

玄海原子力発電所 3 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]

九州電力株式会社

玄海3号炉のタービン設備のうち、評価対象機器である安全重要度分類審査指針におけるクラス1、2の機器、高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器及び常設重大事故等対処設備に属する機器を選定した。

これらの一覧を表1に、機能を表2に示す。

本評価書における技術評価結果で現状保全を継続すべき項目としたものについては、現状保全の点検手法の適切性を確認しており、現状保全を継続することで健全性の維持は可能であると考ええる。

なお、点検等で確認した結果、異常が認められた場合、速やかに対策を施すこととしており、異常が認められた場合に対策を実施する旨の記載は省略している。

本評価書ではタービン及び付属機器の型式等を基に、以下の6つに分類している。

- 1 高圧タービン
- 2 低圧タービン
- 3 タービン動主給水ポンプ駆動タービン
- 4 タービン動補助給水ポンプタービン
- 5 主油ポンプ
- 6 調速装置・保安装置

なお、タービン潤滑・制御油系統配管は「配管の技術評価書」にて、タービンの主要弁及び一般弁は「弁の技術評価書」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。

表1 玄海3号炉 主要なタービン及び付属機器

型 式	機 器 名 称 (台 数)	重要度*1
タービン	高圧タービン (1)	高*2
	低圧タービン (3)	高*2
	タービン動主給水ポンプ駆動タービン (2)	高*2
	タービン動補助給水ポンプタービン (1)	MS-1、重*3
	付 属 機 器	主油ポンプ (1)
	調速装置・保安装置 (1)	高*2

\*1：機能は最上位の機能を示す

\*2：最高使用温度が95℃を超え、又は最高使用圧力が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：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及び構造物であることを示す

表2 玄海3号炉 主要なタービン及び付属機器の機能

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	
タービン動主給水ポンプ駆動タービン	主蒸気によってタービンを回転し、タービン動主給水ポンプを駆動させる。
タービン動補助給水ポンプタービン	事故時等の炉心停止後初期の炉心崩壊熱を除去するため、補助給水を蒸気発生器2次側へ供給する補助給水ポンプを駆動する。
主油ポンプ	タービン運転中に必要な潤滑油及び制御油をタービン潤滑・制御油系統へ供給する。
調速装置・保安装置	タービンの回転速度あるいは負荷を制御するとともにタービンに異常が発生した場合に安全にタービンを停止する。

# 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
2. 高圧タービンの技術評価 .....	2
2.1 構造、材料及び使用条件 .....	2
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	9

1. 対象機器

玄海3号炉で使用されている高圧タービンの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 高圧タービンの主な仕様

機器名称 (台数)	仕様 (出力× 定格回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使用条件			
			運 転	最高使用圧力*3 (MPa[gage])	最高使用温度*3 (°C)	湿り度*3 (%)
高圧タービン (1)	約1,180,000*4 ×約1,800	高*2	連 続	約8.2	約298	約0.4

\*1：機能は最上位の機能を示す

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が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：主蒸気止め弁前の蒸気条件

\*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、材料及び使用条件

#### 2.1.1 高圧タービン

##### (1) 構造

玄海3号炉の高圧タービンは、複流型タービンである。

蒸気は車室に接続されている4本の主蒸気入口管より高圧タービンに流入し、車室の中央で2つに分かれ、動翼、静翼を通過後両端の車室上下部にある排気口より排出される。

高圧タービン車室には炭素鋼鋳鋼、翼環には炭素鋼鋳鋼及びステンレス鋼鋳鋼を使用し、それぞれは水平継手面にて上下分割され、ボルトにより締め付けられている。

静翼にはステンレス鋼を使用し、翼環に固定されている。

高圧タービン車軸は、低合金鋼を使用しており、2個のジャーナル軸受により支えられている。

高圧タービン車室両端面の車軸貫通部には、アウターグランド本体及びインナーグランド本体が設けられており、多数のシールストリップを装備したグランドシールリングにより蒸気流出を防いでいる。

玄海3号炉の高圧タービンの構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の高圧タービンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	主蒸気入口管
②	車 室
③	車室ボルト
④	ノズル室
⑤	アウトターグラウンド本体
⑥	インナーグラウンド本体
⑦	ダイヤフラムリング
⑧	グラウンドシールリング
⑨	油 止 輪
⑩	動 翼
⑪	翼 環
⑫	翼環ボルト
⑬	静 翼
⑭	車 軸
⑮	カップリングボルト
⑯	軸 受 台
⑰	ジャーナル軸受 (すべり)
⑱	台 板
⑲	キ ー
⑳	基礎ボルト
㉑	車室支えボルト

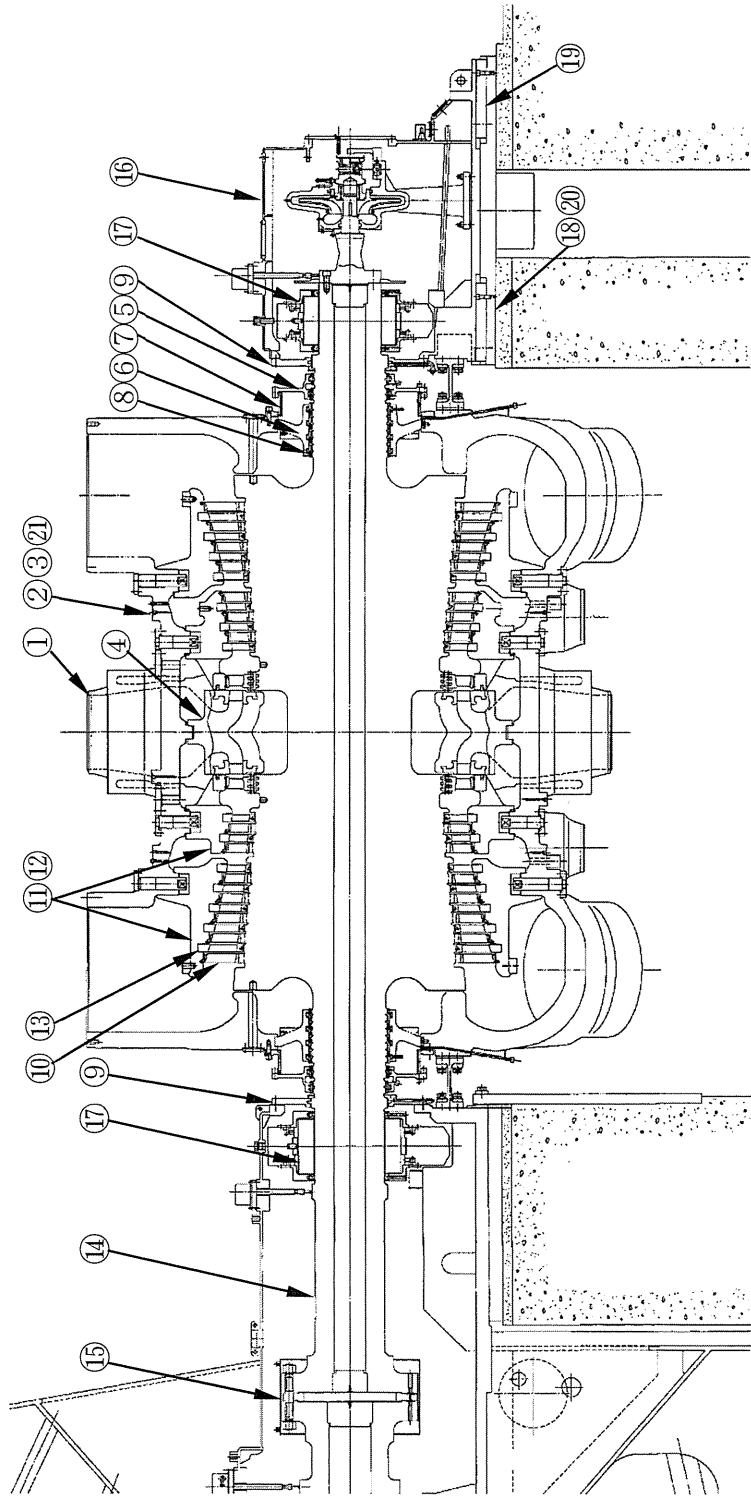


図2.1-1(1/4) 玄海3号炉 高圧タービン構造図



No.	部 位
②	車 室
③	車室ボルト
⑪	翼 環
⑫	翼環ボルト

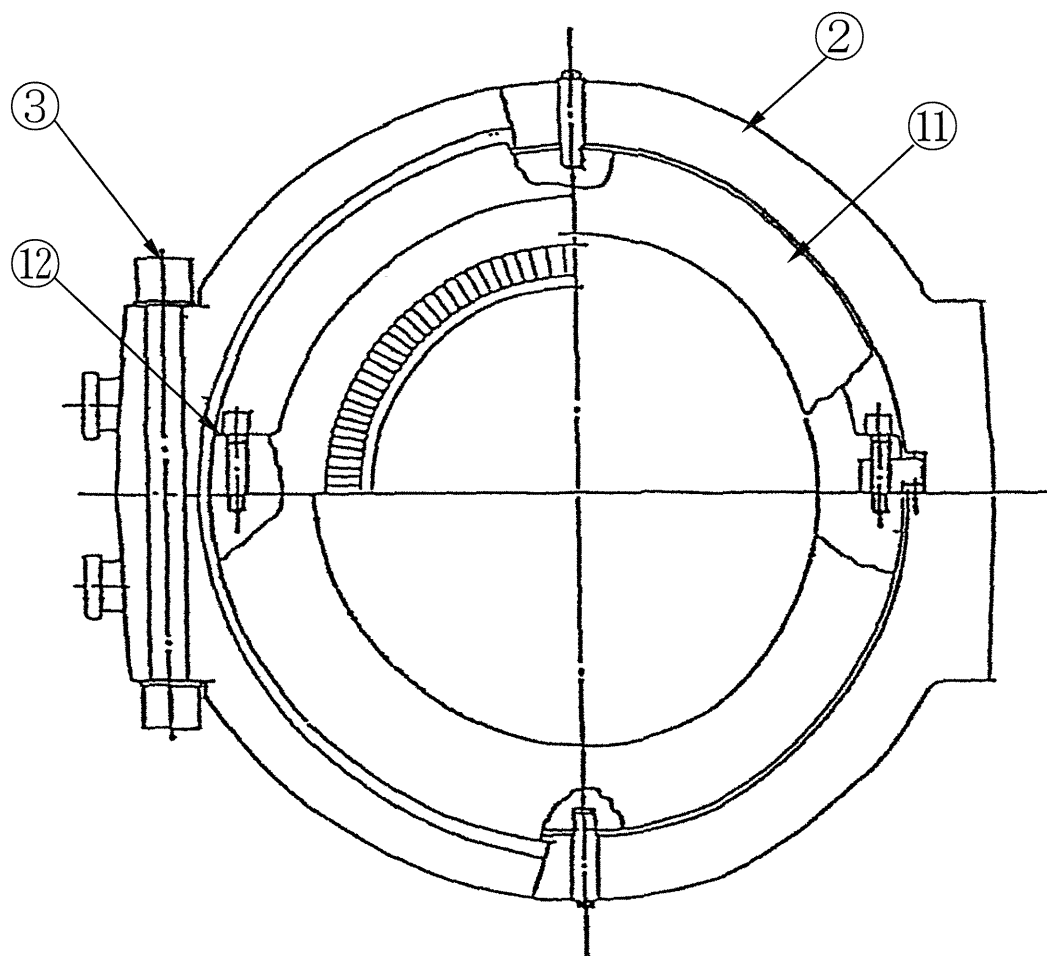


図2.1-1(2/4) 玄海3号炉 高圧タービン 車室構造図

No.	部 位
⑤	アウターグランド本体
⑥	インナーグランド本体
⑦	ダイヤフラムリング
⑧	グランドシールリング

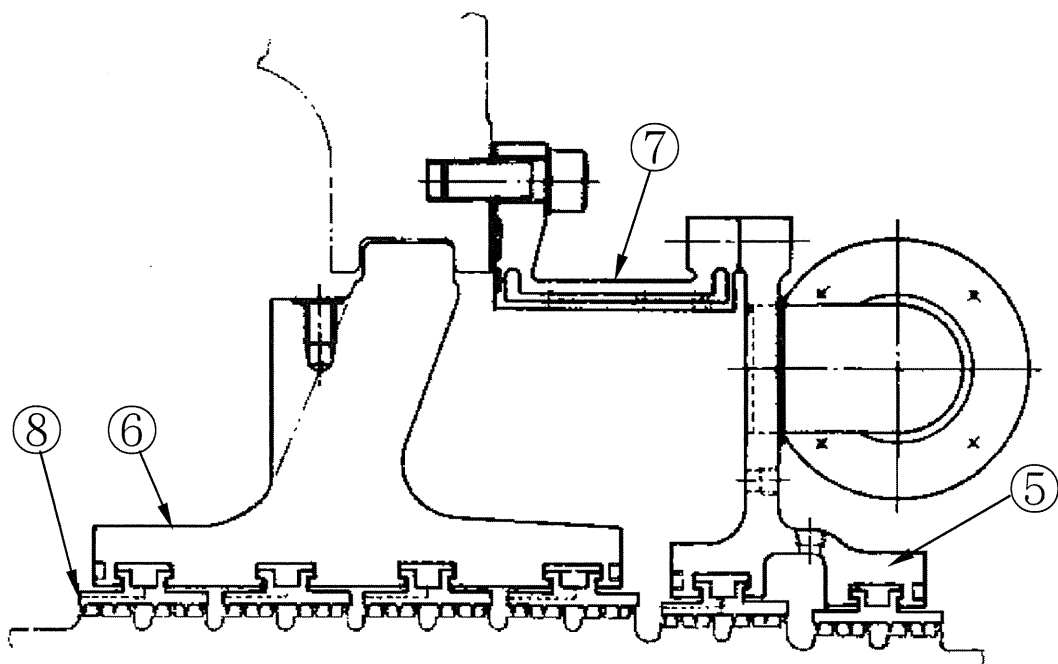


図2.1-1(3/4) 玄海3号炉 高圧タービン アウターグランド本体及びインナーグランド  
本体構造図

No.	部 位
②	車 室
③	車室ボルト
②①	車室支えボルト

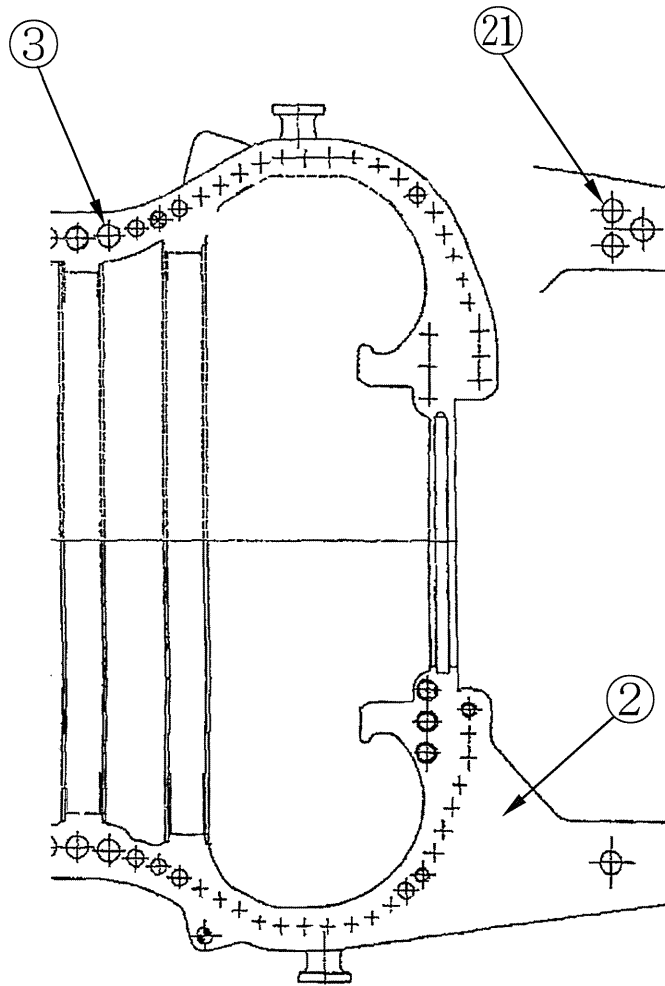


図2.1-1(4/4) 玄海3号炉 高圧タービン 車室、車室ボルト、車室支えボルト構造図

表2.1-1 玄海3号炉 高圧タービン主要部位の使用材料

部 位	材 料
主蒸気入口管	炭 素 鋼
車 室	炭素鋼鋳鋼
車室ボルト	低合金鋼
ノズル室	炭素鋼鋳鋼
アウターグランド本体	炭素鋼鋳鋼
インナーグランド本体	ステンレス鋼鋳鋼
ダイヤフラムリング	炭 素 鋼
グランドシールリング	消耗品・定期取替品
油 止 輪	炭 素 鋼
動 翼	ステンレス鋼
翼 環	炭素鋼鋳鋼（ステンレス鋼肉盛） ステンレス鋼鋳鋼
翼環ボルト	低合金鋼 ステンレス鋼
静 翼	ステンレス鋼
車 軸	低合金鋼
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（すべり）	炭素鋼（ホワイトメタル）
台 板	炭 素 鋼
キ ー	低合金鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼
車室支えボルト	低合金鋼

表2.1-2 玄海3号炉 高压タービンの使用条件

最高使用圧力 *1	約8.2MPa[gage]
最高使用温度 *1	約298℃
定格回転数	約1,800rpm
内部流体	蒸気

\*1：主蒸気止め弁前の蒸気条件

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 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を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 発電機駆動力の確保
- 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

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、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及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。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

### 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

以下の事象（表2.2-1で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

#### (1) 主蒸気入口管及び車室の外表面からの腐食（全面腐食）

主蒸気入口管及び車室は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、外表面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食の進行の可能性は小さい。

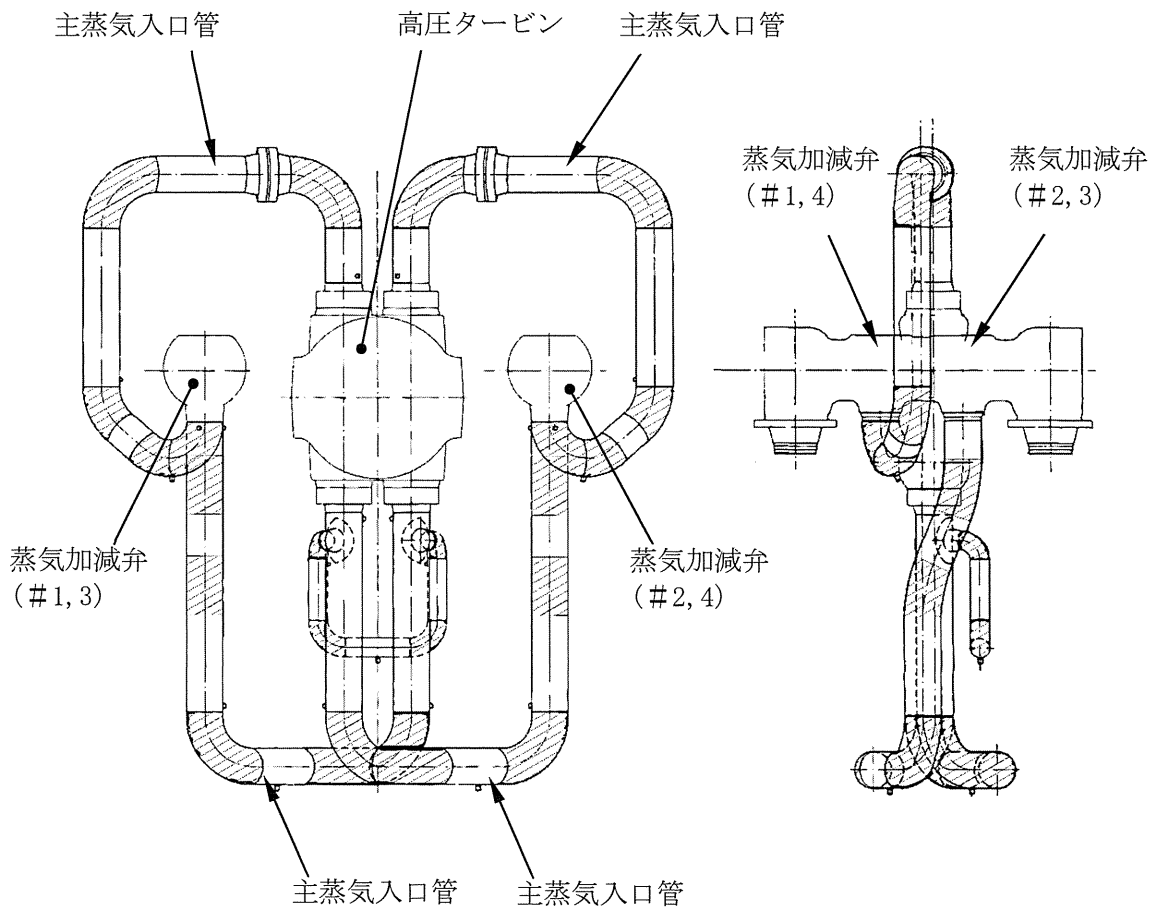
また、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(2) 主蒸気入口管、車室及びノズル室の腐食（流れ加速型腐食）

主蒸気入口管、車室及びノズル室は、炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、湿り蒸気流に常時さらされているため、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

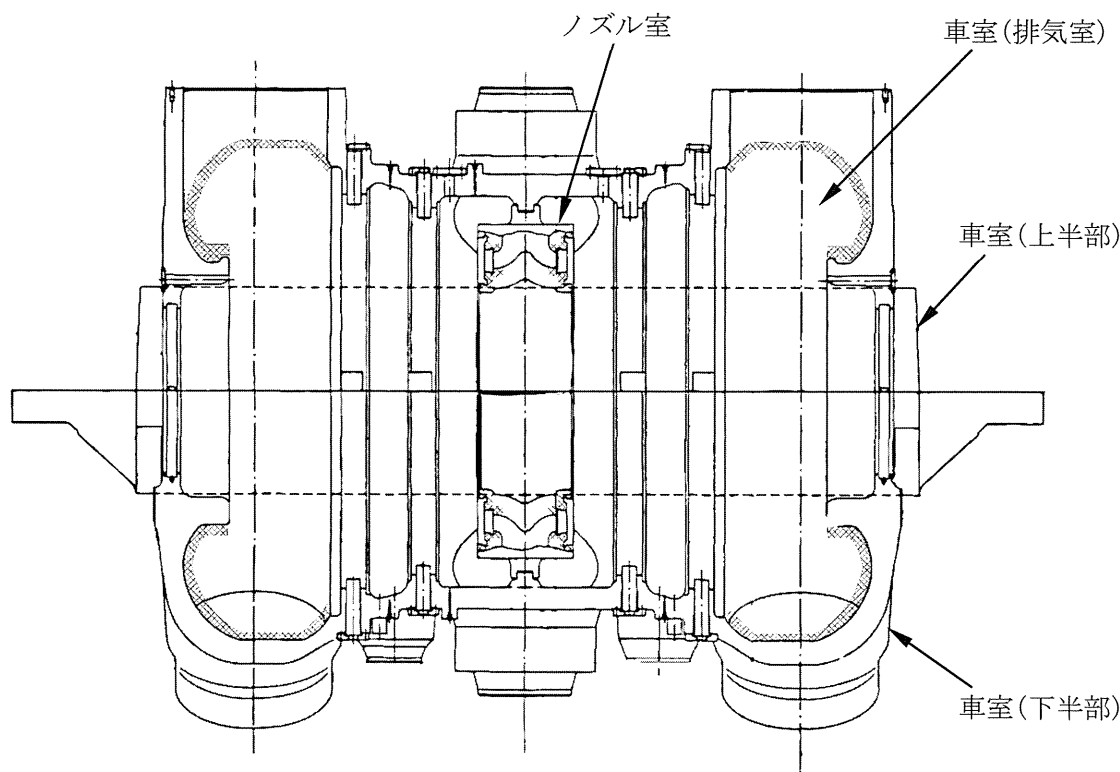
主蒸気入口管、車室及びノズル室の流れ加速型腐食発生想定部位をそれぞれ図2.2-1及び図2.2-2に示す。



//// : 流れ加速型腐食発生想定部位

図2.2-1 玄海3号炉 高圧タービン 主蒸気入口管の流れ加速型腐食発生想定部位





▨ : 流れ加速型腐食発生想定部位

図2.2-2 玄海3号炉 高圧タービン 車室及びノズル室の流れ加速型腐食発生想定部位

主蒸気入口管、車室及びノズル室については、流れ加速型腐食による減肉が想定される。流れ加速型腐食による減肉の進行程度は流速、水質、温度、当該部の形状等の使用条件に影響され、流れ加速型腐食について一律に定量的な予測を行うことは困難である。

しかしながら、主蒸気入口管の流れ加速型腐食に対しては、「配管肉厚管理要領書」(社内文書)に基づき、超音波厚さ計による肉厚計測を計画的に実施し、肉厚計測に基づく余寿命評価から適切な時期・頻度で検査又は取替時期を設定している。

また、車室及びノズル室については、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(3) 主蒸気入口管及び車室の疲労割れ

主蒸気入口管及び車室は、起動・停止及び負荷変化時に発生する熱応力により、疲労割れが想定される。

しかしながら、有意な応力変動を受けない構造となっており、疲労割れが発生し難い。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 車室の変形

車室は大型鋳物でかつ構造が複雑であり、わずかなひずみが想定される。

しかしながら、分解点検時の水平継手面の間隙計測及び必要に応じて当たり状況の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(5) 車室ボルトの腐食（全面腐食）

車室ボルトは、フランジ面からの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) アウターグランド本体及びダイヤフラムリングの腐食（流れ加速型腐食）

アウターグランド本体は炭素鋼鋳鋼、ダイヤフラムリングは炭素鋼であり、湿り蒸気雰囲気で使用され、流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(7) アウターグランド本体、ダイヤフラムリング及び軸受台の腐食（全面腐食）

アウターグランド本体、ダイヤフラムリング及び軸受台は、炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修を実施することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、軸受台内面については、油雰囲気下であり腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(8) 油止輪、カップリングボルト及び台板の腐食（全面腐食）

油止輪及び台板は炭素鋼、カップリングボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修を実施することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、油止輪の内面及びカップリングボルトについては、油雰囲気下にあり、腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 動翼の高サイクル疲労割れ

タービン運転時に固有振動数の低い動翼群が運転中に共振に近い状態になった場合、動翼の応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。

1981年11月、美浜1号炉の低圧タービン第6段動翼において、高サイクル疲労割れが発生している。

しかしながら、高圧タービン動翼では流体力と共振した場合でも十分な安全率を有する設計としており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認及び磁粉探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(10) 翼環ボルトの腐食（全面腐食）

第1翼環ボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、周辺雰囲気酸素濃度が低く、腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) 翼環ボルトの応力腐食割れ

第2翼環ボルトは、応力集中部であるネジ部を有しており、湿り蒸気雰囲気下で使用しているため、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、締付管理により過大な応力とならないよう管理していることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

(12) 車軸の摩耗

車軸を支持する軸受は、すべり軸受を使用しており、車軸の摩耗が想定される。

しかしながら、強制潤滑により車軸と軸受間に潤滑油の供給を行っているため、軸受との直接接触による摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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。

さらに、潤滑油とともに流入する異物についても、ストレーナや油清浄器により油の浄化を実施している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(13) 車軸の腐食（流れ加速型腐食）

車軸は湿り蒸気雰囲気で使用され、流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、車軸は低合金鋼であり、炭素鋼に比べ優れた耐食性を有しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(14) 車軸の高サイクル疲労割れ

タービン運転時には車軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下において繰り返し応力を受けた場合、段付部等の応力集中部に、高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、タービン設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査及び超音波探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(15) 車軸の応力腐食割れ

車軸は低合金鋼であり、比較的発生応力の高い翼溝部を有しており、湿り蒸気雰囲気で使用されているため、応力腐食割れが想定される。

1984年2月、伊方1号炉の低圧タービンにおいて、片側5枚ある円板のうち上流側から2番目の第2円板翼溝部に、応力腐食割れと考えられる割れが認められた。

しかしながら、車軸には応力腐食割れに対する感受性の低い降伏応力約690MPa級の材料を使用しており、降伏応力（0.2%耐力）と応力腐食割れ発生の関係、また、一定の低ひずみ速度で荷重を加えた場合の破面観察結果からも、降伏応力約690MPa級の材料では粒界割れの破面はごくわずかであり、応力腐食割れに対する感受性は低い。

さらに、分解点検時の目視確認や磁粉探傷検査により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(16) ジャーナル軸受ホワイトメタルの摩耗、はく離

ジャーナル軸受のホワイトメタルは、長時間の使用により摩耗、はく離が想定される。

しかしながら、ジャーナル軸受ホワイトメタルの摩耗に対しては、分解点検時の目視確認、車軸と軸受内面の間隙計測により、はく離についても定期的に目視確認、ホワイトメタル部の浸透探傷検査及び超音波探傷検査により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(17) キーの摩耗

軸受台がタービンの起動・停止による温度変化により台板上をスライドするため、台板に固定されたキーの摩耗が想定される。

しかしながら、キーは低合金鋼であり、炭素鋼に比べ耐摩耗性が優れており、かつ軸受台とキーの接触面は潤滑剤が定期的に注入されており、摩耗が発生し難い環境である。

さらに、起動・停止回数の多い火力発電所のタービンにおいても同様の構造、材料を採用し、これまで問題なく運転されており、十分な使用実績を有している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(18) 車室支えボルトの腐食（全面腐食）

車室支えボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(19) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

グランドシールリングは、分解点検時の目視確認又は間隙計測により状態を確認し、取り替えている消耗品であり、長期使用は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。





## 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. 低圧タービンの技術評価	2
2.1 構造、材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	8

1. 対象機器

玄海3号炉で使用されている低圧タービンの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 低圧タービンの主な仕様

機器名称 (台数)	仕様 (出力× 定格回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使用条件			
			運 転	最高使用圧力*3 (MPa[gage])	最高使用温度*3 (°C)	湿り度*3 (%)
低圧タービン (3)	約1,180,000*4 ×約1,800	高*2	連 続	約1.4	約298	0

\*1：機能は最上位の機能を示す

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が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：低圧タービン入口の蒸気条件

\*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、材料及び使用条件

#### 2.1.1 低圧タービン

##### (1) 構造

玄海3号炉の低圧タービンは、複流型タービンであり、第1低圧タービンから第3低圧タービンまで3基設置している。

蒸気は高圧タービン排気より湿分分離加熱器を経て車室中央部に流入し、中央で2つに分かれ、動翼、静翼を通過後両端の排気口から下方にある復水器に至る。

低圧タービン車室は外部車室、内部車室及び翼環で構成され、炭素鋼、炭素鋼鋳鋼を使用しており、それぞれは水平継手面にて上下分割され、ボルトにより締め付けられている。

上流段静翼にはステンレス鋼を使用し、翼環に固定されている。上流側は通常運転中は乾き蒸気雰囲気である。また、下流段静翼にはステンレス鋼及びステンレス鋼鋳鋼を使用し、内部車室に直接固定されている。

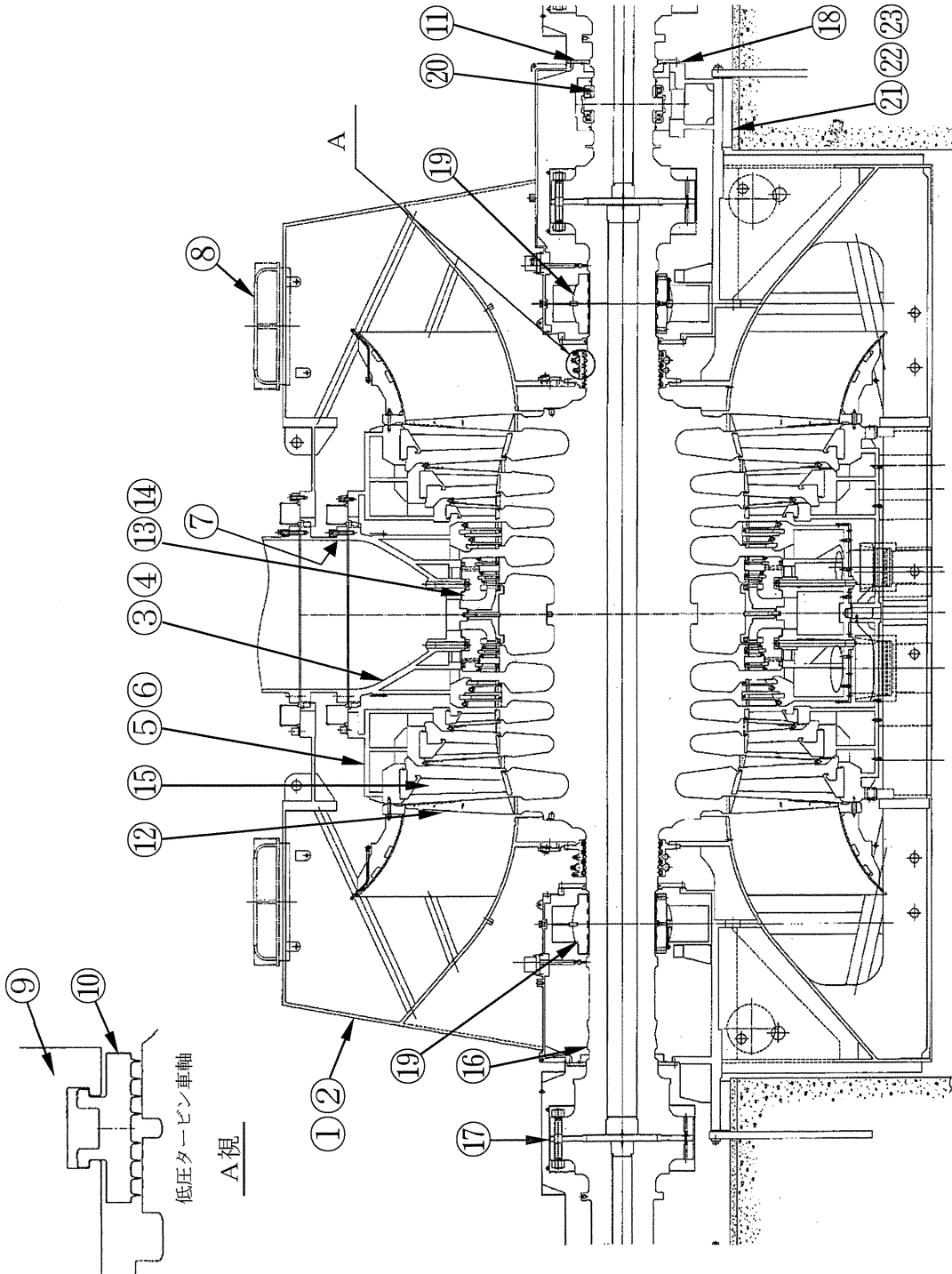
低圧タービン車軸は低合金鋼を使用しており、2個のジャーナル軸受により支えられている。また、スラスト軸受は第1低圧タービンと第2低圧タービン間に1個設置されている。

低圧タービン車室両端面の車軸貫通部には、グランド本体が設けられており、グランドシールリングにより大気流入を防いでいる。

玄海3号炉の低圧タービンの構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の低圧タービンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	外部車室
②	外部車室ボルト
③	第1内部車室
④	第1内部車室ボルト
⑤	第2内部車室
⑥	第2内部車室ボルト
⑦	クロスオーバーパイプアダプタ
⑧	大気放出板
⑨	グラウンド本体
⑩	グラウンドシールリング
⑪	油止輪
⑫	動翼
⑬	翼環
⑭	翼環ボルト
⑮	静翼
⑯	車軸
⑰	カップリングボルト
⑱	軸受箱
⑲	ジャーナル軸受 (すべり)
⑳	スラスト軸受 (すべり)
㉑	台板
㉒	キ一
㉓	基礎ボルト

図2.1-1(1/3) 玄海3号炉 低圧タービン構造図 (第2低圧タービンの例)

No.	部 位
①	外部車室
②	外部車室ボルト
③	第1内部車室
④	第1内部車室ボルト
⑤	第2内部車室
⑥	第2内部車室ボルト
⑬	翼 環
⑭	翼環ボルト

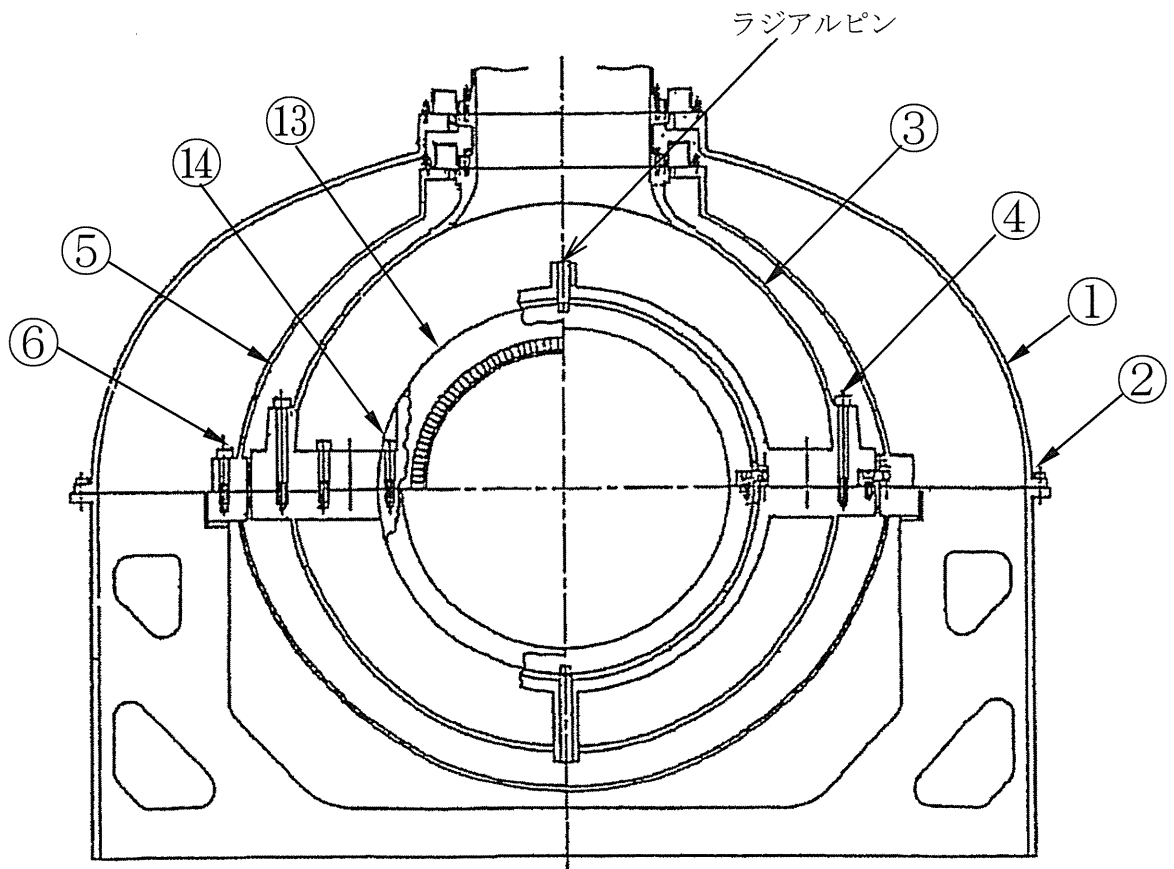
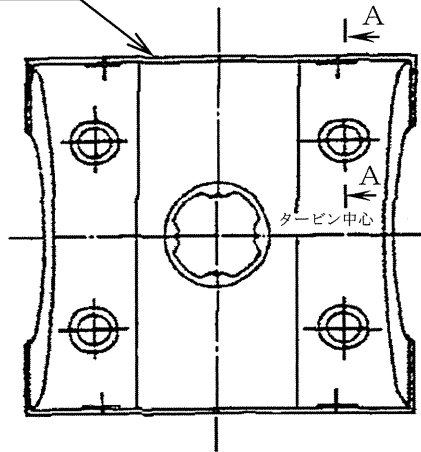


図2.1-1(2/3) 玄海3号炉 低圧タービン 外部車室、内部車室構造図

低压外部車室上半部



配置図

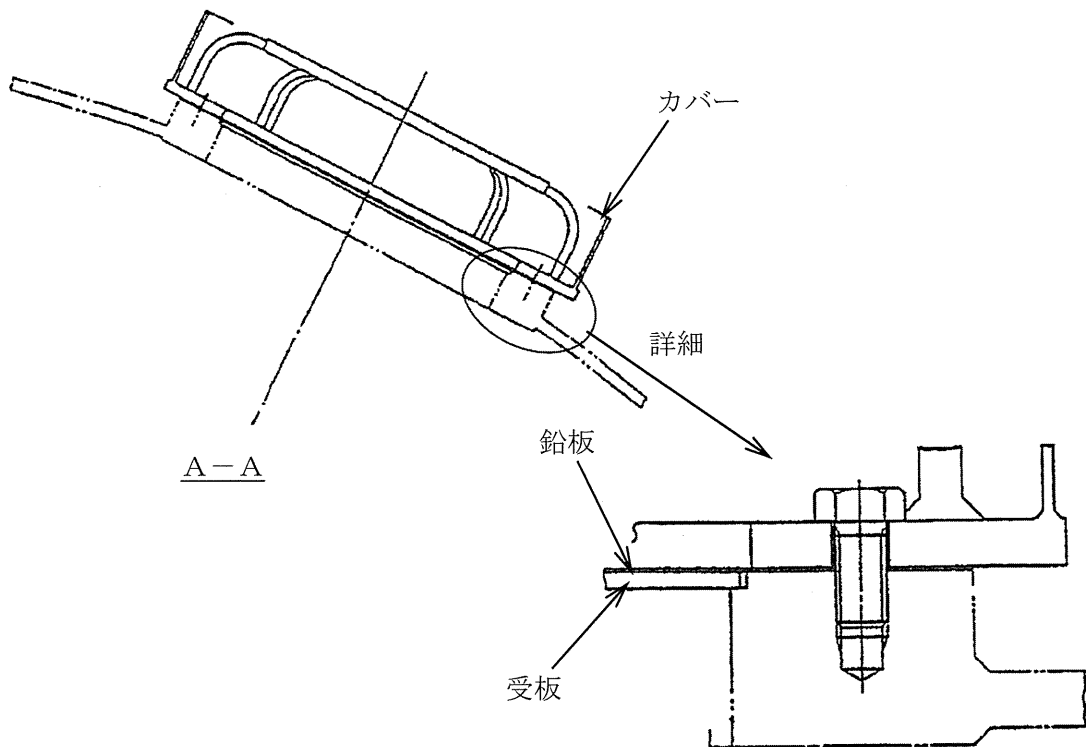


図2.1-1(3/3) 玄海3号炉 低压タービン 大気放出板構造図

表2.1-1(1/2) 玄海3号炉 低圧タービン主要部位の使用材料

部 位		材 料
外部車室		炭 素 鋼
外部車室ボルト		低合金鋼
第1内部車室		炭 素 鋼
第1内部車室ボルト		低合金鋼
第2内部車室		炭 素 鋼
第2内部車室ボルト		低合金鋼
クロスオーバパイプアダプタ		炭 素 鋼
大気放出板		消耗品・定期取替品
グラウンド本体		炭 素 鋼
グラウンドシールリング		消耗品・定期取替品
油 止 輪		炭 素 鋼
動 翼	第1～5段翼	ステンレス鋼
	第6～8段翼	ステンレス鋼 (ステライト)
翼 環		炭素鋼鋳鋼
翼環ボルト		低合金鋼
静 翼	第1～5段翼	ステンレス鋼
	第6、7段翼	ステンレス鋼
	第8段翼	ステンレス鋼鋳鋼
	翼根リング	炭 素 鋼
車 軸		低合金鋼
カップリングボルト		低合金鋼



表2.1-1(2/2) 玄海3号炉 低圧タービン主要部位の使用材料

部 位	材 料
軸 受 箱	炭 素 鋼
ジャーナル軸受 (すべり)	炭素鋼鋳鋼 (ホワイトメタル)
スラスト軸受 (すべり)	炭素鋼 (ホワイトメタル)
台 板	炭 素 鋼
キ ー	低合金鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-2 玄海3号炉 低圧タービンの使用条件

最高使用圧力 *1	約1.4MPa [gage]
最高使用温度 *1	約298℃
定格回転数	約1,800rpm
内 部 流 体	蒸 気

\*1：低圧タービン入口の蒸気条件

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 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を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 発電機駆動力の確保
- 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

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、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及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。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

### 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

以下の事象（表2.2-1で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

#### (1) 外部車室及びグランド本体の外表面からの腐食（全面腐食）

外部車室及びグランド本体は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

#### (2) 外部車室の腐食（流れ加速型腐食）

外部車室内面は、湿り蒸気流に常時さらされており、流れ加速型腐食により減肉する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(3) 外部車室ボルトの腐食（全面腐食）

外部車室ボルトは、フランジ面からの大気流入により、ボルトの腐食が想定される。

しかしながら、締付管理によりフランジ面からの流入防止を図っており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 第1内部車室及び第2内部車室の腐食（流れ加速型腐食）

第1内部車室及び第2内部車室は炭素鋼であり、湿り蒸気流に常時さらされているため、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(5) 第1内部車室及び第2内部車室の疲労割れ

第1内部車室及び第2内部車室は、起動・停止及び負荷変化時に発生する入口側と出口側の蒸気温度差の変化による熱応力により、疲労割れが想定される。

しかしながら、有意な応力変動を受けない構造となっており、疲労割れが発生し難い。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 第1内部車室及び第2内部車室の変形

第1内部車室及び第2内部車室は温度差によるひずみが想定される。

しかしながら、これまでに有意な変形は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時に水平継手面間隙計測や目視確認により、機器の健全性を確認している。

(7) 第1内部車室ボルト、第2内部車室ボルト及び翼環ボルトの腐食（全面腐食）

第1内部車室ボルト、第2内部車室ボルト及び翼環ボルトは、低合金鋼であり腐食が想定される。

しかしながら、蒸気中の溶存酸素濃度が低いことから腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(8) クロスオーバパイプアダプタの腐食（全面腐食）

クロスオーバパイプアダプタは炭素鋼であり、かつ外側は湿り蒸気雰囲気下で使用しており、腐食が想定される。

しかしながら、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 軸受箱の腐食（全面腐食）

軸受箱は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、軸受箱内面については、油雰囲気下であり腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(10) グランド本体の腐食（流れ加速型腐食）

グランド本体は炭素鋼であり、蒸気に常時さらされているため、流れ加速型腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(11) 油止輪、カップリングボルト及び台板の腐食（全面腐食）

油止輪及び台板は炭素鋼、カップリングボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、内面及びカップリングボルトについては油雰囲気下であり腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(12) 動翼の腐食（エロージョン）

最終段動翼群は流入する湿り蒸気流に常時さらされているため、蒸気中に含まれた水滴によるエロージョンが想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(13) 動翼の高サイクル疲労割れ

タービン運転時に固有振動数の低い動翼群が運転中に共振に近い状態になった場合、動翼の応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。

1981年11月、美浜1号炉の低圧タービン第6段動翼において、高サイクル疲労割れが発生している。

しかしながら、低圧タービン動翼では流体力と共振した場合でも十分な安全率を有する設計としており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(14) 翼環の腐食（流れ加速型腐食）

翼環は蒸気に常時さらされており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、使用環境が乾き蒸気もしくは湿り度の小さい蒸気雰囲気中で減肉が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(15) 翼環ボルトの応力腐食割れ

翼環ボルトは低合金鋼であり、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、上流段は使用環境が乾き蒸気雰囲気であり、下流段は湿り蒸気雰囲気となるが温度が低く、応力腐食割れが発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。



(16) 静翼の腐食（流れ加速型腐食）

静翼の翼根リングは湿り蒸気雰囲気で使用され、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(17) 車軸の摩耗

車軸を支持する軸受は、すべり軸受を使用しており、車軸の摩耗が想定される。

しかしながら、強制潤滑により車軸と軸受間に潤滑油の供給を行っているため、軸受との直接接触による摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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。

さらに、潤滑油とともに流入する異物についても、ストレーナや油清浄器により油の浄化を実施している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(18) 車軸の腐食（流れ加速型腐食）

車軸は湿り蒸気雰囲気で使用され、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、車軸は低合金鋼であり、炭素鋼に比べ優れた耐食性を有しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(19) 車軸の高サイクル疲労割れ

タービンの運転時には車軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で繰り返し応力を受けた場合、段付部等の応力集中部に、高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、タービン設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の応力集中部に対する目視確認や磁粉探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(20) 車軸の応力腐食割れ

車軸は低合金鋼であり、比較的発生応力の高い翼溝部を有しており、湿り蒸気雰囲気で使用されているため、応力腐食割れが想定される。

1984年2月、伊方1号炉の低圧タービンにおいて、片側5枚ある円板のうち上流側から2番目の第2円板翼溝部に、応力腐食割れと考えられる割れが認められた。

しかしながら、車軸には応力腐食割れに対する感受性のない降伏応力約620MPa級の材料を使用しており、降伏応力（0.2%耐力）と応力腐食割れの発生の関係、また、一定の低ひずみ速度で荷重を加えた場合の破面観測結果からも、降伏応力約620MPa級の材料では粒界割れの破面は存在せず、応力腐食割れに対する感受性は認められなかった。

さらに、分解点検時の目視確認及び翼溝部端面の磁粉探傷検査を実施し、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(21) ジャーナル軸受及びスラスト軸受ホワイトメタルの摩耗、はく離

ジャーナル軸受及びスラスト軸受のホワイトメタルは、長時間の使用により摩耗、はく離が想定される。

しかしながら、ジャーナル軸受及びスラスト軸受ホワイトメタルの摩耗に対しては、分解点検時の目視確認及び車軸と軸受内面の間隙計測により、はく離についても、分解点検時の目視確認、ホワイトメタル部の浸透探傷検査及び超音波探傷検査により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(22) キーの摩耗

軸受箱がプラントの起動・停止による温度変化により台板上をスライドするため、軸受箱に固定されたキーの摩耗が想定される。

しかしながら、キー部分における運転時の軸受箱の熱移動量が小さく、また、起動・停止回数の多い火力発電所のタービンにおいても同様の構造、材料を採用し、これまで問題なく運転されており、十分な使用実績を有している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(23) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

グランドシールリングは、分解点検時の目視確認又は間隙計測結果により状態を確認し、取り替えている消耗品であり、大気放出板は分解点検時に取り替えている消耗品である。それぞれ、長期使用は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。

表2.2-1 玄海3号炉 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		
				減耗	肉腐食	割れ			その他	
						疲労割れ	応力腐蝕			熱時効
バウングダリの維持	外部車室		炭素鋼		△*1(内面) △(外面)				*1: 流れ加速型腐食	
	外部車室ボルト		低合金鋼		△				*2: 変形	
	第1内部車室		炭素鋼		△*1			△	*3: 高サイクル疲労割れ	
	第1内部車室ボルト		低合金鋼		△				*4: はく離	
	第2内部車室		炭素鋼		△*1			△	*5: エロージョン	
	第2内部車室ボルト		低合金鋼		△					
	クロスオーバーパイプアダプタ		炭素鋼		△					
	大気放出板	◎	-							
	グラウンド本体		炭素鋼		△*1(内面) △(外面)					
	グラウンドシールリング	◎	-							
	油止輪		炭素鋼		△					
	動翼		ステンレス鋼 (ステライト)		△*5		△*3			
	翼環		炭素鋼鋳鋼		△*1					
	翼ボルト		低合金鋼		△		△			
発電機駆動力の確保	静翼		ステンレス鋼 ステンレス鋼鋳鋼							
	翼根リング		炭素鋼		△*1					
	車軸		低合金鋼		△*1		△*3			
	カップリングボルト		低合金鋼		△					
	軸受箱		炭素鋼		△					
	ジャーナル軸受(すべり)		炭素鋼鋳鋼 (ホワイトメタル)		△			△*4		
	スラスト軸受(すべり)		炭素鋼 (ホワイトメタル)		△			△*4		
	台板		炭素鋼		△					
	キー		低合金鋼		△					
	基礎ボルト		炭素鋼		△					
	機器の支持									

△: 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 タービン動主給水ポンプ 駆動タービン

[対象機器]

- ① タービン動主給水ポンプ駆動タービン

## 目 次

1. 対象機器 .....	1
2. タービン動主給水ポンプ駆動タービンの技術評価 .....	2
2.1 構造、材料及び使用条件 .....	2
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	6

1. 対象機器

玄海3号炉で使用されているタービン動主給水ポンプ駆動タービンの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 タービン動主給水ポンプ駆動タービンの主な仕様

機器名称 (台数)	仕 様 (出力×定格回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使 用 条 件		
			運 転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
タービン動 主給水ポンプ 駆動タービン (2)	約7,600×約4,700	高*2	連 続	約8.2	約298

\*1：機能は最上位の機能を示す

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が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. タービン動主給水ポンプ駆動タービンの技術評価

### 2.1 構造、材料及び使用条件

#### 2.1.1 タービン動主給水ポンプ駆動タービン

##### (1) 構造

玄海3号炉のタービン動主給水ポンプ駆動タービンは、タービン動主給水ポンプ駆動源の単流型タービンであり、2台設置されている。

蒸気はノズル室よりタービン動主給水ポンプ駆動タービンに流入し、各段を経て車室下半部にある排気口から復水器に至る。

車室はステンレス鋼鋳鋼及び炭素鋼製であり、水平継手面にて上下分割され、ボルトにより締め付けられている。また、ノズル室はステンレス鋼鋳鋼、ステンレス鋼、炭素鋼鋳鋼及び炭素鋼が使用されており車室に固定されている。仕切板はステンレス鋼が使用されており、基礎に支持された車室に支持されている。

車軸には低合金鋼を使用しており、2個の軸受により支えられている。また、車軸端部にスラスト軸受を設置している。

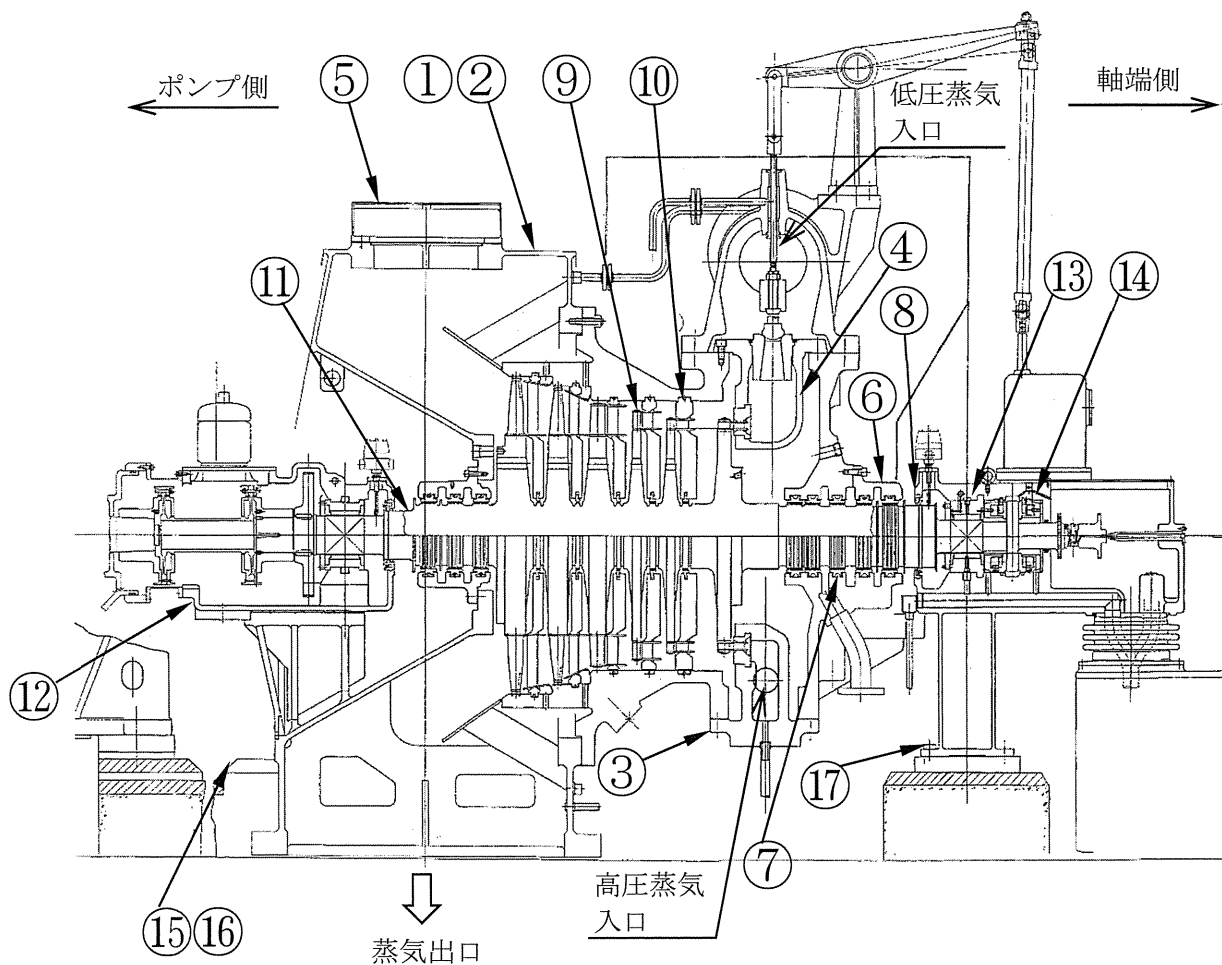
車室両端面の車軸貫通部にはグランド本体が設けられており、グランドシールリングにより蒸気流出及び大気流入を防止している。

玄海3号炉のタービン動主給水ポンプ駆動タービンの構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のタービン動主給水ポンプ駆動タービンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。





No.	部 位	No.	部 位
①	車 室	⑪	車 軸
②	車室ボルト	⑫	軸 受 台
③	高圧ノズル室 (第1段ノズルを含む)	⑬	ジャーナル軸受 (すべり)
④	低圧ノズル室 (第1段ノズルを含む)	⑭	スラスト軸受 (すべり)
⑤	大気放出板	⑮	台 板
⑥	グラウンド本体	⑯	キ ー
⑦	グラウンドシールリング	⑰	基礎ボルト
⑧	オイルシールリング		
⑨	動 翼		
⑩	仕切板 (ノズルを含む)		

図2.1-1 玄海3号炉 タービン動主給水ポンプ駆動タービン構造図

表2.1-1 玄海3号炉 タービン動主給水ポンプ駆動タービン主要部位の使用材料

部 位		材 料
車 室		ステンレス鋼 炭素鋼
車室ボルト		低合金鋼 炭素鋼
高圧ノズル室 (第1段ノズルを含む)		ステンレス鋼 ステンレス鋼
低圧ノズル室 (第1段ノズルを含む)		炭素鋼 炭素鋼 ステンレス鋼
大気放出板		消耗品・定期取替品
グラウンド本体		ステンレス鋼 炭素鋼
グラウンドシールリング		消耗品・定期取替品
オイルシールリング		消耗品・定期取替品
動 翼	第1～4段	ステンレス鋼
	第5、6段	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
仕切板 (ノズルを含む)		ステンレス鋼
車 軸		低合金鋼
軸 受 台		炭素鋼 炭素鋼
ジャーナル軸受 (すべり)		炭素鋼 (ホワイトメタル)
スラスト軸受 (すべり)		炭素鋼 (ホワイトメタル)
台 板		炭素鋼
キ ー		炭素鋼
基礎ボルト		炭素鋼

表2.1-2 玄海3号炉 タービン動主給水ポンプ駆動タービンの使用条件

最高使用圧力	約8.2MPa [gage]
最高使用温度	約298℃
定格回転数	約4,700rpm
内部流体	蒸気

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機能達成に必要な項目

タービン動主給水ポンプ駆動タービンの機能であるポンプ駆動機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② ポンプ駆動力の確保
- 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

タービン動主給水ポンプ駆動タービンについて、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構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及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。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

### 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

以下の事象（表2.2-1で△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

#### (1) 車室及びグラウンド本体の外表面からの腐食（全面腐食）

車室及びグラウンド本体の炭素鋼使用部位については、外表面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(2) 車室、低圧ノズル室及びグランド本体の腐食（流れ加速型腐食）

車室の炭素鋼使用部位については、湿り蒸気流に常時さらされているため、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、低圧ノズル室及び軸端側グランド本体は、乾き蒸気雰囲気腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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。また、ポンプ側グランド本体はステンレス鋼であり優れた耐食性を有していることから、流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) 車室の疲労割れ

車室は、起動・停止時及び負荷変化時に発生する熱応力により疲労割れが想定される。

しかしながら、有意な応力変動を受けないことから、疲労割れが発生し難い。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 車室の変形

車室はステンレス鋼及び炭素鋼を用いており、素材製作時の熱処理段階で寸法安定化が図られているが、車室は大型鋳物でかつ構造が複雑であり、わずかなひずみの発生が想定される。

しかしながら、分解点検時の水平継手面の間隙計測、また必要に応じて水平継手面の修正加工を実施することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(5) 車室ボルトの腐食（全面腐食）

車室ボルトは、低合金鋼及び炭素鋼であり、フランジ面からの内部流体の漏えいや大気の流入により腐食が想定される。

しかしながら、締付管理により漏えい、大気の流入防止を図っており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時等の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 動翼の腐食（エロージョン）

動翼第5、6段は湿り蒸気雰囲気で使用されるため、蒸気中の水滴による衝撃で、翼入口先端部がエロージョンにより減肉が想定される。

動翼第5、6段に流入する蒸気の湿り度が大きく、かつ周方向速度も大きいいため、動翼先端部の減肉が大きくなることが考えられ、減肉の進行によりステライトのはく離が想定される。

しかしながら、エロージョンについては、分解点検時の目視確認により、ステライト板ろう付部に対しては目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(7) 動翼の高サイクル疲労割れ

タービン運転時に固有振動数の低い動翼群が運転中に共振に近い状態になった場合、動翼の応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。

1981年11月に美浜1号炉の低圧タービン第6段動翼において、高サイクル疲労割れが発生している。

しかしながら、動翼設計時に流体力と共振した場合でも十分な安全率を有する設計としており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、機器の健全性を確認している。

(8) 車軸の摩耗

車軸を支持する軸受は、すべり軸受を使用しており、車軸の摩耗が想定される。

しかしながら、強制潤滑により車軸と軸受間に潤滑油の供給を行っているため、軸受との直接接触による摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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。

さらに、潤滑油とともに流入する異物についても、ストレーナや油清浄器により油の浄化を実施している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 車軸の腐食（流れ加速型腐食）

車軸は湿り蒸気雰囲気で使用しており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、車軸は低合金鋼であり、炭素鋼に比べ優れた耐食性を有しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(10) 車軸の高サイクル疲労割れ

タービン運転時には車軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で繰返し応力を受けると、段付部等の応力集中部において高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、タービン設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、巡視点検時の振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診や目視による確認）及び試運転時における振動確認（変位の測定等）並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。



(11) 車軸の応力腐食割れ

車軸は低合金鋼であり、比較的発生応力の高い翼溝部を有しており、湿り蒸気雰囲気で使用されているため、応力腐食割れが想定される。

1984年2月に、伊方1号炉の低圧タービンにおいて、片側5枚ある円板のうち上流側から2番目の第2円板翼溝部に、応力腐食割れと考えられる割れが認められた。

しかしながら、車軸には応力腐食割れに対する感受性の低い降伏応力約690MPa級の材料を使用しており、降伏応力（0.2%耐力）と応力腐食割れ発生の関係、また、一定のひずみ速度で荷重を加えた場合の破面観察結果からも、降伏応力約690MPa級の材料では粒界割れ破面はごくわずかであり、応力腐食割れに対する感受性は低い。

さらに、分解点検時の車軸翼溝部端面の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(12) 軸受台及び台板の腐食（全面腐食）

軸受台及び台板は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、軸受台内面については、油雰囲気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(13) ジャーナル軸受及びスラスト軸受ホワイトメタルの摩耗、はく離

ジャーナル軸受及びスラスト軸受のホワイトメタルは、長時間の使用により摩耗、はく離が想定される。

しかしながら、摩耗に対しては、分解点検時の目視確認、車軸と軸受内面の間隙計測や軸表面の当たり幅の確認により、はく離については、分解点検時の目視確認及びホワイトメタル部の浸透探傷検査により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(14) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

前述の2)に該当する事象のうち、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象ではない事象）を以下に示す。

(15) キーの摩耗

車室がタービンの起動・停止による温度変化により台板上をスライドするため、台板に固定されたキーの摩耗が想定される。

しかしながら、起動・停止回数の多い火力発電所のタービンにおいても同様の構造、材料を採用し、これまで問題なく運転されており、十分な使用実績を有している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

大気放出板は分解点検時に取り替えている消耗品であり、グランドシールリング及びオイルシールリングは、分解点検時の目視確認又は間隙計測の結果に基づき取り替えている消耗品である。それぞれ、長期使用は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。

表2.2-1(1/2) 玄海3号炉 タービン動主給水ポンプ駆動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 耗		腐 食		割 れ			材 質 変 化	そ の 他
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
バウンダリの維持	車 室		ステンレス鋼 炭素鋼		△*1 △(外面)	△			△*2	*1：流れ加速型腐食 *2：変形 *3：エロージョン *4：高サイクル疲労割れ *5：はく離		
	車室ボルト		低合金鋼、炭素鋼		△							
	高圧ノズル室 (第1段ノズルを含む)		ステンレス鋼 ステンレス鋼									
	低圧ノズル室 (第1段ノズルを含む)		炭素鋼 炭素鋼 ステンレス鋼		△*1							
	大気放出板	◎	—									
	グラント本体		ステンレス鋼 炭素鋼		△*1 △(外面)							
	グラントシールリング	◎	—									
	オイルシールリング	◎	—									
	動 翼	第1～4段		ステンレス鋼								
		第5、6段		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)		△*3	△*4					
仕切板(ノズルを含む)		ステンレス鋼										
車 軸		低合金鋼		△*1	△*4	△						
軸 受 台		炭素鋼 炭素鋼		△(内面) △(外面)								
ジャーナル軸受(すべり)		炭素鋼 (ホワイトメタル)		△				△*5				
スラスト軸受(すべり)		炭素鋼 (ホワイトメタル)		△				△*5				

△：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) 玄海3号炉タービン駆動主給水ポンプ駆動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 耗		腐 食	割 れ		材 質 変 化			そ の 他
				摩 耗	腐 食		疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化		
						摩 耗						腐 食
機器の支持	台 板		炭 素 鋼		△							
	キ		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）

▲：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）

## 4 タービン動補助給水ポンプタービン

[対象機器]

- ① タービン動補助給水ポンプタービン

## 目 次

1. 対象機器 .....	1
2. タービン動補助給水ポンプタービンの技術評価 .....	2
2.1 構造、材料及び使用条件 .....	2
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	9

## 1. 対象機器

玄海3号炉で使用されているタービン動補助給水ポンプタービンの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 タービン動補助給水ポンプタービンの主な仕様

機器名称 (台数)	仕 様 (出力×定格回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使 用 条 件		
			運 転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
タービン動 補助給水ポンプ タービン (1)	約1,000×約6,380	MS-1、重*2	一 時	約8.2	約298

\*1：機能は最上位の機能を示す

\*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及び構造物であることを示す



## 2. タービン動補助給水ポンプタービンの技術評価

### 2.1 構造、材料及び使用条件

#### 2.1.1 タービン動補助給水ポンプタービン

##### (1) 構造

玄海3号炉のタービン動補助給水ポンプタービンは、1台設置されており、翼車には低合金鋼、動翼にはステンレス鋼を使用している。

また、蒸気加減弁、调速機及びアクチュエータ等で構成されるガバナ调速機構がポンプ吐出圧を一定に保つために設置されており、このガバナ调速機構に作動油圧を供給するために主油ポンプがタービン主軸に接続されている。

主油ポンプは歯車を介して伝達される主軸の回転力により駆動する。

玄海3号炉のタービン動補助給水ポンプタービンの構造図を図2.1-1～図2.1-6に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のタービン動補助給水ポンプタービンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	主 軸
②	翼 車
③	動 翼
④	静 翼
⑤	タービングラウンド
⑥	軸受 (ころがり)
⑦	軸受 (すべり)
⑧	ケーシング
⑨	ケーシングボルト
⑩	ケーシング
⑪	主油ポンプ
⑫	歯 車
⑬	駆動歯車
⑭	本 体
⑮	駆動歯車
⑯	駆動軸軸受 (ころがり)
⑰	台 板
⑱	取付ボルト

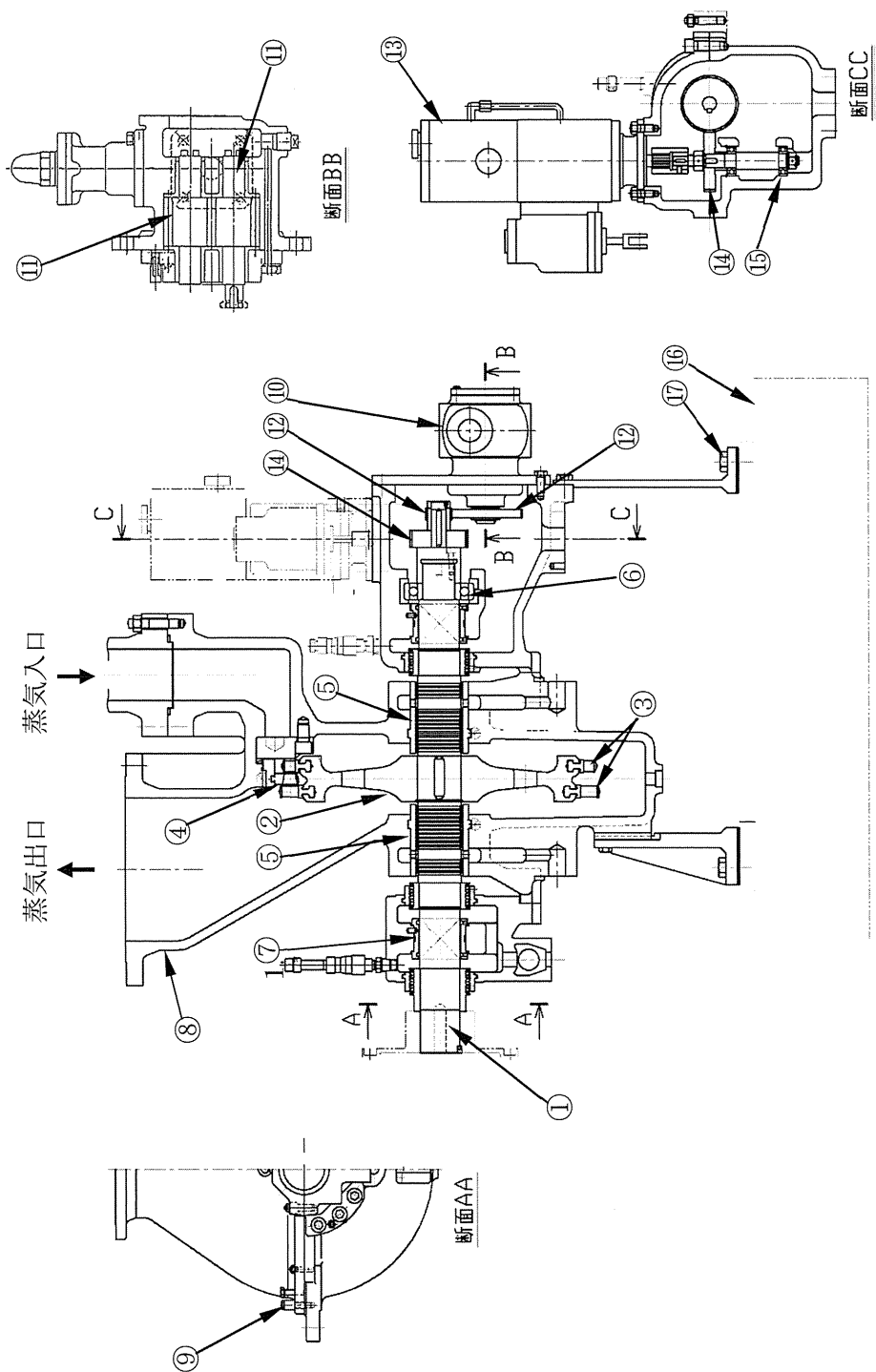


図2.1-1 玄海3号炉 タービン動補給水ポンプタービン構造図

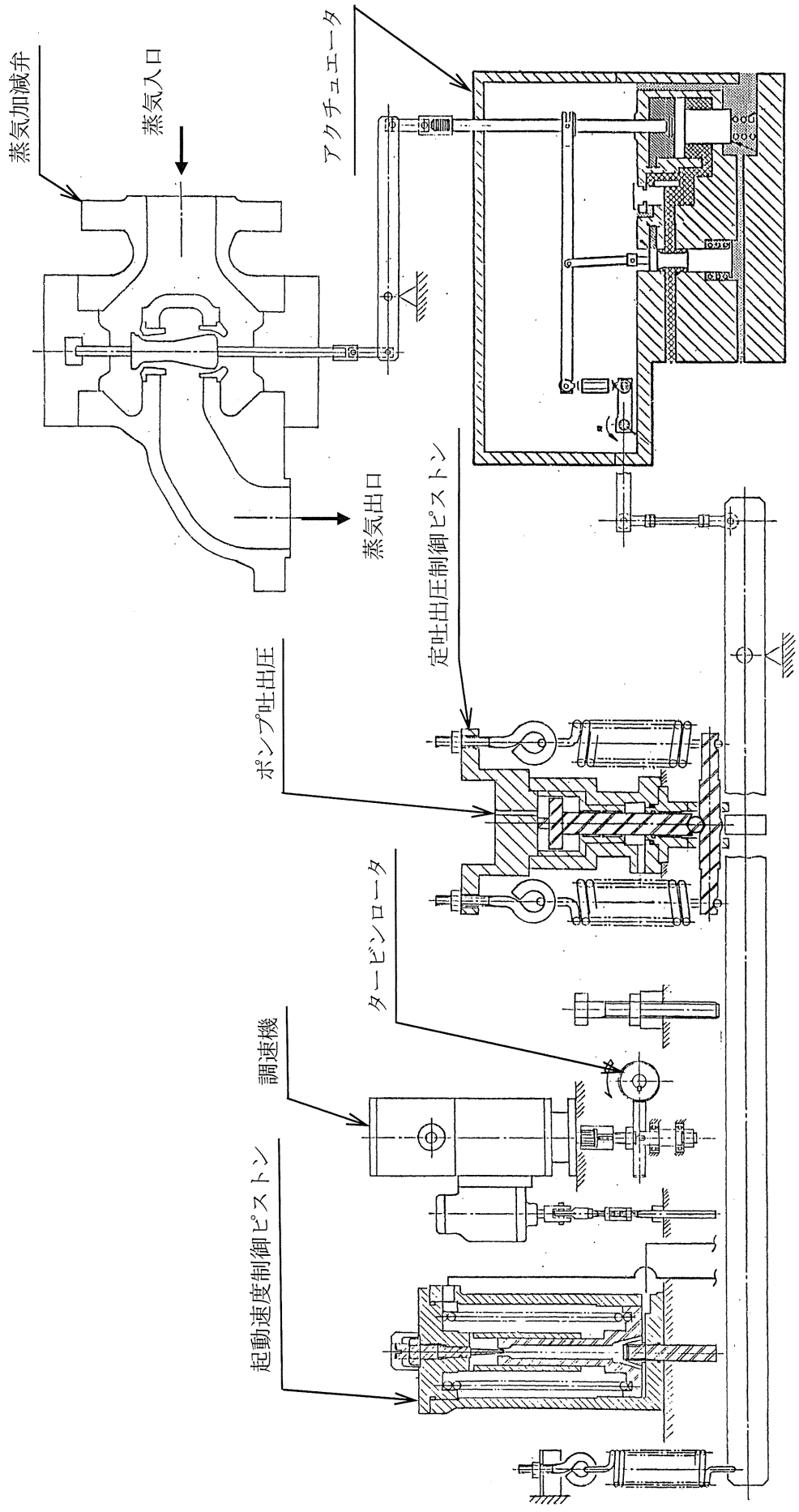
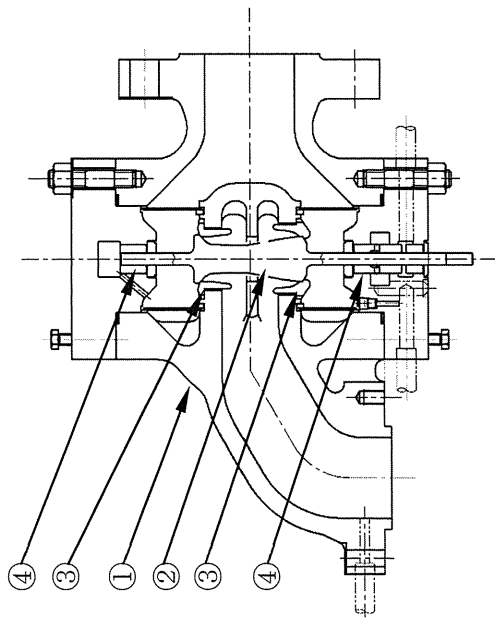
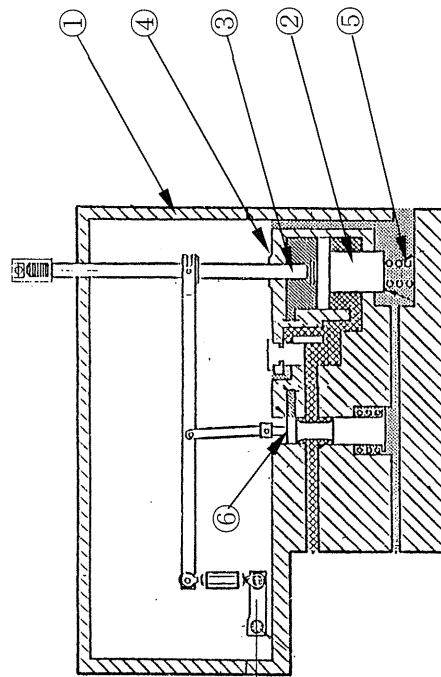


図2.1-2 玄海3号炉 タービン動補給水ポンプタービン ガバナ调速機構造図 (概念図)



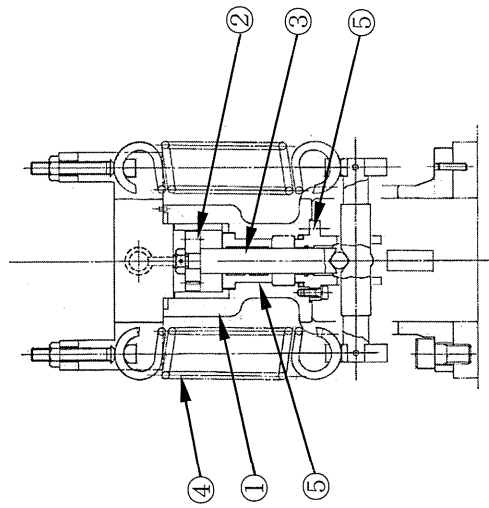
No.	部	位
①	蒸気加減弁	弁箱
②		弁体
③		弁座
④		ブッシュ

図2.1-3 玄海3号炉 タービン動補給水ポンプタービン ガバナ調速機構 蒸気加減弁構造図



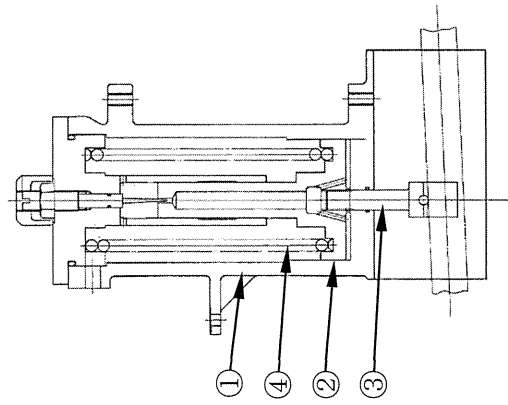
No.	部	位
①	アクチュエータ	本体
②		ピストン
③		ピストンロッド
④		シリンダ
⑤		ばね
⑥		プランジヤ

図2.1-4 玄海3号炉 タービン動補給水ポンプタービン ガバナ調速機構 アクチュエータ構造図



No.	部	位
①	定吐出圧制御 ピストン	本
②		弁
③		弁
④		ばね
⑤		ブッシュ

図2.1-5 玄海3号炉 タービン動補助給水ポンプタービン ガバナ調速機 定吐出圧制御ピストン構造図



No.	部	位
①	起動速度制御 ピストン	本
②		弁
③		弁
④		ばね

図2.1-6 玄海3号炉 タービン動補助給水ポンプタービン ガバナ調速機構 起動速度制御ピストン構造図

表2. 1-1 (1/2) 玄海3号炉 タービン動補助給水ポンプタービン主要部位の使用材料

部 位		材 料	
主 軸		低合金鋼	
翼 車		低合金鋼	
動 翼		ステンレス鋼	
静 翼		ステンレス鋼	
軸受 (ころがり)		消耗品・定期取替品	
軸受 (すべり)		消耗品・定期取替品	
主油ポンプ		ケーシング	鋳 鉄
		歯 車	炭 素 鋼
		駆動歯車	低合金鋼、炭素鋼
ガバナ調速機構	調速機	本 体	鋳 鉄
		駆動歯車	低合金鋼、銅合金
		駆動軸軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	蒸気加減弁	弁 箱	炭素鋼鋳鋼
		弁 体	ステンレス鋼
		弁 座	ステンレス鋼
		ブッシュ	消耗品・定期取替品
	アクチュエータ	本 体	鋳鉄、アルミニウム合金鋳物
		ピストン	鋳 鉄
		ピストンロッド	合 金 鋼
		シリンダ	鋳 鉄
		ば ね	ばね鋼
プランジャ		合 金 鋼	

表2.1-1(2/2) 玄海3号炉 タービン動補助給水ポンプタービン主要部位の使用材料

部 位		材 料	
ガバナ調速機構	定吐出圧制御 ピストン	本 体	炭素鋼鋳鋼
		弁 体	ステンレス鋼
		弁 棒	ステンレス鋼
		ば ね	ばね用オイルテンパー線
		ブッシュ	消耗品・定期取替品
	起動速度制御 ピストン	本 体	鋳 鉄
		弁 体	ステンレス鋼
		弁 棒	ステンレス鋼
		ば ね	ばね鋼
タービングランド		消耗品・定期取替品	
ケーシング		炭素鋼鋳鋼	
ケーシングボルト		低合金鋼	
台 板		炭 素 鋼	
取付ボルト		低合金鋼	

表2.1-2 玄海3号炉 タービン動補助給水ポンプタービンの使用条件

最高使用圧力	約8.2MPa[gage]
最高使用温度	約298℃
内 部 流 体	蒸 気

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機能達成に必要な項目

タービン動補助給水ポンプタービンの機能であるポンプ駆動機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① ポンプ駆動力の確保
- 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

タービン動補助給水ポンプタービンについて、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、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及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。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。



### 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

以下の事象（表2.2-1で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

#### (1) 主軸の摩耗

タービン動補助給水ポンプタービンのころがり軸受部は、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定され、すべり軸受部については、軸受と主軸の接触面で摺動摩耗が想定される。

ころがり軸受の定期取替時の軸受引き抜きの際に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方策も考えられる。この場合、主軸表面にわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間で微小隙間が生じ、運転中にフレットィングによる摩耗が発生する可能性がある。

しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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。

また、すべり軸受は設計段階において主軸と軸受間に潤滑剤を供給し、膜を形成させて流体潤滑状態となるように考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(2) 主軸の高サイクル疲労割れ

タービン運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で繰返し応力を受けると、段付部等の応力集中部において高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、タービン設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、試運転時における振動確認（変位の測定等）並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(3) 主軸のフレット疲労割れ

タービン運転時の主軸に外部荷重に起因する繰返し曲げ応力が作用したとき、その応力の働いている方向や大きさによっては、主軸等に疲労割れが生じる可能性があり、焼きばめにより翼車が固定されている主軸においてフレット疲労割れが想定される。

しかしながら、発生応力は小さいため、フレット疲労割れは発生し難い。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、試運転時における振動確認（変位の測定等）並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(4) 翼車の応力腐食割れ

翼車は低合金鋼であり、湿り蒸気雰囲気下で使用されているため、翼車の翼溝部に応力腐食割れが想定される。

しかしながら、本機器の運転時間は短いため、応力腐食割れ発生の可能性は小さい。

また、分解点検時に翼車への動翼取付け状況及び応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(5) ケーシング及び主油ポンプケーシング等の腐食（全面腐食）

ケーシング、蒸気加減弁弁箱及び主油ポンプケーシングは炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、主油ポンプケーシングの内面は、内部流体が油で腐食が発生し難い環境である。

また、ケーシング及び蒸気加減弁の内面については、湿り蒸気雰囲気中の長期間の使用により腐食が想定される。

しかしながら、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 主油ポンプ歯車及び調速機駆動歯車等の摩耗

主油ポンプ及び調速機は、駆動用歯車を介して主軸の回転力により駆動されており、また主油ポンプも歯車ポンプであるため、歯車に摩耗が想定される。

しかしながら、歯車には潤滑油を供給し摩耗を防止しており、摩耗が発生し難い環境である。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(7) ガバナ調速機構の摩耗

ガバナ調速機構を構成する蒸気加減弁、アクチュエータ、定吐出圧制御ピストン、起動速度制御ピストンの摺動部に摩耗が想定される。

しかしながら、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測及びガバナ調速機構の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(8) ガバナ調速機構の腐食（全面腐食）

調速機本体、アクチュエータ本体、定吐出圧制御ピストン本体及び起動速度制御ピストン本体は鋳鉄、炭素鋼鋳鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(9) ガバナ調速機構のばねの変形（応力緩和）

アクチュエータ、定吐出圧制御ピストン及び起動速度制御ピストンのばねは、ある一定の応力状態にて長時間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは余裕のある環境で使用している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認やガバナ調速機構の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(10) ケーシングの疲労割れ

ケーシングは、タービン起動時に発生する内部流体の温度、圧力の変化により疲労が蓄積することから、疲労割れが想定される。

しかしながら、本機器の定期運転も考慮した起動発停回数は限られているため、疲労割れが発生し難い。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) ケーシングボルトの腐食（全面腐食）

ケーシングボルトは低合金鋼であり、フランジ面からの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(12) 台板及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

台板は炭素鋼及び取付ボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

#### 2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）、調速機駆動軸軸受（ころがり）は分解点検時に取り替えている消耗品であり、軸受（すべり）、ブッシュ、及びタービングラウンドは、分解点検時の目視確認又は間隙計測の結果に基づき取り替えている消耗品である。それぞれ、長期使用は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。

表2.2-1(1/2) 玄海3号炉 タービン動補助給水ポンプ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		
				減摩	肉腐食	割れ	劣化		その他			
							疲労割れ	応力腐食割れ			熱時効	材質変化
ポンプ駆動力の確保	主軸		低合金鋼	△		△ <sup>*1</sup> △ <sup>*2</sup>					*1:高サイクル疲労割れ *2:フレットインダグ疲労割れ(応力緩和)	
	翼車		低合金鋼				△					
	動翼		ステンレス鋼									
	静翼		ステンレス鋼									
	軸受(ころがり)	◎	-									
	軸受(すべり)	◎	-									
	主油ポンプ	ケーシング		铸铁		△						
		歯車		炭素鋼	△							
	ガバナ調速機構	駆動歯車		低合金鋼、炭素鋼	△							
		本体		铸铁		△						
		駆動歯車		低合金鋼、銅合金	△							
		駆動軸軸受(ころがり)	◎	-								
弁箱			炭素鋼、鋳鋼	△	△							
蒸気加減弁	弁体		ステンレス鋼	△								
	弁座		ステンレス鋼	△								
	ブッシュ	◎	-									

△: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)





## 5 主油ポンプ

[対象機器]

- ① 主油ポンプ

## 目 次

1. 対象機器 .....	1
2. 主油ポンプの技術評価 .....	2
2.1 構造、材料及び使用条件 .....	2
2.2 経年劣化事象の抽出 .....	5

## 1. 対象機器

玄海3号炉で使用されている主油ポンプの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 主油ポンプの主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運 転	最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)
主油ポンプ (1)	高*2	連 続	約2.8	約80

\*1：機能は最上位の機能を示す

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が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. 主油ポンプの技術評価

### 2.1 構造、材料及び使用条件

#### 2.1.1 主油ポンプ

##### (1) 構造

玄海3号炉の主油ポンプは、横置単段うず巻形ポンプである。

主油ポンプは、蒸気タービンの運転に伴い、主油タンクより吸い込んだ油を軸受油系統、高圧油系統、オートストップ油系統及び水素密封油系統へ送油する。

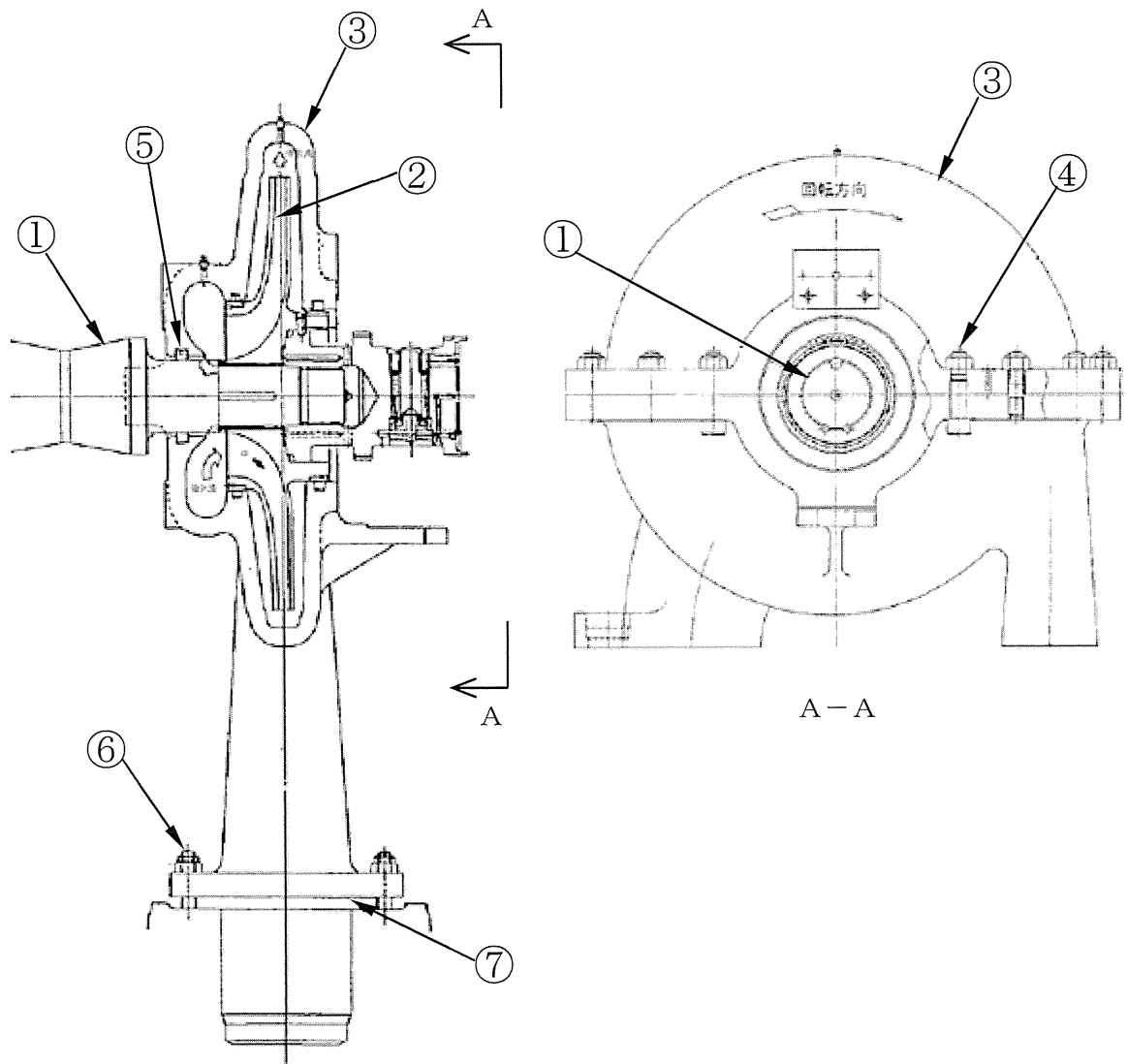
また、主軸には低合金鋼、羽根車にはステンレス鋼、ケーシングには炭素鋼をそれぞれ使用している。

主軸は高圧タービン軸に取り付けられており、これに羽根車を取り付けている。ケーシングは高圧タービン軸受台に取り付けられており、ケーシング両端には、異物進入防止のため油切りを設置している。

玄海3号炉の主油ポンプの構造図を図2.1-1に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の主油ポンプの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	主 軸
②	羽 根 車
③	ケーシング
④	ケーシングボルト
⑤	油 切 り
⑥	ケーシング取付ボルト
⑦	中間リング

図2.1-1 玄海3号炉 主油ポンプ構造図

表2.1-1 玄海3号炉 主油ポンプ主要部位の使用材料

部 位	材 料
主 軸	低合金鋼
羽 根 車	ステンレス鋼鋳鋼
ケーシング	炭素鋼鋳鋼
ケーシングボルト	低合金鋼
油 切 り	消耗品・定期取替品
ケーシング取付ボルト	低合金鋼
中間リング	炭 素 鋼

表2.1-2 玄海3号炉 主油ポンプの使用条件

最高使用圧力	約2.8MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
内 部 流 体	油

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機能達成に必要な項目

主油ポンプの機能である供給機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① ポンプの容量－揚程確保
- 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

主油ポンプについて、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（圧力、温度等）及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。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

### 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

以下の事象（表2.2-1で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

#### (1) 主軸及びケーシング等の腐食（全面腐食）

主軸、ケーシング、ケーシングボルト、ケーシング取付ボルト及び中間リングは低合金鋼、炭素鋼鋳鋼及び炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、主油ポンプは軸受台内に設置されており、内外面ともに油又は油霧囲気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。



(2) 主軸の高サイクル疲労割れ

ポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下において繰り返し応力を受けると、段付部等の応力集中部において、高サイクル疲労割れ想定される。

しかしながら、ポンプ設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) 羽根車の腐食（キャビテーション）

ポンプの内部では流速と圧力が場所により大きく変化するが、ある点の圧力がその液温における飽和蒸気圧まで低下すると、その部分の液体が沸騰し、蒸気泡の発生と崩壊が起こることが想定される。

しかしながら、ポンプ及び機器配置の設計時にはキャビテーションを考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

油切りは、分解点検時の目視確認及び寸法計測の結果に基づき取り替えている消耗品であり、長期使用は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。

表2.2-1 玄海3号炉 主油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	消耗品・ 定期 取替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
				減 耗	肉 腐	割 れ		材 質 変 化		そ の 他		
						疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕	熱 時 効	劣 化			
ポンプの容量－ 揚程確保	主 軸		低合金鋼		△	△*1						*1：高サイクル疲労 割れ *2：キャビテーション
	羽 根 車		ステンレス鋼 鋳鋼		△*2							
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼 鋳鋼		△							
	ケーシング ボルト		低合金鋼		△							
	油 切 り	◎	—									
機器の支持	ケーシング 取付ボルト		低合金鋼		△							
	中間リング		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）

## 6 調速装置・保安装置

[対象機器]

- ① 調速装置
- ② 保安装置

## 目 次

1. 対象機器	1
2. 調速装置・保安装置の技術評価	2
2.1 構造、材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	14

1. 対象機器

玄海3号炉で使用されている調速装置・保安装置の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 調速装置・保安装置の主な仕様

機器名称 (台数)	仕様 (型式)	重要度*1	使用条件		
			運転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
調速装置 (1)	電気油圧式	高*2	連続	約16.2	約75
保安装置 (1)	機械式及び電気式	高*2	連続	約2.8	約80

\*1：機能は最上位の機能を示す

\*2：最高使用温度が95°Cを超え、又は最高使用圧力が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. 調速装置・保安装置の技術評価

### 2.1 構造、材料及び使用条件

#### 2.1.1 調速装置

##### (1) 構造

玄海3号炉の調速装置は、電気油圧式でありタービン軸から電気信号として検出した回転数により、弁開度指令信号を各弁のアクチュエータへ送り、高圧油供給ユニットから供給された高圧油を用いてアクチュエータの開度を調整する。

高圧油供給ユニットは、EHガバナ油タンク、EH用油冷却器、高圧油ポンプ、高圧油ポンプアンロード弁、EH高圧油リリース弁及びEHアキュムレータタンクの機器から構成される。

玄海3号炉の調速装置の系統図及び構造図を図2.1-1及び図2.1-2に示す。

##### (2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の調速装置の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

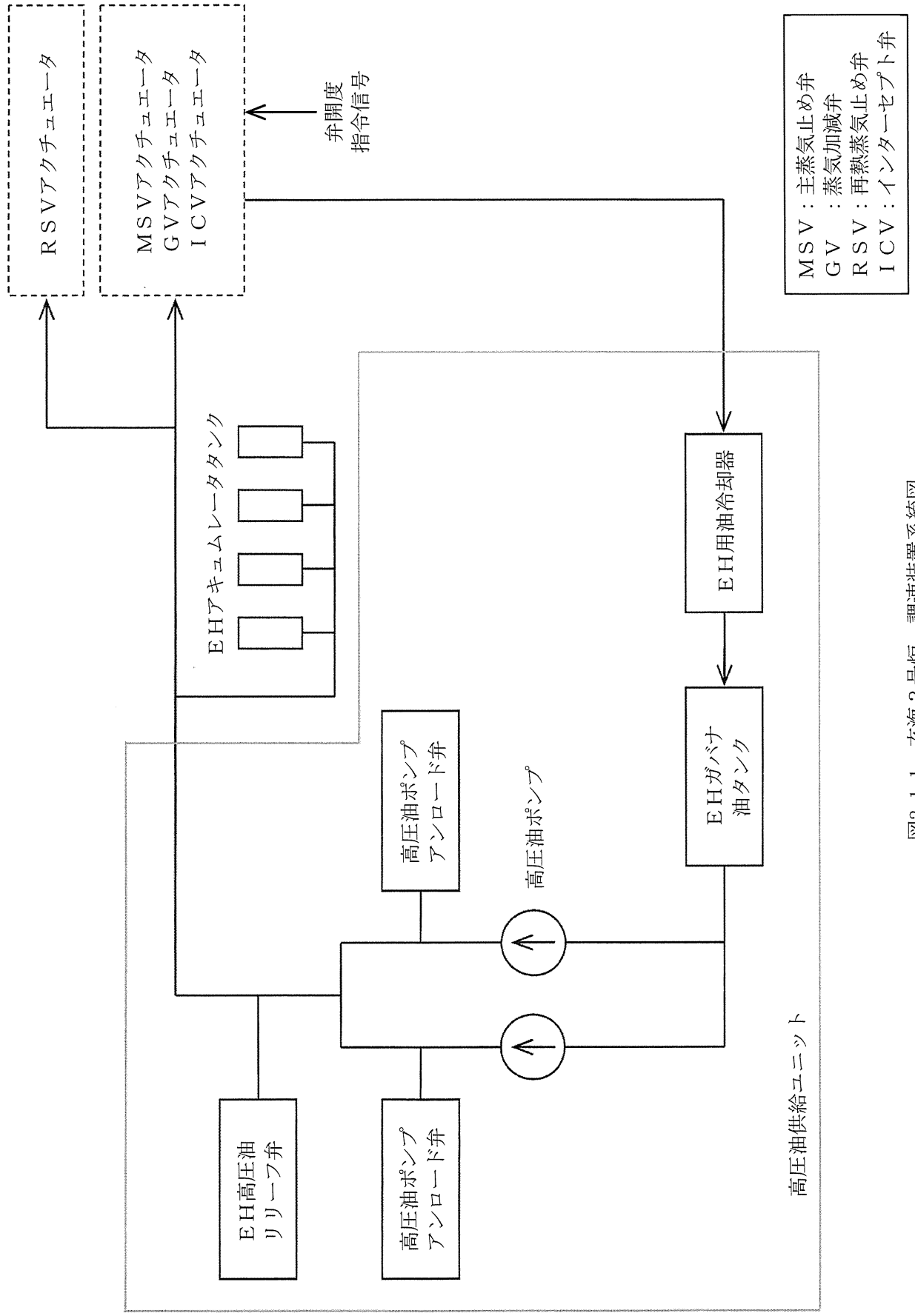
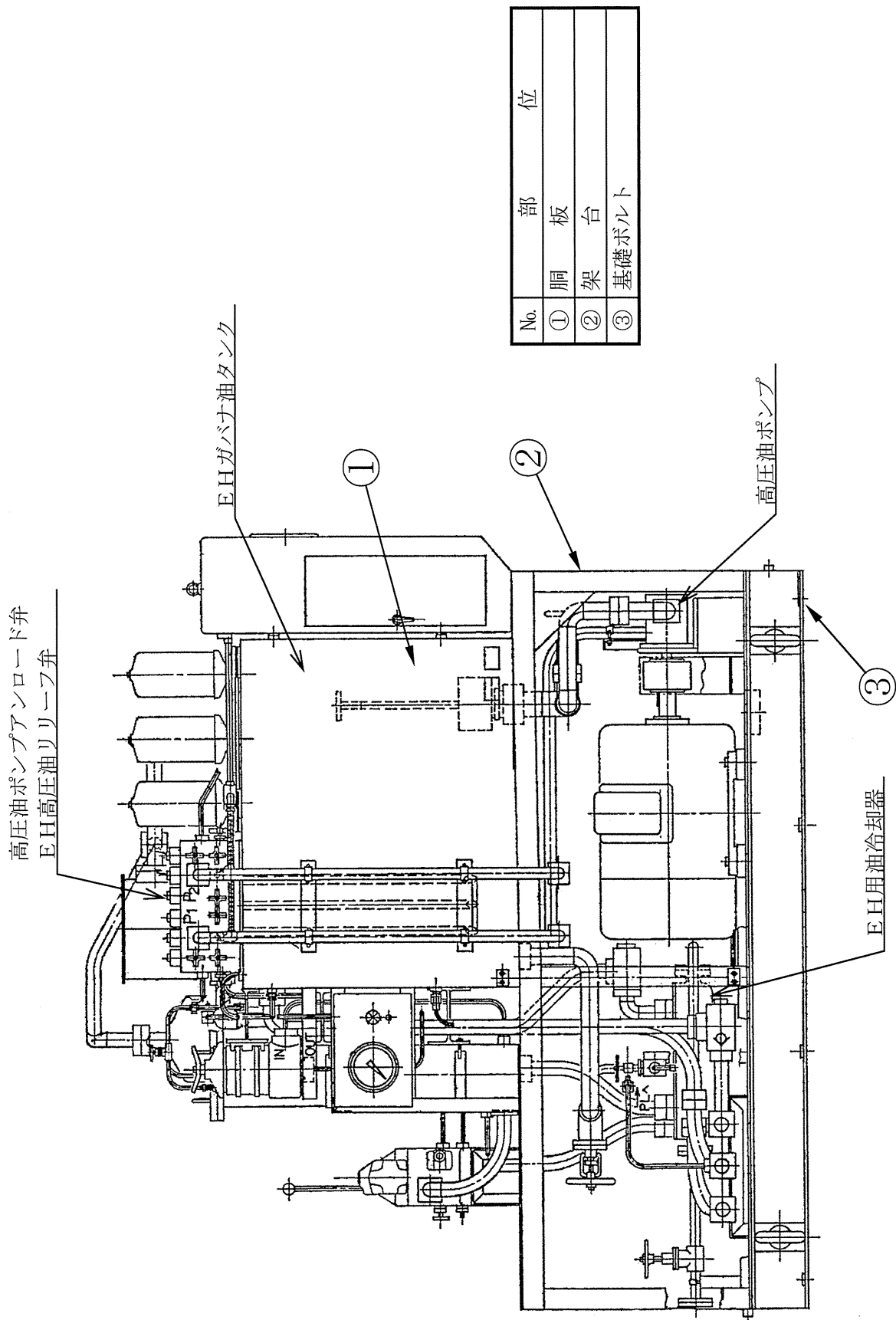


図2.1-1 玄海3号炉 調速装置系統図



No.	部 位
①	胴 板
②	架 台
③	基礎ボルト

図2. 1-2 (1/5) 玄海3号炉 高圧供給ユニット構造図



No.	部 位
④	ケーシング
⑤	コアアセンブリ

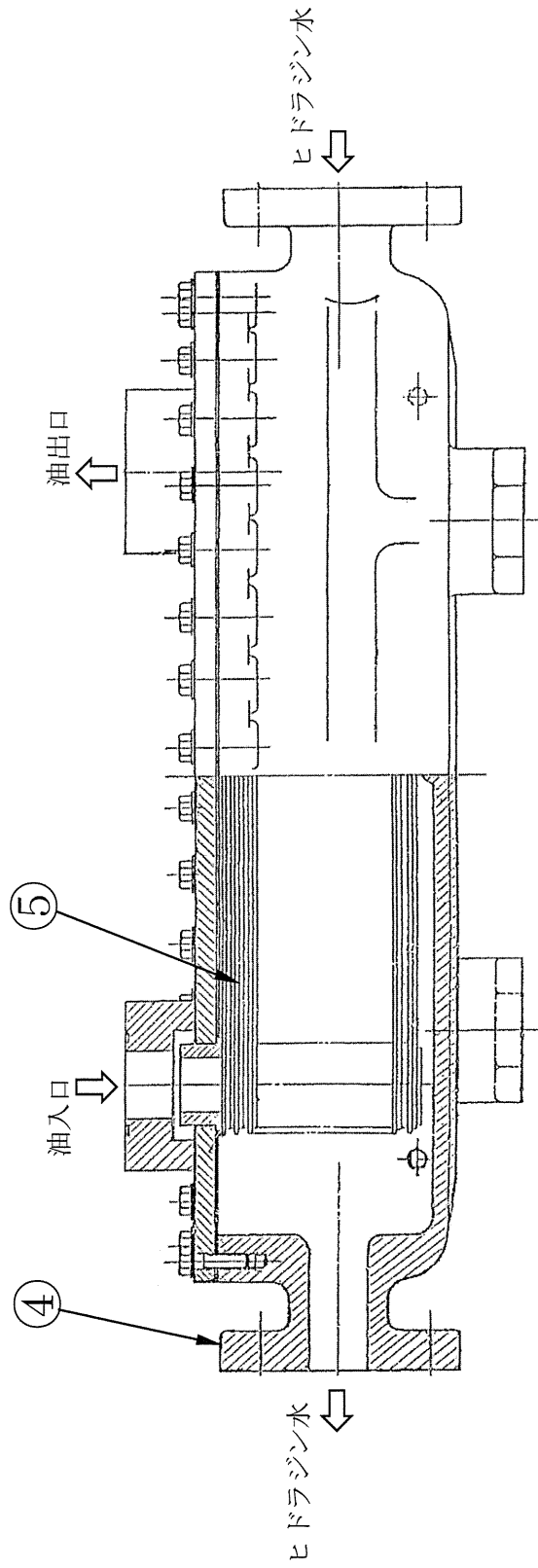


図2.1-2(2/5) 玄海3号炉 E-H用油冷却器構造図

No.	部 位
⑥	ケーシング
⑦	主 軸
⑧	ロータ
⑨	カムリング
⑩	ベレーン

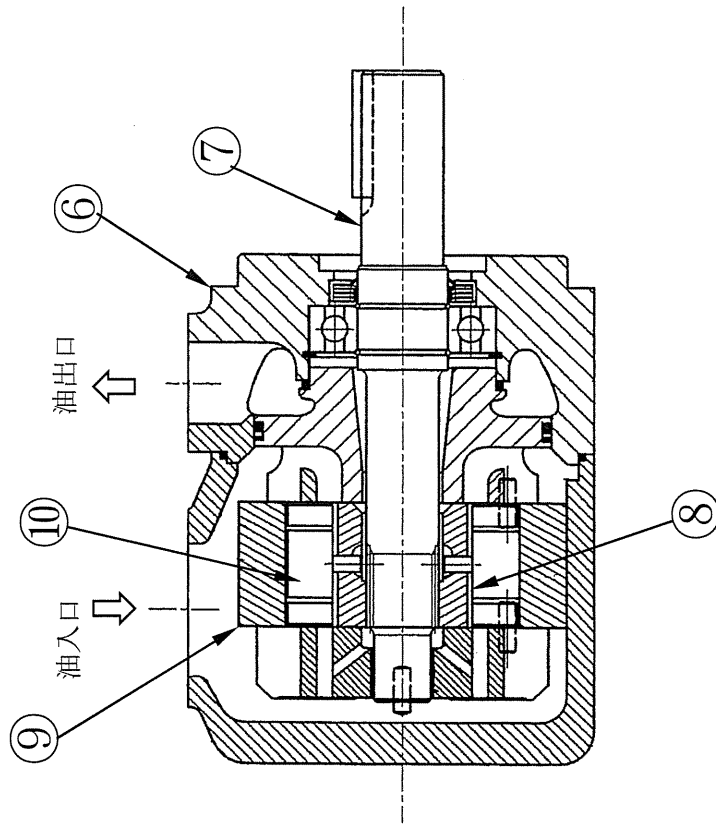
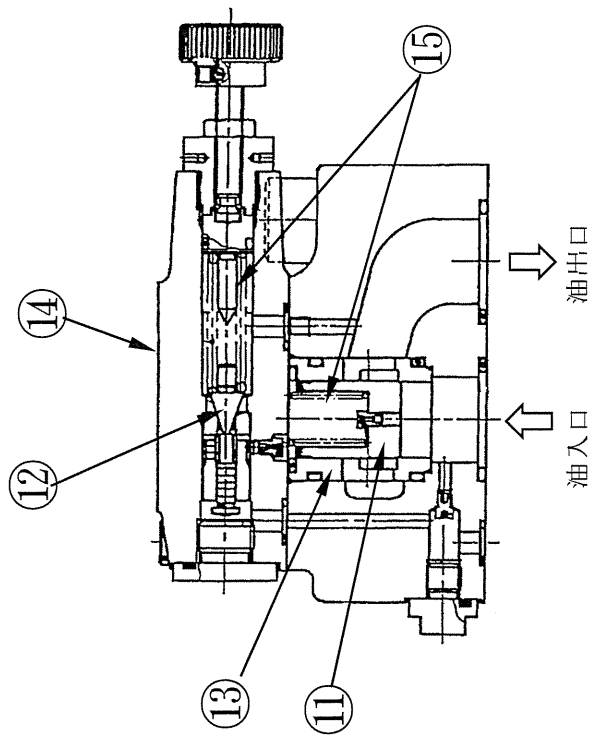
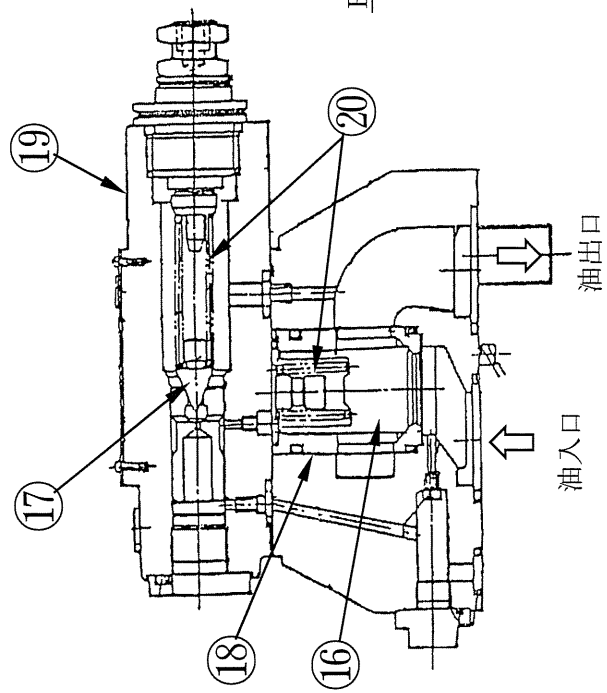


図2.1-2(3/5) 玄海3号炉 高压油泵構造図



高圧油ポンプアロード弁

No.	部 位
⑪	プランジヤ
⑫	ポペット
⑬	ブッシュ
⑭	ケーシング
⑮	ばね

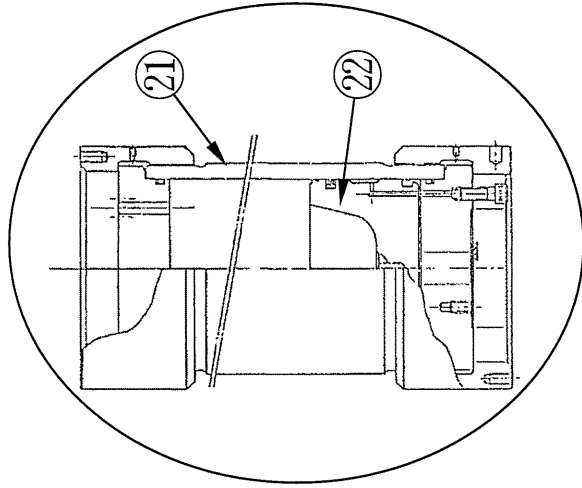
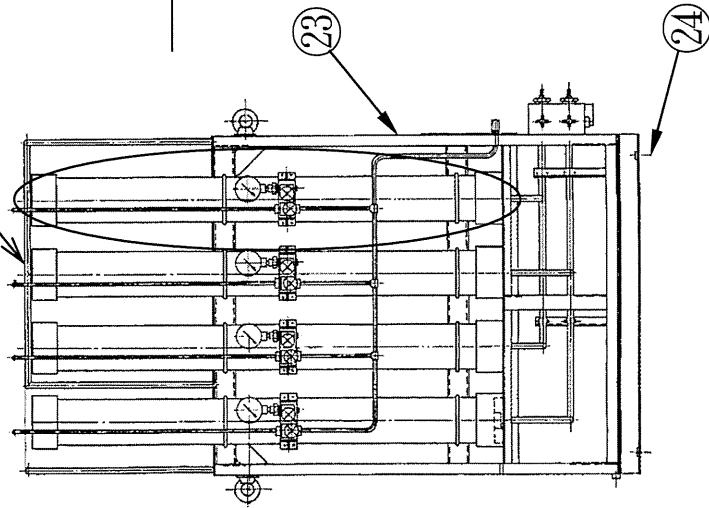


E.H.高圧油リリーフ弁

No.	部 位
⑯	プランジヤ
⑰	ポペット
⑱	ブッシュ
⑲	ケーシング
⑳	ばね

図2.1-2(4/5) 玄海3号炉 高圧油ポンプアロード弁及びE.H.高圧油リリーフ弁構造図

EHアキュムレータタンク



拡大図

No.	部 位
①	チューブ
②	ピストン
③	スタンド
④	基礎ボルト

図2.1-2(5/5) 玄海3号炉 EHアキュムレータタンク構造図

表2.1-1 玄海3号炉 調速装置主要部位の使用材料

部 位	材 料	
EH用油冷却器	ケーシング	ステンレス鋼
	コアアッセンブリ	ステンレス鋼
高圧油ポンプ	ケーシング	鋳 鉄
	主 軸	低合金鋼
	ロ ー タ	低合金鋼
	カムリング	消耗品・定期取替品
	ベ ー ン	消耗品・定期取替品
高圧油ポンプアンロード弁	プランジャ	低合金鋼
	ポペット	低合金鋼
	ブッシュ	低合金鋼
	ケーシング	鋳 鉄
	ば ね	ばね鋼
EH高圧油リリーフ弁	プランジャ	低合金鋼
	ポペット	低合金鋼
	ブッシュ	低合金鋼
	ケーシング	鋳 鉄
	ば ね	ピアノ線
EHアキュムレータタンク	チューブ	炭素鋼
	ピストン	アルミニウム合金鋳物
	スタンド	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼
EHガバナ油タンク	胴 板	ステンレス鋼
高圧油供給ユニット	架 台	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 玄海3号炉 調速装置の使用条件

最高使用圧力	約16.2MPa[gage]
最高使用温度	約75℃
内 部 流 体	油

## 2.1.2 保安装置

### (1) 構造

玄海3号炉の保安装置は、タービンに異常が発生した場合に、安全にタービンを停止させる保護装置として設置されている。

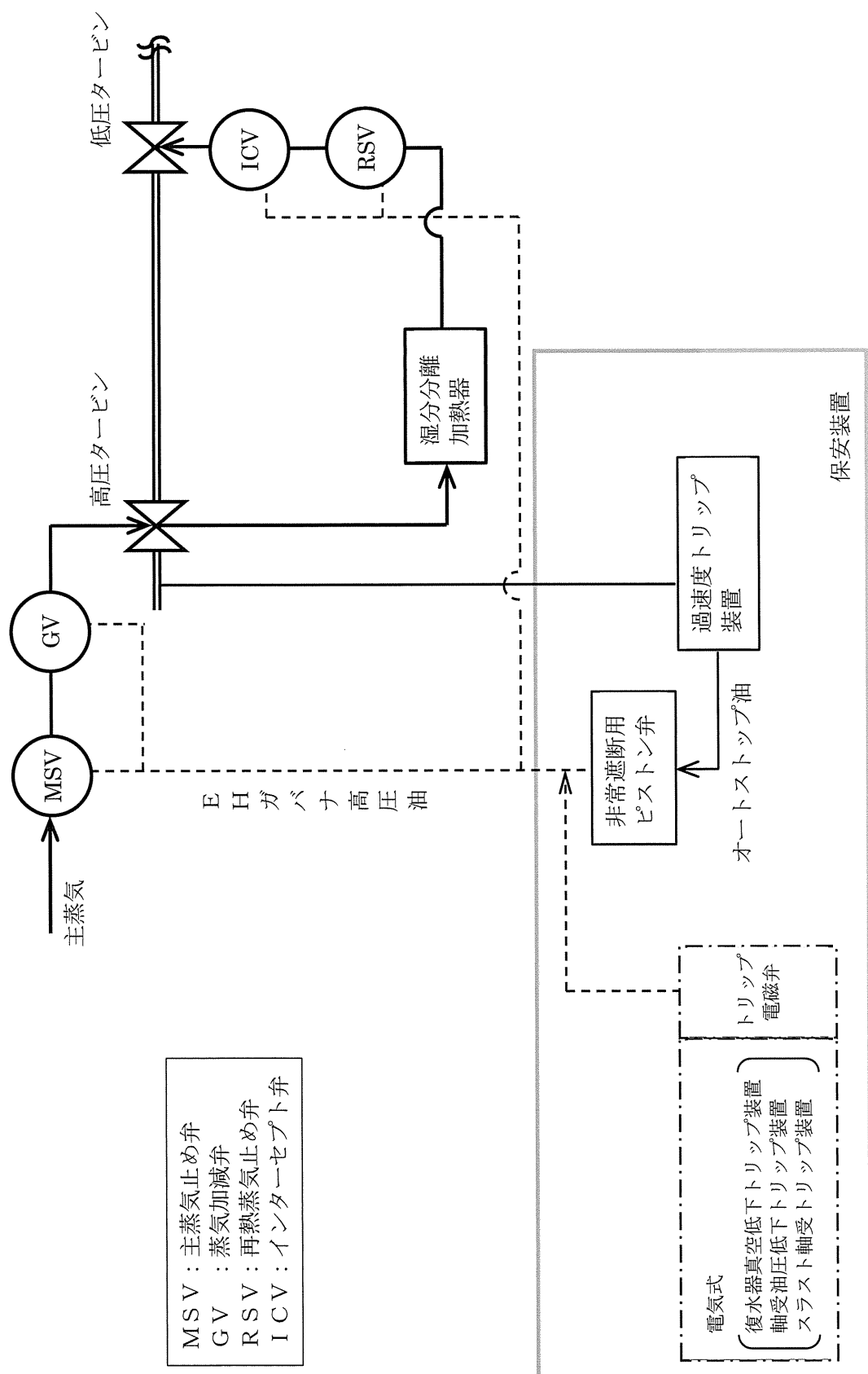
過速度トリップ装置は、機械式でありタービン速度がトリップ設定値に達した場合に、タービンを安全に停止させる機能を有し、タービン軸端部に設置した過速度トリップ装置遮断子が過速度時の遠心力で軸円周方向へ飛び出すことにより、過速度トリップ装置トリガーが押され、非常遮断用ピストン弁が動作することで、主蒸気止め弁、蒸気加減弁、再熱蒸気止め弁及びインターセプト弁が閉止して蒸気タービンが停止する。

また、過速度トリップ装置以外の復水器真空低下トリップ装置・軸受油圧低下トリップ装置及びスラスト軸受トリップ装置の動作時には、過速度トリップ装置もトリップ状態となり、全弁閉止にて蒸気タービンが停止する。

玄海3号炉の保安装置の系統図及び構造図を図2.1-3及び図2.1-4に示す。

### (2) 材料及び使用条件

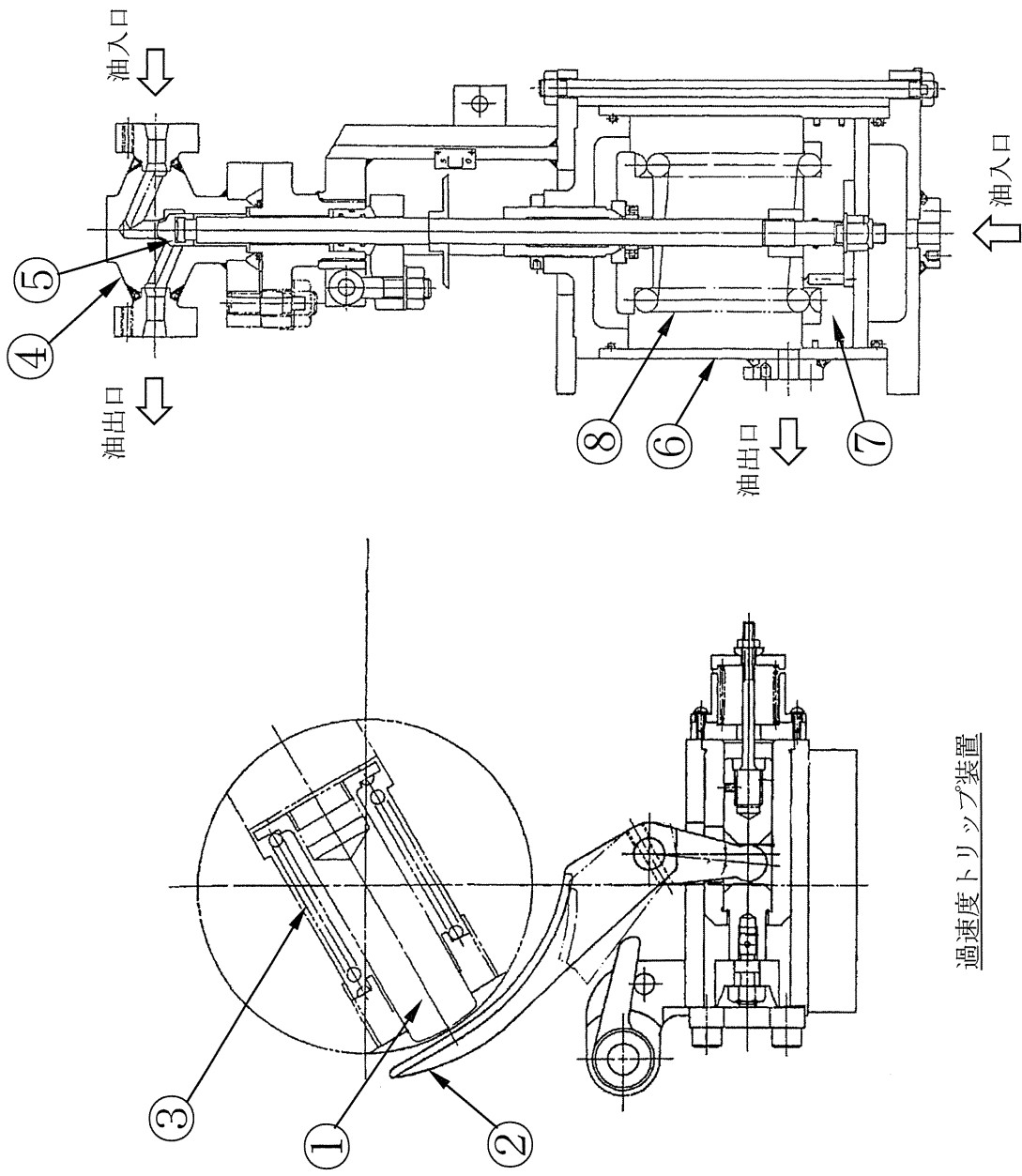
玄海3号炉の保安装置の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



MSV : 主蒸気止め弁  
 GV : 蒸気加減弁  
 RSV : 再熱蒸気止め弁  
 ICV : インタセプト弁

電気式  
 トリップ電磁弁  
 復水器真空低下トリップ装置  
 軸受油圧低下トリップ装置  
 スラスト軸受トリップ装置

図2.1-3 玄海3号炉 保安装置系統図



No.	部 位
①	遮 断 子
②	トリガー
③	ば ね

No.	部 位
④	弁箱 (弁座一体)
⑤	弁 体
⑥	シリンダ
⑦	ピストン
⑧	ば ね

過速度トリップ装置

非常遮断用ピストン弁

図2.1-4 玄海3号炉 保安装置構造図



表2.1-3 玄海3号炉 保安装置主要部位の使用材料

部 位	材 料	
過速度トリップ装置	遮断子	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
	トリガー	低合金鋼
	ばね	ばね鋼
非常遮断用ピストン弁	弁箱 (弁座一体)	炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
	弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
	シリンダ	炭 素 鋼
	ピストン	鋳 鉄
	ばね	ばね鋼

表2.1-4 玄海3号炉 保安装置の使用条件

最高使用圧力	約2.8MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
内 部 流 体	油

## 2.2 経年劣化事象の抽出

### 2.2.1 機能達成に必要な項目

調速装置の機能である制御機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① 制御機能の維持
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

また、保安装置の機能である保護機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 保護機能の維持

### 2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

調速装置・保安装置について、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、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1及び表2.2-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

### 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

以下の事象（表2.2-1及び表2.2-2で△となっているもの）については想定される経年劣化事象であるが、

- 1) 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがた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
- 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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

に該当するものについては、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した。

上記の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

#### (1) ケーシング及びチューブの腐食（全面腐食）〔調速装置〕

高圧油ポンプ、高圧油ポンプアンロード弁及びEH高圧油リリーフ弁のケーシング並びにEHアキュムレータタンクのチューブは鋳鉄又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、内面については内部流体が油で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 主軸及びロータ等の腐食（全面腐食）〔調速装置〕

高圧油ポンプの主軸及びロータ並びに高圧油ポンプアンロード弁及びEH高圧油リリース弁のプランジャ、ポペット及びブッシュは低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体が油で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) プランジャ、ポペット及びブッシュの摩耗〔調速装置〕

高圧油ポンプアンロード弁及びEH高圧油リリース弁のプランジャ、ポペット及びブッシュは、弁の開閉により摺動面、シート面に摩耗が想定される。

しかしながら、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) チューブ及びピストンの摩耗〔調速装置〕

EHアキュムレータタンクのチューブ及びピストンの摺動部は、ピストンの動作による摩耗が想定される。

しかしながら、チューブには硬質クロムメッキを施し、ピストンには耐摩耗性に優れた材料を使用し、耐摩耗性を向上させるとともに、摺動部に潤滑油を注入することで摩耗を防止しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) ばねの変形（応力緩和）〔共通〕

高圧油ポンプアンロード弁、EH高圧油リリース弁、過速度トリップ装置及び非常遮断用ピストン弁に使用されているばねは長時間圧縮保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは余裕のある環境で使用している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、定期的な作動確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 架台及びスタンドの腐食（全面腐食）〔調速装置〕

高圧油供給ユニット架台及びEHアキュムレータタンクスタンドは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(7) 遮断子及びトリガーの摩耗〔保安装置〕

過速度トリップ装置の遮断子及びトリガーは、動作による摩耗が想定される。

しかしながら、遮断子はステライトの肉盛を施し、トリガー表面は高周波焼入れにより、耐摩耗性を向上させており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(8) トリガーの腐食（全面腐食）〔保安装置〕

過速度トリップ装置のトリガーは低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、油雰囲気下で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 弁箱、シリンダ及びピストンの腐食（全面腐食）〔保安装置〕

非常遮断用ピストン弁の弁箱、シリンダ及びピストンは炭素鋼、炭素鋼及び鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、内面については内部流体が油で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(10) 弁体及び弁箱弁座部の摩耗 [保安装置]

非常遮断用ピストン弁の弁体及び弁箱弁座部は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、弁体及び弁箱弁座部には耐摩耗性に優れたステライトを肉盛しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) シリンダ及びピストンの摩耗 [保安装置]

非常遮断用ピストン弁のシリンダ及びピストンは、弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、内部流体が油であるため摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、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、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(12) 基礎ボルトの腐食（全面腐食） [調速装置]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」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。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

高圧油ポンプのカムリング及びベーンは、分解点検時の目視確認の結果に基づき取り替えている消耗品であり、長期使用は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。

表2.2-1(1/2) 玄海3号炉 调速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	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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣化		
制御機能の維持	EH用油冷却器	ケーシング		ステンレス鋼							*1：変形 (応力緩和)	
		コアアッセンブリ		ステンレス鋼								
	高压油ポンプ	ケーシング		铸铁	△							
		主軸		低合金鋼	△							
		ロータ		低合金鋼	△							
		カムリング	◎	—								
		ベーン	◎	—								
		プランジヤ		低合金鋼	△							
	高压油ポンプアンロード弁	ポペット		低合金鋼	△							
		ブッシュ		低合金鋼	△							
		ケーシング		铸铁	△							
		ばね		ばね鋼						△*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(2/2) 玄海3号炉 调速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 耗	肉 腐	割 れ		材 質 変 化			そ の 他	
						疲 勞 割 れ	応 力 腐 蝕 割 れ	熱 時 効	劣 化			
制御機能の 維持	EH高圧油 リリーフ弁		低合金鋼	△	△						*1：変形 (応力緩和)	
				△	△							
				△	△							
				△	△							
										△*1		
バウンダリ の維持	EHアキウム レータタンク		炭素鋼	△	△							
				△								
機器の支持	EHガバナ 油タンク		ステンレス鋼									
					△							
					△							
					△							
EHアキウム レータタンク	基礎ボルト		炭素鋼	△	△							
EHアキウム レータタンク	スタンド		炭素鋼	△	△							
EHアキウム レータタンク	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2.2-2 玄海3号炉 保安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			
					減摩		肉腐	食	割れ		材質変化		その他		
					摩	耗			疲勞割れ	応力腐蝕割れ	熱時効			劣化	
保護機能の維持	過速度トリップ装置	遮断子		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△									*1：変形 (応力緩和) *2：弁座部	
		トリガー		低合金鋼	△										
		ばね		ばね鋼								△*1			
	非常遮断用ピストン弁	弁箱 (弁座一体)			炭素鋼鑄鋼 (ステライト肉盛)	△*2									
		弁体			ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△									
		シリンダ			炭素鋼	△									
		ピストン			鑄鉄	△									
		ばね			ばね鋼								△*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）