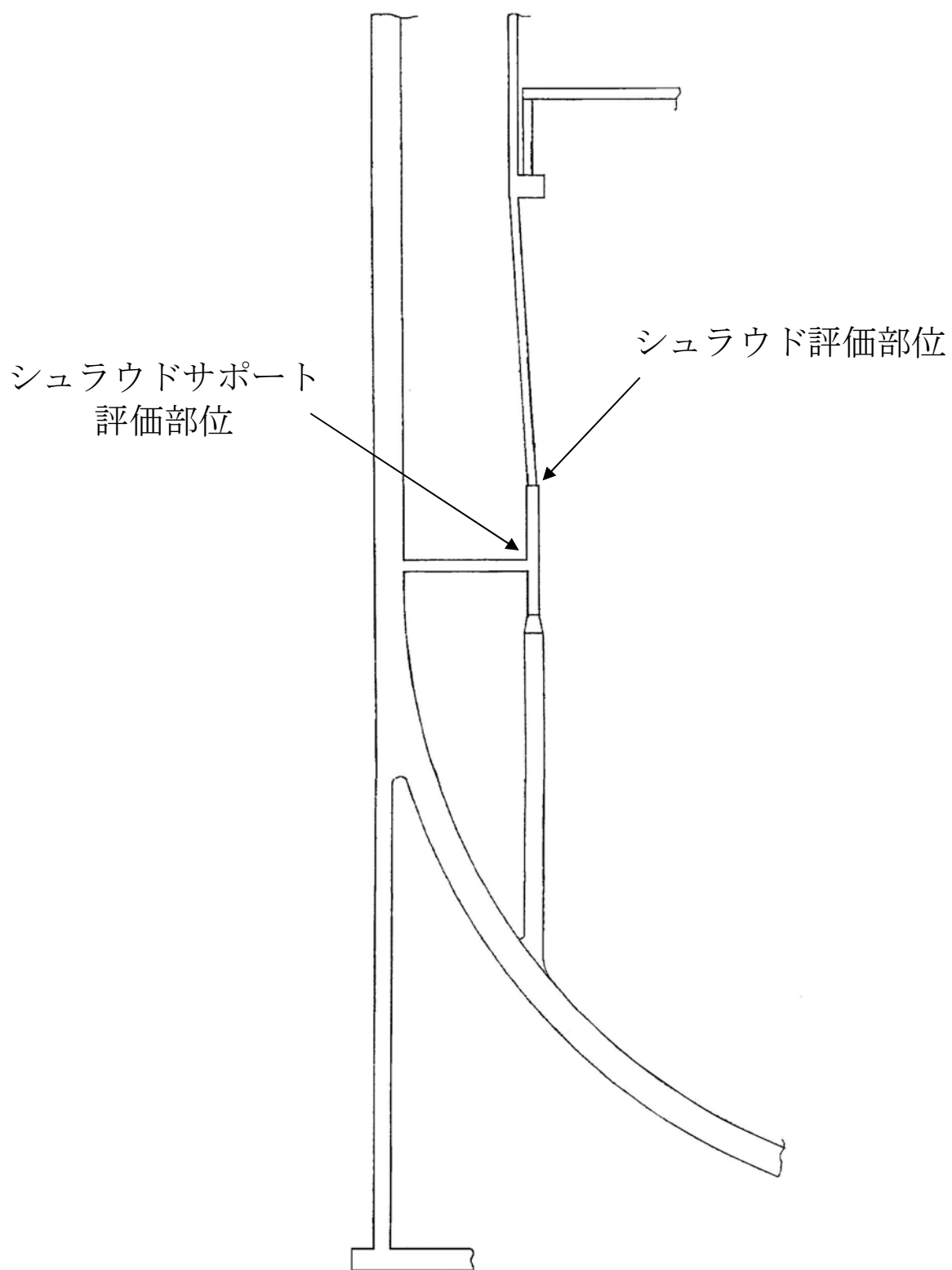


図2.3-1 疲労評価対象部位

表2.3-1 炉心シュラウド・シュラウドサポート 評価用過渡条件

運転条件	運転実績に基づく 過渡回数 (2015年7月末時点)	運転開始後 60年目推定
耐圧試験	24	55
起動 (昇温)	36	74
起動 (タービン起動)	36	74
給水加熱機能喪失 (発電機トリップ)	0	1
スクラム (タービントリップ)	1	2
スクラム (その他のスクラム)	4	7
停止 (タービン停止)	36	74
停止 (高温待機)	36	74
停止 (冷却)	36	74
停止 (容器満水)	36	74
停止 (満水後冷却)	36	74
スクラム (原子炉給水ポンプ停止)	0	1
スクラム (逃がし安全弁誤作動)	0	1

表2.3-2 炉心シュラウド・シュラウドサポートの疲労評価結果

部位	運転実績に基づく疲れ解析 (許容値：1以下)		
	設計・建設規格の疲労曲線による解析		環境疲労評価手法による解析
	現時点 (2015年度7月末時点)	運転開始後 60年時点	運転開始後 60年時点
炉心シュラウド	0.006	0.013	0.318
シュラウドサポート	0.005	0.009	0.024



(2) 照射誘起型応力腐食割れ（炉心シュラウド、上部格子板、炉心支持板、周辺燃料支持金具および制御棒案内管）

a. 事象の説明

ステンレス鋼については、中性子照射を受けると材料自身の応力腐食割れの感受性が高まるとともに、材料周辺の腐食環境が水の放射線分解により厳しくなることが知られている。照射誘起型応力腐食割れは、この状況に引張応力場が重畳されると粒界型応力腐食割れを生じる現象である。

図2.3-2に示すように、BWR環境下のステンレス鋼については、比較的高い累積照射量（SUS316系は $1 \times 10^{25} \text{n/m}^2$ 、SUS304系は $5 \times 10^{24} \text{n/m}^2$ （以下、「しきい照射量」という。））を受けた場合に応力腐食割れの感受性への影響が現れると考えられている。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

①中性子照射要因

炉心シュラウド、上部格子板、炉心支持板、周辺燃料支持金具および制御棒案内管は炉心を取り囲む機器であり高い中性子照射を受けるため、照射誘起型応力腐食割れの感受性が増加する可能性がある。運転開始後60年時点の予想照射量の最大値は、上部格子板のグリッドプレート部の $4.4 \times 10^{25} \text{n/m}^2$ であり、しきい照射量を超える炉心シュラウドおよび上部格子板については照射誘起型応力腐食割れの発生する可能性は否定できない。

なお、運転開始後60年時点での照射量は以下の値と予想される。

・炉心シュラウド	$2.6 \times 10^{25} \text{n/m}^2$ (H4 溶接継手内面)
	$2.7 \times 10^{25} \text{n/m}^2$ (母材部)
・上部格子板	$4.4 \times 10^{25} \text{n/m}^2$
・炉心支持板	$3.0 \times 10^{24} \text{n/m}^2$
・周辺燃料支持金具	$1.2 \times 10^{24} \text{n/m}^2$
・制御棒案内管	$4.5 \times 10^{24} \text{n/m}^2$

②応力要因

現状では、照射誘起型応力腐食割れの応力依存性に関するデータは少ないが、高い引張応力の存在が応力腐食割れ発生条件の一つとなると考えられる。この引張応力の発生要因を検討すると、差圧、熱、自重等に起因する引張応力成分は低く、応力腐食割れの主要因となる可能性は小さい。

一方、溶接残留応力については、正確に把握することは困難であるが、過去の経験から比較的高い引張応力となり、応力腐食割れの主要因となる可能性がある。

上部格子板については、グリッドプレートにおいてしきい照射量を超えるものの、溶接部はなく、運転中の差圧、熱、自重等に起因する引張応力成分は低く、照射誘起型応力腐食割れの主要因となる可能性はないと判断する。

炉心シュラウド中間胴 H4 周溶接継手（熱影響部含む）は、しきい照射量を超えるものの、内外面にはウォータージェットピーニング施工による残留応力の改善を行っていることから、照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はないと判断する。

炉心シュラウド中間胴の母材部は、しきい照射量を超えるものの、溶接による引張残留応力はなく、運転中の差圧、熱、自重等に起因する引張応力成分は小さいことから、照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はないと判断する。

### ③環境要因

評価対象機器は炉心近傍に位置していることから、照射による水の放射線分解により生成される酸化性の強い過酸化水素水等の化学種の影響が顕著となる可能性がある。

なお、2006 年度より水素注入を行い、応力腐食割れに対して環境面からの改善を図っている。

### ④評価結果

上部格子板のグリッドプレートには溶接部はなく、運転中の差圧、熱、自重等に起因する引張応力成分は低いことから、しきい照射量を超えるものの照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はないと判断する。

炉心シュラウドの溶接部の一部には、ウォータージェットピーニング法により溶接残留応力の改善を図るとともに、水素注入により応力腐食割れに対して環境面からの改善を図っており、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はないと判断する。

### (b) 現状保全

炉心シュラウド、上部格子板、炉心支持板、周辺燃料支持金具および制御棒案内管については、維持規格等に基づき計画的に水中カメラによる目視点検を実施している。

### (c) 総合評価

炉心支持板、周辺燃料支持金具および制御棒案内管については、しきい照射量を越えないことから、照射誘起型応力腐食割れは発生しないものと評価する。

炉心シュラウド、上部格子板については、しきい照射量を超えるが、健全性評価結果から照射誘起型応力腐食割れが発生する可能性はなく、60年間の健全性は維持できると判断する。

### c. 高経年化への対応

炉心シュラウド、上部格子板、炉心支持板、周辺燃料支持金具および制御棒案内管の照射誘起型応力腐食割れに対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

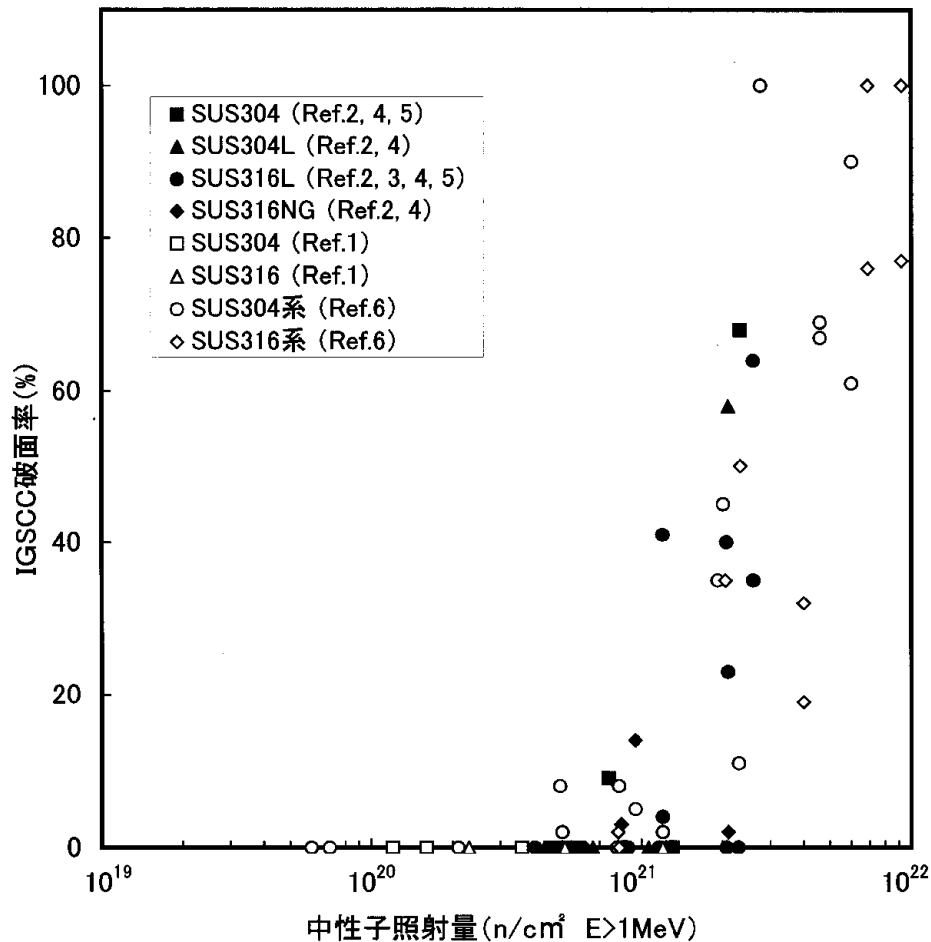


図2.3-2 304, 316 ステンレス鋼のIGSCC 破面率に及ぼす中性子照射量の影響

[図で引用されている参考文献]

- Ref.1: K. Chatani et al, "Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking Susceptibility of Core Component Materials" Proceedings of 12th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2005.
- Ref.2: 「平成16年度照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術調査研究に関する報告書」  
独立行政法人 原子力安全基盤機構
- Ref.3: K. Chatani et al, "IASCC Susceptibility of Thermal Treated Type 316L Stainless Steel" Proceedings of 11th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2003.
- Ref.4: Y. Tanaka et al, "IASCC Susceptibility of Type 304, 304L, and 316L Stainless Steel" Proceedings of 8th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1997.
- Ref.5: K. Fukuya et al, "Mechanical Properties and IASCC Susceptibility in Irradiated Stainless Steels" Proceedings of 6th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1993.
- Ref.6: S. Suzuki, M. Kodama, S. Shima, M. Yamamoto; Fifth International Symposium on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors (1991). Effects of Fluence and Dissolved Oxygen on IASCC in Austenitic Stainless Steels.

島根原子力発電所2号炉  
ケーブルの技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

中国電力株式会社

本評価書は、島根原子力発電所2号炉（以下、「島根2号炉」という）における安全上重要なケーブル（重要度分類審査指針におけるPS-1, 2およびMS-1, 2に該当する機器）および常設重大事故等対処設備に属する機器について、高経年化に係わる技術評価をまとめたものである。なお、高温・高圧の環境下にあるケーブルはない。

評価対象機器の一覧を表1に示す。

評価対象機器を電圧区分、型式および設置場所で分類し、それぞれのグループから重要度および使用条件等の観点で代表機器を選定し技術評価を行った後、代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は、ケーブルの電圧区分をもとに、ケーブルトレイ、電線管およびケーブル接続部を合わせて以下の5つに分類して整理する。

1. 高圧ケーブル
2. 低圧ケーブル
3. 同軸ケーブル
4. ケーブルトレイ、電線管
5. ケーブル接続部

表1 評価対象機器一覧表

区分	絶縁体材料	名称	仕様 (絶縁体×シース)	重要度*1
高圧	架橋ポリエチレン	高圧難燃CVケーブル	架橋ポリエチレン×難燃特殊耐熱ビニル	MS-1, 重*2
低圧	シリコンゴム	KGBケーブル	シリコンゴム×ガラス編組	MS-1
	難燃エチレンプロピレンゴム	難燃PNケーブル*3	難燃エチレンプロピレンゴム×特殊クロロプロピレンゴム	MS-1, 重*2
	難燃架橋ポリエチレン	難燃CVケーブル*3	難燃架橋ポリエチレン×難燃特殊耐熱ビニル	MS-1, 重*2
	難燃ビニル	難燃VVケーブル*3	難燃ビニル×難燃ビニル	MS-1, 重*2
	特殊耐熱ビニル	特殊耐熱VVケーブル	特殊耐熱ビニル×特殊耐熱ビニル	MS-2, 重*2
	ポリエチレン	難燃PEケーブル*3	ポリエチレン×高難燃ポリエチレン	重*2
	酸化マグネシウム	MIケーブル*3	酸化マグネシウム×インコネル	重*2
フロンレックス	難燃FNケーブル*3	フロンレックス×特殊クロロプロピレンゴム	MS-1, 重*2	
同軸	架橋ポリエチレン	難燃一重同軸ケーブル*3	架橋ポリエチレン×難燃架橋ポリエチレン	MS-1, 重*2
		難燃二重同軸ケーブル*3	架橋ポリエチレン×難燃ビニル	MS-1, 重*2
		難燃三重同軸ケーブル*3	架橋ポリエチレン×難燃架橋ポリエチレン	MS-1, 重*2
	架橋ポリエチレン 難燃架橋ポリエチレン	複合同軸ケーブル*3	架橋ポリエチレン, 難燃架橋ポリエチレン ×難燃ビニル	MS-1, 重*2
	高発泡ポリエチレン	難燃一重同軸ケーブル*3	高発泡ポリエチレン×難燃ポリオレフィン	重*2
ケーブルトレイ, 電線管	—	ケーブルトレイ*3	炭素鋼	MS-1, 重*2
	—	電線管*3	炭素鋼	MS-1, 重*2
ケーブル 接続部	ジアリルフタレート樹脂	端子台接続	ジアリルフタレート樹脂	MS-1, 重*2
	ポリフェニレンエーテル樹脂		ポリフェニレンエーテル樹脂	MS-1, 重*2
	ビニルテープ	端子接続*3	ビニルテープ	MS-1, 重*2
	架橋ポリオレフィン	直シヨイント接続*3	架橋ポリオレフィン	MS-1, 重*2
	ジアリルフタレート樹脂	電動弁コネクタ接続	ジアリルフタレート樹脂	MS-1
	ポリエーテルエーテルケトン	同軸コネクタ接続*3	ポリエーテルエーテルケトン	MS-1, 重*2
	架橋ポリスチレン		架橋ポリスチレン	MS-1, 重*2
	テフロン		テフロン	MS-1, 重*2
	ジアリルフタレート樹脂		ジアリルフタレート樹脂	MS-1, 重*2
フッ素樹脂	フッ素樹脂		重*2	

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器を含む。

[ケーブル名称の略称について]

表1 に示す島根2号炉の主要なケーブルの略称は、各々以下のケーブルを示すものである。

No.	ケーブル略称	ケーブル名称
1	高圧難燃CVケーブル	高圧架橋ホ <sup>°</sup> リエチレン絶縁 難燃特殊耐熱ビ <sup>°</sup> ニルシースケーブル
2	KGBケーブル	シリコンゴ <sup>°</sup> ム絶縁ガ <sup>°</sup> ラス編組ケーブル
3	難燃PNケーブル	難燃エチレンプロピ <sup>°</sup> レンゴ <sup>°</sup> ム絶縁 特殊クロプロ <sup>°</sup> レンゴ <sup>°</sup> ムシースケーブル
4	難燃CVケーブル	難燃架橋ホ <sup>°</sup> リエチレン絶縁 難燃特殊耐熱ビ <sup>°</sup> ニルシースケーブル
5	難燃VVケーブル	難燃ビ <sup>°</sup> ニル絶縁 難燃ビ <sup>°</sup> ニルシースケーブル
6	特殊耐熱VVケーブル	難燃特殊耐熱ビ <sup>°</sup> ニル絶縁 難燃特殊耐熱ビ <sup>°</sup> ニルシースケーブル
7	難燃PEケーブル	ホ <sup>°</sup> リエチレン絶縁 高難燃ホ <sup>°</sup> リエチレンシースケーブル
8	MIケーブル	Mineral Insulatedケーブル
9	難燃FNケーブル	難燃フロンレックス絶縁 特殊クロプロ <sup>°</sup> レンゴ <sup>°</sup> ムシースケーブル

備考：記号の意味は、次のとおりである。

B：編組

C：架橋ポリエチレン

G：ガラス

K：シリコンゴ<sup>°</sup>ム

N：クロロプレンゴ<sup>°</sup>ム

P：エチレンプロピレンゴ<sup>°</sup>ム

V：ビニル

F：フロンレックス

E：高難燃ポリエチレン

## 1. 高圧ケーブル

[対象ケーブル]

- ① 高圧難燃CVケーブル



## 目 次

1. 対象機器	1-1
2. 対象機器の技術評価	1-3
2.1 構造, 材料および使用条件	1-3
2.1.1 高圧難燃CVケーブル	1-3
2.2 経年劣化事象の抽出	1-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1-8
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	1-10

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している高圧ケーブルの仕様を表1-1に示す。

表1-1 高圧ケーブルの仕様

分類基準		機器名称	選定基準						仕様	
区分	絶縁体材料		用途	重要度*1	設置場所		使用開始時期		シース	電圧 (V)
					原子炉 格納容 器内	原子炉 格納容 器外	建設時	運転 開始後		
高圧	架橋ポリエチレン	高圧難燃CVケーブル	動力	MS-1, 重*2	—	○	○	—	難燃特殊耐熱ビニル	7,000以下

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 対象機器の技術評価

本章では、以下のケーブルについて技術評価を実施する。

### ① 高圧難燃CVケーブル

#### 2.1 構造、材料および使用条件

##### 2.1.1 高圧難燃CVケーブル

###### (1) 構造

高圧難燃CVケーブルは、大別すると導体、内部半導電層、絶縁体、外部半導電層、シールド、押さえテープおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

シールドは導体の静電誘導を低減するため、内部半導電層および外部半導電層は電界強度のバラツキを抑えるため、押さえテープはケーブルを整形するため、シースはケーブルを外力的な力から保護するために設けられている。

高圧難燃CVケーブルの構造図を図2.1-1に示す。

###### (2) 材料および使用条件

高圧難燃CVケーブル主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	シールド <sup>°</sup>
④	内部半導電層
⑤	外部半導電層
⑥	押さえテープ <sup>°</sup>
⑦	シース

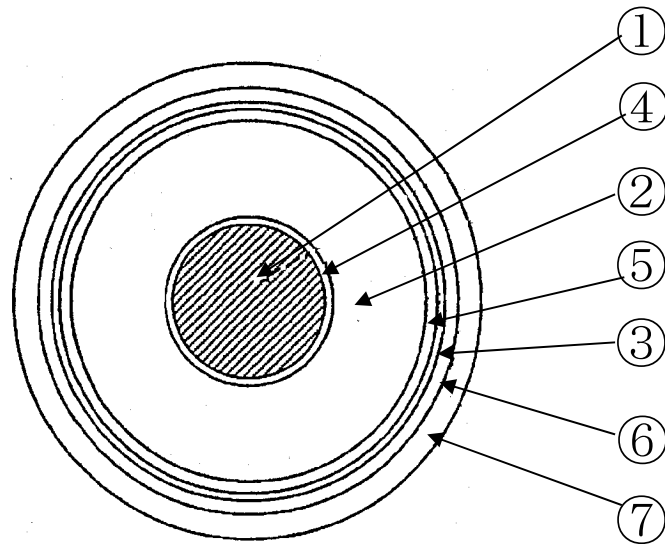


図2.1-1 高圧難燃CVケーブル構造図

表2.1-1 高圧難燃CVケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
絶縁機能の確保	導体	銅より線
	絶縁体	架橋ポリエチレン
	シールド	軟銅テープ
	内部半導電層	半導電性混和物
	外部半導電層	半導電性混和物
	押さえテープ	難燃テープ
	シース	難燃特殊耐熱ビニル

表2.1-2 高圧難燃CVケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外（原子炉建物内）		
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	100℃（最高）
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h（最大）	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）	$4.7 \times 10^2$ Gy（最大積算値）
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

高圧難燃CVケーブルの機能は通電機能であり，機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

#### ① 絶縁機能の確保

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

高圧難燃CVケーブルについて，要求事項を考慮し主要な部品に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（設置場所，電圧）および現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

高圧難燃CVケーブルには，消耗品および定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. 絶縁体の絶縁特性低下
- b. 絶縁体の水トリー劣化



### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

- (1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

- a. 熱・放射線によるシースの劣化

シースは、有機物の難燃特殊耐熱ビニルであるため、熱および放射線により硬化する可能性がある。

しかし、シースは、ケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり、ケーブルに要求される絶縁機能の確保に対する影響は極めて小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 高圧難燃CVケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・ 定期取 替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	絶縁特 性低下	導通 不良	特性 変化		
絶縁機能の確保	導体		銅より線									*1：熱・放射線による絶縁特性低下 *2：水トリ劣化 *3：熱・放射線による劣化
	絶縁体		架橋ポリエチレン					○*1*2				
	シールド <sup>°</sup>		軟銅テープ <sup>°</sup>									
	内部半導電層		半導電性混和物									
	外部半導電層		半導電性混和物									
	押さえテープ <sup>°</sup>		難燃テープ <sup>°</sup>									
	シース		難燃特殊耐熱ビニル								▲*3	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 絶縁体の絶縁特性低下

#### a. 事象の説明

高圧難燃CVケーブルの絶縁体は有機物（架橋ポリエチレン）であり，熱および放射線による物性変化，絶縁物内の異物やボイドでの放電等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，高圧難燃CVケーブルは静止機器であるため，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-1に示す。

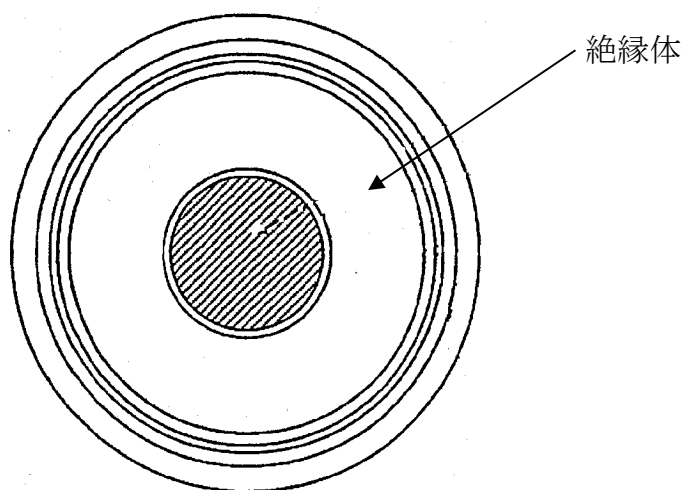


図2.3-1 高圧難燃CVケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

高圧難燃CVケーブルの絶縁特性低下については、電気学会において、IEEE Std.323 (1974) および383 (1974) の規格を根幹に、我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案として「電気学会技術報告Ⅱ部第139号『原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案』」(以下、「電気学会推奨案」という。)がまとめられており、これに基づき実機同等品による通常環境および事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

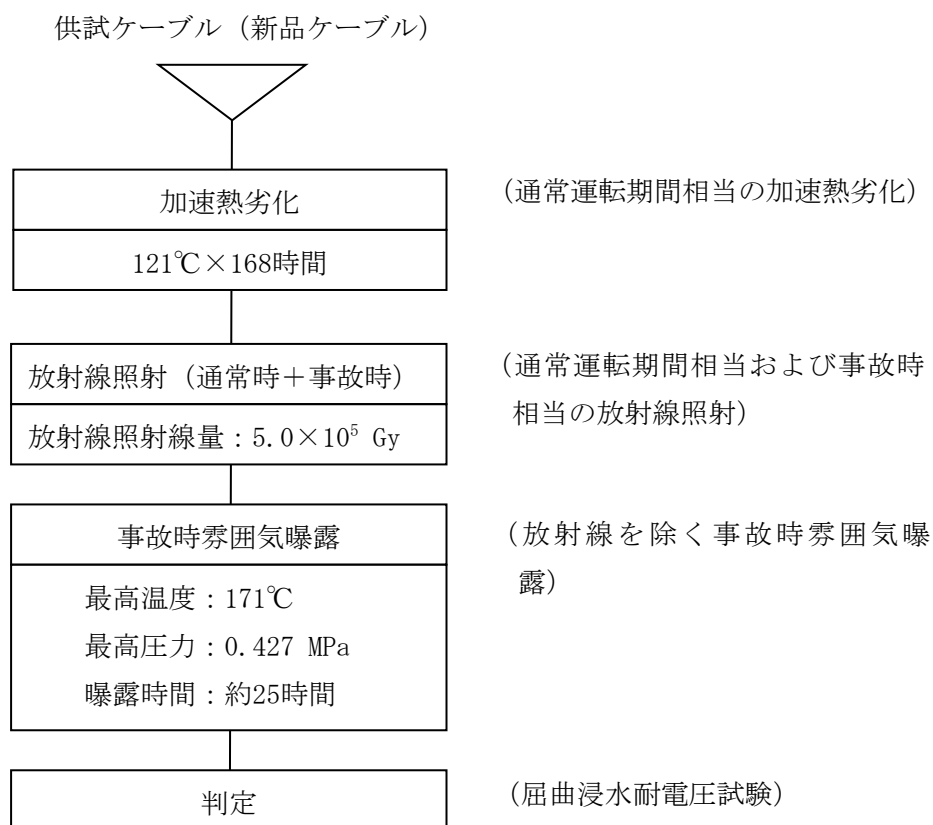


図2.3-2 高圧難燃CVケーブル長期健全性試験手順 (設計基準事故, 重大事故等時)

表2.3-1 高圧難燃CVケーブル長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等時）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃以下）に対して，60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量： $5.0 \times 10^5$ Gy	島根2号炉で想定される線量約 $2.0 \times 10^3$ Gy（60年間の通常運転期間 $1.5 \times 10^2$ Gyに事故時線量 $1.8 \times 10^3$ Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気暴露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：約25時間	島根2号炉の事故時の最高温度（100℃），最高圧力（6.9 kPa）を包絡する。

表2.3-2 高圧難燃CVケーブル長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等時）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径（33.0 mm）の約40倍のマッドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態を，公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

図2.3-2の試験条件は，表2.3-1～表2.3-2に示すとおり，島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し，結果は判定基準を満足している。

よって，高圧難燃 CV ケーブルの絶縁体は，60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できるものと評価できる。

さらに，系統機器点検時に電位減衰法による絶縁診断試験（電気学会技術報告第502号で紹介されている。ケーブルに所定の直流電圧を充電した後，充電用電源を開放して，ケーブルの自己放電による残留電圧の変化を調べてケーブルの絶縁劣化程度を判定する方法）（以下「絶縁診断試験」という）を実施しており，これまでの点検結果では急激な絶縁低下は認められておらず，長期健全性試験結果と同様な傾向にある。

これらのことから，今後も急激に絶縁特性低下が起こる可能性は小さいと考えられる。

#### (b) 現状保全

高圧難燃 CV ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定，絶縁診断試験を実施し，有意な絶縁特性低下がないことを確認している。さらに，系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においても絶縁機能の健全性を確認している。

新規に設置されるケーブルについては，定期的に系統機器点検時の動作確認，絶縁抵抗測定および絶縁診断試験により健全性を確認することとしている。

なお，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

高圧難燃 CV ケーブルの絶縁体については、運転開始から 60 年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

高圧難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## (2) 絶縁体の水トリー劣化

### a. 事象の説明

高圧難燃CVケーブルの絶縁体は有機物（架橋ポリエチレン）であり，長期間にわたって水が存在する状態で高い電圧にさらされると水トリーと称される種々の樹枝状の微細な通路あるいは空隙が発生して絶縁特性低下が発生する可能性が有ることから，経年劣化に対する評価が必要である。

水トリー劣化が発生する可能性のある部位を図2.3-1に示す。

### b. 技術評価

#### (a) 健全性評価

高圧難燃CVケーブルの絶縁体の水トリー劣化については，雨水等によるケーブル浸水により発生する可能性はあるが，屋内布設ケーブルでは発生する可能性は極めて小さい。

屋外布設ケーブルは，トレンチおよびピット内部に架空化されたケーブルトレイ，電線管により布設されており，仮に水が溜まった場合は排水ポンプ，排水口により排水され，ケーブルが長時間浸水する可能性はないが，外気等による高湿度環境影響を考慮すると水トリー劣化による絶縁特性低下の可能性は否定できない。

ただし，絶縁抵抗測定および絶縁診断試験を行うことで，絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。

#### (b) 現状保全

高圧難燃CVケーブルの絶縁体の水トリー劣化については，定期的に系統機器点検時の動作確認，絶縁抵抗測定および絶縁診断試験を実施している。

新規に設置されるケーブルについては，定期的に系統機器点検時の動作確認，絶縁抵抗測定および絶縁診断試験により健全性を確認することとしている。

なお，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替えを行うこととしている。

#### (c) 総合評価

高圧難燃CVケーブルの絶縁体については，水トリー劣化による急激な絶縁特性低下の可能性は否定できないが，系統機器点検時の動作確認，絶縁抵抗測定および絶縁診断試験で検知可能であるため，引き続き現状保全を継続することで，60年間の健全性を維持できると判断する。

### c. 高経年化への対応

高圧難燃CVケーブルの絶縁体の水トリー劣化については，現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き，現状保全を継続していく。

## 2. 低圧ケーブル

[対象ケーブル]

- ① KGBケーブル
- ② 難燃PNケーブル
- ③ 難燃CVケーブル
- ④ 難燃VVケーブル
- ⑤ 特殊耐熱VVケーブル
- ⑥ 難燃PEケーブル
- ⑦ MIケーブル
- ⑧ 難燃FNケーブル



## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	2-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	2-1
1.2 代表機器の選定 .....	2-1
2. 代表機器の技術評価 .....	2-3
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	2-3
2.1.1 KGBケーブル .....	2-3
2.1.2 難燃PNケーブル .....	2-6
2.1.3 難燃CVケーブル .....	2-9
2.1.4 難燃VVケーブル .....	2-12
2.1.5 特殊耐熱VVケーブル .....	2-15
2.1.6 難燃PEケーブル .....	2-18
2.1.7 MIケーブル .....	2-21
2.1.8 難燃FNケーブル .....	2-24
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	2-27
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	2-27
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	2-27
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	2-29
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 .....	2-38

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で対象となる低圧ケーブルの仕様を表1-1に示す。

これらの低圧ケーブルを絶縁体材料の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

絶縁体材料を分類基準とし、低圧ケーブルを表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類されたグループ毎に、原則として、重要度、設置場所、使用開始時期および用途の観点から代表機器を選定するものとする。

#### (1) 絶縁体材料：シリコーンゴム

このグループには、KGBケーブルのみが属するため、KGBケーブルを代表機器とする。

#### (2) 絶縁体材料：難燃エチレンプロピレンゴム

このグループには、難燃PNケーブルのみが属するため、難燃PNケーブルを代表機器とする。

#### (3) 絶縁体材料：難燃架橋ポリエチレン

このグループには、難燃CVケーブルのみが属するため、難燃CVケーブルを代表機器とする。

#### (4) 絶縁体材料：難燃ビニル

このグループには、難燃VVケーブルのみが属するため、難燃VVケーブルを代表機器とする。

#### (5) 絶縁体材料：難燃特殊耐熱ビニル

このグループには、特殊耐熱VVケーブルのみが属するため、特殊耐熱VVケーブルを代表機器とする。

#### (6) 絶縁体材料：ポリエチレン

このグループには、難燃PEケーブルのみが属するため、難燃PEケーブルを代表機器とする。

#### (7) 絶縁体材料：酸化マグネシウム

このグループには、MIケーブルのみが属するため、MIケーブルを代表機器とする。

#### (8) 絶縁体材料：フロンレックス

このグループには、難燃FNケーブルのみが属するため、難燃FNケーブルを代表機器とする。

表1-1 低圧ケーブルのグループ化と代表機器

分類基準		名称	選定基準						仕様		選定	選定理由
区分	絶縁体材料		用途	重要度*1	設置場所		使用開始時期		シース	電圧 (V)		
					原子炉格納容器内	原子炉格納容器外	建設時	運転開始後				
低圧	シリコンゴム	KGBケーブル	制御	MS-1	—	○	—	○	ガラス編組	AC600以下	◎	
	難燃エチレンプロピレンゴム	難燃PNケーブル*3	動力・制御・計測	MS-1, 重*2	○	—	○	○	特殊クロロプロレンゴム	AC600以下	◎	
	難燃架橋ポリエチレン	難燃CVケーブル*3	動力・制御・計測	MS-1, 重*2	—	○	○	○	難燃特殊耐熱ビニル	AC600以下	◎	
	難燃ビニル	難燃VVケーブル*3	計測	MS-1, 重*2	—	○	○	○	難燃ビニル	AC600以下	◎	
	特殊耐熱ビニル	特殊耐熱VVケーブル	制御	MS-2	—	○	○	—	特殊耐熱ビニル	AC600以下	◎	
	ポリエチレン	難燃PEケーブル*3	通信	重*2	—	○	—	○	高難燃ポリエチレン	DC500以下	◎	
	酸化マグネシウム	MIケーブル*3	計測	重*2	○	—	—	○	インコネル	AC600以下	◎	
	フロンレックス	難燃FNケーブル*3	制御	MS-1, 重*2	○	—	—	○	特殊クロロプロレンゴム	AC600以下	◎	

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器を含む。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の8種類のケーブルについて技術評価を実施する。

- ① KGBケーブル
- ② 難燃PNケーブル
- ③ 難燃CVケーブル
- ④ 難燃VVケーブル
- ⑤ 特殊耐熱VVケーブル
- ⑥ 難燃PEケーブル
- ⑦ MIケーブル
- ⑧ 難燃FNケーブル

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 KGBケーブル

##### (1) 構造

KGBケーブルは、大別すると導体、絶縁体、介在物、押さえテープおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

介在物および押さえテープはケーブルを整形するため、シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

KGBケーブルの構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

KGBケーブル主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押さえテープ
⑤	シース

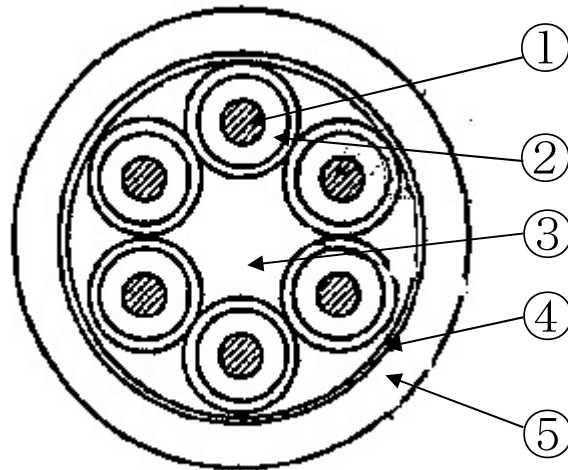


図2. 1-1 KGBケーブル構造図 (6心ケーブルの例)

表2.1-1 KGBケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電力・信号伝達 機能の維持	導体	錫メッキ軟銅より線
	絶縁体	シリコンゴム
	介在物	ガラス繊維
	押さえテープ	ガラステープ
	シース	ガラス編組

表2.1-2 KGBケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時
設置場所	原子炉格納容器外（原子炉建物内）	
周囲温度	60℃以下	171℃（最高）
放射線	$2.7 \times 10^{-2}$ Gy/h（最大）	$4.5 \times 10^2$ Gy（最大積算値）
最高圧力	大気圧	14 kPa

## 2.1.2 難燃PNケーブル

### (1) 構造

難燃PNケーブルは、大別すると導体、絶縁体、介在物、押さえテープおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

介在物および押さえテープはケーブルを整形するため、シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

難燃PNケーブルの構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

難燃PNケーブル主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。

No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押さえテープ°
⑤	シース

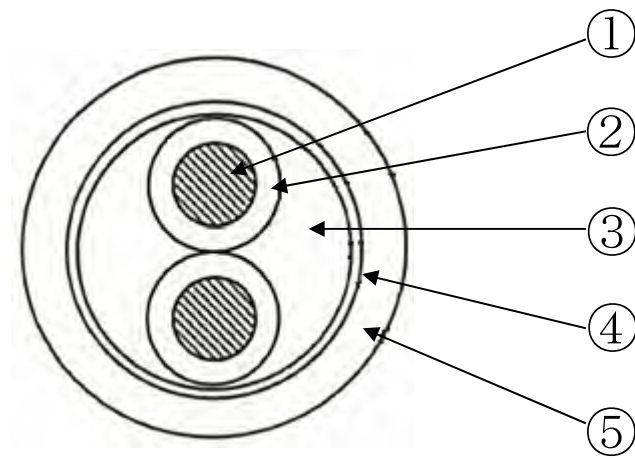


図2. 1-2 難燃PNケーブル構造図 (2心ケーブルの例)



表2.1-3 難燃PNケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電力・信号伝達 機能の維持	導体	錫メッキ軟銅より線
	絶縁体	難燃エチレンプロピレンゴム
	介在物	難燃ゴム, シュート
	押さえテープ	プラスチックテープ
	シース	特殊クロロプロレンゴム

表2.1-4 難燃PNケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時
設置場所	原子炉格納容器内	
周囲温度	63°C*1 (最高)	171°C (最高)
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h*1 (最大)	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)
最高圧力	14 kPa	$4.27 \times 10^2$ kPa

\*1：難燃PNケーブルが布設されている原子炉格納容器内の実測値。

### 2.1.3 難燃CVケーブル

#### (1) 構造

難燃CVケーブルは、大別すると導体、絶縁体、介在物、押さえテープ、シールドおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

シールドは導体の静電誘導を低減するため、介在物および押さえテープはケーブルを整形するため、シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

難燃CVケーブルの構造図を図2.1-3に示す。

#### (2) 材料および使用条件

難燃CVケーブル主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。

No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押さえテープ°
⑤	シース

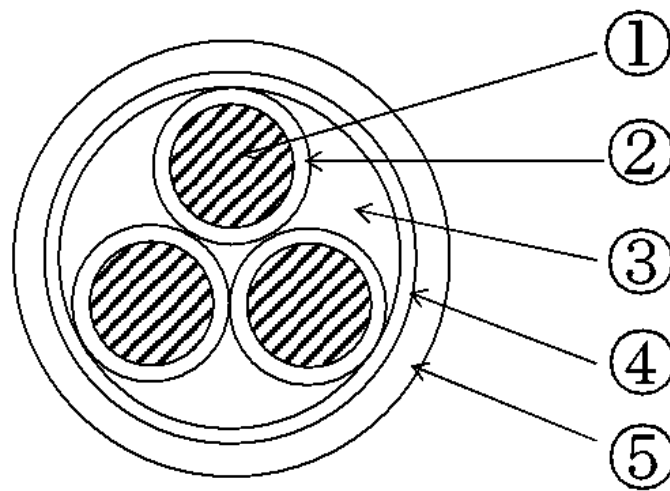


図2. 1-3 難燃CVケーブル構造図 (3心ケーブルの例)

表2.1-5 難燃CVケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電力・信号伝達 機能の維持	導体	錫メッキ銅より線
	絶縁体	難燃架橋ポリエチレン
	介在物	ジユート
	押さえテープ	布テープ
	シース	難燃特殊耐熱ビニル

表2.1-6 難燃CVケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器外（原子炉建物内）		
周囲温度	50℃ 以下	100℃（最高）	120℃（最高）
放射線	$4.5 \times 10^{-2}$ Gy/h（最大）	$1.8 \times 10^3$ Gy（最大積算値）	$2.8 \times 10^5$ Gy（最大積算値）
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa

## 2.1.4 難燃VVケーブル

### (1) 構造

難燃VVケーブルは、大別すると導体、絶縁体、介在物、押さえテープおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

介在物および押さえテープはケーブルを整形するため、シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

難燃VVケーブルの構造図を図2.1-4に示す。

### (2) 材料および使用条件

難燃VVケーブル主要部位の使用材料を表2.1-7に、使用条件を表2.1-8に示す。

No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押さえテープ°
⑤	シース

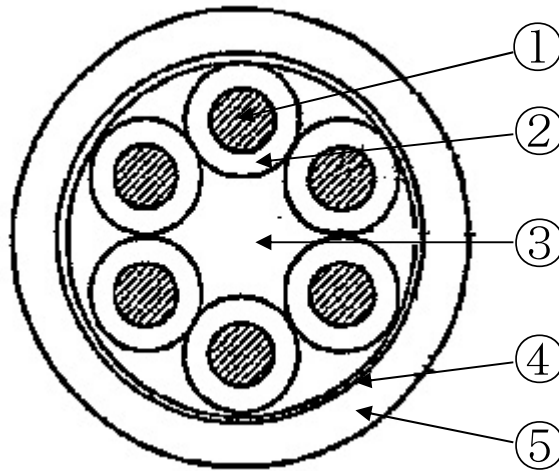


図2. 1-4 難燃VVケーブル構造図 (6心ケーブルの例)

表2.1-7 難燃VVケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電力・信号伝達 機能の維持	導体	銅より線
	絶縁体	難燃ビニル
	介在物	ジュート
	押さえテープ	プラスチックテープ
	シース	難燃ビニル

表2.1-8 難燃VVケーブルの使用条件

設置場所	原子炉格納容器外（原子炉建物内）
周囲温度	40℃以下

## 2.1.5 特殊耐熱VVケーブル

### (1) 構造

特殊耐熱VVケーブルは、大別すると導体、絶縁体、介在物、押さえテープおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

介在物および押さえテープはケーブルを整形するため、シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

特殊耐熱VVケーブルの構造図を図2.1-5に示す。

### (2) 材料および使用条件

特殊耐熱VVケーブル主要部位の使用材料を表2.1-9に、使用条件を表2.1-10に示す。



No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押さえテープ°
⑤	シース

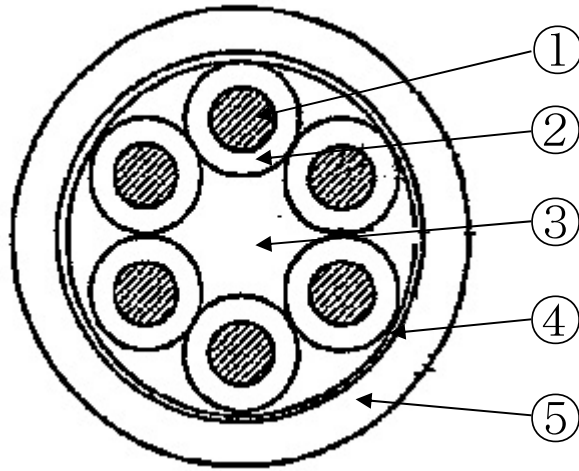


図2.1-5 特殊耐熱VVケーブル構造図 (6心ケーブルの例)

表2.1-9 特殊耐熱VVケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達 機能の維持	導体	銅より線
	絶縁体	難燃特殊耐熱ビニル
	介在物	ジュート
	押さえテープ	プラスチックテープ
	シース	難燃特殊耐熱ビニル

表2.1-10 特殊耐熱VVケーブルの使用条件

設置場所	原子炉格納容器外（タービン建物内）
周囲温度	40℃以下

## 2.1.6 難燃PEケーブル

### (1) 構造

難燃PEケーブルは、大別すると導体、絶縁体、介在物、押さえテープおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

介在物および押さえテープはケーブルを整形するため、シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

難燃PEケーブルの構造図を図2.1-6に示す。

### (2) 材料および使用条件

難燃PEケーブル主要部位の使用材料を表2.1-11に、使用条件を表2.1-12に示す。

No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押さえテープ°
⑤	シース

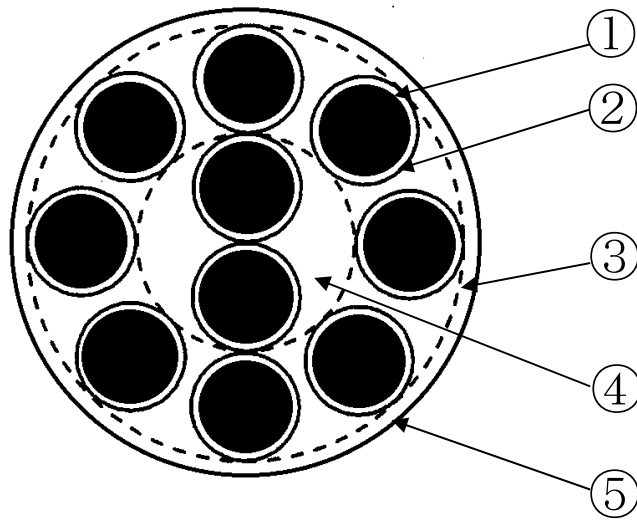


図2.1-6 難燃PEケーブル構造図

表2.1-11 難燃PEケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達 機能の維持	導体	銅
	絶縁体	ホリエチレン
	介在物	プラスチック
	押さえテープ	プラスチックテープ
	シース	高難燃ホリエチレン

表2.1-12 難燃PEケーブルの使用条件

設置場所	原子炉格納容器外
周囲温度	40℃以下

## 2.1.7 MIケーブル

### (1) 構造

MIケーブルは、大別すると導体、絶縁体およびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

MIケーブルの構造図を図2.1-7に示す。

### (2) 材料および使用条件

MIケーブル主要部位の使用材料を表2.1-13に、使用条件を表2.1-14に示す。

No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	シース

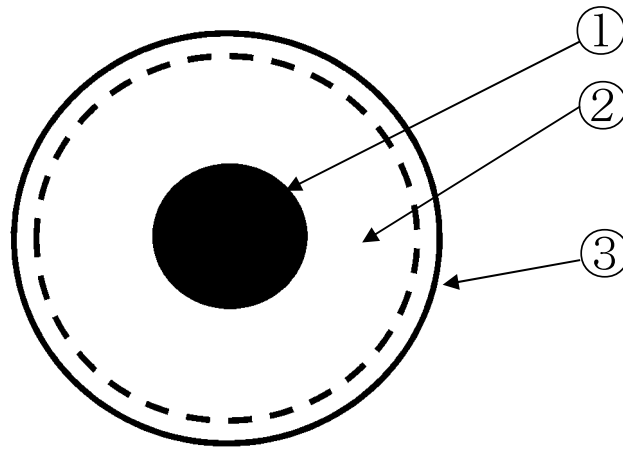


図2.1-7 MIケーブル構造図

表2.1-13 MIケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達 機能の維持	導体	ステンレス (SUS316)
	絶縁体	酸化マグネシウム
	シース	インコネル (NCF600)

表2.1-14 MIケーブルの使用条件

	通常運転時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内	
周囲温度	63°C*1 (最高)	200°C (最高)
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h*1 (最大)	$7.4 \times 10^5$ Gy (最大積算値)
最高圧力	14 kPa	$8.53 \times 10^2$ kPa

\*1：MIケーブルが布設されている原子炉格納容器内の実測値。



## 2.1.8 難燃FNケーブル

### (1) 構造

難燃FNケーブルは、大別すると導体、絶縁体、介在物、押さえテープおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

介在物および押さえテープはケーブルを整形するため、シースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

難燃FNケーブルの構造図を図2.1-8に示す。

### (2) 材料および使用条件

難燃FNケーブル主要部位の使用材料を表2.1-15に、使用条件を表2.1-16に示す。

No.	部 位
①	導体
②	絶縁体
③	介在物
④	押さえテープ°
⑤	シース

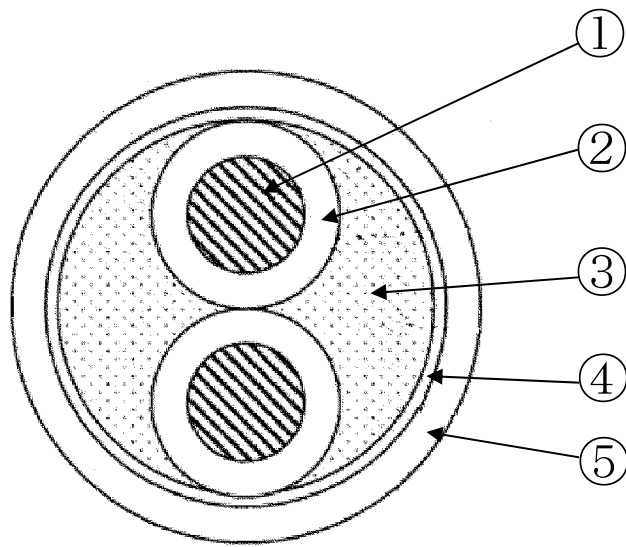


図2. 1-8 難燃FNケーブル構造図

表2.1-15 難燃FNケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達 機能の維持	導体	錫メッキ軟銅より線
	絶縁体	フロンレックス
	介在物	エチレン°ロビ°レンゴ°ム, ジ°ユ°ト
	押さえテープ°	ポ°リイミト°テープ°
	シース	難燃クロロ°レンゴ°ム

表2.1-16 難燃FNケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	63°C*1 (最高)	171°C (最高)	200°C (最高)
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h*1 (最大)	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)	$7.4 \times 10^5$ Gy (最大積算値)
最高圧力	14 kPa	$4.27 \times 10^2$ kPa	$8.53 \times 10^2$ kPa

\*1：難燃FNケーブルが布設されている原子炉格納容器内の実測値。

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

低圧ケーブルの機能は通電機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

#### ① 電力・信号伝達機能の維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

低圧ケーブルについて、要求事項を考慮し主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（設置場所、電圧）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

低圧ケーブルには、消耗品および定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)。

- a. 絶縁体の絶縁特性低下 [KGBケーブル]
- b. 絶縁体の絶縁特性低下 [難燃PNケーブル]
- c. 絶縁体の絶縁特性低下 [難燃CVケーブル]
- d. 絶縁体の絶縁特性低下 [難燃VVケーブル, 特殊耐熱VVケーブル, 難燃PEケーブル]
- e. 絶縁体の絶縁特性低下 [難燃FNケーブル]

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

- (1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

- a. 熱・放射線によるシースの劣化〔難燃PNケーブル、難燃CVケーブル、難燃VVケーブル、特殊耐熱VVケーブル、難燃PEケーブル、難燃FNケーブル〕

難燃PNケーブルの特殊クロロプレンゴムシース、難燃CVケーブルおよび特殊耐熱VVケーブルの難燃特殊耐熱ビニルシース、難燃VVケーブルの難燃ビニルシース、難燃PEケーブルの高難燃ポリエチレンシースおよび難燃FNケーブルの特殊クロロプレンゴムシースは有機物であるため、熱および放射線により硬化する可能性がある。

しかし、シースは、ケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり、ケーブルに要求される絶縁機能の確保に対する影響は極めて小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/8) KGBケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他		
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化			
信号伝達機能の維持	導体		錫メッキ軟銅より線										
	絶縁体		シリコンゴム					○					
	介在物		ガラス繊維										
	押さえテープ		ガラステープ										
	シース		ガラス編組										

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

表2.2-1 (2/8) 難燃PNケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力伝達機能の維持	導体		錫メッキ軟銅より線									*1：熱・放射線による劣化
	絶縁体		難燃エチレンプロピレンゴム					○				
	介在物		難燃ゴム, ジェット									
	押さえテープ		プラスチックテープ									
	シース		特殊クロロプロレンゴム								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）



表2.2-1 (3/8) 難燃CVケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	導体		錫メッキ銅より線									*1：熱・放射線による劣化
	絶縁体		難燃架橋ポリエチレン					○				
	介在物		ジュート									
	押さえテープ		布テープ									
	シース		難燃特殊耐熱ビニル								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (4/8) 難燃VVケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	導体		銅より線									*1：熱・放射線による劣化
	絶縁体		難燃ビニル					○				
	介在物		シユート									
	押さえテープ		プラスチックテープ									
	シース		難燃ビニル								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (5/8) 特殊耐熱VVケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	導体		銅より線									*1：熱・放射線による劣化
	絶縁体		特殊耐熱ビニル					○				
	介在物		シユート									
	押さえテープ		プラスチックテープ									
	シース		特殊耐熱ビニル								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (6/8) 難燃PEケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	導体		銅									*1：熱・放射線による劣化
	絶縁体		ポリエチレン					○				
	介在物		プラスチック									
	押さえテープ		プラスチックテープ									
	シース		高難燃ポリエチレン								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (7/8) MIケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	導体		ステンレス (SUS316)									
	絶縁体		酸化マグネシウム									
	シース		インコネル (NCF600)									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (8/8) 難燃FNケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	導体		錫メッキ軟銅より線									*1：熱・放射線による劣化
	絶縁体		フロンレックス					○				
	介在物		エチレンプロピレンゴム、ジユート									
	押さえテープ		ポリイミドテープ									
	シース		特殊クロロプロレンゴム								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 絶縁体の絶縁特性低下 [KGBケーブル]

#### a. 事象の説明

KGBケーブルの絶縁体は有機物（シリコーンゴム）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，KGBケーブルは低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-1に示す。

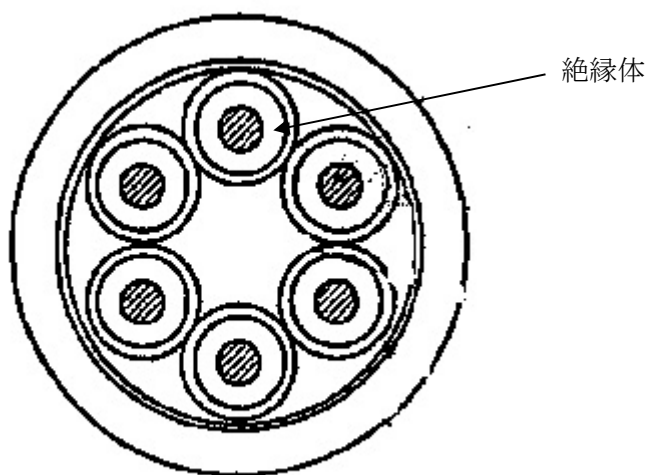


図2.3-1 KGBケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

KGBケーブルの絶縁特性低下については、電気学会において、IEEE Std. 323 (1974) および383 (1974) の規格を根幹に、我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案として「電気学会技術報告Ⅱ部第139号『原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案』(以下、「電気学会推奨案」という。)がまとめられており、これに基づき実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

供試ケーブル (新品ケーブル)

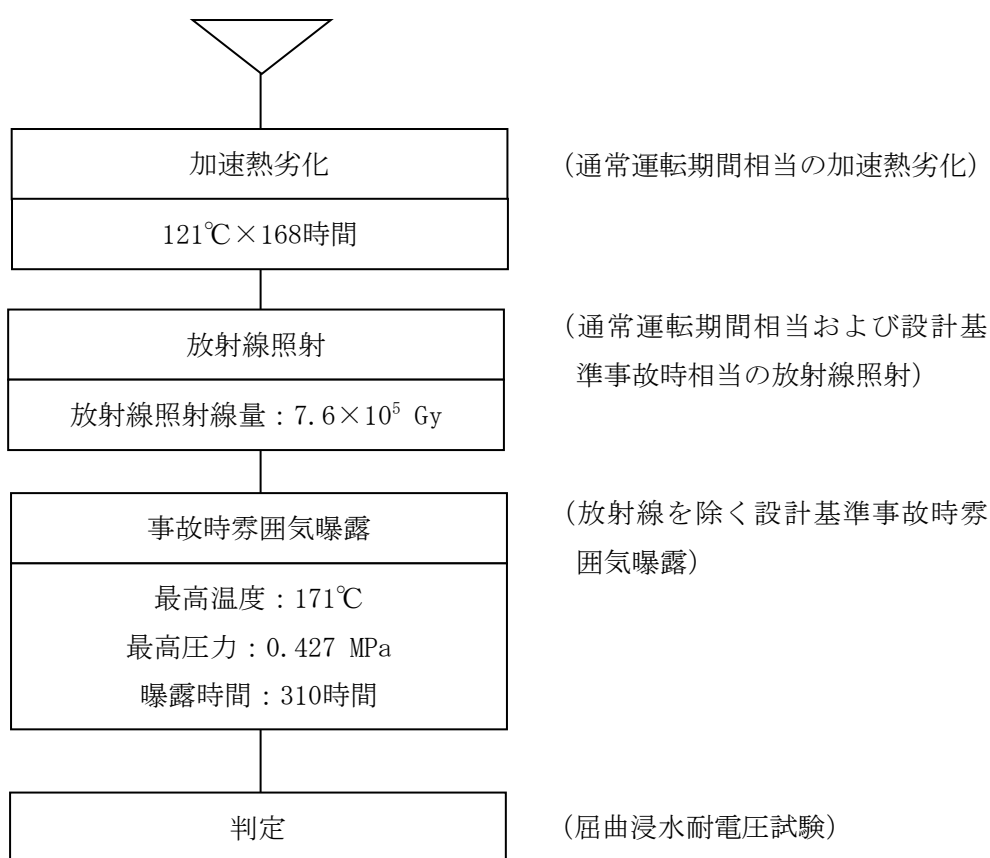


図2.3-2 KGBケーブル長期健全性試験手順 (設計基準事故)



表2.3-1 KGBケーブル長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(60℃)に対して、49年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量 : $7.6 \times 10^5$ Gy	島根2号炉で想定される照射線量約 $1.6 \times 10^4$ Gy（60年間の通常運転期間 $1.5 \times 10^4$ Gyに設計基準事故時線量 $4.5 \times 10^2$ Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：310時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃)，最高圧力(14 kPa)を包絡する。

表2.3-2 KGBケーブル長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径(15.1 mm)の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

図2.3-2の試験条件は、表2.3-1～表2.3-2に示すとおり、島根2号炉の49年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

また、設計基準事故時環境において動作要求のあるKGBケーブルについては運転開始後29年（第17回定期事業者検査）に取替えを行っている。

よって、KGBケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できるものと評価できる。

また、設計基準事故時雰囲気内で機能要求があるKGBケーブルについては、独立行政法人原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化評価手法が検討され、その結果がまとめられている「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド」（以下、「ACAガイド」という。）に従った長期間のケーブル健全性も評価した。

ACAガイドに基づく試験手順および判定方法を図2.3-3に、ACA試験条件ならびにACA試験結果を表2.3-3～表2.3-4に、ケーブル実布設環境での長期健全性評価結果を表2.3-5に示す。

供試ケーブル（新品ケーブル）

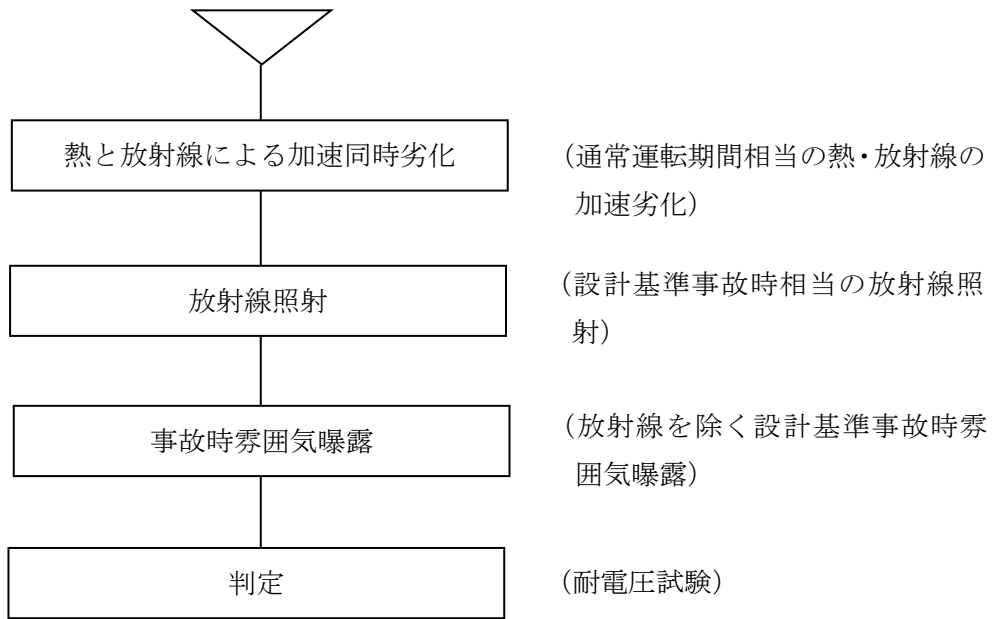


図2.3-3 KGBケーブルのACAガイドに基づく試験手順

表2.3-3 KGBケーブルのACAガイド試験条件

	試験条件
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—99.7Gy/h—260日間 (6, 241h)
事故時放射線照射 (線量率)	5.0×10 <sup>5</sup> Gy (1.0×10 <sup>4</sup> Gy/h)
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa

表2.3-4 KGBケーブルのACAガイド試験結果

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：1,500V/1分間	絶縁破壊しないこと	良

表2.3-5 実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実機環境条件		評価年数 [年]	備考
	温度[℃]	放射線量率[Gy/h]		
主蒸気管室	60	0.03	214	

(b) 現状保全

KGBケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

KGBケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

KGBケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

(2) 絶縁体の絶縁特性低下 [難燃PNケーブル]

a. 事象の説明

難燃PNケーブルの絶縁体は有機物（難燃エチレンプロピレンゴム）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，難燃PNケーブルは低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-4に示す。

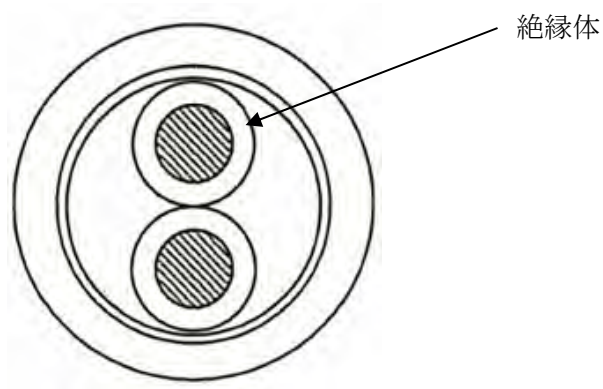


図2.3-4 難燃PNケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

難燃PNケーブルの絶縁特性低下については、電気学会において、IEEE Std. 323 (1974) および383 (1974) の規格を根幹に、我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案として「電気学会推奨案」がまとめられており、これに基づき実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

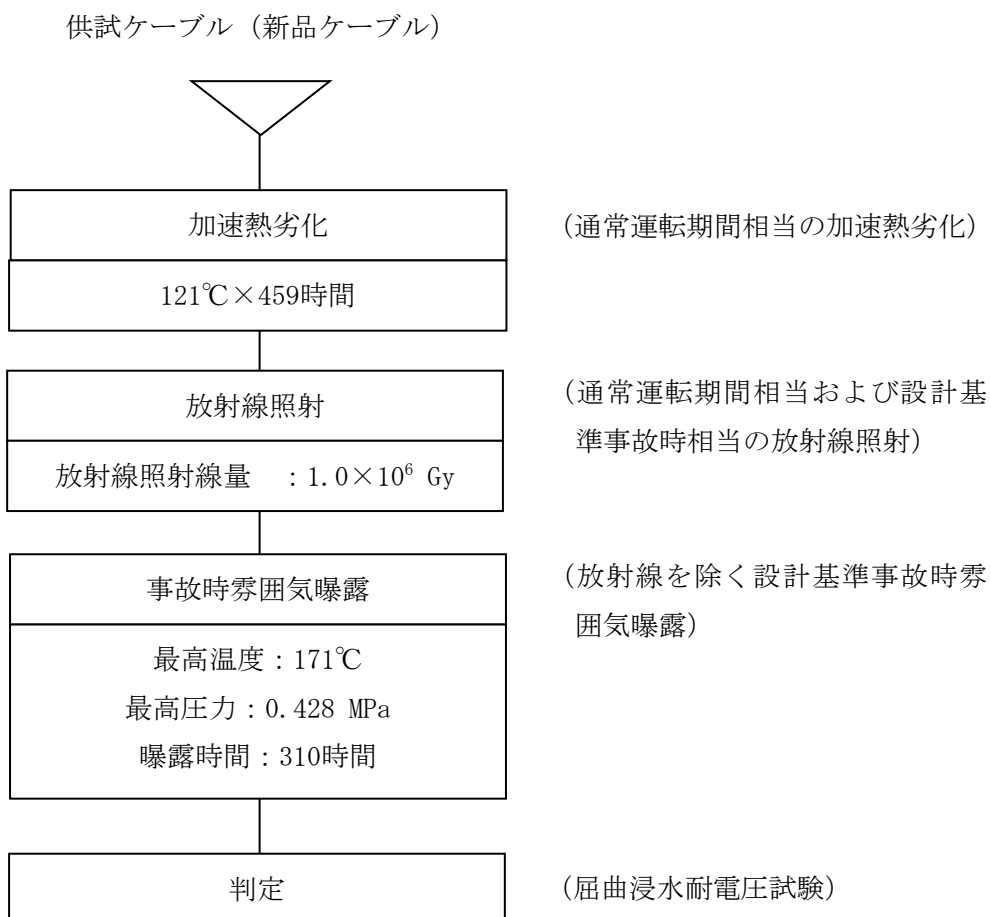


図2.3-5 難燃PNケーブル長期健全性試験手順（設計基準事故）

表2.3-6 難燃PNケーブル長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×459時間	原子炉格納容器内の周囲温度最高値（63℃）に対して、60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量：1.0×10 <sup>6</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量約3.6×10 <sup>5</sup> Gy（60年間の通常運転期間8.4×10 <sup>4</sup> Gyに設計基準事故時線量2.7×10 <sup>5</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.428 MPa 曝露時間：310時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度（171℃）、最高圧力（0.427 MPa）を包絡する。

表2.3-7 難燃PNケーブル長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径（12.5 mm）の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

図2.3-5の試験条件は、表2.3-6～表2.3-7に示すとおり、島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

また、設計基準事故時雰囲気内で機能要求がある難燃PNケーブルについては、独立行政法人原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化評価手法が検討され、その結果がまとめられている「ACAガイド」に従った長期間のケーブル健全性も評価した。

ACAガイドに基づく試験手順および判定方法を図2.3-6に、ACA試験条件ならびにACA試験結果を表2.3-8～表2.3-9に、ケーブル実布設環境での長期健全性評価結果を表2.3-10に示す。

供試ケーブル（新品ケーブル）

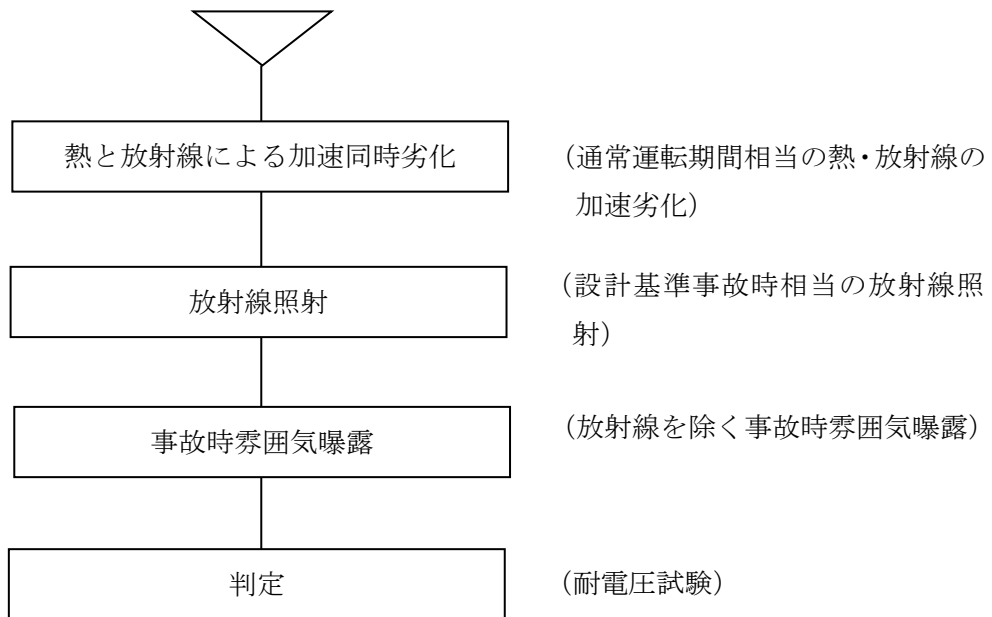


図2.3-6 難燃PNケーブルのACAガイドに基づく試験手順

表2.3-8 難燃PNケーブルのACAガイド試験条件

	試験条件
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—94.7Gy/h—291日間 (6,990h)
事故時放射線照射	5.0×10 <sup>5</sup> Gy (1.0×10 <sup>4</sup> Gy/h)
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa

表2.3-9 難燃PNケーブルのACAガイド試験結果

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：1,500V／1分間	絶縁破壊しないこと	良

表2.3-10 実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実機環境条件		評価年数 [年]	備考
	温度[℃]	放射線量率[Gy/h]		
原子炉格納容器内	63	0.152	37	

(b) 現状保全

難燃PNケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

新規に設置されるケーブルについては、定期的に絶縁抵抗測定または系統機器点検時の動作確認により健全性を確認することとしている。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

難燃PNケーブルの絶縁体については、使用開始から37年間を経過する前に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

設計基準事故時雰囲気において機能要求される難燃PNケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、37年間を経過するまでに取替え、または実機同等品を用いて、60年間の通常運転および事故時雰囲気による劣化を考慮した事故時耐環境性能に関する再評価を実施する。



(3) 絶縁体の絶縁特性低下 [難燃CVケーブル]

a. 事象の説明

難燃CVケーブルの絶縁体は有機物（難燃架橋ポリエチレン）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，難燃CVケーブルは低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-7に示す。

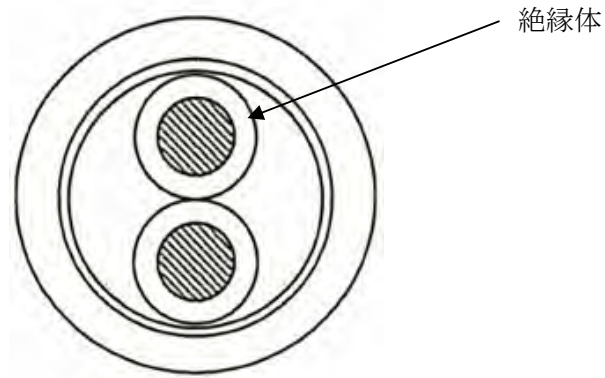


図2.3-7 難燃CVケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

難燃CVケーブルの絶縁特性低下については、電気学会において、IEEE Std. 323 (1974) および383 (1974) の規格を根幹に、我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案として「電気学会推奨案」がまとめられており、これに基づき実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

また、重大事故等時雰囲気内において電力信号伝達の維持が求められることから、実機同等品により長期健全性試験を実施し、この結果に基づき、重大事故等時雰囲気内の健全性を評価した。

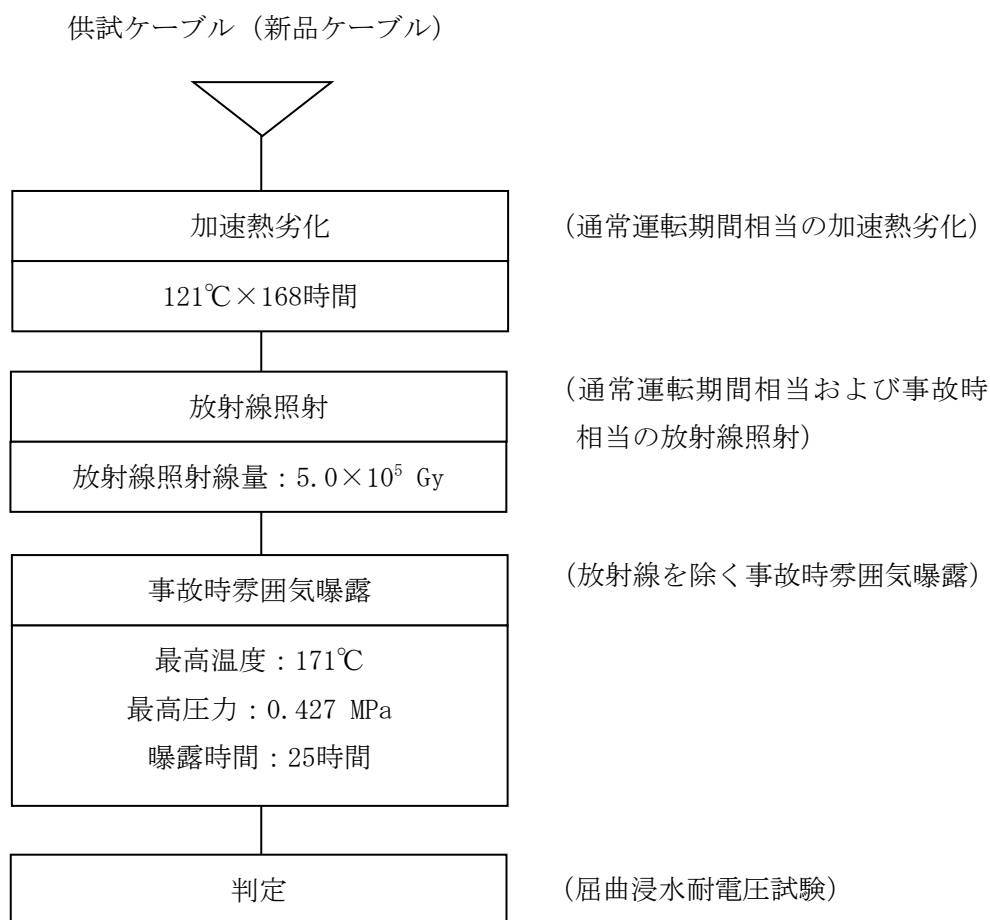


図2.3-8 難燃CVケーブル長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

表2.3-11 難燃CVケーブル長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(50℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量 : 5.0×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量約2.6×10 <sup>4</sup> Gy（60年間の通常運転期間2.4×10 <sup>4</sup> Gyに設計基準事故時線量1.8×10 <sup>3</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25時間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃)，最高圧力(3.4 kPa)を包絡する。

表2.3-12 難燃CVケーブル長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径(13.5 mm)の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

表2.3-13 難燃CVケーブル長期健全性試験条件（重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(40℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量 : 5.0×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量約2.9×10 <sup>5</sup> Gy（60年間の通常運転期間1.5×10 <sup>2</sup> Gyに重大事故等時線量2.8×10 <sup>5</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：25時間	島根2号炉の重大事故等時の最高温度(120℃)，最高圧力(6.9 kPa)を包絡する。

表2.3-14 難燃CVケーブル長期健全性試験結果（重大事故等）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後、試料外径(13.5 mm)の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態、公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

図2.3-8の試験条件は、表2.3-11～表2.3-14に示すとおり、島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

よって、難燃CVケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

また、事故時雰囲気内で機能要求がある難燃CVケーブルについては、独立行政法人原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化評価手法が検討され、その結果がまとめられている「ACAガイド」に従った長期間のケーブル健全性も評価した。

ACAガイドに基づく試験手順および判定方法を図2.3-9に、ACA試験条件ならびにACA試験結果を表2.3-15～表2.3-16に、ケーブル実布設環境での長期健全性評価結果を表2.3-17に示す。

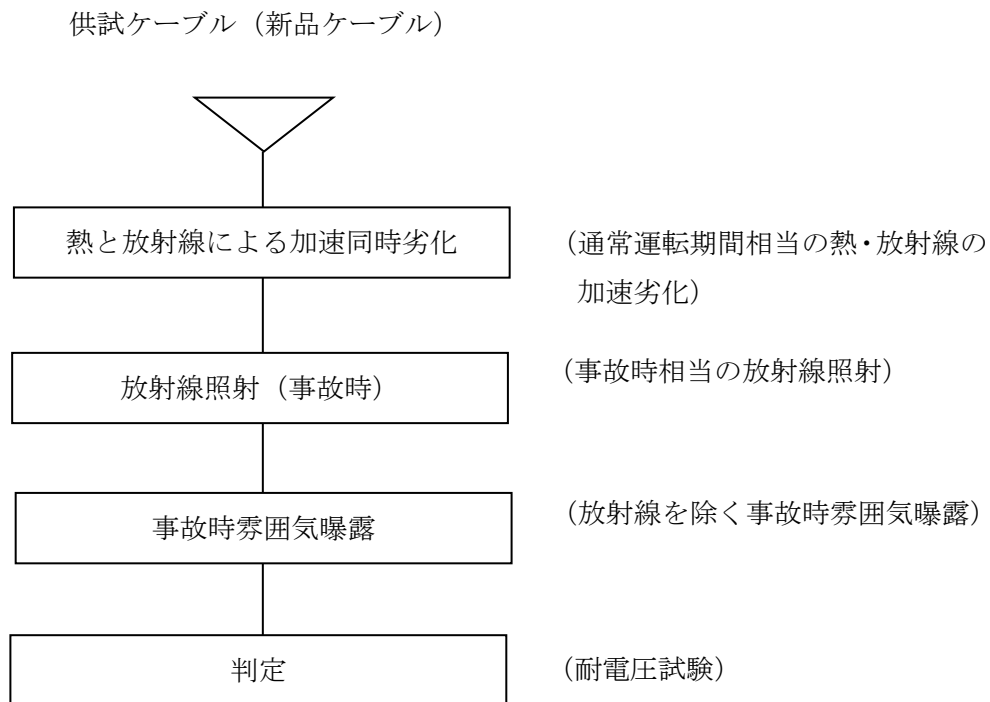


図2.3-9 難燃CVケーブルのACAガイドに基づく試験手順

表2.3-15 難燃CVケーブルのACAガイド試験条件

	試験条件
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—99.3Gy/h—104日間 (2, 500h)
事故時放射線照射	1.0×10 <sup>5</sup> Gy (1.0×10 <sup>3</sup> Gy/h)
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.18 MPa

表2.3-16 難燃CVケーブルのACAガイド試験結果

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：1,500V／1分間	絶縁破壊しないこと	良

表2.3-17 実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実機環境条件		評価年数 [年]	備考
	温度[°C]	放射線量率[Gy/h]		
原子炉浄化系熱交換器室	50	0.045	47	
原子炉浄化系ポンプ室	40	0.018	102	

## (b) 現状保全

難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

新規に設置されるケーブルについては、定期的に絶縁抵抗測定または系統機器点検時の動作確認により健全性を確認することとしている。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

## (c) 総合評価

原子炉浄化系熱交換器室に設置される難燃CVケーブルの絶縁体については、使用開始から47年間経過する前に取替えを行うことで、運転開始から60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

その他の難燃CVケーブルの絶縁体については、健全性評価結果および現状保全より、運転開始から60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

## c. 高経年化への対応

難燃CVケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

(4) 絶縁体の絶縁特性低下〔難燃VVケーブル，特殊耐熱VVケーブル，難燃PEケーブル〕

a. 事象の説明

難燃VVケーブル，特殊耐熱VVケーブル，難燃PEケーブルの絶縁体は有機物（難燃ビニル，特殊耐熱ビニル，ポリエチレン）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，難燃VVケーブル，特殊耐熱VVケーブル，難燃PEケーブルは低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-10～図2.3-12に示す。

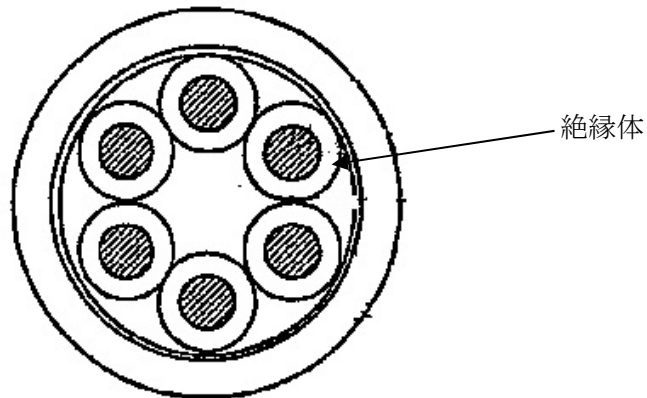


図2.3-10 難燃VVケーブルの絶縁部位

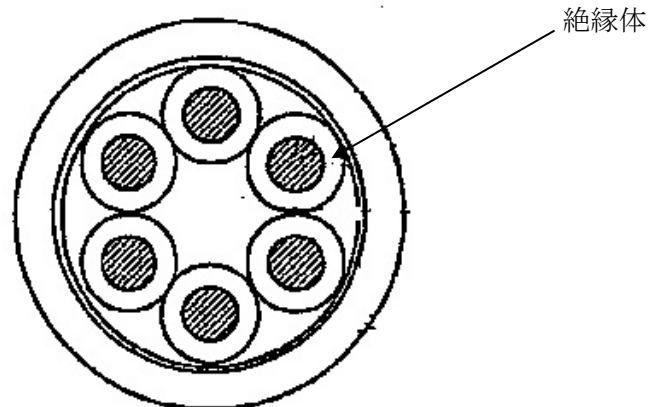


図2.3-11 特殊耐熱VVケーブルの絶縁部位

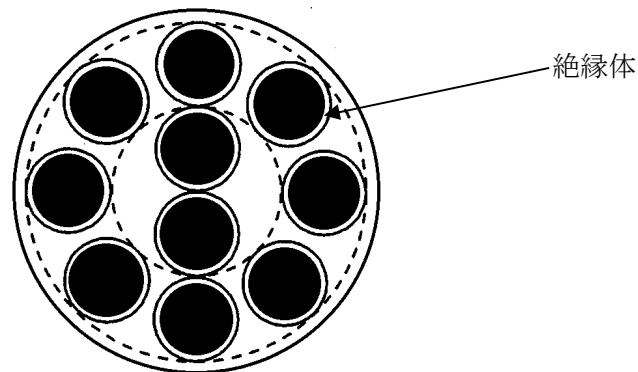


図2.3-12 難燃PEケーブルの絶縁部位

## b. 技術評価

### (a) 健全性評価

難燃VVケーブル，特殊耐熱VVケーブル，難燃PEケーブルの絶縁体の絶縁特性については，長期間の使用を考慮すると低下する可能性は否定できない。

ただし，絶縁抵抗測定または系統機器の動作試験を行うことで，絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。

### (b) 現状保全

難燃VVケーブル，特殊耐熱VVケーブル，難燃PEケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

新規に設置されるケーブルについては，定期的に絶縁抵抗測定または系統機器点検時の動作確認より健全性を確認することとしている。

なお，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替えを行うこととしている。

### (c) 総合評価

難燃VVケーブル，特殊耐熱VVケーブル，難燃PEケーブルの絶縁体については，絶縁特性が低下する可能性は否定できないが，系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験により検知可能であるため，引き続き現状保全を継続することで，60年間の健全性は維持できると判断する。

## c. 高経年化への対応

難燃VVケーブル，特殊耐熱VVケーブル，難燃PEケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については，現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き，現状保全を継続していく。

(3) 絶縁体の絶縁特性低下 [難燃FNケーブル]

a. 事象の説明

難燃FNケーブルの絶縁体は有機物（特殊クロロブレンゴム）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，難燃FNケーブルは低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-13に示す。

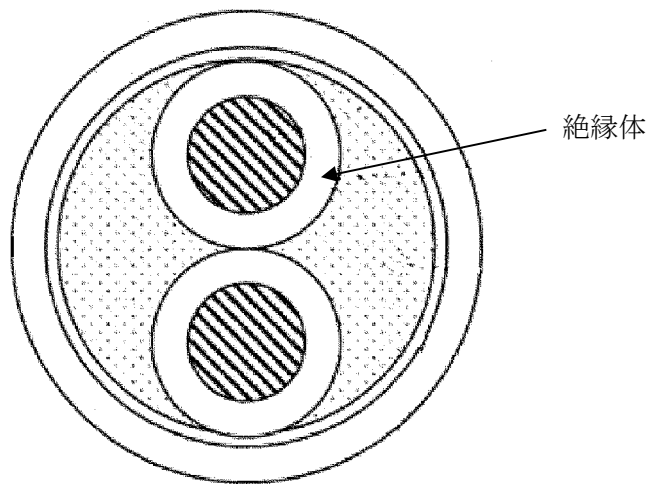


図2.3-13 難燃FNケーブルの絶縁部位



b. 技術評価

(a) 健全性評価

難燃FNケーブルの絶縁特性低下については、独立行政法人原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化評価手法が検討され、その結果がまとめられている「ACAガイド」に基づき、通常環境および事故時を考慮した長期健全性試験を実施した。

ACAガイドに基づく試験手順および判定方法を図2.3-14に、ACA試験条件ならびにACA試験結果を表2.3-18～表2.3-19に、ケーブル実布設環境での長期健全性評価結果を表2.3-22に示す。

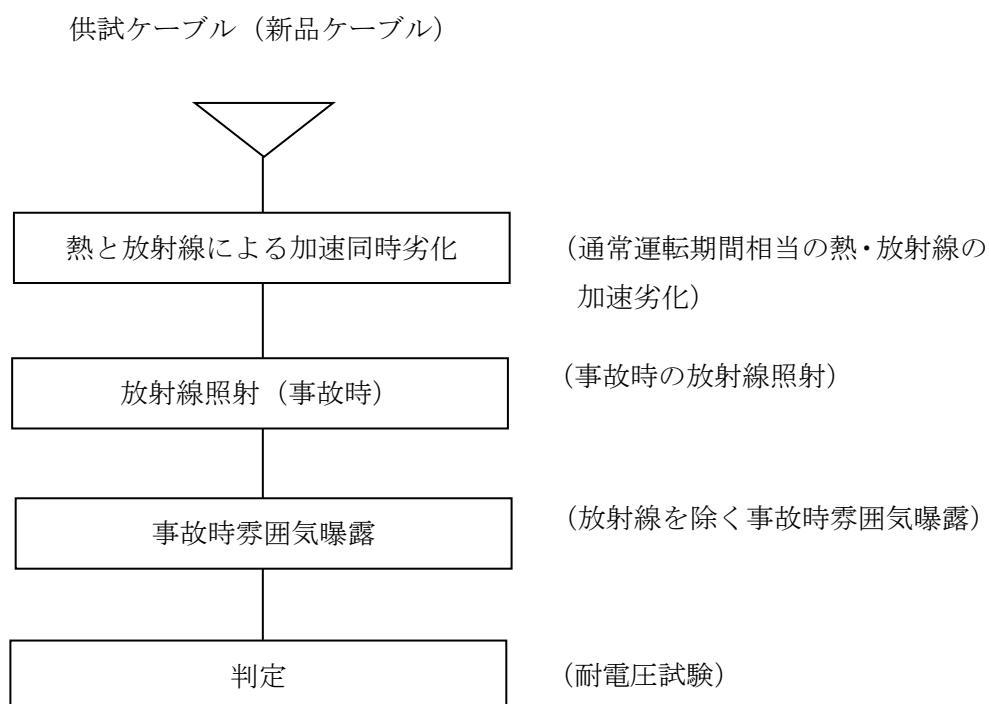


図2.3-14 難燃FNケーブルのACAガイドに基づく試験手順

表2.3-18 難燃FNケーブルのACAガイド試験条件

	試験条件
熱・放射線 加速同時劣化	200℃—100Gy/h—67日間 (1, 587h)
事故時放射線照射	$8.0 \times 10^5$ Gy (10Gy/h)
事故時雰囲気曝露	最高温度：235℃ 最高圧力：0.854 MPa

表2.3-19 難燃FNケーブルのACAガイド試験結果

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：3,000V／1分間	規定電圧において規定時間耐えること	良

表2.3-20 実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実機環境条件		評価年数 [年]	備考
	温度[℃]	放射線量率[Gy/h]		
原子炉格納容器内	63	0.152	121	

(b) 現状保全

難燃FNケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

新規に設置されるケーブルについては、定期的に絶縁抵抗測定または系統機器点検時の動作確認により健全性を確認することとしている。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

原子炉格納容器内に設置される難燃FNケーブルの絶縁体については、使用開始から60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

難燃FNケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化の観点から追加すべき項目はない。

### 3. 同軸ケーブル

[対象ケーブル]

- ① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）
- ② 難燃二重同軸ケーブル
- ③ 難燃三重同軸ケーブル
- ④ 複合同軸ケーブル
- ⑤ 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	3-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	3-1
1.2 代表機器の選定 .....	3-1
2. 代表機器の技術評価 .....	3-3
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	3-3
2.1.1 難燃三重同軸ケーブル .....	3-3
2.1.2 複合同軸ケーブル .....	3-6
2.1.3 難燃一重同軸ケーブル (絶縁体材料が高発泡ポリエチレン) .....	3-9
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	3-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	3-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	3-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	3-14
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 .....	3-18
3. 代表機器以外への展開 .....	3-25
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	3-25
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	3-29

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で対象となる同軸ケーブルの仕様を表1-1に示す。

これらの同軸ケーブルを絶縁体材料の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

絶縁体材料を分類基準とし、同軸ケーブルを表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度、設置場所、使用開始時期および用途の観点から代表機器を選定するものとする。

#### (1) 絶縁体材料：架橋ポリエチレン，発泡架橋ポリエチレン

このグループには、難燃一重同軸ケーブル，難燃二重同軸ケーブルおよび難燃三重同軸ケーブルが属するが、重要度，設置場所，使用開始時期から難燃三重同軸ケーブルを代表機器とする。

#### (2) 絶縁体材料：架橋ポリエチレン，難燃架橋ポリエチレン

このグループには、複合同軸ケーブルのみが属するため、複合同軸ケーブルを代表機器とする。

#### (3) 絶縁体材料：高発泡ポリエチレン

このグループには、難燃一重同軸ケーブルのみが属するため、難燃一重同軸ケーブルを代表機器とする。

表1-1 同軸ケーブルのグループ化と代表機器

分類基準		機器名称	選定基準						仕様	選定	選定理由
区分	絶縁体材料		用途	重要度*1	設置場所		使用開始時期		シース		
					原子炉格納容器内	原子炉格納容器外	建設時	運転開始後			
同軸	架橋ホリエチレン 発泡架橋ホリエチレン	難燃一重同軸ケーブル*5	計測	MS-1, 重*4	○	○	○	○	難燃架橋ホリエチレン, 難燃ホリエチレン, 難燃ビニル		使用開始時期
		難燃二重同軸ケーブル*5	計測	MS-1, 重*4	—	○	○	○	難燃ビニル		
		難燃三重同軸ケーブル*5	計測	MS-1, 重*4	○	○	○	○	難燃架橋ホリエチレン, 難燃架橋ホリオレフィン	◎	
	架橋ホリエチレン*2 難燃架橋ホリエチレン*3	複合同軸ケーブル*5	計測	MS-1, 重*4	—	○	○	○	難燃ビニル	◎	
	高発泡ホリエチレン	難燃一重同軸ケーブル*5	計測	重*4	—	○	—	○	難燃ホリオレフィン	◎	

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：同軸心

\*3：制御心

\*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*5：新規に設置される機器を含む。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の5種類のケーブルについて技術評価を実施する。

- ① 難燃三重同軸ケーブル
- ② 複合同軸ケーブル
- ③ 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）

### 2.1 構造、材料および使用条件

#### 2.1.1 難燃三重同軸ケーブル

##### (1) 構造

難燃三重同軸ケーブルは、大別すると内部導体、絶縁体、外部導体、セパレータおよびシースで構成され、このうちケーブルの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

シースは、ケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

難燃三重同軸ケーブルの構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

難燃三重同軸ケーブル主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	セパレータ
⑤	シース

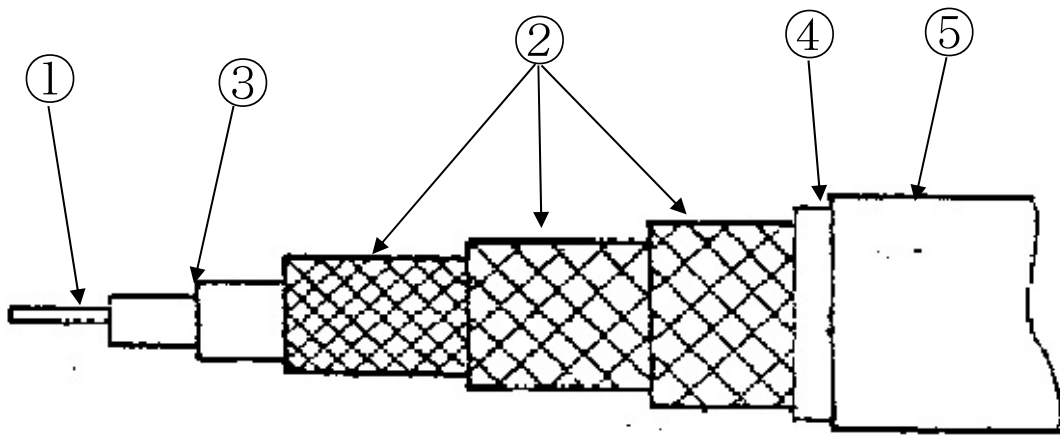


図2.1-1 難燃三重同軸ケーブル構造図



表2.1-1 難燃三重同軸ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達機能の維持	内部導体	錫メッキ軟銅より線
	外部導体	錫メッキ軟銅編組
	絶縁体	架橋ホ <sup>°</sup> リエチレン
	セパ <sup>°</sup> レータ	難燃テープ <sup>°</sup>
	シース	難燃架橋ホ <sup>°</sup> リエチレン

表2.1-2 難燃三重同軸ケーブルの使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	63℃*1	171℃ (最高)	171℃ (最高)
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h*1	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)
最高圧力	14 kPa	$4.27 \times 10^2$ kPa	$4.27 \times 10^2$ kPa

\*1：難燃三重同軸ケーブルが敷設されている原子炉格納容器内の実測値

## 2.1.2 複合同軸ケーブル

### (1) 構造

複合同軸ケーブルは、大別すると同軸心、制御心、押えテープ、シールドおよびシースで構成されている。

同軸心は内部導体、外部導体、絶縁体で構成され、制御心は導体および絶縁体で構成され、それぞれの絶縁機能は、絶縁体で保たれている。

シールドは導体の静電誘導を低減するため、押えテープはケーブルを整形するため、内部シースおよびシースはケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

複合同軸ケーブルの構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

複合同軸ケーブル主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。

No.	部 位	No.	部 位
①	内部導体 (同軸心)	⑤	絶縁体 (制御心)
②	外部導体 (同軸心)	⑥	押えテープ*
③	絶縁体 (同軸心)	⑦	シールド*
④	導体 (制御心)	⑧	シース

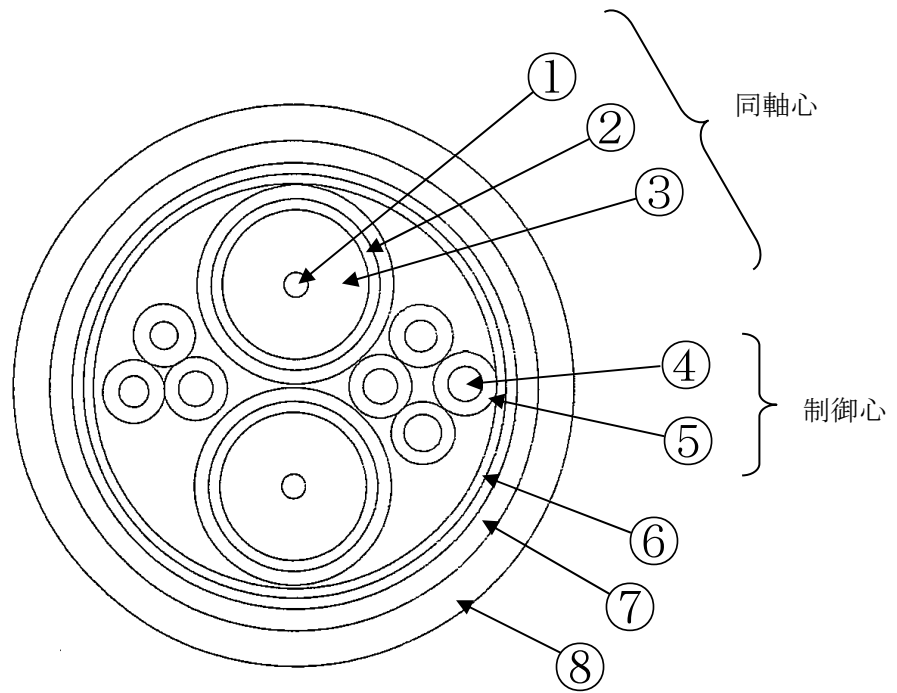


図2.1-2 複合同軸ケーブル構造図

表2.1-3 複合同軸ケーブル主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
信号伝達機能の維持	同軸心	内部導体	錫メッキ軟銅より線
		外部導体	錫メッキ軟銅編組
		絶縁体	架橋ホ <sup>°</sup> リエチレン
	制御心	導体	錫メッキ軟銅より線
		絶縁体	難燃架橋ホ <sup>°</sup> リエチレン
	押えテープ <sup>°</sup>		難燃テープ <sup>°</sup>
	シールド <sup>°</sup>		錫メッキ軟銅編組
シース		難燃ビ <sup>°</sup> ニル	

表2.1-4 複合同軸ケーブルの使用条件

設置場所	原子炉格納容器外（原子炉建物内）
周囲温度	40℃以下

### 2.1.3 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）

#### (1) 構造

難燃一重同軸ケーブルは、大別すると内部導体，絶縁体，外部導体およびシースで構成され，このうちケーブルの絶縁機能は，絶縁体で保たれている。

シースは，ケーブルを外的な力から保護するために設けられている。

難燃一重同軸ケーブルの構造図を図2.1-3に示す。

#### (2) 材料および使用条件

難燃一重同軸ケーブル主要部位の使用材料を表2.1-5に，使用条件を表2.1-6に示す。

No.	部 位
①	内部導体
②	外部導体
③	絶縁体
④	シース

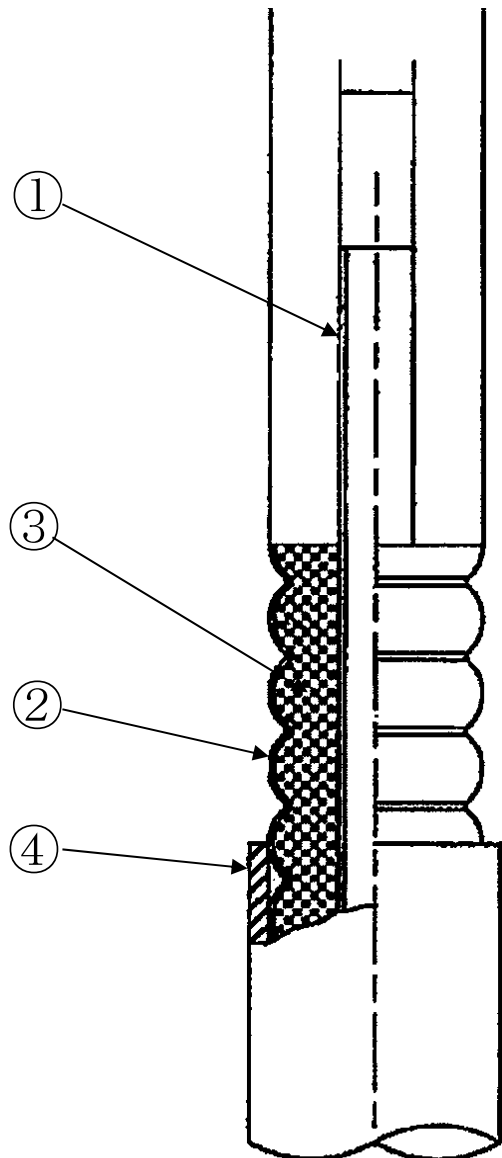


図2.1-3 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）構造図

表2.1-5 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達機能の維持	内部導体	銅パイプ
	外部導体	銅コルゲート
	絶縁体	高発泡ポリエチレン
	シース	難燃ポリオレフィン

表2.1-6 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）の使用条件

設置場所	原子炉格納容器外（原子炉建物外）
周囲温度	40℃以下

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

同軸ケーブルの機能は通電機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

#### ① 信号伝達機能の維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

同軸ケーブルについて、要求事項を考慮し主要部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（設置場所、電圧）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

同軸ケーブルには、消耗品および定期取替品はない。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)

- a. 絶縁体の絶縁特性低下 [難燃三重同軸ケーブル]
- b. 絶縁体の絶縁特性低下 [複合同軸ケーブル, 難燃一重同軸ケーブル (絶縁体材料が高発泡ポリエチレン)]

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

- (1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

#### a. 熱・放射線によるシースの劣化〔共通〕

難燃三重同軸ケーブル，複合同軸ケーブル，難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）のシースは有機物（難燃架橋ポリエチレン，架橋難燃ポリオレフィン，難燃ビニル，難燃ポリオレフィン）であるため，熱および放射線により硬化する可能性がある。

しかし，シースは，ケーブル布設時に生ずる外的な力から保護するためのものであり，ケーブルに要求される絶縁機能の確保に対する影響は極めて小さい。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2. 2-1 (1/3) 難燃三重同軸ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	内部導体		錫メッキ軟銅より線									*1：熱・放射線による劣化
	外部導体		錫メッキ軟銅編組									
	絶縁体		架橋ポリエチレン					○				
	セパレータ		難燃テープ									
	シース		難燃架橋ポリエチレン, 難燃架橋ポリオレフィン								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (2/3) 複合同軸ケーブルに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
					減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	同軸心	内部導体		錫メッキ軟銅より線								*1：熱・放射線による劣化	
		外部導体		錫メッキ軟銅編組									
	制御心	導体		錫メッキ軟銅より線									
	同軸心	絶縁体		架橋ポ <sup>o</sup> リエチレン					○				
	制御心			難燃架橋ポ <sup>o</sup> リエチレン					○				
	押えテープ <sup>o</sup>			難燃テープ <sup>o</sup>									
	シールド <sup>o</sup>			錫メッキ軟銅編組									
	シース			難燃ビ <sup>o</sup> ニル									▲*1

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (3/3) 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達機能の維持	内部導体		銅パイプ									*1：熱・放射線による劣化
	外部導体		銅コルゲート									
	絶縁体		高発泡ポリエチレン					○				
	シース		難燃ポリオレフィン								▲*1	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 絶縁体の絶縁特性低下〔難燃三重同軸ケーブル〕

#### a. 事象の説明

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体は有機物（架橋ポリエチレン）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，難燃三重同軸ケーブルは静止機器であるため，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-1に示す。



図2.3-1 難燃三重同軸ケーブルの絶縁部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

難燃三重同軸ケーブルの絶縁特性低下については、電気学会において、IEEE Std. 323 (1974) および383 (1974) の規格を根幹に、我が国のケーブル耐環境試験方法推奨案として「電気学会技術報告Ⅱ部第139号『原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法ならびに耐延焼試験方法に関する推奨案』」(以下、「電気学会推奨案」という。)がまとめられており、これに基づき実機同等品による通常環境および事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

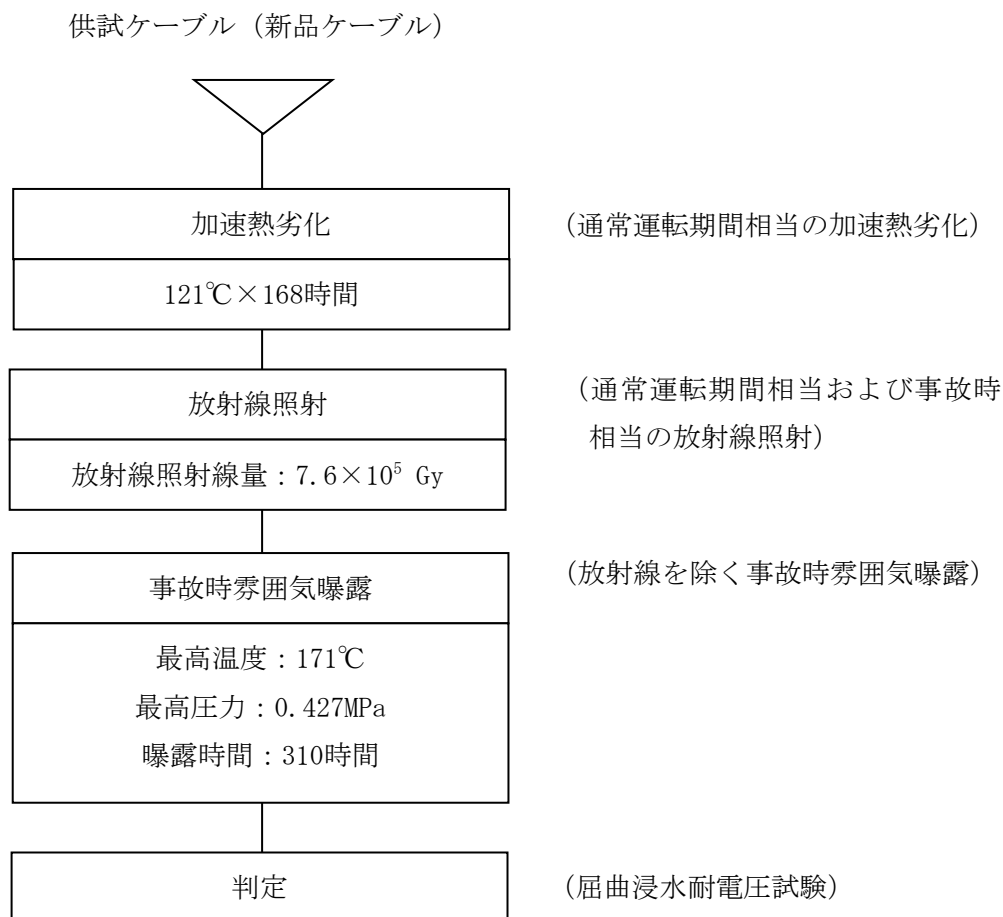


図2.3-2 難燃三重ケーブル長期健全性試験手順 (設計基準事故, 重大事故等)

表2.3-1 難燃三重同軸ケーブル長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×168時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)に対して，60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量：7.6×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量4.44×10 <sup>5</sup> Gy（60年間の通常運転期間8.4×10 <sup>4</sup> Gyに事故時線量3.6×10 <sup>5</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：310時間	島根2号炉の事故時の最高温度(171℃)，最高圧力(0.427 MPa)を包絡する。

表2.3-2 難燃三重同軸ケーブル長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径(10.9 mm)の約40倍のマンドレルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態，公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

図2.3-2の試験条件は，表2.3-1～表2.3-2に示すとおり，島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し，結果は判定基準を満足している。

よって，難燃三重同軸ケーブルの絶縁体は，60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できるものと評価できる。

また，事故時雰囲気内で機能要求がある難燃三重同軸ケーブルについては，独立行政法人原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化評価手法が検討され，その結果がまとめられている「原子力発電所のケーブル経年劣化評価試験ガイド」（以下，「ACAガイド」という。）に従った長期間のケーブル健全性も評価した。

ACAガイドに基づく試験手順および判定方法を図2.3-3に，ACAガイド試験条件ならびにACAガイド試験結果を表2.3-3～表2.3-4に，ケーブル実布設環境での長期健全性評価結果を表2.3-5に示す。



供試ケーブル（新品ケーブル）

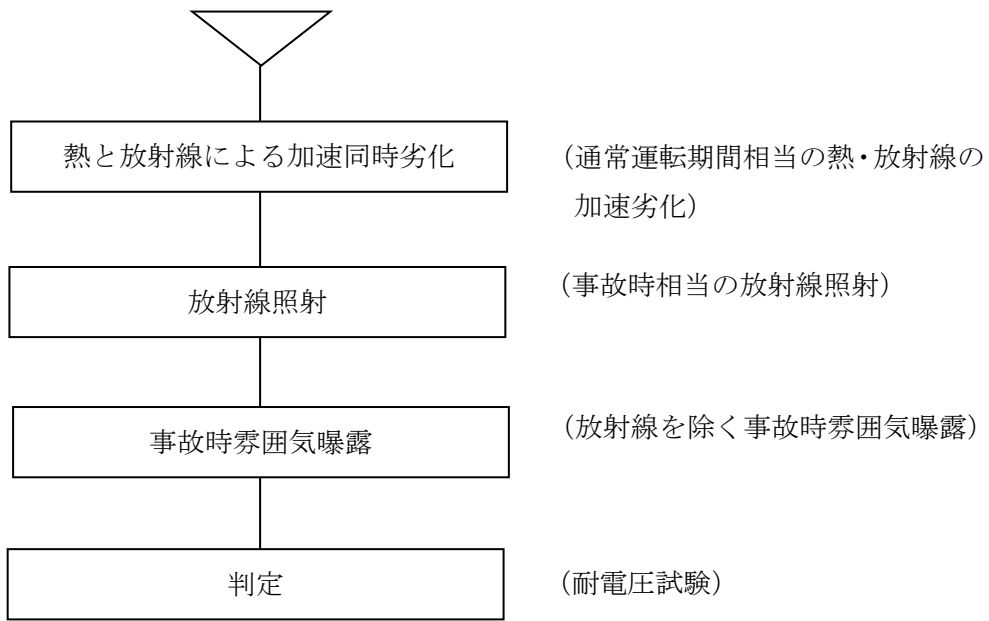


図2. 3-3 難燃三重同軸ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

表2. 3-3 難燃三重同軸ケーブルのACAガイド試験条件

	試験条件
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—98.1Gy/h—293日間 (7,024h)
事故時放射線照射 (線量率)	5.0×10 <sup>5</sup> Gy (1.0×10 <sup>4</sup> Gy/h)
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa

表2. 3-4 難燃三重同軸ケーブルのACAガイド試験結果

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：7,000V／1分間	絶縁破壊しないこと	良

表2. 3-5 実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実機環境条件		評価年数 [年]	備考
	温度[℃]	放射線量率[Gy/h]		
原子炉格納容器内	63	0.16	60	等価損傷簡易手法

(b) 現状保全

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また、系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、ケーブルの取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

難燃三重同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

(2) 絶縁体の絶縁特性低下〔複合同軸ケーブル、難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）〕

a. 事象の説明

複合同軸ケーブル、難燃一重同軸ケーブルの絶縁体は有機物（架橋ポリエチレン（同軸）および難燃架橋ポリエチレン（制御）、高発泡ポリエチレン）であり、熱および放射線による物性変化等、熱的、電氣的、環境的要因により経年劣化が進行し、絶縁特性が低下する可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

なお、複合同軸ケーブル、難燃一重同軸ケーブルは低圧・静止機器であるため、電氣的、機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-4～5に示す。

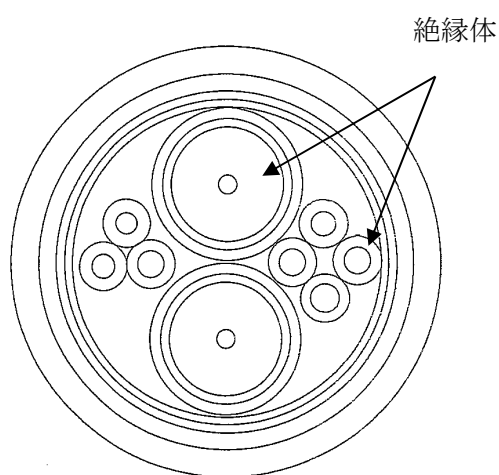


図2.3-4 複合同軸ケーブルの絶縁部位

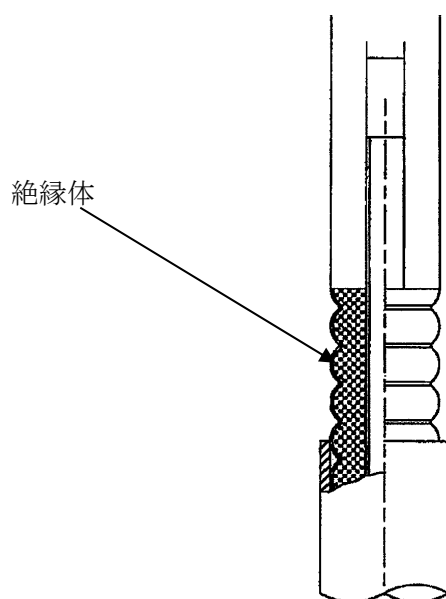


図2.3-5 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が高発泡ポリエチレン）の絶縁部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

複合同軸ケーブル，難燃一重同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性については，長期間の使用を考慮すると低下する可能性は否定できない。

ただし，絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験を行うことで，絶縁特性低下が確認できる。

(b) 現状保全

複合同軸ケーブル，難燃一重同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については，系統機器の点検時に絶縁抵抗測定を実施している。

また，系統機器の点検時に実施する機器の動作試験においてもケーブルの絶縁機能の健全性を確認している。

なお，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，ケーブルの取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

複合同軸ケーブル，難燃一重同軸ケーブルの絶縁体については，絶縁特性が低下する可能性は否定できないが，系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験により検知可能であるため，引き続き現状保全を継続することで，今後も健全性は維持できると判断する。

### 3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）
- ② 難燃二重同軸ケーブル

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

##### a. 絶縁体の絶縁特性低下〔共通〕

代表機器と同様に、難燃一重同軸ケーブルおよび難燃二重同軸ケーブルの絶縁体は有機物（架橋ポリエチレン、発泡架橋ポリエチレン）であるため、熱および放射線による物性変化等、熱的、環境的要因により経年劣化が進行する。難燃一重同軸ケーブルおよび難燃二重同軸ケーブルの絶縁特性低下については、実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

また、重大事故等時雰囲気内において信号伝達の維持が求められることから、実機同等品により長期健全性試験を実施し、この結果に基づき、重大事故等時雰囲気内での健全性を評価した。

図3.1-1の試験条件は、表3.1-1～表3.1-4に示すとおり、島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

これらのことから、難燃一重同軸ケーブルおよび難燃二重同軸ケーブルの絶縁体は、60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

供試ケーブル（新品ケーブル）

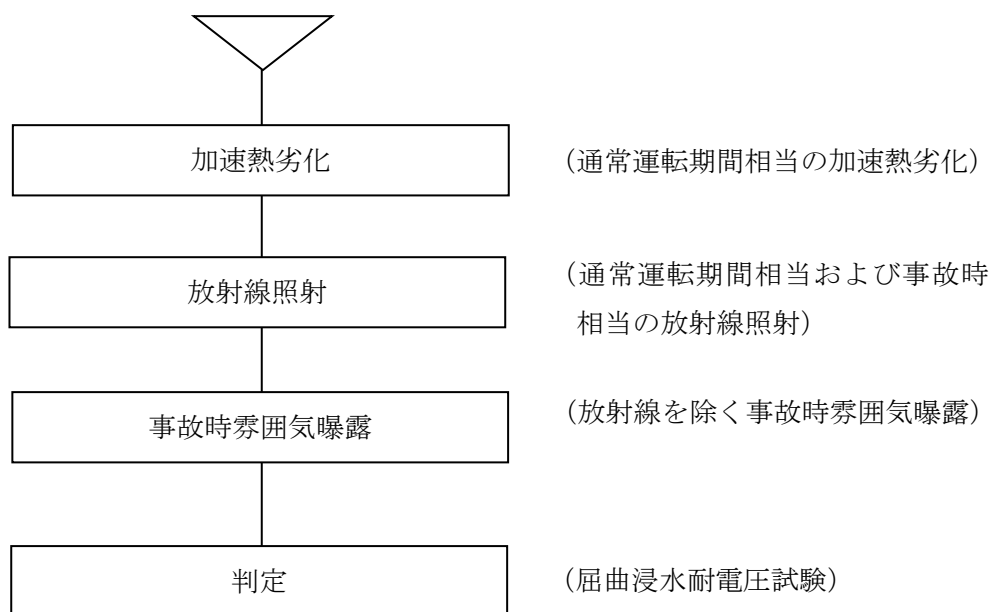


図3.1-1 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）および難燃二重同軸ケーブル長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

表3.1-1 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×252時間	原子炉格納容器内の周囲温度(63℃)に対して，60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量：1.0×10 <sup>6</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量4.44×10 <sup>5</sup> Gy（60年間の通常運転期間8.4×10 <sup>4</sup> Gyに事故時線量3.6×10 <sup>5</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 曝露時間：310時間	島根2号炉の事故時の最高温度(171℃)，最高圧力(0.427 MPa)を包絡する。

表3.1-2 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径(6.2 mm)の約40倍のマニッセルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態，公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

表3.1-3 難燃二重同軸ケーブル長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	121℃×252時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(40℃)に対して，60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量：7.5×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量約6.2×10 <sup>2</sup> Gy（60年間の通常運転期間1.5×10 <sup>2</sup> Gyに事故時線量4.7×10 <sup>2</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：121℃ 最高圧力：0.12 MPa 曝露時間：24時間	島根2号炉の事故時の最高温度(100℃)，最高圧力(6.9 kPa)を包絡する。

表3.1-4 難燃二重同軸ケーブル長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験手順	判定基準	結果
屈曲浸水耐電圧試験	① 直線状に試料を伸ばした後，試料外径(8.6 mm)の約40倍のマニッセルに巻きつける。 ② ①の両端部以外を常温の水中に浸し1時間以上放置する。 ③ ②の状態，公称絶縁体厚さに対し交流電圧3.2 kV/mmを5分間印加する。	絶縁破壊しないこと	良

また、事故時雰囲気内で機能要求がある難燃一重同軸ケーブルおよび難燃二重同軸ケーブルについては、独立行政法人原子力安全基盤機構により原子力プラントでの使用条件に即したケーブルの経年劣化評価手法が検討され、その結果がまとめられている「ACAガイド」に従った長期間のケーブル健全性も評価した。

ACAガイドに基づく試験手順および判定方法を図3.1-2に、ACAガイド試験条件ならびにACAガイド試験結果を表3.1-5～表3.1-6に、ケーブル実布設環境での長期健全性評価結果を表3.1-7に示す。

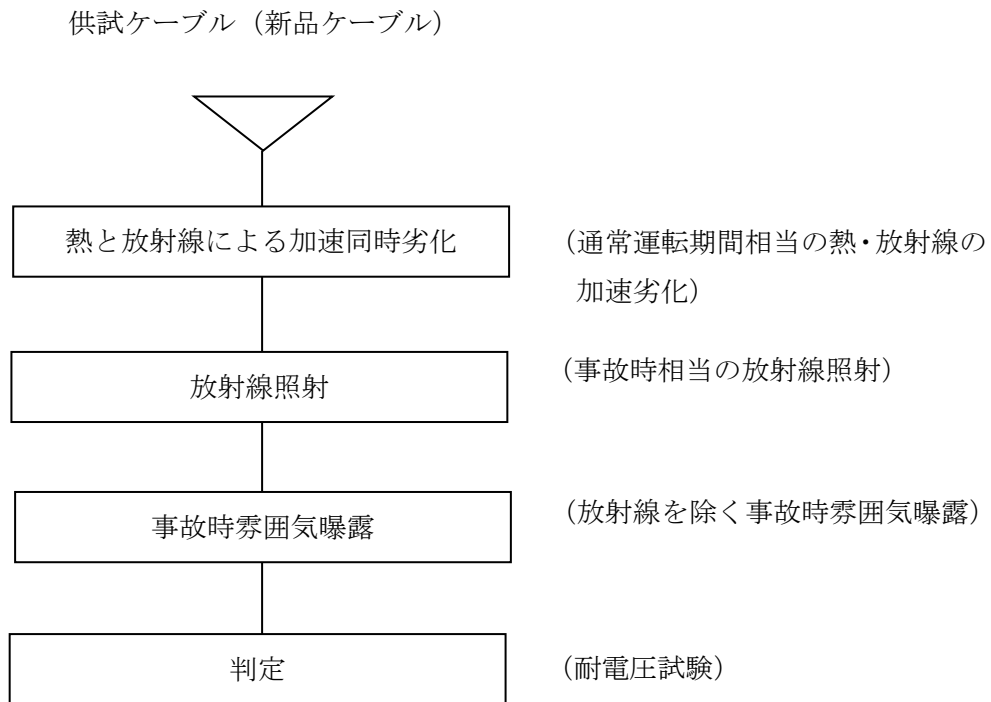


図3.1-2 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）および難燃二重同軸ケーブルのACAガイドに基づく試験手順

表3.1-5 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）および難燃二重同軸ケーブルのACAガイド試験条件

	試験条件
熱・放射線 加速同時劣化	100℃—98.1Gy/h—293日間 (7,024h)
事故時放射線照射 (線量率)	$5.0 \times 10^5$ Gy ( $1.0 \times 10^4$ Gy/h)
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa

表3.1-6 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体材料が架橋ポリエチレン）および難燃二重同軸ケーブルのACAガイド試験結果

項目	試験条件	判定基準	結果
耐電圧試験	課電電圧：7,000V／1分間	絶縁破壊しないこと	良

表3.1-7 実布設環境での長期健全性評価結果

布設区分	実機環境条件		使用 ケーブル	評価年数 [年]	備考
	温度 [℃]	放射線量率 [Gy/h]			
通路部	63	0.16	難燃一重同軸	61	等価損傷簡易手法
	40	0.00027	難燃二重同軸	174	等価損傷簡易手法

また、系統機器点検時の絶縁抵抗測定を実施しており、今後もこの保全方法を継続し、絶縁特性低下を監視していくとともに、必要に応じて取替え等の適切な対応をとることとする。



### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

- (1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

代表機器同様、日常劣化管理事象に該当する事象は抽出されなかった。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

- a. 熱・放射線によるシースの劣化〔共通〕

代表機器と同様に、シースは有機物であるため、熱および放射線により硬化する可能性がある。

しかし、シースは、ケーブル布設時に生ずる外的な力からケーブルを保護するためのものであり、ケーブルに要求される絶縁機能の確保に対する影響は極めて小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

## 4. ケーブルトレイ，電線管

[対象機器]

- ① ケーブルトレイ
- ② 電線管

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	4-1
2. 代表機器の技術評価 .....	4-2
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	4-2
2.1.1 ケーブルトレイ .....	4-2
2.1.2 電線管 .....	4-5
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	4-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	4-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	4-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	4-10

1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で対象となるケーブルトレイ，電線管の主な機能を表1-1に示す。

このグループには，ケーブルトレイ，電線管のみが対象であることから，各々を代表機器とした。

表1-1 ケーブルトレイ，電線管の主な機能

機器名称	機能
ケーブルトレイ	ケーブルを収納して支持する
電線管	ケーブルを収納して支持する

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の2機器について技術評価を実施する。

- ① ケーブルトレイ
- ② 電線管

### 2.1 構造，材料および使用条件

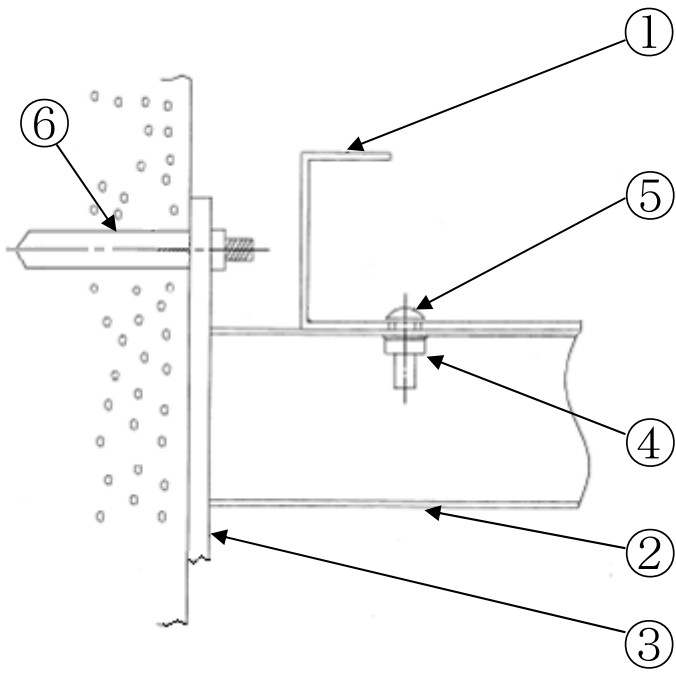
#### 2.1.1 ケーブルトレイ

##### (1) 構造

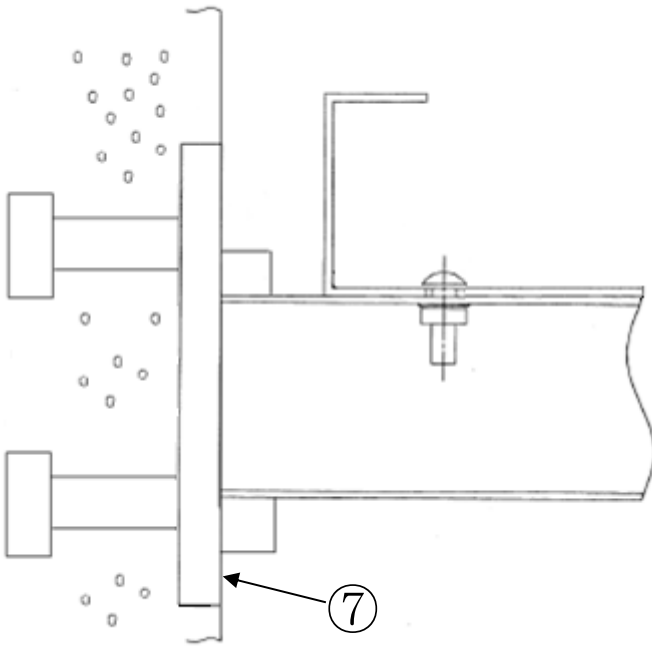
ケーブルトレイの代表的な構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

ケーブルトレイ主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



(図-a) 基礎ボルト（後打ちアンカ）の例



(図-b) 埋込金物の例

No.	部 位
①	ケーブルトレイ
②	サポ-ト
③	ベースプレート
④	ナット
⑤	トレイ取付ボルト
⑥	基礎ボルト*1
⑦	埋込金物

\*1：ケミカルアンカ，  
メカニカルアンカ

図2.1-1 ケーブルトレイ支持構造図

表2.1-1 ケーブルトレイ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
機器の支持	ケーブルトレイ	炭素鋼
	サポート	炭素鋼
	ベースプレート	炭素鋼
	トレイ取付ボルト, ナット	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼, 樹脂*1
	埋込金物	炭素鋼

\*1：後打ちケミカルアンカを示す

表2.1-2 ケーブルトレイの使用条件

設置場所	原子炉格納容器内外, 屋外
布設ケーブルの使用電圧	7,000 V以下

## 2.1.2 電線管

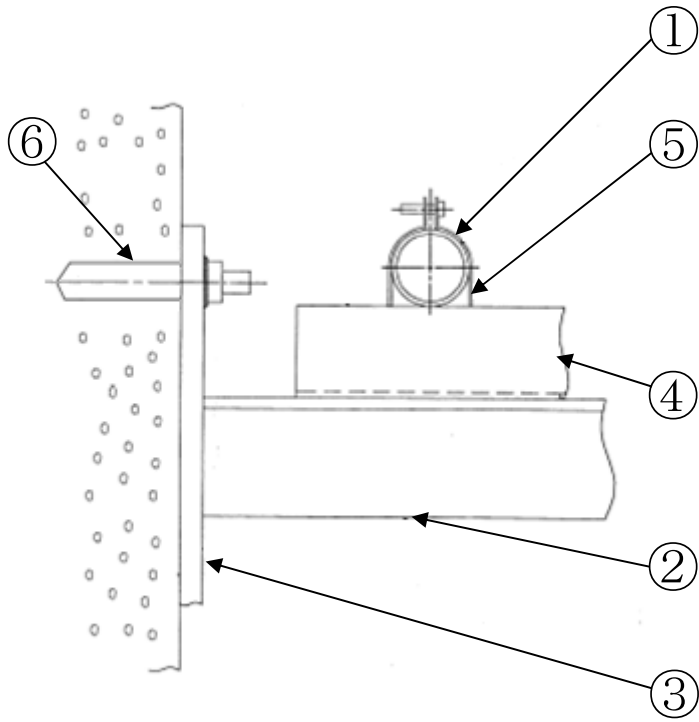
### (1) 構造

電線管の代表的な構造図を図2.1-2に示す。

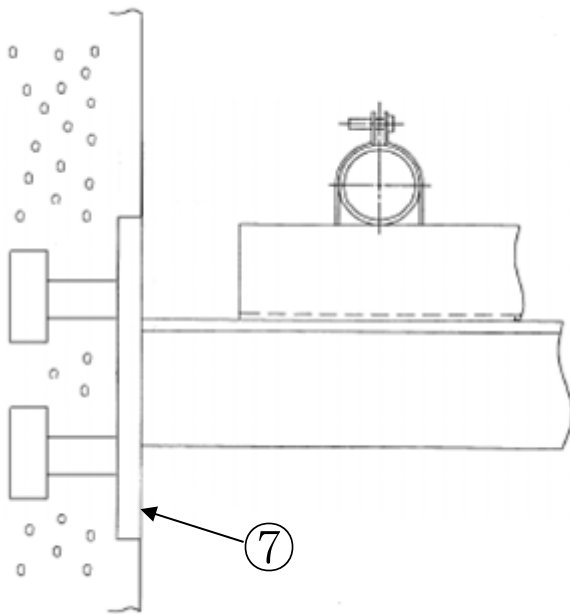
### (2) 材料および使用条件

電線管主要部位の使用材料を表2.1-3に，使用条件を表2.1-4に示す。





(図-a) 基礎ボルト (後打ちアンカ) の例



(図-b) 埋込金物の例

No.	部 位
①	電線管
②	サポ-ト
③	ベースプレート
④	ユニバーチャネル
⑤	CSクランプ
⑥	基礎ボルト*1
⑦	埋込金物

\*1 : ケミカルアンカ,  
メカニカルアンカ

図2.1-2 電線管支持構造図

表2.1-3 電線管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
機器の支持	電線管	炭素鋼
	サポート	炭素鋼
	ベースプレート	炭素鋼
	ユニバーチャネル	炭素鋼
	CSクランプ	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*1
	埋込金物	炭素鋼

\*1：後打ちケミカルアンカを示す

表2.1-4 電線管の使用条件

設置場所	原子炉格納容器内外，屋外
布設ケーブルの使用電圧	7,000 V以下

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ケーブルトレイ、電線管の機能はケーブル回路の確保であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

ケーブルトレイ、電線管について、要求事項を考慮し主要な部位に展開した上で、個々の部品の材料、構造、使用条件（設置場所、電圧）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ケーブルトレイおよび電線管には、消耗品および定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ケーブルトレイ，電線管，サポート，ベースプレート，トレイ取付ボルト，ナット，ユニバーチャンネル，CSクランプの腐食（全面腐食）〔共通〕

ケーブルトレイ，電線管，サポート，ベースプレート，トレイ取付ボルト，ナット，ユニバーチャンネル，CSクランプは炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装または亜鉛メッキ処理を施している。

また，定期的に目視確認または巡視時の目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに必要に応じて補修を行うこととしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は塗装を施している。コンクリート埋設部についてはコンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化はほとんど見られておらず，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認または巡視時の目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに必要に応じて補修を行うこととしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

基礎ボルトの腐食については，「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 電線管（内面およびコンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）〔電線管〕

電線管（内面およびコンクリート埋設部）は炭素鋼であり腐食が想定されるが，内外面は亜鉛メッキ処理が施されており，メッキに作用する外力が無いため，腐食が発生する可能性は小さい。コンクリート埋設部についてはコンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化はほとんど見られておらず，腐食が発生する可能性は小さい。

また，電線管内面へ水気が浸入しやすい屋外においては，布設施工時，電線管接続部について防水処理を施している。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔共通〕

基礎ボルトの樹脂の劣化については、「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

表2.2-1 (1/2) ケーブルトレイに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の支持	ケーブルトレイ		炭素鋼		△							*1：後打ちケミカルアンカ *2：樹脂の劣化
	サポート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		炭素鋼		△							
	トレイ取付ボルト, ナット		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂*1		△						▲*2	
	埋込金物		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (2/2) 電線管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
機器の支持	電線管		炭素鋼		△*1▲*2							*1：大気接触部外面 *2：内面，コンクリート埋設部外面 *3：後打ちケミカルカ *4：樹脂の劣化
	サポート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		炭素鋼		△							
	エバーチャンネル		炭素鋼		△							
	CSクランプ		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*3		△						▲*4	
	埋込金物		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）



## 5. ケーブル接続部

[対象ケーブル接続部]

- ① 端子台接続
- ② 端子接続
- ③ 直ジョイント接続
- ④ 電動弁コネクタ接続
- ⑤ 同軸コネクタ接続

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	5-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	5-1
1.2 代表機器の選定 .....	5-1
2. 代表機器の技術評価 .....	5-3
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	5-3
2.1.1 端子台接続 .....	5-3
2.1.2 直ジョイント接続 .....	5-6
2.1.3 電動弁コネクタ接続 .....	5-8
2.1.4 同軸コネクタ接続 .....	5-11
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	5-14
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	5-14
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	5-14
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	5-16
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 .....	5-22
3. 代表機器以外への展開 .....	5-36
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	5-36
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	5-41

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で対象となるケーブル接続部の仕様を表1-1に示す。

これらのケーブル接続部を種類の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

種類を分類基準とし、ケーブル接続部を表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度、設置場所および用途の観点から、代表機器を選定するものとする。

#### (1) 種類：端子接続

このグループには、端子台接続および端子接続が属するが、重要度、設置場所から端子台接続（ジアリルフタレート樹脂）を代表機器とする。

#### (2) 種類：直ジョイント接続

このグループには、直ジョイント接続のみが属するため、直ジョイント接続を代表機器とする。

#### (3) 種類：低圧コネクタ接続

このグループには、電動弁コネクタ接続のみが属するため、電動弁コネクタ接続を代表機器とする。

#### (4) 種類：同軸コネクタ接続

このグループには、複数の同軸コネクタ接続が属するが、重要度、設置場所から同軸コネクタ接続（ポリエーテルエーテルケトン）を代表機器とする。

表1-1 ケーブル接続部のグループ化および代表機器

分類基準 種類	接続部名称	絶縁体材料	選定基準				選定	選定理由
			用途	設置場所		重要度*1		
				原子炉格納 容器内	原子炉格納 容器外			
端子接続	端子台接続	ジ`アルフタレート樹脂*3	動力・制御・計測	○	○	MS-1, 重*2	◎	設置場所
		ホ`リフェレンエーテル樹脂		—	○	MS-1, 重*2		
	端子接続	ビ`ニルテ`*3	動力	○	○	MS-1, 重*2		
直シ`ョイント接続	直シ`ョイント接続	架橋ホ`リオレフィン*3	動力・制御	○	○	MS-1, 重*2	◎	
低圧コネクタ接続	電動弁コネクタ接続	ジ`アルフタレート樹脂	動力・制御	—	○	MS-1	◎	
同軸コネクタ接続	同軸コネクタ接続	ホ`リエーテルエーテルケトン	計測	○	—	MS-1, 重*2	◎	設置場所
		架橋ホ`リスチレン*3		○	○	MS-1, 重*2		
		テフロン		—	○	MS-1, 重*2		
		ジ`アルフタレート樹脂		—	○	MS-1, 重*2		
		フッ素樹脂	通信	—	○	重*2		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器を含む。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の4種類のケーブル接続部について技術評価を実施する。

- ① 端子台接続（ジアリルフタレート樹脂）
- ② 直ジョイント接続（架橋ポリオレフィン）
- ③ 電動弁コネクタ接続（ジアリルフタレート樹脂）
- ④ 同軸コネクタ接続（ポリエーテルエーテルケトン）

### 2.1 構造，材料および使用条件

#### 2.1.1 端子台接続

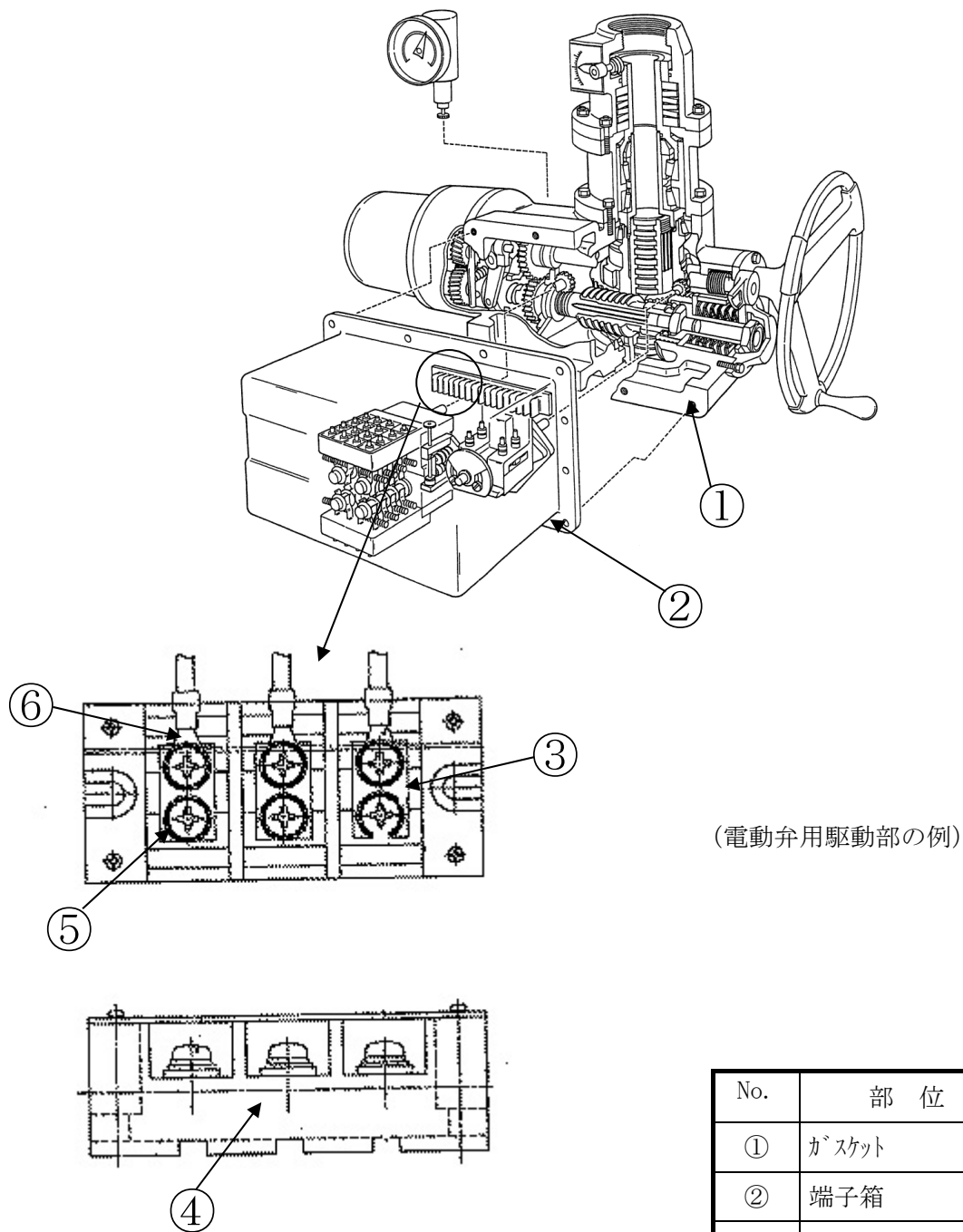
##### (1) 構造

端子台接続は，大別すると端子板，端子台ビス，接続端子，端子箱，ガスケットおよび絶縁物で構成され，このうち端子台接続の絶縁機能は，絶縁物で保たれている。

代表的な端子台接続の構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

代表的な端子台接続主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	ガスケット
②	端子箱
③	端子板
④	絶縁物
⑤	端子台ビス
⑥	接続端子

図2.1-1 端子台接続の構造図

表2.1-1 端子台接続主要部位の使用材料（電動弁の例）

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電力・信号伝達 機能の維持	ガスケット	(消耗品)
	端子箱	鋳鉄
	端子板	銅合金(ニッケルメッキ)
	絶縁物	ジアリルフタレート樹脂
	端子台ビス	ステンレス鋼(SUS304)
	接続端子	銅(錫メッキ)

表2.1-2 端子台接続の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
電 圧	600 V以下		
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	63°C*1 (最高)	171°C (最高)	150°C (最高)
放 射 線	0.16 Gy/h*1	2.7×10 <sup>5</sup> Gy (最大積算値)	2.7×10 <sup>5</sup> Gy (最大積算値)
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427MPa

\*1：原子炉格納容器内のプラント運転状態における実測値

## 2.1.2 直ジョイント接続

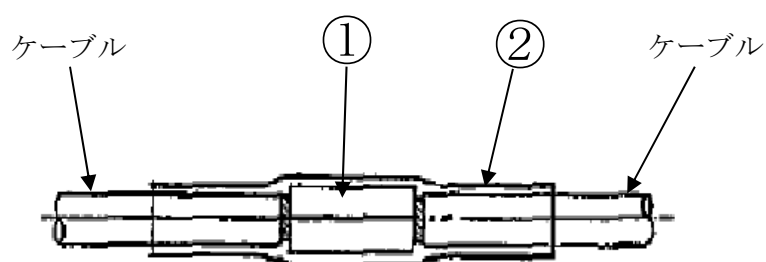
### (1) 構造

直ジョイント接続は、ケーブル同士をスプライスで圧着接続し、その周囲を熱収縮チューブにより固定および絶縁を行う構造となっている。

代表的な直ジョイント接続の構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

代表的な直ジョイント接続主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	スプライス
②	熱収縮チューブ

図2.1-2 直ジョイント接続の構造図



表2.1-3 直ジョイント接続主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電力・信号伝達 機能の維持	スプライン	銅
	熱収縮チューブ	架橋ポリオレフィン

表2.1-4 直ジョイント接続の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
電 圧	600 V以下		
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	63℃*1 (最高)	171℃ (最高)	178℃ (最高)
放 射 線	0.16 Gy/h*1	2.7×10 <sup>5</sup> Gy (最大積算値)	3.6×10 <sup>5</sup> Gy (最大積算値)
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.853 MPa

\*1：原子炉格納容器内のプラント運転状態における実測値

### 2.1.3 電動弁コネクタ接続

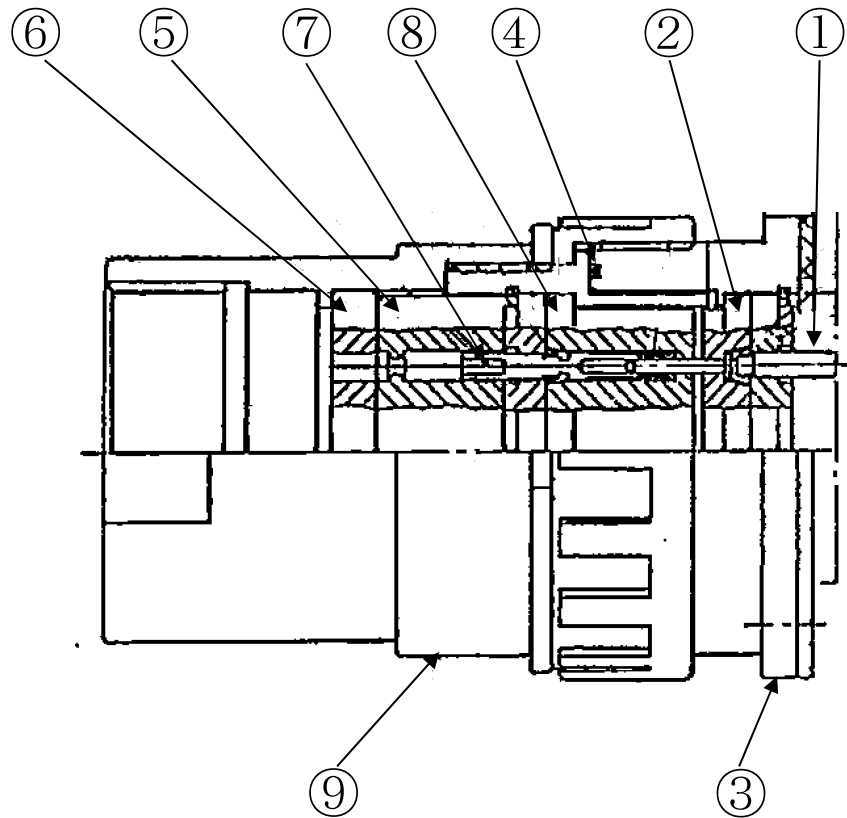
#### (1) 構造

電動弁コネクタ接続は、大別すると、オスおよびメスコンタクト、オスおよびメス絶縁物、レセプタクルシェル、Oリング、シーリングブッシュ、ワッシャおよびプラグシェルで構成され、このうち電動弁コネクタの絶縁機能は、オスおよびメス絶縁物で保たれている。

代表的な電動弁コネクタ接続の構造図を図2.1-3に示す。

#### (2) 材料および使用条件

代表的な電動弁コネクタ接続主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	オスコンタクト
②	オス絶縁物
③	レセプタクルシェル
④	Oリング
⑤	シーリングパッキン
⑥	ワッシャ
⑦	メスコンタクト
⑧	メス絶縁物
⑨	プラグシェル

図2.1-3 電動弁コネクタ接続の構造図

表2.1-5 電動弁コネクタ接続の主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電力・信号伝達 機能の維持	オスコンタクト	銅(銀メッキ)
	オス絶縁物	ジ'アリルフタレート樹脂
	レセプ'タクルシエル	アルミニウム合金
	Oリング	(消耗品)
	シーリング'ブ'ッシュ	エチレン'ポ'ロビ'レンゴ'ム
	ワッシャ	フェノール樹脂
	メスコンタクト	銅(銀メッキ)
	メス絶縁物	ジ'アリルフタレート樹脂
	プ'ラグ'シエル	アルミニウム合金

表2.1-6 電動弁コネクタ接続の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時
電 圧	600 V以下	
設置場所	原子炉建物内	
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)
放 射 線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$1.8 \times 10^3$ Gy (最大積算値)
最高圧力	大気圧	3.4 kPa

## 2.1.4 同軸コネクタ接続

### (1) 構造

同軸コネクタ接続は、大別すると、レセプタクルボディ、スペーサ、ナット、コレット、バックナット、レセプタクルアダプタ、レセプタクルインシュレータ、プラグボディ、プラグインシュレータ、クリンプカーラー、コネクタナット、Oリング、ソケットコンタクトおよびピンコンタクトで構成され、このうち同軸コネクタの絶縁機能は、絶縁体（インシュレータ）で保たれている。

代表的な同軸コネクタ接続の構造図を図2.1-4に示す。

### (2) 材料および使用条件

代表的な同軸コネクタ接続主要部位の使用材料を表2.1-7に、使用条件を表2.1-8に示す。



表2.1-7 同軸コネクタ接続の主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達機能の維持	レセプタクルボデー	黄銅(クロムメッキ)
	スパーサ	ステンレス鋼(SUS304)
	ナット	黄銅(クロムメッキ)
	コレット	黄銅(クロムメッキ)
	バックナット	黄銅(クロムメッキ)
	レセプタクルアダプタ	黄銅(クロムメッキ)
	Oリング(メス側)	エチレンプロピレン
	レセプタクルインシュレータ	ポリエーテルエーテルケトン
	ソケットコンタクト	銅(金メッキ)
	プラグボデー	黄銅(クロムメッキ)
	ピンコンタクト	銅(金メッキ)
	プラグインシュレータ	ポリエーテルエーテルケトン
	クリンパークーラー	黄銅(クロムメッキ)
	Oリング(オス側)	エチレンプロピレン
	コネクタナット	黄銅(クロムメッキ)

表2.1-8 同軸コネクタ接続の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
電 圧	600 V以下		
設置場所	原子炉格納容器内		
周囲温度	55℃*1 (最高)	171℃ (最高)	171℃ (最高)
放 射 線	$3.0 \times 10^{-4}$ Gy/h*1	$1.8 \times 10^4$ Gy (最大積算値)	$2.7 \times 10^5$ Gy (最大積算値)
最高圧力	14 kPa	0.427 MPa	0.427 MPa

\*1：原子炉格納容器内のプラント運転状態における実測値

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ケーブル接続部の機能は通電機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

#### ① 電力・信号伝達機能の維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

ケーブル接続部について、機能達成に必要な項目を考慮し主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ガスケットおよびOリングは消耗品であり、長期使用せず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)。

- a. 絶縁物の絶縁特性低下 [端子台接続]
- b. 絶縁物の絶縁特性低下 [直ジョイント接続]
- c. 絶縁物の絶縁特性低下 [電動弁コネクタ接続]
- d. 絶縁物の絶縁特性低下 [同軸コネクタ接続]

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 端子板および接続端子の腐食（全面腐食）〔端子台接続〕

端子台の端子板および接続端子は、湿分等の浸入により腐食が想定されるが、端子台はガスケットでシールされた端子箱に収納されているため、湿分等の浸入により腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

また、新規に設置される接続部については、定期的に見視確認により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. オスおよびメスコンタクト、レセプタクルシエルおよびプラグシエルの腐食（全面腐食）〔電動弁コネクタ接続〕

電動弁コネクタのオスおよびメスコンタクトは銅、レセプタクルシエルおよびプラグシエルはアルミニウム合金が使用されていることから、湿分等の浸入により腐食が想定されるが、オスおよびメスコンタクトはOリング、シーリングブッシュにより外気とシールされているため、湿分等が浸入する可能性は小さく、さらに、外気に接触するレセプタクルシエルおよびプラグシエルの外表面にはメッキが施されており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. レセプタクルボディ、ナット、コレット、バックナット、レセプタクルアダプタ、ソケットコンタクト、プラグボディ、ピンコンタクト、クリンプカーラーおよびコネクタナットの腐食（全面腐食）〔同軸コネクタ接続〕

同軸コネクタのレセプタクルボディ、ナット、コレット、バックナット、レセプタクルアダプタは黄銅、ソケットコンタクト、プラグボディ、ピンコンタクト、クリンプカーラーおよびコネクタナットは黄銅または銅であり、湿分等の浸入が生じると腐食する可能性があるが、メッキが施されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

さらに、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. スプライスの腐食（全面腐食）〔直ジョイント接続〕

直ジョイント接続のスプライスは銅であり腐食が想定されるが、直ジョイント接続は構造上スプライス部が熱収縮チューブにて密閉されており、腐食が発生する可能性はない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/4) 端子台接続に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	絶縁特 性低下	導通 不良	特性 変化		
電力・信号伝 達機能の維持	ガスケット	◎										
	端子箱		鋳鉄									
	端子板		銅合金(ニッケルメッキ)		△							
	絶縁物		ジアリルフタレート樹脂					○				
	端子台ビス		ステンレス鋼									
	接続端子		銅(錫メッキ)		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/4) 直ジョイント接続に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	スプライス		銅(錫メッキ)		▲							
	熱収縮チューブ		架橋ポリオレフィン					○				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (3/4) 電動弁コネクタ接続に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
電力・信号伝達機能の維持	オスコンタクト		銅(銀メッキ)		△							*1：劣化による気密性低下に伴う絶縁特性低下
	オス絶縁物		ジアリルフタレート樹脂					○				
	レセプタクルシェル		アルミニウム合金		△							
	リング	◎										
	シーリングブッシュ		エチレンプロピレンゴム					○*1				
	ワッシャ		フェノール樹脂									
	メスコンタクト		銅(銀メッキ)		△							
	メス絶縁物		ジアリルフタレート樹脂					○				
	プラグシェル		アルミニウム合金		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (4/4) 同軸コネクタ接続に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他		
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化			
電力・信号伝達機能の維持	レセプタクルホブディ		黄銅(クロムメッキ)		△								*1：劣化による気密低下に伴う絶縁特性低下
	スペーサ		ステンレス鋼(SUS304)										
	ナット		黄銅(クロムメッキ)		△								
	コレット		黄銅(クロムメッキ)		△								
	バックナット		黄銅(クロムメッキ)		△								
	レセプタクルアダプタ		黄銅(クロムメッキ)		△								
	Oリング(メス側)		エチレンプロピレン					○*1					
	レセプタクルインシュレータ		ポリエーテルエーテルケトン					○					
	ソケットコンタクト		銅(金メッキ)		△								
	プラグホブディ		黄銅(クロムメッキ)		△								
	ピンコンタクト		銅(金メッキ)		△								
	プラグインシュレータ		ポリエーテルエーテルケトン					○					
	クリップカーラー		黄銅(クロムメッキ)		△								
	Oリング(オス側)		エチレンプロピレン					○*1					
コネクタナット		黄銅(クロムメッキ)		△									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 絶縁物の絶縁特性低下〔端子台接続〕

#### a. 事象の説明

端子台の絶縁物は有機物（ジアリルフタレート樹脂）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，端子台は低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-1に示す。

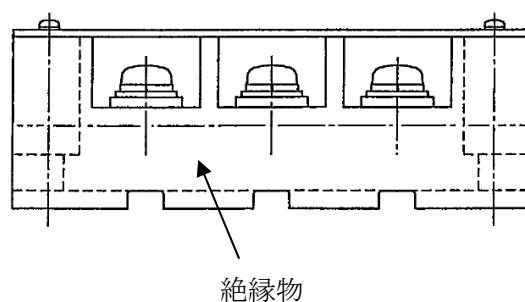


図2.3-1 端子台の絶縁部位



b. 技術評価

(a) 健全性評価

端子台の絶縁特性低下については、IEEE Std. 382 (1972), 323 (1974) の規格にまとめられており、これに基づき実機同等品（端子台は端子箱内に設置した状態）による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

また、重大事故等時雰囲気内において電力信号伝達の維持が求められることから、実機同等品により長期健全性試験を実施し、この結果に基づき、重大事故等時雰囲気内の健全性を評価した。

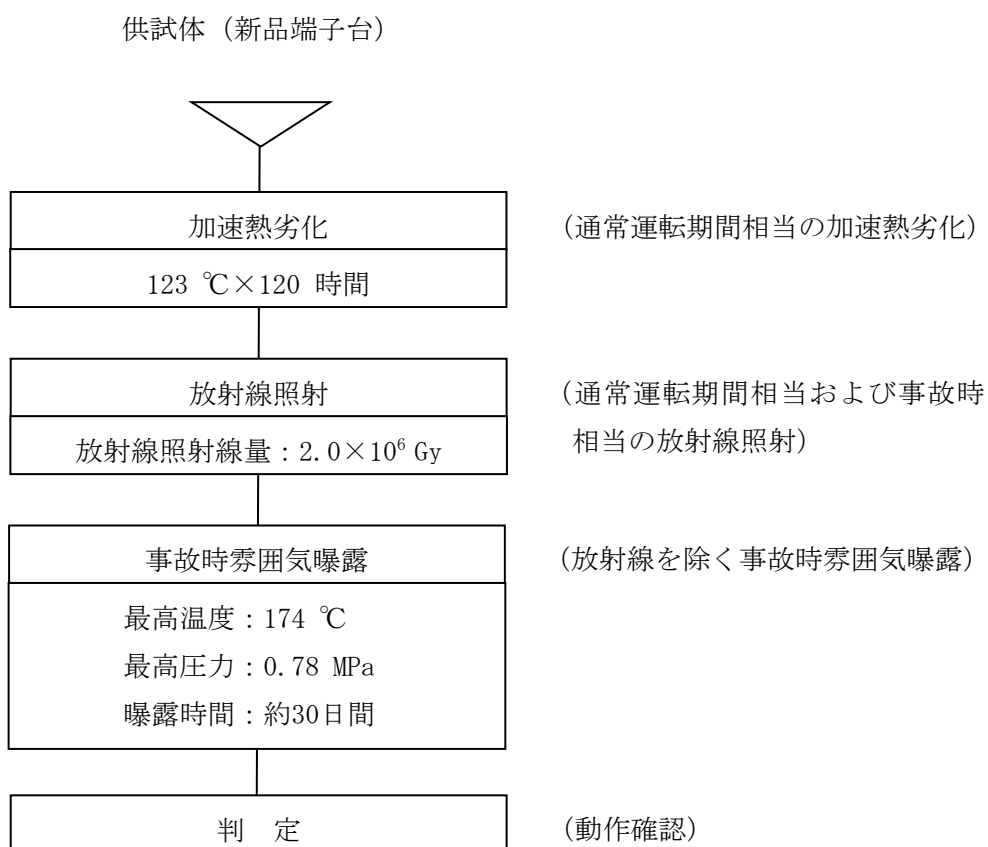


図2.3-2 端子台長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

表2.3-1 端子台長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	123℃×120時間	原子炉格納容器内の周囲温度最高値（63℃）に対して，25年間の運転期間に相当する。
放射線照射	放射線照射線量 2.0×10 <sup>6</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量3.6×10 <sup>5</sup> Gy（60年間の通常運転期間8.4×10 <sup>4</sup> Gyに事故時線量2.7×10 <sup>5</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：174℃ 最高圧力：0.78 MPa 曝露時間：約30日間	島根2号炉の事故時の最高温度（171℃），最高圧力（0.427 MPa）を包絡する。

表2.3-2 端子台長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験手順	判定基準	結果
動作確認	事故時雰囲気曝露試験終了後，電動弁の開閉動作を確認する。	正常に動作すること	良

図2.3-2の試験条件は，表2.3-1～表2.3-2に示すとおり島根2号炉の25年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し，結果は判定基準を満足している。

また，原子炉格納容器内の事故時環境において動作要求のある端子台については運転開始後29年（第17回定期事業者検査（2017年度））に取替えを行っている。

よって，端子台の絶縁物は54年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

#### (b) 現状保全

端子台の絶縁物の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施し，有意な絶縁特性低下が無いことを確認している。さらに，点検時に実施する機器の動作試験においても端子台の絶縁機能の健全性を確認している。

また，新規に設置される端子台については，定期的に系統機器点検時の動作確認および絶縁抵抗測定により健全性を確認することとしている。

なお，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，端子台の取替えを行うこととしている。

#### (c) 総合評価

端子台の絶縁体については，使用開始から54年間経過する前に取替えを行うことで，運転開始から60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

#### c. 高経年化への対応

端子台の絶縁体の絶縁特性低下については，現状の保全内容に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き，現状保全を継続していく。

(2) 絶縁物の絶縁特性低下〔直ジョイント接続〕

a. 事象の説明

直ジョイント接続の絶縁物は有機物（架橋ポリオレフィン）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，直ジョイント接続は低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-3に示す。

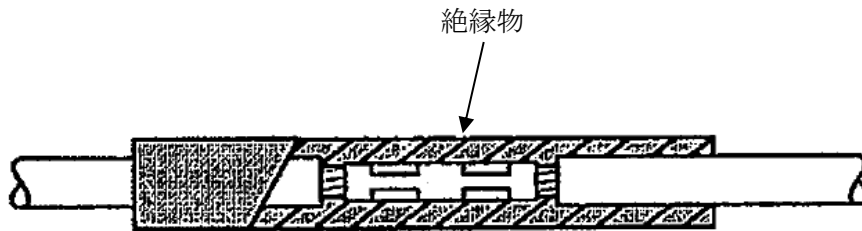


図2.3-3 直ジョイント接続の絶縁部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

直ジョイント接続の絶縁特性低下については、IEEE Std. 323 (1974), 383 (1974) の規格にまとめられており、これに基づき実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

また、重大事故等時雰囲気内において電力信号伝達の維持が求められることから、実機同等品により長期健全性試験を実施し、この結果に基づき、重大事故等時雰囲気内の健全性を評価した。

供試体（新品直ジョイント接続）

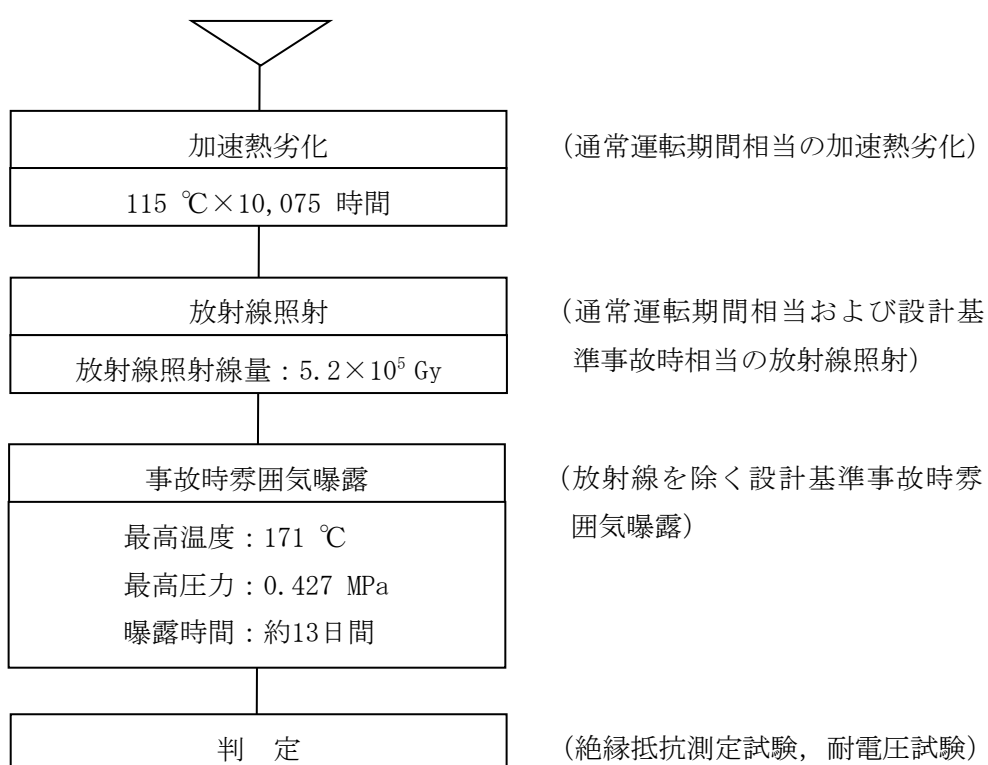


図2.3-4 直ジョイント接続長期健全性試験手順（設計基準事故）

表2.3-3 直ジョイント接続長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
加速熱劣化	115℃×10,075時間	原子炉格納容器内の最高平均値(63℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量 : $5.2 \times 10^5$ Gy	島根2号炉で想定される照射線量 $3.6 \times 10^5$ Gy (60年間の通常運転期間 $8.4 \times 10^4$ Gyに設計基準事故時線量 $2.7 \times 10^5$ Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 171℃ 最高圧力 : 0.427 MPa 曝露時間 : 約13日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(171℃), 最高圧力(0.427MPa)を包絡する。

表2.3-4 直ジョイント接続長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目	試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露後試験	絶縁抵抗測定試験	$1.0 \times 10^4 \Omega$ 以上	良
	耐電圧試験 (交流電圧720Vを4秒間印加)	絶縁破壊しないこと	良

図2.3-4の試験条件は、表2.3-3～表2.3-4に示すとおり、島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

供試体（新品直ジョイント接続）

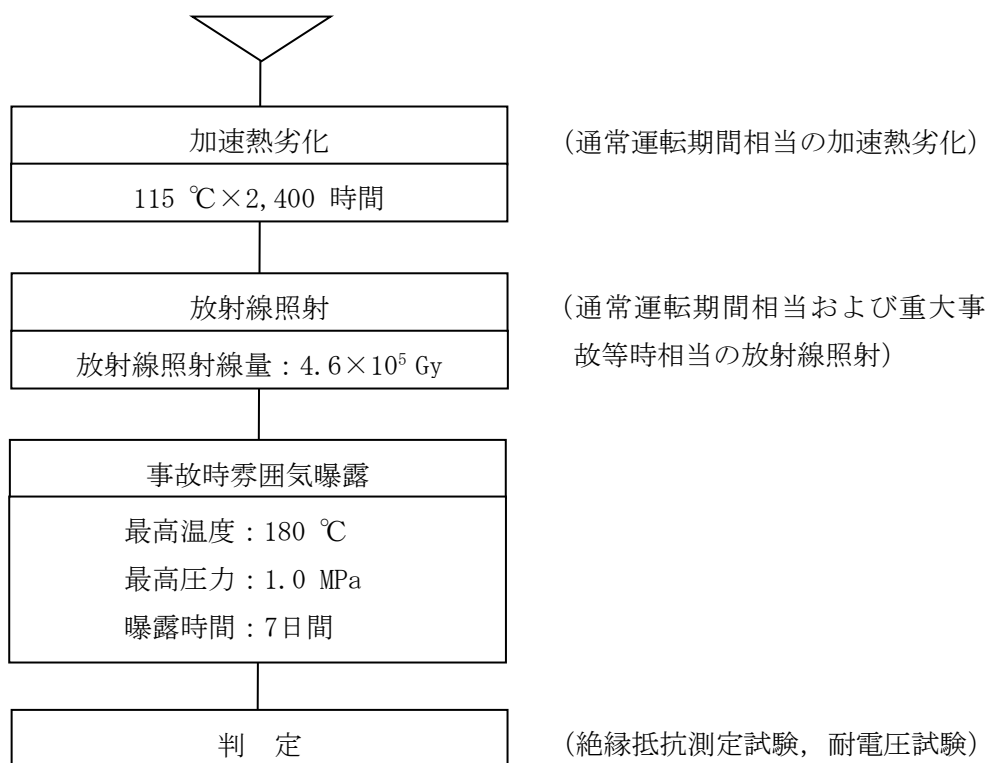


図2.3-5 直ジョイント接続長期健全性試験手順（重大事故等）

表2.3-5 直ジョイント接続長期健全性試験条件（重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	115°C × 2,400時間	原子炉格納容器内の最高平均値(63°C)に対して、60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量 : $4.6 \times 10^5$ Gy	島根2号炉で想定される照射線量 $4.5 \times 10^5$ Gy (60年間の通常運転期間 $8.4 \times 10^4$ Gyに重大事故等時線量 $3.6 \times 10^5$ Gyを加えた線量)を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度 : 180°C 最高圧力 : 1.0 MPa 曝露時間 : 7日間	島根2号炉の重大事故等時の最高温度(178°C), 最高圧力(0.853MPa)を包絡する。

表2.3-6 直ジョイント接続長期健全性試験結果（重大事故等）

項目	試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露後試験	耐電圧試験 (交流電圧720Vを4秒間印加)	絶縁破壊しないこと	良

図2.3-5の試験条件は、表2.3-5～表2.3-7に示すとおり、島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および重大事故等時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

よって、直ジョイント接続の絶縁物は、60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

#### (b) 現状保全

直ジョイント接続の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定、または点検時に実施する機器の動作試験においても直ジョイント接続の絶縁機能の健全性を確認している。

また、新規に設置される直ジョイント接続については、定期的に系統機器点検時の動作確認および絶縁抵抗測定により健全性を確認することとしている。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、直ジョイント接続の取替えを行うこととしている。

#### (c) 総合評価

直ジョイント接続の絶縁体については、運転開始から60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

#### c. 高経年化への対応

直ジョイント接続の絶縁体の絶縁特性低下については、現状の保全内容に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

### (3) 絶縁物の絶縁特性低下〔電動弁コネクタ接続〕

#### a. 事象の説明

電動弁コネクタの絶縁物は有機物（ジアリルフタレート樹脂）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

また，気密性保持部であるシーリングブッシュは有機物（エチレンプロピレンゴム）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，電動弁コネクタは低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-6に示す。

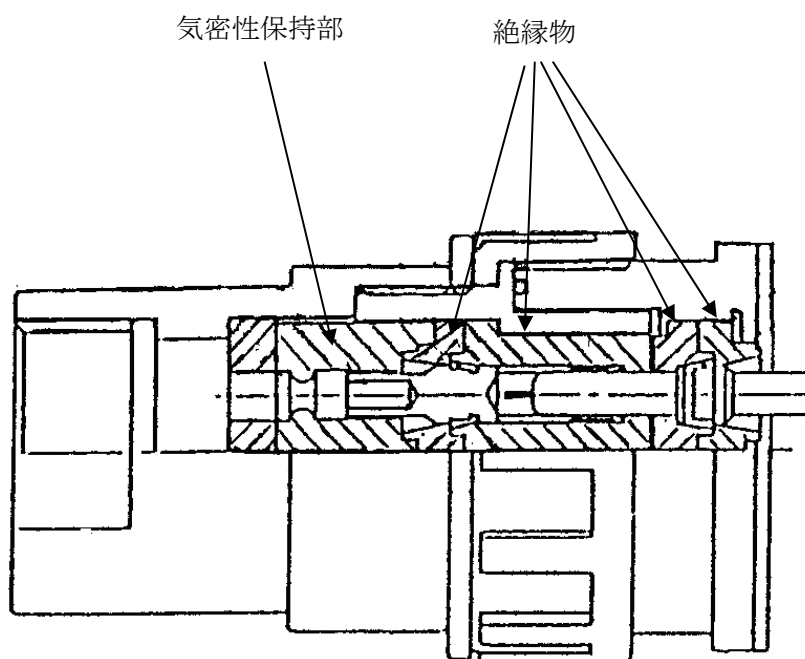


図2.3-6 電動弁コネクタ接続の絶縁部位



b. 技術評価

(a) 健全性評価

電動弁コネクタの絶縁特性低下については、IEEE Std. 382 (1980) の規格にまとめられており、これに基づき実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

供試体 (新品電動弁コネクタ)

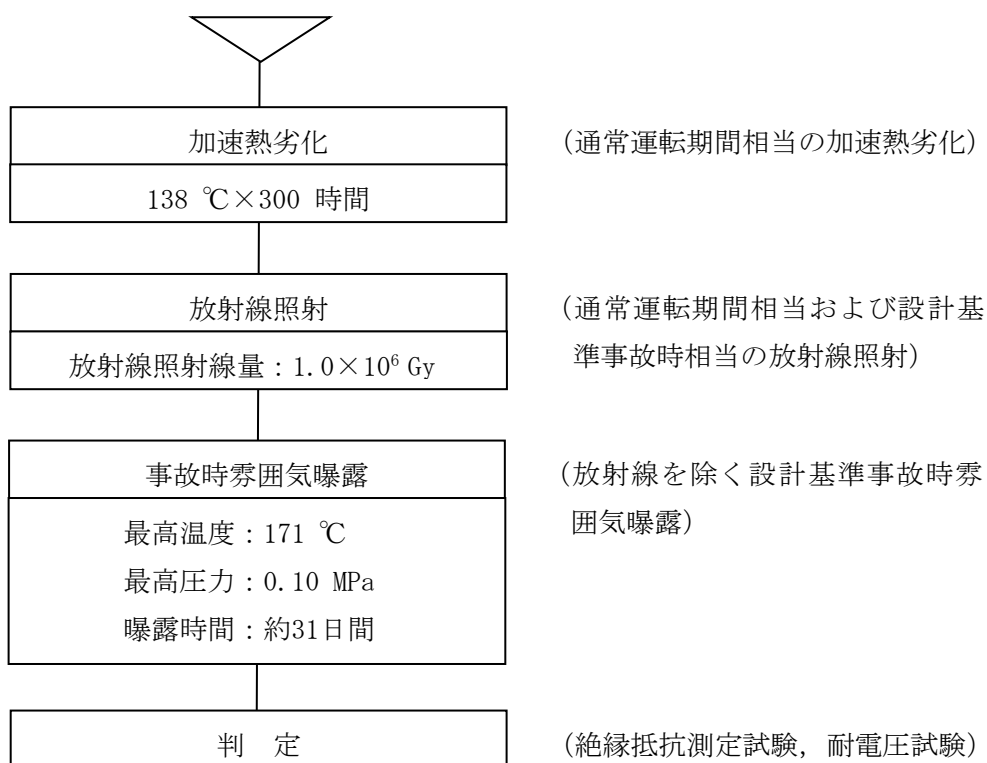


図2.3-7 電動弁コネクタ長期健全性試験手順

表2.3-8 電動弁コネクタ長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	138℃×300時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(40℃)に対して、60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量 : $1.0 \times 10^6$ Gy	島根2号炉で想定される照射線量 $2.0 \times 10^3$ Gy（60年間の通常運転期間線量 $1.5 \times 10^2$ Gyに設計基準事故時線量 $1.8 \times 10^3$ Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.10 MPa 曝露時間：約31日間	島根2号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃)，最高圧力(3.4 kPa)を包絡する。

表2.3-9 電動弁コネクタ長期健全性試験結果

項目	試験手順	測定値 (判定基準)	結果
絶縁抵抗測定試験 (最終判定試験)	環境試験終了後，常温にてDC500 Vメガオーム計による絶縁抵抗測定を行う。	制御用 $0.25 \times 10^6 \Omega$ 以上 動力用 $0.6 \times 10^6 \Omega$ 以上	良

図2.3-7の試験条件は，表2.3-8～表2.3-9に示すとおり，島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡し，結果は判定基準を満足している。

よって，電動弁コネクタの絶縁物は，60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

(b) 現状保全

電動弁コネクタの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定，または点検時に実施する機器の動作試験においても，電動弁コネクタの絶縁機能の健全性を確認している。

また，点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には，電動弁コネクタの取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

電動弁コネクタ（ジアリルフタレート樹脂）の絶縁特性低下は，運転開始から60年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

電動弁コネクタ（ジアリルフタレート樹脂）の絶縁特性低下に対しては，現状の保全内容に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き，現状保全を継続していく。

(4) 絶縁物の絶縁特性低下〔同軸コネクタ接続〕

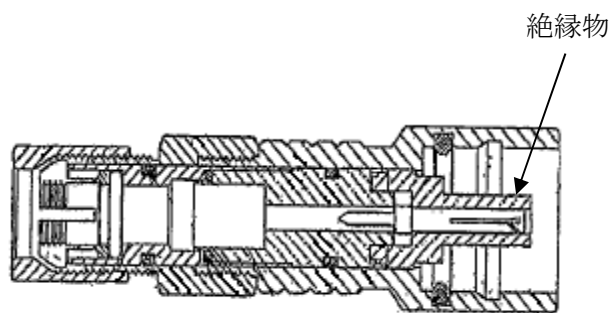
a. 事象の説明

同軸コネクタの絶縁物は有機物（ポリエーテルエーテルケトン）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，電氣的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

また，気密性保持部であるOリングは有機物（エチレンプロピレン）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，環境的要因により経年劣化が進行し，絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，同軸コネクタは低圧，静止機器であるため，電氣的，機械的要因による劣化は起きないと考えられる。

絶縁特性が低下する可能性のある部位を図2.3-8に示す。



〔メスコンタクト側コネクタ〕

図2.3-8 同軸コネクタ接続の絶縁部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

同軸コネクタの絶縁特性低下については、実機同等品による通常環境および事故時雰  
囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

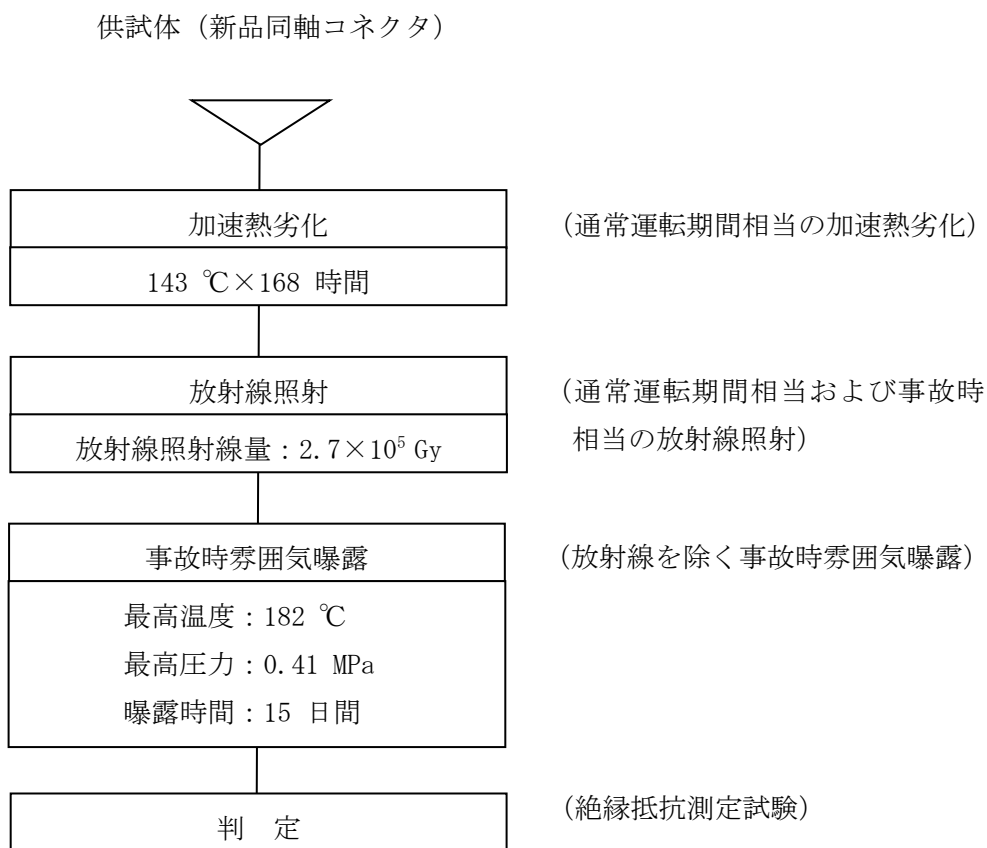


図2.3-9 同軸コネクタ長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

表2.3-10 同軸コネクタ長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	143℃×168時間	原子炉格納容器内のペデステル内の周囲温度最高値(55℃)に対して，60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量：2.7×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量1.9×10 <sup>4</sup> Gy（60年間の通常運転時線量1.6×10 <sup>2</sup> Gyに事故時照射線量1.8×10 <sup>4</sup> Gyを加えた値）に相当する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：182℃ 最高圧力：0.41MPa 曝露時間：15日間	島根2号炉の事故時の最高温度(171℃)を包絡する。また，最高圧力(0.427 MPa)は包絡できていないが，接続部であり圧力の影響は軽微である。

表2.3-11 同軸コネクタ長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験手順	測定値	結果
機能試験	絶縁抵抗測定試験	1×10 <sup>9</sup> Ω以上	良

図2.3-9の試験条件は，表2.3-10～表2.3-11に示すとおり，島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し，結果は判定基準を満足している。

よって，同軸コネクタの絶縁物は，60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

(b) 現状保全

同軸コネクタの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定を実施するとともに，出力信号測定においても絶縁機能の健全性を確認している。

また，この点検で有意な絶縁特性の変化が認められた場合には，同軸コネクタの取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

同軸コネクタの絶縁体については，運転開始から60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

同軸コネクタの絶縁体の絶縁特性低下に対しては，現状の保全内容に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き，現状保全を継続していく。

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 端子台接続（ポリフェニレンエーテル樹脂）
- ② 端子接続（ビニルテープ）
- ③ 同軸コネクタ接続（架橋ポリスチレン、テフロン、ジアリルフタレート樹脂、フッ素樹脂）

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

##### a. 絶縁物の絶縁特性低下〔端子台接続〕（ポリフェニレンエーテル樹脂）

代表機器と同様に、端子台接続の絶縁物は有機物（ポリフェニレンエーテル樹脂）であり、熱および放射線による物性変化等、熱的、環境的要因により経年劣化が進行する。端子台接続の絶縁特性低下については、実機同等品（端子台は端子箱内に設置した状態）による通常環境および事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

図3.1-1の試験条件は、表3.1-1～表3.1-2に示すとおり、島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

これらのことから、端子台接続の絶縁物は、60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

供試ケーブル（新品駆動部）

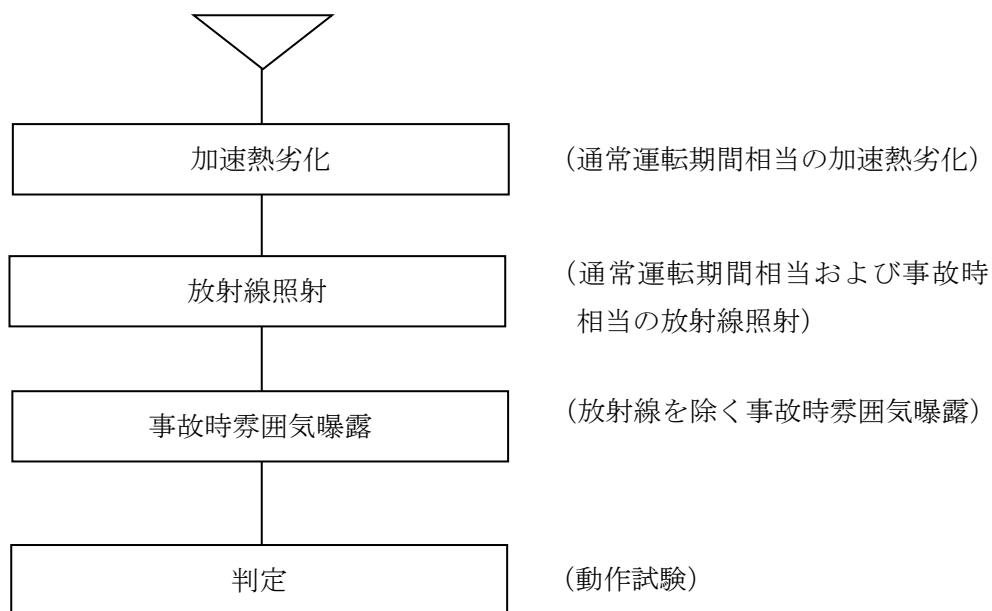


図3.1-1 端子台接続長期健全性試験手順（設計基準事故、重大事故等）

表3.1-1 端子台接続の長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	100℃×3, 306時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃）に対して，60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	放射線照射線量：2.0×10 <sup>3</sup> Gy	島根2号炉で想定される照射線量2.0×10 <sup>3</sup> Gy（60年間の通常運転期間約1.5×10 <sup>2</sup> Gyに事故時線量1.8×10 <sup>3</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：3.4 kPa 曝露時間：約26日間	島根2号炉の事故時の最高温度（100℃），また，最高圧力（6.9 kPa）は包絡できていないが，接続部であり圧力の影響は軽微である。

表3.1-2 端子台接続の長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

試験手順	判定基準	結果
事故時雰囲気曝露試験終了後，弁の開閉往復動作を正常に行えること。	正常に動作すること。	良

また，絶縁抵抗測定，機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替え等の適切な対応をとることとする。

b. 絶縁物の絶縁特性低下〔同軸コネクタ接続〕（架橋ポリスチレン，テフロン）

同軸コネクタ接続の絶縁物は有機物（架橋ポリスチレン，テフロン）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，環境的要因により経年劣化が進行する。同軸コネクタの絶縁特性低下については，実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

また，絶縁物（架橋ポリスチレン）を使用する同軸コネクタは，重大事故等時雰囲気内において信号伝達の維持が求められることから，実機同等品により長期健全性試験を実施し，この結果に基づき，重大事故等時雰囲気内での健全性を評価した。

ただし，絶縁物（テフロン）を使用する同軸コネクタについては，設置場所が原子炉建物であり通常時および事故時における放射線量が低いため，放射線照射は実施していない。

図3.1-2の試験条件は，表3.1-3～表3.1-6に示すとおり，島根2号炉の60年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し，結果は判定基準を満足している。

これらのことから，同軸コネクタの絶縁物は，60年間の通常運転および事故時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

供試ケーブル（新品機器）

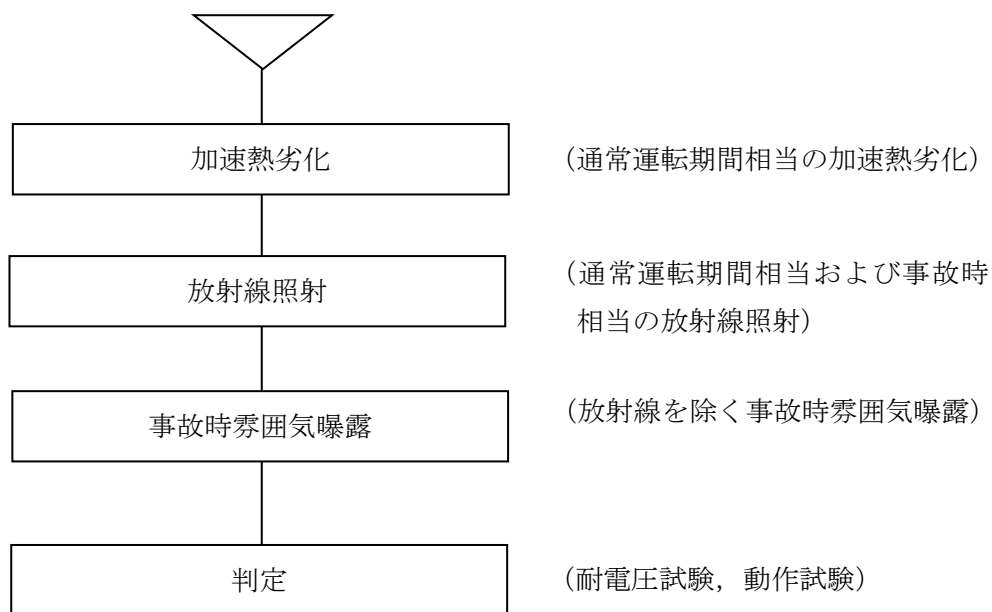


図3.1-2 端子台接続長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）



表3.1-3 同軸コネクタ（絶縁物：架橋ポリスチレン）の長期健全性試験条件  
（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	115℃×10,075 時間	島根2号炉の通常運転時周囲温度最高値(63℃)に対して，60年間の運転期間を包絡する。
放射線放射	放射線照射線量：5.2×10 <sup>5</sup> Gy	島根2号炉で想定される線量約3.6×10 <sup>5</sup> Gy（60年間の通常運転時線量8.4×10 <sup>4</sup> Gyに事故時線量2.7×10 <sup>5</sup> Gyを加えた値）を包絡する。
事故時雰囲気暴露	最高温度：171℃ 最高圧力：0.427 MPa 暴露時間 約13日間	島根2号炉の事故時の最高温度（171℃），最高圧力（0.427 MPa）を包絡する。

表3.1-4 同軸コネクタ（絶縁物：架橋ポリスチレン）の長期健全性試験結果  
（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験手順	判定基準	結果
耐電圧試験	耐電圧試験 （交流電圧720Vを4秒間印加）	絶縁破壊しないこと	良

表3.1-5 同軸コネクタ（絶縁物：テフロン）の長期健全性試験条件  
（設計基準事故，重大事故等時）

	試験条件	説明
加速熱劣化	110℃×1,128時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値(40℃)に対して，60年間の運転期間を包絡する。
事故時雰囲気暴露	最高温度：100℃ 最高圧力：6.9 kPa 暴露時間：2時間	島根2号炉の事故時の最高温度(100℃)，最高圧力(6.9 kPa)を包絡する。

表3.1-6 同軸コネクタ（絶縁物：テフロン）の長期健全性試験結果  
（設計基準事故，重大事故等時）

項目	試験内容	判定基準	結果
パルス波特性	パルス信号を与え，その時の出力特性を評価する。	出力特性：基準値±2%	良

また，絶縁抵抗測定，機器の動作試験を実施しており，今後もこの保全方法を継続し，絶縁特性低下を監視していくとともに，必要に応じ取替え等の適切な対応をとることとする。

c. 絶縁物の絶縁特性低下〔同軸コネクタ接続〕（ジアリルフタレート樹脂，フッ素樹脂）

代表機器と同様に，同軸コネクタの絶縁物は，有機物（ジアリルフタレート樹脂，フッ素樹脂）であり，熱および放射線による物性変化等，熱的，環境的要因により経年劣化が進行し，長期間の使用を考慮すると絶縁特性低下を起こす可能性は否定できないが，系統機器点検時の絶縁抵抗測定および系統機器の動作試験で検知可能であり，点検で異常が認められた場合には同軸コネクタの取替えを行うこととしているため，引き続き現状保全を継続することで，健全性の維持は可能と判断する。

したがって，同軸コネクタの絶縁物の絶縁特性低下については，現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 端子板，端子台ビスおよび接続端子の腐食（全面腐食）〔端子台接続〕

端子台の端子板，端子台ビスおよび接続端子は，湿分等の浸入により腐食が想定されるが，端子台はガスケットでシールされた端子箱に収納されているため，湿分等の浸入により腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的を目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

また，新規に設置される接続部については，定期的を目視確認により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ボディ，コンタクト，ナット，リング，外部導体，ストップリング，内部導体，ガイドおよび袋ナットの腐食（全面腐食）〔同軸コネクタ接続〕

代表機器と同様に，同軸コネクタのボディ，コンタクト，ナット，リング，外部導体，ストップリング，内部導体，ガイドおよび袋ナットは黄銅およびリン青銅であり，湿分等の浸入が生じると腐食する可能性があるが，メッキが施されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的を目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

また，新規に設置される接続部については，定期的を目視確認により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

以 上

島根原子力発電所2号炉

タービン設備の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

中国電力株式会社

本評価書は、島根原子力発電所2号炉（以下、「島根2号炉」という）における安全上重要なタービン設備（重要度分類審査指針におけるPS-1, 2およびMS-1, 2に該当する機器）、高温・高圧の環境下にあるクラス3のタービン設備および常設重大事故等対処設備に属するタービン設備の高経年化に関わる技術評価についてまとめたものである。評価対象機器の一覧を表1に、機能を表2に示す。

本評価書では、評価対象のタービン設備を常用系タービン設備と非常用系タービン設備に分け、さらに以下の通りに分類して技術評価を実施する。

## 1. 常用系タービン設備

- 1.1 高圧タービン
- 1.2 低圧タービン
- 1.3 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン
- 1.4 主要配管
- 1.5 主要弁
- 1.6 タービン制御装置
- 1.7 タービン潤滑油装置

## 2. 非常用系タービン設備

- 2.1 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置
- 2.2 高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置

湿分分離器は「容器の技術評価書」、主蒸気管、抽気管等および配管サポートは「配管の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

なお、本文中の単位の記載は、原則としてSI単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注がない限りゲージ圧力を示す）。

表1 評価対象機器一覧

分類基準		機器名称 (基数)	仕様	重要度*1	
常用系 タービン設備	高圧タービン	高圧タービン (1)	820,000kW (出力) ×1,800rpm (回転速度)	高*3	
	低圧タービン	低圧タービン (3)		高*3	
	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン (2)	6,550kW (出力) ×5,450rpm (回転速度)	高*3	
	主要配管	リフト管 (4)	外径609.6mm (最大口径)	高*3	
		クロスアラウンド管 (6)	外径1,371.6mm (最大口径)	高*3	
		クロスアラウンド管安全弁出口管 (6)	外径508mm (最大口径)	高*3	
	主要弁	主タービン	主蒸気止め弁 (4)	口径508mm (油圧駆動式)	PS-2
			蒸気加減弁 (4)	口径431.8mm (油圧駆動式)	高*3
			組合せ中間弁 (6)	口径838.2mm (油圧駆動式)	高*3
			タービンバypass弁 (6)	口径228.6mm (油圧駆動式)	PS-2
			クロスアラウンド管安全弁 (6)	口径402mm	高*3
		原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン	高圧蒸気止め弁 (2)	口径80mm (油圧駆動式)	高*3
			高圧蒸気加減弁 (2)	口径50mm (油圧駆動式)	高*3
低圧蒸気止め弁 (2)			口径200mm (油圧駆動式)	高*3	
低圧蒸気加減弁 (2)	口径70mm (油圧駆動式)		高*3		
タービン制御装置	主タービンEHC装置 (1)	電気油圧式	高*3		
タービン潤滑油装置	主タービン潤滑油装置 (1)	312m <sup>3</sup> /h (主油ポンプ容量)	高*3		
非常用系 タービン設備	原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置	原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置 (1)	550kW (出力*2) ×4,100rpm (回転速度*2)	MS-1, 重*4	
	高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置*5	高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置 (1)	567kW (出力*2) ×7,327rpm (回転速度*2)	重*4	

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最大出力および最大回転速度を示す。

\*3：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

\*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*5：新規に設置される機器

表2 評価対象機器機能一覧

機 器 名 称	機 能
高圧タービン	発電を行うため発電機を駆動する。
低圧タービン	
原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービン	抽気蒸気によってタービンを回転し、原子炉給水ポンプを駆動する。
リード管	蒸気加減弁の出口蒸気を高圧タービン入口に導く。
クロスアラウンド管	高圧タービンの排気蒸気を低圧タービン入口に導く。
クロスアラウンド管安全弁出口管	クロスアラウンド管安全弁作動時、吹き出した蒸気を主復水器に導く。
主蒸気止め弁	タービントリップ時に、高圧タービンへの蒸気供給を遮断する。
蒸気加減弁	高圧タービンへの蒸気流量を制御する。
組合せ中間弁	低圧タービンへの蒸気流量を制御する。また、タービントリップ時に、低圧タービンへの蒸気供給を遮断する。
タービンハイパス弁	タービントリップ時に、主蒸気を直接主復水器に導く。
クロスアラウンド管安全弁	タービントリップ時に、クロスアラウンド管の異常昇圧を防止する。
原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁	プラント低負荷運転におけるタービントリップ時、原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービンへの蒸気供給を遮断する。
原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービン高圧蒸気加減弁	プラント低負荷運転時、原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービンへの蒸気流量を制御する。
原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁	プラント通常運転におけるタービントリップ時、原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービンへの蒸気供給を遮断する。
原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービン低圧蒸気加減弁	プラント通常運転時、原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービンへの蒸気流量を制御する。
主タービンEHC装置	主タービン制御のため、主要弁等へ制御油を供給する。また、制御油性状を維持する。
主タービン潤滑油装置	主タービン、発電機の軸受に潤滑油を供給する。
原子炉隔離時冷却ポンプ 駆動用蒸気タービンおよび付属装置	原子炉水位低下時に原子炉に冷却水を供給する原子炉隔離時冷却ポンプを駆動する。また、付属装置は、原子炉隔離時冷却ポンプ 駆動用蒸気タービンへの蒸気流量制御、軸シール機能の確保等を行う。
高圧原子炉代替注水ポンプ 駆動用蒸気タービンおよび付属装置	設計基準事故対処設備である高圧炉心スプレイ系及び原子炉隔離時冷却系が有する発電用原子炉の冷却機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷を防止するため、高圧状態の原子炉圧力容器に注水し炉心を冷却する。

## 1. 常用系タービン設備



## 1.1 高圧タービン

[対象機器]

- ① 高圧タービン

## 目 次

1. 対象機器	1. 1-1
2. 高圧タービンの技術評価	1. 1-2
2.1 構造, 材料および使用条件	1. 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出	1. 1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1. 1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1. 1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1. 1-7

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している高圧タービンの仕様を表1-1に示す。

表1-1 高圧タービンの仕様

タービン名称 (基数)	仕 様 (出力×回転速度)	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力*3 (MPa)	運転温度*3 (℃)
高圧タービン (1)	820,000kW*4 ×1,800rpm	高*2	連続	6.6	282

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

\*3：主蒸気止め弁入口の蒸気条件。

\*4：低圧タービンとの合計出力を示す。

## 2. 高圧タービンの技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### (1) 構造

高圧タービンは6段複流式であり, 蒸気はノズル室に接続している4本の主蒸気入口管より高圧タービンに流入し, 各段を経て車室下半部にある排気口より排出される。

高圧タービン車室は銅入鋳鋼であり, 水平継手面で上, 下半車室に分割されており, ケーシングボルトにより締結されている。

ダイヤフラム(噴口, 隔板)は, 車室内に嵌め込まれており, 蒸気の通路部を形成している。噴口が12Cr鋼, 隔板が低合金鋼であり, 噴口は隔板に差し込み溶接されている。

高圧タービン車室は軸受台下半部に4本の腕(猫足)で支えられ, 水平方向にスライドする構造となっている。

高圧タービン車軸は低合金鋼であり, 軸受により支えられている。軸受は, タービン周方向の動きを制限する2個のジャーナル軸受とタービン軸方向の位置を制限する1個のスラスト軸受により構成されている。

高圧タービン車室両端面の車軸貫通部には, 蒸気流出を防止するためにスチームシールパッキン(パッキンケーシング, パッキンヘッド, ラビリンスパッキン)が設けられており, 多数のシールストリップを装備したラビリンスパッキンにより蒸気流出を防止している。

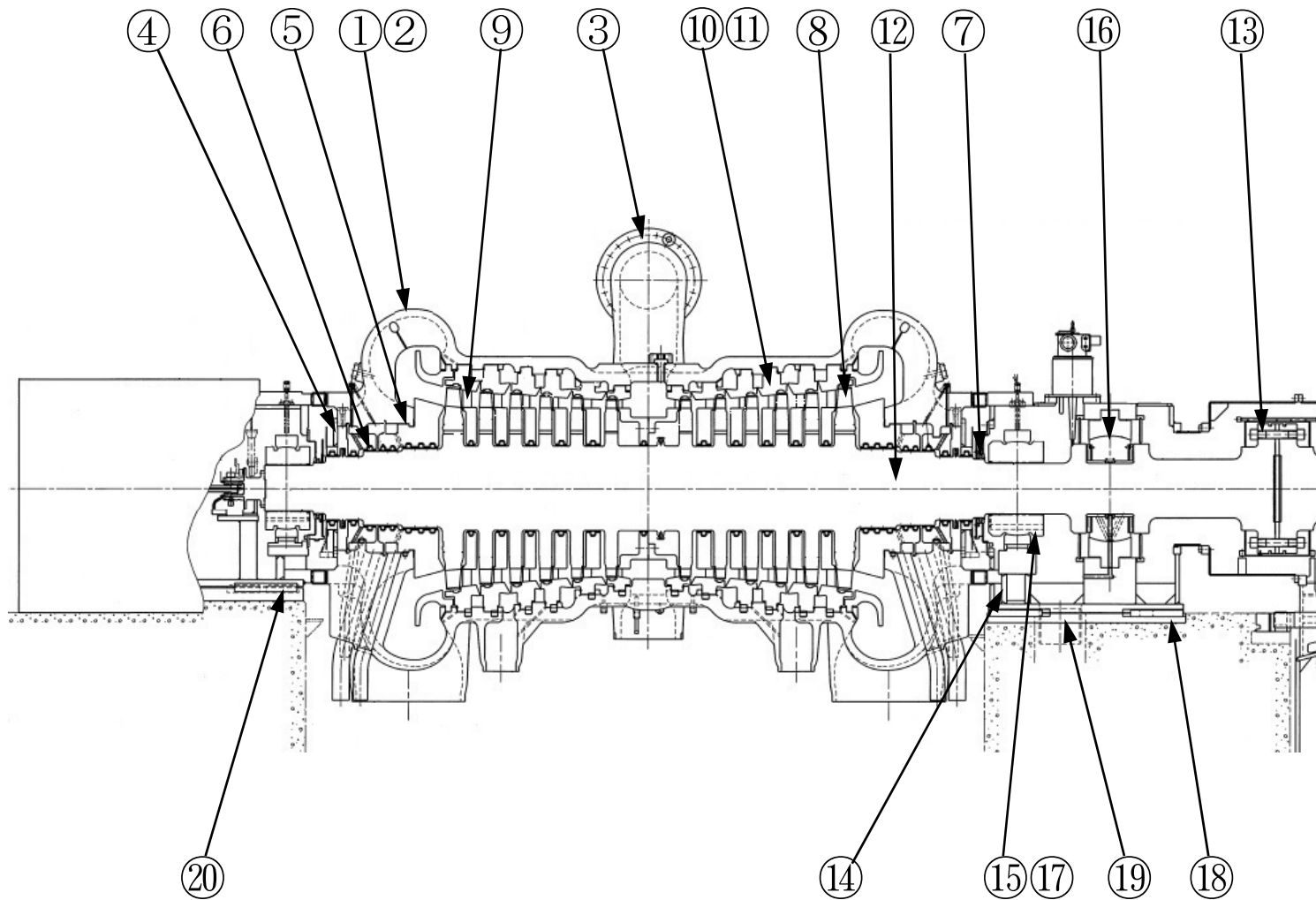
高圧タービン車室, ダイヤフラム, スチームシールパッキン等はケーシングボルトをゆるめ, 上半部を取り出すことにより点検手入れが可能である。

なお, 車軸, 翼, 隔板, 噴口および隔板締付ボルトについては, 第17回定期事業者検査(2011年度)において蒸気タービンの高効率化を図るため, 取替を行っている。

高圧タービンの構造図を図2.1-1に示す。

#### (2) 材料および使用条件

高圧タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	車室
②	ケーシングホルト
③	パッキン
④	パッキンケーシング
⑤	パッキンヘッド
⑥	ラビリンスパッキン
⑦	油切り
⑧	翼
⑨	噴口
⑩	隔板締付ホルト
⑪	隔板
⑫	車軸
⑬	カップリングホルト
⑭	軸受台
⑮	ジャーナル軸受
⑯	スラスト軸受
⑰	軸受ホルト
⑱	ベースプレート
⑲	基礎ホルト
⑳	キー

図2.1-1 高圧タービン構造図

表2.1-1 高圧タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウンドリの維持	車室	銅入鋳鋼
	ケーシングボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	パッキン	(消耗品)
	パッキンケーシング	炭素鋼 (SM41A)
	パッキンヘッド	低合金鋼 (Cr鋳鋼)
	ラビリンスパッキン	銅合金 (鉛入りNi黄銅), 低合金鋼 (15Cr-Mo鋼)
	油切り	炭素鋼 (SM41A)
タービン性能の確保	翼	12Cr鋼, 12Cr-Nb-N鋼
	噴口	12Cr鋼
	隔板締付ボルト	低合金鋼 (SNB16)
	隔板	低合金鋼 (SCMV4, 2Cr鋼)
	車軸	低合金鋼 (3.5Ni-1.75Cr-Mo-V鋼)
	カップリングボルト	低合金鋼 (SCM435)
	軸受台	炭素鋼 (SM41A)
	ジャーナル軸受	炭素鋼鋳鋼 (SC46), ホワイトメタル
	スラスト軸受	銅 (C1100P), ホワイトメタル
	軸受ボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
機器の支持	ベースプレート	炭素鋼 (SM41A)
	基礎ボルト	炭素鋼 (S30CN), 低合金鋼 (SCM435)
	キー	炭素鋼 (SM41A)

表2.1-2 高圧タービンの使用条件

運 転 圧 力	主蒸気止め弁入口 6.6MPa～組合せ中間弁入口 1.1MPa
運 転 温 度	主蒸気止め弁入口 282℃～組合せ中間弁入口 188℃
定格回転速度	1,800rpm
内 部 流 体	蒸気

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

高圧タービンの機能である発電機駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② タービン性能の確保
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

高圧タービンについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

パッキンは消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。



## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 車室、パッキンケーシング、パッキンヘッド、翼、噴口、隔板および車軸の腐食（流れ加速型腐食）

車室は銅入鋳鋼、パッキンケーシングは炭素鋼、翼、噴口は12Cr鋼、パッキンヘッド、隔板および車軸は低合金鋼であり、内部流体は湿分を含んだ蒸気であるため、流れ加速型腐食が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまでに有意な腐食による減肉は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 車室合わせ面の不均一

車室は銅入鋳鋼であり、その合わせ面について、面の不均一が想定されるが、定期的に見視確認により合わせ面を確認しており、復旧前には水平面の手入を、復旧時には軸方向・左右方向のレベル計測および合わせ面寸法測定を実施するとともに、第17回定期事業者検査（2011年度）から車室合わせ面当たり確認を実施し、健全性を確認している。また、面の不均一が認められた場合には、肉盛溶接等の対応を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 翼、隔板締付ボルトおよび車軸の応力腐食割れ

翼は12Cr鋼、隔板締付ボルトおよび車軸は低合金鋼であり、湿り蒸気環境下で使用されているため、応力腐食割れが想定されるが、翼接合部、車軸接合部の応力腐食割れについては、定期的な細密点検において超音波探傷試験を実施し、健全性を確認している。また、隔板締付ボルトについては、定期的に見視確認および浸透探傷試験を実施し、健全性を確認している。なお、これまでの点検実績では、翼接合部、車軸接合部および隔板締付ボルトに応力腐食割れの発生は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ジャーナル軸受およびスラスト軸受の摩耗・はく離

ジャーナル軸受およびスラスト軸受はホワイトメタルを鋳込み溶着したすべり軸受を使用しており、摩耗・はく離が想定される。

摩耗については、主軸と軸受間に潤滑油が供給され軸受の摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認、主軸と軸受部の寸法測定を行い、基準値に達した場合は取替または補修を行っている。

はく離については、定期的に見視確認および浸透探傷試験を実施し、必要に応じて取替または補修を行っている。

摩耗の進展速度は、運転時間や主軸の回転数等により影響されるが、これらは通常運転

中ほぼ一定であり、これまでの運転経験より今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### e. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

#### f. 車室、ケーシングボルト、油切り、隔板締付ボルト、カップリングボルト、軸受台、軸受ボルトおよびベースプレートの腐食（全面腐食）

ケーシングボルト、隔板締付ボルト、カップリングボルトおよび軸受ボルトは低合金鋼、油切り、軸受台およびベースプレートは炭素鋼、車室は銅入鋳鋼である。

ケーシングボルト、油切り、カップリングボルト、軸受台、軸受ボルト、ベースプレートおよび車室外面はオイルミストまたは空気環境下であり、腐食が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。軸受台の大気接触部には塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。また、軸受台とベースプレートのスライド部については、グリースが充填されていることから、腐食が発生する可能性は小さく、定期的に見視点検を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

隔板締付ボルトは蒸気環境下であり、腐食が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### g. 車室の疲労割れ

車室は、プラントの起動・停止時等の温度・圧力変化により材料に疲労が蓄積されることにより、疲労割れが想定されるが、タービン起動時には高圧タービン車室内面メタル温度を確認しながら暖気運転を実施し、発生する熱応力を緩和している。さらに、原子力プラントは定格出力にて約1年運転することを基本としていることから、起動停止回数は少なく熱応力による材料の疲労蓄積は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### h. ラビリンスパッキンの摩耗

ラビリンスパッキンは車軸との接触による摩耗が想定されるが、車軸との隙間管理によ

り接触を防止している。また、定期的に車軸との寸法測定および目視確認を行い、健全性を確認しており、必要に応じ取替を行うこととしている。なお、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### i. 翼の高サイクル疲労割れ

第17回定期事業者検査（2011年度）における取替後、翼は、翼先端部カバーを隣接する翼どうしで接触連結させた全周1リング構造となっている。全周1リング構造となった翼の固有振動数と回転周波数との共振により高サイクル疲労割れが想定されるが、全周1リング構造となった翼の固有振動数と回転周波数との共振が起こらないよう設計されている。なお、海外プラントにおいて、翼軸連成振動により低圧タービンの最終段長翼が飛散した事例があるが、高圧タービンは低圧タービンに比べ翼長が短いため、翼軸連成振動が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで高サイクル疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### j. 翼・車軸の腐食疲労割れ

翼・車軸隙間部に腐食媒体が濃縮して腐食が発生し、これに繰返し応力が負荷される場合、疲労割れの発生、進展が想定されるが、高圧タービンについては、腐食媒体が濃縮を起こすような乾湿交番域は存在しないことから、腐食疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで腐食疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### k. 噴口の高サイクル疲労割れ

国内他プラント（PWR）の低圧タービン最終段静翼（BWRでは噴口に相当）溶接部およびその近傍において、高サイクル疲労によるき裂が生じた事例が見られたが、高圧タービン噴口の翼長は、低圧タービンと比較して短く剛性が高いことから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、国内外のプラントで高圧タービン噴口における高サイクル疲労割れの事例はなく、これまでの目視確認および浸透探傷試験結果からも高サイクル疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### 1. 車軸の摩耗

車軸の軸受部の摺動面は摩耗が想定されるが、車軸を支持する軸受にはホワイトメタルを使用し、潤滑油が供給され車軸と軸受間には膜が形成されており、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### m. 車軸の高サイクル疲労割れ

車軸には運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部等において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで高サイクル疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### n. キーの摩耗

当該キーは車室の中心を決める位置決めキーであり、車室の移動により接触面の摩耗が想定されるが、車室移動回数はプラントの起動停止回数に相当し、約1年に1回程度と少ないこと、およびタービン起動時には車室内面メタル温度の昇温率が運転管理基準値以下となるように運転しているため、車室の移動は緩やかであり、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認およびキーの寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/2) 高圧タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	車室		銅入鋳鋼		△*1△	△				△*2	*1：流れ加速型腐食 *2：合わせ面の不均一 *3：高サイクル疲労割れ *4：腐食疲労割れ *5：はく離
	ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	パッキン	◎	—								
	パッキンケーシング		炭素鋼		△*1						
	パッキンヘッド		低合金鋼		△*1						
	ラビリンスパッキン		銅合金, 低合金鋼	△							
	油切り		炭素鋼		△						
タービン性能の確保	翼		12Cr鋼		△*1	△*3 *4	△				
	噴口		12Cr鋼		△*1	△*3					
	隔板締付ボルト		低合金鋼		△		△				
	隔板		低合金鋼		△*1						
	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*3 *4	△				
	カップリングボルト		低合金鋼		△						
	軸受台		炭素鋼		△						
	ジャーナル軸受		炭素鋼鋳鋼, ホワイトメタル	△						△*5	
	スラスト軸受		銅, ホワイトメタル	△						△*5	
	軸受ボルト		低合金鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/2) 高圧タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材 質 変 化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
機器の支持	ベースプレート		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼, 低合金鋼		△						
	キー		炭素鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 1.2 低圧タービン

[対象機器]

- ① 低圧タービン

## 目 次

1. 対象機器	1.2-1
2. 低圧タービンの技術評価	1.2-2
2.1 構造, 材料および使用条件	1.2-2
2.2 経年劣化事象の抽出	1.2-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1.2-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1.2-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1.2-7



## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している低圧タービンの仕様を表1-1に示す。

表1-1 低圧タービンの仕様

タービン名称 (基数)	仕様 (出力×回転速度)	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力*3 (MPa)	運転温度*3 (°C)
低圧タービン (3)	820,000kW*4 ×1,800rpm	高*2	連続	1.1	188

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

\*3：組合せ中間弁入口の蒸気条件を示す。

\*4：高圧タービンとの合計出力を示す。

## 2. 低圧タービンの技術評価

### 2.1 構造、材料および使用条件

#### (1) 構造

低圧タービンは7段の複流形タービンであり、蒸気は高圧タービン排気より湿分分離器を経て車室中央部に流入する。流入した蒸気は中央で2つに分かれ、各段を経て両端の排気口から下方にある主復水器に至る。

低圧タービン車室は外部車室、内部車室にて構成され、炭素鋼または低合金鋼が使用されており、それぞれは水平継手面にて上下分割され、ケーシングボルトにより締結されている。

ダイヤフラム（噴口、隔板）は、車室内に嵌め込まれており、蒸気の通路部を形成している。噴口が12Cr鋼および13Cr鋼、隔板が低合金鋼であり、噴口は隔板に差し込み溶接されている。

低圧タービン車軸は、軸・円板一体型の低合金鋼から出来ており、2個の軸受により支えられている。また軸受台はベースプレートに基礎ボルトで固定されており、軸受台にはタービン回転方向の動きを制限するジャーナル軸受が設置されている。

低圧タービン車室両端面の車軸貫通部には蒸気流出を防止するためにスチームシールパッキン（パッキンケーシング、ラビリンスパッキン）が設けられており、多数のシールストリップを装備したラビリンスパッキンにより蒸気流出を防止している。

低圧タービン車室、ダイヤフラム、スチームシールパッキンは上、下半部のケーシングボルトをゆるめ、上半部を取り出すことにより点検手入れが可能である。

なお、翼、車軸については、第17回定期事業者検査（2011年度）において、翼接合部、車軸接合部のうち、車軸接合部である円板側翼取付部の応力腐食割れ対策として、円板側翼取付部の翼溝形状の変更、円板側翼取付部へショットピーニング、バニシングを施した車軸に取替を行っている。

また、応力腐食割れ対策に合わせ、車軸、翼、内部車室、内部ケーシングボルト、隔板、噴口および隔板締付ボルトについては、第17回定期事業者検査（2011年度）において、蒸気タービンの高効率化を図るため、取替を行っている。

低圧タービンの構造図を図2.1-1に示す。

#### (2) 材料および使用条件

低圧タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

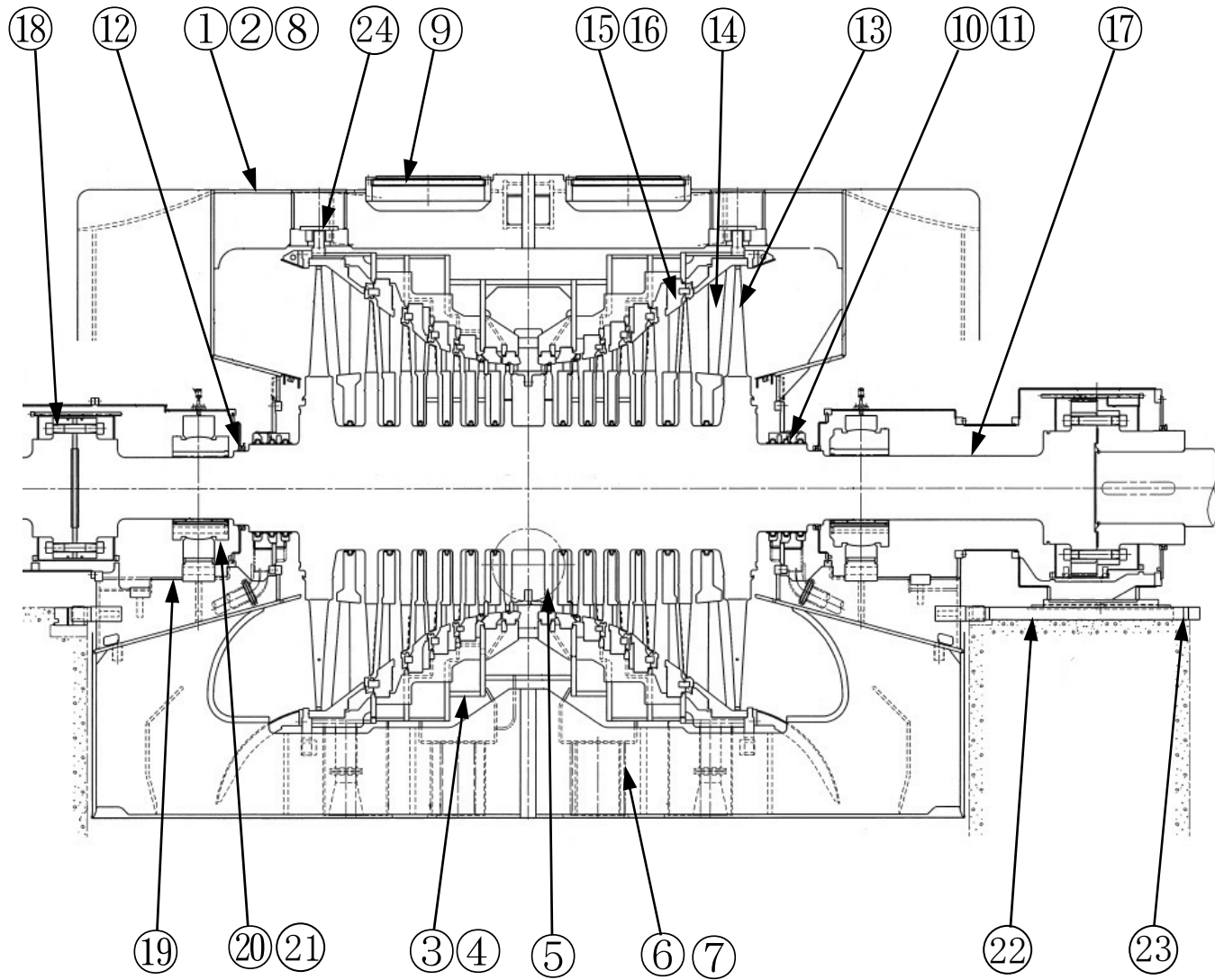


図2.1-1 低圧タービン構造図

No.	部 位
①	外部車室
②	外部ケーシングボルト
③	内部車室
④	内部ケーシングボルト
⑤	クロスアラウンド管エキスパンションジョイント
⑥	抽気短管
⑦	抽気管エキスパンションジョイント
⑧	パッキン
⑨	大気放出板
⑩	パッキンケーシング
⑪	ラビリンスパッキン
⑫	油切り
⑬	翼
⑭	噴口
⑮	隔板締付ボルト
⑯	隔板
⑰	車軸
⑱	カップリングボルト
⑲	軸受台
⑳	ジャーナル軸受
㉑	軸受ボルト
㉒	ベースプレート
㉓	基礎ボルト
㉔	キー

表2.1-1 低圧タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウンドリの維持	外部車室	炭素鋼 (SM41A)
	外部ケーシングボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	内部車室	低合金鋼 (SMA400AP)
	内部ケーシングボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	クロスアラウンド管エキスパンションジョイント	ステンレス鋼 (SUS321)
	抽気短管	低合金鋼 (SCMV3)
	抽気管エキスパンションジョイント	ステンレス鋼 (SUS316L)
	パッキン	(消耗品)
	大気放出板	(定期取替品)
	パッキンケーシング	炭素鋼 (SM41A)
	ラビリンスパッキン	銅合金 (鉛入りNi黄銅)
	油切り	炭素鋼 (SM41A)
タービン性能の確保	翼	12Cr鋼, 12Cr-Nb-N鋼
	噴口	12Cr鋼, 13Cr鋼
	隔板締付ボルト	低合金鋼 (SNB16)
	隔板	低合金鋼 (SCMV4, 2Cr鋼)
	車軸	低合金鋼 (3.5Ni-1.75Cr-Mo-V鋼)
	カップリングボルト	低合金鋼 (SCM435, SNCM616)
	軸受台	炭素鋼 (SM41A)
	ジャーナル軸受	炭素鋼 (SB46N), 炭素鋼鋳鋼 (SC46), ホワイトメタル
	軸受ボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
機器の支持	ベースプレート	炭素鋼 (SM41A)
	基礎ボルト	炭素鋼 (S30CN)
	キー	低合金鋼 (SMA41AP)

表2.1-2 低圧タービンの使用条件

運 転 圧 力	組合せ中間弁入口 1.1MPa～低圧タービン排気 -96kPa
運 転 温 度	組合せ中間弁入口 188℃～低圧タービン排気 33℃
定格回転速度	1,800rpm
内 部 流 体	蒸気

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

低圧タービンの機能である発電機駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② タービン性能の確保
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

低圧タービンについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

パッキンは消耗品、大気放出板は定期取替品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 外部車室，内部車室，抽気短管，パッキンケーシング，翼，噴口，隔板および車軸の腐食（流れ加速型腐食）

外部車室およびパッキンケーシングは炭素鋼，翼は12Cr鋼，噴口は12Cr鋼および13Cr鋼，内部車室，抽気短管，隔板および車軸は低合金鋼であり，内部流体は湿分を含んだ蒸気であるため，流れ加速型腐食が想定されるが，定期的に目視確認を実施し，健全性を確認しており，これまで有意な腐食による減肉は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 翼，隔板締付ボルトおよび車軸の応力腐食割れ

翼は12Cr鋼，隔板締付ボルトおよび車軸は低合金鋼であり，湿り蒸気環境下で使用されているため，応力腐食割れが想定されるが，翼接合部，車軸接合部の応力腐食割れについては，定期的な細密点検において超音波探傷試験を実施し，健全性確認をすることとしている。また，隔板締付ボルトについては，定期的に目視確認および浸透探傷試験を実施し，健全性を確認している。

翼接合部，車軸接合部については，2012年11月に国内他プラントで発生した低圧タービンの円板側翼取付部の応力腐食割れ事象を受け，島根2号炉の第17回定期事業者検査（2011年度）において翼接合部，車軸接合部の超音波探傷試験を実施した。超音波探傷試験の結果，低圧タービン（A）～（C）第10，11段の車軸接合部である円板側翼取付部に応力腐食割れが認められた。

この応力腐食割れ対策として，円板側翼取付部の翼取付部翼溝形状の変更，円板側翼取付部へショットピーニング，バニシングを施した車軸に取替（第17回定期事業者検査（2011年度））を行っている。なお，これまでの点検実績では，隔板締付ボルトに応力腐食割れの発生は認められていない。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受の摩耗・はく離

ジャーナル軸受はホワイトメタルを鑄込み溶着したすべり軸受を使用しており，摩耗・はく離が想定される。

摩耗については，主軸と軸受間に潤滑油が供給され軸受の摩耗が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認，主軸と軸受部の寸法測定を行い，基準値に達した場合は取替または補修を行っている。

はく離については，定期的に目視確認および浸透探傷試験を実施し，必要に応じて取替または補修を行っている。

摩耗の進展速度は，運転時間や主軸の回転数等により影響されるが，これらは通常運転中はほぼ一定であり，これまでの運転経験より今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

e. 外部車室，外部ケーシングボルト，内部ケーシングボルト，油切り，隔板締付ボルト，カップリングボルト，軸受台，軸受ボルトおよびベースプレートの腐食（全面腐食）

外部ケーシングボルト，内部ケーシングボルト，隔板締付ボルト，カップリングボルトおよび軸受ボルトは低合金鋼，油切り，軸受台，ベースプレートおよび外部車室は炭素鋼である。

外部車室外面，外部ケーシングボルト，軸受ボルト，カップリングボルト，油切り，軸受台およびベースプレートはオイルミストまたは空気環境下であり，腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。なお，軸受台および外部車室外面の大気接触部は，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。加えて，軸受台とベースプレートのスライド部については，グリースが充填されていることから，腐食が発生する可能性は小さく，定期的に目視点検を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

また，内部ケーシングボルトおよび隔板締付ボルトについては，蒸気環境下であり，腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 内部車室の疲労割れ

内部車室は，プラントの起動・停止時等の温度・圧力変化により材料に疲労が蓄積されることにより，疲労割れが想定されるが，タービン起動時には高压タービン車室内面メタル温度を確認しながら暖気運転を実施し，発生する熱応力を緩和している。さらに原子力プラントは定格出力にて約1年運転することを基本としていることから，起動停止回数は少なく熱応力による材料の疲労蓄積は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで疲労割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. エキспанションジョイント（クロスアラウンド管，抽気管）の疲労割れ

エキспанションジョイント（クロスアラウンド管，抽気管）は，プラント起動・停止



時に熱応力がかかることにより材料に疲労が蓄積されるため、疲労割れが想定されるが、原子力プラントは定格出力により運転しており、1サイクルで約1年運転していることから、起動停止回数は少なく熱応力による材料の疲労蓄積は小さい。

また、第17回定期事業者検査（2011年度）において内部車室取替に合わせてエキスパンションジョイント（クロスアラウンド管、抽気管）を取替えた際、撤去したエキスパンションジョイントについて目視確認を実施したが、有意な欠陥は認められなかった。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### h. エキスパンションジョイント（クロスアラウンド管、抽気管）の応力腐食割れ

エキスパンションジョイント（クロスアラウンド管、抽気管）のベローズ部はステンレス鋼であり、溶接部を有していることから、応力腐食割れが想定されるが、エキスパンションジョイント（クロスアラウンド管、抽気管）のベローズ部については、外面は低圧タービン排気環境下であり、使用温度が100℃以下であるため、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、第17回定期事業者検査（2011年度）において内部車室取替に合わせてエキスパンションジョイント（クロスアラウンド管、抽気管）を取替えた際、撤去したエキスパンションジョイントについて目視確認を実施したが、応力腐食割れは確認されていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### i. ラビリンスパッキンの摩耗

ラビリンスパッキンは車軸との接触による摩耗が想定されるが、車軸との隙間管理により接触を防止している。また、定期的に車軸との寸法測定および目視確認を行い、健全性を確認しており、必要に応じて取替を行うこととしている。なお、これまで有意な摩耗は確認されていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### j. 翼の高サイクル疲労割れ

第17回定期事業者検査（2011年度）における取替後、翼は、翼先端部カバーを隣接する翼どおしで接触連結させた全周1リング構造となっている。

国内他プラント（PWR）において、翼を数枚ごとに翼端で連結して群を構成された群翼の固有振動数が回転周波数の整数倍に共振して翼が折損する事例が見られた。

また、海外プラント（PWR）において、車軸と翼の連成振動数が、発電機の系統周波数に共振して、運開した直後に、低圧タービン最終段翼が飛散した事例がある。

これより、翼は高サイクル疲労割れが想定されるが、島根2号炉については、このような振動数を考慮した設計をしていることから、翼の高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで

有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### k. 翼・車軸の腐食疲労割れ

翼・車軸の隙間部に腐食媒体が濃縮して腐食が発生し、これに繰り返し応力が負荷される場合に疲労割れの発生・進展が想定されるが、低圧タービンについては、腐食媒体の濃縮を起こすような乾湿交番域は存在しないことから、腐食疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで腐食疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### l. 噴口の高サイクル疲労割れ

国内他プラント（PWR）の低圧タービン最終段静翼（BWRでは噴口に相当）溶接部およびその近傍において、高サイクル疲労によるき裂が生じた事例が見られたが、島根2号炉低圧タービンの噴口は、車軸の回転数や蒸気の流れによる振動と固有振動数が共振しないように設計しており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は十分に小さい。

また、これまでの目視確認および浸透探傷試験結果において高サイクル疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### m. 車軸の摩耗

車軸の軸受部の摺動面は摩耗が想定されるが、車軸を支持する軸受の受面はホワイトメタルを使用し、潤滑油が供給され車軸と軸受間には膜が形成されており、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### n. 車軸の高サイクル疲労割れ

車軸には運転時に繰り返し応力が発生することから、応力集中部等において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、

高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. キーの摩耗

当該キーは車室の中心を決める位置決めキーであり、車室の移動により接触面の摩耗が想定されるが、外部車室内部は低圧タービンの排気（約33℃）であるため、熱による変形は少なく、ほとんど移動しないと考えられることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認およびキーの寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/2) 低圧タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
バウタリ <sup>レ</sup> の維持	外部車室		炭素鋼		△*1△						*1：流れ加速型腐食 *2：ベローズ <sup>レ</sup> 部
	外部ケーシングホルト		低合金鋼		△						
	内部車室		低合金鋼		△*1	△					
	内部ケーシングホルト		低合金鋼		△						
	クロスアラウト <sup>レ</sup> 管エキスパンションジョイント		ステンレス鋼			△	△*2				
	抽気短管		低合金鋼		△*1						
	抽気管エキスパンションジョイント		ステンレス鋼			△	△*2				
	パッキン	◎	—								
	大気放出板	◎	—								
	パッキンケーシング		炭素鋼		△*1						
	ラビリンスパッキン		銅合金	△							
油切り		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2. 2-1 (2/2) 低圧タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期取替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
タービン性能の確保	翼		12Cr鋼		△*1	△*2*3	△				*1：流れ加速型腐食 *2：高サイクル疲労割れ *3：腐食疲労割れ *4：はく離
	噴口		12Cr鋼, 13Cr鋼		△*1	△*2					
	隔板締付ボルト		低合金鋼		△		△				
	隔板		低合金鋼		△*1						
	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*2*3	△				
	カップリングボルト		低合金鋼		△						
	軸受台		炭素鋼		△						
	ジャーナル軸受		炭素鋼, 炭素鋼 鋳鋼, ホイタル	△						△*4	
	軸受ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	ベースプレート		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						
	キー		低合金鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 1.3 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

[対象機器]

- ① 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定	1.3-1
2. 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの技術評価	1.3-2
2.1 構造, 材料および使用条件	1.3-2
2.2 経年劣化事象の抽出	1.3-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1.3-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1.3-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1.3-7

1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用している原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの仕様を表1-1に示す。

表1-1 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの仕様

タービン名称 (基数)	仕様 (出力×回転速度)	重要度*1	使用条件		
			運転状態	運転圧力 (MPa)	運転温度 (°C)
原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン (2)	6,550kW×5,450rpm	高*2	連続	6.6	282

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。



## 2. 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### (1) 構造

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンは6段単流式であり, 蒸気は高圧ノズルボックスよりタービンに流入し, 各段を経て車室下半部にある排気口から復水器に至る。

タービン車室は, 炭素鋼または低合金鋼であり, 水平継手面で上, 下半車室に分割されており, ケーシングボルトにより締結されている。

ダイヤフラム(噴口, 隔板)は, 噴口が12Cr鋼または13Cr鋼, 隔板は炭素鋼または低合金鋼であり, 車室内に嵌め込まれ, 蒸気の通路部を形成している。

また, 軸受支持は高圧側, 低圧側の2箇所にある。高圧側は車室の熱伸びを吸収する構造となっており, また低圧側は基礎ボルトにより基礎に固定されている。

タービン車軸は低合金鋼であり, 2個のジャーナル軸受により支えられている。

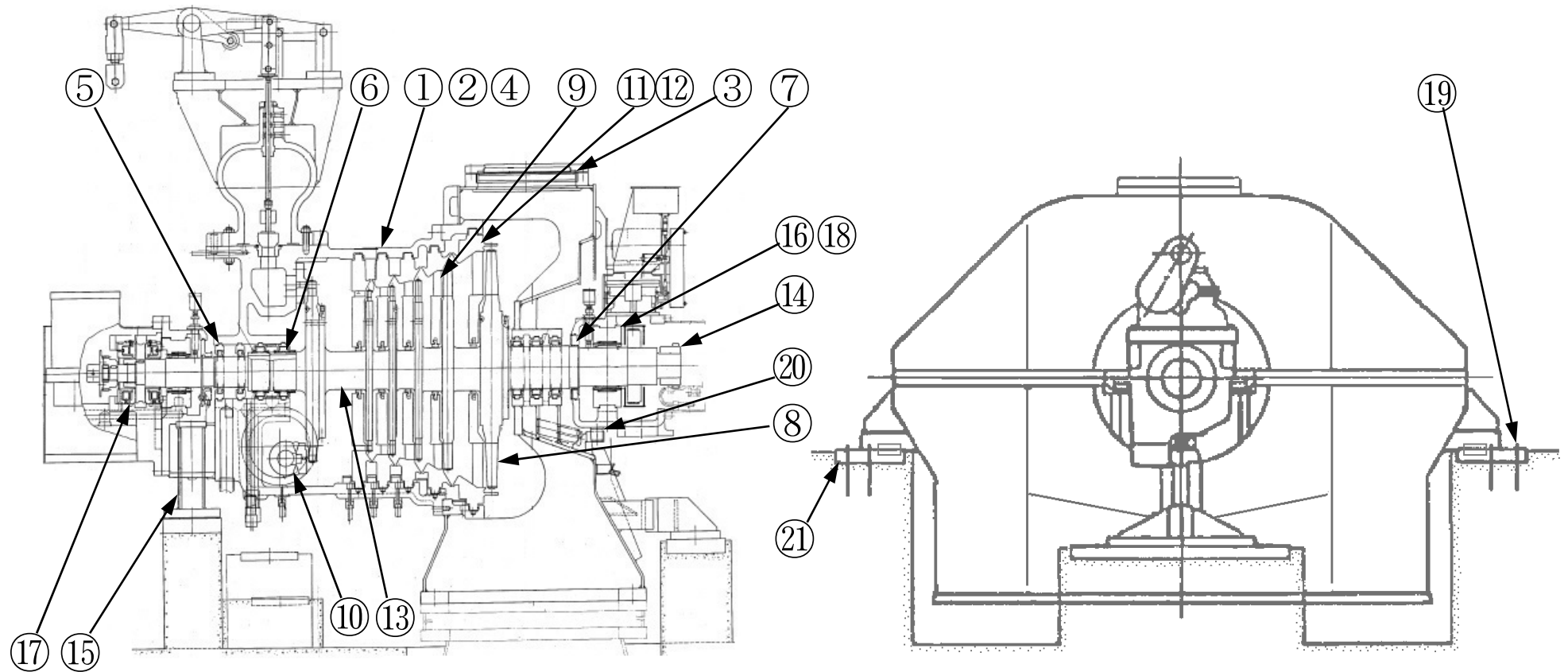
タービン車室両端面の車軸貫通部には, 蒸気流出を防止するためにスチームシールパッキン(パッキンハウジング, ラビリンスパッキン)が設けられており, 多数のシールストリップを装備し蒸気流出を防止している。

タービン車室, ダイヤフラム, スチームシールパッキン等は上, 下半車室の締付ボルトをゆるめ, 上半車室を開放することにより点検手入れが可能である。

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの構造図を図2.1-1に示す。

#### (2) 材料および使用条件

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	車室	⑤	ハッキンハウジング	⑨	噴口	⑬	車軸	⑰	スラスト軸受	⑳	ベースプレート
②	ケーシングボルト	⑥	ラビリンスパッキン	⑩	高圧ノズルボックス	⑭	ギアカップリング	⑱	軸受ボルト		
③	大気放出板	⑦	油切り	⑪	隔板固定キー・ボルト	⑮	軸受台	⑲	基礎ボルト		
④	パッキン	⑧	翼	⑫	隔板	⑯	ジャーナル軸受	⑳	キー		

図2. 1-1 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン構造図

表2.1-1 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウダリの維持	車室	低合金鋼 (Cr-Mo 鑄鋼, SMA41AP) 炭素鋼 (鋼板)
	ケーシングボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼) 炭素鋼 (S30C)
	大気放出板	(定期取替品)
	パッキン	(消耗品)
	パッキンハウジング	炭素鋼 (SM41A), 低合金鋼 (Cr-Mo 鋼), 12Cr 鋼
	ラベリンスパッキン	銅合金 (鉛入り Ni 黄銅)
	油切り	アルミニウム合金鑄物, 銅合金 (鉛入り Ni 黄銅)
タービン性能の確保	翼	12Cr 鋼
	噴口	12Cr 鋼, 13Cr 鋼
	高圧ノズルボックス	低合金鋼 (Cr-Mo 鑄鋼), 13Cr 鋼
	隔板固定キー・ボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼)
	隔板	低合金鋼 (Cr-Mo 鑄鋼), 炭素鋼 (SM41A)
	車軸	低合金鋼 (Ni-Cr-Mo-V 鋼)
	ギアカップリング	低合金鋼 (SCM420)
	軸受台	炭素鋼 (SM400A)
	ジャーナル軸受	炭素鋼 (SM41A), 炭素鋼鑄鋼 (SC46), ホワイトメタル
	スラスト軸受	炭素鋼 (S15C), ホワイトメタル
軸受ボルト	低合金鋼 (SCM435)	
機器の支持	基礎ボルト	低合金鋼 (SCM435)
	キー	炭素鋼
	ベースプレート	炭素鋼 (SM41A)

表2.1-2 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの使用条件

運 転 圧 力	6.6MPa <sup>*1</sup> ～95kPa <sup>*2</sup>
運 転 温 度	282°C <sup>*1</sup> ～37°C <sup>*2</sup>
定格回転速度	5,450rpm
内 部 流 体	蒸気

\*1：高圧蒸気止め弁入口圧力，温度を示す。

\*2：タービン排気圧力，温度を示す。

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの機能であるポンプ駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② タービン性能の確保
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々に部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

パッキンは消耗品、大気放出板は定期取替品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 車室、パッキンハウジング、翼、噴口、高圧ノズルボックス、隔板および車軸の腐食（流れ加速型腐食）

車室は低合金鋼または炭素鋼、パッキンハウジングは低合金鋼、炭素鋼または12Cr鋼、翼は12Cr鋼、噴口は12Cr鋼または13Cr鋼、高圧ノズルボックスは低合金鋼または13Cr鋼、隔板は低合金鋼または炭素鋼、車軸は低合金鋼であり内部流体は湿分を含んだ蒸気であるため、流れ加速型腐食が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまでに腐食による有意な減肉は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 翼および車軸の応力腐食割れ

翼は12Cr鋼、車軸は低合金鋼であり、湿り蒸気環境下で使用されているため、応力腐食割れが想定されるが、翼接合部、車軸接合部の応力腐食割れについては、定期的に超音波探傷試験を実施し、健全性を確認している。

翼接合部、車軸接合部については、2012年11月に国内他プラントで発生した低圧タービンの円板側翼取付部の応力腐食割れ事象を受け、島根2号炉の第17回定期事業者検査（2011年度）において原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンの翼・車軸接合部の超音波探傷試験を実施した。超音波探傷試験の結果、給水ポンプ駆動用タービン（A）、（B）第4段の車軸接合部である円板側翼取付部にインジケーション波形が認められた。なお、翼接合部にインジケーション波形は認められなかった。

これにより、給水ポンプ駆動用タービン（A）、（B）の車軸接合部である円板側翼取付部の応力腐食割れ対策として、ショットピーニングを施した車軸に取替（第17回定期事業者検査（2011年度））を行っている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. ジャーナル軸受およびスラスト軸受ホワイトメタルの摩耗・はく離

ジャーナル軸受およびスラスト軸受はホワイトメタルを鑄込み溶着したすべり軸受を使用しており、摩耗・はく離が想定される。

摩耗については、主軸と軸受間に潤滑油が供給され摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認、主軸と軸受部の寸法測定を行い、基準値に達した場合は取替または補修を行っている。

はく離については、定期的に見視確認および浸透探傷検査を実施し、必要に応じて取替または補修を行っている。

摩耗の進展速度は、運転時間や主軸の回転数等により影響されるが、これらは通常運転中ほぼ一定である。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

e. 車室，ケーシングボルト，油切り，隔板固定キー・ボルト，軸受台，軸受ボルトおよびベースプレートの腐食（全面腐食）

車室，ケーシングボルト，油切り，隔板固定キー・ボルト，軸受台，軸受ボルトおよびベースプレートは炭素鋼，低合金鋼または銅合金である。

ケーシングボルト，油切り，軸受ボルトおよび車室外面はオイルミストまたは空気環境下であり，腐食が想定されるが，定期的な目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。軸受台，ベースプレートの大気接触部は，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

隔板固定キー・ボルトについては，蒸気環境下であり，腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ラビリンスパッキンの摩耗

ラビリンスパッキンは，車軸との接触による摩耗が想定されるが，車軸との隙間管理により接触を防止している。また，定期的に車軸との寸法測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 翼の高サイクル疲労割れ

翼は，群翼振動数と回転周波数が共振することがないように設計段階で考慮されている。なお，海外プラントにおいて，翼軸連成振動により低圧タービンの最終段翼が飛散した事例があるが，原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン翼のように翼長の非常に短い剛構造の翼については発生の可能性は小さい。

また，これまでの目視確認および浸透探傷検査結果からも翼に疲労割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 翼・車軸の腐食疲労割れ

翼・車軸隙間部に腐食媒体が濃縮して腐食が発生し，これに繰返し応力が負荷される場合，疲労き裂が発生・進展することがあるが，当該機器については，こうした腐食媒体の

濃縮を起こすような乾湿交番域が存在しないことから、腐食疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで腐食疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### i. 噴口の高サイクル疲労割れ

国内他プラント（PWR）の低圧タービン最終段静翼（BWRでは噴口に相当）溶接部およびその近傍において、高サイクル疲労による亀裂が生じた事例が見られたが、島根2号炉原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン噴口の翼長は、低圧タービンと比較して非常に短く剛性が高いことから、高サイクル疲労割れの可能性は小さい。

また、国内外のプラントで原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン噴口における高サイクル疲労の事例はなく、これまでの見視確認および浸透探傷検査結果からも異常は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### j. 車軸の摩耗

車軸の軸受部の摺動面は摩耗が想定されるが、車軸を支持する軸受の受面はホワイトメタルを使用し、潤滑油が供給され車軸と軸受間には膜が形成されており、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### k. 車軸の高サイクル疲労割れ

国内他プラント（PWR）の充填／高圧注入ポンプで高サイクル疲労における車軸の折損が発生しているが、これは製造上の原因によるものであり、本来設計段階において疲労割れが発生しないように考慮されている。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### l. ギアカップリングの摩耗

ギアカップリングは接触による摩耗が想定されるが、油環境下にあることから、摩耗の可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認めら



れていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. キーの摩耗

当該キーは車室の中心を決める位置決めキーであり、車室は熱による変形が生じるため、キーの接触面で摩耗が想定されるが、車室の熱膨張による移動回数は、プラントの起動停止回数に相当し約1年で2回と少なく、またタービン起動時に車室内面温度を確認しながら昇温しているため、車室の移動は比較的緩やかであると考えられることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/2) 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウタリの維持	車室		低合金鋼, 炭素鋼		△*1△						*1: 流れ加速型腐食 *2: 銅合金のみ *3: 高サイクル疲労割れ *4: 腐食疲労割れ
	ケーシングボルト		低合金鋼, 炭素鋼		△						
	大気放出板	◎	—								
	パッキン	◎	—								
	パッキンハウジング		炭素鋼, 低合金鋼, 12Cr鋼		△*1						
	ラビリンスパッキン		銅合金	△							
	油切り		アルミニウム合金鋳物, 銅合金		△*2						
タービン性能の確保	翼		12Cr鋼		△*1	△*3*4	△				
	噴口		12Cr鋼, 13Cr鋼		△*1	△*3					
	高圧ノズルボックス		低合金鋼, 13Cr鋼		△*1						
	隔板固定キー・ボルト		低合金鋼		△						
	隔板		低合金鋼, 炭素鋼		△*1						
	車軸		低合金鋼	△	△*1	△*3*4	△				
	ギアカップリング		低合金鋼	△							

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表2. 2-1 (2/2) 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
タービン性能の確保	軸受台		炭素鋼		△						*1：はく離
	ジャーナル軸受		炭素鋼, 炭素鋼鋳鋼, ホイメタル	△						△*1	
	スラスト軸受		炭素鋼, ホイメタル	△						△*1	
	軸受ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	キー		炭素鋼	△							
	ベースプレート		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 1.4 主要配管

[対象配管]

- ① リード管
- ② クロスアラウンド管
- ③ クロスアラウンド管安全弁出口管

## 目 次

1. 対象機器	1. 4-1
2. 配管の技術評価	1. 4-2
2.1 構造, 材料および使用条件	1. 4-2
2.1.1 リード管	1. 4-2
2.1.2 クロスアラウンド管	1. 4-5
2.1.3 クロスアラウンド管安全弁出口管	1. 4-8
2.2 経年劣化事象の抽出	1. 4-11
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1. 4-11
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1. 4-11
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1. 4-13

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用しているタービン廻りの主要配管の仕様を表1-1に示す。

表1-1 タービン廻りの主要配管の仕様

機器名称	仕様 (外径×肉厚) <sup>*1</sup> (mm)	重要度 <sup>*2</sup>	使用条件		
			運転 状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
リード管	609.6×30.9	高 <sup>*3</sup>	連続	6.9	286
クロスアラウンド管 (高圧タービン～湿分分離器) (湿分分離器～組合せ中間 弁)	1,371.6×23.8 836.6×50	高 <sup>*3</sup>	連続	1.8	209
クロスアラウンド管安全弁出口管	508×9.5	高 <sup>*3</sup>	一時	0.9	179

\*1：最大口径の配管の仕様を示す。

\*2：最上位の重要度を示す。

\*3：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

## 2. 配管の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 リード管

##### (1) 構造

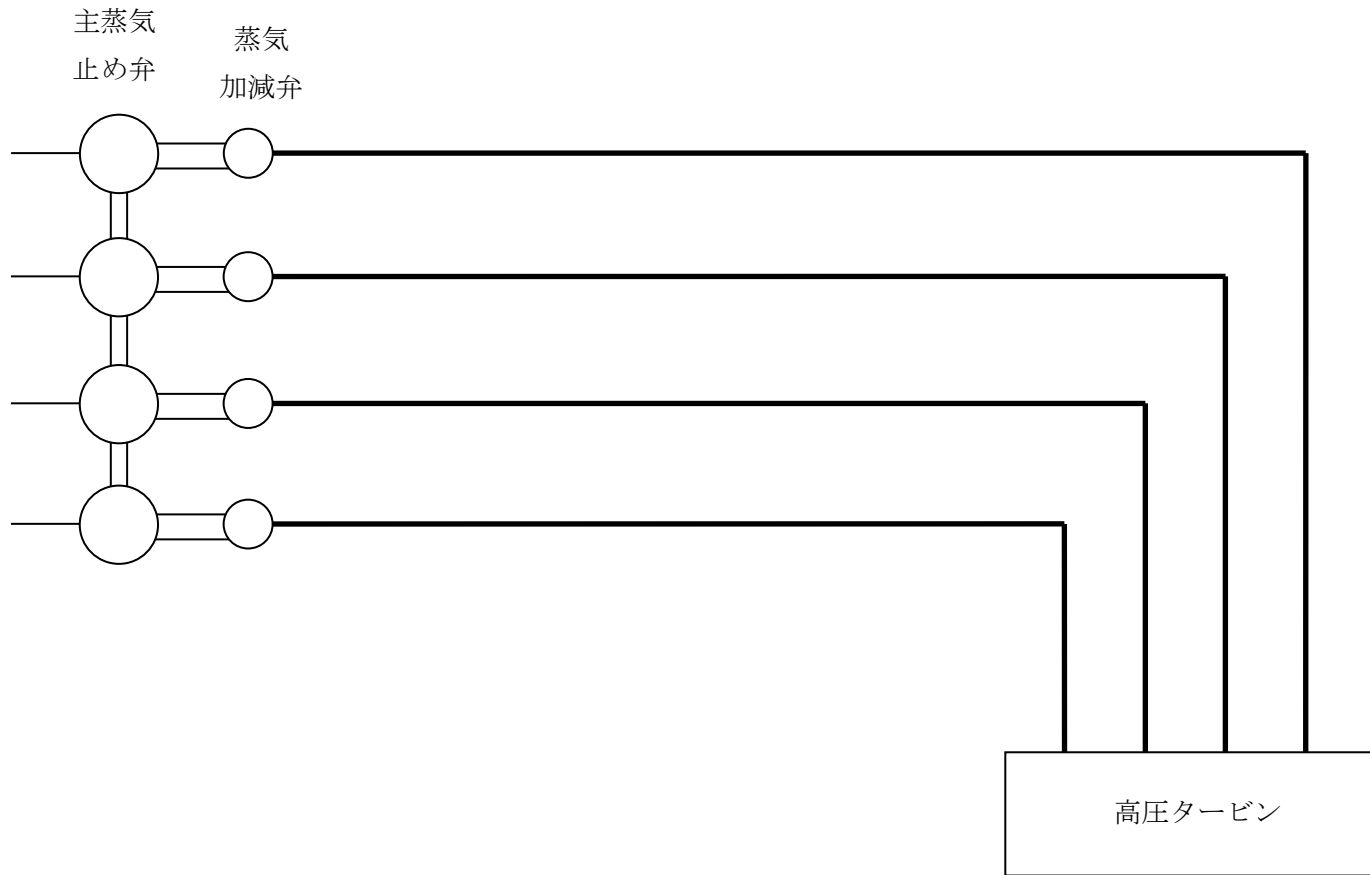
リード管は, 直管, エルボ等で構成しており, 炭素鋼および炭素鋼鋳鋼を使用している。

各配管は溶接により接続しており, 高圧タービン (車室上半部, 車室下半部) との取り合いは, フランジ接続, 溶接接続となっている。

リード管の系統図を図2. 1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

リード管主要部位の使用材料を表2. 1-1に, 使用条件を表2. 1-2に示す。



(太線：対象範囲)

図2.1-1 リード管系統図



表2.1-1 リード管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
バウダリの維持	配管	炭素鋼 (SB49), 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
	フランジ・ボルト・ナット	炭素鋼 (S30C)
	パッキン	(消耗品)

表2.1-2 リード管の使用条件

最高使用圧力	6.9MPa
最高使用温度	286℃
内 部 流 体	蒸気

## 2.1.2 クロスアラウンド管

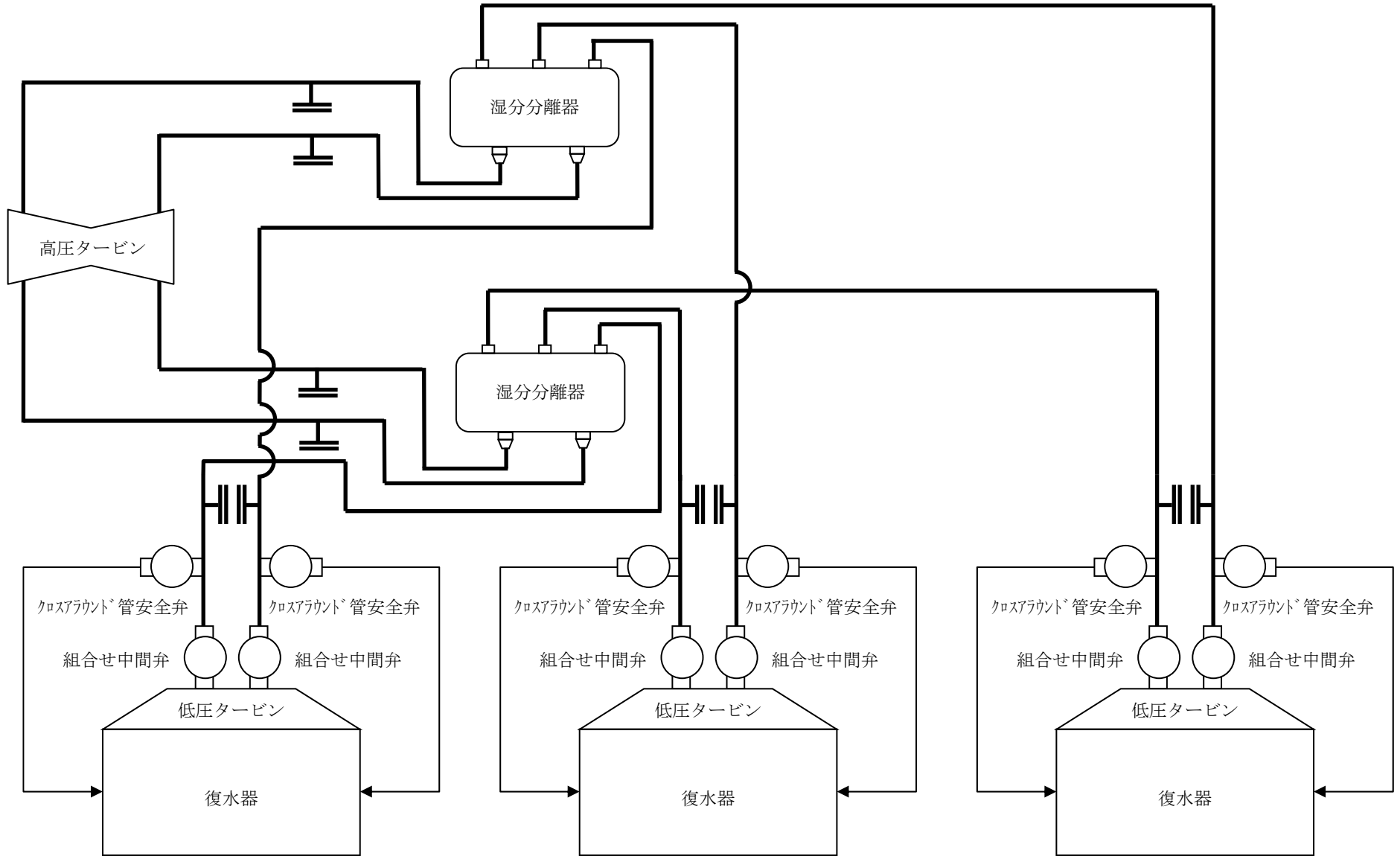
### (1) 構造

クロスアラウンド管は、直管、エルボ等で構成しており、低合金鋼を使用している。各配管は溶接により接続しており、高圧タービンとの取り合いは、溶接接続となっている。

また、配管の途中には点検用マンホールを設けており、配管内部の点検が可能である。クロスアラウンド管の系統図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

クロスアラウンド管主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。



(太線：対象範囲)

図2.1-2 クロスアラウンド管系統図

表2.1-3 クロスアラウンド管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウダリの維持	配管	低合金鋼 (SB46相当, SFVAF11A, SCMV3)
	マンホール蓋	低合金鋼 (SFVAF11A)
	フランジボルト・ナット	低合金鋼 (SNB7)
	パッキン	(消耗品)

表2.1-4 クロスアラウンド管の使用条件

最高使用圧力	1.8MPa
最高使用温度	209℃
内 部 流 体	蒸気

### 2.1.3 クロスアラウンド管安全弁出口管

#### (1) 構造

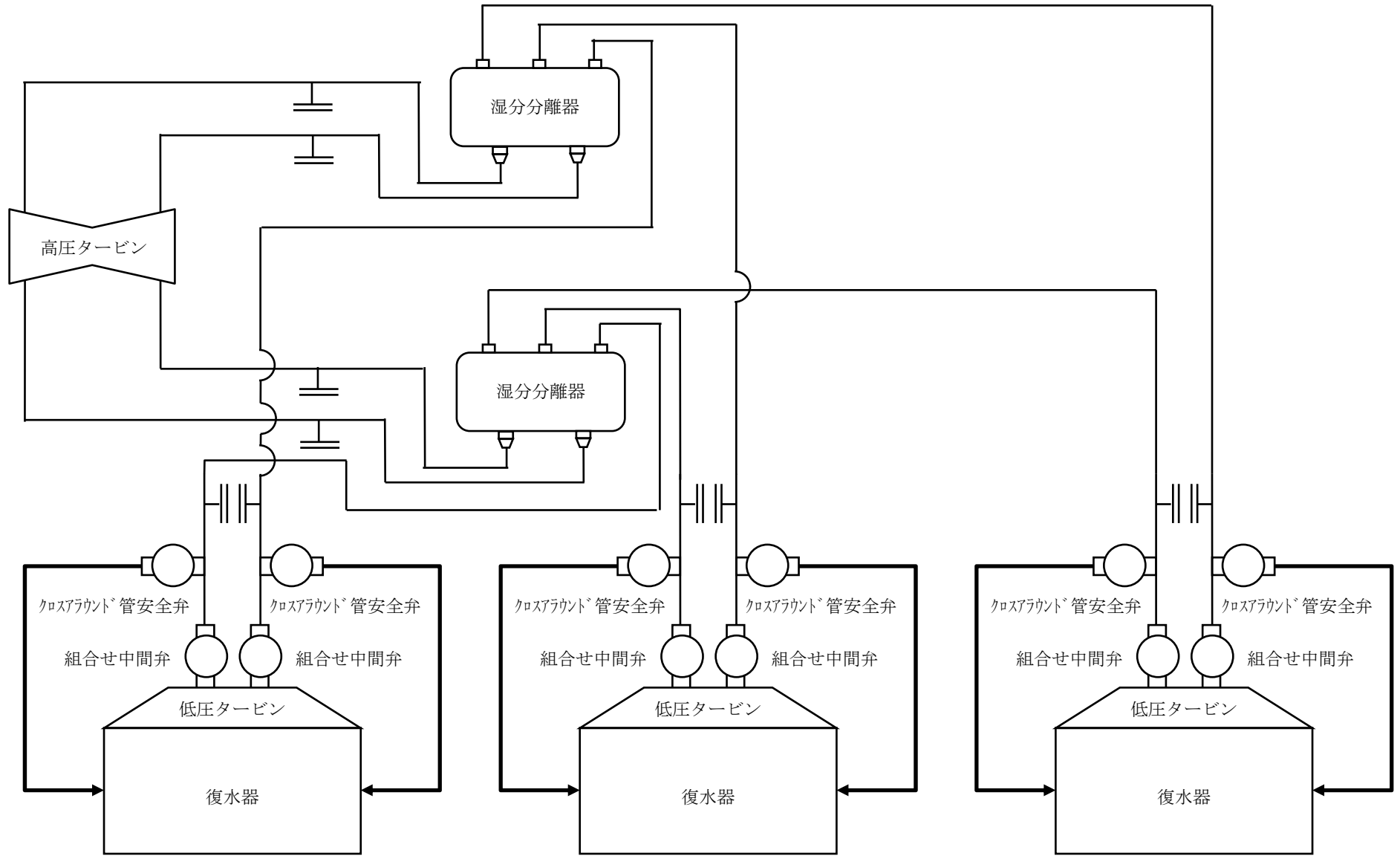
クロスアラウンド管安全弁出口管は、直管、エルボ等で構成しており、炭素鋼を使用している。

各配管は溶接により接続しており、クロスアラウンド管安全弁との取り合いは、フランジ接続となっている。

クロスアラウンド管安全弁出口管の系統図を図2.1-3に示す。

#### (2) 材料および使用条件

クロスアラウンド管安全弁出口管主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。



(太線：対象範囲)

図2.1-3 クロスアラウンド管安全弁出口管系統図

表2.1-5 クロスアラウンド管安全弁出口管主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
バウタリの維持	配管	炭素鋼 (SB42, STPT42)
	フランジホルト・ナット	炭素鋼 (S30C)
	パッキン	(消耗品)

表2.1-6 クロスアラウンド管安全弁出口管の使用条件

最高使用圧力	0.9MPa
最高使用温度	179℃
内 部 流 体	蒸気

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

配管の機能は流体の流路確保であり，これを達成するためには次の項目が必要である。

#### ① バウンダリの維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

配管について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（流体の種類，圧力，温度等）および現在までの運転経験を考慮し，代表機器毎に表2.2-1で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお，消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

パッキンは消耗品であり，長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 配管の腐食（流れ加速型腐食）〔リード管，クロスアラウンド管〕

常時流れがある，蒸気環境のエルボ部，分岐部，レジューサ部等の流れの乱れが起きる箇所に流れ加速型腐食による減肉が発生する可能性がある。なお，クロスアラウンド管については，耐食性に優れた低合金鋼を使用していることから腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

配管の流れ加速型腐食については，社内規定「配管肉厚管理手引書」に基づき，配管材質および内部流体等を考慮して管理ランクを設定し，超音波厚さ測定または放射線透過試験等により点検を実施し，減肉傾向を把握している。

また，必要最小厚さに達するまでの余寿命を算出し，その結果に応じて次回測定，取替等を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. マンホール蓋の腐食（流れ加速型腐食）〔クロスアラウンド管〕

常時流れがある，蒸気環境のエルボ部，分岐部，レジューサ部等の流れの乱れが起きる箇所に流れ加速型腐食による減肉が発生する可能性がある。

マンホール蓋については，これまでの目視確認において有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 配管外面の腐食（全面腐食）〔共通〕

リード管，クロスアラウンド管およびクロスアラウンド管安全弁出口管は，炭素鋼，炭素鋼鋳鋼または低合金鋼であり，外面の腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視確認において有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 配管の疲労割れ〔共通〕

リード管，クロスアラウンド管およびクロスアラウンド管安全弁出口管は，プラントの起動・停止時等の温度・圧力変化により材料に疲労が蓄積されることにより，疲労割れが想定されるが，プラント起動停止時の温度変化は運転管理基準値以下の温度変化率で管理されており，急激な熱過渡を受けることはないため，疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視確認において有意な疲労割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. フランジボルト, ナットの腐食 (全面腐食) [共通]

フランジボルト, ナットは, 炭素鋼または低合金鋼であることから腐食が想定されるが, 定期的に目視確認を行い, 健全性を確認しており, これまで有意な腐食は認められていない。

したがって, 今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (日常劣化管理事象以外)

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/3) リード管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期取替 品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
バウダリの維持	配管		炭素鋼, 炭素鋼鋳 鋼		△*1△	△					*1：流れ加速型腐食
	フランジ、ボルト、ナット		炭素鋼		△						
	パッキン	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/3) クロスアラウンド管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期取替 品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
バウダリの維持	配管		低合金鋼		△*1△	△					*1：流れ加速型腐食
	マンホール蓋		低合金鋼		△*1						
	フランジボルト, ナット		低合金鋼		△						
	パッキン	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (3/3) クロスアラウンド管安全弁出口管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期取替 品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
バウダリの維持	配管		炭素鋼		△	△					
	フランジボルト, ナット		炭素鋼		△						
	パッキン	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 1.5 主要弁

[対象弁]

- ① 主蒸気止め弁
- ② 蒸気加減弁
- ③ 組合せ中間弁
- ④ タービンバイパス弁
- ⑤ クロスアラウンド管安全弁
- ⑥ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁
- ⑦ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気加減弁
- ⑧ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁
- ⑨ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気加減弁

## 目 次

1. 対象機器	1.5-1
2. 主要弁の技術評価	1.5-2
2.1 構造, 材料および使用条件	1.5-2
2.1.1 主蒸気止め弁	1.5-2
2.1.2 蒸気加減弁	1.5-6
2.1.3 組合せ中間弁	1.5-9
2.1.4 タービンバイパス弁	1.5-12
2.1.5 クロスアラウンド管安全弁	1.5-15
2.1.6 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁および高圧蒸気加減弁	1.5-18
2.1.7 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁および低圧蒸気加減弁	1.5-21
2.2 経年劣化事象の抽出	1.5-25
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1.5-25
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1.5-25
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1.5-27



## 1. 対象機器

島根2号炉で使用しているタービン廻りの主要弁の仕様を表1-1に示す。

表1-1 タービン廻りの主要弁の仕様

機器名称 (基数)	型 式	口径 (mm)	重要度*1	運 転 条 件		
				運転 状態	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (℃)
主蒸気止め弁 (4)	玉形弁	508	PS-2	連続	8.6	302
蒸気加減弁 (4)	ホッパット 玉形弁	431.8	高*2	連続	8.6	302
組合せ中間弁 (6)	複合弁	838.2	高*2	連続	1.8	209
タービンハイパス弁 (6)	玉形弁	228.6	PS-2	一時	8.6	302
クロスアラウンド管安全弁 (6)	安全弁	402	高*2	一時	1.8	209
原子炉給水ポンプ駆 動用蒸気タービン 高圧蒸気止め弁 (2)	玉形弁	80	高*2	連続 (短期)	8.6	302
原子炉給水ポンプ駆 動用蒸気タービン 高圧蒸気加減弁 (2)	玉形弁	50	高*2	連続 (短期)	8.6	302
原子炉給水ポンプ駆 動用蒸気タービン 低圧蒸気止め弁 (2)	玉形弁	200	高*2	連続	1.8	209
原子炉給水ポンプ駆 動用蒸気タービン 低圧蒸気加減弁 (2)	玉形弁	70	高*2	連続	1.8	209

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

## 2. 主要弁の技術評価

### 2.1 構造，材料および使用条件

#### 2.1.1 主蒸気止め弁

##### (1) 構造

主蒸気止め弁は，玉形弁であり，高圧タービン入口に4台設置している。

本弁は，タービントリップ時等に高圧タービンへの蒸気供給を遮断するものである。

弁本体は，蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふた，弁ふたボルト・ナット，軸封部），蒸気を仕切る隔離部（弁体，弁体ボルト，弁座），弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒，ピストン，油筒シリンダ，スプリング，ヨーク，衛帯筐）および弁を支える支持部（支持鋼材，埋込金物）からなる。ただし，主蒸気止め弁（No.2）については，ウォーミング用の副弁を有する構造となっている。

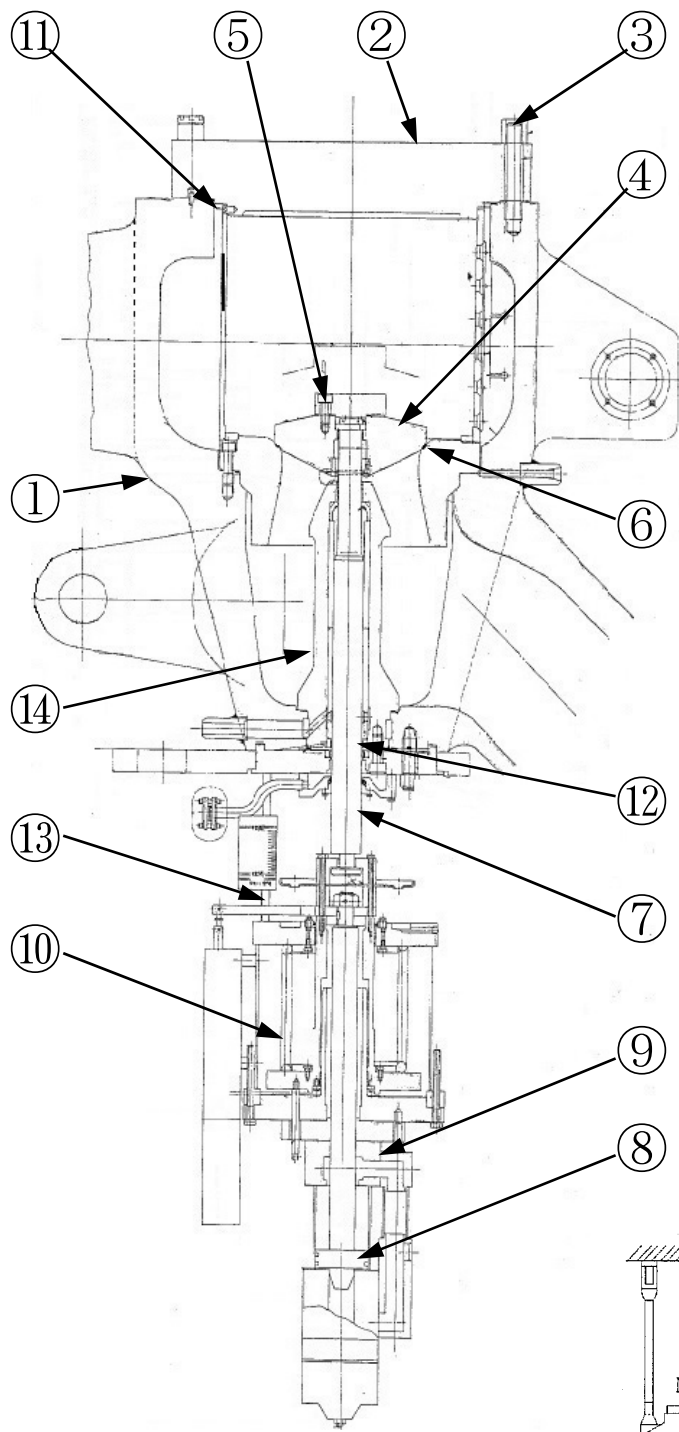
蒸気に接する弁箱，弁ふたおよび弁座は炭素鋼鋳鋼，弁体（主弁），弁体（副弁）および弁棒は低合金鋼であり，軸封部には，蒸気の漏れを防止するため，グランドパッキンを使用している。

弁体，弁座等は，弁ふたボルトを取り外すことにより，点検手入れが可能である。

主蒸気止め弁の構造図を図2.1-1，2に示す。

##### (2) 材料および使用条件

主蒸気止め弁主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト・ナット
④	弁体
⑤	弁体ボルト
⑥	弁座
⑦	弁棒
⑧	ピストン
⑨	油筒シリング
⑩	スプリング
⑪	パッキン
⑫	グラントパッキン
⑬	ヨーク
⑭	衛帯筐
⑮	支持鋼材
⑯	埋込金物

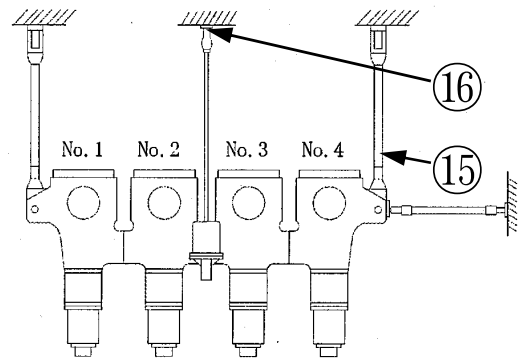
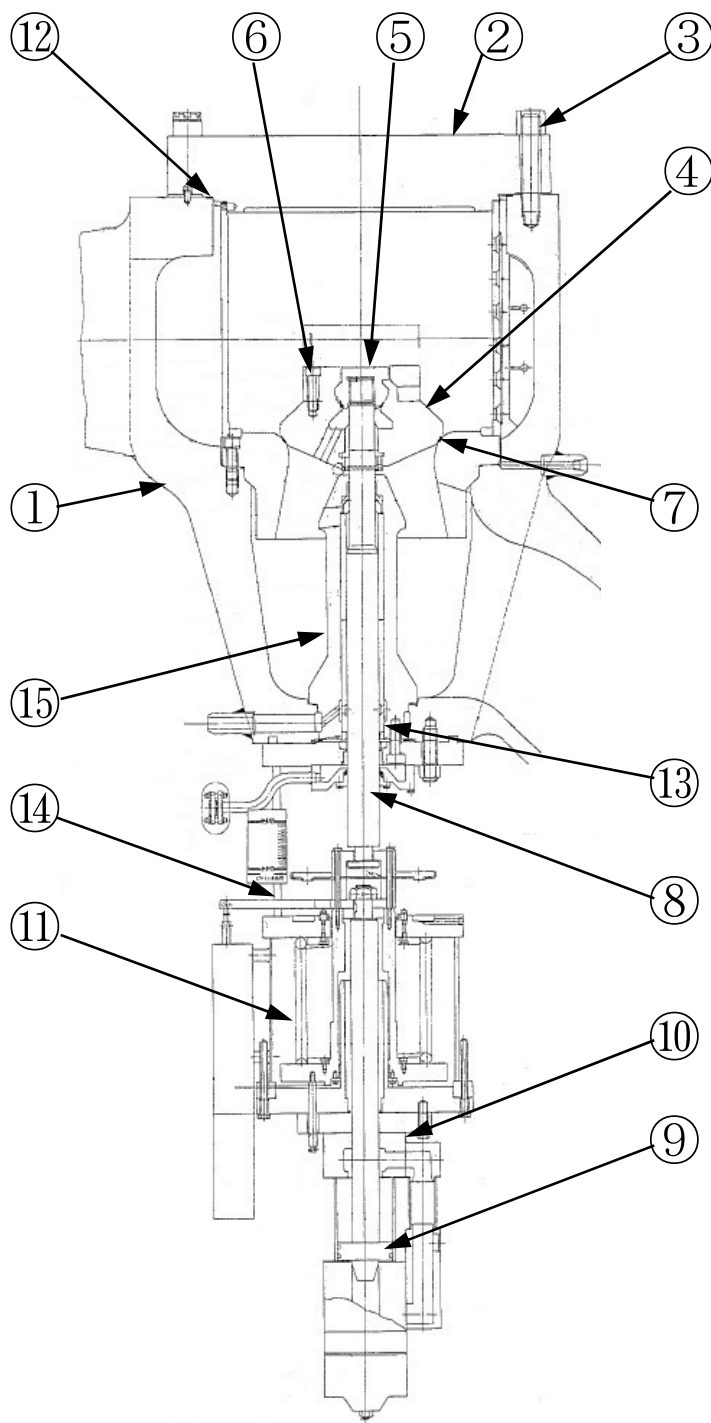


図2.1-1 主蒸気止め弁 (No. 1, 3, 4) 構造図



No.	部 位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト・ナット
④	弁体（主弁）
⑤	弁体（副弁）
⑥	弁体ボルト
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ピストン
⑩	油筒シリング
⑪	スプリング
⑫	パッキン
⑬	グランドパッキン
⑭	ヨーク
⑮	衛帯筐

図2. 1-2 主蒸気止め弁（No. 2）構造図

表2.1-1 主蒸気止め弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
パウンダリの維持	弁箱	炭素鋼鋳鋼
	弁ふた	炭素鋼鋳鋼
	弁ふたボルト・ナット	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	パッキン	(消耗品)
	グラントパッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体 (主弁)	低合金鋼 (Cr-Mo鋼 ステライト肉盛)
	弁体 (副弁) (No. 2)	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼 ステライト肉盛)
	弁体ボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	弁座	炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
作動機能の維持	弁棒	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼)
	ピストン	鋳鉄 (FC35)
	油筒シリンダ	炭素鋼 (STKM13A)
	スプリング	ばね鋼 (SUP10)
	ヨーク	炭素鋼 (SM41A)
	衛帯筐	炭素鋼鋳鋼
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼

表2.1-2 主蒸気止め弁の使用条件

最高使用圧力	8.6MPa
最高使用温度	302℃
内部流体	蒸気

## 2.1.2 蒸気加減弁

### (1) 構造

蒸気加減弁は、ポペット玉形弁であり、主蒸気止め弁の下流に4台設置している。

本弁は、高圧タービンへの蒸気流量を制御するものである。

弁本体は、蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁ふた、弁ふたボルト・ナット、軸封部）、蒸気を仕切る隔離部（弁体、弁体ボルト、弁座）および弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒、ピストン、油筒シリンダ、スプリング、ヨーク、ブッシュ、バランスチャンバ）からなる。なお、弁棒は、均圧機能を有する副弁と一体型の構造になっている。

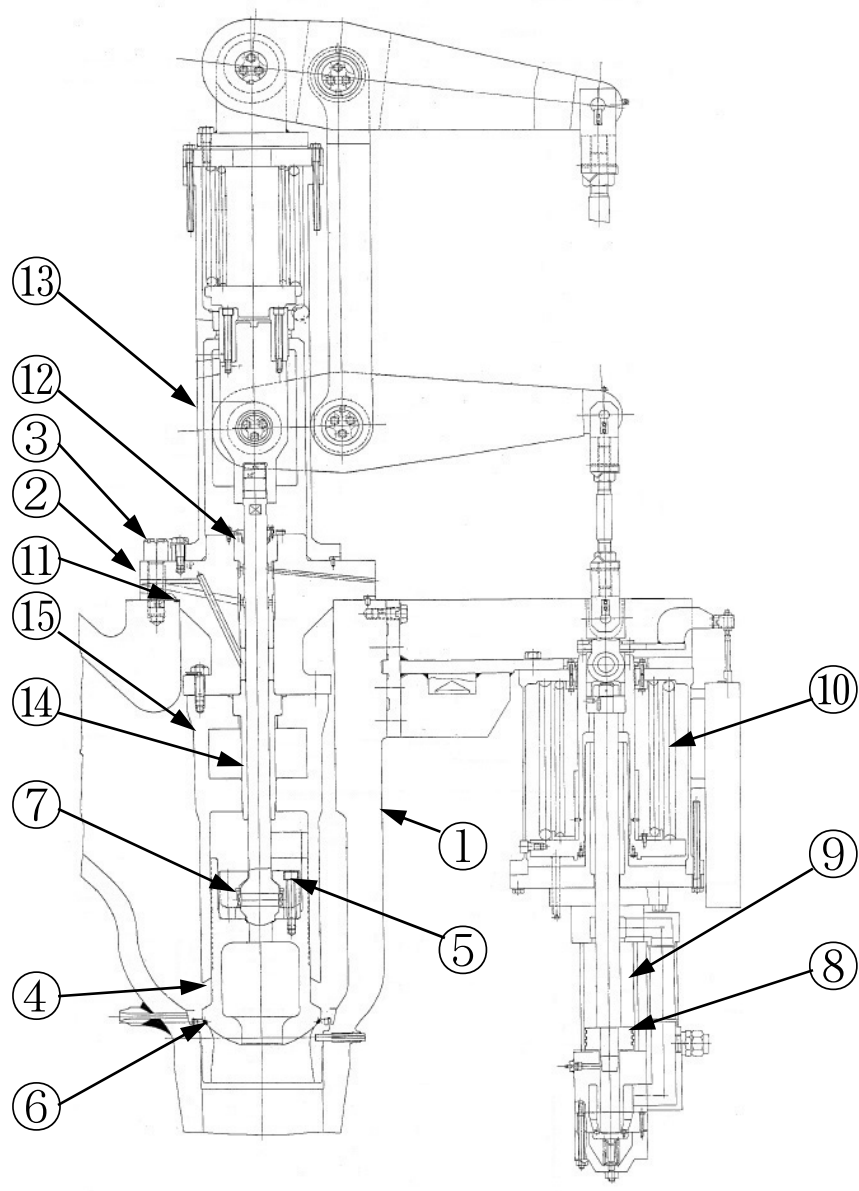
蒸気に接する弁箱、弁ふたは炭素鋼鋳鋼、弁体（主弁）、弁座および弁棒は低合金鋼であり、軸封部には、蒸気の漏れを防止するため、グランドパッキンを使用している。

弁体、弁座等は、弁ふたボルトを取り外すことにより、点検手入れが可能である。

蒸気加減弁の構造図を図2.1-3に示す。

### (2) 材料および使用条件

蒸気加減弁主要部位の使用材料を表2.1-3、使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト・ナット
④	弁体（主弁）
⑤	弁体ボルト
⑥	弁座
⑦	弁棒（副弁）
⑧	ピストン
⑨	油筒シリング
⑩	スプリング
⑪	パッキン
⑫	グラウトパッキン
⑬	ヨーク
⑭	ブッシュ
⑮	バランスチャンバ

図2.1-3 蒸気加減弁構造図

表2.1-3 蒸気加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
バウンダリの維持	弁箱	炭素鋼鋳鋼
	弁ふた	炭素鋼鋳鋼
	弁ふたボルト・ナット	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	パッキン	(消耗品)
	グラントパッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体 (主弁)	低合金鋼 (Cr-Mo鋼 ステライト肉盛)
	弁体ボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	弁座	低合金鋼 (Cr-Mo鋼 ステライト肉盛)
作動機能の維持	弁棒 (副弁)	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼)
	ピストン	鋳鉄 (FC35)
	油筒シリンダ	炭素鋼 (STKM16A)
	スプリング	ばね鋼 (SUP10)
	ヨーク	炭素鋼 (SM41A)
	ブッシュ	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼)
	バランスチャンバ	低合金鋼 (SMA41A)

表2.1-4 蒸気加減弁の使用条件

最高使用圧力	8.6MPa
最高使用温度	302℃
内部流体	蒸気



### 2.1.3 組合せ中間弁

#### (1) 構造

組合せ中間弁は、インターセプト弁と中間蒸気止め弁が一体の弁箱に収められた構造の複合弁であり、低圧タービン入口に6台設置している。

本弁は、低圧タービンへの蒸気流量の制御およびタービントリップ時等に、低圧タービンへの蒸気供給を遮断するものである。

弁本体は、蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁ふた、弁ふたボルト・ナット、軸封部）、蒸気を仕切る隔離部（弁体、弁体ボルト、弁座）、弁体を作動させる駆動部（弁棒、ピストン、油筒シリンダ、スプリング、ヨーク、衛帯筐、スタンド）および弁を支える支持部（支持鋼材）からなる。

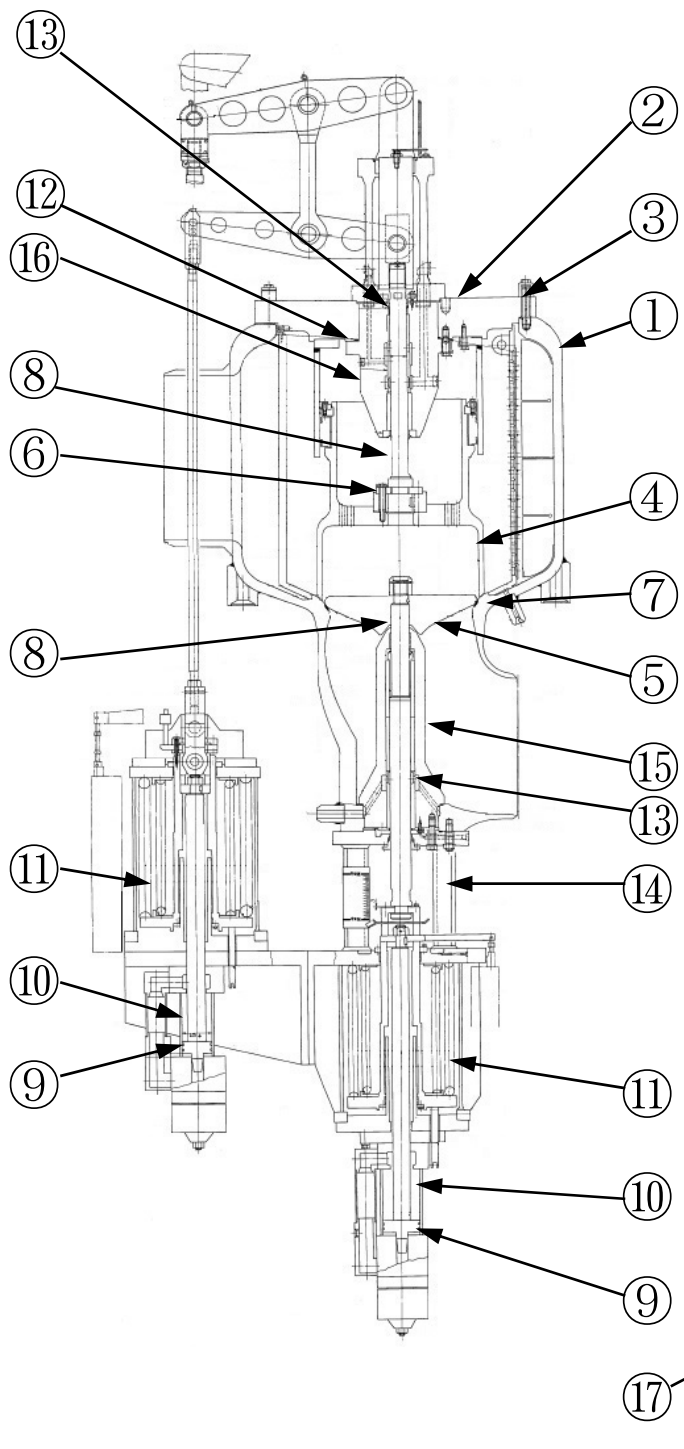
蒸気に接する弁箱、弁座は炭素鋼鋳鋼、弁ふた、弁体、弁体ボルトおよび弁棒は低合金鋼である。また、軸封部には、蒸気の漏れを防止するため、グランドパッキンを使用している。

弁体、弁座等は、弁ふたボルトを取り外すことにより、点検手入れが可能である。

組合せ中間弁の構造図を図2.1-4に示す。

#### (2) 材料および使用条件

組合せ中間弁主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト・ナット
④	弁体 (インターセプト弁)
⑤	弁体 (中間蒸気止め弁)
⑥	弁体ボルト
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ピストン
⑩	油筒シリンダ
⑪	スプリング
⑫	パッキン
⑬	グラントパッキン
⑭	ヨーク
⑮	衛帯筐
⑯	スタット
⑰	支持鋼材

図2.1-4 組合せ中間弁構造図

表2.1-5 組合せ中間弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
バウンダリの維持	弁箱	炭素鋼鋳鋼
	弁ふた	低合金鋼 (SMA41A)
	弁ふたボルト・ナット	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	パッキン	(消耗品)
	グラントパッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体 (インターセプト弁)	低合金鋼 (SMA41A)
	弁体 (中間蒸気止め弁)	低合金鋼 (Cr-Mo鋼)
	弁体ボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	弁座	炭素鋼鋳鋼 (ステンレス鋼肉盛)
作動機能の維持	弁棒	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼)
	ピストン	鋳鉄 (FC35)
	油筒シリンダ <sup>6</sup>	炭素鋼 (STKM20A, STKM13A)
	スプリング <sup>6</sup>	ばね鋼 (SUP10)
	ヨーク	炭素鋼 (SM41A)
	衛帯筐	炭素鋼鋳鋼
	スタント <sup>6</sup>	炭素鋼鋳鋼
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼

表2.1-6 組合せ中間弁の使用条件

最高使用圧力	1.8MPa
最高使用温度	209℃
内部流体	蒸気

## 2.1.4 タービンバイパス弁

### (1) 構造

タービンバイパス弁は、玉形弁であり、主蒸気管ヘッドに6台設置している。

本弁は、タービントリップ時等に主蒸気を直接主復水器に流すものである。

弁本体は、蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁ふた、弁ふたボルト・ナット、軸封部）、蒸気を仕切る隔離部（弁体、弁座）、弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒、ピストン、油筒シリンダ、スプリング、ヨーク、ブッシュ、スタンド）、および弁を支える支持部（支持鋼材、埋込金物）からなる。

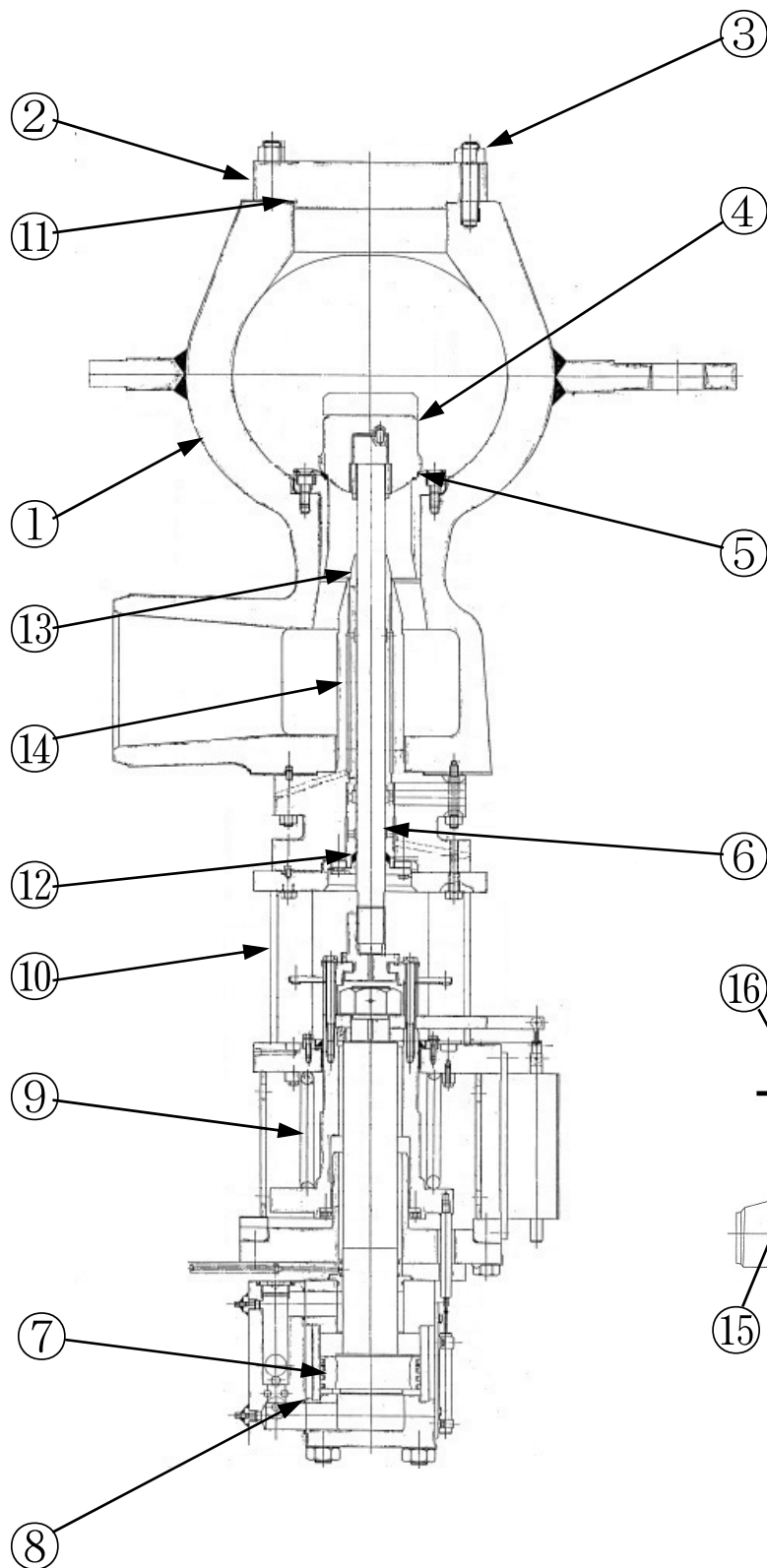
蒸気に接する弁箱、弁ふたは炭素鋼鋳鋼、弁体、弁座および弁棒は低合金鋼である。また、軸封部には、蒸気の漏れを防止するため、グラウンドパッキンを使用している。

弁体、弁座等は、弁ふたボルトを取り外すことにより、点検手入れが可能である。

タービンバイパス弁の構造図を図2.1-5に示す。

### (2) 材料および使用条件

タービンバイパス弁主要部位の使用材料を表2.1-7に、使用条件を表2.1-8に示す。



No.	部 位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト・ナット
④	弁体
⑤	弁座
⑥	弁棒
⑦	ピストン
⑧	油筒シリング
⑨	スプリング
⑩	ヨーク
⑪	パッキン
⑫	グラントパッキン
⑬	ブッシュ
⑭	スタント
⑮	支持鋼材
⑯	埋込金物

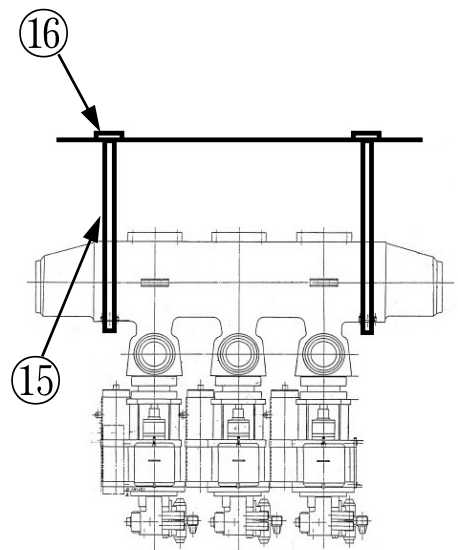


図2.1-5 タービンバイパス弁構造図

表2.1-7 タービンバイパス弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
バウンダリの維持	弁箱	炭素鋼鋳鋼 (SCPH1相当品)
	弁ふた	炭素鋼鋳鋼 (SCPH1相当品)
	弁ふたボルト・ナット	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
	パッキン	(消耗品)
	グラントパッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体	低合金鋼 (Cr-Mo鋼 ステライト肉盛)
	弁座	低合金鋼 (Cr-Mo鋼 ステライト肉盛)
作動機能の維持	弁棒	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼)
	ピストン	鋳鉄 (FC350)
	油筒シリンダ	炭素鋼 (STKM20A相当)
	スプリング	ばね鋼 (SUP9)
	ヨーク	炭素鋼 (SM41A)
	ブッシュ	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼)
	スタント	炭素鋼鋳鋼 (SCPH1相当品)
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼

表2.1-8 タービンバイパス弁の使用条件

最高使用圧力	8.6MPa
最高使用温度	302℃
内部流体	蒸気

## 2.1.5 クロスアラウンド管安全弁

### (1) 構造

クロスアラウンド管安全弁は、バネ式安全弁であり、クロスアラウンド管に6台設置している。

本弁は、クロスアラウンド管の異常昇圧を防止するものである。

弁本体は、蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱，弁ふたボルト），蒸気を仕切る隔離部（弁体，弁座），および弁体を作動させる作動部（弁棒，スプリング，ガイド）からなる。

蒸気に接する弁箱は炭素鋼鋳鋼，弁体および弁座は炭素鋼である。

弁体，弁座等は，弁ふたボルトを取り外すことにより，点検手入れが可能である。

クロスアラウンド管安全弁の構造図を図2.1-6に示す。

### (2) 材料および使用条件

クロスアラウンド管安全弁主要部位の使用材料を表2.1-9，使用条件を表2.1-10に示す。

No.	部 位
①	弁箱
②	弁ふたボルト
③	パッキン
④	弁体
⑤	弁座
⑥	弁棒
⑦	スプリング
⑧	ガイト

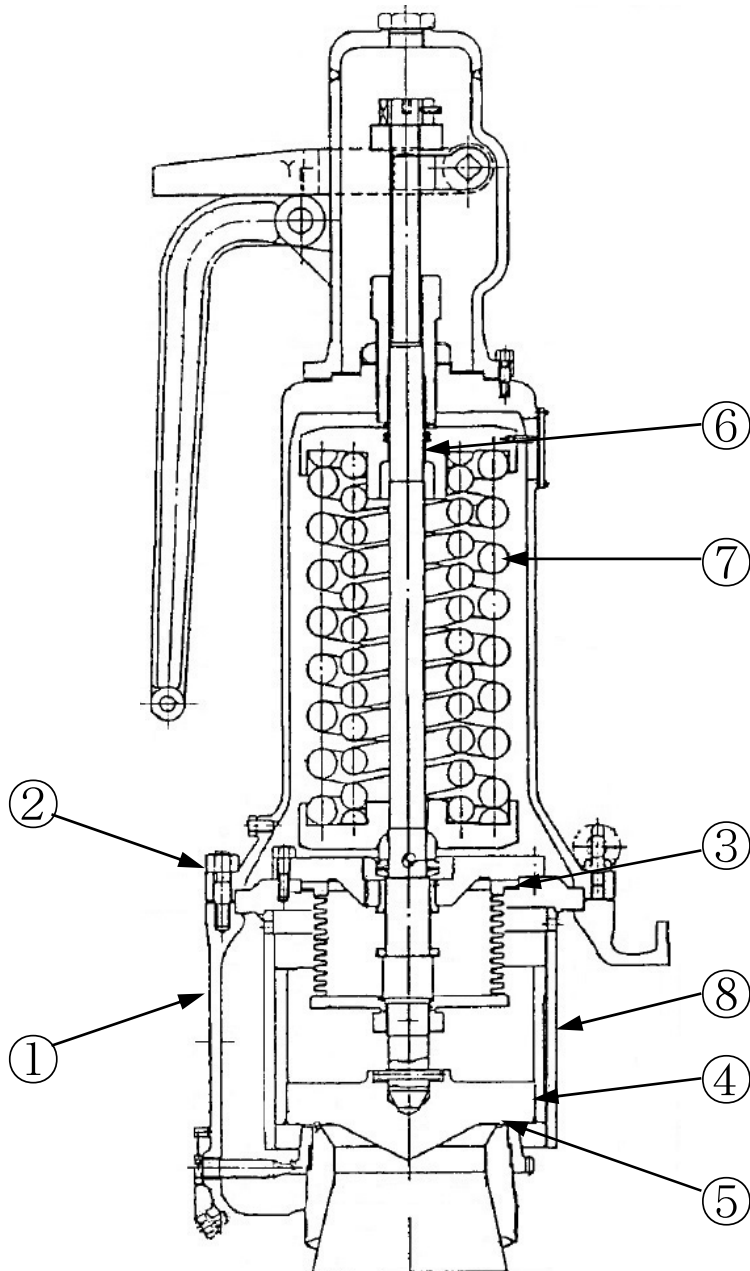


図2.1-6 クロスアラウンド管安全弁構造図



表2.1-9 クロスアラウンド管安全弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
バウンダリの維持	弁箱	炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
	弁ふたボルト	低合金鋼 (SNB7)
	パッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体	炭素鋼 (S25C ストレイト肉盛)
	弁座	炭素鋼 (S25C ストレイト肉盛)
作動機能の維持	弁棒	ステンレス鋼 (SUS403)
	スプリング	ばね鋼 (SUP10)
	ガイド	炭素鋼 (SS41)

表2.1-10 クロスアラウンド管安全弁の使用条件

最高使用圧力	1.8MPa
最高使用温度	209℃
内 部 流 体	蒸気

## 2.1.6 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁および高圧蒸気加減弁

### (1) 構造

#### <高圧蒸気止め弁>

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁は、玉形弁であり、原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンA,B号機の起動時駆動用としてA,B号機に各1台設置している。

本弁は、駆動用蒸気として高圧蒸気（原子炉からの発生蒸気）使用時に蒸気を遮断するものである。

弁本体は、蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁ふた、弁ふたボルト・ナット、軸封部）、蒸気を仕切る隔離部（弁体、弁体ボルト、弁座）、弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒、ピストン、油筒シリンダ、スプリング、ヨーク、ブッシュ、衛帯筐）および弁を支える支持部（支持鋼材）からなる。

蒸気に接する弁箱、弁ふた、弁体、弁座および弁棒は低合金鋼であり、軸封部には、蒸気の漏れを防止するため、グランドパッキンを使用している。

弁体、弁座等は、弁ふたボルトを取り外すことにより、点検手入れが可能である。

#### <高圧蒸気加減弁>

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気加減弁は、玉形弁であり、原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンA,B号機の起動時駆動用としてA,B号機に各1台設置している。

本弁は、駆動用蒸気として高圧蒸気（原子炉からの発生蒸気）使用時に蒸気流量を加減して、原子炉への給水量を制御するものである。

弁本体は、蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁ふた、弁ふたボルト・ナット、軸封部）、蒸気を仕切る隔離部（弁体、弁座）、弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒、ブッシュ）からなる。

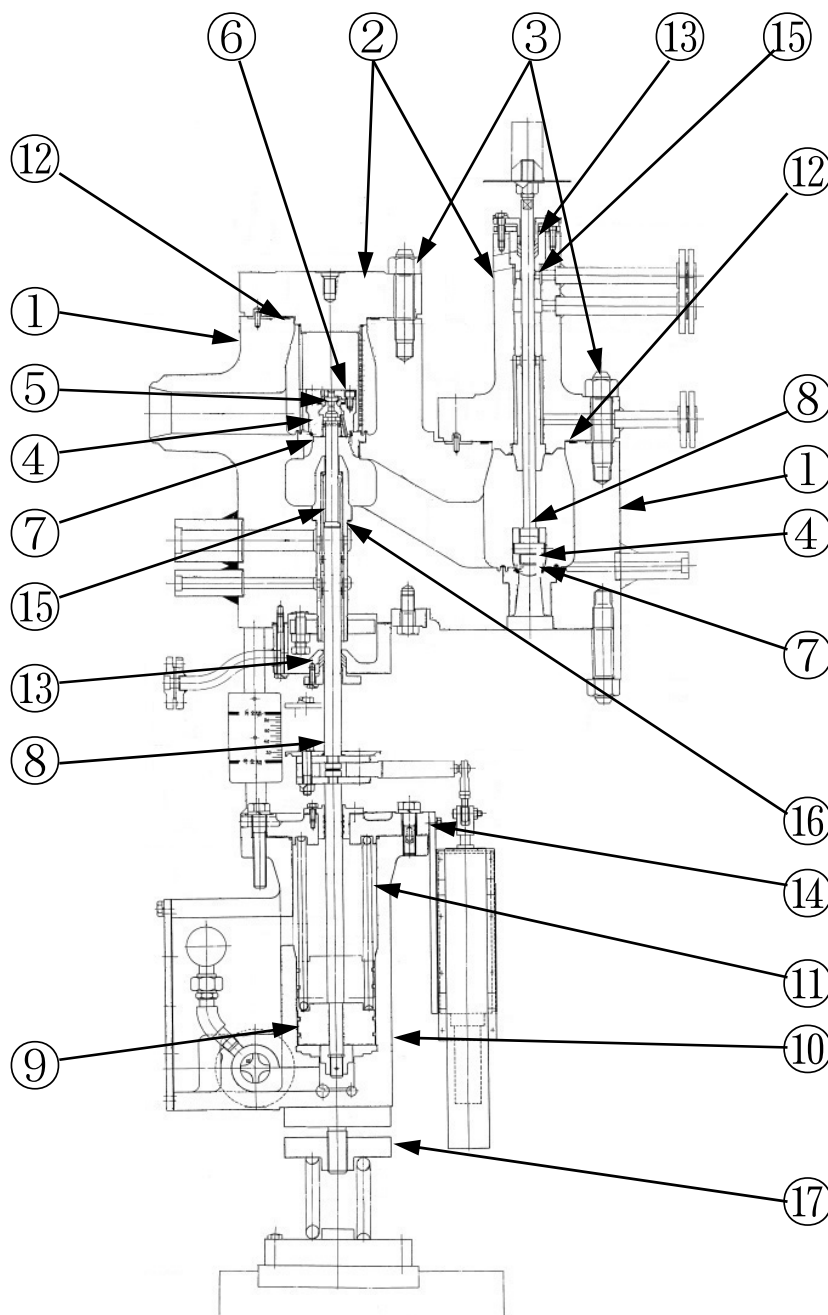
蒸気に接する弁箱、弁ふた、弁体、弁座および弁棒は低合金鋼であり、軸封部には、蒸気の漏れを防止するため、グランドパッキンを使用している。

弁体、弁座等は、弁ふたボルトを取り外すことにより、点検手入れが可能である。

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁および高圧蒸気加減弁の構造図を図2.1-7に示す。

### (2) 材料および使用条件

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁および高圧蒸気加減弁主要部位の使用材料を表2.1-11に、使用条件を表2.1-12に示す。



No.	部 位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト・ナット
④	弁体（主弁）
⑤	弁体（副弁）
⑥	弁体ボルト
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ピストン
⑩	油筒シリンダ
⑪	スプリング
⑫	パッキン
⑬	グラントパッキン
⑭	ヨーク
⑮	ブッシュ
⑯	衛帯管
⑰	支持鋼材

図2. 1-7 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁および高圧蒸気加減弁 構造図

表2.1-11 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁および高圧蒸気加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
		< 高圧蒸気止め弁 >	< 高圧蒸気加減弁 >
バウダリの維持	弁箱	低合金鋼 (Cr-Mo 鋳鋼)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋳鋼)
	弁ふた	低合金鋼 (Cr-Mo 鋳鋼)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋳鋼)
	弁ふたボルト・ナット	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼)	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼)
	パッキン	(消耗品)	(消耗品)
	グラントパッキン	(消耗品)	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体 (主弁)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)
	弁体 (副弁)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)	—
	弁体ボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼)	—
	弁座	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)
作動機能の維持	弁棒	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V 鋼)	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V 鋼)
	ピストン	炭素鋼 (SF45A)	—
	油筒シリンダ	炭素鋼鋳鋼 (SC46)	—
	スプリング	ばね鋼 (SUP9)	—
	ヨーク	炭素鋼 (SM41A)	—
	ブッシュ	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V 鋼)	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V 鋼)
	衛帯筐	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼)	—
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼	—

表2.1-12 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁および高圧蒸気加減弁の使用条件

最高使用圧力	8.6MPa
最高使用温度	302℃
内部流体	蒸気

## 2.1.7 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁および低圧蒸気加減弁

### (1) 構造

#### <低圧蒸気止め弁>

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁は、玉形弁であり、原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンA,B号機に各1台設置している。

本弁は、駆動用蒸気として低圧蒸気（主タービンの高圧排気蒸気）使用時に蒸気を遮断するものである。

弁本体は、蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁ふた、弁ふたボルト・ナット、軸封部）、蒸気を仕切る隔離部（弁体、弁体ボルト、弁座）、弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒、ピストン、油筒シリンダ、スプリング、ヨーク、ブッシュ、衛帯筐）および弁を支える支持部（支持鋼材）からなる。

蒸気に接する弁箱、弁ふた、弁体、弁座および弁棒は低合金鋼であり、軸封部には、蒸気の漏れを防止するため、グランドパッキンを使用している。

弁体、弁座等は、弁ふたボルトを取り外すことにより、点検手入れが可能である。

#### <低圧蒸気加減弁>

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気加減弁は、玉形弁であり、原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービンA,B号機に各1台設置している。

本弁は、駆動用蒸気として低圧蒸気（主タービンの高圧排気蒸気）使用時に蒸気流量を加減して、原子炉への給水量を制御するものである。

弁本体は、蒸気を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱等については、原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン車室より構成されており、重複していることから評価を割愛）、蒸気を仕切る隔離部（弁体、弁座）、弁体を作動させる駆動力伝達部（弁棒、ブッシュ）からなる。

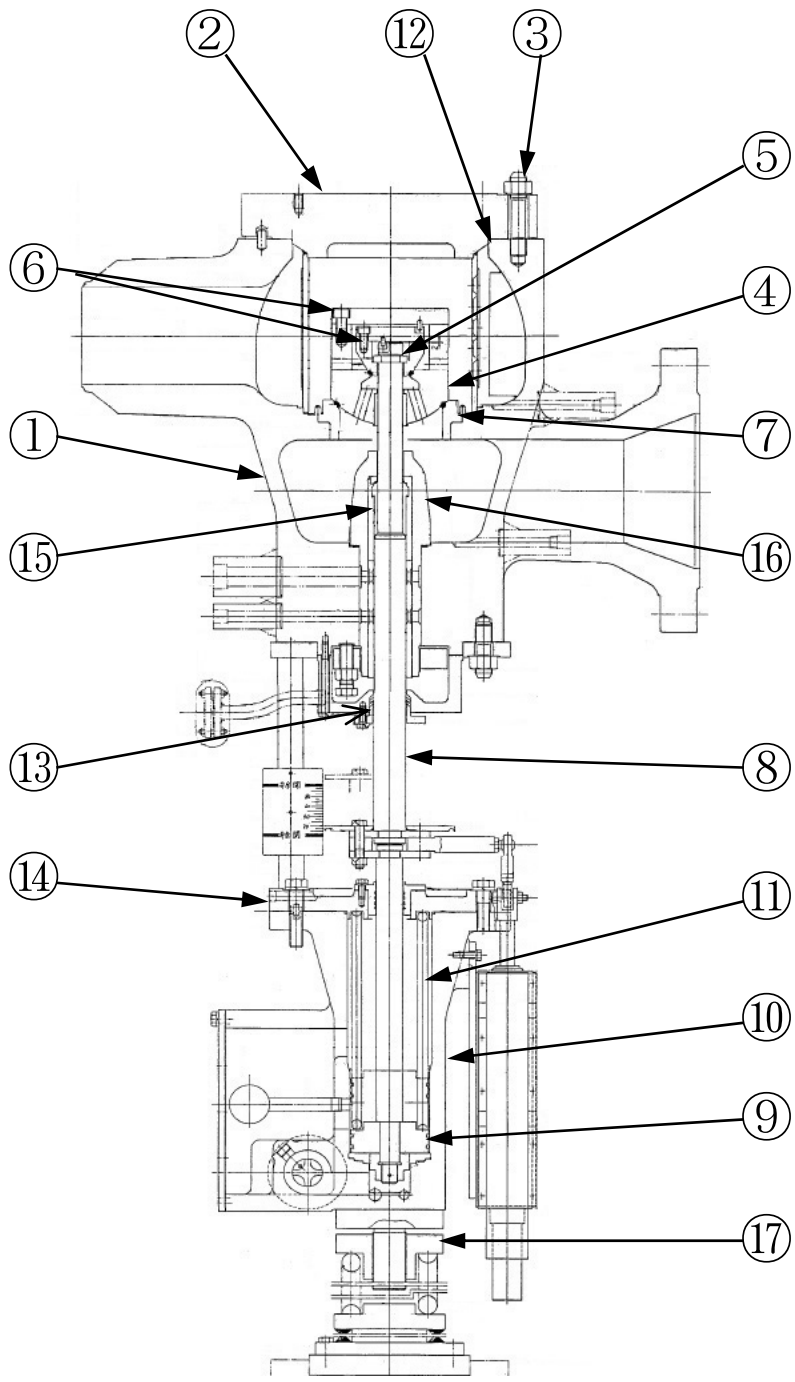
蒸気に接する弁体、弁座および弁棒は低合金鋼であり、軸封部には、蒸気の漏れを防止するため、グランドパッキンを使用している。

弁体、弁座等は、原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン車室を開放することにより、点検手入れが可能である。

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁および低圧蒸気加減弁の構造図を図2.1-8,9に示す。

### (2) 材料および使用条件

原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁および低圧蒸気加減弁主要部位の使用材料を表2.1-13に、使用条件を表2.1-14に示す。



No.	部 位
①	弁箱
②	弁ふた
③	弁ふたボルト・ナット
④	弁体 (主弁)
⑤	弁体 (副弁)
⑥	弁体ボルト
⑦	弁座
⑧	弁棒
⑨	ピストン
⑩	油筒シリング
⑪	スプリング
⑫	パッキン
⑬	グラントパッキン
⑭	ヨーク
⑮	ブッシュ
⑯	衛帯筐
⑰	支持鋼材

図2.1-8 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁構造図

No.	部 位
①	弁体
②	弁座
③	弁棒
④	グラフトパッキン
⑤	ブッシュ

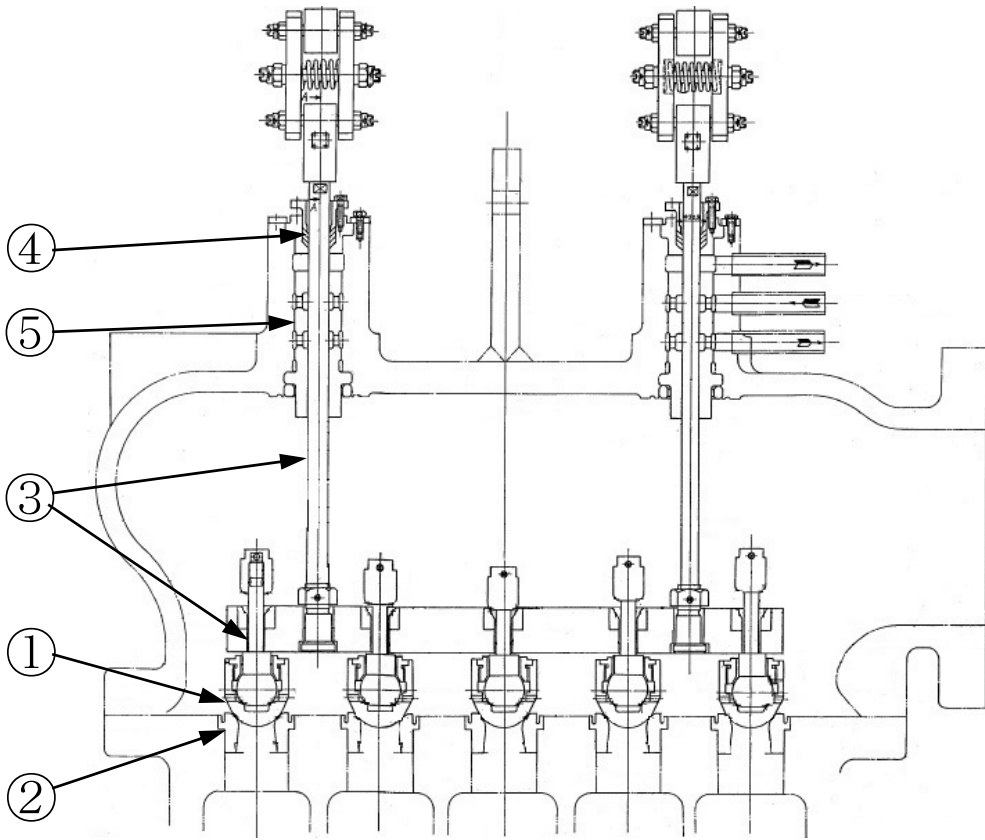


図2.1-9 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気加減弁構造図

表2.1-13 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁および低圧蒸気加減弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
		<低圧蒸気止め弁>	<低圧蒸気加減弁>
バウタリの維持	弁箱	低合金鋼 (Cr-Mo 鑄鋼)	(原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン車室の為割愛)
	弁ふた	低合金鋼 (Cr-Mo 鑄鋼)	(原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン車室の為割愛)
	弁ふたボルト・ナット	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼)	(原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン車室の為割愛)
	パッキン	(消耗品)	—
	グラントパッキン	(消耗品)	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体 (主弁)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)
	弁体 (副弁)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)	—
	弁体ボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼)	—
	弁座	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)	低合金鋼 (Cr-Mo 鋼 ステライト肉盛)
作動機能の維持	弁棒	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V 鋼)	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V 鋼)
	ピストン	炭素鋼 (SF45A)	—
	油筒シリング	炭素鋼鑄鋼 (SC46)	—
	スプリング	ばね鋼 (SUP9)	—
	ヨーク	炭素鋼 (SM41A)	—
	ブッシュ	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V 鋼)	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V 鋼)
	衛帯筐	低合金鋼 (Cr-Mo-V 鋼)	—
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼	—

表2.1-14 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁および低圧蒸気加減弁の使用条件

最高使用圧力	1.8MPa
最高使用温度	209℃
内部流体	蒸気



## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

主要弁の機能は流体の仕切機能であり，これを達成するためには次の項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 隔離機能の維持
- ③ 作動機能の維持
- ④ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

主要弁について，機能達成に必要な項目を考慮して，主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（流体の種類，圧力，温度等）および現在までの運転経験を考慮し，代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお，消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

パッキンおよびグランドパッキンは消耗品であり，長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

- a. 弁箱，弁ふた，弁体（主弁・副弁），弁座，弁棒，ブッシュ，バランスチャンバ，衛帯筐およびスタンドの腐食（流れ加速型腐食）〔主蒸気止め弁，蒸気加減弁，組合せ中間弁，タービンバイパス弁，高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁，低圧蒸気加減弁〕

弁箱，弁ふた，弁体（主弁・副弁），弁座，弁棒，ブッシュ，バランスチャンバ，衛帯筐およびスタンドは，低合金鋼または炭素鋼鋳鋼であり，内部流体は湿分を含んだ蒸気であるため腐食（流れ加速型腐食）が想定される。

しかし，定期的に目視確認を実施し，健全性を確認しており，これまで有意な腐食（流れ加速型腐食）は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- b. 弁体シート部および弁座シート部の腐食（流れ加速型腐食）〔蒸気加減弁，組合せ中間弁，タービンバイパス弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気加減弁〕

蒸気加減弁，組合せ中間弁，タービンバイパス弁，高圧蒸気加減弁および低圧蒸気加減弁については，起動停止時等に中間開度での運用を行っており，その際にシート部で流れが絞られ流速が速くなるため，腐食（流れ加速型腐食）が想定される。

しかし，定期的に目視確認を実施し，健全性を確認しており，これまで有意な腐食（流れ加速型腐食）は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- c. 弁体シート部および弁座シート部の腐食（流れ加速型腐食）〔主蒸気止め弁，クロスアラウンド管安全弁，高圧蒸気止め弁，低圧蒸気止め弁〕

主蒸気止め弁，クロスアラウンド管安全弁，高圧蒸気止め弁および低圧蒸気止め弁の弁体シート部および弁座シート部は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼または低合金鋼であり，腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，通常全開または全閉で使用されており，弁体シート部および弁座シート部の流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な流れ加速型腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- d. 弁ふたボルト・ナットおよび弁体ボルトの腐食（全面腐食）〔主蒸気止め弁，蒸気加減弁，組合せ中間弁，タービンバイパス弁，クロスアラウンド管安全弁，高圧蒸気止め弁，高圧蒸気加減弁，低圧蒸気止め弁〕

弁ふたボルト・ナットおよび弁体ボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが，定期的

に目視確認を行い健全性を確認しており、腐食が確認された場合、取り替えることとしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 弁棒の摩耗〔主蒸気止め弁、蒸気加減弁、組合せ中間弁、タービンバイパス弁、高圧蒸気止め弁、高圧蒸気加減弁、低圧蒸気止め弁、低圧蒸気加減弁〕

弁棒は低合金鋼であり、グランドパッキンと摺動することから摩耗が想定されるが、弁棒はグランドパッキンより硬いため、弁棒の摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁棒の疲労割れ〔共通〕

弁棒の段付部等は疲労割れが想定されるが、角部を滑らかにし、応力集中が発生しないような構造とすることで、発生応力の低減を図っているため、疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、これまで段付部等の応力集中の想定される部位を中心に浸透探傷試験を実施しているが、有意な欠陥は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ピストンおよび油筒シリンダの摩耗〔主蒸気止め弁、蒸気加減弁、組合せ中間弁、タービンバイパス弁、高圧蒸気止め弁、低圧蒸気止め弁〕

ピストンおよび油筒シリンダは炭素鋼、鋳鉄または炭素鋼鋳鋼であり、摺動部に摩耗が想定されるが、シリンダ内が潤滑油で満たされていることから、摺動部の摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. スプリングのへたり〔主蒸気止め弁、蒸気加減弁、組合せ中間弁、タービンバイパス弁、クロスアラウンド管安全弁、高圧蒸気止め弁、低圧蒸気止め弁〕

スプリングはばね鋼であり、常時応力がかかった状態で使用されるためへたりが想定されるが、スプリング使用時のねじり応力が、許容ねじり応力以下になるように設定されていること、およびスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度が低いことから、へたりが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認および作動確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意

なへたりは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- i. ヨークおよび支持鋼材の腐食（全面腐食）〔主蒸気止め弁、蒸気加減弁、組合せ中間弁、タービンバイパス弁、高圧蒸気止め弁、低圧蒸気止め弁〕

ヨークおよび支持鋼材は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- j. バランスチャンバ、ブッシュ、衛帯筐およびスタンドの摩耗〔主蒸気止め弁、蒸気加減弁、組合せ中間弁、タービンバイパス弁、高圧蒸気止め弁、高圧蒸気加減弁、低圧蒸気止め弁、低圧蒸気加減弁〕

ブッシュ（蒸気加減弁、タービンバイパス弁、高圧蒸気止め弁、高圧蒸気加減弁、低圧蒸気止め弁、低圧蒸気加減弁）、バランスチャンバ（蒸気加減弁）、衛帯筐（主蒸気止め弁、組合せ中間弁、高圧蒸気止め弁、低圧蒸気止め弁）、スタンド（組合せ中間弁、タービンバイパス弁）は炭素鋼、低合金鋼または銅合金であり、摩耗が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- k. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔主蒸気止め弁、タービンバイパス弁〕

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部については、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしている。

コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化はほとんど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- l. 弁箱、弁体、弁座およびガイドの腐食（全面腐食）〔クロスアラウンド管安全弁〕

クロスアラウンド管安全弁の弁箱は炭素鋼、弁体、弁座およびガイドは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、腐食が確認された場合には、必要に応じ補修、取替を行うこととしている。

弁箱の外表面については、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

い。また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修・取替を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/9) 主蒸気止め弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△ <sup>*2</sup>					*1：シートはスライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：シート部流れ加速型腐食 *4：へたり	
	弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△ <sup>*2</sup>						
	弁ふたボルト・ナット		低合金鋼		△						
	パッキン, グラントパッキン	◎	—								
隔離機能の維持	弁体（主弁）		低合金鋼 <sup>*1</sup>		△ <sup>*2</sup> △ <sup>*3</sup>						
	弁体（副弁）(No.2)		低合金鋼 <sup>*1</sup>		△ <sup>*2</sup> △ <sup>*3</sup>						
	弁体ボルト		低合金鋼		△						
	弁座		炭素鋼鋳鋼 <sup>*1</sup>		△ <sup>*2</sup> △ <sup>*3</sup>						
作動機能の維持	弁棒		低合金鋼	△	△ <sup>*2</sup>	△					
	ピストン		鋳鉄	△							
	油筒シリング		炭素鋼	△							
	スプリング		ばね鋼						△ <sup>*4</sup>		
	ヨーク		炭素鋼		△						
	衛帯筐		炭素鋼鋳鋼	△	△ <sup>*2</sup>						
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/9) 蒸気加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2						*1：シートはスライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：シート部流れ加速型腐食 *4：へたり
	弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2						
	弁ふたボルト・ナット		低合金鋼		△						
	パッキン, グラウトパッキン	◎	—								
隔離機能の維持	弁体（主弁）		低合金鋼*1		△*2△*3						
	弁体ボルト		低合金鋼		△						
	弁座		低合金鋼*1		△*2△*3						
作動機能の維持	弁棒（副弁）		低合金鋼	△	△*2	△					
	ピストン		鋳鉄	△							
	油筒シリンダ		炭素鋼	△							
	スプリング		ばね鋼							△*4	
	ヨーク		炭素鋼		△						
	ブッシュ		低合金鋼	△	△*2						
バランスチャンバ		低合金鋼	△	△*2							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）



表2.2-1 (3/9) 組合せ中間弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△ <sup>*2</sup>					*1：シートはステンレス鋼肉盛 (中間蒸気止め弁のみ) *2：流れ加速型腐食 *3：シート部流れ加速型腐食 *4：へたり	
	弁ふた		低合金鋼		△ <sup>*2</sup>						
	弁ふたボルト・ナット		低合金鋼		△						
	パッキン, グラントパッキン	◎	—								
隔離機能の維持	弁体		低合金鋼		△ <sup>*2</sup> △ <sup>*3</sup>						
	弁体ボルト		低合金鋼		△						
	弁座		炭素鋼鋳鋼 <sup>*1</sup>		△ <sup>*2</sup> △ <sup>*3</sup>						
作動機能の維持	弁棒		低合金鋼	△	△ <sup>*2</sup>	△					
	ピストン		鋳鉄	△							
	油筒シリンダ		炭素鋼	△							
	スプリング		ばね鋼						△ <sup>*4</sup>		
	ヨーク		炭素鋼		△						
	衛帯筐		炭素鋼鋳鋼	△	△ <sup>*2</sup>						
	スタント		炭素鋼鋳鋼	△	△ <sup>*2</sup>						
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (4/9) タービンバイパス弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*2						*1：シートはスライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：シート部流れ加速型腐食 *4：へたり
	弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△*2						
	弁ふたボルト・ナット		低合金鋼		△						
	パッキン, グラントパッキン	◎	—								
隔離機能の維持	弁体		低合金鋼*1		△*2△*3						
	弁座		低合金鋼*1		△*2△*3						
作動機能の維持	弁棒		低合金鋼	△	△*2	△					
	ピストン		鋳鉄	△							
	油筒シリング		炭素鋼	△							
	スプリング		ばね鋼							△*4	
	ヨーク		炭素鋼		△						
	ブッシュ		低合金鋼	△	△*2						
	スタント		炭素鋼鋳鋼	△	△*2						
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (5/9) クロスアラウンド管安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△						*1：シートはセライト肉盛 *2：シート部流れ加速型腐食 *3：へたり
	弁ふたホルト		低合金鋼		△						
	パッキン	◎	—								
隔離機能の維持	弁体		炭素鋼*1		△△*2						
	弁座		炭素鋼*1		△△*2						
作動機能の維持	弁棒		ステンレス鋼			△					
	スプリング		ばね鋼							△*3	
	ガイド		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (6/9) 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気止め弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	弁箱		低合金鋼		△*2					*1：シートはスライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：シート部流れ加速型腐食 *4：へたり	
	弁ふた		低合金鋼		△*2						
	弁ふたボルト・ナット		低合金鋼		△						
	パッキン、グラントパッキン	◎	—								
隔離機能の維持	弁体（主弁）		低合金鋼*1		△*2△*3						
	弁体（副弁）		低合金鋼*1		△*2△*3						
	弁体ボルト		低合金鋼		△						
	弁座		低合金鋼*1		△*2△*3						
作動機能の維持	弁棒		低合金鋼	△	△*2	△					
	ピストン		炭素鋼	△							
	油筒シリング		炭素鋼鋳鋼	△							
	スプリング		ばね鋼						△*4		
	ヨーク		炭素鋼		△						
	ブッシュ		低合金鋼	△							
	衛帯筐		低合金鋼	△	△*2						
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (7/9) 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン高圧蒸気加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁箱		低合金鋼		△*2					*1：シートはスライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：シート部流れ加速型腐食	
	弁ふた		低合金鋼		△*2						
	弁ふたボルト・ナット		低合金鋼		△						
	パッキン, グラントパッキン	◎	—								
隔離機能の維持	弁体		低合金鋼*1		△*2△*3						
	弁座		低合金鋼*1		△*2△*3						
作動機能の維持	弁棒		低合金鋼	△	△*2	△					
	ブッシュ		低合金鋼	△	△*2						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (8/9) 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気止め弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	弁箱		低合金鋼		△*2					*1：シートはスライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：シート部流れ加速型腐食 *4：へたり	
	弁ふた		低合金鋼		△*2						
	弁ふたボルト・ナット		低合金鋼		△						
	パッキン、グラントパッキン	◎	—								
隔離機能の維持	弁体（主弁）		低合金鋼*1		△*2△*3						
	弁体（副弁）		低合金鋼*1		△*2△*3						
	弁体ボルト		低合金鋼		△						
	弁座		低合金鋼*1		△*2△*3						
作動機能の維持	弁棒		低合金鋼	△	△*2	△					
	ピストン		炭素鋼	△							
	油筒シリング		炭素鋼鋳鋼	△							
	スプリング		ばね鋼						△*4		
	ヨーク		炭素鋼		△						
	ブッシュ		低合金鋼	△							
	衛帯筐		低合金鋼	△	△*2						
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (9/9) 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン低圧蒸気加減弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	グラントパッキン	◎	—								*1：シートはスライト肉盛 *2：流れ加速型腐食 *3：シート部流れ加速型腐食
隔離機能の維持	弁体		低合金鋼*1		△*2△*3						
	弁座		低合金鋼*1		△*2△*3						
作動機能の維持	弁棒		低合金鋼	△	△*2	△					
	ブッシュ		低合金鋼	△	△*2						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 1.6 タービン制御装置

[対象機器]

- ① 主タービンEHC装置



## 目 次

1. 対象機器	1.6-1
2. 主タービンEHC装置の技術評価	1.6-2
2.1 構造, 材料および使用条件	1.6-2
2.2 経年劣化事象の抽出	1.6-12
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1.6-12
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1.6-12
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1.6-14
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	1.6-19

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している主タービンEHC装置の仕様を表1-1に示す。

表1-1 主タービンEHC装置の仕様

名 称 (台数)	仕 様	重要度*1	使 用 条 件		
			運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
主タービンEHC装置 (1)	電気油圧式	高*2	連続	13.7	80

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

## 2. 主タービンEHC装置の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### (1) 構造

主タービンEHC装置は, 制御油系統に所定の圧力を供給するための制御油ポンプ, ラインフィルタ, EHC用アキュムレータおよび油配管, 弁から構成されている。

主タービンEHC装置の系統図を図2. 1-1, 2, 構造図を図2. 1-3~10に示す。

#### (2) 材料および使用条件

主タービンEHC装置主要部位の使用材料を表2. 1-1に, 使用条件を表2. 1-2に示す。

No.	部 位
①	制御油ポンプ
②	ポンプモータ
③	油配管, 弁
④	ラインフィルタ
⑤	EHC用アキュムレータ

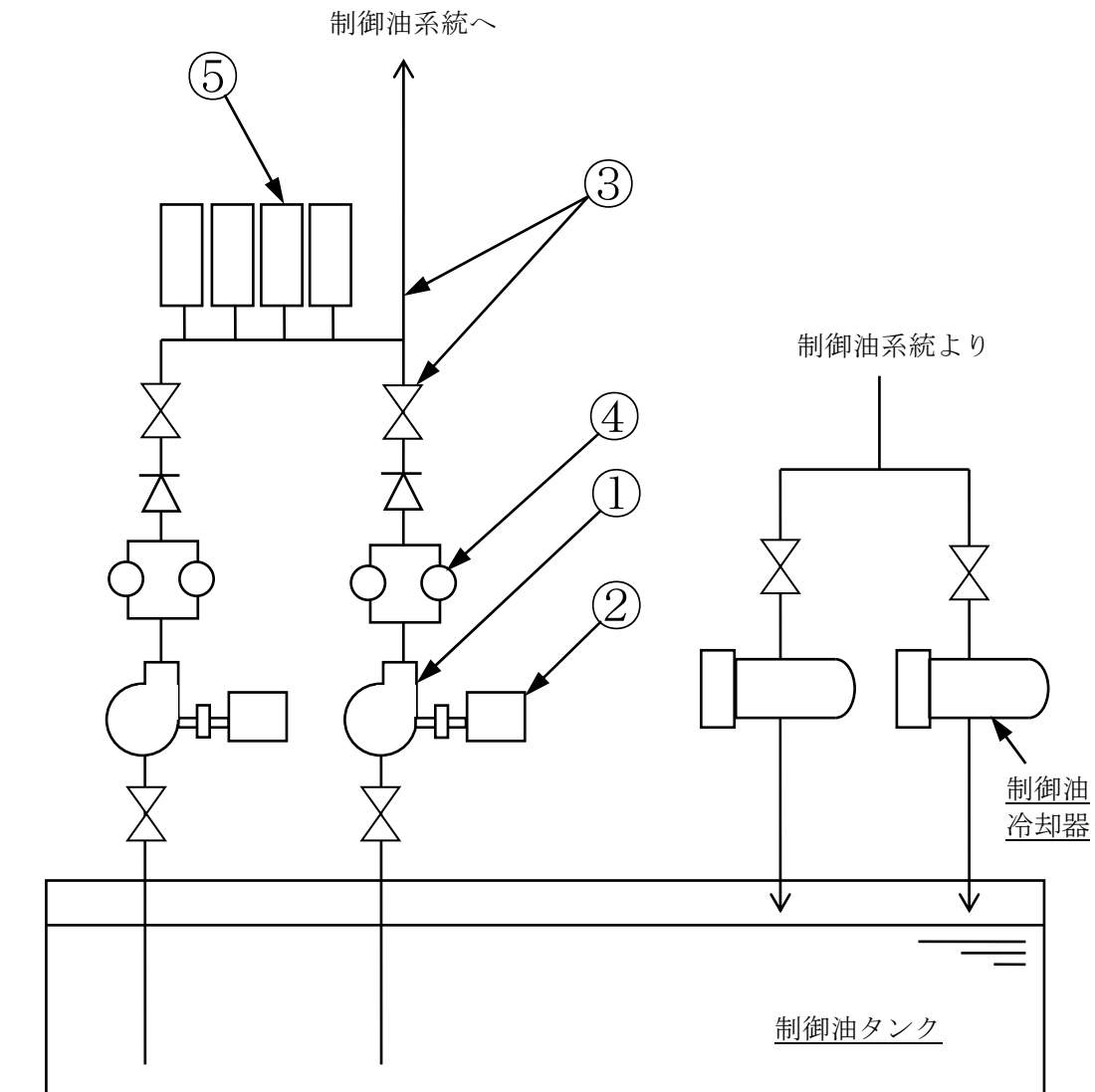


図2. 1-1 主タービンEHC装置系統図 (制御油圧ユニット廻り)

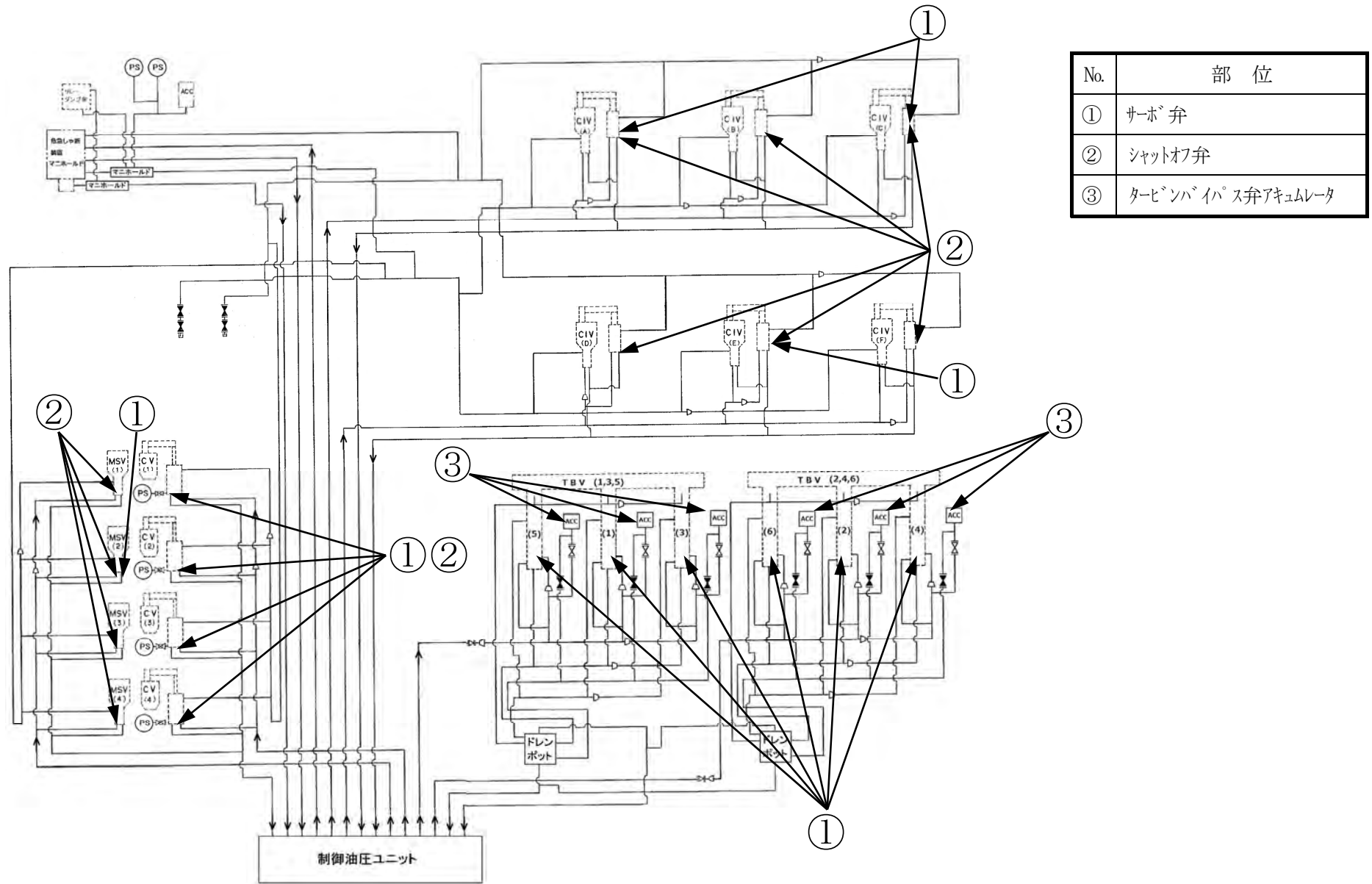


図2.1-2 主タービンEHC装置系統図（油供給先廻り）

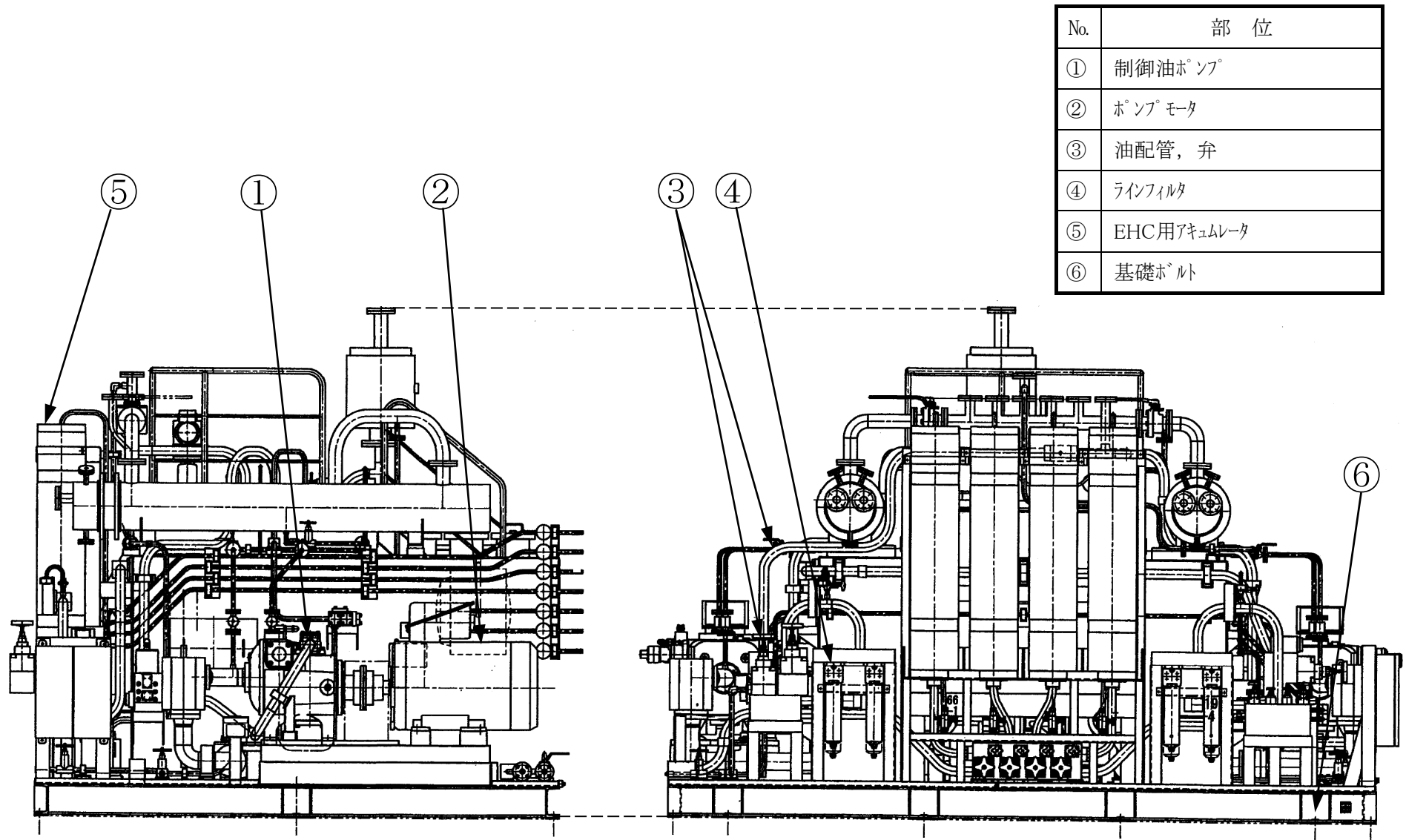


図2.1-3 制御油圧ユニット構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	ピストン
④	シリンダ
⑤	軸受 (転がり)
⑥	軸継手
⑦	取付ボルト

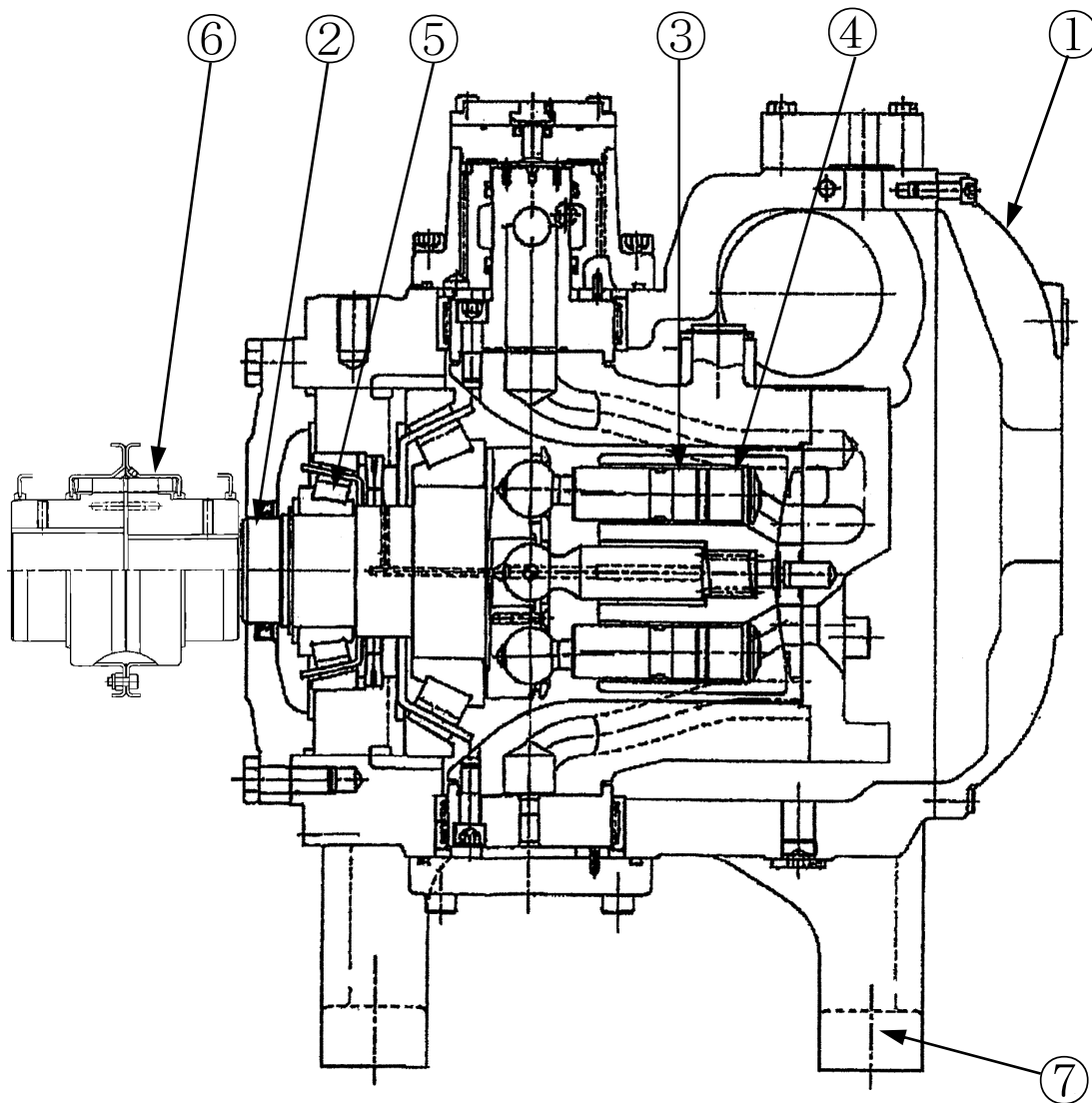


図2.1-4 制御油ポンプ構造図

No.	部 位
①	ピストン
②	ケーシング
③	スプリング
④	コイル
⑤	Oリング

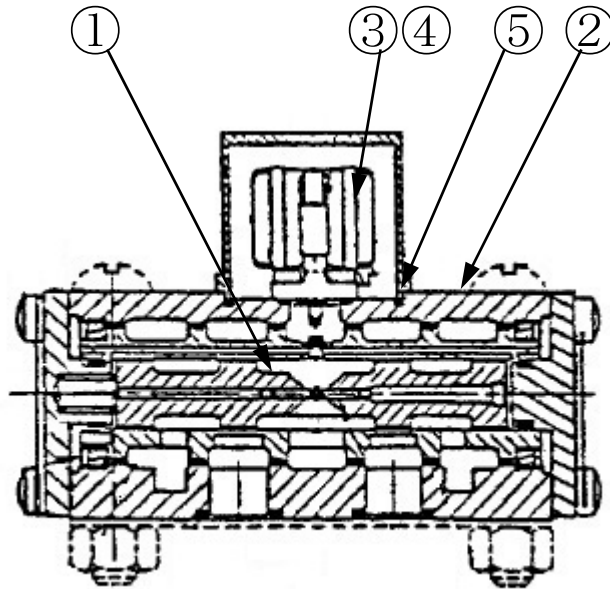


図2.1-5 サーボ弁構造図

No.	部 位
①	ピストン
②	ケーシング
③	スプリング
④	Oリング

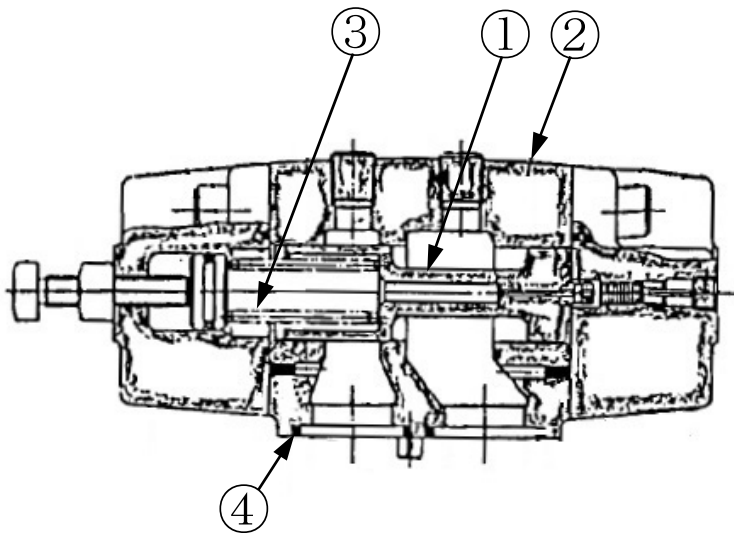


図2.1-6 シャットオフ弁構造図



No.	部 位
①	胴
②	Oリング

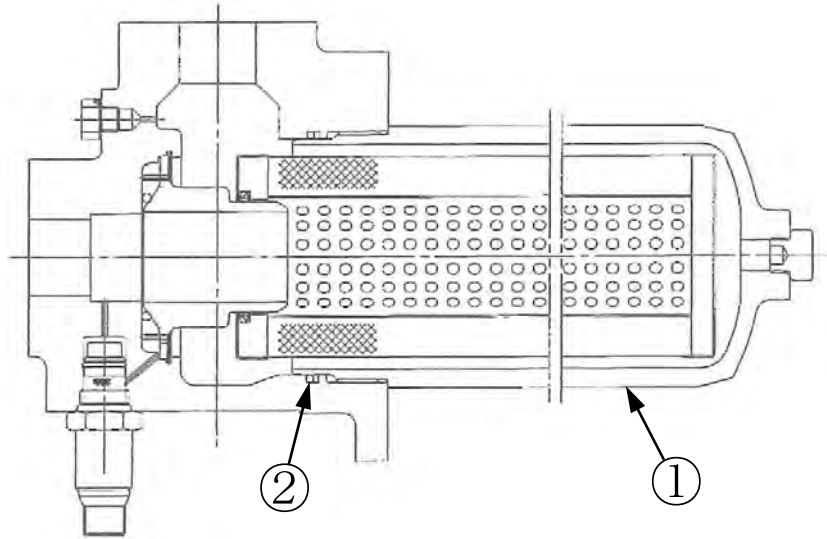


図2.1-7 ラインフィルタ構造図

No.	部 位
①	胴
②	ピストン

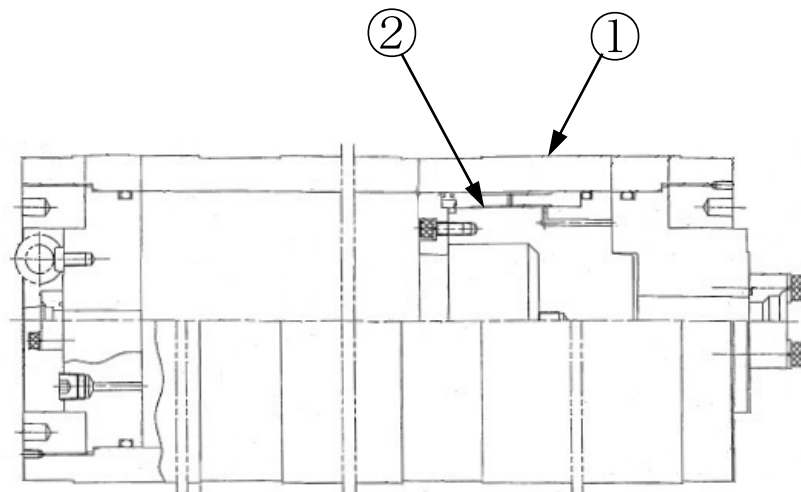


図2.1-8 アキュムレータ構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	スプリング

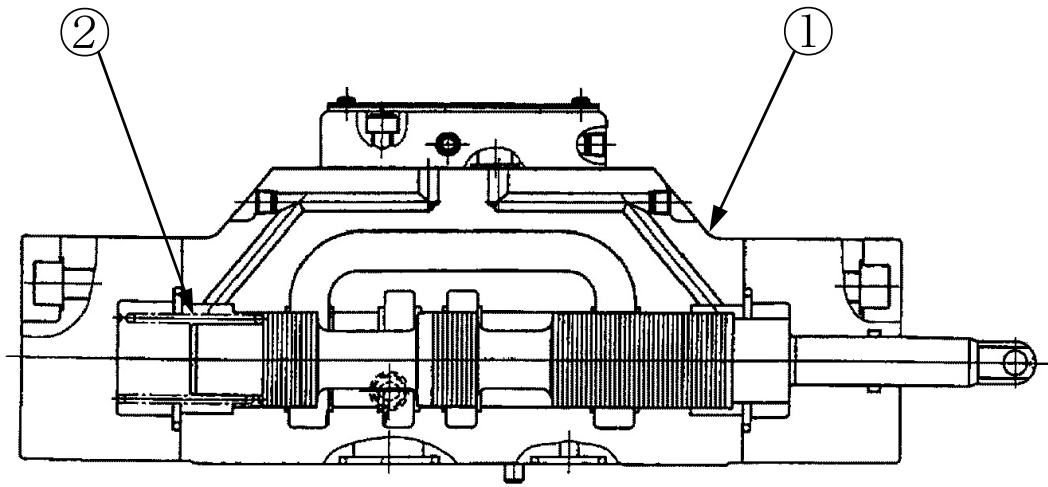


図2.1-9 機械式トリップ弁構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	スプリング

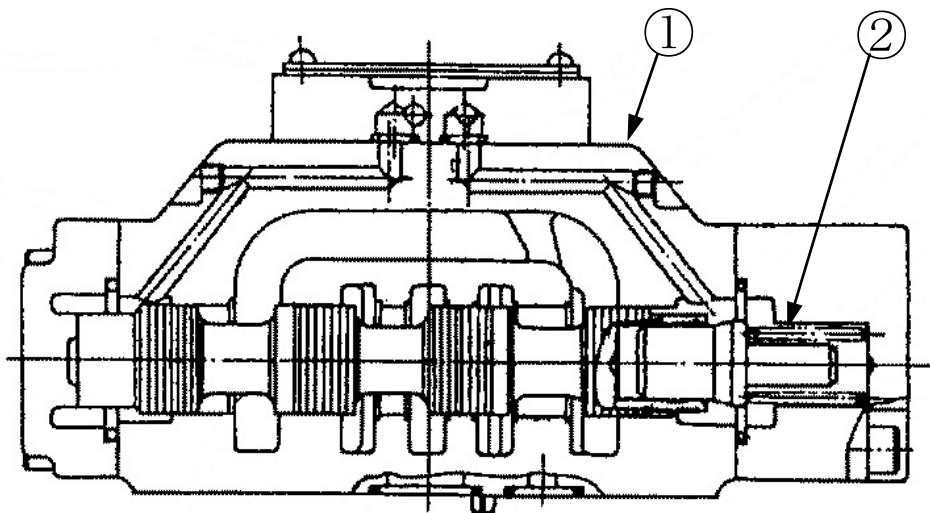


図2.1-10 リレートリップ弁構造図

表2.1-1 (1/2) 主タービンEHC装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
装置機能の維持	制御油ポンプ	ケーシング	鋳鉄 (FCV400)
		主軸	低合金鋼 (SCM435H)
		ピストン	低合金鋼 (SCM435)
		シリンダ	炭素鋼 (S55C)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
		軸継手	炭素鋼 (S45C)
	ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉)		主軸 : 炭素鋼 (S45C) 固定子コイルおよび口出線・接続部品 : 銅・絶縁物 (アラミド紙, エポキシ樹脂) 回転子棒・回転子エンドリング : アルミニウム 軸受 (転がり) : 消耗品
	油配管		ステンレス鋼
	弁		ステンレス鋳鋼 (SCS13), 炭素鋼 (S45C), 鋳鉄 (FCD600, FC300, FCV350)
	サーボ弁・シャットオフ弁	ピストン	ステンレス鋼, 低合金鋼 (SCM415)
		ケーシング	鋳鉄 (FC300), アルミニウム合金
		スプリング	ばね鋼 (SWOSC-V)
		コイル	銅, 絶縁物
		Oリング	(消耗品)
	ラインフィルタ	胴	炭素鋼鋳鋼
		Oリング	(消耗品)
	タービンハイパス弁 アキュムレータ	胴	炭素鋼 (SF490A)
		ピストン	アルミニウム合金鋳物 (AC4C)
	EHC用アキュムレータ	胴	炭素鋼 (S45C)
		ピストン	アルミニウム合金 (A2017)

表2.1-1 (2/2) 主タービンEHC装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
保護機能の維持	機械式トリップ 弁, リレー トリップ 弁	ケーシング <sup>°</sup>	鋳鉄 (FCD400, FC300)
		スプリング <sup>°</sup>	ばね鋼 (SUP6, SWOSC-V)
	ロックアウト弁, マスタートリップ 弁		(定期取替品)
	Oリング <sup>°</sup>		(消耗品)
	電磁弁		(定期取替品)
機器の支持	制御油ポンプ <sup>°</sup>	取付ボルト	低合金鋼 (SCM435)
	EHC制御油圧ユニット	基礎ボルト	炭素鋼 (S30CN)

表2.1-2 主タービンEHC装置の使用条件

最高使用圧力	13.7MPa
最高使用温度	80℃
内部流体	油

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

潤滑油装置の機能を達成するため必要な項目は以下のとおり。

- ① 装置機能の維持
- ② 保護機能の維持
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

主タービンEHC装置について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

Oリング、軸受（転がり）は消耗品、ロックアウト弁、マスタートリップ弁、電磁弁は定期取替品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)。

- a. ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下 [制御油ポンプモータ]

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. サーボ弁の性能低下および絶縁特性低下

サーボ弁のサーボ弁接続部品に用いられている絶縁物は、有機物であるため機械的、熱的、電気的、環境的要因で経年劣化が進行した場合、入力信号に対して応答信号とのずれ等が生じ、性能低下が想定されるが、点検時に以下の性能検査を実施し、サーボ弁の性能に異常のないことを確認しており、点検で異常が認められた場合には、サーボ弁一式または部品の交換を実施することとしている。

- ・ 耐圧漏えい試験
- ・ 流量ゲイン測定
- ・ 内部漏れ試験
- ・ ヌルバイアス測定
- ・ 圧力特性試験
- ・ ヒステリシス
- ・ コイル抵抗測定
- ・ 絶縁抵抗測定

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔主タービンEHC装置〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### c. ケーシング、軸継手の腐食（全面腐食）〔制御油ポンプ、サーボ弁・シャットオフ弁〕

ケーシングは鋳鉄、軸継手は炭素鋼であり腐食が想定されるが、外面は防食塗装を施しており、必要に応じて補修を実施していることから、腐食発生の可能性は小さい。

また、ケーシングの内部流体は制御油であるため、ケーシング内面の腐食発生の可能性は小さい。さらに、これまでの点検結果からも内・外面とも有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 主軸の摩耗〔制御油ポンプ〕

転がり軸受を使用している主軸については、軸受と主軸の接触面が摩耗する可能性があるが、軸受部は点検時に主軸の寸法管理を行い、適切に組立てを行うこととしており、主軸の回転による摩耗が発生する可能性は小さい。

また、これまでの点検結果から主軸の回転による有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### e. 主軸の高サイクル疲労割れ〔制御油ポンプ〕

国内他プラント（PWR）の充填／高圧注入ポンプで高サイクル疲労における主軸の折損が発生しているが、これは製造上の原因によるものであり、設計段階において疲労割れが発生しないように考慮されており、発生の可能性は小さい。

また、これまでの目視および浸透探傷試験による点検結果から高サイクル疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ピストン、シリンダの摩耗〔制御油ポンプ〕

ピストンは、シリンダまたはケーシング内を摺動することから摩耗の可能性があるが、油環境下にあることから、摩耗進行の可能性は小さい。

また、これまでの点検結果からも有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 配管の高サイクル疲労割れ〔油配管〕

油配管には運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部等において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないように考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁、ラインフィルタおよびアキュムレータの腐食（全面腐食）〔弁、ラインフィルタ、タービンバイパス弁アキュムレータ、EHC用アキュムレータ〕

ラインフィルタの胴は炭素鋼、タービンバイパス弁アキュムレータ、EHC用アキュムレータの胴は炭素鋼、弁はステンレス鋼、炭素鋼または铸铁であり、ラインフィルタ、アキュムレータ、弁の外面については防食塗装を施している。また防食塗装の状態は目視確認で確認し、必要に応じて補修を実施することとしており、腐食発生の可能性は小さいと考える。

タービンバイパス弁アキュムレータおよびEHC用アキュムレータのピストンはアルミニウム合金またはアルミニウム合金铸件であり、一般的に耐食性を有していることから、腐食発生の可能性は小さい。内面については、内部流体が油であり、腐食発生の可能性は小さい。

また、これまでの点検結果から有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. スプリングのへたり〔サーボ弁・シャットオフ弁、機械式トリップ弁、リレートリップ弁〕

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるため、へたりが想定される。

しかし、スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定されて



おり、スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実施の使用温度は低いことから、へたりの進行の可能性は小さいと考えられる。

また、へたりは分解点検時に目視確認および作動確認を実施していくことで検知可能であり、これまでの点検結果からも有意なへたりは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁の摩耗〔機械式トリップ弁，リレートリップ弁〕

機械式トリップ弁，リレートリップ弁の摩耗については，常時制御油によって潤滑されており，急激な摩耗の可能性は小さい。また，定期的に分解点検を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔制御油ポンプ〕

取付ボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は防食塗装を施しており，必要に応じて補修を実施することとしていることから，腐食発生の可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下 1. ～q. の評価については「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

1. ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の主軸の摩耗

m. ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）

n. ポンプモータ（低圧，交流，全閉）のフレーム，エンドブラケットおよび端子箱の腐食（全面腐食）

o. ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の回転子棒および回転子エンドリングの疲労割れ

p. ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の主軸の高サイクル疲労割れ

q. ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の取付ボルトの腐食（全面腐食）

〔1. ～q. ：制御油ポンプモータ〕

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/2) 主タービンEHC装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
装置機能の維持	制御油ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△						*1:軸受(転がり) *2:高サイクル疲労割れ *3:主軸 *4:固定子コアおよび回転子コア *5:フレーム, エントブラケットおよび端子箱 *6:取付ボルト *7:回転子棒および回転子エントリング *8:固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下 *9:鋳鉄 *10:スプリングのへたり *11:性能低下および絶縁特性低下
		主軸		低合金鋼	△		△*2					
		ピストン		低合金鋼	△							
		シリンダ		炭素鋼	△							
		軸受(転がり)	◎									
		軸継手		炭素鋼		△						
	ポンプモータ(低圧, 交流, 全閉)		◎*1	銅, 絶縁物他	△*3	△*4*5*6	△*2*3 △*7				○*8	
	油配管			ステンレス鋼			△*2					
	弁			ステンレス鋳鋼, 炭素鋼, 鋳鉄		△						
	サホ弁・シャットオフ弁	ピストン		ステンレス鋼, 低合金鋼								
		ケーシング		鋳鉄, アルミニウム合金		△*9						
		スプリング		ばね鋼							△*10	
		コイル		銅, 絶縁物							△*11	
		○リング	◎									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/2) 主タービンEHC装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
装置機能の維持	ラインフィルタ	胴		炭素鋼鋳鋼		△					*1:スプリングのへたり	
		○リング	◎									
	タービンハイス弁アキュムレータ	胴		炭素鋼		△						
		ピストン		アルミニウム合金鋳物		△						
	EHC用アキュムレータ	胴		炭素鋼		△						
		ピストン		アルミニウム合金		△						
保護機能の維持	機械式トリップ弁, リレートリップ弁	ケーシング		鋳鉄	△							
		スプリング		ばね鋼						△*1		
	ロックアウト弁, マスタートリップ弁		◎									
	○リング		◎									
	電磁弁		◎									
機器の支持	制御油ポンプ	取付ボルト		低合金鋼		△						
	EHC制御油圧ユニット	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下〔制御油ポンプモータ〕

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

## 1.7 タービン潤滑油装置

[対象機器]

- ① 主タービン潤滑油装置

## 目 次

1. 対象機器	1. 7-1
2. 主タービン潤滑油装置の技術評価	1. 7-2
2.1 構造, 材料および使用条件	1. 7-2
2.2 経年劣化事象の抽出	1. 7-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1. 7-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1. 7-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1. 7-8

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している主タービン潤滑油装置の仕様を表1-1に示す。

表1-1 主タービン潤滑油装置の仕様

名 称 (台数)	仕 様 (容量)	重要度*1	使 用 条 件		
			運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
主タービン潤滑油装置 (1)	312m <sup>3</sup> /h (主油ポンプ容量)	高*2	連続	2.0	80

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

## 2. 主タービン潤滑油装置の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### (1) 構造

主タービン潤滑油装置は, 潤滑油を所定の圧力に昇圧するための主油ポンプおよび潤滑油を各軸受に供給する油配管から構成されている。

主タービン潤滑油装置の系統図を図2.1-1に, 構造図を図2.1-2に示す。

#### (2) 材料および使用条件

主タービン潤滑油装置主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	主油ポンプ

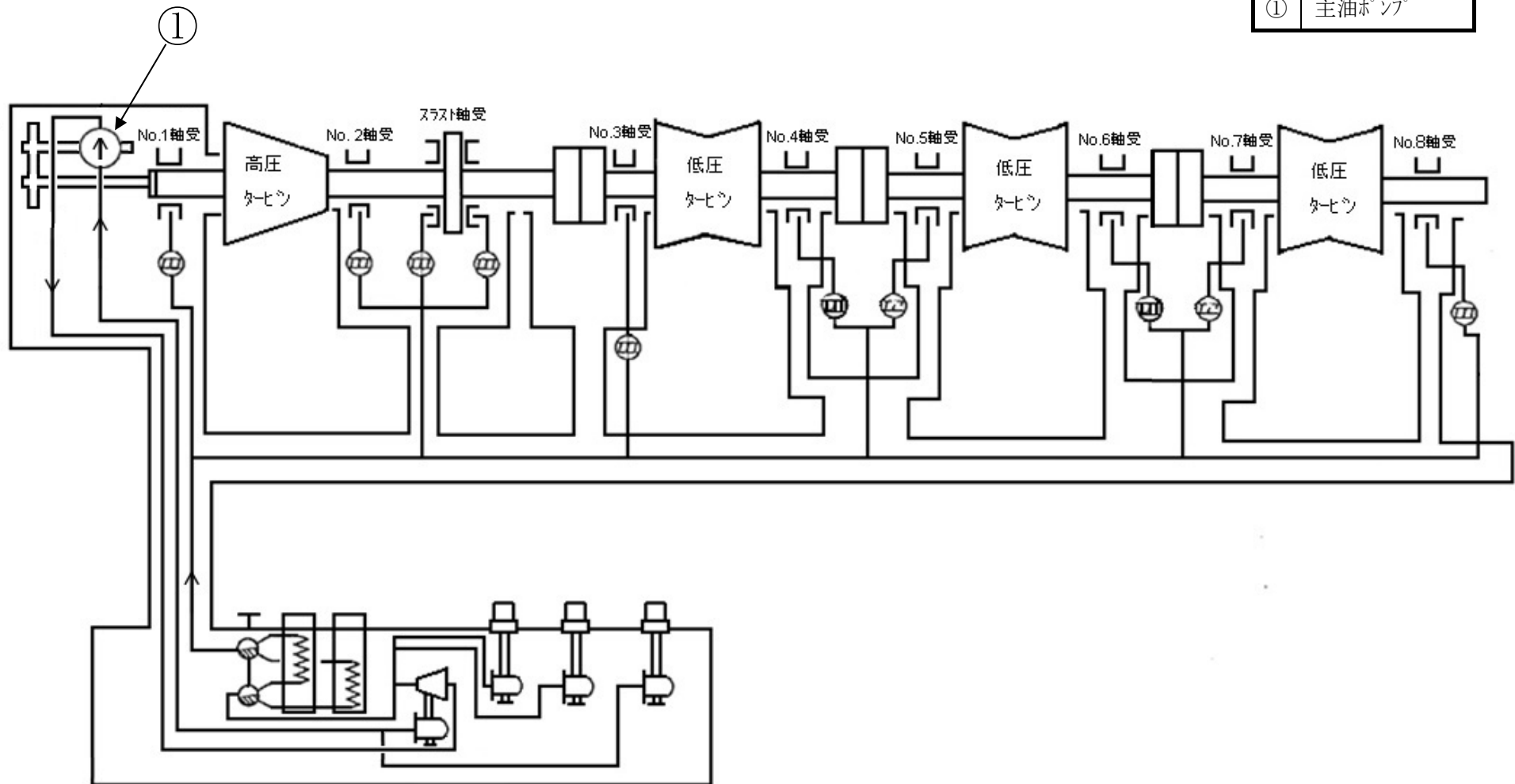
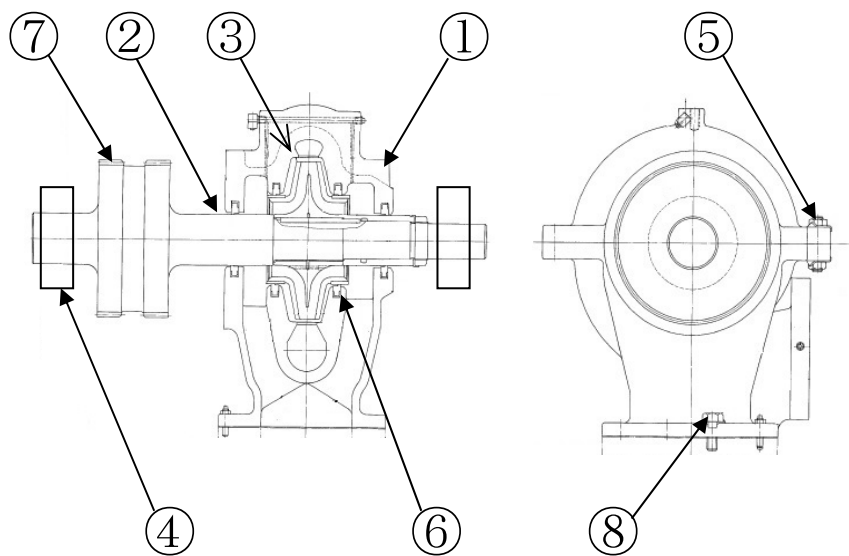


図2.1-1 主タービン潤滑油装置系統図



No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	軸受 (すべり)
⑤	ケーシングボルト
⑥	シールリング
⑦	歯車
⑧	取付ボルト

図2.1-2 主油ポンプ構造図

表2.1-1 主タービン潤滑油装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
装置機能の確保	ケーシング	鋳鉄 (FC20)
	主軸	低合金鋼 (SNM439)
	羽根車	青銅鑄物 (BC-2)
	軸受 (すべり)	炭素鋼, ホイタル
	ケーシングボルト	炭素鋼 (S30CN)
	シールリング	青銅鑄物 (LBC3)
	歯車	低合金鋼 (SNM439)
	油配管	炭素鋼
機器の支持	取付ボルト	炭素鋼 (S30CN)

表2.1-2 主タービン潤滑油装置の使用条件

最高使用圧力	2.0MPa
最高使用温度	80℃
内 部 流 体	油

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

主タービン潤滑油装置の機能を達成するため必要な項目は以下のとおり。

- ① 装置機能の確保
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

主タービン潤滑油装置について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

主タービン潤滑油装置には、消耗品および定期取替品はない。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. すべり軸受の摩耗・はく離〔主油ポンプ〕

ホワイトメタルを鑄込み溶着した軸受（すべり）を使用しており、摩耗・はく離が想定されるが、定期的に見視確認、浸透探傷試験および超音波探傷試験を実施し、健全性を確認しており、必要に応じて取替または補修を行っている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. ケーシングの腐食（全面腐食）〔主油ポンプ〕

ケーシングは鑄鉄であり腐食が想定されるが、内面については流体が潤滑油であることから、腐食が発生する可能性は小さい。なお、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

外面については、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 主軸の摩耗〔主油ポンプ〕

主軸と軸受の接触面で摩耗が想定されるが、潤滑油により主軸と軸受の摩耗を防止しているため、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 主軸および歯車の腐食（全面腐食）〔主油ポンプ〕

主油ポンプの主軸および歯車は低合金鋼であり、腐食が想定されるが、内部流体が潤滑油であることから腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### e. 主軸の高サイクル疲労割れ〔主油ポンプ〕

主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部等において、高サイクル疲労割れが想定されるが、ポンプ主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### f. 主軸のフレット疲労割れ

主軸と羽根車の嵌め合い部は、他プラントにおいてフレット疲労による割れ事象が発生しており、焼きばめにより取付けられているポンプにおいてはフレット疲労割れが想定されるが、当該ポンプの構造としてギアボックスを介して主タービンロータと主油ポンプロータが別軸のため、主タービン側から主油ポンプ側への振動、応力負荷伝達等の影響が回避されており、フレット疲労割れの発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### g. 羽根車・シールリング間の摩耗〔主油ポンプ〕

シールリングは羽根車との摺動による摩耗が想定されるが、隙間管理を行うことにより接触を防止していることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的な羽根車とシールリングとの寸法測定を行い、健全性を確認しており、有意な摩耗が認められた場合にはシールリングの取替を行うこととしている。なお、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### h. 羽根車の腐食（キャビテーション）〔主油ポンプ〕

ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面にエロージョンが生じ、ポンプ性能に影響を及ぼすことが想定されるが、ポンプはキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド>必要有効吸込ヘッド）を満たすよう設計段階において考慮されており、この大小関係は経年的に変わるものではないことからキャビテーションが発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認を行い、健全性を確認しており、これまでキャビテーションによる有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### i. ケーシングボルトおよび取付ボルトの腐食（全面腐食）〔主油ポンプ〕

ケーシングボルトおよび取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが、屋内空調環境にあり腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認を行っており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 歯車の摩耗〔主油ポンプ〕

主油ポンプの歯車は低合金鋼であり、歯面の摩耗が想定されるが、潤滑油環境下にあることから摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 油配管の腐食（全面腐食）

油配管は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、内部流体が潤滑油であること、および外面は塗装により腐食を防止していることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。



表2.2-1 主タービン潤滑油装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
装置機能の確保	主油ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△					*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション *3：はく離 *4：フレッティング疲労割れ	
		主軸		低合金鋼	△	△	△*1*4					
		羽根車		青銅鋳物	△	△*2						
		軸受（すべり）		炭素鋼, 銅合金	△					△*3		
		ケーシングホルト		炭素鋼		△						
		シールリング		青銅鋳物	△							
		歯車		低合金鋼	△	△						
	油配管		炭素鋼		△							
機器の支持	取付ホルト			炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2. 非常用系タービン設備

[対象機器]

- ① 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび附属装置
- ② 高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービンおよび附属装置

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定	2. 1-1
1.1 グループ化の考え方および結果	2. 1-1
1.2 代表機器の選定	2. 1-1
2. 代表機器の技術評価	2. 1-3
2.1 構造, 材料および使用条件	2. 1-3
2.1.1 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置	2. 1-3
2.2 経年劣化事象の抽出	2. 1-19
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	2. 1-19
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	2. 1-19
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	2. 1-21
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	2. 1-37
3. 代表機器以外への展開	2. 1-38
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	2. 1-38
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	2. 1-38

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用している非常用系タービン設備の仕様を表1-1に示す。

これらのタービンを型式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

型式を分類基準とし、表1-1に示すとおり非常用系タービン設備をグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度、最高使用温度、最高使用圧力および運転状態の観点から代表機器を選定するものとする。

#### (1) 非常用系タービン設備

このグループには原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置、高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置が属するが、重要度から原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置を代表機器とする。

表1-1 非常用系タービン設備のグループ化と代表機器の選定

分類基準	名称 (基数)	選定基準					選定	選定理由
		仕様 (出力× 回転速度) *1	重要度*2	使用条件				
型式					運転状態	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	
非常用系 タービン設備	原子炉隔離時冷却ポンプ 駆動用蒸気 タービンおよび付属装置 (1)	550kW× 4,100rpm	MS-1, 重*3	一時	8.6	302	◎	重要度
	高圧原子炉代替注水ポンプ 駆動用蒸 気タービンおよび付属装置 (1) *4		重*3	一時	8.6	302		

\*1：最大出力および最大回転速度を示す。

\*2：最上位の重要度を示す。

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*4：新規に設置される機器

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下のタービンについて技術評価を実施する。

### ① 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置

#### 2.1 構造，材料および使用条件

##### 2.1.1 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置

###### (1) 構造

原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンは，定格運転時最大出力550kW，最大回転速度4,100rpmの背圧式蒸気タービンであり，1台設置している。

駆動蒸気は，主蒸気管より導かれ，蒸気加減弁を通してタービンに流入し，ケーシングを経て，サプレッションチェンバに排出される。

ケーシングは炭素鋼鋳鋼であり，円板，主軸は低合金鋼，翼はステンレス鋳鋼である。

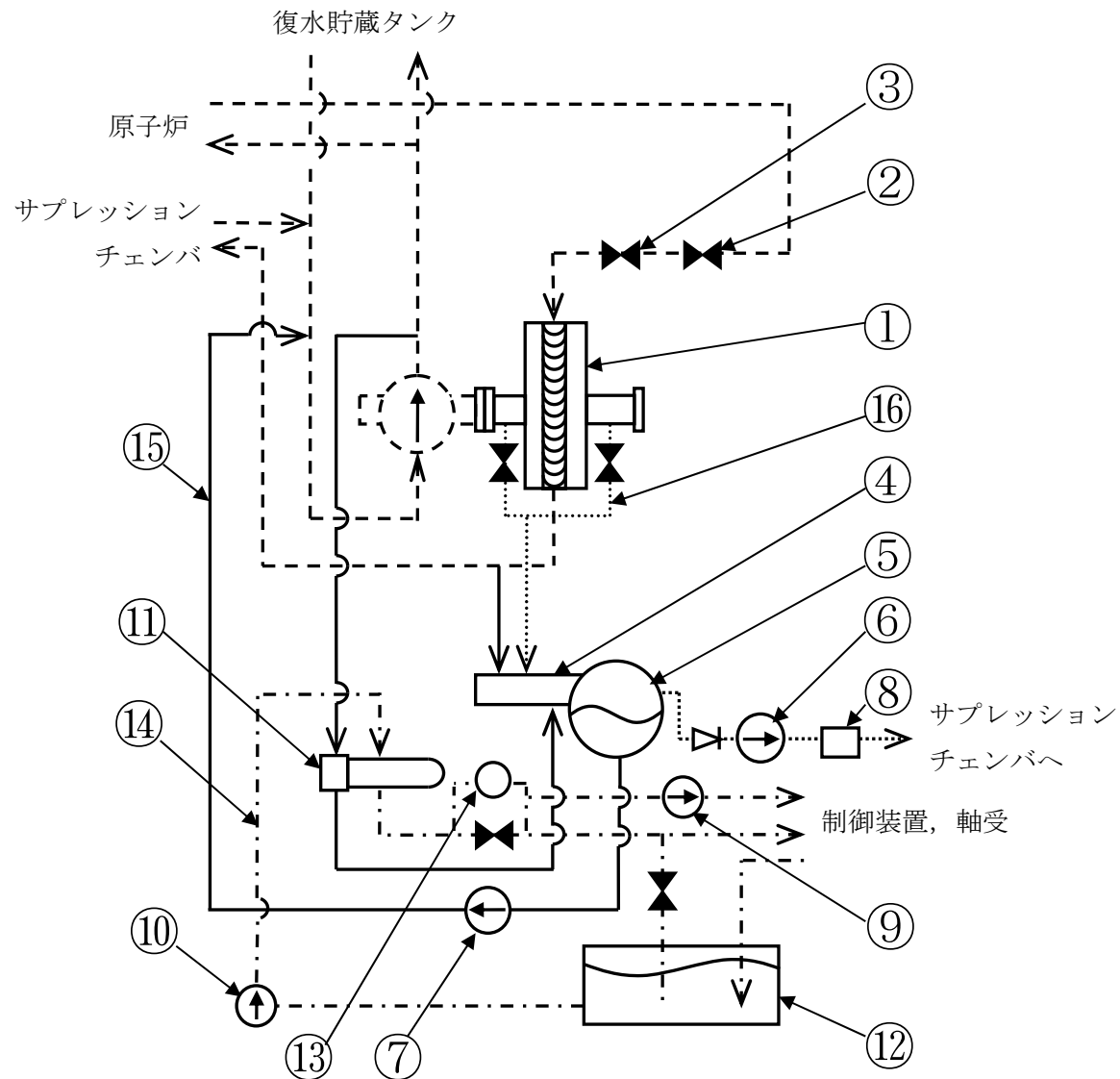
円板，主軸および翼は，ケーシングボルトを緩め，ケーシングを取り外すことにより，点検手入れが可能である。

原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンの付属設備として，主塞止弁，非常調速装置，蒸気加減弁，調速・制御装置，グラウンド蒸気復水装置（バロメトリック復水器，真空タンク，真空ポンプ，復水ポンプ，セパレータ）および潤滑油装置（制御油ポンプ，油ポンプ，油冷却器，油タンク，オイルフィルタ）を設置している。

原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置の全体系統図を図2.1-1に，各機器の構造図を図2.1-2～14に示す。

###### (2) 材料および使用条件

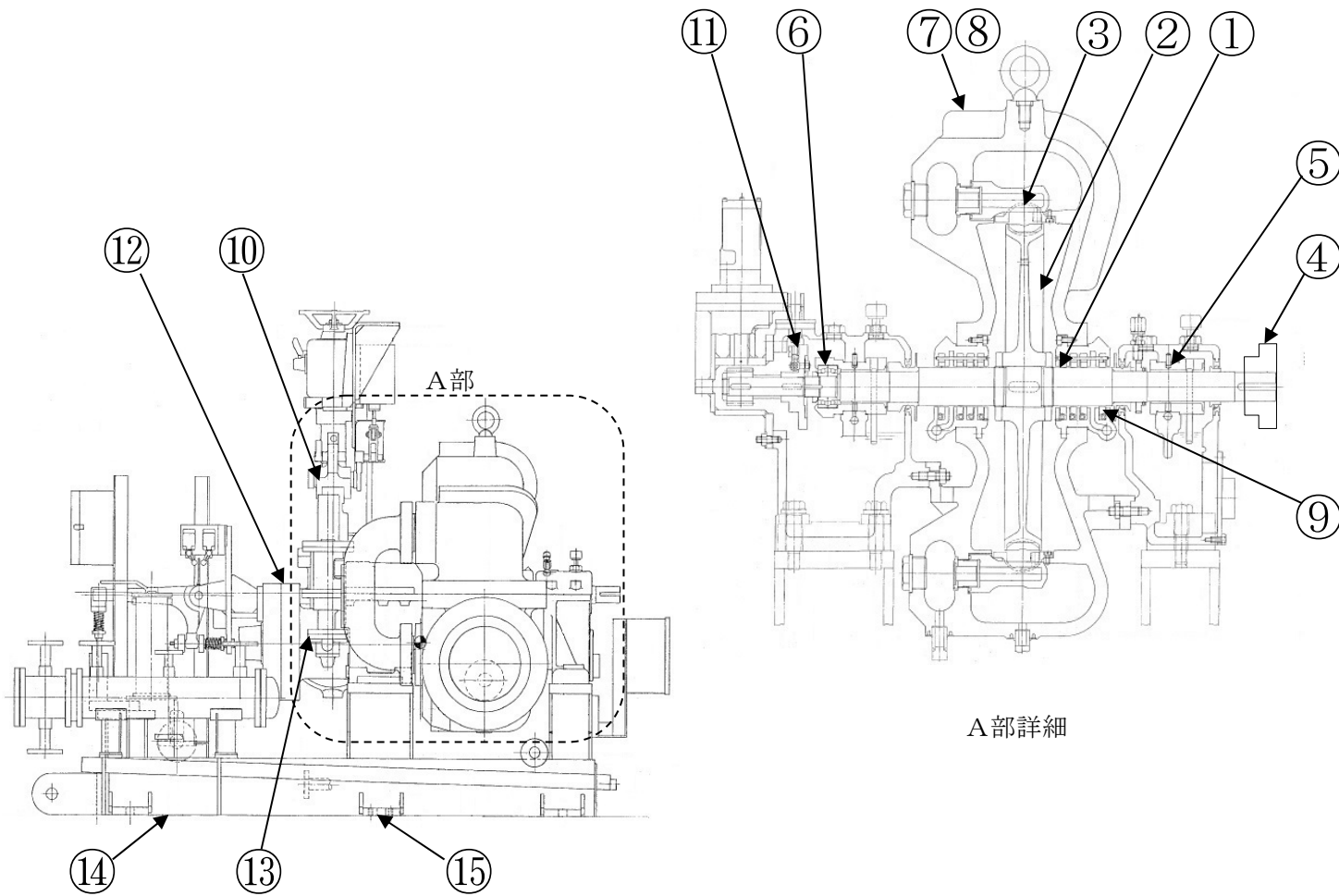
原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	タービン
②	主塞止弁
③	蒸気加減弁
④	パロメリック復水器
⑤	真空タンク
⑥	真空ポンプ
⑦	復水ポンプ
⑧	セパレータ
⑨	制御油ポンプ
⑩	油ポンプ
⑪	油冷却器
⑫	油タンク
⑬	オイルフィルタ
⑭	油系配管・弁
⑮	復水系配管・弁
⑯	グラント蒸気系配管・弁

- 他評価書にて評価
- - - 油系配管
- ..... グラント蒸気系配管
- 復水系配管

図2.1-1 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置全体系統図



No.	部 位
①	主軸
②	円板
③	翼
④	軸継手
⑤	ジャーナル軸受
⑥	スラスト軸受
⑦	ケーシング
⑧	ケーシングボルト
⑨	カーボンパッキン
⑩	主塞止弁
⑪	非常调速装置
⑫	蒸気加減弁
⑬	调速・制御装置
⑭	ベースプレート
⑮	基礎ボルト

図2.1-2 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置構造図



No.	部 位
①	弁体 (親弁)
②	弁体 (子弁)
③	弁棒
④	弁箱
⑤	弁座
⑥	弁ふた
⑦	レバー
⑧	スプリング
⑨	ヨーク
⑩	ブッシュ
⑪	弁ふたボルト
⑫	電動弁用駆動部
⑬	トリップウエイト

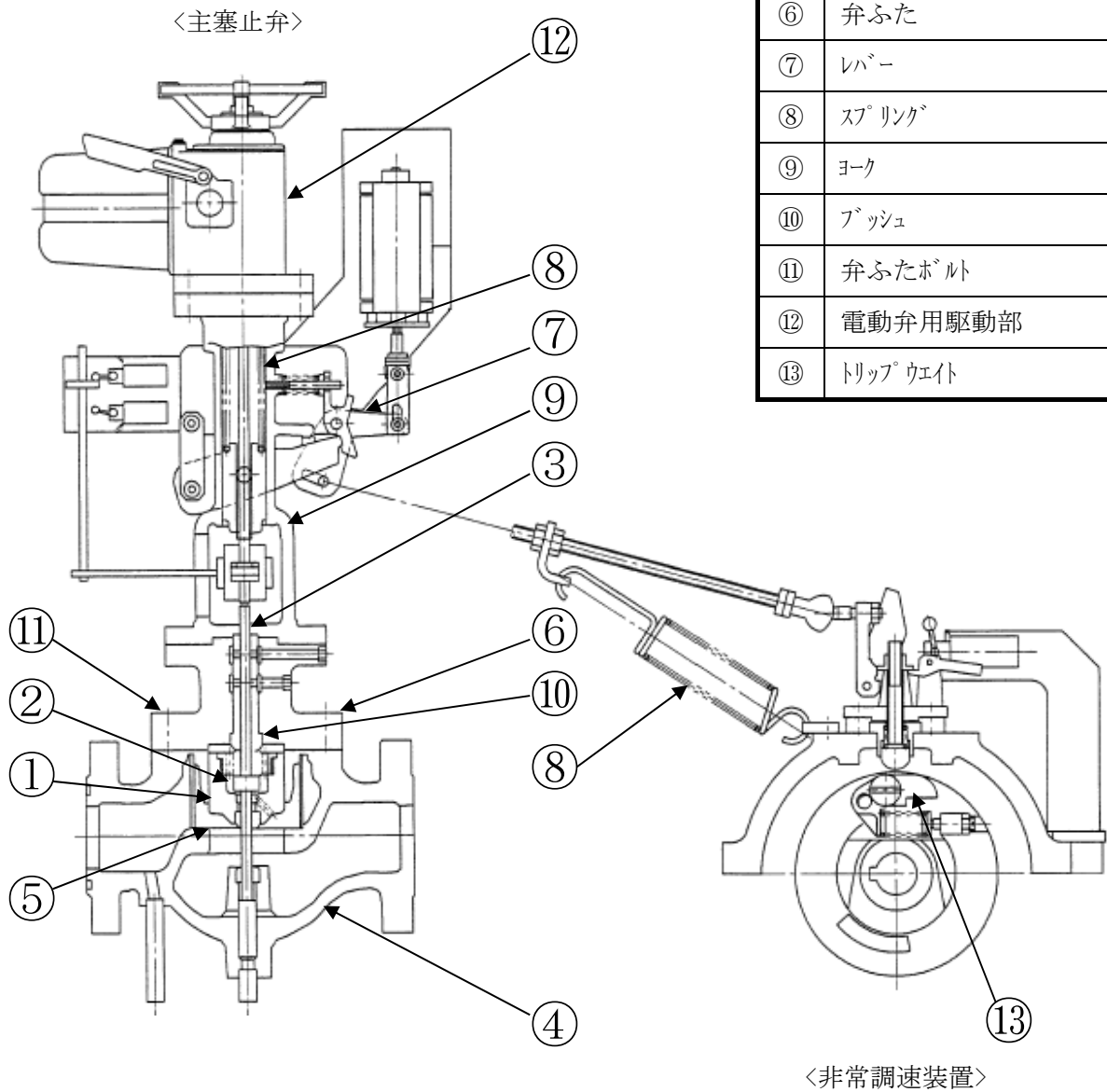
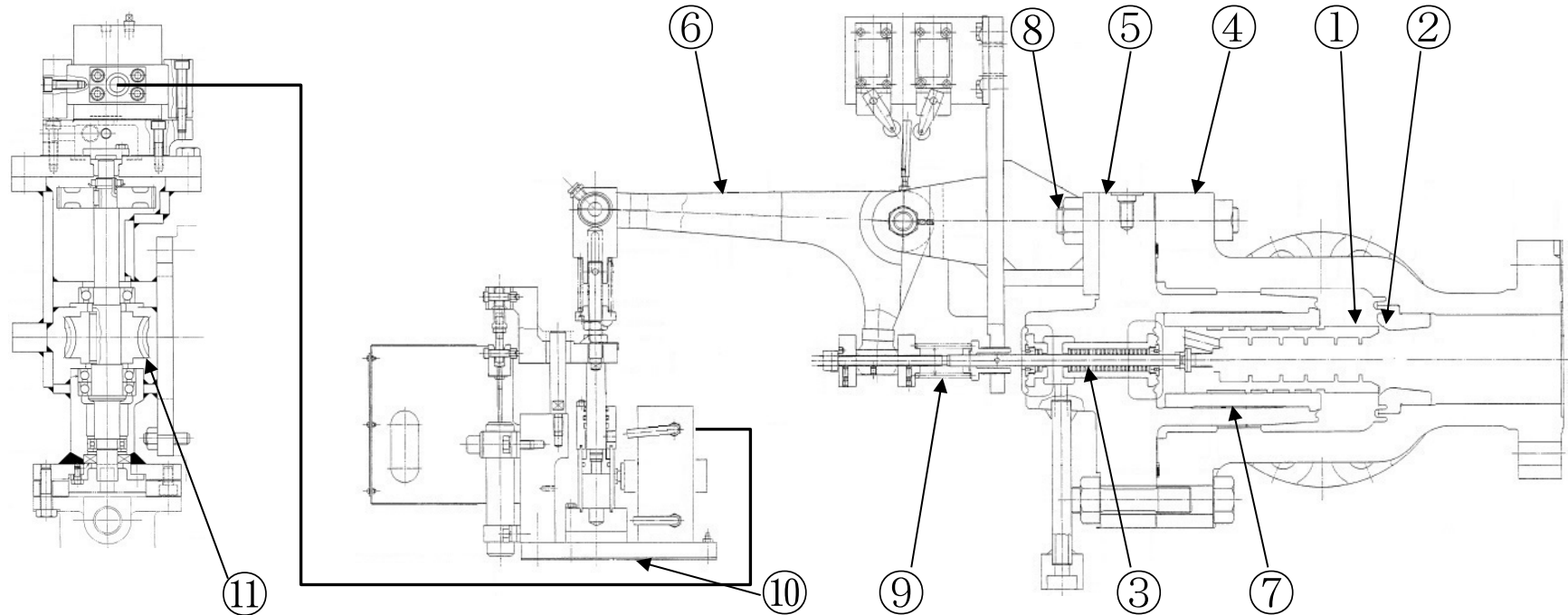


図2.1-3 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 主塞止弁および非常调速装置構造図



<调速・制御装置>

<蒸気加減弁>

No.	部 位	No.	部 位
①	弁体	⑦	ブッシュ
②	弁座	⑧	弁ふたボルト
③	弁棒	⑨	スプリング
④	弁箱	⑩	ガバナ
⑤	弁ふた	⑪	歯車
⑥	レバー		

図2.1-4 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 蒸気加減弁および调速・制御装置構造図

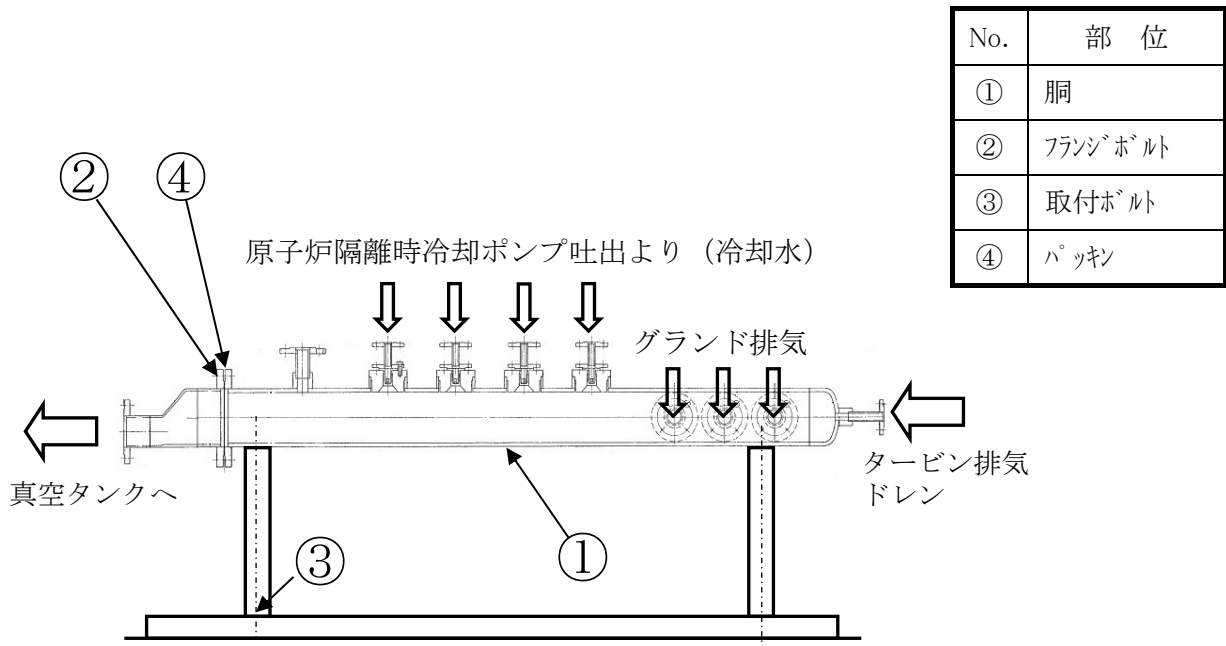


図2.1-5 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン バロメトリック復水器構造図

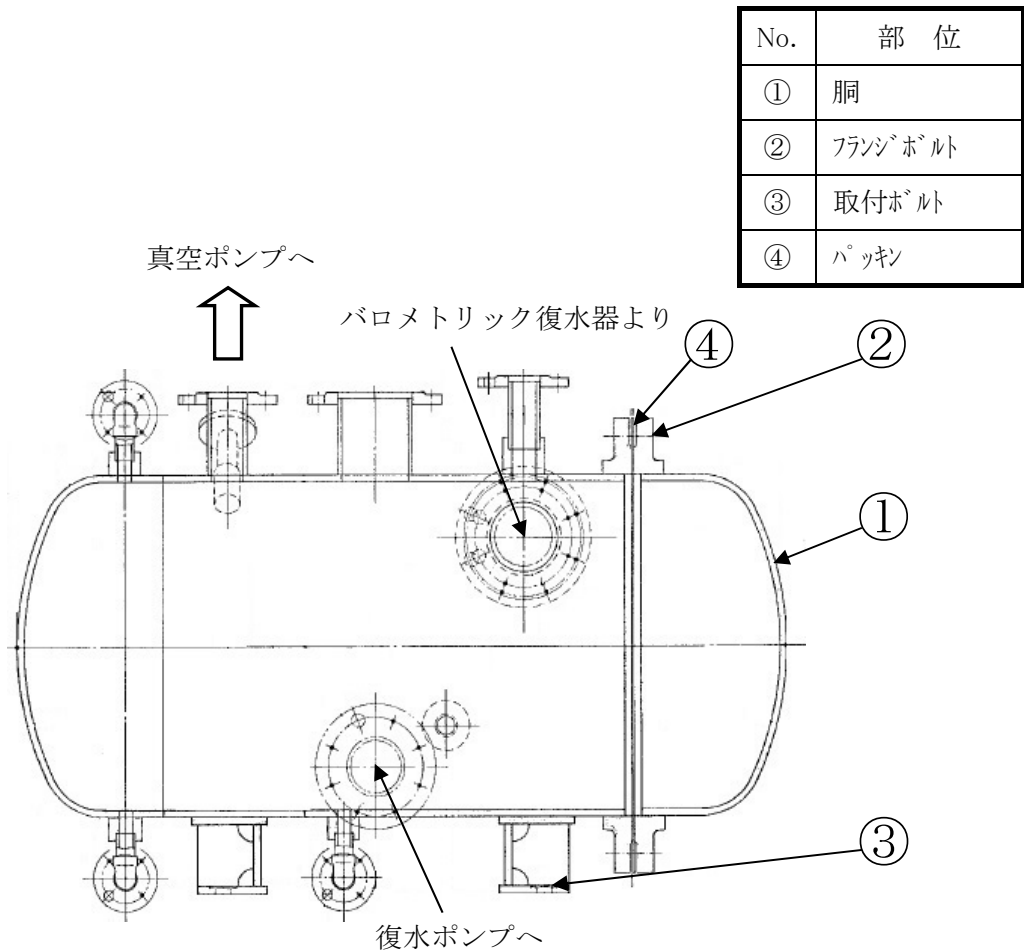
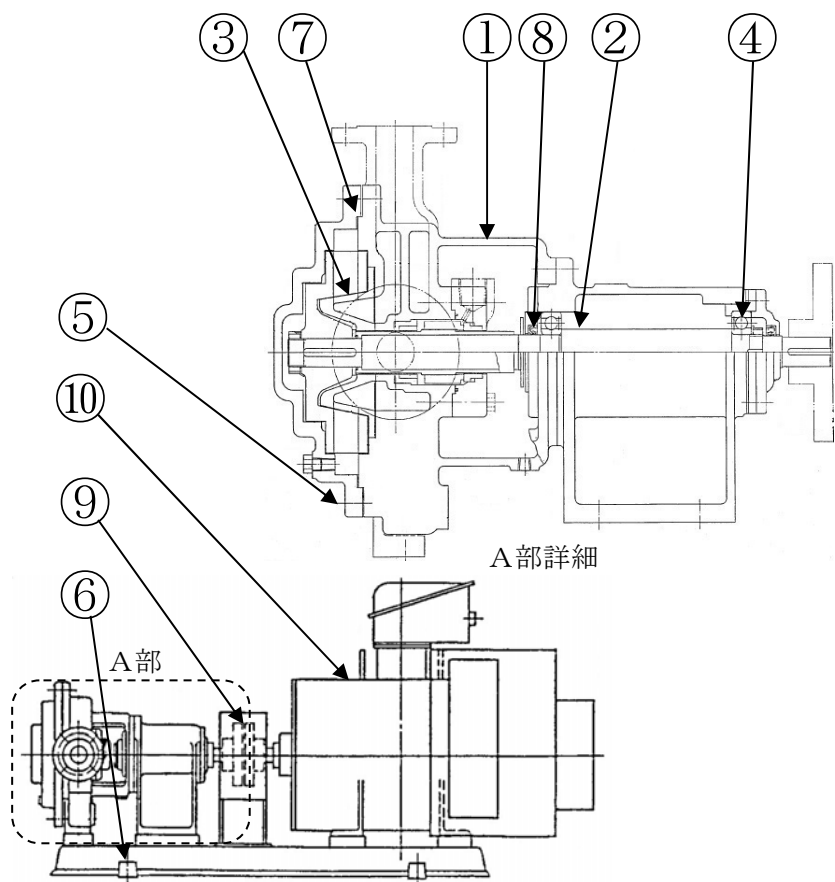
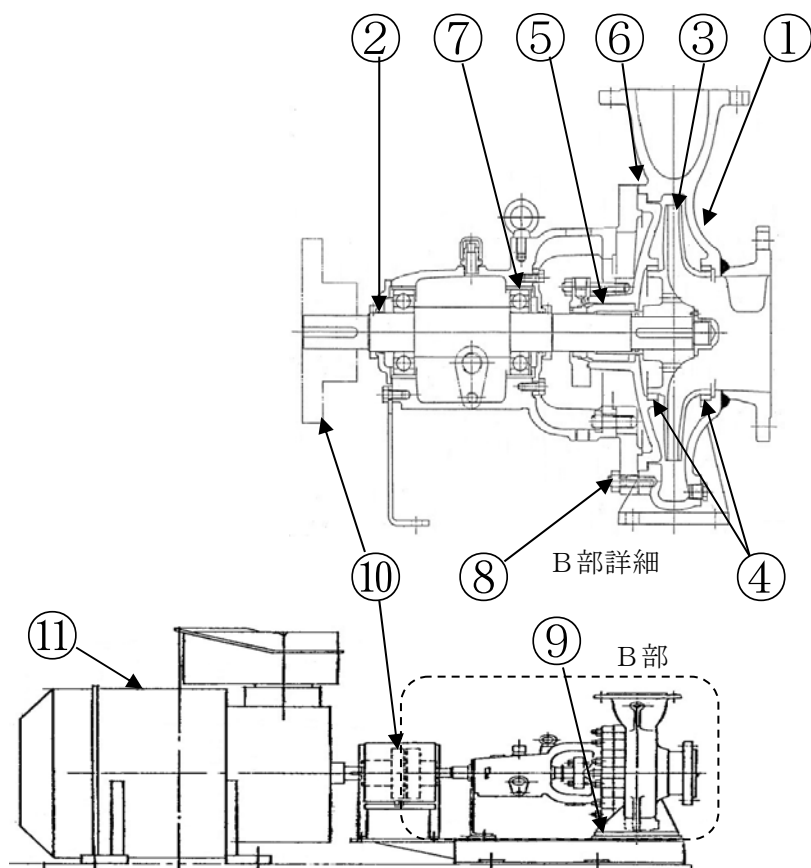


図2.1-6 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 真空タンク構造図



No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	軸受 (転がり)
⑤	ケーシングボルト
⑥	取付ボルト
⑦	パッキン
⑧	オイルシール
⑨	軸継手
⑩	ポンプモータ

図2.1-7 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 真空ポンプ構造図



No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	ライナーリング
⑤	メカニカルシール
⑥	ガスケット
⑦	軸受 (転がり)
⑧	ケーシングボルト
⑨	取付ボルト
⑩	軸継手
⑪	ポンプモータ

図2.1-8 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 復水ポンプ構造図

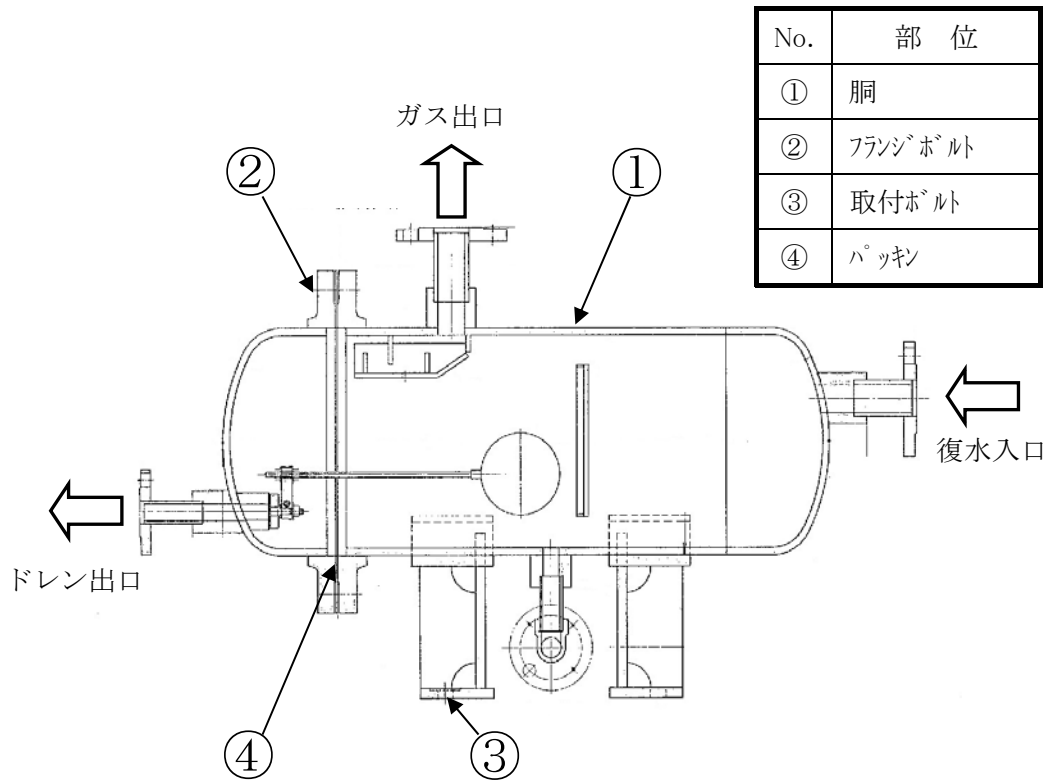


図2.1-9 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン セパレータ構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	従軸
④	ケーシングボルト

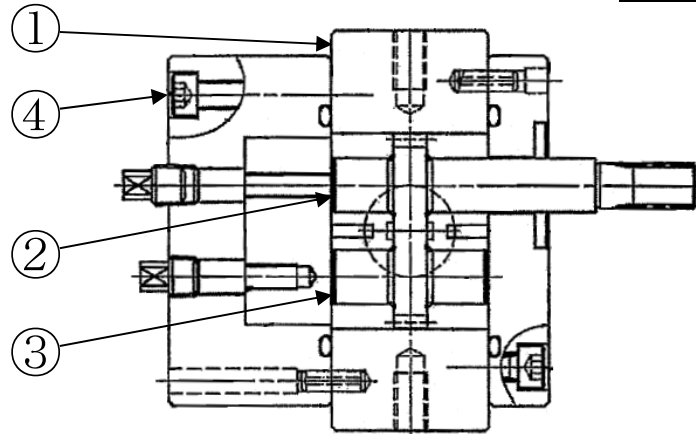


図2. 1-10 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 制御油ポンプ構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	ケーシングボルト

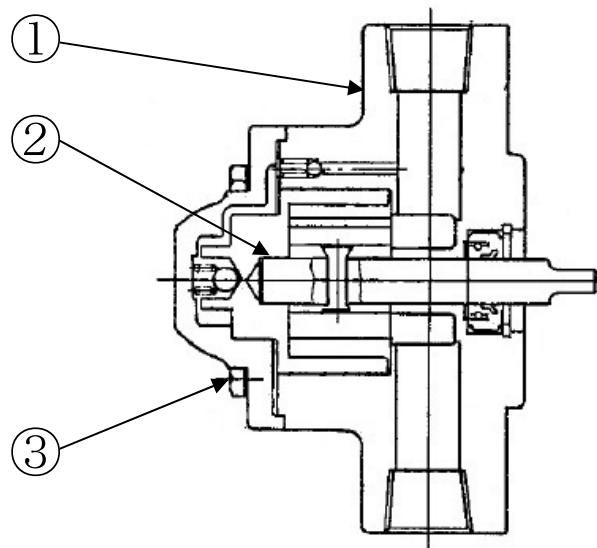
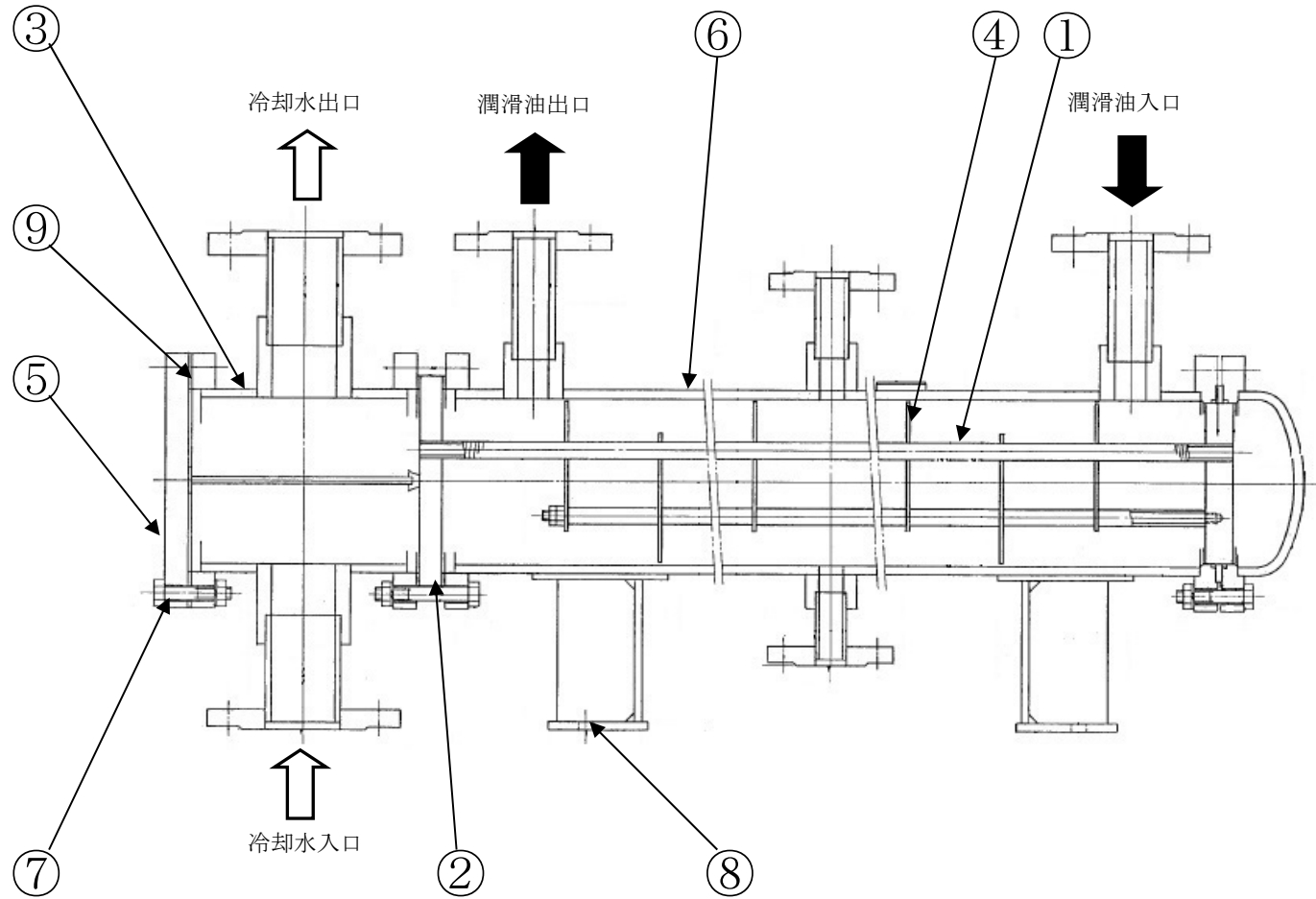


図2. 1-11 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 油ポンプ構造図



No.	部 位
①	伝熱管
②	管板
③	水室
④	管支持板
⑤	水室蓋
⑥	胴
⑦	フランジボルト
⑧	取付ボルト
⑨	ガスケット

図2.1-12 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 油冷却器構造図

No.	部 位
①	胴
②	フランジボルト

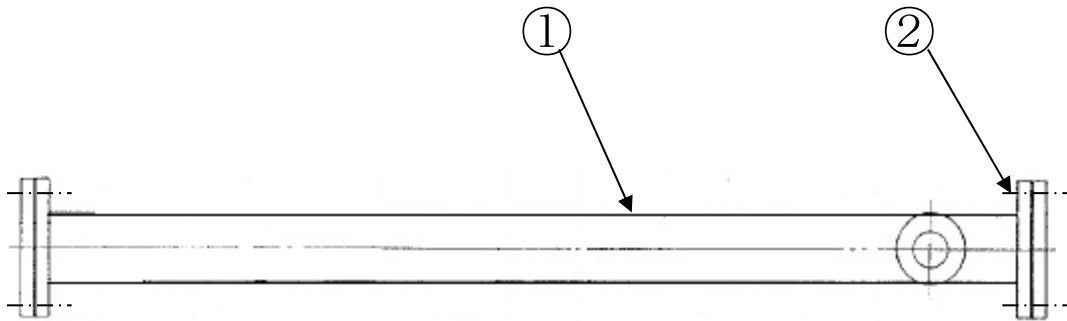


図2.1-13 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン 油タンク構造図

No.	部 位
①	胴
②	フランジボルト

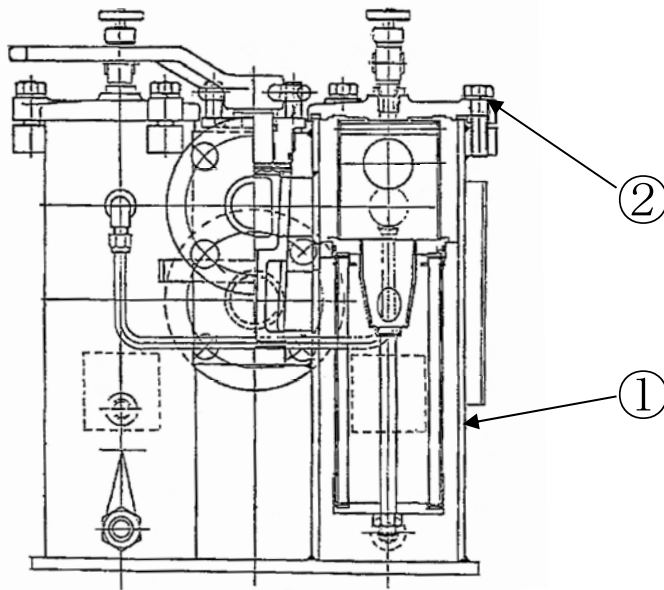


図2.1-14 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン オイルフィルタ構造図



表2.1-1 (1/4) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
タービン性能の確保	タービン	主軸	低合金鋼 (Ni-Cr-Mo-V鋼)
		円板	低合金鋼 (Ni-Cr-Mo-V鋼)
		翼	ステンレス鋳鋼 (SCS1)
		軸継手	低合金鋼 (SCM440H)
		ジャーナル軸受	炭素鋼 (SS41), ホワイトメタル
		スラスト軸受	(消耗品)
ハウダリの維持		ケーシング	炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
		ケーシングボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
		カーボンパッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	主塞止弁	弁体 (親弁)	低合金鋼 (Cr-Mo鋼)
		弁体 (子弁)	低合金鋼 (Cr-Mo鋼)
		弁棒	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼)
		弁箱	炭素鋼鋳鋼 (SCPH)
		弁座	低合金鋼 (Cr-Mo鋼)
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼 (SCPH)
		レバー	炭素鋼 (SM41A, SS41)
		スプリング	ばね鋼 (SWOSM-B)
		ヨーク	炭素鋼鋳鋼 (SC46)
		ブッシュ	低合金鋼 (Cr-Mo-W-V鋼)
		弁ふたボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
		電動弁用駆動部	主軸：低合金鋼 整流子：銅合金 ステムナット・ギア：高力黄銅鋳物, 低合金鋼他 フレーム, エントブラケット：軟鋼, 鋳鉄 固定子コア, 回転子コア：珪素鋼, 軟鋼 取付ボルト：低合金鋼 回転子コイル, 固定子コイル, 口出線・接続部 品：銅, 絶縁物 トルクスイッチ, リミットスイッチ：(定期取替品) ブラシ, 軸受 (転がり)：(消耗品)
	非常调速装置	トリップウエイト	低合金鋼 (Ti-Al-V鋼)
		スプリング	ばね鋼 (SWPA, SWPB)

表2.1-1 (2/4) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
作動機能の維持	蒸気加減弁	弁体	ステンレス鋼 (SUS440C)
		弁座	ステンレス鋼 (SUS403)
		弁棒	ステンレス鋼 (SUS403)
		弁箱	炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
		弁ふた	炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
		レバー	炭素鋼 (SM400A)
		ブッシュ	ステンレス鋼 (SUS403)
		弁ふたボルト	低合金鋼 (Cr-Mo-V鋼)
		スプリング	ばね鋼 (SWP-B)
	調速・制御装置	ガバナ	—
		歯車	銅合金 (CAC502A)
	バロメトリック復水器	胴	炭素鋼 (STPT42)
		フランジボルト	炭素鋼 (S30C)
		取付ボルト	炭素鋼 (S30C)
		パッキン	(消耗品)
	真空タンク	胴	炭素鋼 (SB42)
		フランジボルト	炭素鋼 (S30C)
		取付ボルト	炭素鋼 (S30C)
		パッキン	(消耗品)

表2.1-1 (3/4) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
作動機能の維持	真空ポンプ	ケーシング	ステンレス鋼 (SCS13)
		主軸	ステンレス鋼 (SUS420J2)
		羽根車	アルミニウム青銅鋳物 (A1BC)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
		ケーシングボルト	ステンレス鋼 (SUS304)
		取付ボルト	炭素鋼 (SS400, S30C)
		パッキン	(消耗品)
		オイルシール	(消耗品)
		軸継手	炭素鋼 (FC200)
		ポンプモータ (低圧, 直流, 全閉)	主軸: 炭素鋼 (S25CN) 固定子コイルおよび口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 軸受 (転がり): (消耗品)
	復水ポンプ	ケーシング	炭素鋼鋳鋼 (SC49)
		主軸	炭素鋼 (S35C)
		羽根車	ステンレス鋼 (SCS13)
		ライナーリング	鋳鉄 (FCD40)
		メカニカルシール	(消耗品)
		カスケット	(消耗品)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
		ケーシングボルト	ステンレス鋼 (SUS403)
		取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
		軸継手	鋳鉄 (FC20)
	ポンプモータ (低圧, 直流, 全閉)	主軸: 炭素鋼 (S25CN) 固定子コイルおよび口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 軸受 (転がり): (消耗品)	
	セパレータ	胴	炭素鋼 (STPT42)
		フランジボルト	炭素鋼 (S30C)
		取付ボルト	炭素鋼 (S30C)
		パッキン	(消耗品)

表2.1-1 (4/4) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
作動機能の維持	制御油ポンプ	ケーシング	炭素鋼 (S45C)
		主軸	低合金鋼 (SACM645)
		従軸	低合金鋼 (SACM645)
		ケーシングボルト	低合金鋼 (SCM435)
	油ポンプ	ケーシング	鋳鉄 (FC25)
		主軸	低合金鋼 (SCM435)
		ケーシングボルト	炭素鋼 (S45C)
	油冷却器	伝熱管	銅合金 (C7060T)
		管板	銅合金 (C4621P)
		水室	炭素鋼 (S25C, STPG38S, SB42)
		管支持板	炭素鋼 (SPCC)
		水室蓋	炭素鋼 (S25C)
		胴	炭素鋼 (S25C, STPG38S)
		フランジボルト	炭素鋼 (S45C)
		取付ボルト	炭素鋼
		ガasket	(消耗品)
	油タンク	胴	炭素鋼 (STPT410)
		フランジボルト	炭素鋼 (S30C)
	オイルフィルタ	胴	炭素鋼 (SS41, STPG38)
		フランジボルト	炭素鋼 (SS41)
	油系配管		炭素鋼 (STPT42), ステンレス鋼 (SUS304)
	油系弁		炭素鋼
	復水系配管		炭素鋼 (STPT42)
復水系弁		炭素鋼	
グランド蒸気系配管		炭素鋼 (STPT42)	
グランド蒸気系弁		炭素鋼	
機器の支持	ベースプレート	炭素鋼	
	支持鋼材	炭素鋼 (SS400)	
	基礎ボルト	低合金鋼 (SCM435)	

表2.1-2 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび附属装置の使用条件

タービン	運転圧力	0.63～8.1MPa
	運転温度	166～296℃
	回転速度	1,780～4,100rpm
	内部流体	蒸気
ポンプ・モータ		通常運転時
	設置場所	屋内（原子炉格納容器外）
	周囲温度	40℃以下
	放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h以下
	周囲圧力	大気圧

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置の機能であるポンプ駆動機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① タービン性能の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 隔離機能の維持
- ④ 作動機能の維持
- ⑤ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

パッキン、カーボンパッキン、ガスケット、軸受（転がり）、スラスト軸受、オイルシール、メカニカルシール、電動弁用駆動部およびポンプモータのうち軸受（転がり）およびブラシは消耗品であり、電動弁用駆動部のうちリミットスイッチ、トルクスイッチは定期取替品である。いずれも、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象としては以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)。

- a. 電動弁用駆動部の回転子コイル, 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下 [主塞止弁]
- b. ポンプモータ (低圧, 直流, 全閉) の回転子コイル, 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下 [真空ポンプモータ, 復水ポンプモータ]

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. ジャーナル軸受の摩耗・はく離〔原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン〕

ジャーナル軸受はホワイトメタルを鑄込み密着したすべり軸受を使用しており、摩耗・はく離が想定されるが、定期的に目視確認または浸透探傷試験を実施し、健全性を確認している。

さらに、摩耗およびはく離は、運転時間や主軸の回転数等により影響されるが、運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーベランス試験（1ヶ月に1回、約30分程度）と少なく、試運転およびサーベランス試験中はほぼ一定で運転している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 電動弁用駆動部の主軸およびステムナット・ギアの摩耗〔主塞止弁〕

電動弁用駆動部の主軸およびステムナット・ギアの摩耗については、「弁の技術評価書」のうち「12. 電動弁用駆動部」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### c. ポンプモータの主軸の摩耗〔真空ポンプモータ、復水ポンプモータ〕

ポンプモータの主軸の摩耗については、「ポンプモータの技術評価書」のうち「2. 低圧ポンプモータ」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### e. 主軸の摩耗〔原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン、真空ポンプ、復水ポンプ、制御油ポンプ、油ポンプ〕

軸受（転がり）を使用している原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン、真空ポンプおよび復水ポンプの主軸については、軸受と主軸の接触面において摩耗が想定されるが、軸受部は寸法測定を行い、適切に組立てを行うこととしており、主軸の回転による摩耗が発生する可能性は小さい。

制御油ポンプおよび油ポンプの主軸については、ポンプ内部流体は油であることから、主軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認または寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで主軸の回転による有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



- f. 主軸，円板，翼およびケーシングの腐食（流れ加速型腐食）（全面腐食）〔原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン〕

主軸および円板は低合金鋼，翼はステンレス鋳鋼，ケーシングは炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が蒸気であるため，流れ加速型腐食が想定されるが，運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーベランス試験（1ヶ月に1回，約30分程度）と少なく，流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。なお，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

また，通常待機状態では主軸，円板およびケーシングは全面腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. 主軸の高サイクル疲労割れ〔原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン，真空ポンプ，復水ポンプ，制御油ポンプ，油ポンプ〕

主軸は運転時，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されているため，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な欠陥は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. ケーシングボルト，フランジボルト，取付ボルトおよび弁ふたボルトの腐食（全面腐食）〔原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン，主塞止弁，蒸気加減弁，バロメトリック復水器，真空タンク，真空ポンプ，復水ポンプ，セパレータ，制御油ポンプ，油ポンプ，油冷却器，油タンク，オイルフィルタ〕

ケーシングボルト，フランジボルト，取付ボルトおよび弁ふたボルトは，炭素鋼または低合金鋼であり，腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，必要に応じて取り替えることとしている。なお，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- i. 軸継手の摩耗〔原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン〕

軸継手は運転時に動力を伝える部品であるため，長期使用において摩耗が想定されるが，原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン軸継手は潤滑油により潤滑されているため，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 弁箱および弁ふたの腐食（流れ加速型腐食）（全面腐食）〔主塞止弁，蒸気加減弁〕

主塞止弁，蒸気加減弁の弁箱および弁ふたは炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が蒸気であるため，流れ加速型腐食による減肉が想定されるが，運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーベランス試験（1ヶ月に1回，約30分程度）と少なく，流れ加速型腐食による減肉が発生する可能性は小さい。なお，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで流れ加速型腐食による有意な減肉は認められていない。

また，通常は待機状態であるため，弁箱および弁ふたの内面については腐食（全面腐食）が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

弁箱および弁ふたの外面については，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁体の腐食（全面腐食）〔主塞止弁〕

主塞止弁の弁体は低合金鋼であり，内部流体が蒸気であること，および通常は待機状態であることから，腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. レバーおよびヨークの腐食（全面腐食）〔主塞止弁，蒸気加減弁〕

主塞止弁および蒸気加減弁のレバーは炭素鋼，主塞止弁のヨークは炭素鋼鋳鋼であることから，腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じて補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁体および弁座シート部の腐食（流れ加速型腐食）〔主塞止弁，蒸気加減弁〕

主塞止弁の弁体および弁座は低合金鋼，蒸気加減弁の弁体および弁座はステンレス鋼であり，運転時の蒸気の流量調整に伴い，弁体および弁座シート部に流れ加速型腐食が想定されるが，運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーベランス試験（1ヶ月に1回，約30分程度）と少なく，主塞止弁については流量調整を行わず，通常全閉または全開で使用されていることから，弁体および弁座シート部に流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで流れ加速型腐食による有意な減肉は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 弁棒およびブッシュの摩耗〔主塞止弁、蒸気加減弁〕

主塞止弁の弁棒およびブッシュは低合金鋼、蒸気加減弁の弁棒およびブッシュはステンレス鋼であり、弁棒とブッシュとの摺動部に摩耗が想定されるが、弁棒はブッシュと適切に隙間管理を行っていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁棒の疲労割れ〔主塞止弁、蒸気加減弁〕

弁棒の段付部等は疲労割れが想定されるが、角部を滑らかにし、応力集中がかからないような構造とすることで、発生応力の低減を図っているため、疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、弁の全開使用時に、弁棒のバックシート部に過負荷がかかった状態で配管振動等による変動応力が加わると、バックシート部に疲労割れが想定されるが、弁全開時であってもバックシートで荷重を受けるような構造ではないことから、応力集中は発生しない。

さらに、これまで段付部等応力集中の想定される部位を中心に浸透探傷試験を実施しているが、有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 弁棒の応力腐食割れ〔主塞止弁、蒸気加減弁〕

主塞止弁の弁棒には低合金鋼、蒸気加減弁の弁棒にはステンレス鋼が使用されており、蒸気環境下にあることから応力腐食割れが想定されるが、溶接部等の熱影響部がないことから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで応力腐食割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. レバーの摩耗〔主塞止弁、蒸気加減弁〕

主塞止弁および蒸気加減弁のレバーは摩耗が想定されるが、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. スプリングのへたり〔主塞止弁，蒸気加減弁，非常調速装置〕

スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるためへたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が，許容ねじり応力以下になるように設定されており，さらにスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性は小さい。

また，定期的に寸法測定，作動確認またはバネ力測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意なへたりは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. ガバナの摩耗〔調速・制御装置〕

調速・制御装置のガバナ摺動部は摩耗が想定されるが，常時油環境下において潤滑されていることから，摩耗の可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. 主軸，従軸および歯車の噛み合い部の摩耗〔制御油ポンプ，調速・制御装置〕

制御油ポンプの主軸および従軸，調速・制御装置の歯車の噛み合い部に摩耗が想定されるが，ポンプ内部流体は油であること，また調速・制御装置歯車には油が供給されており，歯面が常時潤滑されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，異常が見られた場合は補修を行っている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. ポンプ羽根車の腐食（キャビテーション）〔復水ポンプ〕

ポンプ内部で羽根車のキャビテーションが発生すると，羽根車表面にエロージョンが生じ，ポンプ性能に影響を及ぼすことが想定されるが，ポンプはキャビテーションを起こさない条件（有効吸込ヘッド>必要有効吸込ヘッド）を満たすよう設計段階において考慮されており，この大小関係は経年的に変化するものではない。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 羽根車とライナーリング間の摩耗〔復水ポンプ〕

ライナーリングは羽根車と摺動することにより摩耗が想定されるが，定期的に目視確認および寸法測定を行い，基準値に達した場合は取替を行うこととしている。

摩耗の進展速度は、運転時間やポンプ回転数等により影響されるが、運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーベランス試験（1ヶ月に1回、約30分程度）と少なく、試運転およびサーベランス試験中はほぼ一定で運転している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ〔油冷却器〕

管支持板の管穴に減肉が生じ、伝熱管の振動が大きくなった場合に伝熱管拘束点において伝熱管外表面から高サイクル疲労割れが想定されるが、胴側流体は油環境下であるため、管支持板の管穴が流れ加速型腐食により拡大し、伝熱管に振動が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで高サイクル疲労割れおよび有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. ポンプ、タンク、配管および弁等の腐食（全面腐食）〔バロメトリック復水器、真空タンク、真空ポンプ、復水ポンプ、セパレータ、油冷却器、復水系配管・弁、グラウンド蒸気系配管・弁〕

バロメトリック復水器、真空タンクおよびセパレータの胴、真空ポンプの羽根車、軸継手、復水ポンプのケーシング、主軸、ライナーリング、軸継手、油冷却器の水室、水室蓋は、炭素鋼、炭素鋼鋳鋼、鋳鉄、銅合金またはアルミニウム青銅鋳物であり、接する流体が純水または蒸気であるため腐食が想定されるが、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

復水系配管・弁、グラウンド蒸気系配管・弁は炭素鋼であり、内部流体が蒸気または純水であることから腐食が想定されるが、使用環境が同様の真空タンク、復水ポンプ、油冷却器の点検結果から考えて有意な腐食発生の可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. ポンプ、タンク、配管および弁等の腐食（全面腐食）〔制御油ポンプ、油ポンプ、油冷却器、油タンク、オイルフィルタ、油系配管・弁〕

制御油ポンプのケーシング、主軸および従軸、油ポンプのケーシングおよび主軸、油冷却器の伝熱管（油側）、管板（油側）、管支持板および胴、油タンクの胴、オイルフィルタの胴、油系配管・弁は炭素鋼、鋳鉄、低合金鋼または銅合金であり、腐食が想定されるが、内部流体が油であるため腐食が発生する可能性は小さい。なお、大気接触部については塗装により腐食を防止しており、必要に応じて補修塗装を実施している。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. ベースプレートおよび支持鋼材の腐食（全面腐食）〔原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービン，バロメトリック復水器〕

原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンのベースプレートおよびバロメトリック復水器の支持鋼材は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部については，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしている。

コンクリート埋設部については，コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化はほとんど見られておらず，腐食が発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. 翼の熱時効

翼はステンレス鋳鋼であり，使用温度が250℃以上であるため，熱時効による材料の靱性低下が想定されるが，き裂の原因となる経年劣化事象は想定されず，熱時効が問題となる可能性はないと評価する。

また，定期的に見視点検および浸透探傷試験により，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ab. ポンプモータ（低圧，直流，全閉）の整流子の摩耗〔真空ポンプモータ，復水ポンプモータ〕

整流子はブラシとの接触面に摩耗が想定されるが，整流子材はブラシ材より硬質であり有意な摩耗が発生する可能性は小さい。また，屋内空調環境に設置されていることから塵埃により摩耗が発生する可能性も小さい。

また，屋内空調環境に設置されていることから，塵埃による摩耗の可能性も小さく，点検時に目視確認，ブラシ摩耗量測定および動作試験を行い，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下，ac.～ag. 評価については「弁の技術評価書」の電動弁用駆動部と，ah.～ak. 評価については「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

ac. 電動弁用駆動部の整流子の摩耗〔主塞止弁〕

ad. 電動弁用駆動部のフレームおよびエンドブラケットの腐食（全面腐食）〔主塞止弁〕

ae. 電動弁用駆動部の固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）〔主塞止弁〕

af. 電動弁用駆動部の主軸の高サイクル疲労割れ〔主塞止弁〕

- ag. 電動弁用駆動部の取付ボルトの腐食（全面腐食）〔主塞止弁〕
- ah. ポンプモータ（低圧，直流，全閉）の固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）  
〔真空ポンプモータ，復水ポンプモータ〕
- ai. ポンプモータ（低圧，直流，全閉）のフレーム，エンドブラケットおよび端子箱の腐食（全面腐食）〔真空ポンプモータ，復水ポンプモータ〕
- aj. ポンプモータ（低圧，直流，全閉）の主軸の高サイクル疲労割れ〔真空ポンプモータ，復水ポンプモータ〕
- ak. ポンプモータ（低圧，直流，全閉）の取付ボルトの腐食（全面腐食）〔真空ポンプモータ，復水ポンプモータ〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/8) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
					減 肉		割 れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
タービン性能の確保	タービン	主軸		低合金鋼	△	△△ <sup>*1</sup>	△ <sup>*2</sup>					*1：流れ加速型腐食 *2：高サイクル疲労割れ *3：はく離
		円板		低合金鋼		△△ <sup>*1</sup>						
		翼		ステンレス鋳鋼		△ <sup>*1</sup>			△			
		軸継手		低合金鋼	△							
		ジャーナル軸受		炭素鋼, ホワイトメタル	△						△ <sup>*3</sup>	
		スラスト軸受	◎	(消耗品)								
バウナダリの維持		ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△△ <sup>*1</sup>						
		ケーシングボルト		低合金鋼		△						
		カーボンパッキン	◎	(消耗品)								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）



表2.2-1 (2/8) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
隔離機能の維持	主塞止弁	弁体 (親弁)		低合金鋼		△△*2						*1: トルクスイッチ, リミットスイッチ, 軸受 (転がり) およびブレード *2: 流れ加速型腐食 *3: シート部流れ加速型腐食 *4: スプリングのへたり *5: 主軸 *6: ステップ・ギア *7: 整流子 *8: フレーム, エントブラケット 固定子コアおよび回転子コア *9: 取付ボルト *10: 高サイクル疲労割れ *11: モータの回転子コイル, 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下
		弁体 (子弁)		低合金鋼		△△*2						
		弁棒		低合金鋼	△		△	△				
		弁箱		炭素鋼鋳鋼		△△*2						
		弁座		低合金鋼		△*3						
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△△*2						
		レバー		炭素鋼	△	△						
		スプリング		ばね鋼						△*4		
		ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						
		ブッシュ		低合金鋼	△							
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
	電動弁用駆動部		◎*1	銅, 絶縁物他	△*5*6 △*7	△*8*9	△*5*10			○*11		
	非常調速装置	トリップウェイト		低合金鋼								
スプリング			ばね鋼						△*4			

○: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表2.2-1 (3/8) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
					減 肉		割 れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	蒸気加減弁	弁体		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>						*1：流れ加速型腐食 *2：シート部流れ加速型腐食 *3：スプリングのへたり
		弁座		ステンレス鋼		△ <sup>*2</sup>						
		弁棒		ステンレス鋼	△		△	△				
		弁箱		炭素鋼鋳鋼		△△ <sup>*1</sup>						
		弁ふた		炭素鋼鋳鋼		△△ <sup>*1</sup>						
		レバー		炭素鋼	△	△						
		ブッシュ		ステンレス鋼	△							
		弁ふたボルト		低合金鋼		△						
		スプリング		ばね鋼							△ <sup>*3</sup>	
	調速・制御装置	ガバナ		—	△							
		歯車		銅合金	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (4/8) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
					減 肉		割 れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	バロメトリック復水器	胴		炭素鋼		△						
		フランジボルト		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		パッキン	◎	—								
	真空タック	胴		炭素鋼		△						
		フランジボルト		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		パッキン	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (5/8) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	真空ポンプ	ケーシング	ステンレス鋼								*1：軸受(転がり), ブラシ *2：高サイクル疲労割れ *3：主軸 *4：整流子 *5：固定子コアおよび回転子コア *6：フレーム, エントブラケットおよび端子箱 *7：取付ボルト *8：回転子コイル, 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下
		主軸	ステンレス鋼	△		△*2					
		羽根車	アルミニウム青銅 鋳物		△						
		軸受(転がり)	◎	—							
		ケーシングボルト		ステンレス鋼							
		取付ボルト		炭素鋼		△					
		パッキン	◎	—							
		オイルシール	◎	—							
		軸継手		炭素鋼		△					
		ポンプモータ	◎*1	銅, 絶縁物 他	△*3 △*4	△*5*6*7	△*2*3				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

表2.2-1 (6/8) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	復水ポンプ	ケーシング	炭素鋼鋳鋼		△						*1：軸受（転がり）、ブ ラン *2：高サイクル疲労割れ *3：キャビテーション *4：主軸 *5：整流子 *6：固定子コアおよび 回転子コア *7：フレーム、エンドブラケット および端子箱 *8：取付ボルト *9：回転子コイル、固定 子コイルおよび口出 線・接続部品の絶 縁特性低下
		主軸	炭素鋼	△	△	△*2					
		羽根車	ステンス鋳鋼	△	△*3						
		ライナーリング	鋳鉄	△	△						
		メカニカルシール	◎	—							
		ガスケット	◎	—							
		軸受（転がり）	◎	—							
		ケーシングボルト		ステンス鋼							
		取付ボルト		炭素鋼		△					
		軸継手		鋳鉄		△					
	ポンプモータ	◎*1	銅、絶縁物 他	△*4 △*5	△*6*7*8	△*2*4			◎*9		
	セパレータ	胴		炭素鋼		△					
		フランジボルト		炭素鋼		△					
		取付ボルト		炭素鋼		△					
パッキン		◎	—								

◎：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (7/8) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	制御油ポンプ	ケーシング		炭素鋼		△					*1：噛み合い部 *2：高サイクル疲労割れ	
		主軸		低合金鋼	△△ <sup>*1</sup>	△	△ <sup>*2</sup>					
		従軸		低合金鋼	△ <sup>*1</sup>	△						
		ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	油ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△						
		主軸		低合金鋼	△	△	△ <sup>*2</sup>					
		ケーシングボルト		炭素鋼		△						
	油冷却器	伝熱管		銅合金	△	△	△ <sup>*2</sup>					
		管板		銅合金		△						
		水室		炭素鋼		△						
		管支持板		炭素鋼		△						
		水室蓋		炭素鋼		△						
		胴		炭素鋼		△						
フランジボルト			炭素鋼		△							
取付ボルト			炭素鋼		△							
ガスケット	◎	—										

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (8/8) 原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
作動機能の維持	油タンク	胴		炭素鋼		△					*1：炭素鋼	
		フランジボルト		炭素鋼		△						
	オイルフィルタ	胴		炭素鋼		△						
		フランジボルト		炭素鋼		△						
	油系配管・弁			炭素鋼, ステンレス鋼		△*1						
	復水系配管・弁			炭素鋼		△						
	グラント蒸気系配管・弁			炭素鋼		△						
機器の支持	タービン	ベースプレート		炭素鋼		△						
	バロメトリック復水器	支持鋼材		炭素鋼		△						
	基礎ボルト			低合金鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 電動弁用駆動部の回転子コイル, 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下〔主塞止弁〕

電動弁用駆動部の絶縁特性低下に対する「事象の説明」, 「技術評価」および「高経年化への対応」は, 電動弁用駆動部と同一であることから, 「弁の技術評価書」の電動弁用駆動部の回転子コイル, 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

### (2) ポンプモータ（低圧, 直流, 全閉）の回転子コイル, 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下〔真空ポンプモータ, 復水ポンプモータ〕

ポンプモータの絶縁特性低下に対する「事象の説明」, 「技術評価」および「高経年化への対応」は, 低圧ポンプモータと同一であること, また, 回転子コイルについては固定子コイルと同等であることから, 「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。



### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

#### ① 高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービンおよび付属装置

##### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

###### a. 電動弁用駆動部の回転子コイル，固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下 〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に，電動弁用駆動部の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，電動弁用駆動部と同一であることから，「弁の技術評価書」の電動弁用駆動部の回転子コイル，固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

##### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

###### a. ジャーナル軸受の摩耗〔高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービン〕

代表機器と同様に，ジャーナル軸受はカーボンを使用しており摩耗が想定されるが，定期的に目視確認を実施し，健全性を確認することとしている。

さらに，摩耗は運転時間や主軸の回転数等により影響されるが，運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーバランス試験と少なく，試運転およびサーバランス試験中はほぼ一定で運転することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

###### b. 電動弁用駆動部の主軸およびステムナット・ギアの摩耗〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に，電動弁用駆動部の主軸およびステムナット・ギアの摩耗については，「弁の技術評価書」のうち「12. 電動弁用駆動部」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

###### c. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービン〕

代表機器と同様に，基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

###### d. 主軸の摩耗〔高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービン〕

すべり軸受けを使用している主軸については，冷却水が供給され主軸と軸受間に膜が形成されており，主軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認および寸法測定を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 主軸，円板，翼およびケーシングの腐食（流れ加速型腐食）〔高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービン〕

代表機器と同様に，主軸，円板および翼はステンレス鋼，ケーシングはステンレス鋳鋼であり，内部流体が蒸気であるため，流れ加速型腐食が想定されるが，運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーベランス試験と少なく，流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。なお，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 主軸の高サイクル疲労割れ〔高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービン〕

代表機器と同様に，主軸は運転時，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されているため，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ケーシングボルトおよび取付ボルトの腐食（全面腐食）〔高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービン〕

代表機器と同様に，ケーシングボルトおよび取付ボルトは，低合金鋼であり，腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしており，必要に応じて取り替えることとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 弁箱および弁ふたの腐食（流れ加速型腐食）（全面腐食）〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に，弁箱および弁ふたは炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が蒸気であるため，流れ加速型腐食による減肉が想定されるが，運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーベランス試験と少なく，流れ加速型腐食による減肉が発生する可能性は小さい。なお，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしている。

また，通常は待機状態であるため，弁箱および弁ふたの内面については腐食（全面腐食）が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしている。

弁箱および弁ふたの外面については，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 弁体の腐食（全面腐食）〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に，弁体は炭素鋼であり，内部流体が蒸気であること，および通常は待機状態であることから，腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ヨークおよび弁ふたボルトの腐食（全面腐食）〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に、ヨークは炭素鋼鋳鋼、弁ふたボルトは低合金鋼であることから、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じて補修塗装を実施することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁体、弁棒および弁座シート部の腐食（流れ加速型腐食）〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に、弁体は炭素鋼、弁棒はステンレス鋼、弁座は炭素鋼鋳鋼であり、運転時の蒸気の流量調整に伴い、弁体、弁棒および弁座シート部に流れ加速型腐食が想定されるが、運転頻度が定期事業者検査毎の試運転および定期的なサーベランス試験と少なく、流量調整を行わず、通常全閉または全開で使用されていることから、弁体、弁棒および弁座シート部に流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 弁棒の摩耗〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に、弁棒はステンレス鋼であり、ランドパッキンと摺動することから摩耗が想定されるが、弁棒はランドパッキンより硬いため、弁棒の摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 弁棒の疲労割れ〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に、弁の全開使用時に、弁棒のバックシート部に過負荷がかかった状態で配管振動等による変動応力が加わると、バックシート部に疲労割れが想定されるが、弁全開時であってもバックシートで荷重を受けるような構造ではないことから、応力集中は発生しない。また、弁棒の段付部等は角部を滑らかにし、応力集中がかからないような構造としており、発生応力の低減を図っている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 弁棒の応力腐食割れ〔蒸気入口弁〕

代表機器と同様に、弁棒にはステンレス鋼が使用されており応力腐食割れが想定されるが、溶接部等の熱影響部がないことから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. ベースプレートの腐食（全面腐食）〔高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービン〕

代表機器と同様に、高圧原子炉代替注水ポンプ駆動用蒸気タービンのベースプレートは

炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部については、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしている。

コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化はほとんど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. スプリングのへたり〔調速・制御装置，非常調速装置〕

代表機器と同様に、スプリングは常時応力がかかった状態で使用されるためへたりが想定されるが、使用環境における温度条件・放射線条件・振動条件・湿度条件を考慮した設計解析を実施し、裕度のある材料を選定していることから、へたりが発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認または作動確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. ガバナの摩耗〔調速・制御装置〕

調速・制御装置のガバナ摺動部は摩耗が想定されるが、ピストン部と他の金属部が摺動しないよう、摺動部用のシール材を使用しており、ピストン部がシール材よりも硬いため、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 偏心ピンおよびピストンの摩耗〔非常調速装置〕

非常調速装置の偏心ピンおよびピストンは摩耗が想定されるが、非常調速装置の作動回数は少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。さらに、ピストン部と他の金属部が摺動しないよう、摺動部用のシール材を使用しており、ピストン部がシール材よりも硬いため、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認、寸法測定または作動確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下、s.～w. 評価については「弁の技術評価書」の電動弁用駆動部と同一であることから、当該評価書を参照のこと。

s. 電動弁用駆動部の整流子の摩耗〔蒸気入口弁〕

t. 電動弁用駆動部のフレームおよびエンドブラケットの腐食（全面腐食）〔蒸気入口弁〕

u. 電動弁用駆動部の固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）〔蒸気入口弁〕

v. 電動弁用駆動部の主軸の高サイクル疲労割れ〔蒸気入口弁〕

w. 電動弁用駆動部の取付ボルトの腐食（全面腐食）〔蒸気入口弁〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

以 上

# 島根原子力発電所2号炉

## コンクリートおよび鉄骨構造物の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

中国電力株式会社

本評価書は、島根原子力発電所2号炉（以下、「島根2号炉」という）で使用されている安全上重要な構造物（重要度分類審査指針におけるPS-1,2およびMS-1,2に該当する構造物または該当する機器・構造物を支持する構造物）、高温・高圧の環境下にあるPS-3, MS-3の機器を支持する構造物、常設重大事故等対処設備に該当する構造物または該当する機器・構造物を支持する構造物、ならびに浸水防護施設に属する構造物の高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象構造物の一覧を表1に示す。

なお、本文中の単位の記載はSI単位系に基づくものとする。

表1 評価対象構造物一覧

名 称	重要度*1
原子炉建物（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨鉄筋コンクリート造および鉄骨造）	PS-1, 重*4
タービン建物（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨鉄筋コンクリート造および鉄骨造）	MS-1, 重*4
廃棄物処理建物（鉄筋コンクリート造）	MS-1, 重*4
制御室建物（鉄筋コンクリート造）	MS-1, 重*4
排気筒（制震装置付）（鉄骨造，一部鉄筋コンクリート造）	MS-1, 重*4
サイトハンカ建物（鉄筋コンクリート造）	高*2
補助ボイラ室（鉄骨造，一部鉄筋コンクリート造）	高*2
屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）（鉄筋コンクリート造）	MS-1, 重*4
取水構造物（鉄筋コンクリート造）	MS-1, 重*4
防波壁（鉄筋コンクリート造）	設*3
防波壁通路防波扉（鉄骨造）	設*3
1号機取水槽流路縮小工（鉄骨造）	設*3
1号機取水槽北側壁（鉄筋コンクリート造）	設*3
水密扉（取水槽除じん機エリア）（鉄骨造）	設*3
水密扉（復水器エリア）（鉄骨造）	設*3
防水壁（取水槽除じん機エリア）（鉄骨造）	設*3
防水壁（復水器エリア）（鉄骨造）	設*3
屋外排水路逆止弁（鉄骨造）	設*3
屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）（鉄筋コンクリート造）	重*4
第1ベントフィルタ格納槽（鉄筋コンクリート造）	重*4
低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽（低圧原子炉代替注水槽含む）（鉄筋コンクリート造）	重*4
ガスタービン発電機建物（鉄骨鉄筋コンクリート造，一部鉄骨造）	重*4
ガスタービン発電機用軽油タンク基礎（鉄筋コンクリート造）	重*4
屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）（鉄筋コンクリート造）	重*4
屋外配管ダクト（B-デューセル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）（鉄筋コンクリート造）	重*4

B-ટેઈ-સેલ燃料貯蔵タンク格納槽（鉄筋コンクリート造）	重*4
緊急時対策所（緊急時対策所遮蔽含む）（鉄筋コンクリート造）	重*4
緊急時対策所用燃料地下タンク（鉄筋コンクリート造）	重*4

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最高使用温度が 95℃を超え，または最高使用圧力が 1,900kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器を支える構造物を示す。

\*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物を示す。

\*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物を示す。



## 11. コンクリートおよび鉄骨構造物

### [対象構造物]

- ① 原子炉建物
- ② タービン建物
- ③ 廃棄物処理建物
- ④ 制御室建物
- ⑤ 排気筒（制震装置付）
- ⑥ サイトバンカ建物
- ⑦ 補助ボイラ室
- ⑧ 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）
- ⑨ 取水構造物
- ⑩ 防波壁
- ⑪ 防波壁通路防波扉
- ⑫ 1号機取水槽流路縮小工
- ⑬ 1号機取水槽北側壁
- ⑭ 水密扉（取水槽除じん機エリア）
- ⑮ 水密扉（復水器エリア）
- ⑯ 防水壁（取水槽除じん機エリア）
- ⑰ 防水壁（復水器エリア）
- ⑱ 屋外排水路逆止弁
- ⑲ 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）
- ⑳ 第1ベントフィルタ格納槽
- ㉑ 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽（低圧原子炉代替注水槽含む）
- ㉒ ガスタービン発電機建物
- ㉓ ガスタービン発電機用軽油タンク基礎
- ㉔ 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
- ㉕ 屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）
- ㉖ B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽
- ㉗ 緊急時対策所（緊急時対策所遮蔽含む）
- ㉘ 緊急時対策所用燃料地下タンク

## 目 次

1. 対象構造物および代表構造物の選定 .....	11-1
1.1 対象構造物のグループ化 .....	11-1
1.2 代表構造物の選定 .....	11-1
2. 代表構造物の技術評価 .....	11-9
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	11-9
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	11-14
2.2.1 構造物の機能達成に必要な項目 .....	11-14
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	11-14
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	11-16
2.2.4 評価対象部位および評価点の抽出 .....	11-17
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 .....	11-20
2.3.1 コンクリートの強度低下 .....	11-20
2.3.2 コンクリートの遮へい能力低下 .....	11-33
3. 評価対象部位以外への展開 .....	11-34

## 1. 対象構造物および代表構造物の選定

島根 2 号炉で使用されているコンクリート構造物および鉄骨構造物のうち対象となる構造物を表 1-1 に示す。

これらの対象構造物を以下のとおりグループ化し、代表構造物を選定した。

### 1.1 対象構造物のグループ化

対象構造物は、材料によりコンクリート構造物と鉄骨構造物の 2 つのグループに分類される。

### 1.2 代表構造物の選定

表 1.2-1 に分類されるグループ毎に、使用条件などの観点から代表構造物を選定した。

#### (1) コンクリート構造物

- ① 原子炉建物
- ② タービン建物
- ③ 制御室建物
- ④ 1 号機取水槽北側壁

#### (2) 鉄骨構造物

- ① 排気筒（制震装置付）
- ② 補助ボイラ室

表 1-1 (1/4) 対象構造物の選定

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	主な対象構造物
原子炉冷却材圧力バウダリ機能	PS-1	原子炉圧力容器 原子炉冷却材圧力バウダリ配管 原子炉再循環ポンプ	原子炉建物 原子炉建物 原子炉建物
過剰反応度の印加防止機能	PS-1	制御棒	原子炉建物
炉心形状の維持機能	PS-1	炉心支持構造物 燃料集合体	原子炉建物 原子炉建物
原子炉の緊急停止機能	MS-1	制御棒 制御棒駆動系（スクラム機能）	原子炉建物 原子炉建物
未臨界維持機能	MS-1	制御棒 ほう酸水注入系	原子炉建物 原子炉建物
原子炉冷却材圧力バウダリの過圧防止機能	MS-1	主蒸気逃し安全弁	原子炉建物
原子炉停止後の除熱機能	MS-1	残留熱除去系 原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系 主蒸気逃し安全弁	原子炉建物 原子炉建物 原子炉建物 原子炉建物
炉心冷却機能	MS-1	低圧炉心スプレイ系 高圧炉心スプレイ系 残留熱除去系（低圧注水モード） 主蒸気逃し安全弁	原子炉建物 原子炉建物 原子炉建物 原子炉建物
放射性物質の閉じ込め機能 放射線の遮へいおよび放出低減機能	MS-1	原子炉格納容器 原子炉格納容器隔離弁 残留熱除去系（格納容器冷却モード） 原子炉建物 非常用ガス処理系  可燃性ガス濃度制御系	原子炉建物 原子炉建物 原子炉建物 原子炉建物 原子炉建物、タービン建物、排気筒、 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒） 原子炉建物
工学的安全施設および原子炉停止系への作動 信号の発生機能	MS-1	原子炉保護系	廃棄物処理建物

表 1-1 (2/4) 対象構造物の選定

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	主な対象構造物
安全上特に重要な関連機能	MS-1	非常用ディーゼル発電機系 中央制御室および中央制御室非常用再循環処理装置 原子炉補機冷却系および原子炉補機海水系 直流電源設備	原子炉建物 制御室建物, 廃棄物処理建物 原子炉建物, タービン建物, 取水構造物 原子炉建物, 廃棄物処理建物
原子炉冷却材を内蔵する機能	PS-2	主蒸気系 原子炉冷却材浄化系	原子炉建物, タービン建物 原子炉建物
原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって, 放射線物質を貯蔵する機能	PS-2	活性炭式希ガスホルトアップ塔 燃料プール	廃棄物処理建物  原子炉建物
燃料を安全に取り扱う機能	PS-2	燃料取替設備	原子炉建物
安全弁および逃がし弁の吹き止まり機能	PS-2	主蒸気逃し安全弁	原子炉建物
燃料プール水の補給機能	MS-2	残留熱除去系	原子炉建物
放射性物質放出の防止機能	MS-2	気体廃棄物処理系の隔離弁 排気筒	タービン建物 排気筒
事故時のプラント状態の把握機能	MS-2	事故時監視計器	原子炉建物, 制御室建物
原子炉冷却材の循環機能	高*1	原子炉再循環系	原子炉建物
放射性物質の貯蔵機能	高*1	気体廃棄物処理系排ガス予熱器 気体廃棄物処理系排ガス復水器 気体廃棄物処理系排ガス再結合器 気体廃棄物処理系排ガス脱湿塔 濃縮廃液タンク 雑固体廃棄物焼却設備	タービン建物 タービン建物 タービン建物 廃棄物処理建物 廃棄物処理建物 サイトハンカ建物

\*1: 最高使用温度が 95°C を超え, または最高使用圧力が 1,900kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器であることを示す。

表 1-1 (3/4) 対象構造物の選定

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	主な対象構造物
電源供給機能（非常用を除く）	高*1	タービン設備系 タービン・プラント蒸気系 補助蒸気系 抽気系 抽出空気系 復水系 給水系 タービン・ヒートレシ・ベント系	タービン建物 タービン建物 タービン建物 タービン建物 タービン建物 タービン建物 タービン建物 原子炉建物, タービン建物 タービン建物
プラント運転補助機能	高*1	所内ボイラ設備（配管・弁） 計装用圧縮空気系	タービン建物, 補助ボイラ室 原子炉建物
原子炉圧力上昇の緩和機能	高*1	タービンバypass弁	タービン建物
原子炉冷却材の補給機能	高*1	制御棒駆動系	原子炉建物
津波防護施設	設*2	防波壁 防波壁通路防波扉 1号機取水槽流路縮小工	防波壁 防波壁通路防波扉 1号機取水槽流路縮小工, 1号機取水槽北側壁
浸水防止設備	設*2	水密扉 防水壁 屋外排水路逆止弁	水密扉（取水槽除じん機エリア）, 水密扉（復水器エリア） 防水壁（取水槽除じん機エリア）, 防水壁（復水器エリア） 屋外排水路逆止弁
常設重大事故等対処設備	重*3	高圧原子炉代替注水ポンプ 原子炉補機海水系  中央制御室外気取入調節弁 中央制御室待避室 第1ベントフィルタスクラ容器 低圧原子炉代替注水槽	原子炉建物 タービン建物, 取水構造物, 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽） 廃棄物処理建物 制御室建物 第1ベントフィルタ格納槽 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽（低圧原子炉代替注水槽含む）

\*1: 最高使用温度が 95℃ を超え, または最高使用圧力が 1, 900kPa を超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス 3 の機器であることを示す。

\*2: 設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物であることを示す。

表 1-1 (4/4) 対象構造物の選定

安全重要度分類審査指針等に定める要求機能	重要度	主要設備	主な対象構造物
常設重大事故等対処設備	重*1	高压原子炉代替注水ポンプ 原子炉補機海水系  中央制御室外気取入調節弁 中央制御室待避室 第1ベントフィルタスクラバ容器 低压原子炉代替注水槽  ガスタービン機関 ガスタービン機関付属設備  非常用ディーゼル発電機系 (A号機)  非常用ディーゼル発電機系 (B号機)  緊急時対策所 (緊急時対策所遮蔽含む)  緊急時対策所用燃料地下タンク 原子炉建物燃料取替階ブローアウトハネル	原子炉建物 タービン建物, 取水構造物, 屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) 廃棄物処理建物 制御室建物 第1ベントフィルタ格納槽 低压原子炉代替注水ポンプ格納槽 (低压原子炉代替注水槽含む) ガスタービン発電機建物 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎, 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機) 原子炉建物, タービン建物, 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒), 排気筒基礎 原子炉建物, 屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物), B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 緊急時対策所 (緊急時対策所遮蔽含む) 緊急時対策所用燃料地下タンク 原子炉建物 (原子炉建物燃料取替階ブローアウトハネル含む)

\*1: 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

表 1.2-1 (1/3) 代表構造物の選定

対象構造物 (コンクリート構造物)	重要度	使用条件等						選定	選定理由	
		運転開始後 経過年数*7	高温部 の有無	放射線 の有無	振動の 有無	設置環境				供給 塩化物量
						屋内	屋外			
① 原子炉建物	クラス1, 重*5 設備支持	29年	○	○	△	一部 仕上げ無し	仕上げ有り	△	◎	高温部, 放射線の影響
② タービン建物	クラス1, 重*5 設備支持	29年	△	△	○	一部 仕上げ無し	仕上げ有り	△	◎	振動の影響
③ 廃棄物処理建物	クラス1, 重*5 設備支持	29年	△	△	—	一部 仕上げ無し*2	仕上げ有り	△		
④ 制御室建物	クラス1, 重*5 設備支持	43年	—	—	—	一部 仕上げ無し	仕上げ有り	△	◎	運転開始後経過年数
⑤ 排気筒基礎	クラス1, 重*5 設備支持	29年	—	—	—		埋設*1	△		
⑥ サイトバンナ建物	クラス3 設備支持	33年	△	△	—	一部 仕上げ無し*2	仕上げ有り	△		
⑦ 補助ボイラ室	クラス3 設備支持	31年 20年	△	—	—	一部 仕上げ無し*2	仕上げ有り	△		
⑧ 屋外配管ダクト (タービン 建物～排気筒)	クラス1, 重*5 設備支持	29年	—	—	—		埋設*1	△		
⑨ 取水構造物	クラス1, 重*5 設備支持	29年	—	—	—		仕上げ無し*3	○ (海水と接触)		
⑩ 防波壁	設*4	0年*6	—	—	—		仕上げ無し*3	△		
⑪ 1号機取水槽北側壁	設*4 設備支持	43年	—	—	—		仕上げ無し	○ (海水と接触)	◎	供給塩化物量の影響
⑫ 屋外配管ダクト (タービン 建物～放水槽)	重*5 設備支持	29年	—	—	—		埋設*1	△		

\*1：環境条件の区分として、土中埋設は一般の環境として区分されることから、他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

\*2：他の屋内で仕上げがない構造物で代表させる。

\*3：他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

\*4：設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物であることを示す。

\*5：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*6：既に設置されているが、使用前事業者検査の合格をもって使用開始とする。

\*7：2018年2月10日時点での経過年数を示す。

<b>【凡例】</b>
○：影響大
△：影響小
—：影響極小, または無し



表 1.2-1 (2/3) 代表構造物の選定

対象構造物 (コンクリート構造物)	重要度	使用条件等						選定	選定理由	
		運転開始後 経過年数*6	高温部 の有無	放射線 の有無	振動の 有無	設置環境				供給 塩化物量
						屋内	屋外			
⑬ 第1ベントフィルタ格納槽	重*4 設備支持	0年*5	—	—	—	仕上げ無し*2	埋設*1	△		
⑭ 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽(低圧原子炉代替注水槽含む)	重*4 設備支持	0年*5	—	—	—	一部 仕上げ無し*2	埋設*1	△		
⑮ ガスタービン発電機建物	重*4 設備支持	0年*5	△	—	△	一部 仕上げ無し*2	仕上げ有り	△		
⑯ ガスタービン発電機用軽油タンク基礎	重*4 設備支持	0年*5	—	—	—		仕上げ無し*3	△		
⑰ 屋外配管ダクト(ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)	重*4 設備支持	0年*5	—	—	—		埋設*1	△		
⑱ 屋外配管ダクト(B-ટેიშელ燃料貯蔵タンク～原子炉建物)	重*4 設備支持	29年	—	—	—		埋設*1	△		
⑲ B-ટેიშელ燃料貯蔵タンク格納槽	重*4 設備支持	0年*5	—	—	—	仕上げ無し*2	埋設*1	△		
⑳ 緊急時対策所(緊急時対策所遮蔽含む)	重*4	0年*5	—	—	—	一部 仕上げ無し*2	仕上げ有り	△		
㉑ 緊急時対策所用燃料地下タンク	重*4 設備支持	0年*5	—	—	—		埋設*1	△		

\*1：環境条件の区分として、土中埋設は一般の環境として区分されることから、他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

\*2：他の屋内で仕上げがない構造物で代表させる。

\*3：他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

\*4：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*5：既に設置されているが、使用前事業者検査の合格をもって使用開始とする。

\*6：2018年2月10日時点での経過年数を示す。

<b>【凡例】</b>
○：影響大
△：影響小
—：影響極小、または無し

表 1.2-1 (3/3) 代表構造物の選定

対象構造物 (鉄骨構造物)	重要度	使用条件等			選定	選定理由
		運転開始後 経過年数*6	設置環境			
			屋内	屋外		
① 原子炉建物 (鉄骨部)	クラス1, 重*3 設備支持	29年	仕上げ有り*1			
② タービン建物 (鉄骨部)	クラス1, 重*3 設備支持	29年	仕上げ有り*1			
③ 排気筒	クラス1, 重*3 設備支持	29年		仕上げ有り	◎	屋外環境
④ 補助ボイラ室	クラス3 設備支持	31年	仕上げ有り		◎	屋内環境
⑤ 防波壁通路防波 扉	設*2	0年*4		仕上げ有り*5		
⑥ 1号機取水槽流 路縮小工	設*2	0年*4		仕上げ有り*5		
⑦ 水密扉(取水槽除 じん機エリア)	設*2	0年*4		仕上げ有り*5		
⑧ 水密扉(復水器エ リア)	設*2	0年*4	仕上げ有り*1			
⑨ 防水壁(取水槽除 じん機エリア)	設*2	0年*4		仕上げ有り*5		
⑩ 防水壁(復水器エ リア)	設*2	0年*4	仕上げ有り*1			
⑪ 屋外排水路逆止 弁	設*2	0年*4		仕上げ無し*5 (ステンレス鋼)		
⑫ ガスタービン発電機 建物(鉄骨部)	重*3 設備支持	0年*4	仕上げ有り*1			

\*1：他の屋内で仕上げがある構造物で代表させる。

\*2：設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物であることを示す。

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*4：既に設置されているが、使用前事業者検査の合格をもって使用開始とする。

\*5：他の屋外で仕上げがある構造物で代表させる。

\*6：2018年2月10日時点での経過年数を示す。

## 2. 代表構造物の技術評価

本章では、1章で選定した代表構造物について技術評価を実施する。

島根2号炉のプラント配置図を図2.1-1に、代表構造物の概要を図2.1-2、図2.1-3に示す。

### 2.1 構造、材料および使用条件

#### (1) 構造

##### a. 鉄筋コンクリート構造および鉄骨鉄筋コンクリート構造

鉄筋コンクリート構造および鉄骨鉄筋コンクリート構造は、必要な強度を確保するために、圧縮力には強いが引張力に弱いコンクリート（セメントに骨材（砂，砂利等），水および混和材料を調合したもの）を，引張力に強い鉄筋または鉄筋および鉄骨で補強した構造である。

##### b. 鉄骨構造

鉄骨構造は，構造用形鋼を溶接またはボルトにて接合した構造である。鉄骨構造物の柱脚部はコンクリート基礎にアンカーボルトで定着しているか，または埋め込んでいる。

#### (2) 材料および使用条件

島根2号炉のコンクリートおよび鉄骨構造物の主な使用材料を表2.1-1に示す。使用条件については，表1.2-1に示したとおりである。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

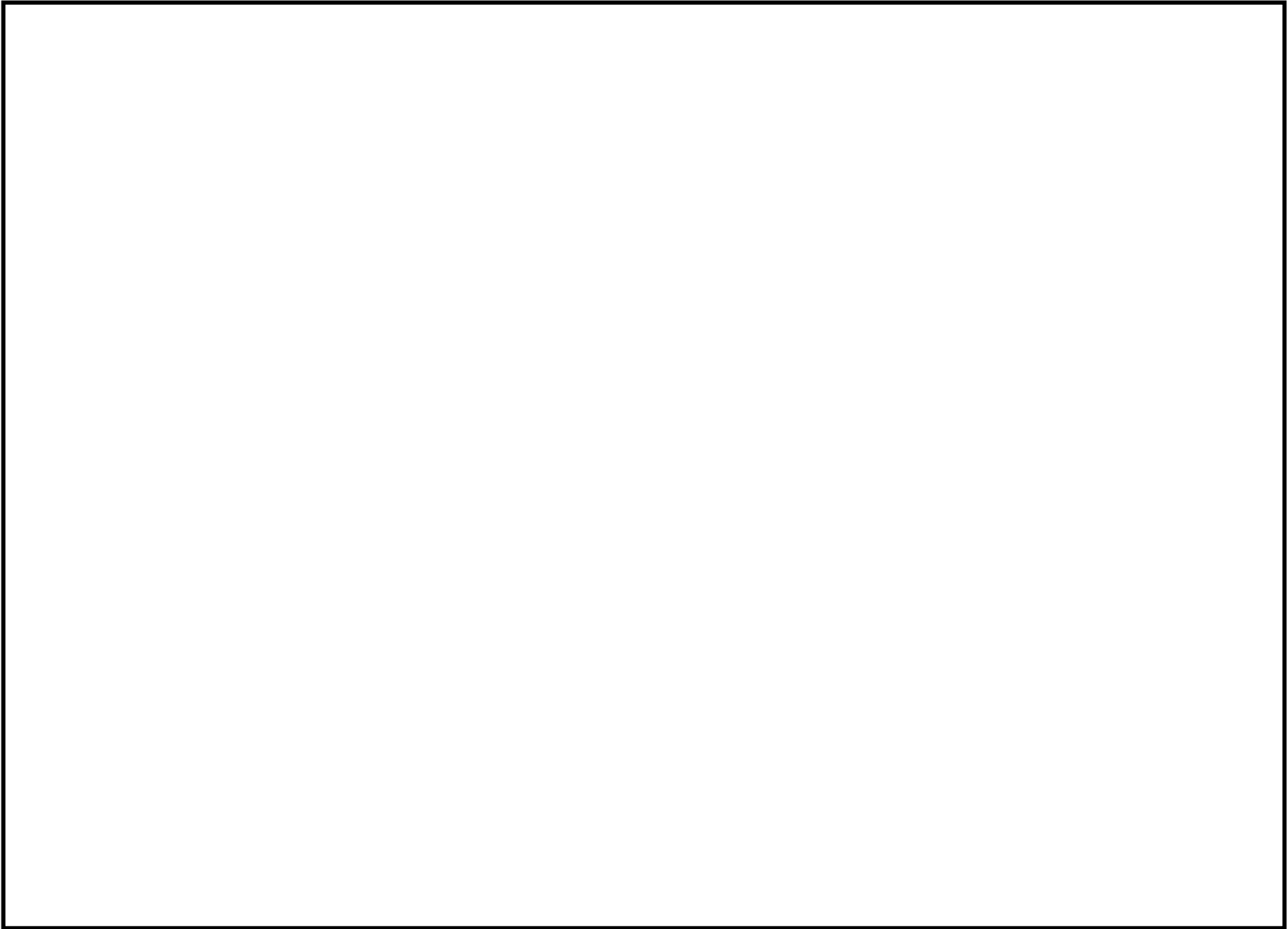


図 2.1-1 プラント配置図

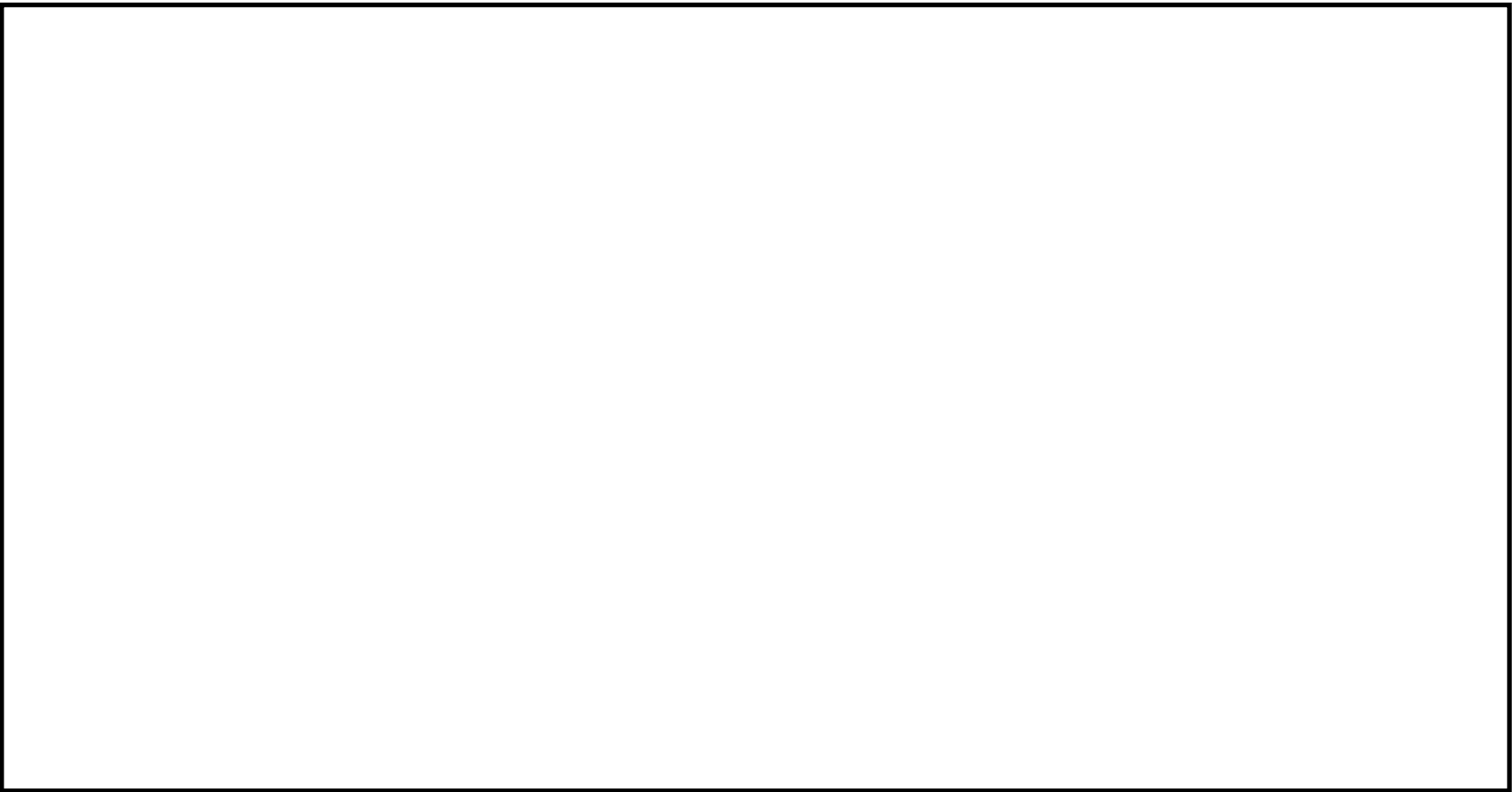


図 2.1-2 代表構造物の平面図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

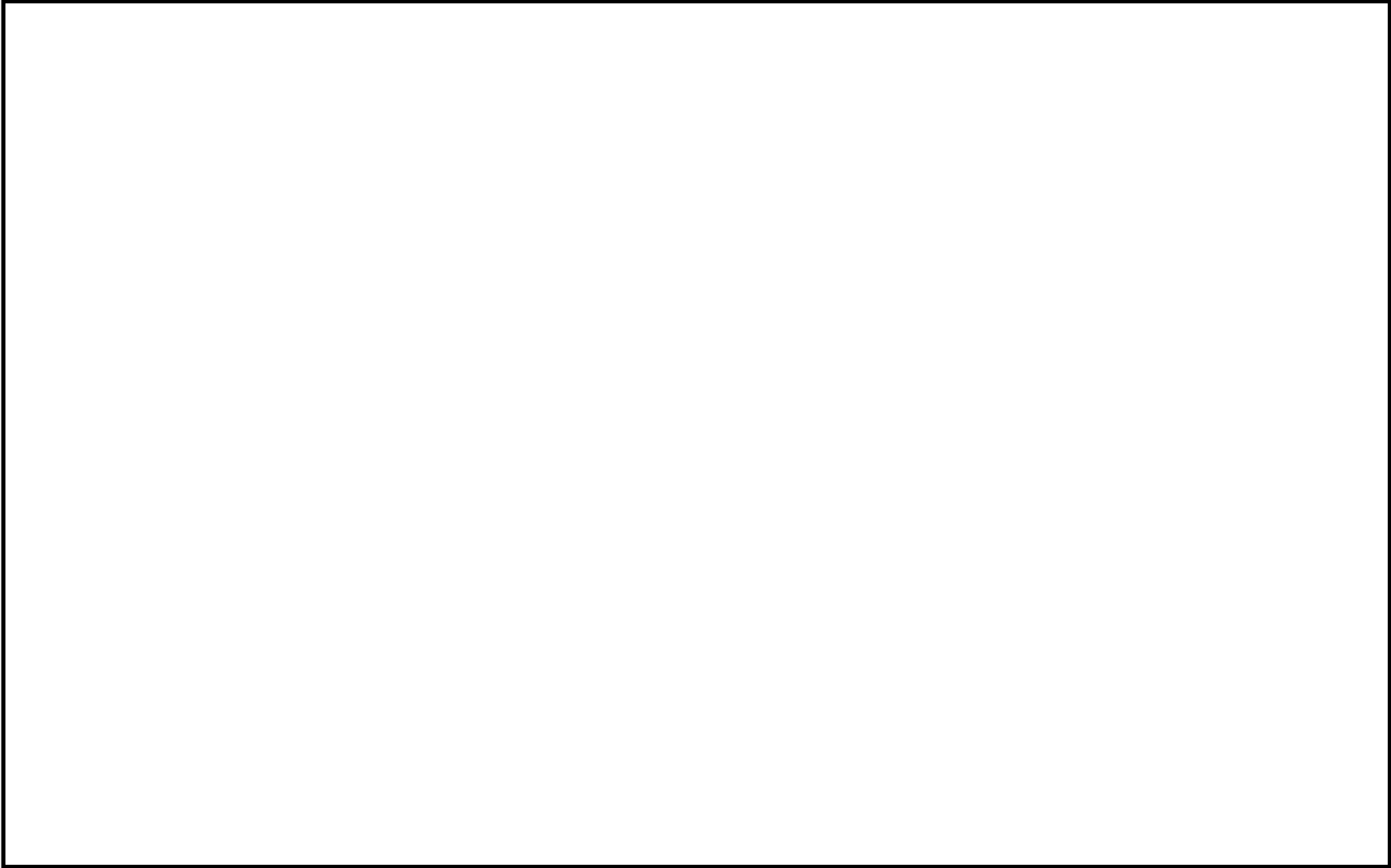


図 2.1-3 代表構造物の立面図・断面図

表 2.1-1 島根 2 号炉 コンクリートおよび鉄骨構造物の主な使用材料

部 位		材 料		
コン ク リ ー ト	骨材	粗骨材	島根県八束郡八雲村 産 砕石 島根県出雲市古志町 産 砕石	
		細骨材	島根県斐伊川 産 川砂 島根県出雲市園 産 山砂 島根県出雲市西園町 産 山砂 島根県出雲市大島町 産 山砂 島根県大原郡加茂町 産 山砂 島根県能義郡広瀬町 産 山砂 島根県仁多郡横田町 産 山砂 島根県仁多郡仁多町 産 山砂	
	セメント		フライッシュセメント B 種	
	混和材料		AE 減水剤	
	鉄筋		異形棒鋼	
	塗装材	外部	アクリル樹脂系弾性吹付塗装材	
		内部	エポキシ樹脂塗装材	
	鉄 骨	鋼材		炭素鋼
		制震装置（粘性ダンパ）		炭素鋼 ステンレス鋼 クロムモリブデン鋼
		塗装材		フタル酸樹脂塗装材 ポリウレタン樹脂系塗装材

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 構造物の機能達成に必要な項目

代表構造物のうちコンクリート構造物に要求される機能は、支持機能と遮へい機能であり、鉄骨構造物（制震装置含む）に要求される機能は支持機能である。これらの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① コンクリート強度の維持
- ② コンクリート遮へい能力の維持
- ③ 鉄骨強度の維持
- ④ 制震装置（粘性ダンパ）強度の維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象の抽出

代表構造物について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表 2.2-1 に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

ただし、化学的侵食については、化学的侵食を受ける部位がないことにより、想定不要とした。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

代表構造物に消耗品および定期取替品はない。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当しない事象を高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と判断した。

なお，下記①，②に該当する事象については，2.2.3 項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象として表 2.2-1 で△）
  
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外として表 2.2-1 で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表 2.2-1 で○）。

- a. コンクリートの強度低下（熱，放射線照射，中性化，塩分浸透，機械振動）
- b. コンクリートの遮へい能力低下（熱）

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. コンクリートの強度低下

#### (a) アルカリ骨材反応

アルカリ骨材反応は、コンクリート中に存在するアルカリ溶液と、骨材中に含まれる反応性のシリカ鉱物の化学反応である。このとき生成されたアルカリ・シリカゲルが周囲の水を吸収し膨張すると、コンクリート表面にひび割れが生じ、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

当該部に使用している骨材については、昭和59年にモルタルバー法による反応性試験を実施し、反応性骨材ではないことを確認している。モルタルバー法による反応性試験の結果は、膨張率が材令6ヶ月で0.1%以下の判定基準に対して最大で0.068%であった。

なお、定期的目視点検を実施しているが、アルカリ骨材反応に起因するひび割れは確認されていない。

したがって、アルカリ骨材反応による強度低下については、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 鉄骨の強度低下

#### (a) 腐食

一般的に、鋼材は大気中の酸素および水分と化学反応を起こして腐食する。腐食は、海塩粒子等により促進され、進行すると鉄骨の断面欠損に至り、鉄骨構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

鉄骨構造物については、定期的目視点検を行い、鋼材の腐食に影響する塗膜の劣化等が認められた場合には、補修塗装を施すことによって健全性を確保している。

したがって、今後も現状保全を継続することで、鉄骨の強度低下が急激に発生する可能性はないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### (b) 金属疲労

繰返し荷重が継続的に鉄骨構造物にかかることにより、疲労による損傷が蓄積され、鉄骨の強度低下につながる可能性がある。

排気筒の風による繰返し荷重に対する評価の結果、運転開始後60年時点においても、繰返し荷重により疲労破壊に至る可能性はないことを確認している。

なお、排気筒の各部位は共振風速を考慮した設計であるとともに、これまでの目視点検において有意なき裂は確認されておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

したがって、鉄骨の金属疲労については、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 制震装置（粘性ダンパ）の強度低下

(a) 腐食

一般的に、鋼材は大気中の酸素および水分と化学反応を起こして腐食する。腐食は、海塩粒子等により促進され、進行すると制震装置（粘性ダンパ）本体の断面欠損に至り、制震装置（粘性ダンパ）の強度低下につながる可能性がある。

制震装置（粘性ダンパ）については、定期的な目視点検を行い、有意な塗膜の劣化等が認められた場合には、補修塗装を施すことによって健全性を確保している。

したがって、今後も現状保全を継続することで、制震装置（粘性ダンパ）の強度低下が急激に発生する可能性はないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(b) 摩耗

制震装置（粘性ダンパ）の摺動部に長期間の使用により摩耗が発生すると、動作不良に至り制震装置（粘性ダンパ）の強度低下につながる可能性がある。

制震装置（粘性ダンパ）については、定期的な目視点検を行い、有意な摩耗が認められた場合には、新品への取替え等を行うことにより、健全性を確保している。

したがって、摩耗による強度低下は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. コンクリートの強度低下

(a) 凍結融解

コンクリート中の水分が凍結し、それが気温の上昇や日射を受けること等により融解する凍結融解を繰り返すことでコンクリートにひび割れが生じ、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

（社）日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」（2015）に示されている解説図 26.1（凍害危険度の分布図）によると、島根 2 号炉の周辺地域は凍結融解の危険性がない地域に該当している。

日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説」（1991）によると、凍害危険度が 2 以上の地域は、凍結融解を含む凍害を考慮する必要があるが、島根 2 号炉は凍害危険度が 0 の地域であり、凍害の恐れがない。

したがって、凍結融解については、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

2.2.4 評価対象部位および評価点の抽出

評価対象部位および評価点は、評価すべき経年劣化要因毎に材料および事象の進展に影響

響を与える環境を考慮して抽出する。

評価対象部位を表 2.2-1 および図 2.1-3 に示す。

(1) コンクリートの強度低下

a. 熱

評価対象部位は、対象構造物のうち、通常運転時に雰囲気温度が高く、高温の原子炉圧力容器近傍に位置する一次遮へい壁とする。

評価点は、一次遮へい壁内側とする。

b. 放射線照射

評価対象部位は、対象構造物のうち、原子炉圧力容器近傍に位置し、運転時に中性子照射量およびガンマ線照射量の最も大きい一次遮へい壁とする。

評価点は、一次遮へい壁内側とする。

c. 中性化

評価対象部位は、コンクリートの塗装仕上げの有無、環境条件（温度、湿度、二酸化炭素濃度）、かぶり厚さを考慮して選定し、原子炉建物、タービン建物、制御室建物の内壁および 1 号機取水槽北側壁の壁面とする。

評価点は原子炉建物 3 階非常用ガス処理装置室、タービン建物 3 階タービン室、制御室建物 1 階 1D 非常用電気室、制御室建物 1 階 1C 非常用電気室の内壁および 1 号機取水槽北側壁の壁面（気中帯）とする。

なお、建物屋外においては外壁面を全面塗装しており、中性化の進展への影響度が小さいと考えられるため、評価点としない。

d. 塩分浸透

評価対象部位は、代表構造物のうち、海水とその飛沫の影響により最も厳しい塩分浸透環境下であり、塗装等の仕上げが施されていない部位がある 1 号機取水槽北側壁の壁面とする。

評価点は環境条件の異なる気中帯、干満帯および海中帯とする。

e. 機械振動

評価対象部位は、プラント運転中常時振動を受ける代表構造物のうち、最も大きな機械振動を受けるタービン建物のタービン発電機架台とする。

評価点は、機械振動荷重を直接受ける機器支持部付近とする。

(2) コンクリートの遮へい能力低下

a. 熱

評価対象部位は、放射線の遮へい能力が要求されるガンマ線遮へい壁および一次遮へい壁のうち、原子炉圧力容器近傍に位置し、周辺環境からの伝達熱および運転時に照射量の最も大きいガンマ線遮へい壁とする。

評価点は、ガンマ線遮へい壁の炉心領域部とする。

表 2.2-1 想定される経年劣化事象と評価対象とする構造物

構造種別		コンクリート構造物							鉄骨構造物				備考	
経年劣化事象		強度低下							遮へい能力低下	強度低下		制震装置強度低下		
要因		熱	放射線照射	中性化	塩分浸透	アルカリ骨材反応	機械振動	凍結融解	熱	腐食	金属疲労	腐食		摩耗
代表構造物	原子炉建物	○*1	○*1	○*2	○	△	○	▲	○*5					*1:一次遮へい壁 *2:内壁 *3:壁面 *4:タービン発電機架台 *5:ガンマ線遮へい壁
	タービン建物	○	○	○*2	○	△	○*4	▲	○					
	制御室建物			○*2	○	△		▲						
	排気筒									△	△	△	△	
	補助ボイラ室									△				
	1号機取水槽北側壁			○*3	○*3	△		▲						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

\*：評価対象部位

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### 2.3.1 コンクリートの強度低下

現状のコンクリート強度の確認例として、島根2号炉のコンクリート構造物から採取した供試体の圧縮強度試験を行った結果を、表2.3-1に示す。平均圧縮強度は設計基準強度を上回っている。

表 2.3-1 コンクリートの圧縮強度試験結果

代表構造物	部位	実施時期 (経過年数)	平均圧縮強 度(N/mm <sup>2</sup> )	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )
原子炉建物	壁面	2016年(27年) ～2017年(28年)	37.4	23.5 [240kgf/cm <sup>2</sup> ]
タービン建物	タービン発電 機架台	2016年(27年)	45.5	23.5 [240kgf/cm <sup>2</sup> ]
	壁面	2016年(27年) ～2017年(28年)	33.9	
制御室建物	壁面	2013年(39年)	30.1	22.1 [225kgf/cm <sup>2</sup> ]
1号機取水槽 北側壁	壁面	2011年(37年)	27.4	20.6 [210kgf/cm <sup>2</sup> ]

以下に、「2.2 経年劣化事象の抽出」で示した、コンクリートの強度低下をもたらす可能性のある要因毎に、長期使用時の健全性評価を行う。

## (1) 熱による強度低下

### a. 事象の説明

コンクリートが熱を受けると、温度条件によってはコンクリート中の水分の逸散に伴う乾燥に起因する微細なひび割れ、あるいは水分の移動に起因する空隙の拡大等により、強度が低下する可能性がある。

### b. 技術評価

#### (a) 健全性評価

一般にコンクリートの温度が 70℃程度では、コンクリートの基本特性に大きな影響を及ぼすような自由水の逸散は生じず、100℃以下では圧縮強度の低下は小さい。一方、コンクリート温度が 190℃付近では結晶水が解放され始め、さらに高温になると脱水現象が著しくなるため、コンクリートの特性に影響が出始めるとされている（(社)日本機械学会「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（2014）」）。

また、(社)日本建築学会「原子炉建屋構造設計指針・同解説（1988）」において、コンクリートの温度制限値は設計基準強度確保の観点から、局部では 90℃、一般部では 65℃と定められている。

原子炉建物においては、通常運転時に最も高温状態になるコンクリート部として一次遮へい壁が考えられるが、一次遮へい壁よりも温度条件の厳しい原子炉圧力容器の一次遮へい壁近傍の温度測定値は 62℃以下であり、コンクリートの温度制限値以下であることを確認している。

さらに、長期加熱やサイクル加熱によってコンクリート強度が低下しないことは長尾らの実験によっても確かめられており、図 2.3-1 に示すとおり長期加熱後のコンクリートの圧縮強度については、65～110℃で 3.5 年間加熱した場合でも強度低下は見られないことが報告されている。

また、図 2.3-2 に示すようにサイクル加熱後のコンクリートの圧縮強度は、20～110℃で 120 回サイクル加熱した場合にも長期加熱後と同じく強度に大きな変化は認められない。これらは加熱期間が 3.5 年のコンクリート供試体を用いた実験であるが、1 年加熱と概ね同様な結果を示しており、高温加熱による圧縮強度の変化は加熱開始後比較的初期に収束すると推察されている。

以上から、熱による強度低下に対しては、長期健全性評価上問題とならない。

#### (b) 現状保全

一次遮へい壁においては、構造物の健全性維持の観点から、定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。目視点検の結果、ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合、即時補修が必要な場合を除き、その経過を継続的に監視しつつ、点検実施後数年以内を目途に補修を計画、実施している。

#### (c) 総合評価

健全性評価結果から判断して、今後、強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

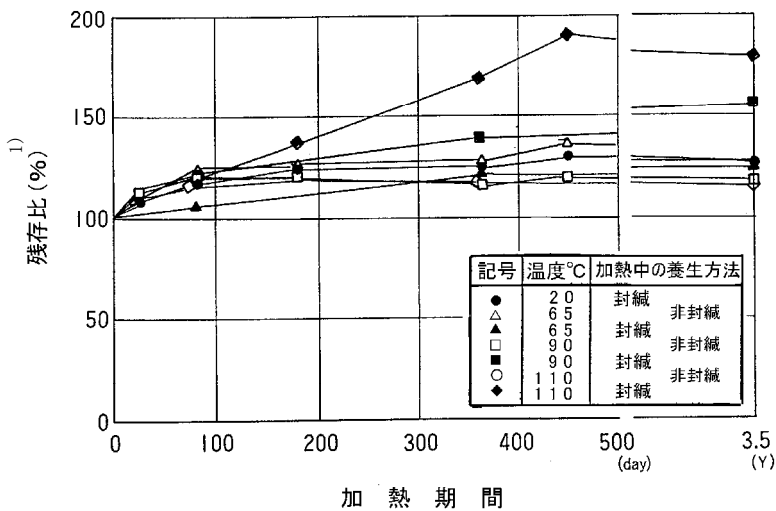
また、定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画、実施し

ており, 現状の保全方法は, コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

熱によるコンクリートの強度低下に対しては, 高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく, 今後も現状保全を継続していく。





材料:中庸熱ポルトランドセメント  
+フライアッシュセメント

水セメント比:50%

骨材:玄武岩の砕石

加熱前養生方法:20℃封緘養生

加熱開始時期:材齢 91 日

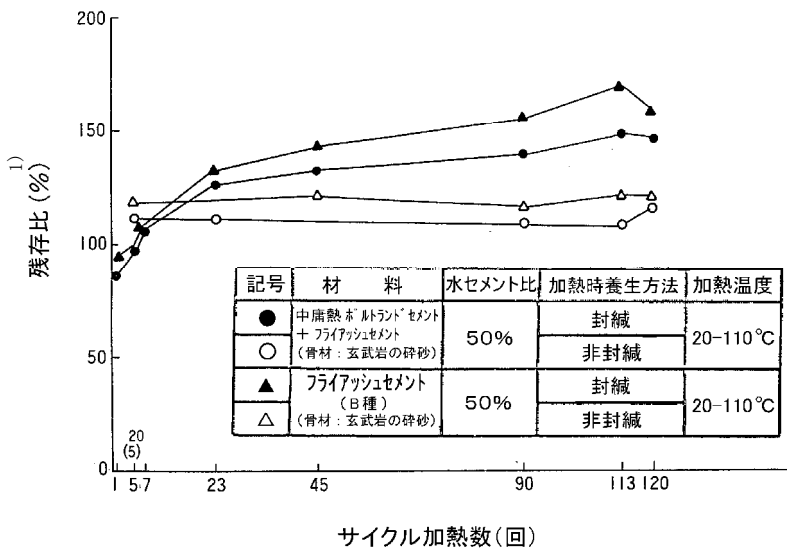
※65~110℃の温度で3.5年間加熱しても強度低下は見られない。なお、記号の一部誤記は修正した。

1) 残存比:加熱開始直前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の比

(出典) 長尾他, 第 48 回セメント技術大会講演集 1994

「熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究」

図 2.3-1 長期加熱後のコンクリート圧縮強度の変化



加熱前養生方法:20℃封緘養生

加熱開始時期:材齢 91 日

サイクル加熱条件:

1 サイクル 4 日間 (96 時間)

(20→110℃加熱: 3 時間)

(110℃定温保持: 45 時間)

(110→20℃冷却: 3 時間)

(20℃定温保持: 45 時間)

※20~110℃の加熱・冷却を 120 回繰り返しても強度の大きな変化は認められない。

1) 残存比:加熱開始直前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の比

(出典) 長尾他, 第 48 回セメント技術大会講演集 1994

「熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究」

図 2.3-2 サイクル加熱後のコンクリート圧縮強度の変化

## (2) 放射線照射による強度低下

### a. 事象の説明

コンクリートが中性子照射やガンマ線照射を受けると、照射量によっては、コンクリートの強度が低下する可能性がある。

### b. 技術評価

#### (a) 健全性評価

中性子照射と強度の関係に関しては、従来 Hilsdorf 他の文献 (Hilsdorf, Kropp, and Koch, "The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete", American Concrete Institute Publication SP-55) における「中性子照射したコンクリートの圧縮強度 ( $f_{cu}$ ) と照射しないコンクリートの圧縮強度 ( $f_{cu0}$ ) の変化」を参照していた。一方、小嶋他の試験結果を踏まえた最新知見 (小嶋他, NTEC-2019-1001「中性子照射がコンクリートの強度に及ぼす影響」) によると、コンクリートの圧縮強度は、およそ  $1 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$  の中性子照射量 ( $E > 0.1 \text{MeV}$ ) から低下する可能性が確認されている。

運転開始後 60 年時点で予想される中性子照射量 ( $E > 0.1 \text{MeV}$ ) は、放射線照射量解析の結果、評価点において  $1.32 \times 10^{14} \text{n/cm}^2$  であり、 $1 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$  を超えることはないと推定され、中性子照射によるコンクリートの強度低下への影響はないものと判断する。

また、日本原子力研究所 (現: 日本原子力研究開発機構) 動力試験炉の生体遮へいコンクリートから採取したコンクリートの試験結果によると、中性子照射量は上記よりは少ない  $1 \times 10^{13} \sim 10^{17} \text{n/cm}^2$  ( $E > 0.11 \text{MeV}$ ) ではあるが、圧縮強度の低下は見られない (図 2.3-3)。

一方、ガンマ線照射量と強度との関係についても、Hilsdorf 他の文献によると、ガンマ線照射量が  $2 \times 10^{10} \text{rad}$  程度以下では有意な強度低下は見られない (図 2.3-4)。

運転開始後 60 年時点で予想されるガンマ線照射量は、放射線照射量解析の結果、評価点において  $2.81 \times 10^6 \text{rad}$  であり、 $2 \times 10^{10} \text{rad}$  を超えることはないと推定されるため、ガンマ線照射によるコンクリート強度低下への影響はないものと判断する。

以上から、放射線照射による強度低下に対しては、長期健全性評価上問題とならない。

#### (b) 現状保全

一次遮へい壁においては、構造物の健全性維持の観点から、定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。目視点検の結果、ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合、即時補修が必要な場合を除き、その経過を継続的に監視しつつ、点検実施後数年以内を目途に補修を計画、実施している。

#### (c) 総合評価

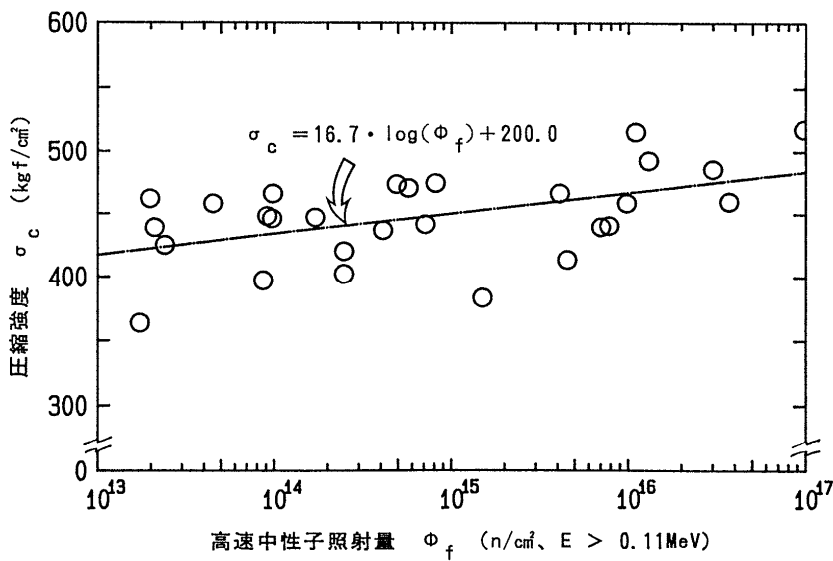
健全性評価結果から判断して、今後、強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画、実施し

ており, 現状の保全方法は, コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

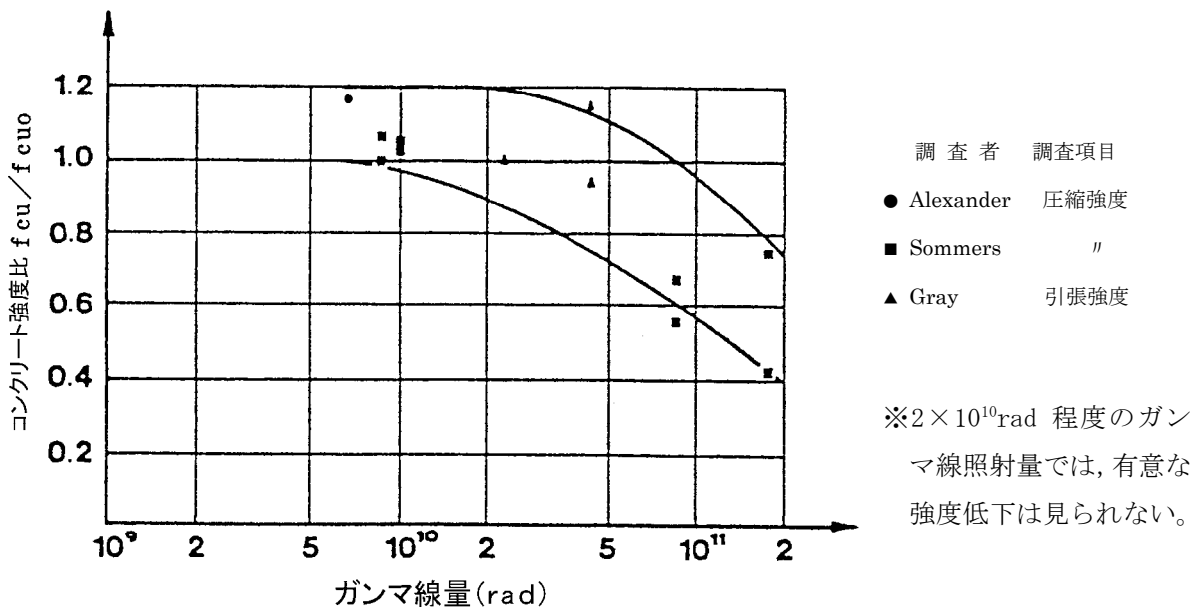
放射線照射によるコンクリートの強度低下に対しては, 高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく, 今後も現状保全を継続していく。



※ $1 \times 10^{17} n/cm^2$  程度の中性子照射量では圧縮強度の低下は見られない。

(出典) 出井他, 日本原子力研究所 JAERI-M 90-205  
「JPDR 生体遮蔽コンクリートの材料強度特性」

図 2.3-3 高速中性子量とコンクリートの圧縮強度との関係



(出典) Hilsdorf, Kropp, and Koch, "The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete", American Concrete Institute Publication SP-55, Paper 10.

図 2.3-4 ガンマ線照射したコンクリートの圧縮強度 ( $f_{cu}$ ) と照射しないコンクリートの圧縮強度 ( $f_{cu0}$ ) の変化

### (3) 中性化による強度低下

#### a. 事象の説明

コンクリートは、空気中の二酸化炭素の作用を受けると、表面から徐々にそのアルカリ性を失い中性化する。

中性化がコンクリートの内部に進行し、鉄筋を保護する能力が失われると、鉄筋はコンクリート中の水分、酸素の作用により腐食し始め、腐食に伴う体積膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じ、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

#### b. 技術評価

##### (a) 健全性評価

鉄筋が腐食し始めるときの中性化深さは、「雨がかりまたは乾湿繰返し環境においては、中性化深さが鉄筋のかぶり厚さまで達したときとし、屋内などの乾燥環境では中性化深さが鉄筋のかぶり厚さから 20mm 奥まで達したとき」とされている（(社)日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の耐久設計施工指針・同解説（2016）」）。

中性化の進行速度の推定式としては、岸谷式（(社)日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説（1991）」）、依田式（技報堂出版「コンクリート構造物の耐久性シリーズ 中性化（1986）」）、森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究—東京大学学位論文（1986）」）および中性化深さの実測値に基づく $\sqrt{t}$ 式がある。岸谷式、依田式、森永式および中性化深さの実測値に基づく $\sqrt{t}$ 式を用いて、運転開始後 60 年経過時点における原子炉建物、タービン建物、制御室建物および 1 号機取水槽北側壁の中性化深さを評価した結果、いずれの評価点においても鉄筋が腐食し始めるときの中性化深さを十分に下回っている。

以上を表 2.3-2 に示す。

また、定期的な目視点検を実施しているが、中性化による鉄筋腐食に起因する有害なひび割れ等は確認されていない。

以上から、中性化による強度低下に対しては、長期健全性評価上問題とならない。

##### (b) 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から、定期的なコンクリート表面の目視点検を実施している。目視点検の結果、ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合、即時補修が必要な場合を除き、その経過を継続的に監視しつつ、点検実施後数年以内を目途に補修を計画、実施している。

##### (c) 総合評価

健全性評価結果から判断して、今後、強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画、実施しており、現状の保全方法は、コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

中性化によるコンクリートの強度低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく，今後も現状保全を継続していく。

表 2.3-2 コンクリートの中性化深さ

(単位：cm)

評価点		調査時点の中性化深さ		運転開始 60 年時点の中性化深さ*1	鉄筋が腐食し始める中性化深さ*2
		調査時期 (経過年数)	実測値 (最大値)		
屋内	原子炉建物 3 階内壁	2016 年 (27 年)	0.65 (2.2)	3.57 (岸谷式)	7.0
	タービン建物 3 階内壁	2016 年 (27 年)	0.36 (1.2)	3.57 (岸谷式)	6.0
	制御室建物 1 階内壁	2013 年 (39 年)	0.0 (0.1)	5.24 (岸谷式)	7.0
屋外	1 号機取水 槽北側壁 気中帯	2011 年 (37 年)	3.1 (4.5)	6.4 ( $\sqrt{t}$ 式)	6.6

\*1：岸谷式，依田式，森永式および中性化深さの実測値に基づく $\sqrt{t}$ 式による評価結果のうち最大値を記載

\*2：かぶり厚さから評価した値

#### (4) 塩分浸透による強度低下

##### a. 事象の説明

コンクリート中に塩化物イオンが浸透し、鉄筋位置まで達すると、鉄筋の腐食が徐々に進行し、鉄筋の膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じ、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

##### b. 技術評価

###### (a) 健全性評価

塩分によるコンクリート中の鉄筋への影響を評価する方法としては、鉄筋の腐食速度に着目し、鉄筋の腐食減量が、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の腐食減量に達するまでの期間の予測式として、森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究－東京大学学位論文（1986）」）が提案されている。

各評価点より試料を採取して測定した鉄筋位置での塩化物イオン濃度をもとに、森永式を適用して鉄筋の腐食減量を算出した結果、表 2.3-3 に示すとおり、運転開始後 60 年時点の鉄筋腐食減量は、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量を十分に下回っている。

また、定期的な目視点検を実施しているが、塩分浸透による鉄筋腐食に起因する有害なひび割れ等は確認されていない。

以上から、塩分浸透による強度低下に対しては、長期健全性評価上問題とならない。

###### (b) 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から、定期的なコンクリート表面の目視点検を実施している。目視点検の結果、ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合、即時補修が必要な場合を除き、その経過を継続的に監視しつつ、点検実施後数年以内を目途に補修を計画、実施している。

###### (c) 総合評価

健全性評価結果から判断して、今後、強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画、実施しており、現状の保全方法は、コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

##### c. 高経年化への対応

塩分浸透によるコンクリートの強度低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。



表 2.3-3 鉄筋の腐食減量

評価点		調査時期 (経過年数)	鉄筋位置での塩 化物イオン濃度 (%)	鉄筋の腐食減量 ( $\times 10^{-4}$ g/cm <sup>2</sup> )		
				調査時点	運転開始後 60年時点	かぶりコンクリートに ひび割れが発生 する時点
北側壁 1号機 取水槽	気中帯	2011年 (37年)	0.18 (3.79) *	9.9	31.6	69.2
	干満帯	2011年 (37年)	0.016 (0.35) *	0.0	0.5	69.2
	海中帯	2011年 (37年)	0.048 (1.08) *	0.3	2.8	69.2

\*: ( ) 内は塩化物イオン量 (kg/m<sup>3</sup>)

(5) 機械振動による強度低下

a. 事象の説明

コンクリート構造物は、長期間にわたって機械振動による繰返し荷重を受けるとひび割れが発生し、コンクリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

タービン発電機架台については、異常振動の有無を日常的なパトロールで確認している。コンクリートについては、定期的に目視点検を実施し、コンクリート表面において強度に支障をきたす可能性のある欠陥がないことを確認している。

また、コンクリート強度については、運転開始後 27 年経過した 2016 年に、タービン発電機架台から採取された供試体の圧縮強度試験を行った結果、表 2.3-1 に示すとおり、平均圧縮強度は  $45.5 \text{ N/mm}^2$  であり、設計基準強度  $23.5 \text{ N/mm}^2$  を十分上回っていることを確認している。

なお、仮に機械振動により機器のコンクリート基礎への定着部の支持力が失われるような場合、機器の異常振動が発生するものと考えられるが、機械振動は日常的に監視されており、異常の兆候は検知可能である。

以上から、機械振動による強度低下は、長期健全性評価上問題とならない。

(b) 現状保全

コンクリート構造物の健全性維持の観点から、定期的にコンクリート表面の目視点検を実施している。目視点検の結果、ひび割れ等の補修が必要となる損傷が確認された場合、即時補修が必要な場合を除き、その経過を継続的に監視しつつ、点検実施後数年以内を目途に補修を計画、実施している。

(c) 総合評価

健全性評価結果から判断して、今後、強度低下が急激に発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等の補修を計画、実施しており、現状の保全方法は、コンクリート構造物の健全性を維持する上で適切である。

c. 高経年化への対応

機械振動によるコンクリートの強度低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

## 2.3.2 コンクリートの遮へい能力低下

### (1) 熱による遮へい能力低下

#### a. 事象の説明

コンクリートは周辺環境からの伝達熱および放射線照射に起因するコンクリート内部の温度上昇により、コンクリート中の水分が逸散し、放射線に対する遮へい能力が低下する可能性がある。

#### b. 技術評価

##### (a) 健全性評価

放射線防護の観点から、コンクリート遮へい体の設計に適用されている「コンクリート遮へい体設計基準」(R.G. Jaeger et al. 「Engineering Compendium on Radiation Shielding (ECRS) VOL. 2」) には、周辺および内部最高温度の制限値が示されており、「コンクリートに対しては中性子遮へいで 88℃以下、ガンマ線遮へいで 177℃以下」となっている。

これに対し、ガンマ線遮へいコンクリートの炉心領域部の最高温度は、工事計画認可申請書添付書類「生体しゃへい装置の放射線のしゃへい及び熱除去についての計算書」によると、全ガンマ線束による発熱を考慮して温度分布解析を行った結果は 78℃であり、コンクリート温度制限値を下回っていることから、運転開始後 60 年時点においても遮へい能力への影響はないと判断する。

以上から、熱によるコンクリートの遮へい能力低下に対しては、長期健全性評価上問題とならない。

##### (b) 現状保全

ガンマ線遮へいコンクリートについては、鉄板で覆われているため、目視点検等は実施できないが、放射線量を日常的に監視している。

##### (c) 総合評価

健全性評価結果から判断して、熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下については、現状において問題はなく、今後も遮へい能力低下が急激に発生する可能性は小さい。

また、仮に熱によるコンクリート構造物の遮へい能力低下が生じた場合、放射線量が上昇するものと考えられるが、放射線量は日常的に監視しており、異常の兆候は検知可能である。

#### c. 高経年化への対応

熱によるコンクリートの遮へい能力低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に対し追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

### 3. 評価対象部位以外への展開

コンクリート構造物および鉄骨構造物の技術評価は、「2.2 経年劣化事象の抽出」および「2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価」に示すとおり、評価対象部位について、各経年劣化事象に影響を及ぼす要因毎に、使用条件を考慮して実施している。コンクリート構造物および鉄骨構造物の場合、評価対象部位以外の使用条件等は、評価対象部位に含まれているため、技術評価結果も評価対象部位の結果に含まれる。

したがって、評価対象以外の部位についても高経年化対策の観点から追加すべき保全項目はなく、今後も現状の保全方法により健全性を確認していく。

以上

島根原子力発電所2号炉

# 計測制御設備の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

中国電力株式会社

本評価書は、島根原子力発電所2号炉（以下、「島根2号炉」という。）における安全上重要な計測制御設備（重要度分類審査指針におけるPS-1, 2およびMS-1, 2に該当する機器）および常設重大事故等対処設備に属する機器について、高経年化に係わる技術評価をまとめたものである。なお、高温・高圧の環境下にあるクラス3の計測制御設備はない。

評価対象機器の一覧を表1に、機能を表2に示す。

評価対象機器を計測対象、型式、設置場所で分類し、それぞれのグループから、重要度および使用条件等の観点で代表機器を選定し技術評価を行った後、代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は、計測制御設備の機能をもとに、以下の3つに分類して整理する。また、計測制御設備の評価グループ分類（概念図）を図1に示す。

1. 計測装置
2. 補助継電器盤
3. 操作制御盤

なお、本文中の単位の記載は、原則としてSI単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注がない限り、ゲージ圧力を示す）。

表1 (1/3) 評価対象機器一覧

種類	機器名称	重要度*1	
計測装置	圧力	圧力計測装置 (ダイヤフラム式)	MS-1, 重*2
		圧力計測装置 (フルトン管式)	MS-1
		圧力計測装置 (ペロース式)	MS-1
		圧力計測装置 (シールドピストン式)	MS-1
	温度	温度計測装置 (熱電対式) *3	MS-1, 重*2
		温度計測装置 (測温抵抗体式)	MS-1, 重*2
	流量	流量計測装置 (ダイヤフラム式)	MS-1, 重*2
	水位	水位計測装置 (ダイヤフラム式) *3	MS-1, 重*2
		水位計測装置 (フロート式)	MS-1
	中性子束	中性子束計測装置 (核分裂電離箱式)	MS-1, 重*2
	放射線	放射線計測装置 (イオンチェンバ*式) *3	MS-1, 重*2
		放射線計測装置 (半導体式)	MS-1
		放射線計測装置 (シンチレーション式)	MS-1
	濃度	濃度計測装置 (熱伝導式)	MS-2, 重*2
		濃度計測装置 (磁気風式)	MS-2, 重*2
	位置	位置計測装置 (リミットスイッチ式)	MS-1
		位置計測装置 (差動トランス式)	MS-1
	回転数	回転数計測装置 (電磁ピックアップ式)	MS-1
	振動	振動計測装置 (倒立振子式)	MS-1
	流量	流量計測装置 (クランプ式) *3	重*2
	水位	水位計測装置 (カイトバルブ式) *3	重*2
		水位計測装置 (電極式) *3	重*2, 設*4
	濃度	濃度計測装置 (触媒式) *3	重*2
濃度計測装置 (磁気力式)		重*2	
水位・温度	水位・温度計測装置 (熱電対式)	重*2	
水位	水位計測装置 (圧力式)	設*4	
補助継電器盤 (屋内設置)	スクラムソリノイトヒューズ盤 (8)	MS-1	
	非常用電気室空調換気継電器盤 (2)	MS-2	
	高圧炉心スプレイ系非常用電気室空調換気継電器盤 (1)	MS-2	

\*1: 最上位の重要度を示す。

\*2: 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3: 新規に設置される機器を含む。

\*4: 設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物を示す。

表1 (2/3) 評価対象機器一覧

種類	機器名称	重要度*1
補助継電器盤 (屋内設置)	残留熱除去系・低圧炉心スプレイ系継電器盤 (2)	MS-1, 重*2
	高圧炉心スプレイ系継電器盤 (1)	MS-1, 重*2
	原子炉隔離時冷却系継電器盤 (1)	MS-1, 重*2
	格納容器隔離継電器盤 (2)	MS-1
	原子炉保護継電器盤 (2)	MS-1
	自動減圧継電器盤 (2)	MS-1
	原子炉補助継電器盤 (2)	MS-1, 重*2
	非常用ガス処理系・可燃性ガス濃度制御系・主蒸気隔離弁リーク制御系継電器盤 (2)	MS-1
	ドライウェル水位計/ヘデスタル水位計用継電器盤 (1) *3	重*2
操作制御盤 (屋内設置)	原子炉隔離時冷却タービン制御盤 (1)	MS-1
	ほう酸水注入系操作箱 (1)	MS-1, 重*2
	起動領域モータ/中間領域モータ駆動装置盤 (2)	MS-1
	起動領域モータ/中間領域モータ前置増幅器盤 (4)	MS-1, 重*2
	中央制御装置室外原子炉停止制御盤 (2)	MS-2, 重*2
	原子炉棟空調換気制御盤 (1)	MS-1
	中央制御室冷凍機制御盤 (2)	MS-1
	安全設備制御盤 (1)	MS-1, 重*2
	原子炉補機制御盤 (2)	MS-1, 重*2
	原子炉制御盤 (1)	MS-1, 重*2
	タービン補機制御盤 (1)	MS-2
	所内電気盤 (1)	MS-1
	安全設備補助制御盤 (1)	MS-1, 重*2
	起動領域モータ盤 (2)	MS-1, 重*2
	出力領域モータ盤 (5)	MS-1, 重*2
	移動式炉内モータ制御盤 (1)	MS-1
	プロセス放射線モータ制御盤 (1)	MS-1, 重*2
	高圧炉心スプレイ系トリップ設定器盤 (1)	MS-1, 重*2
	原子炉保護トリップ設定器盤 (4)	MS-1
	空調換気制御盤 (1)	MS-1

\*1: 最上位の重要度を示す。

\*2: 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3: 新規に設置される機器を含む。



表1 (3/3) 評価対象機器一覧

種類	機器名称	重要度*1
操作制御盤 (屋内設置)	窒素ガス制御盤 (1)	MS-1, 重*2
	原子炉プロセス計測盤 (2)	MS-1, 重*2
	タービンプロセス計測盤 (1)	MS-2
	タービン補助盤 (1)	MS-2
	アクシメントマネージメント設備制御盤 (1)	MS-1, 重*2
	格納容器H2/O2濃度計盤 (2)	MS-1, 重*2
	格納容器H2/O2濃度計演算器盤 (2)	MS-2, 重*2
	共通盤 (2)	MS-1, 重*2
	配管周囲温度トリップ設定器盤 (2)	MS-2
	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2)	MS-1, 重*2
	計装弁隔離計装盤 (1)	MS-1
	ディーゼル発電機速度検出器用変換器箱 (3)	MS-1
	重大事故操作盤 (11) *3	重*2
	燃料プール水位計変換器盤 (1) *3	重*2
	原子炉建物水素濃度変換器盤 (1) *3	重*2
	安全パラメータ表示システム (SPDS) およびデータ伝送設備 (6) *3	重*2
	燃料プール冷却制御盤 (1) *3	重*2
	HERMETIS制御ユニット (1) *3	重*2
	第1ベントフィルタスクラフ容器水位計収納箱 (1) *3	重*2
	原子炉建物水素濃度計盤 (1) *3	重*2
	原子炉建物水素濃度計測盤 (1) *3	重*2
	衛星電話設備 (2) *3	重*2
	無線通信設備 (2) *3	重*2
	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備 (1) *3	重*2
監視カメラ制御盤 (3) *3	重*2, 設*4	
燃料プール熱電対式水位計制御盤 (2) *3	重*2	

\*1: 最上位の重要度を示す。

\*2: 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3: 新規に設置される機器を含む。

\*4: 設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物を示す。

表2 評価対象機器機能一覧

設備区分	機 能
計測装置	<p>プロセス値（圧力・流量・水位等）を検出器で電気信号に変換し、信号変換処理部にて信号変換処理・演算処理を行い、指示計・記録計・指示調節計・補助継電器に電気信号を出力する。</p> <p>指示計・記録計は、操作制御盤に取り付けられており、信号変換処理部から伝達されてきた電気信号を変換し、指示または記録する。</p> <p>指示調節計は、操作制御盤に取り付けられており、入力値と設定値との差に応じた電気信号を出力する。</p> <p>補助継電器は、操作制御盤等に取り付けられており、信号変換処理部から入力された電気信号を補助継電器盤等に取り付けられている補助継電器、電磁接触器に出力する。</p>
補助継電器盤	<p>計測装置からの信号を受け、補助継電器、電磁接触器により原子炉の保護／制御ロジックを構成し、原子炉スクラム信号等の制御信号を出力する。</p>
操作制御盤	<p>計測装置の一部である指示計・記録計・指示調節計・補助継電器により、状態監視、操作および電気信号の伝達を行うと共に、操作スイッチ、押釦スイッチによる運転操作および故障表示器、表示灯、ディスプレイによる状態監視を行う。</p>

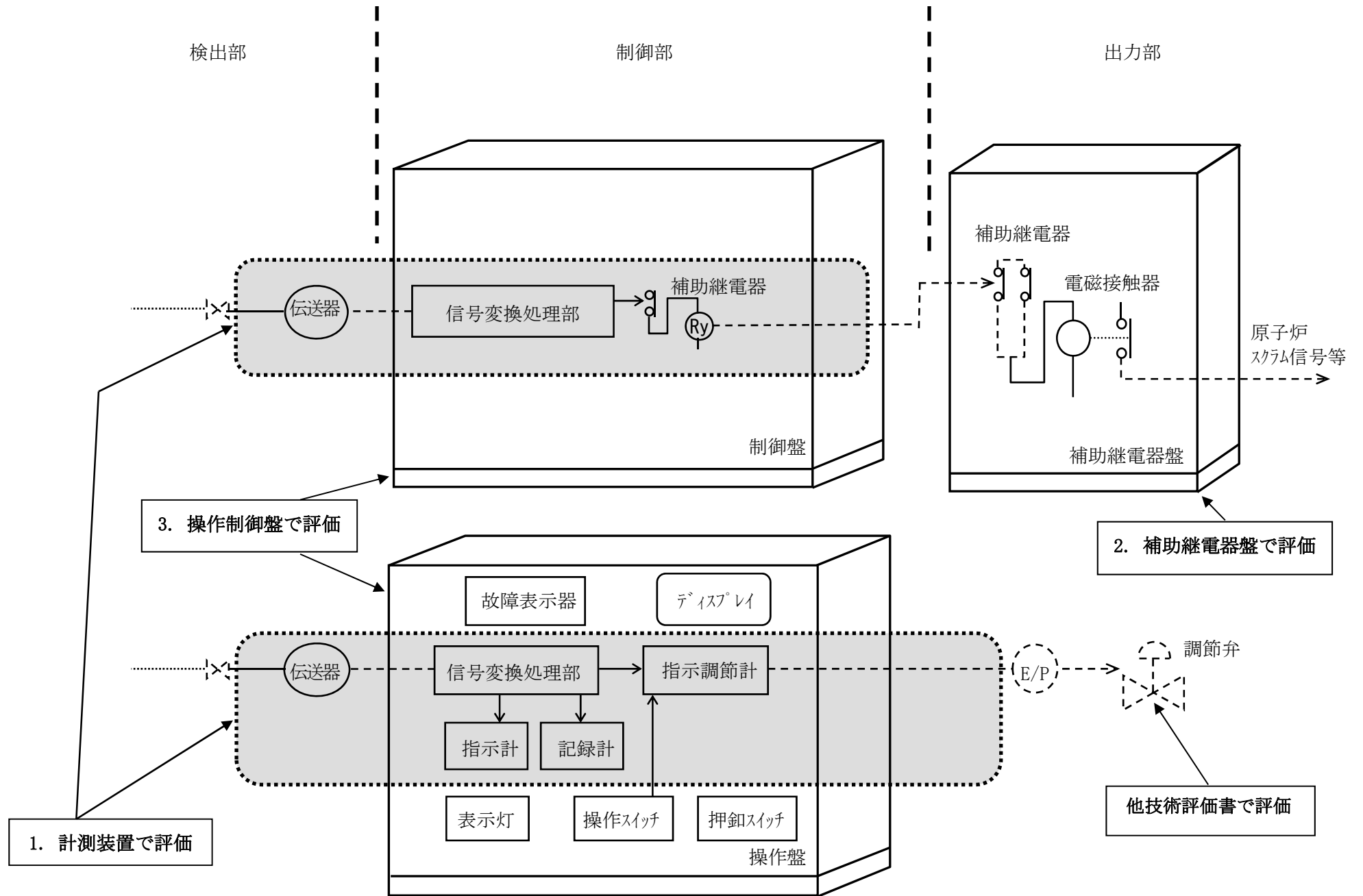


図1 計測制御設備の評価グループ分類 (概念図)

# 1. 計測装置

[対象計測装置]

- ① 圧力計測装置 (ダイヤフラム式)
- ② 圧力計測装置 (ブルドン管式)
- ③ 圧力計測装置 (ベローズ式)
- ④ 圧力計測装置 (シールドピストン式)
- ⑤ 温度計測装置 (熱電対式)
- ⑥ 温度計測装置 (測温抵抗体式)
- ⑦ 流量計測装置 (ダイヤフラム式)
- ⑧ 水位計測装置 (ダイヤフラム式)
- ⑨ 水位計測装置 (フロート式)
- ⑩ 中性子束計測装置 (核分裂電離箱式)
- ⑪ 放射線計測装置 (イオンチェンバ式)
- ⑫ 放射線計測装置 (半導体式)
- ⑬ 放射線計測装置 (シンチレーション式)
- ⑭ 濃度計測装置 (熱伝導式)
- ⑮ 濃度計測装置 (磁気風式)
- ⑯ 位置計測装置 (リミットスイッチ式)
- ⑰ 位置計測装置 (差動トランス式)
- ⑱ 回転数計測装置 (電磁ピックアップ式)
- ⑲ 振動計測装置 (倒立振子式)
- ⑳ 流量計測装置 (クランプ式)
- ㉑ 水位計測装置 (ガイドパルス式)
- ㉒ 水位計測装置 (電極式)
- ㉓ 濃度計測装置 (触媒式)
- ㉔ 濃度計測装置 (磁気力式)
- ㉕ 水位・温度計測装置 (熱電対式)
- ㉖ 水位計測装置 (圧力式)

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定	1-1
1.1 グループ化の考え方および結果	1-1
1.2 代表機器の選定	1-1
2. 代表機器の技術評価	1-14
2.1 構造, 材料および使用条件	1-15
2.1.1 原子炉圧力計測装置	1-15
2.1.2 ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置	1-19
2.1.3 中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置	1-23
2.1.4 蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置	1-27
2.1.5 主蒸気管周囲温度計測装置	1-31
2.1.6 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置	1-35
2.1.7 主蒸気流量計測装置	1-39
2.1.8 原子炉水位計測装置	1-43
2.1.9 スクラム排出水容器水位計測装置	1-47
2.1.10 平均出力領域計測装置	1-50
2.1.11 主蒸気管放射線計測装置	1-53
2.1.12 原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置	1-56
2.1.13 換気系放射線計測装置	1-59
2.1.14 水素濃度計測装置	1-63
2.1.15 酸素濃度計測装置	1-67
2.1.16 主蒸気隔離弁位置計測装置	1-71
2.1.17 原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置	1-74
2.1.18 原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置	1-77
2.1.19 地震加速度計測装置	1-80
2.1.20 低圧原子炉代替注水流量計測装置	1-83
2.1.21 燃料プール水位計測装置	1-86
2.1.22 ドライウェル水位計測装置	1-89
2.1.23 原子炉建物水素濃度計測装置	1-92
2.1.24 格納容器酸素濃度計測装置	1-95
2.1.25 燃料プール水位・温度計測装置	1-99
2.1.26 取水槽水位計測装置	1-102
2.2 経年劣化事象の抽出	1-105
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1-105
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1-105
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1-107
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	1-140
3. 代表機器以外への展開	1-147
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	1-147
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1-153

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用している主要な計測装置の仕様を表1-1に示す。

これらの計測装置を計測対象および検出部型式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

計測対象および検出部型式を分類基準とし、計測装置を表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度（信号用途の重要度を含む）の観点から、代表機器を選定するものとする。

#### (1) 圧力計測装置（ダイヤフラム式）

圧力計測装置（ダイヤフラム式）については、重要度分類上重要なスクラム信号に使用する原子炉圧力計測装置を代表機器とする。

#### (2) 圧力計測装置（ブルドン管式）

圧力計測装置（ブルドン管式）については、重要度分類上重要なほう酸水注入系制御信号に使用するほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置を代表機器とする。

#### (3) 圧力計測装置（ベローズ式）

このグループには、中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置のみが属するため、中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置を代表機器とする。

#### (4) 圧力計測装置（シールドピストン式）

このグループには、蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置のみが属するため、蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置を代表機器とする。

#### (5) 温度計測装置（熱電対式）

温度計測装置（熱電対式）については、重要度分類上重要な主蒸気隔離信号に使用する主蒸気管周囲温度計測装置を代表機器とする。

#### (6) 温度計測装置（測温抵抗体式）

温度計測装置（測温抵抗体式）については、重要度分類上重要な中央制御室空調換気系制御信号に使用する中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置を代表機器とする。

#### (7) 流量計測装置（ダイヤフラム式）

流量計測装置（ダイヤフラム式）については、重要度分類上重要な主蒸気隔離信号に使用する主蒸気流量計測装置を代表機器とする。

(8) 水位計測装置（ダイヤフラム式）

水位計測装置（ダイヤフラム式）のうち、重要度分類上重要なスクラム信号に使用する原子炉水位計測装置を代表機器とする。

(9) 水位計測装置（フロート式）

水位計測装置（フロート式）のうち、重要度分類上重要なスクラム信号に使用するスクラム排水容器水位計測装置を代表機器とする。

(10) 中性子束計測装置（核分裂電離箱式）

中性子束計測装置（核分裂電離箱式）のうち、重要度分類上重要なスクラム信号に使用する平均出力領域計測装置を代表機器とする。

(11) 放射線計測装置（イオンチェンバ式）

放射線計測装置（イオンチェンバ式）のうち、重要度から主蒸気管放射線計測装置を代表機器とする。

(12) 放射線計測装置（半導体式）

放射線計測装置（半導体式）のうち、重要度分類上重要な中央制御室空調換気系隔離信号に使用する原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置を代表機器とする。

(13) 放射線計測装置（シンチレーション式）

このグループには、換気系放射線計測装置のみが属するため、換気系放射線計測装置を代表機器とする。

(14) 濃度計測装置（熱伝導式）

濃度計測装置（熱伝導式）のうち、重要度から水素濃度計測装置を代表機器とする。

(15) 濃度計測装置（磁気風式）

このグループには、酸素濃度計測装置のみが属するため、酸素濃度計測装置を代表機器とする。

(16) 位置計測装置（リミットスイッチ式）

このグループには、主蒸気隔離弁位置計測装置のみが属するため、主蒸気隔離弁位置計測装置を代表機器とする。

(17) 位置計測装置（差動トランス式）

このグループには、原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置のみが属するため、原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置を代表機器とする。

(18) 回転数計測装置（電磁ピックアップ式）

回転数計測装置（電磁ピックアップ式）のうち、重要度分類上重要な原子炉隔離時冷却系制御信号に使用する原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置を代表機器とする。

(19) 振動計測装置（倒立振子式）

このグループには、地震加速度計測装置のみが属するため、地震加速度計測装置を代表機器とする。

(20) 流量計測装置（クランプ式）

このグループには、低圧原子炉代替注水流量計測装置のみが属するため、低圧原子炉代替注水流量計測装置を代表機器とする。

(21) 水位計測装置（ガイドパルス式）

このグループには、燃料プール水位計測装置のみが属するため、燃料プール水位計測装置を代表機器とする。

(22) 水位計測装置（電極式）

水位計測装置（電極式）のうち、重要度分類上重要なドライウェル水位の監視に使用するドライウェル水位計測装置を代表機器とする。

(23) 濃度計測装置（触媒式）

このグループには、原子炉建物水素濃度計測装置のみが属するため、原子炉建物水素濃度計測装置を代表機器とする。

(24) 濃度計測装置（磁気力式）

このグループには、格納容器酸素濃度計測装置のみが属するため、格納容器酸素濃度計測装置を代表機器とする。

(25) 水位・温度計測装置（熱電対式）

このグループには、燃料プール水位・温度計測装置のみが属するため、燃料プール水位・温度計測装置を代表機器とする。

(26) 水位計測装置（圧力式）

このグループには、取水槽水位計測装置のみが属するため、取水槽水位計測装置を代表機器とする。



表1-1 (1/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由	
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
圧力	ダイヤフラム式	原子炉圧力 主蒸気圧力 ドライウェル圧力 原子炉隔離時冷却ポンプ 出口圧力 残留熱除去系注水弁差圧 低圧炉心スプレイ系注水弁差圧 復水器真空 可燃性ガス濃度制御系ポンプ入口圧力	スクラム 主蒸気隔離 高圧炉心スプレイ系起動 低圧炉心スプレイ系起動 残留熱除去系起動 非常用ガス処理系起動 残留熱除去系制御 低圧炉心スプレイ系制御 可燃性ガス濃度制御系制御 原子炉隔離時冷却系制御 自動減圧系作動 監視	MS-1, 重*2	原子炉建物/ タービン建物	40 以下	◎	重要度
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		
		原子炉圧力 原子炉補機冷却ポンプ 出口圧力 原子炉補機海水ポンプ 出口圧力 ドライウェル圧力 高圧炉心スプレイ補機冷却ポンプ 出口圧力 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ 出口圧力 原子炉隔離時冷却系蒸気管差圧	窒素ガス制御系制御 原子炉隔離時冷却系隔離 監視	MS-2, 重*2	原子炉建物/ 屋外	40 以下		
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		
		原子炉圧力*3 残留熱除去ポンプ 出口圧力 低圧炉心スプレイポンプ 出口圧力 ドライウェル圧力*3 サブレーションチェンバ 圧力*3 スクラム 容器圧力*3 低圧原子炉代替注水ポンプ 出口圧力*3 高圧炉心スプレイポンプ 出口圧力 残留熱代替除去ポンプ 出口圧力*3 緊急時対策所外気差圧*3	原子炉再循環系制御 監視	重*2	原子炉建物/ 第1ベントフィルタ格納 槽/緊急時対策所	40 以下		
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

表1-1 (2/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由	
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
圧力	ブルボン管式	ほう酸水注入ポンプ 潤滑油圧力 原子炉補機海水ポンプ 出口圧力	ほう酸水注入系制御 原子炉補機海水系制御	MS-1	原子炉建物/ 屋外	40 以下	◎	重要度
					補助盤室	27 以下		
	ヘルソース式	サンプル昇圧ポンプ 入口圧力 空気抽出器出口排ガス圧力 原子炉隔離時冷却系排気アップチャージディスク間 圧力	可燃性ガス濃度制御系制御 抽出空気系制御 原子炉隔離時冷却系制御 監視	MS-2	原子炉建物/ タービン建物	40 以下	◎	
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		
	ヘルソース式	中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ 差圧	中央制御室空調換気系制御 監視	MS-1	廃棄物処理建物	40 以下	◎	
	シールドピストン式	蒸気加減弁急速閉用油圧	スクラム	MS-1	タービン建物	60 以下	◎	
					補助盤室	27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

表1-1 (3/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由	
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
温度	熱電対式	主蒸気管周囲温度 可燃性ガス濃度制御系再結合器ガス温度 可燃性ガス濃度制御系系統入口温度	主蒸気隔離 可燃性ガス濃度制御系制御 監視	MS-1	主蒸気管室/ 原子炉建物/ タービン建物	60 以下/ 40 以下/ 60 以下	◎	
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		
		原子炉浄化系再生熱交室周囲温度 原子炉浄化系非再生熱交室周囲温度 原子炉隔離時冷却系機器室周囲温度 空気抽出器出口排ガス温度	原子炉浄化系隔離 原子炉隔離時冷却系隔離 抽出空気系制御 監視	MS-2	原子炉建物/ タービン建物	50 以下		
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		
		残留熱除去系熱交換器入口温度 残留熱除去系熱交換器出口温度 ドライウェル温度*3 ペデスタル温度*3 サブレーションチェンバ温度*3 スクラバ容器温度*3 静的触媒式水素処理装置入口温度*3 静的触媒式水素処理装置出口温度*3 原子炉压力容器温度*3 燃料プール水位・温度*3 ペデスタル水温度*3	監視	重*2	格納容器内/ 原子炉建物/ 第1ベントフィルタ格納 槽	63 以下/ 40 以下	重要度	
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

表1-1 (4/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由	
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
温度	測温抵抗体式	中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度 制御室温度/湿度	中央制御室空調換気系制御 監視	MS-1	廃棄物処理建物/ 中央制御室	40 以下/ 27 以下	◎	
					中央制御室	27 以下		
		トラス水温度	監視	MS-2	サブレーションチェンバ	35 以下	重要度	
					原子炉建物/ 中央制御室	40 以下/ 27 以下		
		サブレーションプール水温度*3	監視	重*2	サブレーションチェンバ	35 以下		
					原子炉建物/ 中央制御室/ 補助盤室	40 以下/ 27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

表1-1 (5/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由		
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件				
					設置場所			周囲温度 (°C)	
流量	ターボワム式	主蒸気流量 原子炉隔離時冷却ポンプ出口流量 残留熱除去ポンプ出口流量 炉頂部スプレイ流量 低圧炉心スプレイポンプ出口流量 高圧炉心スプレイポンプ出口流量 原子炉再循環ポンプ入口流量 可燃性ガス濃度制御系系統入口流量 可燃性ガス濃度制御系ブロー入口流量	スクラム 主蒸気隔離 原子炉隔離時冷却系制御 残留熱除去系制御 低圧炉心スプレイ系制御 高圧炉心スプレイ系制御 可燃性ガス濃度制御系制御 監視	MS-1, 重*2	原子炉建物	40 以下	◎	重要度	
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下			
			残留熱除去ポンプ出口流量 低圧炉心スプレイポンプ出口流量 高圧炉心スプレイポンプ出口流量 非常用ガス処理系系統流量	監視	MS-2, 重*2	原子炉建物	40 以下		
						中央制御室/ 補助盤室	27 以下		
			高圧原子炉代替注水流量*3 残留熱代替除去系原子炉注水流量*3 残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量*3 低圧原子炉代替注水流量*3 格納容器代替スプレイ流量*3 ペデスタル代替注水流量*3 残留熱除去系熱交換器冷却水流量	監視	重*2	原子炉建物	40 以下		
						中央制御室/ 補助盤室	27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

表1-1 (6/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由		
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件				
					設置場所			周囲温度 (°C)	
水位	ダイヤフラム式	原子炉水位 スクラム排水容器水位	スクラム 主蒸気隔離 低圧炉心スプレイ系起動 残留熱除去系起動 原子炉隔離時冷却系起動 自動減圧系作動 監視	MS-1, 重*2	原子炉建物/ 屋外	40 以下	◎		
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下			
		原子炉補機冷却系サージタンク水位 サブレーションポンプ水位 高圧炉心スプレイ系サージタンク水位 復水貯蔵タンク水位 原子炉水位	原子炉補機冷却系制御 高圧炉心スプレイ補機冷却系制御 復水輸送系制御 監視	MS-2, 重*2	原子炉建物/ 屋外	40 以下		重要度	
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下			
		原子炉水位*3 スクラム容器水位*3 低圧原子炉代替注水槽水位*3	原子炉再循環系制御 原子炉補機海水系制御 監視	重*2, 設*4	原子炉建物/ 第1ベントフィルタ格納 槽/低圧原子炉代 替注水ポンプ格納 槽	40 以下			◎
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下			

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

表1-1 (7/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由	
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
水位	ポート式	スクラム排水容器水位 トラス水位	スクラム 高圧炉心スプレイ系制御 監視	MS-1	原子炉建物	40 以下	◎	重要度
					補助盤室	27 以下		
		燃料デイトンク液位 原子炉隔離時冷却タービン真空タンク水 位	非常用ディーゼル発電機系制御 原子炉隔離時冷却系制御 監視	MS-2	原子炉建物	40 以下		
					中央制御室	27 以下		
中性子束	核分裂電離箱式	中間領域 平均出力領域	スクラム 監視	MS-1, 重*2	原子炉内/ 原子炉建物	302 以下 / 40 以下	◎	重要度
					中央制御室	27 以下		
		中性子源領域	監視	MS-2, 重*2	原子炉内/ 原子炉建物	302 以下 / 40 以下		
					中央制御室	27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

表1-1 (8/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由	
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管放射線	スクラム 主蒸気隔離 監視	MS-1	原子炉建物 中央制御室	60 以下 27 以下	◎  重要度	
		格納容器雰囲気放射線(ドライウェル) 格納容器雰囲気放射線(サブプレッションチェンバ)	監視	MS-2, 重*2	原子炉建物 中央制御室	40 以下 27 以下		
		第1ベントフィルタ出口放射線*3 燃料プールエリア放射線*3	監視	重*2	第1ベントフィルタ格 納槽/ 原子炉建物 中央制御室	40 以下 27 以下		
	半導体式	原子炉棟排気高レベル放射線 燃料取替階放射線	中央制御室空調換気系隔離 原子炉建物空調換気系隔離 非常用ガス処理系起動 監視	MS-1	原子炉建物	40 以下	◎	重要度
					中央制御室	27 以下		
	シンチレーション式	換気系放射線	中央制御室空調換気系隔離 監視	MS-1	屋外	40 以下	◎	
中央制御室					27 以下			
濃度	熱伝導式	水素濃度	監視	MS-2, 重*2	原子炉建物 中央制御室	40 以下 27 以下	◎  重要度	
		格納容器水素濃度*3 原子炉建物水素濃度*3	監視	重*2	原子炉建物	40 以下		
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。



表1-1 (9/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由	
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
濃度	磁気風式	酸素濃度	監視	MS-2, 重*2	原子炉建物	40 以下	◎	
					中央制御室	27 以下		
位置	リミットスイッチ式	主蒸気隔離弁位置	スクラム	MS-1	格納容器内/ 主蒸気管室	63/ 60 以下	◎	
	差動トランス式	原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度	原子炉隔離時冷却系制御	MS-1	補助盤室	27 以下		
回転数	電磁ピックアップ式	原子炉隔離時冷却系タービン回転速度 非常用ディーゼル発電機速度	非常用ディーゼル発電機系制御 原子炉隔離時冷却系制御 監視	MS-1	原子炉建物	40 以下	◎	重要度
振動	倒立振子式	地震加速度	スクラム	MS-1	原子炉建物	40 以下	◎	
					補助盤室	27 以下		
流量	クランプ式	低圧原子炉代替注水流量*3	監視	重*2	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	40 以下	◎	重要度
					中央制御室	27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

表1-1 (10/10) 計測装置のグループ化と代表機器

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準		選定	選定理由	
計測対象	検出部 (型式)			重要度*1	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
水位	ガットバルブ式	燃料プール水位*3	監視	重*2	原子炉建物	40 以下	◎	重要度
					中央制御室	27 以下		
	電極式	ドライウェル水位*3 ペステル水位*3	監視	重*2	格納容器内	63 以下	◎	
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		
タービン建物漏えい検知器*3 取水槽漏えい検知器*3	タービン補機海水系隔離 監視	設*4	タービン建物/屋外	60 以下/ 40 以下	◎			
				中央制御室		27 以下		
濃度	触媒式	原子炉建物水素濃度*3	監視	重*2	原子炉建物	40 以下	◎	
	中央制御室/ 補助盤室	27 以下						
濃度	磁気力式	格納容器酸素濃度*3	監視	重*2	原子炉建物	40 以下	◎	
	中央制御室/ 補助盤室	27 以下						
水位・温度	熱電対式	燃料プール水位・温度*3	監視	重*2	原子炉建物	40 以下	◎	
中央制御室	27 以下							
水位	圧力	取水槽水位*3	監視	設*4	屋外	40 以下	◎	
					中央制御室/ 補助盤室	27 以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

\*4：設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物を示す。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の計測装置について技術評価を実施する。

- ① 原子炉圧力計測装置
- ② ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置
- ③ 中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置
- ④ 蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置
- ⑤ 主蒸気管周囲温度計測装置
- ⑥ 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置
- ⑦ 主蒸気流量計測装置
- ⑧ 原子炉水位計測装置
- ⑨ スクラム排出水容器水位計測装置
- ⑩ 平均出力領域計測装置
- ⑪ 主蒸気管放射線計測装置
- ⑫ 原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置
- ⑬ 換気系放射線計測装置
- ⑭ 水素濃度計測装置
- ⑮ 酸素濃度計測装置
- ⑯ 主蒸気隔離弁位置計測装置
- ⑰ 原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置
- ⑱ 原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置
- ⑲ 地震加速度計測装置
- ⑳ 低圧原子炉代替注水流量計測装置
- ㉑ 燃料プール水位計測装置
- ㉒ ドライウェル水位計測装置
- ㉓ 原子炉建物水素濃度計測装置
- ㉔ 格納容器酸素濃度計測装置
- ㉕ 燃料プール水位・温度計測装置
- ㉖ 取水槽水位計測装置

## 2.1 構造, 材料および使用条件

### 2.1.1 原子炉圧力計測装置

#### (1) 構造

原子炉圧力計測装置は, 原子炉の圧力を伝達する計装配管, 計装配管を固定する配管サポート, 計装配管内流体の過大流量を検出した際閉止させる過流量阻止弁, 圧力を検出して電気信号に変換する圧力伝送器, 計装弁, 継手, 圧力伝送器と計装弁を取付固定する計器架台, 信号変換処理を行う信号変換処理部, 電気回路に電源を供給するための電源装置, その他電気回路構成品である指示計, 記録計および補助継電器, 計器架台を固定する取付ボルト等で構成されている。

原子炉圧力計測装置の構成を図2.1-1に, 計装配管サポートの構成を図2.1-2に示す。

#### (2) 材料および使用条件

原子炉圧力計測装置主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。

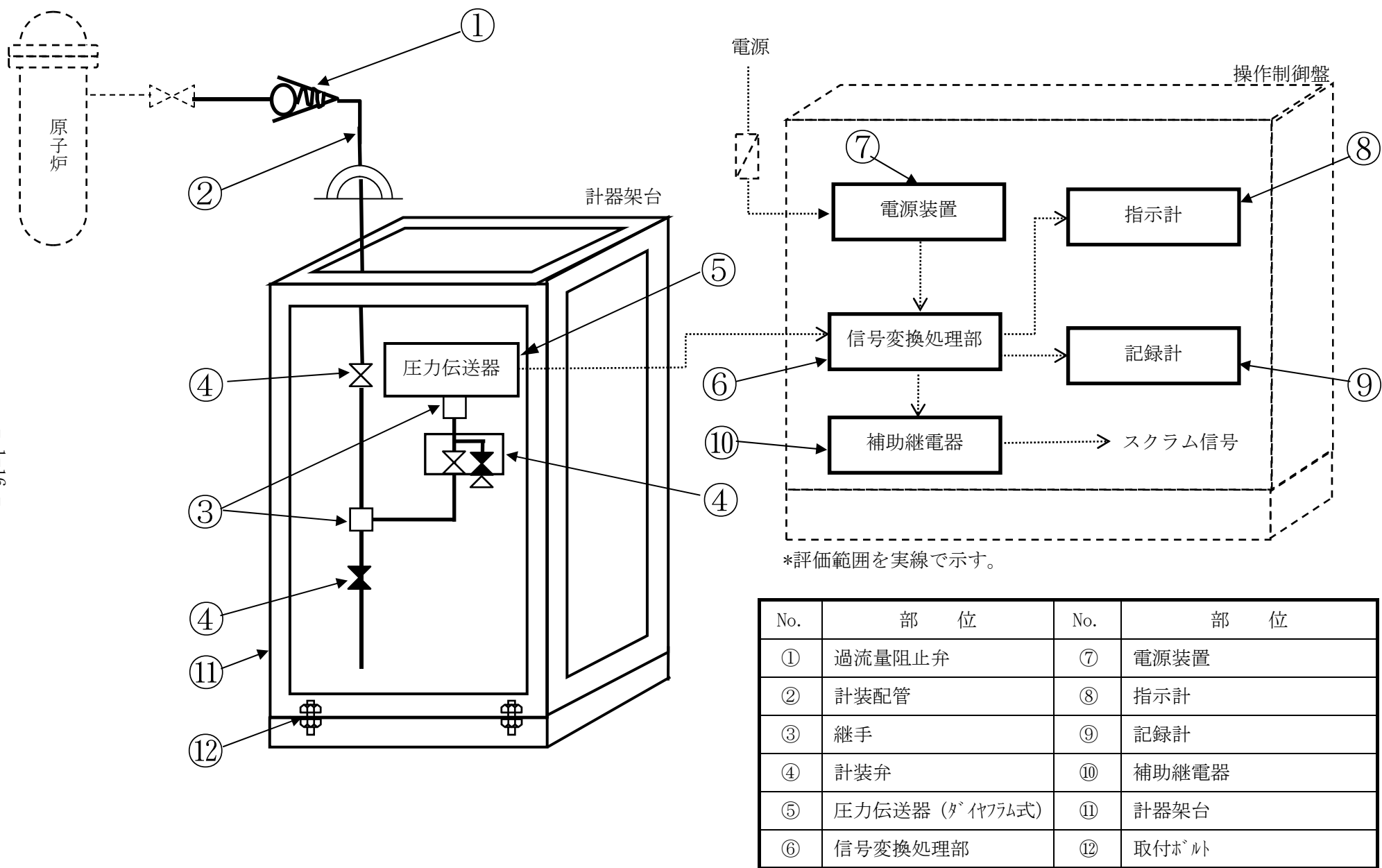


図 2.1-1 原子炉圧力計測装置構成

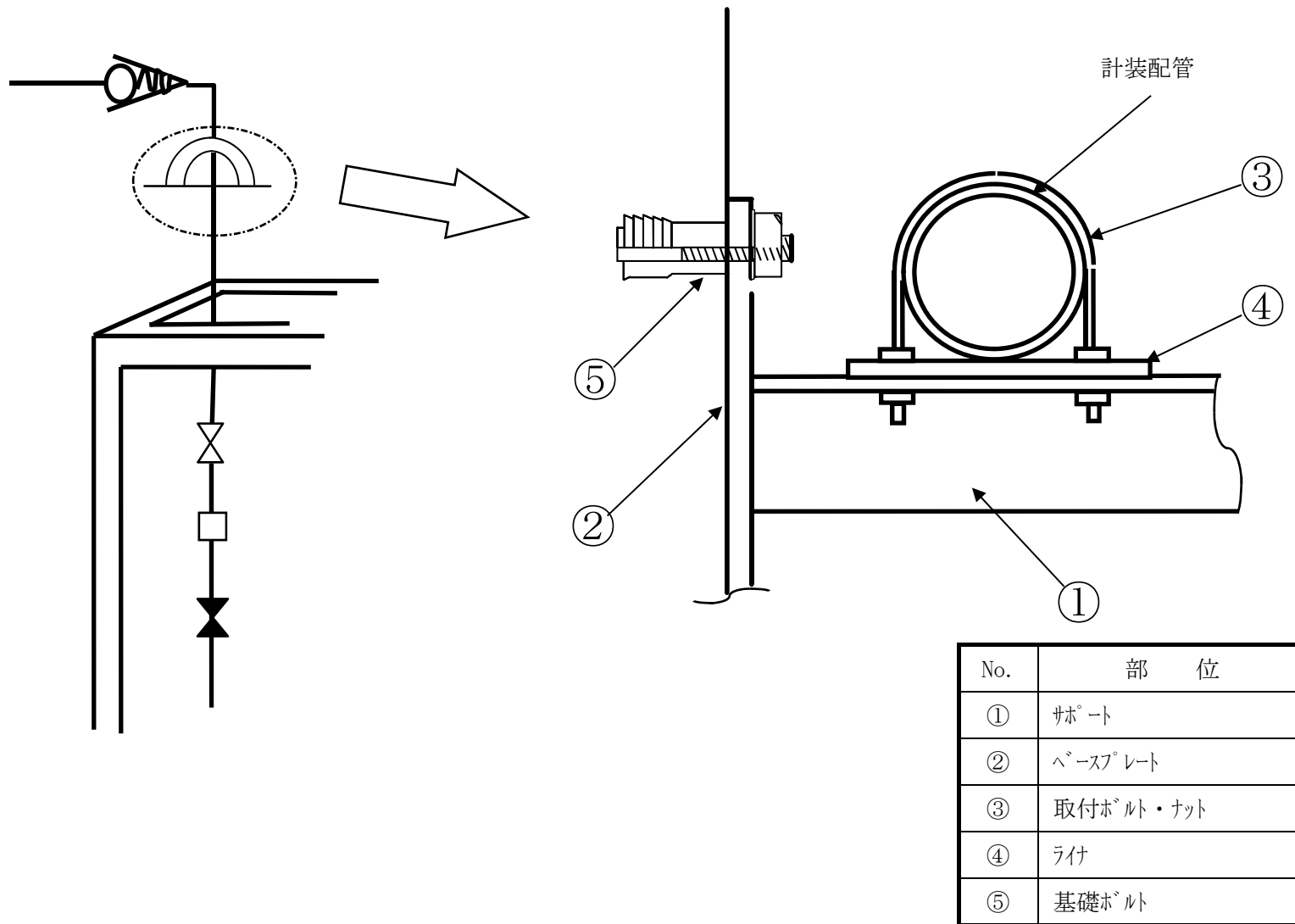


図 2.1-2 計装配管サポート構成

表2.1-1 原子炉圧力計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
信号伝達	過流量阻止弁		ステンレス鋼(SUS316)
	計装配管		ステンレス鋼(SUS304TP, SUS304)
	継手		ステンレス鋼(SUS304, SUS316)
	計装弁		ステンレス鋼(SUS316)
	圧力伝送器(ダイヤフラム式)		ステンレス鋼(SUS316L, SUS316), ハステロイC, Oリング*1他
	信号変換処理部		半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1他
	指示計		銅他
	記録計		銅他
	補助継電器		銅他
	電源装置		半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1他
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		ライフ	ステンレス鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼

\*1：定期取替品

表2.1-2 原子炉圧力計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物			中央制御室／ 補助盤室
	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	100℃ (最高)	27℃*1 以下
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$1.8 \times 10^3$ Gy (最大積算値)	$4.7 \times 10^2$ Gy (最大積算値)	—
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa	大気圧

\*1：中央制御室および補助盤室内の空調温度設定値

## 2.1.2 ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置

### (1) 構造

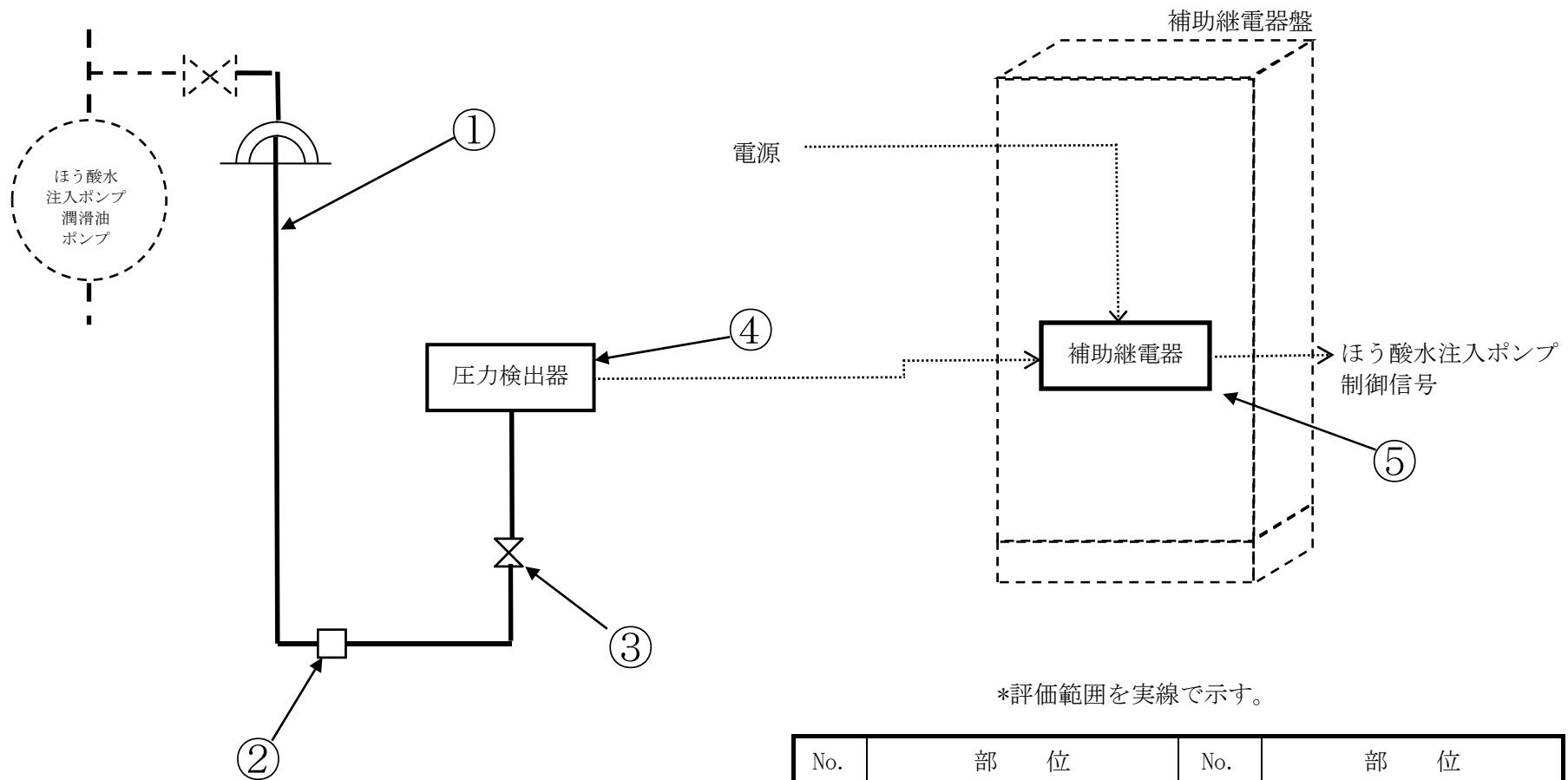
ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置は、ほう酸水注入ポンプ潤滑油の圧力を伝達する計装配管、計器弁、計装配管を固定する配管サポート、圧力を検出してオン・オフ信号に変換する圧力検出器、継手、その他電気回路構成部品である補助継電器等で構成されている。

ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置の構成を図2.1-3に、計装配管サポートの構成を図2.1-4に示す。

### (2) 材料および使用条件

ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。





No.	部 位	No.	部 位
①	計装配管	④	圧力検出器 (ブルドン管式)
②	継手	⑤	補助継電器
③	計器弁		

図 2.1-3 ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置構成

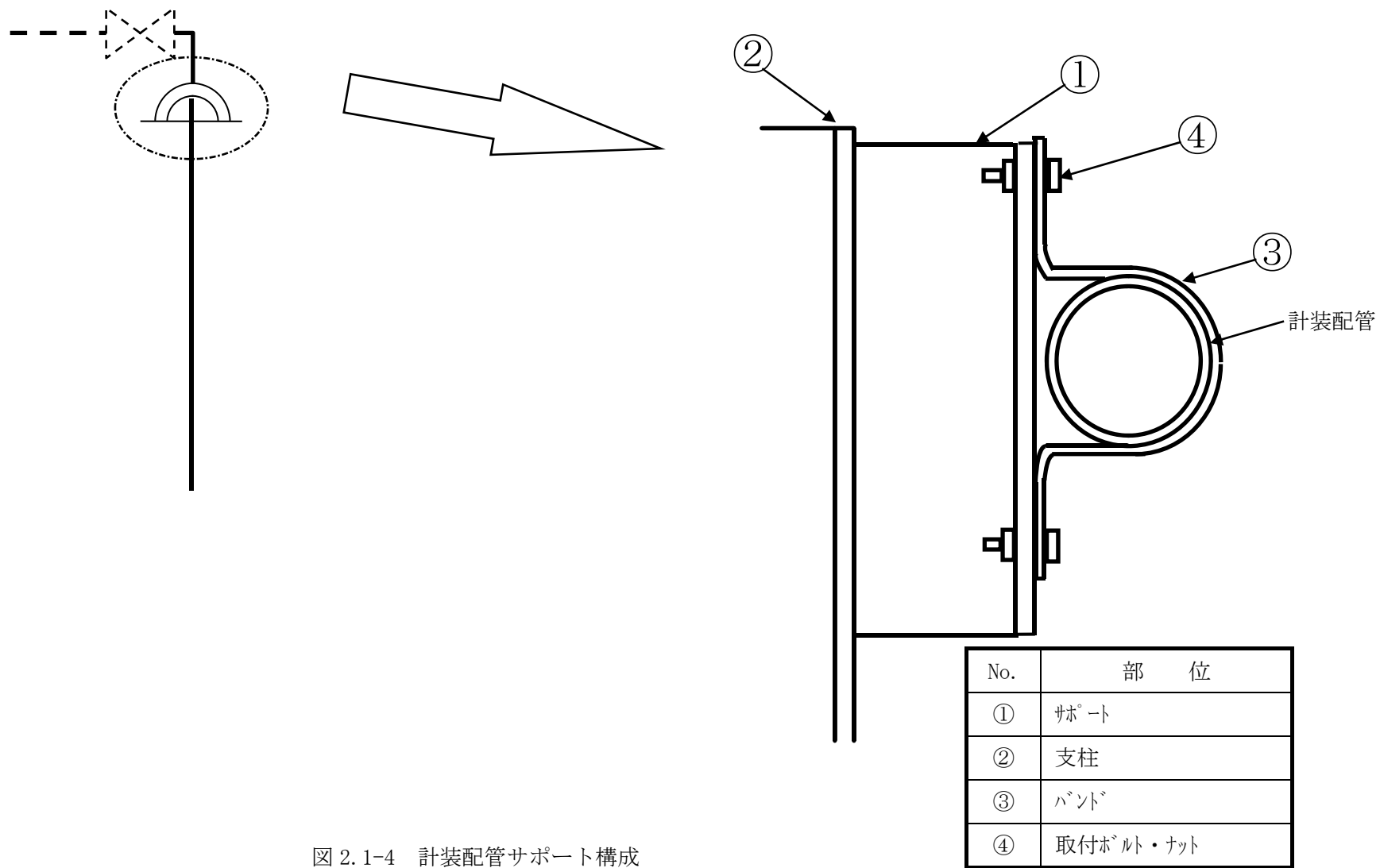


図 2.1-4 計装配管サポート構成

表2.1-3 ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
信号伝達	計装配管	ステンレス鋼(SUS316TP)	
	継手	ステンレス鋼(SUS316)	
	計器弁	ステンレス鋼(SUS316)	
	圧力検出器(バルブ管式)	ステンレス鋼(SUS316)他	
	補助継電器	銅他	
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼, ステンレス鋼
		支柱	炭素鋼
		バンド	ステンレス鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼

表2.1-4 ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物	中央制御室
周囲温度	40℃以下	27℃*1以下

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

### 2.1.3 中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置

#### (1) 構造

中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置は、中央制御室冷凍機潤滑油ポンプの差圧を伝達する計装配管、計装配管を固定する配管サポート、圧力を検出してオン・オフ信号に変換する差圧検出器、計装弁、継手、差圧検出器と計装弁を取付固定する計器架台、その他電気回路構成品である補助継電器、計器架台を固定する取付ボルト等で構成されている。

中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置の構成を図2.1-5に、計装配管サポートの構成を図2.1-6に示す。

#### (2) 材料および使用条件

中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。

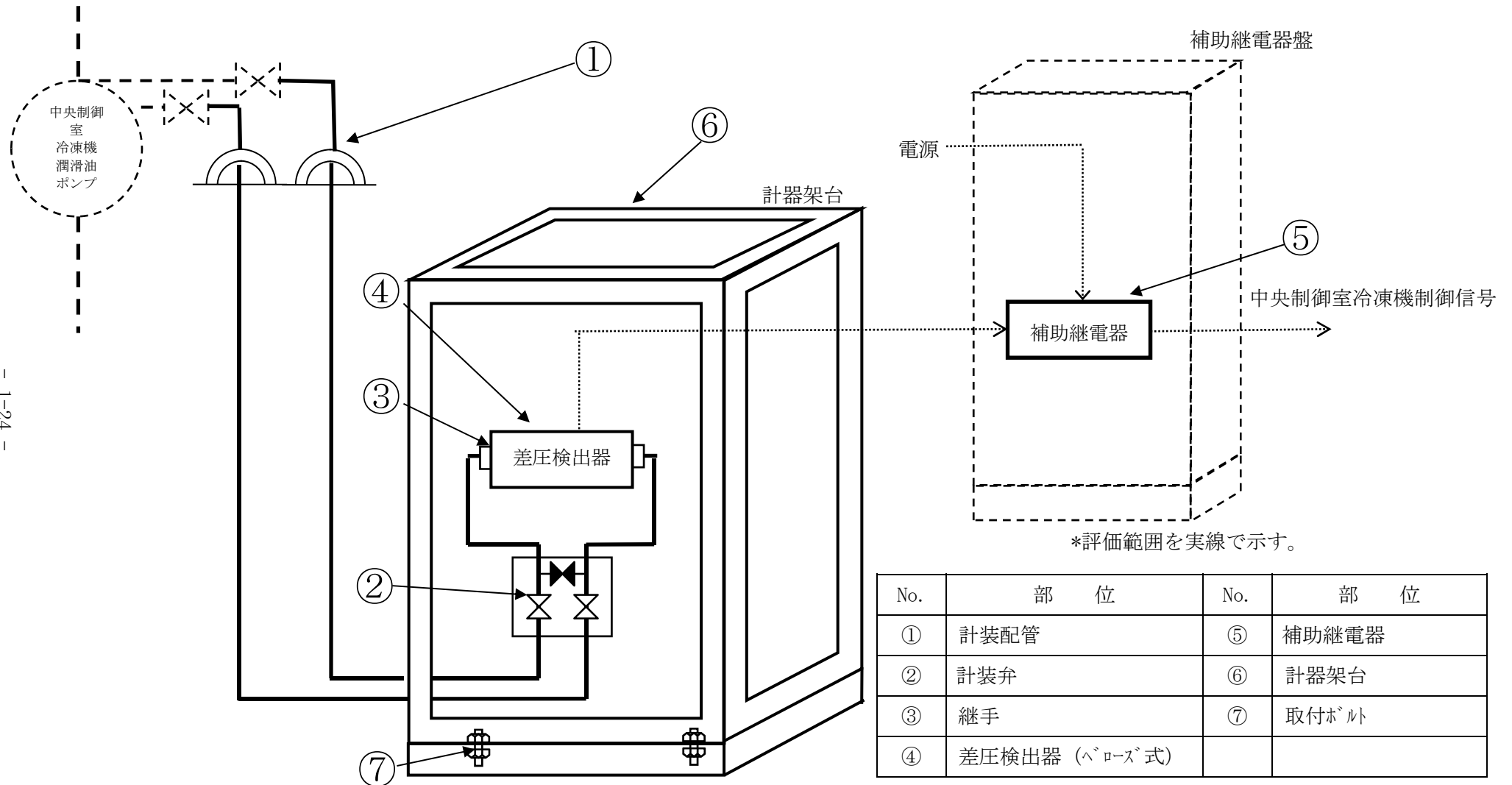


図2.1-5 中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置構成

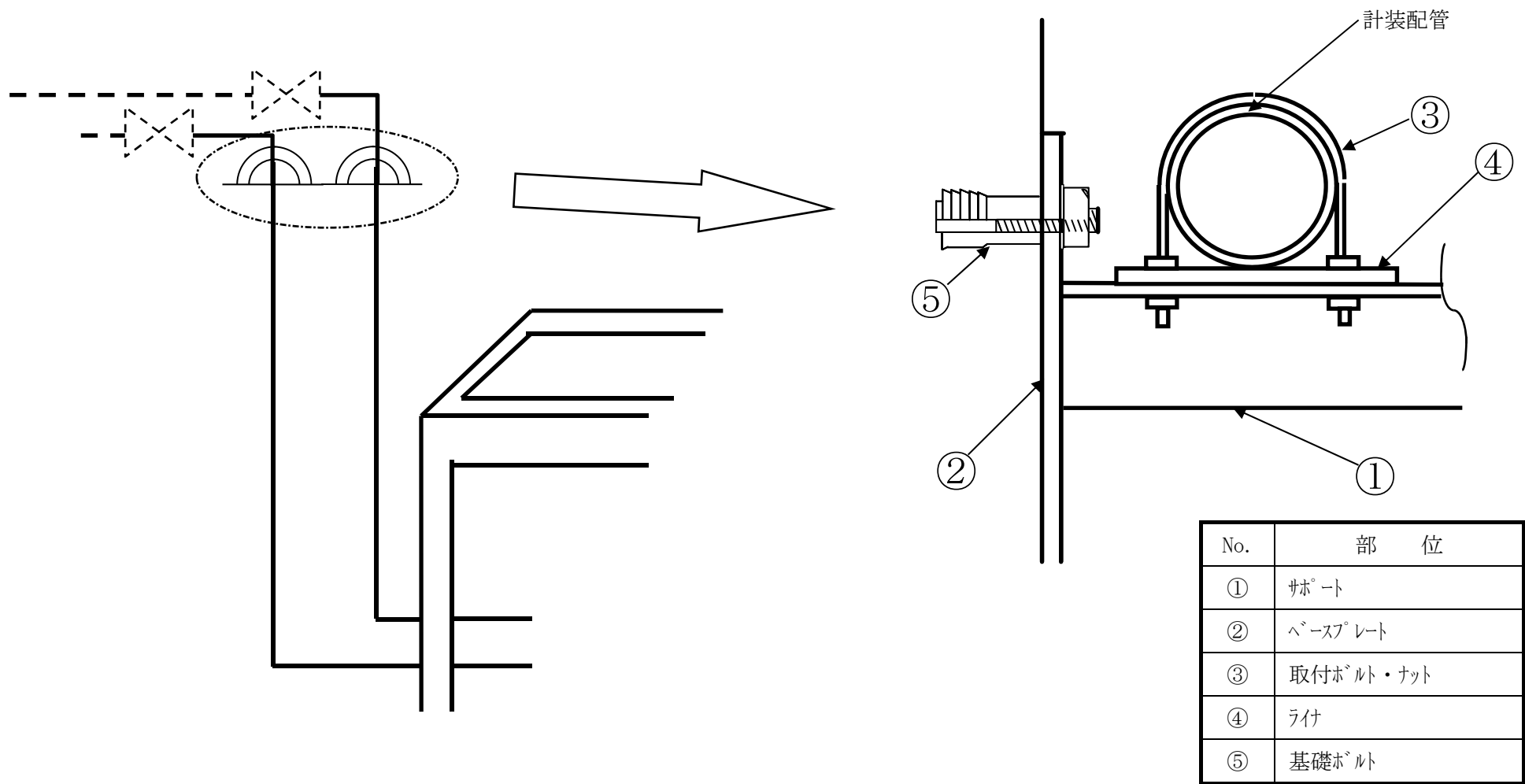


図 2.1-6 計装配管サポート構成

表2.1-5 中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
信号伝達	計装配管	銅(C1220T)	
	計装弁	銅合金(C3771B)	
	継手	銅合金(C3604B, C3771B)	
	差圧検出器(ハース式)	ステンレス鋼(SUS316L)他	
	補助継電器	銅他	
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		ライク	ステンレス鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼, 樹脂*1

\*1：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-6 中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置の使用条件

設置場所	廃棄物処理建物
周囲温度	40℃以下

## 2.1.4 蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置

### (1) 構造

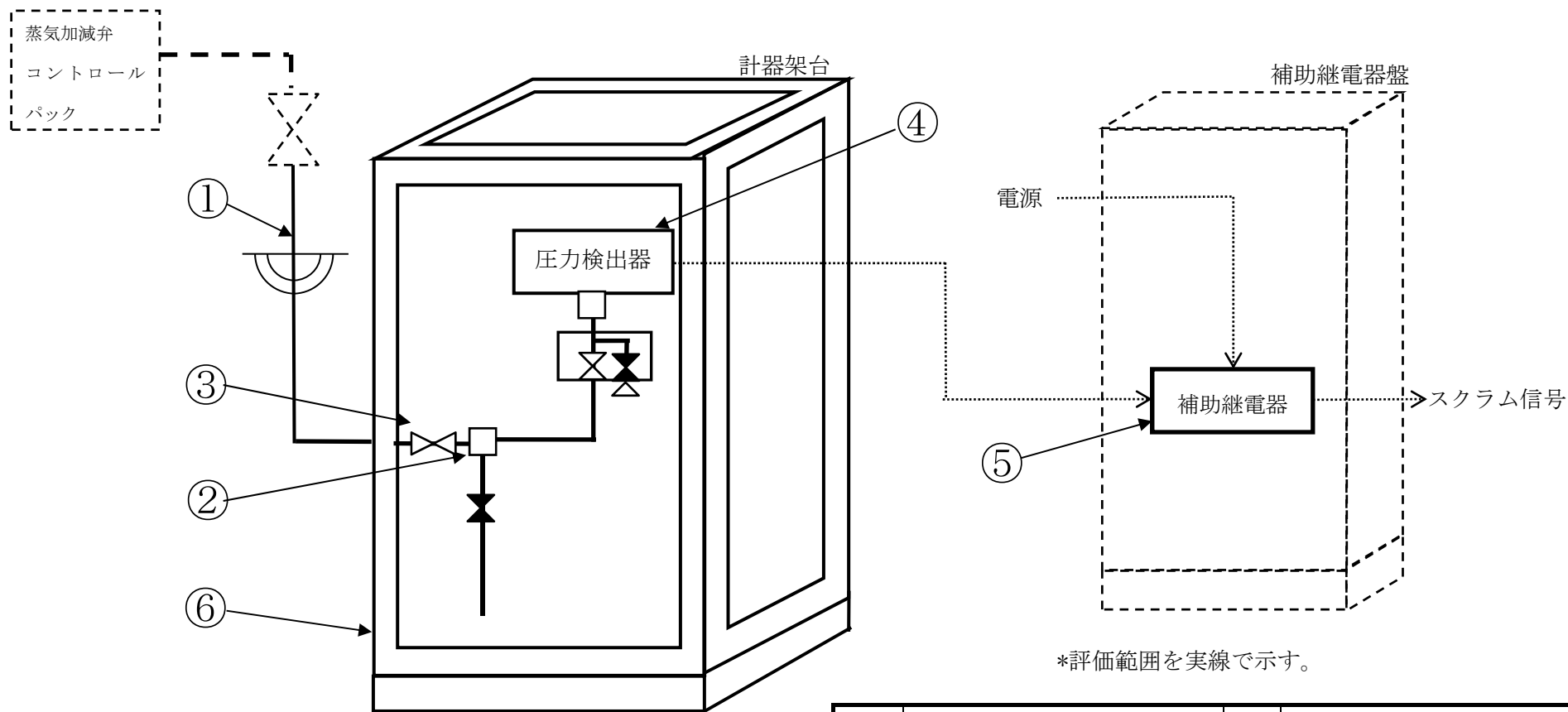
蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置は、蒸気加減弁急速閉用油圧を伝達する計装配管、計装配管を固定する配管サポート、圧力を検出してオン・オフ信号に変換する圧力検出器、計装弁、継手、圧力検出器と計装弁を取付固定する計器架台、その他電気回路構成品である補助継電器等で構成されている。

蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置の構成を図2.1-7に示す。計装配管サポートの構成を図2.1-8に示す。

### (2) 材料および使用条件

蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置主要部位の使用材料を表2.1-7に、使用条件を表2.1-8に示す。





No.	部 位	No.	部 位
①	計装配管	④	圧力検出器(シールドピストン式)
②	継手	⑤	補助継電器
③	計装弁	⑥	計器架台

図2.1-7 蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置構成

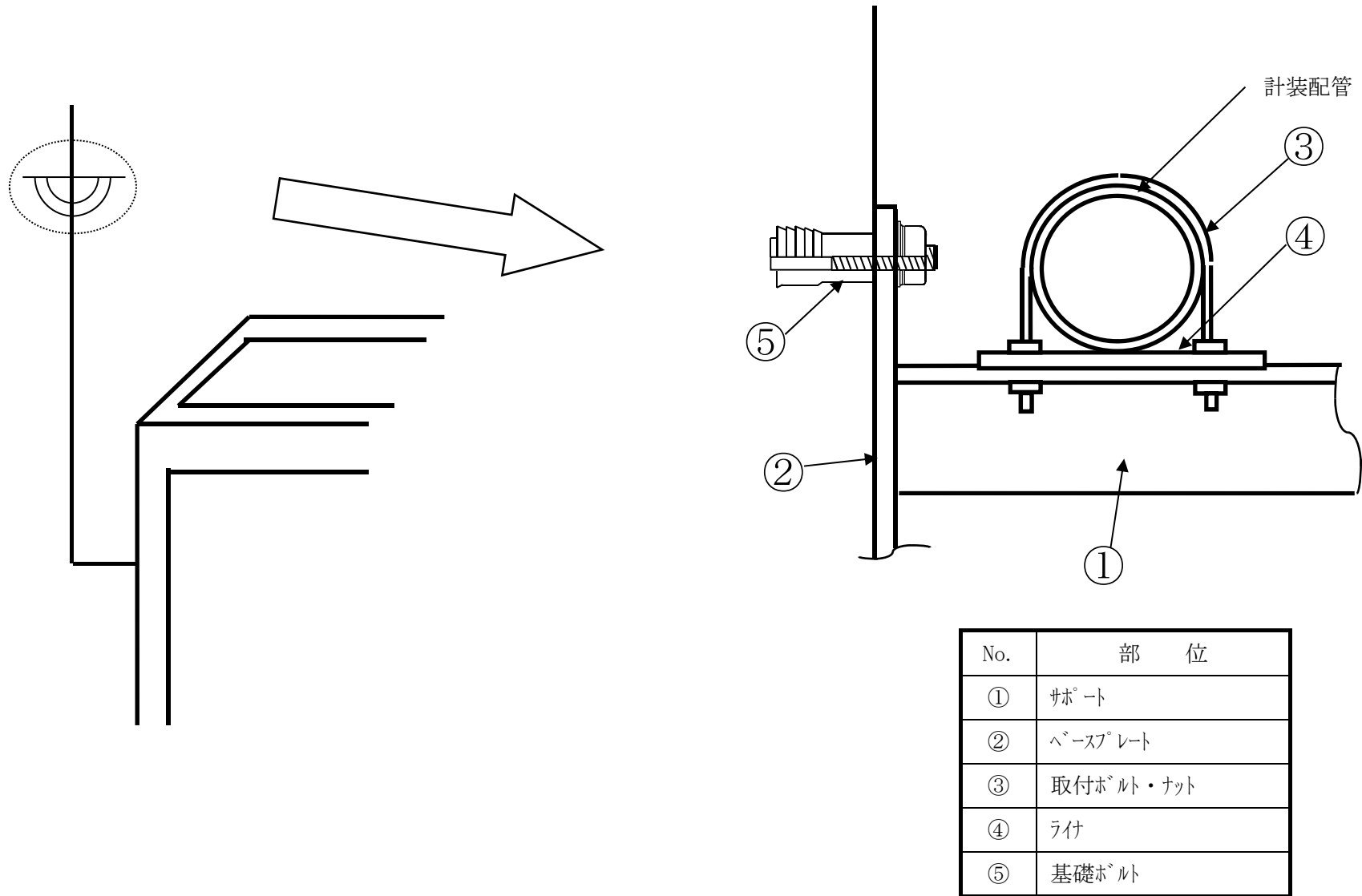


図 2.1-8 計装配管サポート構成

表2.1-7 蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
信号伝達	計装配管		ステンレス鋼(SUS304TP)
	継手		ステンレス鋼(SUS316, SUS304)
	計装弁		ステンレス鋼(SUS316)
	圧力検出器(シールドピストン式)		ステンレス鋼(SUS416), アルミダイキャスト他
	補助継電器		銅他
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		ライク	ステンレス鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	炭素鋼

表2.1-8 蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置の使用条件

設置場所	タービン建物	補助盤室
周囲温度	60℃以下	27℃*1以下

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.5 主蒸気管周囲温度計測装置

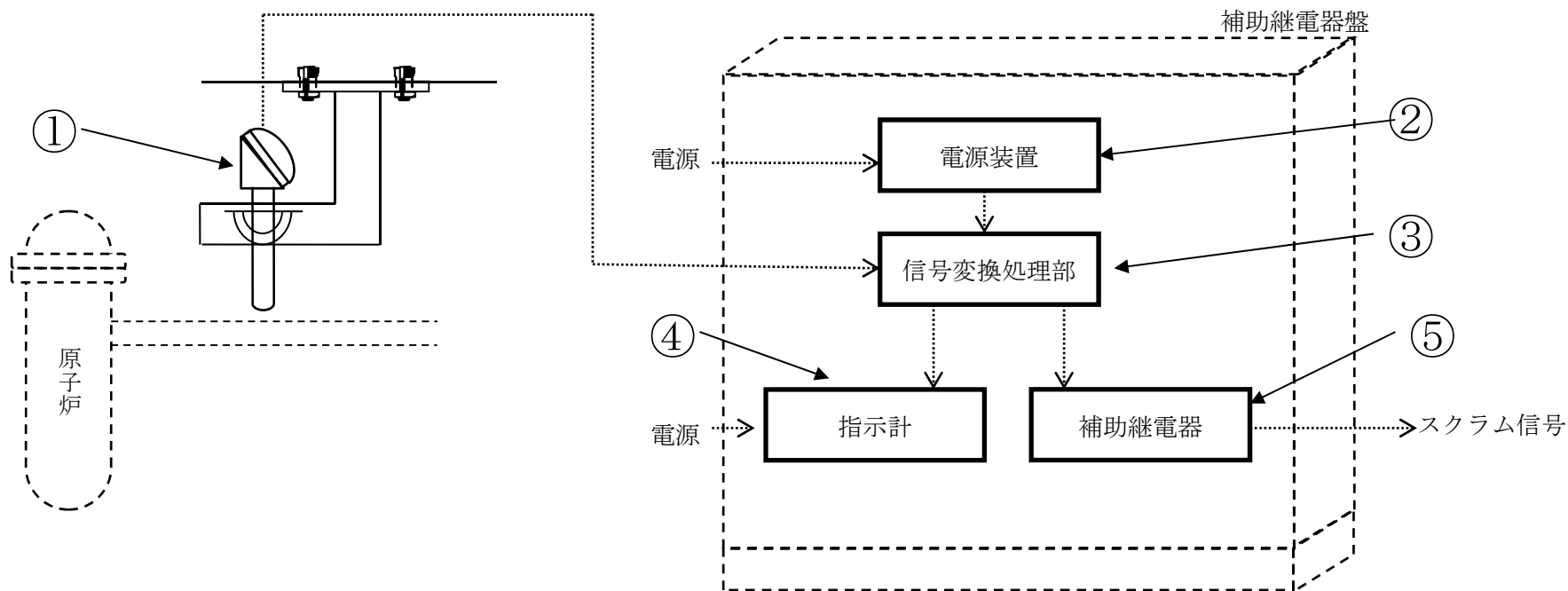
### (1) 構造

主蒸気管周囲温度計測装置は、温度に対応した電気信号を出力する温度検出器、検出器を固定するサポート、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成部品である補助継電器、指示計および電源装置等で構成されている。

主蒸気管周囲温度計測装置の構成を図2.1-9、検出器サポートの構成を図2.1-10に示す。

### (2) 材料および使用条件

主蒸気管周囲温度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-9に、使用条件を表2.1-10に示す。



\*評価範囲を実線で示す。

No.	部 位	No.	部 位
①	温度検出器 (熱電対式)	④	指示計
②	電源装置	⑤	補助継電器
③	信号変換処理部		

図 2.1-9 主蒸気管周囲温度計測装置構成

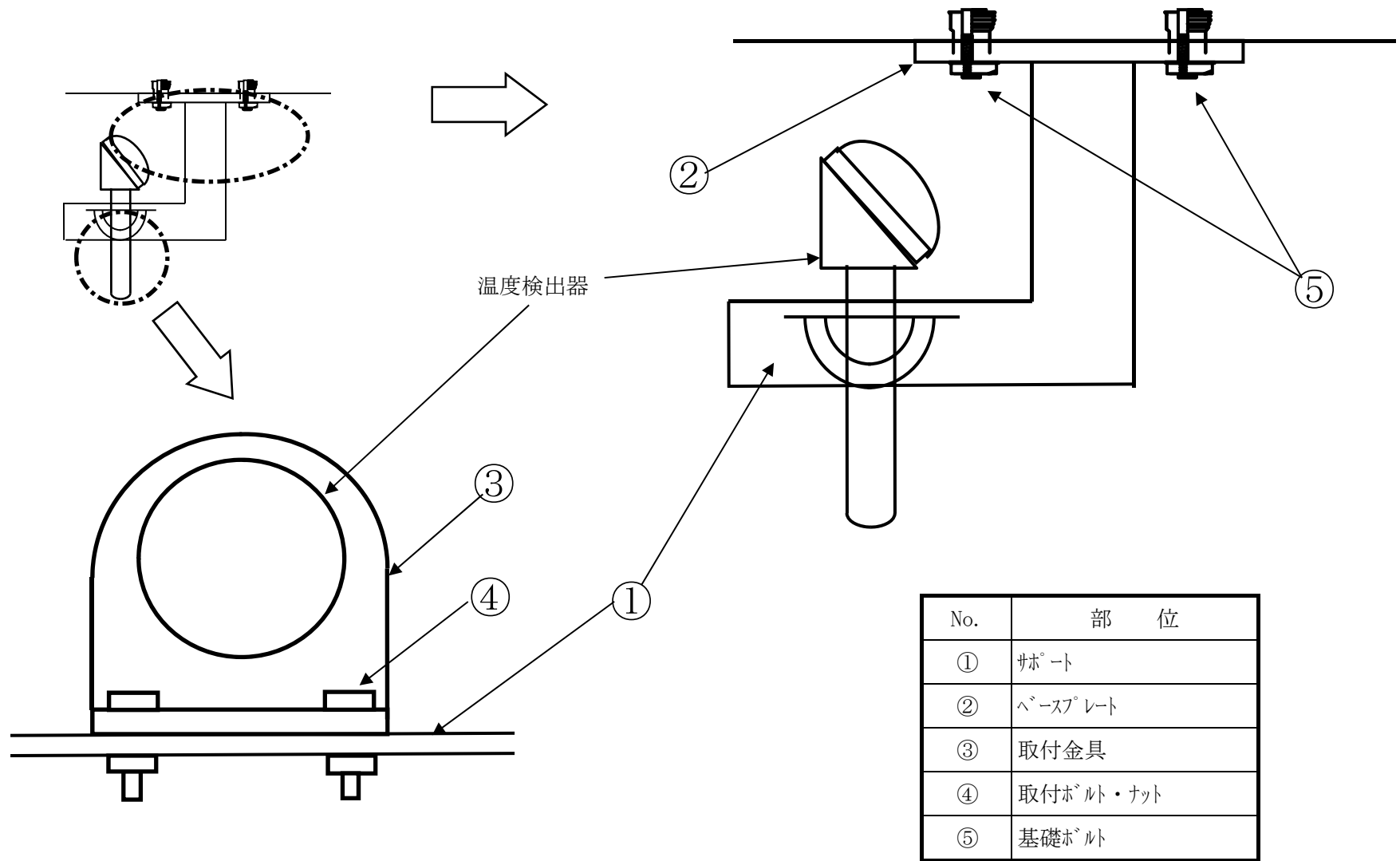


図 2.1-10 温度検出器サポート構成

表2.1-9 主蒸気管周囲温度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	温度検出器（熱電対式）	絶縁物(MgO), ステンレス鋼(SUS316, SUS304)
	電源装置	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1
	指示計	銅他
	補助継電器	銅他
機器の支持	サポート	炭素鋼
	ベースプレート	炭素鋼
	取付金具	ステンレス鋼
	取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
	基礎ボルト	炭素鋼, 樹脂*2

\*1：定期取替品

\*2：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-10 主蒸気管周囲温度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物（主蒸気管室）／タービン建物		中央制御室
—	通常運転時	設計基準事故時	—
周囲温度	60℃*1以下	171℃（最高）	27℃*2以下
放射線	$2.7 \times 10^{-2}$ Gy/h	$4.5 \times 10^2$ Gy（最大積算値）	—
最高圧力	大気圧	14 kPa	大気圧

\*1：主蒸気管室内の実測値

\*2：中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.6 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置

### (1) 構造

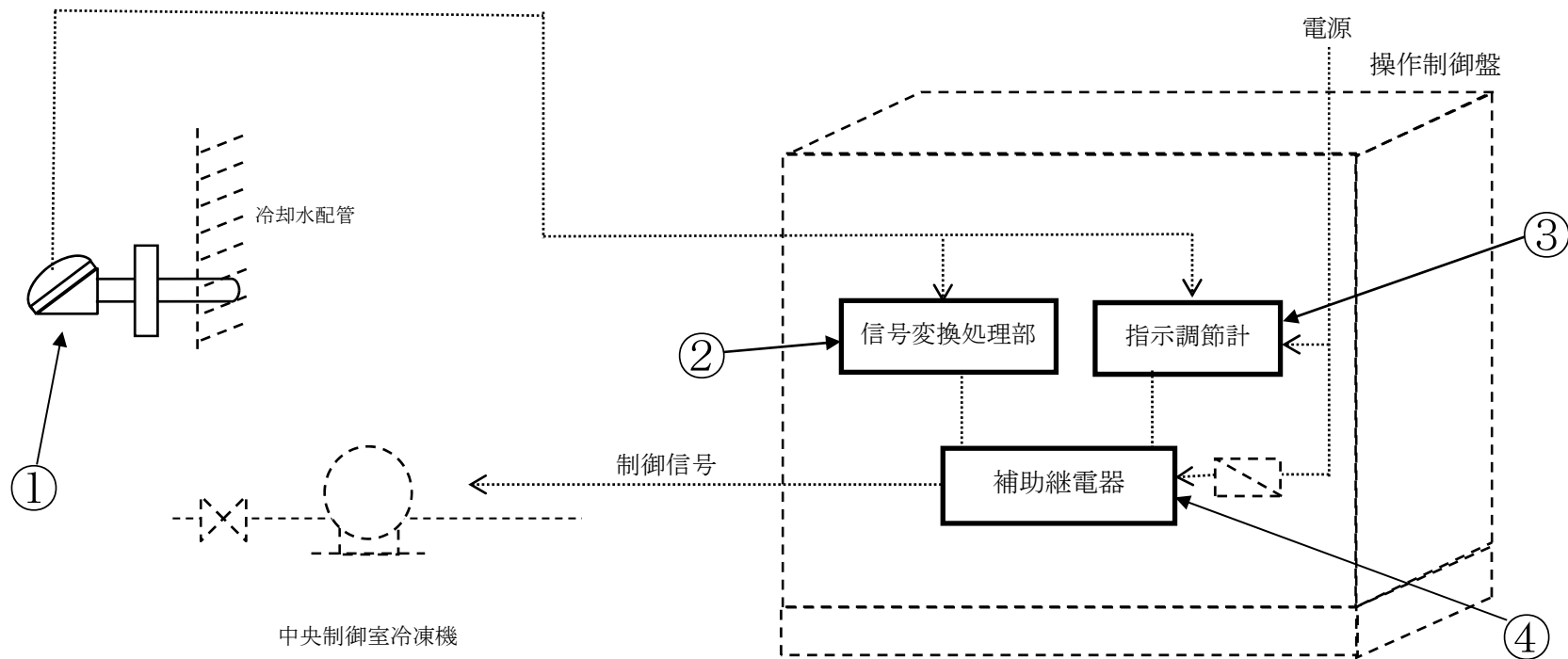
中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置は、温度に対応した電気信号を出力する温度検出器、指示調節計、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成品である補助継電器で構成されている。

中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置の構成を図2.1-11に、温度検出器サポートの構成を図2.1-12に示す。

### (2) 材料および使用条件

中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-11に、使用条件を表2.1-12に示す。

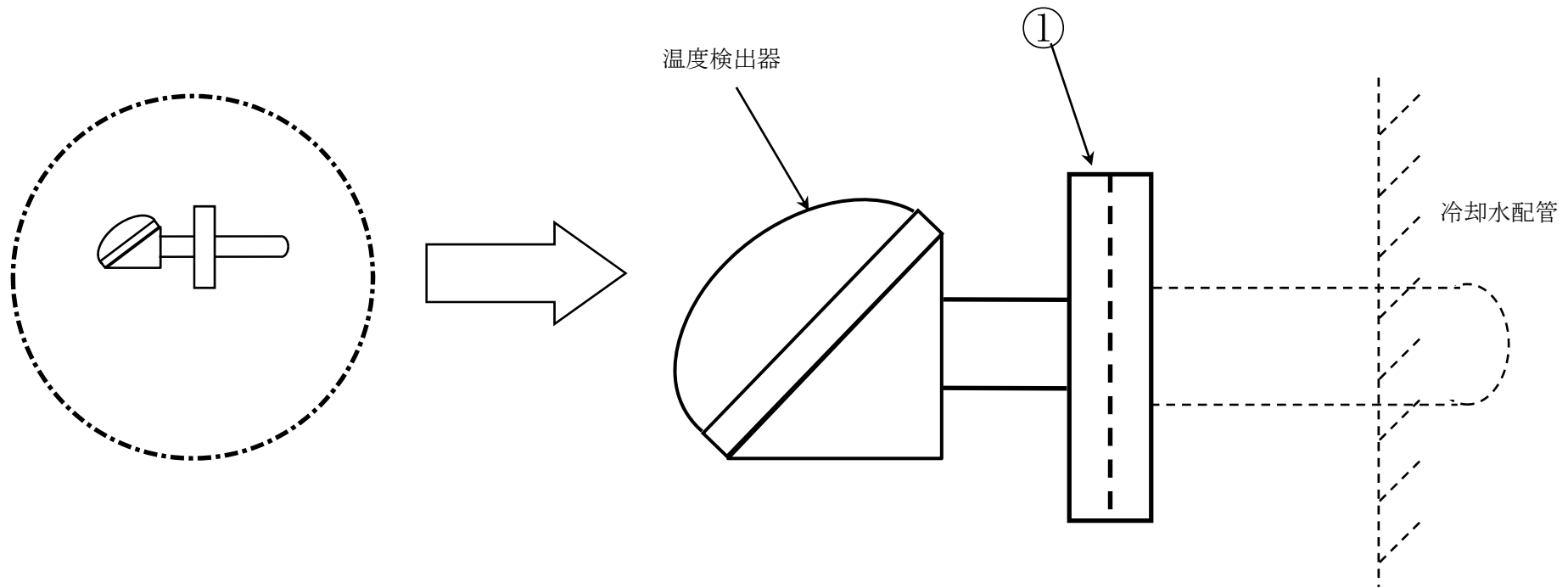




\*評価範囲を実線で示す。

No.	部 位	No.	部 位
①	温度検出器 (測温抵抗体式)	③	指示調節計
②	信号変換処理部	④	補助継電器

図 2.1-11 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置構成



No.	部 位
①	継手

図 2.1-12 温度検出器サポート構成

表2.1-11 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	温度検出器（测温抵抗体式）	白金，絶縁物(MgO)， ステンレス鋼(SUS316)他
	信号変換処理部	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他
	指示調節計	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他
	補助継電器	銅他
機器の支持	継手	ステンレス鋼

表2.1-12 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置の使用条件

設置場所	廃棄物処理建物
周囲温度	40℃以下

## 2.1.7 主蒸気流量計測装置

### (1) 構造

主蒸気流量計測装置は、計装配管内流体の過大流量を検出した際閉止させる過流量阻止弁、主蒸気流量を伝達する計装配管、計装配管を固定する配管サポート、流量を検出して電気信号に変換する差圧伝送器、計装弁、継手、差圧伝送器と計装弁を取付固定する計器架台、信号変換処理を行う信号変換処理部、電気回路に電源を供給するための電源装置、その他電気回路構成品である補助継電器、計器架台を固定する取付ボルト等で構成されている。

主蒸気流量計測装置の構成を図2.1-13に、計装配管サポートの構成を図2.1-14に示す。

### (2) 材料および使用条件

主蒸気流量計測装置主要部位の使用材料を表2.1-13に、使用条件を表2.1-14に示す。

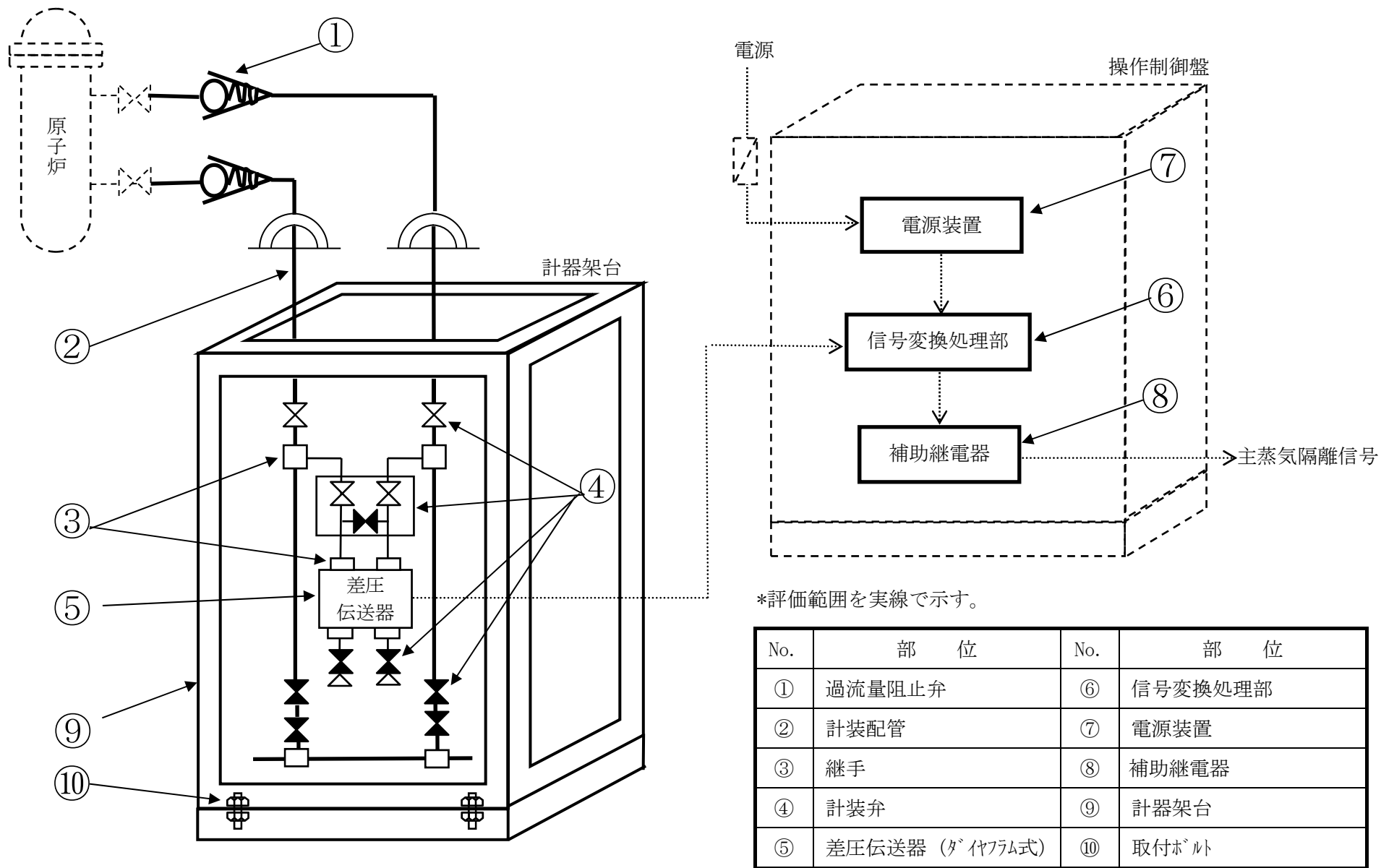


図 2. 1-13 主蒸気流量計測装置構成

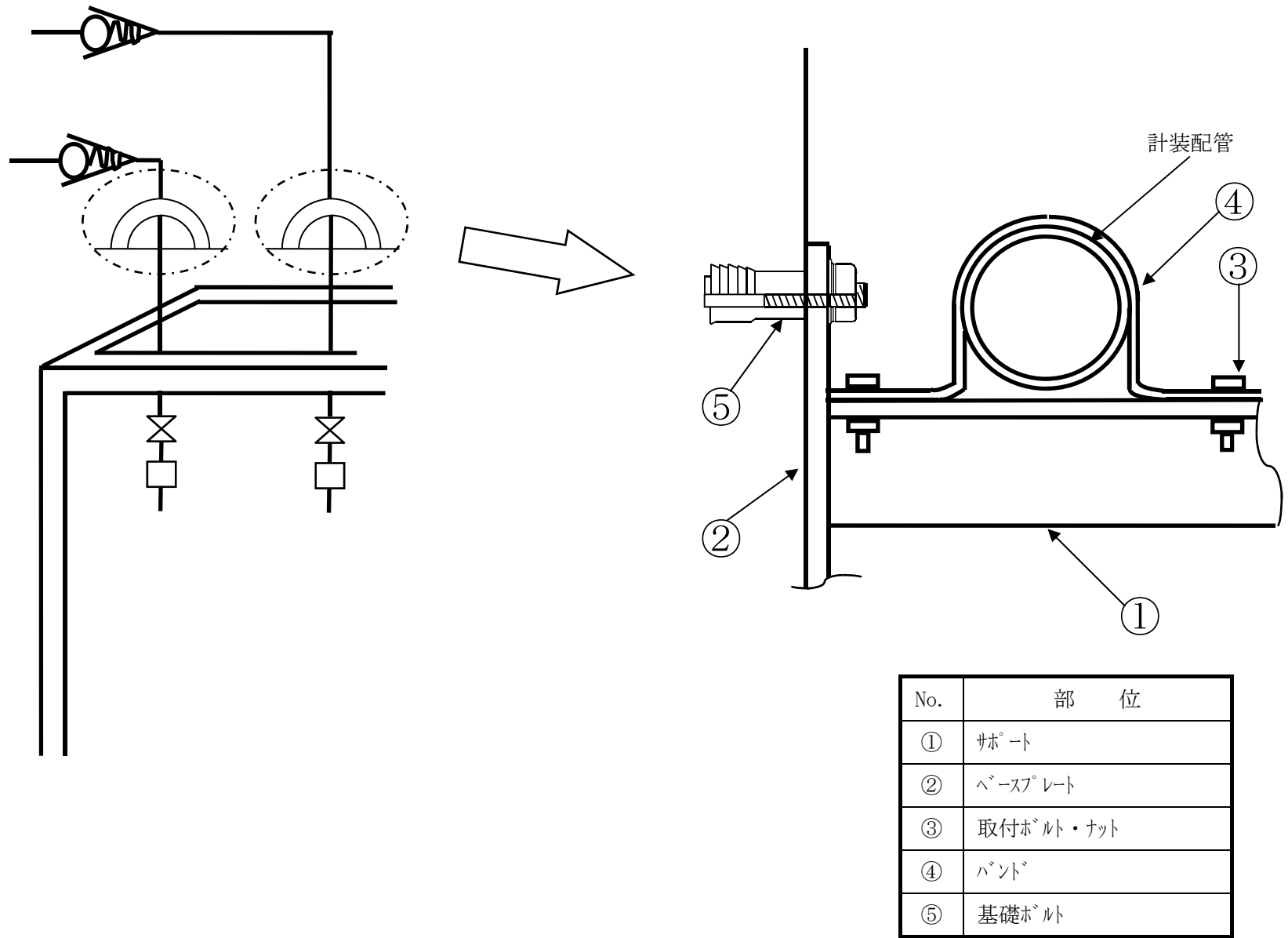


図 2.1-14 計装配管サポート構成

表2.1-13 主蒸気流量計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
信号伝達	過流量阻止弁	ステンレス鋼(SUS316)	
	計装配管	ステンレス鋼(SUS304TP)	
	継手	ステンレス鋼(SUS304, SUS316)	
	計装弁	ステンレス鋼(SUS316)	
	差圧伝送器(ダイヤフラム式)	ステンレス鋼(SUS316L, SUS316), Oリング <sup>*1</sup> 他	
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器他	
	補助継電器	銅他	
	電源装置	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ <sup>*1</sup> 他	
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼, ステンレス鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		バンド	ステンレス鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼

\*1：定期取替品

表2.1-14 主蒸気流量計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物		補助盤室
	通常運転時	設計基準事故時	
—	通常運転時	設計基準事故時	—
周囲温度	40℃以下	100℃(最高)	27℃ <sup>*1</sup> 以下
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$1.8 \times 10^3$ Gy(最大積算値)	—
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	大気圧

\*1：補助盤室内の空調温度設定値

## 2.1.8 原子炉水位計測装置

### (1) 構造

原子炉水位計測装置は、計装配管内流体の過大流量を検出した際閉止させる過流量阻止弁、原子炉の水位を伝達する計装配管、計装配管を固定する配管サポート、原子炉水位を検出して電気信号に変換する差圧伝送器、信号変換処理を行う信号変換処理部、電気回路に電源を供給するための電源装置、その他電気回路構成品である補助継電器、計器架台を固定する取付ボルト等で構成されている。

原子炉水位計測装置の構成を図2.1-15に、計装配管サポートの構成を図2.1-16に示す。

### (2) 材料および使用条件

原子炉水位計測装置主要部位の使用材料を表2.1-15に、使用条件を表2.1-16に示す。



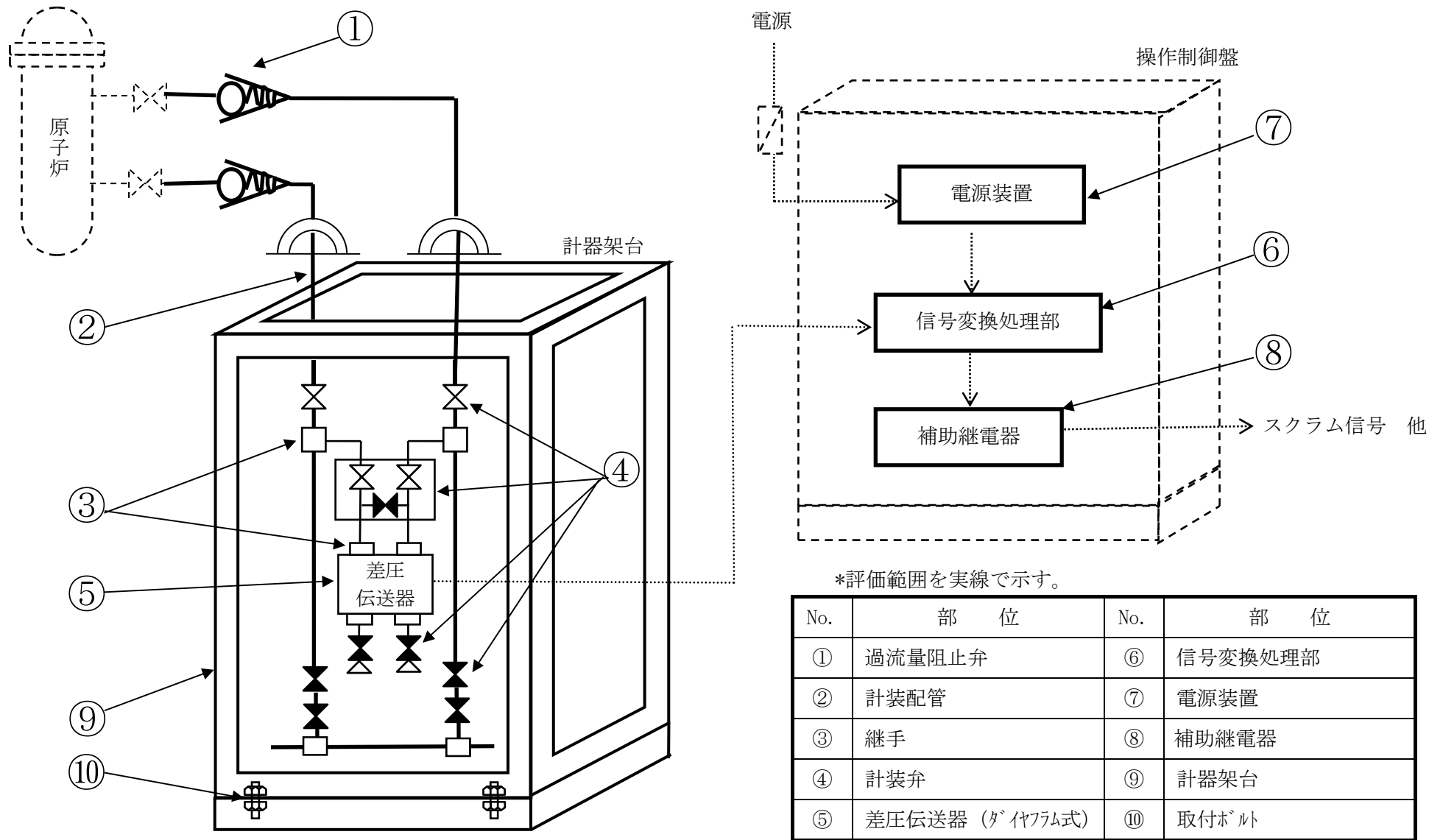


図 2.1-15 原子炉水位計測装置構成

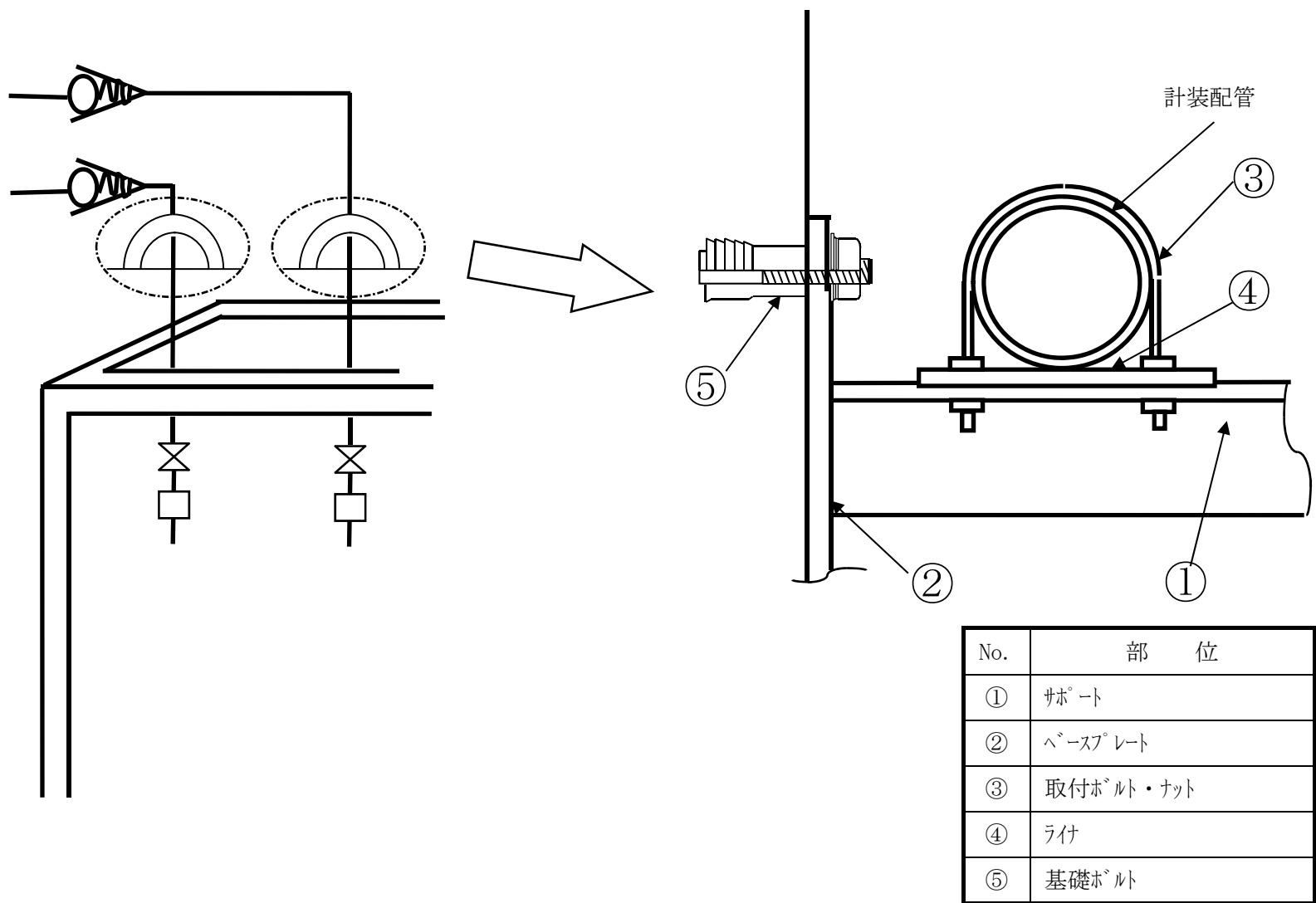


図 2.1-16 計装配管サポート構成

表2.1-15 原子炉水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
信号伝達	過流量阻止弁		ステンレス鋼(SUS316)
	計装配管		ステンレス鋼(SUS304TP, SUS304)
	継手		ステンレス鋼(SUS304, SUS316)
	計装弁		ステンレス鋼(SUS316)
	差圧伝送器(ダイヤフラム式)		ステンレス鋼(SUS316L, SUS316), Oリング* <sup>1</sup> 他
	信号変換処理部		半導体, 抵抗器他
	電源装置		半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ* <sup>1</sup> 他
	補助継電器		銅他
機器の支持	計装配管	ポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		ライク	ステンレス鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼

\*1：定期取替品

表2.1-16 原子炉水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物			中央制御室/ 補助盤室
	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	
—	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時	—
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	100℃ (最高)	27℃* <sup>1</sup> 以下
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$1.8 \times 10^3$ Gy (最大積算値)	$4.7 \times 10^2$ Gy (最大積算値)	—
最高圧力	大気圧	3.4 kPa	6.9 kPa	大気圧

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.9 スクラム排水容器水位計測装置

### (1) 構造

スクラム排水容器水位計測装置は、スクラム排水容器の水位を伝達する計装配管、継手、水位を検出してオン・オフ信号に変換する水位検出器、その他電気回路構成品である補助継電器等で構成されている。

スクラム排水容器水位計測装置の構成を図2.1-17に示す。

### (2) 材料および使用条件

スクラム排水容器水位計測装置主要部位の使用材料を表2.1-17に、使用条件を表2.1-18に示す。

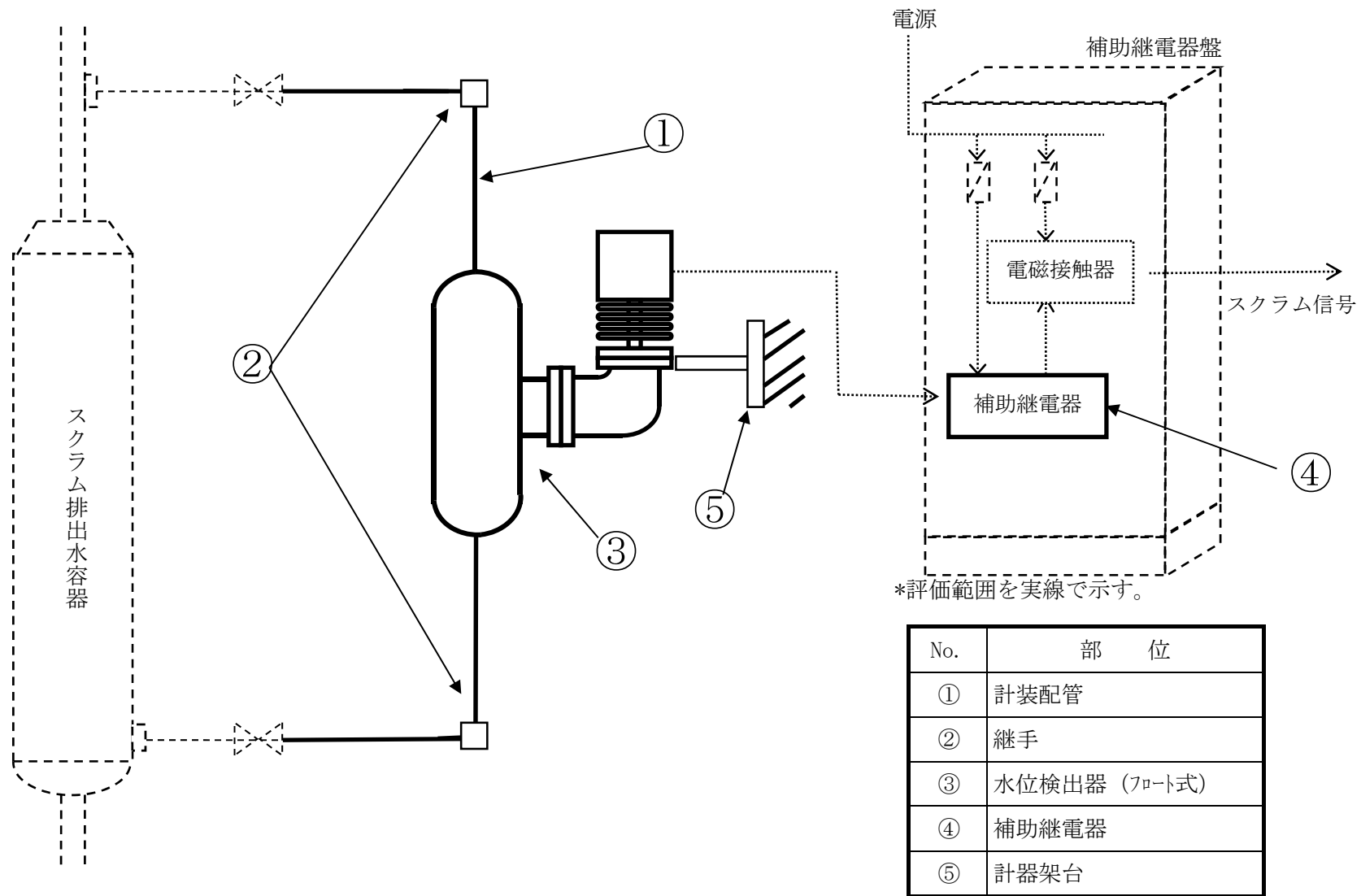


図 2.1-17 スクラム排水容器水位計測装置構成

表2.1-17 スクラム排水容器水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	計装配管	ステンレス鋼(SUS304TP)
	継手	ステンレス鋼(SUS304)
	水位検出器(フロート式)	ステンレス鋳鋼(SCS13), チタン合金(TP35C)他
	補助継電器	銅他
機器の支持	計器架台	炭素鋼

表2.1-18 スクラム排水容器水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物	補助盤室
周囲温度	40℃以下	27℃*1以下

\*1：補助盤室内の空調温度設定値

## 2.1.10 平均出力領域計測装置

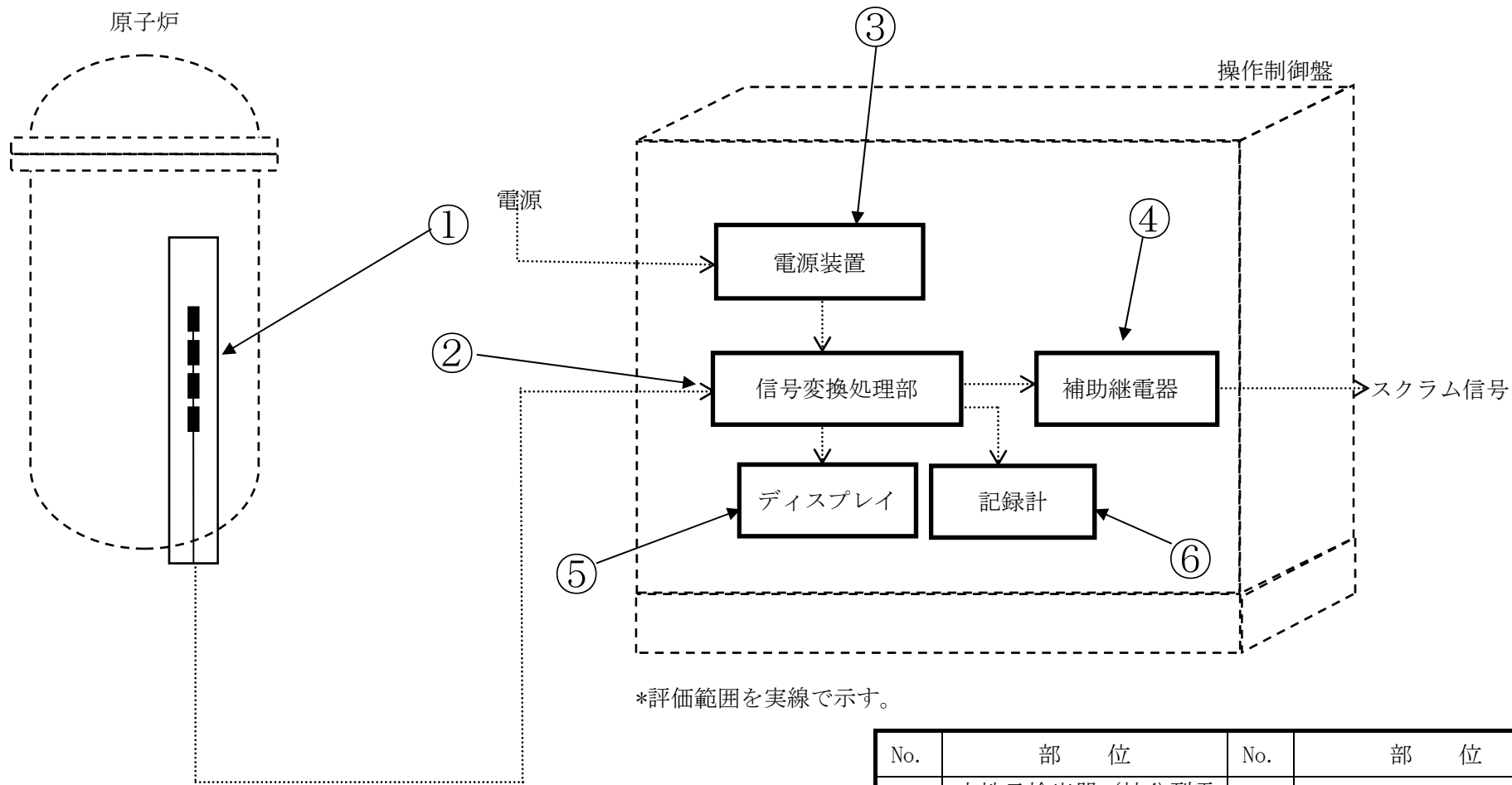
### (1) 構造

平均出力領域計測装置（以下、「APRM」という）は、中性子束に対応した電気信号を出力する中性子検出器，信号変換処理を行う信号変換処理部，電気回路に電源を供給するための電源装置，補助継電器，ディスプレイおよび記録計等で構成されている。

APRMの構成を図2.1-18に示す。

### (2) 材料および使用条件

APRM主要部位の使用材料を表2.1-19に，使用条件を表2.1-20に示す。



\*評価範囲を実線で示す。

No.	部 位	No.	部 位
①	中性子検出器 (核分裂電離箱式)	④	補助継電器
②	信号変換処理部	⑤	ディスプレイ
③	電源装置	⑥	記録計

図 2.1-18 APRM 構成



表2.1-19 APRM主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	中性子検出器（核分裂電離箱式）	ステンレス鋼(SUS304L, SUS304 相当), ウラン 他
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1 他
	電源装置	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1 他
	補助継電器	銅他
	ディスプレイ	(定期取替品)
	記録計	銅他

\*1：定期取替品

表2.1-20 APRMの使用条件

設置場所	原子炉内	中央制御室
周囲温度	302℃以下	27℃*1 以下

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.11 主蒸気管放射線計測装置

### (1) 構造

主蒸気管放射線計測装置は、主蒸気管の放射線を検出する放射線検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成品である前置増幅器および補助継電器等で構成されている。

主蒸気管放射線計測装置の構成を図2.1-19に示す。

### (2) 材料および使用条件

主蒸気管放射線計測装置主要部位の使用材料を表2.1-21に、使用条件を表2.1-22に示す。

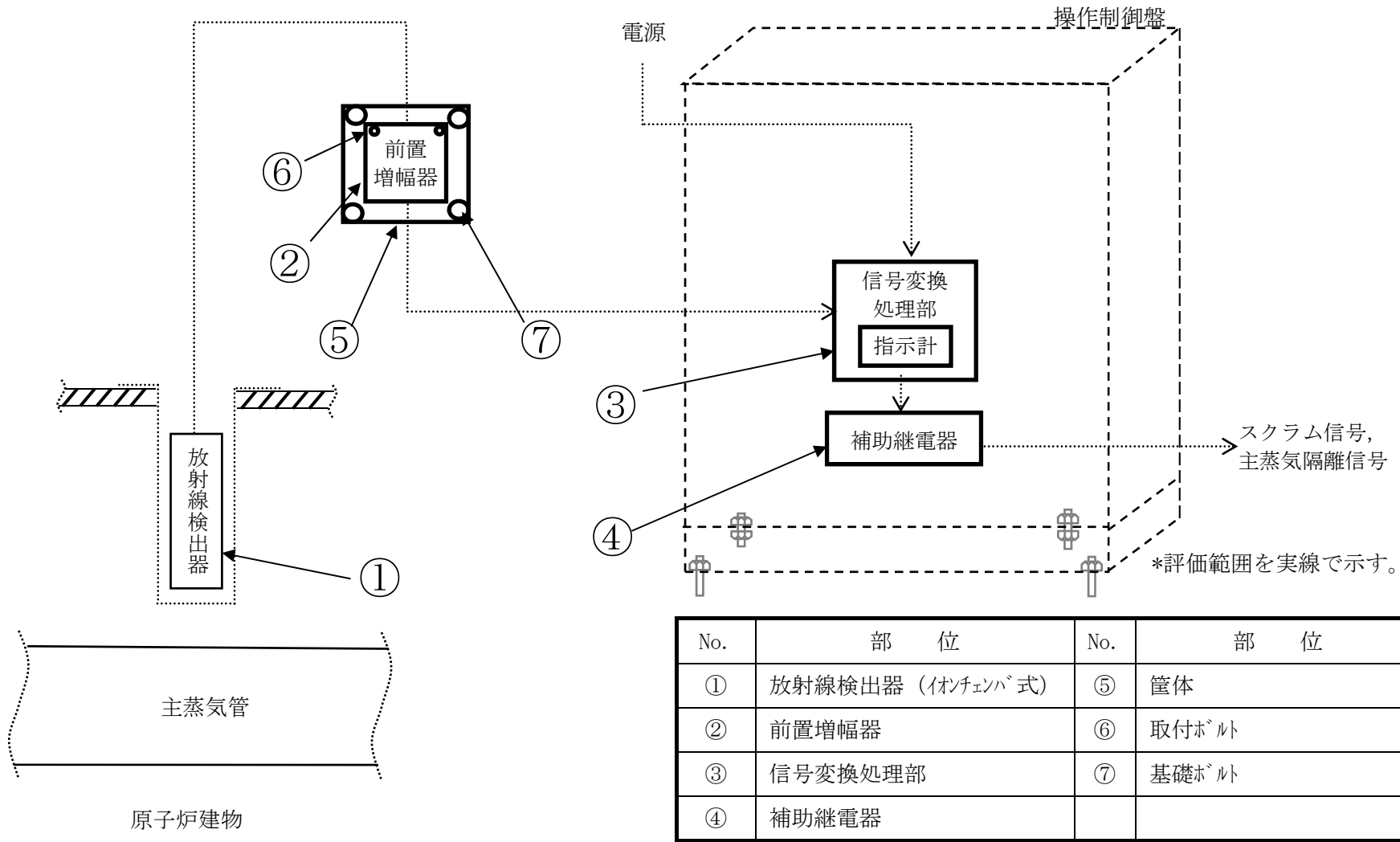


図 2. 1-19 主蒸気管放射線計測装置構成

表2.1-21 主蒸気管放射線計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	放射線検出器(イオンチェンバ`式)	電離箱他
	前置増幅器	アルミニウム, 半導体他
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1 他
	補助継電器	銅他
機器の支持	筐体	炭素鋼
	取付ホル`	炭素鋼
	基礎ホル`	炭素鋼, 樹脂

\*1：定期取替品

表2.1-22 主蒸気管放射線計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物	中央制御室
周囲温度	60℃以下	27℃*1 以下

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.12 原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置

### (1) 構造

原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置は、原子炉棟排気の放射線を検出する放射線検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成品である補助継電器、検出器を支持・固定する取付ボルトおよび基礎ボルト等で構成されている。

原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置の構成を図2.1-20に示す。

### (2) 材料および使用条件

原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置主要部位の使用材料を表2.1-23に、使用条件を表2.1-24に示す。

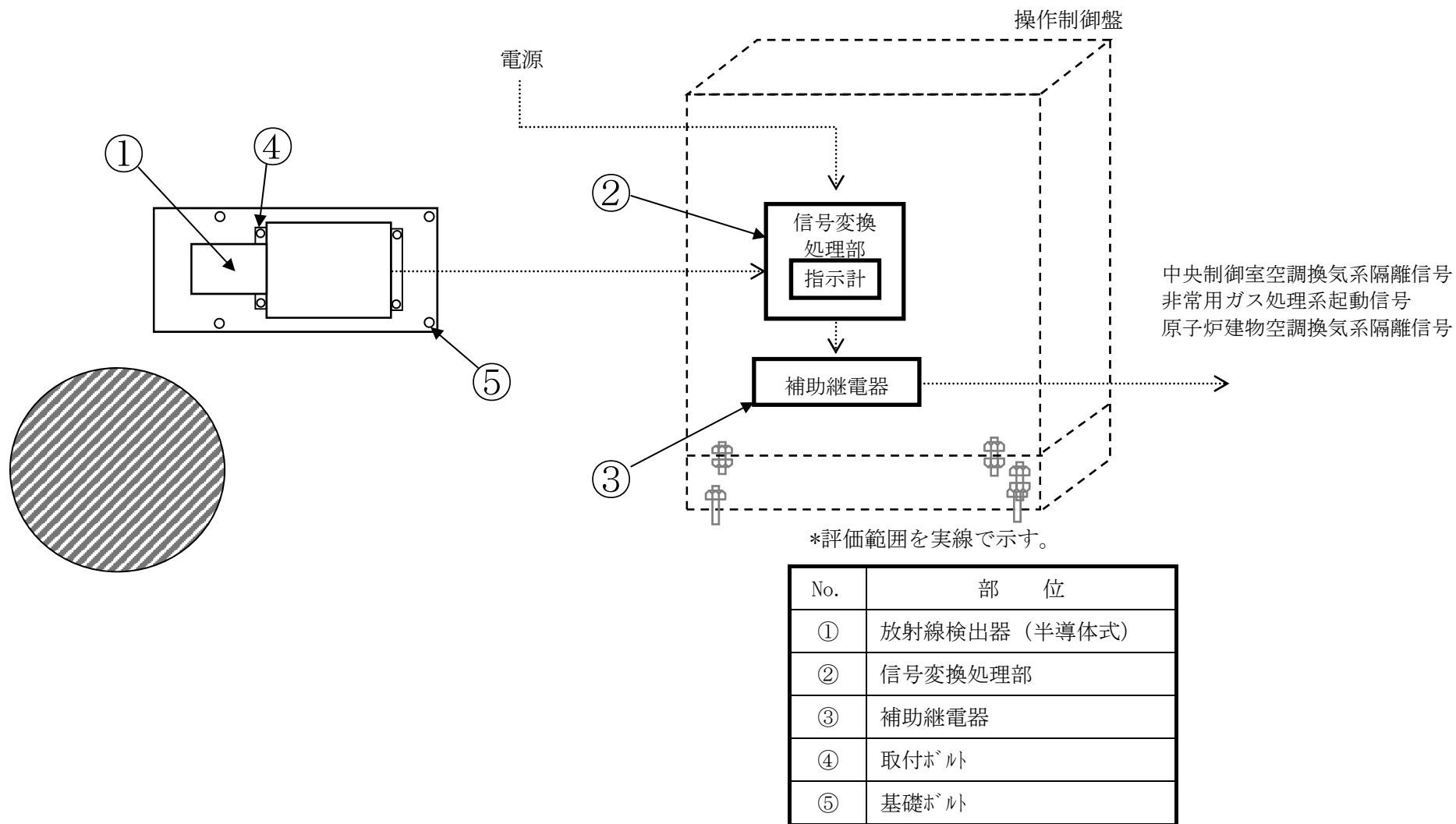


図 2.1-20 原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置構成

表 2.1-23 原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	放射線検出器（半導体式）	半導体他
	信号変換処理部	半導体，抵抗器，電解コンデンサ*1 他
	補助継電器	銅他
機器の支持	取付ホルト	炭素鋼
	基礎ホルト	炭素鋼，樹脂*2

\*1：定期取替品

\*2：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-24 原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物	中央制御室
周囲温度	40℃以下	27℃*1 以下

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

### 2.1.13 換気系放射線計測装置

#### (1) 構造

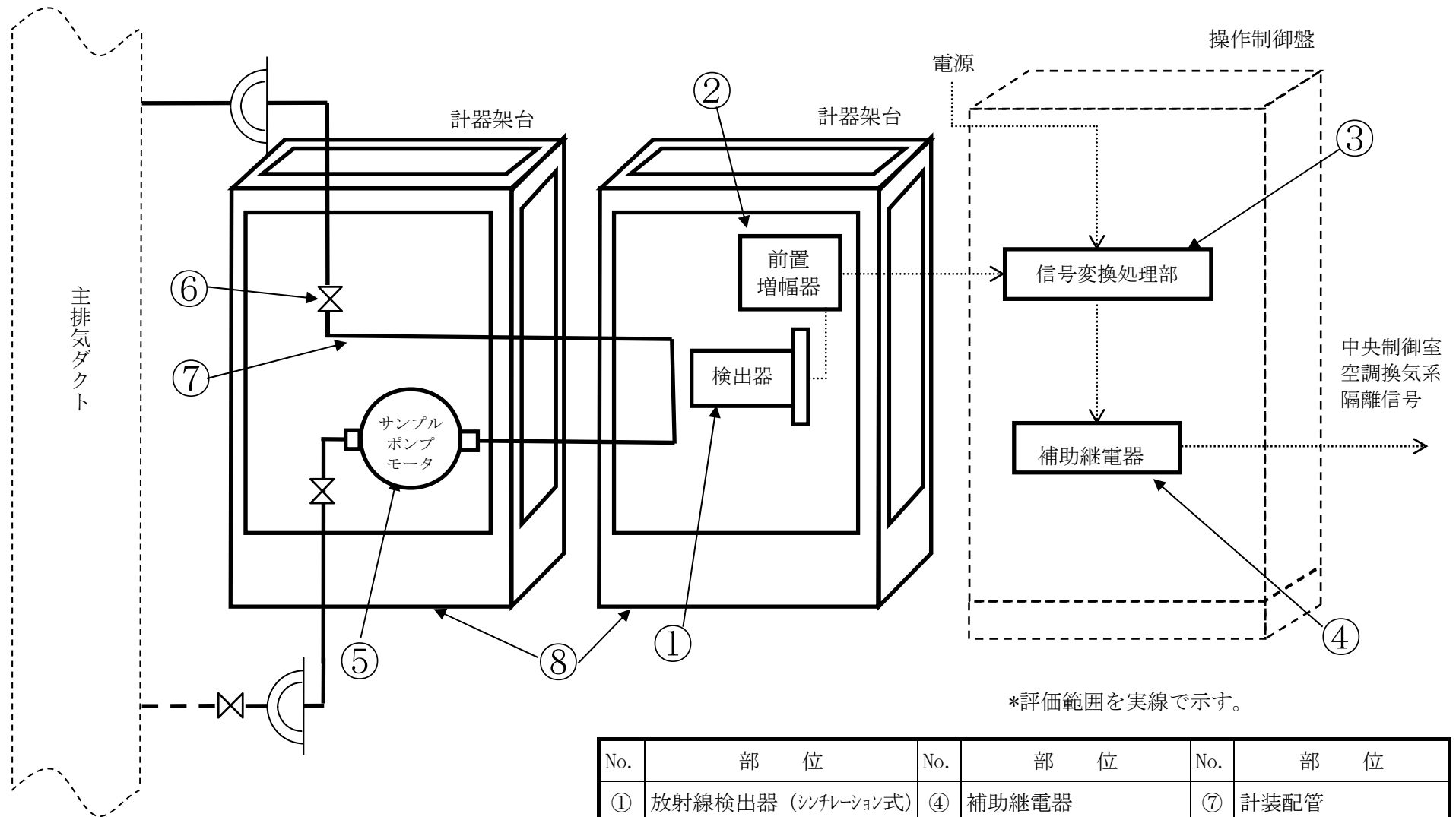
換気系放射線計測装置は、換気系主排気ダクトからサンプルガスを採取する計装配管、計装弁およびサンプルポンプモータ、換気系主排気ダクト排気中の放射線を検出する放射線検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成品である補助継電器および前置増幅器、計装配管、計装弁を取付固定する計器架台、計器架台を支持・固定する取付ボルトおよび基礎ボルト等で構成されている。

換気系放射線計測装置の構成を図2.1-21に、計装配管サポートの構成を図2.1-22に示す。

#### (2) 材料および使用条件

換気系放射線計測装置主要部位の使用材料を表2.1-25に、使用条件を表2.1-26に示す。





No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	放射線検出器 (シンチレーション式)	④	補助継電器	⑦	計装配管
②	前置増幅器	⑤	サンプルポンプモータ	⑧	計器架台
③	信号変換処理部	⑥	計装弁		

図 2.1-21 換気系放射線計測装置構成

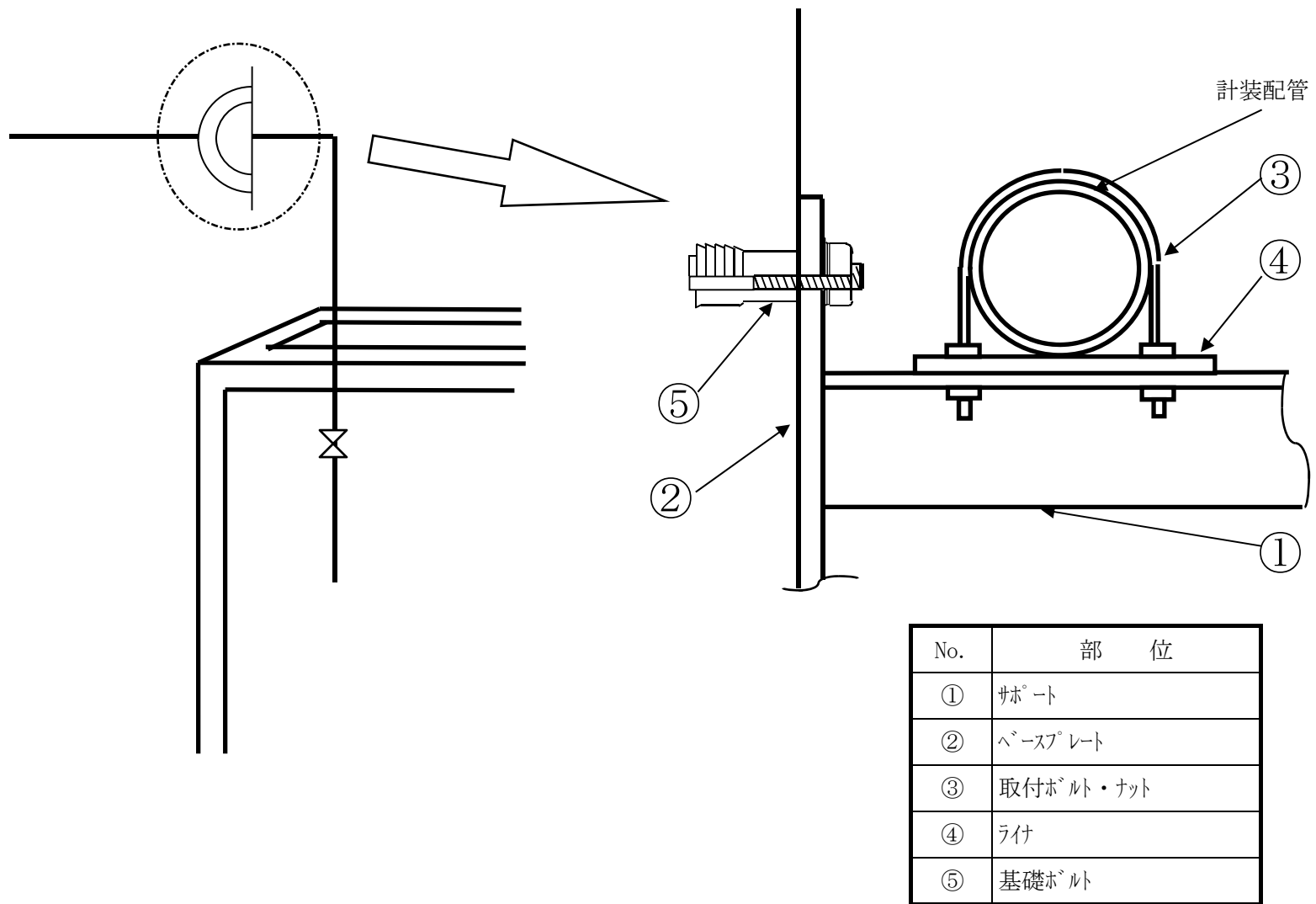


図 2.1-22 計装配管サポート構成

表 2.1-25 換気系放射線計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
信号伝達	計装配管	ステンレス鋼	
	計装弁	ステンレス鋼	
	放射線検出器(シンチレーション式)	シンチレータ他	
	前置増幅器	鉄, 半導体他	
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1 他	
	補助継電器	銅他	
	サンプルポンプモータ (低圧, 交流, 全閉)	銅他	
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ホルト・ナット	ステンレス鋼
		ライク	ステンレス鋼
		基礎ホルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	炭素鋼

\*1: 定期取替品

表2.1-26 換気系放射線計測装置の使用条件

設置場所	屋外	中央制御室
周囲温度	40℃以下	27℃*1 以下

\*1: 中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.14 水素濃度計測装置

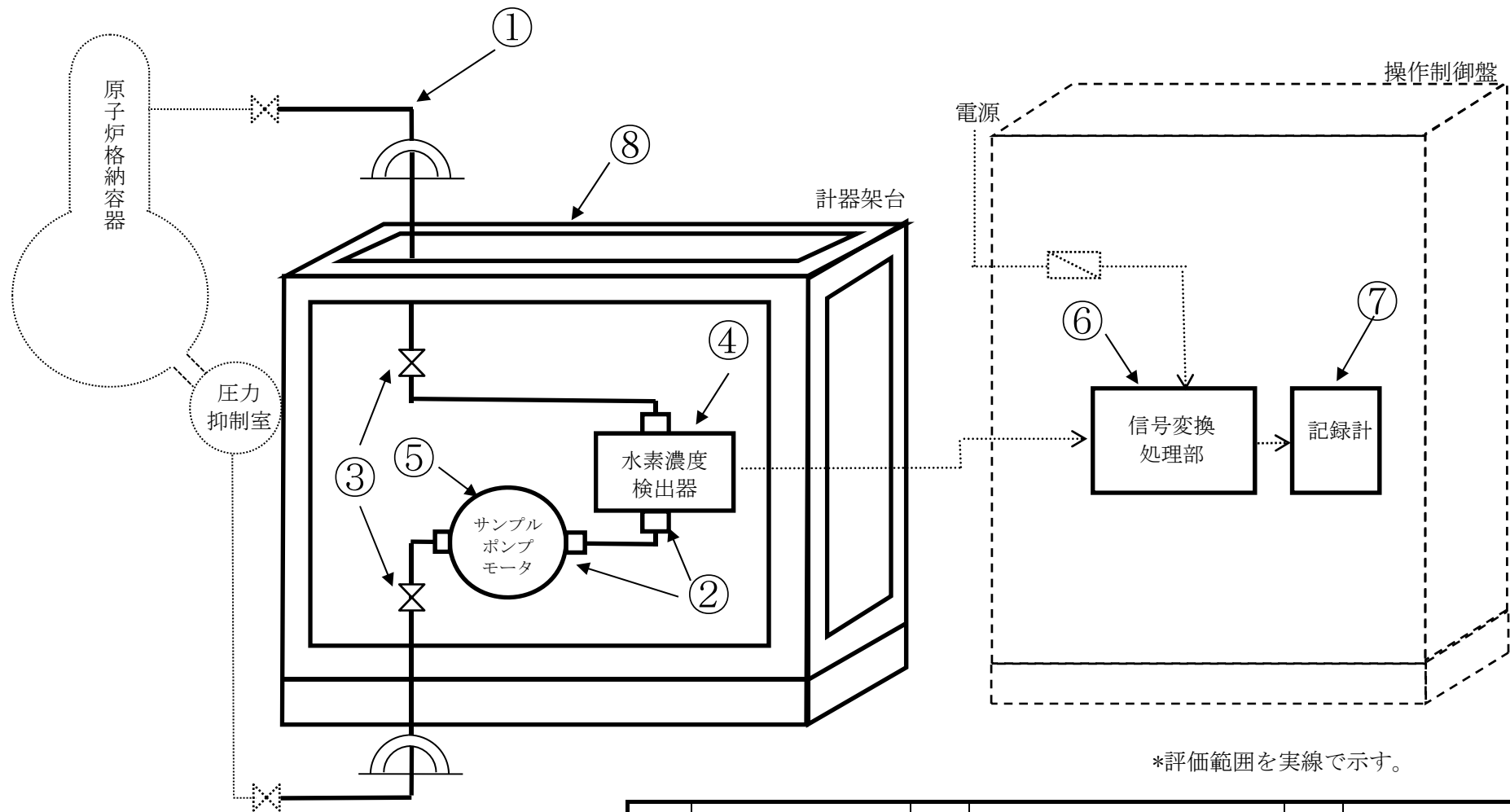
### (1) 構造

水素濃度計測装置は、格納容器内からサンプルガスを採取する計装配管、計装弁、継手、計装配管を固定する配管サポート、試料採取用サンプルポンプモータ、水素を検出して電気信号に変換する水素濃度検出器、サンプルポンプモータ・計装弁・水素濃度検出器を取付固定する計器架台、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成品である記録計等で構成されている。

水素濃度計測装置構成を図2.1-23、計装配管サポート構成を図2.1-24に示す。

### (2) 材料および使用条件

水素濃度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-27に、使用条件を表2.1-28に示す。



No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	計装配管	④	水素濃度検出器 (熱伝導式)	⑦	記録計
②	継手	⑤	サンプルポンプモータ	⑧	計器架台
③	計装弁	⑥	信号変換処理部		

図2.1-23 水素濃度計測装置構成

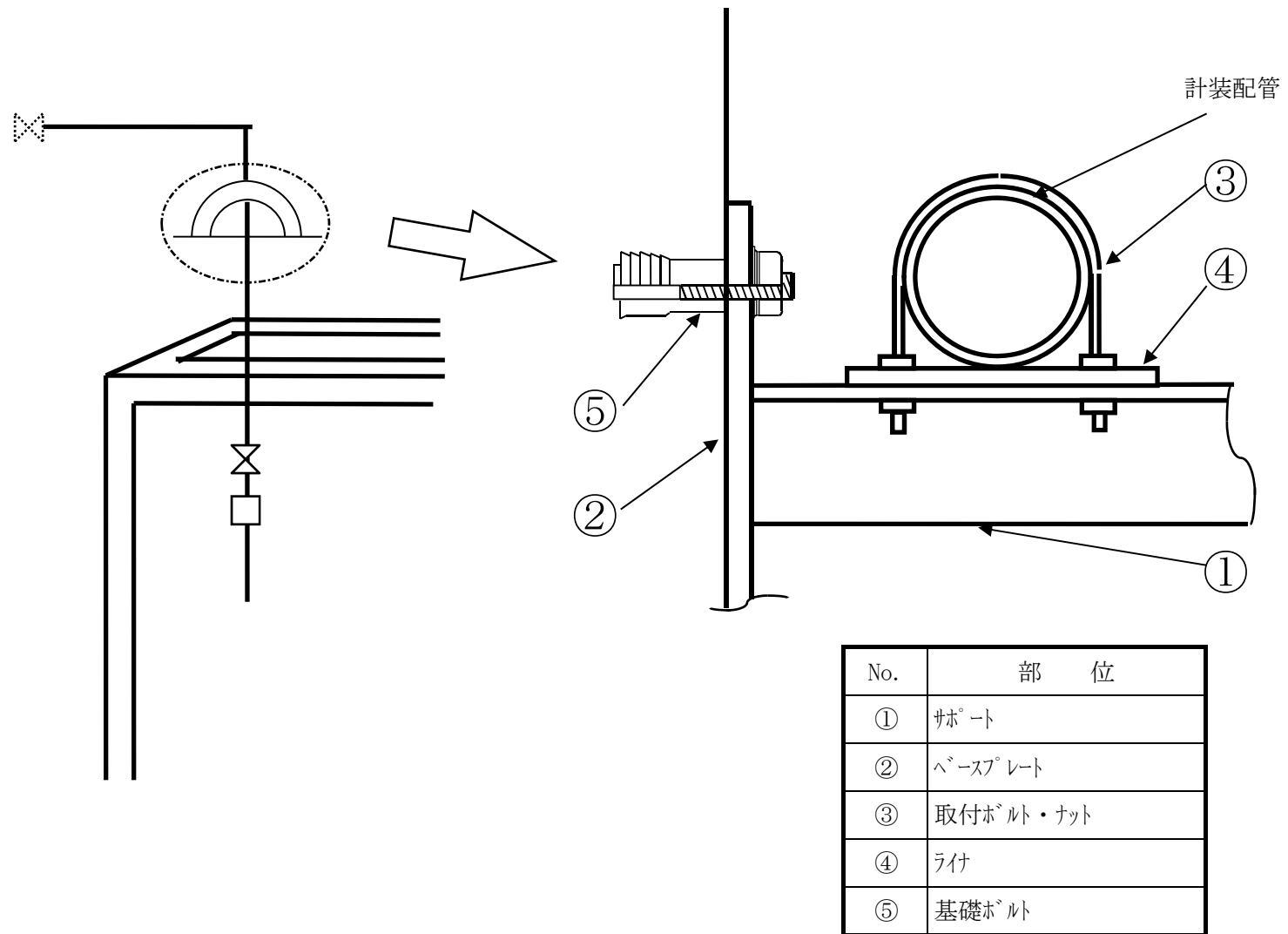


図 2.1-24 計装配管サポート構成

表2.1-27 水素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
信号伝達	計装配管	ステンレス鋼(SUS316LTP)他	
	継手	ステンレス鋼(AISI316)他	
	計装弁	ステンレス鋼(SUSF316L)他	
	水素濃度検出器(熱伝導式)	半導体, 抵抗器他	
	ポンプ・ソープモータ(低圧, 交流, 全閉)	銅他	
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器他	
	記録計	モータ, 半導体, 電解コンデンサ <sup>*1</sup> , 電子部品他	
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		ライク	ステンレス鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	炭素鋼

\*1: 定期取替品

表2.1-28 水素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物		中央制御室
	通常運転時	重大事故等時	
—	通常運転時	重大事故等時	—
周囲温度	40℃以下	45℃(最高)	27℃ <sup>*1</sup> 以下
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$4.7 \times 10^2$ Gy (最大積算量)	—
最高圧力	大気圧	6.9kPa	大気圧

\*1: 中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.15 酸素濃度計測装置

### (1) 構造

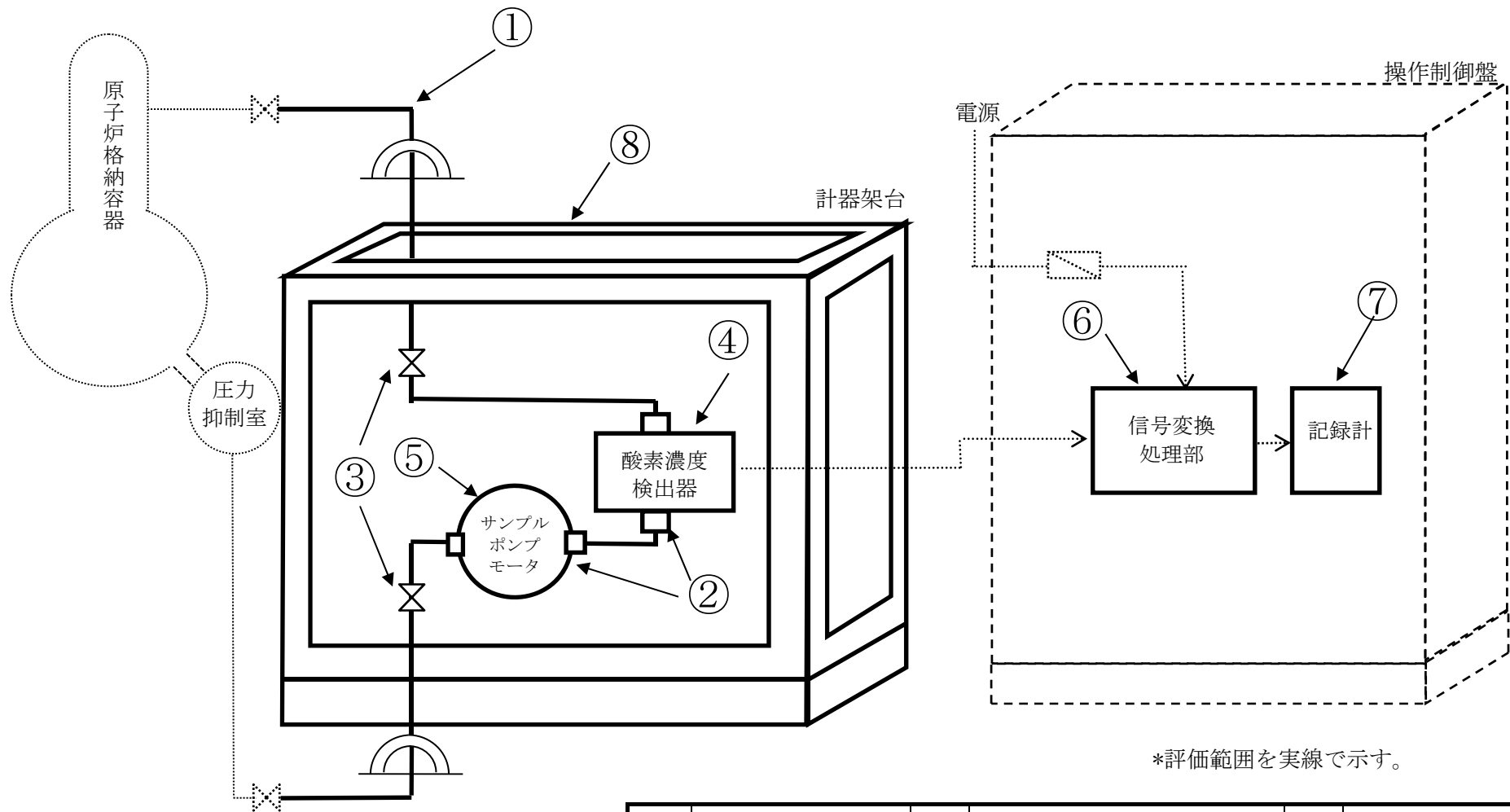
酸素濃度計測装置は、格納容器内からサンプルガスを採取する計装配管、計装弁、継手、計装配管を固定する配管サポート、試料採取用サンプルポンプモータ、酸素を検出して電気信号に変換する酸素濃度検出器、サンプルポンプモータ・計装弁・酸素濃度検出器を取付固定する計器架台、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成品である記録計等で構成されている。

酸素濃度計測装置構成を図2.1-25、計装配管サポート構成を図2.1-26に示す。

### (2) 材料および使用条件

酸素濃度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-29に、使用条件を表2.1-30に示す。





No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	計装配管	④	酸素濃度検出器 (磁気風式)	⑦	記録計
②	継手	⑤	サンプルポンプモータ	⑧	計器架台
③	計装弁	⑥	信号変換処理部		

図2.1-25 酸素濃度計測装置構成

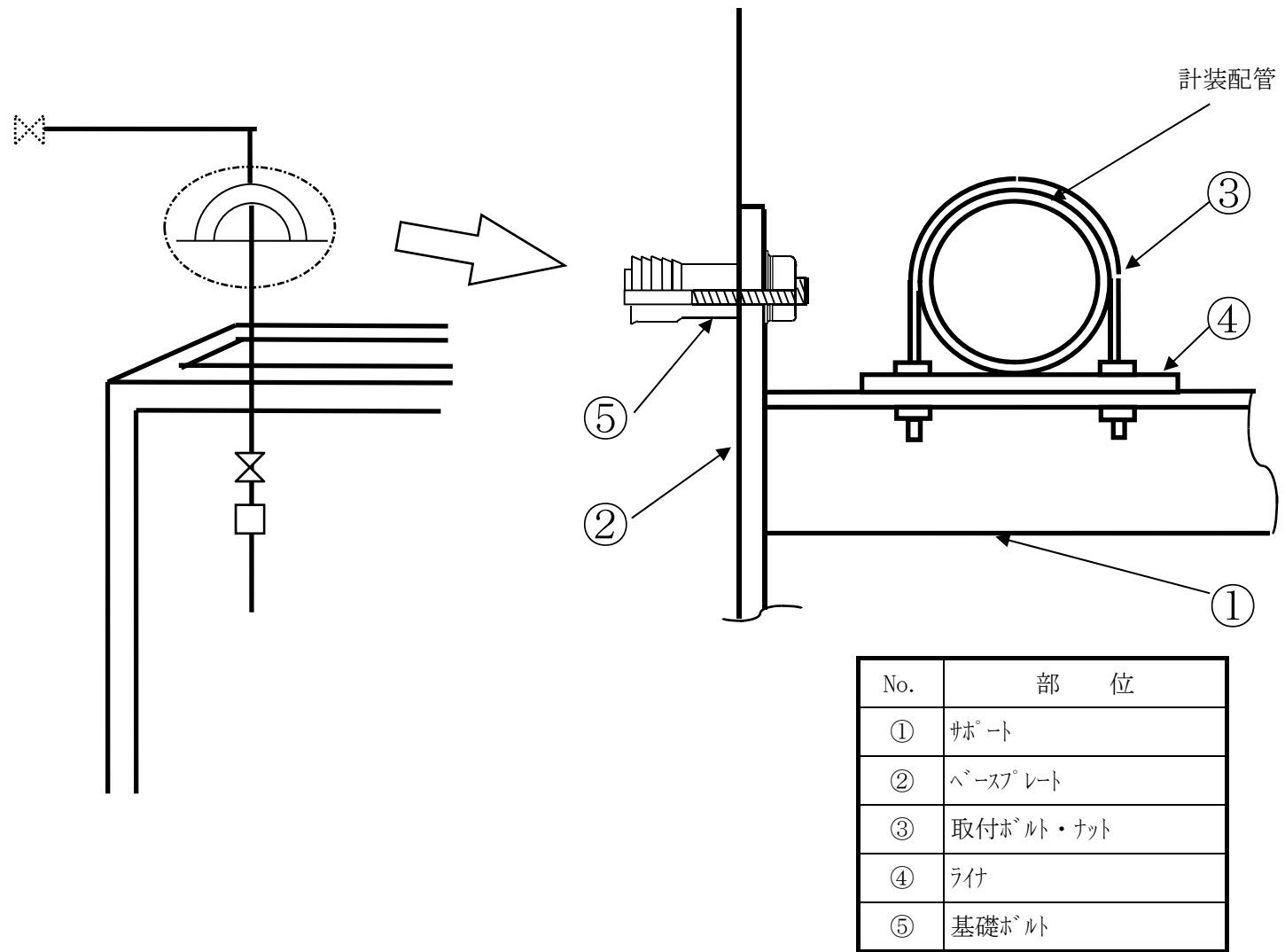


図 2.1-26 計装配管サポート構成

表2.1-29 酸素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
信号伝達	計装配管	ステンレス鋼(SUS316LTP)他	
	継手	ステンレス鋼(AISI316)他	
	計装弁	ステンレス鋼(SUSF316L)他	
	酸素濃度検出器(磁気風式)	半導体他	
	ポンプ・モータ(低圧, 交流, 全閉)	銅他	
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器他	
	記録計	モータ, 半導体, 電解コンデンサ <sup>*1</sup> , 電子部品他	
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ホルト・ナット	ステンレス鋼
		ライク	ステンレス鋼
		基礎ホルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	炭素鋼

\*1: 定期取替品

表2.1-30 酸素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物		中央制御室
	通常運転時	重大事故等時	
—	通常運転時	重大事故等時	—
周囲温度	40℃以下	45℃(最高)	27℃ <sup>*1</sup> 以下
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$4.7 \times 10^2$ Gy (最大積算値)	—
最高圧力	大気圧	6.9kPa	大気圧

\*1: 中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.16 主蒸気隔離弁位置計測装置

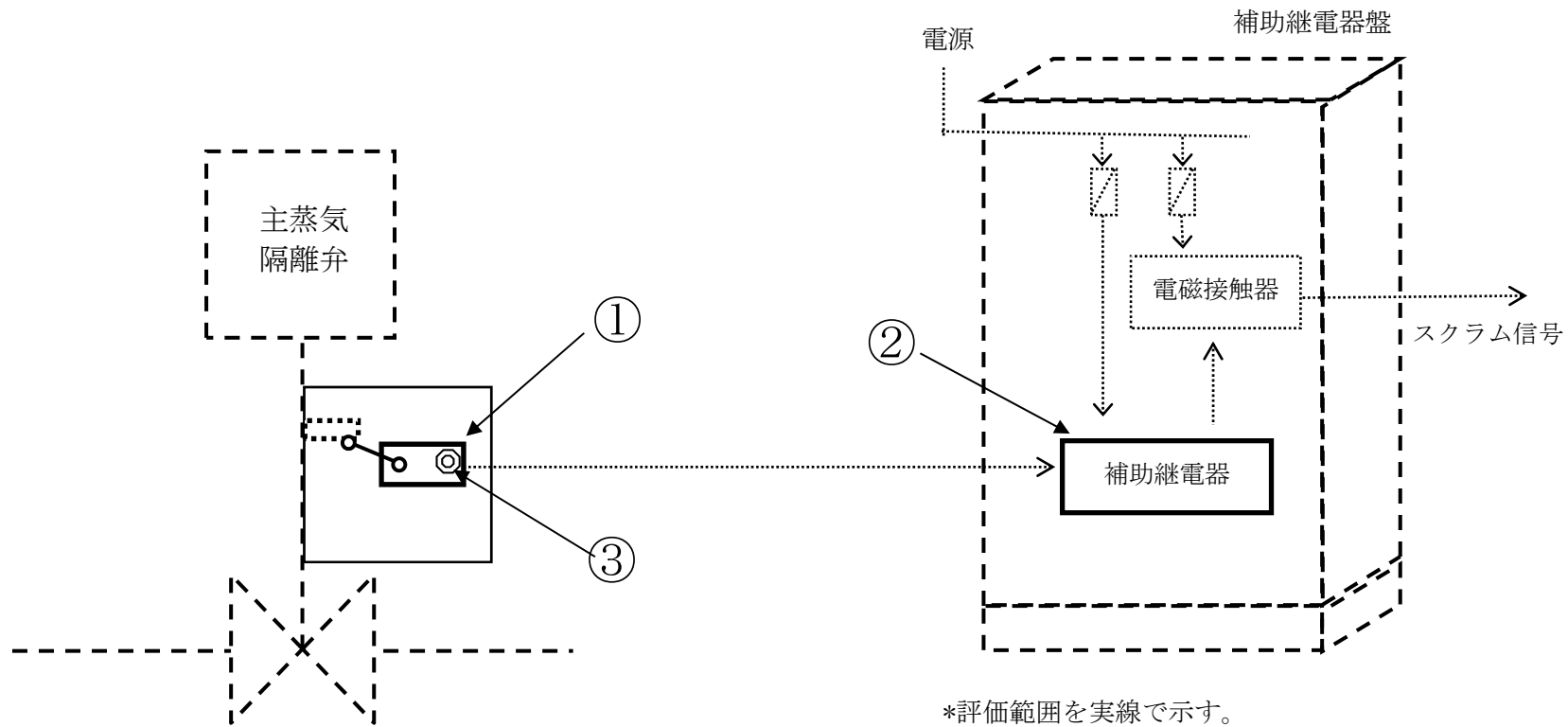
### (1) 構造

主蒸気隔離弁位置計測装置は、主蒸気隔離弁の位置を検出する位置検出器、その他電気回路構成部品である補助継電器、機器を支持するための取付ボルト等で構成されている。

主蒸気隔離弁位置計測装置構成を図2.1-27に示す。

### (2) 材料および使用条件

主蒸気隔離弁位置計測装置主要部位の使用材料を表2.1-31に、使用条件を表2.1-32に示す。



No.	部 位
①	位置検出器 (リミットスイッチ式)
②	補助継電器
③	取付ボルト

図 2.1-27 主蒸気隔離弁位置計測装置構成

表2.1-31 主蒸気隔離弁位置計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	位置検出器(リミットスイッチ式)	(定期取替品)
	補助継電器	銅他
機器の支持	取付ホルト	炭素鋼

表2.1-32 主蒸気隔離弁位置計測装置の使用条件

設置場所	原子炉格納容器内／主蒸気管室	補助盤室
周囲温度	63℃ <sup>*1</sup> ／60℃以下	27℃ <sup>*2</sup> 以下

\*1：原子炉格納容器の実測値

\*2：補助盤室内の空調温度設定値

## 2.1.17 原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置

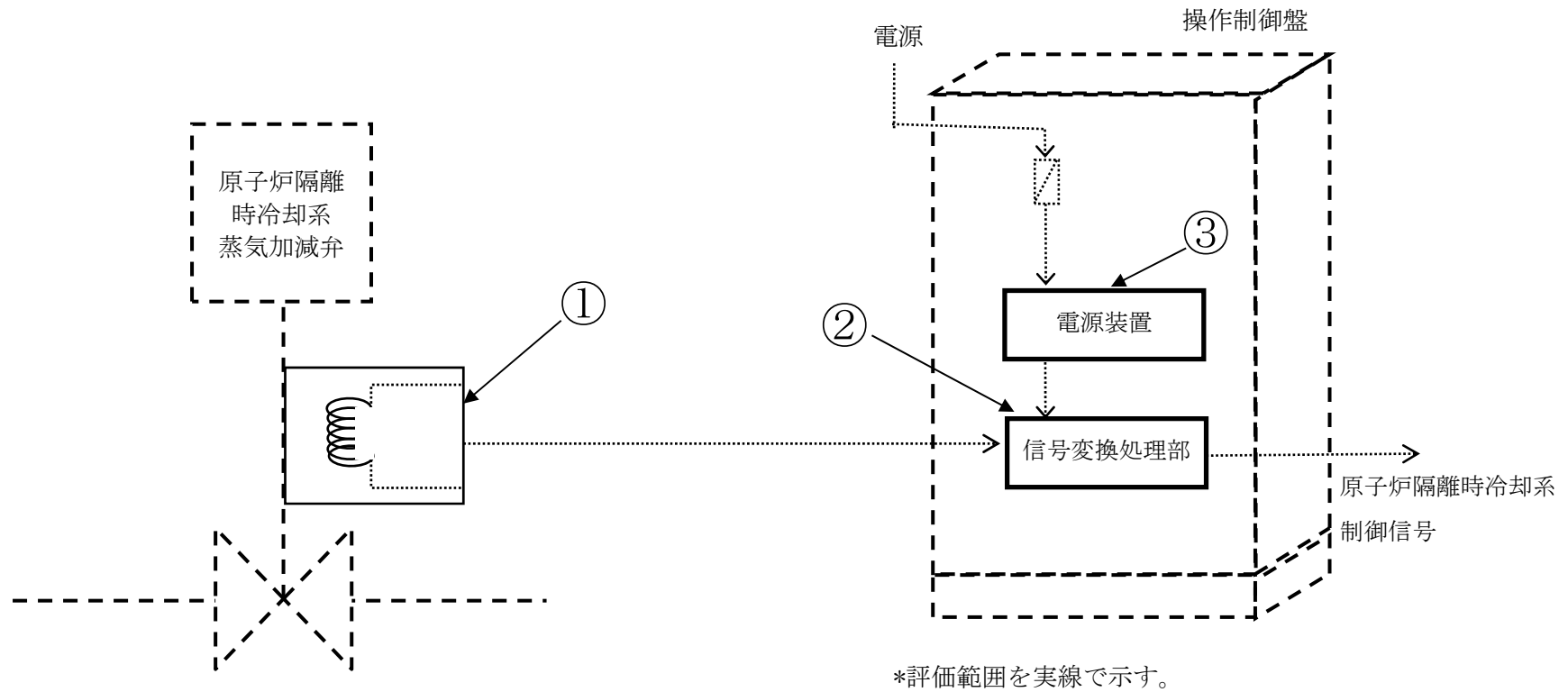
### (1) 構造

原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置は、原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁の開度を検出する位置検出器、その他電気回路構成品である信号変換処理部および電源装置等で構成されている。

原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置構成を図2.1-28に示す。

### (2) 材料および使用条件

原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-33に、使用条件を表2.1-34に示す。



No.	部 位
①	位置検出器（差動トランス式）
②	信号変換処理部
③	電源装置

図 2.1-28 原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置構成



表2.1-33 原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	位置検出器（差動トランス式）	（定期取替品）
	信号変換処理部	半導体，抵抗器他
	電源装置	半導体，抵抗器，電解コンデンサ*1 他

\*1：定期取替品

表2.1-34 原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物
周囲温度	40℃以下

## 2.1.18 原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置

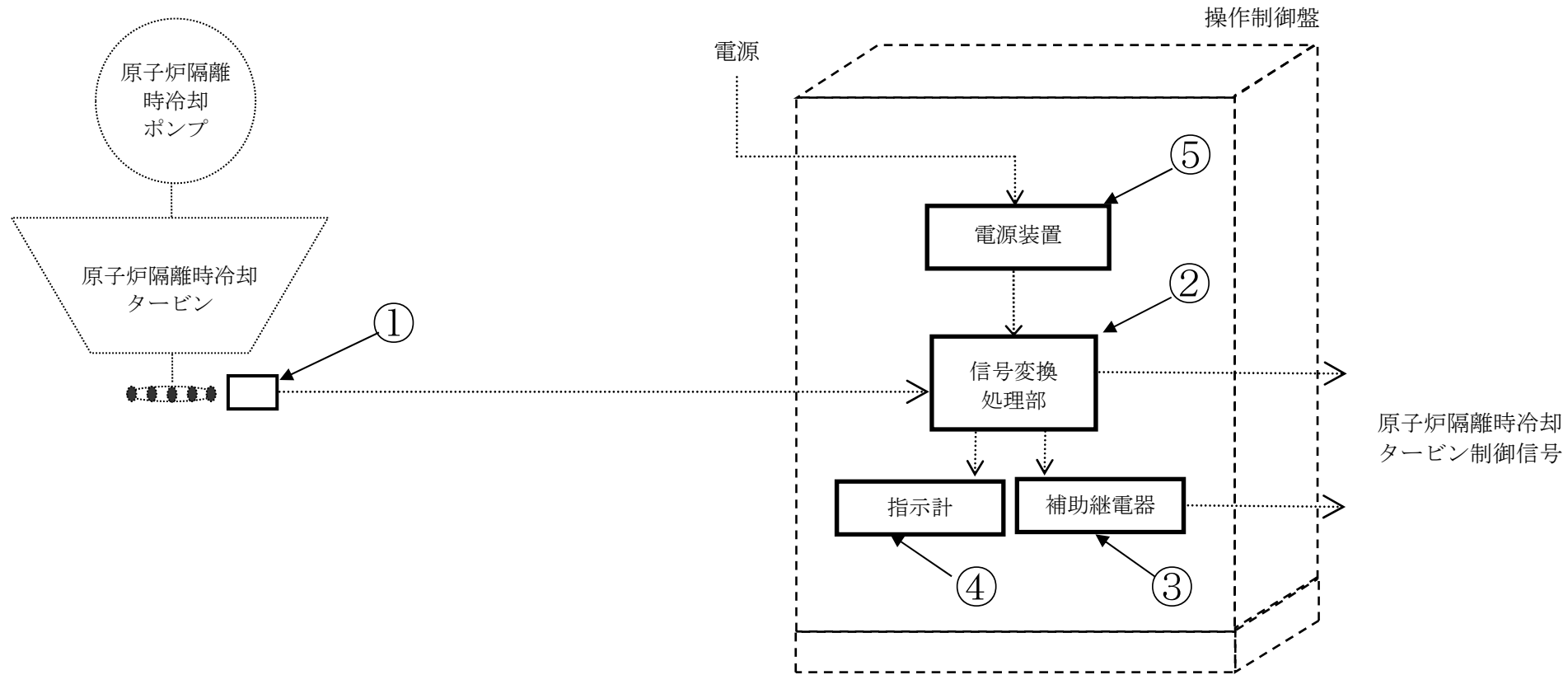
### (1) 構造

原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置は、原子炉隔離時冷却タービンの回転速度を検出する回転速度検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成品である指示計、補助継電器および電源装置等で構成されている。

原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置構成を図2.1-29に示す。

### (2) 材料および使用条件

原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-35に、使用条件を表2.1-36に示す。



\*評価範囲を実線で示す。

No.	部 位
①	回転速度検出器（電磁ピックアップ式）
②	信号変換処理部
③	補助継電器
④	指示計
⑤	電源装置

図 2.1-29 原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置構成

表2.1-35 原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	回転速度検出器(電磁ピックアップ式)	(定期取替品)
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器他
	補助継電器	銅他
	指示計	銅他
	電源装置	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1 他

\*1: 定期取替品

表2.1-36 原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物
周囲温度	40℃以下

## 2.1.19 地震加速度計測装置

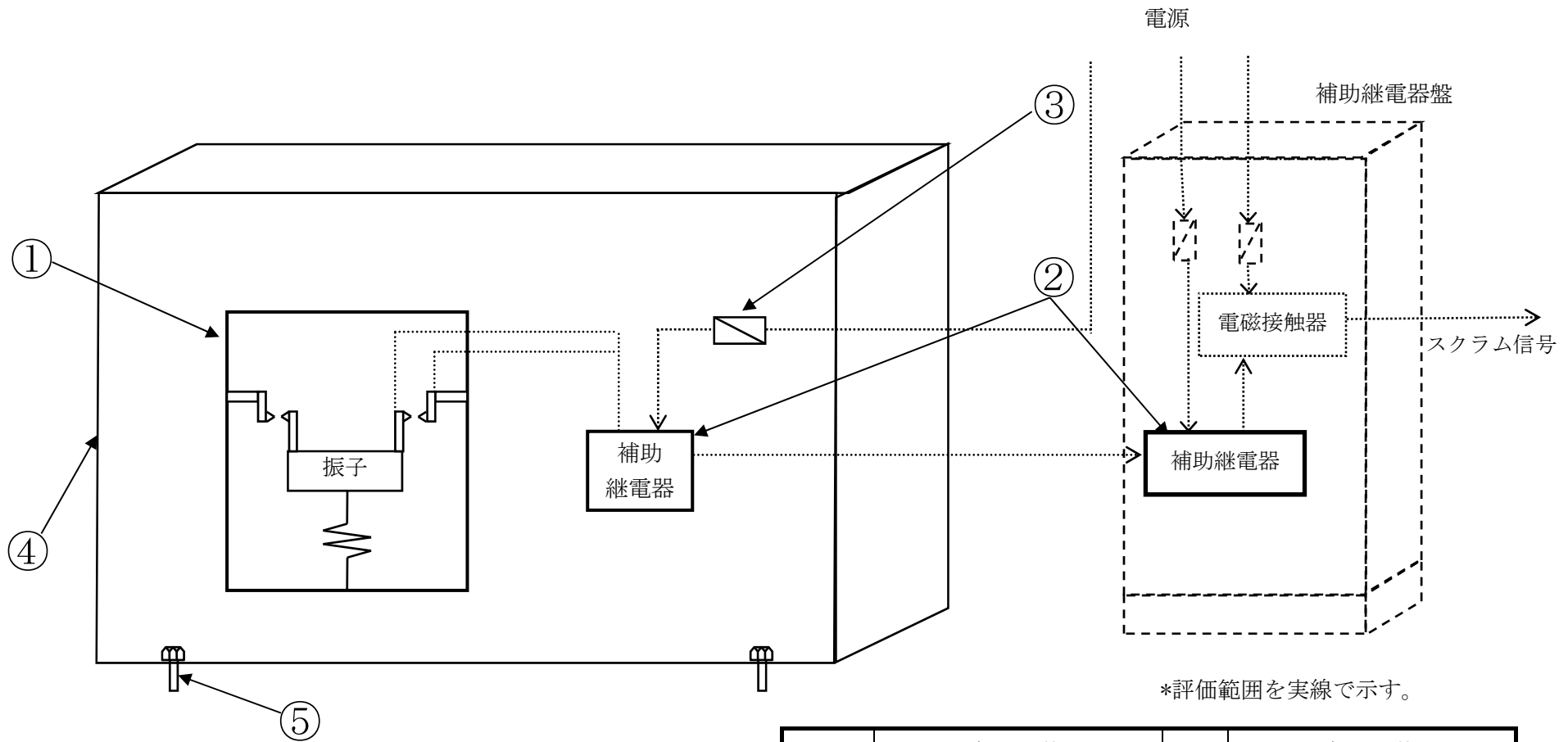
### (1) 構造

地震加速度計測装置は、地震発生時の加速度検出を行うための地震加速度検出器、その他電気回路構成品である補助継電器、ヒューズ、機器を支持するための筐体、筐体を支持・固定する基礎ボルト等で構成されている。

地震加速度計測装置の構成を図2.1-30に示す。

### (2) 材料および使用条件

地震加速度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-37に、使用条件を表2.1-38に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	地震加速度検出器 (倒立振子式)	④	筐体
②	補助継電器	⑤	基礎ボルト
③	ヒューズ		

図 2.1-30 地震加速度計測装置構成

表2.1-37 地震加速度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	地震加速度検出器(倒立振子式)	ステンレス鋼, 炭素鋼, 銅他
	補助継電器	銅他
	ヒューズ <sup>2</sup>	(消耗品)
機器の支持	筐体	炭素鋼
	基礎 <sup>3</sup> ボルト	炭素鋼

表2.1-38 地震加速度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物	補助盤室
周囲温度	40℃以下	27℃*1 以下

\*1：補助盤室の空調温度設定値

## 2.1.20 低圧原子炉代替注水流量計測装置

### (1) 構造

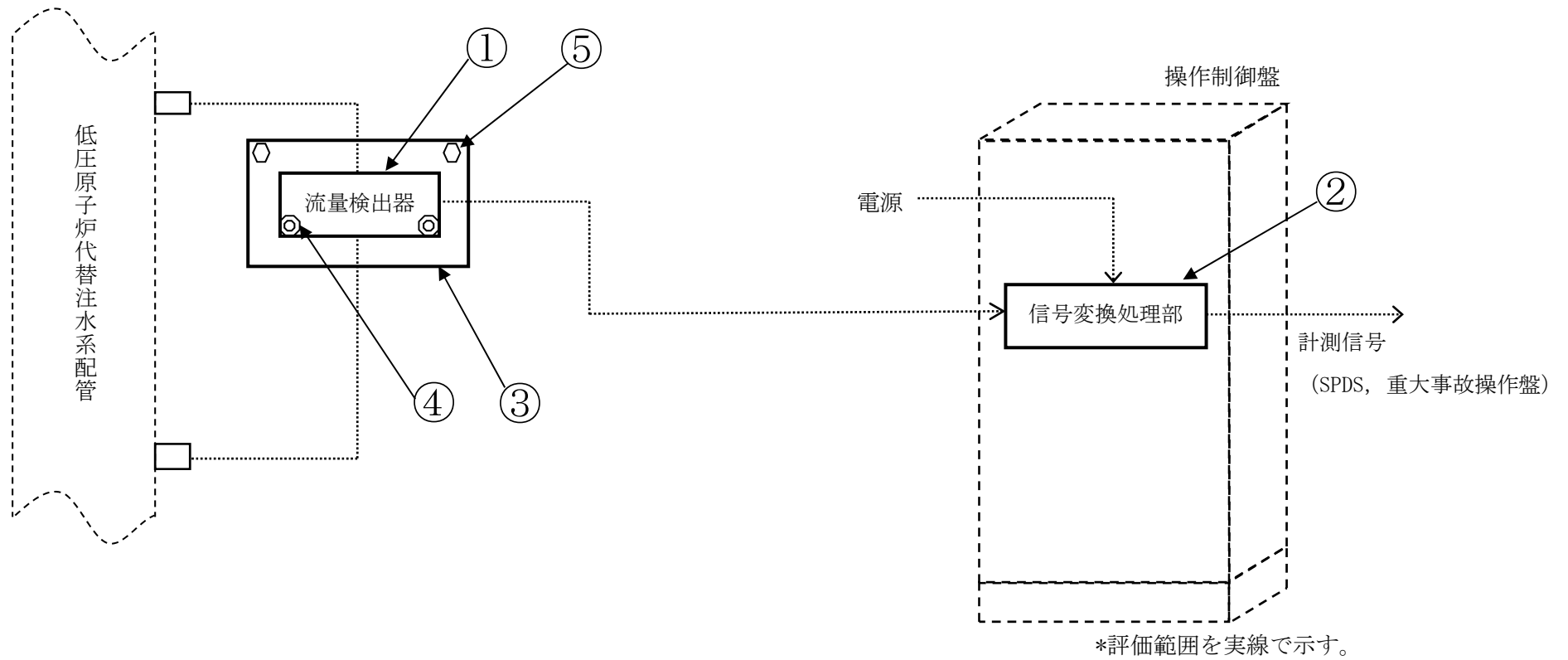
低圧原子炉代替注水流量計測装置は、低圧原子炉代替注水の流量検出を行うための流量検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、機器を支持するための計器架台、計器架台を支持・固定する取付ボルト、基礎ボルト等で構成されている。

低圧原子炉代替注水流量計測装置の構成を図2.1-31に示す。

### (2) 材料および使用条件

低圧原子炉代替注水流量計測装置主要部位の使用材料を表2.1-39に、使用条件を表2.1-40に示す。





No.	部 位	No.	部 位
①	流量検出器 (クランプ式)	④	取付ホルダ
②	信号変換処理部	⑤	基礎ホルダ
③	計器架台		

図2.1-31 低圧原子炉代替注水流量計測装置構成

表2.1-39 低圧原子炉代替注水流量計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	流量検出器 (クランプ 式)	ステンレス鋼 (SCS13, SUS304) 他
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器他
機器の支持	計器架台	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼, 樹脂*1

\*1: 後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-40 低圧原子炉代替注水流量計測装置の使用条件

設置場所	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	原子炉建物	中央制御室
周囲温度	40°C以下	40°C以下	27°C*1 以下

\*1: 中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.21 燃料プール水位計測装置

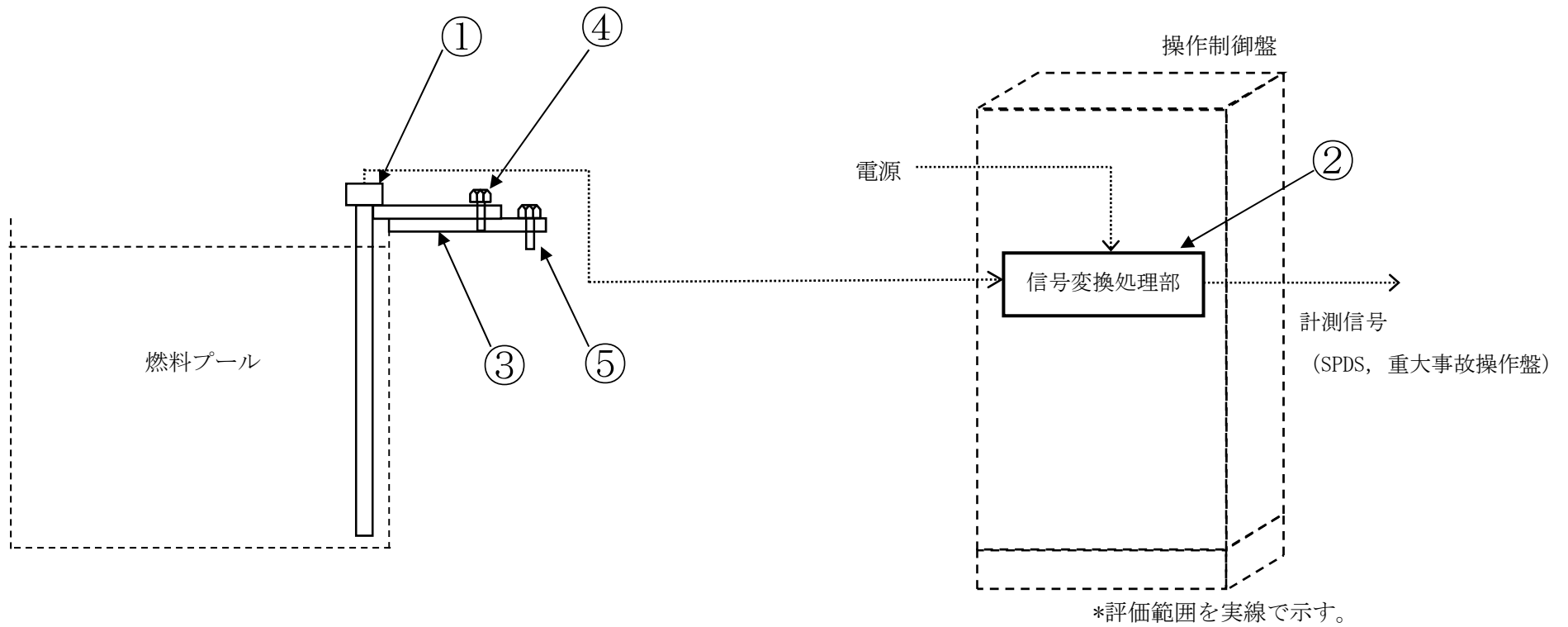
### (1) 構造

燃料プール水位計測装置は、燃料プールの水位検出を行うための水位検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、機器を支持するための計器架台、計器架台を支持・固定する取付ボルト、基礎ボルト等で構成されている。

燃料プール水位計測装置の構成を図2.1-32に示す。

### (2) 材料および使用条件

燃料プール水位計測装置主要部位の使用材料を表2.1-41に、使用条件を表2.1-42に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	水位検出器 (カトドパルス式)	④	取付ボルト
②	信号変換処理部	⑤	基礎ボルト
③	計器架台		

図2.1-32 燃料プール水位計測装置構成

表2.1-41 燃料プール水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	水位検出器 (ガイトパルス式)	ステンレス鋼 (SUS304) 他
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器他
機器の支持	計器架台	ステンレス鋼他
	取付ホルト	低合金鋼
	基礎ホルト	低合金鋼

表2.1-42 燃料プール水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物		中央制御室
	通常運転時	重大事故等時	
—	通常運転時	重大事故等時	—
周囲温度	40℃以下	100℃ (最高)	27℃*1 以下
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$4.7 \times 10^2$ Gy (積算線量)	—
最高圧力	大気圧	6.9 kPa	大気圧

\*1 : 中央制御室内の空調温度設定値

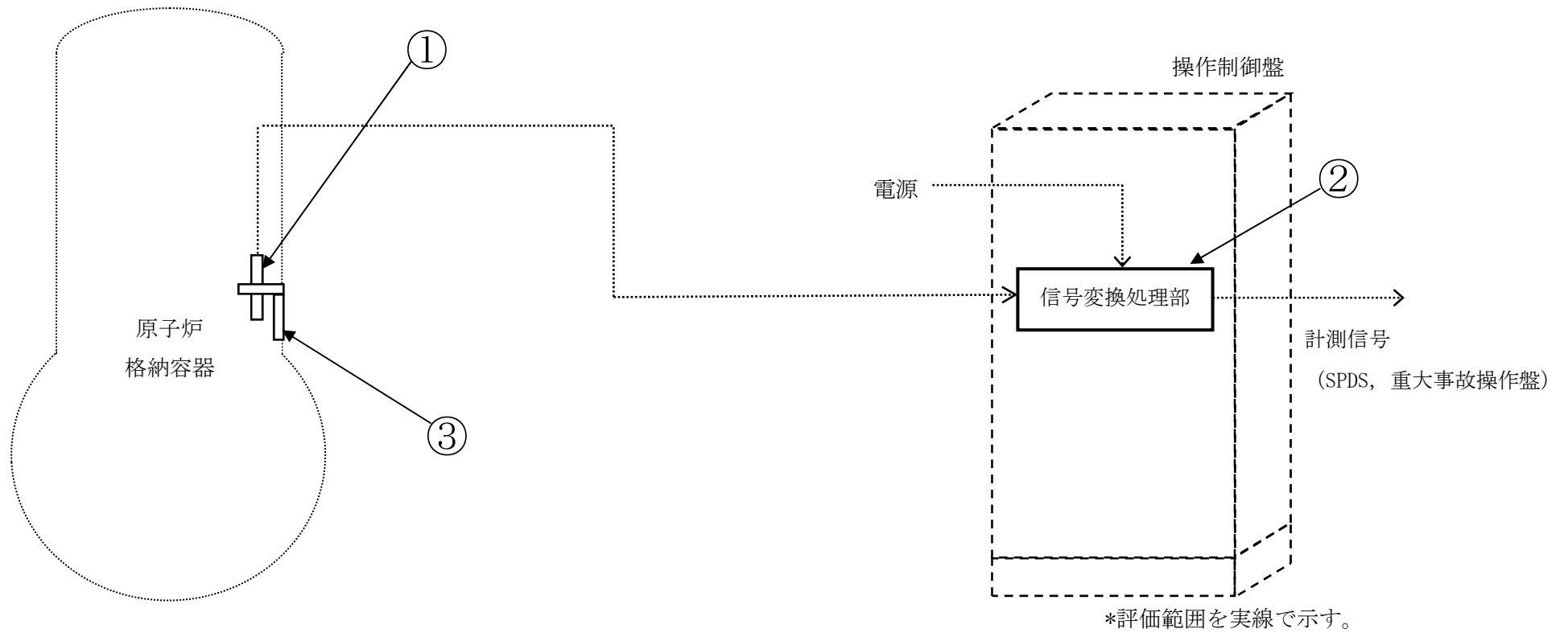
## 2.1.22 ドライウェル水位計測装置

### (1) 構造

ドライウェル水位計測装置は、ドライウェル注水時の水位検出を行うための水位検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、機器を支持するための計器架台等で構成されている。ドライウェル水位計測装置の構成を図2.1-33に示す。

### (2) 材料および使用条件

ドライウェル水位計測装置主要部位の使用材料を表2.1-43に、使用条件を表2.1-44に示す。



No.	部 位
①	水位検出器 (電極式)
②	信号変換処理部
③	計器架台

図2.1-33 ドライウェル水位計測装置構成

表2.1-43 ドライウェル水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	水位検出器（電極式）	高ニッケル合金(NCF600)他
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1 他
機器の支持	計器架台	ステンレス鋼

\*1：定期取替品

表2.1-44 ドライウェル水位計測装置の使用条件

設置場所	原子炉格納容器内		中央制御室／ 補助盤室
	通常運転時	重大事故等時	
—	通常運転時	重大事故等時	—
周囲温度	63℃以下	200℃（最高）	27℃*1 以下
放射線	$1.6 \times 10^{-1}$ Gy/h	$3.6 \times 10^5$ Gy（最大積算値）	—
最高圧力	14kPa	0.853MPa	大気圧

\*1：中央制御室および補助盤室内の空調温度設定値



## 2.1.23 原子炉建物水素濃度計測装置

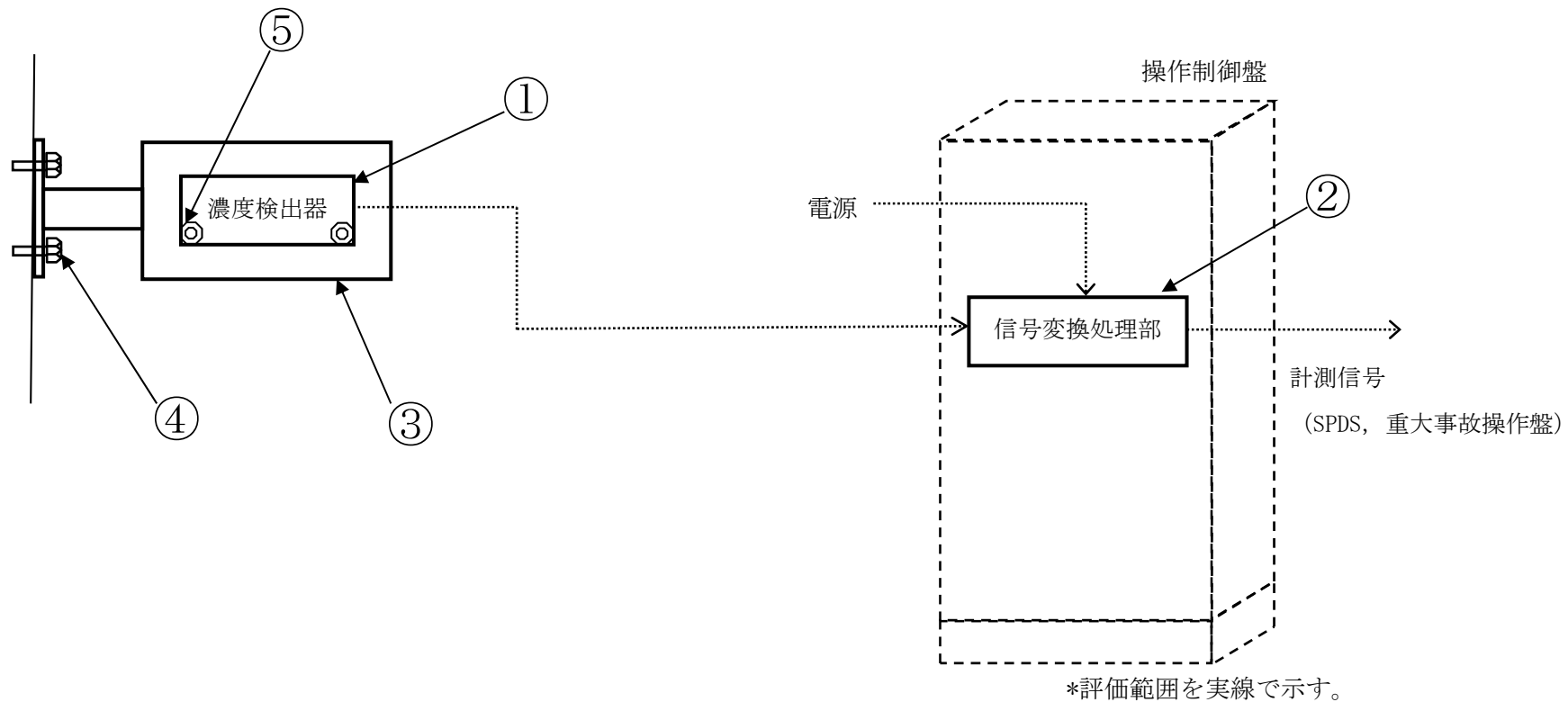
### (1) 構造

原子炉建物水素濃度計測装置は、原子炉建物水素の濃度検出を行うための濃度検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、機器を支持するための計器架台、計器を固定する取付ボルト、計器架台を固定する基礎ボルト等で構成されている。

原子炉建物水素濃度計測装置の構成を図2.1-34に示す。

### (2) 材料および使用条件

原子炉建物水素濃度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-45に、使用条件を表2.1-46に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	濃度検出器 (触媒式)	④	基礎ボルト
②	信号変換処理部	⑤	取付ボルト
③	計器架台		

図2.1-34 原子炉建物水素濃度計測装置構成

表2.1-45 原子炉建物水素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	濃度検出器（触媒式）	（定期取替品）
	信号変換処理部	半導体，抵抗器，電解コンデンサ*1 他
機器の支持	計器架台	炭素鋼
	取付ホルト	炭素鋼
	基礎ホルト	炭素鋼，樹脂*2

\*1：定期取替品

\*2：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-46 原子炉建物水素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物	中央制御室／ 補助盤室
周囲温度	40℃以下	27℃*1 以下

\*1：中央制御室および補助盤室内の空調温度設定値

## 2.1.24 格納容器酸素濃度計測装置

### (1) 構造

格納容器酸素濃度計測装置は、格納容器内からサンプルガスを採取する計装配管、計装弁、継手、計装配管を固定する配管サポート、試料採取用サンプルポンプモータ、酸素を検出して電気信号に変換する酸素濃度検出器、サンプルポンプモータ・計装弁・酸素濃度検出器を取付固定する計器架台、信号変換処理を行う信号変換処理部等で構成されている。

格納容器酸素濃度計測装置構成を図2.1-35、計装配管サポート構成を図2.1-36に示す。

### (2) 材料および使用条件

酸素濃度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-47に、使用条件を表2.1-48に示す。

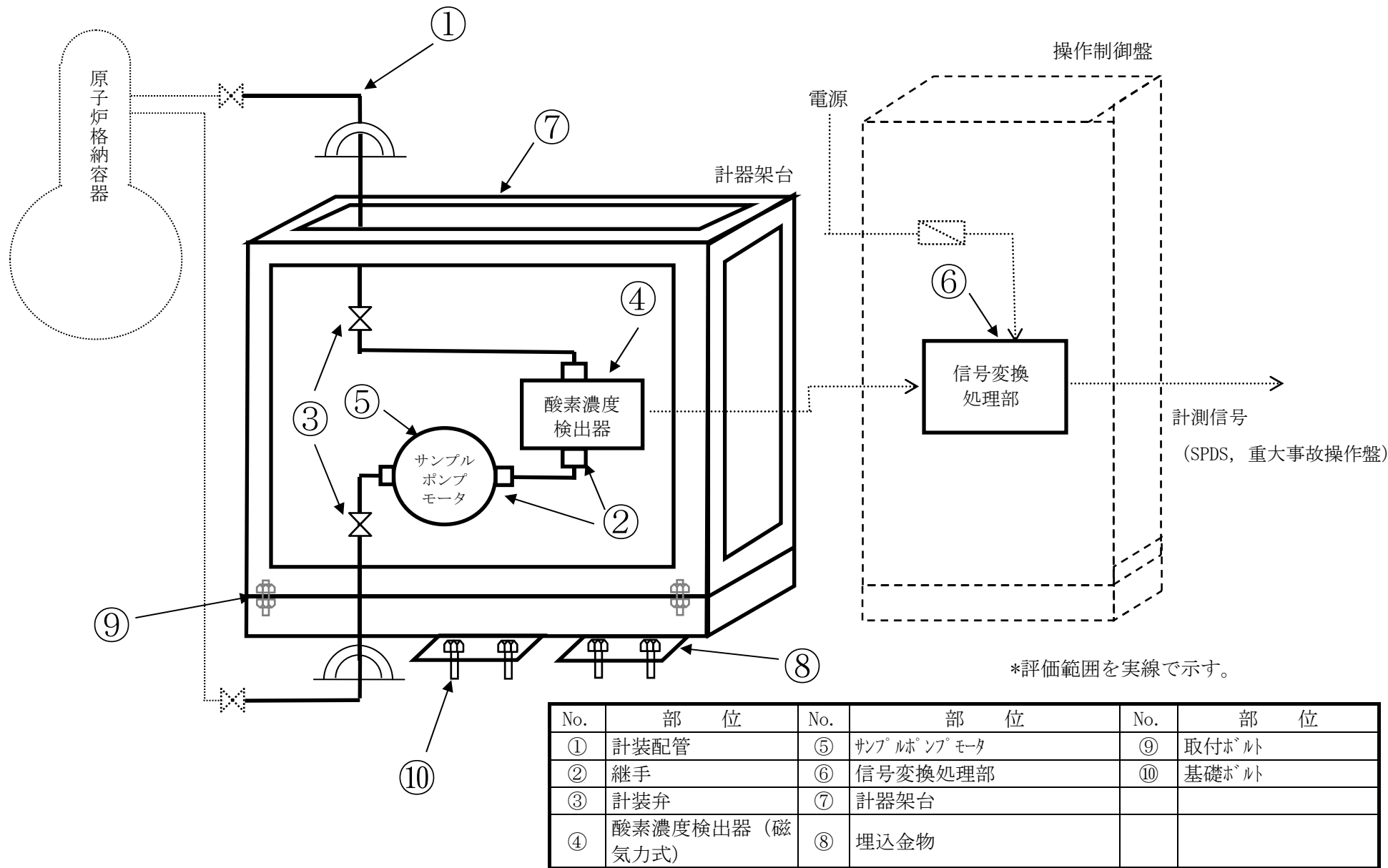


図2.1-35 格納容器酸素濃度計測装置構成

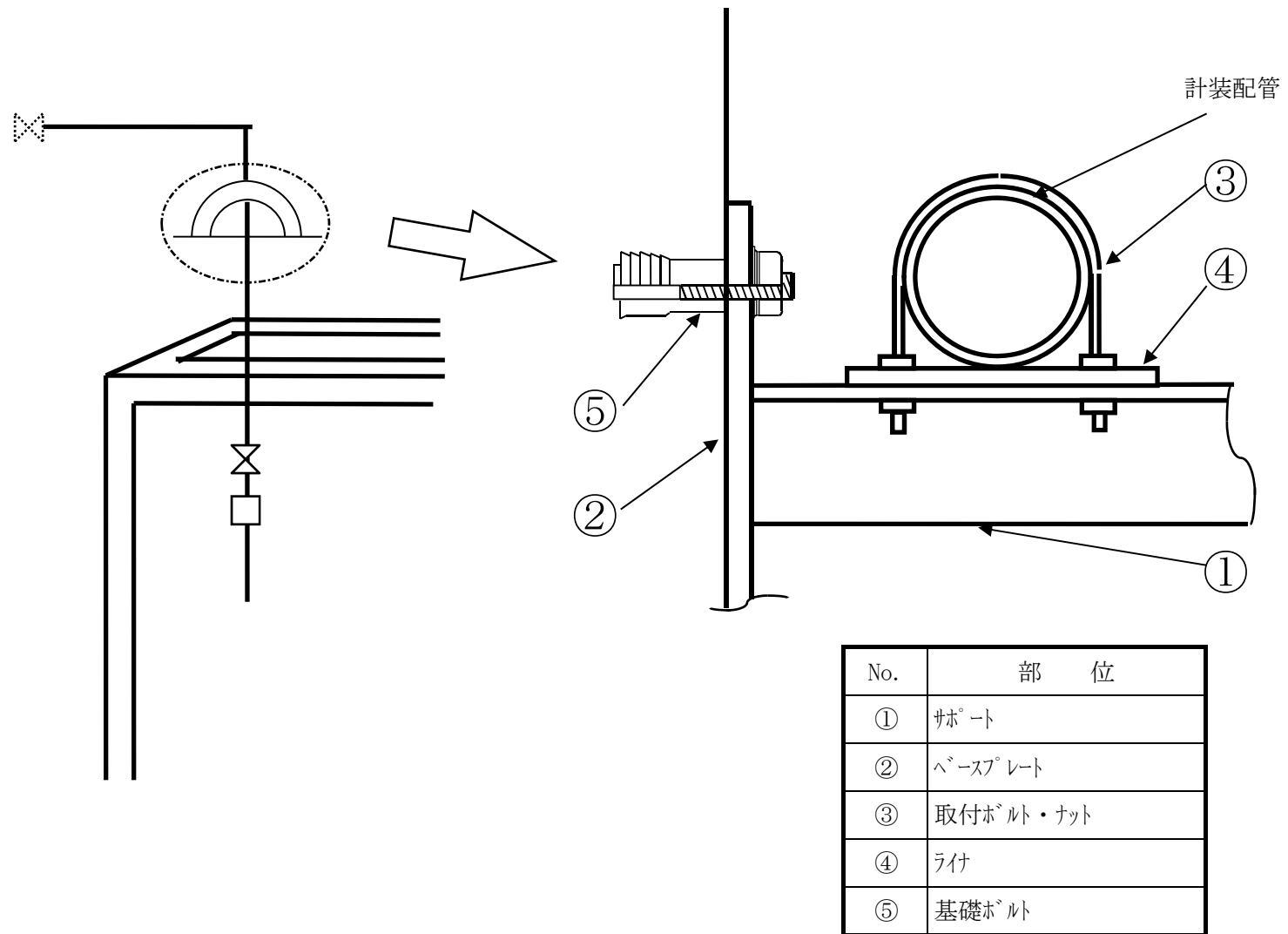


図 2.1-36 計装配管サポート構成

表2.1-47 格納容器酸素濃度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
信号伝達	計装配管		ステンレス鋼
	継手		ステンレス鋼
	計装弁		ステンレス鋼
	酸素濃度検出器（磁気力式）		（定期取替品）
	サンプルポンプモータ（低圧，交流，全閉）		銅他
	信号変換処理部		半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ*1 他
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼
		ベースプレート	炭素鋼
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼
		ライク	ステンレス鋼
		基礎ボルト	炭素鋼
	計測装置	計器架台	ステンレス鋼
		埋込金物	炭素鋼
		取付ボルト	炭素鋼
		基礎ボルト	炭素鋼

\*1：定期取替品

表2.1-48 格納容器酸素濃度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物		中央制御室／ 補助盤室
	通常運転時	重大事故等時	
—	通常運転時	重大事故等時	—
周囲温度	40℃以下	100℃	27℃*1 以下
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$4.7 \times 10^2$ Gy（最大積算値）	—
最高圧力	大気圧	6.9kPa	大気圧

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.25 燃料プール水位・温度計測装置

### (1) 構造

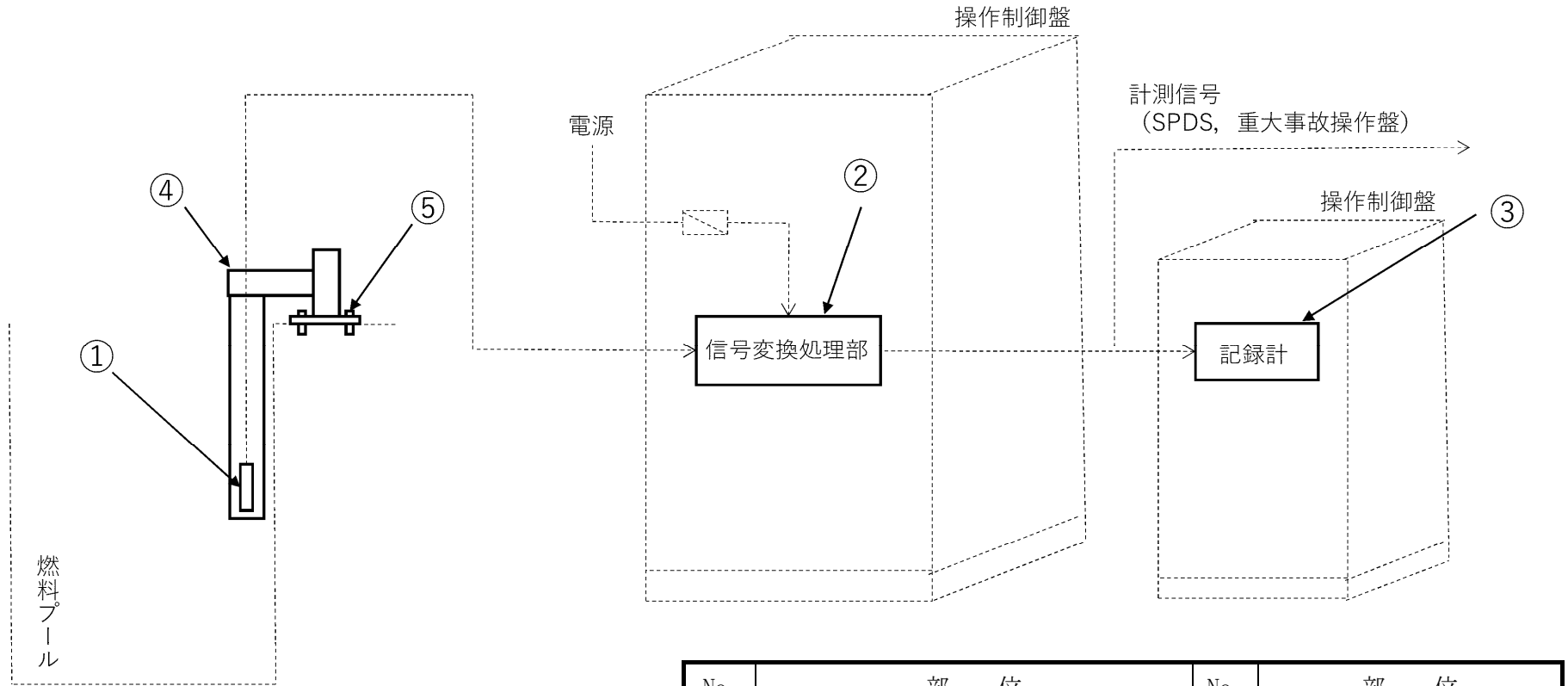
燃料プール水位・温度計測装置は、温度に対応した電気信号を出力する水位・温度検出器、検出器を固定するサポート、信号変換処理を行う信号変換処理部、その他電気回路構成部品である記録計等で構成されている。

燃料プール水位・温度計測装置の構成を図2.1-37に示す。

### (2) 材料および使用条件

燃料プール水位・温度計測装置主要部位の使用材料を表2.1-49に、使用条件を表2.1-50に示す。





\*評価範囲を実線で示す。

No.	部 位	No.	部 位
①	水位・温度検出器 (熱電対式)	④	浮子
②	信号変換処理部	⑤	基礎ボルト
③	記録計		

図 2.1-37 燃料プール水位・温度計測装置構成

表2.1-49 燃料プール水位・温度計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	水位・温度検出器（熱電対式）	絶縁物（MgO） ステンレス鋼（SUS316）他
	信号変換処理部	半導体，抵抗器，電解コンデンサ*1 他
	記録計	銅他
機器の支持	ポ ート	ステンレス鋼
	基礎ボルト	炭素鋼，樹脂*2

\*1：定期取替品

\*2：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-50 燃料プール水位・温度計測装置の使用条件

設置場所	原子炉建物（二次格内）		原子炉建物（二次格外）	中央制御室
	通常運転時	重大事故等時		
—	通常運転時	重大事故等時	—	—
周囲温度	40℃以下	100℃（最高）	40℃以下	27℃*1 以下
放射線	$2.7 \times 10^{-4}$ Gy/h	$4.7 \times 10^2$ Gy （最大積算値）	—	—
最高圧力	大気圧	6.9kPa	大気圧	大気圧

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

## 2.1.26 取水槽水位計測装置

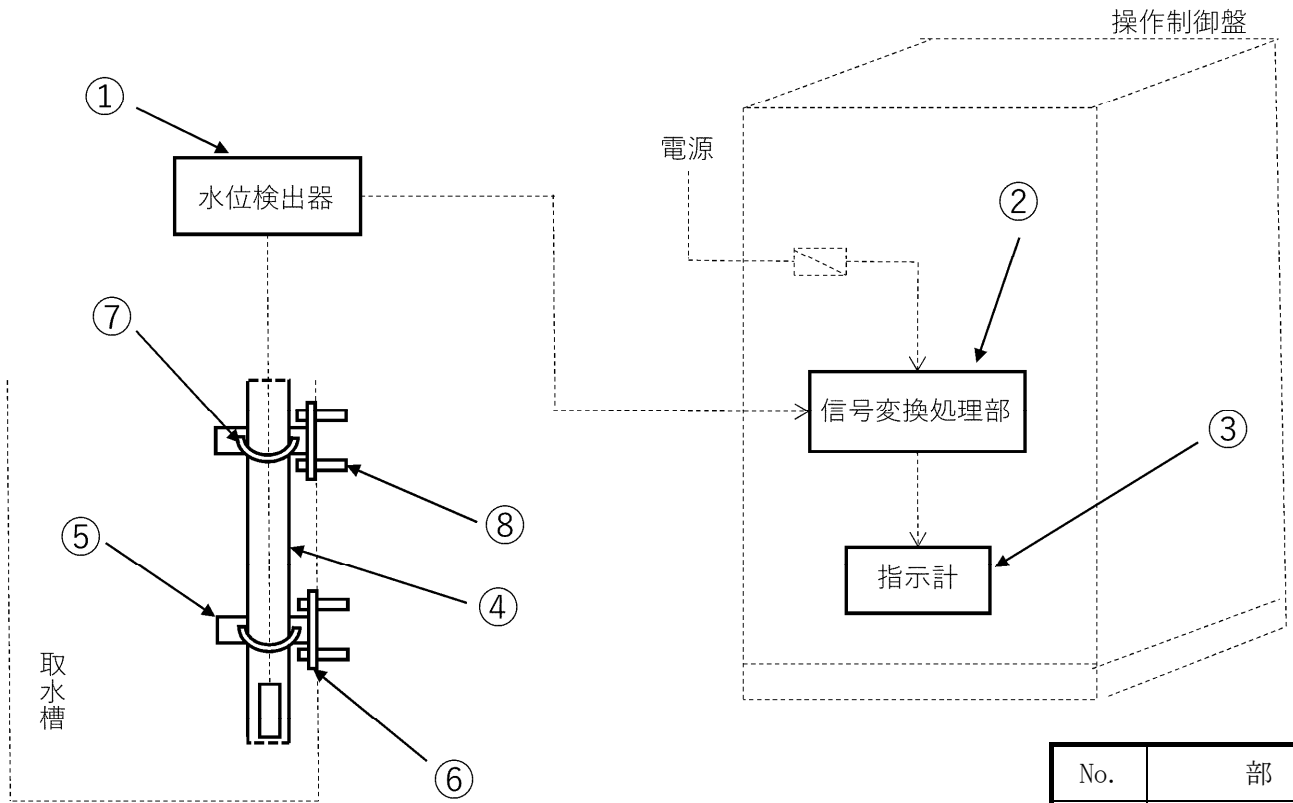
### (1) 構造

取水槽水位計測装置は、圧力を検出して電気信号に変換する水位検出器、信号変換処理を行う信号変換処理部、指示計、機器を支持するための検出器ガイド、サポート、取付ボルト、基礎ボルト等で構成されている。

取水槽水位計測装置の構成を図2.1-38に示す。

### (2) 材料および使用条件

取水槽水位計測装置主要部位の使用材料を表2.1-51に、使用条件を表2.1-52に示す。



\*評価範囲を実線で示す。

No.	部 位	No.	部 位
①	水位検出器 (圧力式)	⑤	ポート
②	信号変換処理部	⑥	ベースプレート
③	指示計	⑦	取付ボルト
④	検出器ケーブル	⑧	基礎ボルト

図 2.1-38 取水槽水位計測装置構成

表2.1-51 取水槽水位計測装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
信号伝達	水位検出器（圧力式）	ステンレス鋼（SUS316, SUS316L）他
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ*1 他
	指示計	銅他
機器の支持	検出器が`ト`	ステンレス鋼
	サポ`ト	ステンレス鋼
	ペ`ースポ`レート	ステンレス鋼, 炭素鋼
	取付ボ`ルト	ステンレス鋼
	基礎ボ`ルト	ステンレス鋼, 炭素鋼, 樹脂*2

\*1：定期取替品

\*2：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-52 取水槽水位計測装置の使用条件

設置場所	屋外	中央制御室／補助盤室
周囲温度	40℃以下	27℃*1 以下

\*1：中央制御室内および補助盤室の空調温度設定値

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

計測装置の機能は計測機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 信号伝達
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

計測装置について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（周囲温度）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ヒューズは消耗品で、Oリング、電解コンデンサ、ディスプレイ、位置検出器（リミットスイッチ式、差動トランス式）、回転速度検出器、濃度検出器（触媒式、磁気力式）、水位・温度検出器（熱電対式）、信号変換処理部は定期取替品であり、長期使用せず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)。

- a. 圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化〔原子炉圧力計測装置, 主蒸気流量計測装置, 原子炉水位計測装置〕
- b. 温度検出器 (熱電対式, 測温抵抗体式) の絶縁特性低下〔主蒸気管周囲温度計測装置, 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置〕
- c. サンプルポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の絶縁特性低下〔換気系放射線計測装置, 水素濃度計測装置, 酸素濃度計測装置, 格納容器酸素濃度計測装置〕

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの

### a. 過流量阻止弁の貫粒型応力腐食割れ〔過流量阻止弁を有する計測装置共通〕

過流量阻止弁の弁箱、弁ふたおよび弁体はステンレス鋼であり、貫粒型応力腐食割れが想定されるが、屋内空調環境に設置されており、貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 計装配管、継手および計装弁の貫粒型応力腐食割れ〔ステンレス鋼製の計装配管、継手および計装弁を有する計測装置共通〕

計装配管、継手および計装弁の弁箱、弁ふた、弁体はステンレス鋼であり、貫粒型応力腐食割れが想定されるが、屋内空調環境に設置されており、貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

なお、新規に設置される機器については、定期的に見視確認により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 計装配管、継手および計装弁の腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置〕

計装配管、継手および計装弁の弁箱、弁ふた、弁体は銅または銅合金であり、全面腐食が想定されるが、内部流体は油であり、屋内空調環境に設置されているため、全面腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

なお、新規に設置される機器については、定期的に見視確認により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



- d. 圧力検出器，流量検出器，水位検出器，放射線検出器，水素濃度検出器，酸素濃度検出器および地震加速度検出器の特性変化〔ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置，中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置，蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置，スクラム排出水容器水位計測装置，主蒸気管放射線計測装置，原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置，換気系放射線計測装置，水素濃度計測装置，酸素濃度計測装置，地震加速度計測装置，低圧原子炉代替注水流量計測装置，取水槽水位計測装置〕

圧力検出器，流量検出器，水位検出器，放射線検出器，水素濃度検出器，酸素濃度検出器，地震加速度検出器は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度が確保できなくなる等の特性変化が想定される。

しかし，定期的に特性試験で健全性を確認し，特性変化が認められた場合は，調整または取替えを行うこととしている。

また，新規に設置される機器については，定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 中性子検出器の特性変化〔APRM〕

APRMの中性子検出器は，核分裂電離箱式であるため，中性子照射によるウラン減少から感度が低下し，特性変化が想定される。

しかし，定期的に特性試験で健全性を確認し，特性変化が認められた場合は，調整または取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 圧力検出器および水位検出器の導通不良〔ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置，中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置，蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置，スクラム排出水容器水位計測装置〕

圧力検出器，水位検出器は，接点に付着する浮遊塵埃または接点表面に形成される酸化皮膜により導通不良が想定されるが，検出器は密閉構造のケースに収納され，屋内空調環境に設置されていることから，導通不良が発生する可能性は小さい。

また，定期的に動作試験で健全性を確認し，導通不良が認められた場合は，補修または取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 信号変換処理部，指示調節計および前置増幅器の特性変化〔信号変換処理部，指示調節計および前置増幅器を有する計測装置共通〕

信号変換処理部，指示調節計および前置増幅器は電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良により特性変化が想定されるが，特性変化の主要因である電解コンデンサについては，定期的に取り替えている。

さらに，電気回路の不良はマイグレーションによる基板内ICでの回路間短絡，断線が挙げられるが，設計・製造プロセスが改善されていることから，特性が変化する可能性は小さい。

また，定期的な特性試験で健全性を確認し，特性変化が認められた場合は，調整または取替えを行うこととしている。

なお，新規に設置される機器については，定期的な特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 指示計および記録計の特性変化〔指示計および記録計を有する計測装置共通〕

指示計および記録計は，長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ，精度が確保できなくなる等の特性変化が想定される。

しかし，定期的な特性試験で健全性を確認し，特性変化が認められた場合は，調整または取替えを行うこととしている。

また，新規に設置される機器については，定期的な特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 補助継電器の導通不良〔補助継電器を有する計測装置共通〕

補助継電器は接点に付着する浮遊塵埃または接点表面に形成される酸化皮膜による導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，導通不良が発生する可能性は小さい。

また，定期的な動作試験で健全性を確認し，導通不良が認められた場合は，取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 電源装置の出力不良〔電源装置を有する計測装置共通〕

電源装置は電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良により出力不良が想定されるが、出力不良の主要因である電解コンデンサについては、定期的に取り替えている。

さらに、電気回路の不良はマイグレーションによる基板内ICでの回路間短絡、断線が挙げられるが、設計・製造プロセスが改善されており、出力不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的に出力電圧測定で健全性を確認し、出力不良が認められた場合は、調整または取替えを行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. サンプルポンプモータ（低圧、交流、全閉）のフレームおよびエンドブラケットの腐食（全面腐食）〔換気系放射線計測装置、水素濃度計測装置、酸素濃度計測装置〕

サンプルポンプモータのフレームおよびエンドブラケットは鋳鉄等であり、腐食の発生が想定されるが、塗装が施されており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

なお、新規に設置される機器については、定期的を目視確認により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 計装配管サポート部の腐食（全面腐食）〔計装配管サポート部を有する計測装置共通〕

サポート、ベースプレート、支柱および取付金具は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

なお、新規に設置される機器については、定期的を目視確認により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 計器架台，サポートおよびベースプレートの腐食（全面腐食）〔炭素鋼製の計器架台，サポートおよびベースプレートを有する計測装置共通〕

計器架台，サポートおよびベースプレートは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

なお，新規に設置される機器については，定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 筐体の腐食（全面腐食）〔筐体を有する計測装置共通〕

筐体は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔格納容器酸素濃度計測装置〕

埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，新規に設置される機器については，定期的に目視確認により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔取付ボルトを有する計測装置共通〕

取付ボルトは炭素鋼または低合金鋼であり，腐食が想定されるが，塗装等により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，塗装等の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装等を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

なお，新規に設置される機器については，定期的に目視確認により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔基礎ボルトを有する計測装置共通〕

基礎ボルトの健全性評価については，「機械設備の技術評価書」にて実施するものとし，本評価書には含めていない。

r. 水位検出器，検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルトおよび基礎ボルトの腐食（孔食，隙間腐食）〔取水槽水位計測装置〕

水位検出器，検出器ガイド，サポート，ベースプレート，取付ボルトおよび基礎ボルトはステンレス鋼であり，計測対象が海水のため，接液部に腐食（孔食，隙間腐食）が想定されるが，塗装等により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，新規に設置される機器については，定期的に見視確認により健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

a. 過流量阻止弁の粒界型応力腐食割れ〔過流量阻止弁を有する計測装置共通〕

過流量阻止弁の弁箱、弁ふたおよび弁体はステンレス鋼であり、粒界型応力腐食割れが想定されるが、内部流体の温度は100℃未満であり、粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 計装配管、継手および計装弁の粒界型応力腐食割れ〔ステンレス鋼製の計装配管、継手および計装弁を有する計測装置共通〕

計装配管、継手および計装弁の弁箱、弁ふた、弁体はステンレス鋼であり、粒界型応力腐食割れが想定されるが、内部流体の温度は100℃未満であり、粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 中性子検出器の機械的損傷〔APRM〕

APRMの中性子検出器は、原子炉内で高速中性子照射の影響を受け、照射誘起型応力腐食割れや照射脆化等の機械的損傷が想定されるが、電力共同研究の研究結果から、高速中性子照射14snvtでは構造材の強度、伸びの限界値に十分余裕があるとの結果が得られており、これに基づき、社内マニュアルにおいて高速中性子照射量12snvtを管理値として定め、適切に取替えを実施することとしていることから、構造材に機械的損傷が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔後打ちケミカルアンカを有する計測装置共通〕

基礎ボルトの健全性評価については、「機械設備の技術評価書」にて実施するものとし、本評価書には含めていない。

表2.2-1 (1/26) 原子炉圧力計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	信号特性変化		
信号伝達	過流量阻止弁		ステンレス鋼				▲*3 △*4					*1：Oリング *2：電解コンデンサ *3：粒界型応力腐食割れ *4：貫粒型応力腐食割れ *5：出力不良
	計装配管，継手		ステンレス鋼				▲*3 △*4					
	計装弁		ステンレス鋼				▲*3 △*4					
	圧力伝送器（ダイヤフラム式）	◎*1	ステンレス鋼，Oリング他							○		
	信号変換処理部	◎*2	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他							△		
	指示計		銅他							△		
	記録計		銅他							△		
	補助継電器		銅他						△			
	電源装置	◎*2	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他								△*5	
機器の支持	計装配管	サポート		炭素鋼		△						
		ベースプレート		炭素鋼		△						
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼								
		ライフ		ステンレス鋼								
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (2/26) ほう酸水注入ポンプ潤滑油圧力計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	計装配管, 継手		ステンレス鋼				△*1					*1: 貫粒型応力腐食割れ
	圧力検出器 (バルブ管式)		ステンレス鋼他						△	△		
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	計装配管	ナット	炭素鋼		△							
		支柱	炭素鋼		△							
		バンド	ステンレス鋼									
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼									

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)



表2.2-1 (3/26) 中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ差圧計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	計装配管, 継手		銅, 銅合金		△							*1: 後打ちケカルンカ *2: 樹脂の劣化
	計装弁		銅合金		△							
	圧力検出器 (ハース式)		ステンレス鋼他						△	△		
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	計装配管	サポート		炭素鋼		△						
		ベースプレート		炭素鋼		△						
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼								
		ライク		ステンレス鋼								
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
基礎ボルト			炭素鋼, 樹脂*1		△						▲*2	

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)

表2.2-1 (4/26) 蒸気加減弁急速閉用油圧計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	計装配管, 継手		ステンレス鋼				▲*1△*2					*1:粒界型応力腐食割れ *2:貫粒型応力腐食割れ
	計装弁		ステンレス鋼				▲*1△*2					
	圧力検出器 (シールドピストン式)		ステンレス鋼他						△	△		
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼		△							
		ベースプレート	炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼									
		ライク	ステンレス鋼									
		基礎ボルト	炭素鋼		△							
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (5/26) 主蒸気管周囲温度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	温度検出器（熱電対式）		絶縁物，ステンレス鋼他					○				*1：電解コンデンサ *2：後打ちケミカルアンカ *3：出力不良 *4：樹脂の劣化
	電源装置	◎*1	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他								△*3	
	信号変換処理部	◎*1	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他							△		
	指示計		銅他							△		
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	サポート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		炭素鋼		△							
	取付金具		ステンレス鋼									
	取付ボルト・ナット		ステンレス鋼									
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*2		△						▲*4	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (6/26) 中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	温度検出器 (測温抵抗体式)		白金, 絶縁物, ステンレス鋼他					○			*1: 電解コンデンサ	
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他							△		
	指示調節計	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他							△		
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	継手		ステンレス鋼									

○: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表2.2-1 (7/26) 主蒸気流量計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	過流量阻止弁		ステンレス鋼				▲*3 △*4				*1：Oリング *2：電解コンデンサ *3：粒界型応力腐食割れ *4：貫粒型応力腐食割れ *5：出力不良	
	計装配管，継手		ステンレス鋼				▲*3 △*4					
	計装弁		ステンレス鋼				▲*3 △*4					
	差圧伝送器（ダイヤフラム式）	◎*1	ステンレス鋼，Oリング他						○			
	信号変換処理部		半導体，抵抗器他						△			
	補助継電器		銅他						△			
	電源装置	◎*2	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他							△*5		
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼		△							
		ベースプレート	炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼									
		バンド	ステンレス鋼									
		基礎ボルト	炭素鋼		△							
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (8/26) 原子炉水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	過流量阻止弁		ステンレス鋼				▲*3 △*4					*1：Oリング *2：電解コンデンサ *3：粒界型応力腐食割れ *4：貫粒型応力腐食割れ *5：出力不良
	計装配管，継手		ステンレス鋼				▲*3 △*4					
	計装弁		ステンレス鋼				▲*3 △*4					
	差圧伝送器（ダイヤフラム式）	◎*1	ステンレス鋼，Oリング他							○		
	信号変換処理部		半導体，抵抗器他							△		
	電源装置	◎*2	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他								△*5	
	補助継電器		銅他							△		
機器の支持	計装配管	サポート		炭素鋼		△						
		ベースプレート		炭素鋼		△						
		取付ボルト・ナット		ステンレス鋼								
		ライフ		ステンレス鋼								
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (9/26) スクラム排水容器水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	計装配管, 継手		ステンレス鋼				▲*1△*2				*1:粒界型応力腐食割れ *2:貫粒型応力腐食割れ	
	水位検出器 (フロート式)		ステンレス鋳鋼, チタン合金他						△	△		
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	計器架台		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (10/26) APRMに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	中性子検出器 (核分裂電離箱式)		ステンレス鋼, ウラン他							△	▲*2	*1: 電解コンデンサ *2: 機械的損傷 *3: 出力不良
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他							△		
	電源装置	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他								△*3	
	補助継電器		銅他						△			
	ディスプレイ	◎	—									
	記録計		銅他							△		

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)



表2.2-1 (11/26) 主蒸気管放射線計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	放射線検出器 (イオンチェンバ式)		電離箱他								△	*1：電解コンデンサ *2：後打ちケミカルアンカ *3：樹脂の劣化
	前置増幅器		アルミニウム，半導体他								△	
	信号変換処理部	◎*1	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他								△	
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*2		△						▲*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2. 2-1 (12/26) 原子炉棟排気高レンジ放射線計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	放射線検出器(半導体式)		半導体他								△	*1：電解コンデンサ *2：後打ちケミカルアンカ *3：樹脂の劣化
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他								△	
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂*2		△						▲*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (13/26) 換気系放射線計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	計装配管, 継手		ステンレス鋼				▲*2△*3					*1: 電解コンデンサ *2: 粒界型応力腐食割れ *3: 貫粒型応力腐食割れ
	計装弁		ステンレス鋼				▲*2△*3					
	放射線検出器 (シンチレーション式)		シンチレータ他							△		
	前置増幅器		鉄, 半導体他							△		
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他							△		
	補助継電器		銅他						△			
	サンプルポンプモータ		銅他		△			○				
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼		△							
		ベースプレート	炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼									
		ライク	ステンレス鋼									
		基礎ボルト	炭素鋼		△							
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						

○: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)

表2.2-1 (14/26) 水素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	計装配管, 継手		ステンレス鋼他				▲*2△*3					*1:電解コンデンサ *2:粒界型応力腐食割れ *3:貫粒型応力腐食割れ
	計装弁		ステンレス鋼他				▲*2△*3					
	水素濃度検出器(熱伝導式)		半導体, 抵抗器他							△		
	サンプルポンプモータ(低圧, 交流, 全閉)		銅他		△			○				
	信号変換処理部		半導体, 抵抗器他							△		
	記録計	◎*1	モータ, 半導体, 電解コンデンサ, 電子部品他							△		
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼		△							
		ベースプレート	炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼									
		ライク	ステンレス鋼									
		基礎ボルト	炭素鋼		△							
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (15/26) 酸素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	計装配管, 継手		ステンレス鋼他				▲*2△*3				*1:電解コンデンサ *2:粒界型応力腐食割れ *3:貫粒型応力腐食割れ	
	計装弁		ステンレス鋼他				▲*2△*3					
	酸素濃度検出器(磁気風式)		ステンレス鋼他						△			
	サンプルポンプモータ(低圧, 交流, 全閉)		銅他		△			○				
	信号変換処理部		半導体, 抵抗器他						△			
	記録計	◎*1	モータ, 半導体, 電解コンデンサ, 電子部品他						△			
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼		△							
		ベースプレート	炭素鋼		△							
		取付ボルト・ナット	ステンレス鋼									
		ライク	ステンレス鋼									
		基礎ボルト	炭素鋼		△							
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (16/26) 主蒸気隔離弁位置計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	位置検出器 (リミットスイッチ式)	◎	—									
	補助継電器		銅他						△			
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (17/26) 原子炉隔離時冷却系蒸気加減弁開度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	位置検出器 (差動トランス式)	◎	—									*1：電解コンデンサ *2：出力不良
	信号変換処理部		半導体，抵抗器他							△		
	電源装置	◎*1	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他								△*2	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (18/26) 原子炉隔離時冷却タービン回転速度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	回転速度検出器 (電磁ピックアップ式)	◎	—									*1：電解コンデンサ *2：出力不良
	信号変換処理部		半導体，抵抗器他							△		
	補助継電器		銅他						△			
	指示計		銅他							△		
	電源装置	◎*1	半導体，抵抗器，電解コンデンサ他								△*2	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）



表2.2-1 (19/26) 地震加速度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	地震加速度検出器 (倒立振子式)		ステンレス鋼, 炭素鋼, 銅他								△	
	補助継電器		銅他							△		
	ヒューズ <sup>※</sup>	◎	—									
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (20/26) 低圧原子炉代替注水流量計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	流量検出器 (クランプ式)		ステンレス鋼他								△	*1: 後打ちケカルアノカ *2: 樹脂の劣化
	信号変換処理部		半導体, 可変抵抗器他								△	
機器の支持	計器架台		炭素鋼		△							
	取付ボルト		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂*1		△						▲*2	

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)

表2.2-1 (21/26) 燃料プール水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	水位検出器 (ガイドパルス式)		ステンレス鋼他									
	信号変換処理部		半導体, 可変抵抗器他							△		
機器の支持	計器架台		ステンレス鋼									
	取付ボルト		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (22/26) ドライウェル水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	水位検出器（電極式）		高ニッケル合金他								*1：電解コンデンサ	
	信号変換処理部	◎*1	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
機器の支持	計器架台		ステンレス鋼									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (23/26) 原子炉建物水素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	濃度検出器（触媒式）	◎	—									*1：電解コンデンサ *2：後打ちケミカルアンカ *3：樹脂の劣化
	信号変換処理部	◎*1	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ他							△		
機器の支持	計器架台		炭素鋼		△							
	取付ボルト		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*2		△						▲*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (24/26) 格納容器酸素濃度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	計装配管, 継手		ステンレス鋼他				▲*2△*3				*1:電解コンデンサ *2:粒界型応力腐食割れ *3:貫粒型応力腐食割れ *4:後打ちケミカルアンカ *5:樹脂の劣化	
	計装弁		ステンレス鋼他				▲*2△*3					
	酸素濃度検出器(磁気力式)	◎	—									
	サンプルポンプモータ(低圧, 交流, 全閉)		銅他					○				
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他							△		
機器の支持	計装配管	サポート	炭素鋼		△							
		ベースプレート	炭素鋼		△							
		取付ホルト・ナット	ステンレス鋼									
		ラケ	ステンレス鋼									
		基礎ホルト	炭素鋼		△							
	計測装置	計器架台		炭素鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△						
		取付ホルト		炭素鋼		△						
		基礎ホルト		炭素鋼, 樹脂*4		△					▲*5	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (25/26) 燃料プール水位・温度計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	水位・温度検出器(熱電対式)	◎	絶縁物, ステンレス鋼								*1: 電解コンデンサ *2: 後打ちケミカルアンカ *3: 樹脂の劣化	
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他							△		
	記録計		銅他							△		
機器の支持	サポート		ステンレス鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂*2		△						▲*3	

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象以外)

表2.2-1 (26/26) 取水槽水位計測装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化		
信号伝達	水位検出器 (圧力式)		ステンレス鋼他		△*2					△		*1: 電解コンデンサ *2: 孔食, 隙間腐食 *3: 後打ちケミカルシカ *4: 樹脂の劣化
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ他							△		
	指示計		銅他							△		
機器の支持	検出器がっ付		ステンレス鋼		△*2							
	サポート		ステンレス鋼		△*2							
	ベースプレート		ステンレス鋼, 炭素鋼		△*2							
	取付ホルト		ステンレス鋼		△*2							
	基礎ホルト		ステンレス鋼, 炭素鋼, 樹脂*3		△*2						▲*4	

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)



## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 圧力伝送器〔原子炉圧力計測装置〕および差圧伝送器〔主蒸気流量計測装置，原子炉水位計測装置〕の特性変化

#### a. 事象の説明

圧力伝送器および差圧伝送器は，長期間の使用による検出部（ダイヤフラム他）の変形や電気回路部の抵抗器の導通不良等により，特性が変化（入出力異常）する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

圧力伝送器，差圧伝送器の特性が変化する可能性がある部位を図 2.3-1 に示す。

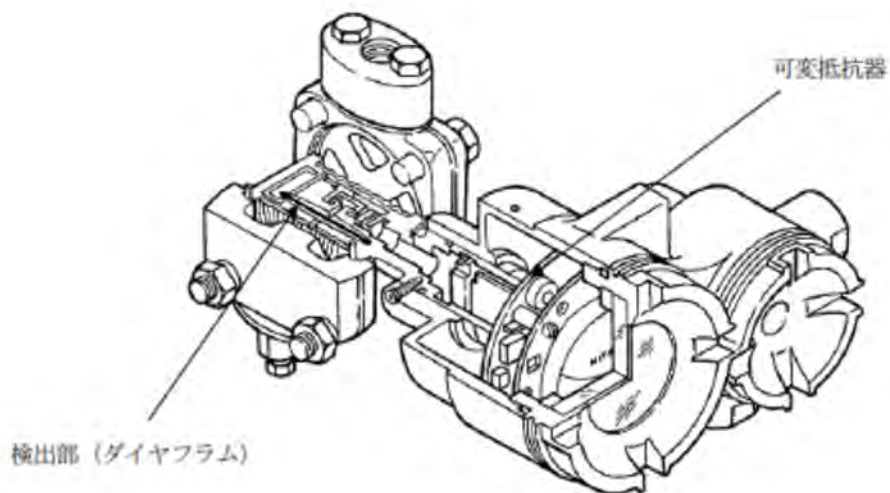


図 2.3-1 伝送器外観，内部構造図

b. 技術評価

(a) 健全性評価

圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については、実機同等品により通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

また、重大事故等時雰囲気内において信号伝達が求められることから、実機同等品により長期健全性試験を実施し、この結果に基づき、重大事故等時雰囲気内での健全性を評価した。

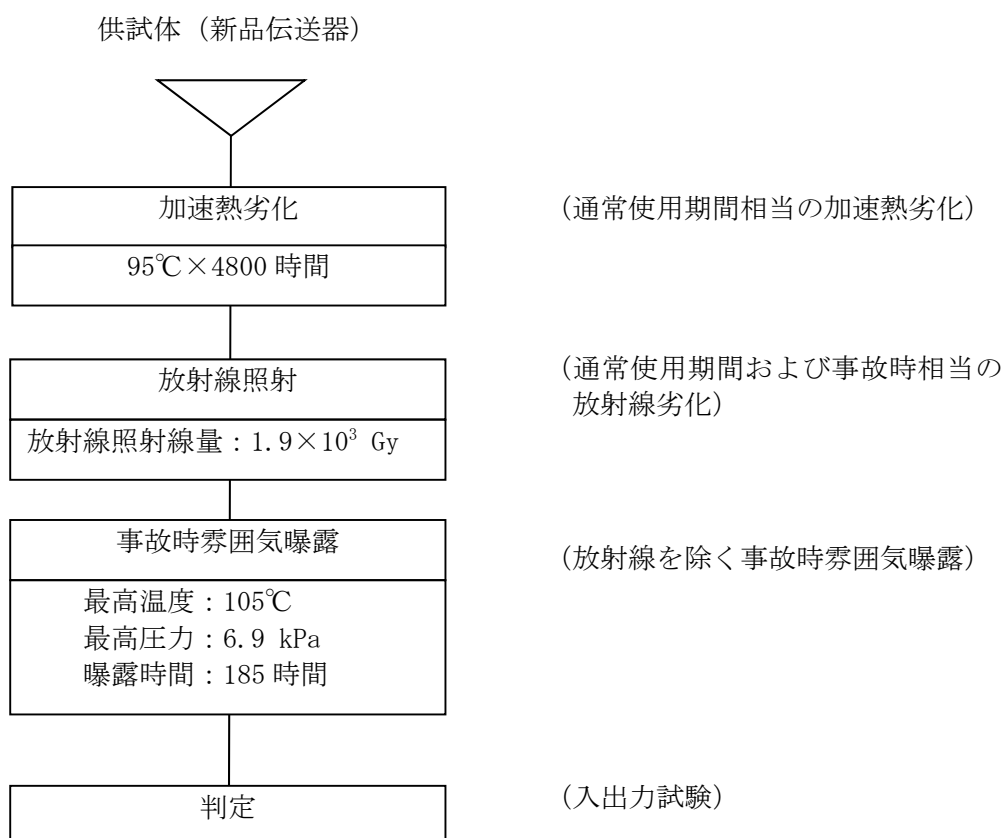


図 2.3-2 圧力伝送器，差圧伝送器の長期健全性試験手順（設計基準事故，重大事故等）

表 2.3-1 圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	95℃×4800 時間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃）に対して，約 20 年間の運転時間を包絡する。
放射線照射	1.9×10 <sup>3</sup> Gy	島根 2 号炉で想定される線量約 1.9×10 <sup>3</sup> Gy（20 年間の通常運転期間約 5.0×10 <sup>1</sup> Gy に事故時線量 1.8×10 <sup>3</sup> Gy を加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：105℃ 最高圧力：6.9kPa 時間：185 時間	島根 2 号炉の事故時の最高温度（100℃），最高圧力（6.9 kPa）を包絡する。

表 2.3-2 圧力伝送器および差圧伝送器の長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験内容	判定基準	結果
入出力試験	0～100%校正	計器ハソの±10%	良

図 2.3-2 の試験条件は，表 2.3-1，2.3-2 に示すとおり，島根 2 号炉の約 20 年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し，判定基準を満足している。

よって，圧力伝送器および差圧伝送器は約 20 年間の通常運転および事故時雰囲気において特性を維持できるものと評価できる。

#### (b) 現状保全

圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については，定期的に圧力伝送器および差圧伝送器を含む各装置の特性試験（入出力試験，ループ試験）を実施し，急激な特性変化が無いことを確認しており，必要に応じて調整を行っている。

また，新規に設置される機器については，定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

なお，初期の特性状態からの急激な変化が認められた場合には，取替えを行うこととしている。

#### (c) 総合評価

圧力，差圧伝送器については，事故時雰囲気特性が著しく変化する可能性は小さいと評価できることから，点検時に初期の特性状態から急激な変化が認められない場合，健全性評価期間を超えた使用が可能と判断できる。また，現状保全を実施していくとともに，必要に応じて適切に取替えを行うことで，運転開始から 60 年間の通常運転および事故時雰囲気において特性を維持できると判断する。

#### c. 高経年化への対応

圧力伝送器および差圧伝送器の特性変化については，現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き，現状保全を継続していく。

(2) 温度検出器（熱電対式，測温抵抗体式）の絶縁特性低下〔主蒸気管周囲温度計測装置，中央制御室冷凍機蒸発器出口冷水温度計測装置〕

a. 事象の説明

温度検出器（熱電対式，測温抵抗体式）は，外被（金属製）の内部に検出素子と絶縁素材（マグネシア粉末（無機質））が隙間なく充填され，さらに有機物（エポキシ樹脂）で絶縁素材を封止している構造となっている。この有機物は，熱による物性変化，絶縁物に付着する塵埃等，熱的，電氣的，環境的要因による経年劣化が進行することで，封止性が低下し，絶縁素材へ水分が侵入して絶縁特性が低下する可能性があることから，経年劣化に対する評価が必要である。

なお，温度検出器は静止型の低圧機器であるため，機械的，電氣的な劣化は起きないと考えられる。

封止性が低下する可能性のある部位を図 2.3-3 に示す。

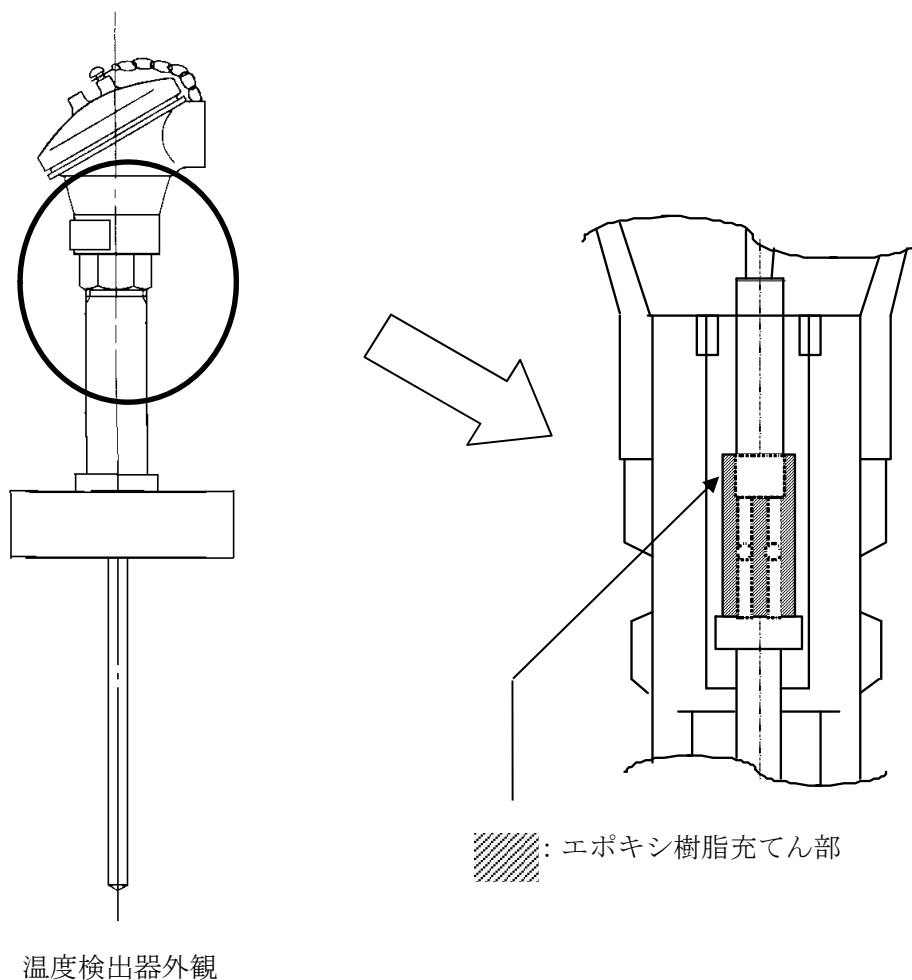


図 2.3-3 温度検出器（熱電対式，測温抵抗体式）の封止性低下発生部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

温度検出器（熱電対式）の絶縁特性低下については、実機同等品による設計基準事故時雰囲気を考慮した健全性試験を実施した。

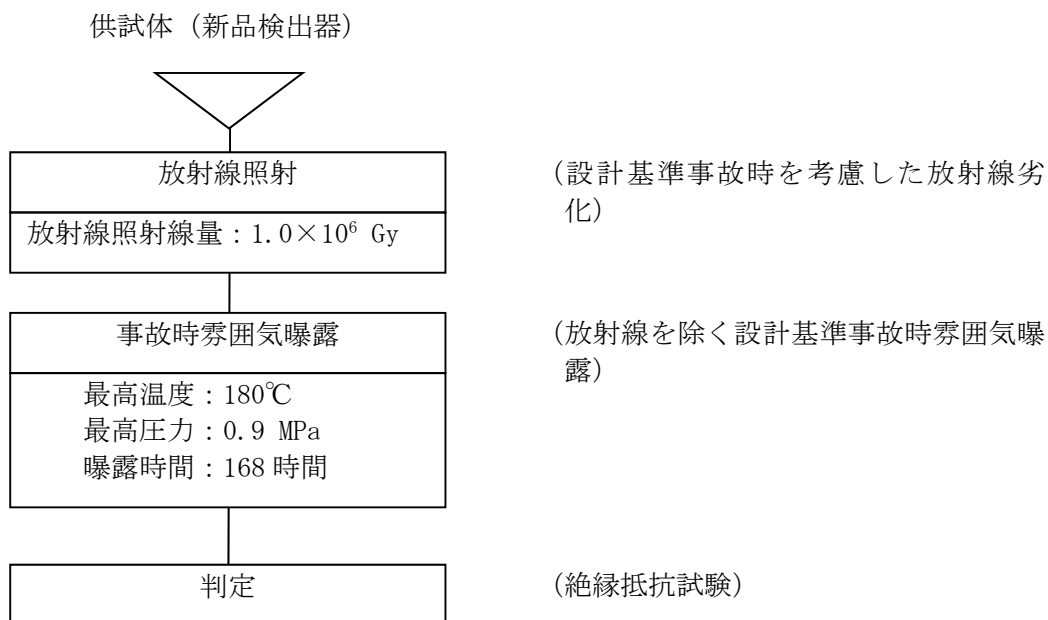


図 2.3-4 温度検出器（熱電対式）の健全性試験手順

表 2.3-3 温度検出器（熱電対式）の健全性試験条件

試験項目	試験条件	説明
放射線照射	$1.0 \times 10^6$ Gy	島根 2 号炉で想定される線量約 $1.6 \times 10^4$ Gy (60 年間の通常運転期間約 $1.5 \times 10^4$ Gy に設計基準事故時線量 $4.5 \times 10^2$ Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：180°C 最高圧力：0.9 MPa 時間：168 時間	島根 2 号炉の原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（60°C）に対して、60 年間の運転時間と設計基準事故時の最高温度（171°C）、最高圧力（14kPa）を包絡する。

表 2.3-4 温度検出器（熱電対式）の健全性試験結果

項目	判定基準	結果
絶縁抵抗測定	5MΩ 以上	良

図 2.3-4 の試験条件は、表 2.3-3～表 2.3-4 に示すとおり、島根 2 号炉の約 60 年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

よって、60 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気においても絶縁特性を維持できると評価できる。

温度検出器（測温抵抗体式）の絶縁特性低下については、エポキシ樹脂の経年劣化により、封止性が低下し、絶縁素材へ水分が侵入して発生する。エポキシ樹脂の封止性低下については、保守実績より最も影響を及ぼす要因は環境的劣化と考えられる。

温度検出器は設置環境の温度が低く、また、塵埃付着による影響も小さいと考えるが、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。

ただし、機能確認を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。

#### (b) 現状保全

温度検出器（熱電対式，測温抵抗体式）の絶縁特性低下については、定期的に動作試験を実施し、健全性を確認しており、異常が認められた場合には取替えを行うこととしている。

#### (c) 総合評価

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある温度検出器（熱電対式）については、運転開始から 60 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気において絶縁特性を維持できると判断する。

温度検出器（測温抵抗体式）については、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、設計基準事故時雰囲気における動作要求のある温度検出器（熱電対式）と同様に動作試験により絶縁特性低下またはその兆候は検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで、今後も健全性は維持できると判断する。

#### c. 高経年化への対応

温度検出器（熱電対式，測温抵抗体式）の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

(3) サンプルポンプモータ（低圧，交流，全閉）の絶縁特性低下〔換気系放射線計測装置，水素濃度計測装置，酸素濃度計測装置〕

サンプルポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，低圧ポンプモータと同一であることから，「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 圧力計測装置
- ② 温度計測装置
- ③ 流量計測装置
- ④ 水位計測装置
- ⑤ 中性子束計測装置
- ⑥ 放射線計測装置
- ⑦ 回転速度計測装置
- ⑧ 濃度計測装置

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

- a. 圧力伝送器，差圧伝送器および圧力検出器の特性変化〔圧力計測装置，流量計測装置，水位計測装置〕

代表機器と同様に，圧力伝送器および差圧伝送器は，長期間の使用による検出部（ダイヤフラム他）の変形や電気回路部の抵抗器の導通不良等により，特性が変化（入出力異常）する可能性がある。

しかし，定期的に圧力伝送器，差圧伝送器および圧力検出器を含む各装置の特性試験を実施しており，今後もこの保全を継続し，特性変化を監視していくとともに，必要に応じて取替等の適切な対応をとることとする。

よって，圧力伝送器，差圧伝送器および圧力検出器の特性変化については，現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

- b. 温度検出器の絶縁特性低下〔温度計測装置〕

代表機器と同様に，温度検出器は絶縁物のシール材に有機物をしており，絶縁特性が低下する可能性がある。

しかし，定期的に温度検出器の絶縁抵抗測定を実施しており，今後もこの保全を継続し，絶縁抵抗を監視していくとともに，必要に応じて取替等の適切な対応をとることとする。

よって，温度検出器の絶縁特性低下については，現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。



c. 水位検出器（フロート式）の特性変化〔水位計測装置〕

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある水位検出器（フロート式）については、実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

図 3.1-1 の試験条件は、表 3.1-1～表 3.1-2 に示すとおり、島根 2 号炉の約 27 年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある水位検出器（フロート式）については、第 17 回定検に取替えを実施していることから、約 56 年間の通常運転および設計基準事故時雰囲気においても必要な特性を維持できると評価できる。

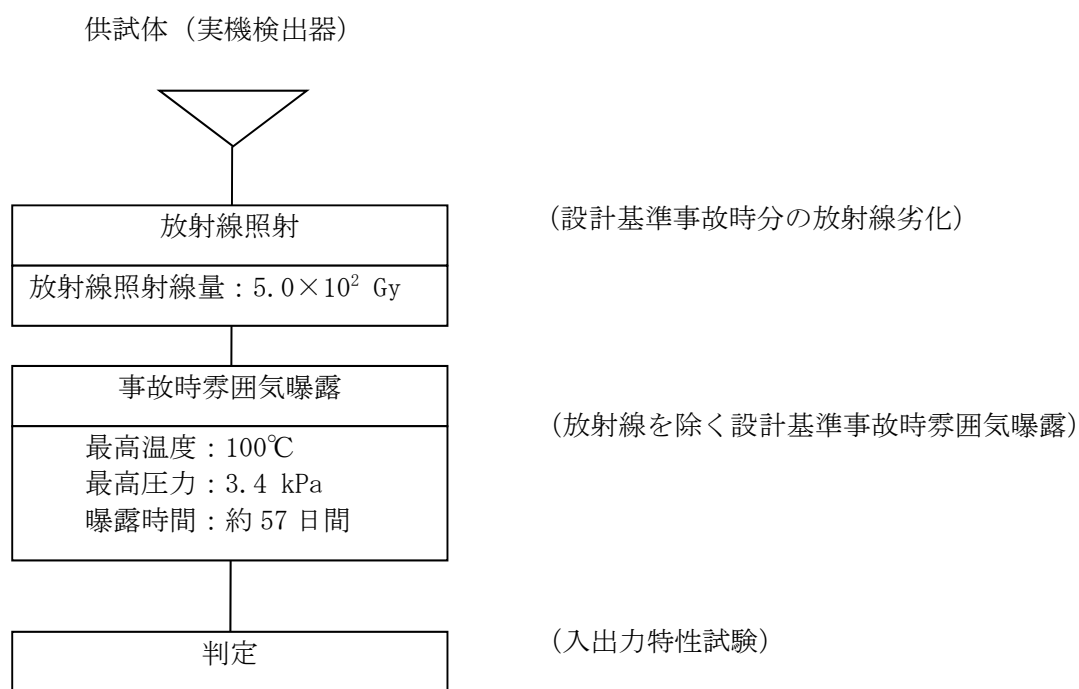


図 3.1-1 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験手順（設計基準事故）

表 3.1-1 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験条件（設計基準事故）

	試験条件	説明
経年劣化	約 27 年間	実機環境で使用していたものを供試体とした。
放射線照射	$5.0 \times 10^2$ Gy	島根 2 号炉で想定される設計基準事故時線量 $4.5 \times 10^2$ Gy を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：3.4kPa 時間：約 57 日間	島根 2 号炉の設計基準事故時の最高温度(100℃)、最高圧力(3.4 kPa)を包絡する。

表 3.1-2 水位検出器（フロート式）の長期健全性試験結果（設計基準事故）

項目		試験内容	判定基準	結果	判定
作 動 試 験	設定水位	計器仕様表に示す値以内であることを確認する。	100mm ± 10mm	100mm - 4mm	良
	切断差		10～30mm	20mm	良

水位検出器については、点検において初期の特性状態からの大きな変化は確認可能であり、初期の特性状態から大きく変わっていない場合には、健全性評価期間を超えての使用が可能と判断する。

よって、水位検出器（フロート式）の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

d. 中性子源領域計測装置（以下、SRM という）および中間領域計測装置（以下、IRM という）前置増幅器の特性変化〔中性子束計測装置〕

SRM および IRM 前置増幅器については、実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気考慮した長期健全性試験を実施した。

また、重大事故等時雰囲気内において信号伝達が求められることから、実機同等品により長期健全性試験を実施し、この結果に基づき、重大事故等時雰囲気内での健全性を評価した。

図 3.1-2 の試験条件は、表 3.1-3～表 3.1-4 に示すとおり、島根 2 号炉の約 10 年間の運転期間を想定した劣化条件および設計基準事故時環境条件を包絡し、結果は判定基準を満足している。

なお、SRM および IRM 前置増幅器の事故時雰囲気における放射線照射量は、信号変換処理部（半導体）等に影響が現れる放射線照射量に対し十分小さいため、長期健全性試験において放射線照射は実施していない。

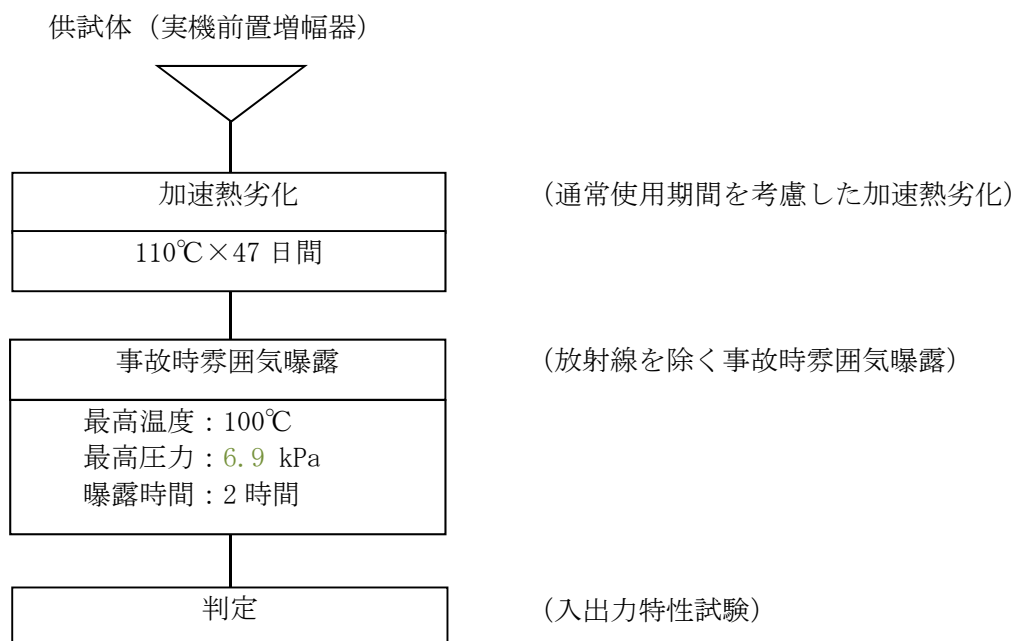


図 3.1-2 SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験手順（設計基準事故、重大事故等）

表 3.1-3 SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
加速熱劣化	(前置増幅器) 約 10 年間	実機環境で使用していたものを供試体とした。
	(SRM/IRM 前置増幅器盤) 110℃×47 日間	原子炉格納容器外（原子炉建物内）の周囲温度最高値（40℃）に対して，約 10 年間の運転期間を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：100℃ 最高圧力：6.9kPa 時間：2 時間	島根 2 号炉の事故時の最高温度（100℃），最高圧力（6.9kPa）を包絡している。

表 3.1-4 SRM および IRM 前置増幅器の長期健全性試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験内容	判定基準	結果
パルス波特性	パルス信号を与え，その時の出力特性を評価する。	出力特性：基準値±2%	良

SRM および IRM 前置増幅器については，点検において初期の特性状態からの大きな変化は確認可能であり，初期の特性状態から大きく変わっていない場合には，健全性評価期間を超えての使用が可能と判断する。

よって，SRM および IRM 前置増幅器の特性変化については，現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

e. 放射線検出器（イオンチェンバ式）の特性変化〔放射線計測装置〕

設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある放射線検出器（イオンチェンバ式）については，実機同等品による通常環境および設計基準事故時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

また，重大事故等時雰囲気内において信号伝達が求められることから，実機同等品により長期健全性試験を実施し，この結果に基づき，重大事故等時雰囲気内での健全性を評価した。

図 3.1-3 の試験条件は，表 3.1-5～表 3.1-6 に示すとおり，島根 2 号炉の 60 年間の運転期間を想定した劣化条件および事故時環境条件を包絡し，結果は判定基準を満足している。

なお，事故時雰囲気内で機能要求のある放射線検出器（イオンチェンバ式）には有機物が使用されていないため，通常運転時相当の熱劣化試験は実施していない。

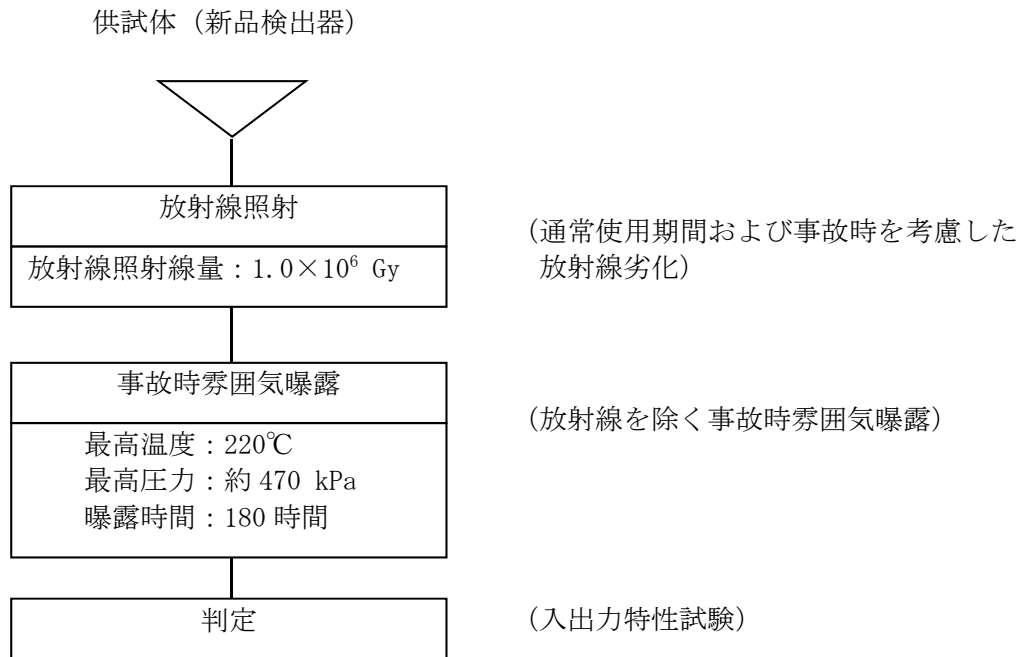


図 3.1-3 放射線検出器（イオンチェンバ式）の長期健全性試験手順  
(設計基準事故，重大事故等)

表 3.1-5 放射線検出器（イオンチェンバ式）の耐環境試験条件（設計基準事故，重大事故等）

	試験条件	説明
放射線照射	$1.0 \times 10^6$ Gy	島根 2 号炉で想定される線量約 $4.5 \times 10^5$ Gy (60 年間の通常運転時線量約 $8.4 \times 10^4$ Gy に事故時線量 $3.6 \times 10^5$ Gy を加えた線量) を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：220°C 最高圧力：約 470kPa 時間：180 時間	島根 2 号炉の事故時の最高温度 (200°C)，最高圧力 (6.9kPa) を包絡する。

表 3.1-6 放射線検出器（イオンチェンバ式）の耐環境試験結果（設計基準事故，重大事故等）

項目	試験内容	判定基準	結果	
			放射線後	LOCA 後
絶縁特性	ケースに電圧を印加し，各コネクタに流れる電流を測定	各々について抵抗値が $1 \times 10^8 \Omega$ 以上であること	良	良
直線性試験	検出器に $\gamma$ 線を照射した際の出力量を測定	各線量率において基準感度の $\pm 20\%$ 以内	良	良
飽和特性試験	検出器に $\gamma$ 線を照射した際の出力量を測定	各印加電圧 (600V, 1000V) において電流比 $I_{600}/I_{1000}$ が 0.9 以上	良	良

また，放射線検出器を含む各装置の特性試験を実施しており，今後もこの保全を継続し，特性変化を監視していくとともに，必要に応じて取替等の適切な対応をとることとする。

なお，新規に設置される機器については，定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

よって、放射線検出器（イオンチェンバ式）の特性変化については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。

f. サンプルポンプモータ（低圧，交流，全閉）の絶縁特性低下〔濃度計測装置（熱伝導式）〕

代表機器と同様に、サンプルポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は、低圧ポンプモータと同一であることから、「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 過流量阻止弁の貫粒型応力腐食割れ〔過流量阻止弁を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、過流量阻止弁の弁箱、弁ふたおよび弁体はステンレス鋼であり、貫粒型応力腐食割れが想定されるが、屋内空調環境に設置されており、貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

また、新規に設置される機器については、定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. 計装配管、継手および計装弁の貫粒型応力腐食割れ〔ステンレス鋼製の計装配管、継手および計装弁を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、計装配管、継手および計装弁の弁箱、弁ふた、弁体はステンレス鋼であり、貫粒型応力腐食割れが想定されるが、屋内空調環境に設置されており、貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

また、新規に設置される機器については、定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. 圧力伝送器、圧力検出器、流量検出器、差圧伝送器、水位検出器、放射線検出器、回転数検出器、水素濃度検出器および酸素濃度検出器の特性変化〔圧力計測装置、流量計測装置、水位計測装置（ダイヤフラム式）、水位計測装置（フロート式）、放射線計測装置、回転数計測装置、および濃度計測装置（熱伝導式）共通〕

代表機器と同様に、圧力伝送器、圧力検出器、流量検出器、差圧伝送器、水位検出器、放射線検出器、回転速度検出器および水素濃度検出器は、長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ、精度が確保できなくなる等の特性変化が想定される。

しかし、定期的に特性試験で健全性を確認し、特性変化が認められた場合は、調整または取替えを行うこととしている。

また、新規に設置される機器については、定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 中性子検出器の特性変化〔中性子束計測装置〕

代表機器と同様に、中性子検出器は、核分裂電離箱式であるため、中性子照射によるウラン減少から感度が低下し、特性変化が想定される。

しかし、定期的に特性試験で健全性を確認し、特性変化が認められた場合は、調整または取替えを行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 圧力検出器および水位検出器の導通不良〔圧力計測装置（ブルドン管式）および水位計測装置（フロート式）共通〕

代表機器と同様に、圧力検出器、水位検出器は、接点に付着する浮遊塵埃または接点表面に形成される酸化皮膜により導通不良が想定されるが、検出器は密閉構造のケースに収納され、屋内空調環境に設置されていることから、導通不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験で健全性を確認し、導通不良が認められた場合は、補修または取替えを行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 信号変換処理部、指示調節計および前置増幅器の特性変化〔信号変換処理部、指示調節計および前置増幅器を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、信号変換処理部、指示調節計および前置増幅器は電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良により特性変化が想定されるが、特性変化の主要因である電解コンデンサについては、定期的に取り替えている。

さらに、電気回路の不良はマイグレーションによる基板内ICでの回路間短絡、断線が挙げられるが、設計・製造プロセスが改善されていることから、特性が変化する可能性は小さい。

また、定期的に特性試験で健全性を確認し、特性変化が認められた場合は、調整または取替えを行うこととしている。

また、新規に設置される機器については、定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 指示計および記録計の特性変化〔指示計および記録計を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、指示計および記録計は、長期間の使用に伴い指示特性に誤差が生じ、精度が確保できなくなる等の特性変化が想定される。

しかし、定期的に特性試験で健全性を確認し、特性変化が認められた場合は、調整または取替えを行うこととしている。

また、新規に設置される機器については、定期的に特性試験により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 電源装置の出力不良〔電源装置を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、電源装置は電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良により出力不良が想定されるが、出力不良の主要因である電解コンデンサについては、定期的に取り替えている。

さらに、電気回路の不良はマイグレーションによる基板内ICでの回路間短絡、断線が挙げられるが、設計・製造プロセスが改善されており、出力不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的に出力電圧測定で健全性を確認し、出力不良が認められた場合は、調整または取替えを行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 補助継電器の導通不良〔補助継電器を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、補助継電器は接点に付着する浮遊塵埃または接点表面に形成される酸化皮膜による導通不良が想定されるが、屋内空調環境に設置されており、導通不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的な動作試験で健全性を確認し、導通不良が認められた場合は、取替えを行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 計装配管サポート部の腐食（全面腐食）〔計装配管サポート部を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、サポート、ベースプレート、支柱は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 計器架台の腐食（全面腐食）〔炭素鋼製の計器架台を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、計器架台は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的な目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



l. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔取付ボルトを有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装等により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装等の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装等を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

また、新規に設置される機器については、定期的に目視点検により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 筐体の腐食（全面腐食）〔筐体を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、筐体は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

また、新規に設置される機器については、定期的に目視点検により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔濃度計測装置（熱伝導式）〕

代表機器と同様に、埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、新規に設置される機器については、定期的に目視点検により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔基礎ボルトを有する計測装置共通〕

基礎ボルトの健全性評価については、「機械設備の技術評価書」にて実施するものとし、本評価書には含めていない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 過流量阻止弁の粒界型応力腐食割れ〔過流量阻止弁を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、過流量阻止弁の弁箱、弁ふたおよび弁体はステンレス鋼であり、粒界型応力腐食割れが想定されるが、内部流体の温度は100℃未満であり、粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 計装配管、継手および計装弁の粒界型応力腐食割れ〔ステンレス鋼製の計装配管、継手および計装弁を有する計測装置共通〕

代表機器と同様に、計装配管、継手および計装弁の弁箱、弁ふた、弁体はステンレス鋼であり、粒界型応力腐食割れが想定されるが、内部流体の温度は100℃未満であり、粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 中性子検出器の機械的損傷〔中性子計測装置〕

SRMおよびIRM検出器は、原子炉内で高速中性子照射の影響を受け、照射誘起型応力腐食割れや照射脆化等の機械的損傷が想定される。

しかし、SRMおよびIRM検出器はプラント起動／停止時のみ挿入しているため、中性子照射量は少なく、構造材に機械的損傷が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔後打ちケミカルアンカを有する計測装置共通〕

基礎ボルトの健全性評価については、「機械設備の技術評価書」にて実施するものとし、本評価書には含めていない。

## 2. 補助継電器盤

[対象補助継電器盤]

- ① スクラムソレノイドヒューズ盤
- ② 非常用電気室空調換気継電器盤
- ③ 高圧炉心スプレイ系非常用電気室空調換気継電器盤
- ④ 残留熱除去系・低圧炉心スプレイ系継電器盤
- ⑤ 高圧炉心スプレイ系継電器盤
- ⑥ 原子炉隔離時冷却系継電器盤
- ⑦ 格納容器隔離継電器盤
- ⑧ 原子炉保護継電器盤
- ⑨ 自動減圧継電器盤
- ⑩ 原子炉補助継電器盤
- ⑪ 非常用ガス処理系・可燃性ガス濃度制御系・主蒸気隔離弁リーク制御系継電器盤
- ⑫ ドライウェル水位計／ペDESTAL水位計用継電器盤

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	2-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	2-1
1.2 代表機器の選定 .....	2-1
2. 代表機器の技術評価 .....	2-3
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	2-3
2.1.1 原子炉保護継電器盤 .....	2-3
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	2-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	2-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	2-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	2-8
3. 代表機器以外への展開 .....	2-10
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	2-10
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	2-11

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用されている主要な補助継電器盤の仕様を表1-1に示す。

これらの補助継電器盤を型式および設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

型式および設置場所を分類基準とし、補助継電器盤を表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度の観点から、代表機器を選定するものとする。

#### (1) 補助継電器盤（自立型，屋内）

このグループには、12種の補助継電器盤が属するが、原子炉保護上の重要性から原子炉保護継電器盤を代表機器とする。

表1-1 補助継電器盤のグループ化と代表機器

分類基準		機器名称 (面数)	仕様(W×D×H) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (°C)		
自立型	屋内	スクラムソルトヒューズ盤 (8)	1,000×400×1,300	MS-1	原子炉建物	40以下	重要度 (原子炉保護上の重要性)	
		非常用電気室空調換気継電器盤 (2)	800×1,000×2,300	MS-2	原子炉建物	40以下		
		高圧炉心スプレィ系非常用電気室空調換気継電器盤 (1)	800×1,000×2,300	MS-2	原子炉建物	40以下		
		残留熱除去系・低圧炉心スプレィ系継電器盤 (2)	800×900×2,300	MS-1, 重*2	補助盤室	27以下		
		高圧炉心スプレィ系継電器盤 (1)	800×900×2,300	MS-1, 重*2	補助盤室	27以下		
		原子炉隔離時冷却系継電器盤 (1)	800×900×2,300	MS-1, 重*2	補助盤室	27以下		
		格納容器隔離継電器盤 (2)	800×900×2,300	MS-1	補助盤室	27以下		
		原子炉保護継電器盤 (2)	2,400×900×2,300	MS-1	補助盤室	27以下		◎
		自動減圧継電器盤 (2)	800×900×2,300	MS-1	補助盤室	27以下		
		原子炉補助継電器盤 (2)	1,600×900×2,300	MS-1, 重*2	補助盤室	27以下		
			800×900×2,300					
		非常用ガス処理系・可燃性ガス濃度制御系・主蒸気隔離弁リーク制御系継電器盤 (2)	800×900×2,300	MS-1	補助盤室	27以下		
トライヴェル水位計／ペデスタル水位計用継電器盤*3 (1)	700×300×1,700	重*2	補助盤室	27以下				

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の補助継電器盤について技術評価を実施する。

### ① 原子炉保護継電器盤

#### 2.1 構造, 材料および使用条件

##### 2.1.1 原子炉保護継電器盤

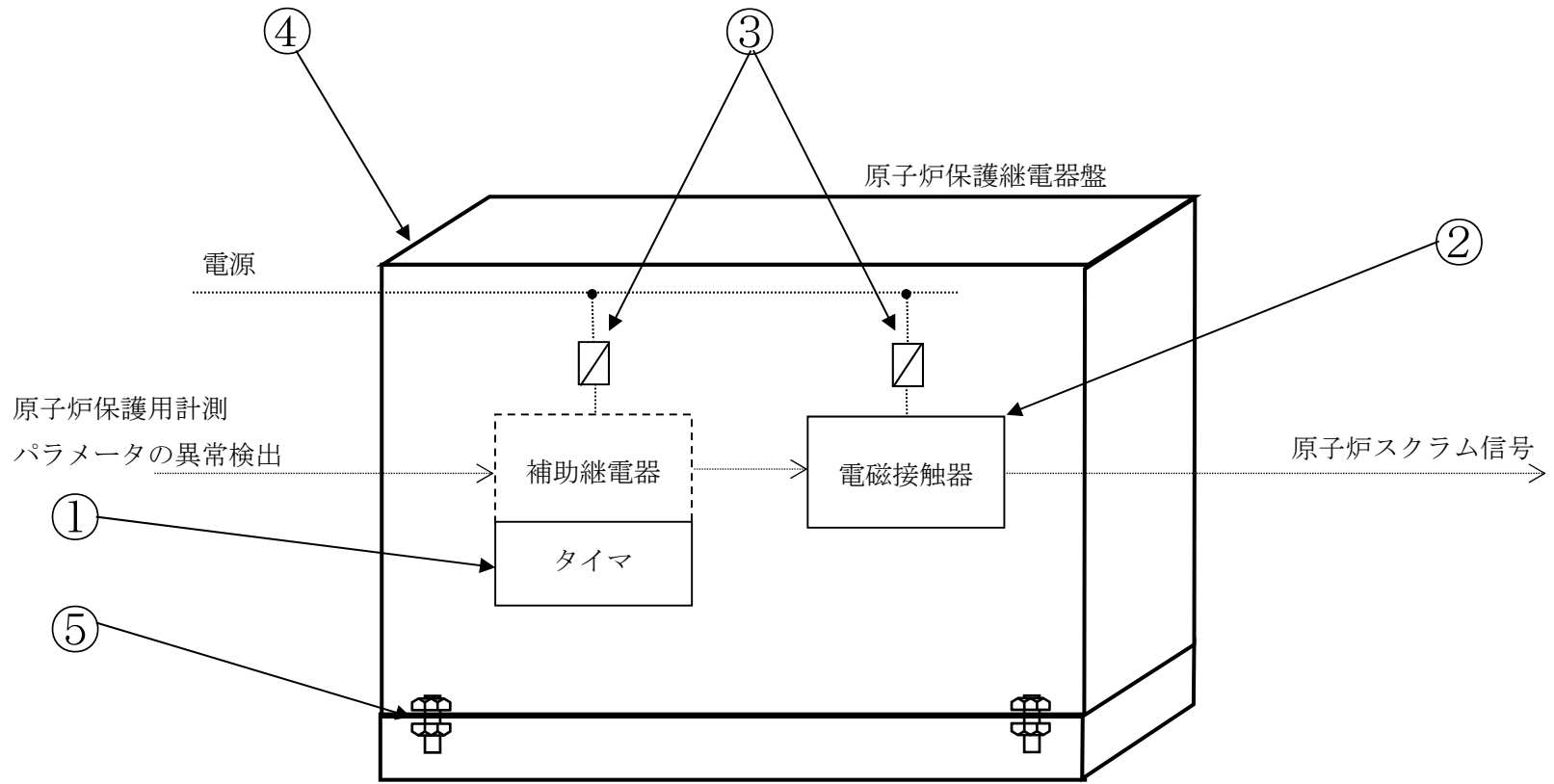
###### (1) 構造

原子炉保護継電器盤は, 寸法2,400 mm (W) ×900 mm (D) ×2,300 mm (H) の自立盤を2面構成で設置しており, 「1. 計測装置」で評価する異常検出時のリレーロジックを構成する補助継電器のほかに, その他電気回路構成品であるタイマ, 電磁接触器およびヒューズ, 機器を支持するための筐体, 取付ボルトで構成されている。

原子炉保護継電器盤の構成を図2.1-1に示す。

###### (2) 材料および使用条件

原子炉保護継電器盤主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。



\*破線部は、1. 計測装置で評価

No.	部位	No.	部位
①	タイマ	④	筐体
②	電磁接触器	⑤	取付ボルト
③	ヒューズ		

図2.1-1 原子炉保護継電器盤構成



表2.1-1 原子炉保護継電器盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
機器異常 信号処理	タイマ	(定期取替品)
	電磁接触器	銅他
	ヒューズ <sup>※</sup>	(消耗品)
機器の支持	筐体	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-2 原子炉保護継電器盤の使用条件

設置場所	補助盤室
周囲温度	27℃ <sup>*1</sup> 以下

\*1：補助盤室の空調温度設定値

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉保護継電器盤の機能は原子炉保護機能であり，機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 機器異常信号処理
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

原子炉保護継電器盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（周囲温度）および現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお，消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ヒューズは消耗品で，タイマは定期取替品であり，長期使用せず取替えを前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 電磁接触器の導通不良

電磁接触器は、接点に付着する浮遊塵埃または接点表面に形成される酸化皮膜による導通不良が想定されるが、屋内空調環境に設置されていることから、導通不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作確認で健全性を確認し、導通不良が認められた場合は、取替えを行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装等により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装等の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装等を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 原子炉保護継電器盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他		
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化			
機器異常 信号処理	タイマ	◎	—										
	電磁接触器		銅他						△				
	ヒューズ	◎	—										
機器の支持	筐体		炭素鋼		△								
	取付ボルト		炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① スクラムソレノイドヒューズ盤
- ② 非常用電気室空調換気継電器盤
- ③ 高圧炉心スプレイ系非常用電気室空調換気継電器盤
- ④ 残留熱除去系・低圧炉心スプレイ系継電器盤
- ⑤ 高圧炉心スプレイ系継電器盤
- ⑥ 原子炉隔離時冷却系継電器盤
- ⑦ 格納容器隔離継電器盤
- ⑧ 自動減圧継電器盤
- ⑨ 原子炉補助継電器盤
- ⑩ 非常用ガス処理系・可燃性ガス濃度制御系・主蒸気隔離弁リーク制御系継電器盤
- ⑪ ドライウェル水位計／ペDESTAL水位計用継電器盤

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様に、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 筐体の腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、筐体は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装等により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、塗装等の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装等を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔スクラムソレノイドヒューズ盤〕

埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部は塗装を施している。コンクリート埋設部についてはコンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化はほとんど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認または巡視時の見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに必要に応じて補修を行うこととしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔ドライウェル水位計／ペDESTAL水位計用継電器盤〕

基礎ボルトの健全性評価については、「機械設備の技術評価書」にて実施するものとし、本評価書には含めていない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

#### a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔ドライウェル水位計／ペDESTAL水位計用継電器盤〕

基礎ボルトの健全性評価については、「機械設備の技術評価書」にて実施するものとし、本評価書には含めていない。

### 3. 操作制御盤

[対象操作制御盤]

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| ① 原子炉隔離時冷却タービン制御盤                            | ③① 計装弁隔離計装盤                           |
| ② ほう酸水注入系操作箱                                 | ③② 重大事故操作盤                            |
| ③ 起動領域モニタ／中間領域モニタ駆動装置盤                       | ③③ 燃料プール水位計変換器盤                       |
| ④ 起動領域モニタ／中間領域モニタ前置増幅器盤                      | ③④ 原子炉建物水素濃度変換器盤                      |
| ⑤ 中央制御装置室外原子炉停止制御盤                           | ③⑤ ディーゼル発電機速度検出器用変換器箱                 |
| ⑥ 原子炉棟空調換気制御盤                                | ③⑥ 安全パラメータ表示システム (SPDS)<br>およびデータ伝送設備 |
| ⑦ 中央制御室冷凍機制御盤                                | ③⑦ 燃料プール冷却制御盤                         |
| ⑧ 安全設備制御盤                                    | ③⑧ HERMETIS制御ユニット                     |
| ⑨ 原子炉補機制御盤                                   | ③⑨ 第1ベントフィルタスクラブ容器水位計収納箱              |
| ⑩ 原子炉制御盤                                     | ④⑩ 原子炉建物水素濃度計盤                        |
| ⑪ タービン補機制御盤                                  | ④① 原子炉建物オペフロ水素濃度計測盤                   |
| ⑫ 所内電気盤                                      | ④② 衛星電話設備                             |
| ⑬ 安全設備補助制御盤                                  | ④③ 無線通信設備                             |
| ⑭ 起動領域モニタ盤                                   | ④④ 統合原子力防災ネットワークに<br>接続する通信連絡設備       |
| ⑮ 出力領域モニタ盤                                   | ④⑤ 監視カメラ制御盤                           |
| ⑯ 移動式炉内モニタ制御盤                                | ④⑥ 燃料プール熱電対式水位計制御盤                    |
| ⑰ プロセス放射線モニタ制御盤                              |                                       |
| ⑱ 高圧炉心スプレイ系トリップ設定器盤                          |                                       |
| ⑲ 原子炉保護トリップ設定器盤                              |                                       |
| ⑳ 空調換気制御盤                                    |                                       |
| ㉑ 窒素ガス制御盤                                    |                                       |
| ㉒ 原子炉プロセス計測盤                                 |                                       |
| ㉓ タービンプロセス計測盤                                |                                       |
| ㉔ タービン補助盤                                    |                                       |
| ㉕ アクシデントマネジメント設備制御盤                          |                                       |
| ㉖ 格納容器H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 濃度計盤    |                                       |
| ㉗ 格納容器H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 濃度計演算器盤 |                                       |
| ㉘ 共通盤  |                                       |
| ㉙ 配管周囲温度トリップ設定器盤                             |                                       |
| ㉚ 工学的安全施設トリップ設定器盤                            |                                       |



## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	3-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	3-1
1.2 代表機器の選定 .....	3-1
2. 代表機器の技術評価 .....	3-6
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	3-6
2.1.1 原子炉制御盤 .....	3-6
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	3-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	3-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	3-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	3-11
3. 代表機器以外への展開 .....	3-13
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	3-14
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	3-14

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用されている主要な操作制御盤の仕様を表1-1に示す。

これらの操作制御盤を型式および設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

型式および設置場所を分類基準とし、操作制御盤を表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度の観点から、代表機器を選定するものとする。

#### (1) 操作制御盤（自立型，屋内）

このグループには、46種の操作制御盤が属するが、原子炉保護上の重要性から原子炉制御盤を代表機器とする。

表1-1 (1/4) 操作制御盤のグループ化と代表機器

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×D×H) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (°C)		
自立型	屋内	原子炉隔離時冷却タービン制御盤 (1)	1,000×1,000×2,300	MS-1	原子炉建物	40以下	重要度 (原子炉保護上の重要性)	
		ほう酸水注入系操作箱 (1)	800×400×1,500	MS-1, 重*2	原子炉建物	40以下		
		起動領域モータ/中間領域モータ駆動装置盤 (2)	1,400×800×1,900	MS-1	原子炉建物	40以下		
		起動領域モータ/中間領域モータ前置増幅器盤 (4)	1,000×600×1,200	MS-1, 重*2	原子炉建物	40以下		
		中央制御装置室外原子炉停止制御盤 (2)	1,600×900×2,300	MS-2, 重*2	原子炉建物	40以下		
			1,800×900×2,300					
		原子炉棟空調換気制御盤 (1)	1,400×1,400×2,300	MS-1	原子炉建物	40以下		
		中央制御室冷凍機制御盤 (2)	1,200×1,400×2,300	MS-1	廃棄物処理建物	40以下		
		安全設備制御盤 (1)	3,500×1,505×2,300	MS-1, 重*2,	中央制御室	27以下		
		原子炉補機制御盤 (2)	2,820×1,505×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下		
			2,520×1,505×2,300					
		原子炉制御盤 (1)	3,660×1,505×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下		◎
		タービン補機制御盤 (1)	3,740×1,505×2,300	MS-2	中央制御室	27以下		
		所内電気盤 (1)	2,180×1,505×2,300	MS-1	中央制御室	27以下		
		安全設備補助制御盤 (1)	2,520×1,505×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下		
起動領域モータ盤 (2)	1,240×900×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下				
出力領域モータ盤 (5)	800×900×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下				

\*1: 最上位の重要度を示す。

\*2: 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

表1-1 (2/4) 操作制御盤のグループ化と代表機器

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×D×H) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (°C)		
自立型	屋内	移動式炉内モニタ制御盤 (1)	1,600×900×2,300	MS-1	中央制御室	27以下		
		プロセス放射線モニタ制御盤 (1)	4,000×900×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下		
		高圧炉心スプレイ系トリップ設定器盤 (1)	800×900×2,300	MS-1, 重*2	補助盤室	27以下		
		原子炉保護トリップ設定器盤 (4)	800×900×2,300	MS-1	補助盤室	27以下		
		空調換気制御盤 (1)	3,200×900×2,300	MS-1	中央制御室	27以下		
		窒素ガス制御盤 (1)	1,600×900×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下		
		原子炉プロセス計測盤 (2)	2,400×900×2,300	MS-1, 重*2	補助盤室	27以下		
			1,600×900×2,300					
		タービンプロセス計測盤 (1)	2,400×900×2,300	MS-2	補助盤室	27以下		
		タービン補助盤 (1)	2,400×900×2,300	MS-2	中央制御室	27以下		
		アクシメントマネジメント設備制御盤 (1)	800×900×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下		
		格納容器H2/O2濃度計盤 (2)	800×900×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下		
		格納容器H2/O2濃度計演算器盤 (2)	800×900×2,300	MS-2, 重*2	補助盤室	27以下		
		共通盤 (2)	1,600×1,020×2,300	MS-1, 重*2	中央制御室	27以下		
			1,600×1,420×2,300					
		配管周囲温度トリップ設定器盤 (2)	800×900×2,300	MS-2	中央制御室	27以下		
工学的安全施設トリップ設定器盤 (2)	800×900×2,300	MS-1, 重*2	補助盤室	27以下				
計装弁隔離計装盤 (1)	1,600×900×2,300	MS-1	中央制御室	27以下				

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

表1-1 (3/4) 操作制御盤のグループ化と代表機器

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×D×H) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (°C)		
自立型	屋内	レーザー発電機速度検出器用変換器箱 (3)	350×280×600	MS-1	原子炉建物	40以下		
		重大事故操作盤 (11) *3	800×1,000×1,900	重*2	廃棄物処理建物 ／補助盤室	27以下		
			800×900×2,300					
		燃料プール水位計変換器盤 (1) *3	730×914×1,800	重*2	原子炉建物	40以下		
		原子炉建物水素濃度変換器盤 (1) *3	1,000×1,000×2,300	重*2	原子炉建物	40以下		
		安全パラメータ表示システム(SPDS)およびデータ伝送設備 (6) *3	800×900×2300	重*2	計算機室/ 原子炉建物/ 緊急時対策所	27以下 /40以下		
			700×600×600					
800×1000×2300								
燃料プール冷却制御盤 (1) *3	800×900×2300	重*2	中央制御室	27以下				

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

表1-1 (4/4) 操作制御盤のグループ化と代表機器

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×D×H) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*1	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (°C)		
自立型	屋内	HERMETIS制御ユニット (1) *3	1424×640×2255	重*2	原子炉建物	40以下		
		第1ベントフィルタスクラフ容器水位計収納箱 (1) *3	840×575×1000	重*2	第1ベントフィルタ格納槽	40以下		
		原子炉建物水素濃度計盤 (1) *3	900×300×1400	重*2	原子炉建物	40以下		
		原子炉建物ホフ水素濃度計測盤 (1) *3	800×900×2300	重*2	中央制御室	27以下		
		衛星電話設備 (2) *3	1090×400×1255	重*2	原子炉建物／緊急時対策所	40以下		
			900×450×1800					
		無線通信設備 (2) *3	1090×400×1255	重*2	中央制御室／緊急時対策所	40以下		
			900×450×1800					
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備 (1) *3	800×1000×2300	重*2	緊急時対策所	40以下		
監視カメラ制御盤 (1) *3	600×550×1400	重*2, 設*4	中央制御室	27以下				
燃料プール熱電対式水位計制御盤 (2) *3	800×1000×2300	重*2	原子炉建物	40以下				

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器。

\*4：設計基準対象施設として評価対象とした機器および構造物を示す。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の操作制御盤について技術評価を実施する。

### ① 原子炉制御盤

#### 2.1 構造, 材料および使用条件

##### 2.1.1 原子炉制御盤

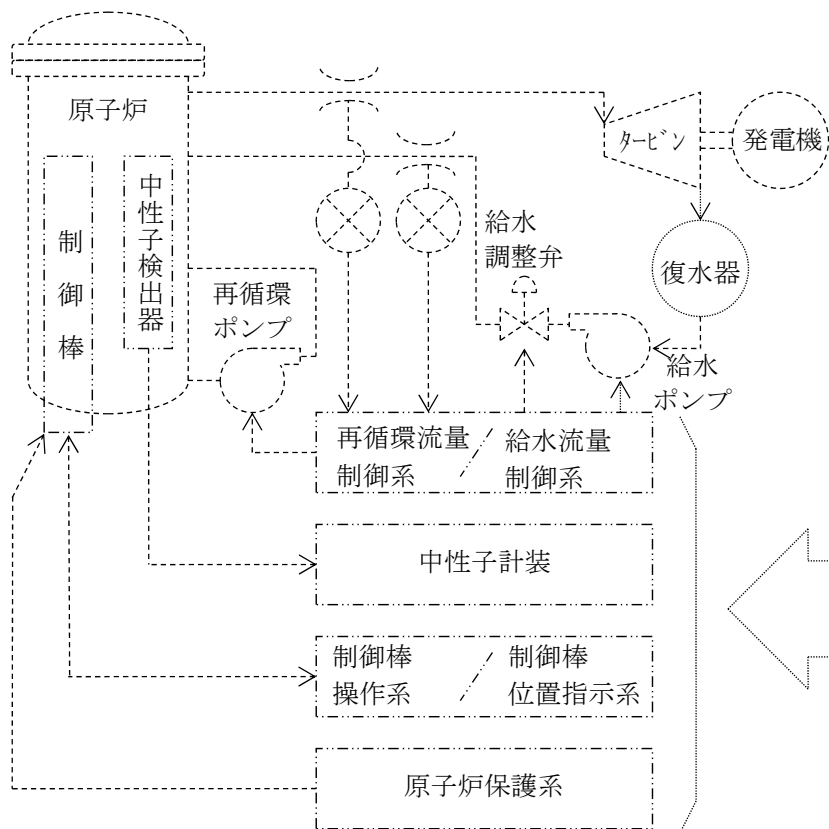
###### (1) 構造

原子炉制御盤は、寸法3,660 mm (W) ×1,505 mm (D) ×2,300 mm (H) の自立盤を1面構成で設置しており、原子炉の状態を監視する故障表示器、表示灯、ディスプレイ、機器の操作を行う操作スイッチ、押釦スイッチ、その他電気回路構成部品であるヒューズ、機器を支持するための筐体、取付ボルト等で構成されている。

原子炉制御盤の構成を図2.1-1に示す。

###### (2) 材料および使用条件

原子炉制御盤主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	故障表示器	⑤	押釦スイッチ
②	表示灯	⑥	ヒューズ
③	ディスプレイ	⑦	筐体
④	操作スイッチ	⑧	取付ホルト

\* : 破線部は, 「1. 計測装置」 他で評価

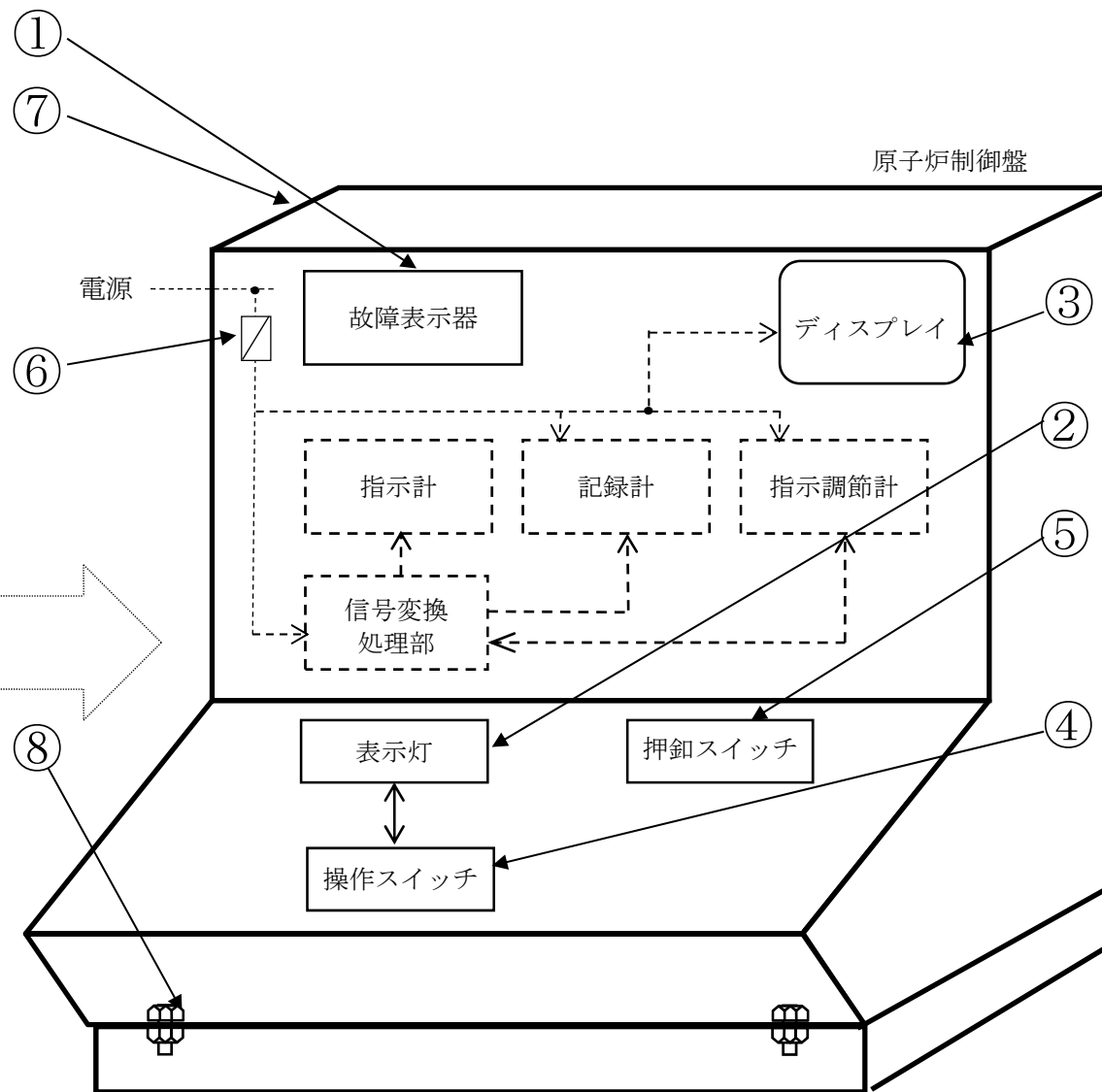


図2.1-1 原子炉制御盤構成



表2. 1-1 原子炉制御盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
機器の操作監視／ 制御特性の維持	故障表示器	(消耗品)
	表示灯	(消耗品)
	ディスプレイ	(消耗品)
	操作スイッチ	銅，銀他
	押釦スイッチ	銅，銀他
	ヒューズ	(消耗品)
機器の支持	筐体	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2. 1-2 原子炉制御盤の使用条件

設置場所	中央制御室
周囲温度	27℃*1以下

\*1：中央制御室内の空調温度設定値

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

操作制御盤の機能はプラント操作制御機能であり，この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 機器の操作監視
- ② 制御特性の維持
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

操作制御盤について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（周囲温度）および現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお，消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

故障表示器，表示灯，ディスプレイおよびヒューズは消耗品であり，長期使用せず取替えを前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 操作スイッチおよび押釦スイッチの導通不良

操作スイッチおよび押釦スイッチは、接点に付着する浮遊塵埃または接点表面に形成される酸化皮膜による導通不良が想定されるが、屋内空調環境に設置されていることから、導通不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験で健全性を確認し、導通不良が認められた場合は、取替えを行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装等の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装等を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 原子炉制御盤に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他		
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	導通不良	特性変化			
機器の操作監視 制御特性の維持	故障表示器	◎											
	表示灯	◎											
	ディスプレイ	◎											
	操作スイッチ		銅, 銀他							△			
	押釦スイッチ		銅, 銀他							△			
	ヒューズ	◎											
機器の支持	筐体		炭素鋼		△								
	取付ボルト		炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| ① 原子炉隔離時冷却タービン制御盤                            | ③⑦ HERMETIS制御ユニット               |
| ② ほう酸水注入系操作箱                                 | ③⑧ 第1ベントフィルタスクラフ容器水位計収納箱        |
| ③ 起動領域モニタ／中間領域モニタ駆動装置盤                       | ③⑨ 原子炉建物水素濃度計盤                  |
| ④ 起動領域モニタ／中間領域モニタ前置増幅器盤                      | ④⑩ 原子炉建物オペフロ水素濃度計測盤             |
| ⑤ 中央制御装置室外原子炉停止制御盤                           | ④⑪ 衛星電話設備                       |
| ⑥ 原子炉棟空調換気制御盤                                | ④⑫ 無線通信設備                       |
| ⑦ 中央制御室冷凍機制御盤                                | ④⑬ 統合原子力防災ネットワークに<br>接続する通信連絡設備 |
| ⑧ 安全設備制御盤                                    | ④⑭ 監視カメラ制御盤                     |
| ⑨ 原子炉補機制御盤                                   | ④⑮ 燃料プール熱電対式水位計制御盤              |
| ⑩ タービン補機制御盤                                  |                                 |
| ⑪ 所内電気盤                                      |                                 |
| ⑫ 安全設備補助制御盤                                  |                                 |
| ⑬ 起動領域モニタ盤                                   |                                 |
| ⑭ 出力領域モニタ盤                                   |                                 |
| ⑮ 移動式炉内モニタ制御盤                                |                                 |
| ⑯ プロセス放射線モニタ制御盤                              |                                 |
| ⑰ 高圧炉心スプレイ系トリップ設定器盤                          |                                 |
| ⑱ 原子炉保護トリップ設定器盤                              |                                 |
| ⑲ 空調換気制御盤                                    |                                 |
| ⑳ 窒素ガス制御盤                                    |                                 |
| ㉑ 原子炉プロセス計測盤                                 |                                 |
| ㉒ タービンプロセス計測盤                                |                                 |
| ㉓ タービン補助盤                                    |                                 |
| ㉔ アクシデントマネジメント設備制御盤                          |                                 |
| ㉕ 格納容器H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 濃度計盤    |                                 |
| ㉖ 格納容器H <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> 濃度計演算器盤 |                                 |
| ㉗ 共通盤  |                                 |
| ㉘ 配管周囲温度トリップ設定器盤                             |                                 |
| ㉙ 工学的安全施設トリップ設定器盤                            |                                 |
| ㉚ 計装弁隔離計装盤                                   |                                 |
| ㉛ 重大事故操作盤                                    |                                 |
| ㉜ 燃料プール水位計変換器盤                               |                                 |
| ㉝ 原子炉建物水素濃度変換器盤                              |                                 |
| ㉞ ティーゼル発電機速度検出器用変換器箱                         |                                 |
| ㉟ 安全パラメータ表示システム(SPDS)<br>およびデータ伝送設備          |                                 |
| ㊱ 燃料プール冷却制御盤                                 |                                 |

### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様に、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 操作スイッチおよび押釦スイッチの導通不良〔操作スイッチおよび押釦スイッチを有する操作制御盤共通〕

代表機器と同様に、操作スイッチおよび押釦スイッチは、接点に付着する浮遊塵埃または接点表面に形成される酸化皮膜による導通不良が想定されるが、屋内空調環境に設置されていることから、導通不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験で健全性を確認し、導通不良が認められた場合は、取替えを行うこととしている。

なお、新規に設置される機器については、定期的に動作試験により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. 電源装置の出力不良〔安全パラメータ表示システム(SPDS)およびデータ伝送設備〕

電源装置は電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良により出力不良が想定されるが、出力不良の主要因である電解コンデンサについては、定期的に取り替えることとしている。

さらに、電気回路の不良はマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡、断線が挙げられるが、設計・製造プロセスが改善されており、出力不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的に出力電圧測定により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. 筐体の腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、筐体は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

なお、新規に設置される機器については、定期的を目視点検により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔取付ボルトを有する操作制御盤共通〕

代表機器と同様に、取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装等により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、塗装等の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装等を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

なお、新規に設置される機器については、定期的に見視点検により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔ほう酸水注入系操作箱、起動領域モニタ／中間領域モニタ前置増幅器盤〕

埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部は塗装を施している。コンクリート埋設部についてはコンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化はほとんど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認または巡視時の見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに必要に応じて補修を行うこととしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔基礎ボルトを有する操作制御盤共通〕

基礎ボルトの健全性評価については、「機械設備の技術評価書」にて実施するものとし、本評価書には含めていない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔後打ちケミカルアンカを有する操作制御盤共通〕

基礎ボルトの健全性評価については、「機械設備の技術評価書」にて実施するものとし、本評価書には含めていない。

以 上



島根原子力発電所2号炉  
空調設備の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

中国電力株式会社

本評価書は、島根原子力発電所2号炉（以下、「島根2号炉」という）における安全上重要な空調設備（重要度分類審査指針におけるPS-1, 2およびMS-1, 2に該当する機器）、高温・高圧の環境下にあるクラス3の空調設備および常設重大事故等対処設備に属する機器の高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

評価対象機器の一覧を表1に、機能を表2に示す。

評価対象機器を型式、材料等で分類し、それぞれのグループから重要度および使用条件等の観点で代表機器13機器を選定し技術評価を行った後、代表以外の機器について評価を展開している。

本評価書は、空調設備の型式をもとに、以下の6つに分類して整理する。

1. ファン
2. 空調機
3. 冷凍機
4. フィルタユニット
5. ダクト
6. ダンパおよび弁

なお、非常用ガス処理系の配管、弁はそれぞれ「配管の技術評価書」、「弁の技術評価書」に含めて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

また、本文中の単位の記載は、原則としてSI単位系に基づくものとする（圧力の単位は特に注がない限りゲージ圧力を示す）。

表1 (1/2) 評価対象機器一覧

設備	機器名称 (基数)	仕様	重要度*1
ファン	非常用ガス処理系排風機 (2)	4,400m <sup>3</sup> /h (容量) ×6,000Pa (静圧)	MS-1, 重*2
	中央制御室送風機 (2)	120,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×2900Pa (静圧)	MS-1, 重*2
	中央制御室非常用再循環送風機 (2)	32,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×1,700Pa (静圧)	MS-1, 重*2
	中央制御室排風機 (2)	21,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×980Pa (静圧)	MS-1
	A-非常用テールセル室送風機 (1)	193,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×980Pa (静圧)	MS-1
	B-非常用テールセル室送風機 (1)	193,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×880Pa (静圧)	MS-1
	高圧炉心スプレイトールセル室送風機 (1)	146,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×690Pa (静圧)	MS-1
	非常用電気室送風機 (4)	118,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×1,700Pa (静圧)	MS-2
	非常用電気室排風機 (4)	114,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×1,300Pa (静圧)	MS-2
	高圧炉心スプレイトールセル室送風機 (2)	82,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×1,700Pa (静圧)	MS-2
	高圧炉心スプレイトールセル室排風機 (2)	78,300m <sup>3</sup> /h (容量) ×1,300Pa (静圧)	MS-2
	空調機	低圧炉心スプレイトールセル室冷却機 (1)	9,700m <sup>3</sup> /h (容量) ×82.0kW (熱交換量)
高圧炉心スプレイトールセル室冷却機 (1)		19,800m <sup>3</sup> /h (容量) ×167.5kW (熱交換量)	MS-2
残留熱除去ポンプ室冷却機 (3)		6,200m <sup>3</sup> /h (容量) ×52.3kW (熱交換量)	MS-2
原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機 (2)		12,000m <sup>3</sup> /h (容量) ×66.3kW (熱交換量)	MS-2
冷凍機	中央制御室冷凍機 (2)	546.6 kW (熱交換量)	MS-1
フィルタ ユニット	非常用ガス処理系前置ガス処理装置 (2)	4,400m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1, 重*2
	非常用ガス処理系後置ガス処理装置 (2)	4,400m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1, 重*2
	中央制御室非常用再循環処理装置 (1)	32,000m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1, 重*2
	中央制御室空気調和装置 (2)	120,000m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	非常用電気室外気処理装置 (2)	118,000m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	高圧炉心スプレイトールセル室室外気処理装置 (1)	82,000m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

表1 (2/2) 評価対象機器一覧

設備	機器名称 (基数)	仕 様	重要度*1
ダクト	原子炉棟空調換気系ダクト	201,880 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	残留熱除去ポンプ室冷却系ダクト	6,200 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	低圧炉心スプレイトンブ室冷却系ダクト	9,700 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	高圧炉心スプレイトンブ室冷却系ダクト	19,800 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	中央制御室空調換気系ダクト	120,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1, 重*2
	非常用ディーゼル室換気系ダクト	193,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	非常用電気室空調換気系ダクト	118,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	高圧炉心スプレイトンブ室換気系ダクト	146,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	高圧炉心スプレイトンブ室換気系ダクト	82,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダクト	12,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
タンク および 弁	非常用ガス処理系タンク (2)	4,400 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	残留熱除去ポンプ室冷却系タンク (3)	6,200 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	低圧炉心スプレイトンブ室冷却系タンク (1)	9,700 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	高圧炉心スプレイトンブ室冷却系タンク (1)	19,800 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	中央制御室空調換気系タンク (38)	120,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	非常用ディーゼル室換気系タンク (4)	193,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	非常用電気室空調換気系タンク (37)	118,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	高圧炉心スプレイトンブ室換気系タンク (2)	146,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	高圧炉心スプレイトンブ室換気系タンク (15)	82,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系タンク (2)	12,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-2
	原子炉棟空調換気系隔離弁 (6)	201,880 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1
	中央制御室空調換気系隔離弁 (6)	32,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	MS-1, 重*2
	中央制御室空調換気系調節弁 (1) *3	21,000 m <sup>3</sup> /h (容量)	重*2

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：新規に設置される機器

表2 (1/2) 評価対象機器機能一覧

設備	機器名称	機能
ファン	非常用ガス処理系排風機	原子炉冷却材喪失事故時または、原子炉棟放射線異常高時、燃料取替階放射線異常高時に空気を前置および後置ガス処理装置へ送り込み、原子炉棟内を負圧に保つ。
	中央制御室送風機	中央制御室等に空気を給気・循環する。
	中央制御室非常用再循環送風機	非常時に中央制御室の空気を循環する。
	中央制御室排風機	中央制御室等の空気を排気・循環する。
	A-非常用ディーゼル室送風機	非常用ディーゼル発電機室に外気を給気する。
	B-非常用ディーゼル室送風機	非常用ディーゼル発電機室に外気を給気する。
	高圧炉心スプレイトディーゼル室送風機	高圧炉心スプレイトディーゼル発電機室に外気を給気する。
	非常用電気室送風機	非常用電気室等に空気を給気・循環する。
	非常用電気室排風機	非常用電気室等に空気を排気・循環する。
	高圧炉心スプレイト電気室送風機	高圧炉心スプレイト電気室等に空気を給気・循環する。
	高圧炉心スプレイト電気室排風機	高圧炉心スプレイト電気室等に空気を排気・循環する。
空調機	低圧炉心スプレイトポンプ室冷却機	低圧炉心スプレイトポンプ室を冷却する。
	高圧炉心スプレイトポンプ室冷却機	高圧炉心スプレイトポンプ室を冷却する。
	残留熱除去ポンプ室冷却機	残留熱除去ポンプ室を冷却する。
	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室を冷却する。
冷凍機	中央制御室冷凍機	中央制御室空気調和装置冷却コイルに送る循環水を冷却する。
フィルタユニット	非常用ガス処理系前置ガス処理装置	放射性物質の放出を伴う事故時に、原子炉棟内の空気を浄化して放射性物質を除去する。
	非常用ガス処理系後置ガス処理装置	放射性物質の放出を伴う事故時に、原子炉棟内の空気を浄化して放射性物質を除去する。
	中央制御室非常用再循環処理装置	非常時に外気を一部取り入れながら再循環する空気中の放射性物質を除去する。
	中央制御室空気調和装置	中央制御室等に送風する空気の塵埃を除去するとともに温度等を調整する。
	非常用電気室外気処理装置	非常用電気室等に供給する空気の塵埃・塩分の除去および温度調整を行う。
	高圧炉心スプレイト電気室外気処理装置	高圧炉心スプレイト電気室等に供給する空気の塵埃・塩分の除去および温度調整を行う。

表2 (2/2) 評価対象機器機能一覧

設備	機器名称	機能
ダクト	原子炉棟空調換気系ダクト	原子炉建物空調設備の系統を構成するダクト。
	残留熱除去ポンプ室冷却系ダクト	残留熱除去ポンプ空調設備の系統を構成するダクト。
	低圧炉心スプレイトン室冷却系ダクト	低圧炉心スプレイトン室空調設備を構成するダクト。
	高圧炉心スプレイトン室冷却系ダクト	高圧炉心スプレイトン室空調設備を構成するダクト。
	中央制御室空調換気系ダクト	中央制御室空調設備の系統を構成するダクト。
	非常用ディーゼル室換気系ダクト	非常用ディーゼル室空調設備の系統を構成するダクト。
	非常用電気室空調換気系ダクト	非常用電気室空調設備の系統を構成するダクト。
	高圧炉心スプレイトン室換気系ダクト	高圧炉心スプレイトン室換気系空調設備の系統を構成するダクト。
	高圧炉心スプレイトン室換気系ダクト	高圧炉心スプレイトン室換気系空調設備の系統を構成するダクト。
	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダクト	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室空調設備を構成するダクト。
ダンプおよび弁	非常用ガス処理系ダンプ	非常用ガス処理設備の系統を構成するダンプ。
	残留熱除去ポンプ室冷却系ダンプ	残留熱除去ポンプ空調設備の系統を構成するダンプ。
	低圧炉心スプレイトン室冷却系ダンプ	低圧炉心スプレイトン室空調設備を構成するダンプ。
	高圧炉心スプレイトン室冷却系ダンプ	高圧炉心スプレイトン室空調設備を構成するダンプ。
	中央制御室空調換気系ダンプ	中央制御室空調設備の系統を構成するダンプ。
	非常用ディーゼル室換気系ダンプ	非常用ディーゼル室空調設備の系統を構成するダンプ。
	非常用電気室空調換気系ダンプ	非常用電気室空調設備の系統を構成するダンプ。
	高圧炉心スプレイトン室換気系ダンプ	高圧炉心スプレイトン室換気系空調設備の系統を構成するダンプ。
	高圧炉心スプレイトン室換気系ダンプ	高圧炉心スプレイトン室換気系空調設備の系統を構成するダンプ。
	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダンプ	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系の系統を構成するダンプ。
	原子炉棟空調換気系隔離弁	原子炉冷却材喪失事故時及び燃料取替時に原子炉棟を隔離する。
	中央制御室空調換気系隔離弁	プラント事故時に中央制御室を隔離すると共に、非常用再循環処理流量を開放する。
	中央制御室空調換気系調節弁	プラント事故時および加圧運転時に、中央制御室への外気取入量を調節する。

## 1. ファン

[対象機器]

- ① 非常用ガス処理系排風機
- ② 中央制御室送風機
- ③ 中央制御室非常用再循環送風機
- ④ 中央制御室排風機
- ⑤ A-非常用ディーゼル室送風機
- ⑥ B-非常用ディーゼル室送風機
- ⑦ 高圧炉心スプレィディーゼル室送風機
- ⑧ 非常用電気室送風機
- ⑨ 非常用電気室排風機
- ⑩ 高圧炉心スプレィ電気室送風機
- ⑪ 高圧炉心スプレィ電気室排風機

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	1-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	1-1
1.2 代表機器の選定 .....	1-1
2. 代表機器の技術評価 .....	1-3
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	1-3
2.1.1 中央制御室送風機 .....	1-3
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	1-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	1-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	1-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	1-8
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 .....	1-12
3. 代表機器以外への展開 .....	1-14
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	1-14
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	1-15



## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用している主要なファンの仕様を表1-1に示す。

これらのファンを型式および駆動方式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

型式および駆動方式を分類基準とし、ファンを表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度、運転状態、容量、ファン回転数および周囲温度の観点から、代表機器を選定する。

#### (1) 遠心式直結型ファン

このグループには、非常用ガス処理系排風機、中央制御室送風機、中央制御室非常用再循環送風機、中央制御室排風機、A-非常用ディーゼル室送風機、B-非常用ディーゼル室送風機、高圧炉心スプレィディーゼル室送風機、非常用電気室送風機、非常用電気室排風機、高圧炉心スプレィ電気室送風機および高圧炉心スプレィ電気室排風機が属するが、重要度、運転状態および容量から中央制御室送風機を代表機器とする。

表1-1 ファンのグループ化と代表機器

分類基準		機器名称 (基数)	選定基準					選定	選定理由
型式	駆動方式		仕様 (容量×静圧) (m <sup>3</sup> /h×Pa)	重要度*1	使用条件				
					運転状態	ファン 回転速度 (rpm)	周囲 温度 (°C)		
遠心式	直結型	非常用ガス処理系排風機(2)	4,400×6,000	MS-1, 重*2	一時	3,600	66以下		
		中央制御室送風機(2)	120,000×2,900	MS-1, 重*2	連続	1,200	40以下	◎	
		中央制御室非常用再循環送風機(2)	32,000×1,700	MS-1, 重*2	一時	1,200	40以下		
		中央制御室排風機(2)	21,000×980	MS-1	連続	1,200	40以下		
		A-非常用デイゼル室送風機(1)	193,000×980	MS-1	一時	720	45以下		
		B-非常用デイゼル室送風機(1)	193,000×880	MS-1	一時	720	45以下		
		高压炉心スプレイデイゼル室送風機(1)	146,000×690	MS-1	一時	600	45以下		
		非常用電気室送風機(4)	118,000×1,700	MS-2	連続	900	40以下		
		非常用電気室排風機(4)	114,000×1,300	MS-2	連続	900	40以下		
		高压炉心スプレイ電気室送風機(2)	82,000×1,700	MS-2	連続	1,200	40以下		
		高压炉心スプレイ電気室排風機(2)	78,300×1,300	MS-2	連続	1,200	40以下		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下のファンについて技術評価を実施する。

### ① 中央制御室送風機

#### 2.1 構造, 材料および使用条件

##### 2.1.1 中央制御室送風機

###### (1) 構造

中央制御室送風機は、容量120,000 m<sup>3</sup>/h、静圧2,900 Paの遠心式直結型ファンであり、2台設置している。

中央制御室送風機は、ファン主軸、羽根車、ケーシング、ファンモータ、軸継手および機器を支持するための基礎ボルト等より構成される。

また、羽根車は、点検口を開けることで、点検手入れが可能である。

中央制御室送風機の構造図を図2.1-1に示す。

###### (2) 材料および使用条件

中央制御室送風機主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

No	部 位
①	ファン主軸
②	ファンモータ
③	羽根車
④	軸継手
⑤	軸受 (転がり)
⑥	ケーシング
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

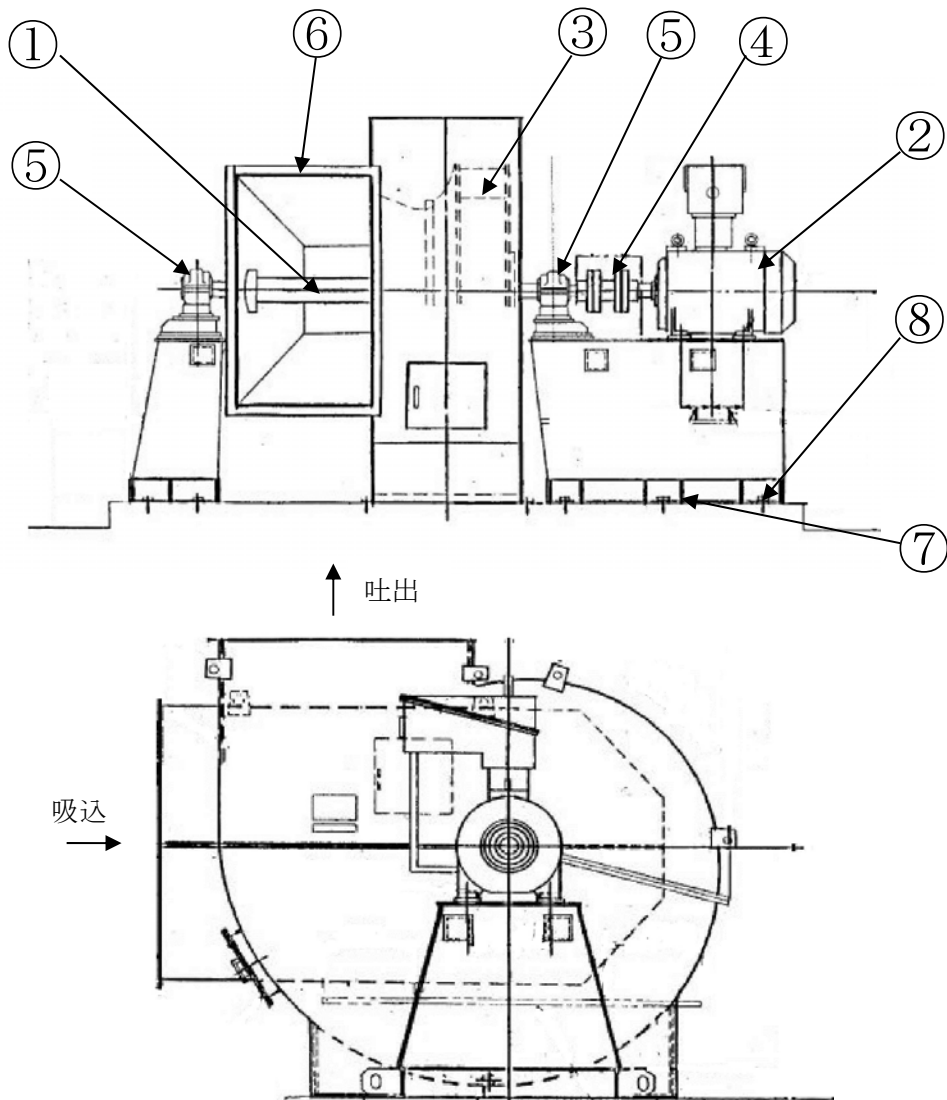


図2.1-1 中央制御室送風機 構造図

表2.1-1 中央制御室送風機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
流量の確保	ファン主軸	炭素鋼 (S45C)
	ファンモータ (低圧, 開放, 交流)	主軸: 炭素鋼 固定子コイルおよび口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 固定子コアおよび回転子コア: 電磁鋼 回転子棒・回転子エンドリング: 銅 フレーム, エンドブラケット, 端子箱: 炭素鋼, 鋳鉄 軸受 (転がり): (消耗品) 取付ボルト: 炭素鋼
	羽根車	炭素鋼 (SM41B)
	軸継手	炭素鋼 (SS41) 低合金鋼 (SCM435, SNCM439)
	軸受 (転がり)	(消耗品)
ハウダリの維持	ケーシング	炭素鋼 (SS41)
機器の支持	ベース	炭素鋼 (SS41)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)

表2.1-2 中央制御室送風機の使用条件

容 量	120,000m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40℃以下
ファン回転速度	1200rpm
内部流体	空 気
設置場所	屋 内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ファンの機能は送風機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 流量の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

ファンについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（運転状態、回転速度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器について表2.2-1で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

軸受（転がり）は消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)。

- a. ファンモータの固定子コイル, 口出線・接続部品の絶縁特性低下

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. ファン主軸の摩耗

軸受（転がり）を使用しているファン主軸については、軸受とファン主軸の接触面で摩耗が想定される。

しかし、定期的を目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. ファンモータの回転子棒および回転子エンドリングの疲労割れ

回転子棒および回転子エンドリングは、モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れが想定されるが、梁モデルによる評価を行い、発生応力は許容値に対し十分小さいことから、疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. ファンモータの固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼であり腐食が想定されるが、絶縁ワニス処理が施されており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### d. ファンモータのフレーム、エンドブラケットおよび端子箱の腐食（全面腐食）

フレーム、エンドブラケットおよび端子箱は炭素鋼または鋳鉄であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



e. ファンモータの主軸の摩耗〔共通〕

主軸については、軸受と主軸の接触面の摩耗が想定されるが、定期的に主軸の寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. ファンモータの主軸の高サイクル疲労割れ

主軸にはモータ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、主軸は設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ファンモータの取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

i. ファン主軸の腐食（全面腐食）

ファン主軸は炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ファン主軸の高サイクル疲労割れ

ファン主軸には運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 羽根車，軸継手，ケーシングおよびベースの腐食（全面腐食）

羽根車，軸継手，ケーシングおよびベースは炭素鋼または低合金鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 中央制御室送風機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
流量の確保	ファン主軸		炭素鋼	△	△	△*3				*1：低圧，開放，交流 *2：軸受（転がり） *3：高サイクル疲労割れ *4：主軸 *5：固定子コア，回転子コア *6：フレーム，エンドブラケット，端子箱 *7：取付ボルト *8：回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ *9：主軸の高サイクル疲労割れ *10：固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下	
	ファンモータ*1	◎*2	炭素鋼，銅，絶縁物他	△*4	△*5*6*7	△*8*9			○*10		
	羽根車		炭素鋼		△						
	軸継手		炭素鋼 低合金鋼		△						
	軸受（転がり）	◎	—								
ハウタリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	ベース		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) ファンモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下

#### a. 事象の説明

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は有機物であるため、熱による特性変化、振動等の機械的劣化、絶縁物に付着する塵埃等、熱的、機械的、環境的要因により経年劣化が進行し、絶縁特性が低下する可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

なお、ファンモータは低圧機器であるため、電気的な劣化は起きないと考えられる。絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図2.3-1に示す。

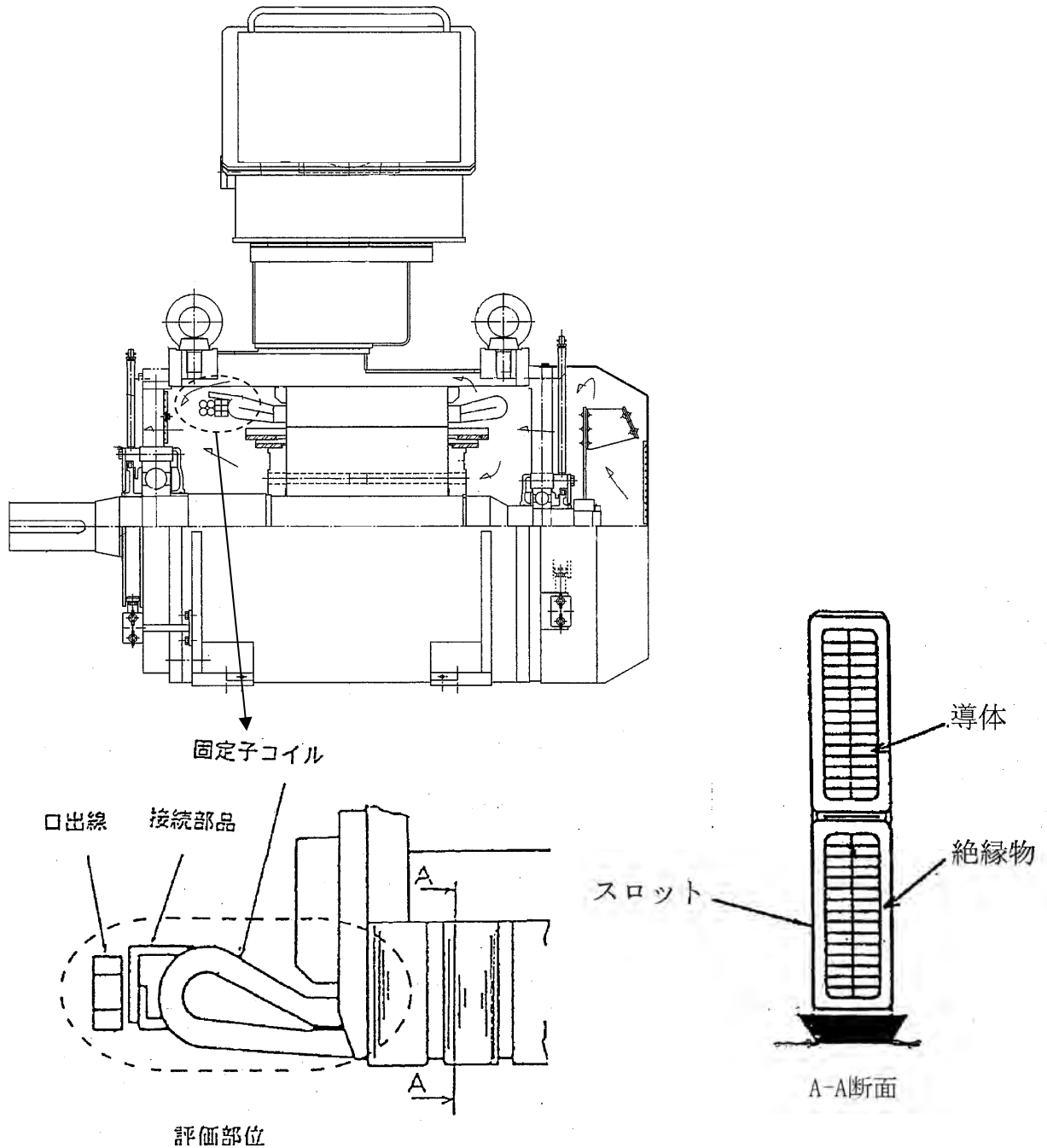


図2.3-1 固定子コイルの絶縁部位

## b. 技術評価

### (a) 健全性評価

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、機械的、熱的、電気的および環境的要因により経年劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性があることから、長期間の使用を考慮すると固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。

### (b) 現状保全

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、絶縁特性に有意な変化がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施し、健全性を確認している。

なお、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、洗浄・乾燥および絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）または、固定子コイルおよび口出線・接続部品またはモータの取替を行うこととしている。

### (c) 総合評価

固定子コイルおよび口出線・接続部品については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定および目視確認により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで、今後も健全性は維持できると判断する。

## c. 高経年化への対応

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

### 3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 非常用ガス処理系排風機
- ② 中央制御室非常用再循環送風機
- ③ 中央制御室排風機
- ④ A-非常用ディーゼル室送風機
- ⑤ B-非常用ディーゼル室送風機
- ⑥ 高圧炉心スプレイディーゼル室送風機
- ⑦ 非常用電気室送風機
- ⑧ 非常用電気室排風機
- ⑨ 高圧炉心スプレイ電気室送風機
- ⑩ 高圧炉心スプレイ電気室排風機

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

- a. ファンモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔共通〕

「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

### 3.2 高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. ファン主軸の摩耗〔共通〕

代表機器と同様に、軸受（転がり）を使用しているファン主軸については、軸受とファン主軸の接触面で摩耗が想定される。

しかし、定期的にも視認確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. ファンモータの主軸の摩耗〔共通〕

ファンモータの主軸の摩耗については「ポンプモータの技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

#### c. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

#### d. ファン主軸の腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、ファン主軸は炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的にも視認確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### e. ファン主軸の高サイクル疲労割れ〔共通〕

代表機器と同様に、ファン主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的にも視認確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 羽根車，軸継手，ケーシングおよびベースの腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に，軸継手，羽根車，ケーシングおよびベースは炭素鋼または鋳鉄であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ファンモータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ〔非常用電気室送風機〕

代表機器と同様に，回転子棒および回転子エンドリングは，モータ起動時に発生する電磁力等により繰返し応力を受けると疲労割れが想定されるが，梁モデルによる評価を行い，発生応力は許容値に対し十分小さいことから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下のh～lの評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該の評価書を参照のこと。

h. ファンモータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕

i. ファンモータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）〔共通〕

j. ファンモータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ〔非常用ガス処理系排風機，中央制御室非常用再循環送風機，中央制御室排風機，A-非常用ディーゼル室送風機，B-非常用ディーゼル室送風機，高圧炉心スプレイディーゼル室送風機，非常用電気室排風機，高圧炉心スプレイ電気室送風機，高圧炉心スプレイ電気室排風機〕

k. ファンモータの主軸の高サイクル疲労割れ〔共通〕

l. ファンモータの取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

代表機器と同様に，日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。



## 2. 空調機

[対象機器]

- ① 低圧炉心スプレイポンプ室冷却機
- ② 高圧炉心スプレイポンプ室冷却機
- ③ 残留熱除去ポンプ室冷却機
- ④ 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	2-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	2-1
1.2 代表機器の選定 .....	2-1
2. 代表機器の技術評価 .....	2-3
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	2-3
2.1.1 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機 .....	2-3
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	2-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	2-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	2-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	2-8
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 .....	2-10
3. 代表機器以外への展開 .....	2-11
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	2-11
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	2-12

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用している主要な空調機の仕様を表1-1に示す。

これらの空調機を内部流体（冷媒）の観点からグループ化し、そのグループより代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

空調機を冷却コイルの内部流体を分類基準とし、空調機を表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度、運転状態、ファン回転速度および周囲温度の観点から、代表機器を選定する。

#### (1) 空調機（内部流体：冷却水）

このグループには、低圧炉心スプレイポンプ室冷却機、高圧炉心スプレイポンプ室冷却機、残留熱除去ポンプ室冷却機および原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機が属するが、重要度および運転状態の観点から、原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機を代表機器とする。

表1-1 空調機のグループ化と代表機器

分類基準	機器名称 (基数)	選 定 基 準					選定	選定理由
		仕 様 (容量×熱交換量) (m <sup>3</sup> /h×kW)	重要度*2	使 用 条 件				
				運 転 状 態	フ ァ ン 回 転 速 度 (rpm)	周 围 温 度 (℃)		
冷却水*3	低圧炉心スプレッドポンプ室冷却機 (1)	9,700×82.0	MS-2	一時	1,200	66以下		運転状態
	高圧炉心スプレッドポンプ室冷却機 (1)	19,800×167.5	MS-2	一時	900	66以下		
	残留熱除去ポンプ室冷却機 (3)	6,200×52.3	MS-2	一時	1,200	66以下		
	原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機 (2)	12,000×66.3	MS-2	連続	1,200	55以下	◎	

\*1：冷却コイルの内部流体を示す。

\*2：最上位の重要度を示す。

\*3：防錆剤入り純水。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の空調機について技術評価を実施する。

### ① 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機

#### 2.1 構造, 材料および使用条件

##### 2.1.1 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機

###### (1) 構造

原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機は, 容量12,000 m<sup>3</sup>/h, 回転速度1,200 rpmの空調機であり, 2台設置している。

原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機は, 空気を送風する羽根車, ファンモータ, 冷却水冷却コイル・フィンおよび機器を支持するための基礎ボルト等より構成される。

また, 羽根車は, ファンケーシング, 点検口を開けることにより, 点検手入れが可能である。

原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機の構造図を図2.1-1に示す。

###### (2) 材料および使用条件

原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。

No	部 位
①	ファンモータ
②	羽根車
③	ユニットケーシング
④	ファンケーシング
⑤	冷却水冷却コイル・フィン
⑥	ベース
⑦	基礎ボルト

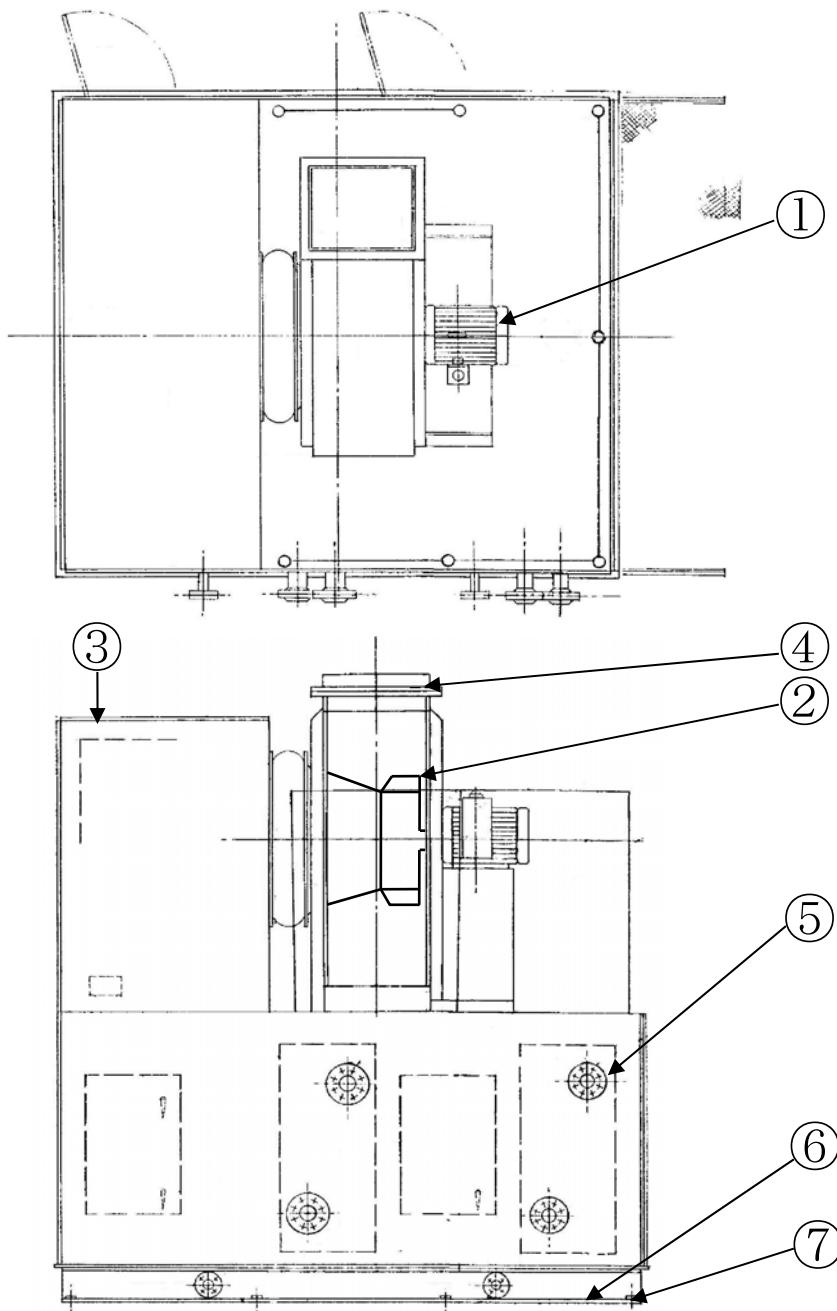


図2.1-1 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機 構造図

表2.1-1 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
流量の確保	ファンモータ（低圧，全閉，交流）	主軸：炭素鋼（S45C） 固定子コイルおよび口出線・接続部品：銅，絶縁物（アミト紙，エポキシ樹脂） 回転子棒・回転子エンドリング：アルミニウム 軸受（転がり）：（消耗品）
	羽根車	炭素鋼（SS41）
ハウタリの維持	ユニットケーシング	炭素鋼（SPCC）
	ファンケーシング	炭素鋼（SS41）
冷却機能の確保	冷却水冷却コイル・フィン	コイル：炭素鋼（STPG38），銅（C1220T-0） フィン：アルミニウム合金（A1050P-H22）
機器の支持	ベース	炭素鋼（SS41）
	基礎ボルト	炭素鋼（SS41）

表2.1-2 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機の使用条件

流 量	12,000m <sup>3</sup> /h
周囲温度	55℃以下
熱交換量	66.3kW
内部流体	空気，防錆剤入り純水
設置場所	屋 内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

空調機の機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 流量の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 冷却機能の確保
- ④ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

空調機について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流量、温度、内部流体等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器について、表2.2-1で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

軸受（転がり）は消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)。

- a. ファンモータの固定子コイル, 口出線・接続部品の絶縁特性低下

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 羽根車，ユニットケーシング，ファンケーシングおよびベースの腐食（全面腐食）

羽根車，ユニットケーシング，ファンケーシングおよびベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，防食塗装が施されていることから腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要により補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 冷却水冷却コイル・フィンの腐食（全面腐食）

冷却水冷却コイル・フィンに炭素鋼，銅またはアルミニウム合金であるため，腐食が想定される。しかし，コイル内面については内部流体が冷却水（防錆剤入り）であり，コイル外面およびフィンについては，建物内の空調管理された空気と接することから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

以下のd～iの評価については，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

d. ファンモータの主軸の摩耗

e. ファンモータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）

f. ファンモータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）

g. ファンモータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ

h. ファンモータの主軸の高サイクル疲労割れ

i. ファンモータの取付ボルトの腐食（全面腐食）

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
流量の確保	ファンモータ*1	◎*2	炭素鋼, 銅, 絶縁物他	△*3	△*4*5*6	△*7*8				○*9	*1: 低圧, 全閉, 交流 *2: 軸受 (転がり) *3: 主軸 *4: 固定子コア, 回転子コア *5: フレーム, エントブラケット, 端子箱 *6: 取付ボルト *7: 回転子棒, 回転子エントリシグの疲労割れ *8: 主軸の高サイクル疲労割れ *9: 固定子コイル, 口出線・接続部品の絶縁特性低下
	羽根車		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	ユニットケーシング*		炭素鋼		△						
	ファンケーシング*		炭素鋼		△						
冷却機能の確保	冷却水冷却コイル・フィン		炭素鋼 銅 アルミニウム合金		△						
機器の支持	ベース		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) ファンモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下

ファンモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

### 3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 低圧炉心スプレイポンプ室冷却機
- ② 高圧炉心スプレイポンプ室冷却機
- ③ 残留熱除去ポンプ室冷却機

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

##### (1) 高経年化対策上重要と判断される事象

##### a. ファンモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔共通〕

代表機器と同様に、「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから、当該評価書の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 羽根車，ユニットケーシング，ファンケーシングおよびベースの腐食（全面腐食）〔共通〕  
代表機器と同様に，羽根車，ユニットケーシング，ファンケーシングおよびベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが，防食塗装が施されていることから腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要により補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 冷却水冷却コイル・フィンの腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に，冷却水冷却コイル・フィンは炭素鋼，銅またはアルミニウム合金であることから腐食が想定される。

しかし，コイル内面については内部流体が冷却水（防錆剤入り）であり，コイル外面およびフィンについては，建物内の空調管理された空気と接することから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に，基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

以下のd～iの評価については，代表機器と同様に，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該の評価書を参照のこと。

d. ファンモータの主軸の摩耗〔共通〕

e. ファンモータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕

f. ファンモータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）〔共通〕

g. ファンモータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ〔共通〕

h. ファンモータの主軸の高サイクル疲労割れ〔共通〕

i. ファンモータの取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

代表機器と同様に、日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

### 3. 冷凍機

[対象機器]

- ① 中央制御室冷凍機



## 目 次

1. 対象機器	3-1
2. 対象機器の技術評価	3-2
2.1 構造, 材料および使用条件	3-2
2.1.1 中央制御室冷凍機	3-2
2.2 経年劣化事象の抽出	3-11
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	3-11
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	3-11
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	3-13
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	3-21

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している冷凍機の仕様を表1-1に示す。

表1-1 中央制御室冷凍機の仕様

分類基準	機器名称 (基数)	仕 様 (熱交換量) (kW)	重要度*2	使用条件	
				運転 状態	周囲温度 (°C)
遠心式	中央制御室冷凍機(2)	546.6	MS-1	連 続	40以下

\*1：圧縮機の型式を示す。

\*2：最上位の重要度を示す。

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 中央制御室冷凍機

##### (1) 構造

中央制御室冷凍機は, 冷却水を冷却源とする熱交換量546.6kWの冷凍機を2台設置している。

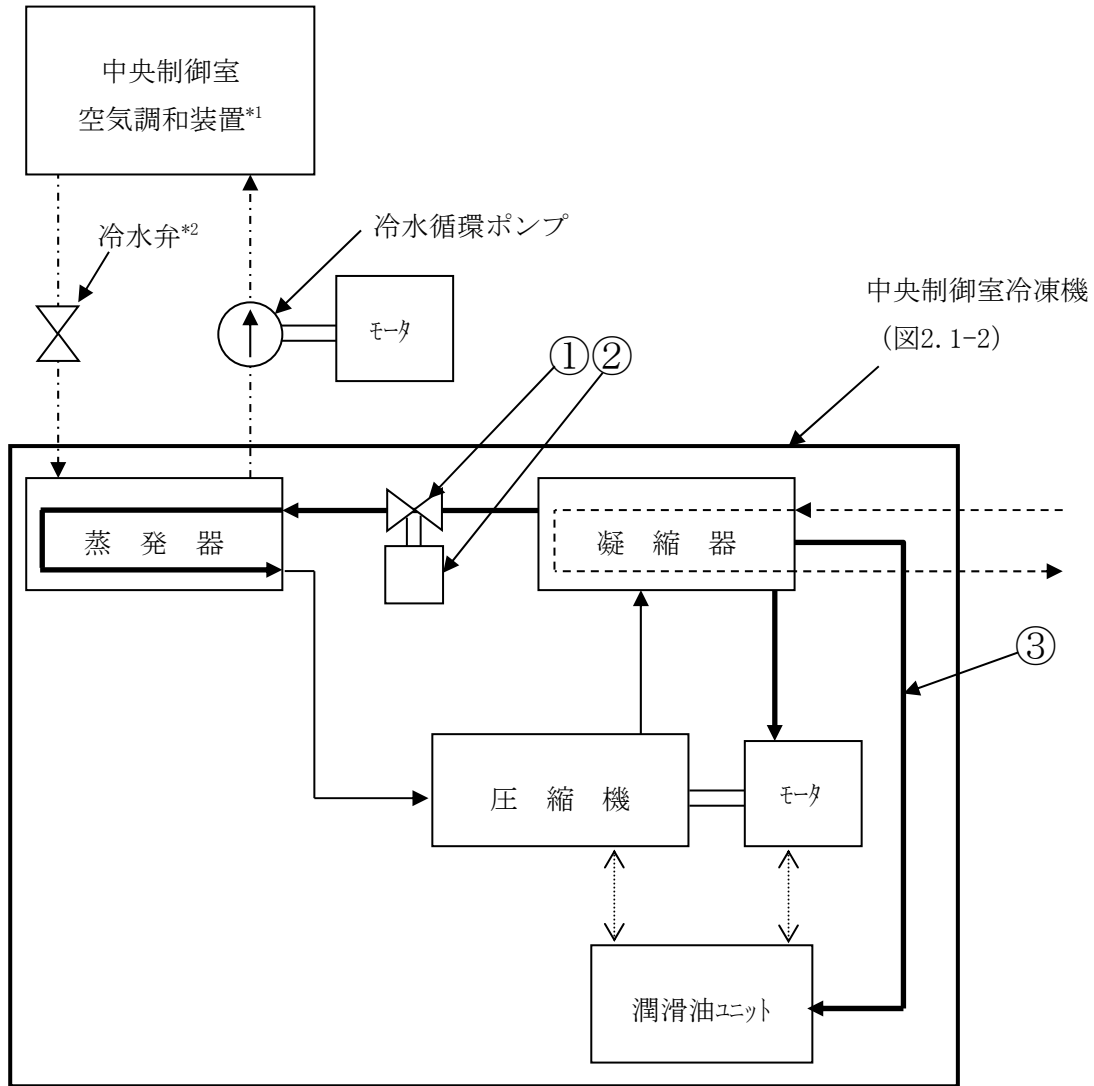
中央制御室冷凍機は, 圧縮機, 凝縮器, 蒸発器, 潤滑油ユニット, 冷水循環ポンプおよび配管・弁等より構成される。

中央制御室冷凍機の概略図を図2.1-1に, 構造図を図2.1-2～図2.1-3に示す。

##### (2) 材料および使用条件

中央制御室冷凍機主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。

No	部 位
①	弁 (フロン)
②	電動弁用駆動部
③	配管 (フロン)



中央制御室冷凍機

— : フロン (気体)  
 — : フロン (液体)  
 - - - : 冷却水\*3  
 ····· : 冷水\*3  
 ..... : 油

\*1 「4. フィルタ・ユニット」にて評価

\*2 弁の技術評価書にて評価

\*3 配管の技術評価書にて評価

図2.1-1 中央制御室冷凍機 概略図

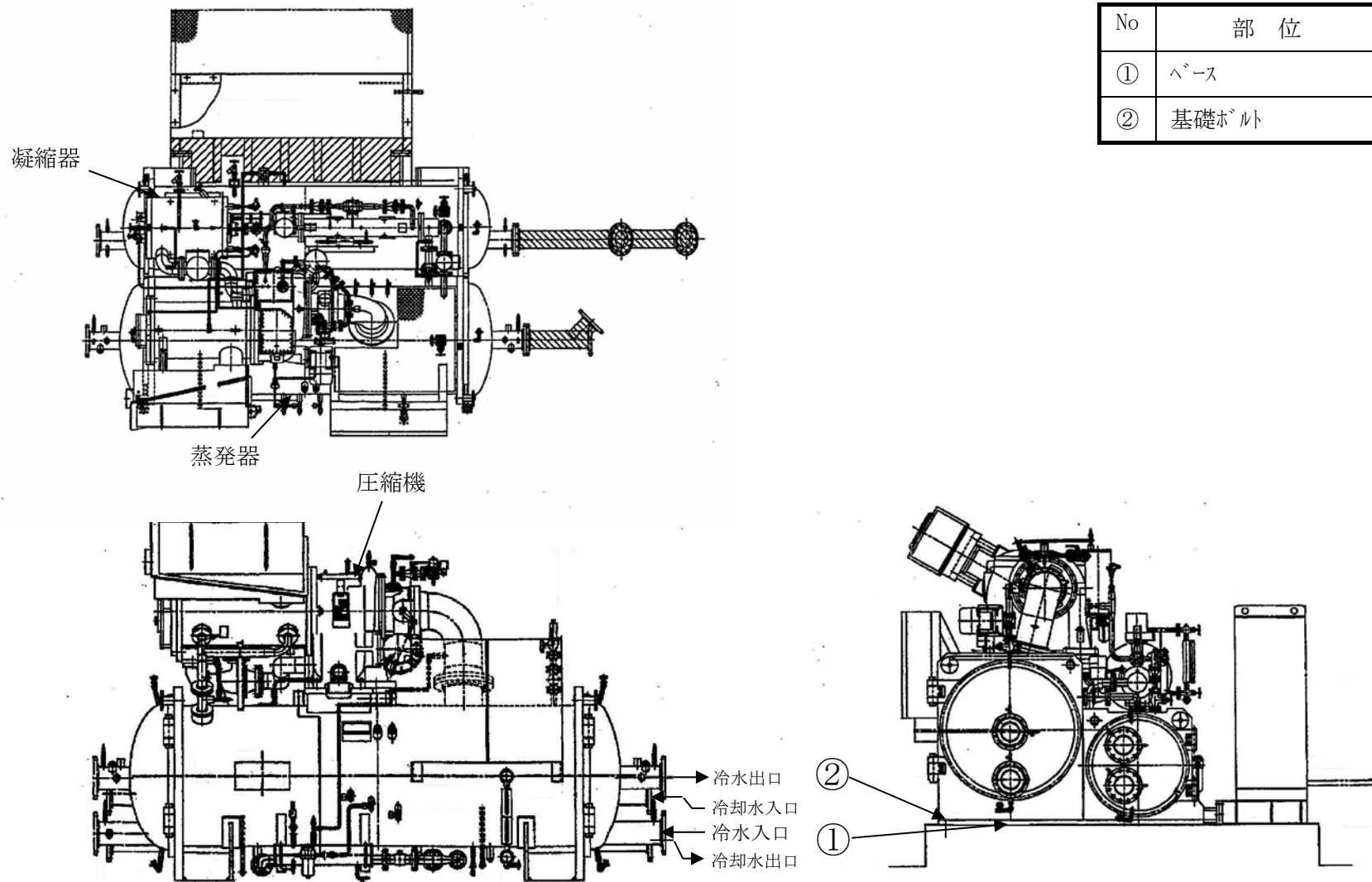


図2.1-2 (1/4) 中央制御室冷凍機構造図 (全体図)

No	部 位
①	ケーシング
②	従軸
③	インペラ
④	インペララビリンス
⑤	軸受 (すべり)
⑥	モータ

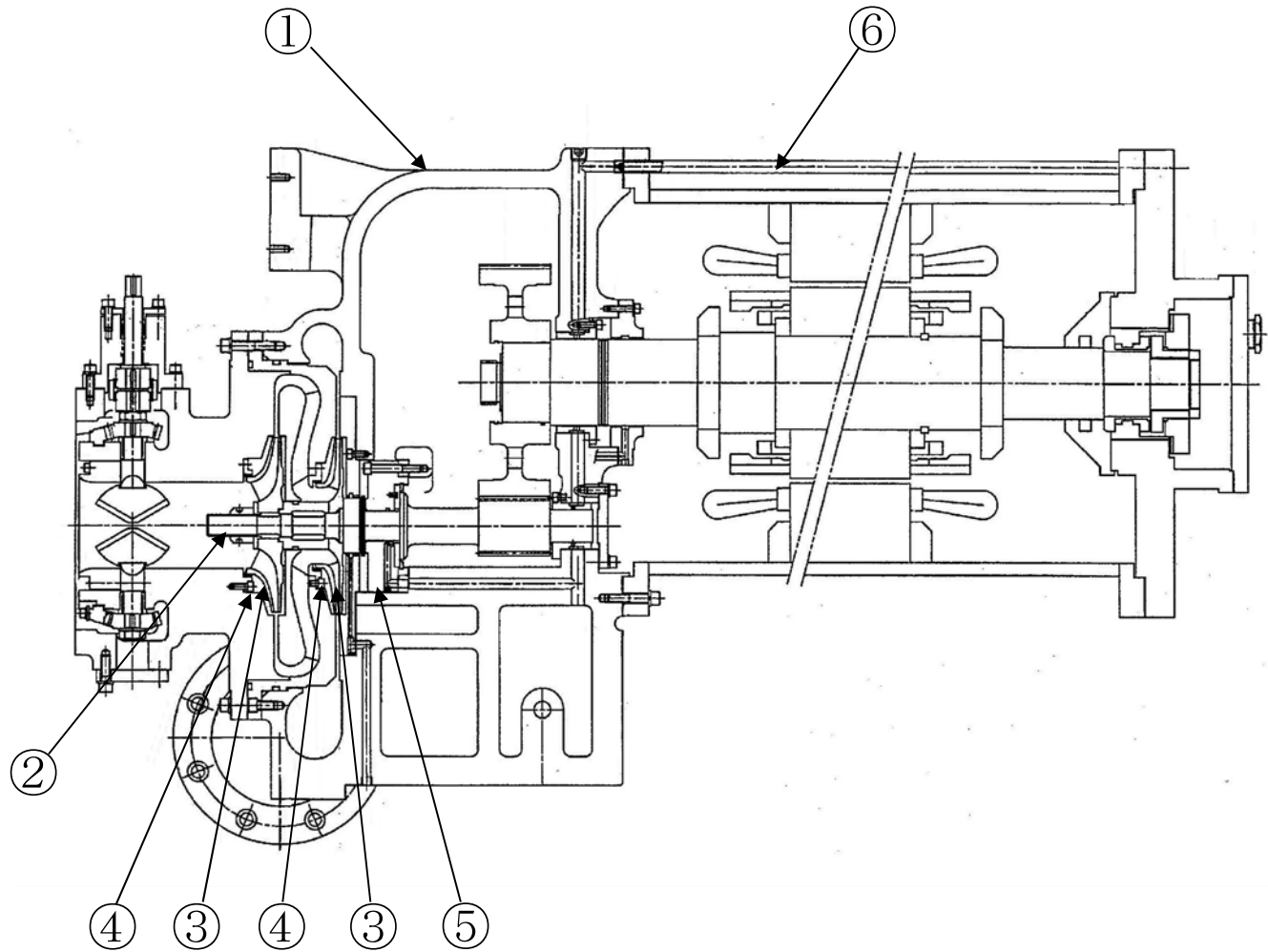
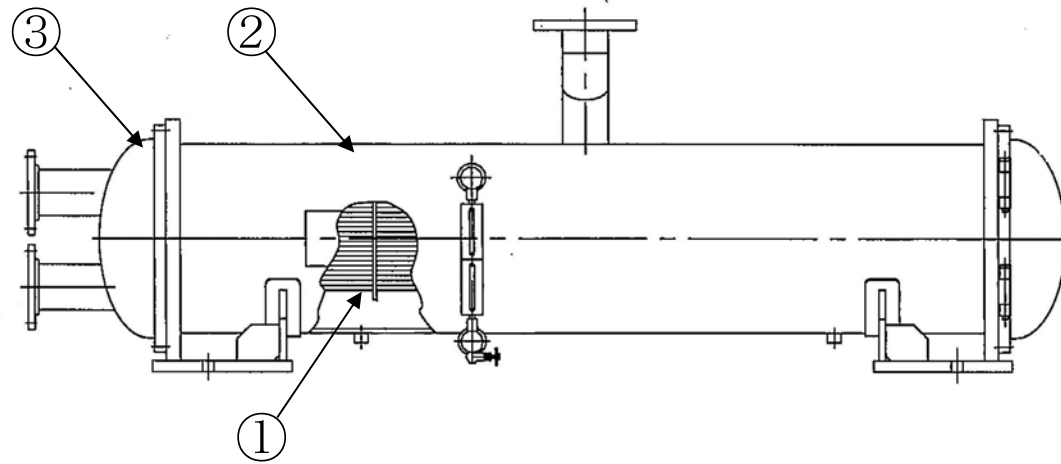
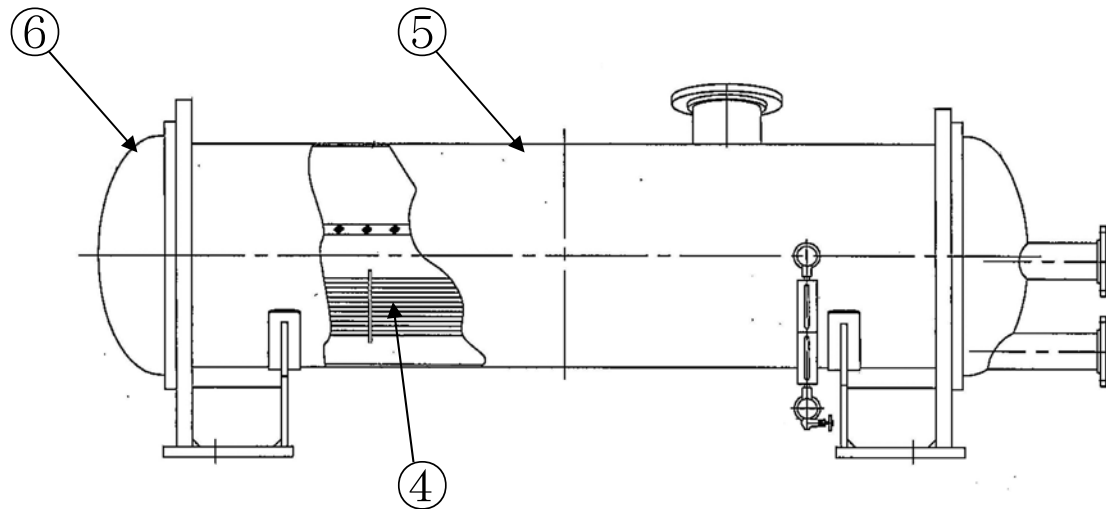


図2.1-2 (2/4) 中央制御室冷凍機構造図 (圧縮機)



凝 縮 器



蒸 発 器

No	部 位	
①	凝縮器	伝熱管
②		胴
③		水室
④	蒸発器	伝熱管
⑤		胴
⑥		水室

図2.1-2 (3/4) 中央制御室冷凍機構造図 (凝縮器, 蒸発器)

No	部 位
①	油ポンプ
②	油タンク
③	油ヒータ
④	油冷却器
⑤	弁 (油)
⑥	電動弁用駆動部
⑦	配管 (油)

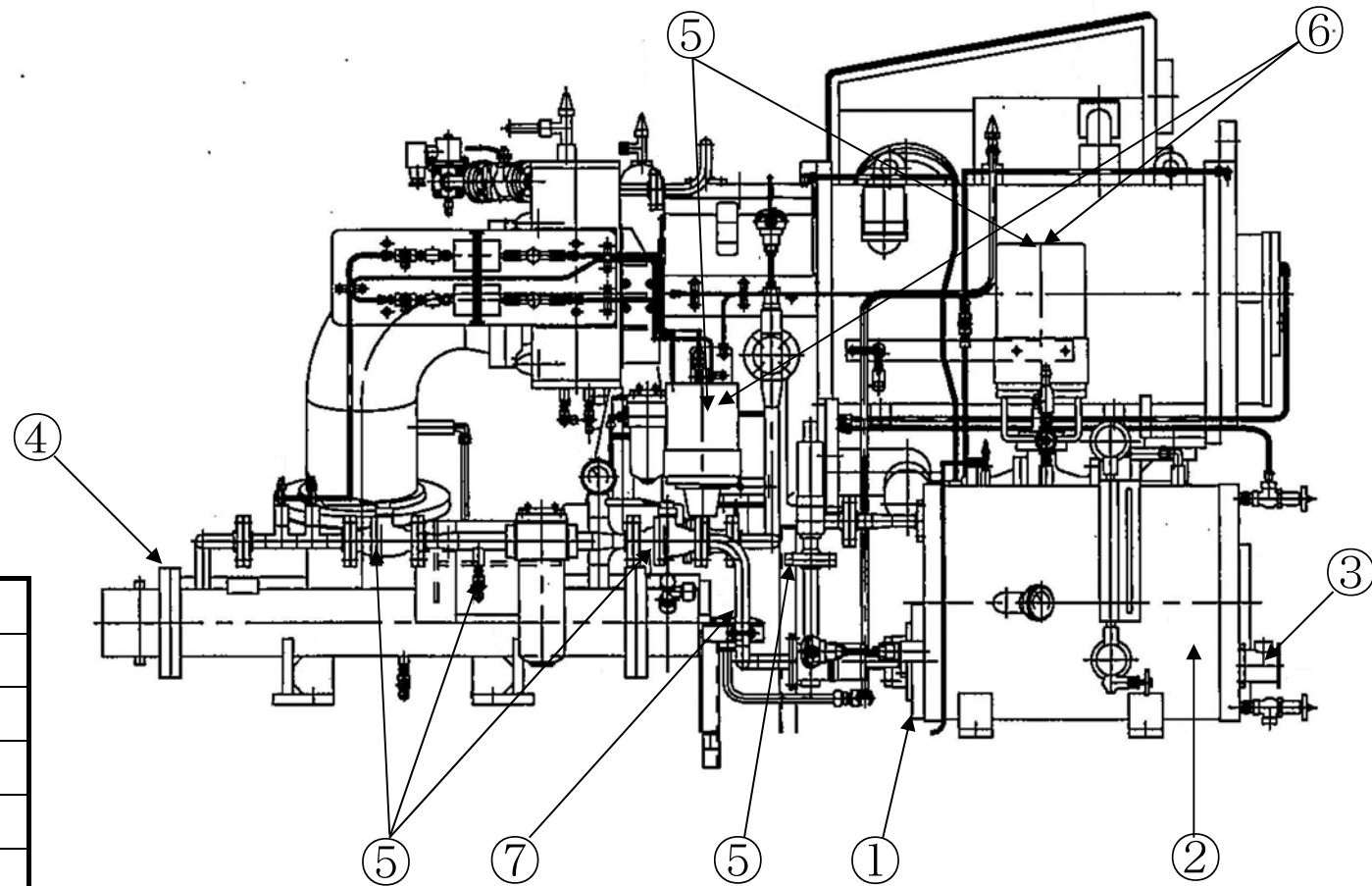
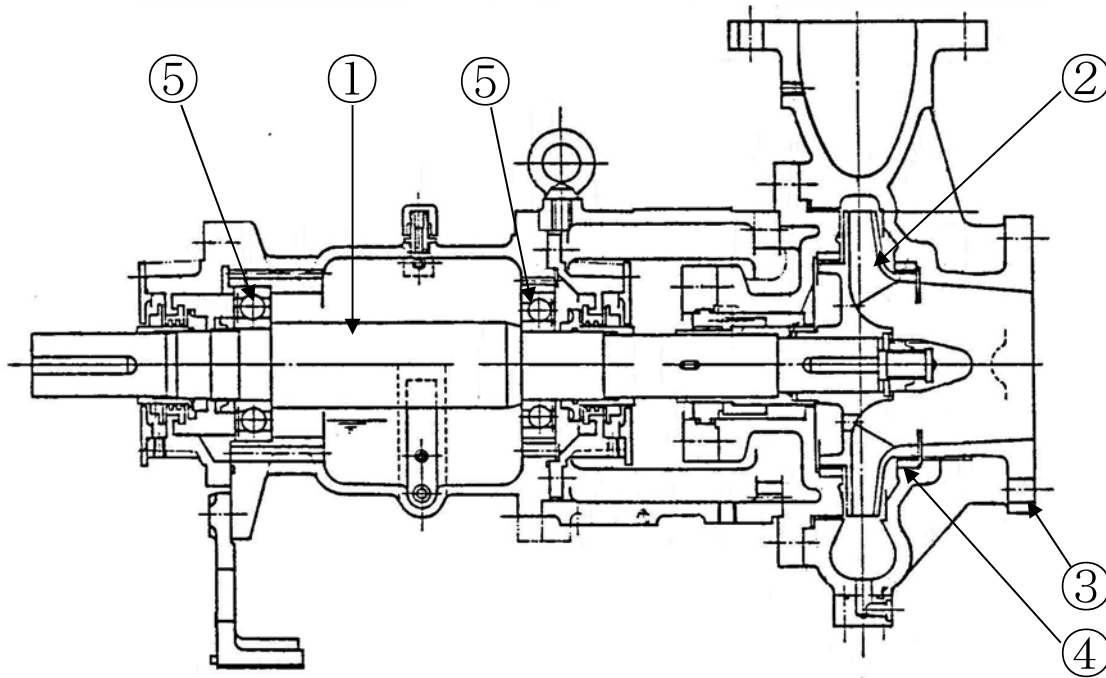
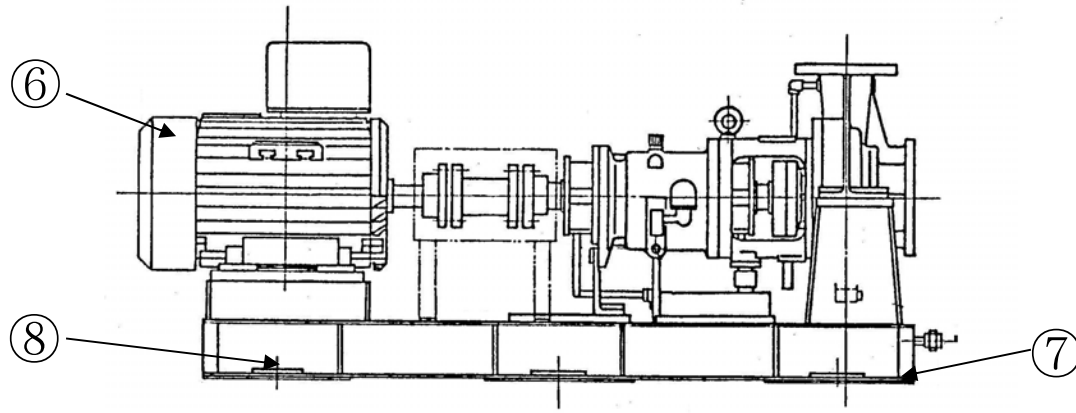


図2.1-2 (4/4) 中央制御室冷凍機構造図 (潤滑油ユニット)





No	部 位
①	主軸
②	羽根車
③	ケーシング
④	ケーシングリング
⑤	軸受 (転がり)
⑥	モータ
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

図2.1-3 冷水循環ポンプ構造図

表2.1-1 中央制御室冷凍機の主要部位の使用材料 (1/2)

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
冷却機能の確保	圧縮機	ケーシング	鋳鉄 (FC250)
		従軸	低合金鋼 (SNC815)
		インペラ	アルミニウム合金鋳物 (AC4A)
		インペラバネ	炭素鋼 (S25C), ホワイトメタル (WJ2)
		軸受 (すべり)	炭素鋼 (S25C), ホワイトメタル (WJ2)
		モータ (高圧, 全閉, 交流)	主軸: 炭素鋼 固定子コイルおよび口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 回転子棒・回転子エンディング: 銅 軸受 (転がり): (消耗品)
	凝縮器	伝熱管	銅 (C1020T)
		胴	炭素鋼 (SM41B)
		水室	炭素鋼 (SS41)
	蒸発器	伝熱管	銅 (C1020T)
		胴	炭素鋼 (SM41B)
		水室	炭素鋼 (SS41)
	弁 (フロン)	炭素鋼 炭素鋼鋳鋼 ステンレス鋳鋼 銅合金 青銅鋳物	
	電動弁用駆動部	(定期取替品)	
	配管 (フロン)	炭素鋼 (STPG38, STPT370) 銅 (C1020T-1/2H)	
	潤滑油ユニット	油ポンプ	(定期取替品)
		油タンク	炭素鋼 (SM41B)
		油ヒータ	(定期取替品)
		油冷却器	炭素鋼 (STPG38S) 銅 (C1220T)
		弁 (油)	炭素鋼 ステンレス鋳鋼 銅合金
		電動弁用駆動部	(定期取替品)
		配管 (油)	炭素鋼 (STPG38, STPT370) 銅 (C1020T-1/2H)

表2.1-1 中央制御室冷凍機の主要部位の使用材料 (2/2)

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
冷却機能の確保	冷水循環ポンプ	主軸	ステンレス鋼(SUS403)
		羽根車	ステンレス鋳鋼(SCS13)
		ケーシング	鋳鉄(FCD45)
		ケーシングリング	ステンレス鋼(SUS304)
		軸受(転がり)	(消耗品)
		モータ(低圧, 全閉, 交流)	主軸: 炭素鋼 固定子コイルおよび口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 回転子棒・回転子エンドリング: アルミニウム 軸受(転がり): (消耗品)
機器の支持	中央制御室冷凍機	ベース	炭素鋼(SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼(SS41)
	冷水循環ポンプ	ベース	炭素鋼(SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼(SS41)

表2.1-2 中央制御室冷凍機の使用条件

熱交換量	546.6kW
内部流体	フロンR134A(冷媒), 油, 防錆剤入り純水
周囲温度	40℃以下
設置場所	屋内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

冷凍機の機能は冷却機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 冷却機能の確保
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

中央制御室冷凍機について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の性質、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

軸受（転がり）、電動弁用駆動部、油ポンプ、油ヒータは定期取替品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された (表2.2-1で○)。

- a. モータの固定子コイル, 口出線・接続部品の絶縁特性低下 [中央制御室冷凍機の圧縮機, 冷水循環ポンプ]

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 圧縮機ケーシングの腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機〕

圧縮機ケーシングは鋳鉄であり、腐食が想定されるが、防食塗装が施されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 圧縮機従軸の摩耗〔中央制御室冷凍機〕

圧縮機の従軸については、軸受（すべり）と従軸の接触面で摩耗が想定されるが、潤滑剤の供給により、主軸と軸受間に膜が形成されていることから摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認および寸法測定を行っており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 軸受（すべり）の摩耗

軸受（すべり）は主軸との接触面において摩耗が想定されるが、潤滑剤が供給される構造となっており、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および寸法測定を行っており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 軸受（すべり）のはく離

軸受（すべり）は、ホワイトメタルと軸受の接合部ではく離が想定されるが、定期的に見視確認および浸透探傷試験を行っており、これまで有意なはく離は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### e. インペラおよびインペララビリンスの摩耗〔中央制御室冷凍機〕

圧縮機のインペラとインペララビリンスの間には摩耗が想定されるが、定期的に見視確認および寸法測定を行い、必要に応じてインペララビリンスの取替を行っている。

なお、摩耗の進展速度は、運転時間や圧縮機回転数等により影響されるが、これらは通常運転中ほぼ一定である。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 凝縮器および蒸発器の腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機〕

凝縮器、蒸発器の伝熱管は銅、胴および水室は炭素鋼であり腐食が想定されるが、胴側（伝熱管外表面、胴）流体はフロンであり、水室側（伝熱管内表面、水室）流体は冷却水（防錆剤入り）であることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認および漏えい確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

胴および水室の外面については防食塗装が施されており、屋内空調環境に設置されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁（フロン）および配管（フロン）の腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機〕

弁（フロン）は炭素鋼、炭素鋼鋳鋼、銅合金または青銅鋳物、配管（フロン）は炭素鋼または銅を使用しており、腐食が想定されるが、内部流体はフロンであることから、腐食が発生する可能性は小さい。

弁および配管の外面に腐食が想定されるが、屋内空調環境に設置されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 油タンク等の腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機〕

油タンク、油冷却器、弁（油）および配管（油）は炭素鋼、銅または銅合金であり、腐食が想定されるが、内部流体は潤滑油であることから、腐食が発生する可能性は小さい。外面については、防食塗装が施されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 羽根車およびケーシングリングの摩耗〔冷水循環ポンプ〕

冷水循環ポンプの羽根車とケーシングリングの間には摩耗が想定されるが、定期的を目視確認および寸法測定を行い、必要に応じてケーシングリングの取替を行うこととしている。

なお、摩耗の進展速度は、運転時間やポンプ回転数等により影響されるが、これらは通常運転中ほぼ一定である。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 主軸の摩耗〔冷水循環ポンプ〕

冷水循環ポンプの主軸は軸受（転がり）を使用しているため、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定されるが、接触部に潤滑油を供給しているため、機械的に接触する可能性は低く、摩耗の発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 冷水循環ポンプ主軸の高サイクル疲労割れ〔冷水循環ポンプ〕

冷水循環ポンプの主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、定期的を目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 羽根車の腐食（キャビテーション）〔冷水循環ポンプ〕

冷水循環ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面に減肉が生じ、ポンプ性能の低下が想定されるが、設計段階においてキャビテーションを起こさない条件

$$h_{s,v} \text{ (有効吸込ヘッド)} > H_{s,v} \text{ (必要有効吸込ヘッド)}$$

を満たすよう考慮しており、この大小関係は経年的に変わるものではないことから、キャビテーションが発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なキャビテーションによる減肉は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



m. 冷却水ポンプケーシングの腐食（全面腐食）〔冷水循環ポンプ〕

冷水循環ポンプのケーシングは鋳鉄であり腐食が想定されるが、内部流体は冷却水（防錆剤入り）であることから腐食が発生する可能性は小さい。外面については、防食塗装が施されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. ベースの腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機，冷水循環ポンプ〕

中央制御室冷凍機，冷水循環ポンプのベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、中央制御室冷凍機，冷水循環ポンプのベースの腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機，冷水循環ポンプ〕

基礎ボルトの腐食（全面腐食）については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めない。

以下のp～uの評価については、「ポンプモータの技術評価書」の高圧ポンプモータと同一であることから、当該評価書を参照のこと。

p. モータ主軸の摩耗〔中央制御室冷凍機の圧縮機〕

q. モータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機の圧縮機〕

r. モータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機の圧縮機〕

s. モータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ〔中央制御室冷凍機の圧縮機〕

t. モータの主軸の高サイクル疲労割れ〔中央制御室冷凍機の圧縮機〕

u. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室冷凍機の圧縮機〕

以下のv～aaの評価については、「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから、当該評価書を参照のこと。

v. モータ主軸の摩耗〔冷水循環ポンプ〕

w. モータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）〔冷水循環ポンプ〕

x. モータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）〔冷水循環ポンプ〕

y. モータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ〔冷水循環ポンプ〕

z. モータの主軸の高サイクル疲労割れ〔冷水循環ポンプ〕

aa. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）〔冷水循環ポンプ〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/3) 中央制御室冷凍機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品 ・ 定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
冷却機能の 確保	中央制 御室冷 凍機	圧縮機	ケーシング	铸铁		△						*1：高圧，全閉，交流 *2：軸受（転がり） *3：主軸 *4：固定子コア，回転子 コア *5：フレーム，エンドブラケ ット，端子箱 *6：取付ボルト *7：回転子棒，回転子 エンドリングの疲労 割れ *8：主軸の高サイクル疲労 割れ *9：固定子コイル，口出 線・接続部品の 絶縁特性低下 *10：ステンレス鋼以外に 想定 *11：はく離
			従軸	低合金鋼	△							
			インペラ	アルミニウム合金鋳物	△							
			インペララビリンス	炭素鋼，ホワイトメタル	△							
			軸受（すべり）	炭素鋼，ホワイトメタル	△					△*11		
			モータ*1	◎*2	炭素鋼，銅， 絶縁物他	△*3	△*4*5*6	△*7*8			○*9	
		凝縮器	伝熱管	銅		△						
			胴	炭素鋼		△						
			水室	炭素鋼		△						
		蒸発器	伝熱管	銅		△						
			胴	炭素鋼		△						
			水室	炭素鋼		△						
		弁（フロン）		炭素鋼 炭素鋼鋳鋼 ステンレス鋼 銅合金 青銅鋳物		△*10						
		電動弁用駆動部	◎	—								
		配管（フロン）		炭素鋼 銅		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/3) 中央制御室冷凍機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化		その他		
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化			
冷却機能の確保	中央制御室冷凍機	潤滑油ユニット	油ポンプ	◎	—								*1: ステンレス鋼以外に想定
			油タンク		炭素鋼		△						
			油ヒータ	◎	—								
			油冷却器		炭素鋼 銅		△						
			弁（油）		炭素鋼 ステンレス鋼 銅合金		△*1						
			電動弁用駆動部	◎	—								
			配管（油）		炭素鋼 銅		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2. 2-1 (3/3) 中央制御室冷凍機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
冷却機能の確保	冷水循環ポンプ	主軸		ステンレス鋼	△		△*3				*1：低圧，全閉，交流 *2：軸受（転がり） *3：高サイクル疲労割れ *4：キャビテーション *5：主軸 *6：固定子コア，回転子コア *7：フレーム，エンドブラケット，端子箱 *8：取付ボルト *9：回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ *10：主軸の高サイクル疲労割れ *11：固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下	
		羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△*4						
		ケーシング		鋳鉄	△	△						
		ケーシングリング		ステンレス鋼	△							
		軸受（転がり）	◎	—								
		モータ*1	◎*2	炭素鋼，銅，絶縁物他	△*5	△*6*7*8	△*9*10			○*11		
機器の支持	中央制御室冷凍機	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	冷水循環ポンプ	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔中央制御室冷凍機の圧縮機〕

中央制御室冷凍機の圧縮機のモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」の高圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

(2) モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔冷水循環ポンプ〕

冷水循環ポンプのモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

## 4. フィルタユニット

### [対象機器]

- ① 非常用ガス処理系前置ガス処理装置
- ② 非常用ガス処理系後置ガス処理装置
- ③ 中央制御室非常用再循環処理装置
- ④ 中央制御室空気調和装置
- ⑤ 非常用電気室外気処理装置
- ⑥ 高圧炉心スプレイ電気室外気処理装置



## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	4-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	4-1
1.2 代表機器の選定 .....	4-1
2. 代表機器の技術評価 .....	4-3
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	4-3
2.1.1 非常用ガス処理系前置ガス装置 .....	4-3
2.1.2 中央制御室空気調和装置 .....	4-6
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	4-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	4-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	4-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	4-11
3. 代表機器以外への展開 .....	4-15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	4-15
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	4-15

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用している主要なフィルタユニットの仕様を表1-1に示す。

これらのフィルタユニットを材料の観点からグループ化し、そのグループより代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

材料を分類基準とし、これを基準として表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度、運転状態、容量、最高使用圧力および周囲温度の観点から、代表機器を選定する。

#### (1) フィルタユニット（ケーシング材料：ステンレス鋼）

このグループには、非常用ガス処理系前置ガス処理装置および非常用ガス処理系後置ガス処理装置が属するが、使用条件が同一のため、前段設置の非常用ガス処理系前置ガス処理装置を代表機器とする。

#### (2) フィルタユニット（ケーシング材料：炭素鋼または亜鉛メッキ鋼）

このグループには、中央制御室非常用再循環処理装置、中央制御室空気調和装置、非常用電気室外気処理装置および高圧炉心スプレイ電気室外気処理装置が属するが、重要度および運転状態の観点から中央制御室空気調和装置を代表機器とする。

表1-1 フィルタユニットのグループ化と代表機器

分類基準	機器名称 (基数)	選 定 基 準					選 定	選定理由
		仕 様 (容 量) (m <sup>3</sup> /h)	重要度*2	使 用 条 件				
				運 転 状 態	最高使用 圧力 (kPa)	周囲 温度 (°C)		
ステンレス鋼	非常用ガス処理系前置ガス処理装置(2)	4,400	MS-1, 重*3	一時	20.6	66以下	◎	前段設置
	非常用ガス処理系後置ガス処理装置(2)	4,400	MS-1, 重*3	一時	20.6	66以下		
炭素鋼または 亜鉛メッキ鋼	中央制御室非常用再循環処理装置(1)	32,000	MS-1, 重*3	一時	-2.7	40以下		運転状態
	中央制御室空気調和装置(2)	120,000	MS-1	連続	-2.9	40以下	◎	
	非常用電気室外気処理装置(2)	118,000	MS-2	連続	-1.0	40以下		
	高圧炉心スプレッド電気室外気処理装置(1)	82,000	MS-2	連続	-1.2	40以下		

\*1：ケーシングの材料を示す。

\*2：最上位の重要度を示す。

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の2種類のフィルタユニットについて、技術評価を実施する。

- ① 非常用ガス処理系前置ガス処理装置
- ② 中央制御室空気調和装置

### 2.1 構造、材料および使用条件

#### 2.1.1 非常用ガス処理系前置ガス処理装置

##### (1) 構造

非常用ガス処理系前置ガス処理装置はステンレス鋼の角形ダクト式構造で、2台設置している。

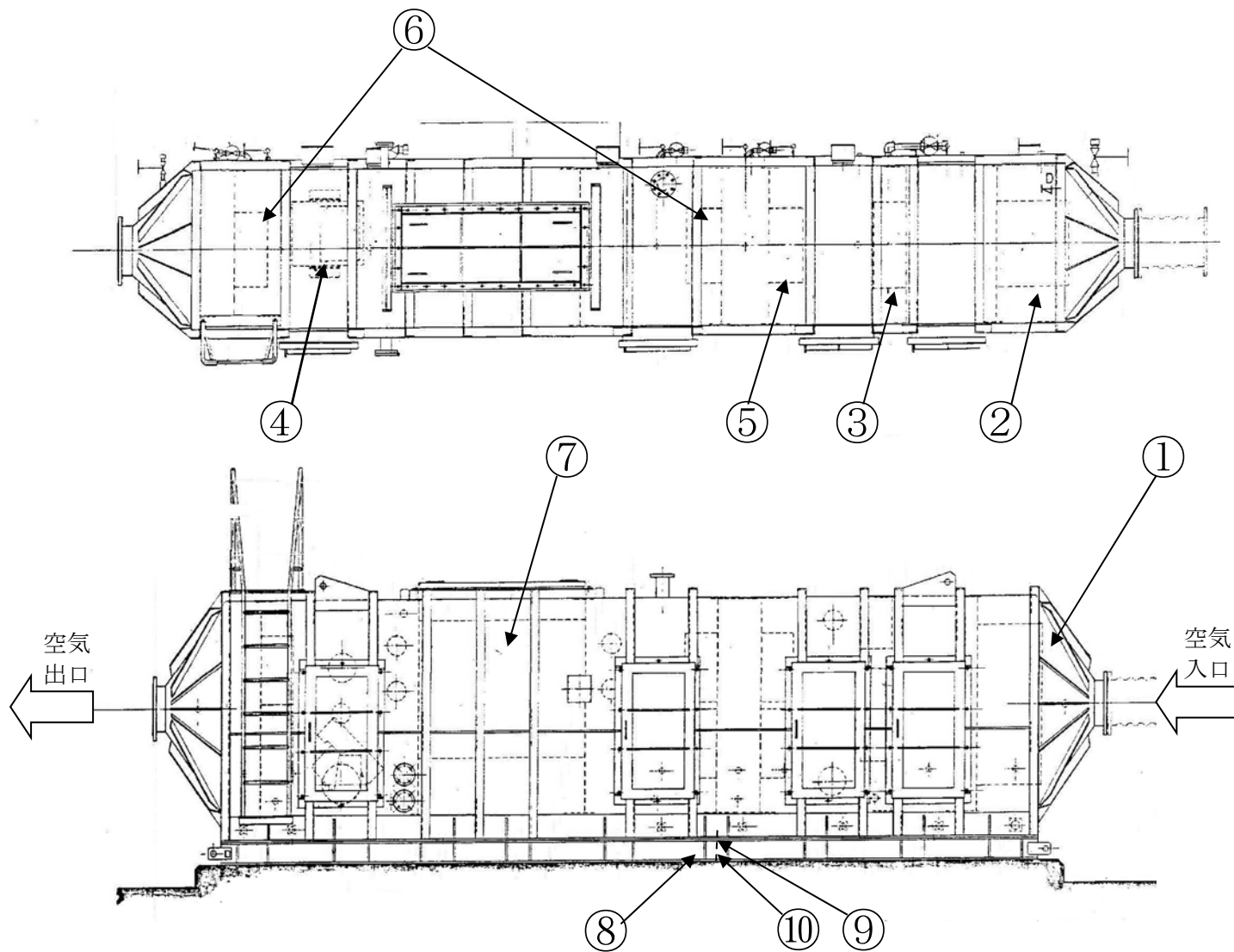
非常用ガス処理系前置ガス処理装置は、ケーシング、デミスタ、加熱用ヒータ、活性炭フィルタ用ヒータ、プレフィルタ、高性能粒子フィルタ、活性炭フィルタ、支持鋼材および基礎ボルト等より構成される。

また、高性能粒子フィルタおよび活性炭フィルタはケーシングの中から取り出すことにより点検手入れが可能である。

非常用ガス処理系前置ガス処理装置の構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

非常用ガス処理系前置ガス処理装置主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。



No	部 位
①	ケージング
②	デミスタ
③	加熱用ヒータ
④	活性炭フィルタ用ヒータ
⑤	プレフィルタ
⑥	高性能粒子フィルタ
⑦	活性炭フィルタ
⑧	支持鋼材
⑨	取付ボルト
⑩	基礎ボルト

図2.1-1 非常用ガス処理系前置ガス処理装置構造図

表2.1-1 非常用ガス処理系前置ガス処理装置の主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウダリの維持	ケーシング	ステンレス鋼 (SUS304)
空気浄化機能の確保	デミスタ	(定期取替品)
	加熱用ヒータ	ステンレス鋼 (SUS304, SUS304LTP), ニクロム線, 絶縁物
	活性炭フィルタ用ヒータ	ステンレス鋼 (SUS304, SUS304LTP), ニクロム線, 絶縁物
	プレフィルタ	(定期取替品)
	高性能粒子フィルタ	(定期取替品)
	活性炭フィルタ	活性炭
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼 (SS41)
	取付ボルト	低合金鋼 (SCM435)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)

表2.1-2 非常用ガス処理系前置ガス処理装置の使用条件

最高使用圧力	20.6kPa
周囲温度	66℃以下
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.1.2 中央制御室空気調和装置

### (1) 構造

中央制御室空気調和装置は亜鉛メッキ鋼製であり，2台設置している。

中央制御室空気調和装置は，ケーシング，中性能フィルタ，冷却コイル・フィン，ベースおよび基礎ボルト等より構成される。

また，中性能フィルタは点検口からケーシングに入り，取り出すことにより点検手入れが可能である。

中央制御室空気調和装置の構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

中央制御室空気調和装置主要部位の使用材料を表2.1-3に，使用条件を表2.1-4に示す。

No.	部 位
①	ケーシング
②	中性能フィルタ
③	冷却コイル・フィン
④	ベース
⑤	基礎ボルト

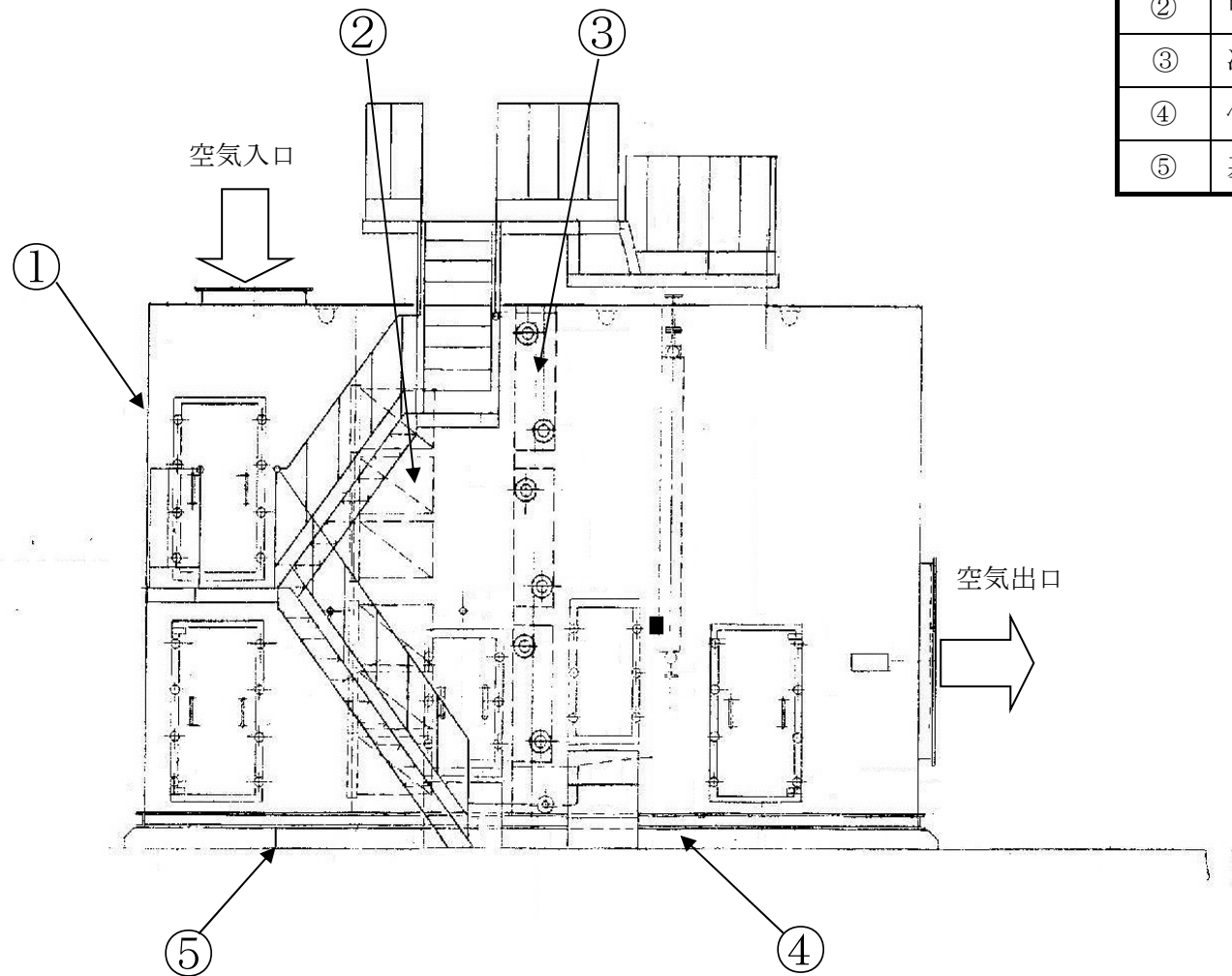


図2.1.2 中央制御室空気調和装置構造図



表2.1-3 中央制御室空気調和装置の主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウダリの維持	ケーシング	亜鉛メッキ鋼 (SPGS)
空気浄化機能の確保	中性能フィルタ	(消耗品)
冷却機能の確保	冷却コイル・フィン	コイル：銅 フィン：アルミニウム
機器の支持	ベース	炭素鋼 (SS41)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)

表2.1-4 中央制御室空気調和装置の使用条件

最高使用圧力	-2.9kPa
周囲温度	40°C以下
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

フィルタユニットの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② 空気浄化機能の確保
- ③ 冷却機能の確保
- ④ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

フィルタユニットについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（運転状態、内部流体、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

中性能フィルタは消耗品、デミスタ、プレフィルタ、高性能粒子フィルタは定期取替品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 加熱用ヒータおよび活性炭フィルタ用ヒータの絶縁特性低下〔非常用ガス処理系前置ガス処理装置〕

加熱用ヒータおよび活性炭フィルタ用ヒータはシースヒータであり、絶縁特性の低下が想定されるが、絶縁材はステンレス鋼製パイプ中に納められ、かつシールにより外気から遮断されていることから、絶縁特性が低下する可能性は小さい。

また、定期的に絶縁抵抗測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な絶縁特性低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 加熱用ヒータおよび活性炭フィルタ用ヒータの断線〔非常用ガス処理系前置ガス処理装置〕

加熱用ヒータおよび活性炭フィルタ用ヒータはパイプ腐食による外気湿分の侵入により、腐食・断線が想定されるが、ニクロム線はステンレス鋼製パイプ中に納められ、かつシールにより外気から遮断されていることから、パイプ腐食に伴う外気湿分の侵入による酸化腐食の可能性は小さい。

また、定期的に導通確認を行い、健全性を確認しており、これまで断線は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 活性炭フィルタの劣化〔非常用ガス処理系前置ガス処理装置〕

活性炭フィルタは長期の使用により劣化し、よう素除去の能力低下が想定されるが、定期的によう素除去性能検査を実施するとともに、必要に応じ取替を実施しており、これまでに有意な能力低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ケーシングの腐食（全面腐食）〔中央制御室空気調和装置〕

ケーシングは亜鉛メッキ鋼であり腐食が想定されるが、メッキにより腐食を防止していることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、メッキの状態を確認するとともに、必要に応じ補修を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 冷却コイル・フィン腐食（全面腐食）〔中央制御室空気調和装置〕

冷却コイルは銅、フィンはアルミニウムであり、腐食が想定されるが、コイル内面は内部流体が冷却水（防錆剤入り）であることから腐食が発生する可能性は小さい。コイル外面およびフィンについては、建物内の空調管理された空気と接することから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 支持鋼材、取付ボルトおよびベースの腐食（全面腐食）〔非常用ガス処理系前置ガス処理装置、中央制御室空気調和装置〕

支持鋼材、取付ボルトおよびベースは炭素鋼または低合金鋼であり腐食が想定されるが、防食塗装が施されていることから腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は確認されていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/2) 非常用ガス処理系前置ガス処理装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ケーシング		ステンレス鋼							*1：絶縁特性低下 *2：断線	
空気浄化機能の 確保	デミスタ	◎	—								
	加熱用ヒータ		ステンレス鋼，ニクロム線， 絶縁物						△*1*2		
	活性炭フィルタ用ヒータ		ステンレス鋼，ニクロム線， 絶縁物						△*1*2		
	プレフィルタ	◎	—								
	高性能粒子フィルタ	◎	—								
	活性炭フィルタ			活性炭					△		
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	取付ボルト		低合金鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/2) 中央制御室空気調和装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ケーシング		亜鉛メッキ鋼		△						
空気浄化機能の確保	中性能フィルタ	◎	—								
冷却機能の確保	冷却コイル・フィン		銅, アルミニウム		△						
機器の支持	ベース		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 非常用ガス処理系後置ガス処理装置
- ② 中央制御室非常用再循環処理装置
- ③ 非常用電気室外気処理装置
- ④ 高圧炉心スプレイ電気室外気処理装置

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様に、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

##### a. ケーシング、取付ボルト、支持鋼材およびベースの腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、ケーシング、取付ボルト、支持鋼材およびベースは炭素鋼、低合金鋼または亜鉛メッキ鋼であり腐食が想定されるが、塗装またはメッキにより腐食を防止していることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装またはメッキの状態を確認するとともに、必要に応じて補修を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

##### b. 加熱用ヒータおよび活性炭フィルタ用ヒータの絶縁特性低下〔非常用ガス処理系後置ガス処理装置〕

代表機器と同様に、加熱用ヒータおよび活性炭フィルタ用ヒータはシースヒータであり、絶縁特性の低下が想定されるが、絶縁材はステンレス鋼製パイプ中に納められ、かつシールにより外気から遮断されていることから、絶縁特性が低下する可能性は小さい。

また、定期的に絶縁抵抗測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な絶縁特性低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



c. 加熱用ヒータおよび活性炭フィルタ用ヒータの断線〔非常用ガス処理系後置ガス処理装置〕

代表機器と同様に、加熱用ヒータおよび活性炭フィルタ用ヒータはパイプ腐食による外気湿分の侵入により、腐食・断線が想定されるが、ニクロム線はステンレス鋼製パイプ中に納められ、かつシールにより外気から遮断されていることから、パイプ腐食に伴う外気湿分の侵入による酸化腐食の可能性は小さい。

また、定期的に導通確認を行い、健全性を確認しており、これまで断線は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 活性炭フィルタの劣化〔非常用ガス処理系後置ガス処理装置, 中央制御室非常用再循環処理装置〕

代表機器と同様に、活性炭フィルタは長期の使用により劣化し、よう素除去の能力低下が想定されるが、定期的によくよう素除去性能検査を実施するとともに、必要に応じ取替を実施しており、これまでに有意な能力低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

代表機器と同様に、日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

## 5. ダクト

### [対象機器]

- ① 原子炉棟空調換気系ダクト
- ② 残留熱除去ポンプ室冷却系ダクト
- ③ 低圧炉心スプレイポンプ室冷却系ダクト
- ④ 高圧炉心スプレイポンプ室冷却系ダクト
- ⑤ 中央制御室空調換気系ダクト
- ⑥ 非常用ディーゼル室換気系ダクト
- ⑦ 非常用電気室空調換気系ダクト
- ⑧ 高圧炉心スプレイディーゼル室換気系ダクト
- ⑨ 高圧炉心スプレイ電気室空調換気系ダクト
- ⑩ 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダクト

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	5-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	5-1
1.2 代表機器の選定 .....	5-1
2. 代表機器の技術評価 .....	5-3
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	5-3
2.1.1 原子炉棟空調換気系ダクト (丸ダクト 炭素鋼) .....	5-3
2.1.2 中央制御室空調換気系ダクト (丸ダクト 亜鉛メッキ鋼) .....	5-6
2.1.3 中央制御室空調換気系ダクト (角ダクト 炭素鋼) .....	5-9
2.1.4 中央制御室空調換気系ダクト (角ダクト 亜鉛メッキ鋼) .....	5-12
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	5-15
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	5-15
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	5-15
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	5-16
3. 代表機器以外への展開 .....	5-22
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	5-22
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	5-22

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用している主要なダクトの仕様を表1-1に示す。

これらのダクトを型式および材料の観点からグループ化し、それぞれのグループより代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

型式および材料を分類基準とし、ダクトを表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度、運転状態、容量、周囲温度および設置場所の観点から、代表機器を選定する。

#### (1) 丸ダクト（材料：炭素鋼）

このグループには、原子炉棟空調換気系ダクトおよび中央制御室空調換気系ダクトが属するが、重要度、運転状態および容量の観点から原子炉棟空調換気系ダクトを代表機器とする。

#### (2) 丸ダクト（材料：亜鉛メッキ鋼）

このグループには、中央制御室空調換気系ダクトのみが属するため、中央制御室空調換気系ダクトを代表機器とする。

#### (3) 角ダクト（材料：炭素鋼）

このグループには、中央制御室空調換気系ダクト、非常用ディーゼル室換気系ダクト、非常用電気室空調換気系ダクト、高圧炉心スプレィディーゼル室換気系ダクトおよび高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダクトが属するが、重要度および運転状態の観点から中央制御室空調換気系ダクトを代表機器とする。

#### (4) 角ダクト（材料：亜鉛メッキ鋼）

このグループには、残留熱除去ポンプ室冷却系ダクト、低圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダクト、高圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダクト、中央制御室空調換気系ダクト、非常用電気室空調換気系ダクト、高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダクトおよび原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダクトが属するが、重要度の観点から中央制御室空調換気系ダクトを代表機器とする。

表1-1 ダクトのグループ化と代表機器

分類基準		機器名称	選定基準					選定	選定理由
型式	材料*1		仕様 (容量) (m <sup>3</sup> /h)	重要度*2	使用条件				
					運転状態	周囲温度 (°C)	設置場所		
丸ダクト	炭素鋼	原子炉棟空調換気系ダクト	201,880	MS-1	連続	40以下	屋内	◎	容量
		中央制御室空調換気系ダクト	21,000	MS-1, 重*3	連続	40以下	屋内		
	亜鉛メッキ鋼	中央制御室空調換気系ダクト	32,000	MS-1, 重*3	連続	40以下	屋内	◎	
角ダクト	炭素鋼	中央制御室空調換気系ダクト	21,000	MS-1, 重*3	連続	40以下	屋内	◎	運転状態
		非常用ディゼール室換気系ダクト	193,000	MS-1	一時	45以下	屋内		
		非常用電気室空調換気系ダクト	118,000	MS-2	連続	40以下	屋内		
		高圧炉心スプレィディゼール室換気系ダクト	146,000	MS-1	一時	45以下	屋内		
		高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダクト	82,000	MS-2	連続	40以下	屋内		
	亜鉛メッキ鋼	残留熱除去ポンプ室冷却系ダクト	6,200	MS-2	一時	66以下	屋内		重要度
		低圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダクト	9,700	MS-2	一時	66以下	屋内		
		高圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダクト	19,800	MS-2	一時	66以下	屋内		
		中央制御室空調換気系ダクト	120,000	MS-1, 重*3	連続	40以下	屋内	◎	
		非常用電気室空調換気系ダクト	118,000	MS-2	連続	40以下	屋内		
		高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダクト	82,000	MS-2	連続	40以下	屋内		
		原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダクト	12,000	MS-2	連続	55以下	屋内		

\*1：ダクト本体の材料を示す。

\*2：最上位の重要度を示す。

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の4種類のダクトについて、技術評価を実施する。

- ① 原子炉棟空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）
- ② 中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ③ 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）
- ④ 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）

### 2.1 構造，材料および使用条件

#### 2.1.1 原子炉棟空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）

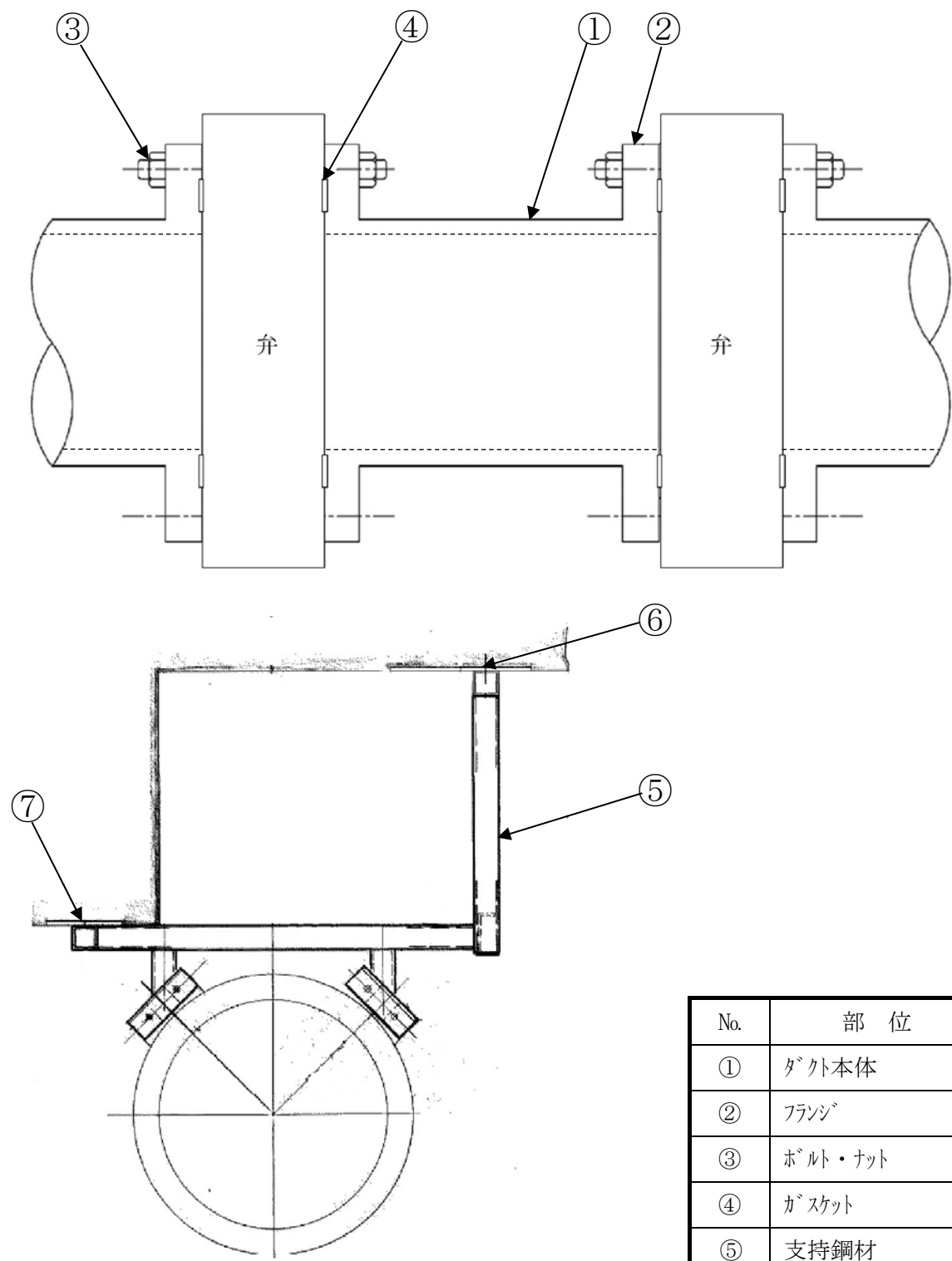
##### (1) 構造

原子炉棟空調換気系ダクトは炭素鋼製丸ダクトであり，ダクト本体，フランジ，ボルト・ナット，支持鋼材および基礎ボルト等より構成される。

原子炉棟空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）の構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

原子炉棟空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	ダクト本体
②	フランジ
③	ボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	支持鋼材
⑥	基礎ボルト
⑦	埋込金物

図2. 1-1 原子炉棟空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）構造図

表2.1-1 原子炉棟空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウダリの維持	ダクト本体	炭素鋼（SS41，SM41A）
	フランジ	炭素鋼
	ボルト・ナット	炭素鋼（メッキ仕様）
	ガスケット	EPDM，ネプレンゴム，石綿テープ，ロックウール
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼 （SS41，SGD，STKR41）
	基礎ボルト	炭素鋼（SS41，SM50A～C），樹脂*1
	埋込金物	炭素鋼（SS41，SM41A～C，SM50A～C）

\*1：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-2 原子炉棟空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）の使用条件

周囲温度	40℃以下
内部流体	空 気
設置場所	屋 内



## 2.1.2 中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 亜鉛メッキ鋼）

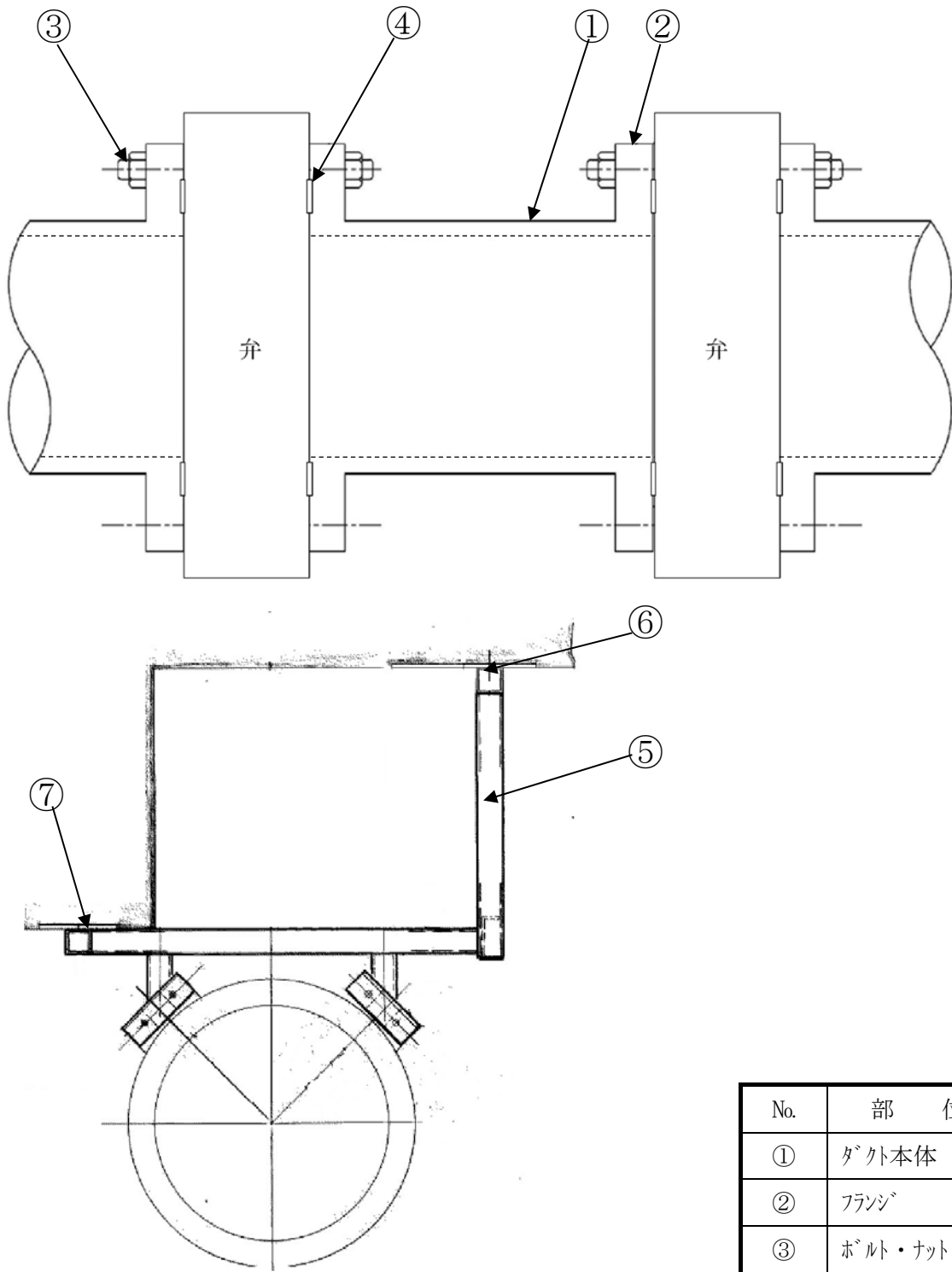
### (1) 構造

中央制御室空調換気系ダクトは亜鉛メッキ鋼製丸ダクトであり、ダクト本体、フランジ、ボルト・ナット、支持鋼材および基礎ボルト等より構成される。

中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 亜鉛メッキ鋼）の構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 亜鉛メッキ鋼）主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	ダクト本体
②	フランジ
③	ボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	支持鋼材
⑥	基礎ボルト
⑦	埋込金物

図2.1-2 中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 亜鉛メッキ鋼）構造図

表2.1-3 中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 亜鉛メッキ鋼）の主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウダリの維持	ダクト本体	亜鉛メッキ鋼（SPGS, SPGC）
	フランジ	炭素鋼
	ボルト・ナット	炭素鋼（メッキ仕様）
	ガスケット	EPDM, ネプレン <sup>®</sup> コム, 石綿テープ ロックウール
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼 （SS41, SGD, STKR41）
	基礎ボルト	炭素鋼（SS41, SM50A～C）, 樹脂 <sup>*1</sup>
	埋込金物	炭素鋼（SS41, SM41A～C, SM50A～C）

\*1：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-4 中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 亜鉛メッキ鋼）の使用条件

周囲温度	40℃以下
内部流体	空 気
設置場所	屋 内

### 2.1.3 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）

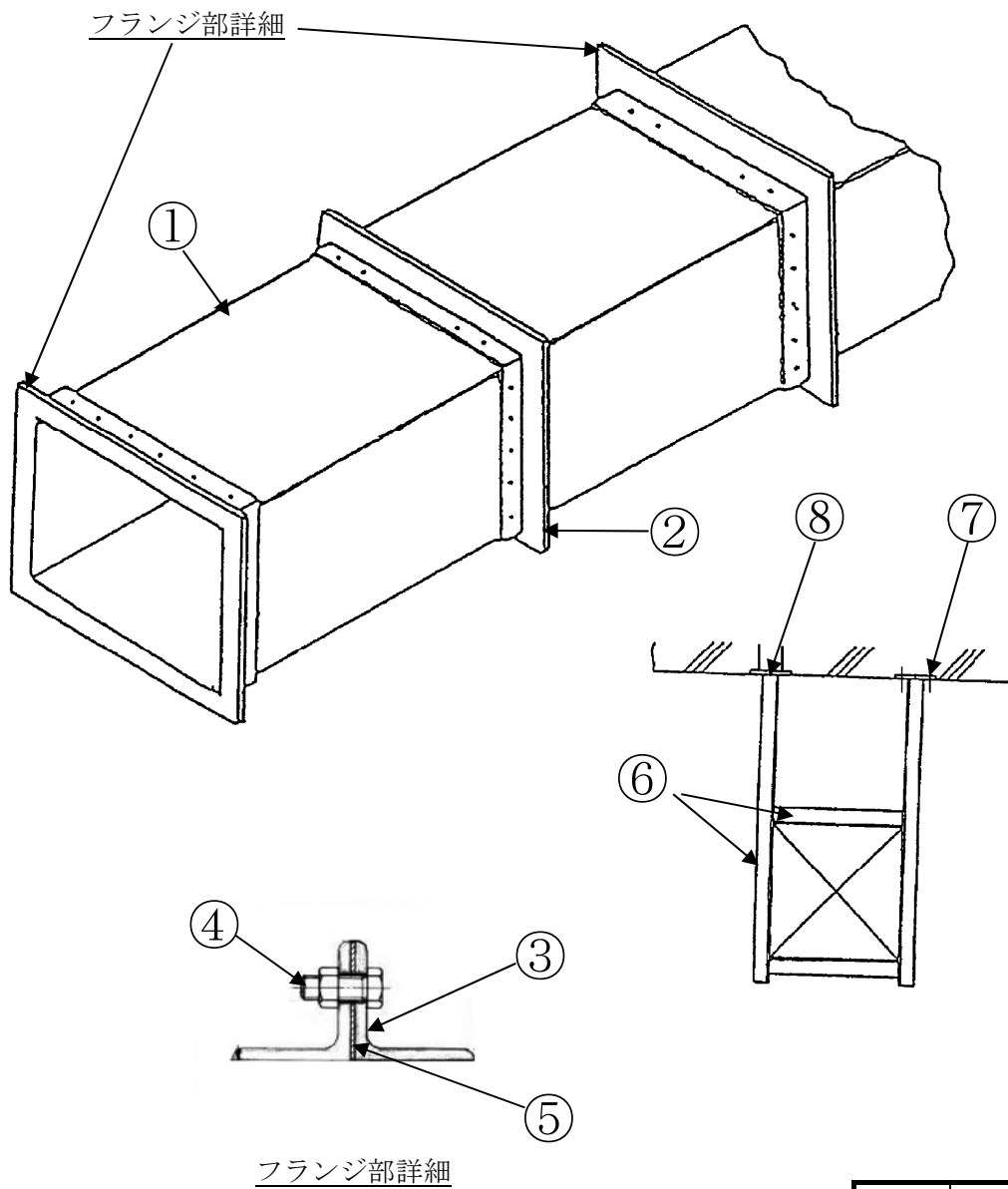
#### (1) 構造

中央制御室空調換気系ダクトは炭素鋼製角ダクトであり、ダクト本体、補強材、フランジ、ボルト・ナット、支持鋼材、基礎ボルト等より構成される。

中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）の構造図を図2.1-3に示す。

#### (2) 材料および使用条件

中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	ダクト本体
②	補強材
③	フランジ
④	ボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	支持鋼材
⑦	基礎ボルト
⑧	埋込金物

図2.1-3 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）構造図

表2.1-5 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）の主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウダリの維持	ダクト本体	炭素鋼（SS41, SM41A）
	補強材	炭素鋼
	フランジ	炭素鋼
	ボルト・ナット	炭素鋼（メッキ仕様）
	ガスケット	EPDM, ネオプレンゴム, ロックウール
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼（SS41, SGD, STKR41）
	基礎ボルト	炭素鋼（SS41, SM50A～C）, 樹脂*1
	埋込金物	炭素鋼（SS41, SM41A～C, SM50A～C）

\*1：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-6 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）の使用条件

周囲温度	40℃以下
内部流体	空 気
設置場所	屋 内

#### 2.1.4 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）

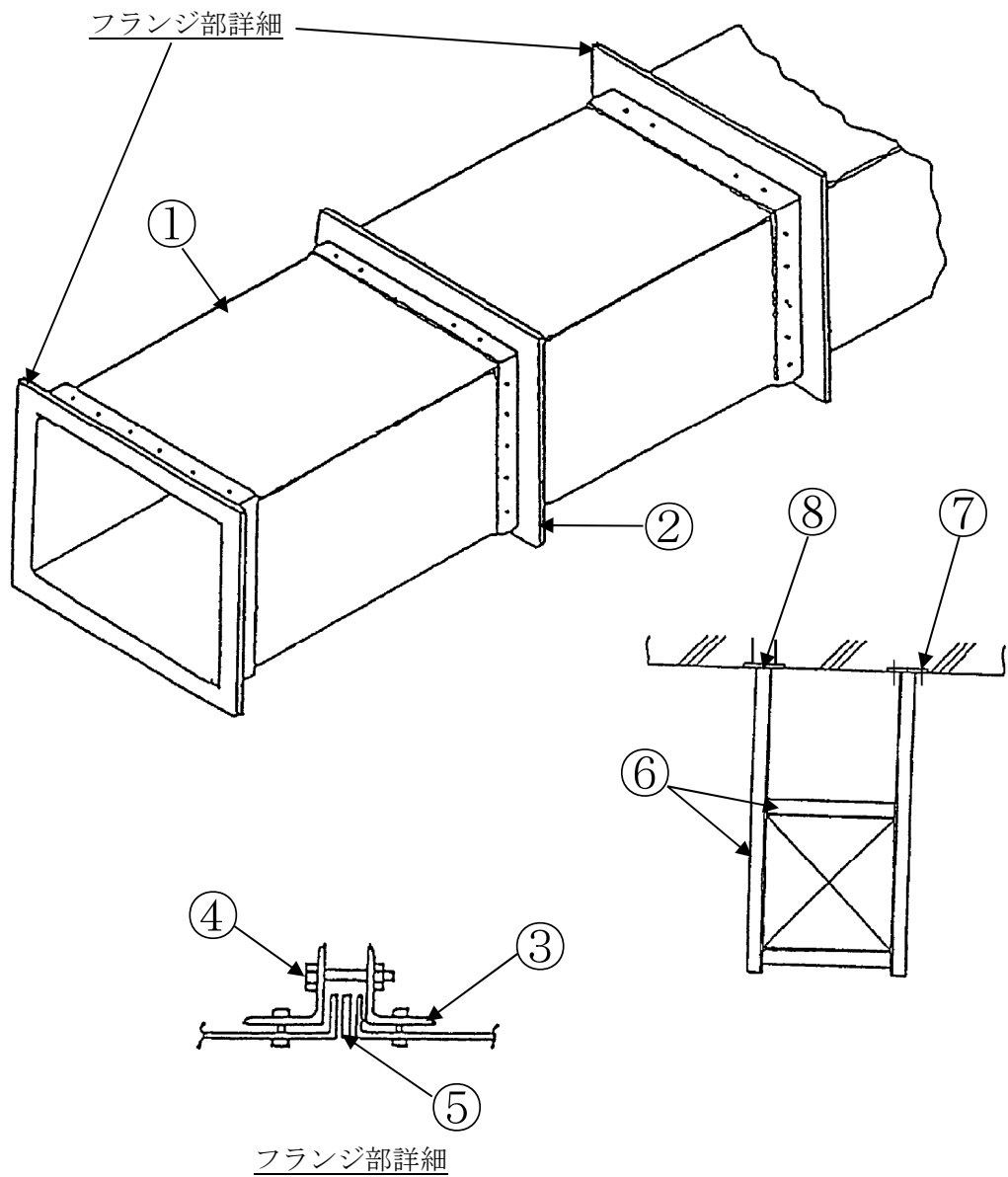
##### (1) 構造

中央制御室空調換気系ダクトは亜鉛メッキ鋼製角ダクトであり、ダクト本体、補強材、フランジ、ボルト・ナット、支持鋼材、基礎ボルト等より構成される。

中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）の構造図を図2.1-4に示す。

##### (2) 材料および使用条件

中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）主要部位の使用材料を表2.1-7に、使用条件を表2.1-8に示す。



No.	部 位
①	ダクト本体
②	補強材
③	フランジ
④	ボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	支持鋼材
⑦	基礎ボルト
⑧	埋込金物

図2.1-4 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）構造図



表2.1-7 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）の主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウダリの維持	ダクト本体	亜鉛メッキ鋼 (SPGS, SPGC)
	補強材	炭素鋼
	フランジ	炭素鋼
	ボルト・ナット	炭素鋼 (メッキ仕様)
	ガスケット	EPDM, ネオプレンゴム, 石綿テープ, ロックウール
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼 (SS41, SGD, STKR41)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS41, SM50A~C), 樹脂*1
	埋込金物	炭素鋼 (SS41, SM41A~C, SM50A~C)

\*1：後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-8 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）の使用条件

周囲温度	40℃以下
内部流体	空 気
設置場所	屋 内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ダクトの機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

ダクトについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の性質、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ダクトには、消耗品および定期取替品はない。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した経年劣化傾向等に基づき適切な保全を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ダクト本体の腐食（内面）〔中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）、中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）〕

外気接触部のダクト（内面）は、水分および塩分の取込みの影響から腐食が想定される。

第17回定期事業者検査（2011年度）において、中央制御室空調換気系ダクトに腐食孔が確認されており、以下の対策を行った。

外気接触部のダクトについては、点検口を追設し、ダクト内面からの腐食を検知可能な構造とした。また、当該ダクトのうちステンレス鋼製ダクトは炭素鋼製ダクトへ材質を変更し、内外面に塗装を行った。

今後、定期的にダクト内面の点検を実施し、塗装の健全性を確認し、必要に応じ補修を行うことでダクトの健全性は維持できると考える。

したがって、ダクト本体の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ダクト本体の腐食（全面腐食）〔共通〕

ダクト本体は炭素鋼または亜鉛メッキ鋼であり、腐食が想定されるが、塗装またはメッキにより腐食を防止しており、フィルタにより塩分除去された空気と接することから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視点検により健全性を確認し、必要に応じ補修を行うこととしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジおよびボルト・ナットの腐食（全面腐食）〔共通〕

フランジおよびボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装またはメッキが施されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視点検により健全性を確認し、必要に応じ補修を行うこととしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ガスケットの劣化〔共通〕

ダクトのガスケットは、長期使用により劣化が想定されるが、定期的なダクトの点検時に漏えいがないことを確認しており、異常は認められていない。また、万が一劣化が発生した場合においても適切に補修・取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 補強材の腐食（全面腐食）〔中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼），中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）〕

補強材は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，塗装が施されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視点検により健全性を確認し，必要に応じ補修を行うこととしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 支持鋼材の腐食（全面腐食）〔共通〕

支持鋼材は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，塗装が施されていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定されるが，大気接触部は防食塗装が施されており，屋内空調環境に設置されることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

コンクリート埋設部については，コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果では有意な中性化は認められておらず，腐食は問題とならない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. 基礎ボルトの腐食〔共通〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

- a. 基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化〔共通〕

基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

表2.2-1 (1/4) 原子炉棟空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ダクト本体		炭素鋼		△					*1：メッキ仕様 *2：劣化 *3：後打ちケミカルソカ *4：樹脂の劣化	
	フランジ		炭素鋼		△						
	ボルト・ナット		炭素鋼*1		△						
	ガスケット		EPDM 石綿テープ ネオプレンゴム ロックワール						△*2		
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*3		△				▲*4		
	埋込金物		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (2/4) 中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 亜鉛メッキ鋼）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・ 定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材 質 変 化			その他
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
ハウダリの維持	ダクト本体		亜鉛メッキ鋼		△					*1：メッキ仕様 *2：劣化 *3：後打ちケミカルソカ *4：樹脂の劣化	
	フランジ		炭素鋼		△						
	ボルト・ナット		炭素鋼*1		△						
	ガスケット		EPDM 石綿テープ ネオレンコム ロックール						△*2		
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼，樹脂*3		△				▲*4		
	埋込金物		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (3/4) 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ダクト本体		炭素鋼		△△*1					*1：内面 *2：メッキ仕様 *3：劣化 *4：後打ちケミカルアンカ *5：樹脂の劣化	
	補強材		炭素鋼		△						
	フランジ		炭素鋼		△						
	ボルト・ナット		炭素鋼*2		△						
	カスケット		EPDM ネオプレンゴム ロックワール						△*3		
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂*4		△				▲*5		
	埋込金物		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (4/4) 中央制御室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材 質 変 化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ダクト本体		亜鉛メッキ鋼		△△ <sup>*1</sup>						*1：内面 *2：メッキ仕様 *3：劣化 *4：後打ちケミカルアンカ *5：樹脂の劣化
	補強材		炭素鋼		△						
	フランジ		炭素鋼		△						
	ボルト・ナット		炭素鋼 <sup>*2</sup>		△						
	ガスケット		EPDM 石綿テープ ネオプレンゴム ロックワール							△ <sup>*3</sup>	
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂 <sup>*4</sup>		△				▲ <sup>*5</sup>		
	埋込金物		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）



### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）
- ② 非常用ディーゼル室換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）
- ③ 非常用電気室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）
- ④ 高圧炉心スプレィディーゼル室換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）
- ⑤ 高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）
- ⑥ 残留熱除去ポンプ室冷却系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ⑦ 低圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ⑧ 高圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ⑨ 非常用電気室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ⑩ 高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ⑪ 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様に、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した経年劣化傾向等に基づき適切な保全を行っているもの（日常劣化管理事象）

- a. ダクト本体の腐食（内面）〔中央制御室空調換気系ダクト（丸ダクト 炭素鋼）、非常用ディーゼル室空調換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）、高圧炉心スプレィディーゼル室換気系ダクト（角ダクト 炭素鋼）、非常用電気室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）、高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）〕

代表機器と同様に、ダクト本体は炭素鋼または亜鉛メッキ鋼であり、塗装またはメッキにより腐食を防止しているが、外気接触部のダクト（内面）については水分および塩分の取込みにより腐食の発生は否定できない。

平成28年12月に島根原子力発電所2号炉において、中央制御室空調換気系ダクトに腐食孔が確認された。当該ダクトのうち外気と接触するステンレス鋼製ダクトは炭素鋼製ダクトへ材質を変更し、内外面に塗装を行った。また、当該事象と同様の事象が想定される外気と接触するステンレス鋼製の高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダクトは亜鉛メッキ鋼への改造を行った。

今後、定期的にダクト内面の点検を実施し、塗装またはメッキの健全性を確認し、必要に応じ補修を行うことでダクトの健全性は維持できると考える。

したがって、ダクト本体の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. ダクト本体の腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、ダクト本体は炭素鋼または亜鉛メッキ鋼であり、腐食が想定されるが、塗装またはメッキにより腐食を防止しており、フィルタにより塩分除去された空気と接することから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視点検により健全性を確認し、必要に応じ補修を行うこととしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. フランジおよびボルト・ナット、支持鋼材の腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、フランジおよびボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装またはメッキが施されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視点検により健全性を確認し、必要に応じ補修を行うこととしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ガasketの劣化〔共通〕

代表機器と同様に、ダクトのガasketは、長期使用により劣化が想定されるが、定期的なダクトの点検時に漏えいがないことを確認しており、異常は認められていない。

また、万が一劣化が発生した場合においても適切に補修・取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 補強材の腐食（全面腐食）〔角ダクト共通〕

代表機器と同様に、補強材は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、防食塗装が施されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視点検により健全性を確認し、必要に応じ補修を行うこととしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔共通〕

代表機器と同様に、埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定されるが、大気接触部は防食塗装が施されており、屋内空調環境に設置されることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果では有意な中性化は認められておらず、腐食は問題とならない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 基礎ボルトの腐食〔共通〕

代表機器と同様に、基礎ボルトの腐食については「機械設備の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化〔共通〕

代表機器と同様に「機械設備の技術評価書」にて評価を行うものとする。

## 6. ダンパおよび弁

### [対象機器]

- ① 中央制御室空調換気系ダンパ（空気作動式）
- ② 非常用ガス処理系ダンパ（重力式）
- ③ 中央制御室空調換気系ダンパ（重力式）
- ④ 非常用ディーゼル室換気系ダンパ（重力式）
- ⑤ 非常用電気室空調換気系ダンパ（重力式）
- ⑥ 高圧炉心スプレィディーゼル室換気系ダンパ（重力式）
- ⑦ 高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダンパ（重力式）
- ⑧ 残留熱除去ポンプ室冷却系ダンパ（手動式）
- ⑨ 低圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダンパ（手動式）
- ⑩ 高圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダンパ（手動式）
- ⑪ 中央制御室空調換気系ダンパ（手動式）
- ⑫ 非常用ディーゼル室換気系ダンパ（手動式）
- ⑬ 非常用電気室空調換気系ダンパ（手動式）
- ⑭ 高圧炉心スプレィディーゼル室換気系ダンパ（手動式）
- ⑮ 高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダンパ（手動式）
- ⑯ 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダンパ（手動式）
- ⑰ 原子炉棟空調換気系隔離弁
- ⑱ 中央制御室空調換気系隔離弁
- ⑲ 中央制御室空調換気系調節弁

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	6-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	6-1
1.2 代表機器の選定 .....	6-1
2. 代表機器の技術評価 .....	6-4
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	6-4
2.1.1 制御室再循環風量調整ダンパ .....	6-4
2.1.2 中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ .....	6-7
2.1.3 中央制御室空気調和装置入口ダンパ .....	6-10
2.1.4 原子炉建物給気隔離弁 .....	6-13
2.1.5 中央制御室外気取入調節弁 .....	6-16
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	6-19
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	6-19
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	6-19
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	6-20
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価 .....	6-28
3. 代表機器以外への展開 .....	6-29
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	6-29
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	6-29

## 1. 対象機器および代表機器の選定

島根2号炉で使用している主要なダンパおよび弁の仕様を表1-1に示す。

これらのダンパおよび弁を型式および駆動方式の観点からグループ化し、それぞれのグループより代表機器を選定した。

### 1.1 グループ化の考え方および結果

型式、駆動方式を分類基準とし、ダンパを表1-1に示すとおりグループ化する。

### 1.2 代表機器の選定

表1-1に分類したグループ毎に、原則として、重要度、運転状態、容量および周囲温度の観点から、代表機器を選定する。

#### (1) 空気作動式ダンパ

このグループには、中央制御室空調換気系の空気作動式ダンパのみが属するが、このうち重要度、運転状態および容量の観点から、制御室再循環風量調整ダンパを代表機器とする。

#### (2) 重力式ダンパ

このグループには、非常用ガス処理系、中央制御室空調換気系、非常用ディーゼル室換気系、非常用電気室空調換気系、高圧炉心スプレイディーゼル室換気系および高圧炉心スプレイ電気室空調換気系の重力式ダンパが属するが、このうち重要度、運転状態および容量の観点から、中央制御室送風機出口逆流防止ダンパを代表機器とする。

#### (3) 手動式ダンパ

このグループには、残留熱除去ポンプ室冷却系、低圧炉心スプレイポンプ室冷却系、高圧炉心スプレイポンプ室冷却系、中央制御室空調換気系、非常用ディーゼル室換気系、非常用電気室空調換気系、高圧炉心スプレイディーゼル室換気系、高圧炉心スプレイ電気室空調換気系および原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系の手動式ダンパが属するが、このうち重要度、運転状態および容量の観点から中央制御室空気調和装置入口ダンパを代表機器とする。

#### (4) 空気作動式バタフライ弁

このグループには、原子炉棟空調換気系および中央制御室空調換気系の空気作動式バタフライ弁が属するが、このうち重要度、運転状態および容量の観点から原子炉建物給気隔離弁を代表機器とする。

#### (5) 電動式バタフライ弁

このグループには、中央制御室空調換気系調節弁のみが属するため、中央制御室外気取入調節弁を代表機器とする。

表1-1 (1/2) ダンパおよび弁のグループ化と代表機器

分類基準		機器名称 (基数)	選定基準				選定	代表ダンパ°または弁	選定理由
型式	駆動方式		仕様 (容量*1) (m³/h)	重要度*2	使用条件				
					運転状態	周囲温度 (°C)			
ダンパ°	空気作動式	中央制御室空調換気系ダンパ° (5)	120,000	MS-1	連続	40以下	◎	制御室再循環風量調整ダンパ°	容量
	重力式	非常用ガス処理系ダンパ° (2)	4,400	MS-1	一時	66以下		中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ°	容量
		中央制御室空調換気系ダンパ° (7)	120,000	MS-1	連続	40以下	◎		
		非常用ディーゼル室換気系ダンパ° (2)	193,000	MS-1	一時	45以下			
		非常用電気室空調換気系ダンパ° (12)	118,000	MS-2	連続	40以下			
		高压炉心スプレィディーゼル室換気系ダンパ° (1)	146,000	MS-1	一時	45以下			
		高压炉心スプレィ電気室空調換気系ダンパ° (4)	82,000	MS-2	連続	40以下			
	手動式	残留熱除去ポンプ°室冷却系ダンパ° (3)	6,200	MS-2	一時	66以下		中央制御室空気調和装置入口ダンパ°	容量
		低压炉心スプレィポンプ°室冷却系ダンパ° (1)	9,700	MS-2	一時	66以下			
		高压炉心スプレィポンプ°室冷却系ダンパ° (1)	19,800	MS-2	一時	66以下			
		中央制御室空調換気系ダンパ° (26)	120,000	MS-1	連続	40以下	◎		
		非常用ディーゼル室換気系ダンパ° (2)	193,000	MS-1	一時	45以下			
		非常用電気室空調換気系ダンパ° (25)	118,000	MS-2	連続	40以下			
		高压炉心スプレィディーゼル室換気系ダンパ° (1)	146,000	MS-1	一時	45以下			
		高压炉心スプレィ電気室空調換気系ダンパ° (11)	82,000	MS-2	連続	40以下			
原子炉補機冷却水ポンプ°熱交換器室冷却系ダンパ° (2)		12,000	MS-2	連続	55以下				

\*1：複数ある場合は最大の容量を示す。

\*2：最上位の重要度を示す。

表1-1 (2/2) ダンパおよび弁のグループ化と代表機器

分類基準		機器名称 (基数)	選定基準				選定	代表ダンパまたは弁	選定理由
型式	駆動方式		仕様 (容量*1) (m <sup>3</sup> /h)	重要度*2	使用条件				
					運転状態	周囲温度 (°C)			
バタフライ弁	空気作動式	原子炉棟空調換気系隔離弁 (6)	201,880	MS-1	連続	40以下	◎	原子炉建物給気隔離弁	容量
		中央制御室空調換気系隔離弁 (6)	32,000	MS-1, 重*3	連続	40以下			
	電動式	中央制御室空調換気系調節弁 (1) *4	21,000	MS-1, 重*3	連続	40以下	◎	中央制御室外気取入調節弁	

\*1：複数ある場合は最大の容量を示す。

\*2：最上位の重要度を示す。

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*4：新規に設置される機器



## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の4種類のダンパおよび弁について、技術評価を実施する。

- ① 制御室再循環風量調整ダンパ
- ② 中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ
- ③ 中央制御室空気調和装置入口ダンパ
- ④ 原子炉建物給気隔離弁
- ⑤ 中央制御室外気取入調節弁

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 制御室再循環風量調整ダンパ

##### (1) 構造

制御室再循環風量調整ダンパは空気作動式ダンパで、1台設置している。

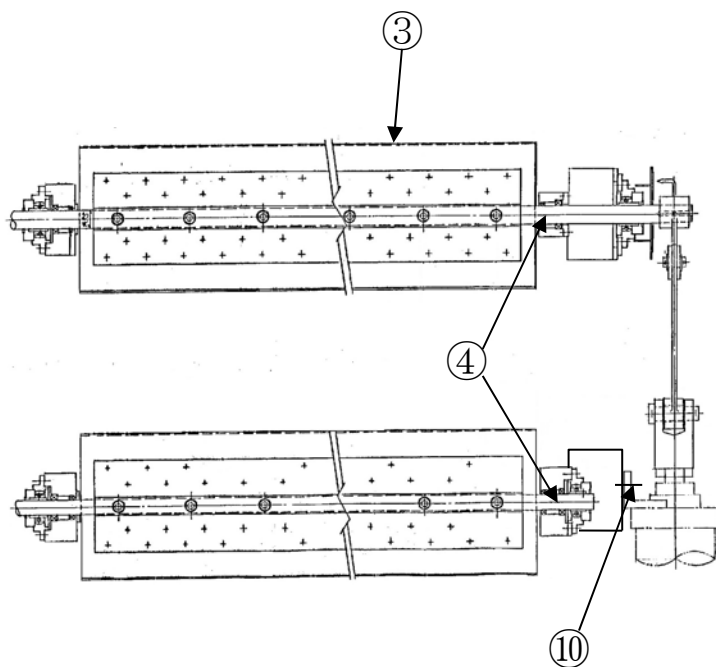
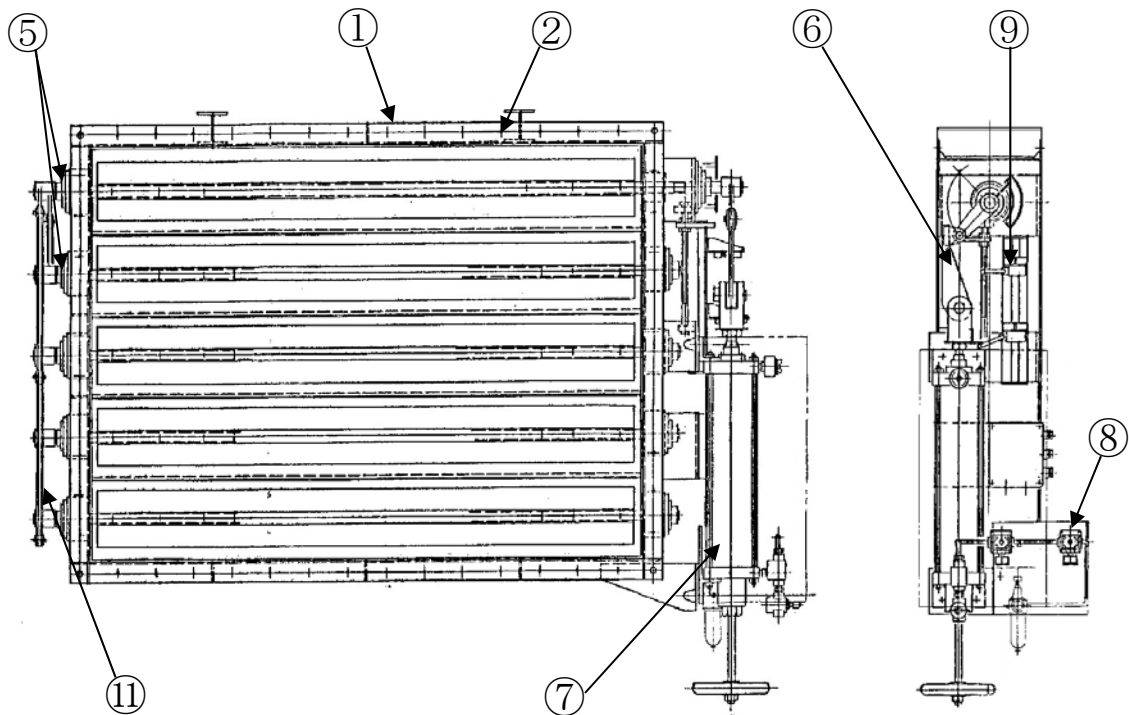
制御室再循環風量調整ダンパは、ケーシング、羽根、軸、軸受（転がり）、羽根連結金具、空気作動部、電磁弁、リンケージ等より構成される。

なお、羽根連結金具、リンケージはケーシング外で点検手入れが可能である。

制御室再循環風量調整ダンパの構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

制御室再循環風量調整ダンパ主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受（転がり）
⑥	羽根連結金具
⑦	空気作動部
⑧	電磁弁
⑨	リミットスイッチ
⑩	作動部取付ボルト
⑪	リンク

図2.1-1 制御室再循環風量調整ダンパ構造図

表2.1-1 制御室再循環風量調整ダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウタリの維持	ケーシング	炭素鋼 (SS41)
	ボルト・ナット	炭素鋼 (メッキ仕様)
隔離機能の維持	羽根	炭素鋼 (SS41)
作動機能の維持	軸	炭素鋼 (S45C)
	軸受 (転がり)	鋳鉄 軸受鋼
	羽根連結金具	炭素鋼 (SS41)
	空気作動部	シリンダ : 炭素鋼 ピストン : 鋳鉄 スプリング : ばね鋼
	電磁弁	(定期取替品)
	リミットスイッチ	(定期取替品)
	作動部取付ボルト	炭素鋼 (SS41)
	リンケージ	炭素鋼 (SS41)

表2.1-2 制御室再循環風量調整ダンパの使用条件

容 量	120,000m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40℃以下
内部流体	空 気
設置場所	屋 内

## 2.1.2 中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ

### (1) 構造

中央制御室送風機出口逆流防止ダンパは重力式ダンパで、2台設置している。

中央制御室送風機出口逆流防止ダンパは、ケーシング、羽根、軸、軸受（転がり）、ウエイト等より構成される。

なお、軸受（転がり）、ウエイトおよび羽根連結金具はケーシング外で点検手入れが可能である。

中央制御室送風機出口逆流防止ダンパの構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。

No.	部 位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受 (転がり)
⑥	羽根連結金具
⑦	ウェイト

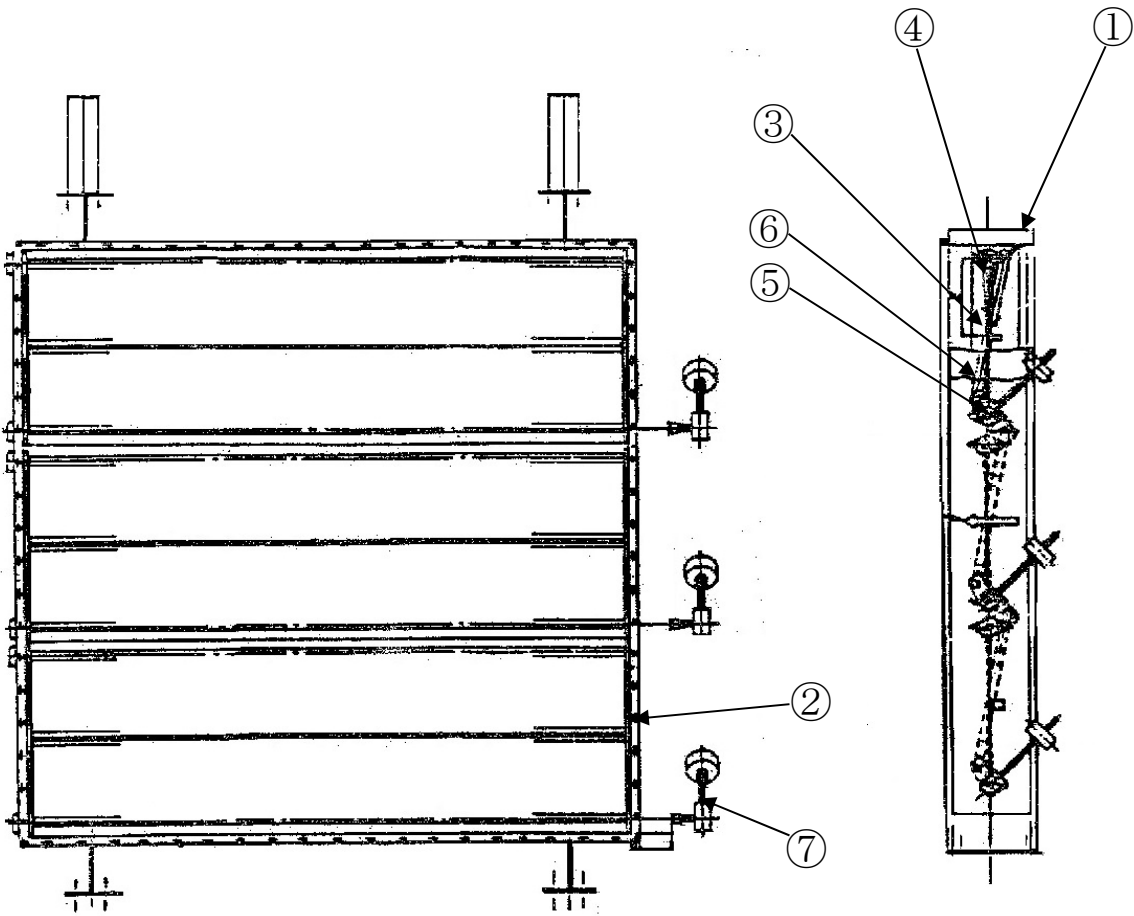


図2.1-2 中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ構造図

表2.1-3 中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウタリの維持	ケーシング	亜鉛メッキ鋼 (SEHC)
	ボルト・ナット	炭素鋼 (メッキ仕様)
隔離機能の維持	羽根	亜鉛メッキ鋼 (SECC)
作動機能の維持	軸	炭素鋼 (SGD41-D)
	軸受 (転がり)	鋳鉄 軸受鋼
	羽根連結金具	炭素鋼 (SS41 メッキ仕様)
	ウェイト	炭素鋼 (SS41 メッキ仕様)

表2.1-4 中央制御室送風機出口逆流防止ダンパの使用条件

容 量	120,000m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40℃以下
内部流体	空 気
設置場所	屋 内

### 2.1.3 中央制御室空気調和装置入口ダンパ

#### (1) 構造

中央制御室空気調和装置入口ダンパは、手動式ダンパで2台設置している。

中央制御室空気調和装置入口ダンパは、ケーシング、羽根、軸、軸受（転がり）、羽根連結金具、開閉器、ハンドル軸等より構成される。

なお、羽根連結金具、開閉器およびハンドルはケーシング外で点検手入れが可能である。

中央制御室空気調和装置入口ダンパの構造図を図2.1-3に示す。

#### (2) 材料および使用条件

中央制御室空気調和装置入口ダンパ主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。

No.	部 位
①	ケーシング
②	ボルト・ナット
③	羽根
④	軸
⑤	軸受（転がり）
⑥	羽根連結金具
⑦	開閉器
⑧	ハンドル軸

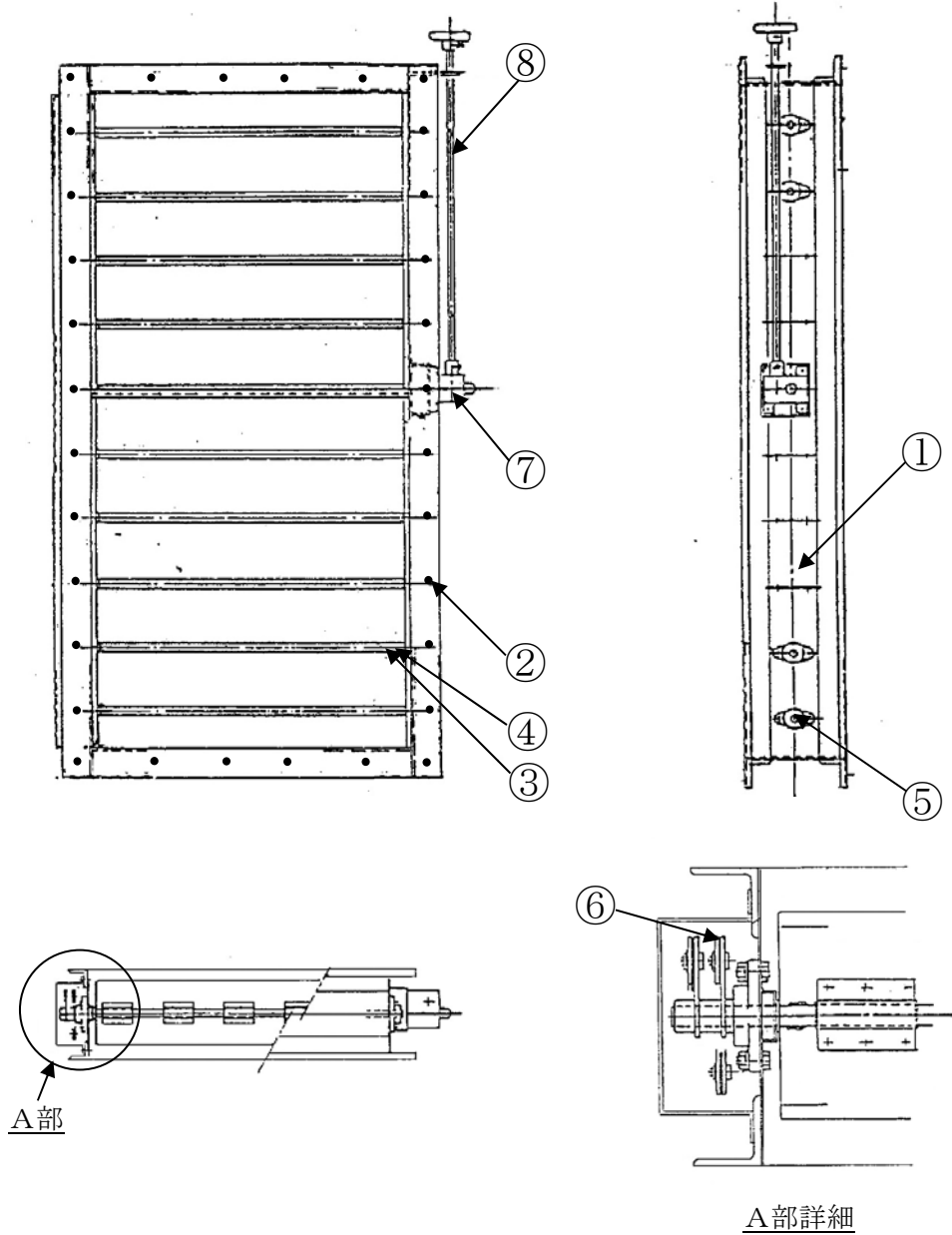


図2.1-3 中央制御室空気調和装置入口ダンパ構造図



表2.1-5 中央制御室空気調和装置入口ダンパ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
バウダリの維持	ケーシング	炭素鋼 (SPC)
	ボルト・ナット	炭素鋼 (メッキ仕様)
隔離機能の維持	羽根	炭素鋼 (SPC)
作動機能の維持	軸	炭素鋼 (SS41)
	軸受 (転がり)	軸受鋼
	羽根連結金具	炭素鋼 (SS41)
	開閉器	鋳鉄 (FC20) 炭素鋼 (S43C, SS41)
	ハンドル軸	炭素鋼 (SS41)

表2.1-6 中央制御室空気調和装置入口ダンパの使用条件

容 量	120,000m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40℃以下
内部流体	空 気
設置場所	屋 内

#### 2.1.4 原子炉建物給気隔離弁

##### (1) 構造

原子炉建物給気隔離弁は、空気作動バタフライ弁で2台設置されている。

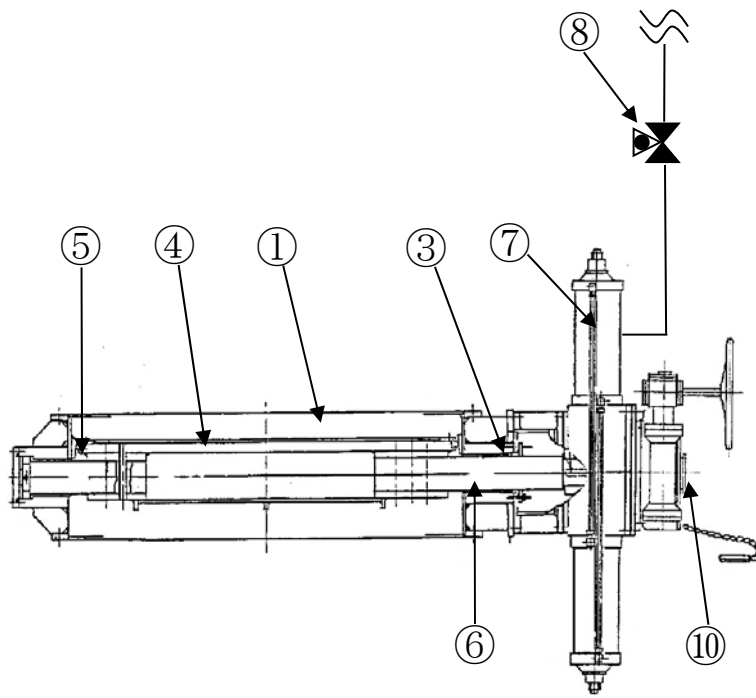
原子炉建物給気隔離弁は、弁箱、ボルト・ナット、弁軸封部、弁体、弁棒、空気作動部、電磁弁等より構成される。

駆動部を切り離し、ボルト・ナットを取外すことにより、弁内部の点検手入れが可能である。

原子炉建物給気隔離弁の構造図を図2.1-4に示す。

##### (2) 材料および使用条件

原子炉建物給気隔離弁主要部位の使用材料を表2.1-7に、使用条件を表2.1-8に示す。



No.	部 位
①	弁箱
②	ボルト・ナット
③	グランドパッキン
④	弁体
⑤	弁体シート
⑥	弁棒
⑦	空気作動部
⑧	電磁弁
⑨	作動部取付ボルト
⑩	リミットスイッチ
⑪	支持脚
⑫	取付ボルト

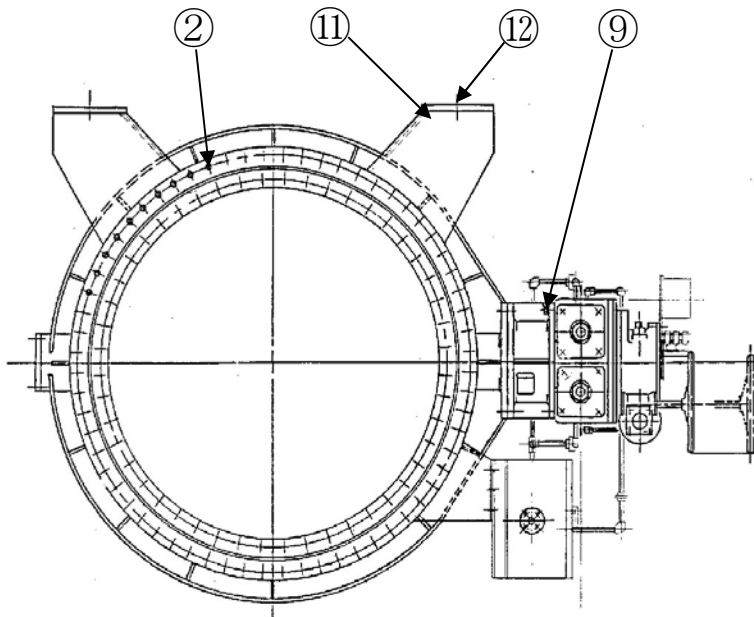


図2.1-4 原子炉建物給気隔離弁構造図

表2. 1-7 原子炉建物給気隔離弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウタリの維持	弁箱	炭素鋼 (SM41B)
	ボルト・ナット	炭素鋼 (メッキ仕様)
	グラントパッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体	炭素鋼 (SM41B)
	弁体シート	エチレンプロピレンゴム
作動機能の維持	弁棒	ステンレス鋼 (SUS304)
	空気作動部	シリンダ : 炭素鋼 (STPG) ピストン : 鋳鉄 (FC20)
	電磁弁	(定期取替品)
	作動部取付ボルト	炭素鋼 (S20C)
	リミットスイッチ	(定期取替品)
機器の支持	支持脚	炭素鋼 (SS41)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS41)

表2. 1-8 原子炉建物給気隔離弁の使用条件

容 量	201, 880m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40℃以下
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.1.5 中央制御室外気取入調節弁

### (1) 構造

中央制御室外気取入調節弁は、電動式バタフライ弁で1台設置されている。

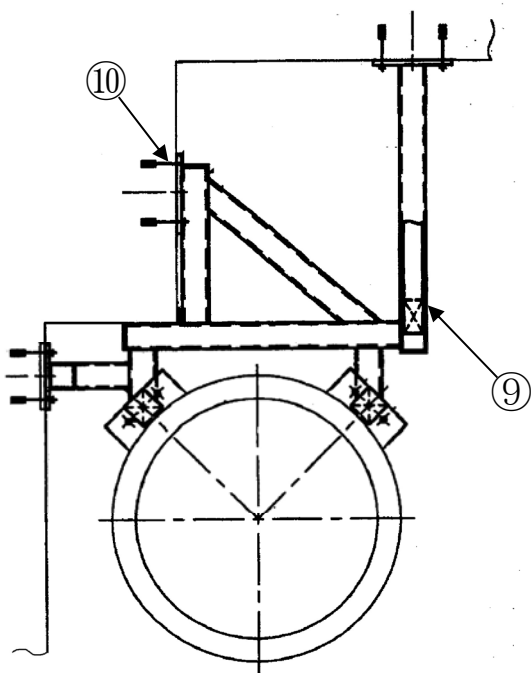
中央制御室外気取入調節弁は、弁箱、ボルト・ナット、Oリング、弁体、弁体シート、弁棒、ブッシュ、電動弁用駆動部、支持脚、取付ボルト等より構成される。

駆動部を切り離し、ボルト・ナットを取外すことにより、弁内部の点検手入れが可能である。

中央制御室外気取入調節弁の構造図を図2.1-5に示す。

### (2) 材料および使用条件

中央制御室外気取入調節弁主要部位の使用材料を表2.1-9に、使用条件を表2.1-10に示す。



No.	部 位
①	弁棒
②	ボルト・ナット
③	リング
④	弁体
⑤	弁体シート
⑥	弁棒
⑦	ブッシュ
⑧	電動弁用駆動部
⑨	支持脚
⑩	取付ボルト

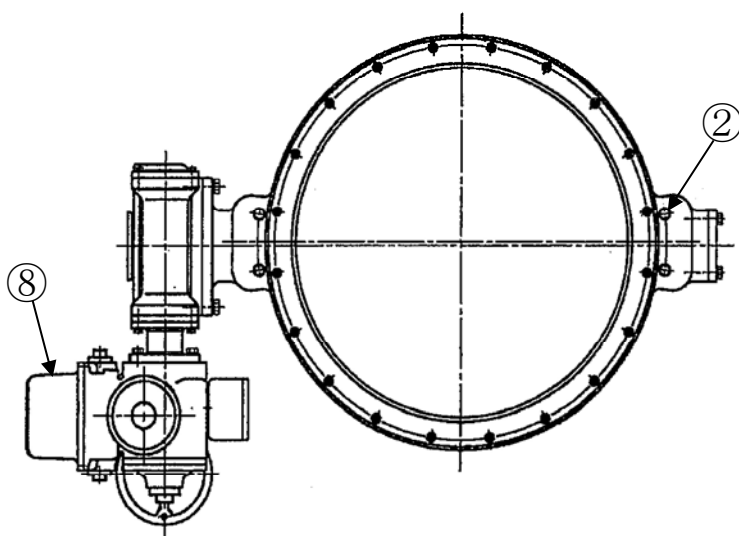
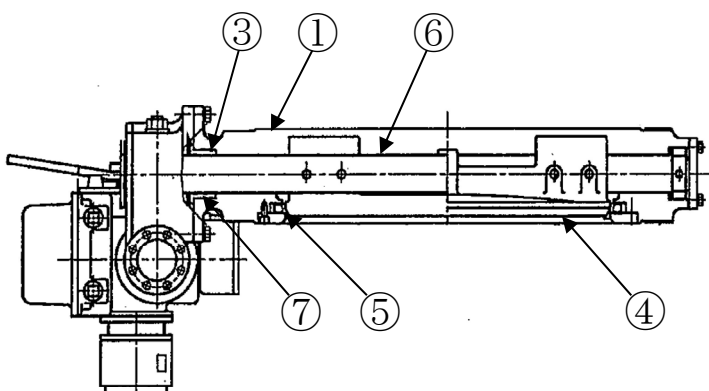


図2.1-5 中央制御室外気取入調節弁構造図

表2.1-9 中央制御室外気取入調節弁主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ハウタリの維持	弁箱	鋳鉄 (FCD450-10)
	ボルト・ナット	炭素鋼 (SS400)
	リング	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体	鋳鉄 (FCD450-10)
	弁体シート	エチレンプロピレンゴム
作動機能の維持	弁棒	ステンレス鋼 (SUS304)
	ブッシュ	ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)
	電動弁用駆動部	主軸：低合金鋼 ステムナット, ギア：炭素鋼, アルミニウム青銅鋳物 固定子コイル：銅・絶縁物 口出線・接続部品：銅・絶縁物 フレーム, エントブラケット：鋳鉄 固定子コア, 回転子コア：鋳鉄, 珪素鋼 回転子棒, 回転子エントリング：アルミニウム 取付ボルト：炭素鋼 トルクスイッチ, リミットスイッチ：(定期取替品) 軸受 (転がり)：(消耗品)
機器の支持	支持脚	炭素鋼 (STKR400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)

表2.1-10 中央制御室外気取入調節弁の使用条件

容 量	21,000m <sup>3</sup> /h
周囲温度	40℃以下
内部流体	空気
設置場所	屋内

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ダンパおよび弁の機能は流体調節機能、隔離機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② 隔離機能の維持
- ③ 作動機能の維持
- ④ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

ダンパおよび弁について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の性質、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

グランドパッキン、Oリングおよび電動弁用駆動部のうち軸受（転がり）は消耗品であり、電磁弁、リミットスイッチ、電動弁用駆動部のうちトルクスイッチおよびリミットスイッチは定期取替品である。いずれも長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象としては以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. 電動弁用駆動部の固定子コイル、口出線・接続部品の絶縁特性低下〔中央制御室外気取入調節弁〕



### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ケーシング，ボルト・ナット，羽根，軸等の腐食（全面腐食）〔制御室再循環風量調整ダンパ，中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ，中央制御室空気調和装置入口ダンパ〕

ケーシング，ボルト・ナット，羽根，軸，羽根連結金具，作動部取付ボルト，リンケージ，ウエイト，開閉器およびハンドル軸は炭素鋼，鋳鉄または亜鉛メッキ鋼であり，腐食が想定されるが，塗装またはメッキにより腐食を防止していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視確認を行い，塗装またはメッキの健全性を確認し，必要に応じて補修することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 軸の固着〔制御室再循環風量調整ダンパ，中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ，中央制御室空気調和装置入口ダンパ〕

軸は潤滑油不足により接触抵抗が増加して固着が想定されるが，定期的に見視確認および動作確認を行い，健全性を確認することとしており，これまで有意な固着は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 軸受（転がり）の摩耗〔制御室再循環風量調整ダンパ，中央制御室送風機出口逆流防止ダンパ，中央制御室空気調和装置入口ダンパ〕

軸受（転がり）は，ダンパの開閉速度が遅く，回転角度は90度程度に限定され，回転頻度が少ないことから摩耗が発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視確認および動作確認を行い，健全性を確認することとしており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱および弁体の腐食（全面腐食）〔原子炉建物給気隔離弁，中央制御室外気取入調節弁〕

原子炉建物給気隔離弁の弁箱および弁体は炭素鋼，中央制御室外気取入調節弁の弁箱および弁体は鋳鉄であり，腐食が想定されるが，外面は塗装により腐食を防止しており，内部流体はフィルタによって塩分の除去された空気であるため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

新規に設置される機器については，定期的に見視確認を行い，健全性を確認することと

している。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. ボルト・ナット，作動部取付ボルト，支持脚および取付ボルトの腐食（全面腐食）〔原子炉建物給気隔離弁，中央制御室外気取入調節弁〕

原子炉建物給気隔離弁のボルト・ナット，作動部取付ボルト，支持脚および取付ボルトは炭素鋼，中央制御室外気取入調節弁のボルト・ナット，支持脚および取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，メッキまたは塗装により腐食を防止していることから，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，メッキまたは塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修を行うこととしており，これまで有意な腐食は認められていない。

新規に設置される機器については，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 弁体シートの劣化〔原子炉建物給気隔離弁，中央制御室外気取入調節弁〕

弁体シートはエチレンプロピレンゴムであり劣化が想定されるが，定期的に目視確認および漏えい確認を行い，健全性を確認し，必要に応じ取替えることとしており，これまで有意な劣化は認められていない。

新規に設置される機器については，定期的に目視確認および漏えい確認を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. 弁棒の摩耗〔原子炉建物給気隔離弁，中央制御室外気取入調節弁〕

弁棒はステンレス鋼であり，弁の開閉による摩耗が想定されるが，回転角度は90度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

新規に設置される機器については，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. ブッシュの摩耗，固着〔中央制御室外気取入調節弁〕

ブッシュは弁棒との摺動部位であり経年使用による摩耗が発生し，摩耗粉，異物等の噛み込みにより固着の可能性がある。

しかし，弁棒の開閉速度は遅く，回転角度は90度程度に限定され，開閉頻度も少ないことから，摩耗，固着の発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下のi.～k.の評価について、「弁の技術評価書」の空気作動弁用駆動部と同一であることから、当該の評価書を参照のこと。

- i. 空気作動部のシリンダの腐食（全面腐食）〔制御室再循環風量調整ダンパ，原子炉建物給気隔離弁〕
- j. 空気作動部のピストンの腐食（全面腐食）〔制御室再循環風量調整ダンパ，原子炉建物給気隔離弁〕
- k. 空気作動部のスプリングのへたり〔制御室再循環風量調整ダンパ〕

以下のl.～r.の評価について、「弁の技術評価書」の電動弁用駆動部と同一であることから、当該の評価書を参照のこと。

- l. 電動弁用駆動部のモータの主軸の摩耗〔中央制御室外気取入調節弁〕
- m. 電動弁用駆動部のモータの主軸の高サイクル疲労割れ〔中央制御室外気取入調節弁〕
- n. 電動弁用駆動部のステムナット，ギアの摩耗〔中央制御室外気取入調節弁〕
- o. 電動弁用駆動部のモータのフレーム，エンドブラケットの腐食（全面腐食）〔中央制御室外気取入調節弁〕
- p. 電動弁用駆動部のモータの固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）〔中央制御室外気取入調節弁〕
- q. 電動弁用駆動部のモータの回転子棒および回転子エンドリングの疲労割れ〔中央制御室外気取入調節弁〕
- r. 電動弁用駆動部の取付ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室外気取入調節弁〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/5) 制御室再循環風量調整ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
バウタリ <sup>°</sup> の維持	ケーシング		炭素鋼		△					*1：メッキ仕様 *2：固着 *3：へたり（スプリング）	
	ボルト・ナット		炭素鋼*1		△						
隔離機能の維持	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	軸		炭素鋼		△				△*2		
	軸受（転がり）		鋳鉄 軸受鋼	△							
	羽根連結金具		炭素鋼		△						
	空気作動部		炭素鋼 鋳鉄 ばね鋼		△				△*3		
	電磁弁	◎	—								
	リミットスイッチ	◎	—								
	作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
リンク		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/5) 中央制御室送風機出口逆流防止ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	ケーシング		亜鉛メッキ鋼		△					*1：メッキ仕様 *2：固着	
	ボルト・ナット		炭素鋼*1		△						
隔離機能の維持	羽根		亜鉛メッキ鋼		△						
作動機能の維持	軸		炭素鋼		△				△*2		
	軸受（転がり）		鋳鉄 軸受鋼	△							
	羽根連結金具		炭素鋼*1		△						
	ウエイト		炭素鋼*1		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (3/5) 中央制御室空気調和装置入口ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△					*1：メッキ仕様 *2：固着	
	ホルト・ナット		炭素鋼*1		△						
隔離機能の維持	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	軸		炭素鋼		△				△*2		
	軸受（転がり）		軸受鋼	△							
	羽根連結金具		炭素鋼		△						
	開閉器		鋳鉄 炭素鋼		△						
	ハンドル軸		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (4/5) 原子炉建物給気隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・ 定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	弁箱		炭素鋼		△					*1：メッキ仕様	
	ボルト・ナット		炭素鋼*1		△						
	グラウトパッキン	◎	—								
隔離機能	弁体		炭素鋼		△						
	弁体シート		エチレンプロピレンゴム					△			
作動機能	弁棒		ステンレス鋼	△							
	空気作動部		炭素鋼 鋳鉄		△						
	電磁弁	◎	—								
	作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
	リミットスイッチ	◎	—								
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (5/5) 中央制御室外気取入調節弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・ 定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
カウンタリの維持	弁箱		鋳鉄		△					*1：固着 *2：トルクスイッチ，リミットスイッチ および軸受（転がり） *3：モータの主軸 *4：ステムナット・ギア *5：モータのフレーム，エンドブラケット *6：モータの固定子コアおよび回転子コア *7：取付ボルト *8：モータの主軸の高サイクル疲労割れ *9：モータの回転子棒および回転子エンドリング *10：固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下	
	ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	リング	◎	—								
隔離機能	弁体		鋳鉄		△						
	弁体シート		エチレンプロピレンゴム					△			
作動機能	弁棒		ステンレス鋼	△							
	ブッシュ		ポリテトラフルオロエチレン	△					△*1		
	電動弁用駆動部	◎*2	低合金鋼，炭素鋼他	△*3*4	△*5*6*7	△*8*9			○*10		
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	取付ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）



### 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

- (1) 電動弁用駆動部の固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔中央制御室外気取入調節弁〕

電動弁用駆動部の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，電動弁用駆動部と同一であることから，「弁の技術評価書」の電動弁用駆動部の固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

- ① 中央制御室空調換気系ダンパ（空気作動式）
- ② 非常用ガス処理系ダンパ（重力式）
- ③ 中央制御室空調換気系ダンパ（重力式）
- ④ 非常用ディーゼル室換気系ダンパ（重力式）
- ⑤ 非常用電気室空調換気系ダンパ（重力式）
- ⑥ 高圧炉心スプレィディーゼル室換気系ダンパ（重力式）
- ⑦ 高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダンパ（重力式）
- ⑧ 残留熱除去ポンプ室冷却系ダンパ（手動式）
- ⑨ 低圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダンパ（手動式）
- ⑩ 高圧炉心スプレィポンプ室冷却系ダンパ（手動式）
- ⑪ 中央制御室空調換気系ダンパ（手動式）
- ⑫ 非常用ディーゼル室換気系ダンパ（手動式）
- ⑬ 非常用電気室空調換気系ダンパ（手動式）
- ⑭ 高圧炉心スプレィディーゼル室換気系ダンパ（手動式）
- ⑮ 高圧炉心スプレィ電気室空調換気系ダンパ（手動式）
- ⑯ 原子炉補機冷却水ポンプ熱交換器室冷却系ダンパ（手動式）
- ⑰ 原子炉棟空調換気系隔離弁
- ⑱ 中央制御室空調換気系隔離弁

#### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様に、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

#### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した経年劣化傾向等に基づき適切な保全を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. ケーシング、ボルト・ナット、羽根、軸等の腐食（全面腐食）〔空気作動式ダンパ、重力式ダンパ、手動式ダンパ〕

ケーシング、ボルト・ナット、羽根、軸、羽根連結金具、作動部取付ボルト、リンケージ、ウエイト、開閉器およびハンドル軸は炭素鋼、鋳鉄、亜鉛メッキ鋼または低合金鋼であり、腐食が想定されるが、塗装またはメッキにより腐食を防止していることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、塗装またはメッキの状態を確認するとともに、必要に応じ補修を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 軸の固着〔空気作動式ダンパ、重力式ダンパ、手動式ダンパ〕

代表機器と同様に、軸は潤滑油不足により接触抵抗が増加して固着が想定されるが、定期的に見視確認および動作確認を行い、健全性を確認することとしており、これまで有意な固着は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 軸受（転がり）の摩耗〔空気作動式ダンパ、重力式ダンパ、手動式ダンパ〕

代表機器と同様に、軸受（転がり）は、ダンパの開閉速度が遅く、回転角度は90度程度に限定され、回転頻度も少ないことから摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 弁箱および弁体の腐食（全面腐食）〔空気作動式バタフライ弁〕

代表機器と同様に、弁箱および弁体は炭素鋼または鋳鉄であり、腐食が想定されるが、外面は塗装により腐食を防止しており、内面は内部流体がフィルタによって塩分の除去された空気であるため、腐食が発生する可能性は小さい。なお、中央制御室空調換気系隔離弁については、平成28年12月に確認された中央制御室空調換気系ダクト腐食の対策として、外気処理装置を常時通気する運用に変更している。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. ボルト・ナット、作動部取付ボルト、支持脚、取付ボルトの腐食（全面腐食）〔空気作動式バタフライ弁〕

代表機器と同様に、ボルト・ナット、作動部取付ボルト、支持脚および取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが、メッキまたは防食塗装が施されていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 弁棒の摩耗〔空気作動式バタフライ弁〕

代表機器と同様に、弁棒はステンレス鋼であり、弁の開閉による摩耗が想定されるが、回転角度は90度程度に限定され、開閉頻度も少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められ

ていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 弁体シートの劣化〔空気作動式バタフライ弁〕

代表機器と同様に、空気作動式バタフライ弁の弁体シートはエチレンプロピレンゴムであり劣化が想定されるが、定期的に見視確認および漏えい確認を行い、健全性を確認し、必要に応じ取替を実施することとしており、これまで有意な劣化は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下のh.～j.の評価について、「弁の技術評価書」の空気作動弁用駆動部と同一であることから、当該の評価書を参照のこと。

h. 空気作動部のシリンダの腐食（全面腐食）〔空気作動式ダンパ，空気作動式バタフライ弁〕

i. 空気作動部のピストンの腐食（全面腐食）〔空気作動式ダンパ，空気作動式バタフライ弁〕

j. 空気作動部のスプリングのへたり〔空気作動式ダンパ，空気作動式バタフライ弁〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

代表機器と同様に、日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

島根原子力発電所 2 号炉  
機械設備の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

中国電力株式会社

本評価書は、島根原子力発電所2号炉（以下、「島根2号炉」という）における安全上重要な設備（重要度分類審査指針におけるPS-1, 2およびMS-1, 2に該当する機器）、高温・高圧の環境下にあるクラス3の設備のうち、他の評価書にて評価を実施していない設備（以下、「機械設備」という）および常設重大事故等対処設備に属する機械設備の高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

また、他の技術評価書に記載のある機器の基礎ボルトの評価については、本評価書にて評価を行うものとする。

本評価書では以下の機械設備を評価しており、評価対象機器の一覧を表1に、機能を表2に示す。

1. 制御棒
2. 制御棒駆動機構
3. 非常用ディーゼル機関
4. 可燃性ガス濃度制御系設備
5. 燃料取替機
6. 原子炉建物天井クレーン
7. 計装用圧縮空気系設備
8. 気体廃棄物処理系設備
9. 新燃料貯蔵ラック
10. 液体廃棄物処理系設備
11. 所内ボイラ設備
12. 固体廃棄物処理系設備
13. ガスタービン機関
14. 水素再結合器
15. 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置
16. 中央制御室待避室
17. 緊急時対策所ディーゼル機関
18. 基礎ボルト

以下、本文中の単位の記載は、原則としてSI単位系に基づくものとする。（圧力の単位は特に注がない限りゲージ圧力を示す。）

表1 評価対象機器一覧 (1/2)

設備名	機器名称 (基数)	仕様	重要度*1
制御棒	制御棒 (137)	型式：十字型 制御材：ボロン・カーボン粉末 または hafnium 棒	MS-1 重*2
制御棒駆動機構	制御棒駆動機構 (137)	—	PS-1 重*2
非常用ディーゼル機関	非常用ディーゼル機関本体 (2)	機関出力×回転速度： 6,150kW×514rpm	MS-1 重*2
	非常用ディーゼル機関付属設備 (2)		
	高圧炉心スプレイスディーゼル機関本体 (1)	機関出力×回転速度： 3,480kW×514rpm	MS-1 重*2
	高圧炉心スプレイスディーゼル機関付属設備 (1)		
可燃性ガス濃度制御系設備	可燃性ガス濃度制御系設備 (2)	容量：255Nm <sup>3</sup> /h	MS-1
燃料取替機	燃料取替機 (1)	定格荷重：450kg	PS-2
原子炉建物天井クレーン	原子炉建物天井クレーン (1)	定格荷重：5t	PS-2
計装用圧縮空気系設備	計装用圧縮空気系設備 (1*3)	容量：476Nm <sup>3</sup> /h	高*4
気体廃棄物処理系設備	空気抽出器 (1)	容量：987kg/h	高*4
	排ガススワロ (1)	容量：80m <sup>3</sup> /h	高*4
	排ガススワロ後置冷却器 (1)	容量：1.62kW	高*4
新燃料貯蔵ラック	新燃料貯蔵ラック (5)	たて置きラック式 (稠密型)	PS-2
液体廃棄物処理系設備	床トレン濃縮装置 (1)	容量：3.3MW	高*4
	化学廃液濃縮装置 (1)	容量：2.2MW	高*4
	ラントリトレン濃縮装置 (1)	容量：5.3MW	高*4
所内ボイラ設備	所内ボイラ設備 (2)	蒸発量：30t/h (3号) 20t/h (4号)	高*4
固体廃棄物処理系設備	雑固体廃棄物焼却設備 (1)	処理能力：600,000kcal/h	高*4
	雑固体廃棄物処理設備 (1)	容量：150kg/h	高*4
ガスタービン機関	ガスタービン機関本体*5 (2*6)	機関出力×回転速度： 5,200kW×18,000min <sup>-1</sup>	重*2
	ガスタービン機関付属設備*5 (1)		
水素再結合器	静的触媒式水素処理装置*5 (18)	再結合効率：0.50kg/h/個 (水素濃度4.0vol%，大気圧，100℃)	重*2

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：系統数を示す。

\*4：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

\*5：新規に設置される機器。

\*6：基数 (予備1基を含む)

表1 評価対象機器一覧 (2/2)

設備名	機器名称 (基数)	仕様	重要度*1
原子炉建物燃料取替階 ブローアウトハネ閉止装置	原子炉建物燃料取替階ブローアウトハネ閉止装置*3 (2)	ダンパ閉止状態の差圧: 63Pa	重*2
中央制御室待避室	中央制御室待避室*3 (1)	幅: 2025mm×奥行: 6003mm ×高さ: 2013.5mm 収容人数: 5人	重*2
緊急時対策所デューセル 機関	緊急時対策所デューセル機関付属 設備*3 (1)	容量: 45,000L	重*2

\*1: 最上位の重要度を示す。

\*2: 重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3: 新規に設置される機器。

なお、基礎ボルトについては本文参照のこと。



表2 評価対象機器機能一覧 (1/2)

評価対象機器		機能
制御棒		原子炉出力を制御するとともに、原子炉停止に必要な負の反応度を与える。
制御棒駆動機構		制御棒の挿入・引抜きまたはスクラム動作を行う。
非常用ディーゼル機関	非常用ディーゼル機関本体	電源喪失時等に起動し、非常用発電機を駆動する。
	非常用ディーゼル機関付属設備	
	高圧炉心スプレイス系ディーゼル機関本体	
	高圧炉心スプレイス系ディーゼル機関付属設備	
可燃性ガス濃度制御系設備		冷却材喪失事故時に、原子炉格納容器内の水素および酸素濃度を制御し、水素燃焼による格納容器内の圧力および温度上昇を防止する。
燃料取替機		燃料を安全に取扱う。
原子炉建物天井クレーン（補巻）		燃料（主に新燃料）を安全に運搬する。
計装用圧縮空気系設備		各建物に設置されている空気制御弁等へ駆動用圧縮空気を供給する。
気体廃棄物処理系設備	空気抽出器	駆動用蒸気を用いて、主復水器内の空気を抽出し、主復水器の真空度を確保する。
	排ガスブロワ	プラント起動時の復水器真空上昇時の大量の排ガスを処理する。
	排ガスブロワ後置冷却器	排ガスブロワからの排ガスを冷却する。
新燃料貯蔵ラック		新燃料を一時的に保管する。
液体廃棄物処理系設備	床ドレン濃縮装置	床ドレン、化学廃液等を濃縮し、蒸留水と濃縮廃液とを分離する。
	化学廃液濃縮装置	
	ラントリドレン濃縮装置	
所内ボイラ設備		建屋内の暖房用、廃棄物処理設備の廃液濃縮用および主タービン起動時に清浄蒸気を必要とする場合の蒸気を供給する。
固体廃棄物処理系設備	雑固体廃棄物焼却設備	可燃性雑固体廃棄物等を焼却、減容する。
	雑固体廃棄物処理設備	不燃性雑固体廃棄物を熔融処理する。
ガスタービン機関	ガスタービン機関本体	外部電源および非常用ディーゼル発電設備による電源が確保できない場合に起動し、非常用発電機を駆動する。
	ガスタービン機関付属設備	
静的触媒式水素処理装置		炉心の著しい損傷が発生し、原子炉格納容器から原子炉棟内に水素が漏えいした場合において、原子炉棟内の水素濃度上昇を抑制し、可燃限界未満に制御する。
原子炉建物燃料取替階フローアウトパネル閉止装置		原子炉建物燃料取替階フローアウトパネルが開放することで生じる開口を閉止する。

表2 評価対象機器機能一覧 (2/2)

評価対象機器	機 能
中央制御室待避室	炉心の著しい損傷後の格納容器フィルバント系を作動させる場合において、中央制御室にとどまる運転員の被ばく量を規定値以下とする。
緊急時対策所 ターセル機関	緊急時対策所ターセル機関の駆動時に必要な燃料油を供給する。
基礎ホルト	機器を据付け固定，支持する。

## 1. 制御棒

[対象機器]

- ① ボロン・カーバイド粉末型制御棒
- ② ハフニウム棒型制御棒

## 目 次

1. 対象機器	1-1
2. 対象機器の技術評価	1-2
2.1 構造, 材料および使用条件	1-2
2.1.1 ボロン・カーバイド粉末型制御棒	1-2
2.1.2 ハフニウム棒型制御棒	1-5
2.2 経年劣化事象の抽出	1-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	1-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	1-9
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	1-14

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している制御棒の仕様を表1-1に示す。

表1-1 制御棒の仕様

名称(本数)	仕様		重要度	使用条件		
	型式	制御材		運転状態	最高使用圧力*1 (MPa)	最高使用温度 (°C)
ホロン・カーバイド粉末型 制御棒 (120*2)	十字型	ホロン・カーバイド粉末	MS-1, 重*3	連続	8.6	302
ハフニウム棒型制御棒 (17*2)		ハフニウム棒				

\*1：最高使用圧力は、環境の最高使用圧力を示す。

\*2：2012年1月時点の本数を示す。

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 対象機器の技術評価

本章では、以下の制御棒について技術評価を実施する。

- ① ボロン・カーバイド粉末型制御棒
- ② ハフニウム棒型制御棒

### 2.1 構造，材料および使用条件

#### 2.1.1 ボロン・カーバイド粉末型制御棒

##### (1) 構造

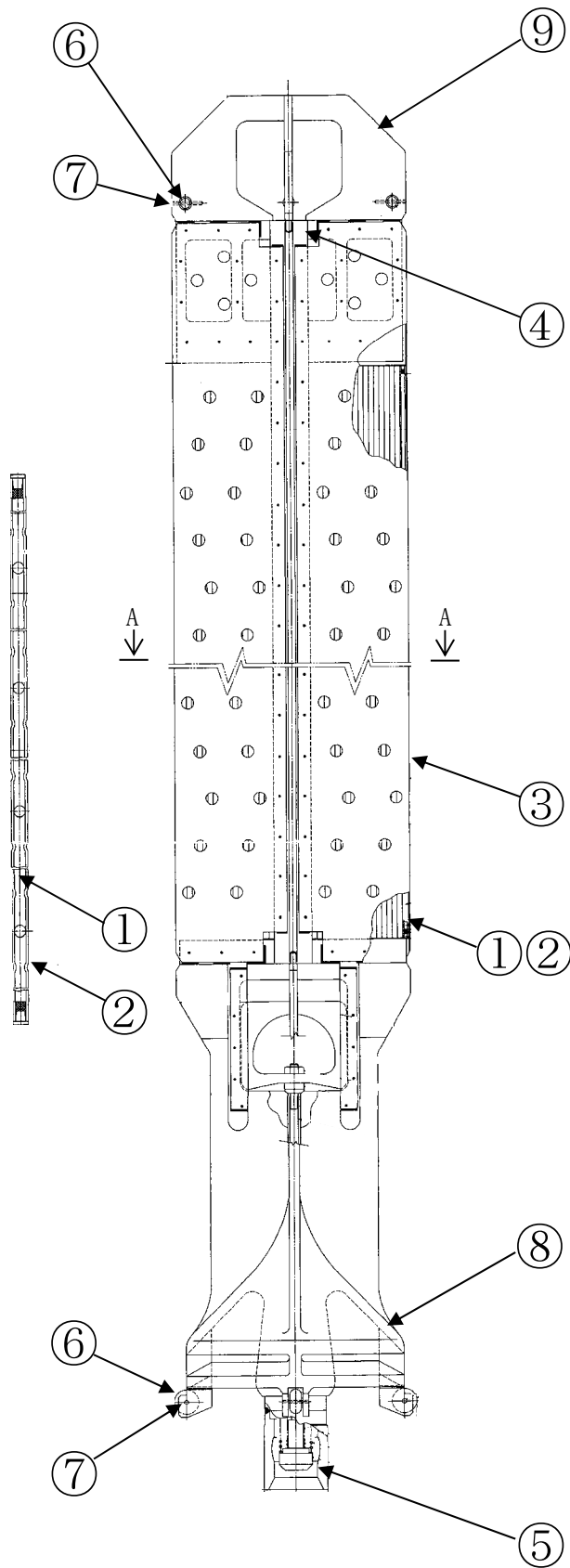
ボロン・カーバイド粉末型制御棒は、十字形に組合わせたステンレス鋼製のU字型シースの中に制御材（ボロン・カーバイド粉末を充填したステンレス鋼管）を納めたもので、合計120本設置（2012年1月時点）されている。制御棒は制御棒案内管内に設置され、制御棒の下端は制御棒駆動機構と接続している。

制御材被覆管，シース，タイロッド，ソケット，ピン，上部ハンドルはステンレス鋼を，ローラは高ニッケル合金を，落下速度リミッタはステンレス鋳鋼を使用している。

ボロン・カーバイド粉末型制御棒の構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

ボロン・カーバイド粉末型制御棒主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	制御材
②	制御材被覆管
③	シース
④	タイロッド
⑤	ソケット
⑥	ローラ
⑦	ピン
⑧	落下速度リミッタ
⑨	上部ハンドル

図2.1-1 ボロン・カーバイド粉末型制御棒構造図

表2.1-1 ボロン・カーバイド粉末型制御棒主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
原子炉の緊急停止	制御材	ボロン・カーバイド (B4C) 粉末	
	制御材被覆管*1	ステンレス鋼 (ASTM A269 TP304L)	ステンレス鋼 (ASTM A269 TP304)
	シース	ステンレス鋼 (SUS316L)	
	タイロッド	ステンレス鋼 (SUS316L)	
	ソケット	ステンレス鋼 (GXM1)	
	ローラ	高ニッケル合金 (WPM)	
	ピン	ステンレス鋼 (ASTM A580 S21800相当)	
過剰反応度の印加防止	落下速度リミッタ	ステンレス鋳鋼 (SCS19A)	
ハットリング	上部ハットル	ステンレス鋼 (SUS316L)	

\*1：第11回定期事業者検査（2003年）以降の取替え分より，材料をステンレス鋼（ASTM A269 TP304）からステンレス鋼（ASTM A269 TP304L）に変更。

表2.1-2 ボロン・カーバイド粉末型制御棒の使用条件

最高使用圧力	8.6MPa
最高使用温度	302℃
流 体	純水 (原子炉冷却材)



## 2.1.2 ハフニウム棒型制御棒

### (1) 構造

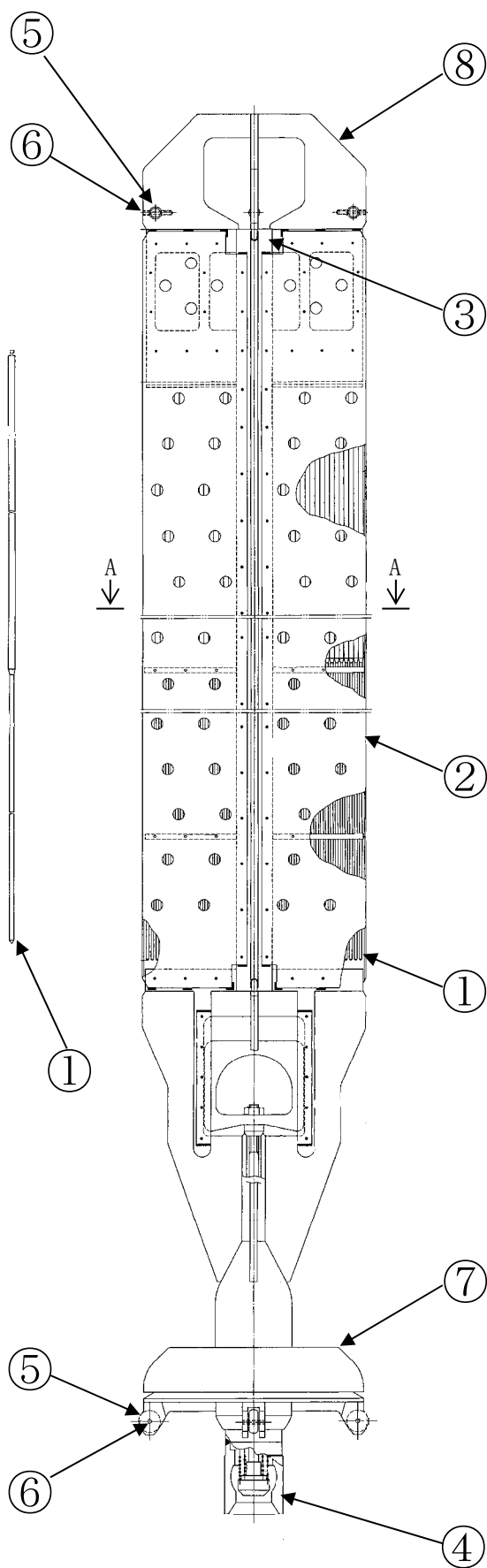
ハフニウム棒型制御棒は、十字形に組合わせたステンレス鋼製のU字型シースの中に制御材（ハフニウム棒）を納めたもので、合計17本設置（2012年1月時点）されている。制御棒は制御棒案内管内に設置され、制御棒の下端は制御棒駆動機構と接続している。

シース、タイロッド、ソケット、ピン、落下速度リミッタ、上部ハンドルはステンレス鋼を、ローラは高ニッケル合金をそれぞれ使用している。

ハフニウム棒型制御棒の構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

ハフニウム棒型制御棒主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	制御材
②	シース
③	タイロッド
④	ソケット
⑤	ローラ
⑥	ピン
⑦	落下速度リミッタ
⑧	上部ハンドル

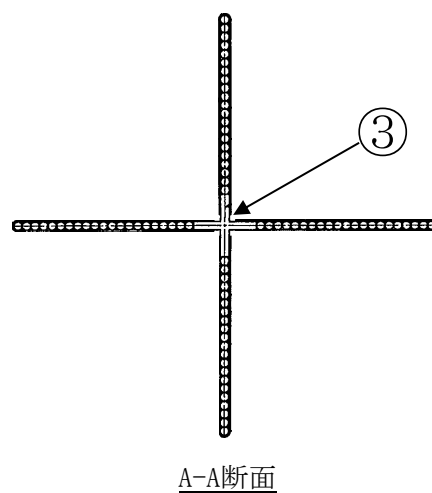


図2.1-2 ハフニウム棒型制御棒構造図

表2.1-3 ハフニウム棒型制御棒主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
原子炉の緊急停止	制御材	ハフニウム棒
	シース	ステンレス鋼 (SUS316L)
	タイロッド <sup>6</sup>	ステンレス鋼 (SUS316L)
	ソケット	ステンレス鋼 (GXM1)
	ローラ	高ニッケル合金 (WPM)
	ピン	ステンレス鋼 (ASTM A580 S21800相当)
過剰反応度の印加防止	落下速度リミッタ	ステンレス鋼 (SUS316L)
ハンドリング <sup>6</sup>	上部ハンドル	ステンレス鋼 (SUS316L)

表2.1-4 ハフニウム棒型制御棒の使用条件

最高使用圧力	8.6MPa
最高使用温度	302℃
流 体	純水 (原子炉冷却材)

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

制御棒の機能は、原子炉出力の制御機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 原子炉の緊急停止
- ② 過剰反応度の印加防止
- ③ ハンドリング

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

制御棒について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（圧力、温度、流体等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

制御棒には、消耗品および定期取替品はない。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち、下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. 制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れ

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 制御材の中性子吸収による制御能力低下

制御材はボロン・カーバイド粉末またはハフニウム棒を使用しており、熱中性子吸収による制御材の減少により制御能力低下が想定されるが、有効長を4等分したいずれかの区間で相対価値が10%減少した時点の核的寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替を実施している。今後もこの運用基準に基づき取替を実施していくことで制御能力に問題はないものとする。また、定期事業者検査時に停止余裕検査を実施し、十分な制御能力を有していることを確認している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ソケット、上部ハンドルおよび落下速度リミッタ（ハフニウム棒型制御棒のみ）の粒界型応力腐食割れ

制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ソケット、上部ハンドルおよび落下速度リミッタ（ハフニウム棒型制御棒のみ）の材料はオーステナイト系ステンレス鋼であり、これらの部位については高温の純水中にあることから、材料が鋭敏化することで、高い引張応力が作用する溶接熱影響部において粒界型応力腐食割れが発生する可能性がある。しかし、制御棒については、熱中性子の累積照射量により定めた運用基準に従い、計画的に制御棒の取替を実施するとともに、粒界型応力腐食割れにより制御棒の制御能力および動作性に問題が生じていないことを、定期事業者検査毎にそれぞれ停止余裕検査および制御棒駆動機構の機能確認により確認している。また、取出制御棒に対しては、外観点検対象制御棒を点検することにより異常のないことを確認している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルの中性子照射による靱性低下

制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルの材料はオーステナイト系ステンレス鋼であり、中性子照射による靱性低下が想定される。しかし、制御棒については、熱中性子の累積照射量により定めた運用基準に従い、計画的に制御棒の取替を実施するとともに、中性子照射による靱性低下により制御棒の制御能力および動作性に問題が生じていないことを、定期事業者検査毎にそれぞれ停止余裕検査および制御棒駆動機構の機能確認により確認している。また、取出制御棒に対しては、外観点検対象制御棒を点検することにより異常のないことを確認している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ローラおよびピンの摩耗

制御棒の挿入・引抜時にローラおよびピンが摺動するため摩耗が想定されるが、ローラは耐摩耗性に優れている高ニッケル合金を、ピンは耐摩耗性を向上させたステンレス鋼を使用しており、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、制御棒外観点検および制御棒駆動機構の機能確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗および動作上の問題は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 落下速度リミッタ（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）の熱時効

ボロン・カーバイド粉末型制御棒の落下速度リミッタの材料はステンレス鋳鋼であり、高温純水中にあるため、熱時効による材料の靱性低下等の機械的特性が変化することが想定される。しかし、落下速度リミッタにはき裂の原因となる経年劣化事象は想定されず、熱時効が問題となる可能性はないと評価する。

また、制御棒外観点検時に、落下速度リミッタに異常がないことを確認しており、これまで有意な欠陥は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルの照射スウェリング

制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルは、比較的高い照射量領域で使用されているが、ステンレス鋼の照射スウェリングは比較的高温（約350℃以上）領域にて生じる事象であるため、BWRの制御棒の使用温度条件下（約280℃）で、照射スウェリングが発生する可能性は小さい。

また、制御棒外観点検および制御棒駆動機構の機能確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な損傷、動作上の問題は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルの照射下クリープ

制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルは、比較的高い照射量領域で使用されるが、照射下クリープの影響が問題となるのは内圧等による荷重制御型の荷重である。

制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）については、制御材の熱中性子吸収による $^{10}\text{B} (n, \alpha) ^7\text{Li}$  反応によりHeが発生することに伴う内圧上昇が、他の部位については自重が荷重制御型の荷重要因として考えられるが、内圧および自重については、応力が許容値に対し十分小さくなるよう設計時に考慮されており、これらの荷重の影響は十

分に小さい。

また、制御棒被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）のHe発生に伴う内圧上昇の観点から決まる機械的寿命に対して十分に保守的な運用基準により取替を実施し、さらに制御棒外観点検および制御棒駆動機構の機能確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な損傷、動作上の問題は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/2) ボロン・カーバイド粉末型制御棒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象						備 考	
			減 肉		割 れ		材質変化			その他
			摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
原子炉の緊急停止	制御材	ボロン・カーバイド粉末							△*1	*1：中性子吸収による 制御能力低下 *2：粒界型応力腐食割 れ *3：照射誘起型応力腐 食割れ *4：中性子照射による 靱性低下 *5：照射スウェリング *6：照射下クリープ
	制御材被覆管	ステンレス鋼				△*2○*3		△*4	△*5,6	
	シース	ステンレス鋼				△*2○*3		△*4	△*5,6	
	タイロッド	ステンレス鋼				△*2○*3		△*4	△*5,6	
	ソケット	ステンレス鋼				△*2				
	ローラ	高ニッケル合金	△							
	ピン	ステンレス鋼	△			○*3		△*4	△*5,6	
過剰反応度の印加防止	落下速度リミッタ	ステンレス鋳鋼					△			
ハンドリング	上部ハンドル	ステンレス鋼				△*2○*3		△*4	△*5,6	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）



表2.2-1 (2/2) ハフニウム棒型制御棒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	経年劣化事象							備 考
			減 肉		割 れ		材質変化		その他	
			摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
原子炉の緊急停止	制御材	ハフニウム棒							△*1	*1：中性子吸収による 制御能力低下 *2：粒界型応力腐食 割れ *3：照射誘起型応力 腐食割れ *4：中性子照射による 靱性低下 *5：照射スウェリング *6：照射下クリープ
	シース	ステンレス鋼				△*2○*3		△*4	△*5,6	
	タイロッド <sup>6</sup>	ステンレス鋼				△*2○*3		△*4	△*5,6	
	ソケット	ステンレス鋼				△*2				
	ローラ	高ニッケル合金	△							
	ピン	ステンレス鋼	△			○*3		△*4	△*5,6	
過剰反応度の印加防止	落下速度リミッタ	ステンレス鋼				△*2				
ハンドリング <sup>6</sup>	上部ハンドル	ステンレス鋼				△*2○*3		△*4	△*5,6	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れ

#### a. 事象の説明

ステンレス鋼については、中性子照射を受けることにより材料自身の応力腐食割れの感受性が高まるとともに、材料周辺の腐食環境が水の放射線分解により厳しくなることが知られている。照射誘起型応力腐食割れは、この状況に引張応力場が重畳されると発生する可能性がある。

BWR 環境下のステンレス鋼については、図 2.3-1 に示すように約  $5 \times 10^{24}$  n/m<sup>2</sup>（約  $5 \times 10^{20}$  n/cm<sup>2</sup>）（ $E > 1$  Mev）以上の累積照射量を受けた場合に応力腐食割れの感受性への影響が現れると考えられている。

制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルは高い中性子照射を受けるため、照射誘起型応力腐食割れの感受性が増加する可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

なお、島根 1 号炉において、2007 年度にハフニウム棒型制御棒の上部ハンドル部に照射誘起型応力腐食割れと推定されるひびが発見されているが、本事例は局部的なひびであり、主要部品には発生しておらず制御棒の機能上問題となるものではない。

#### b. 技術評価

##### (a) 健全性評価

照射誘起型応力腐食割れは、中性子照射量に加え、高い引張応力の存在下で発生の可能性がある。制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルには溶接熱影響部に引張応力が存在し、また、制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）には、制御材の熱中性子吸収による  $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$  反応により He が発生することに伴う内圧上昇ならびに制御材の体積膨張によって引張応力が作用する。

制御棒は、中性子吸収材としての寿命に対して保守的に定めた運用基準に基づき取替えを実施してきており、この運用基準では、全引抜で使用されているボロン・カーバイド粉末型制御棒については  $1.81 \times 10^{25}$  n/m<sup>2</sup>（熱中性子）、コントロールセルで使用されているハフニウム棒型制御棒については  $4 \times 10^{25}$  n/m<sup>2</sup>（熱中性子）の中性子照射量となることから、照射量の観点からは照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性は否定できない。

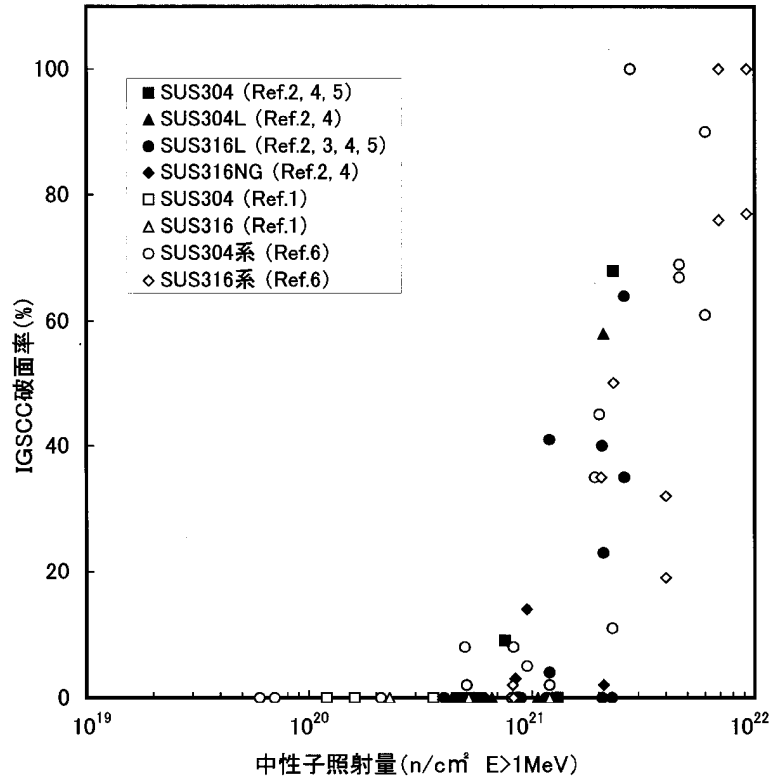


図2.3-1 304, 316 ステンレス鋼のIGSCC 破面率に及ぼす中性子照射量の影響

[図で引用されている参考文献]

- Ref. 1: K. Chatani et al, "Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking Susceptibility of Core Component Materials" Proceedings of 12th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2005.
- Ref. 2: 「平成16年度照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術調査研究に関する報告書」  
独立行政法人 原子力安全基盤機構
- Ref. 3: K. Chatani et al, "IASCC Susceptibility of Thermal Treated Type 316L Stainless Steel" Proceedings of 11th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 2003.
- Ref. 4: Y. Tanaka et al, "IASCC Susceptibility of Type 304, 304L, and 316L Stainless Steel" Proceedings of 8th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1997.
- Ref. 5: K. Fukuya et al, "Mechanical Properties and IASCC Susceptibility in Irradiated Stainless Steels" Proceedings of 6th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems -Water Reactors, 1993.
- Ref. 6: S. Suzuki, M. Kodama, S. Shima, M. Yamamoto; Fifth International Symposium on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors(1991). Effects of Fluence and Dissolved Oxygen on IASCC in Austenitic Stainless Steels.

(b) 現状保全

制御棒については、熱中性子の累積照射量により定めた運用基準に従い、計画的に制御棒の取替を実施している。

なお、照射誘起型応力腐食割れにより制御棒の制御能力および動作性に問題が生じていないことを、定期事業者検査毎にそれぞれ停止余裕検査および制御棒駆動機構の機能確認により確認している。

また、取出制御棒に対しては、外観点検対象制御棒を点検することにより異常のないことを確認している。

(c) 総合評価

制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れについては、今後も運用基準に基づく制御棒の取替、定期事業者検査毎の停止余裕検査および制御棒駆動機構の機能確認を実施していくことで、機能上の観点から健全性の確認は可能と判断する。

c. 高経年化への対応

制御材被覆管（ボロン・カーバイド粉末型制御棒のみ）、シース、タイロッド、ピンおよび上部ハンドルの照射誘起型応力腐食割れについては、現状の保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## 2. 制御棒駆動機構

[対象機器]

- ① 制御棒駆動機構

## 目 次

1. 対象機器	2-1
2. 対象機器の技術評価	2-2
2.1 構造, 材料および使用条件	2-2
2.1.1 制御棒駆動機構	2-2
2.2 経年劣化事象の抽出	2-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	2-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	2-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	2-7

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している制御棒駆動機構の仕様を表1-1に示す。

表1-1 制御棒駆動機構の仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運転状態	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(°C)
制御棒駆動機構(137)	PS-1, 重*2	連続	9.0	304

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 制御棒駆動機構

##### (1) 構造

制御棒駆動機構は, 水圧駆動ピストンラッチ方式で, 水圧により制御棒の挿入・引抜きまたはスクラム時に動作するものであり, 137台設置されている。

制御棒駆動機構は, 制御棒駆動機構ハウジング内に収納されており, 制御棒駆動機構ハウジング下端のフランジにボルトで取り付けられ, 上端のカップリングスパッドと, 制御棒下端のソケットとを結合することにより, 制御棒を固定している。

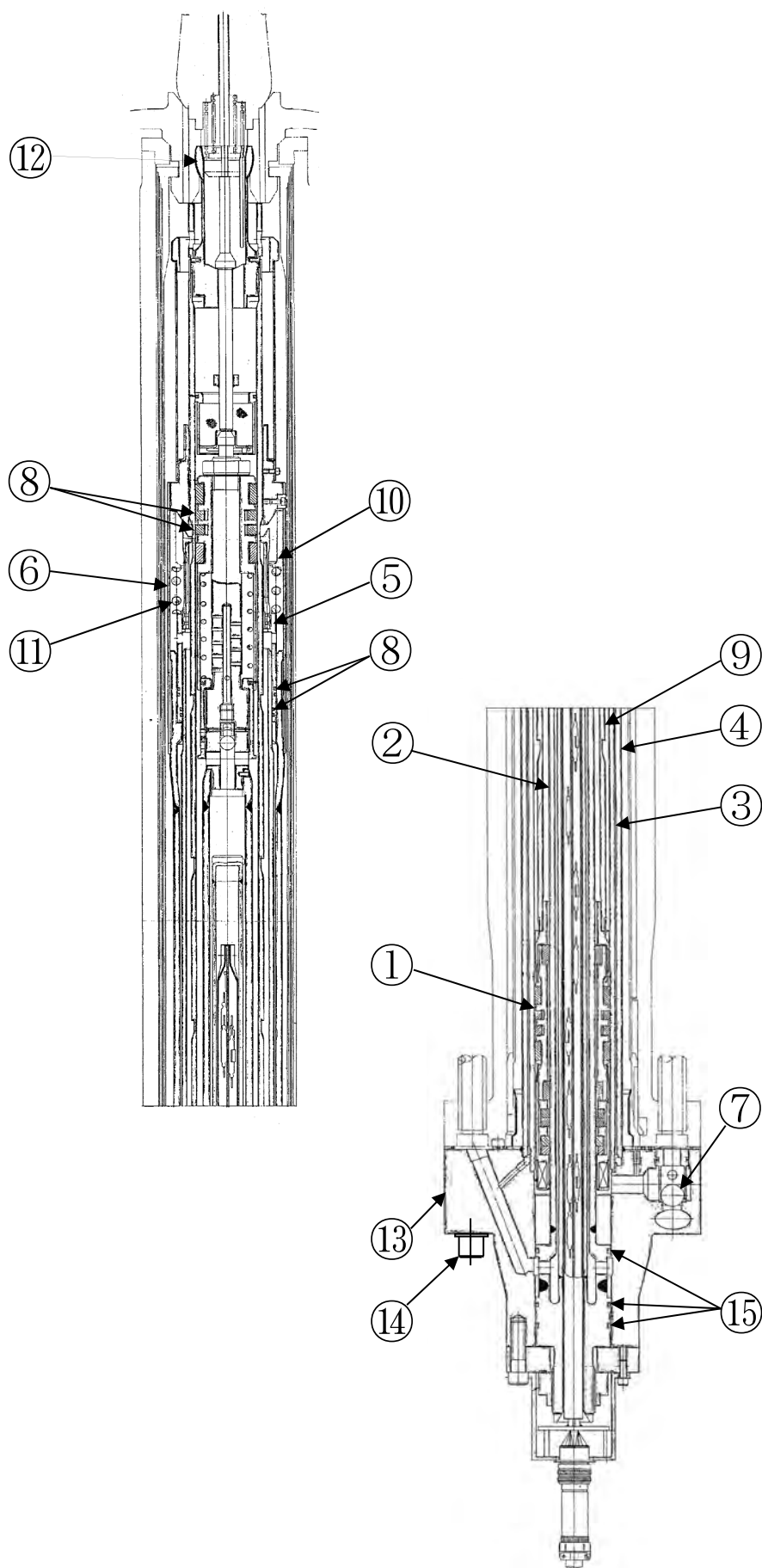
制御棒の挿入・引抜きは, シリンダチューブとピストンチューブ間にあるドライブピストンに水圧をかけることにより行い, コレットフィンガがインデックスチューブのラッチ溝にかみ合うことにより制御棒を所定の位置に固定する。この時, 制御棒の荷重はアウターチューブで支持されている。

制御棒駆動機構の構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

制御棒駆動機構主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。





No	部 位
①	ドライブピストン
②	ピストンチューブ
③	シリンダチューブ
④	アウターチューブ
⑤	コレットピストン
⑥	コレットリテイナチューブ
⑦	ボール
⑧	シールリング
⑨	インテックスチューブ
⑩	コレットフィンガ
⑪	コレットスプリング
⑫	カップリングスパット
⑬	フランジ
⑭	取付ボルト
⑮	Oリング

図2.1-1 制御棒駆動機構構造図

表2.1-1 制御棒駆動機構主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
制御棒駆動力の確保	ドライブピストン	ステンレス鋼 (SUS304TP)
	ピストンチューブ	ステンレス鋼 (GXM1)
	シリンダチューブ	ステンレス鋼 (SUS304TP)
	アウターチューブ	ステンレス鋼 (SUS304TP)
	コレットピストン	ステンレス鋳鋼 (SCS16A)
	コレットリテーチチューブ	ステンレス鋳鋼 (SCS16A)
	ボール	(定期取替品)
	シールリング	(消耗品)
制御棒の位置保持	インデックスチューブ	ステンレス鋼 (GXM1)
	コレットフィンガ	高ニッケル合金 (インコネル X-750)
	コレットスプリング	高ニッケル合金 (インコネル X-750)
制御棒との結合	カップリングスパット	高ニッケル合金 (インコネル X-750)
バウンダリの維持	フランジ	ステンレス鋼 (SUSF304)
	取付ホルト	低合金鋼 (SNB7)
	Oリング	(消耗品)

表2.1-2 制御棒駆動機構の使用条件

最高使用圧力	9.0MPa
最高使用温度	304℃
流 体	純水

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

制御棒駆動機構の機能は、制御棒の挿入・引抜きまたはスクラム動作であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 制御棒駆動力の確保
- ② 制御棒の位置保持
- ③ 制御棒との結合
- ④ バウンダリの維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

制御棒駆動機構について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

シールリングおよびOリングは消耗品であり、ボールは定期取替品である。いずれも長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブの腐食（隙間腐食）

ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブについて耐摩耗性を向上させるため，窒化処理を施しているが，シールリングとの隙間で窒化層の表面が劣化した場合に，隙間腐食が発生する可能性がある。しかし，分解点検時の目視確認により健全性を確認し，必要に応じて取替を行うこととしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. ピストンチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブおよびコレットフィンガの粒界型応力腐食割れ

ピストンチューブ，アウターチューブ，インデックスチューブはステンレス鋼，コレットフィンガは高ニッケル合金が使用されており，粒界型応力腐食割れが想定される。

これらの部位については，比較的上部に溶接部があり，内部流体の温度が100℃以上になると考えられ，粒界型応力腐食割れが発生する可能性があるが，分解点検時の目視確認により健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. ドライブピストン，ピストンチューブ，シリンダチューブ，コレットピストン，コレットリテイナチューブ，インデックスチューブ，コレットフィンガおよびカップリングスパッドの摩耗

ドライブピストン，ピストンチューブ，シリンダチューブおよびインデックスチューブはステンレス鋼，コレットピストンおよびコレットリテイナチューブはステンレス鋳鋼，コレットフィンガおよびカップリングスパッドは高ニッケル合金であり，各部の摺動による摩耗が想定される。

ピストンチューブ，コレットピストン，インデックスチューブは，表面に耐摩耗性向上のため窒化処理を施したステンレス鋼またはステンレス鋳鋼であり，ドライブピストン，シリンダチューブはステンレス鋼であり，シールリング材料より硬いため，有意な摩耗が発生する可能性は小さい。コレットリテイナチューブはステンレス鋳鋼，コレットフィンガは高ニッケル合金であるが，摺動部について耐摩耗性を向上させた処理（コルモノイ溶射，メテコ溶射）を施しており，有意な摩耗が発生する可能性は小さい。カップリングスパッドは，制御棒と制御棒駆動機構との結合および分離の回数が少ないことから，摩耗が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. ドライブピストン，シリンダチューブ，フランジの粒界型応力腐食割れ

ドライブピストン，シリンダチューブ，フランジはステンレス鋼で粒界型応力腐食割れが想定されるが，内部流体が制御棒駆動水系からの冷却水で運転温度も100℃以下であるため，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に分解点検時の目視確認を実施しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. コレットスプリングのへたり

コレットスプリングは常時応力がかかった状態で使用されているため，スプリングのへたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設計されており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認および動作確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意なへたりは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは合金鋼であり腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，有意な腐食が認められた場合は，必要に応じ取替を行っている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 制御棒駆動機構に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
制御棒駆動力の確保	ドライブピストン		ステンレス鋼	△			△*1			*1：粒界型応力腐食割れ *2：隙間腐食 *3：へたり	
	ピストンチューブ		ステンレス鋼	△	△*2		△*1				
	シリンダチューブ		ステンレス鋼	△			△*1				
	アウターチューブ		ステンレス鋼				△*1				
	コレットピストン		ステンレス鋳鋼	△	△*2						
	コレットリテイ付チューブ		ステンレス鋳鋼	△							
	ボール	◎	—								
	シールリング	◎	—								
制御棒の位置保持	インテックスチューブ		ステンレス鋼	△	△*2		△*1				
	コレットフィンガ		高ニッケル合金	△			△*1				
	コレットスプリング		高ニッケル合金						△*3		
制御棒との結合	カップリングスパット		高ニッケル合金	△							
ハウダリの維持	フランジ		ステンレス鋼				△*1				
	取付ホルト		低合金鋼		△						
	Oリング	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 非常用ディーゼル機関

[対象機器]

- 3.1 非常用ディーゼル機関本体
- 3.2 非常用ディーゼル機関附属設備



### 3.1 非常用ディーゼル機関本体

[対象機器]

- ① 非常用ディーゼル機関 (A, B号機)
- ② 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定 .....	3. 1-1
1.1 グループ化の考え方および結果 .....	3. 1-1
1.2 代表機器の選定 .....	3. 1-1
2. 代表機器の技術評価 .....	3. 1-2
2.1 構造, 材料および使用条件 .....	3. 1-2
2.1.1 非常用ディーゼル機関 (A, B号機) .....	3. 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	3. 1-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	3. 1-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	3. 1-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	3. 1-9
3. 代表機器以外への展開 .....	3. 1-22
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 .....	3. 1-22
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	3. 1-23

## 1. 対象機器および代表機器の選定

### 1.1 グループ化の考え方および結果

島根2号炉で使用している主要な非常用ディーゼル機関の仕様を表1-1に示す。

### 1.2 代表機器の選定

非常用ディーゼル機関には、非常用ディーゼル機関（A, B号機）および高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関があるが、機関出力の観点から、非常用ディーゼル機関（A, B号機）を代表機器とする。

表1-1 非常用ディーゼル機関本体の仕様

機関名称 (基数)	仕様 (機関出力×回転速度)	重要度*1	使用条件		選定	選定理由
			運転 状態	最高 爆発圧力		
非常用ディーゼル 機関(A, B号機)(2)	6,150kW×514rpm	MS-1, 重*2	一時*3	11.8MPa	◎	機関出力
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル機関(1)	3,480kW×514rpm	MS-1, 重*2	一時*3	6.9MPa		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*3：通常は待機状態，定期的（1回あたりの運転時間：約1時間，年間の運転回数：約20回，年間の運転時間：約20時間）に定例試験を実施。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の機器について技術評価を実施する。

### ① 非常用ディーゼル機関（A, B号機）

#### 2.1 構造, 材料および使用条件

##### 2.1.1 非常用ディーゼル機関（A, B号機）

###### (1) 構造

非常用ディーゼル機関（A, B号機）は、出力6,150 kW、回転数は514 rpmの14シリンダ4サイクル単動無気噴油式V形ディーゼル機関（排気タービン式過給機付）であり、2基設置している。

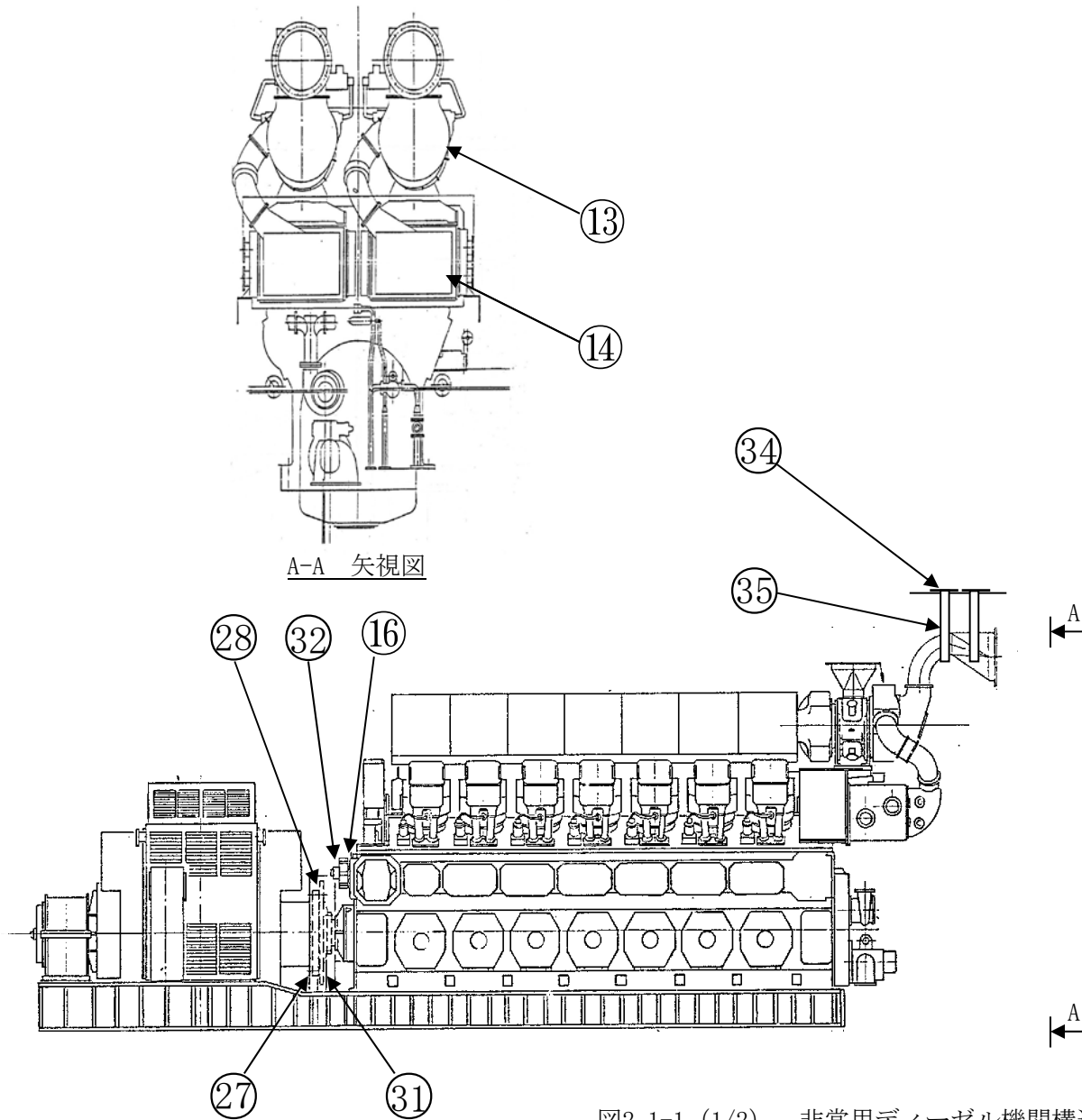
非常用ディーゼル機関の主要部位としては、

- ・燃料噴射ポンプ、燃料噴射弁等の燃料系統に属する部位
  - ・ピストン、接続棒、クランク軸等の熱エネルギーを運動エネルギーに変換し伝達するための部位
  - ・排気弁および給気弁とこれらを駆動する部位としてカム、カム軸、動弁装置と過給機、空気冷却器等からなる給・排気系統に属する部位
  - ・始動弁等の非常用ディーゼル機関起動のための部位
  - ・シリンダヘッド、シリンダライナ、シリンダヘッドボルト、シリンダジャケット、クランクケース等のシリンダ内の爆発圧力を保持する部位
  - ・调速装置等の非常用ディーゼル機関出力を調節するための部位
  - ・主軸受メタル等の軸支持部位
  - ・給気管・排気管等の空気および排気ガスを給・排気するための部位
- で構成されている。

非常用ディーゼル機関全体の構造図を図2.1-1に示す。

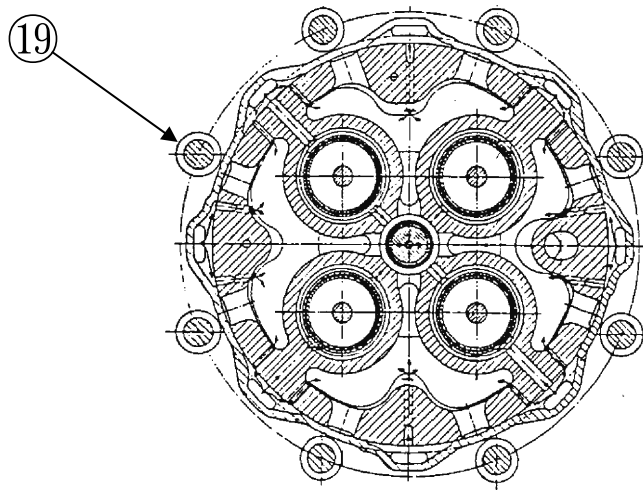
###### (2) 材料および使用条件

非常用ディーゼル機関（A, B号機）主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	燃料噴射弁	⑱	シリンダヘッドボルト
②	燃料噴射ポンプ	⑳	シリンダライフ
③	ピストン	㉑	シリンダジャケット
④	接続ボール頭	㉒	給気管
⑤	ピストンリング	㉓	排気管
⑥	接続棒	㉔	伸縮継手
⑦	クランクピンボルト	㉕	クランクケース
⑧	クランクピンメタル	㉖	基礎ボルト
⑨	クランク軸	㉗	はずみ車
⑩	カム, カム軸, ローラ	㉘	カップリングボルト
⑪	給気弁	㉙	シリンダ室安全弁
⑫	排気弁	㉚	クランク室安全弁
⑬	過給機	㉛	歯車各種
⑭	空気冷却器	㉜	空気分配弁
⑮	動弁装置	㉝	始動弁
⑯	调速装置	㉞	埋込金物
⑰	主軸受メタル	㉟	給・排気管ポート
⑱	シリンダヘッド		

図2.1-1 (1/2) 非常用ディーゼル機関構造図



シリンダヘッド上面より

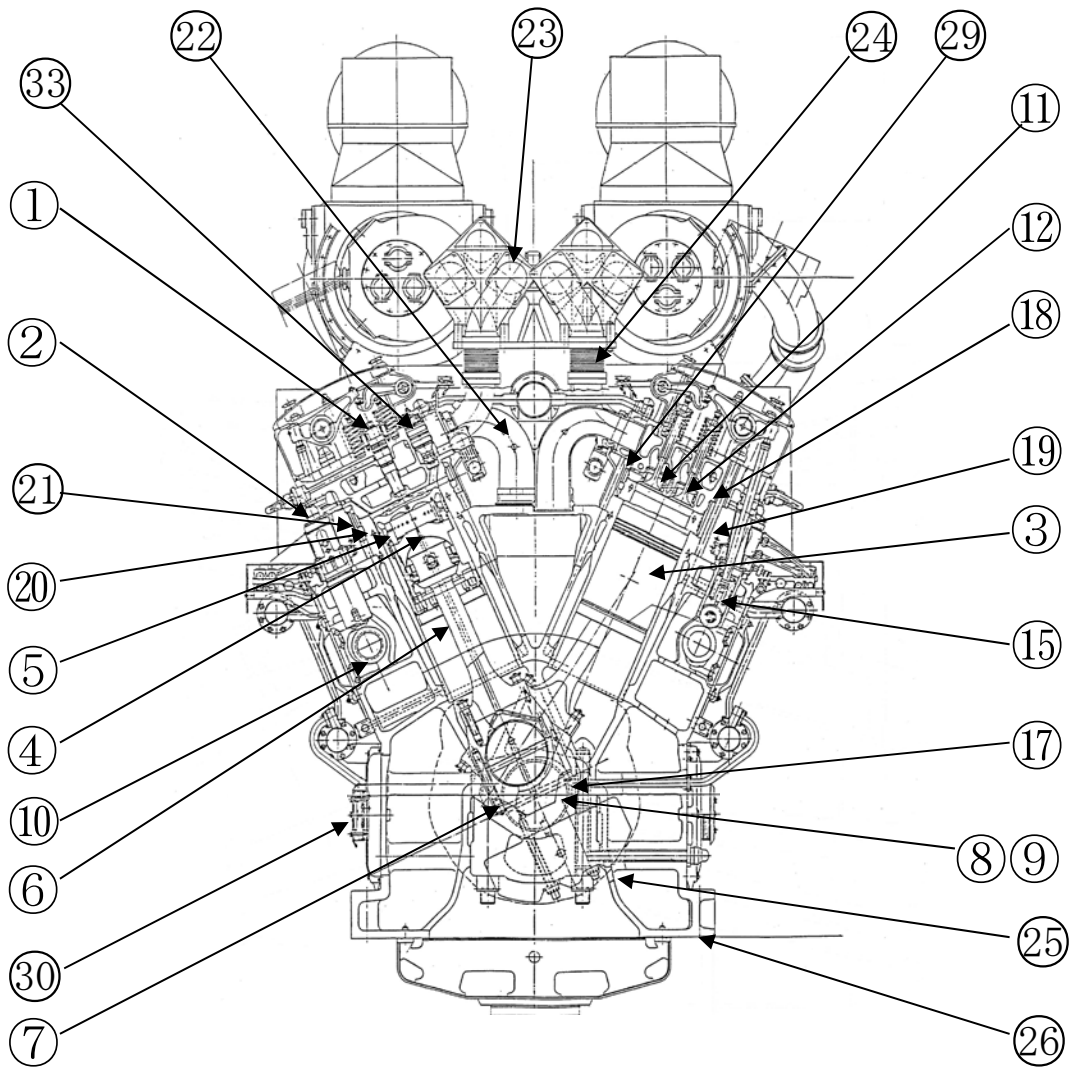


図2.1-1 (2/2) 非常用ディーゼル機関構造図

表2.1-1 (1/2) 非常用ディーゼル機関本体主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
発電機駆動 機能確保	燃料噴射ポンプ	ポンプ	鋳鉄(FC25)他
		ケーシング	鋳鉄(FC25)
		ポンプデフレクタ	炭素鋼(S45C)
	燃料噴射弁	弁	炭素鋼(S55C)
		スプリング	ばね鋼(SWOSC-V)
	ピストン	ピストン	低合金鋼(SCM440) 鋳鉄(FC20)
		接続棒球頭	合金鋼(SNC815)
		ピストンリング	(消耗品)
		始動弁	ステンレス鋼(SUS420J2)
	空気分配弁	ステンレス鋼(SUS420J2)	
	クランク軸	合金鋼(34CrNiMo6)	
	クランクピンメタル	炭素鋼(S15C) 銅鉛合金	
	接続棒	低合金鋼(SNC815)	
	クランクピンホルト	低合金鋼(SNCM439)	
	歯車各種	合金鋼(SNC815, SNCM439)	
	はずみ車	鋳鉄(FC300)	
	カップリングホルト	低合金鋼(SNCM439)	
	給気弁	耐熱鋼(SUH3, HMV)	
	排気弁	耐熱鋼(SUH3), 合金鋼(NiCr20tiAl)	
	給・排気弁スプリング	ばね鋼(SUP10), ばね鋼(SWOCV-V)	
	過給機	過給機ケーシング	特殊鋳鉄(GGV30, FC200+0.5%Cu), アルミニウム合金鋳物(AC4AF)
		過給機ロータ	耐熱鋼(St460Ts, StT17/13W), アルミニウム
		過給機ノズル	鋳鉄(FC250), ステンレス鋼(SUS321)
空気冷却器	空気冷却器水室	炭素鋼(SB42, SF45A)	
	空気冷却器伝熱管	銅合金(C7060T)	

表2.1-1 (2/2) 非常用ディーゼル機関本体主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
発電機駆動 機能確保	カム, カム軸, ローラ	低合金鋼 (SCM435, SNC815)
	動弁装置	鋳鉄 (FC25, FCD45), 低合金鋼 (SCM415, SNC815), ばね鋼 (SUP10), 炭素鋼 (STKM13A)
	調速装置	鋳鉄, 低合金鋼, アルミニウム合金鋳物
	主軸受メタル	炭素鋼, 銅鉛合金, ホイットメタル
	シリンダヘッド	鋳鉄 (FC30)
	シリンダライナ	鋳鉄 (FC25)
	シリンダヘッドボルト	低合金鋼 (SCM435)
	シリンダジャケット	鋳鉄 (FCD45)
	伸縮継手	ステンレス鋼 (SUS304)
	給気管	炭素鋼 (SM41B), 鋳鉄 (FC200)
	排気管	炭素鋼 (SM41B), 鋳鉄 (GGG42), 合金鋼 (STPA22), 炭素鋼 (SS400)
	シリンダ室安全弁	(定期取替品)
	クランク室安全弁	(定期取替品)
	パッキン・ガスケット	(消耗品)
機器の支持	クランクケース	鋳鉄 (FC300)
	基礎ボルト	炭素鋼 (S35C)
	埋込金物	炭素鋼 (SS41)
	給・排気管ポート	炭素鋼 (STKR41, SS400, SS41)

表2.1-2 非常用ディーゼル機関本体の使用条件

機 関 出 力	6, 150kW
回 転 数	514rpm
最高爆発圧力	11. 8MPa
使用燃料油	軽油



## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

非常用ディーゼル機関本体の機能は、非常時の電源供給源である発電機を駆動させるものである。この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 発電機駆動機能確保
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

非常用ディーゼル機関本体について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ピストンリング、パッキン・ガスケットは消耗品であり、シリンダ室安全弁、クランク室安全弁は定期取替品である。いずれも、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち、下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### b. 燃料噴射ポンプの摩耗

燃料噴射ポンプはプランジャをバレル内で上下運動させることにより、燃料油を加圧し燃料噴射弁へ送油するため、摺動部であるプランジャ、バレルには摩耗の発生が想定されるが、プランジャ、バレルは耐摩耗性を上げるため、ガス窒化により表面硬化を施しており、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）およびデフレクタの腐食（エロージョン）

燃料噴射ポンプは、運転中にキャビテーションが発生し、ケーシングにエロージョンによる減肉が想定されるが、デフレクタを設置することによりケーシングを保護しているため、ケーシングにエロージョンが発生する可能性は小さい。

また、デフレクタのエロージョンが進行すると、微少な金属片が発生し、プランジャの固着や燃料弁の詰まりが想定されるが、耐エロージョン性を高めるため、デフレクタには焼入れにより表面処理を施しており、エロージョンが発生する可能性は小さい。また、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短く、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なキャビテーションによる減肉は認められていない。なお、減肉が見られた場合は必要に応じてデフレクタの取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 燃料噴射弁の摩耗

燃料噴射弁は、燃料噴射ポンプより送られた燃料油を高圧で燃焼室内に噴霧する。この動作を繰り返すため、燃料噴射弁のケーシング、ノズルには摩耗の発生が想定されるが、ノズルは耐摩耗性に優れた材料を使用しており、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、必要に応じて取替を実施することとしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 燃料噴射弁，燃料噴射弁スプリング，ピストン，給・排気弁，給・排気弁スプリング，過給機ロータ，シリンダヘッド，シリンダライナおよびクランクケースの高サイクル疲労割れ

燃料噴射弁，ピストン，給・排気弁，シリンダヘッド，シリンダライナおよびクランクケースには，非常用ディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し応力により疲労が蓄積される。

燃料噴射弁のスプリング，給・排気弁のスプリングは予圧縮による静荷重応力と非常用ディーゼル機関運転中の規定ストローク圧縮による変動応力を受け疲労が蓄積される。

過給機のロータのタービン翼埋め込み部には，機関の運転中にタービン翼の高速回転による遠心力と翼振動による変動応力により疲労が蓄積される。

これらの部位には応力変動による高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認または浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 燃料噴射弁，給・排気弁のスプリングのへたり

燃料噴射弁，給・排気弁は常時応力がかかった状態で使用しているため，スプリングのへたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. ピストンの摩耗

ピストンは，非常用ディーゼル機関運転中のシリンダ内での往復動により摩耗の発生が想定されるが，ディーゼル機関運転中においてはピストンリング（消耗品）とシリンダライナとが接触する構造のため，ピストン本体に摩耗が発生する可能性は小さい。また，分解点検時に目視確認，寸法測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. ピストン（頂部），排気弁，過給機ケーシング（排気ガス側），シリンダヘッド（排気ガス側），シリンダライナ（排気ガス側），過給機ノズルおよび排気管（内側）の腐食（全面腐食）

非常用ディーゼル機関の燃料油には硫黄分が含まれているため，排気ガス中の二酸化硫黄により，ピストン（頂部），排気弁，過給機ケーシング（排気ガス側），シリンダヘッド（排気ガス側），シリンダライナ（排気ガス側），過給機ノズルおよび排気管（内側）

に腐食が想定されるが、燃料は硫黄分の少ない軽油を使用しており、この硫黄分によって排気ガス中に生成される二酸化硫黄の露点に対し、燃焼空気温度は十分に高く、硫酸が生成される可能性は小さいことから腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ピストン、シリンダヘッドおよびシリンダライナの低サイクル疲労割れ

ピストン、シリンダヘッドおよびシリンダライナの材料にはディーゼル機関の起動・停止に伴う熱履歴により繰り返し熱応力による疲労が蓄積され、低サイクル疲労割れが発生する可能性があるが、これらの部位に発生する応力は疲労限界以下になるように設計されているため、疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認または浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. ピストン、シリンダヘッドおよびシリンダライナのカーボン堆積

ピストン、シリンダヘッドおよびシリンダライナには、爆発面にカーボンを主とする燃焼残渣物が堆積することによる燃焼不完全の発生が想定されるが、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、カーボン堆積の可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なカーボン堆積は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 接続棒球頭およびシリンダライナの摩耗

接続棒球頭はピストンおよび球面軸受に固定されておらず、隙間があるため、非常用ディーゼル機関運転中、ピストンおよび球面軸受の回転摺動による摩耗の発生が想定されるが、この摺動摩耗を防止するため、接続棒球頭は表面焼入れを施し、常時潤滑油が供給されており、シリンダライナにも潤滑油が供給されていることから、摩耗の可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 接続棒球頭の高サイクル疲労割れ

接続棒球頭は、非常用ディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 始動弁および空気分配弁の摩耗

始動弁および空気分配弁は機関起動時に作動し、シリンダに圧縮空気を投入する際に、可動部の金属接触・摺動による摩耗の発生が想定されるが、起動回数は年間約20回と非常に少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. クランク軸の摩耗

クランク軸はクランクピンメタルを介して連接棒と結合されており、ピストンの爆発圧力による荷重が伝達されて回転するため、ディーゼル機関運転中、クランク軸はクランクピンメタル内で回転摺動することから、摩耗の発生が想定されるが、摩耗を防止するためクランク軸は耐摩耗性の高い合金鋼を使用しており、また潤滑油を供給していることから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短く、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. クランク軸の高サイクル疲労割れ

クランク軸には非常用ディーゼル機関運転中に生じるねじり応力、爆発圧力による曲げ応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. クランクピンメタル、主軸受メタルの摩耗

クランクピンメタル、主軸受メタルはピンあるいは各軸との接触により摩耗の発生が想定されるが、潤滑油が供給されており、また、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、摩耗が発生する可能性は小さい。さらに、定期的に目視確認および寸法測定を行うとともに、必要に応じ取替を行っている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 接続棒，クランクピンボルトの高サイクル疲労割れ

接続棒，クランクピンボルトには非常用ディーゼル機関運転中に生じる往復・回転慣性力による繰り返し引張応力，接続棒にはさらに爆発応力による圧縮応力により疲労が蓄積され，高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 歯車各種および動弁装置の摩耗

歯車はクランク軸の動力をカム軸等に伝達しているものであり，歯車による動力伝達は歯車歯面に摺動を伴うことから摩耗の発生が想定されるが，潤滑油が供給されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

動弁装置はカムの揚程差による上下運動をローラ，押棒，揺れ腕等の部位によって給気弁・排気弁に伝達するものであるため，ローラ，押棒，揺れ腕の可動部は摺動による摩耗の発生が想定されるが，潤滑油が供給されており，また，本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから，摩耗が発生する可能性は小さい。さらに，定期的に目視確認を行い健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，給気管（外側），排気管（外側），クランクケースおよび給・排気管サポートの腐食（全面腐食）

はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，給気管（外側），排気管（外側），クランクケースおよび給・排気管サポートは，炭素鋼，鋳鉄および低合金鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装またはリン酸塩皮膜処理により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. カップリングボルトの疲労割れ

非常用ディーゼル機関と発電機を結合するカップリング部はカップリングにはずみ車を挟み，カップリングボルトで結合されている。機関起動時にはカップリングボルト部に作用する応力により，疲労割れが想定されるが，非常用ディーゼル機関の起動停止回数は年間約20回と非常に少なく，疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，

高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 給・排気弁（弁棒，シート部および案内）およびシリンダヘッド（シート部）の摩耗  
給・排気弁の弁棒軸部は弁案内内筒との摺動により摩耗の発生が想定される。また，給・排気弁（シート部）とシリンダヘッド（シート部）については金属接触による摩耗の発生が想定され，摩耗が進行した場合，給・排気弁シート部に漏えいが生じ，燃焼室内の気密を保つことができなくなる可能性がある。

しかし，本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから，摩耗が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認または寸法測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側），シリンダジャケット（冷却水側）の腐食（全面腐食）

過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側），シリンダジャケット（冷却水側）は鋳鉄であり腐食が想定されるが，内部流体である純水には防錆剤が添加されているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 過給機ロータ，ノズルの摩耗

シリンダより排出された高温ガスは，排気管により過給機に導入され，過給機ノズルにより偏流し，タービンブレードに有効なガス流を発生させることによりプロウを駆動するトルクを得ている。このため，過給機ノズルには未燃のカーボン等の微細な粒子を含んだ排気ガスが高速で衝突するため摩耗の発生が想定されるが，本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから，摩耗が発生する可能性は小さい。また，ロータは潤滑油環境下にあることから，摩耗が発生する可能性は小さい。さらに，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 空気冷却器水室の腐食（全面腐食）

空気冷却器の水室は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，内部流体は冷却水（防錆剤入り）であることから腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



y. 空気冷却器伝熱管の腐食（全面腐食）

空気冷却器の伝熱管は、銅合金であり、腐食が想定されるが、内部流体は水質管理された純水であることから、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. 空気冷却器伝熱管の異物付着

空気冷却器については、伝熱管に異物が付着し伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが、伝熱管の外表面は過給機を通過した圧縮空気であり、伝熱管内部流体は水質管理された冷却水（防錆剤入り）であることから、伝熱性能に影響を及ぼすような異物が付着する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで異物付着による伝熱性能の低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. カム、カム軸、ローラの摩耗

各カムはローラを上下に駆動して排気弁および給気弁を開閉し燃料噴射ポンプを駆動するため、各カムおよびローラの表面に摩耗が想定されるが、各カムの表面およびローラ表面には、耐摩耗性向上のため表面焼入れを施工し、カムとローラには潤滑油が供給されており、また、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、摩耗が発生する可能性は小さい。さらに、定期的に目視確認を行い、必要に応じ取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ab. 調速装置の性能低下

調速装置は非常用ディーゼル機関の発電負荷が変化した場合に、その機関回転数の変化を感知し、ある規定回転数となるように機関に投入する燃料量を調整している。このため調速装置には摺動等による摩耗および潤滑油の変質、異物の付着による摩耗増加等が進行し性能低下（動作不良）が想定されるが、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短く、定期的に作動確認を行い、調速装置の性能低下に対する健全性の確認を行っており、これまで有意な性能低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ac. シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れ

シリンダヘッドのシリンダヘッドボルトには、非常用ディーゼル機関運転中に生じる繰り返し引張応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れ

は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### ad. 伸縮継手の疲労割れ

伸縮継手（排気管）は機関運転時の排気管の熱膨張を吸収し、排気管等に外力が負荷されないように排気管系に設置されているため、繰り返し変位を受けることにより、疲労割れが想定されるが、伸縮継手はこれらの変位を考慮して設計されていることから、疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### ae. 埋込金物の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であるため、腐食が想定されるが、大気接触部については塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果からは中性化は殆ど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

#### a. 過給機ケーシング、ロータ、ノズルおよび排気管のクリープ

過給機ケーシング、ロータ、ノズルおよび排気管は排気ガス温度が約500℃と高温であることから過給機ケーシング、ロータ、ノズルおよび排気管のクリープによる変形、破断が想定されるが、過給機はクリープを起こす応力が発生しないように設計上考慮されており、排気管に発生する応力は伸縮継手（排気管）により吸収されるためクリープによる変形、破断が発生する可能性はない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. 伸縮継手のクリープ

伸縮継手（排気管）は非常用ディーゼル機関運転時の排気ガス温度が高温（約500℃）であることからクリープによる変形・破断発生が想定されるが、通常運転状態での当該材料におけるクリープ破断に至る時間は10,000時間以上であるのに対し、プラント運転開始60

年後の累積運転時間は、年間運転時間が約20時間であることから1,200時間程度であり、これらの材料がクリープ破断を起こす可能性はない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/4) 非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材 質 変 化			その他
					摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
発電機駆動機能確保	燃料噴射ポンプ	ポンプ		鋳鉄他	△							*1：キャビテーション *2：エロージョン *3：高サイクル疲労割れ *4：スプリングのへたり *5：頂部 *6：低サイクル疲労割れ *7：カーボン堆積
		ケーシング		鋳鉄		△*1						
		ポンプフレクタ		炭素鋼		△*2						
	燃料噴射弁			炭素鋼	△		△*3					
	燃料噴射弁スプリング			ばね鋼			△*3			△*4		
	ピストン			低合金鋼 鋳鉄	△	△*5	△*3*6				△*7	
	連接棒球頭			合金鋼	△		△*3					
	ピストンリング		◎	—								
	始動弁			ステンレス鋼	△							
	空気分配弁			ステンレス鋼	△							
	クランク軸			合金鋼	△		△*3					
	クランクピンメタル			炭素鋼 銅鉛合金	△							
	連接棒			低合金鋼			△*3					
	クランクピンボルト			低合金鋼			△*3					
歯車各種			合金鋼	△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (2/4) 非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
発電機駆動 機能確保	はずみ車		铸铁		△					*1：高サイクル疲労割れ *2：スプリングのへたり *3：排気ガス側 *4：冷却水側 *5：クリープ *6：異物付着	
	カップリングホルト		低合金鋼		△	△					
	給気弁		耐熱鋼	△		△*1					
	排気弁		耐熱鋼	△	△	△*1					
	給・排気弁スプリング		ばね鋼			△*1			△*2		
	過給機ケーシング		特殊铸铁 アルミニウム合金 铸件		△*3*4				▲*5		
	過給機ロータ		耐熱鋼 アルミニウム	△		△*1			▲*5		
	過給機ノズル		铸铁 ステンレス鋼	△	△				▲*5		
	空気冷却器水室		炭素鋼		△						
	空気冷却器伝熱管		銅合金		△				△*6		
	カム, カム軸, ローラ		低合金鋼	△							
動弁装置		铸铁, 低合金 鋼, ばね鋼, 炭素鋼	△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (3/4) 非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
発電機駆動 機能確保	调速装置		鋳鉄 低合金鋼 アルミニウム合 金鋳物							△*1	*1：性能低下 *2：シート部 *3：排気ガス側 *4：冷却水側 *5：低サイクル疲労割れ *6：高サイクル疲労割れ *7：カーボン堆積 *8：クリーブ° *9：外側 *10：内側
	主軸受メタル		炭素鋼 銅鉛合金 ホワイトメタル	△							
	シリンダヘッド°		鋳鉄	△*2	△*3*4	△*5*6				△*7	
	シリンダライナ		鋳鉄	△	△*3*4	△*5*6				△*7	
	シリンダヘッドボルト		低合金鋼		△	△*6					
	シリンダジャケット		鋳鉄		△*4						
	伸縮継手		ステンレス鋼			△				▲*8	
	給気管		炭素鋼 鋳鉄		△*9						
	排気管		炭素鋼 鋳鉄 合金鋼+炭 素鋼		△*9*10					△*8	
	シリンダ室安全弁	◎	—								
	クランク室安全弁	◎	—								
	パッキン・ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表 2.2-1 (4/4) 非常用ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材 質 変 化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
機器の支持	クランクケース		鋳鉄		△	△*1					*1：高サイクル疲労割れ
	基礎ボルト		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△						
	給・排気管ポート		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

#### ① 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関

##### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様に、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。



### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

代表機器と同様に、基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

#### b. 燃料噴射ポンプの摩耗

代表機器と同様に、燃料噴射ポンプはプランジャをバレル内で上下運動させることにより、燃料油を加圧し燃料噴射弁へ送油するため、摺動部であるプランジャ、バレルには摩耗の発生が想定されるが、プランジャ、バレルは耐摩耗性を上げるため、ガス窒化により表面硬化を施しており、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. 燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）およびデフレクタの腐食（エロージョン）

代表機器と同様に、燃料噴射ポンプは、運転中にキャビテーションが発生し、ケーシングにエロージョンによる減肉が想定されるが、デフレクタを設置することによりケーシングを保護しているため、ケーシングにエロージョンが発生する可能性は小さい。

また、デフレクタのエロージョンが進行すると、微少な金属片が発生し、プランジャの固着や燃料弁の詰まりが想定されるが、耐エロージョン性を高めるため、デフレクタには焼入れにより表面処理を施しており、エロージョンが発生する可能性は小さい。また、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短く、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なキャビテーションによる減肉は認められていない。なお、減肉が見られた場合は必要に応じてデフレクタの取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### d. 燃料噴射弁の摩耗

代表機器と同様に、燃料噴射弁は、燃料噴射ポンプより送られた燃料油を高圧で燃焼室内に噴霧する。この動作を繰り返すため、燃料噴射弁のケーシング、ノズルには摩耗の発生が想定されるが、ノズルは耐摩耗性に優れた材料を使用しており、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、必要に応じて補修または取替を実施している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 燃料噴射弁，燃料噴射弁スプリング，ピストン，給・排気弁，給・排気弁スプリング，過給機ロータ，シリンダヘッド，シリンダライナおよびクランクケースの高サイクル疲労割れ

代表機器と同様に，燃料噴射弁，ピストン，給・排気弁，シリンダヘッド，シリンダライナおよびクランクケースには，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し応力により疲労が蓄積される。

燃料噴射弁のスプリング，給・排気弁のスプリングは予圧縮による静荷重応力と非常用ディーゼル機関運転中の規定ストローク圧縮による変動応力を受け疲労が蓄積される。

過給機のロータのタービン翼埋め込み部には，機関の運転中にタービン翼の高速回転による遠心力と翼振動による変動応力により疲労が蓄積される。

これらの部位には応力変動による高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的を目視確認または浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 燃料噴射弁，給・排気弁のスプリングのへたり

代表機器と同様に，燃料噴射弁，給・排気弁は常時応力がかかった状態で使用しているため，スプリングのへたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており，また，スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. ピストンの摩耗

代表機器と同様に，ピストンは，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関運転中のシリンダ内での往復動により摩耗の発生が想定されるが，ディーゼル機関運転中においてはピストンリング（消耗品）とシリンダライナとが接触する構造のため，ピストン本体に摩耗が発生する可能性は小さい。

また，分解点検時に目視確認，寸法測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. ピストン（頂部），排気弁，過給機ケーシング（排気ガス側），シリンダヘッド（排気ガス側），シリンダライナ（排気ガス側），過給機ノズルおよび排気管（内側）の腐食（全面腐食）

代表機器と同様に，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の燃料油には硫黄分が含まれて

いるため、排気ガス中の二酸化硫黄により、ピストン（頂部）、排気弁、過給機ケーシング（排気ガス側）、シリンダヘッド（排気ガス側）、シリンダライナ（排気ガス側）、過給機ノズルおよび排気管（内側）に腐食が想定されるが、燃料は硫黄分の少ない軽油を使用しており、この硫黄分によって排気ガス中に生成される二酸化硫黄の露点に対し、燃焼空気温度は十分に高く、硫酸が生成される可能性は小さいことから腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### i. ピストン、シリンダヘッドおよびシリンダライナの低サイクル疲労割れ

代表機器と同様に、ピストン、シリンダヘッドおよびシリンダライナの材料にはディーゼル機関の起動・停止に伴う熱履歴により繰り返し熱応力による疲労が蓄積され、低サイクル疲労割れが発生する可能性があるが、これらの部位に発生する応力は疲労限界以下になるように設計されているため、疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認または浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### j. ピストン、シリンダヘッドおよびシリンダライナのカーボン堆積

代表機器と同様に、ピストン、シリンダヘッドおよびシリンダライナには、爆発面にカーボンを主とする燃焼残渣物が堆積することによる燃焼不完全の発生が想定されるが、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、カーボン堆積の可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なカーボン堆積は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### k. 接続棒球頭およびシリンダライナの摩耗

代表機器と同様に、接続棒球頭はピストンおよび球面軸受に固定されておらず、隙間があるため、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関運転中、ピストンおよび球面軸受の回転摺動による摩耗の発生が想定されるが、この摺動摩耗を防止するため、接続棒球頭は表面焼入れを施し、常時潤滑油が供給されており、シリンダライナにも潤滑油が供給されていることから、摩耗の可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### l. 接続棒球頭の高サイクル疲労割れ

代表機器と同様に、連接棒球頭は、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### m. 始動弁および空気分配弁の摩耗

代表機器と同様に、始動弁および空気分配弁は機関起動時に作動し、シリンダに圧縮空気を投入する際に、可動部の金属接触・摺動による摩耗の発生が想定されるが、起動回数は年間約20回と非常に少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### n. クランク軸の摩耗

代表機器と同様に、クランク軸はクランクピンメタルを介して連接棒と結合されており、ピストンの爆発圧力による荷重が伝達されて回転するため、ディーゼル機関運転中、クランク軸はクランクピンメタル内で回転摺動することから、摩耗の発生が想定されるが、摩耗を防止するためクランク軸は耐摩耗性の高い合金鋼を使用しており、また潤滑油を供給していることから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短く、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認することとしており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### o. クランク軸の高サイクル疲労割れ

代表機器と同様に、クランク軸には高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関運転中に生じるねじり応力、爆発圧力による曲げ応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### p. クランクピンメタル、主軸受メタルの摩耗

代表機器と同様に、クランクピンメタル、主軸受メタルはピンあるいは各軸との接触により摩耗の発生が想定されるが、潤滑油が供給されており、また、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、摩耗が発生する可能性は小さい。さらに、定期的に目

視確認および寸法測定を行うとともに、必要に応じ取替を行っている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 接続棒，クランクピンボルトの高サイクル疲労割れ

代表機器と同様に，接続棒，クランクピンボルトには高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関運転中に生じる往復・回転慣性力による繰り返し引張応力，接続棒にはさらに爆発応力による圧縮応力により疲労が蓄積され，高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 歯車各種および動弁装置の摩耗

代表機器と同様に，歯車はクランク軸の動力をカム軸等に伝達しているものであり，歯車による動力伝達は歯車歯面に摺動を伴うことから摩耗の発生が想定されるが，潤滑油が供給されており，摩耗が発生する可能性は小さい。

動弁装置はカムの揚程差による上下運動をローラ，押棒，揺れ腕等の部位によって給気弁・排気弁に伝達するものであるため，ローラ，押棒，揺れ腕の可動部は摺動による摩耗の発生が想定されるが，潤滑油が供給されており，また，本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから，摩耗が発生する可能性は小さい。さらに，定期的に目視確認を行い健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，給気管（外側），排気管（外側），クランクケースおよび給・排気管サポートの腐食（全面腐食）

代表機器と同様に，はずみ車，カップリングボルト，シリンダヘッドボルト，給気管（外側），排気管（外側），クランクケースおよび給・排気管サポートは，炭素鋼，鋳鉄および低合金鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装またはリン酸塩皮膜処理により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. カップリングボルトの疲労割れ

代表機器と同様に，高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関と発電機を結合するカップリング部はカップリングにはずみ車を挟み，カップリングボルトで結合されている。機関起動

時にはカップリングボルト部に作用する応力により、疲労割れが想定されるが、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の起動停止回数は年間約20回と非常に少なく、疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 給・排気弁（弁棒，シート部および案内）およびシリンダヘッド（シート部）の摩耗

代表機器と同様に、給・排気弁の弁棒軸部は弁案内内筒との摺動により摩耗の発生が想定される。また、給・排気弁（シート部）とシリンダヘッド（シート部）については金属接触による摩耗の発生が想定され、摩耗が進行した場合、給・排気弁シート部に漏えいが生じ、燃焼室内の気密を保つことができなくなる可能性がある。

しかし、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認または寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側），シリンダジャケット（冷却水側）の腐食（全面腐食）

代表機器と同様に、過給機ケーシング（冷却水側），シリンダヘッド（冷却水側），シリンダライナ（冷却水側），シリンダジャケット（冷却水側）は鋳鉄であり腐食が想定されるが、内部流体である純水には防錆剤が添加されているため、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. 過給機ロータ，ノズルの摩耗

代表機器と同様に、シリンダより排出された高温ガスは、排気管により過給機に導入され、過給機ノズルにより偏流し、タービンブレードに有効なガス流を発生させることによりブロワを駆動するトルクを得ている。このため、過給機ノズルには未燃のカーボン等の微細な粒子を含んだ排気ガスが高速で衝突するため摩耗の発生が想定されるが、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、ロータは潤滑油環境下にあることから、摩耗の発生する可能性は小さい。さらに、定期的目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 空気冷却器水室の腐食（全面腐食）

代表機器と同様に、空気冷却器の水室は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、内部流体は水質管理された純水であることから腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. 空気冷却器伝熱管の腐食（全面腐食）

代表機器と同様に、空気冷却器の伝熱管は、銅合金であり、腐食が想定されるが、内部流体は水質管理された純水であることから、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. 空気冷却器伝熱管の異物付着

代表機器と同様に、空気冷却器については、伝熱管に異物が付着し伝熱性能に影響を及ぼす可能性があるが、伝熱管の外表面は過給機を通過した圧縮空気であり、伝熱管内部流体は水質管理された冷却水（防錆剤入り）であることから、伝熱性能に影響を及ぼすような異物が付着する可能性は小さい。また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで異物付着による伝熱性能の低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. カム、カム軸、ローラの摩耗

代表機器と同様に、各カムはローラを上下に駆動して排気弁および給気弁を開閉し燃料噴射ポンプを駆動するため、各カムおよびローラの表面に摩耗が想定されるが、各カムの表面およびローラ表面には、耐摩耗性向上のため表面焼入れを施工し、カムとローラには潤滑油が供給されており、また、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短いことから、摩耗が発生する可能性は小さい。さらに、定期的を目視確認を行い、必要に応じ取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

ab. 調速装置の性能低下

代表機器と同様に、調速装置は高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の発電負荷が変化した場合に、その機関回転数の変化を感知し、ある規定回転数となるように機関に投入する燃料量を調整している。このため調速装置には摺動等による摩耗および潤滑油の変質、異物の付着による摩耗増加等が進行し性能低下（動作不良）が想定されるが、本機関の年間運転時間は約20時間と非常に短く、定期的に作動確認を行い、調速装置の性能低下に対す

る健全性の確認を行っており、これまで有意な性能低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### ac. シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れ

代表機器と同様に、シリンダヘッドのシリンダヘッドボルトには、高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関運転中に生じる繰り返し引張応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### ad. 伸縮継手の疲労割れ

代表機器と同様に、伸縮継手（排気管）は機関運転時の排気管の熱膨張を吸収し、排気管等に外力が負荷されないように排気管系に設置されているため、繰り返し変位を受けることにより、疲労割れが想定されるが、伸縮継手はこれらの変位を考慮して設計されていることから、疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### ae. 埋込金物の腐食（全面腐食）

代表機器と同様に、埋込金物は炭素鋼であるため、腐食が想定されるが、大気接触部については塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果からは中性化は殆ど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

#### a. 過給機ケーシング、ロータ、ノズルおよび排気管のクリープ

代表機器と同様に、過給機ケーシング、ロータ、ノズルおよび排気管は排気ガス温度が約500℃と高温であることから過給機ケーシング、ロータ、ノズルおよび排気管のクリープによる変形、破断が想定されるが、過給機はクリープを起こす応力が発生しないように設



計上考慮されており、排気管に発生する応力は伸縮継手（排気管）により吸収されるためクリープによる変形、破断が発生する可能性はない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. 伸縮継手のクリープ

代表機器と同様に、伸縮継手（排気管）は高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関運転時の排気ガス温度が高温（約500℃）であることからクリープによる変形・破断発生が想定されるが、通常運転状態での当該材料におけるクリープ破断に至る時間は10,000時間以上であるのに対し、プラント運転開始60年後の累積運転時間は、年間運転時間が約20時間であることから1,200時間程度であり、これらの材料がクリープ破断を起こす可能性はない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

## 3.2 非常用ディーゼル機関附属設備

[対象機器]

- ① 非常用ディーゼル機関（A, B 号機）附属設備
- ② 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関附属設備

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定	3. 2-1
1.1 グループ化の考え方および結果	3. 2-1
1.2 代表機器の選定	3. 2-1
2. 代表機器の技術評価	3. 2-2
2.1 構造, 材料および使用条件	3. 2-2
2.1.1 非常用ディーゼル機関 (A, B号機) 付属設備	3. 2-2
2.2 経年劣化事象の抽出	3. 2-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	3. 2-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	3. 2-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	3. 2-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	3. 2-21
3. 代表機器以外への展開	3. 2-22
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	3. 2-22
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	3. 2-22

## 1. 対象機器および代表機器の選定

### 1.1 グループ化の考え方および結果

島根2号炉で使用している主要な非常用ディーゼル機関付属設備の仕様を表1-1に示す。

非常用ディーゼル機関付属設備には始動空気系、潤滑油系、冷却水系、燃料油系が属するため、これらの系統を評価対象とする。

### 1.2 代表機器の選定

非常用ディーゼル機関付属設備には非常用ディーゼル機関（A，B号機）付属設備および高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備があるが、機関本体の選定に合わせる観点から非常用ディーゼル機関（A，B号機）付属設備を代表機器とする。

表1-1 非常用ディーゼル機関付属設備の仕様

機関名称	系統名称	重要度*1	使用条件		選定	選定理由
			最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)		
A, B 号機	始動空気系設備	MS-1, 重*2	3.2	100	◎	機関本体の選定に合わせる。
	潤滑油系設備	MS-1, 重*2	0.8	85		
	冷却水系設備	MS-1, 重*2	0.4	95		
	燃料油系設備	MS-1, 重*2	1.0	45		
高圧炉心 スプレイ系	始動空気系設備	MS-1, 重*2	3.2	100		
	潤滑油系設備	MS-1, 重*2	0.8	85		
	冷却水系設備	MS-1, 重*2	0.4	95		
	燃料油系設備	MS-1, 重*2	1.0	45		

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の機器について技術評価を実施する。

### ① 非常用ディーゼル機関（A，B号機）付属設備

#### 2.1 構造，材料および使用条件

##### 2.1.1 非常用ディーゼル機関（A，B号機）付属設備

###### (1) 構造

非常用ディーゼル機関（A，B号機）付属設備は，機関を始動するための始動空気系設備，機関および発電機の軸受部に潤滑油を供給し，円滑な回転を維持するための潤滑油系設備，機関作動時に過熱を防止するための冷却水を供給する冷却水系設備，機関作動時に必要な燃料油を供給するための燃料油系設備で構成されている。

非常用ディーゼル機関（A，B号機）付属設備について，始動空気系設備の系統図を図2.1-1に，潤滑油系設備の系統図を図2.1-2に，冷却水系設備の系統図を図2.1-3に，燃料油系設備の系統図を図2.1-4に示す。

###### (2) 材料および使用条件

非常用ディーゼル機関（A，B号機）付属設備主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。

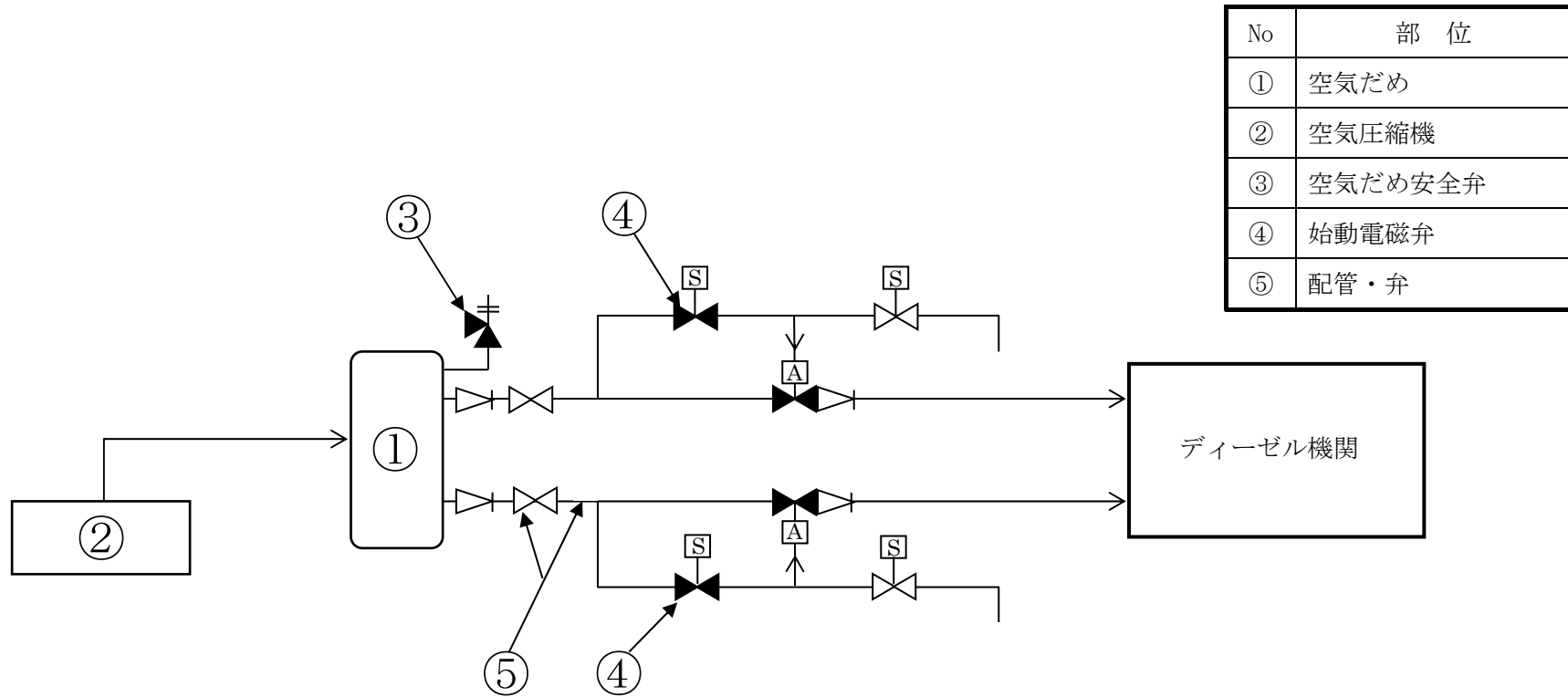


図 2.1-1 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 始動空気系設備系統図

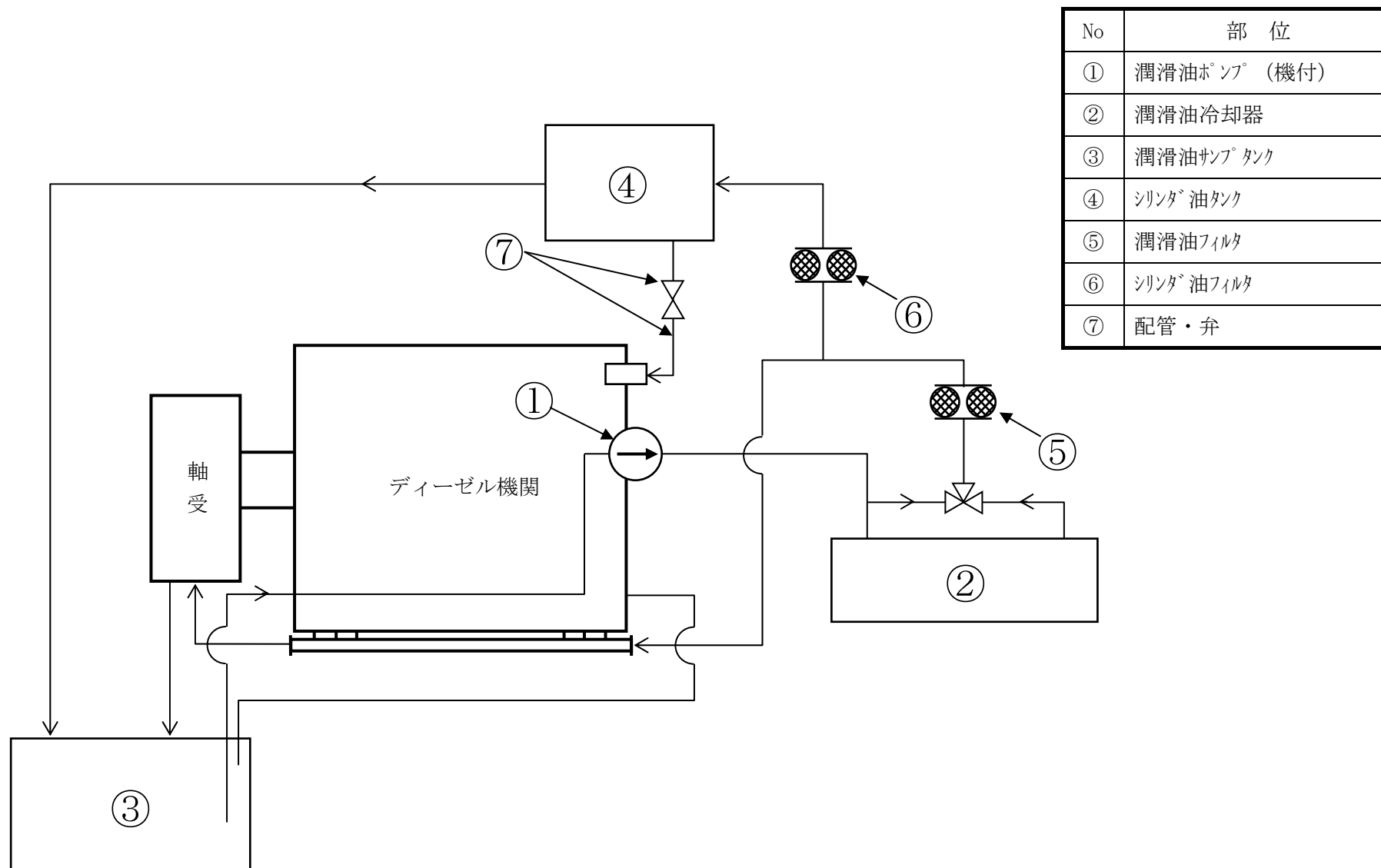
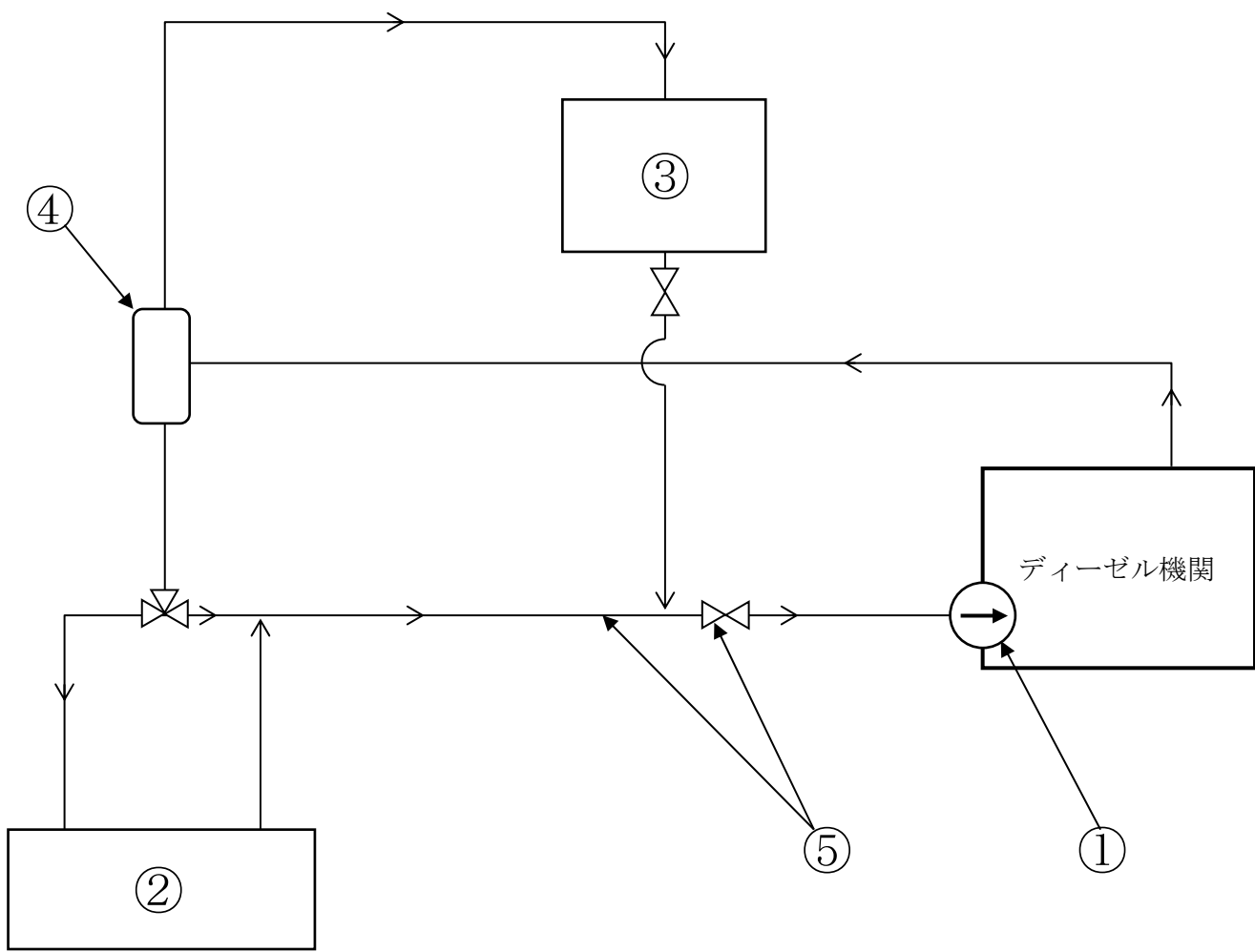


図 2.1-2 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 潤滑油系設備系統図



No	部 位
①	冷却水ポンプ (機付)
②	一次水冷却器
③	一次水膨張タンク
④	一次水空気抜タンク
⑤	配管・弁

図 2.1-3 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 冷却水系設備系統図



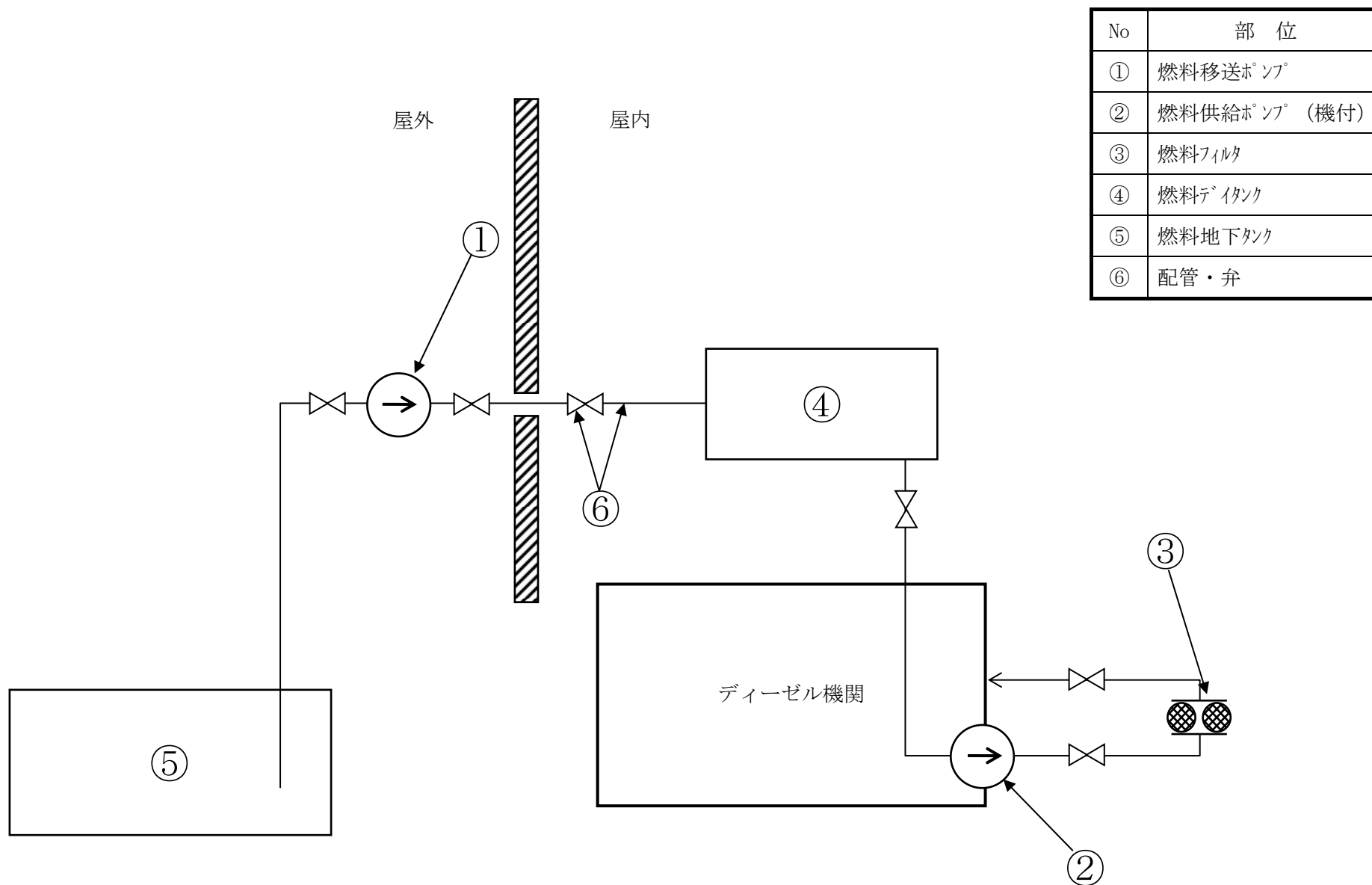


図 2.1-4 非常用ディーゼル機関（A, B 号機）燃料油系設備系統図

表 2.1-1 (1/2) 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	系統名	部 位	材 料
補機機能の確保	始動空気系設備	空気だめ	炭素鋼(SB46)
		空気圧縮機	クランクケース：鋳鉄 (FC20) ピストン：アルミニウム合金鋳物 (AC8A) シリンダ：鋳鉄 (FC25) クランク軸：炭素鋼 (SF60A) コネクティングロッド：炭素鋼 (SF50A)
		空気だめ安全弁	弁箱：炭素鋼鋳鋼 (SCPH2) 弁体：ステンレス鋼 (SUS304) 弁棒：ステンレス鋼 (SUS403) スプリング：ばね鋼 (SWPA)
		始動電磁弁	(定期取替品)
		配管・弁	配管：ステンレス鋼 (SUS304TP) 弁：ステンレス鋼 (SUS304, SUSF304) ステンレス鋳鋼 (SCS13)
		ガスケット・Oリング	(消耗品)
		潤滑油系設備	潤滑油ポンプ (機付)
	潤滑油冷却器		伝熱管：銅 (C1220T-1/2H) 胴，水室：炭素鋼 (SB42)
	潤滑油サブタンク		炭素鋼 (SS41)
	シリンダ油タンク		炭素鋼 (SS41)
	潤滑油フィルタ		胴：炭素鋼 (SB42) エレメント：ステンレス鋼 (SUS304)
	シリンダ油フィルタ		胴：炭素鋼 (STPT42) エレメント：ステンレス鋼 (SUS304)
	配管・弁		配管：炭素鋼 (STPT42) 弁：炭素鋼 (S28C) 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2, SC49)
	ガスケット・Oリング・軸受 (転がり)		(消耗品)
	冷却水系設備	冷却水ポンプ (機付)	ケーシング：炭素鋼鋳鋼 (SC46) 主軸：ステンレス鋼 (SUS431) 羽根車：青銅鋳物 (PBC2) ケーシングリング：青銅鋳物 (BC2)
		一次水冷却器	伝熱管：銅 (C1220T-1/2H) 胴，水室：炭素鋼 (SB42)
		一次水膨張タンク	炭素鋼 (SS41)
		一次水空気抜タンク	炭素鋼 (STPT42S)
		配管・弁	配管：炭素鋼 (STPT42) 弁：(定期取替品)
		ガスケット・Oリング・軸受 (転がり)	(消耗品)
		メカニカルシール	(消耗品)

表 2.1-1 (2/2) 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	系統名	部 位	材 料
補機機能の確保	燃料油系設備	燃料移送ポンプ	A 系統 ケーシング: 炭素鋼鋳鋼 (SC410) 主軸: 炭素鋼 (S45C) 従軸: 鋳鉄 (FCD50) B 系統 ケーシング: 炭素鋼鋳鋼 (SC480) 主軸: 炭素鋼 (S45C) 従軸: 鋳鉄 (FCD55)
		燃料移送ポンプモータ	主軸: 炭素鋼 (S45C) 固定子コイルおよび口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 (アラミド紙, エポキシ樹脂) 回転子棒・回転子エンツリング: アルミニウム 軸受 (転がり): (消耗品)
		燃料供給ポンプ (機付)	ケーシング: 炭素鋼鋳鋼 (SC46) 主軸: 炭素鋼 (S45C) 従軸: 鋳鉄 (FCD55) ギア: 低合金鋼 (SNC815)
		燃料フィルタ	炭素鋼 (STPT42)
		燃料タンク	炭素鋼 (SS41)
		燃料地下タンク	A 系統: 炭素鋼 (SS41) B 系統: 炭素鋼 (SM400C)
		配管・弁	配管: 炭素鋼 (STPT42) 弁: 炭素鋼 (S28C) 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
		ガスケット・Oリング・軸受 (転がり)	(消耗品)
		メカニカルシール	(消耗品)
		機器の支持	
基礎ボルト	炭素鋼 (SS41, SS400)		
埋込金物	炭素鋼 (SS41)		
レストレイント	炭素鋼		
ベース	炭素鋼		

表 2.1-2 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備の使用条件

	始動空気系	潤滑油系	冷却水系	燃料油系
最高使用圧力	3.2MPa	0.8MPa	0.4MPa	1.0MPa
最高使用温度	100℃	85℃	95℃	45℃
内部流体	空気	潤滑油	冷却水 (防錆剤入り)	軽油

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

非常用ディーゼル機関付属設備の機能（始動用空気の供給，機関の冷却，潤滑油の供給，駆動用燃料の供給）の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 補機機能の確保
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

非常用ディーゼル機関付属設備について，機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体，圧力，温度等）および現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお，消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ガスケット，Oリング，軸受（転がり），メカニカルシールは消耗品であり，始動電磁弁および冷却水系弁は定期取替品である。いずれも，長期使用せず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔燃料移送ポンプ〕

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 主軸，従軸の摩耗〔潤滑油ポンプ（機付），冷却水ポンプ（機付），燃料移送ポンプ，燃料供給ポンプ（機付）〕

軸受（転がり）を使用している冷却水ポンプ（機付）の主軸および潤滑油ポンプ（機付），燃料移送ポンプ，燃料供給ポンプ（機付）の主軸，従軸については，軸受との接触面で摩耗が想定されるが，定期的に見視確認および寸法測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 羽根車，ケーシングリングの摩耗〔冷却水ポンプ（機付）〕

冷却水ポンプ（機付）の羽根車とケーシングリングの間には摩耗が想定されるが，定期的に見視確認および寸法測定を行い，健全性を確認しており，必要に応じケーシングリングの取替を行うこととしている。なお，摩耗の進展速度は，運転時間やポンプ回転数等により影響されるが，これらは通常運転中ほぼ一定である。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 胴板等の外面の腐食（全面腐食）〔燃料地下タンク〕

燃料地下タンクは，屋外に設置されており，長時間外気にさらされていると表面の塗装が剥離し，腐食が発生する可能性がある。

燃料地下タンクについては，次回原子炉起動時までには，周囲を乾燥砂で覆うこととしており，さらに外面を塗装により腐食を防止していることから，腐食が発生する可能性は小さい。また，今後，定期的に消防法で定められたタンクの漏えい点検を行い，タンクの気密性を確認するとともに漏えい検知管内に油分が付着していないことを確認することとしている。

したがって，燃料地下タンクの胴板等の外面の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 屋外設置機器の外面の腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプ，燃料油系配管・弁〕

屋外に設置されている燃料移送ポンプおよび燃料油系配管・弁は炭素鋼および炭素鋼鋳鋼であり，屋外に設置されていることから，外面に腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，塗装の状態を確認するとともに，必要により補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔始動空気系，潤滑油系，冷却水系，燃料油系〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

f. 空気だめの腐食（全面腐食）

空気だめは炭素鋼であり，内部流体は空気であることから腐食が想定されるが，内外面ともに塗装により腐食を防止していることから腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. スカート，支持脚の腐食（全面腐食）〔空気だめ，潤滑油冷却器，潤滑油フィルタ，シリンダ油フィルタ，一次水冷却器，燃料フィルタ，燃料デイトンク〕

空気だめ，潤滑油フィルタ，シリンダ油フィルタ，燃料フィルタのスカートおよび潤滑油冷却器，一次水冷却器，燃料デイトンクの支持脚は炭素鋼であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔空気だめ，空気圧縮機，潤滑油ポンプ（機付），潤滑油冷却器，潤滑油サンプタンク，シリンダ油タンク，潤滑油フィルタ，シリンダ油フィルタ，潤滑油系弁，冷却水ポンプ（機付），一次水冷却器，一次水膨張タンク，一次水空気抜タンク，燃料移送ポンプ，燃料供給ポンプ（機付），燃料フィルタ，燃料デイトンク，燃料油系弁〕

これらの機器の取付ボルトは炭素鋼または合金鋼であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ピストンおよびシリンダの摩耗〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のピストンおよびシリンダの摺動部には摩耗が想定されるが，摺動部にはピストンリングを取り付けており，ピストンとシリンダ摺動部が直接接触することはないため，摩耗が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認および寸法測定を行い，必要に応じてピストンリングの取替を行うこととしており，これまで有意な摩耗は確認されていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 空気圧縮機の腐食（全面腐食）〔空気圧縮機〕

空気圧縮機は鋳鉄を使用しており、大気または湿分を含んだ空気と接触していることから、腐食が想定されるが、外面については、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。湿分を含んだ空気と接触している部位については、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. ピストン、クランク軸およびコネクティングロッドの高サイクル疲労割れ〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のピストン、クランク軸およびコネクティングロッドには、空気圧縮機運転時に繰り返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において高サイクル疲労割れが発生しないように考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 空気だめ安全弁の腐食（全面腐食）〔空気だめ安全弁〕

空気だめ安全弁は炭素鋼鋳鋼であり、腐食が想定されるが、外面については、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。内面については内部流体が空気であり、定期的にドレン抜きを実施していることから、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行うとともに、外面については塗装の状態を確認し必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. スプリングのへたり〔空気だめ安全弁〕

空気だめ安全弁は常時応力がかかった状態で使用しているため、スプリングのへたりが想定されるが、スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており、また、スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから、へたりが発生する可能性は小さい。また、定期的に動作確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なへたりは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。



n. 小口径配管の高サイクル疲労割れ〔始動空気系配管，潤滑油系配管，冷却水系配管，燃料油系配管〕

非常用ディーゼル機関近傍は比較的振動が大きく，小口径配管が分岐する場合は，母管取合い部等に高サイクル疲労割れが想定されるが，小口径配管については，配管サポートを機関に直接設置することにより機関との相対変位をなくし，また適切なサポート間隔とすることにより共振を防ぐよう設計・施工しているため高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また，配管および配管サポートについては目視確認により健全性の確認を行うとともに，定期試験において目視確認等により異常振動・漏えいが発生していないことを確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁棒の疲労割れ〔始動空気系弁，潤滑油系弁，燃料油系弁〕

弁の全開使用時に，弁棒のバックシート部に過負荷がかかった状態で配管振動等による変動応力が加わると，バックシート部に疲労割れが想定されるが，弁開操作時には，弁棒およびバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行うこととしているため，疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認または浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. ギアの摩耗〔潤滑油ポンプ（機付），冷却水ポンプ（機付），燃料供給ポンプ（機付）〕

潤滑油ポンプ（機付），冷却水ポンプ（機付），燃料供給ポンプ（機付）のギアと非常用ディーゼル機関本体のギアとの噛みあい部には機械的接触による摩耗が想定されるが，潤滑油が供給されていることから摩耗が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認および寸法測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 潤滑油系および燃料油系機器の腐食（全面腐食）〔潤滑油ポンプ（機付），潤滑油却器（胴側），潤滑油サンプタンク，シリンダ油タンク，潤滑油フィルタ，シリンダ油フィルタ，燃料供給ポンプ（機付），燃料フィルタ，燃料デイタンク，潤滑油系配管・弁，燃料油系配管・弁（屋内）〕

潤滑油系および燃料油系機器は炭素鋼鋳鋼，炭素鋼を使用しており，腐食が想定されるが，外面は塗装により腐食を防止しており，内面については，内部流体が油であり腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- r. 主軸および従軸の高サイクル疲労割れ〔潤滑油ポンプ（機付）、冷却水ポンプ（機付）、燃料移送ポンプ、燃料供給ポンプ（機付）〕

冷却水ポンプ（機付）の主軸および潤滑油ポンプ（機付）、燃料移送ポンプ、燃料供給ポンプ（機付）の主軸、従軸はポンプ運転時に繰り返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認、浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- s. 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ〔潤滑油冷却器、一次水冷却器〕

潤滑油冷却器および一次水冷却器の伝熱管は、流体による振動により管支持板との間に摩耗および高サイクル疲労割れが想定されるが、伝熱管は管支持板により適切なスパンで支持されており、設計段階において伝熱管の外表面の流体による振動は十分抑制されるように考慮されている。また、定期的に見視確認および渦流探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗および割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- t. 伝熱管および水室の腐食（全面腐食）〔潤滑油冷却器、一次水冷却器〕

潤滑油冷却器および一次水冷却器の伝熱管は銅、水室は炭素鋼であり腐食が想定されるが、内部流体は冷却水（防錆剤入り）であることから腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- u. 伝熱管の異物付着〔潤滑油冷却器、一次水冷却器〕

潤滑油冷却器および一次水冷却器の伝熱管については、異物が付着し冷却性能に影響を及ぼす可能性があるが、伝熱管の内外面の流体は、不純物の流入が抑制された潤滑油または水質管理された純水であり、異物付着により伝熱性能が低下する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで異物付着による伝熱性能の低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- v. 冷却水系機器の腐食（全面腐食）〔冷却水ポンプ（機付）、一次水冷却器（胴側）、一次水膨張タンク、一次水空気抜タンク、冷却水系配管〕

冷却水系機器については炭素鋼、炭素鋼を使用しており、腐食が想定されるが、外

面は塗装により腐食を防止しており、内面については、内部流体が防錆剤の添加された純水のため腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. ケーシングリングの腐食（全面腐食）〔冷却水ポンプ（機付）〕

冷却水ポンプ（機付）のケーシングリングは青銅鋳物であり腐食が想定されるが、内部流体が防錆剤の添加された純水のため腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 羽根車の腐食（キャビテーション）〔冷却水ポンプ（機付）〕

冷却水ポンプ（機付）は内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面に減肉が生じ、ポンプ性能の低下が想定されるが、設計段階においてキャビテーションを起こさない条件

$$h_{sv} \text{（有効吸込ヘッド）} > H_{sv} \text{（必要有効吸込ヘッド）}$$

を満たすよう考慮しており、この大小関係は経年的に変わるものではないことから、キャビテーションが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なキャビテーションによる減肉は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. サポート取付ボルト・ナットおよびベースの腐食（全面腐食）〔始動空気系，潤滑油系，冷却水系，燃料油系〕

各機器のサポート取付ボルト・ナットおよびベースは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔始動空気系，潤滑油系，冷却水系，燃料油系〕

埋込金物は炭素鋼であるため、腐食が想定されるが、大気接触部については塗装により腐食を防止しており腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果からは中性化は殆ど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. レストレイントの腐食（全面腐食）〔始動空気系，潤滑油系，冷却水系および燃料油系〕  
レストレイントは炭素鋼製であり，腐食の発生が想定されるが，外面は塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下の ab. ～ag. の評価について，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該の評価書を参照のこと。

ab. モータの主軸の摩耗〔燃料移送ポンプモータ〕

ac. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプモータ〕

ad. モータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプモータ〕

ae. モータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプモータ〕

af. モータの主軸の高サイクル疲労割れ〔燃料移送ポンプモータ〕

ag. モータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ〔燃料移送ポンプモータ〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1 (1/3) 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化		その他		
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
補機機能の確保	始動空気系	空気だめ	炭素鋼		△△ <sup>*1*2</sup>						*1: スカート, 支持脚	
		空気圧縮機	アルミニウム合金 鋳物 鋳鉄 炭素鋼	△ <sup>*3</sup>	△△ <sup>*2</sup>	△ <sup>*4</sup>					*2: 取付ボルト *3: ピストン, シリンダ *4: ピストン, クランク軸およびコネクティングロッドの高サイクル疲労割れ	
		空気だめ安全弁	炭素鋼鋳鋼 ステンレス鋼		△					△ <sup>*5</sup>	*5: スプリングのへたり *6: 小口径配管の高サイクル疲労割れ	
		始動電磁弁	◎	—								
		配管, 弁		ステンレス鋼 ステンレス鋳鋼			△ <sup>*6*7</sup>					*7: 弁棒 *8: ギア
		ガスケット・Oリング	◎	—								*9: 主軸
	潤滑油系	潤滑油ポンプ (機付)		炭素鋼鋳鋼 低合金鋼	△ <sup>*8*9*10</sup>	△△ <sup>*2</sup>	△ <sup>*11*12</sup>					*10: 従軸 *11: 主軸の高サイクル疲労割れ
		潤滑油冷却器		銅 炭素鋼	△ <sup>*13</sup>	△ <sup>*1*2*13*14*15</sup>	△ <sup>*16</sup>				△ <sup>*17</sup>	*12: 従軸の高サイクル疲労割れ *13: 伝熱管
		潤滑油ポンプタンク		炭素鋼		△△ <sup>*2</sup>						*14: 胴側
		シリンダ油タンク		炭素鋼		△△ <sup>*2</sup>						*15: 水室
		潤滑油フィルタ		炭素鋼 ステンレス鋼		△△ <sup>*1*2</sup>						*16: 伝熱管の高サイクル疲労割れ *17: 伝熱管の異物付着
		シリンダ油フィルタ		炭素鋼 ステンレス鋼		△△ <sup>*1*2</sup>						
		配管・弁		炭素鋼 炭素鋼鋳鋼		△△ <sup>*2</sup>	△ <sup>*6*7</sup>					
		ガスケット・Oリング 軸受 (転がり)	◎	—								

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表 2.2-1 (2/3) 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
補機機能の確保	冷却水系		炭素鋼 ステンレス鋼 青銅 青銅物	△ <sup>*1*2*3</sup>	△△ <sup>*4*5*6</sup>	△ <sup>*7</sup>					*1: 主軸 *2: ケーシングリング <sup>※</sup> , 羽根車 *3: ギア *4: 取付ボルト *5: ケーシングリング <sup>※</sup> *6: キャビテーション *7: 主軸の高サイクル疲労割れ *8: 伝熱管 *9: 胴側 *10: 支持脚, スカート, ベース *11: 水室
			銅 炭素鋼	△ <sup>*8</sup>	△ <sup>*4*8*9*10*11</sup>	△ <sup>*12</sup>			△ <sup>*13</sup>	*12: 伝熱管の高サイクル疲労割れ *13: 伝熱管の異物付着	
			炭素鋼		△△ <sup>*4</sup>					*14: 弁のみ	
			炭素鋼		△△ <sup>*4</sup>					*15: 小口径配管の高サイクル疲労割れ	
		◎ <sup>*14</sup>	炭素鋼		△	△ <sup>*15</sup>				*16: 従軸 *17: 外面	
		◎	—							*18: 従軸の高サイクル疲労割れ	
		◎	—							*19: フレーム, エントブラケットおよび端子箱の全面腐食	
	燃料油系			炭素鋼 炭素鋼 鋳鉄	△ <sup>*1*16</sup>	△ <sup>*4</sup> △ <sup>*17</sup>	△ <sup>*7*18</sup>				*20: 固定子コアおよび回転子コアの全面腐食 *21: 回転子棒および回転子エンドリングの疲労割れ
		◎ <sup>*23</sup>	銅, 絶縁物他		△ <sup>*1</sup>	△ <sup>*4*19*20</sup>	△ <sup>*7*21</sup>			○ <sup>*22</sup>	*22: 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下
				炭素鋼 炭素鋼 鋳鉄 低合金鋼	△ <sup>*1*3*16</sup>	△△ <sup>*4</sup>	△ <sup>*7*18</sup>				*23: 軸受 (転がり)
				炭素鋼		△△ <sup>*4*10</sup>					
			炭素鋼		△△ <sup>*4*10</sup>						

○: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表 2.2-1 (3/3) 非常用ディーゼル機関 (A, B 号機) 付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・ 定期 取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
補機機能 の確保	燃料地下タンク		炭素鋼		△*1						*1：外面
	配管・弁		炭素鋼 炭素鋼鋳鋼		△*1*2*3	△*4*5					*2：屋内のみ *3：取付ボルト
	ガスケット・Oリング 軸受（転がり）	◎	—								*4：小口径配管の高 サイクル疲労割れ
	メカニカルシール	◎	—								*5：弁棒 *6：炭素鋼のみ
機器の支持	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼 ステンレス鋼		△*6						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△						
	レストレイント		炭素鋼		△						
	ベース		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

- (1) モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔燃料移送ポンプモータ〕  
燃料移送ポンプのモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下について，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。



### 3. 代表機器以外への展開

本章では、2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

#### ① 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付属設備

##### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

###### a. モータの固定子コイル、口出線・接続部品の絶縁特性低下〔燃料移送ポンプモータ〕

代表機器と同様に、燃料移送ポンプのモータの固定子コイル、口出線・接続部品の絶縁特性低下について、「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから、当該評価書を参照のこと。

##### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

###### a. 主軸、従軸の摩耗〔潤滑油ポンプ（機付）、冷却水ポンプ（機付）、燃料移送ポンプ、燃料供給ポンプ（機付）〕

代表機器と同様に、軸受（転がり）を使用している冷却水ポンプ（機付）の主軸および潤滑油ポンプ（機付）、燃料移送ポンプ、燃料供給ポンプ（機付）の主軸、従軸については、軸受との接触面で摩耗が想定されるが、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

###### b. 羽根車、ケーシングリングの摩耗〔冷却水ポンプ（機付）〕

代表機器と同様に、冷却水ポンプ（機付）の羽根車とケーシングリングの間には摩耗が想定されるが、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、必要に応じケーシングリングの取替を行うこととしている。なお、摩耗の進展速度は、運転時間やポンプ回転数等により影響されるが、これらは通常運転中ほぼ一定である。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

###### c. 胴板等の外面の腐食（全面腐食）〔燃料地下タンク〕

代表機器と同様に、燃料地下タンクは、屋外に設置されており、長時間外気にさらされていると表面の塗装が剥離し、腐食が発生する可能性がある。

燃料地下タンクについては、次回原子炉起動時まで、周囲を乾燥砂で覆うこととしており、さらに外面を塗装により腐食を防止していることから、腐食が発生する可能性は小さい。また、今後、定期的に消防法で定められたタンクの漏えい点検を行い、タンクの気密性を確認するとともに漏えい検知管内に油分が付着していないことを確認することとしている。

したがって、燃料地下タンクの胴板等の外面の腐食は高経年化対策上着目すべき経年劣

化事象ではないと判断する。

d. 屋外設置機器の外面の腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプ，燃料油系配管・弁〕

代表機器と同様に，屋外に設置されている燃料移送ポンプおよび燃料油系配管・弁は炭素鋼および炭素鋼鋳鋼であり，屋外に設置されていることから，外面に腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，塗装の状態を確認するとともに，必要により補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔始動空気系，潤滑油系，冷却水系，燃料油系〕

代表機器と同様に，基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

f. 空気だめの腐食（全面腐食）

代表機器と同様に，空気だめは炭素鋼であり，内部流体は空気であることから腐食が想定されるが，内外面ともに塗装により腐食を防止していることから，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. スカート，支持脚の腐食（全面腐食）〔空気だめ，潤滑油冷却器，潤滑油フィルタ，シリンダ油フィルタ，一次水冷却器，燃料フィルタ，燃料デイトンク〕

代表機器と同様に，空気だめ，潤滑油フィルタ，シリンダ油フィルタ，燃料フィルタのスカートおよび潤滑油冷却器，一次水冷却器，燃料デイトンクの支持脚は炭素鋼であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔空気だめ，空気圧縮機，潤滑油ポンプ（機付），潤滑油冷却器，潤滑油サンプタンク，シリンダ油タンク，潤滑油フィルタ，シリンダ油フィルタ，潤滑油系弁，冷却水ポンプ（機付），一次水冷却器，一次水膨張タンク，一次水空気抜タンク，燃料移送ポンプ，燃料供給ポンプ（機付），燃料フィルタ，燃料デイトンク，燃料油系弁〕

代表機器と同様に，これらの機器の取付ボルトは炭素鋼または合金鋼であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，

定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ピストンおよびシリンダの摩耗〔空気圧縮機〕

代表機器と同様に、空気圧縮機のピストンおよびシリンダの摺動部には摩耗が想定されるが、摺動部にはピストンリングを取り付けており、ピストンとシリンダ摺動部が直接接触することはないため、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的な目視確認および寸法測定を行い、必要に応じてピストンリングの取替を行うこととしており、これまで有意な摩耗は確認されていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 空気圧縮機の腐食（全面腐食）〔空気圧縮機〕

代表機器と同様に、空気圧縮機は鋳鉄を使用しており、大気または湿分を含んだ空気と接触していることから、腐食が想定されるが、外面については、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。湿分を含んだ空気と接触している部位については、定期的な目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. ピストン、クランク軸およびコネクティングロッドの高サイクル疲労割れ〔空気圧縮機〕

代表機器と同様に、空気圧縮機のピストン、クランク軸およびコネクティングロッドには、空気圧縮機運転時に繰り返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において高サイクル疲労割れが発生しないように考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的な目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 空気だめ安全弁の腐食（全面腐食）〔空気だめ安全弁〕

代表機器と同様に、空気だめ安全弁は炭素鋼鋳鋼であり、腐食が想定されるが、外面については、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。内面については内部流体は空気であり、定期的なドレン抜きを実施していることから、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的な目視確認を行うとともに、外面については塗装の状態を確認し必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. スプリングのへたり〔空気だめ安全弁〕

代表機器と同様に、空気だめ安全弁は常時応力がかかった状態で使用しているため、スプリングのへたりが想定されるが、スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており、また、スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから、へたりが発生する可能性は小さい。また、定期的に動作確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なへたりは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 小口径配管の高サイクル疲労割れ〔始動空気系配管，潤滑油系配管，冷却水系配管，燃料油系配管〕

代表機器と同様に、高圧炉心スプレー系ディーゼル機関近傍は比較的振動が大きく、小口径配管が分岐する場合は、母管取合い部等に高サイクル疲労割れが想定されるが、小口径配管については、配管サポートを機関に直接設置することにより機関との相対変位をなくし、また適切なサポート間隔とすることにより共振を防ぐよう設計・施工しているため高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、配管および配管サポートについては目視確認により健全性の確認を行うとともに、定期試験において目視確認等により異常振動・漏えいが発生していないことを確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 弁棒の疲労割れ〔始動空気系弁，潤滑油系弁，燃料油系弁〕

代表機器と同様に、弁の全開使用時に、弁棒のバックシート部に過負荷がかかった状態で配管振動等による変動応力が加わると、バックシート部に疲労割れが想定されるが、弁開操作時には、弁棒およびバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行うこととしているため、疲労割れが発生する可能性は小さい。また定期的に目視確認または浸透探傷試験により健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. ギアの摩耗〔潤滑油ポンプ（機付），冷却水ポンプ（機付），燃料供給ポンプ（機付）〕

代表機器と同様に、潤滑油ポンプ（機付），冷却水ポンプ（機付），燃料供給ポンプ（機付）のギアと高圧炉心スプレー系ディーゼル機関本体のギアとの噛みあい部には機械的接触による摩耗が想定されるが、潤滑油が供給されていることから摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- q. 潤滑油系および燃料油系機器の腐食（全面腐食）〔潤滑油ポンプ（機付）、潤滑油冷却器（胴側）、潤滑油サンプタンク、シリンダ油タンク、潤滑油フィルタ、シリンダ油フィルタ、燃料供給ポンプ（機付）、燃料フィルタ、燃料デイトンク、潤滑油系配管・弁、燃料油系配管・弁（屋内）〕

代表機器と同様に、潤滑油系および燃料油系機器は炭素鋼鋳鋼、炭素鋼を使用しており、腐食が想定されるが、外面は塗装により腐食を防止しており、内面については、内部流体が油であり腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- r. 主軸および従軸の高サイクル疲労割れ〔潤滑油ポンプ（機付）、冷却水ポンプ（機付）、燃料移送ポンプ、燃料供給ポンプ（機付）〕

代表機器と同様に、冷却水ポンプ（機付）の主軸および潤滑油ポンプ（機付）、燃料移送ポンプ、燃料供給ポンプ（機付）の主軸、従軸はポンプ運転時に繰り返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認、浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- s. 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ〔潤滑油冷却器、一次水冷却器〕

代表機器と同様に、潤滑油冷却器および一次水冷却器の伝熱管は、流体による振動により管支持板との間に摩耗および高サイクル疲労割れが想定されるが、伝熱管は管支持板により適切なスパンで支持されており、設計段階において伝熱管の外表面の流体による振動は十分抑制されるように考慮されている。また、定期的に目視確認および渦流探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗および割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- t. 伝熱管および水室の腐食（全面腐食）〔潤滑油冷却器、一次水冷却器〕

代表機器と同様に、潤滑油冷却器および一次水冷却器の伝熱管は銅、水室は炭素鋼であり腐食が想定されるが、冷却水（防錆剤入り）であることから腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、

高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 伝熱管の異物付着〔潤滑油冷却器，一次水冷却器〕

代表機器と同様に，潤滑油冷却器および一次水冷却器の伝熱管については，異物が付着し冷却性能に影響を及ぼす可能性があるが，伝熱管の内外面の流体は，不純物の流入が抑制された潤滑油または水質管理された純水であり，異物付着により伝熱性能が低下する可能性は小さい。また，定期的に管内の清掃および目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで異物付着による伝熱性能の低下は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

v. 冷却水系機器の腐食（全面腐食）〔冷却水ポンプ（機付），一次水冷却器（胴側），一次水膨張タンク，一次水空気抜タンク，冷却水系配管〕

代表機器と同様に，冷却水系機器については炭素鋼・鋳鋼，炭素鋼を使用しており，腐食が想定されるが，外面は塗装により腐食を防止しており，内面については，内部流体が防錆剤の添加された純水のため腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

w. ケーシングリングの腐食（全面腐食）〔冷却水ポンプ（機付）〕

代表機器と同様に，冷却水ポンプ（機付）のケーシングリングは青銅・鋳物であり腐食が想定されるが，内部流体が防錆剤の添加された純水のため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

x. 羽根車の腐食（キャビテーション）〔冷却水ポンプ（機付）〕

代表機器と同様に，冷却水ポンプ（機付）は内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面に減肉が生じ，ポンプ性能の低下が想定されるが，設計段階においてキャビテーションを起こさない条件

$$h_{sv} \text{ (有効吸込ヘッド)} > H_{sv} \text{ (必要有効吸込ヘッド)}$$

を満たすよう考慮しており，この大小関係は経年的に変わるものではないことから，キャビテーションが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意なキャビテーションによる減肉は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

y. サポート取付ボルト・ナットおよびベースの腐食（全面腐食）〔始動空気系，潤滑油系，冷却水系，燃料油系〕

代表機器と同様に，各機器のサポート取付ボルト・ナットおよびベースは炭素鋼であり，腐食が想定されるが，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

z. 埋込金物の腐食（全面腐食）〔始動空気系，潤滑油系，冷却水系，燃料油系〕

代表機器と同様に，埋込金物は炭素鋼であるため，腐食が想定されるが，大気接触部については塗装により腐食を防止しており腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

コンクリート埋設部については，コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが，実機コンクリートにおけるサンプリング結果からは中性化は殆ど見られておらず，腐食が発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

aa. レストレイントの腐食（全面腐食）〔始動空気系，潤滑油系，冷却水系，燃料油系〕

代表機器と同様に，レストレイントは炭素鋼製であり，腐食の発生が想定されるが，外面は塗装により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下の ab. ～ag. の評価について，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該の評価書を参照のこと。

ab. モータの主軸の摩耗〔燃料移送ポンプモータ〕

ac. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプモータ〕

ad. モータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプモータ〕

ae. モータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプモータ〕

af. モータの主軸の高サイクル疲労割れ〔燃料移送ポンプモータ〕

ag. モータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ〔燃料移送ポンプモータ〕

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。



## 4. 可燃性ガス濃度制御系設備

[対象機器]

- ① 可燃性ガス濃度制御系設備

## 目 次

1. 対象機器	4-1
2. 対象機器の技術評価	4-2
2.1 構造, 材料および使用条件	4-2
2.1.1 可燃性ガス濃度制御系設備	4-2
2.2 経年劣化事象の抽出	4-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	4-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	4-7
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	4-9
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	4-15

1. 対象機器

可燃性ガス濃度制御系設備の仕様を表1-1に示す。

表1-1 可燃性ガス濃度制御系設備の仕様

名称 (基数)	仕様 (容量)	重要度*1	機器名称	使用条件		
				使用状態	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)
可燃性ガス 濃度制御系 設備 (2)	255Nm <sup>3</sup> /h	MS-1	ブロワ, ブロワキヤン	一時	0.4	171
			加熱器		0.4	777
			再結合器		0.4	777
			冷却器		0.4	777
			気水分離器		0.4	171
			配管・弁		0.4	171~777

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 可燃性ガス濃度制御系設備

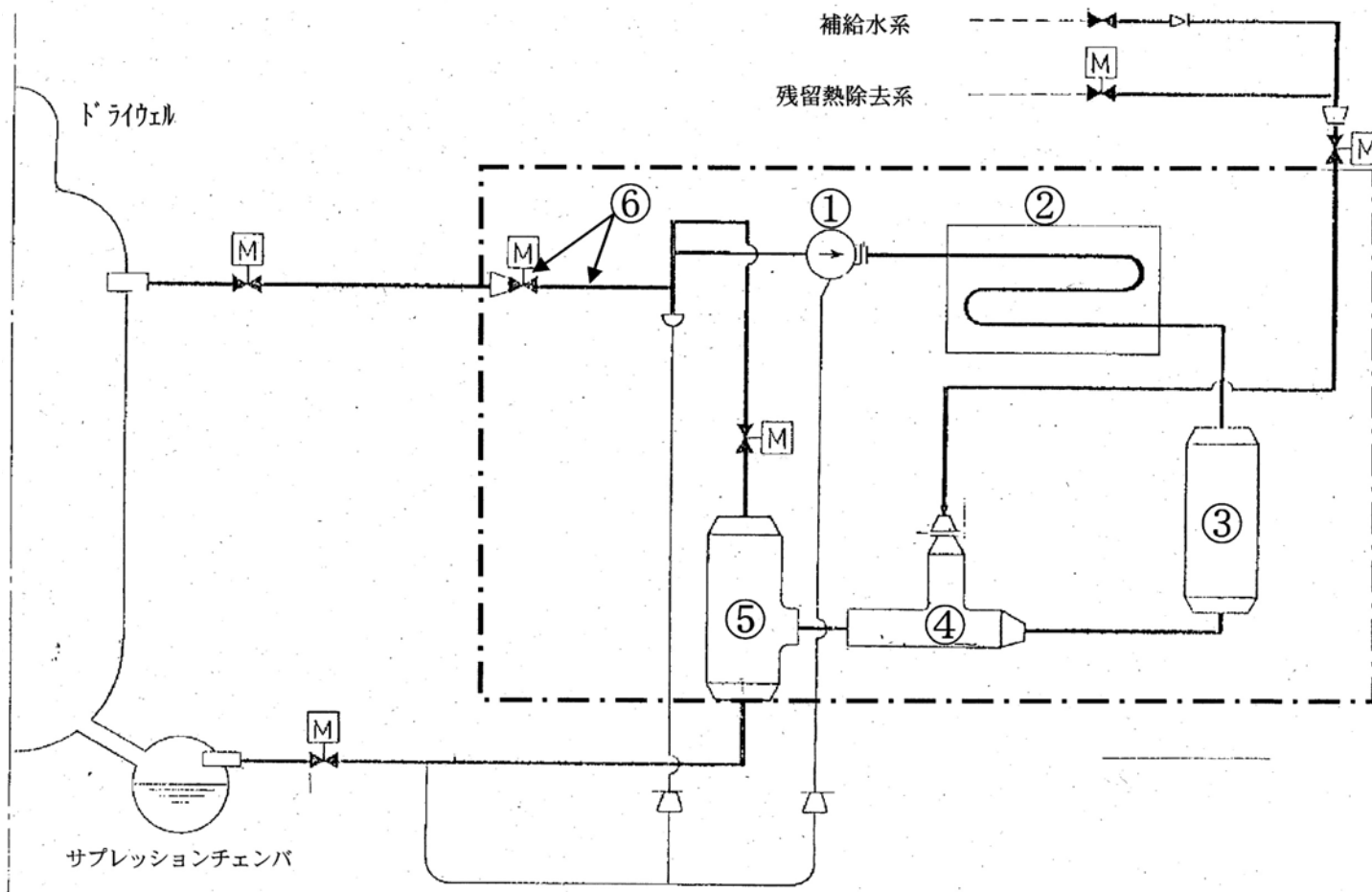
##### (1) 構造

可燃性ガス濃度制御系設備は, 原子炉冷却材喪失事故 (LOCA) 時に, 格納容器内の水素ガスおよび酸素ガスを吸引し加熱器へ供給するブロワ, ブロワからのガスを加熱する加熱器, ガス中の水素と酸素を再結合する再結合器, 再結合器から出たガスを冷却する冷却器, ガスと水に分離する気水分離器および各機器を接続する配管・弁から構成されている。

可燃性ガス濃度制御系設備の構成図を図2.1-1に, 再結合装置の構造図を図2.1-2に示す。

##### (2) 材料および使用条件

可燃性ガス濃度制御系設備主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No	部 位
①	ブロワ
②	加熱器
③	再結合器
④	冷却器
⑤	気水分離器
⑥	配管・弁


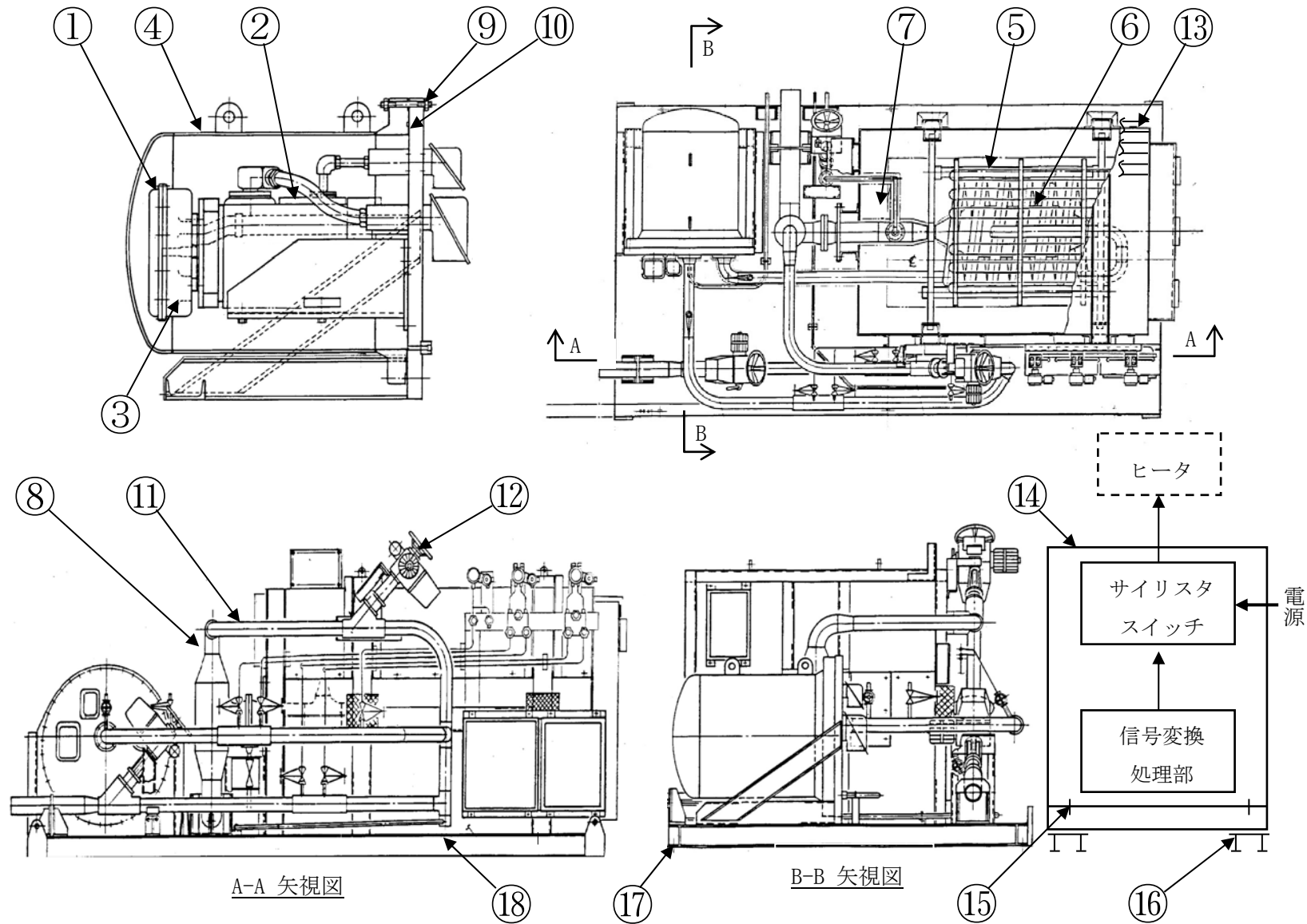

 本評価書での  
 評価範囲

図2. 1-1 可燃性ガス濃度制御系設備構成図



No.	部 位
①	ブロー
②	ブロー用電動機
③	羽根車
④	ブローキャン
⑤	加熱器
⑥	再結合器
⑦	冷却器
⑧	気水分離器
⑨	フランジボルト
⑩	カスケット
⑪	配管
⑫	弁
⑬	加熱器エレメント
⑭	サイリスタスイッチ盤
⑮	取付ボルト
⑯	埋込金物
⑰	基礎ボルト
⑱	ベース

図2.1-2 可燃性ガス濃度制御系設備再結合器構造図

表2.1-1 可燃性ガス濃度制御系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	材 料	
送風力の確保	ブロワ	鋳鉄 (FCD40)
	ブロワ用電動機	主軸：炭素鋼 (S45C) 固定子コイルおよび口出線・接続部品：銅, 絶縁物 (アラミド紙, エポキシ樹脂) 回転子棒・回転子エンドリング：アルミニウム 軸受 (転がり)：(消耗品)
	羽根車	鋳鉄 (FCD40)
バウダリの維持	ブロワキャン	炭素鋼 (SM41B)
	加熱器	ステンレス鋼 (SUS304TP)
	再結合器	ステンレス鋼 (SUS304TP, SUSF304)
	冷却器	ステンレス鋼 (SUS304TP)
	気水分離器	ステンレス鋼 (SUS304TP, SUSF304)
	フランジボルト	炭素鋼 (S35C)
	ガasket	(消耗品)
	弁	配管 ステンレス鋼 (SUS304TP) ステンレス鋳鋼 (SCS13A) ステンレス鋼 (SUSF304) [電動弁用駆動部] 主軸：低合金鋼 (SCM440H) 固定子コイル：銅, 絶縁物 (ポリエステル線, ポリエステルワニス) 口出線・接続部品：銅, 絶縁物 (シリコンゴム) 回転子棒・回転子エンドリング：アルミニウム ステムナット・ギア：高力黄銅鋳物, 低合金鋼他 軸受 (転がり)：(消耗品) トルクスイッチ, リミットスイッチ：(定期取替品)
反応熱の確保	加熱器エレメント	ニクロム線, 絶縁物, 合金鋼
	サイリスタスイッチ盤	炭素鋼, 半導体他
機器の支持	取付ボルト	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼 (SS41)
	基礎ボルト	低合金鋼 (SCM435)
	ベース	炭素鋼 (SS400)

表2.1-2 可燃性ガス濃度制御系設備の使用条件

部 位	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)
ブロワ (羽根車)	0.4	171
ブロキヤン	0.4	171
加熱器	0.4	777
再結合器	0.4	777
冷却器	0.4	777
気水分離器	0.4	171
配管・弁	0.4	171~777



## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

可燃性ガス濃度制御系設備の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 送風力の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 反応熱の確保
- ④ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

可燃性ガス濃度制御系設備について、機能達成に必要な項目を考慮し主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ガスケット、軸受（転がり）は消耗品であり電動弁リミットスイッチ、電動弁トルクスイッチは定期取替品である。いずれも、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち、下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. ブロワ用電動機（低圧，交流，全閉）の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下
- b. 弁（電動弁駆動部）の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）。

#### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

#### b. サイリスタスイッチ盤の信号変換処理部の特性変化

信号変換処理部は、電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良により特性変化が想定される。電気回路の不良はマイグレーションによる基板内ICでの回路間短絡、断線が原因として挙げられるが、マイグレーション対策として設計・製造プロセスが改善されており、特性が変化する可能性は小さい。また、特性変化の主要因である電解コンデンサ等の使用部品の劣化については、定期的に信号変換処理部等を含む各装置の特性試験で健全性を確認し、特性変化が認められた場合は、調整または取替えを行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. ブロワ、羽根車、ブロワキャン、フランジボルトの腐食（全面腐食）

ブロワ、羽根車は鋳鉄、ブロワキャンは炭素鋼、ブロワのフランジボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが、外面は塗装により腐食を防止しており、内面については内部流体が湿分を除去した原子炉格納容器内雰囲気ガスであることから、腐食が発生する可能性は小さい。また定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### d. 加熱器、再結合器、冷却器、配管の疲労割れ

温度変化が厳しい場合に熱疲労による疲労割れが想定されるが、保温材によって内外面の温度差が出ないようにしており、有意な熱応力が発生する可能性は小さい。また、可燃性ガス濃度制御系の定期試験時における内部流体は原子炉格納容器内雰囲気ガスであり運転温度が低い（100℃未満）こと、機能試験の回数が少ないことから、疲労割れが発生する可能性は小さい。さらに、定期的に機能試験、漏えい試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### e. 弁棒の疲労割れ

弁の全開使用時に、弁棒のバックシート部に過負荷がかかった状態で配管振動等による変動応力が加わると、バックシート部に疲労割れが想定されるが、電動弁については、全開操作時にバックシート部に過大な応力がかからない位置でリミットスイッチが切れるよ

う設定されており、疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な疲労割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### f. 加熱器エレメントの絶縁特性低下

加熱器エレメントはシーズヒータで、絶縁物には酸化マグネシウムが使用されていることから、湿分の浸入が生じると絶縁特性低下が想定される。しかし、絶縁物は合金鋼製配管内に納められ、かつ外気シールされているため、配管の腐食による外気中湿分の絶縁物への浸入による絶縁特性低下の可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性の確認をしており、これまで有意な絶縁特性低下は認められていない。なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### g. 加熱器エレメントの断線

加熱器エレメントの加熱線はニクロム線であり、ヒータシース部の腐食等により外気中の湿分がヒータ内部に侵入することで加熱線が腐食し、断線を生じる可能性がある。

しかし、ニクロム線は合金鋼製配管内に絶縁物（酸化マグネシウム）とともに納められ、かつ外気シールされているため、パイプ腐食による外気中湿分の浸入による酸化腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および端子間の抵抗測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な抵抗の変化は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### h. サイリスタスイッチ盤の筐体の腐食（全面腐食）

サイリスタスイッチ盤の筐体は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、筐体表面は塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### i. 取付ボルトおよびベースの腐食（全面腐食）

取付ボルトおよびベースは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 埋込金物の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であるため、腐食が想定されるが、大気接触部については塗装により腐食を防止しており腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果からは中性化は殆ど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下のk. ～p. の評価について、「ポンプモータの技術評価書」の低压ポンプモータと同一であることから、当該評価書を参照のこと。

- k. モータの主軸の摩耗〔ブロワ用電動機〕
- l. モータのフレーム、エンドブラケット、端子箱の腐食（全面腐食）〔ブロワ用電動機〕
- m. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）〔ブロワ用電動機〕
- n. モータの固定子コア、回転子コアの腐食（全面腐食）〔ブロワ用電動機〕
- o. モータの主軸の高サイクル疲労割れ〔ブロワ用電動機〕
- p. モータの回転子棒、回転子エンドリングの疲労割れ〔ブロワ用電動機〕

以下のq. ～w. の評価について、「弁の技術評価書」の電動弁駆動部と同一であることから、当該評価書を参照のこと。

- q. 弁（電動弁駆動部）のステムナットおよびギアの摩耗
- r. モータの主軸の摩耗〔電動弁駆動部〕
- s. モータのフレーム、エンドブラケット、端子箱の腐食（全面腐食）〔電動弁駆動部〕
- t. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）〔電動弁駆動部〕
- u. モータの固定子コア、回転子コアの腐食（全面腐食）〔電動弁駆動部〕
- v. モータの主軸の高サイクル疲労割れ〔電動弁駆動部〕
- w. モータの回転子棒、回転子エンドリングの疲労割れ〔電動弁駆動部〕

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 加熱器、再結合器、冷却器、気水分離器、配管の応力腐食割れ

加熱器、再結合器、冷却器、気水分離器および配管はステンレス鋼であり、応力腐食割れの可能性があるが、可燃性ガス濃度制御系設備の定期試験時における内部流体は原子炉格納容器内雰囲気ガスであり運転温度が低い（100℃未満）ことから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、高温作動試験時においても、水と接液する冷却器、気水分離器および冷却水供給配管は高温とならず、かつ運転温度も低いことから応力腐食割れが発生する可能性は小

い。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 加熱器，再結合器，冷却器，配管のクリープ

再結合装置は定期点検時に高温作動試験を実施するため、加熱器，再結合器，冷却器，配管が高温となりクリープによる変形，破断が想定される。

当該機器の材料はオーステナイト系ステンレス鋼で、運転温度が約718℃であり、これらの使用条件と類似したクリープ破断データから、当該材料のクリープ破断に至る時間は100,000時間以上である。一方、プラント運転開始60年時点の累積運転時間は300時間を超えない程度であることから、これらの材料がクリープ破断を起こす可能性は極めて少ない。

また、定期的に機能試験を行い健全性を確認しており、これまで異常は認められていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/2) 可燃性ガス濃度制御系窒素ガス発生装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
送風力の確保	ブロワ		鋳鉄		△					*1：主軸 *2：フレーム, エントブラケット, 端子箱 *3：取付ボルト *4：固定子コア, 回転子コア *5：主軸の高サイクル疲労割れ *6：回転子棒, 回転子エントリング *7：固定子コイル, 口出線・接続部品の絶縁特性低下 *8：クリーブ *9：弁棒の疲労割れ *10：トルクスイッチ, リミットスイッチおよび軸受(転がり) *11：ステムナットおよびギア	
	ブロワ用電動機		銅, 絶縁物他	△*1	△*2*3*4	△*5*6			○*7		
	羽根車		鋳鉄		△						
バウンタリの維持	ブロワキャン		炭素鋼		△						
	加熱器		ステンレス鋼			△	▲			▲*8	
	再結合器		ステンレス鋼			△	▲			▲*8	
	冷却器		ステンレス鋼			△	▲			▲*8	
	気水分離器		ステンレス鋼				▲				
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	-								
	配管		ステンレス鋼			△	▲			▲*8	
	弁		ステンレス鋼 ステンレス鋳鋼			△*9					
	弁(電動弁駆動部)	◎*10	銅, 絶縁物他	△*1 △*11	△*2*3*4	△*5*6				○*7	

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2. 2-1 (2/2) 可燃性ガス濃度制御系窒素ガス発生装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
反応熱の確保	加熱器エレメント		ニクロム線, 絶縁物, 合金鋼							△ <sup>*1*2</sup>	*1:ヒータの絶縁特性低下 *2:エレメント断線 *3:筐体 *4:サイリスタスイッチの特性変化 *5:信号変換処理部の特性変化
	サイリスタスイッチ盤		炭素鋼, 半導体他		△ <sup>*3</sup>					△ <sup>*4*5</sup>	
機器の支持	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	ベース		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）



## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

- (1) ブロワ用電動機（低圧，交流，全閉）の固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下  
ブロワ用電動機（低圧，交流，全閉）の最高使用温度は171℃となっているが，当該機器は，常時は待機状態にあり，試験等での運転温度は70℃以下で時間も非常に短い。

したがって，使用条件は他の低圧ポンプモータと大きな差はないため，固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

- (2) 弁（電動弁駆動部）の固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下

弁（電動弁駆動部）の固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」および「高経年化への対応」は，「弁の技術評価書」の電動弁駆動部と同一であることから，当該評価書の弁（電動弁駆動部）の固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

## 5. 燃料取替機

[対象機器]

- ① 燃料取替機

## 目 次

1. 対象機器	5-1
2. 対象機器の技術評価	5-2
2.1 構造, 材料および使用条件	5-2
2.1.1 燃料取替機	5-2
2.2 経年劣化事象の抽出	5-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	5-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	5-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	5-11
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	5-19

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している燃料取替機の仕様を表1-1に示す。

表1-1 燃料取替機の仕様

名称 (基数)	仕様 (定格荷重)	重要度*1	使用条件	
			運転状態	周囲温度
燃料取替機 (1)	450kg	PS-2	連続 (短期)	40℃以下

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 燃料取替機

##### (1) 構造

燃料取替機は, 主に燃料の交換に使用され, 定格荷重450 kgのものを1基設置している。

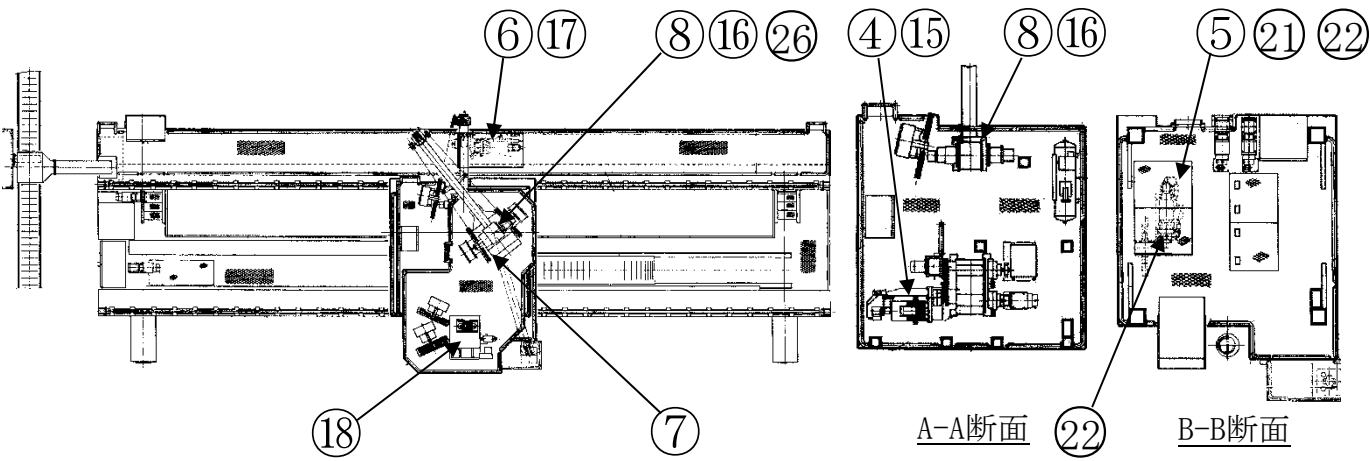
燃料取替機には, 原子炉ウェルおよび燃料プールをまたいで走行するブリッジ, その上を走行台車の移動方向とは垂直方向に移動するトロリ, 燃料を把握・昇降する燃料把握機および燃料取替機の運転を制御するための制御盤等で構成される。台車のフレームは炭素鋼で, 燃料つかみ具は水中に没するため, ステンレス鋼を使用している。主ホイスト, トロリおよびブリッジの駆動には交流モータを使用している。

燃料取替機は, 定期事業者検査前に各部の分解点検を行っている。なお, 2007年度に制御装置類の取替を行い, 2009年度には走行レールの取替を行っている。

燃料取替機の全体図を図2.1-1, ブリッジ全体図を図2.1-2, 燃料つかみ具の構造図を図2.1-3, 燃料取替機制御盤の構成を図2.1-4に示す。

##### (2) 材料および使用条件

燃料取替機主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。



No	部 位	No.	部 位
①	燃料つかみ具	⑭	シーブ
②	主ホストワイヤロープ	⑮	主ホスト巻上用モータ
③	補助ホストワイヤロープ	⑯	補助ホスト巻上用モータ
④	主ホスト巻上用ブレーキ	⑰	ブリッジ 走行用モータ
⑤	トリ横行用ブレーキ	⑱	マスト回転用モータ
⑥	ブリッジ 走行用ブレーキ	⑲	ロッドセル (主ホスト)
⑦	補助ホスト旋回用ブレーキ	⑳	ロッドセル (補助ホスト)
⑧	補助ホスト巻上用ブレーキ	㉑	トリ横行用モータ
⑨	トリフレーム	㉒	減速機 (トリ横行用)
⑩	ブリッジフレーム	㉓	ワイヤドラム
⑪	車輪 (ブリッジ 走行用)	㉔	転倒防止装置
⑫	車輪 (トリ横行用)	㉕	レール (ブリッジ 走行用)
⑬	車軸 (トリ横行用)	㉖	補助ホスト旋回用モータ

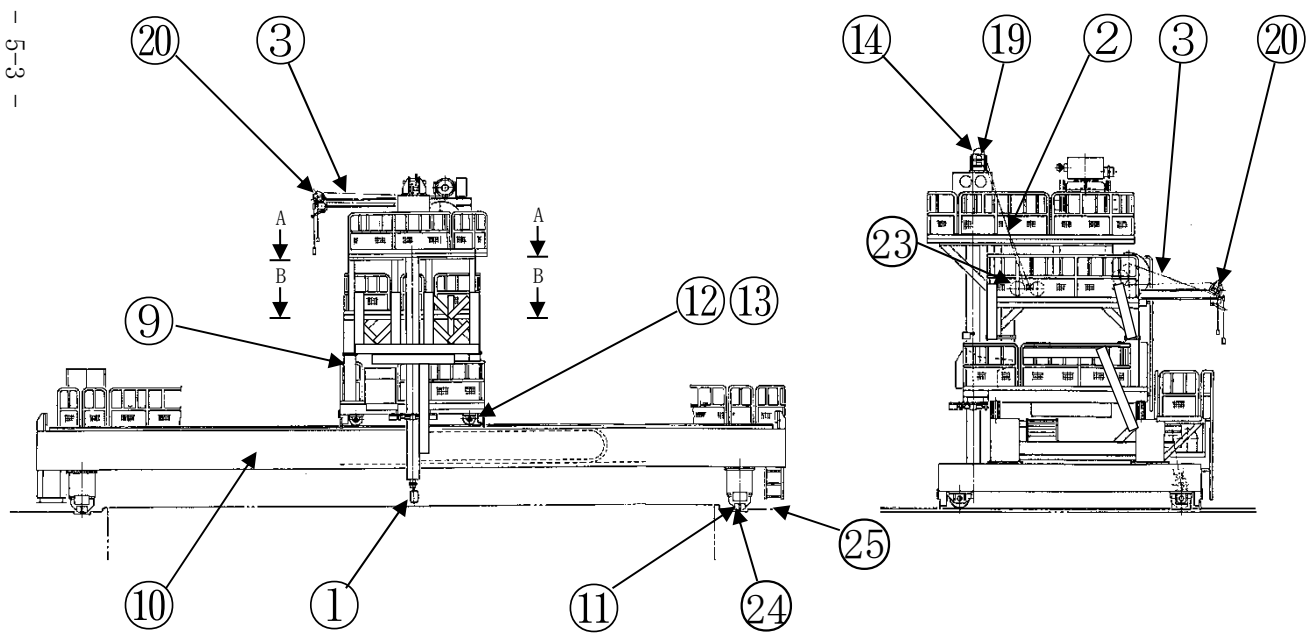
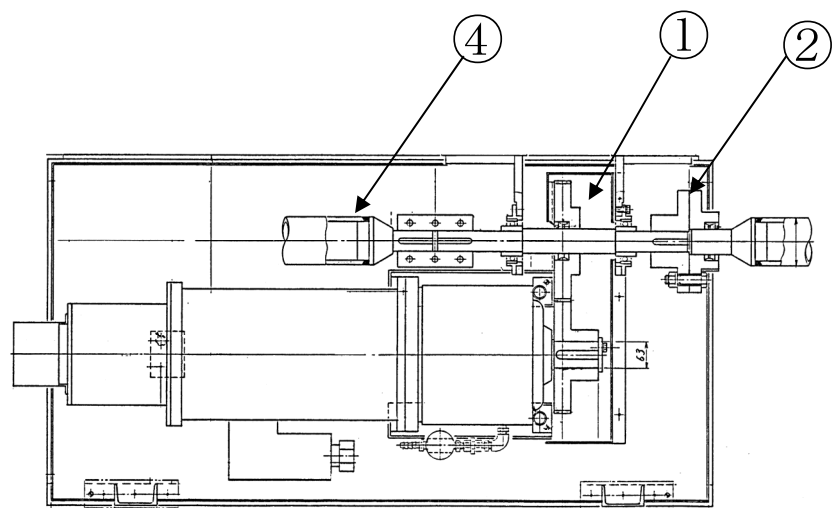


図2.1-1 燃料取替機全体図



ブリッジ駆動装置

No	部 位
①	減速機 (ブリッジ 走行用)
②	軸継手
③	レール取付ボルト (トコ)
④	車軸 (ブリッジ 走行用)
⑤	レール (トコ横行用)

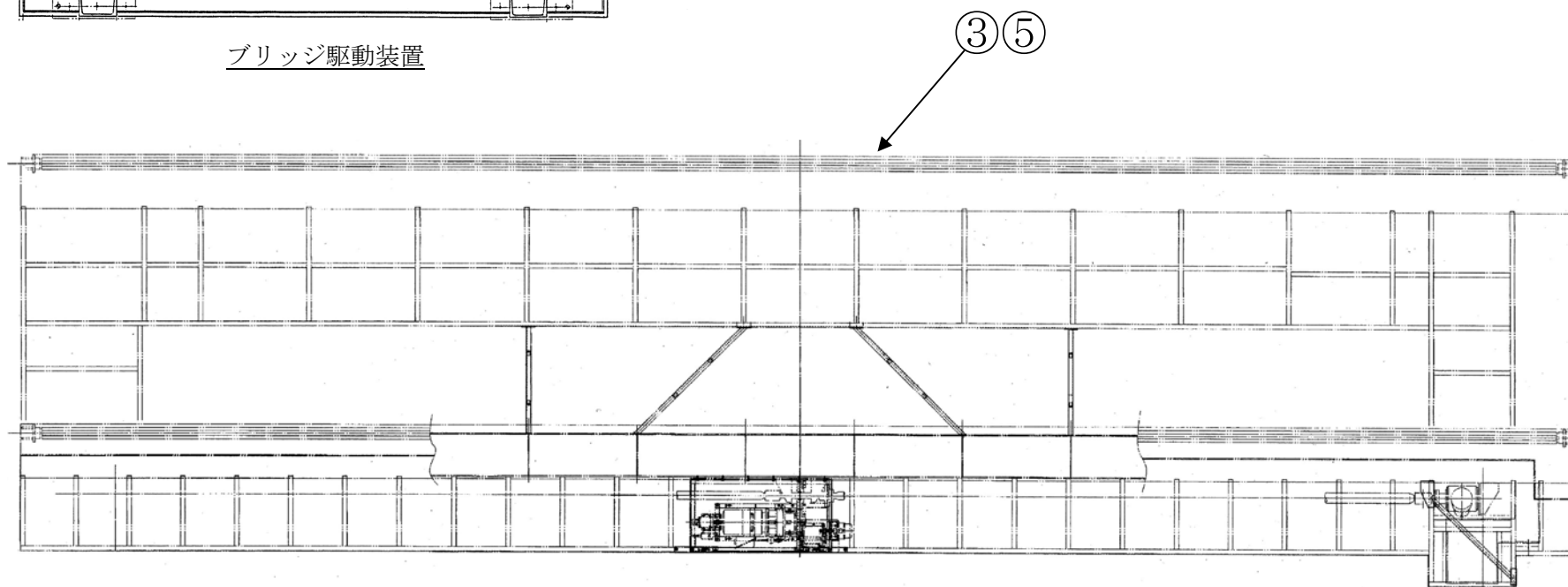


図2.1-2 燃料取替機 (ブリッジ) 全体図

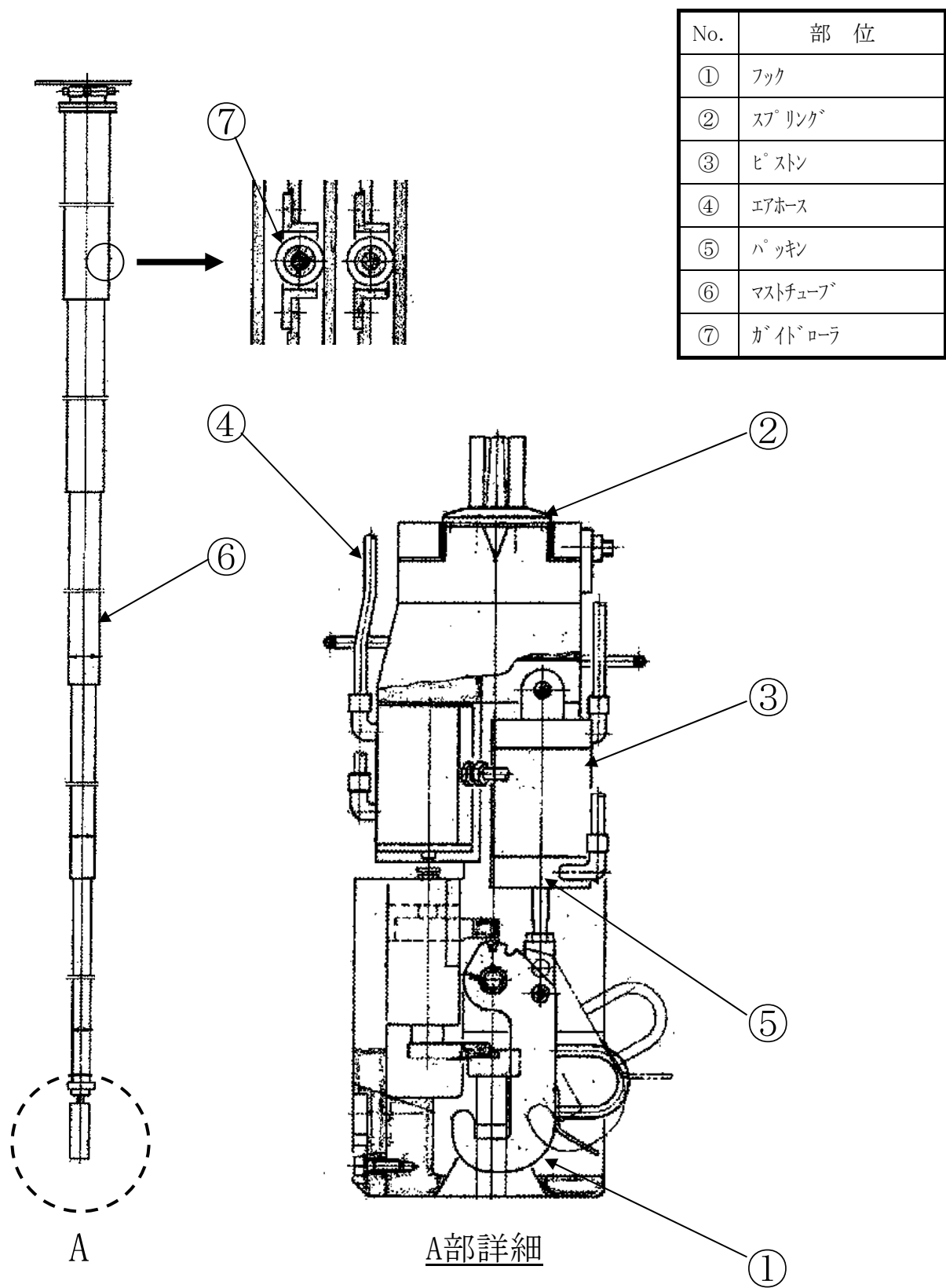
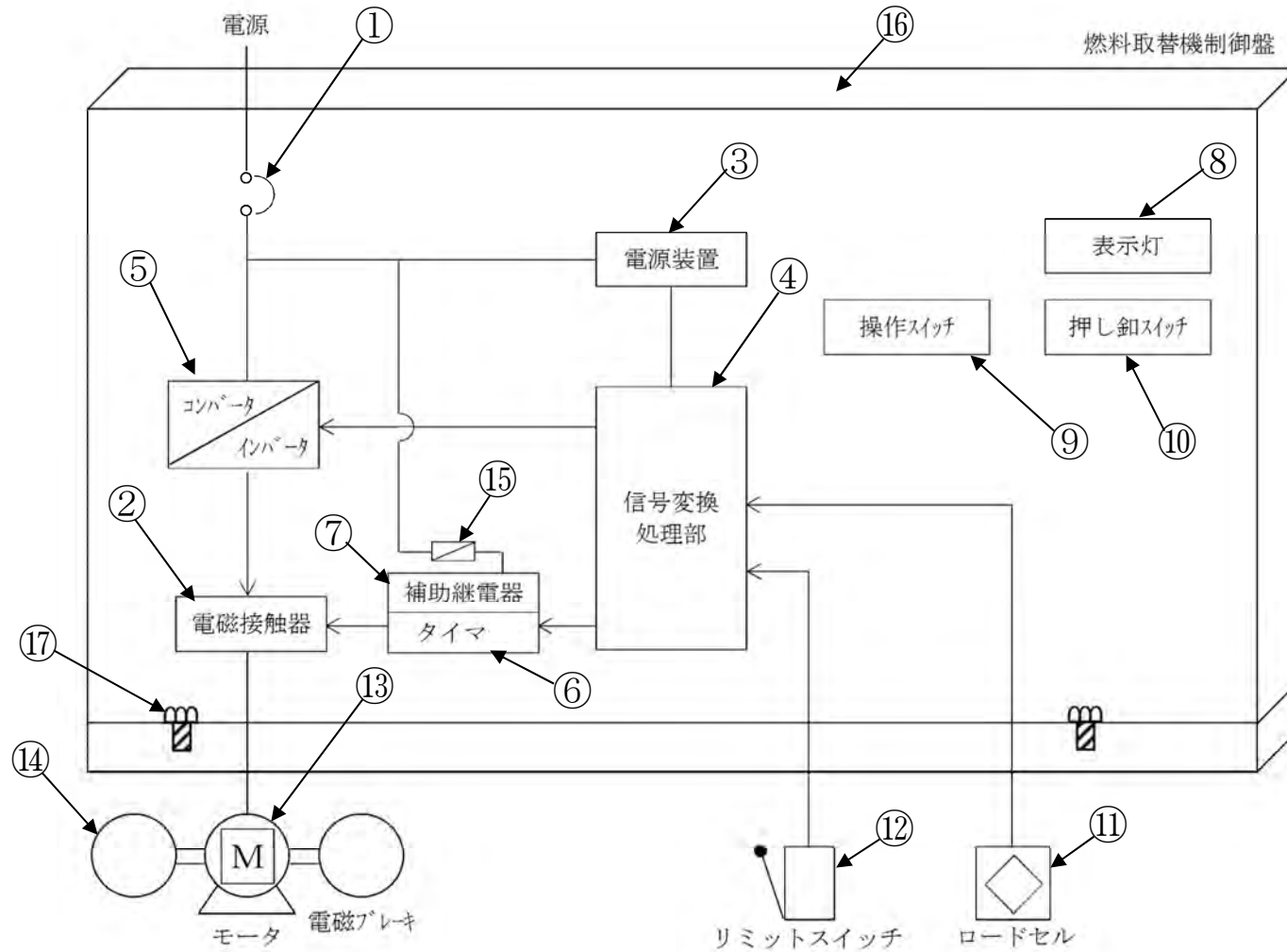


図2.1-3 燃料つかみ具構造図





No.	部 位
①	配線用遮断器
②	電磁接触器
③	電源装置
④	信号変換処理部
⑤	インバータ/コンバータ
⑥	タイマ
⑦	補助継電器
⑧	表示灯
⑨	操作スイッチ
⑩	押し釦スイッチ
⑪	ロードセル (歪ゲージ)
⑫	リミットスイッチ
⑬	モータ
⑭	速度検出器
⑮	ヒューズ
⑯	筐体
⑰	筐体取付ホルト

図2.1-4 燃料取替機制御盤

表2.1-1 (1/2) 燃料取替機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
燃料の落下防止	燃料つかみ具	フック	ステンレス鋼 (SUS304)
		スプリング	ステンレス鋼 (SUS631)
		ピストン	ステンレス鋼 (SUS304)
		エアホース	(定期取替品)
		パッキン	(消耗品)
	ガイドローラ		ステンレス鋼 (SUS630)
	マストチューブ		ステンレス鋼 (SCS13-CF)
	主ホストワイヤロープ		ステンレス鋼 (SUS304)
	補助ホストワイヤロープ		ステンレス鋼 (SUS304)
	ワイヤドラム		ステンレス鋼 (SUS304)
	シーブ		ステンレス鋼 (SUS630)
	減速機 (主ホスト用, 走行用, 横行用)	ケーシング	炭素鋼 (SS41) 鋳鉄 (FC15, FCV35)
		ギヤ	炭素鋼 (S45C)
	軸継手		鋳鉄 (FCD45, FC20) 炭素鋼 (S45C)
	ブレーキ (主ホスト巻上用, トリ横行用, ブリッジ走行用, 補助ホスト旋回用, 補助ホスト巻上用)	ブレーキプレート	炭素鋼
		ブレーキライニング	(消耗品)
スプリング		ばね鋼	
電磁コイル		銅, 絶縁物他	
機器の支持	トリフレーム		炭素鋼 (SS41, STKR41)
	ブリッジフレーム		炭素鋼 (SM41A, SS41)
	レール取付ボルト (トリ)		低合金鋼 (SCM435)
	筐体		炭素鋼 (SPHC相当)
	筐体取付ボルト		炭素鋼
走行・横行機能	車輪 (走行用, 横行用)	車輪	炭素鋼 (SSW-R1)
		軸受 (転がり)	軸受鋼 (SUJ2)
	車軸 (走行用, 横行用)		低合金鋼 (SNC236) 炭素鋼 (S45CN)
	レール		炭素鋼
転倒防止装置		炭素鋼 (SS400)	

表2.1-1 (2/2) 燃料取替機主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
機器の監視・ 操作・制御保護 の維持	配線用遮断器	銅他
	電磁接触器	銅他
	電源装置	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ 他
	信号変換処理部	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ 他
	インバータ/コンバータ	半導体, 抵抗器, 電解コンデンサ 他
	タイマ	銅他
	補助継電器	銅他
	表示灯	(消耗品)
	操作スイッチ	銅他
	押釦スイッチ	銅他
	ロードセル (歪ゲージ)	炭素鋼, 歪ゲージ 他
	リミットスイッチ	銀他
	モータ (低圧, 全閉, 交流) : 主ホスト巻上用, トリ横行用, フリッジ走行用, 補助ホスト旋回用, 補助ホスト巻上用, マスト回 転用	主軸: 炭素鋼 (S45C), 低合金 鋼 (SCM435) 固定子コイルおよび口出線・接続 部品: 銅, 絶縁物 (アラミド紙, アルキッドフェノール樹脂) 回転子棒・回転子エンドリング: ア ルミニウム 軸受 (転がり): (消耗品)
	速度検出器	半導体他
ヒューズ	(消耗品)	

表2.1-2 燃料取替機の使用条件

定格荷重	450kg
周囲温度	40℃以下
設置場所	原子炉建物

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

燃料取替機の機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 燃料の落下防止
- ② 機器の支持
- ③ 走行・横行機能
- ④ 機器の監視・操作・制御保護の維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

燃料取替機について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

パッキン、ブレーキライニング、表示灯、ヒューズ、軸受（転がり）は消耗品であり、エアホースは定期取替品である。いずれも、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち、下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. モータの固定子コイル、口出線・接続部品の絶縁特性低下
- b. ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. フックの摩耗〔燃料つかみ具〕

燃料つかみ具のフックは、燃料の取扱時に摩耗が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する進展要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. ブレーキプレートの摩耗

燃料取替機に使用しているブレーキは、ブレーキライニングをスプリングの力によりブレーキプレートに押し付けることにより制動力を得るものであり、いずれも制御系で速度を落とした後、その位置を保持するために使用していることから急激な摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、必要に応じてブレーキプレートより硬度の低いブレーキライニング（消耗品）の取替を行っている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. ブレーキプレート、レール取付ボルト（トロリ）、車輪（ブリッジ走行用、トロリ横行用）、車軸（ブリッジ走行用、トロリ横行用）およびレール（ブリッジ走行用、トロリ横行用）の腐食（全面腐食）

ブレーキプレート、レール取付ボルト（トロリ）、車輪、車軸およびレールは炭素鋼または低合金鋼であり腐食が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. トロリフレーム、ブリッジフレームおよびレール（ブリッジ走行用、トロリ横行用）の疲労割れ

トロリフレーム、ブリッジフレームおよびレールには、トロリおよびブリッジの荷重がかかっている状態であるため、疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、これまで有意な割れは発生していない。また、定期的に見視確認および作動試験を実施し、健全性を確認しており、これまで疲労割れによる作動不良は確認されていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 車輪（ブリッジ走行用，トロリ横行用）およびレール（ブリッジ走行用，トロリ横行用）の摩耗

車輪およびレールについては，レール上面と車輪およびレール側面とガイドローラとの接触により摩耗が想定されるが，定期的を目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 車軸（ブリッジ走行用，トロリ横行用）の摩耗

車軸については，軸受（転がり）と車軸の接触面で摩耗が想定されるが，定期的を目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 電源装置の出力不良

電源装置は電解コンデンサ等の使用部品の劣化や電気回路の不良により出力不良を起こす可能性があるが，電気回路の不良はマイグレーションによる基盤内ICでの回路間短絡，断線が挙げられるが，マイグレーション対策については，設計・製造プロセスが改善されており，屋内空調環境に設置されていることから，その発生の可能性は十分小さい。また，定期的に出力電圧測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な出力不良は認められていない。なお，点検で出力不良が認められた場合は，調整または取替を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 信号変換処理部およびインバータ／コンバータの特性変化

信号変換処理部およびインバータ／コンバータは長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，特性変化の主要因である電解コンデンサ等の使用部品の劣化については，定期的特性試験で健全性を確認し，特性変化が認められた場合は，調整または取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ロードセルの特性変化

ロードセルは，長期間の使用に伴い歪ゲージの劣化が生じた場合，初期ひずみが増加し測定値の誤差が大きくなる可能性があるが，歪ゲージ貼り付け部は，不活性ガス（窒素）を封入した気密構造になっており，歪ゲージの劣化が発生する可能性は小さい。

また，定期点検時に試験用標準ウェイトを用いたループ校正試験により特性が精度内であることを確認し，必要に応じ校正を実施し健全性を確認しており，これまで急激な特性変化は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. スプリングのへたり〔燃料つかみ具、ブレーキ〕

燃料つかみ具およびブレーキに使用されているスプリングは、常時応力のかかった状態で使用されているため、スプリングのへたりが想定されるが、スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており、また、スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから、へたりが発生する可能性は小さい。また、定期的に動作確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なへたりは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. ピストンの摩耗〔燃料つかみ具〕

燃料つかみ具のピストンは、シリンダケースとの機械的要因による摩耗が想定されるがシリンダケースは、常にパッキン（消耗品）により隔てられた構造となっているため、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. マストチューブ、ガイドローラの摩耗

マストチューブは、昇降時に内外周側のガイドローラとの接触により摩耗が想定されるが、定期的に目視確認、寸法測定および動作試験を実施し、健全性を確認しており、これまで摩耗による作動不良は確認されていない。なお、ガイドローラは必要に応じて取替を行っている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 主ホイストおよび補助ホイストワイヤロープの摩耗、素線切れ等

ワイヤロープは、繰返しの使用により摩耗、素線切れ等が発生する可能性があるが、点検時にワイヤロープ径の寸法測定および目視点検を実施し、必要に応じてワイヤロープの取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. ワイヤドラムおよびシーブの摩耗

ワイヤドラムおよびシーブは、ワイヤロープと接しており、作動により摩耗が想定されるが、ワイヤドラムおよびシーブはワイヤロープの巻取り方向に沿って回転する構造となっており、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確



認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 減速機ケーシング，軸継手，筐体，筐体取付ボルト，トロリフレーム，ブリッジフレームおよび転倒防止装置の腐食（全面腐食）

減速機ケーシング，軸継手，筐体，筐体取付ボルト，トロリフレーム，ブリッジフレームおよび転倒防止装置は炭素鋼または鋳鉄であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しており腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. 減速機ギヤの摩耗

減速機ギヤの噛み合い部には摩耗が想定されるが，ギヤの回転により潤滑油が供給されていることから，摩耗が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 軸受（転がり）の摩耗

軸受（転がり）は車軸（走行用，横行用）との接触面に摩耗が想定されるが，定期的に目視確認，動作確認を行うとともに，必要に応じ取替えを行うこととしており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

r. 車軸（走行用，横行用）の高サイクル疲労割れ

車軸（走行用，横行用）には，走行・横行運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において高サイクル疲労割れが発生しないよう考慮されており，これまで有意な割れは発生していない。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

s. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度，浮遊塵埃，発熱，不動作状態の継続により，手動操作機構部の潤滑性能が低下し，摩擦の増大による固渋が想定されるが，配線用遮断器は，耐熱性，

耐揮発性にすぐれ、潤滑性能が低下し難いグリースが使われており固渋が発生する可能性は小さい。また、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度、浮遊塵埃による影響は少ない。さらに、定期的に動作確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な固渋は認められていない。なお、点検で固渋が認められた場合は、補修または取替を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

t. 電磁接触器，補助継電器，タイマ，操作スイッチ，押釦スイッチおよびリミットスイッチの導通不良

電磁接触器，補助継電器，タイマ，操作スイッチ，押釦スイッチおよびリミットスイッチは接点に付着する浮遊塵埃による導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置されていることから，導通不良が発生する可能性は小さい。

また，定期的に機能試験で健全性を確認し，導通不良が認められた場合は，取替を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

u. 速度検出器の特性変化

速度検出器は長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，定期的に特性試験で健全性を確認し，特性変化が認められた場合は，調整または取替を行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下のv. ～aa. の評価について、「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

- v. モータの主軸の摩耗
- w. モータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）
- x. モータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）
- y. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）
- z. モータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ
- aa. モータの主軸の高サイクル疲労割れ

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/3) 燃料取替機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熟時効	劣 化		
燃料の 落下防止	燃料つかみ具	フック		ステンレス鋼	△							*1：へたり *2：素線切れ等
		スプリング		ステンレス鋼							△*1	
		ピストン		ステンレス鋼	△							
		エアホース	◎	—								
		パッキン	◎	—								
	ガイドローラ			ステンレス鋼	△							
	マストチューブ			ステンレス鋼	△							
	主ホイストワイロープ			ステンレス鋼	△						△*2	
	補助ホイストワイロープ			ステンレス鋼	△						△*2	
	ワイヤドラム			ステンレス鋼	△							
	シーブ			ステンレス鋼	△							
	減速機（主ホイスト用, 走行用, 横行用）	ケーシング		炭素鋼 鋳鉄		△						
		ギヤ		炭素鋼	△							
軸継手			鋳鉄 炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/3) 燃料取替機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
燃料の落下防止 (続き)	ブレーキ	ブレーキプレート		炭素鋼	△	△					*1：へたり *2：絶縁特性低下 *3：高サイクル疲労割れ	
		ブレーキライニング	◎	—								
		スプリング		ばね鋼						△*1		
		電磁コイル		銅, 絶縁物他						○*2		
機器の支持	トリアフレーム			炭素鋼		△	△					
	ブリッジフレーム			炭素鋼		△	△					
	レール取付ホルト (トリア)			低合金鋼		△						
	筐体			炭素鋼		△						
	筐体取付ホルト			炭素鋼		△						
走行・横行機能	車輪 (走行用, 横行用)	車輪		炭素鋼	△	△						
		軸受 (転がり)		軸受鋼	△							
	車軸 (走行用, 横行用)			低合金鋼 炭素鋼	△	△	△*3					
	レール			炭素鋼	△	△	△					
	転倒防止装置			炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表2.2-1 (3/3) 燃料取替機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象								備 考	
				減 肉		割 れ		絶 縁	導 通	信 号	その他		
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	絶縁特 性低下	導通 不良	特性 変化			
機器の監視・操作・ 制御保護の 維持	配線用遮断器		銅他								△*1	*1：固渋 *2：出力不良 *3：軸受（転がり） *4：主軸 *5：フレーム、エンドブラ ケット、端子箱 *6：固定子コア、回 転子コア *7：取付ボルト *8：回転子棒、回 転子エンドリング の疲労割れ *9：主軸の高サイクル 疲労割れ *10：固定子コイル、 口出線・接続 部品	
	電磁接触器		銅他						△				
	電源装置		半導体、抵抗器、 電解コンデンサ他								△*2		
	信号変換処理部		半導体、抵抗器、 電解コンデンサ他							△			
	インバータ/コンバータ		半導体、抵抗器、 電解コンデンサ他							△			
	補助継電器		銅他						△				
	タイマ		銅他						△				
	表示灯	◎	—										
	操作スイッチ		銅他						△				
	押釦スイッチ		銅他						△				
	ロードセル（歪ゲージ）		炭素鋼、歪ゲージ他							△			
	リミットスイッチ		銀他						△				
	モータ（低圧、全閉、交流）	◎*3	銅、絶縁物他	△*4	△*5*6*7	△*8*9		○*10					
	速度検出器		半導体他							△			
ヒューズ	◎	—											

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下

燃料取替機のモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下について，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

## (2) ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下

### a. 事象の説明

ブレーキ電磁コイルの絶縁物は有機物であるため、熱による特性変化、絶縁物に付着する埃、絶縁物中のボイド等による放電等、機械的、熱的、電氣的、環境的要因により経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性がある。

なお、ブレーキ電磁コイルは低圧機器であるため、電氣的劣化の可能性は小さいと考えられる。

### b. 技術評価

#### (a) 健全性評価

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。

ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。

#### (b) 現状保全

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替えを行うこととしている。

#### (c) 総合評価

ブレーキ電磁コイルについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで60年間の健全性は維持できると判断する。

### c. 高経年化への対応

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策上の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## 6. 原子炉建物天井クレーン

[対象機器]

- ① 原子炉建物天井クレーン



## 目 次

1. 対象機器	6-1
2. 対象機器の技術評価	6-2
2.1 構造, 材料および使用条件	6-2
2.1.1 原子炉建物天井クレーン	6-2
2.2 経年劣化事象の抽出	6-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	6-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	6-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	6-10
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	6-18

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している原子炉建物天井クレーンの仕様を表1-1に示す。

表1-1 原子炉建物天井クレーンの仕様

名 称 (基 数)	仕 様 (定格荷重)	重要度*1	使用条件	
			運転状態	周囲温度
原子炉建物天井クレーン (1)	5ton	PS-2	連続 (短期)	40℃以下

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

なお、原子炉建物天井クレーンの構成部品のうち、主巻フックについては直接燃料を取扱っておらず、燃料を安全に取扱う機能に該当しないことから、評価対象外とする。

ただし、ガーダ、レールの評価実施においては、主巻フックの荷重等の使用条件を考慮するものとする。

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 原子炉建物天井クレーン

##### (1) 構造

原子炉建物天井クレーンは, 燃料の取扱いに使用され, 定格荷重は5tonのものが1基設置されている。

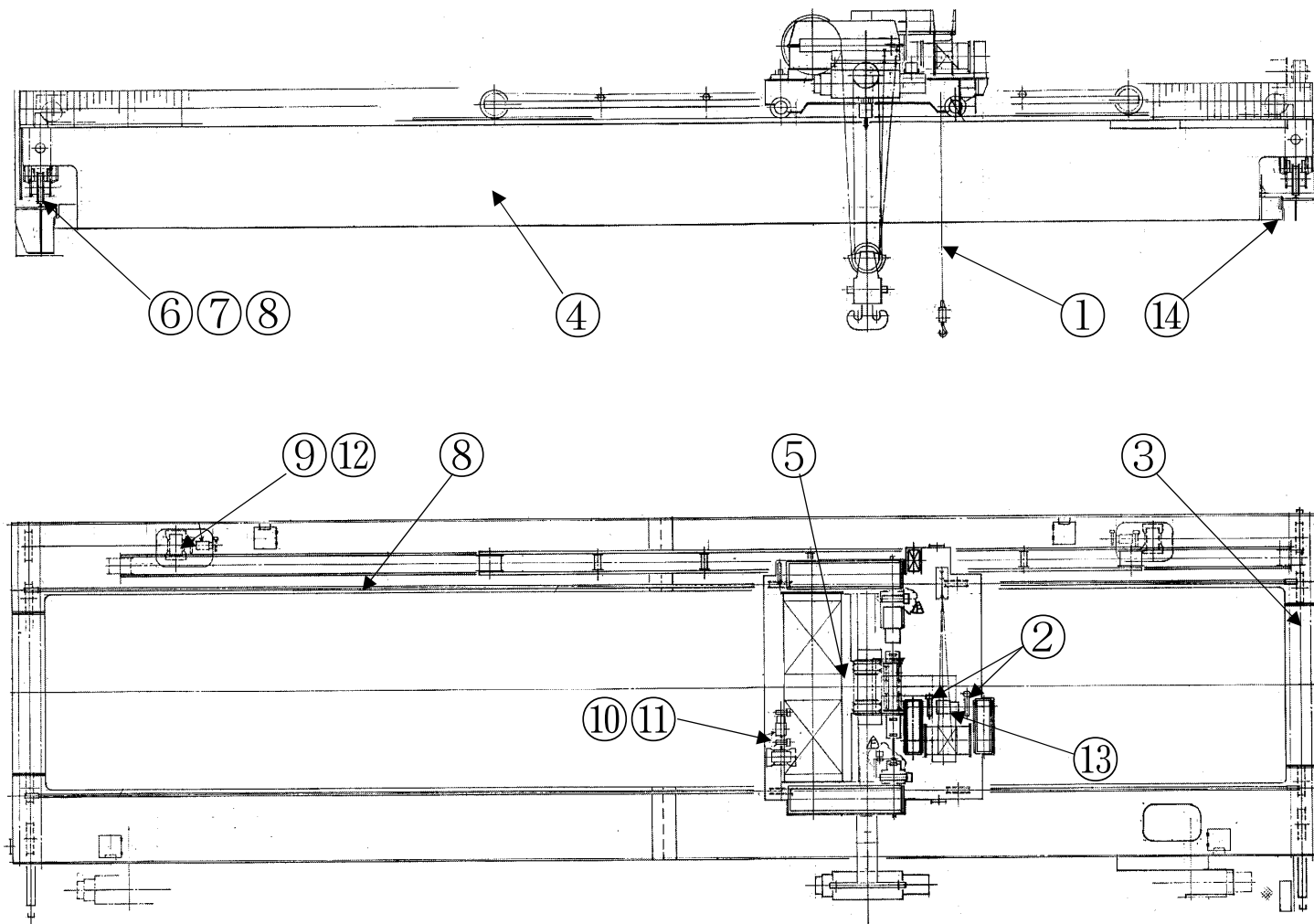
原子炉建物天井クレーンは, 原子炉運転操作床をまたいで走行するためのサドル, ガーダ, 車輪およびレール, その上を走行するトロリ, フック, ワイヤロープ, 制御盤等から構成される。荷重はトロリ, ガーダおよびサドルにより支持され, 巻上装置, 走行装置および横行装置は交流モータにより駆動している。

原子炉建物天井クレーンについては, 「クレーン等安全規則」に基づき年次点検および月例点検を行っている。

原子炉建物天井クレーンの全体図を図2.1-1, 原子炉建物天井クレーン(補巻)の構造図を図2.1-2, 原子炉建物天井クレーン制御盤の構成図を図2.1-3に示す。

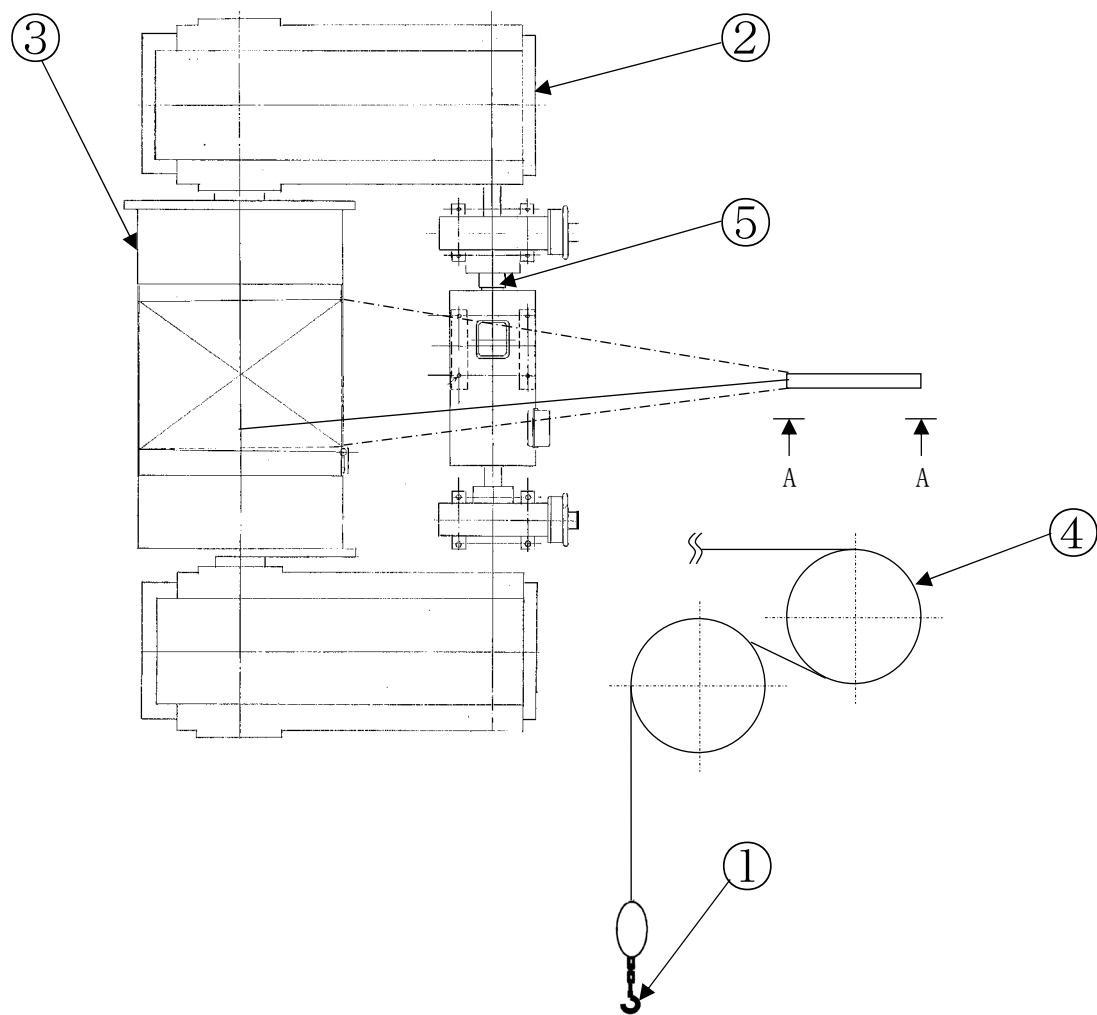
##### (2) 材料および使用条件

原子炉建物天井クレーン主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。

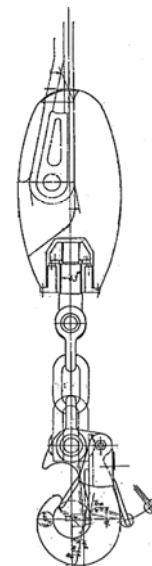


No.	部 位
①	ワイヤロープ
②	補巻上用ブレーキ
③	サトル
④	ガード
⑤	トロリ
⑥	車輪
⑦	レール
⑧	レール取付ボルト
⑨	走行用ブレーキ
⑩	横行用ブレーキ
⑪	横行用モータ
⑫	走行用モータ
⑬	補巻上用モータ
⑭	浮き上がり防止ラグ

図2.1-1 原子炉建物天井クレーン全体図



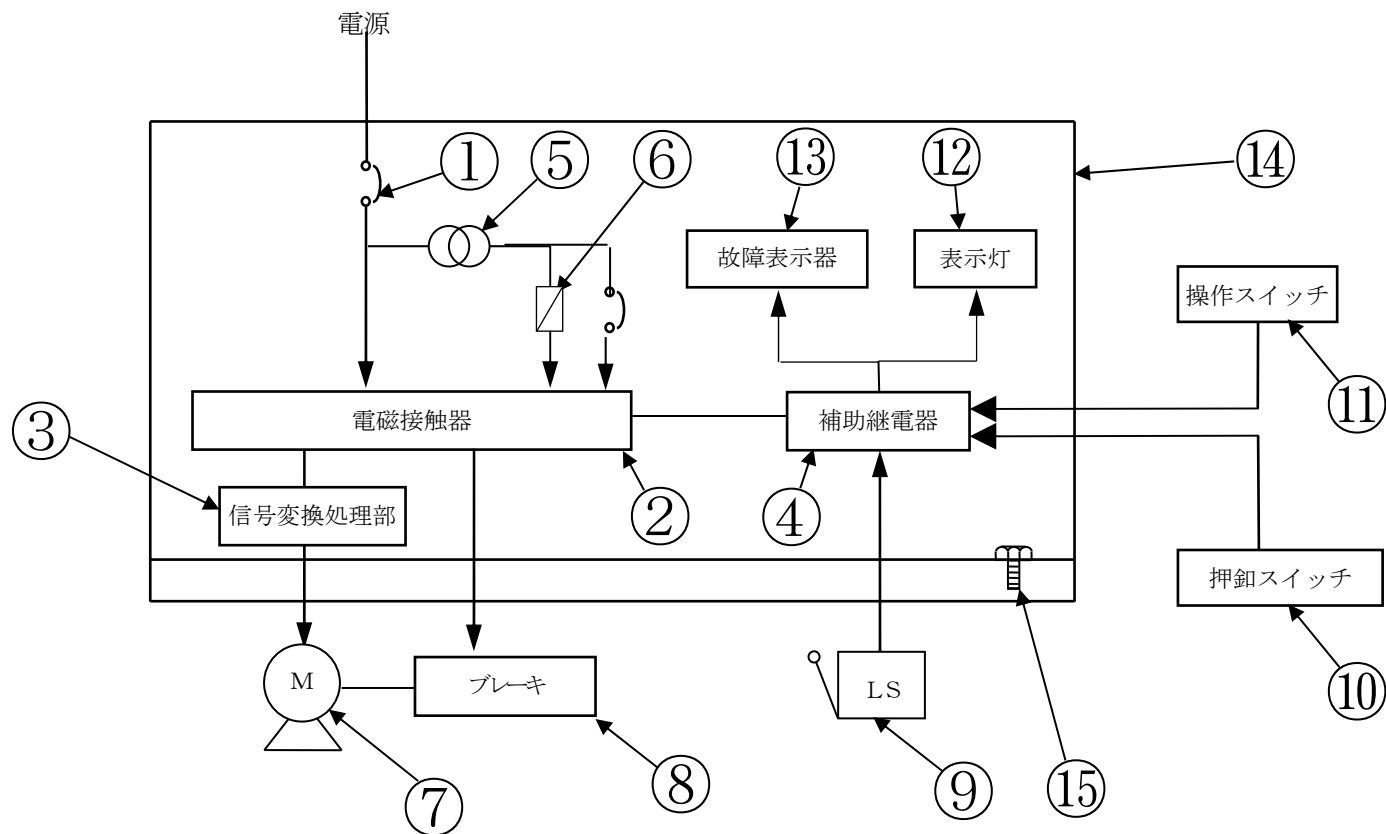
A-A矢視図



補巻フック詳細図

No.	部 位
①	フック
②	減速機
③	ワイヤドラム
④	シーブ
⑤	軸継手

図2.1-2 原子炉建物天井クレーン（補巻）構造図



No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	配線用遮断器	⑤	変圧器	⑨	リミットスイッチ	⑬	故障表示器
②	電磁接触器	⑥	ヒューズ	⑩	押釦スイッチ	⑭	筐体
③	信号変換処理部	⑦	モータ (補巻上用, 走行用, 横行用)	⑪	操作スイッチ	⑮	筐体取付ボルト
④	補助継電器	⑧	ブレーキ (補巻上用, 走行用, 横行用)	⑫	表示灯		

図2.1-3 原子炉建物天井クレーン制御盤構成図

表2.1-1 (1/2) 原子炉建物天井クレーン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
燃料の落下防止	補巻フック	フック	ステンレス鋼 (SUS304)
		シャフト	ステンレス鋼 (SUS304)
	ワイヤロープ		ステンレス鋼
	ワイヤドラム		炭素鋼 (SS41, SM41)
	シーブ		鋳鉄 (FCD50)
	減速機	ケーシング	炭素鋼 (SS41, SM41)
		ギヤ	低合金鋼 (SCM440) 炭素鋼 (S45C)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
	軸継手		炭素鋼 (S45C)
	ブレーキ (補巻上用, 走行用, 横行用)	ドラム	鋳鉄 (FC25, FCD50)
		ライニング	(消耗品)
		プレート	鋳鉄 (FC250)
		スプリング	ばね鋼
電磁コイル		銅, 絶縁物	
機器の支持	サドル		炭素鋼 (SS41, SM41)
	ガード		炭素鋼 (SS41, SM41)
	トリ		炭素鋼 (SS41, SM41)
	レール取付ボルト		炭素鋼 (SS400)
	筐体		炭素鋼 (SPCC)
	筐体取付ボルト		炭素鋼 (SS400)
走行・横行機能	車輪	車輪	炭素鋼 (SSW-Q1)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
	レール		炭素鋼
	浮き上がり防止ラグ		炭素鋼 (SS400)
機器の監視・操作・制御保護の維持	配線用遮断器		銅他
	電磁接触器		銅他
	信号変換処理部		半導体他
	補助継電器		銅他
	変圧器		銅他
	ヒューズ		(消耗品)
	表示灯		(消耗品)
	故障表示器		(消耗品)

表2.1-1 (2/2) 原子炉建物天井クレーン主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
機器の監視・ 操作・制御保護 の維持	操作スイッチ	銅他
	押釦スイッチ	銅他
	リミットスイッチ	銅他
	モータ（低圧，全閉，交流） （補巻上用，走行用，横行用）	主軸：炭素鋼 固定子コイル，回転子コイルおよび口出線・接 続部品：銅，絶縁物 軸受（転がり）：高炭素クロム軸受鋼

表2.1-2 原子炉建物天井クレーンの使用条件

定格荷重	5ton
周囲温度	40℃以下
設置場所	原子炉建物



## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉建物天井クレーンの機能は、燃料を安全に取扱う機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 燃料の落下防止
- ② 機器の支持
- ③ 走行・横行機能
- ④ 機器の監視・操作・制御保護の維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

原子炉建物天井クレーンについて、機能達成に必要な項目を考慮し、主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（温度等）および現在までの運転経験から、表2.2-1で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ライニングおよびヒューズ、表示灯および故障表示器は消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち、以下の①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. モータの固定子コイル、口出線・接続部品の絶縁特性低下
- b. ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下
- c. コイル（変圧器）の絶縁特性低下

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 補巻フックおよびシャフトの摩耗，き裂

補巻フックおよびシャフトは，燃料の取扱い等に伴う摩耗，き裂が想定されるが，定期的に見視確認または浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗，き裂は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. ワイヤロープの摩耗，素線切れ等

ワイヤロープは，繰返しの使用により摩耗，素線切れ等が想定されるが，定期的に見視確認およびワイヤロープ径の寸法測定を実施し，「クレーン等安全規則」に基づく取替基準により，ワイヤロープの取替を行っている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 車輪およびレールの摩耗

車輪およびレールについては，車輪とレール上面および側面との接触により摩耗が想定されるが，定期的に見視確認および寸法測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. ワイヤドラムおよびシーブの摩耗

ワイヤドラムおよびシーブは，ワイヤロープと接しており，機械的要因により摩耗が想定されるが，ワイヤドラムおよびシーブはワイヤロープの巻取り方向に沿って回転する構造となっており，摩耗が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### e. ワイヤドラム，シーブ，減速機のギヤ，ブレーキドラム，ブレーキプレート，車輪およびレールの腐食（全面腐食）

ワイヤドラム，シーブ，ブレーキドラム，ブレーキプレート，車輪およびレールは炭素鋼，鋳鉄または低合金鋼であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を実施し健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

減速機のギヤについては，内部が潤滑油環境であることから腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的な潤滑油の供給を行い，これまで減速機の摩耗による動作不良は確認

されていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 減速機のケーシング、軸継手、サドル、ガーダ、トロリ、レール取付ボルト、筐体、筐体取付ボルトおよび浮き上がり防止ラグの腐食（全面腐食）

減速機のケーシング、軸継手、サドル、ガーダ、トロリ、レール取付ボルト、筐体、筐体取付ボルトおよび浮き上がり防止ラグは炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 減速機のギヤの摩耗

減速機のギヤの噛み合い部には摩耗が想定されるが、ギヤの回転により潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認および隙間測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. ブレーキドラム（補巻上用、走行用、横行用）、ブレーキプレートの摩耗

原子炉建物天井クレーンに使用しているブレーキは、ブレーキライニングをスプリングの力によりブレーキドラム、ブレーキプレートに押し付けることにより制動力を得るものであり、いずれも制御系で速度を落とした後、その位置を保持するために使用していることから急激な摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に寸法測定を実施し、健全性を確認しており必要に応じてブレーキドラム、ブレーキプレートより硬度の低いブレーキライニング（消耗品）の取替えを実施している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. ブレーキ（補巻上用、走行用、横行用）のスプリングのへたり

ブレーキ（補巻上用、走行用、横行用）のスプリングは、常時応力のかかった状態で使用されているため、スプリングのへたりが想定されるが、スプリング使用時のねじり応力が許容ねじり応力以下になるように設定されており、スプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから、へたりが発生する可能性は小さい。また、定期的に寸法測定および作動確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なへたりは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. サドル，ガーダ，トロリおよびレールの疲労割れ

サドル，ガーダ，トロリおよびレールは，主巻フック等の荷重が常時かかっており，疲労割れが想定されるが，吊り荷重および輪圧を考慮し発生応力が許容応力以下となるように設計していることから，疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認および真直度（湾曲）測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 配線用遮断器機構部の固渋

配線用遮断器は周囲温度，浮遊塵埃，通電時の発熱等により，機構部の潤滑性能が低下し，摩擦の増大による固渋が想定されるが，耐熱性，耐揮発性に優れ潤滑性能が低下し難いグリースが使われており，固渋が発生する可能性は小さい。また，屋内空調環境に設置されていることから，周囲温度，浮遊塵埃による影響は少ない。さらに，定期的に作動確認を行うとともに，異常が確認された場合は取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 信号変換処理部の特性変化

信号変換処理部は長期間の使用による半導体等の劣化により特性変化が想定されるが，特性変化の主要因である電解コンデンサ等の使用部品の劣化については，定期的に特性試験で健全性を確認し，特性変化が認められた場合は，調整または取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 電磁接触器，補助継電器，操作スイッチ，押釦スイッチおよびリミットスイッチの導通不良

電磁接触器，補助継電器，操作スイッチ，押釦スイッチおよびリミットスイッチは，接点に付着する浮遊塵埃および接点表面に形成される酸化皮膜による導通不良が想定されるが，屋内空調環境に設置していることから，導通不良が発生する可能性は小さい。また，定期的に作動確認を行うとともに，異常が確認された場合は取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 軸受（転がり）の摩耗

モータの軸受（転がり）は主軸との接触面に摩耗が想定されるが，定期的に動作試験を実施し，健全性を確認しており，必要に応じ取替えを行うこととしている。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下のo. ～s. の評価について、「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから、当該評価書を参照のこと。

- o. モータの主軸の摩耗
- p. モータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）
- q. モータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）
- r. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）
- s. モータの主軸の高サイクル疲労割れ

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/3) 原子炉建物天井クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考	
					減肉		割れ		材質変化		絶縁		その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化	絶縁特性低下		
燃料の 落下防止	補巻フック	フック		ステンレス鋼	△							△*1	*1：き裂 *2：素線切れ等 *3：へたり
		シャフト		ステンレス鋼	△							△*1	
	ワイヤロープ			ステンレス鋼	△							△*2	
	ワイヤドラム			炭素鋼	△	△							
	シーブ			鋳鉄	△	△							
	減速機	ケーシング		炭素鋼		△							
		ギヤ		低合金鋼 炭素鋼	△	△							
		軸受(転がり)	◎	—									
	軸継手			炭素鋼		△							
	ブレーキ(補巻上用, 走行用, 横行用)	ドラム		鋳鉄	△	△							
		ライニング	◎	—									
		プレート		鋳鉄	△	△							
		スプリング		ばね鋼								△*3	
		電磁コイル		銅, 絶縁物							○		

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）



表2.2-1 (2/3) 原子炉建物天井クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象								備 考
				減肉		割れ		材質変化		絶縁	その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化	絶縁特 性低下		
機器の支持	サドル		炭素鋼		△	△						
	ガーダ		炭素鋼		△	△						
	トロリ		炭素鋼		△	△						
	レール取付ボルト		炭素鋼		△							
	筐体		炭素鋼		△							
	筐体取付ボルト		炭素鋼		△							
走行・ 横行機能	車輪	車輪	炭素鋼	△	△							
		軸受(転がり)	◎	—								
	レール		炭素鋼	△	△	△						
	浮き上がり防止ラグ		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (3/3) 原子炉建物天井クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象								備 考
				減肉		割れ		絶 縁	導 通	信 号	その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	絶縁特 性低下	導通 不良	特性 変化		
機器の監視・操作・ 制御保護 の維持	配線用遮断器		銅他								△*1	*1：固定子コア、回転子コア *2：主軸 *3：フレーム、エンドブラケット、端子箱 *4：固定子コア、回転子コア *5：取付ボルト *6：主軸の高サイクル疲労割れ *7：固定子コイル、口出線・接続部品
	電磁接触器		銅他						△			
	信号変換処理部		半導体他							△		
	補助継電器		銅他						△			
	変圧器		銅他					○				
	ヒューズ <sup>2</sup>	◎	—									
	表示灯	◎	—									
	故障表示器	◎	—									
	操作スイッチ		銅他						△			
	押釦スイッチ		銅他						△			
	リミットスイッチ		銅他						△			
	モータ（低圧、全閉、交流）：補巻上用、走行用、横行用			炭素鋼，銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6		○*7			
軸受（転がり）			軸受鋼	△								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下

原子炉建物天井クレーンのモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下について，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

## (2) ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下

### a. 事象の説明

ブレーキ電磁コイルの絶縁物は有機物であるため、熱による特性変化、絶縁物に付着する埃、絶縁物中のボイド等による放電等、機械的、熱的、電氣的、環境的要因により経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下を起こす可能性がある。

なお、ブレーキ電磁コイルは低圧機器であるため、電氣的劣化の可能性は小さいと考えられる。

### b. 技術評価

#### (a) 健全性評価

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は熱的劣化と考えられ、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。

ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候を確認できる。

#### (b) 現状保全

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、有意な絶縁特性低下がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。

なお、点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合は、取替を行うこととしている。

#### (c) 総合評価

ブレーキ電磁コイルについては、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで60年間の健全性は維持できると判断する。

### c. 高経年化への対応

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策上の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

### (3) コイル（変圧器）の絶縁特性低下

#### a. 事象の説明

コイル（変圧器）の絶縁物は有機物であり、熱による特性変化、絶縁物中のボイド等での放電、絶縁物に付着する塵埃等、熱的、電氣的、環境的要因により経年的に劣化が進行し、絶縁特性が低下する可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

なお、変圧器は静止型の低圧機器であるため、機械的、電氣的な劣化は起きないと考えられる。

#### b. 技術評価

##### (a) 健全性評価

コイル（変圧器）の絶縁特性低下については、保守実績より最も絶縁特性低下に影響を及ぼす要因は環境的劣化および熱的劣化と考えられる。

変圧器は屋内空調環境に設置していることから塵埃付着の可能性は小さい。また、変圧器コイルは制御用のものであり通電電流が少ないことから温度上昇はわずかであり、熱的要因による劣化が進行する可能性は小さい。

しかし、長期間の使用を考慮すると絶縁特性が低下する可能性は否定できない。

ただし、絶縁抵抗測定を行うことで、絶縁特性低下またはその兆候が確認できる。

##### (b) 現状保全

コイル（変圧器）の絶縁特性低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、異常がないことを確認している。また、目視確認および清掃を実施している。

なお、点検で異常が認められた場合は、取替を行うこととしている。

##### (c) 総合評価

コイル（変圧器）については、絶縁特性が低下する可能性は否定できないが、絶縁抵抗測定により検知可能である。また、これまで定期的に目視確認、清掃を行うことで異常は発生していないことから、引き続き現状保全を継続することで60年間の健全性は維持できると判断する。

#### c. 高経年化への対応

コイル（変圧器）の絶縁特性低下については、現状の保全項目に高経年化対策の観点から追加すべき項目はない。引き続き、現状保全を継続していく。

## 7. 計装用圧縮空気系設備

[対象機器]

- ① 計装用圧縮空気系設備

## 目 次

1. 対象機器	7-1
2. 対象機器の技術評価	7-2
2.1 構造, 材料および使用条件	7-2
2.1.1 計装用圧縮空気系設備	7-2
2.2 経年劣化事象の抽出	7-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	7-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	7-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	7-10
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	7-17

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している計装用圧縮空気系設備の仕様を表1-1に示す。

表1-1 計装用圧縮空気系設備の仕様

名称 (基数)	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件		
			運転 状態	最高使用圧力 (MPa) *2	最高使用温度 (℃) *2
計装用圧縮空気系設備 (1*3)	476Nm <sup>3</sup> /h	高*4	連続	0.9	250

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：圧縮機出口からアフタークーラ入口または除湿塔の圧力および温度を示す。

\*3：系統数を示す。

\*4：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器を示す。



## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造，材料および使用条件

#### 2.1.1 計装用圧縮空気系設備

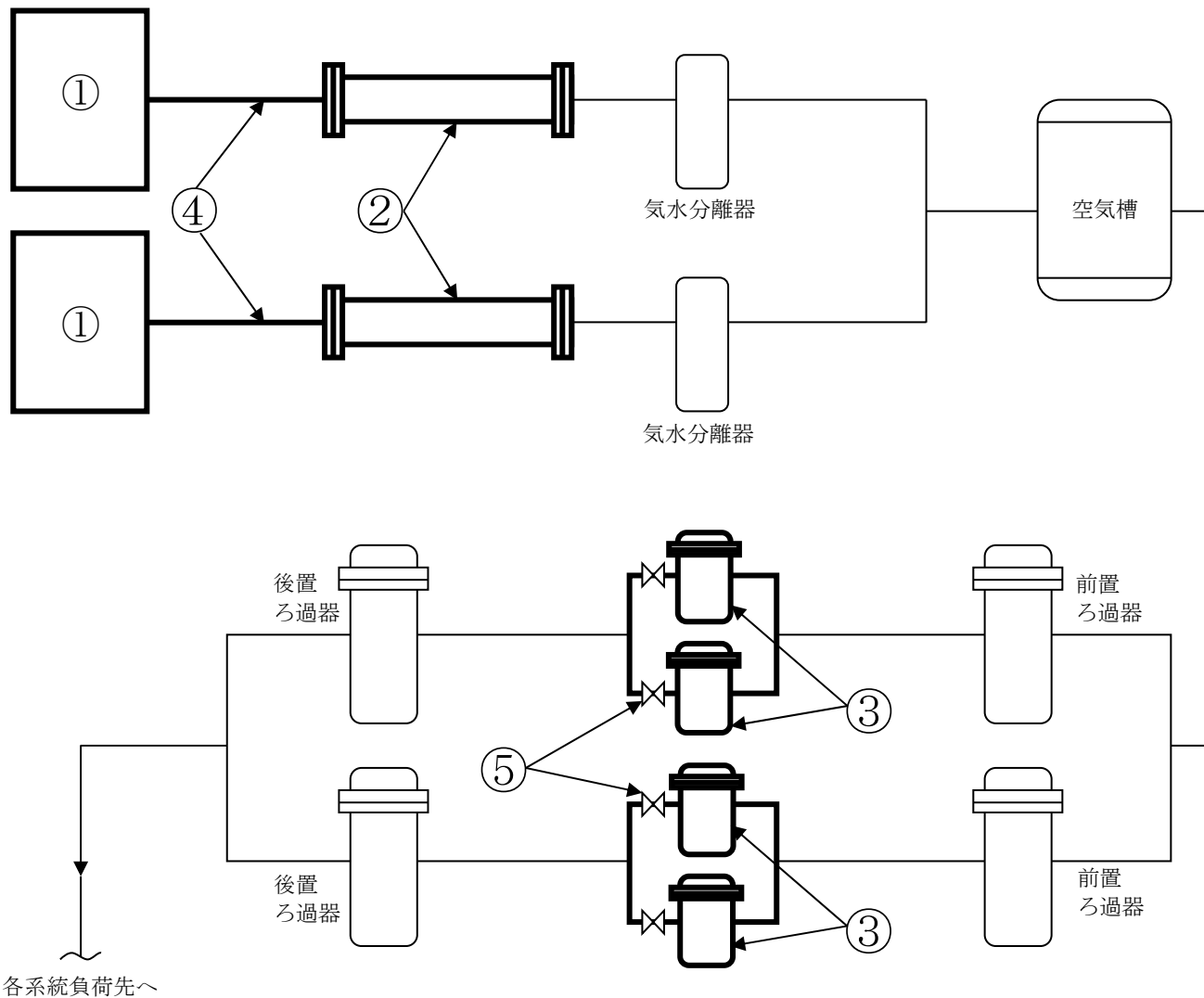
##### (1) 構造

計装用圧縮空気系設備は，空気圧縮機，アフタークーラ，気水分離器，空気槽，ろ過器，除湿塔，配管および弁等により構成されている。計装用圧縮空気系設備のうち高温・高圧対象機器として空気圧縮機，アフタークーラ，除湿塔，配管および弁の評価を行う。

計装用圧縮空気系設備の構成図を図2.1-1に，各機器の構造図を図2.1-2～4に示す。

##### (2) 材料および使用条件

計装用圧縮空気系設備主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	機器
①	空気圧縮機
②	アフタークーラ
③	除湿塔
④	配管
⑤	弁

太線部が評価設備

図2.1-1 計装用圧縮空気系設備 構成図

No.	部 位	No.	部 位
①	胴	⑫	シリンダ
②	ピストン	⑬	クロスヘッド
③	ピストンリング	⑭	クロスピン
④	吸排気弁	⑮	グラントパッキン
⑤	コネクティングロッド	⑯	オイルシール
⑥	スモールエンドメタル	⑰	クロスガイド
⑦	ラージエンドメタル	⑱	油ポンプギヤ
⑧	クランク軸	⑲	軸受 (転がり)
⑨	クランクケース	⑳	モータ
⑩	プーリ	㉑	取付ボルト
⑪	Vベルト	㉒	基礎ボルト

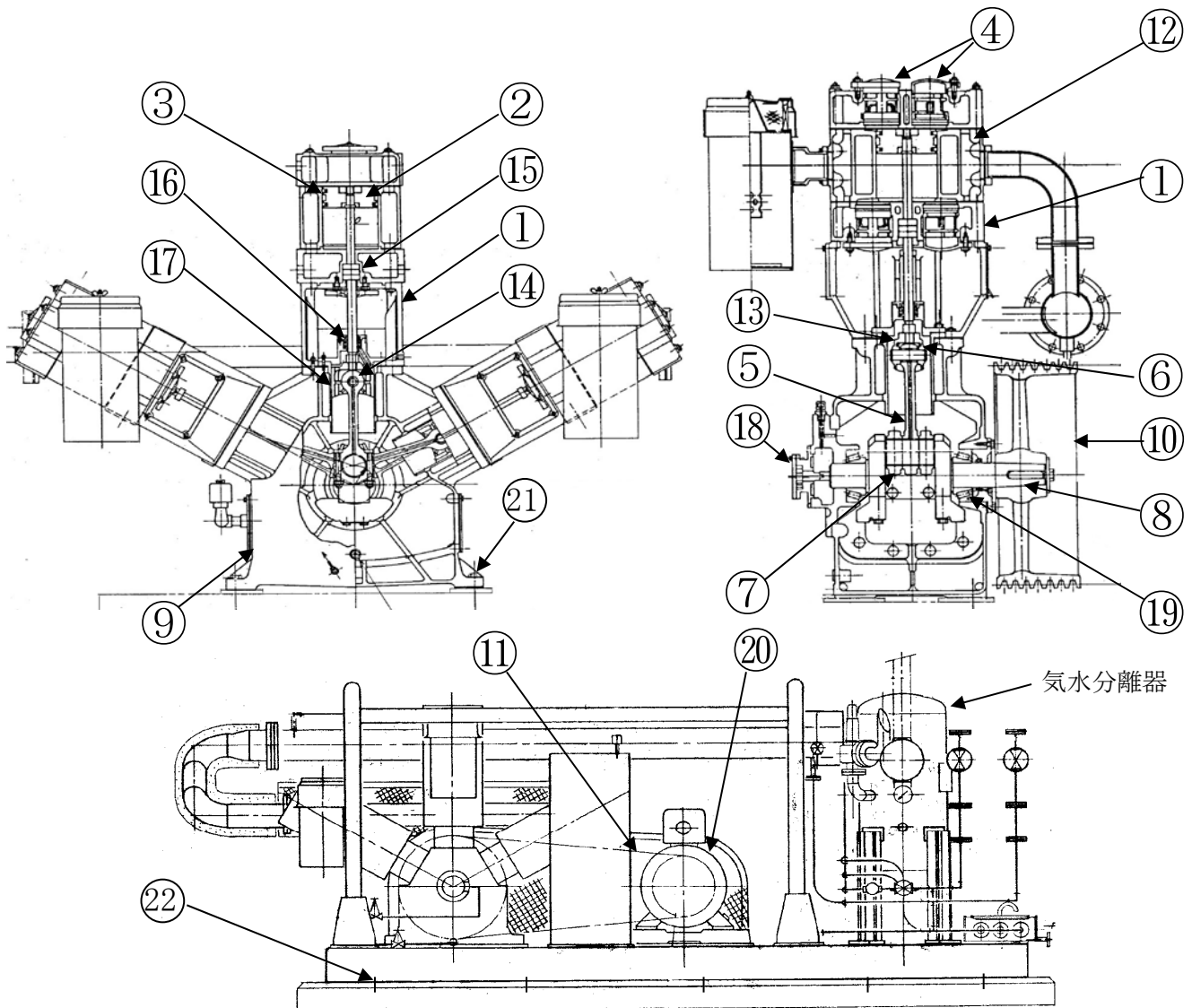


図2.1-2 空気圧縮機構造図

No.	部 位
①	胴
②	支持板
③	管板
④	伝熱管
⑤	パッキン
⑥	フランジボルト

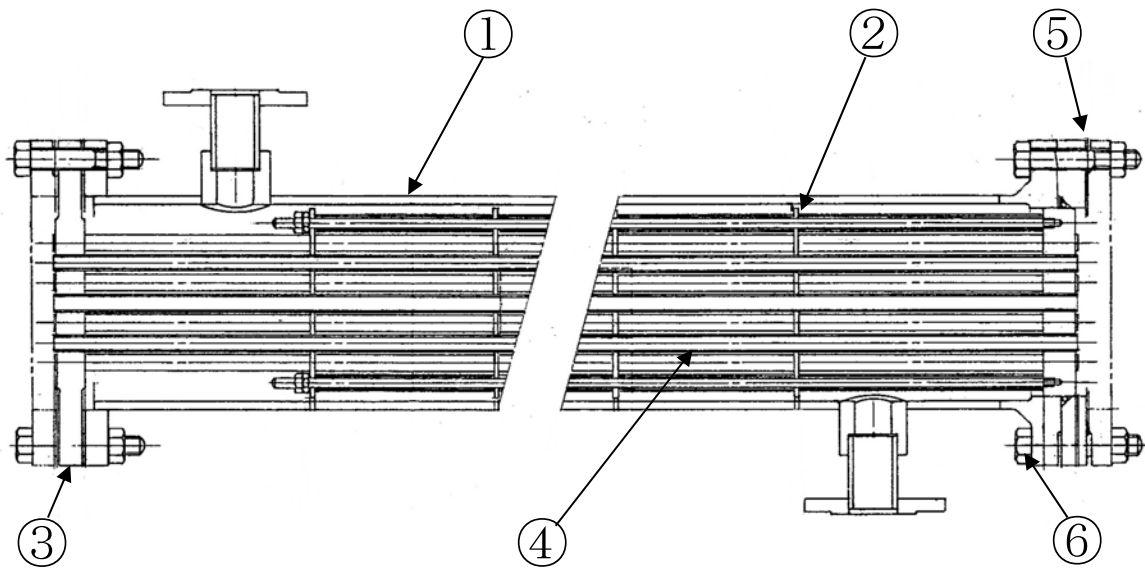


図2.1-3 アフタークーラ構造図

No.	部 位
①	胴
②	吸着剤
③	フランジボルト
④	パッキン
⑤	取付ボルト
⑥	基礎ボルト

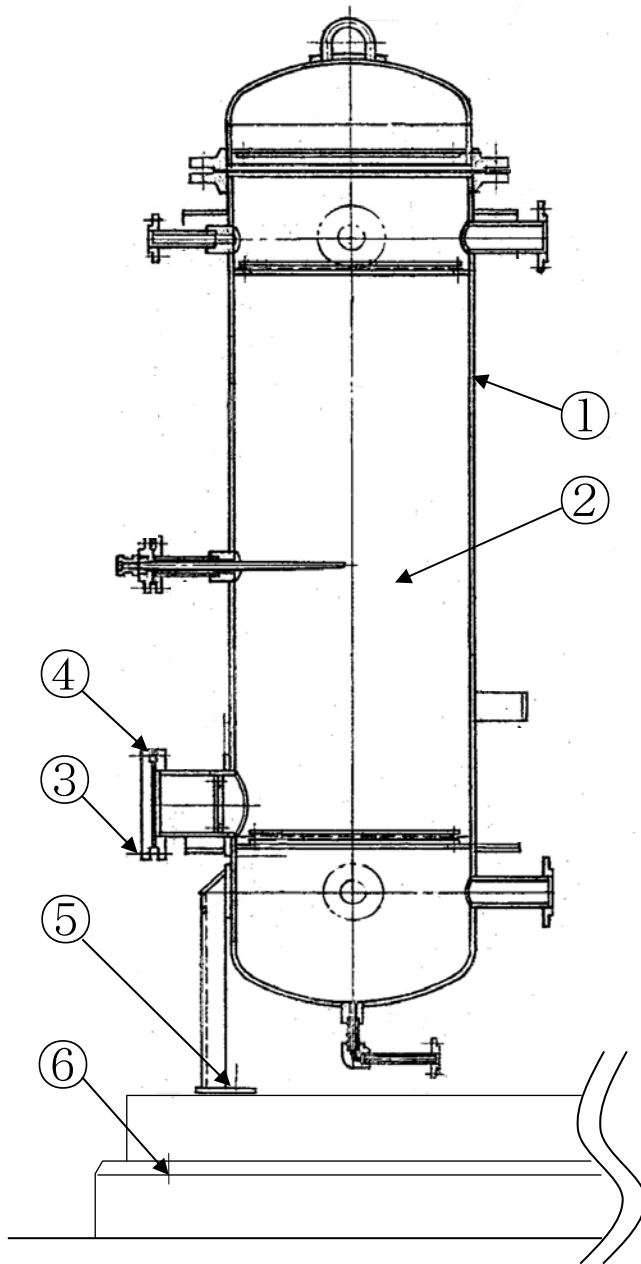


図2.1-4 除湿塔構造図

表2. 1-1 (1/2) 計装用圧縮空気系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
空気圧縮力の確保	空気圧縮機	胴	鋳鉄 (FC20, FC25, FC30, FC200)
		ピストン	アルミニウム合金鋳物 (AC8A)
		ピストンリング	(消耗品)
		吸排気弁	(定期取替品)
		コネクティングロッド	炭素鋼 (S45C)
		スモールエンドメタル	(消耗品)
		ラージエンドメタル	(消耗品)
		クランク軸	炭素鋼 (S45C)
		クランクケース	鋳鉄 (FC20)
		プーリ	鋳鉄 (FC20)
		Vベルト	(消耗品)
		シリンダ	鋳鉄 (FC30)
		クロスヘッド	鋳鉄 (FCD45)
		クロスピン	低合金鋼 (SNC415)
		グランドパッキン	(消耗品)
		オイルシール	(消耗品)
		クロスガイド	鋳鉄 (FC200)
		油ポンプギヤ	鋳鉄 (FC20)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
	モータ (低圧, 交流, 全閉)	主軸 : 低合金鋼 (SCM435) 固定子コイルおよび口出線・接続部品 : 銅, 絶縁物 (アラミト紙, エポキシ樹脂) 回転子棒・回転子エンドリング : アルミニウム 軸受 (転がり) : (消耗品)	
除湿機能の確保	アフタークーラ	胴	炭素鋼 (STPG38)
		支持板	炭素鋼 (SS41)
		管板	炭素鋼 (S25C)
		伝熱管	銅合金 (C7150T)
		パッキン	(消耗品)
		フランジボルト	炭素鋼 (S35C)

表2.1-1 (2/2) 計装用圧縮空気系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
除湿機能の確保	除湿塔	胴	炭素鋼 (SB42)
		吸着剤	(消耗品)
		フランジボルト	炭素鋼 (S30C)
		パッキン	(消耗品)
	配管・弁		炭素鋼 (STPG38) 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
機器の支持	配管ボルト		炭素鋼
	空気圧縮機	取付ボルト	炭素鋼 (SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)
	除湿塔	取付ボルト	炭素鋼 (SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)

表2.1-2 計装用圧縮空気系設備の使用条件

機器名称	空気圧縮機	アフタークーラ	除湿塔	配管・弁
最高使用圧力	0.9MPa	管側：0.9MPa 胴側：1.0MPa	0.9MPa	0.9MPa
最高使用温度	250℃	管側：250℃ 胴側：85℃	250℃	250℃
内部流体	空 気	管側：空 気 胴側：冷却水 (防錆剤入り)	空 気	空 気

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

計装用圧縮空気系設備の機能は、計装用圧縮空気を供給することであり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 空気圧縮力の確保
- ② 除湿機能の確保
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

計装用圧縮空気系設備について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ピストンリング、スモールエンドメタル、ラージエンドメタル、Vベルト、グランドパッキン、オイルシール、軸受（転がり）、パッキン、吸着剤は消耗品であり、吸排気弁は定期取替品である。いずれも、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. モータの固定子コイル、口出線・接続部品の絶縁特性低下〔空気圧縮機〕



## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔空気圧縮機，除湿塔〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### b. 胴等の腐食（全面腐食）〔空気圧縮機，アフタークーラ，除湿塔，配管・弁〕

空気圧縮機の胴，クランクケース，プーリは鋳鉄，アフタークーラのフランジボルト，除湿塔の胴，フランジボルト，配管，弁は炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり，湿分を含んだ空気と接触していることから，腐食が想定されるが，外面については塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施することとしており，これまで有意な腐食は認められていない。

湿分を含んだ空気と接触している部位については，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. ピストンおよびシリンダの摩耗〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のピストンおよびシリンダは，往復運動により摺動部に摩耗が想定されるが，ピストンにはピストンリング（消耗品）を取り付けており，シリンダと直接接触することはないため，摩耗が発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視確認および寸法測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗は確認されていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. ピストン，コネクティングロッドおよびクランク軸の高サイクル疲労割れ〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のピストン，コネクティングロッドおよびクランク軸には空気圧縮機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認および浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### e. クランク軸の摩耗〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のクランク軸はコネクティングロッドと接続されているため，摩耗が想定されるが，クランク軸とコネクティングロッドの間にはラージエンドメタル（消耗品）があ

り直接接触することはないため、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しておりこれまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. プーリの摩耗〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のプーリとVベルトの接触部は、Vベルトの張力が過大であると摩耗の進行が早まる可能性があるが、Vベルトの張力管理を行っているため、急激な摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および寸法測定を行い、必要に応じ取替を実施することとしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. クロスヘッド、クロスガイドおよびクロスピンの摩耗〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のクロスヘッドとクロスガイドは、互いが接触するため摩耗が想定されるが、潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、必要に応じて取替を行っている。

クロスピンについては、スモールエンドメタル（消耗品）と接触するが、クロスピンは低合金鋼でありスモールエンドメタルと比較して十分硬いことから、有意な摩耗が発生する可能性は小さい。また定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 油ポンプギヤの摩耗〔空気圧縮機〕

空気圧縮機の油ポンプはギヤポンプであるため歯車の摩耗が想定されるが、内部流体は潤滑油であることから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 胴および支持板の腐食（全面腐食）〔アフタークーラ〕

アフタークーラの胴および支持板は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、内部流体は冷却水（防錆剤入り）であり、胴外面は、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、外面については塗装の状況を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 管板の腐食（全面腐食）〔アフタークーラ〕

アフタークーラの管板は炭素鋼、胴側流体は空気であることから腐食が想定されるが、水室側流体は冷却水（防錆剤入り）であることから腐食が発生する可能性は小さい。

胴側流体については湿分を含んだ空気と接触するため、腐食が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ〔アフタークーラ〕

アフタークーラの伝熱管は、流体振動により支持板との間に摩耗および高サイクル疲労割れが想定されるが、伝熱管は支持板等により適切なスパンで支持されており、設計段階において伝熱管の流体による振動は十分抑制されるよう考慮されていることから高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および漏えい確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗および割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 伝熱管の腐食（全面腐食）〔アフタークーラ〕

アフタークーラの伝熱管には腐食が想定されるが、伝熱管は耐食性のある銅合金であり、内部流体は空気、外面流体は冷却水（防錆剤入り）であることから、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 伝熱管の異物付着〔アフタークーラ〕

アフタークーラの伝熱管外面の流体は冷却水（防錆剤入り）であり、また内面の流体は空気であることから、異物付着により伝熱性能が低下する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで異物付着による機能低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 配管サポートの腐食（全面腐食）

配管サポートは炭素鋼であり腐食が想定されるが、外面は塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔空気圧縮機，除湿塔〕

取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下のp. ～u. の評価について，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

p. モータの主軸の摩耗

q. モータのフレーム，エンドブラケット，端子箱の腐食（全面腐食）

r. モータの固定子コア，回転子コアの腐食（全面腐食）

s. モータの取付ボルトの腐食（全面腐食）

t. モータの回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ

u. モータの主軸の高サイクル疲労割れ

[p. ～u. :空気圧縮機]

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/3) 計装用圧縮空気系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・ 定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
空気圧縮力 の確保	空気圧縮機	胴		鋳鉄		△					*1：高サイクル疲労割 れ	
		ピストン		アルミニウム合金鋳物	△		△*1					
		ピストンリング	◎	—								
		吸排気弁	◎	—								
		コネクティングロッド		炭素鋼			△*1					
		スモールエンドメタル	◎	—								
		ラージエンドメタル	◎	—								
		クランク軸		炭素鋼	△		△*1					
		クランクケース		鋳鉄		△						
		プーリ		鋳鉄	△	△						
		Vベルト	◎	—								
		シリンダ		鋳鉄	△							
		クロスヘッド		鋳鉄	△							
		クロスピン		低合金鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/3) 計装用圧縮空気系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
空気圧縮力の確保	空気圧縮機	グランドパッキン	◎	—							*1：軸受（転がり）
		オイルシール	◎	—							*2：主軸
		クロスナイト		铸铁	△						*3：フレーム，エンドブラケット，端子箱
		油ポンプギヤ		铸铁	△						*4：固定子コア，回転子コア
		軸受（転がり）	◎	—							*5：取付ボルト
		モータ（低圧，交流，全閉）	◎*1	炭素鋼，銅，絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*6*7			○*8	*6：回転子棒，回転子エンドリングの疲労割れ
除湿機能の確保	アフタークーラ	胴		炭素鋼		△					*7：主軸の高サイクル疲労割れ
		支持板		炭素鋼		△					*8：固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下
		管板		炭素鋼		△					*9：高サイクル疲労割れ
		伝熱管		銅合金	△	△	△*9			△*10	*10：異物付着
		パッキン	◎	—							
		フランジボルト		炭素鋼		△					

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (3/3) 計装用圧縮空気系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・ 定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
除湿機能の確保	除湿塔	胴		炭素鋼		△						
		吸着剤	◎	—								
		フランジボルト		炭素鋼		△						
		パッキン	◎	—								
	配管・弁		炭素鋼 炭素鋼鋳鋼		△							
機器の支持	配管サポート			炭素鋼		△						
	空気圧縮機	取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	除湿塔	取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下について，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。



## 8. 気体廃棄物処理系設備

[対象機器]

- ① 空気抽出器
- ② 排ガスブロワ
- ③ 排ガスブロワ後置冷却器

## 目 次

1. 対象機器	8-1
2. 対象機器の技術評価	8-3
2.1 構造, 材料および使用条件	8-3
2.1.1 空気抽出器	8-3
2.1.2 排ガスブロワ	8-8
2.1.3 排ガスブロワ後置冷却器	8-11
2.2 経年劣化事象の抽出	8-14
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	8-14
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	8-14
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	8-16

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している気体廃棄物処理系設備の仕様を表1-1に示す。

また、空気抽出器、排ガスブロワおよび排ガスブロワ後置冷却器を除く最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3以上の気体廃棄物処理系機器については、熱交換器、容器、配管および弁の技術評価にて評価を実施しており、本評価書には含めていない。気体廃棄物処理系設備の評価対象機器を図1に示す。

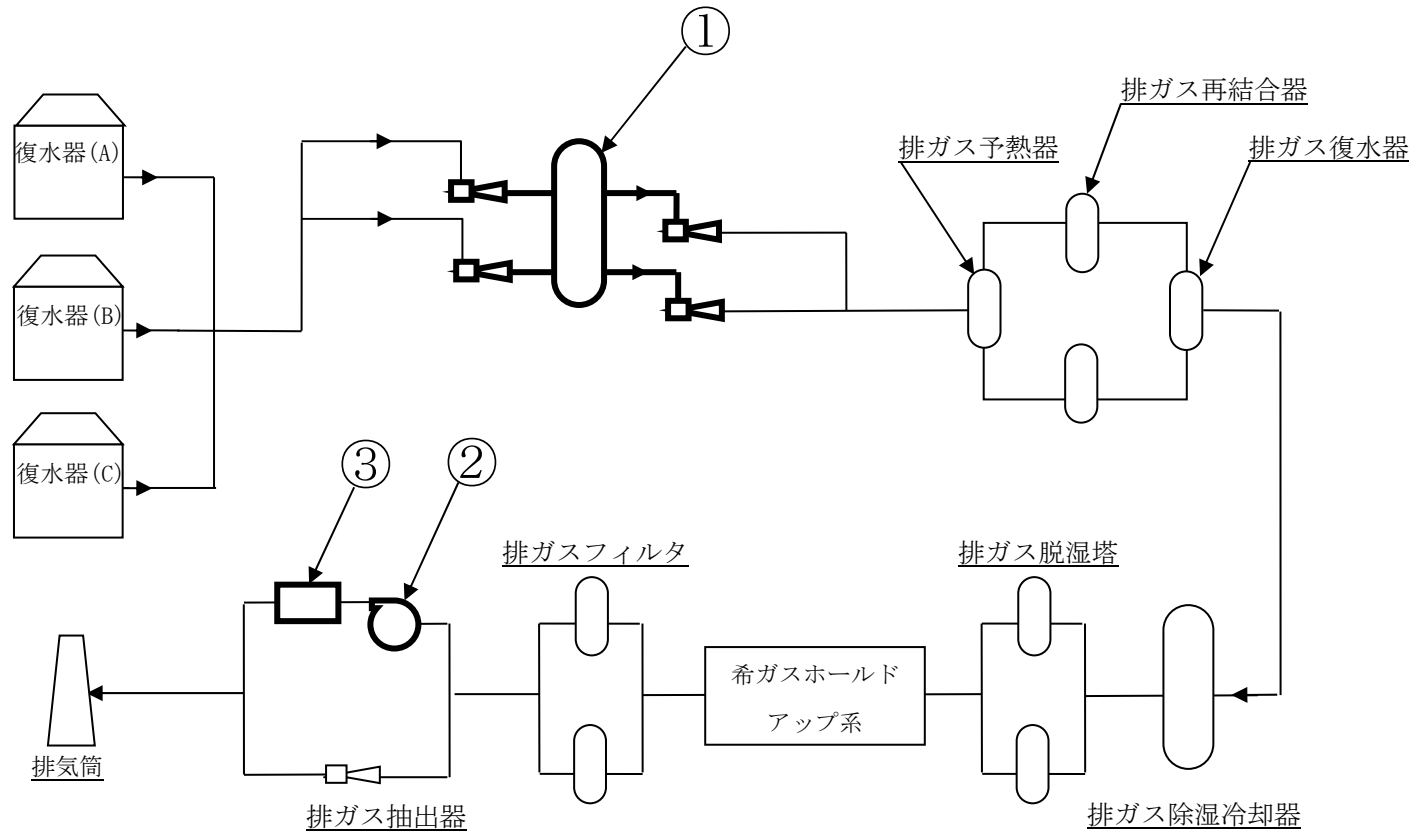
表1-1 気体廃棄物処理系設備の仕様

名称 (基数)	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件		
			運転 状態	最高使用圧力*2	最高使用温度 (℃)
空気抽出器 (1)	987kg/h	高*3	連続	蒸気室:2.5&Vac 管側:1.9 胴側:0.4&Vac	蒸気室:225 管側:60 胴側:170
排ガスブロワ (1)	80m <sup>3</sup> /h	高*3	連続 (短期)	0.3/-0.1	120
排ガスブロワ後置冷却器 (1)	1.62kW	高*3	連続 (短期)	内筒:0.3 外筒:1.4	内筒:120 外筒:85

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：特に記載がない場合、単位はMPaを示す。

\*3：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器を示す。



No.	機 器
①	空気抽出器
②	排ガスプロ
③	排ガスプロ後置冷却器

太線部が評価設備

図1 気体廃棄物処理系設備評価対象機器

## 2. 対象機器の技術評価

本章では、以下の気体廃棄物処理系設備について技術評価を実施する。

- ① 空気抽出器
- ② 排ガスブロワ
- ③ 排ガスブロワ後置冷却器

### 2.1 構造、材料および使用条件

#### 2.1.1 空気抽出器

##### (1) 構造

空気抽出器は、2連2段蒸気噴射式であり、空気抽出器復水器、空気抽出器（第1段、第2段）で構成している。

空気抽出器の系統図を図2.1-1に、各機器の構造図を図2.1-2に示す。

##### (2) 材料および使用条件

空気抽出器主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	空気抽出器（第1段）
②	空気抽出器（第2段）
③	空気抽出器復水器

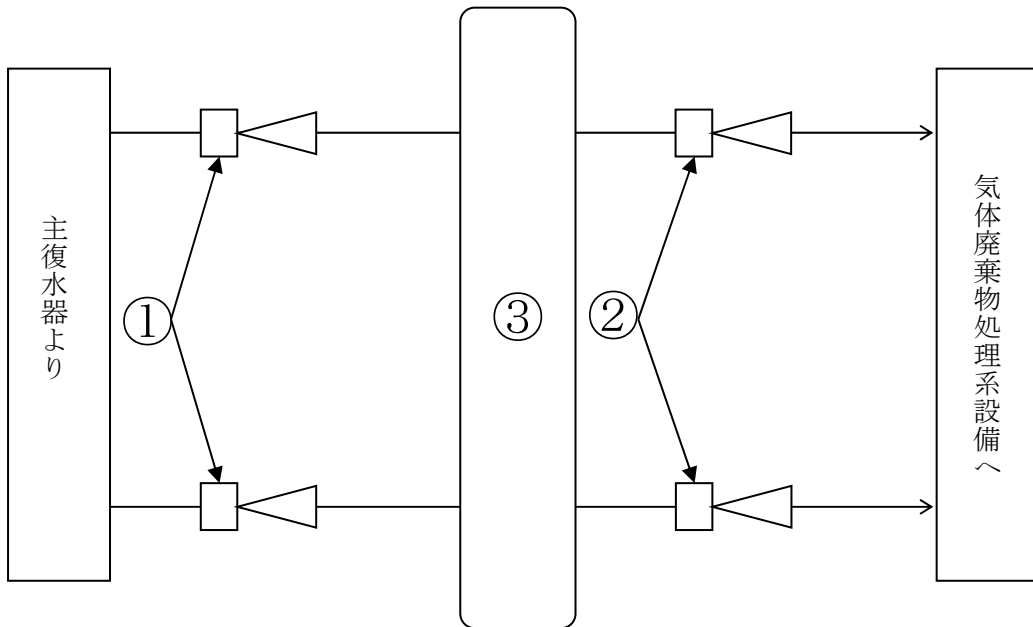
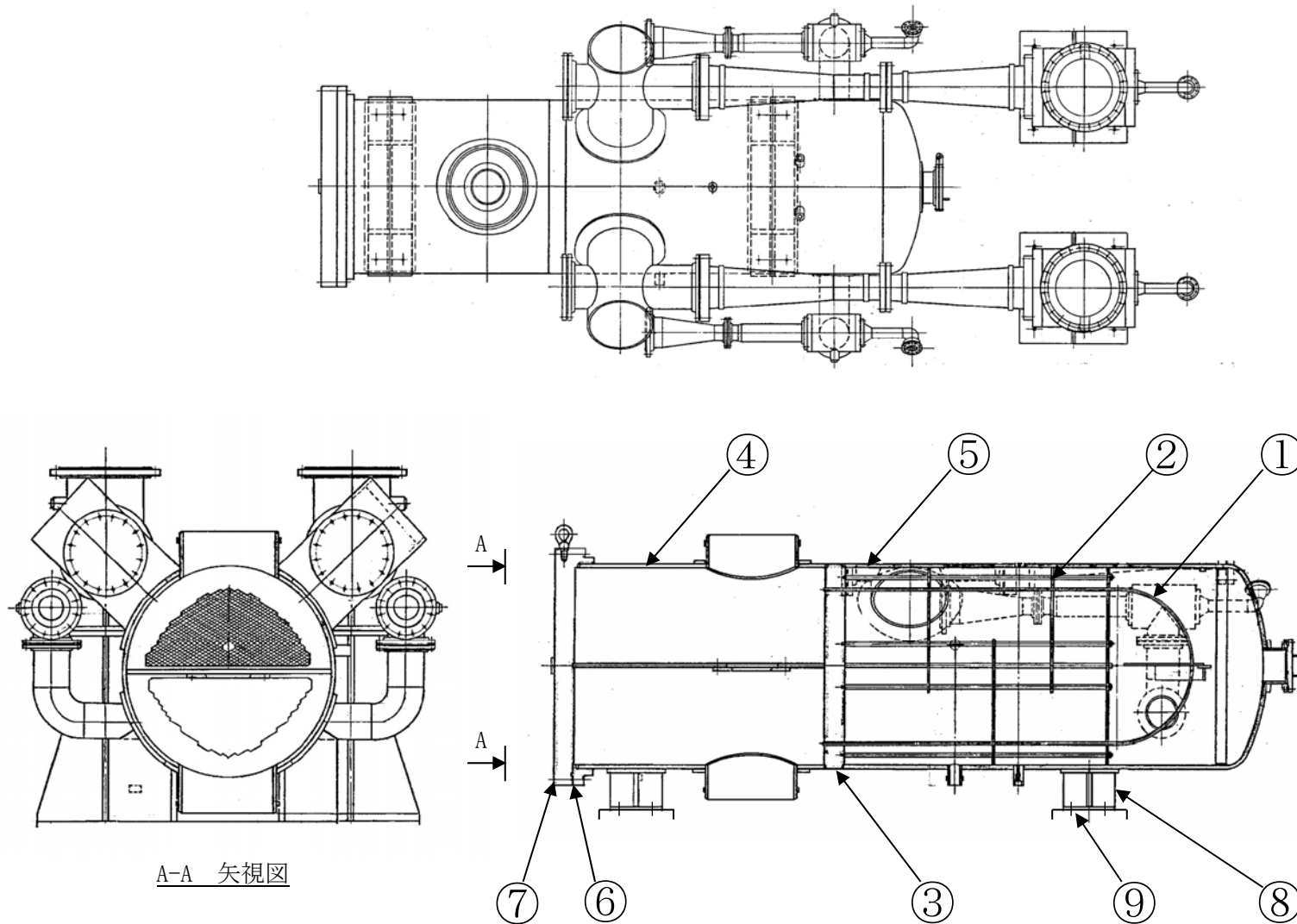


図2.1-1 空気抽出器系統図



No.	部 位
①	伝熱管
②	管支持板
③	管板
④	水室
⑤	胴
⑥	ガスケット
⑦	フランジボルト
⑧	支持脚
⑨	基礎ボルト

図2.1-2 (1/2) 空気抽出器復水器構造図

No.	部 位
①	蒸気室
②	抽気室
③	排ガス入口管
④	放気管
⑤	ガスケット
⑥	ノズル

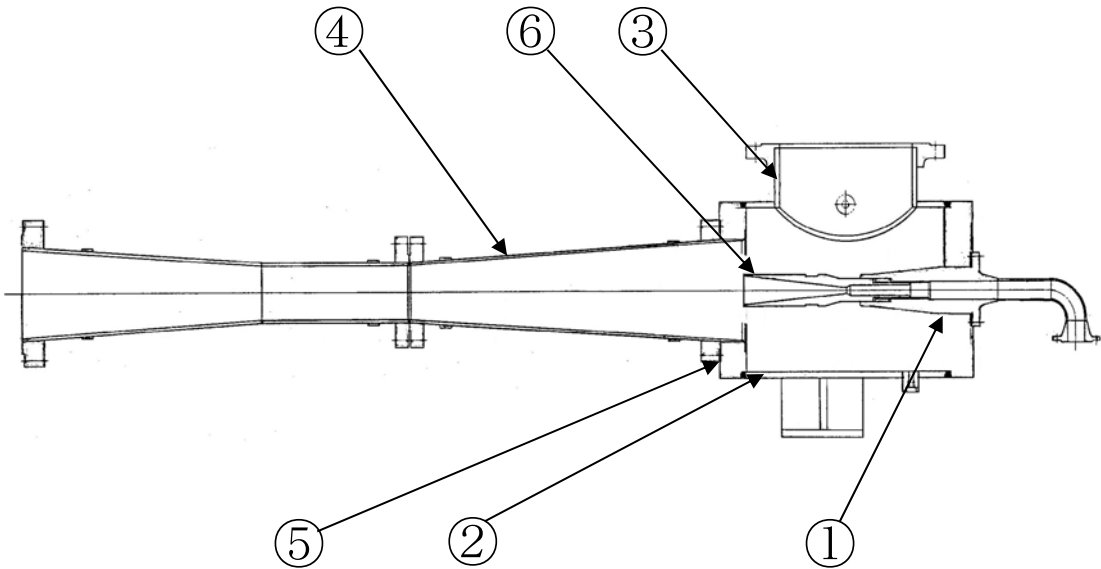


図2.1-2 (2/2) 空気抽出器 (第1段, 第2段) 構造図



表2.1-1 空気抽出器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料	
伝熱性能の確保		伝熱管	ステンレス鋼 (SUS304TB)	
		管支持板	低合金鋼 (SCMV3)	
バウダリの維持	空気抽出器復水器	管板	炭素鋼 (SF50A)	
		水室	炭素鋼 (SB46)	
		胴	低合金鋼 (SCMV3)	
		ガスケット	(消耗品)	
		フランジボルト	低合金鋼 (SNB7)	
		蒸気室	第1段	炭素鋼 (SF50A)
			第2段	
	抽気室	第1段	炭素鋼 (SB46)	
		第2段		
	排ガス入口管	第1段	炭素鋼 (SB46)	
		第2段	炭素鋼 (STPT42)	
	放気管	第1段	炭素鋼 (SB46)	
		第2段	炭素鋼 (SF50A)	
	ガスケット	(消耗品)		
蒸気の噴射	ノズル	第1段	ステンレス鋼 (SUS304)	
		第2段		
機器の支持	支持脚		炭素鋼 (SM41A)	
	基礎ボルト		炭素鋼 (SS41)	

表2.1-2 空気抽出器の使用条件

	空気抽出器復水器		空気抽出器
	管側	胴側	蒸気室
最高使用温度	60℃	170℃	225℃
最高使用圧力	1.9MPa	0.4MPa & Vac	2.5MPa & Vac
内 部 流 体	純水	排ガス, 蒸気	蒸気

## 2.1.2 排ガスブロワ

### (1) 構造

排ガスブロワは、ルーツ形のブロワで、1基設置されている。

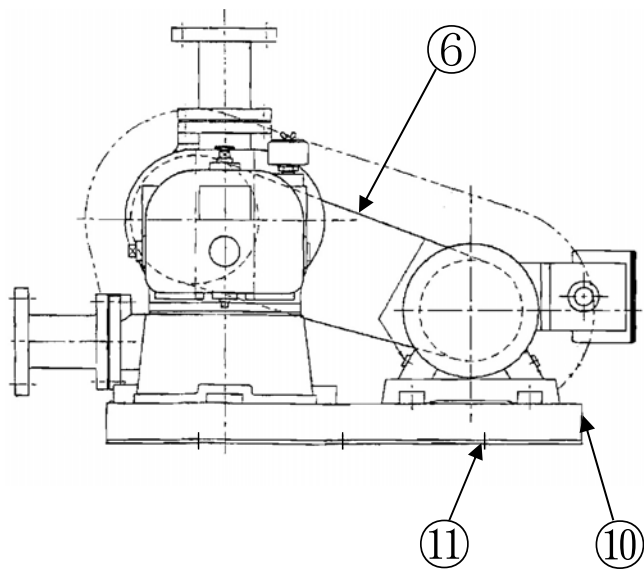
主軸にはステンレス鋼、ケーシングには鋳鉄、歯車には低合金鋼を使用している。

排ガスブロワについては、第17回定期事業者検査（2011年度～）に機器の一式取替を行っている。

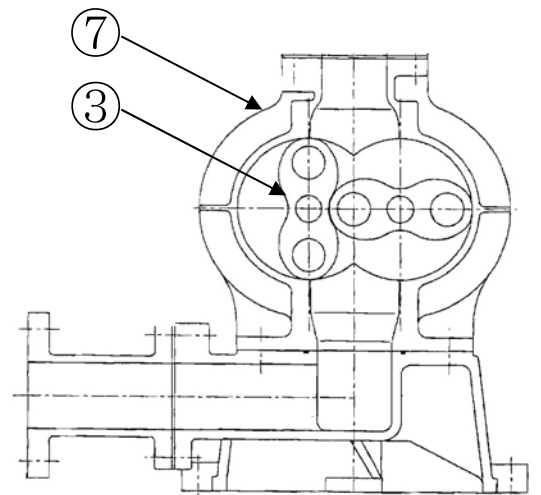
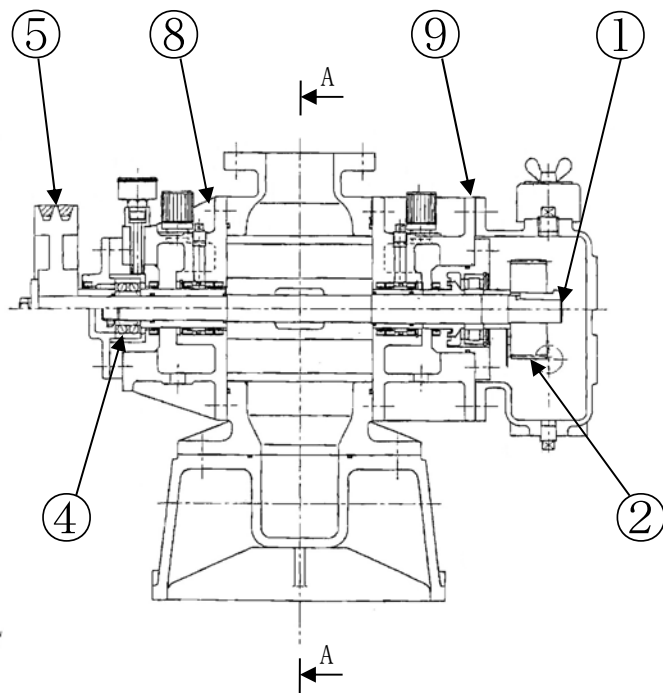
排ガスブロワの構造図を図2.1-2に示す。

### (2) 材料および使用条件

排ガスブロワ主要部位の使用材料を表2.1-3に、使用条件を表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	主軸
②	歯車
③	ロータ
④	軸受 (転がり)
⑤	プーリ
⑥	Vベルト
⑦	ケーシング
⑧	サイドプレート
⑨	ガスケット
⑩	ベース
⑪	基礎ボルト



A-A 矢視図

図2.1-2 排ガスブロワ構造図

表2.1-3 排ガスブロワ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
ブロワ容量の確保	主軸	ステンレス鋼 (SUS420J2)
	歯車	低合金鋼 (SCM440H)
	ロータ	鋳鉄 (FCD500)
	軸受 (転がり)	(消耗品)
	プーリ	鋳鉄 (FC200)
	Vベルト	(消耗品)
ハウジングの維持	ケーシング	鋳鉄 (FC200)
	サイトプレート	鋳鉄 (FC200)
	ガスケット	(消耗品)
機器の支持	ベース	炭素鋼 (SS400)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS400)

表2.1-4 排ガスブロワの使用条件

最高使用温度	120℃
最高使用圧力	0.3/-0.1MPa
内部流体	排ガス

### 2.1.3 排ガスブロワ後置冷却器

#### (1) 構造

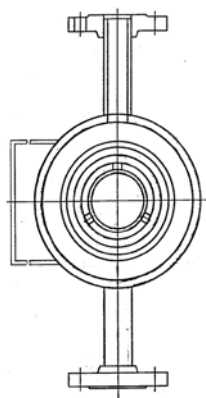
排ガスブロワ後置冷却器は、2胴二重管式の熱交換器であり、1基設置されている。

外筒、内筒には炭素鋼を使用している。

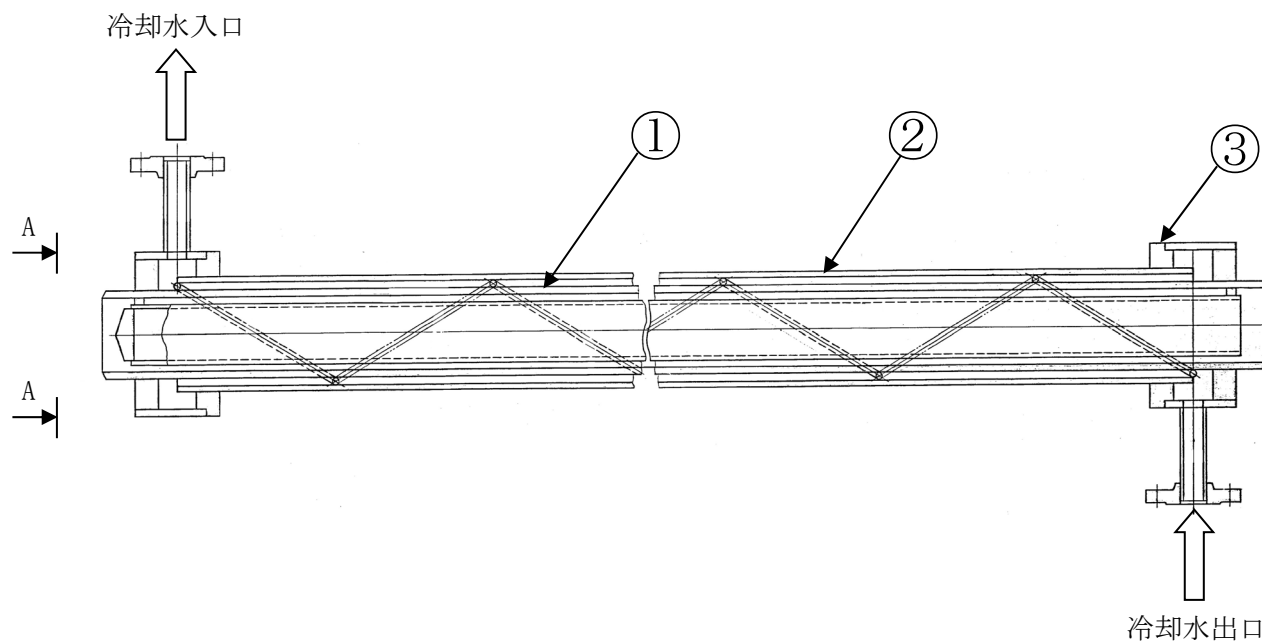
排ガスブロワ後置冷却器の構造図を図2.1-3に示す。

#### (2) 材料および使用条件

排ガスブロワ後置冷却器主要部位の使用材料を表2.1-5に、使用条件を表2.1-6に示す。



A-A 矢視図



No.	部 位
①	内筒
②	外筒
③	水室

図2.1-3 排ガスブロワ後置冷却器構造図

表2.1-5 排ガスブロワ後置冷却器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
パウンダリの維持	内筒	炭素鋼 (STPT42)
	外筒	炭素鋼 (STPT42)
	水室	炭素鋼 (STPT42)

表2.1-6 排ガスブロワ後置冷却器の使用条件

最高使用温度	内 筒: 120℃ 外 筒: 85℃
最高使用圧力	内 筒: 0.3MPa 外 筒: 1.4MPa
内 部 流 体	内 筒: 排ガス 外 筒: 冷却水 (防錆剤入り)

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

気体廃棄物処理系設備の機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 伝熱性能の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 蒸気の噴射
- ④ ブロワ容量の確保
- ⑤ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

気体廃棄物処理系設備について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品については次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ガスケット、軸受（転がり）、Vベルトは消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 管板（胴側）の腐食（全面腐食）〔空気抽出器〕

空気抽出器の管板（胴側）は炭素鋼であり、内部流体は蒸気または蒸気-空気混合ガスであり、腐食が想定されるが、定期的に漏えい確認を実施し、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 支持脚スライド部の腐食（全面腐食）〔空気抽出器〕

空気抽出器の支持脚（スライド部）の穴部はボルト径に比べて大きな穴径となっており、スライド部がベースプレート上を滑ることにより横方向への熱移動を吸収できるようになっているが、スライド部およびベースプレートは炭素鋼であり、接触面に腐食が想定される。

しかし、大気接触部については塗装により腐食を防止しており、目視確認により健全性を確認している。なお、これまで有意な腐食は発生していない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 主軸の摩耗〔排ガスブロワ〕

排ガスブロワは軸受（転がり）を使用しており、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定されるが、定期的に目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔空気抽出器，排ガスブロワ〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### e. 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ〔空気抽出器〕

伝熱管は、流体による振動により管支持板との間に摩耗および高サイクル疲労割れが想定されるが、伝熱管は管支持板等により適切なスパンで支持されており、設計段階において伝熱管の外表面の流体による振動は十分抑制されるよう考慮されている。

また定期的に目視確認および渦流探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 伝熱管の異物付着〔空気抽出器〕

空気抽出器の伝熱管の内外面の流体は、水質管理された純水であり、異物付着により伝熱性能が低下する可能性は小さい。また、定期的に目視確認および管内の清掃を行い、健全性を確認しており、異物付着による機能低下は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 管支持板、胴の腐食（流れ加速型腐食）〔空気抽出器〕

空気抽出器の内部流体は蒸気または蒸気-空気混合ガスであり、高速の蒸気と接する部位で流れ加速型腐食による減肉が発生する可能性があるが、流れ加速型腐食に対し耐食性の良い低合金鋼を使用しているため腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に胴内部の可能な範囲の目視確認および漏えい確認を実施し、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 水室、管板（水室側）の腐食（全面腐食）〔空気抽出器〕

空気抽出器の水室、管板（水室側）は炭素鋼であり、内部流体は純水であることから腐食が想定されるが、腐食対策として酸素注入を実施し、溶存酸素濃度を調整しており、有意な腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまでの点検結果から有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. フランジボルトの腐食（全面腐食）〔空気抽出器〕

空気抽出器のフランジボルトは低合金鋼であり腐食が想定されるが、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 蒸気室、放気管の腐食（流れ加速型腐食）〔空気抽出器〕

空気抽出器の蒸気室、放気管は炭素鋼であり、内部流体は蒸気または蒸気-空気混合ガスであることから、流れ加速型腐食が想定されるが、蒸気室に流入する蒸気は、主蒸気ヘッドからの湿り度の低い蒸気のため、腐食（流れ加速型腐食）が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 抽気室および排ガス入口管の腐食（全面腐食）〔空気抽出器〕

空気抽出器の抽気室および排ガス入口管は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 支持脚、ベースの腐食（全面腐食）〔空気抽出器、排ガスブロワ〕

空気抽出器の支持脚および排ガスブロワのベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認しており、必要に応じ補修塗装を実施している。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 主軸の高サイクル疲労割れ〔排ガスブロワ〕

排ガスブロワの主軸にはブロワ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認、浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 歯車の摩耗〔排ガスブロワ〕

排ガスブロワの歯車の噛み合い部には摩耗が想定されるが、潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. ロータ等の腐食（全面腐食）〔排ガスブロワ〕

排ガスブロワのロータ、プーリ、ケーシングおよびサイドプレートは鋳鉄であり、腐食が想定されるが、ロータおよびケーシング内面については、内部流体が除湿された空気であり腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

プーリ、ケーシング外面およびサイドプレートについては、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. プーリの摩耗〔排ガスブロワ〕

排ガスブロワのプーリはVベルトの接触部において摩耗が想定されるが、Vベルトは張力管理を行っており摩耗が進行する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い健全性を確認することとしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

q. 内筒、外筒および水室の腐食（全面腐食）〔排ガスブロワ後置冷却器〕

排ガスブロワ後置冷却器の内筒、外筒および水室は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、内筒の外表面の流体は冷却水（防錆剤入り）であり、内表面の流体は湿り度の低い排ガスであることから、腐食が発生する可能性は小さい。外筒および水室については、外表面は塗装により腐食を防止しており、内表面は流体が冷却水（防錆剤入り）であることから、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行うとともに、外筒外表面の塗装の状態を確認し必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/3) 空気抽出器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品 ・定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考		
					減 肉		割 れ		材質変化			その他	
					摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化			
伝熱性能の確保	空気抽出器 復水器	伝熱管		ステンレス鋼	△		△*1				△*2	*1：高サイクル疲労割れ *2：異物付着 *3：胴側 *4：水室側 *5：流れ加速型腐食 *6：スライト部	
		管支持板		低合金鋼		△*5							
管板			炭素鋼		△*3*4								
水室			炭素鋼		△								
胴			低合金鋼		△*5								
ガスケット		◎	—										
フランジボルト			低合金鋼		△								
ハウタリの維持		空気抽出器	蒸気室		炭素鋼		△*5						
			抽気室		炭素鋼		△						
			排ガス入口管		炭素鋼		△						
	放気管			炭素鋼		△*5							
	ガスケット		◎	—									
蒸気の噴射		ノズル		ステンレス鋼									
機器の支持	支持脚			炭素鋼		△△*6							
	基礎ボルト			炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/3) 排ガスブロワに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ブロワ容量の確保	主軸		ステンレス鋼	△		△*1					*1：高サイクル疲労割れ
	歯車		低合金鋼	△							
	ロータ		鋳鉄		△						
	軸受（転がり）	◎	—								
	プーリ		鋳鉄	△	△						
	Vベルト	◎	—								
ハウジングの維持	ケーシング		鋳鉄		△						
	サイトプレート		鋳鉄		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	ベース		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (3/3) 排ガスブロワ後置冷却器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
バウダリの維持	内筒		炭素鋼		△						
	外筒		炭素鋼		△						
	水室		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）



## 9. 新燃料貯蔵ラック

[対象機器]

- ① 新燃料貯蔵ラック

## 目 次

1. 対象機器	9-1
2. 対象機器の技術評価	9-2
2.1 構造, 材料および使用条件	9-2
2.1.1 新燃料貯蔵ラック	9-2
2.2 経年劣化事象の抽出	9-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	9-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	9-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	9-6

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している新燃料貯蔵ラックの仕様を表1-1に示す。

表1-1 新燃料貯蔵ラックの仕様

名 称 (基数)	仕 様	重要度	使用条件	
			使用圧力	周囲温度
新燃料貯蔵ラック (5)	たて置きラック式 (稠密型)	PS-2	大気圧	40 °C以下

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 新燃料貯蔵ラック

##### (1) 構造

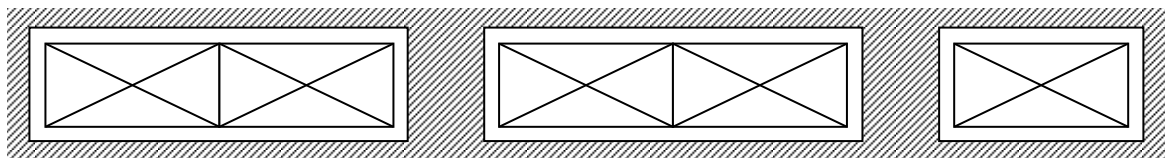
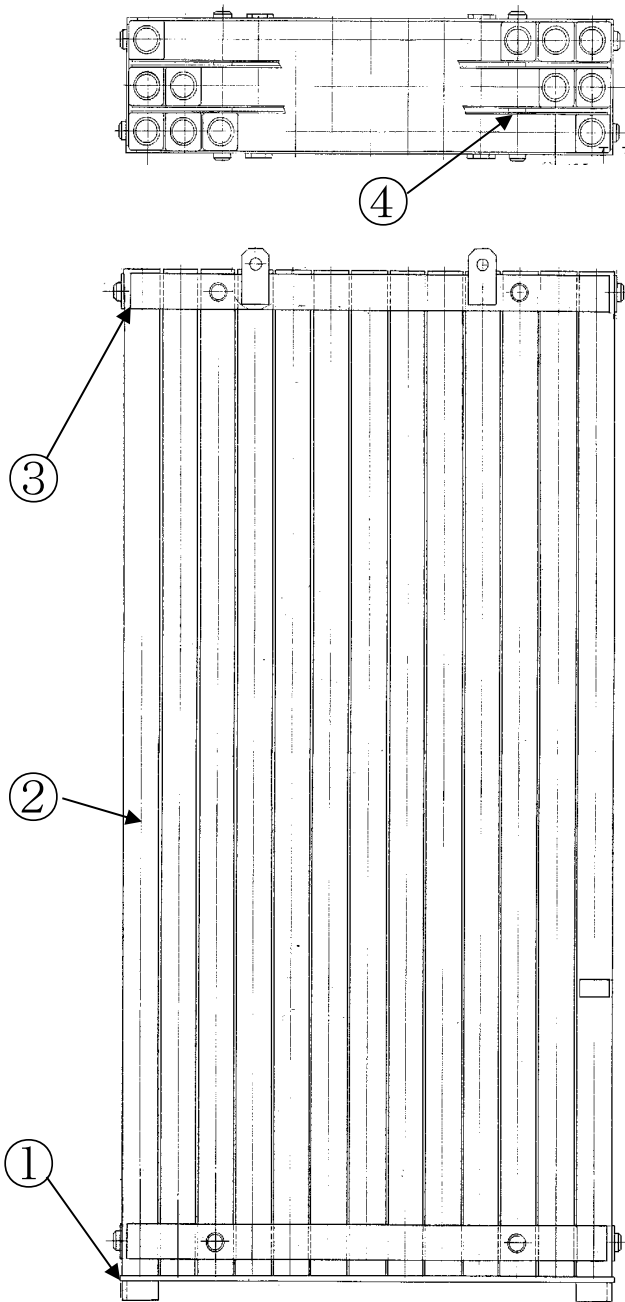
新燃料貯蔵ラックは, たて置きラック式 (稠密型) のステンレス鋼製で原子炉建物に5基設置している。

新燃料貯蔵ラックの構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

新燃料貯蔵ラック主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	ベース
②	コラム
③	チャンネル
④	スぺーサブロック



ラック配置図

図2.1-1 新燃料貯蔵ラック構造図

表2.1-1 新燃料貯蔵ラック主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
新燃料の位置保持	ベース	ステンレス鋼 (SUS304)
	コラム	ステンレス鋼 (SUS304TP)
未臨界の維持	チャンネル	ステンレス鋼 (SUS304)
	スペーサブロック	ステンレス鋼 (SUS304)

表2.1-2 新燃料貯蔵ラックの使用条件

使用圧力	大気圧
周囲温度	40 °C以下

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

新燃料貯蔵ラックの機能は、新燃料の臨界防止機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 新燃料の位置保持
- ② 未臨界の維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

新燃料貯蔵ラックについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

新燃料貯蔵ラックには、消耗品および定期取替品はない。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

- (1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

日常劣化管理事象に該当するものは抽出されなかった。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当するものは抽出されなかった。



表2.2-1 新燃料貯蔵ラックに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
新燃料の 位置保持	ベース		ステンレス鋼								
	コラム		ステンレス鋼								
未臨界の維持	チャンネル		ステンレス鋼								
	スパーサブロック		ステンレス鋼								

## 10. 液体废弃物处理系設備

[対象機器]

- ① 液体废弃物处理系設備

## 目 次

1. 対象機器	10-1
2. 対象機器の技術評価	10-2
2.1 構造, 材料および使用条件	10-2
2.1.1 液体廃棄物処理系設備	10-2
2.2 経年劣化事象の抽出	10-23
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	10-23
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	10-23
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	10-25

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している液体廃棄物処理系設備の仕様を表1-1に示す。

表1-1 液体廃棄物処理系設備の仕様

名 称	仕 様* <sup>1</sup> (熱交換容量)	重要度 * <sup>2</sup>	使 用 条 件		
			運 転 状 態	最高使用圧力* <sup>3</sup>	最高使用温度* <sup>3</sup>
液体廃棄物処理系設備	床ト <sup>レ</sup> 濃縮装置 3.3MW	高* <sup>4</sup>	連続	1.4MPa	175℃
	化学廃液濃縮装置 2.2MW	高* <sup>4</sup>	連続	1.4MPa	175℃
	ラ <sup>ン</sup> ト <sup>リ</sup> 濃縮装置 1.3MW	高* <sup>4</sup>	連続	2.1MPa	175℃

\*1：濃縮器の容量を示す。

\*2：最上位の重要度クラスを示す。

\*3：系統内の最高使用圧力，最高使用温度を示す。

\*4：最高使用温度が95℃を超え，または最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器を示す。

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 液体廃棄物処理系設備

##### (1) 構造

液体廃棄物処理系設備は、床ドレン、化学廃液等を濃縮し、蒸留水と濃縮廃液とを分離する床ドレン濃縮器、化学廃液濃縮器、ランドリドレン濃縮器、各濃縮器にて蒸発した蒸気を凝縮回収する床ドレン濃縮器復水器、化学廃液濃縮器復水器、ランドリドレン濃縮器復水器、各濃縮器から排出される濃縮廃液を受入れ、貯蔵、減衰する濃縮廃液タンク、ランドリドレン濃縮廃液タンク、タンク内の濃縮廃液を攪拌および固化処理設備へ移送する濃縮廃液ポンプ、ランドリドレン系については濃縮廃液の乾燥粉体化を行うためのランドリドレン乾燥機から構成される。液体廃棄物処理系設備のうち高温・高圧対象機器として床ドレン濃縮器、化学廃液濃縮器、ランドリドレン濃縮器、床ドレン濃縮器復水器、化学廃液濃縮器復水器、ランドリドレン濃縮器復水器、濃縮廃液タンク、ランドリドレン濃縮廃液タンク、濃縮廃液ポンプ、ランドリドレン乾燥機の評価を行う。

液体廃棄物処理系設備の評価対象機器を図2.1-1に、構造図を図2.1-2～図2.1-15に示す。

##### (2) 材料および使用条件

液体廃棄物処理系設備主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

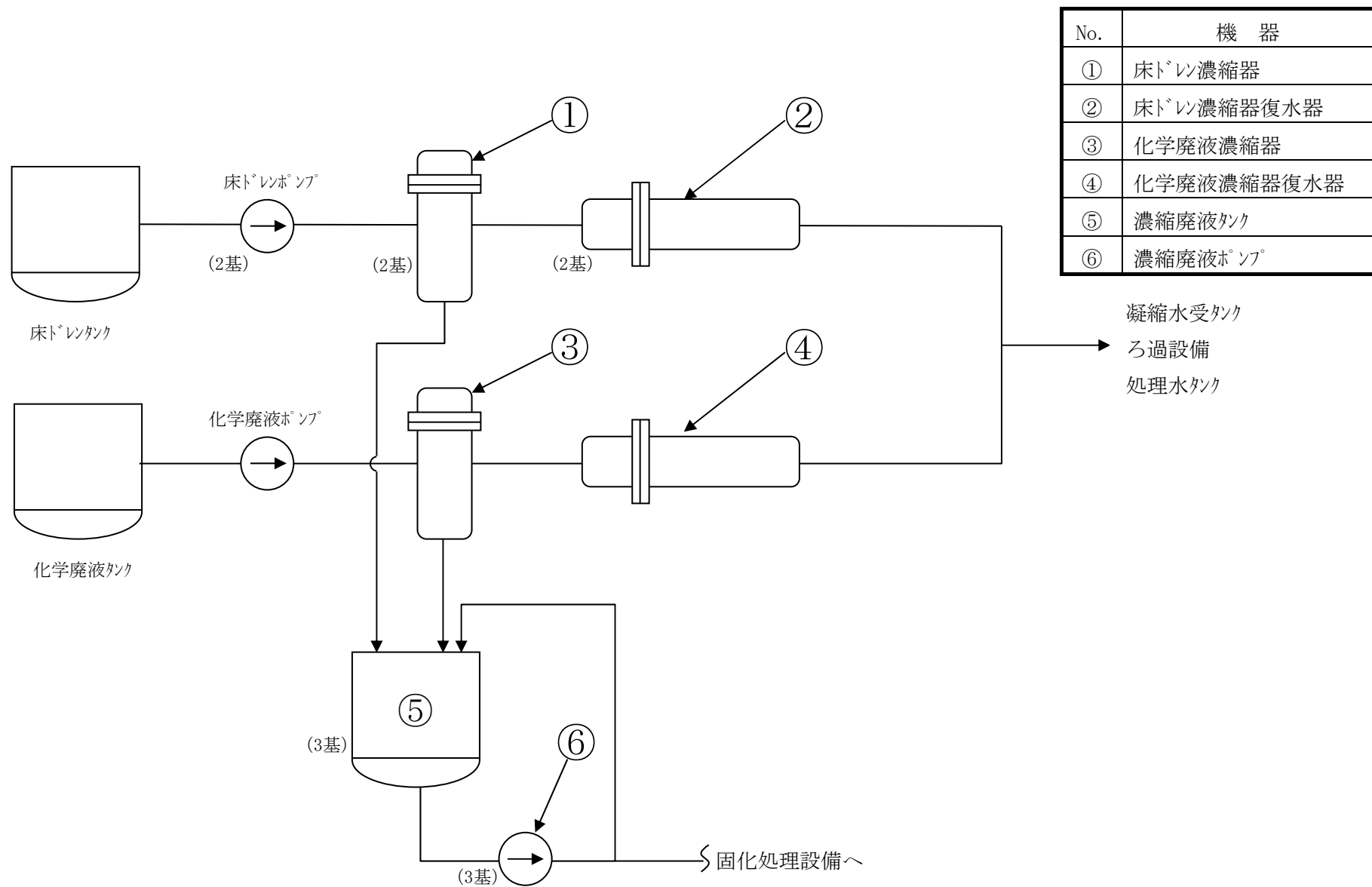


図2.1-1 (1/2) 液体廃棄物処理系設備 (床ドレン系, 化学廃液系) 評価対象機器

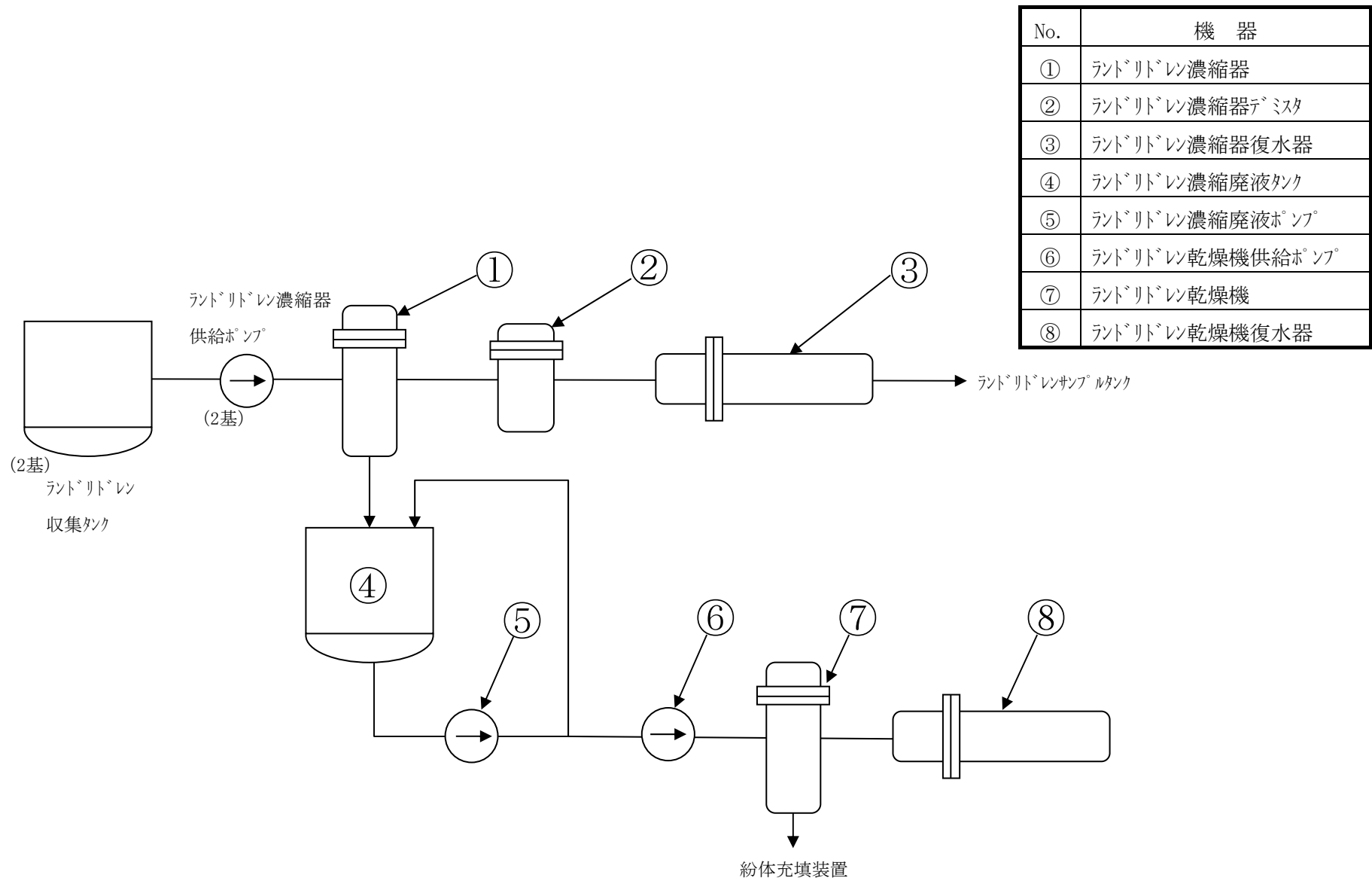
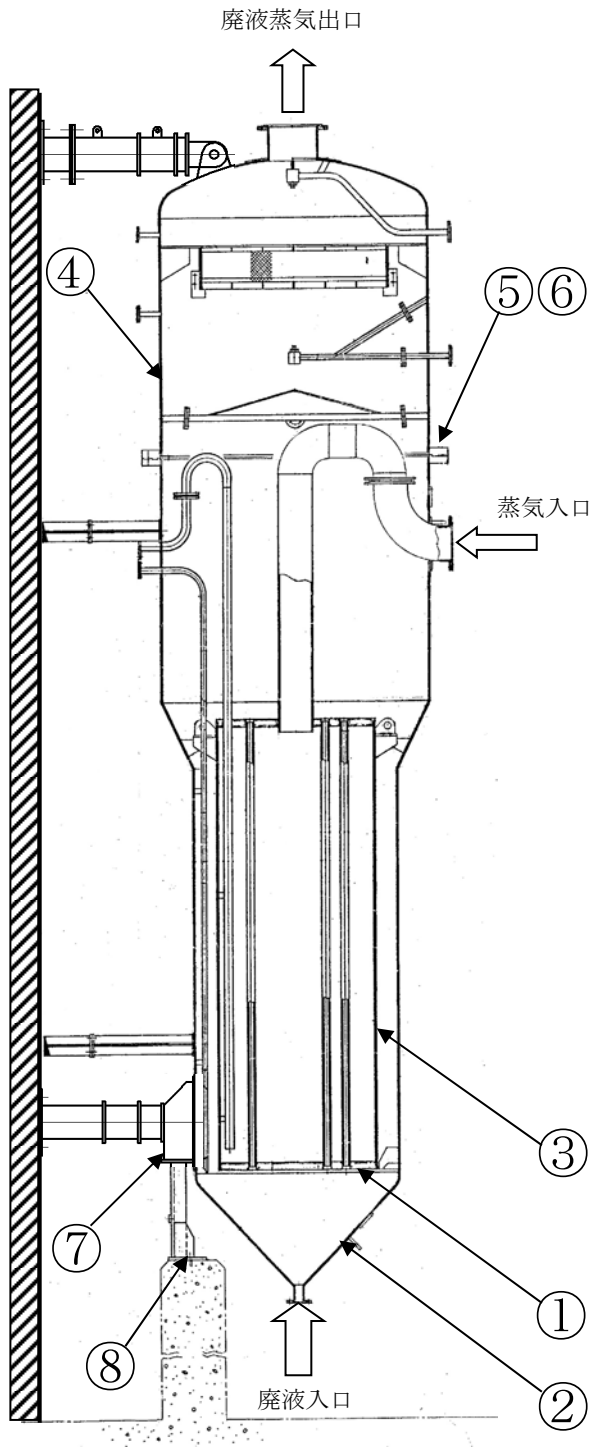


図2.1-1 (2/2) 液体廃棄物処理系設備 (ランドリドレン系) 評価対象機器



No.	部 位
①	管板
②	水室
③	胴 (加熱器)
④	胴 (蒸発器)
⑤	ガスケット
⑥	フランジボルト
⑦	支持脚, 支持鋼材
⑧	基礎ボルト

図2.1-2 床ドレン濃縮器構造図



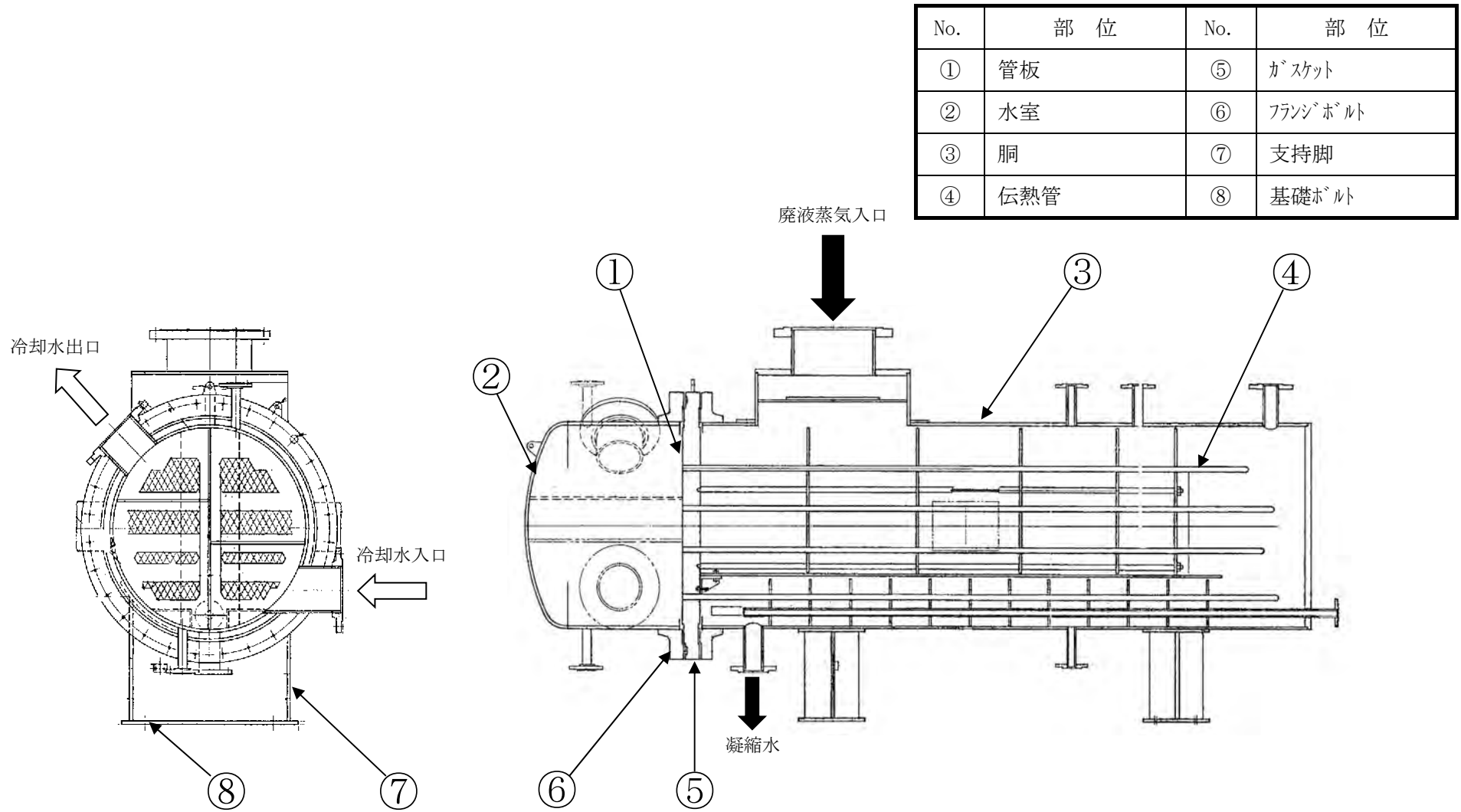


図2.1-3 床ドレン濃縮器復水器構造図

No	部 位
①	管板
②	水室
③	胴 (加熱器)
④	胴 (蒸発器)
⑤	循環ポンプ
⑥	フランジボルト
⑦	ガスケット
⑧	支持脚, 支持鋼材
⑨	取付ボルト
⑩	埋込金物

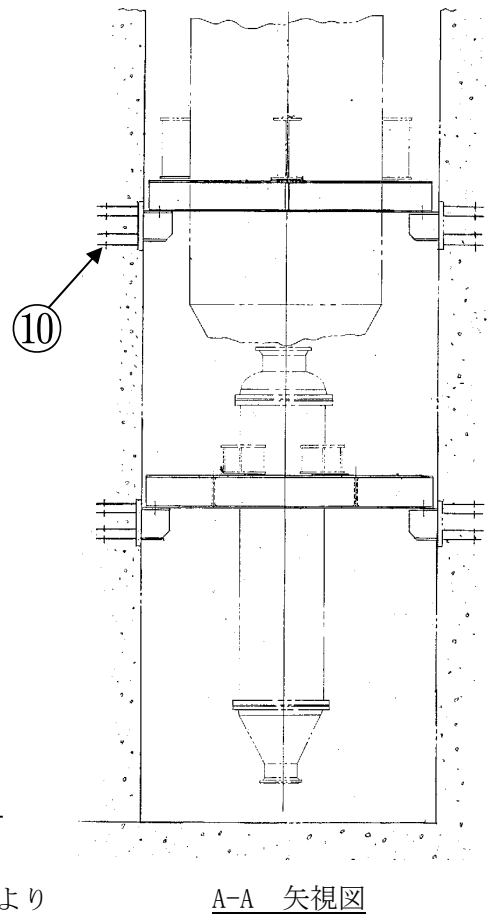
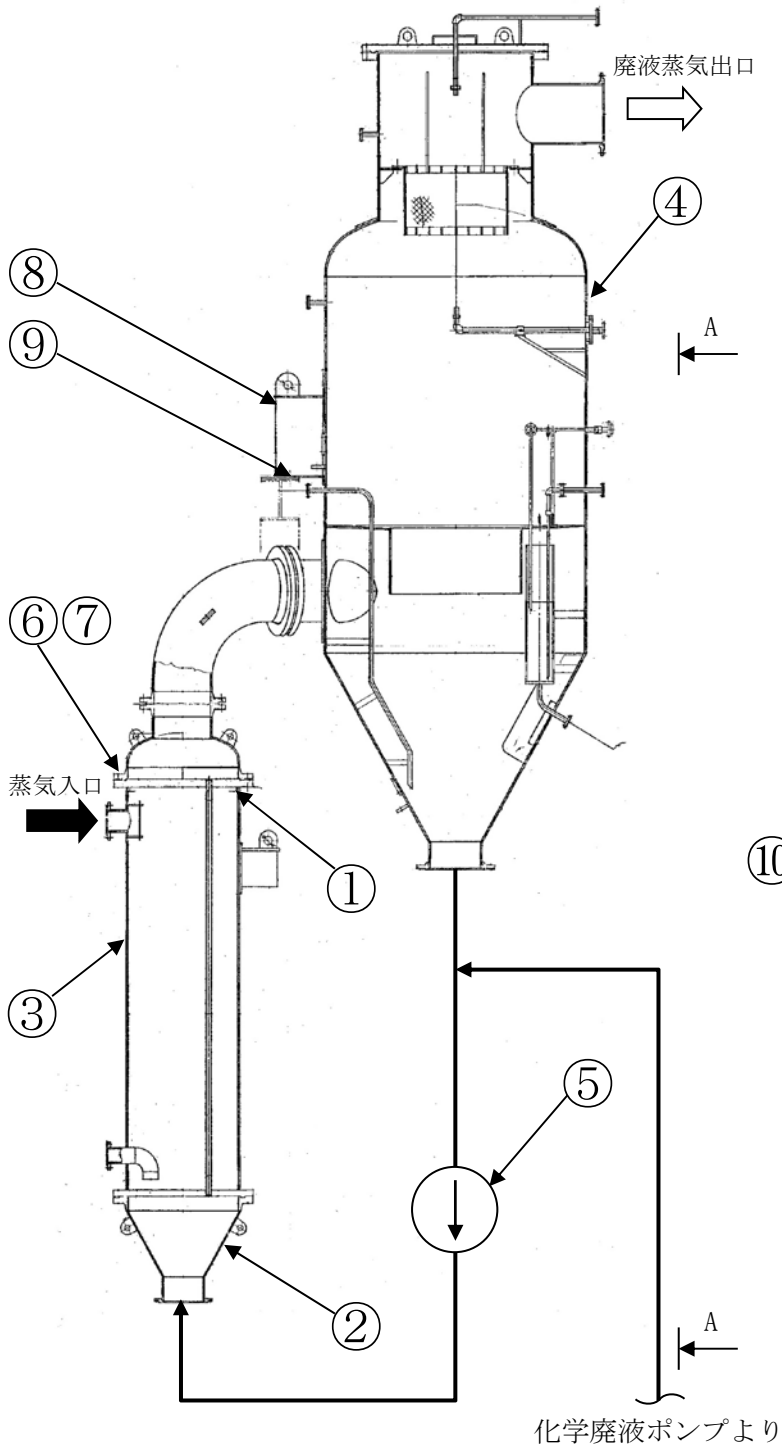


図2.1-4 化学廃液濃縮器構造図

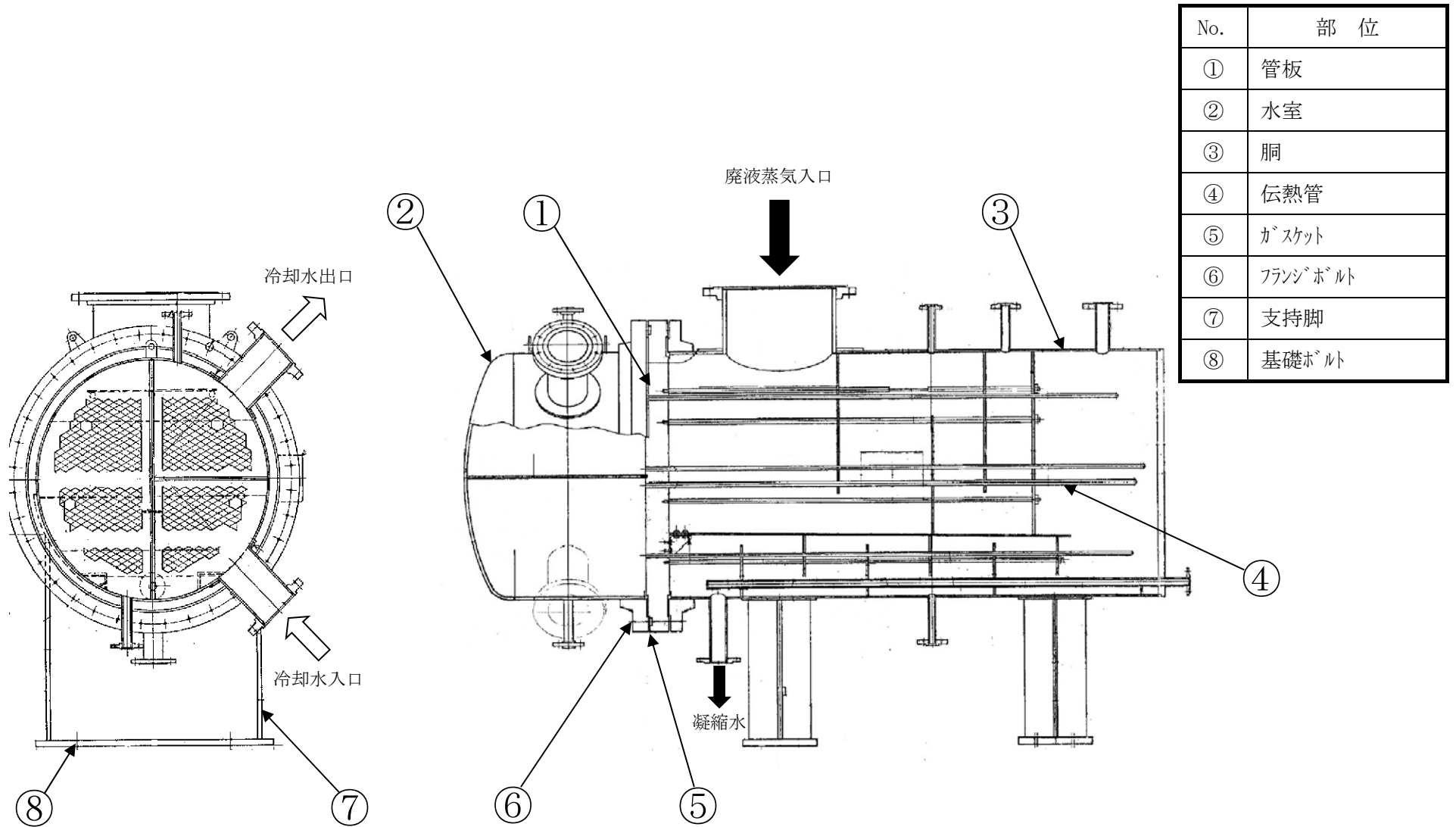


図2.1-5 化学廃液濃縮器復水器構造図

No.	部 位
①	胴
②	上蓋
③	フランジボルト
④	ガスケット
⑤	スカート
⑥	基礎ボルト

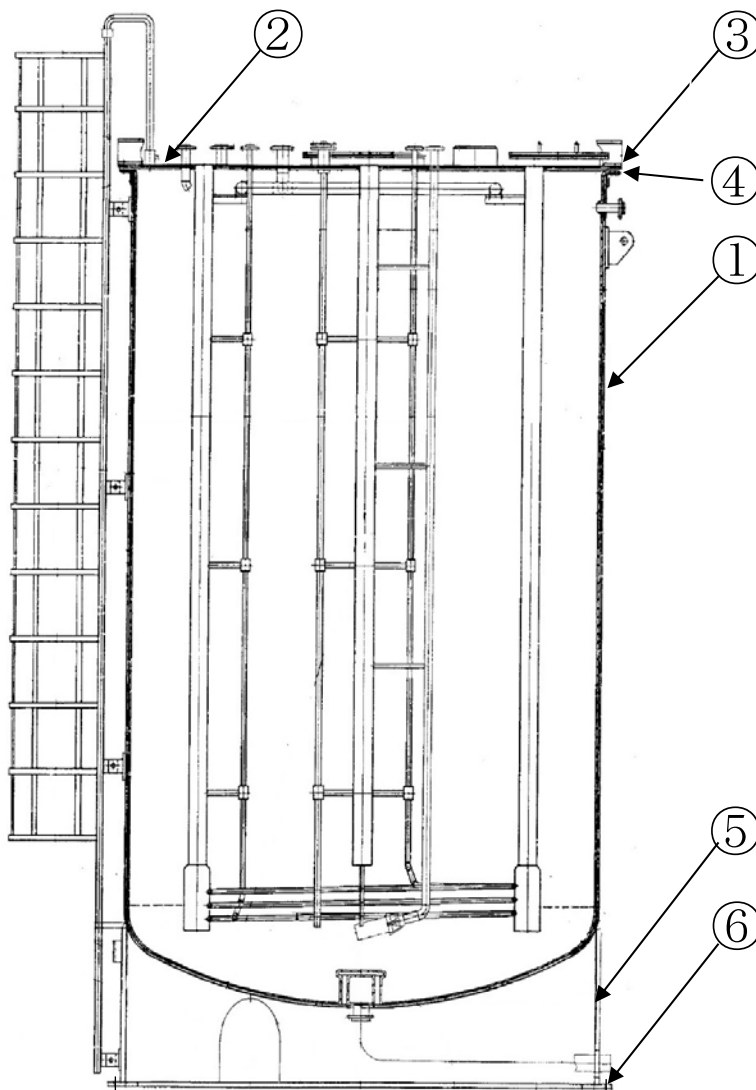


図2.1-6 濃縮廃液タンク構造図

No.	部 位
①	主軸
②	ケーシング
③	ケーシングボルト
④	メカニカルシール
⑤	ガスケット
⑥	軸受（転がり）
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

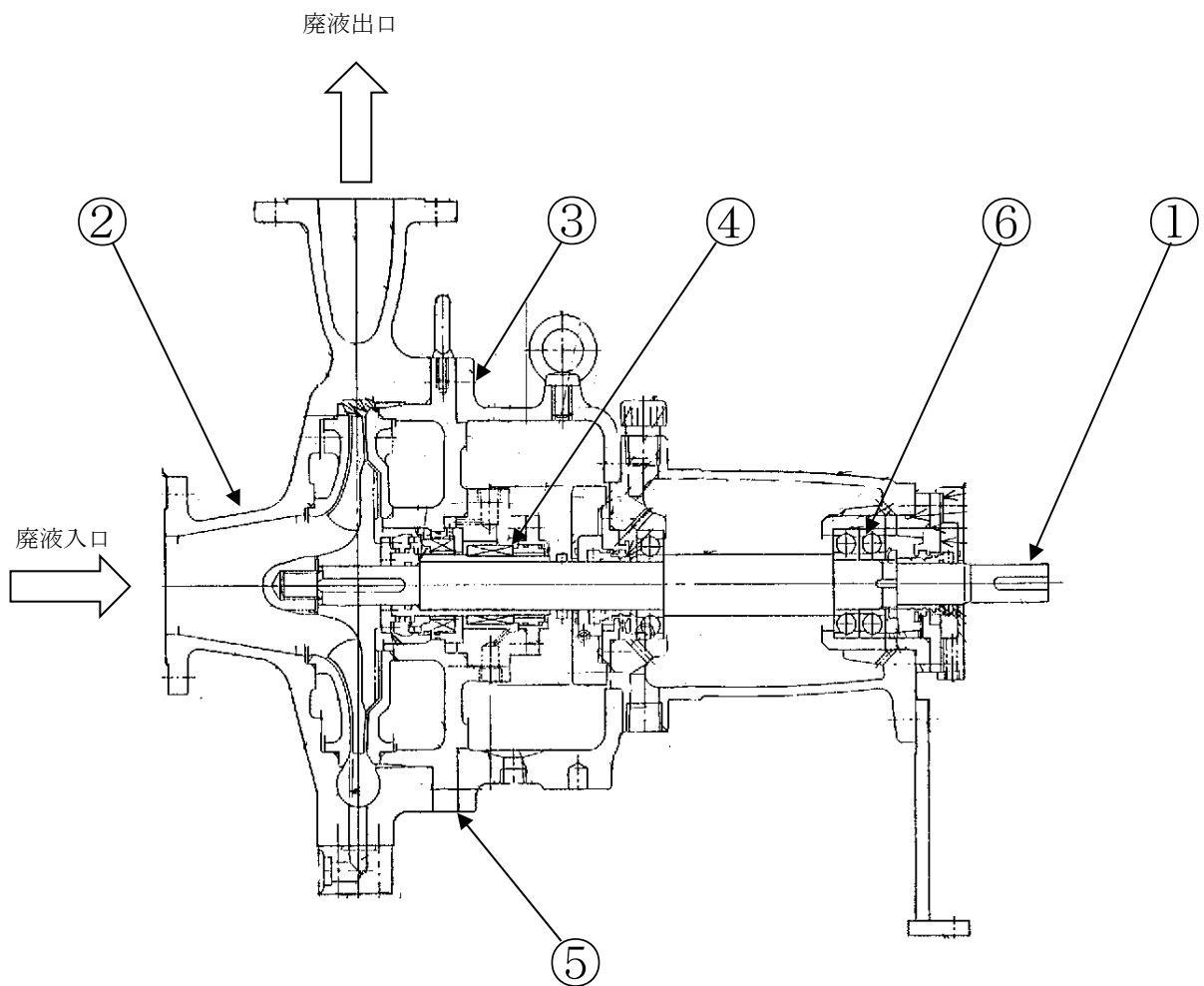
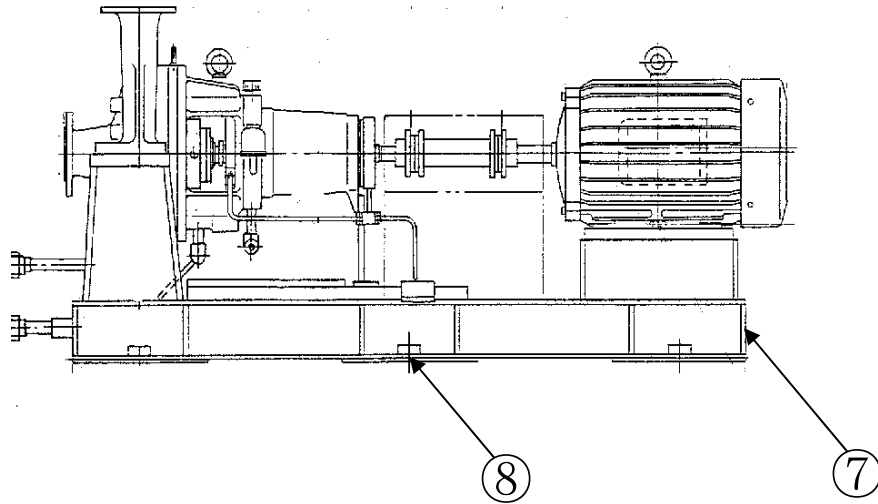
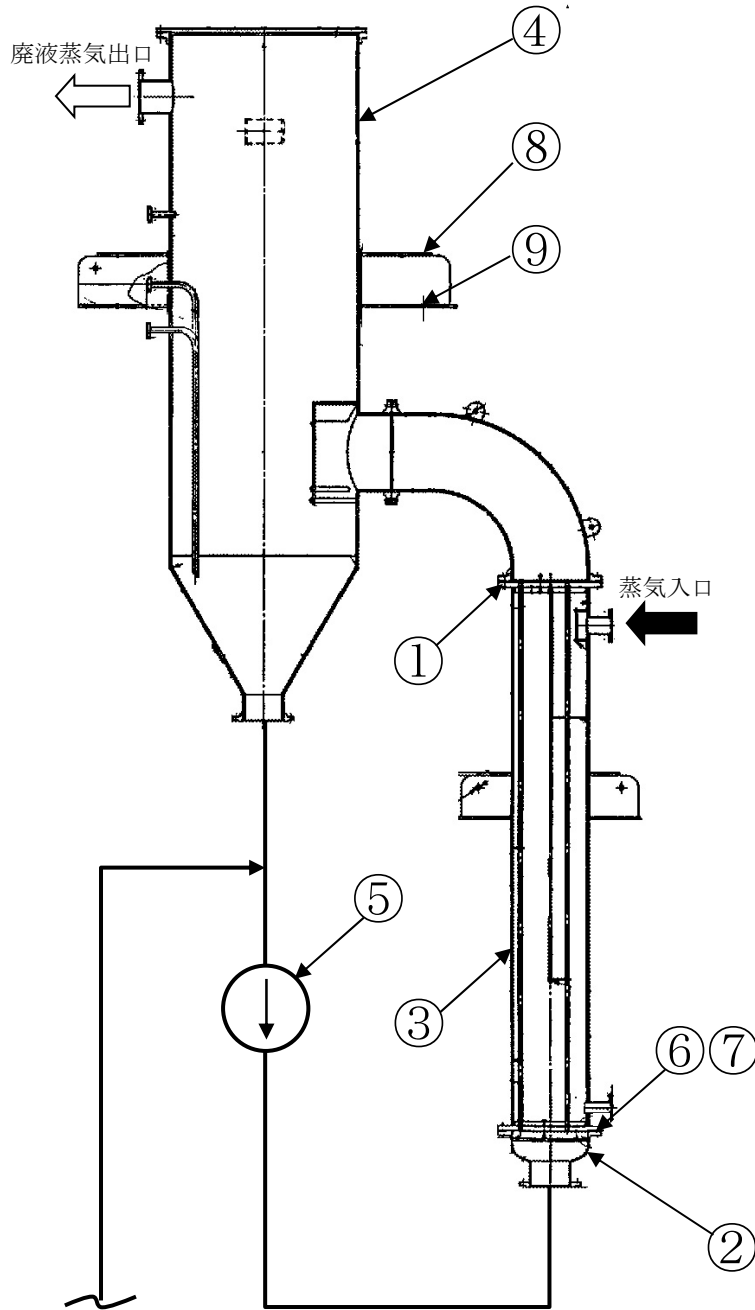


図2.1-7 濃縮廃液ポンプ構造図

No.	部 位
①	管板
②	水室
③	胴 (加熱器)
④	胴 (蒸発器)
⑤	循環ポンプ
⑥	フランジボルト
⑦	ガスケット
⑧	支持脚, 支持鋼材
⑨	基礎ボルト



ランドリドレン濃縮器供給ポンプより

図2.1-8 ランドリドレン濃縮器 構造図

No.	部 位
①	胴
②	上蓋
③	フランジボルト
④	ガスケット
⑤	支持脚
⑥	基礎ボルト

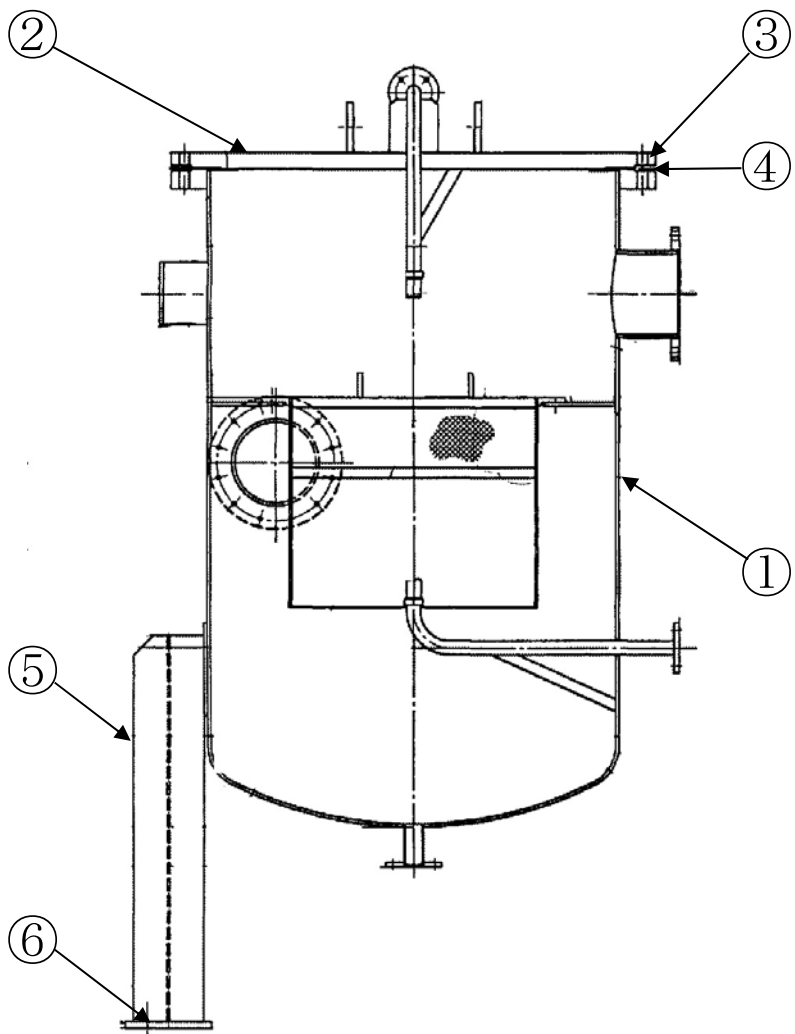


図2.1-9 ランドリドレン濃縮器デミスタ 構造図

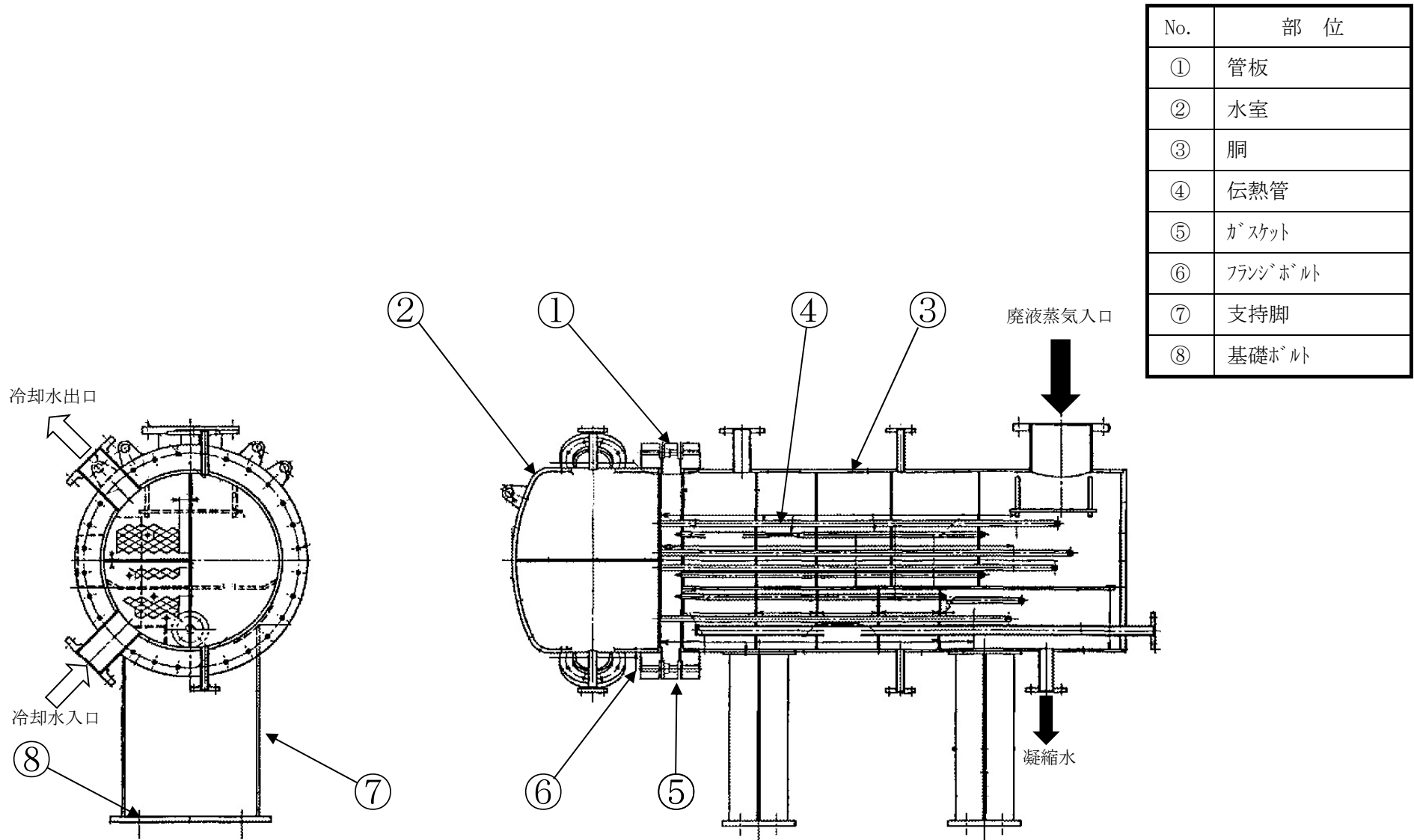


図2.1-10 ランドリドレン濃縮器復水器 構造図



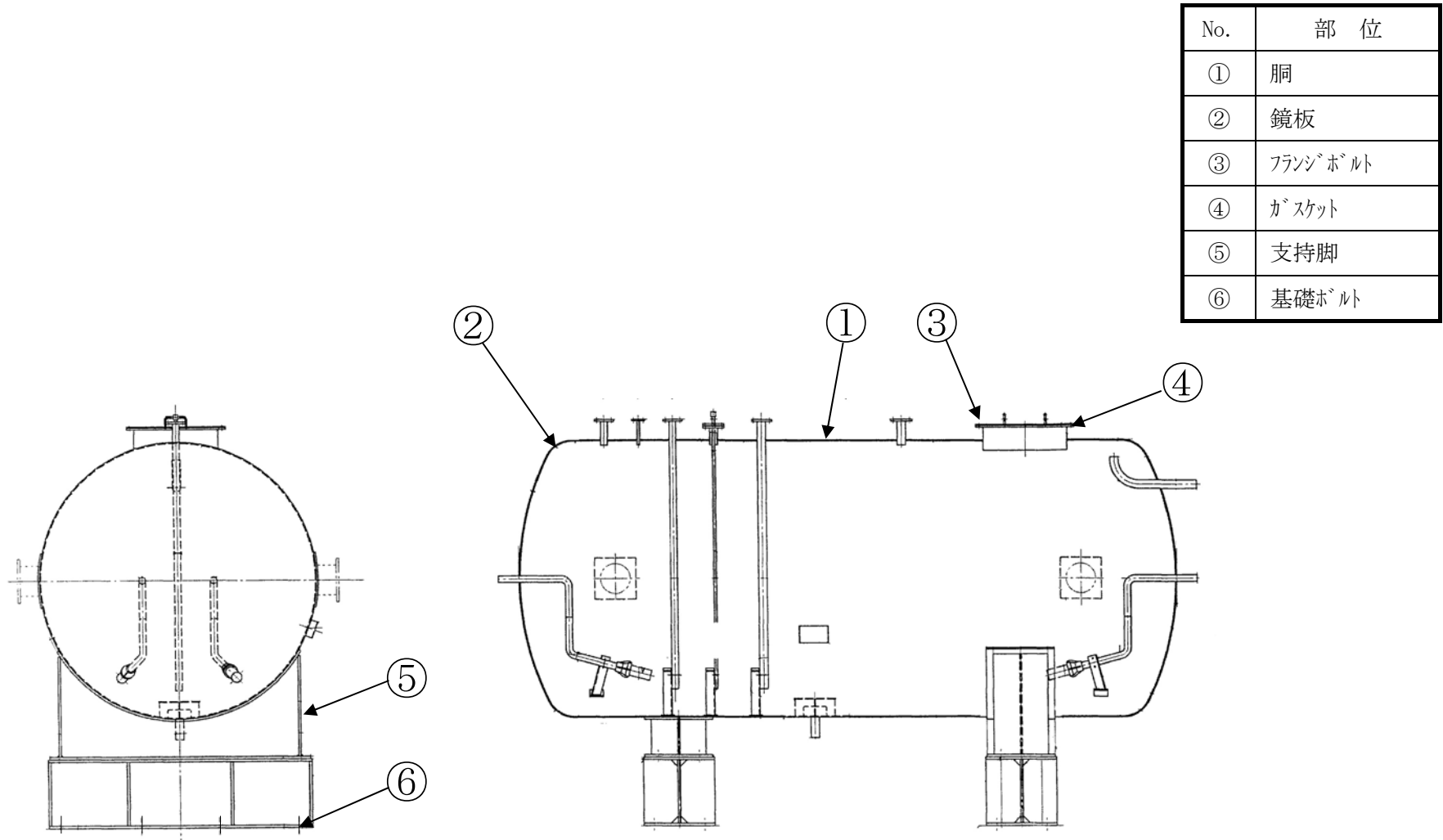


図2.1-11 ランドリドレン濃縮廃液タンク 構造図

No	部 位
①	主軸
②	ケーシング
③	ケーシングホルト
④	メカニカルシール
⑤	ガスケット
⑥	軸受 (転がり)
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

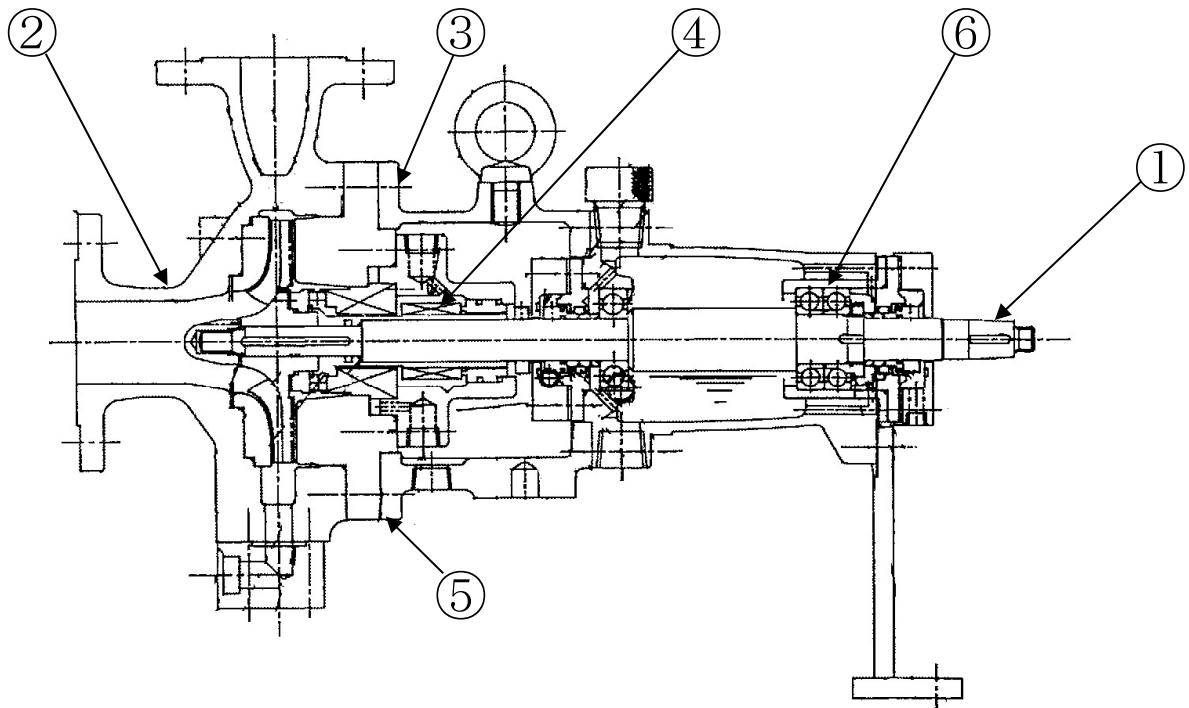
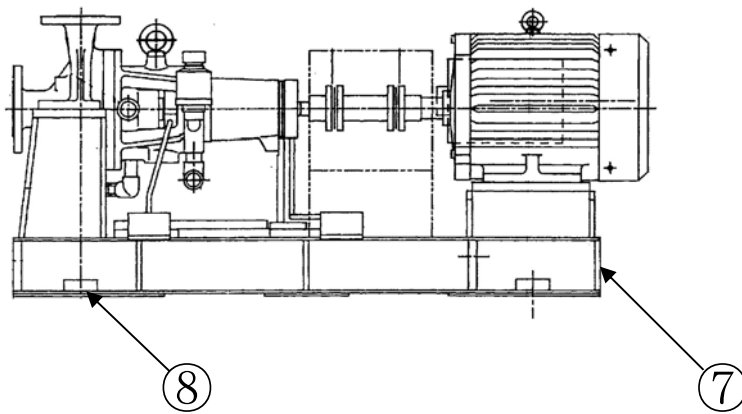


図2.1-12 ランドリドレン濃縮廃液ポンプ 構造図

No.	部 位
①	主軸
②	ケーシング
③	ケーシングボルト
④	メカニカルシール
⑤	ガスケット
⑥	軸受（転がり）
⑦	取付ボルト
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

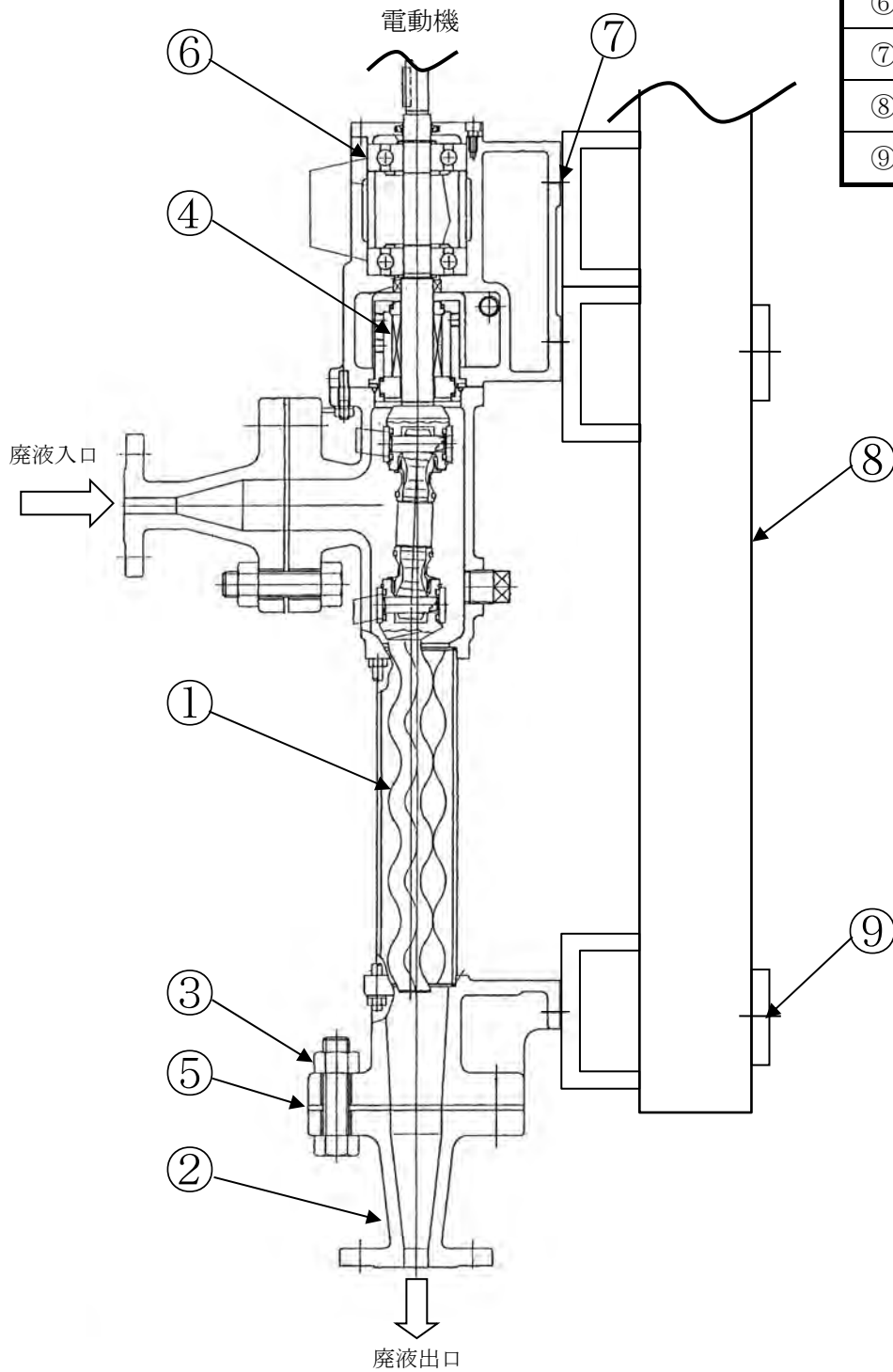


図2.1-13 ランドリドレン乾燥機供給ポンプ 構造図

No	部 位
①	主軸
②	ケーシング
③	ジャケット
④	ケーシングボルト
⑤	ガスケット
⑥	配管・弁
⑦	支持脚
⑧	取付ボルト

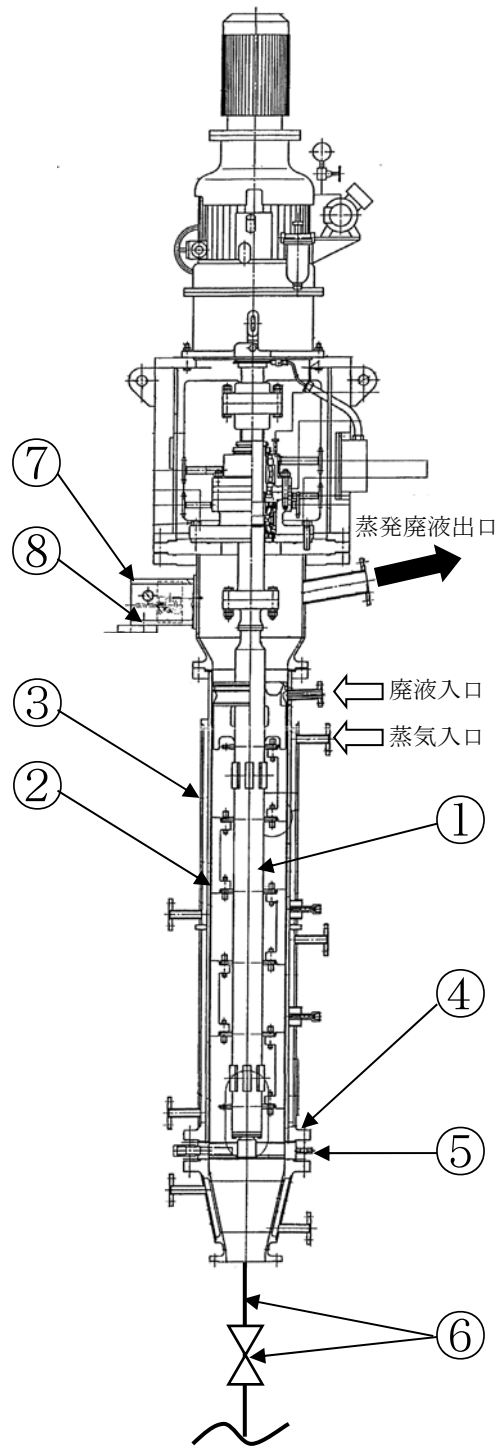
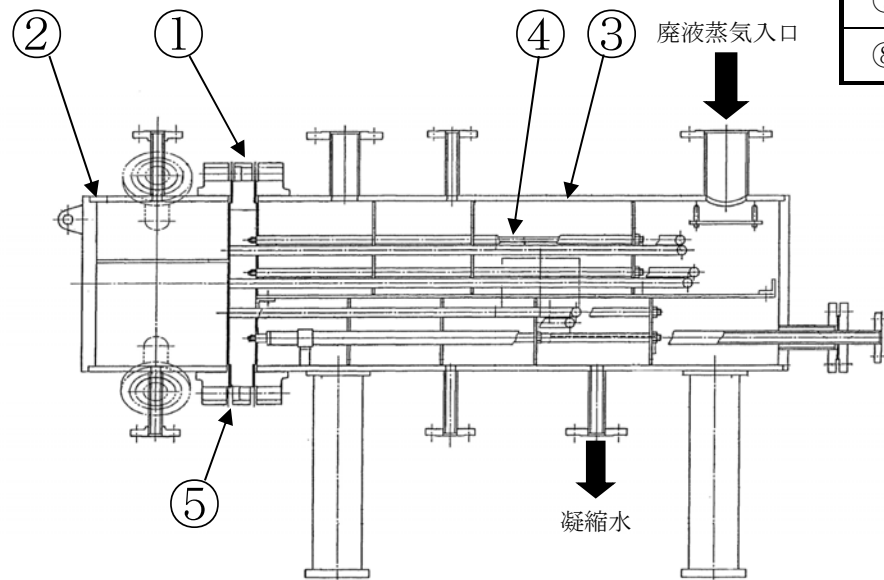
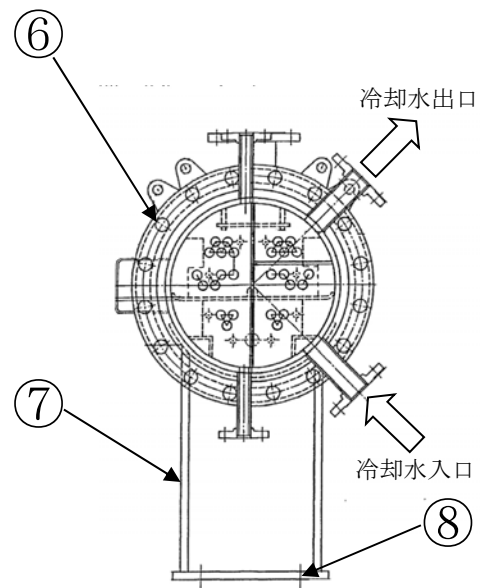


図2.1-14 ランドリドレン乾燥機 構造図



No.	部 位
①	管板
②	水室
③	胴
④	伝熱管
⑤	ガスケット
⑥	フランジボルト
⑦	支持脚
⑧	基礎ボルト

図2. 1-15 ランドリドレン乾燥機復水器 構造図

表2.1-1 (1/3) 液体廃棄物処理系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
ハウダリの維持	床下濃縮器	管板	ステンレス鋼(SUS316L)
		水室	ステンレス鋼(SUS316L)
		胴(加熱器)	ステンレス鋼(SUS316L)
		胴(蒸発器)	ステンレス鋼(SUS316L)
		ガスケット	(消耗品)
		フランジボルト	炭素鋼(S30C)
	床下濃縮器復水器	管板	ステンレス鋼(SUS304)
		水室	炭素鋼(SM41A)
		胴	ステンレス鋼(SUS304)
		伝熱管	ステンレス鋼(SUS304TB)
		ガスケット	(消耗品)
		フランジボルト	低合金鋼(SCM435)
	化学廃液濃縮器	管板	ステンレス鋼(SUS316L)
		水室	ステンレス鋼(SUS316L)
		胴(加熱器)	ステンレス鋼(SUS316L)
		胴(蒸発器)	ステンレス鋼(SUS316L)
		循環ポンプ	ステンレス鋳鋼(SCS16)
		フランジボルト	炭素鋼(S30C)
	化学廃液濃縮器復水器	管板	ステンレス鋼(SUS304)
		水室	炭素鋼(SM41A)
		胴	ステンレス鋼(SUS304)
		伝熱管	ステンレス鋼(SUS304TB)
		フランジボルト	低合金鋼(SCM435)
		ガスケット	(消耗品)
	濃縮廃液タンク	胴	炭素鋼(SM41A) +ビニルエステル樹脂ライニング
		上蓋	ステンレス鋼(SUS316L)
		フランジボルト	ステンレス鋼(SUS304)
		ガスケット	(消耗品)

表2.1-1 (2/3) 液体廃棄物処理系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
バウンダリの維持	濃縮廃液ポンプ	主軸	ステンレス鋼 (SUS316L)
		ケーシング	ステンレス鋳鋼 (SCS16)
		ケーシングボルト	ステンレス鋼 (SUS316L)
		メカニカルシール	超硬カーボン
		ガスケット	(消耗品)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
	テントリトレン濃縮器	管板	ステンレス鋼 (SUS316L)
		水室	ステンレス鋼 (SUS316L)
		胴 (加熱器)	ステンレス鋼 (SUS316LTP-A)
		胴 (蒸発器)	ステンレス鋼 (SUS316L)
		循環ポンプ	ステンレス鋳鋼 (SCS16)
		フランジボルト	炭素鋼 (S30C)
		ガスケット	(消耗品)
	テントリトレン濃縮器 デミスタ	胴	ステンレス鋼 (SUS304)
		上蓋	ステンレス鋼 (SUS304)
		フランジボルト	炭素鋼 (S30C)
		ガスケット	(消耗品)
	テントリトレン濃縮器 復水器	管板	ステンレス鋼 (SUS304)
		水室	炭素鋼 (SM400A)
		胴	ステンレス鋼 (SUS304)
		伝熱管	ステンレス鋼 (SUS304TB)
		ガスケット	(消耗品)
		フランジボルト	炭素鋼 (S30C)
	テントリトレン濃縮廃液 タンク	胴	ステンレス鋼 (SUS316L FPPライニング (内面))
		鏡板	ステンレス鋼 (SUS316L)
		フランジボルト	ステンレス鋼 (SUS304)
		ガスケット	(消耗品)
	テントリトレン濃縮廃液 ポンプ	主軸	ステンレス鋼 (SUS316)
		ケーシング	ステンレス鋳鋼 (SCS14)
		ケーシングボルト	ステンレス鋼 (SUS316)
メカニカルシール		(定期取替品)	
ガスケット		(消耗品)	
軸受 (転がり)		(消耗品)	

表2.1-1 (3/3) 液体廃棄物処理系設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
ハウダリの維持	テントリトレン乾燥機 供給ポンプ	主軸	ステンレス鋼 (SUS316)
		ケーシング	ステンレス鋼 (SUS316)
		ケーシングボルト	ステンレス鋼 (SUS304)
		メカニカルシール	(定期取替品)
		ガasket	(消耗品)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
	テントリトレン乾燥機	主軸	ステンレス鋼 (SUS316LTP)
		ケーシング	炭素鋼 (SGV410)
		ジャケット	炭素鋼 (SGV410)
		ケーシングボルト	低合金鋼 (SCM435)
		ガasket	(消耗品)
		配管・弁	ステンレス鋼 (SUS304TP) ステンレス鋳鋼 (SCS16A, SCS13A)
	テントリトレン乾燥機 復水器	管板	ステンレス鋼 (SUS304)
		水室	炭素鋼 (STPT410)
		胴	ステンレス鋼 (SUS304TP)
		伝熱管	ステンレス鋼 (SUS304TB)
		ガasket	(消耗品)
		フランジボルト	炭素鋼 (S25C)
機器の支持	支持脚, 支持鋼材, 埋込金物, スカート, ベース		炭素鋼 (SS41, SM41A, SM400A, SS400)
	取付ボルト		炭素鋼 (SS400)
	基礎ボルト		炭素鋼 (SS41), 樹脂*1

\*1: 後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-2 (1/2) 液体廃棄物処理系設備の使用条件

	最高使用温度	最高使用圧力	内部流体
床トレン濃縮器	蒸発器側: 105℃ 加熱器管側: 105℃ 加熱器胴側: 175℃	蒸発器側: 0.1MPa 加熱器管側: 0.1MPa 加熱器胴側: 0.5MPa	蒸発器側: 床トレン廃液 加熱器管側: 床トレン廃液 加熱器胴側: 蒸気
床トレン濃縮器復水器	管側: 85℃ 胴側: 100℃	管側: 1.4MPa 胴側: 0.1MPa	管側: 冷却水(防錆剤入り) 胴側: 蒸気
化学廃液濃縮器	蒸発器側: 105℃ 加熱器管側: 105℃ 加熱器胴側: 175℃	蒸発器側: 0.1MPa 加熱器管側: 0.1MPa 加熱器胴側: 0.5MPa	蒸発器側: 化学廃液 加熱器管側: 化学廃液 加熱器胴側: 蒸気
化学廃液濃縮器復水器	管側: 85℃ 胴側: 100℃	管側: 1.4MPa 胴側: 0.1MPa	管側: 冷却水(防錆剤入り) 胴側: 蒸気
濃縮廃液タンク	100℃	静水頭	濃縮廃液
濃縮廃液ポンプ	100℃	1.0MPa	濃縮廃液



表2.1-2 (2/2) 液体廃棄物処理系設備の使用条件

	最高使用温度	最高使用圧力	内部流体
ラントリト <sup>レ</sup> 濃縮器	蒸発器側：105℃ 加熱器管側：105℃ 加熱器胴側：175℃	蒸発器側：静水頭 加熱器管側：0.1MPa 加熱器胴側：0.5MPa	蒸発器側：洗濯廃液 加熱器管側：洗濯廃液 加熱器胴側：蒸気
ラントリト <sup>レ</sup> 濃縮器 デミスタ	100℃	静水頭	廃液蒸気
ラントリト <sup>レ</sup> 濃縮器 復水器	管側：85℃ 胴側：100℃	管側：1.4MPa 胴側：静水頭	管側：冷却水(防錆剤入り) 胴側：廃液蒸気
ラントリト <sup>レ</sup> 濃縮廃液 タンク	100℃	静水頭	濃縮廃液
ラントリト <sup>レ</sup> 濃縮廃液 ポンプ	100℃	1.0MPa	濃縮廃液
ラントリト <sup>レ</sup> 乾燥機 供給ポンプ	100℃	1.0MPa	濃縮廃液
ラントリト <sup>レ</sup> 乾燥機	175℃	0.5MPa	胴側：濃縮廃液 ジャケット側：蒸気
ラントリト <sup>レ</sup> 乾燥機 復水器	管側：85℃ 胴側：100℃	管側：2.1MPa 胴側：静水頭	管側：冷却水(防錆剤入り) 胴側：廃液蒸気

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

液体廃棄物処理系設備の機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

液体廃棄物処理系設備について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体の種類、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ガスケットおよび軸受（転がり）は消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 主軸の摩耗〔濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン濃縮廃液ポンプ〕

軸受（転がり）を使用している濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン濃縮廃液ポンプについては、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定されるが、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、必要に応じて取替を行っている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. メカニカルシールの性能低下〔濃縮廃液ポンプ〕

メカニカルシールはポンプの運転に伴う性能低下が想定されるが、定期的に見視確認および寸法測定を実施し、健全性を確認しており、必要に応じて取替を行っている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔床ドレン濃縮器，床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，濃縮廃液ポンプ，濃縮廃液タンク，ランドリドレン濃縮器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮廃液タンク，ランドリドレン濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン乾燥機供給ポンプ，ランドリドレン乾燥機，ランドリドレン乾燥機復水器〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### d. 胴およびケーシング等の腐食（孔食）〔床ドレン濃縮器，床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器，化学廃液濃縮器復水器，濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン濃縮器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮廃液タンク，ランドリドレン濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン乾燥機供給ポンプ，ランドリドレン乾燥機，ランドリドレン乾燥機復水器〕

床ドレン濃縮器，化学廃液濃縮器，ランドリドレン濃縮器の管板，水室，胴（加熱器），胴（蒸発器），循環ポンプケーシング，床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器の伝熱管，管板，胴，濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン乾燥機供給ポンプの主軸，ケーシング，ランドリドレン濃縮器デミスタの胴，上蓋，ランドリドレン濃縮廃液タンクの胴，鏡板，ランドリドレン乾燥機の主軸はステンレス鋼またはステンレス鋳鋼であり，内部流体が廃液または廃液蒸気であるため，腐食（孔食）が想定されるが，運転時間が比較的短く，防錆剤を添加しているため，孔食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 胴およびケーシング等の疲労割れ〔床ドレン濃縮器，床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器，化学廃液濃縮器復水器，濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン濃縮器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン乾燥機供給ポンプ，ランドリドレン乾燥機，ランドリドレン乾燥機復水器〕

床ドレン濃縮器，化学廃液濃縮器，ランドリドレン濃縮器の管板，水室，胴（加熱器），胴（蒸発器），循環ポンプケーシング，床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機復水器の管板，胴，濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン乾燥機供給ポンプのケーシング，ランドリドレン濃縮器デミスタの胴，ランドリドレン乾燥機のケーシング，ジャケットは，濃縮設備の起動・停止操作に伴い，熱過度による疲労割れが想定される。しかし，起動・停止時において，蒸発濃縮器は，蒸気流入量を調整して緩やかな温度変化とする運用を行っているため，疲労割れが発生する可能性は小さい。

床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機復水器については，各濃縮器または乾燥機にて発生した蒸気を凝縮するため，各濃縮器または乾燥機と同様またはそれより緩やかな温度変化となり，熱疲労の発生する可能性は小さい。また，定期的に目視点検，浸透探傷試験および漏えい確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは確認されていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 胴等の粒界型応力腐食割れ〔床ドレン濃縮器，床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮廃液タンク，ランドリドレン乾燥機復水器〕

床ドレン濃縮器，化学廃液濃縮器，ランドリドレン濃縮器の水室，胴（加熱器），胴（蒸発器）および床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器の胴，ランドリドレン濃縮廃液タンクの胴，鏡板はステンレス鋼であり，運転中は湿り廃液蒸気雰囲気下で使用されていることから，粒界型応力腐食割れが想定される。

しかし，運転温度は床ドレン濃縮器，化学廃液濃縮器，ランドリドレン濃縮器については運転時間が比較的短く，耐鋭敏化特性に優れた低炭素ステンレス鋼を使用しており，応力腐食割れが発生する可能性は小さい。下流に位置する床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮廃液タンク，ランドリドレン乾燥機復水器については更に温度が低いと考えられるため，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認および各溶接部の浸透探傷試験を実施し，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. フランジボルト，ケーシングボルトの腐食（全面腐食）〔床ドレン濃縮器，床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機，ランドリドレン乾燥機復水器〕

床ドレン濃縮器，床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機，ランドリドレン乾燥機復水器のフランジボルトおよびケーシングボルトは炭素鋼または低合金鋼であり，腐食が想定されるが，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ〔床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機復水器〕

床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機復水器の伝熱管は，流体による振動により管支持板との間に摩耗および高サイクル疲労割れが想定されるが，伝熱管は管支持板等により適切なスパンで支持されており，設計段階において伝熱管の外表面の流体による振動は十分抑制されるように考慮されている。また，定期的に見視確認および漏えい確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な摩耗や割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- i. 伝熱管および管板の粒界型応力腐食割れ〔床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機復水器〕

床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機復水器の伝熱管および管板はステンレス鋼であり，内部流体が蒸気であることから粒界型応力腐食割れが想定されるが，伝熱管と管板の溶接部（シール溶接）は溶接による引張残留応力が小さいことから，粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認および伝熱管と管板の溶接部の浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- j. 水室の腐食（全面腐食）〔床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機復水器〕

床ドレン濃縮器復水器，化学廃液濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン乾燥機復水器の水室は炭素鋼であり，腐食が想定されるが，内部流体は冷却水（防錆剤入り）のため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 主軸の高サイクル疲労割れ〔濃縮廃液ポンプ、ランドリドレン濃縮廃液ポンプ〕

濃縮廃液ポンプ、ランドリドレン濃縮廃液ポンプの主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 胴、ジャケットの腐食（全面腐食）〔濃縮廃液タンク、ランドリドレン乾燥機〕

濃縮廃液タンクの胴は炭素鋼であり、内部流体が廃液であるため腐食が想定されるが、内面についてはライニングを施工しており、腐食が発生する可能性は小さい。

外面については、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、ライニングおよび塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

ランドリドレン乾燥機の胴は炭素鋼であり、内部流体が廃液であるため腐食が想定されるが、防錆剤を添加しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

ランドリドレン乾燥機のジャケットは炭素鋼であり、内部流体が蒸気であるため、腐食が想定されるが、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 支持脚、支持鋼材、取付ボルト、埋込金物、スカート、ベースの腐食（全面腐食）〔共通〕

支持脚、支持鋼材、スカート、ベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

取付ボルトについては、炭素鋼であり腐食が想定されるが、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

埋込金物については炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部については塗装により腐食を防止しており腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果からは中性化は殆ど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

- a. 基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化〔ランドリドレン濃縮器，ランドリドレン濃縮器デミスタ，ランドリドレン濃縮器復水器，ランドリドレン濃縮廃液タンク，ランドリドレン濃縮廃液ポンプ，ランドリドレン乾燥機供給ポンプ，ランドリドレン乾燥機復水器〕

基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。



表2.2-1 (1/6) 液体廃棄物処理系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの 維持	床トレ濃縮器	管板		ステンレス鋼		△*1	△					*1：孔食 *2：粒界型応力腐食 割れ *3：高サイクル疲労割れ
		水室		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		胴（加熱器）		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		胴（蒸発器）		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		ガスケット	◎	—								
		フランジボルト		炭素鋼			△					
	床トレ濃縮器 復水器	管板		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		水室		炭素鋼			△					
		胴		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		伝熱管		ステンレス鋼	△	△*1	△*3	△*2				
		ガスケット	◎	—								
		フランジボルト		低合金鋼			△					

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/6) 液体廃棄物処理系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	化学廃液濃縮器	管板		ステンレス鋼		△*1	△					*1：孔食 *2：粒界型応力腐食割れ *3：ケーシング *4：高サイクル疲労割れ
		水室		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		胴（加熱器）		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		胴（蒸発器）		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		循環ポンプ		ステンレス鋳鋼		△*1*3	△*3					
		フランジボルト		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	—								
	化学廃液濃縮器復水器	管板		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		水室		炭素鋼		△						
		胴		ステンレス鋼		△*1	△	△*2				
		伝熱管		ステンレス鋼	△	△*1	△*4	△*2				
		フランジボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (3/6) 液体廃棄物処理系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	濃縮廃液タンク	胴		炭素鋼*1		△					*1：ビニルエステル樹脂ライニング *2：孔食 *3：高サイクル疲労割れ *4：性能低下 *5：粒界型応力腐食割れ	
		上蓋		ステンレス鋼								
		フランジボルト		ステンレス鋼								
		ガスケット	◎	—								
	濃縮廃液ポンプ	主軸		ステンレス鋼	△	△*2	△*3					
		ケーシング		ステンレス鋳鋼		△*2	△					
		ケーシングボルト		ステンレス鋼								
		メカニカルシール		超硬カーボン						△*4		
		ガスケット	◎	—								
		軸受(転がり)	◎	—								
	ラトリドレン濃縮器	管板		ステンレス鋼		△*2						
		水室		ステンレス鋼		△*2		△*5				
		胴(加熱器)		ステンレス鋼		△*2		△*5				
		胴(蒸発器)		ステンレス鋼		△*2		△*5				
		循環ポンプ		ステンレス鋳鋼		△*2						
		フランジボルト		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (4/6) 液体廃棄物処理系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ラントリドレン濃縮器デミスタ	胴		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>	△	△ <sup>*2</sup>				*1：孔食 *2：粒界型応力腐食割れ *3：高サイクル疲労割れ
		上蓋		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>						
		フランジボルト		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	—								
	ラントリドレン濃縮器復水器	管板		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>	△	△ <sup>*2</sup>				
		水室		炭素鋼		△						
		胴		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>	△	△ <sup>*2</sup>				
		伝熱管		ステンレス鋼	△	△ <sup>*1</sup>	△ <sup>*3</sup>	△ <sup>*2</sup>				
		ガスケット	◎	—								
		フランジボルト		炭素鋼		△						
	ラントリドレン濃縮廃液タンク	胴		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>		△ <sup>*2</sup>				
		鏡板		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>		△ <sup>*2</sup>				
		フランジボルト		ステンレス鋼								
ガスケット		◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (5/6) 液体廃棄物処理系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ラントリドレン濃縮廃液ポンプ	主軸		ステンレス鋼	△	△ <sup>*1</sup>	△ <sup>*2</sup>					*1：孔食 *2：高サイクル疲労割れ
		ケーシング		ステンレス鋳鋼		△ <sup>*1</sup>	△					
		ケーシングボルト		ステンレス鋼								
		メカニカルシール	◎	—								
		ガスケット	◎	—								
		軸受(転がり)	◎	—								
	ラントリドレン乾燥機供給ポンプ	主軸		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>						
		ケーシング		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>	△					
		ケーシングボルト		ステンレス鋼								
		メカニカルシール	◎	—								
		ガスケット	◎	—								
		軸受(転がり)	◎	—								
	ラントリドレン乾燥機	主軸		ステンレス鋼		△ <sup>*1</sup>						
		ケーシング		炭素鋼		△	△					
		ジャケット		炭素鋼		△	△					
		ケーシングボルト		低合金鋼		△						
		ガスケット	◎	—								
		配管・弁		ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (6/6) 液体廃棄物処理系設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品 ・ 定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの 維持	ラントリトレン乾燥 機復水器	管板		ステンレス鋼			△	△*2			*1：高サイクル疲労割れ *2：粒界型応力腐食 割れ *3：後打ちケミカルソ *4：樹脂の劣化	
		水室		炭素鋼								
		胴		ステンレス鋼			△					
		伝熱管		ステンレス鋼	△		△*1	△*2				
		ガスケット	◎	—								
		フランジボルト		炭素鋼		△						
機器の支持	支持脚, 支持鋼材, 埋込金物, スカート, ベース			炭素鋼		△						
	取付ボルト			炭素鋼		△						
	基礎ボルト			炭素鋼, 樹脂*3		△				▲*4		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 11. 所内ボイラ設備

[対象機器]

- ① 所内ボイラ設備

## 目 次

1. 対象機器および代表機器の選定	11-1
1.1 グループ化の考え方および結果	11-1
1.2 代表機器の選定	11-1
2. 代表機器の技術評価	11-2
2.1 構造, 材料および使用条件	11-2
2.1.1 3号所内ボイラ設備	11-2
2.2 経年劣化事象の抽出	11-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	11-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	11-8
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	11-9
3. 代表機器以外への展開	11-15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	11-15
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	11-16



## 1. 対象機器および代表機器の選定

### 1.1 グループ化の考え方および結果

島根2号炉で使用している所内ボイラ設備の仕様を表1-1に示す。

### 1.2 代表機器の選定

所内ボイラ設備には、3号所内ボイラ設備および4号所内ボイラ設備があるが、蒸発量の観点から、3号所内ボイラ設備を代表機器とする。

表1-1 所内ボイラ設備の仕様

名称 (基数)	仕様 (蒸発量)	重要度*1	使用条件		選定	選定理由
			最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)		
3号所内ボイラ設備 (1)	30t/h	高*2	2.0	214	◎	蒸発量
4号所内ボイラ設備 (1)	20t/h	高*2	2.0	214		

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：最高使用温度が95 °Cを超え、または最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器を示す。

## 2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の機器について技術評価を実施する。

### ① 3号所内ボイラ設備

#### 2.1 構造、材料および使用条件

##### 2.1.1 3号所内ボイラ設備

###### (1) 構造

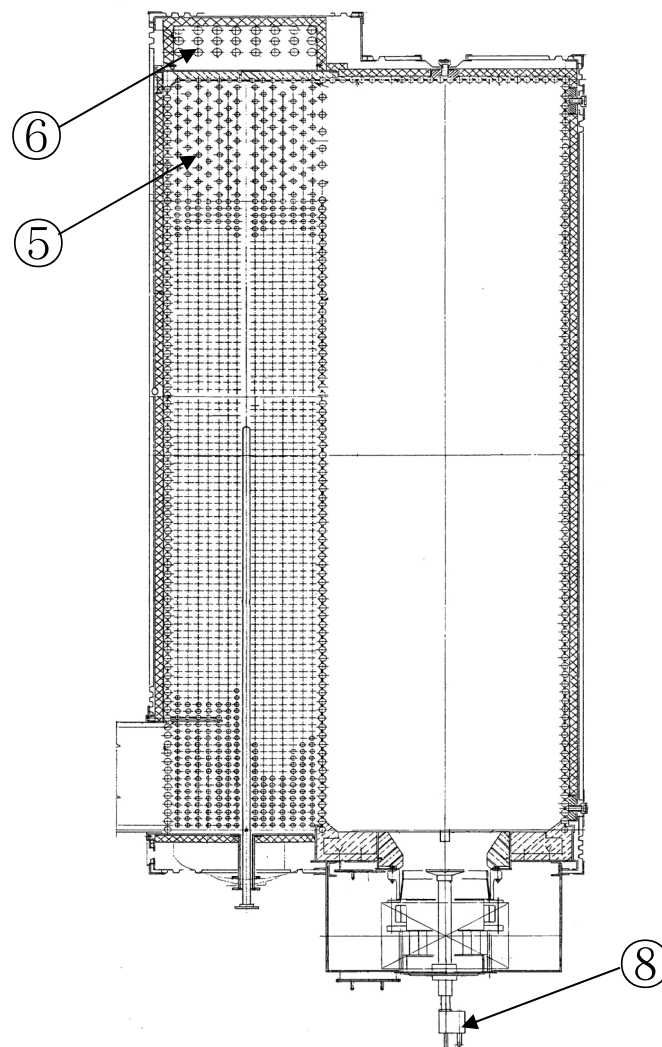
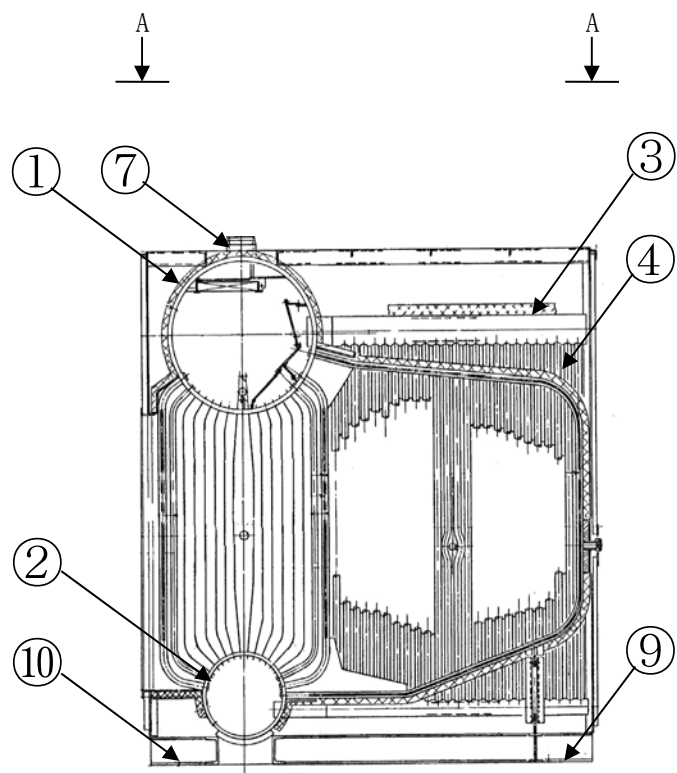
3号所内ボイラ設備は、蒸気を供給するボイラ本体、ボイラからの蒸気を受け、負荷先へ供給する蒸気だめ、ボイラに給水する給水ポンプおよびこれらに接続する配管、弁から構成される。

3号所内ボイラ設備について、評価対象機器を図2.1-1に、構造図を図2.1-2, 3に示す。

###### (2) 材料および使用条件

3号所内ボイラ設備主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。





A-A 矢视图

No.	部 位
①	汽水胴
②	水胴
③	管寄せ
④	連絡管
⑤	蒸発管
⑥	下降管
⑦	安全弁 (機付)
⑧	バーナ
⑨	ベース
⑩	基礎ボルト

図2.1-2 3号所内ボイラ本体構造図

No.	部 位
①	本体
②	支持脚
③	基礎ボルト

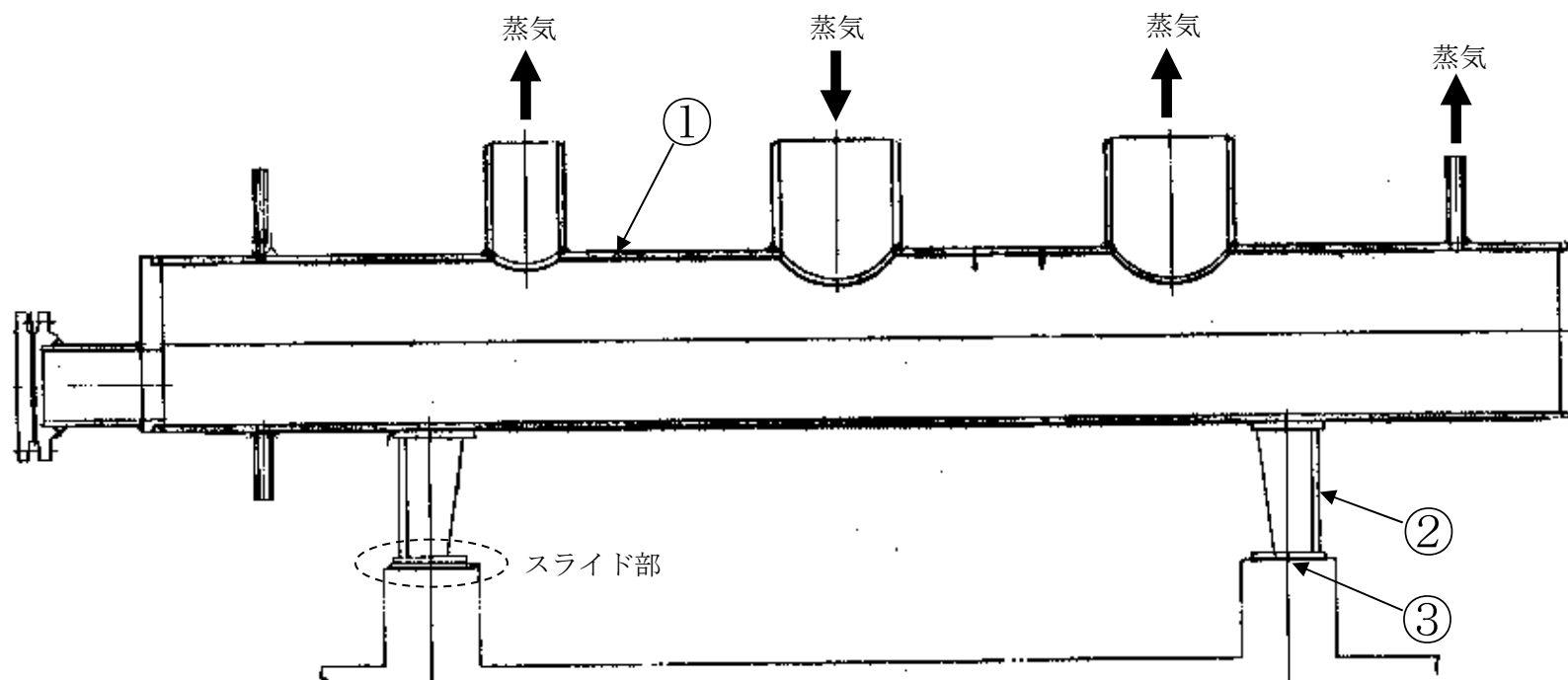


図2.1-3 蒸気だめ構造図

表2.1-1 3号所内ボイラ設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
ハウダリの維持	ボイラ本体	汽水胴	炭素鋼 (SB46)
		水胴	炭素鋼 (SB46)
		管寄せ	炭素鋼 (STPT38, SF45A)
		連絡管	炭素鋼 (STB33)
		蒸発管	炭素鋼 (STB33)
		下降管	炭素鋼 (STB33)
		安全弁 (機付)	弁箱：炭素鋼鋳鋼 (SCPH2) 弁体：ステンレス鋼 (SUS630) 弁座：ステンレス鋼 (SUS403) スプリング：ばね鋼 (SUP10)
	蒸気だめ	本体	炭素鋼 (STPT42, SF45A)
	蒸気系配管		炭素鋼 (STPT42)
	蒸気系弁		炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
	給水ポンプ	ケーシング	鋳鉄 (FC25)
		主軸	低合金鋼 (SNC631)
		羽根車	青銅鋳物 (BC2)
		ケーシングリング	鋳鉄 (FC20)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
	給水系配管		炭素鋼 (STPG38)
	給水系弁		炭素鋼 (S28C) 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
蒸発熱の確保	ボイラ本体	パーナ	炭素鋼 (SS41)
機器の支持	ボイラ本体	ベース	炭素鋼 (SS41, STPG38)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)
	蒸気だめ	支持脚	炭素鋼 (SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)
	給水ポンプ	ベース	炭素鋼 (SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)

表2.1-2 3号所内ボイラ設備の使用条件

部位	最高使用温度 (°C)	最高使用圧力 (MPa)	内部流体
ボイラ本体	214	2.0	純水, 蒸気
蒸気だめ	214	2.0	蒸気
蒸気系配管・弁	214	2.0	蒸気
給水ポンプ	95	2.5	純水
給水系配管・弁	95	2.5	純水

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

3号所内ボイラ設備の機能は蒸気の供給であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② 蒸発熱の確保
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

3号所内ボイラ設備について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

軸受（転がり）は消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。



## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 主軸の摩耗〔給水ポンプ〕

軸受（転がり）を使用している給水ポンプの主軸については、軸受との接触面で摩耗が想定されるが、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 羽根車，ケーシングリング間の摩耗〔給水ポンプ〕

給水ポンプの羽根車とケーシングリングの間には摩耗が想定されるが、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、必要に応じケーシングリングの取替を行っている。なお、摩耗の進展速度は、運転時間やポンプ回転数等により影響されるが、これらは通常運転中ほぼ一定である。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 支持脚スライド部の腐食（全面腐食）〔蒸気だめ〕

蒸気だめの支持脚については、熱膨張による変位を吸収するため、支持脚にスライド部を設けているが、スライド部は炭素鋼であるため長期使用に伴う腐食が想定される。

スライド部の穴部はボルト径に比べて大きな穴部となっており、スライド部がベースプレート状を滑ることにより横方向への熱移動を吸収できるようになっているが、スライド部は炭素鋼であり、ベースプレートとの接触面が腐食により固着する可能性がある。

しかし、大気接触部については塗装により腐食を防止しており、見視確認により健全性を確認している。なお、これまで有意な腐食は発生していない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔ボイラ本体，蒸気だめ，給水ポンプ〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### e. 汽水胴等のボイラ燃焼室内部の腐食（全面腐食）〔ボイラ本体〕

ボイラ本体の汽水胴，水胴，管寄せ，連絡管，蒸発管，下降管，安全弁（機付），バーナは炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり、燃焼灰や排気ガス中に生成される二酸化硫黄により、ボイラ燃焼室内部の腐食が想定されるが、所内ボイラ設備の使用燃料は硫黄の少ない重油（硫黄分0.5%以下）を使用しており、この硫黄分によって排気ガス中に生成される二酸化硫黄の露点（最大約160℃）に対し、燃焼空気温度（約300℃）は十分に高く、硫酸が生成される可能性は小さいことから腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確

認めまたは肉厚測定を行うとともに、必要に応じ取替え、補修等を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 汽水胴等の腐食（流れ加速型腐食）〔ボイラ本体，蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁〕

ボイラ本体の汽水胴，蒸発管，蒸気だめ（本体），蒸気系配管，蒸気系弁は炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が高温の蒸気であることから，腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが，防錆剤を添加することで腐食を防止しており，系統全体としては顕著な減肉傾向は確認されていない。

また，汽水胴，蒸発管，蒸気だめ，蒸気系弁については，定期的に見視確認または肉厚測定を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

蒸気系配管については，減肉の発生，進行が顕著になると判断されるエルボ部等について定期的に肉厚測定を実施し，健全性を確認しており，これまでの測定結果から有意な減肉は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. ボイラ本体等の疲労割れ〔ボイラ本体，蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁〕

ボイラ本体の汽水胴，水胴，管寄せ，連絡管，蒸発管，下降管，バーナおよび蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁は運転時に高温環境になるため，疲労割れの発生が想定されるが，温度変化率を緩和させるために，ボイラ本体の外表面には保温材が取り付けられており，疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認または浸透探傷試験において，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 蒸発管の高サイクル疲労割れ〔ボイラ本体〕

ボイラ本体の蒸発管は内外部の流体振動等により高サイクル疲労割れが想定されるが，内部流体は自然循環，外部は気体の流れであり加振力は大きくないことから高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 安全弁（機付）のスプリングのへたり〔ボイラ本体〕

ボイラ本体の安全弁（機付）のスプリングはばね鋼であり，スプリングのへたりが想定されるが，スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定しており，またスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから，へたりが発生する可能性は小さい。また，定期的な動作確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意なへたりは認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 小口径配管の高サイクル疲労割れ〔蒸気系配管，給水系配管〕

小口径配管のソケット溶接部は，ポンプの機械・流体振動に伴う繰返し応力による高サイクル疲労割れの発生が想定されるが，定期的に見視確認を行い健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。また，振動の状態は経年的に変化するものではないことから，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 弁棒の疲労割れ〔蒸気系弁，給水系弁〕

蒸気系弁，給水系弁のうち手動弁については，弁の全開使用時に，弁棒のバックシート部に過負荷がかかった状態で配管振動等による変動応力が加わると，バックシート部に疲労割れが想定されるが，弁開操作時には，弁棒およびバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行うこととしているため，疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しておりこれまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. ケーシング等の腐食（全面腐食）〔給水ポンプ，給水系配管，給水系弁〕

給水ポンプのケーシングは鋳鉄，主軸は低合金鋼，羽根車は青銅鋳物，ケーシングリングは鋳鉄，給水系配管は炭素鋼，給水系弁は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，給水にはヒドラジンを追加し腐食防止を図っており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. 主軸の高サイクル疲労割れ〔給水ポンプ〕

給水ポンプの主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において，高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認および浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 羽根車の腐食（キャビテーション）〔給水ポンプ〕

ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面に減肉が生じ、ポンプ性能の低下が想定されるが、設計段階においてキャビテーションを起こさない条件

$$h_{s,v} \text{ (有効吸込ヘッド)} > H_{s,v} \text{ (必要有効吸込ヘッド)}$$

を満たすよう考慮しており、この大小関係は経年的に変わるものではないことから、キャビテーションが発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なキャビテーションによる減肉は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. ベース、支持脚の腐食（全面腐食）〔ボイラ本体、蒸気だめ、給水ポンプ〕

ベース、支持脚は炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を行っており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 汽水胴等のクリープ〔ボイラ本体〕

ボイラ本体の汽水胴、水胴、管寄せ、連絡管、蒸発管、下降管、バーナにはクリープが想定されるが、所内ボイラ設備における蒸気側の最高使用温度は214℃、燃焼空気側の排気温度は約300℃であり、鋼材がクリープが発生する温度（370℃）とはならないためクリープが発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/2) 3号所内ボイラ設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	ボイラ本体	汽水胴		炭素鋼		△△ <sup>*1</sup>	△				▲ <sup>*2</sup>	*1：流れ加速型腐食 *2：クリープ *3：高サイクル疲労割れ *4：スプリングのへたり *5：小口径配管の高サイクル疲労割れ *6：弁棒 *7：キャビテーション
		水胴		炭素鋼		△	△				▲ <sup>*2</sup>	
		管寄せ		炭素鋼		△	△				▲ <sup>*2</sup>	
		連絡管		炭素鋼		△	△				▲ <sup>*2</sup>	
		蒸発管		炭素鋼		△△ <sup>*1</sup>	△△ <sup>*3</sup>				▲ <sup>*2</sup>	
		下降管		炭素鋼		△	△				▲ <sup>*2</sup>	
		安全弁（機付）		ステンレス鋼 炭素鋼鋳鋼 ばね鋼		△					△ <sup>*4</sup>	
	蒸気だめ	本体		炭素鋼		△ <sup>*1</sup>	△					
	蒸気系配管			炭素鋼		△ <sup>*1</sup>	△△ <sup>*5</sup>					
	蒸気系弁			炭素鋼鋳鋼		△ <sup>*1</sup>	△△ <sup>*6</sup>					
	給水ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△						
		主軸		低合金鋼	△	△	△ <sup>*3</sup>					
		羽根車		青銅鋳物	△	△△ <sup>*7</sup>						
		ケーシングリング		鋳鉄	△	△						
		軸受（転がり）	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (2/2) 3号所内ボイラ設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウダリの維持	給水系配管			炭素鋼		△	△*1				*1：小口径配管の高サ イクル疲労割れ *2：弁棒 *3：クリーブ *4：スライト部	
	給水系弁			炭素鋼 炭素鋼鋳鋼		△	△*2					
蒸発熱の確保	ボイラ本体	バーナ		炭素鋼		△	△			△*3		
機器の支持	ボイラ本体	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	蒸気だめ	支持脚		炭素鋼		△△*4						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	給水ポンプ	ベース		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

### 3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器となっていない機器への展開について検討した。

#### ① 4号所内ボイラ設備

##### 3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器と同様に、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 主軸の摩耗〔給水ポンプ、缶水循環ポンプ〕

代表機器と同様に、軸受（転がり）を使用している給水ポンプの主軸については、軸受との接触面で摩耗が想定されるが、定期的に見視確認および寸法測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な摩耗は認められていない。

軸受（すべり）を使用している缶水循環ポンプの主軸については、軸受との接触面で摩耗が想定されるが、主軸と軸受間には潤滑剤が供給されており、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認、寸法測定を行い、健全性を確認しており、必要に応じて取替を行っている。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### b. 羽根車、ケーシングリング間の摩耗〔給水ポンプ、缶水循環ポンプ〕

代表機器と同様に、給水ポンプ、缶水循環ポンプの羽根車とケーシングリングの間には摩耗が想定されるが、定期的に見視確認および寸法測定を行い、必要に応じてケーシングリングの取替を行っている。なお、摩耗の進展速度は、運転時間やポンプ回転数等により影響されるが、これらは通常運転中ほぼ一定であり、定期的な見視確認および寸法測定を実施することで管理可能である。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### c. 支持脚スライド部の腐食（全面腐食）〔蒸気だめ〕

代表機器と同様に、蒸気だめは熱膨張による軸方向変位を吸収するため、支持脚にスライド部を設けている。スライド部は炭素鋼であり塗装されていないため、長期使用により腐食が発生する可能性は否定できないが、定期的な見視確認により検知可能であるため、引き続き現状保全を継続することで60年間の健全性は維持できると判断する。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔ボイラ本体、蒸気だめ、給水ポンプ、缶水循環ポンプ、ブロータンク〕

代表機器と同様に、基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

#### e. 基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化〔ブロータンク〕

基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。



f. 汽水胴等の腐食（全面腐食）〔ボイラ本体〕

代表機器と同様に、ボイラ本体の汽水胴、水胴、管寄せ、連絡管、蒸発管、下降管、安全弁（機付）、バーナは炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり、燃焼灰や排気ガス中の燃料油に含まれる硫黄等に起因する硫酸化物等の腐食性物質によるボイラ燃焼室内部の腐食が想定されるが、所内ボイラ設備の使用燃料は硫黄の少ない重油（硫黄分0.5%以下）を使用しており、一般的なボイラ排気ガス中の二酸化硫黄の露点（最大約160℃）に対し、燃焼空気温度（約300℃）は十分に高く、硫黄による腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認または肉厚測定を行うとともに、必要に応じ取替、補修等を行うこととしている。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

g. 汽水胴等の腐食（流れ加速型腐食）〔ボイラ本体、蒸気だめ、蒸気系配管、蒸気系弁〕

代表機器と同様に、ボイラ本体の汽水胴、蒸発管、蒸気だめ（本体）、蒸気系配管、蒸気系弁は炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり、内部流体が高温の蒸気であることから、腐食（流れ加速型腐食）が想定されるが、防錆剤を添加することで腐食を防止しており、系統全体としては顕著な減肉傾向は確認されていない。

また、汽水胴、蒸発管、蒸気だめ、蒸気系弁については、定期的を目視確認または肉厚測定を行い、健全性を確認しており、これまで有意な腐食は認められていない。

蒸気系配管については、減肉の発生、進行が顕著になると判断されるエルボ部等について定期的に肉厚測定を実施し、健全性を確認しており、これまでの測定結果から有意な減肉は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

h. 疲労割れ〔ボイラ本体、蒸気だめ、蒸気系配管、蒸気系弁〕

代表機器と同様に、ボイラ本体の汽水胴、水胴、管寄せ、連絡管、蒸発管、下降管、バーナおよび蒸気だめ、蒸気系配管、蒸気系弁は運転時に高温環境になるため、疲労割れの発生が想定されるが、温度変化率を緩和させるために、ボイラ本体の外面には保温材が取り付けられており、疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認または浸透探傷試験において、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

i. 蒸発管の高サイクル疲労割れ〔ボイラ本体〕

代表機器と同様に、ボイラ本体の蒸発管は内外部の気体の流体振動等により高サイクル疲労割れが想定されるが、内部流体は自然循環、外部は気体の流れであり加振力は大きくないことから高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは確認されていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年

化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

j. 安全弁（機付）のスプリングのへたり〔ボイラ本体〕

代表機器と同様に、ボイラ本体の安全弁（機付）のスプリングはばね鋼であり、スプリングのへたりが想定されるが、スプリング使用時のねじり応力は許容ねじり応力以下になるように設定しており、またスプリングの材料に対する推奨最高使用温度よりも実際の使用温度は低いことから、へたりが発生する可能性は小さい。また、定期的に動作確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なへたりは認められていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

k. 小口径配管の高サイクル疲労割れ〔蒸気系配管，給水系配管〕

代表機器と同様に、小口径配管のソケット溶接部は、ポンプの機械・流体振動に伴う繰返し応力による高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、定期的に目視確認を行い健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。また、振動の状態は経年的に変化するものではないことから、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

l. 弁棒の疲労割れ〔蒸気系弁，給水系弁〕

代表機器と同様に、蒸気系弁，給水系弁のうち手動弁については、弁の全開使用時に、弁棒のバックシート部に過負荷がかかった状態で配管振動等による変動応力が加わると、バックシート部に疲労割れが想定されるが、弁開操作時には、弁棒およびバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行うこととしているため、疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認しておりこれまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

m. ケーシング等の腐食（全面腐食）〔給水ポンプ，給水系配管，給水系弁〕

給水ポンプのケーシング，主軸，羽根車，ケーシングリングおよび給水系の配管，弁は鋳鉄，炭素鋼，炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定されるが，給水にはヒドラジンを追加し腐食防止を図っており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

n. 羽根車の腐食（キャビテーション）〔給水ポンプ，缶水循環ポンプ〕

代表機器と同様に、ポンプ内部でキャビテーションが発生すると羽根車表面に減肉が生じ、ポンプ性能の低下が想定されるが、設計段階においてキャビテーションを起こさない条件

$$h_{s,v} \text{ (有効吸込ヘッド)} > H_{s,v} \text{ (必要有効吸込ヘッド)}$$

を満たすよう考慮しており、この大小関係は経年的に変わるものではないことから、キャビテーションが発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認しており、これまで有意なキャビテーションによる減肉は認められていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

o. 主軸の高サイクル疲労割れ〔給水ポンプ、缶水循環ポンプ〕

代表機器と同様に、給水ポンプ、缶水循環ポンプの主軸にはポンプ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認および浸透探傷試験を行い、健全性を確認しており、これまで有意な割れは認められていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

p. ベース、架台の腐食（全面腐食）〔ボイラ本体、蒸気だめ、給水ポンプ、缶水循環ポンプ、ブロータンク〕

代表機器と同様に、ベース、架台は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を行っており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 汽水胴等のクリープ〔ボイラ本体〕

代表機器と同様に、ボイラ本体の汽水胴、水胴、管寄せ、連絡管、蒸発管、下降管、バーナは一般的にクリープが想定されるが、所内ボイラ設備における蒸気側の最高使用温度は214℃、燃焼空気側の排気温度は約300℃であり、鋼材がクリープが発生する温度（370℃）とはならないためクリープが発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

## 12. 固体廃棄物処理系設備

[対象機器]

12.1 雑固体廃棄物焼却設備

12.2 雑固体廃棄物処理設備

## 12.1 雑固体廃棄物焼却設備

[対象機器]

- ① 雑固体廃棄物焼却設備

## 目 次

1. 対象機器	12. 1-1
2. 対象機器の技術評価	12. 1-2
2.1 構造, 材料および使用条件	12. 1-2
2.1.1 雑固体廃棄物焼却設備	12. 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出	12. 1-10
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	12. 1-10
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	12. 1-10
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	12. 1-12

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している雑固体廃棄物焼却設備の仕様を表1-1に示す。

表1-1 雑固体廃棄物焼却設備の仕様

名 称 (基数)	仕 様 (処理能力)	重要度*1	使 用 条 件		
			運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
雑固体廃棄物焼却設備(1)	600,000kcal/h	高*2	連続	0.04/-0.04	1,100

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器を示す。

## 2. 対象機器の技術評価

本章では、以下の機器について技術評価を実施する。

### ① 雑固体廃棄物焼却設備

#### 2.1 構造，材料および使用条件

##### 2.1.1 雑固体廃棄物焼却設備

###### (1) 構造

雑固体廃棄物焼却設備は、可燃性雑固体廃棄物等を焼却，減容処理する設備である。

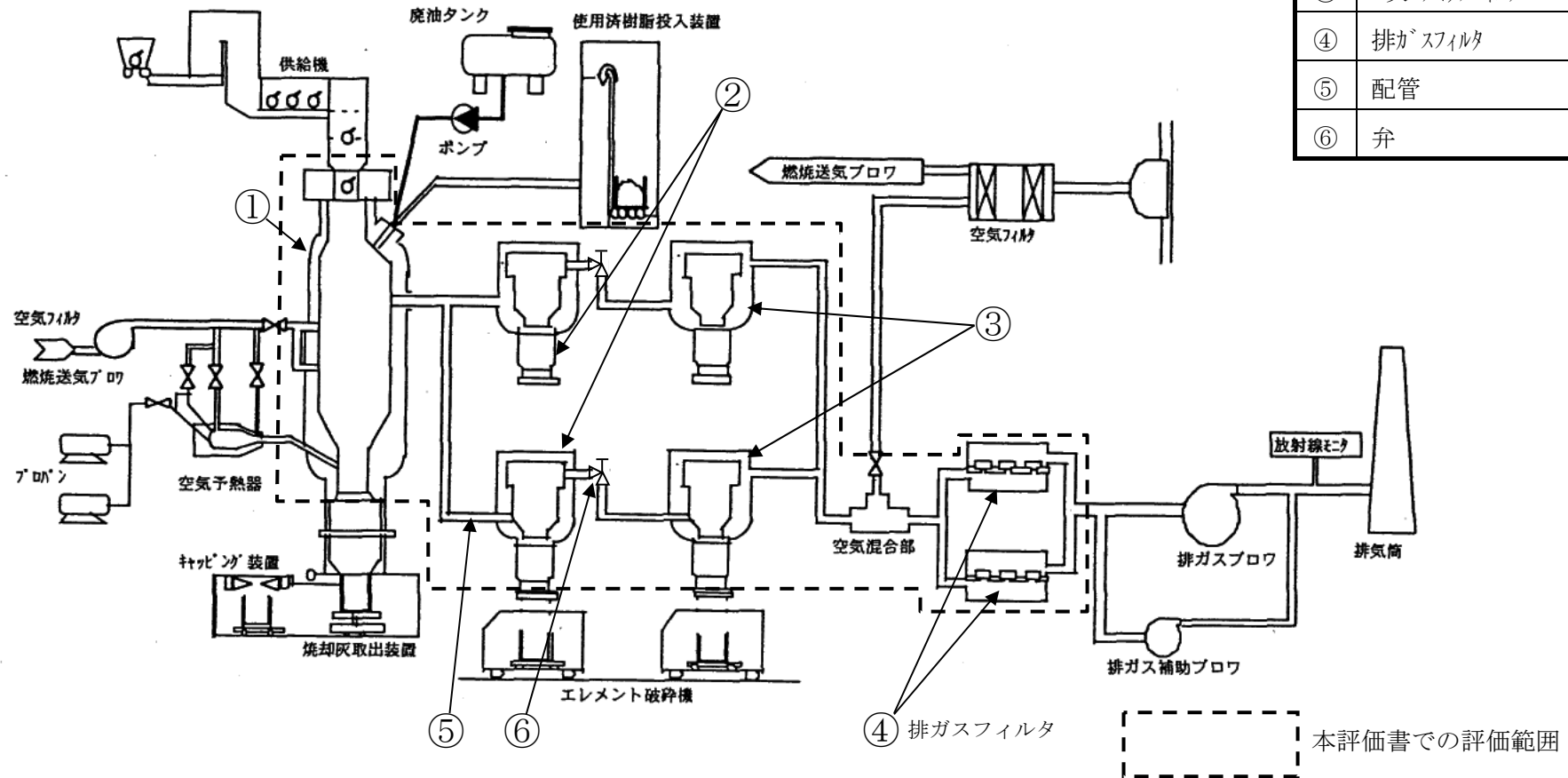
雑固体廃棄物焼却設備は、雑固体廃棄物を焼却・減容する焼却炉，焼却炉排ガス中のダストを除去する1次セラミックフィルタ，1次セラミックフィルタから排出される燃焼排ガス中のダストを除去する2次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタを通過した排ガスを，空気希釈により冷却した後，再度除塵する排ガスフィルタより構成される。

雑固体廃棄物焼却設備について，構成図を図2.1-1に，各機器の構造図を図2.1-2～2.1-5に示す。

###### (2) 材料および使用条件

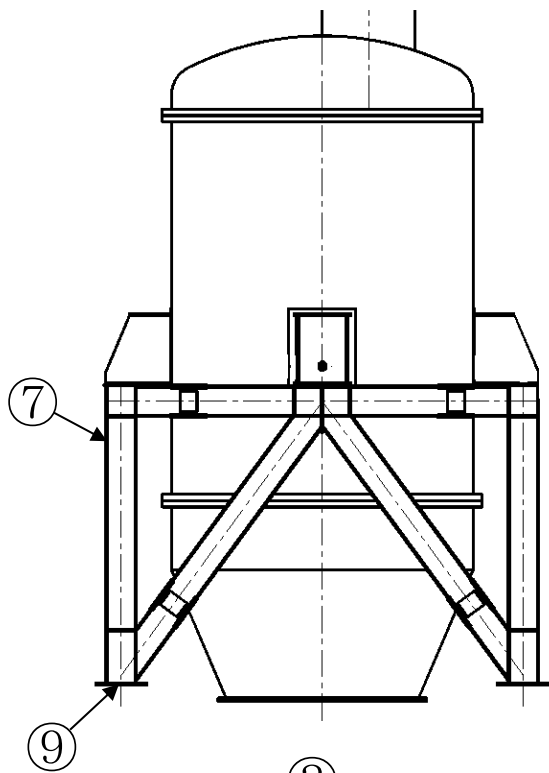
雑固体廃棄物焼却設備主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。





No.	機器
①	焼却炉
②	1次セラミックフィルタ
③	2次セラミックフィルタ
④	排ガスフィルタ
⑤	配管
⑥	弁

図2.1-1 雑固体廃棄物焼却設備 構成図



No.	部 位
①	耐火物
②	外殻
③	フランジボルト
④	ガスケット
⑤	安全弁
⑥	ラゲ
⑦	支持脚
⑧	取付ボルト
⑨	基礎ボルト

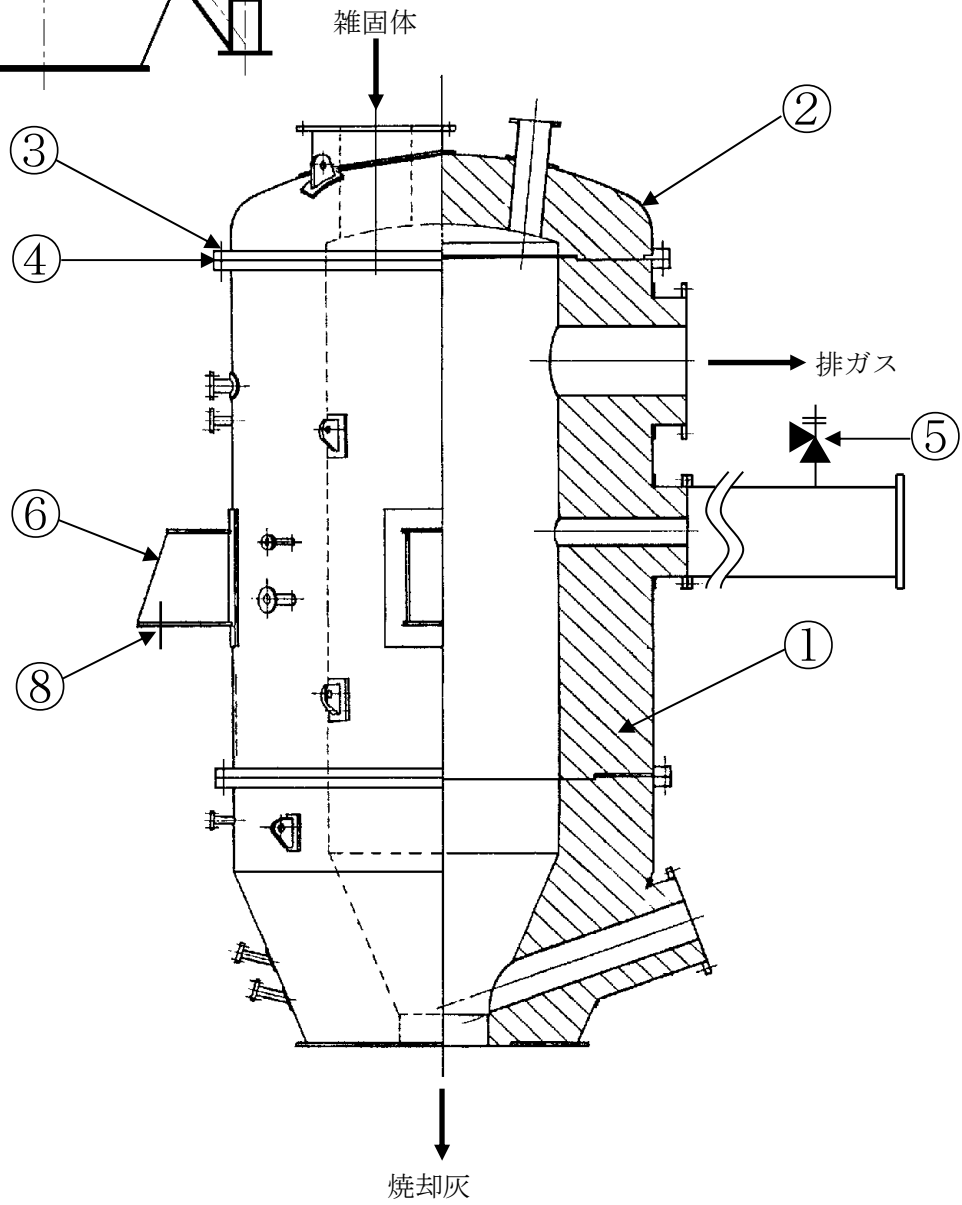


図2.1-2 焼却炉構造図

No.	部 位
①	耐火物
②	外殻
③	フランジボルト
④	ガスケット
⑤	ラグ
⑥	基礎ボルト

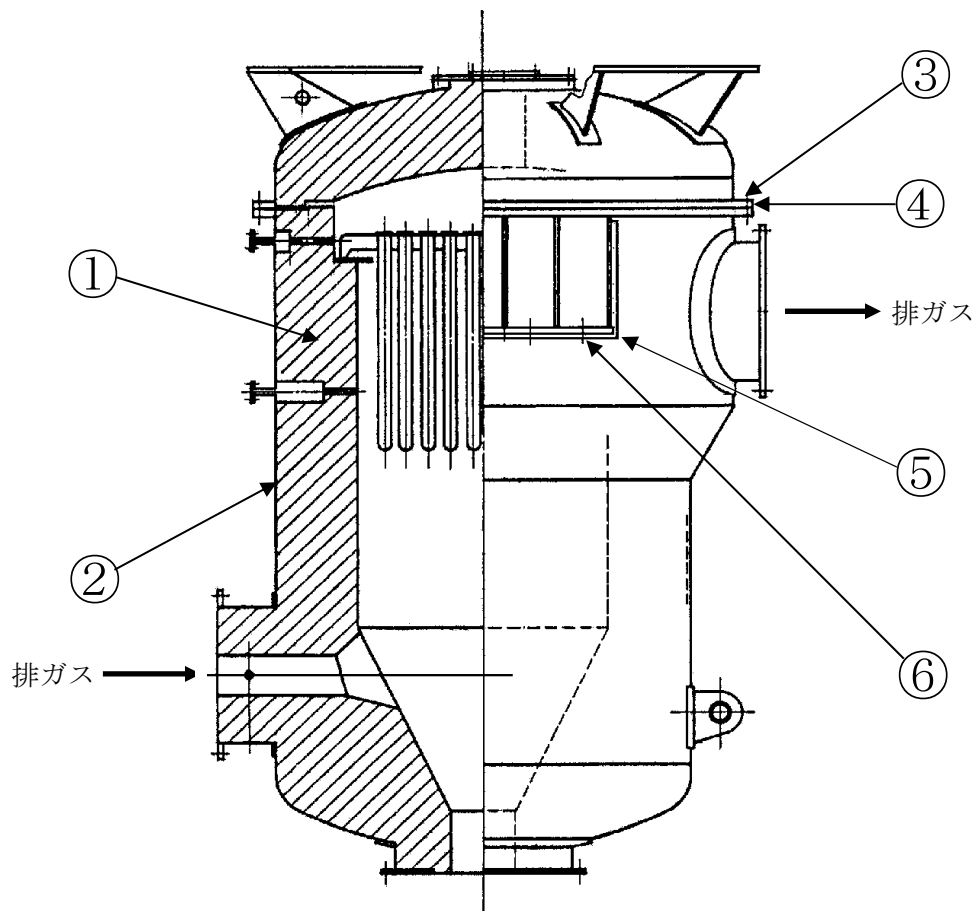


図2.1-3 1次セラミックフィルタ構造図

No.	部 位
①	耐火物
②	外殻
③	フランジボルト
④	ガスケット
⑤	ラグ
⑥	基礎ボルト

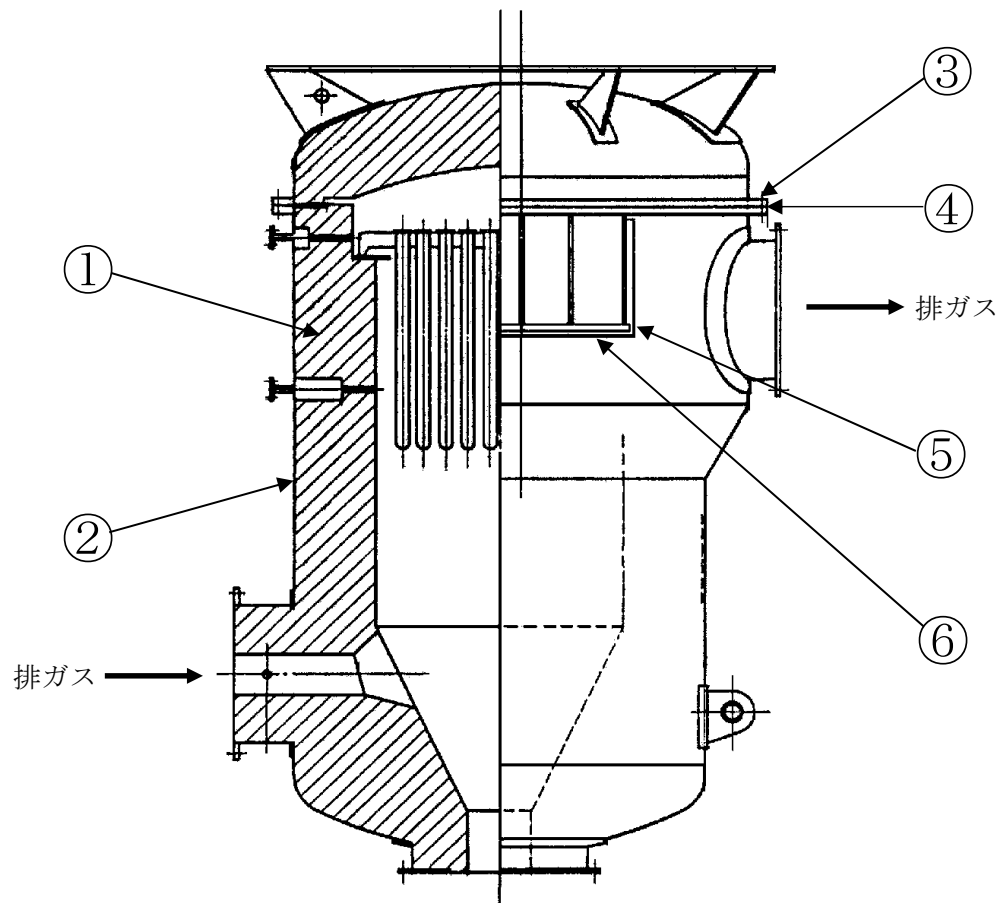


図2.1-4 2次セラミックフィルタ構造図

No.	部 位
①	本体
②	架台
③	取付ボルト
④	基礎ボルト

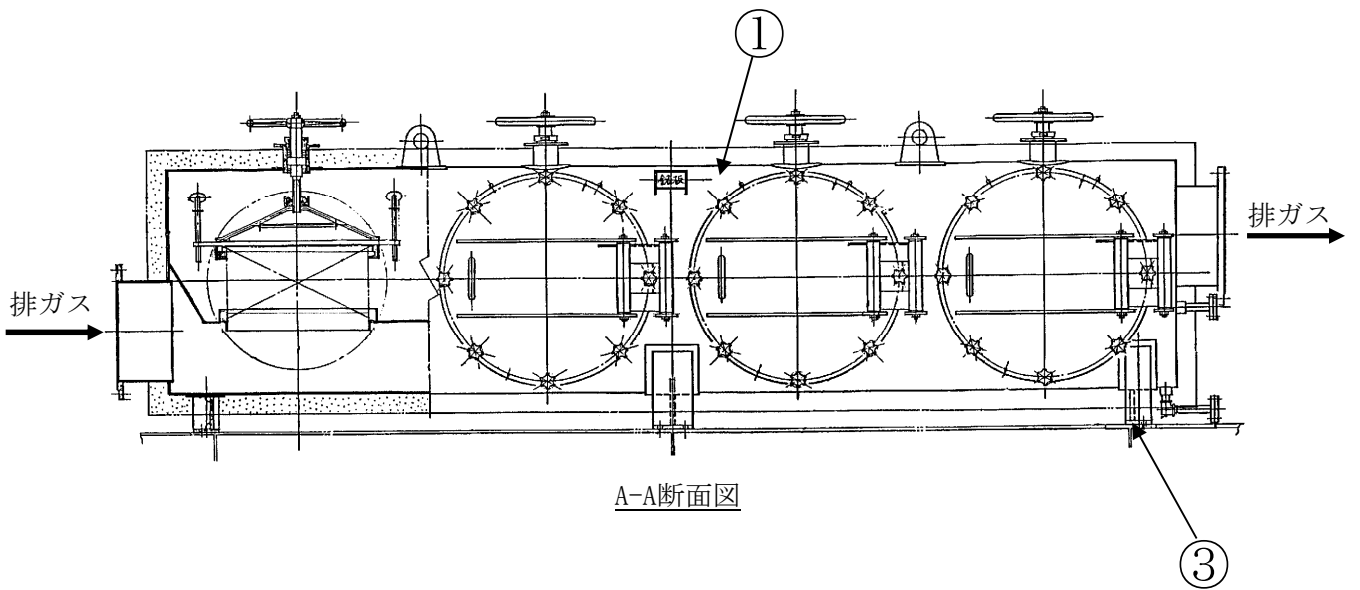
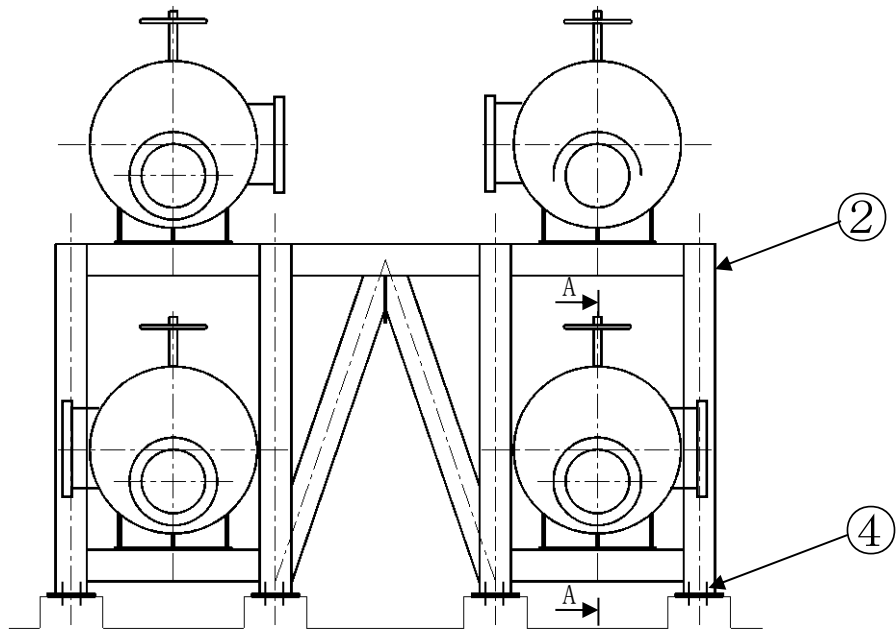


図2.1-5 排ガスフィルタ構造図

表2. 1-1 雑固体廃棄物焼却設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
焼却, 除塵機能の確保	焼却炉	耐火物	耐火煉瓦, 耐火キャストブル
	1次セラミックフィルタ	耐火物	耐火煉瓦, 耐火キャストブル
	2次セラミックフィルタ	耐火物	耐火煉瓦, 耐火キャストブル
	配管	耐火物	耐火煉瓦, 耐火キャストブル
	弁	耐火物	耐火キャストブル
ハウダリの維持	焼却炉	外殻	炭素鋼 (SS41)
		フランジボルト	低合金鋼 (SNB7)
		ガスケット	(消耗品)
		安全弁	ステンレス鋼 (SUS304L)
	1次セラミックフィルタ	外殻	炭素鋼 (SS41)
		フランジボルト	低合金鋼 (SNB7)
		ガスケット	(消耗品)
	2次セラミックフィルタ	外殻	炭素鋼 (SS41)
		フランジボルト	低合金鋼 (SNB7)
		ガスケット	(消耗品)
	排ガスフィルタ	本体	ステンレス鋼 (SUS304)
	配管		炭素鋼 (STPY-41) ステンレス鋼 (SUS304TPY)
	弁		炭素鋼 (SS41) 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
機器の支持	焼却炉	ラグ	炭素鋼 (SS41)
		支持脚	炭素鋼 (SS41)
		取付ボルト	炭素鋼 (SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)
	1次セラミックフィルタ	ラグ	炭素鋼 (SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)
	2次セラミックフィルタ	ラグ	炭素鋼 (SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)
	排ガスフィルタ	架台	炭素鋼 (SS41)
取付ボルト		炭素鋼 (SS41)	
基礎ボルト		炭素鋼 (SS41)	

表2.1-2 雑固体廃棄物焼却設備の使用条件

部位	処理能力	最高使用圧力	最高使用温度
焼却炉	600,000kcal/h	0.04/-0.04MPa	1,100℃
1次セラミックフィルタ	750Nm <sup>3</sup> /h	0.04/-0.04MPa	950℃
2次セラミックフィルタ	750Nm <sup>3</sup> /h	0.04/-0.04MPa	950℃
排ガスフィルタ	4,000Nm <sup>3</sup> /h	0.04/-0.04MPa	250℃

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

雑固体廃棄物焼却設備の機能は、可燃性雑固体廃棄物等の焼却機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 焼却，除塵機能の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

雑固体廃棄物焼却設備について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

a. 耐火物の減肉〔焼却炉，1次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ，配管，弁〕

焼却炉，1次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ，配管および弁には内部に耐火物が内張りされており，焼却時の高温雰囲気下で熔融した焼却灰およびハロゲンガス等による浸食減肉が想定される。しかし，定期的に目視確認を行い，耐火物の健全性を確認しており，これまで有意な減肉は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 耐火物の割れ〔焼却炉，1次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ，炭素鋼配管，弁〕

焼却炉，1次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタおよび炭素鋼製の配管，弁に内張りされている耐火物については，起動・停止時の温度変化等による耐火物の割れが想定される。しかし，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，必要に応じ耐火物の補修，取替を行うこととしておりこれまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 外殻，配管，弁の腐食（全面腐食）〔焼却炉，1次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ，炭素鋼配管，弁〕

焼却炉，1次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタの外殻，炭素鋼製の配管および弁は炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり，焼却時に発生した腐食性ガス（HCl, SO<sub>x</sub> 他）が温度低下時に外殻等の内表面で結露した場合に腐食が想定されるが，耐火物（耐火煉瓦，耐火キャストブル）により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行うことにより，耐火物の状況を確認するとともに，必要に応じ耐火物の補修，取替を実施している。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 本体および配管の粒界型応力腐食割れ〔排ガスフィルタ，ステンレス鋼配管〕

排ガスフィルタの本体および排ガスフィルタ廻りに使用されている配管はステンレス鋼であり，内部流体の排ガスには腐食性ガス（HCl, SO<sub>x</sub> 他）が含まれている。停止時に温度が低下すると硫酸等が発生する可能性があり，硫酸等でステンレス鋼に生じた孔食部を起点に，起動・停止に伴う熱応力の重畳による粒界型応力腐食割れが想定されるが，現在までの運転経験により，粒界型応力腐食割れの可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認している。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- e. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔焼却炉，1次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ，排ガスフィルタ〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

- f. フランジボルト，ラグ，支持脚，取付ボルト，架台の腐食（全面腐食）〔焼却炉，1次セラミックフィルタ，2次セラミックフィルタ，排ガスフィルタ〕

フランジボルトは低合金鋼，ラグ，支持脚および取付ボルト，架台は炭素鋼であり腐食が想定されるが，塗装により腐食を防止しているため，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に見視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要に応じ補修塗装を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 (1/2) 雑固体廃棄物焼却設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考		
					減肉		割れ		材質変化			その他	
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化			
焼却, 除塵機能の確保	焼却炉	耐火物		耐火煉瓦 耐火キヤスタブル							△*1*2	*1:耐火物の減肉 *2:耐火物の割れ	
	1次セラミックフィルタ	耐火物		耐火煉瓦 耐火キヤスタブル							△*1*2		
	2次セラミックフィルタ	耐火物		耐火煉瓦 耐火キヤスタブル							△*1*2		
	配管	耐火物		耐火煉瓦 耐火キヤスタブル							△*1*2		
	弁	耐火物		耐火キヤスタブル							△*1*2		
バウンダリの維持	焼却炉	外殻		炭素鋼		△							
		フランジボルト		低合金鋼		△							
		ガスケット	◎	—									
		安全弁		ステンレス鋼									
	1次セラミックフィルタ	外殻		炭素鋼		△							
		フランジボルト		低合金鋼		△							
		ガスケット	◎	—									
	2次セラミックフィルタ	外殻		炭素鋼		△							
		フランジボルト		低合金鋼		△							
		ガスケット	◎	—									

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表2.2-1 (2/2) 雑固体廃棄物焼却設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
ハウタリの維持	排ガスフィルタ	本体		ステンレス鋼				△*1			*1：粒界型応力腐食割れ	
	配管			炭素鋼		△						
				ステンレス鋼				△*1				
	弁			炭素鋼, 炭素鋼鋳鋼		△						
機器の支持	焼却炉	ラゲ		炭素鋼		△						
		支持脚		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	1次セラミックフィルタ	ラゲ		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	2次セラミックフィルタ	ラゲ		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
	排ガスフィルタ	架台		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

## 12.2 雜固体廃棄物処理設備

[対象機器]

- ① 雜固体廃棄物処理設備

## 目 次

1. 対象機器	12. 2-1
2. 対象機器の技術評価	12. 2-2
2.1 構造, 材料および使用条件	12. 2-2
2.2 経年劣化事象の抽出	12. 2-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	12. 2-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	12. 2-9
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	12. 2-10

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している雑固体廃棄物処理設備の仕様を表1-1に示す。

表1-1 雑固体廃棄物処理設備の仕様

名 称 (基数)	仕 様 (容量)	重要度*1	使 用 条 件		
			運転状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
雑固体廃棄物処理設備 (1)	150kg/h	高*2	連続	0.04/-0.04	1,600

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：最高使用温度が95℃を超え、または最高使用圧力が1,900 kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器を示す。



## 2. 対象機器の技術評価

本章では、以下の機器について技術評価を実施する。

### ① 雑固体廃棄物処理設備

#### 2.1 構造、材料および使用条件

##### (1) 構造

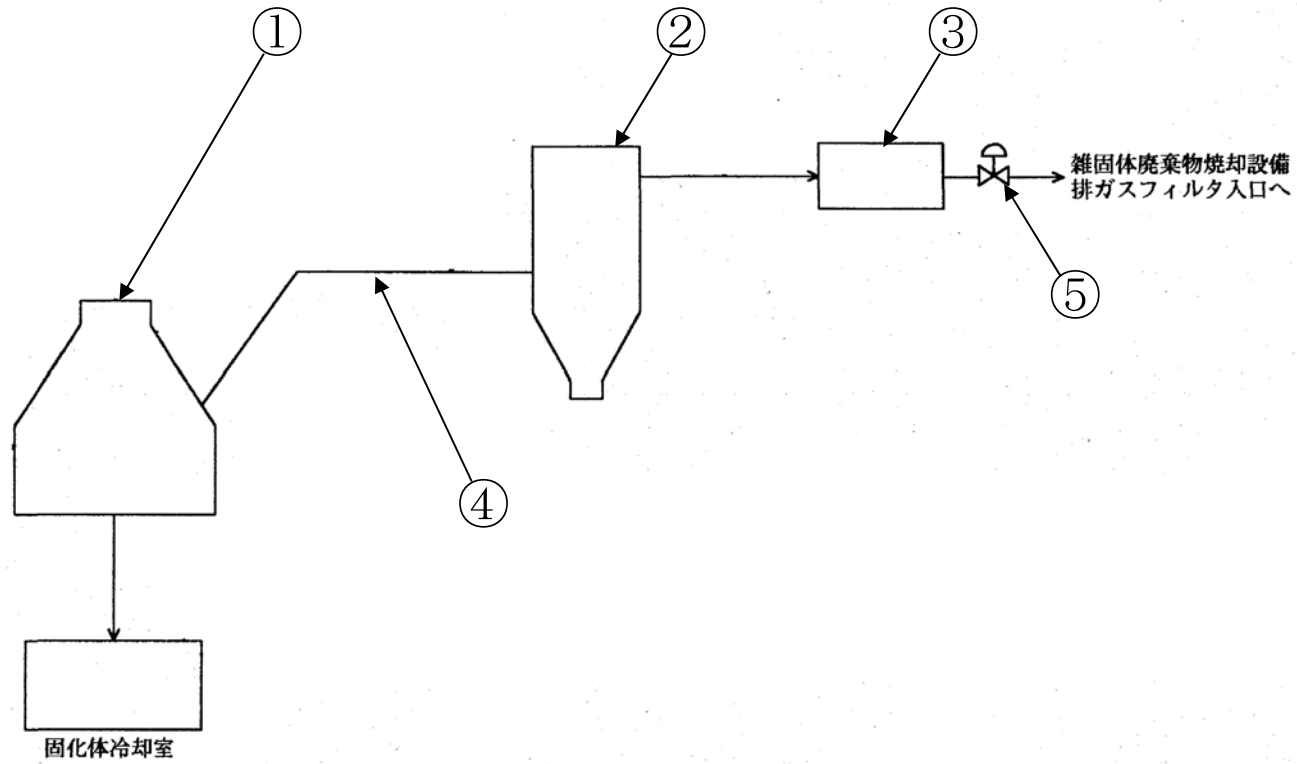
雑固体廃棄物処理設備は、不燃性雑固体廃棄物を熔融処理する設備である。

雑固体廃棄物処理設備は、雑固体廃棄物を熔融する熔融炉，熔融炉からの排ガスを希釈空気で冷却した後，除塵するセラミックフィルタ，排ガスフィルタより構成される。

雑固体廃棄物処理設備について，構成図を図2.1-1に，各機器の構造図を図2.1-2～2.1-4に示す。

##### (2) 材料および使用条件

雑固体廃棄物処理設備主要部位の使用材料を表2.1-1に，使用条件を表2.1-2に示す。



No.	機器
①	熔融炉
②	セラミックフィルタ
③	排ガスフィルタ
④	配管
⑤	弁

図2.1-1 雑固体廃棄物処理設備 構成図

No.	部 位
①	耐火物
②	外殻
③	フランジボルト
④	ガスケット
⑤	安全弁
⑥	支持脚
⑦	取付ボルト

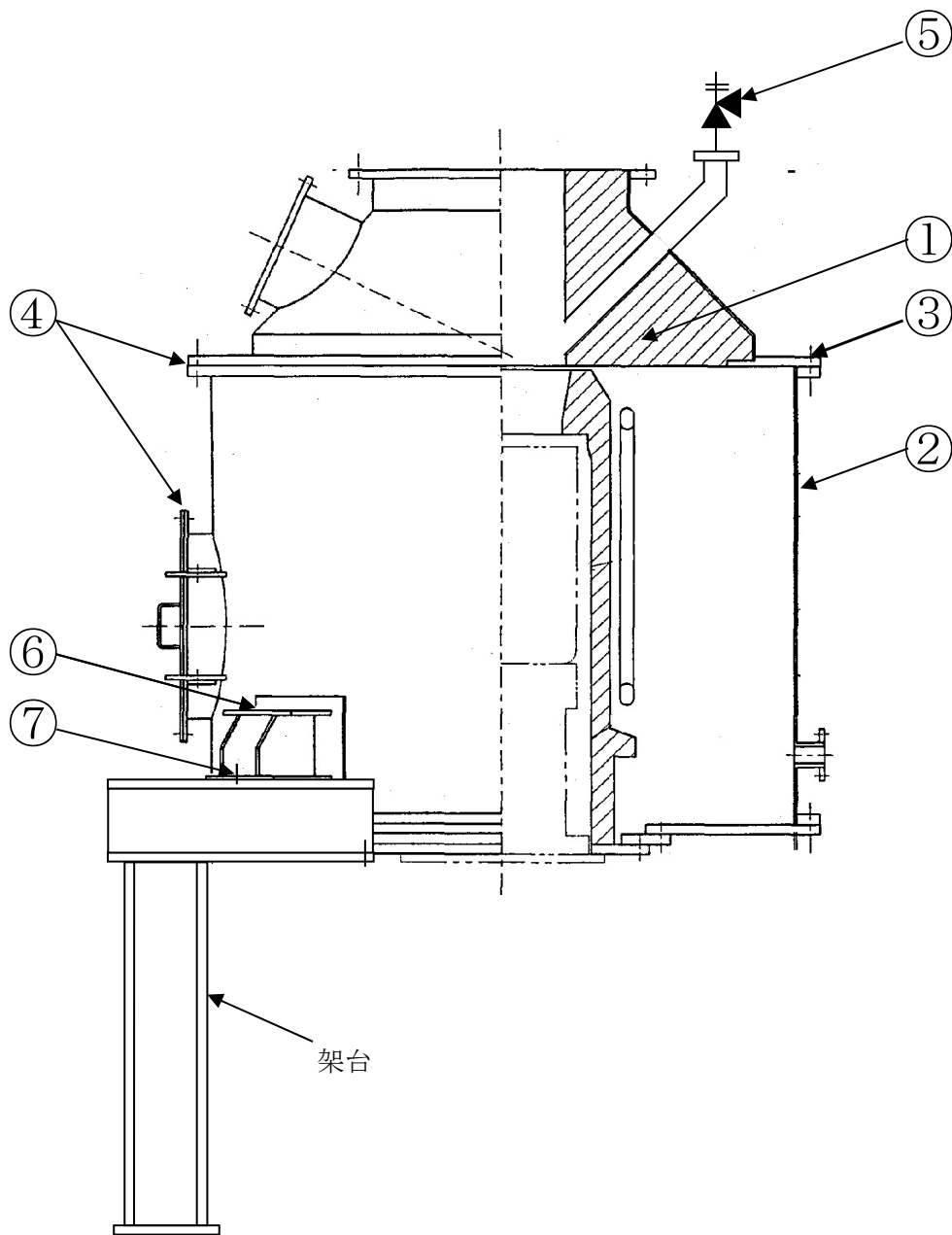


図2.1-2 熔融炉構造図

No.	部 位
①	耐火物
②	外殻
③	フランジボルト
④	ガスケット
⑤	支持脚
⑥	取付ボルト
⑦	基礎ボルト

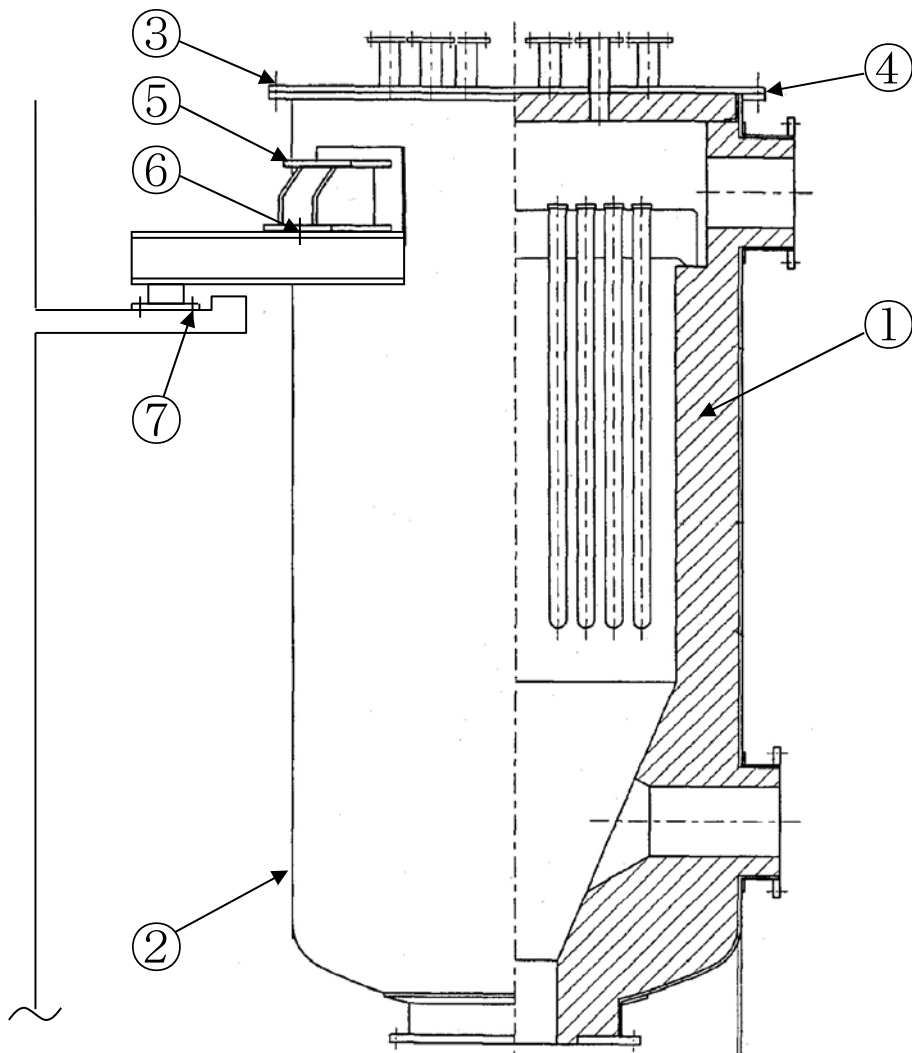


図2.1-3 セラミックフィルタ構造図

No.	部 位
①	本体
②	側板
③	フィルタ
④	リング
⑤	支持脚
⑥	取付ボルト

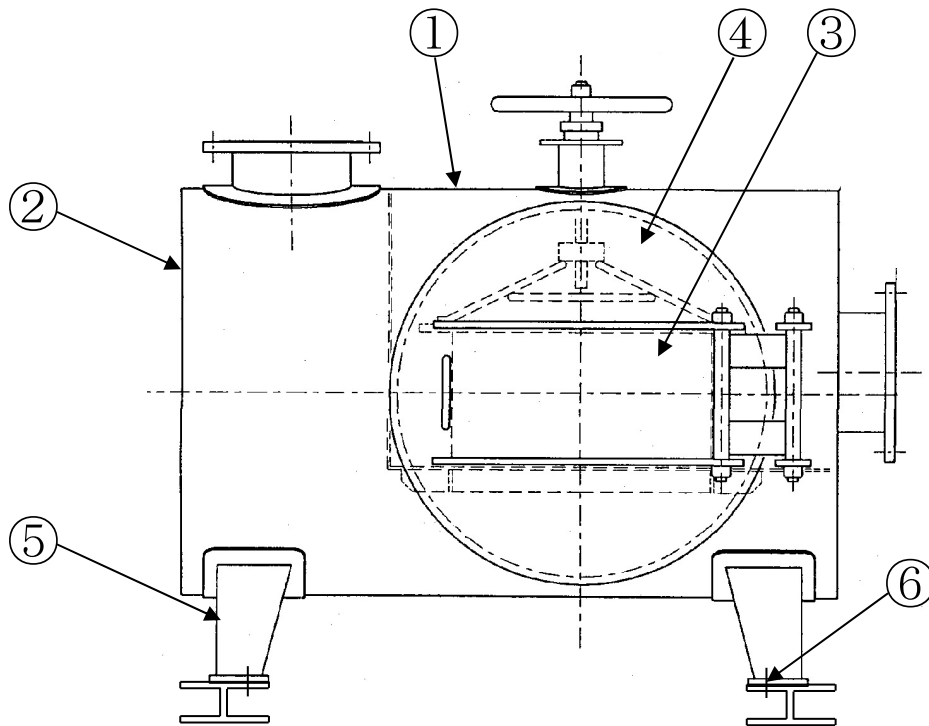


図2.1-5 排ガスフィルタ構造図

表2.1-1 雑固体廃棄物処理設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
溶融，除塵機能の確保	溶融炉	耐火物	耐火キャストブル
	セラミックフィルタ	耐火物	耐火キャストブル
	配管	耐火物	耐火キャストブル
	弁	耐火物	耐火キャストブル
ハウダリの維持	溶融炉	外殻	ステンレス鋼 (SUS304)
		フランジボルト	ステンレス鋼 (SUS316)
		ガスケット	(消耗品)
		安全弁	ステンレス鋼 (SUS304)
	セラミックフィルタ	外殻	炭素鋼 (SS400)
		フランジボルト	炭素鋼 (SS400)
		ガスケット	(消耗品)
	排ガスフィルタ	本体	ステンレス鋼 (SUS304)
		側板	ステンレス鋼 (SUS304)
		フィルタ	(消耗品)
		リング	(消耗品)
	配管	炭素鋼 (STPY, STK) ステンレス鋼 (SUS304)	
弁	炭素鋼 (SS400)		
機器の支持	溶融炉	支持脚	炭素鋼 (SS41)
		取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	セラミックフィルタ	支持脚	炭素鋼 (SS400)
		取付ボルト	炭素鋼 (SS41)
		基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)
	排ガスフィルタ	支持脚	炭素鋼 (SS400)
取付ボルト		炭素鋼 (SS41)	

表2.1-2 雑固体廃棄物処理設備の使用条件

部位	処理能力 (容量)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
溶融炉	150kg/h	0.04/-0.04	1,600
セラミックフィルタ	900Nm <sup>3</sup> /h	0.04/-0.04	500
排ガスフィルタ	1,200Nm <sup>3</sup> /h	0.04/-0.04	250

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

雑固体廃棄物処理設備の機能は、不燃性雑固体廃棄物等の熔融機能であり、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 熔融，除塵機能の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

雑固体廃棄物処理設備について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ガスケット、フィルタおよびOリングは消耗品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの (表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象 (表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。



## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 耐火物の減肉〔溶融炉，セラミックフィルタ，炭素鋼配管，弁〕

溶融炉，セラミックフィルタ，炭素鋼製の配管および弁には内部に耐火物が内張りされており，溶融時のハロゲンガス等による浸食減肉が想定される。しかし，定期的に目視確認を行い，耐火物の健全性を確認しており，これまで有意な減肉は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. 耐火物の割れ〔溶融炉，セラミックフィルタ，炭素鋼配管，弁〕

溶融炉，セラミックフィルタ，炭素鋼製の配管および弁に内張りされている耐火物については，起動・停止時の温度変化等による耐火物の割れが想定される。しかし，定期的に目視確認を行い，健全性を確認しており，必要に応じ耐火物の補修，取替を行っており，これまで有意な割れは認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 外殻，配管および弁の腐食（全面腐食）〔セラミックフィルタ，炭素鋼配管，弁〕

セラミックフィルタの外殻，炭素鋼製の配管および弁は炭素鋼であり，溶融時に発生した腐食性ガス（HCl, SO<sub>x</sub> 他）が温度低下時に外殻等の内表面で結露した場合に腐食が想定されるが，耐火物により腐食を防止しており，腐食が発生する可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，耐火物の状況を確認するとともに，必要に応じ耐火物の補修，取替を実施しており，これまで有意な腐食は認められていない。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 本体，側板および配管の粒界型応力腐食割れ〔排ガスフィルタ，ステンレス鋼配管〕

排ガスフィルタの本体，側板および排ガスフィルタ廻りに使用されている配管はステンレス鋼であり，内部流体の排ガスには腐食性ガス（HCl, SO<sub>x</sub> 他）が含まれている。停止時に温度が低下すると硫酸等が発生する可能性があり，硫酸等でステンレス鋼に生じた孔食部を起点に，起動・停止に伴う熱応力の重畳による粒界型応力腐食割れが想定されるが，現在までの運転経験により，粒界型応力腐食割れの可能性は小さい。また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認している。

したがって，今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### e. フランジボルト，支持脚および取付ボルトの腐食（全面腐食）〔溶融炉，セラミックフィルタ，排ガスフィルタ〕

フランジボルト，支持脚および取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定されるが，塗装に

より腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認を行い、塗装の状態を確認するとともに、必要に応じ補修塗装を実施することとしており、これまで有意な腐食は認められていない。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔セラミックフィルタ〕

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化

基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

表2.2-1 (1/2) 雑固体廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
溶融、除塵機能の確保	溶融炉	耐火物		耐火キャストブル							△ <sup>*1*2</sup>	*1：耐火物の減肉 *2：耐火物の割れ *3：粒界型応力腐食割れ
	セラミックフィルタ	耐火物		耐火キャストブル							△ <sup>*1*2</sup>	
	配管	耐火物		耐火キャストブル							△ <sup>*1*2</sup>	
	弁	耐火物		耐火キャストブル							△ <sup>*1*2</sup>	
ハウダリの維持	溶融炉	外殻		ステンレス鋼								
		フランジボルト				△						
		ガスケット	◎	—								
		安全弁			ステンレス鋼							
	セラミックフィルタ	外殻			炭素鋼		△					
		フランジボルト			炭素鋼		△					
		ガスケット	◎	—								
	排ガスフィルタ	本体			ステンレス鋼				△ <sup>*3</sup>			
		側板			ステンレス鋼				△ <sup>*3</sup>			
		フィルタ	◎	—								
リング		◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/2) 雑固体廃棄物処理設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	配管		炭素鋼		△						*1：樹脂の劣化 *2：粒界型応力腐食割れ
			ステンレス鋼				△*2				
	弁		炭素鋼		△						
機器の支持	溶融炉	支持脚	炭素鋼		△						
		取付ボルト	炭素鋼		△						
	セラミックフィルタ	支持脚	炭素鋼		△						
		取付ボルト	炭素鋼		△						
		基礎ボルト	炭素鋼, 樹脂		△					▲*1	
	排ガスフィルタ	支持脚	炭素鋼		△						
取付ボルト		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 13. ガスタービン機関

[対象機器]

13.1 ガスタービン機関本体

13.2 ガスタービン機関付属設備

## 13.1 ガスタービン機関本体

[対象機器]

- ① ガスタービン機関

## 目 次

1. 対象機器	13. 1-1
2. 対象機器の技術評価	13. 1-2
2.1 構造, 材料および使用条件	13. 1-2
2.1.1 ガスタービン機関	13. 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出	13. 1-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	13. 1-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	13. 1-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	13. 1-7

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用しているガスタービン機関の仕様を表1-1に示す。

表1-1 ガスタービン機関の主な仕様

機関名称 (基数)	仕様 (機関出力×回転速度)	重要度*1	使用条件	
			運転状態	周囲温度
ガスタービン機関(2*2)	5,200kW×18,000min <sup>-1</sup>	重*3	一時	40℃以下

\*1：最上位の重要度を示す。

\*2：基数（予備1基を含む）

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。



## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 ガスタービン機関

##### (1) 構造

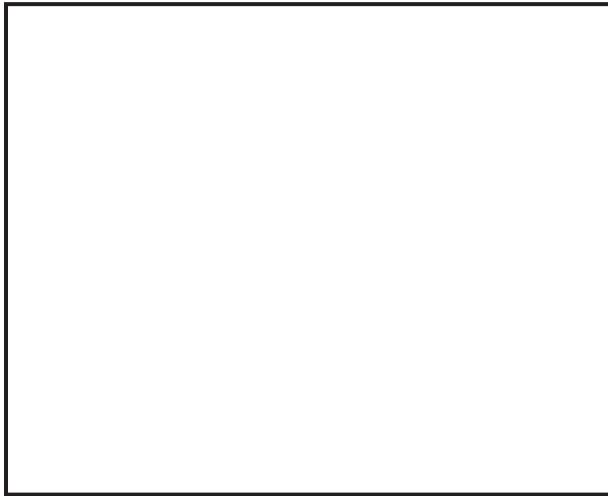
ガスタービン機関は, 出力5,200 kW, 回転数18,000 min<sup>-1</sup>の単純開放サイクル1軸式ガスタービン (ツインエンジン) であり, 2基 (予備1基を含む) 設置している。

ガスタービン機関の構造図を図2.1-1に示す。

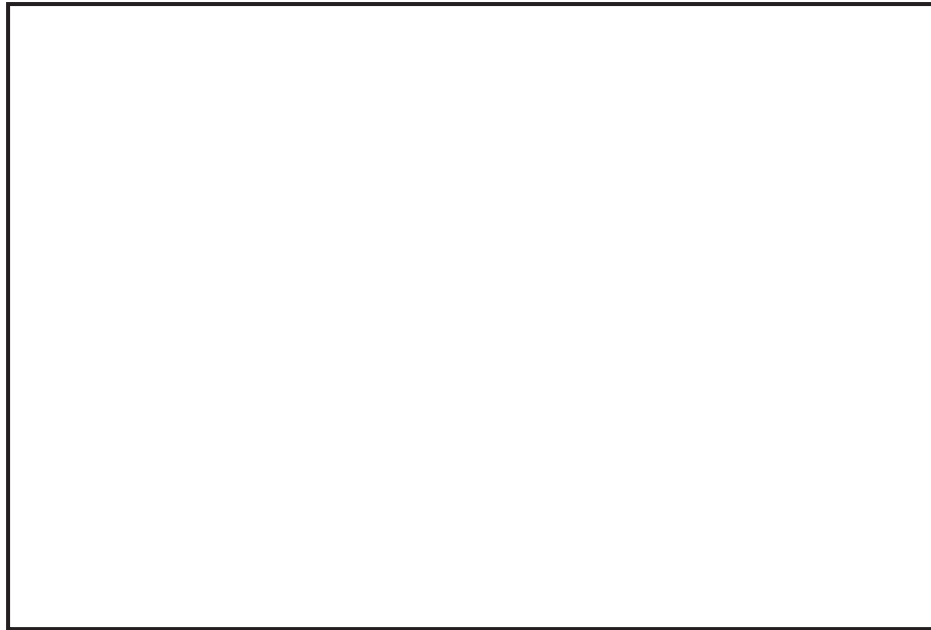
##### (2) 材料および使用条件

ガスタービン機関主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部 位	No.	部 位
①	車室	⑥	減速機
②	車軸	⑦	調速装置
③	翼	⑧	軸受（転がり）
④	燃焼器	⑨	基礎ホルト
⑤	圧縮機		

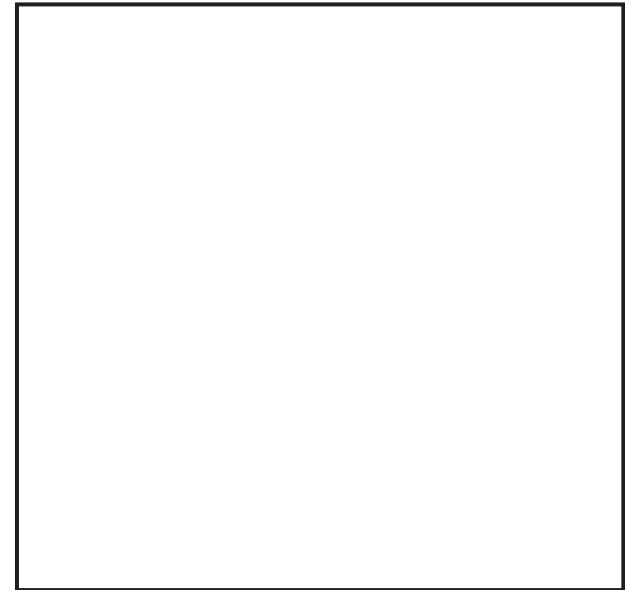


断面図



A  
←

A  
←



A-A矢視図

図2.1-1 ガスタービン機関構造図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

表2.1-1 ガスタービン機関本体主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
発電機駆動 機能の確保	車室	
	車軸	
	翼	
	燃焼器	
	圧縮機	
	減速機	
	調速装置	
	軸受（転がり）	
機器の支持	基礎ボルト	

表2.1-2 ガスタービン機関本体の使用条件

機 関 出 力		5,200kW
回 転 数	タービン主軸	18,000min <sup>-1</sup>
	出力軸	1,800min <sup>-1</sup>
使用燃料油		軽油

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ガスタービン機関本体の機能は、非常時の電源供給源である発電機を駆動させるものである。この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 発電機駆動機能の確保
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

ガスタービン機関本体について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

調速装置は定期取替品であり、軸受（転がり）は消耗品である。いずれも、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち、下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### b. 車室、翼、燃焼器ケーシング、圧縮機ケーシング、減速機の腐食（全面腐食）

車室、燃焼器ケーシング、圧縮機ケーシングおよび減速機は□を使用しており、腐食が想定されるが、外面については、塗装により腐食を防止しており腐食が発生する可能性は小さい。

内面については、ガスタービン機関の燃料油に硫黄分が含まれているため、排気ガス中の二酸化硫黄により、車室、翼、燃焼器ケーシングに腐食が想定されるが、燃料は硫黄分の少ない軽油を使用しており、この硫黄分によって排気ガス中に生成される二酸化硫黄の露点に対し、燃焼空気温度は十分に高く、硫酸が生成する可能性は小さいことから腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 車室、車軸、翼、燃焼器ケーシングの疲労割れ

車室、車軸、翼、燃焼器ケーシングはガスタービンの起動・停止による熱過渡を繰り返し受けるため、疲労割れが想定されるが、設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されていること、機関の起動回数が少ないことから疲労割れが発生する可能性は小さい。また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 車室、車軸、翼、燃焼器ケーシングのクリープ

ガスタービン機関の排気ガス温度は高温□であることから車室、車軸、翼、燃焼器ケーシングにクリープによる変形、破断が想定されるが、これらの部位については、クリープ変形が影響する不具合や破断が発生しないよう設計上考慮されている。また、定期的を目視確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### e. 車軸の摩耗

車軸の軸受部は転がり軸受を使用しており、摺動面は摩耗が想定されるが、潤滑油が供給され車軸と軸受間には膜が形成されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的を目視確認および寸法測定を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

f. 減速機ギヤの摩耗

減速機のギヤの噛み合い部には摩耗が想定されるが、潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。また、定期的に見視確認および隙間測定を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- (2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表2.2-1 ガスタービン機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣 化		
発電機駆動 機能の確保	車室				△	△				△ <sup>*1</sup>	*1：クリープ *2：ケーシング *3：ギヤ
	車軸			△		△				△ <sup>*1</sup>	
	翼				△	△				△ <sup>*1</sup>	
	燃焼器				△ <sup>*2</sup>	△ <sup>*2</sup>				△ <sup>*1*2</sup>	
	圧縮機				△ <sup>*2</sup>						
	減速機			△ <sup>*3</sup>	△						
	調速装置	◎									
	軸受（転がり）	◎									
機器の支持	基礎ボルト				△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



## 13.2 ガスタービン機関附属設備

[対象機器]

- ① ガスタービン機関附属設備

## 目 次

1. 対象機器	13. 2-1
2. 対象機器の技術評価	13. 2-2
2.1 構造, 材料および使用条件	13. 2-2
2.1.1 ガスタービン機関附属設備	13. 2-2
2.2 経年劣化事象の抽出	13. 2-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	13. 2-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	13. 2-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	13. 2-8
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	13. 2-13

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している主要なガスタービン機関付属設備の仕様を表1-1に示す。

表1-1 ガスタービン機関付属設備の主な仕様

系統名称 (基数)	重要度*1	使用条件	
		最高使用圧力	最高使用温度
燃料移送系設備 (2*2)	重*3		
潤滑油系設備 (2*2)	重*3		

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：基数（予備1基を含む）

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 ガスタービン機関付属設備

##### (1) 構造

ガスタービン機関付属設備は、機関作動時に必要な燃料油を供給するための燃料移送系設備、機関の軸受部等に潤滑油を供給し、円滑な回転を維持するための潤滑油系設備で構成されている。

ガスタービン機関付属設備について、燃料移送系設備の系統図を図2.1-1に、潤滑油系設備の系統図を図2.1-2に示す。

##### (2) 材料および使用条件

ガスタービン機関付属設備主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

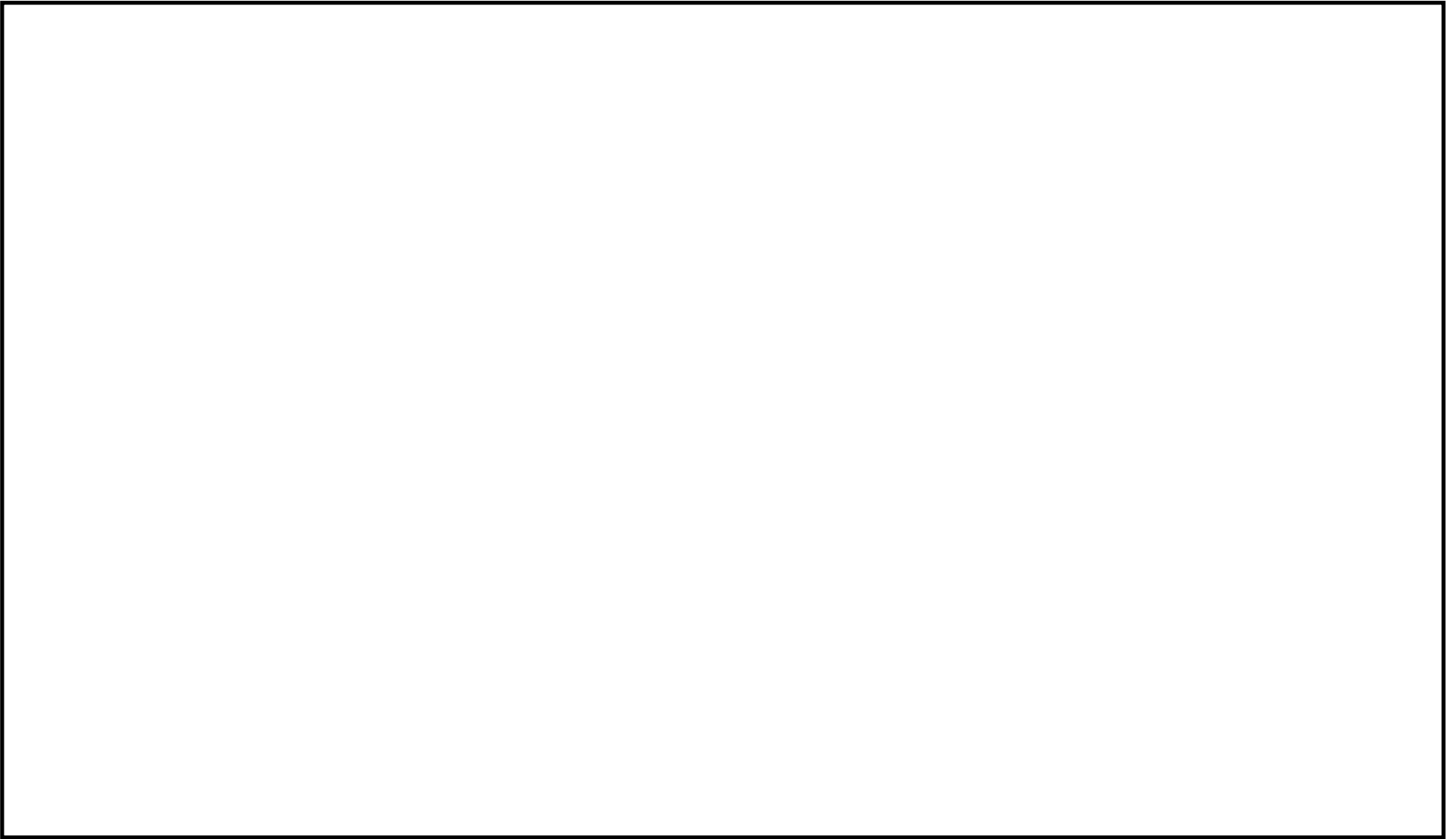


図 2.1-1 ガスタービン機関燃料移送系設備系統図

図 2.1-2 ガスタービン機関潤滑油系設備系統図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

表 2.1-1 ガスタービン機関付属設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	系統名	部 位	材 料
発電機駆動機能の確保	燃料移送系設備	軽油タンク	胴：炭素鋼 (SM400C, SM400A) 底板：炭素鋼 (SM400A, SM400C) 屋根：炭素鋼 (SM400A)
		燃料移送ポンプ	主軸：炭素鋼 (S45C) ケーシング：炭素鋼/鋳鋼 (SC480) ケーシングカバー：炭素鋼 (S25C)
		燃料移送ポンプモータ	主軸：炭素鋼 (S45C) 固定子コイルおよび口出線・接続部品：銅, 絶縁物 (アラミド紙, エポキシ樹脂) 回転子棒・回転子エンドリング：アルミニウム 軸受 (転がり)：(消耗品)
		サービスタンク	胴：炭素鋼 (SM400C)
		燃料油こし器	本体：炭素鋼 (SGV480)
		始動用燃料油ポンプ	(定期取替品)
		主燃料油ポンプ	(定期取替品)
		配管・弁	配管：炭素鋼 (STPG370, STPT410) 配管：ステンレス鋼 (SUS304) 弁：炭素鋼 (S25C, S28C), 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
		ガスケット, Oリング, メカニカルシール	(消耗品)
	潤滑油系設備	潤滑油ポンプ	(定期取替品)
		潤滑油冷却器	
		配管・弁	
		ガスケット, Oリング, オイルシール	(消耗品)
	機器の支持	取付ボルト・ナット, サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼 (SS400, S45C, S25C), 低合金鋼 (SNB7)
		基礎ボルト	低合金鋼 (SNB7, SCM435) 炭素鋼 (SS400)
支持脚, ベース		炭素鋼 (SS400, SM400A) ステンレス鋼 (SUS304)	

表 2.1-2 ガスタービン機関付属設備の使用条件

系統名称	最高使用圧力	最高使用温度	内部流体
燃料移送系設備			軽油
潤滑油系設備			潤滑油

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

ガスタービン機関付属設備の機能(駆動用燃料の供給)の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 発電機駆動機能の確保
- ② 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

ガスタービン機関付属設備について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件(内部流体、圧力、温度等)および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品および定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

ガスケット、Oリング、軸受(転がり)、メカニカルシール、オイルシールは消耗品であり、始動用燃料油ポンプ、主燃料油ポンプ、潤滑油ポンプは定期取替品である。いずれも、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①，②に該当する事象については，2.2.3項に示すとおり，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって，想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により，今後も経年劣化の進展が考えられない，または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象(表2.2-1で▲)

この結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された(表2.2-1で○)。

- a. 固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下〔燃料移送ポンプモータ〕

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. 屋外設置機器の腐食(全面腐食)〔軽油タンク，燃料移送系配管・弁〕

屋外に設置されている軽油タンク，燃料移送系配管・弁は炭素鋼であり，長時間外気にさらされていると表面の塗装が剥離し，腐食が発生する可能性があるが，定期的に目視確認を行い，塗装の状態を確認するとともに，必要により補修塗装を実施することとしている。内面については内部流体が油であり腐食が発生する可能性は小さい。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 基礎ボルトの腐食(全面腐食)

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし，本評価書には含めていない。

c. 主軸の摩耗〔燃料移送ポンプ〕

軸受（転がり）を使用している燃料移送ポンプの主軸については，軸受と主軸の接触面で摩耗が想定されるが，定期的に目視確認および寸法測定を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

d. 燃料移送系および潤滑油系設備の腐食〔燃料移送ポンプ，サービスタンク，燃料油こし器，燃料移送系配管・弁，潤滑油系配管・弁〕

燃料移送ポンプ，サービスタンク，燃料油こし器，燃料移送系配管・弁，潤滑油系配管・弁は炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり，腐食が想定されるが，外面は塗装により腐食を防止しており，内面については内部流体が燃料油または潤滑油であることから腐食が発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

e. 主軸の高サイクル疲労割れ〔燃料移送ポンプ〕

燃料移送ポンプの主軸はポンプ運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部において，高サイクル疲労割れが想定されるが，設計段階において疲労割れが発生しないよう考慮されており，高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視確認，浸透探傷試験を行い，健全性を確認することとしている。

したがって，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- f. 取付ボルトの腐食(全面腐食)〔燃料移送ポンプ, 燃料油こし器, 燃料移送系配管・弁, 潤滑油系配管・弁〕

これらの機器の取付ボルトは炭素鋼または低合金鋼であり腐食が想定されるが, 塗装により腐食を防止しているため, 腐食が発生する可能性は小さい。また, 定期的に見視確認を行い, 健全性を確認することとしている。

したがって, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- g. 弁棒の疲労割れ〔燃料移送系弁, 潤滑油系弁〕

弁の全開使用時に, 弁棒のバックシート部に過負荷がかかった状態で配管振動等による変動応力が加わると, バックシート部に疲労割れが想定されるが, 弁開操作時には, 弁棒およびバックシート部への過負荷がかからないように適切な操作を行うこととしているため, 疲労割れが発生する可能性は小さい。また, 定期的に見視確認を行い, 健全性を確認することとしている。

したがって, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- h. サポート取付ボルト・ナットの腐食(全面腐食)

各機器のサポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であり, 腐食が想定されるが, 大気接触部は塗装により腐食を防止しており, 腐食が発生する可能性は小さい。また, 定期的に見視確認を行い, 健全性を確認することとしている。

したがって, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

- i. 支持脚, ベースの腐食(全面腐食)〔燃料移送ポンプ, サービスタンク, 燃料油こし器, 潤滑油冷却器〕

サービスタンクの支持脚, 燃料移送ポンプ, サービスタンク, 燃料油こし器, 潤滑油冷却器のベースは炭素鋼であり腐食が想定されるが, 屋内空調環境にあり, 塗装により腐食を防止しているため, 腐食が発生する可能性は小さい。また, 定期的に見視確認を行い, 健全性を確認することとしている。

したがって, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

以下の j. ～o. の評価について, 「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから, 当該の評価書を参照のこと。

- j. モータの主軸の摩耗〔燃料移送ポンプモータ〕  
k. モータの取付ボルトの腐食(全面腐食)〔燃料移送ポンプモータ〕  
l. モータのフレーム, エンドブラケット, 端子箱の腐食(全面腐食)〔燃料移送ポンプモータ〕  
m. モータの固定子コア, 回転子コアの腐食(全面腐食)〔燃料移送ポンプモータ〕  
n. モータの主軸の高サイクル疲労割れ〔燃料移送ポンプモータ〕  
o. モータの回転子棒, 回転子エンドリングの疲労割れ〔燃料移送ポンプモータ〕

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

日常劣化管理事象以外に該当する事象は抽出されなかった。

表 2.2-1(1/2) ガスタービン機関付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象							備 考		
				減 肉		割 れ		材質変化		その他			
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化				
発電機駆動機能の確保	燃料移送系設備		軽油タンク	炭素鋼		△△*1						*1：外面	
			燃料移送ポンプ	炭素鋼，炭素鋼 鋼鋳鋼	△*2	△	△*2*3					*2：主軸 *3：高サイクル疲労割れ	
			燃料移送ポンプモータ	銅，絶縁物他	△*2	△*4*5	△*2*3 △*6				○*7	*4：フレーム、エンドブラケット および端子箱の全面腐食	
			サービスタック	炭素鋼		△						*5：固定子コアおよび 回転子コアの全面腐食	
			燃料油こし器	炭素鋼		△						*6：回転子棒および 回転子エンドリングの疲労割れ	
			始動用燃料油ポンプ	◎	—								*7：固定子コイルおよび 口出線・接続部品の絶縁特性低下
			主燃料油ポンプ	◎	—								*8：屋外 *9：屋内
			配管・弁		炭素鋼，ステン ス鋼，炭素鋼鋳 鋼		△*1*8*10 △*9*10	△*11					*10：炭素鋼のみ
	潤滑油系設備		ガスケット，Oリング，カ ニカルシール	◎	—								*11：弁棒
			潤滑油ポンプ	◎	—								
			潤滑油冷却器										

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

表 2.2-1(2/2) ガスタービン機関付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	摩耗	腐食		
潤滑油系設備	配管・弁				△		△*1				*1：弁棒 *2：炭素鋼のみ	
	ガスケット，Oリング，オイルシール	◎	—									
機器の支持	取付ボルト・ナット，サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼，低合金鋼		△							
	基礎ボルト		低合金鋼 炭素鋼		△							
	支持脚，ベース		ステンレス鋼 炭素鋼		△*2							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) モータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下〔燃料移送ポンプモータ〕

燃料移送ポンプのモータの固定子コイル，口出線・接続部品の絶縁特性低下について，「ポンプモータの技術評価書」の低圧ポンプモータと同一であることから，当該評価書を参照のこと。

(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち、下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。



## 15. 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置

[対象機器]

- ① 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置

## 目 次

1. 対象機器	15- 1
2. 対象機器の技術評価	15- 2
2.1 構造, 材料および使用条件	15- 2
2.1.1 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置	15- 2
2.2 経年劣化事象の抽出	15- 5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	15- 5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	15- 5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	15- 6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	15-10

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の仕様を表1-1に示す。

表1-1 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運転状態	最高使用圧力 (Pa)	最高使用温度 (°C)
原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置 (2) *2	重*3	一時	63*4	66

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：新規に設置される機器。

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*4：ダンパ閉止状態の差圧

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置

##### (1) 構造

原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置は、ブローアウトパネルが開放することで生じる開口を閉止するための設備であり、2基設置される。

原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置は、ダンパハウジング、羽根、シャフト、軸受（すべり）、コネクタおよび電動駆動部から構成され、架台および基礎ボルト等により支持されており、1基あたり2連ダンパ6台、3連ダンパ4台を組み合わせた構造となっている。

原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。

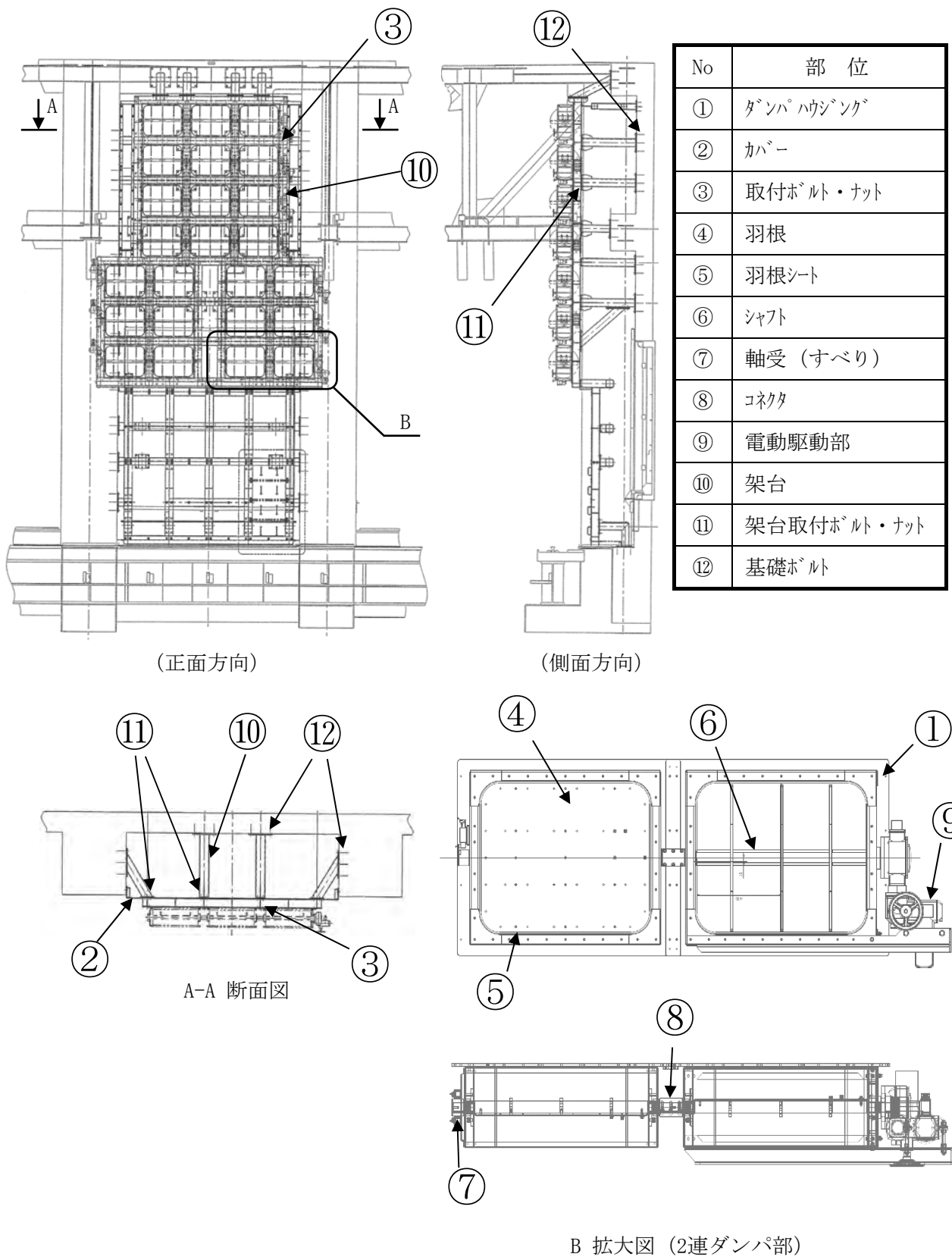


図2.1-1 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置構造図

表2.1-1 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
バウンダリの維持	ダンパ <sup>°</sup> ハウジング <sup>°</sup>	ステンレス鋼(SUS321相当)
	カバー	炭素鋼(SS400, STKR400)
	取付ボルト・ナット	ステンレス鋼(SUS304相当, SUS316相当)
隔離機能の維持	羽根	ステンレス鋼(SUS321相当)
	羽根シート	合成ゴム(シリコンゴム)
作動機能の維持	シャフト	ステンレス鋼(SUS431相当)
	軸受(すべり)	銅合金+テフロン
	コネクタ	ステンレス鋼(SUS431相当)
	電動駆動部	主軸：炭素鋼 ギア：黄銅他 固定子コイル：銅・絶縁物 口出線・接続部品：銅・絶縁物 フレーム, エント <sup>°</sup> ブラケット：鋳鉄 固定子コア, 回転子コア：電磁鋼 回転子棒, 回転子エント <sup>°</sup> リング：アルミニウム 取付ボルト：ステンレス鋼 トルクスイッチ, リミットスイッチ：定期取替品 軸受(転がり)：軸受鋼
機器の支持	架台	炭素鋼(SS400, STKR400)
	架台取付ボルト・ナット	クロムモリブデン鋼(SCM435)
	基礎ボルト	炭素鋼(SS400)

表2.1-2 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の使用条件

設置場所	原子炉建物	
	通常運転時 <sup>*1</sup>	重大事故等時
最高温度	40℃	66℃(168時間)
最高圧力	245.2Pa	63Pa(168時間)
放射線	$8.9 \times 10^{-6}$ Gy/h	$4.7 \times 10^2$ Gy(168時間)

\*1：通常時（開放状態）での周囲環境条件を示す。

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① バウンダリの維持
- ② 隔離機能の維持
- ③ 作動機能の維持
- ④ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（圧力、温度等）を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

電動駆動部のトルクスイッチおよびリミットスイッチは定期取替品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として以下の事象が抽出された（表2.2-1で○）。

- a. 電動駆動部の固定子コイル、口出線・接続部品の絶縁特性低下

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. シャフト、軸受（すべり）、コネクタの摩耗

シャフト、軸受（すべり）およびコネクタはステンレス鋼または銅合金であり、羽根の開閉動作による摩耗が想定されるが、回転角度が90度程度に限定され、作動頻度も少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### b. シャフトの固着

シャフトは異物、塵埃の付着により固着が想定されるが、屋内空調環境に設置されていることから固着が発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. カバー、架台、架台取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）

カバー、架台、架台取付ボルト・ナットは炭素鋼またはクロムモリブデン鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止することとしており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### d. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### e. 羽根シートの劣化

羽根シートはシリコンゴムであり劣化が想定されるが、定期的に目視確認および気密性能試験を行い、健全性を確認し、必要に応じ取替えることとしている。

したがって高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### f. 電動駆動部のフレームおよびエンドブラケットの腐食（全面腐食）

電動駆動部のフレームおよびエンドブラケットは鋳鉄であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、定期的に目視確認により健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### g. 電動駆動部の主軸の腐食（全面腐食）

電動駆動部の主軸は炭素鋼であり腐食が想定されるが、定期的に目視確認により腐食の



有無を確認することとしている。

したがって高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### h. 電動駆動部の主軸の摩耗

電動駆動部の主軸は炭素鋼であり軸受と主軸の接触面の摩耗が想定されるが、作動頻度が少ないことから摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験を行い、健全性を確認することとしている。なお、異音等が確認された場合は分解点検を行うこととしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### i. 電動駆動部の主軸の高サイクル疲労割れ

電動駆動部の主軸は炭素鋼でありモータ運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部において、高サイクル疲労割れが想定されるが、主軸は設計段階において高サイクル疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており、高サイクル疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験を行い、健全性を確認することとしている。なお、異音等が確認された場合は分解点検を行うこととしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### j. 電動駆動部のギアの摩耗

電動駆動部のギアは嵌合している摺動部があり、電動駆動部の作動により摩耗の発生が想定されるが、動作試験により健全性を確認し、必要に応じて取替等を行うこととしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### k. 電動駆動部の回転子棒および回転子エンドリングの疲労割れ

電動駆動部の回転子棒および回転子エンドリングはモータの起動時に発生する電磁力等により、繰返し応力を受けると疲労割れが想定されるが、回転子棒および回転子エンドリングは設計段階において疲労割れが発生しないように考慮された設計となっており、疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験を行い、健全性を確認することとしている。なお、異音等が確認された場合は分解点検を行うこととしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

#### l. 電動駆動部の軸受（転がり）の摩耗

電動駆動部の軸受（転がり）は、軸受鋼であり摩耗が想定されるが、電動駆動部の作動頻度が少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、定期的に動作試験を行い、健全性を確認することとしている。なお、異音等が確認された場合は電動駆動部の分解点検を行い、必要に応じてモータの一式取替を行うこととしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 軸受（すべり）の腐食（全面腐食）

軸受（すべり）は銅合金のため腐食が想定されるが、外気と接触しない構造となっていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 電動駆動部の固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）

電動駆動部の固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼であり腐食が想定されるが、密閉されており、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備 考	
				減肉		割れ		絶縁	材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁特性低下	熱時効	劣 化		
ハウンドガリの維持	ダンパハウジング		ステンレス鋼								* 1：固着 * 2：トルクスイッチ，リミットスイッチ * 3：モータの主軸 * 4：ギア * 5：モータの軸受（転がり） * 6：モータのフレーム，エンドブラケット * 7：モータの固定子コア，回転子コア * 8：モータの主軸の高サイクル疲労割れ * 9：モータの回転子棒，回転子エンドリンク * 10：モータの固定子コイル，口出線・接続部品	
	カバー		炭素鋼		△							
	取付ボルト・ナット		ステンレス鋼									
隔離機能の維持	羽根		ステンレス鋼									
	羽根シート		合成ゴム						△			
作動機能の維持	シャフト		ステンレス鋼	△						△*1		
	軸受（すべり）		銅合金+テフロン	△	▲							
	コネクタ		ステンレス鋼	△								
	電動駆動部	◎*2	銅・絶縁物他	△*3*4*5	△*3*6 ▲*7	△*8*9		○*10				
機器の支持	架台		炭素鋼		△							
	架台取付ボルト・ナット		クロムモリブデン鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

## 2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

### (1) 電動駆動部の固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下

#### a. 事象の説明

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は有機物であるため、熱および放射線による特性変化、振動等の機械的劣化、絶縁物に付着する塵埃等、熱的、機械的、電氣的、環境的要因により経年劣化が進行し、絶縁特性が低下する可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

なお、電動駆動部は低圧機器であるため、電氣的な劣化は起きないと考えられる。

#### b. 技術評価

##### (a) 健全性評価

電動駆動部絶縁物の長期間の経年劣化を考慮した絶縁特性低下の評価方法は、IEEE Std. 382 (1996) , 323 (2016) の規格にまとめられており、これに基づき、実機同等品による通常環境および重大事故等時雰囲気を考慮した長期健全性試験を実施した。

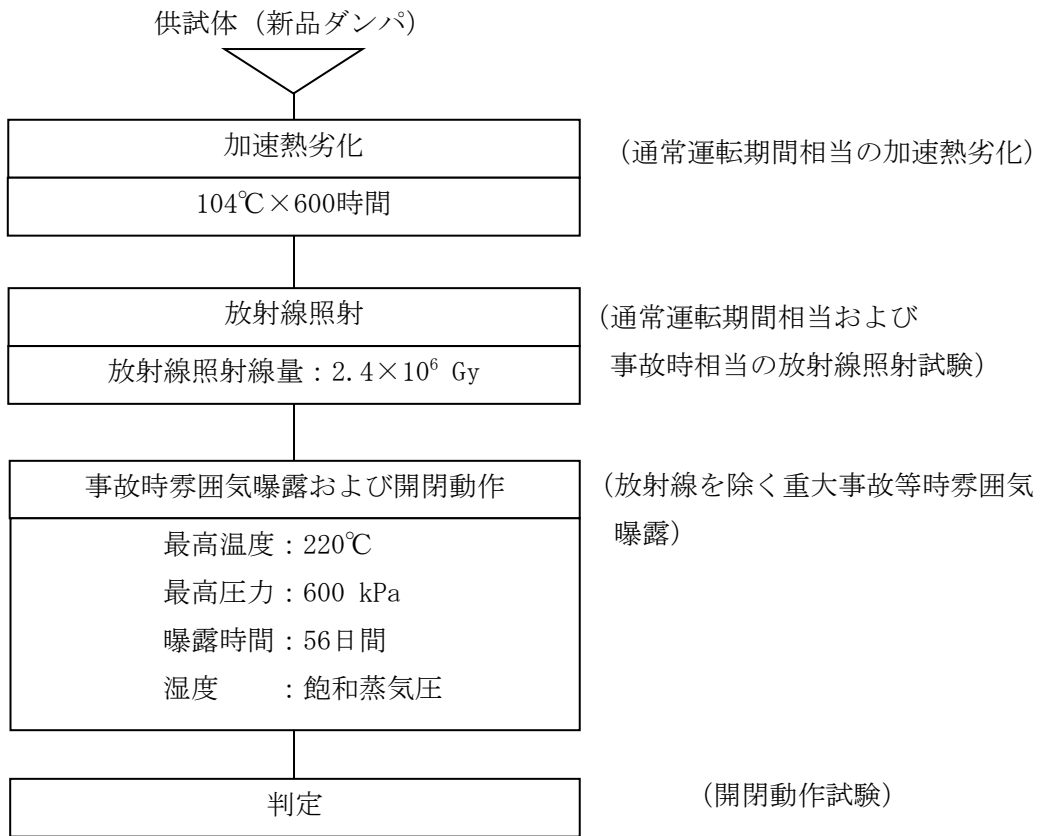


図2.3-1 電動駆動部長期健全性試験手順

表2.3-1 電動駆動部長期健全性試験条件

	試験条件	説明
加速熱劣化	104℃×600時間	燃料取替階（原子炉建物内）の周囲温度（40℃）に対して、60年間の運転期間を包絡する。
放射線照射	2.4×10 <sup>6</sup> Gy	島根2号炉で想定される線量約4.8×10 <sup>2</sup> Gy（40年間の通常運転期間約3.5 Gyに事故時線量4.7×10 <sup>2</sup> Gyを加えた線量）を包絡する。
事故時雰囲気曝露	最高温度：220℃ 最高圧力：600 kPa 曝露時間：1344時間 湿度：飽和蒸気圧	・島根2号炉の重大事故等時の原子炉建物燃料取替階で想定される最高温度（66℃168時間）、最高圧力（63 Pa）を包絡する。

表2.3-2 電動駆動部長期健全性試験結果

項目	試験手順	判定基準	結果
動作確認	事故時雰囲気曝露試験終了後、ダンパの開閉動作を確認する。	正常に動作すること	良

図2.3-1に示す長期健全性試験手順により評価した。本試験条件は表2.3-1に示すとおり、電動駆動部絶縁物の60年間の運転期間を想定した熱、放射線、機械的および重大事故等時雰囲気による劣化条件を包絡している。なお、環境的劣化要因のうち、絶縁物への塵埃の付着・吸湿による影響については、電動駆動部内に塵埃が入りづらい全閉構造であることから影響は小さいと考えられる。

本試験結果は表2.3-2に示すとおり、熱・放射線による劣化、機械的劣化および重大事故等時雰囲気による劣化に対して判定基準を満足しており、電動駆動部絶縁物は60年間の通常運転および重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると評価できる。

(b) 現状保全

電動駆動部絶縁物の絶縁特性低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施し、絶縁機能に有意な変化がないことを確認することとしている。

なお、これらの点検で有意な絶縁特性低下が認められた場合には、目視確認、洗浄・乾燥または電動駆動部の補修・取替えを行うこととしている。

(c) 総合評価

電動駆動部絶縁物の絶縁特性低下は、健全性評価結果および現状保全より、運転開始から60年間の通常運転および重大事故等時雰囲気において絶縁性能を維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁特性低下については、高経年化対策の観点から追加すべき項目はないと判断する。

## 16. 中央制御室待避室

[対象機器]

- ① 中央制御室待避室

## 目 次

1. 対象機器 .....	16-1
2. 中央制御室待避室の技術評価 .....	16-2
2.1 構造, 材料及び使用条件 .....	16-2
2.1.1 中央制御室待避室 .....	16-2
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	16-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目 .....	16-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出 .....	16-5
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 .....	16-6



## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している中央制御室待避室の仕様を表1-1に示す。

表1-1 中央制御室待避室の主な仕様

名 称 (基数)	仕 様	重要度*1	使 用 条 件	
			使用圧力	最高使用温度*2
中央制御室 待避室(1)	幅：2025mm×奥行：6003mm ×高さ：2013.5mm 収容人数：5人	重*3	40Pa*4	40℃

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：重大事故等時における使用時の温度

\*3：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

\*4：室内外の差圧を示す。

## 2. 中央制御室待避室の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 中央制御室待避室

##### (1) 構造

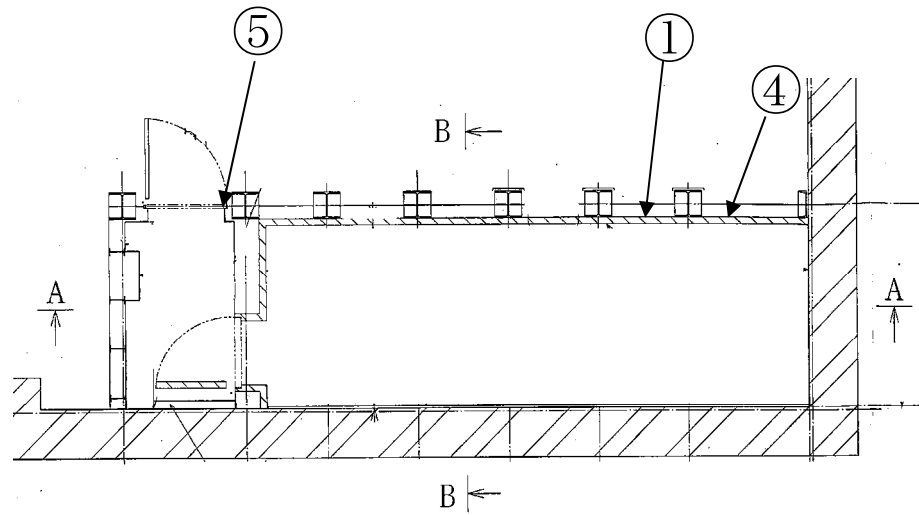
中央制御室待避室は炉心の著しい損傷後に格納容器フィルタベント系を作動させる場合において、中央制御室にとどまる運転員の被ばく量を規定値以下とするための設備である。

中央制御室待避室は遮蔽パネルで構成され、構造フレーム（鉄骨）および基礎ボルトにて支持しており、1基設置している。また、室内へ空気供給を行うための配管・弁および中央制御室待避室正圧化装置（空気ポンペ）を設置している。

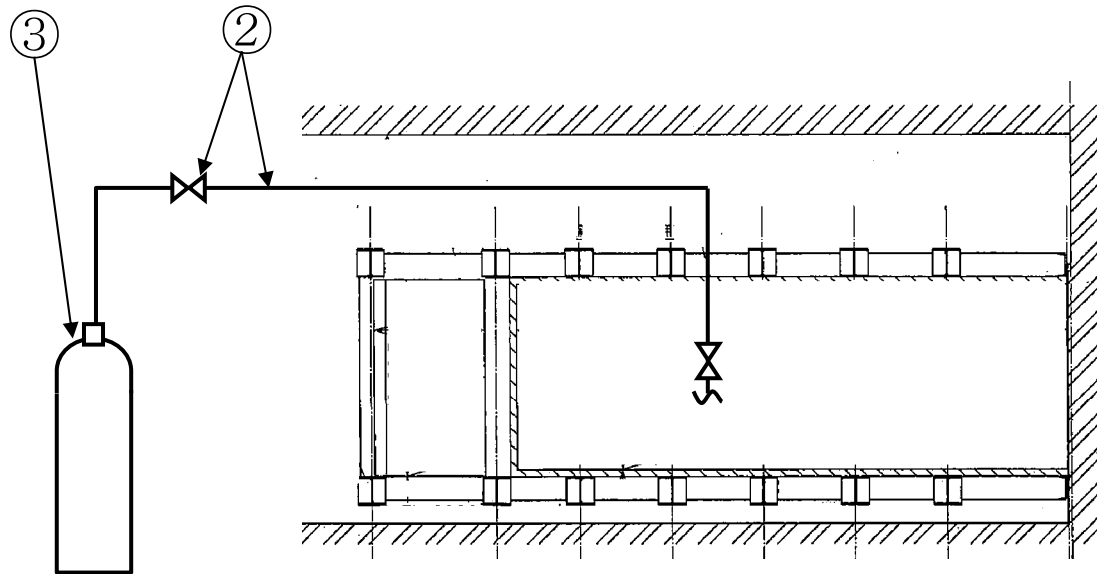
中央制御室待避室の構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

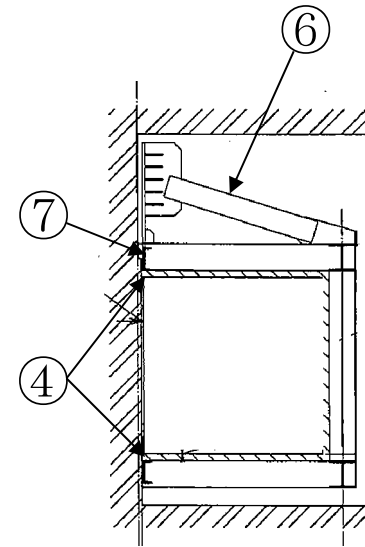
中央制御室待避室主要部位の使用材料を表2.1-1に、使用条件を表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	遮蔽パネル
②	配管・弁
③	中央制御室待避室正圧化装置 (空気ポンプ)
④	シール材
⑤	パッキン
⑥	構造フレーム (鉄骨)
⑦	基礎ボルト



A-A 断面図



B-B 断面図

図2.1-1 中央制御室待避室構造図

表2.1-1 中央制御室待避室主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部位	材 料
放射線の遮蔽	遮蔽パネル	鉛 (PbP)
		炭素鋼 (SS400)
ハウタリの維持	配管, 弁	ステンレス鋼 (SUS304TP, SUSF316)
	中央制御室待避室正圧化装置 (空気ポンプ)	(定期取替品)
	シール材	(消耗品)
	パッキン	(消耗品)
機器の支持	構造フレーム (鉄骨)	炭素鋼 (SS400)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS400) , 樹脂 <sup>*1</sup>

\*1 : 後打ちケミカルアンカを示す。

表2.1-2 中央制御室待避室の使用条件

使用圧力	最高使用温度 <sup>*1</sup>
40 Pa <sup>*2</sup>	40 °C

\*1 : 重大事故等時における使用時の温度

\*2 : 室内外の差圧を示す。

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

中央制御室遮待避室の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 放射線の遮蔽
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

中央制御室待避室について、機能達成に必要な項目を考慮し主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件（温度等）を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

中央制御室待避室正圧化装置（空気ポンプ）、シール材およびパッキンは定期取替品であり、長期使用せず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち、下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

## 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトの腐食については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

### b. 遮蔽パネルの腐食（全面腐食）

遮蔽パネルは鉛板を鋼板（炭素鋼）で挟む構造となっている。外面の炭素鋼は、腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認することとしている。内面の鉛板については、大気中では表面に酸化被膜を形成するため、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

### c. 構造フレーム（鉄骨）の腐食（全面腐食）

構造フレーム（鉄骨）は、炭素鋼であり腐食が想定されるが、塗装により腐食を防止しているため、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的に目視確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

### a. 基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化

基礎ボルト（後打ちケミカルアンカ）の樹脂の劣化については「機械設備（基礎ボルト）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

表2.2-1 中央制御室待避室に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
放射線の遮蔽	遮蔽パネル		炭素鋼, 鉛		△						*1: 後打ちケミカルカ *2: 樹脂の劣化
ハウダリの維持	配管, 弁		ステンレス鋼								
	中央制御室待避室正圧化装置 (空気ポンプ)	◎	—								
	シール材	◎	—								
	パッキン	◎	—								
機器の支持	構造フレーム (鉄骨)		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂*1		△					▲*2	

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)

## 17. 緊急時対策所ディーゼル機関

[対象機器]

17.1 緊急時対策所ディーゼル機関附属設備



## 17.1 緊急時対策所ディーゼル機関附属設備

[対象機器]

- ① 緊急時対策所ディーゼル機関附属設備

## 目 次

1. 対象機器	17. 1-1
2. 対象機器の技術評価	17. 1-2
2.1 構造, 材料および使用条件	17. 1-2
2.1.1 緊急時対策所ディーゼル機関附属設備	17. 1-2
2.2 経年劣化事象の抽出	17. 1-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	17. 1-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	17. 1-6
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	17. 1-8

## 1. 対象機器

島根2号炉で使用している緊急時対策所ディーゼル機関付属設備の仕様を表1-1に示す。

表1-1 緊急時対策所ディーゼル機関付属設備の主な仕様

系統名称	重要度*1	使用条件	
		最高使用圧力	最高使用温度
燃料移送系設備	重*2	0.021 MPa	40 °C

\*1：最上位の重要度クラスを示す。

\*2：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

## 2. 対象機器の技術評価

### 2.1 構造, 材料および使用条件

#### 2.1.1 緊急時対策所ディーゼル機関附属設備

##### (1) 構造

緊急時対策所ディーゼル機関附属設備は, 機関作動時に必要な燃料油を供給するための燃料移送系設備で構成されている。

緊急時対策所ディーゼル機関附属設備について, 燃料移送系設備の系統図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料および使用条件

緊急時対策所ディーゼル機関附属設備主要部位の使用材料を表2.1-1に, 使用条件を表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	緊急時対策所用燃料地下タンク

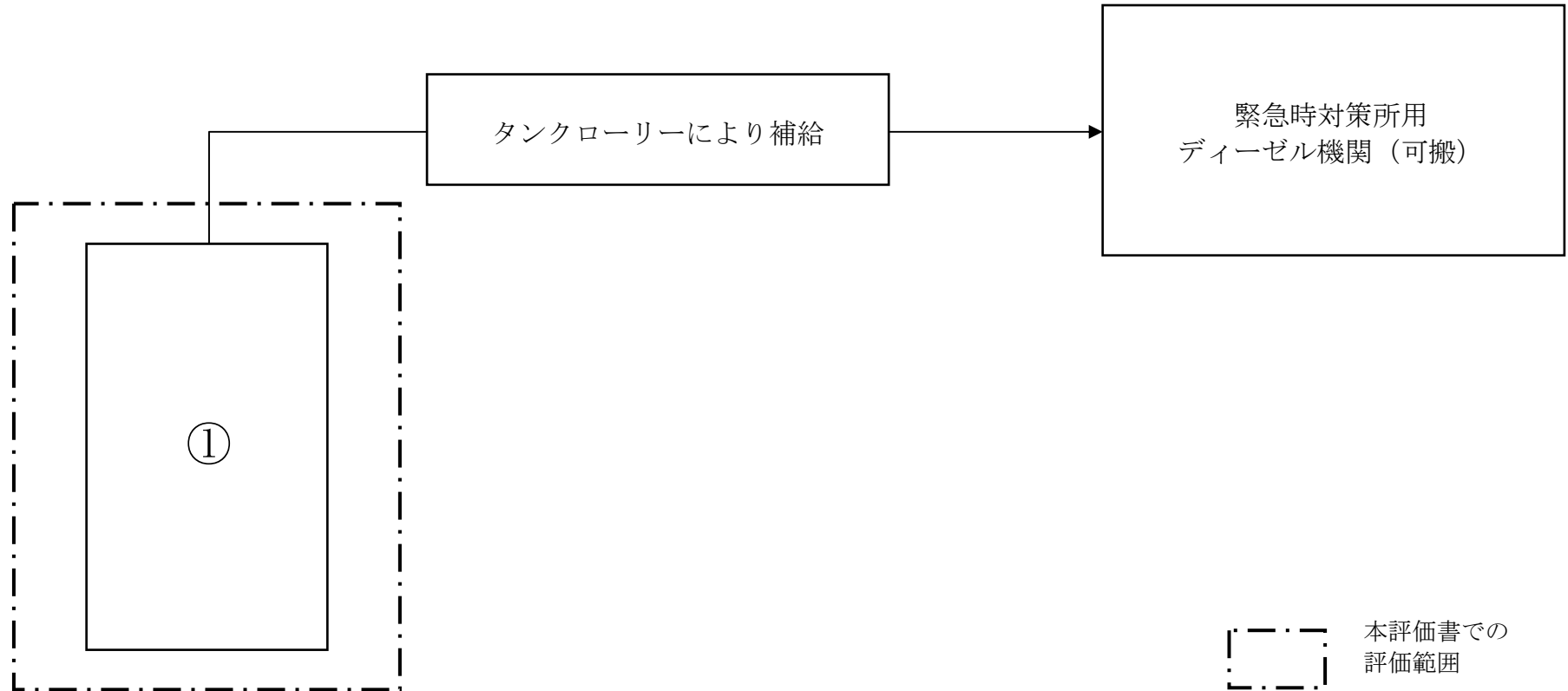


図 2.1-1 緊急時対策所ディーゼル機関燃料移送系設備系統図

No	部 位
①	胴
②	マンホール蓋
③	マンホール蓋ボルト

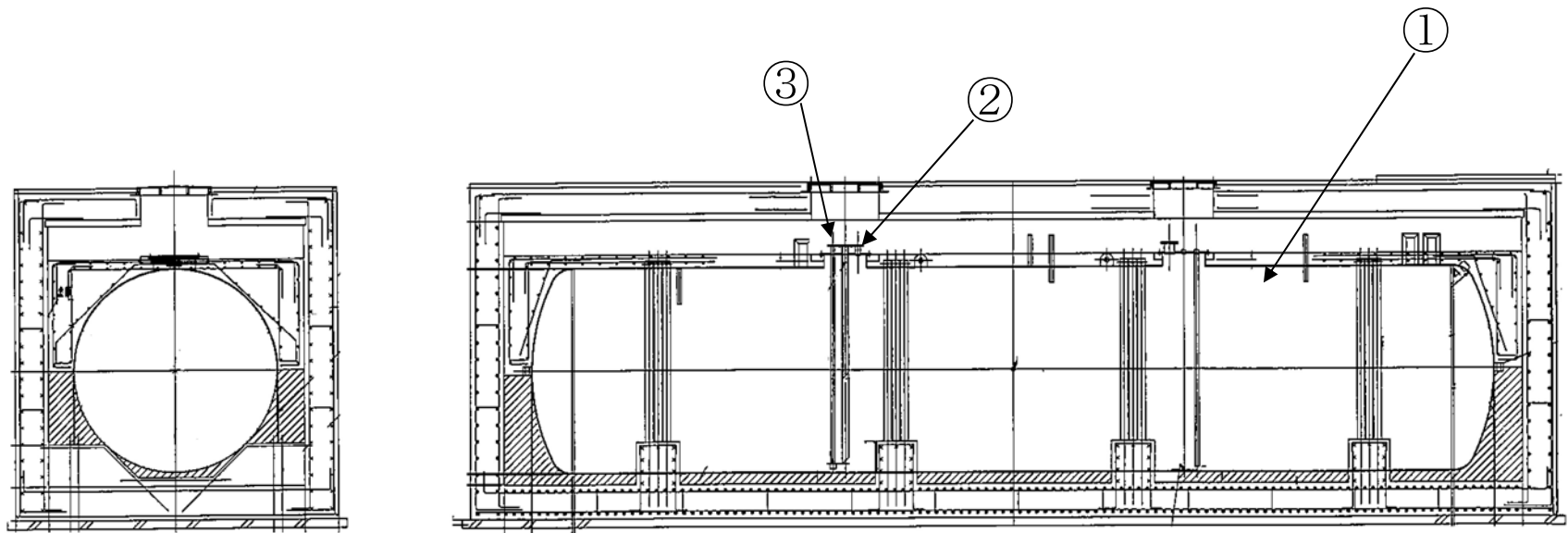


図 2.1-2 緊急時対策所ディーゼル機関燃料地下タンク 構造図

表 2.1-1 緊急時対策所ディーゼル機関付属設備主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位		材 料
発電機駆動機能の確保	燃料地下タンク	胴	炭素鋼(SS400)
		マンホール蓋	炭素鋼(SS400)
		マンホール蓋ボルト	ステンレス鋼(SUS304)

表 2.1-2 緊急時対策所ディーゼル機関付属設備の使用条件

系統名称	最高使用圧力	最高使用温度	内部流体
燃料移送系設備	0.021 MPa	40 °C	軽油

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

緊急時対策所ディーゼル機関付属設備の機能(駆動用燃料の供給)の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ① 発電機駆動機能の確保

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

緊急時対策所ディーゼル機関付属設備について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件(内部流体、圧力、温度等)および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

緊急時対策所ディーゼル機関付属設備には、消耗品および定期取替品はない。



(3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

想定される経年劣化事象のうち下記①, ②に該当する事象については, 2.2.3項に示すとおり, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって, 想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(表2.2-1で△)
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により, 今後も経年劣化の進展が考えられない, または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象(表2.2-1で▲)

この結果, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。

### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの(日常劣化管理事象)

a. マンホール蓋の腐食（全面腐食）〔燃料地下タンク〕

燃料地下タンクのマンホール蓋は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、定期的を目視確認を行い、健全性を確認することとしている。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

a. 胴の腐食（全面腐食）〔燃料地下タンク〕

燃料地下タンクの胴は炭素鋼であり、腐食（全面腐食）が想定されるが、外面については塗装に加えて周囲をコンクリートで埋設しているため腐食が発生する可能性は小さい。

内面については内部流体が油であり腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 2.2-1 緊急時対策所ディーゼル機関付属設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象							備 考
					減 肉		割 れ		材質変化		その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
発電機駆動 機能の確保	燃料地下タンク	胴		炭素鋼		▲						
		マンホール蓋		炭素鋼		△						
		マンホール蓋ボルト		ステンレス鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象以外)

## 18. 基礎ボルト

[評価対象]

- ① 機器付基礎ボルト
- ② 後打ちメカニカルアンカ
- ③ 後打ちケミカルアンカ

## 目 次

1. 対象機器	18-1
2. 基礎ボルトの技術評価	18-10
2.1 構造および材料	18-10
2.1.1 機器付基礎ボルト	18-10
2.1.2 後打ちメカニカルアンカ	18-13
2.1.3 後打ちケミカルアンカ	18-16
2.2 経年劣化事象の抽出	18-19
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	18-19
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出	18-19
2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	18-19

## 1. 対象機器

基礎ボルトの仕様を表1-1に、また評価対象一覧を表1-2に示す。

表1-1 基礎ボルトの仕様

機器名称	仕様
機器付基礎ボルト	J型等の形状のボルトをあらかじめコンクリート基礎に埋設してあるものや、管内部にボルトを通し、隙間部にモルタル等を充填したもの。
後打ちメカアンカ	施工後の基礎に打設するもので、基礎に穿孔し、シート打設後、テーパボルトを締め込むもの。
後打ちケミカルアンカ	施工後の基礎に打設するもので、基礎に穿孔しアンカボルトを打ち込み、樹脂を内部で攪拌することにより、ボルト周囲を樹脂で固めたもの。

本項では、各機器の技術評価書にて抽出された基礎ボルトの評価を纏めて記載している。

各機器の基礎ボルトの重要度、使用環境、機器支持位置等の詳細については、各機器の技術評価書を参照のこと。

表1-2 (1/8) 基礎ボルト評価対象一覧表

評価書	機器名称	型式	設置場所
ポンプ	復水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	低圧炉心スプレイトポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	高圧炉心スプレイトポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	電動機駆動原子炉給水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉隔離時冷却ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	燃料プール冷却水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	残留熱代替除去ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	復水昇圧ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	制御棒駆動水圧ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉浄化循環ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉浄化補助ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	残留熱除去封水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	低圧原子炉代替注水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	高圧原子炉代替注水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	タービン駆動原子炉給水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉補機冷却水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	高圧炉心スプレイト補機冷却水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	残留熱除去ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	ほう酸水注入ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
熱交換器	原子炉補機冷却系熱交換器	機器付基礎ボルト	屋内
	高圧炉心スプレイト補機冷却系熱交換器	機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉浄化系再生熱交換器	機器付基礎ボルト	屋内
	残留熱除去系熱交換器	機器付基礎ボルト /後打ちケミカルンカ	屋内
	原子炉浄化系補助熱交換器	機器付基礎ボルト /後打ちケミカルンカ	屋内
	燃料プール冷却系熱交換器	機器付基礎ボルト	屋内
	第3～6給水加熱器	機器付基礎ボルト	屋内
	グラント蒸気発生器	機器付基礎ボルト	屋内
	グラント蒸気復水器	機器付基礎ボルト	屋内
	排ガス予熱器	機器付基礎ボルト	屋内
	排ガス復水器	機器付基礎ボルト	屋内

表1-2 (2/8) 基礎ボルト評価対象一覧表

評価書	機器名称		型式	設置場所
容器	排ガス脱湿塔		機器付基礎ボルト	屋内
	排ガス再結合器		機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉浄化サージタンク		機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉建物機器トレンサンプタンク		機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉補機冷却系サージタンク		機器付基礎ボルト	屋内
	高圧炉心スプレイ補機冷却系サージタンク		機器付基礎ボルト	屋内
	ほう酸水貯蔵タンク		機器付基礎ボルト	屋内
	活性炭式希ガスホルトアップ塔		機器付基礎ボルト	屋内
	第1バントフィルタスクラバ容器		機器付基礎ボルト	屋内
	第1バントフィルタ銀ゼライト容器		機器付基礎ボルト	屋内
	復水ろ過脱塩器		機器付基礎ボルト	屋内
	復水脱塩器		機器付基礎ボルト	屋内
	復水ろ過脱塩器ストレナ		機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉浄化ろ過脱塩器		機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉浄化脱塩器		機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉補機海水ストレナ		機器付基礎ボルト	屋外
	高圧炉心スプレイ補機海水ストレナ		機器付基礎ボルト	屋外
	原子炉格納容器 (サブプレッションチェンバ)		機器付基礎ボルト	屋内
	配管	配管サポート		後打ちケミカルアンカ /後打ちメカニカルアンカ
ケーブル	ケーブルトレイ		後打ちケミカルアンカ /後打ちメカニカルアンカ	屋内/屋外
	電線管		後打ちケミカルアンカ /後打ちメカニカルアンカ	屋内/屋外
タービン	高圧タービン		機器付基礎ボルト	屋内
	低圧タービン		機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉給水ポンプ 駆動用蒸気タービン		機器付基礎ボルト	屋内
	主タービンEHC装置		機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉隔離時冷却ポンプ 駆動用蒸気タービン および付属装置	本体	機器付基礎ボルト	屋内
		グランドシール装置	機器付基礎ボルト	屋内
高圧原子炉代替注水ポンプ 駆動用蒸気タービンおよび付属装置	本体	機器付基礎ボルト	屋内	



表1-2 (3/8) 基礎ボルト評価対象一覧表

評価書	機器名称	型式	設置場所
計測 制御 設備	圧力計測装置		
	・ 低圧炉心スプレイ系注水弁差圧	後打ちケミカル	屋内
	・ 原子炉補機冷却ポンプ 出口圧力		屋内
	・ 原子炉圧力		屋内
	・ 低圧炉心スプレイポンプ 出口圧力		屋内
	・ ドライウェル圧力		屋内
	・ サプレッションチェンバ 圧力		屋内
	・ スクラブ 容器圧力		屋内
	・ 低圧原子炉代替注水ポンプ 出口圧力		屋内
	・ 残留熱代替除去ポンプ 出口圧力		屋内
	・ 中央制御室冷凍機潤滑油ポンプ 差圧		屋内
	温度計測装置		
	・ 主蒸気管周囲温度	後打ちケミカル	屋内
	・ 原子炉隔離時冷却系機器室周囲温度		屋内
	・ 静的触媒式水素処理装置入口温度		屋内
	・ 静的触媒式水素処理装置出口温度		屋内
	・ 燃料プール水位・温度		屋内
	流量計測装置		
	・ 低圧炉心スプレイポンプ 出口流量	後打ちケミカル	屋内
	・ 高圧原子炉代替注水流量		屋内
	・ 残留熱代替除去系原子炉注水流量		屋内
	・ 残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量		屋内
	・ 低圧原子炉代替注水流量		屋内
	・ 低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域)		屋内
	・ 格納容器代替スプレイ流量		屋内
	・ ペステル代替注水流量		屋内
	・ ペステル代替注水流量 (狭帯域)		屋内
	水位計測装置		
	・ スクラム排水容器水位	後打ちケミカル	屋内
	・ 原子炉補機冷却系サージタンク水位		屋内
	・ サプレッションプール水位		屋内
	・ 原子炉水位		屋内
	・ スクラブ 容器水位		屋内

表1-2 (4/8) 基礎ボルト評価対象一覧表

評価書	機器名称	型式	設置場所	
計測制御設備	・ 低圧原子炉代替注水槽水位	後打ちケミカル缶 /後打ちメカニカル缶	屋内	
	・ トラス水位		屋内	
	・ 燃料プール水位		屋内	
	・ 取水槽水位		屋外	
	水位・温度計測装置			
	・ 燃料プール水位・温度	後打ちケミカル缶	屋内	
	放射線計測装置			
	・ 主蒸気管放射線	後打ちケミカル缶	屋内	
	・ 格納容器雰囲気放射線 (ドライウェル, サプレッションチェンバ)		屋内	
	・ 第1ベントフィルタ出口放射線		屋内	
	・ 燃料プールエリア放射線		屋内	
	・ 原子炉棟排気高レンジ放射線		屋内	
	・ 燃料取替階放射線		屋内	
	濃度計測装置			
	・ 原子炉建物水素濃度	後打ちケミカル缶	屋内	
	・ 格納容器水素濃度		屋内	
	・ 格納容器酸素濃度		屋内	
	振動計測装置			
	・ 地震加速度	機器付基礎ボルト	屋内	
	計装配管サポート	後打ちケミカル缶 /後打ちメカニカル缶	屋内	
	補助継電器盤・操作制御盤	ドライウェル水位計/ベテスタル水位計用継電器盤	後打ちケミカル缶	屋内
		原子炉隔離時冷却タービン制御盤		屋内
		重大事故操作盤		屋内
		代替注水流量計収納盤		屋内
		燃料プール水位計変換器盤		屋内
		燃料プール・津波監視カメラ制御盤		屋内
		安全パラメータ表示システム(SPDS)およびデータ伝送設備		屋内
		第1ベントフィルタスクラバ水分析計盤		屋内
		第1ベントフィルタスクラバ容器水位計収納箱		屋内
		HERMETIS制御ユニット		屋内
衛星電話設備		屋内		
無線通信設備		屋内		
燃料プール熱電対式水位制御盤		屋内		

表1-2 (5/8) 基礎ボルト評価対象一覧表

評価書	機器名称	型式	設置場所
空調 設備	非常用ガス処理系排風機	機器付基礎ボルト	屋内
	中央制御室送風機	機器付基礎ボルト	屋内
	中央制御室非常用再循環送風機	機器付基礎ボルト	屋内
	中央制御室排風機	機器付基礎ボルト	屋内
	A-非常用ટેイセ <sup>ル</sup> 室送風機	機器付基礎ボルト	屋内
	B-非常用ટેイセ <sup>ル</sup> 室送風機	機器付基礎ボルト	屋内
	高压炉心スプレ <sup>イ</sup> ટેイセ <sup>ル</sup> 室送風機	機器付基礎ボルト	屋内
	非常用電気室送風機	機器付基礎ボルト	屋内
	非常用電気室排風機	機器付基礎ボルト	屋内
	高压炉心スプレ <sup>イ</sup> 電気室送風機	機器付基礎ボルト	屋内
	高压炉心スプレ <sup>イ</sup> 電気室排風機	機器付基礎ボルト	屋内
	低压炉心スプレ <sup>イ</sup> ホ <sup>ン</sup> 室冷却機	機器付基礎ボルト	屋内
	高压炉心スプレ <sup>イ</sup> ホ <sup>ン</sup> 室冷却機	機器付基礎ボルト	屋内
	残留熱除去ホ <sup>ン</sup> 室冷却機	機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉補機冷却水ホ <sup>ン</sup> 熱交換器室冷却機	機器付基礎ボルト	屋内
	中央制御室冷凍機	機器付基礎ボルト	屋内
	中央制御室冷凍機冷水循環ホ <sup>ン</sup>	機器付基礎ボルト	屋内
	非常用ガス処理系前置ガス処理装置	機器付基礎ボルト	屋内
	非常用ガス処理系後置ガス処理装置	機器付基礎ボルト	屋内
	中央制御室非常用再循環処理装置	機器付基礎ボルト	屋内
	中央制御室空気調和装置	機器付基礎ボルト	屋内
	非常用電気室外気処理装置	機器付基礎ボルト	屋内
	高压炉心スプレ <sup>イ</sup> 電気室外気処理装置	機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉棟空調換気系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内
	残留熱除去ホ <sup>ン</sup> 室冷却系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内
	低压炉心スプレ <sup>イ</sup> ホ <sup>ン</sup> 室冷却系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内
	高压炉心スプレ <sup>イ</sup> ホ <sup>ン</sup> 室冷却系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内
	中央制御室空調換気系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内
	非常用ટેイセ <sup>ル</sup> 室換気系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内
	非常用電気室空調換気系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内
高压炉心スプレ <sup>イ</sup> ટેイセ <sup>ル</sup> 室換気系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内	
高压炉心スプレ <sup>イ</sup> 電気室空調換気系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内	
原子炉補機冷却ホ <sup>ン</sup> 熱交換器室冷却系ダ <sup>ク</sup> ト	後打ちケミカルアンカ	屋内	

表1-2 (6/8) 基礎ボルト評価対象一覧表

評価書	機器名称	型式	設置場所	
機械設備	非常用ディーゼル機関 (A, B号機) (本体)	機器付基礎ボルト	屋内	
	非常用ディーゼル機関 (A, B号機) 附属設備	空気だめ	機器付基礎ボルト	屋内
		空気圧縮機	機器付基礎ボルト	屋内
		共通ベース (潤滑油系)	機器付基礎ボルト	屋内
		共通ベース (冷却水系)	機器付基礎ボルト	屋内
		共通ベース (燃料油系)	機器付基礎ボルト	屋内
		潤滑油サブタンク	機器付基礎ボルト	屋内
		A-燃料移送ポンプ	機器付基礎ボルト	屋外
		B-燃料移送ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
		燃料タンク	機器付基礎ボルト	屋内
	HPCSディーゼル機関 (本体)	機器付基礎ボルト	屋内	
	HPCSディーゼル機関附属設備	空気だめ	機器付基礎ボルト	屋内
		空気圧縮機	機器付基礎ボルト	屋内
		共通ベース (潤滑油系)	機器付基礎ボルト	屋内
		共通ベース (冷却水系)	機器付基礎ボルト	屋内
		共通ベース (燃料油系)	機器付基礎ボルト	屋内
		潤滑油サブタンク	機器付基礎ボルト	屋内
		燃料移送ポンプ	機器付基礎ボルト	屋外
		燃料タンク	機器付基礎ボルト	屋内
	可燃性ガス濃度制御系設備	共通ベース (再結合装置)	機器付基礎ボルト	屋内
	計装用圧縮空気系設備	共通ベース (計装用空気圧縮設備)	機器付基礎ボルト	屋内
		空気脱湿塔	機器付基礎ボルト	屋内
	気体廃棄物処理系設備	空気抽出器	機器付基礎ボルト	屋内
		排ガスプロ	機器付基礎ボルト	屋内
	液体廃棄物処理系設備	床トレン濃縮器	機器付基礎ボルト	屋内
		化学廃液循環ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
		床トレン濃縮器復水器	機器付基礎ボルト	屋内
化学廃液濃縮器復水器		機器付基礎ボルト	屋内	
濃縮廃液タンク		機器付基礎ボルト	屋内	
濃縮廃液ポンプ		機器付基礎ボルト	屋内	
ラントリトレン濃縮器		後打ちケミカルアンカ	屋内	
ラントリトレン濃縮器デミスタ		後打ちケミカルアンカ	屋内	

表1-2 (7/8) 基礎ボルト評価対象一覧表

評価書	機器名称		型式	設置場所	
機械設備	液体廃棄物処理系設備	ラトリウム濃縮器復水器	後打ちケミカルンカ	屋内	
		ラトリウム濃縮廃液タンク	後打ちケミカルンカ	屋内	
		ラトリウム濃縮廃液ポンプ	後打ちケミカルンカ	屋内	
		ラトリウム乾燥機供給ポンプ	後打ちケミカルンカ	屋内	
		ラトリウム乾燥機復水器	後打ちケミカルンカ	屋内	
	3号所内ボイラ	本体	機器付基礎ボルト	屋内	
		蒸気だめ	機器付基礎ボルト	屋内	
		給水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内	
	4号所内ボイラ	本体	機器付基礎ボルト	屋内	
		蒸気だめ	機器付基礎ボルト	屋内	
		給水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内	
		缶水循環ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内	
		ブロータンク	後打ちケミカルンカ	屋外	
	固体廃棄物処理系設備	雑固体廃棄物焼却設備	雑固体焼却炉	機器付基礎ボルト	屋内
			1次セラミックフィルタ	機器付基礎ボルト	屋内
			2次セラミックフィルタ	機器付基礎ボルト	屋内
			排ガスフィルタ	機器付基礎ボルト	屋内
		雑固体廃棄物処理設備	セラミックフィルタ	後打ちケミカルンカ	屋内
			排ガスフィルタ	後打ちケミカルンカ	屋内
	ガスタービン機関本体			機器付基礎ボルト	屋内
	ガスタービン機関付属設備	軽油タンク		機器付基礎ボルト	屋外
		燃料移送ポンプ		機器付基礎ボルト	屋内
		サービスタンク		機器付基礎ボルト	屋内
		燃料油こし器		機器付基礎ボルト	屋内
	静的触媒式水素処理装置			後打ちケミカルンカ	屋内
	原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置			後打ちケミカルンカ	屋内
	中央制御室待避室			後打ちケミカルンカ	屋内

表1-2 (8/8) 基礎ボルト評価対象一覧表

評価書	機器名称	型式	設置場所
電源設備	非常用C/C	後打ちケミカルソカ	屋内
	直流C/C*1	後打ちケミカルソカ	屋内
	SAC/C	後打ちケミカルソカ	屋内
	非常用ディーゼル発電機	機器付基礎ボルト	屋内
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	機器付基礎ボルト	屋内
	ガスタービン発電機	機器付基礎ボルト	屋内
	115 V系充電器*2	後打ちケミカルソカ	屋内
	原子炉中性子計装用分電盤	後打ちケミカルソカ	屋内
	115 V系直流盤*3	後打ちケミカルソカ	屋内
	230 V系直流盤	後打ちケミカルソカ	屋内
	SA電源切替盤	後打ちケミカルソカ	屋内
	SRV用電源切替盤	後打ちケミカルソカ	屋内
	充電器電源切替盤	後打ちケミカルソカ	屋内
	メタケ切替盤	後打ちケミカルソカ	屋内
	緊急用メタケ接続プラグ盤	後打ちケミカルソカ	屋内
高圧発電機車接続プラグ収納箱	後打ちケミカルソカ	屋内	

\*1：直流C/CのうちDC-HPAC-C/Cを示す。

\*2：115V系充電器のうちB-115V系充電器を示す。

\*3：115V系直流盤のうちB-115V系直流盤およびB-115V系直流盤(SA)を示す。

## 2. 基礎ボルトの技術評価

本章では，1章で対象とした以下の3種類の基礎ボルトについて，技術評価を実施する。

- ① 機器付基礎ボルト
- ② 後打ちメカニカルアンカ
- ③ 後打ちケミカルアンカ

### 2.1 構造および材料

#### 2.1.1 機器付基礎ボルト

##### (1) 構造

機器付基礎ボルトは，ベースに取り付けたボルトをあらかじめ，コンクリート基礎に埋設した構造となっている。

機器付基礎ボルトの代表的な構造図を図2.1-1に示す。

No.	部 位
①	機器付基礎ボルト

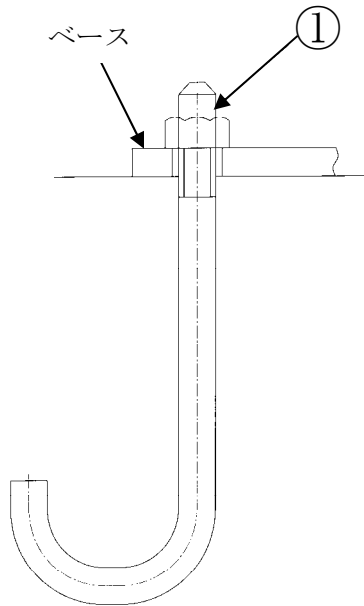
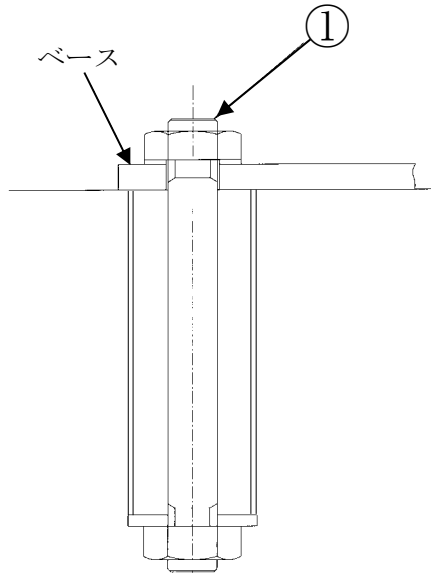


図2.1-1 機器付基礎ボルト構造図



(2) 材料

機器付基礎ボルトの代表的な使用材料を表2.1-1に示す。

表2.1-1 機器付基礎ボルトの使用材料

部 位	材 料
機器付基礎ボルト	炭素鋼 (SS41, SS400相当)

## 2.1.2 後打ちメカニカルアンカ

### (1) 構造

後打ちメカニカルアンカは、施工後の基礎に穿孔し、テーパボルト、シールドを打ちこむ構造となっている。

後打ちメカニカルアンカの代表的な構造図を図2.1-2に示す。

No.	部 位
①	テーパ°ボルト
②	シールド°

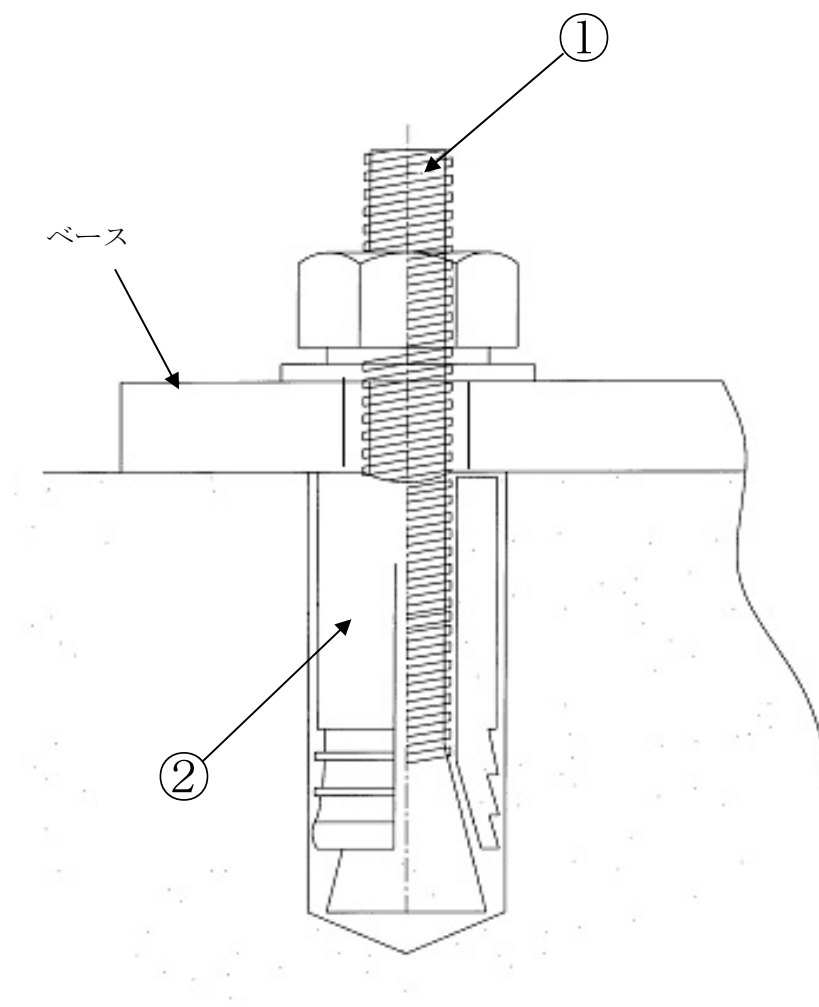


図2.1-2 後打ちメカニカルアンカ構造図

(2) 材料

後打ちメカニカルアンカの代表的な使用材料を表2.1-2に示す。

表2.1-2 後打ちメカニカルアンカの使用材料

部 位	材 料
ナット	炭素鋼 (SS41, SS400相当)
シールド	炭素鋼 (SS41, SS400相当)

### 2.1.3 後打ちケミカルアンカ

#### (1) 構造

後打ちケミカルアンカは、施工後の基礎に穿孔し、アンカボルトを打ち込み、樹脂を内部で攪拌することにより、穿孔部とアンカボルト部の間隙部に樹脂が充填される構造となっている。

後打ちケミカルアンカの代表的な構造図を図2.1-3に示す。

No.	部 位
①	アンボルト
②	樹 脂

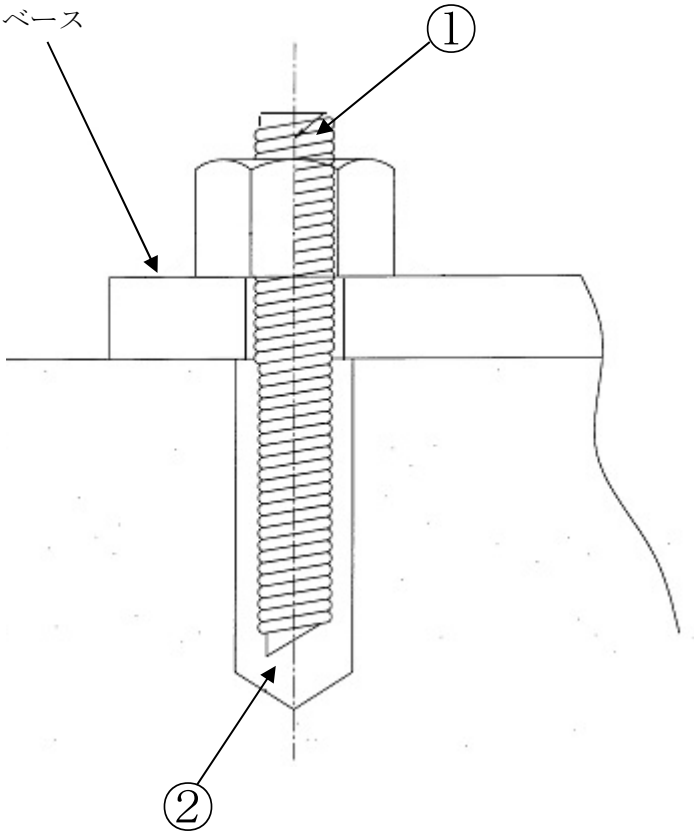


図2.1-3 後打ちケミカルアンカ構造図

(2) 材料

後打ちケミカルアンカの代表的な使用材料を表2.1-3に示す。

表2.1-3 後打ちケミカルアンカの使用材料

部 位	材 料
アンカボルト	炭素鋼 (SS41, SS400相当)
樹脂	不飽和ポリエステル樹脂

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

基礎ボルトに要求される機能は、機器の支持である。

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出

#### (1) 想定される経年劣化事象

各機器の基礎ボルトについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の材料、構造、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

#### (2) 消耗品および定期取替品の扱い

基礎ボルトには、消耗品および定期取替品はない。

#### (3) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

想定される経年劣化事象のうち下記①、②に該当する事象については、2.2.3項に示すとおり、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

- ① 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（表2.2-1で△）
- ② 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（表2.2-1で▲）

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象は抽出されなかった。



### 2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

(1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）

#### a. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔機器付基礎ボルト直上部，後打ちメカニカルアンカ直上部およびコンクリート埋設部，後打ちケミカルアンカ直上部〕

基礎ボルトは炭素鋼であり、塗装が施されていない基礎ボルトのコンクリート直上部については、大気環境下であるため腐食が発生する可能性は否定できない。

島根2号炉でボルトの強度低下を確認するため、機器取替にあわせて約27年使用の基礎ボルトの引張試験を実施したところ、表2.2-1に示す試験荷重に対して健全であることを確認した。

表2.2-1 基礎ボルト引張試験条件

ボルト径	設置場所	試験荷重 (kN) *1
M20	原子炉建物内	約36.8

\*1：「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 第1編」（JSME S NC1-2005/2007）のSSB-3130「ボルト材の許容応力」に従い算出したボルトの許容引張荷重。

また、各基礎ボルトの目視確認を実施した結果、大気接触部および埋設部に有意な腐食は見られなかった。

したがって、今後もこれらの進展傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

なお、機器取替等における基礎ボルトの引張試験の機会があれば、サンプル調査により健全性評価の妥当性を確認していく。

(2) 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）

#### a. 機器付基礎ボルト，テーパボルト，アンカボルトの腐食（全面腐食）〔機器付基礎ボルトコンクリート埋設部および塗装部，後打ちメカニカルアンカ塗装部，後打ちケミカルアンカコンクリート埋設部および塗装部〕

機器付基礎ボルト，テーパボルト，アンカボルト（塗装部）は炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部については塗装により腐食を防止しており、腐食が発生する可能性は小さい。また、定期的な目視確認を行うとともに、必要に応じて補修塗装を行っており、これまで腐食により支持機能を喪失した事例は認められていない。

機器付基礎ボルト（コンクリート埋設部）では、コンクリートが中性化した場合に腐食が想定されるが、実機コンクリートにおけるサンプリング結果では中性化はほとんど見られておらず、腐食が発生する可能性は小さい。

また、後打ちケミカルアンカのアンカボルト（コンクリート埋設部）については、コンクリート埋設部のアンカボルト自体が樹脂に覆われていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

b. 機器付基礎ボルト，テーパボルト，シールドの付着力低下〔機器付基礎ボルト，後打ちメカニカルアンカ〕

先端を曲げ加工している機器付基礎ボルトの耐力は主に付着力により担保されることから，付着力低下を起こした場合，支持機能の喪失が想定されるが，「コンクリートおよび鉄骨構造物の技術評価書」にて収縮，圧縮によるひび割れに起因する付着力低下がないこと，中性化による基礎ボルト材の腐食助長環境にないことを健全性評価にて確認していることから，経年劣化によりコンクリート内部からの付着力低下を起こす可能性は小さい。

また，後打ちメカニカルアンカのテーパボルト，シールドについては付着力の低下も想定されるが，60年相当の加振（試験荷重：当該アンカ設計許容荷重）後のボルト引抜結果からは，設計許容荷重に対して，十分な耐力を有していることを確認しており，振動による有意な強度低下を起こす可能性は小さい。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

c. 樹脂の劣化〔後打ちケミカルアンカ〕

後打ちケミカルアンカの樹脂については，高温環境下における変形，紫外線，放射線，水分付着による劣化が想定されるが，温度及び紫外線による劣化については，樹脂部はコンクリート内に埋設されており，高温環境下及び紫外線環境下にさらされることはなく，支持機能を喪失するような接着力低下の可能性は小さい。

また，放射線及び水分付着による劣化についても，メーカ試験結果等により支持機能を喪失するような接着力低下の可能性は小さい。

なお，島根2号炉の後打ちケミカルアンカは原子炉格納容器外に設置されており，原子炉格納容器外でγ線照射量が最も高いと考えられる原子炉浄化系配管表面における60年時点の照射量は $2.4 \times 10^4$  Gy程度と想定され，後打ちケミカルアンカ設置位置においては，さらに照射量は小さくなる。

したがって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えにくいことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表2.2-1 (1/3) 機器付基礎ボルトに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		材質変化		その他		
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
機器の支持	機器付基礎ボルト		炭素鋼		△ <sup>*1</sup> ▲ <sup>*2</sup>						▲ <sup>*3</sup>	*1：直上部 *2：コンクリート埋設部および塗装部 *3：付着力低下

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

表2.2-1 (2/3) 後打ちメカニカルアンカに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	メカニカルアンカ(テーパーボルト, シールド)		炭素鋼		△ <sup>*1</sup> ▲ <sup>*2</sup>					▲ <sup>*3</sup>	*1: 直上部およびコンクリート埋設部 *2: 塗装部 *3: 付着力低下

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

▲: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象以外)

表2.2-1 (3/3) 後打ちケミカルアンカに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	アンカボルト		炭素鋼		△ <sup>*1</sup> ▲ <sup>*2</sup>						*1：直上部 *2：コンクリート埋設部および塗装部 *3：樹脂の劣化
	樹脂		不飽和ポリエステル						▲ <sup>*3</sup>		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）