

志賀原子力発電所1号炉

コンクリート構造物及び鉄骨構造物の
技術評価書

北陸電力株式会社

本評価書は、志賀原子力発電所1号炉（以下、「志賀1号炉」という。）における安全上重要な構造物（重要度分類指針におけるPS-1，2及びMS-1，2に該当する構造物又は該当する機器・構造物を支持する構造物）及び高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器を支持する構造物の高経年化に係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、サービス建屋は1，2号炉共通の構造物であるが，1号炉で技術評価を実施する。

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 原子炉建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）	MS-1
② タービン建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）	MS-1
③ 海水熱交換器建屋（鉄筋コンクリート造）	MS-1
④ 廃棄物処理建屋（鉄筋コンクリート造）	PS-3（高温）
⑤ サービス建屋（鉄筋コンクリート造）	PS-3（高温）
⑥ 取水構造物（鉄筋コンクリート造）	MS-1
⑦ 復水貯蔵タンク基礎（鉄筋コンクリート造）	MS-1
⑧ 軽油タンク基礎（鉄筋コンクリート造）	MS-2
⑨ 原子炉建屋～排気筒連絡ダクト（鉄筋コンクリート造）	MS-1
⑩ 原子炉建屋～復水貯蔵タンク連絡ダクト（鉄筋コンクリート造）	MS-1
⑪ 原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト（鉄筋コンクリート造）	MS-2
⑫ タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト（鉄筋コンクリート造）	MS-1
⑬ 排気筒（鉄骨造，一部鉄筋コンクリート造）	MS-1

*：最上位の重要度を示す

1 コンクリート構造物及び鉄骨構造物

目 次

1. 対象構造物の選定	1-1
2. 対象構造物の技術評価	1-12
2.1 構造, 材料及び使用条件	1-12
2.2 経年劣化事象の抽出	1-14
2.2.1 機能達成に必要な項目	1-14
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	1-14
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	1-15
2.2.4 評価対象部位及び評価点の抽出	1-17
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	1-20
2.3.1 コンクリートの強度低下	1-20
2.3.2 コンクリートの遮へい能力低下	1-32
3. 評価対象部位以外の部位への展開	1-33

1. 対象構造物の選定

高経年化技術評価の対象となる機器・構造物は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針(1990年8月30日原子力安全委員会決定)」に定める重要度分類クラス1, 2に該当する機器・構造物及びそれらを支持する構造物並びに高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器及びそれを支持する構造物とされており、志賀1号炉で使用されているコンクリート構造物及び鉄骨構造物のうち対象となる構造物を表1-1に示す。

また、抽出された対象構造物をコンクリート構造物と鉄骨構造物に整理し表1-2に、プラント配置図を図1-1に、対象構造物の平面図を図1-2に、断面図を図1-3に示す。

表 1-1 対象構造物の選定 (1 / 2)

安全重要度分類審査指針等に定める機能	クラス	主要設備	対象構造物
原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	PS-1	原子炉圧力容器	原子炉建屋
		原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管	原子炉建屋
過剰反応度の印加防止機能	PS-1	制御棒及び制御棒駆動系	原子炉建屋
炉心形状の維持機能	PS-1	炉心支持構造物	原子炉建屋
原子炉の緊急停止機能	MS-1	制御棒及び制御棒駆動系 (スクラム機能)	原子炉建屋
未臨界維持機能	MS-1	原子炉停止系 (制御棒, ほう酸水注入系)	原子炉建屋
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	MS-1	逃がし安全弁	原子炉建屋
原子炉停止後の除熱機能	MS-1	残留熱除去系	原子炉建屋
		高圧炉心スプレイ系	原子炉建屋, 復水貯蔵タンク基礎, 原子炉建屋～復水貯蔵タンク連絡ダクト
炉心冷却機能	MS-1	残留熱除去系	原子炉建屋
		低圧炉心スプレイ系	原子炉建屋
		高圧炉心スプレイ系	原子炉建屋, 復水貯蔵タンク基礎, 原子炉建屋～復水貯蔵タンク連絡ダクト
放射性物質の閉じ込め機能 放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	原子炉格納容器	原子炉建屋
		原子炉建屋	原子炉建屋
		非常用ガス処理系	原子炉建屋, 排気筒, 原子炉建屋～排気筒連絡ダクト
工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	MS-1	安全保護系	原子炉建屋
安全上特に重要な関連機能	MS-1	非常用ディーゼル発電設備系	原子炉建屋
		中央制御室	原子炉建屋
		中央制御室換気空調系	原子炉建屋
		換気空調補機非常用冷却水系	原子炉建屋
		原子炉補機冷却水系	原子炉建屋, タービン建屋, 海水熱交換器建屋, タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト
		原子炉補機冷却海水系	原子炉建屋, タービン建屋, 海水熱交換器建屋, タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト, 取水構造物
		高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系	原子炉建屋, タービン建屋, 海水熱交換器建屋, タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト
		高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系	原子炉建屋, タービン建屋, 海水熱交換器建屋, タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト, 取水構造物
		非常用所内電源系	原子炉建屋, 海水熱交換器建屋
	直流電源系	原子炉建屋	
MS-2	ディーゼル燃料油系	軽油タンク基礎, 原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト	

表 1-1 対象構造物の選定 (2 / 2)

安全重要度分類審査指針等に定める機能	クラス	主要設備	対象構造物
原子炉冷却材を内蔵する機能	PS-2	原子炉冷却材浄化系	原子炉建屋
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、放射性物質を貯蔵する機能	PS-2	使用済燃料貯蔵プール	原子炉建屋
燃料を安全に取り扱う機能	PS-2	燃料取替機 原子炉建屋クレーン	原子炉建屋 原子炉建屋、タービン建屋
燃料プール水の補給機能	MS-2	残留熱除去系 燃料プール冷却浄化系	原子炉建屋 原子炉建屋
放射性物質放出の防止機能	MS-2	原子炉建屋 非常用ガス処理系 燃料プール冷却浄化系	原子炉建屋 原子炉建屋、排気筒、原子炉建屋～排気筒連絡ダクト 原子炉建屋
事故時のプラント状態の把握機能	MS-2	事故時監視計器	原子炉建屋
異常状態の緩和機能	MS-2	制御棒	原子炉建屋
原子炉冷却材保持機能	高*	原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される計装等の小口径配管、弁	原子炉建屋
放射性物質の貯蔵機能	高*	廃棄物処理設備	廃棄物処理建屋
プラント運転補助機能	高*	補助ボイラー設備	サービス建屋
		所内蒸気系	原子炉建屋、タービン建屋、サービス建屋
		計装用圧縮空気系設備	原子炉建屋
		窒素ガス供給系	原子炉建屋
原子炉冷却材の浄化機能	高*	原子炉冷却材浄化系	原子炉建屋
原子炉冷却材の補給機能	高*	制御棒駆動系	原子炉建屋

*：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

表 1-2 対象構造物

構 造		対象構造物
コンクリート構造物	建 物	原子炉建屋（非常用ディーゼル発電設備基礎含む）
		タービン建屋
		海水熱交換器建屋
		廃棄物処理建屋
		サービス建屋
	構築物	取水構造物
		復水貯蔵タンク基礎
		軽油タンク基礎
		原子炉建屋～排気筒連絡ダクト
		原子炉建屋～復水貯蔵タンク連絡ダクト
		原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト
		タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト
		排気筒（基礎部）
鉄骨構造物	原子炉建屋（鉄骨部）	
	タービン建屋（鉄骨部）	
	排気筒	

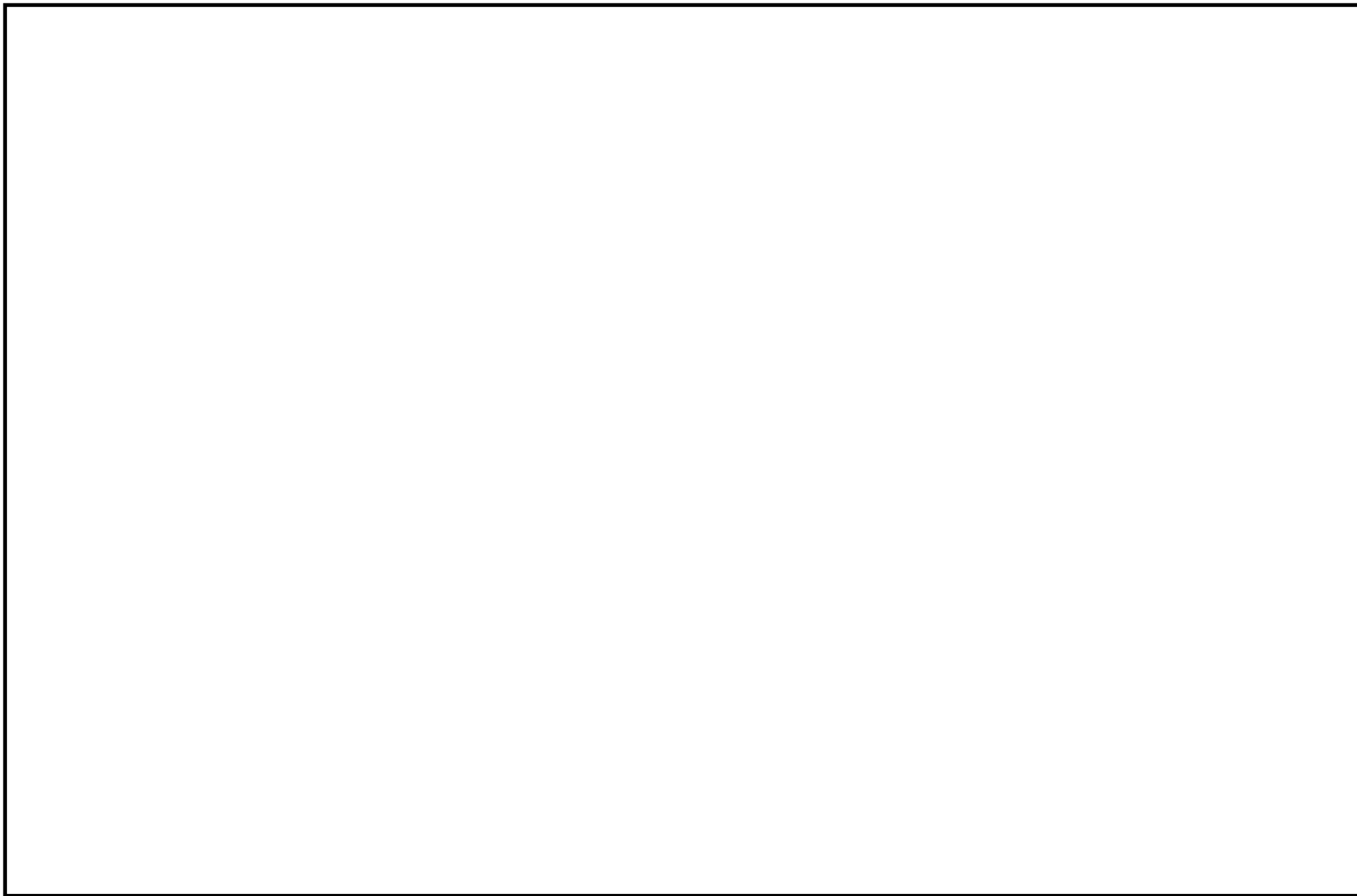
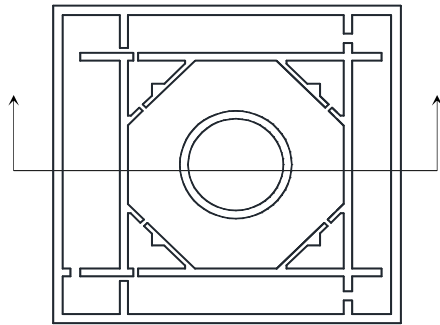
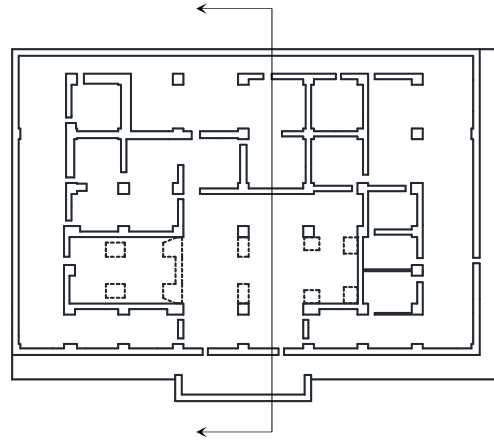


図 1-1 プラント配置図

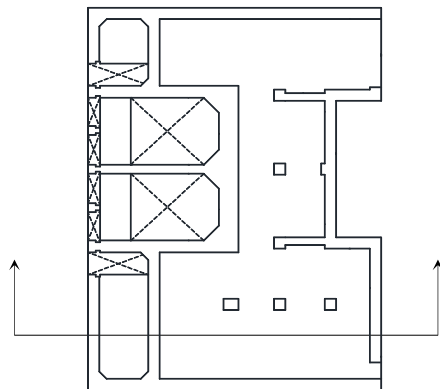
枠囲みの内容は機密事項の観点から公開できません。



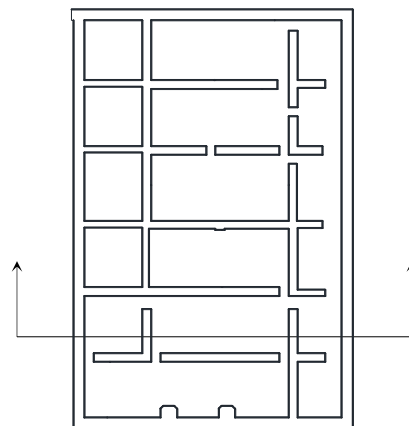
原子炉建屋



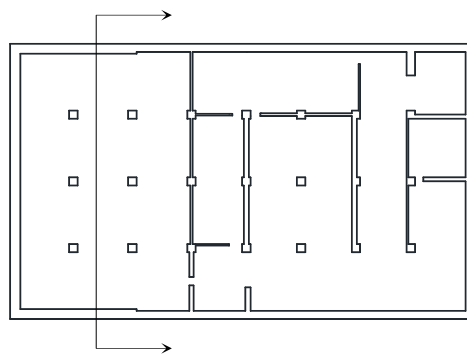
タービン建屋



海水熱交換器建屋

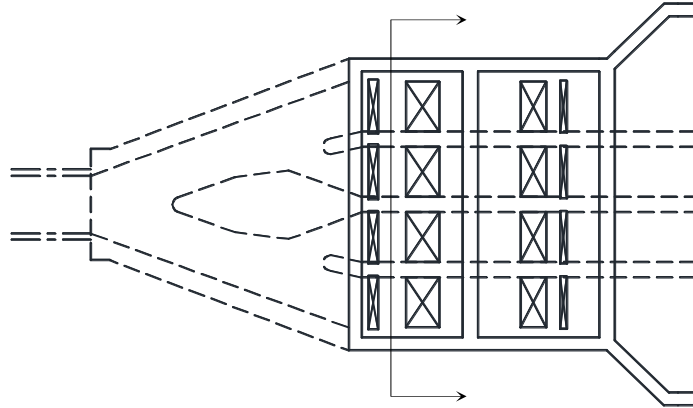


廃棄物処理建屋

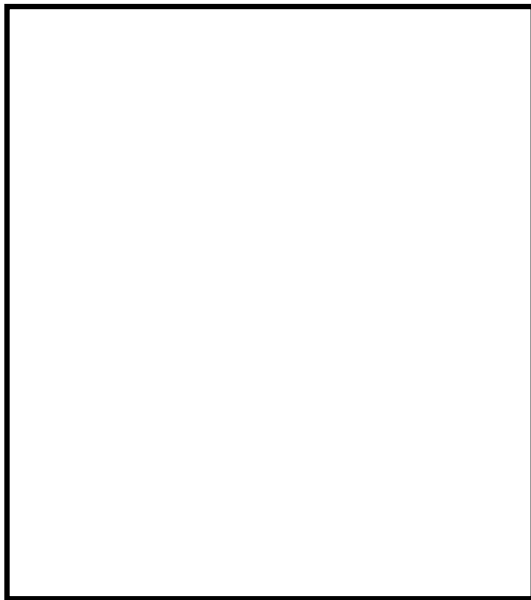


サービス建屋

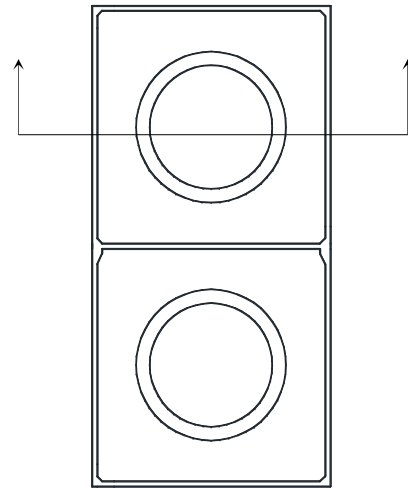
図 1-2 対象構造物の平面図 (1 / 3)



取水構造物（取水ピット）

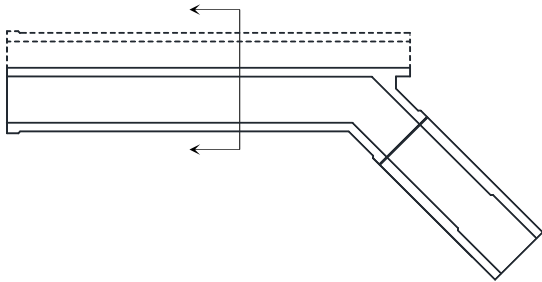


復水貯蔵タンク基礎

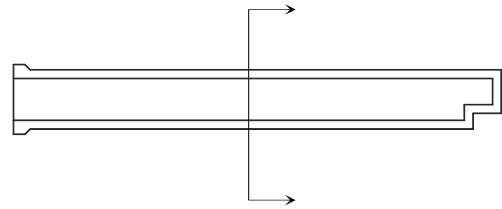


軽油タンク基礎

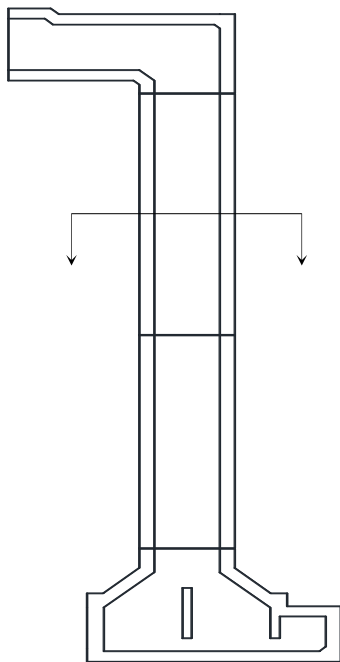
図 1-2 対象構造物の平面図（2 / 3）



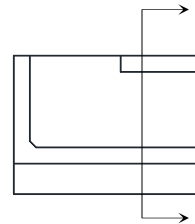
原子炉建屋～排気筒連絡ダクト



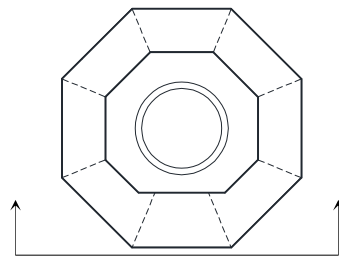
原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト



原子炉建屋～復水貯蔵タンク連絡ダクト

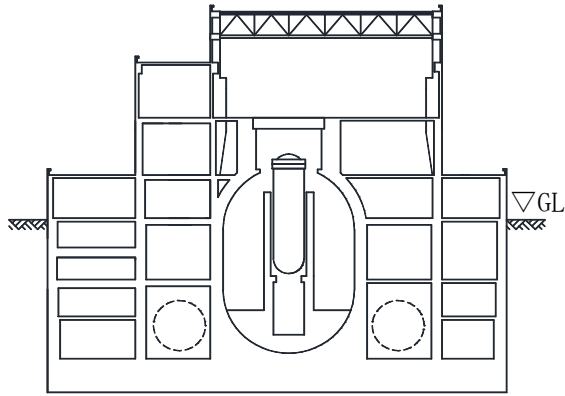


タービン建屋～海水熱交換器建屋
連絡ダクト

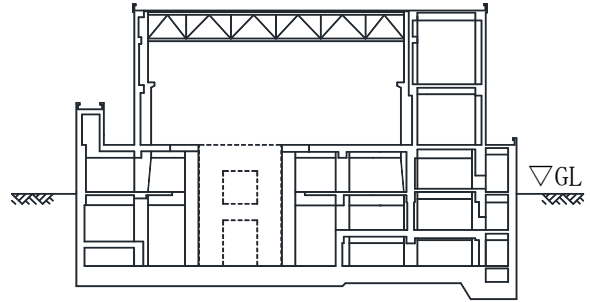


排気筒

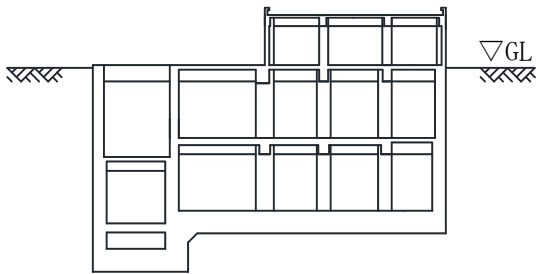
図 1-2 対象構造物の平面図 (3 / 3)



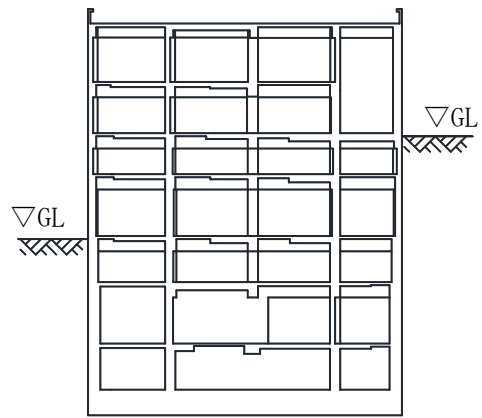
原子炉建屋



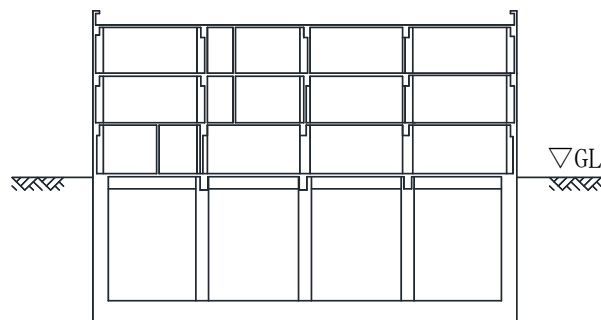
タービン建屋



海水熱交換器建屋

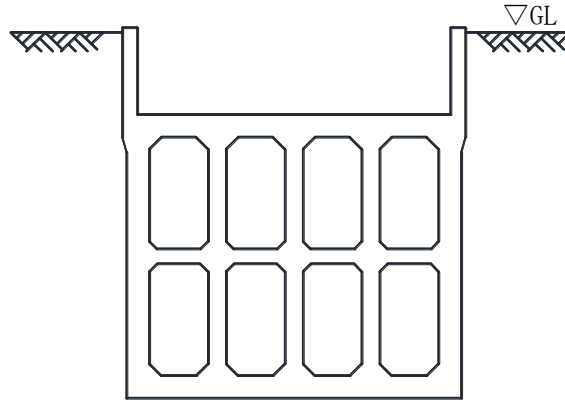


廃棄物処理建屋



サービス建屋

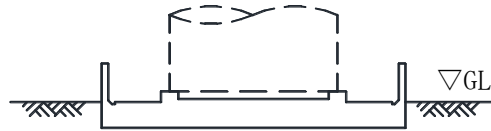
図 1-3 対象構造物の断面図 (1 / 3)



取水構造物（取水ピット）

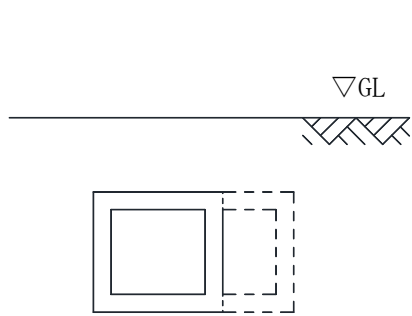


復水貯蔵タンク基礎

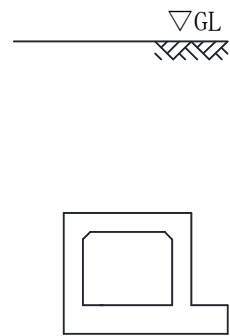


軽油タンク基礎

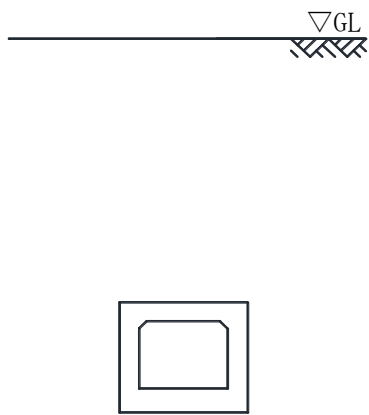
図 1-3 対象構造物の断面図（2 / 3）



原子炉建屋～排気筒連絡ダクト



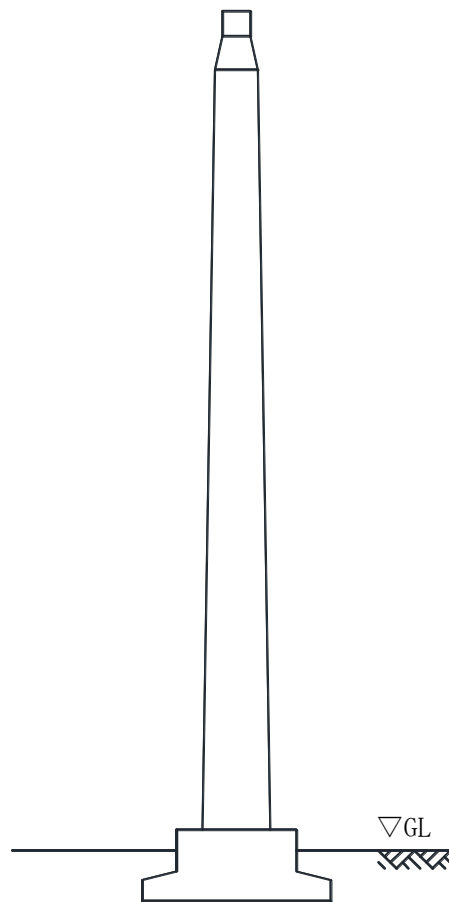
タービン建屋～
海水熱交換器建屋連絡ダクト



原子炉建屋～
復水貯蔵タンク連絡ダクト



原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト



排気筒

図 1-3 対象構造物の断面図 (3 / 3)

2. 対象構造物の技術評価

本章では、「1. 対象構造物の選定」で選定した対象構造物について実施した技術評価を示す。

2.1 構造，材料及び使用条件

(1) 構造

a. 鉄筋コンクリート構造及び鉄骨鉄筋コンクリート構造

鉄筋コンクリート構造及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），水及び混和材料を調合したもの）を，引張力に強い鉄筋又は鉄骨で補強した構造である。

b. 鉄骨構造

鉄骨構造は，構造用形鋼を溶接又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，又は埋め込んでいる。

(2) 材料及び使用条件

対象構造物における使用材料の代表例を表 2.1-1 に，発電所の屋外環境を表 2.1-2 に示す。

また，対象構造物のうち，コンクリート構造物の設計基準強度及びかぶり厚さを表 2.1-3 に示す。

表 2.1-1 コンクリート構造物及び鉄骨構造物における使用材料の代表例

			材 料
コン ク リ ー ト 構 造 物	骨 材	粗骨材	石川県手取産 陸砂利 富山県小矢部産 陸砂利
		細骨材	合成砂（石川県手取産 陸砂＋石川県内灘産 粒度調整用砂） 富山県小矢部産 陸砂
	セメント		中庸熱ポルトランドセメント，フライアッシュセメントB種
	混和剤		AE 減水剤
	鉄 筋		異形棒鋼（SD35）
	塗 装	外 部	弾性吹付塗装（JIS A 6021 アクリルゴム系）
		内 部	エポキシ樹脂塗料
鉄 骨 構 造 物	鋼 材		炭素鋼（SS41，SM41A，SM50A） 炭素鋼（SS41，SM41A，SMA41AP，SM53B）*
	塗 装		合成樹脂調合ペイント ポリウレタン樹脂塗料*

*：排気筒に使用

表 2.1-2 屋外環境

平均気温* ¹	金 沢	15.0℃
	輪 島	13.8℃
平均相対湿度* ¹	金 沢	70.0%
	輪 島	75.0%
平均炭酸ガス濃度* ²	約 0.0400%	

*1：金沢，輪島気象官署における平年値（国立天文台編「理科年表 2022 年版」）

*2：発電所構内外気測定結果（2020 年 5 月～2021 年 5 月測定結果平均より保守的に設定）

表 2.1-3 コンクリート構造物の設計基準強度及びかぶり厚さ

	対象構造物	設計基準強度 (N/mm ²)		かぶり厚さ* (mm)	
建 物	原子炉建屋	上 部	26.5 [270 kgf/cm ²]	40.0	
		基 礎	23.5 [240 kgf/cm ²]	70.0	
	タービン建屋	上 部	26.5 [270 kgf/cm ²]	40.0	
		基 礎	23.5 [240 kgf/cm ²]	70.0	
	海水熱交換器建屋	上 部	26.5 [270 kgf/cm ²]	40.0	
		基 礎	23.5 [240 kgf/cm ²]	70.0	
	廃棄物処理建屋	上 部	26.5 [270 kgf/cm ²]	40.0	
		基 礎	23.5 [240 kgf/cm ²]	70.0	
	サービス建屋	上 部	26.5 [270 kgf/cm ²]	40.0	
		基 礎	23.5 [240 kgf/cm ²]	70.0	
	構 築 物	取水構造物	23.5 [240 kgf/cm ²]		82.5
		復水貯蔵タンク基礎	23.5 [240 kgf/cm ²]		77.5
軽油タンク基礎		23.5 [240 kgf/cm ²]		87.0	
原子炉建屋～排気筒連絡ダクト		23.5 [240 kgf/cm ²]		50.0	
原子炉建屋～復水貯蔵タンク連絡ダクト		23.5 [240 kgf/cm ²]		50.0	
原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト		23.5 [240 kgf/cm ²]		50.0	
タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト		23.5 [240 kgf/cm ²]		50.0	
排気筒（基礎部）		23.5 [240 kgf/cm ²]		75.0	

*：各対象構造物における最小かぶり厚さ

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

対象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、鉄骨構造物に要求される機能は支持機能である。これらの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 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

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

「2.2.1 機能達成に必要な項目」で示した機能に影響を及ぼすことが否定できない経年劣化事象として、コンクリートの強度低下、遮へい能力低下及び鉄骨の強度低下が考えられ、これらを想定される経年劣化事象として選定した。

また、想定される経年劣化事象を引き起こす可能性がある要因の中から、対象構造物の構造、材料、環境及び現在までの運転経験を考慮し、想定される経年劣化要因を抽出した。その結果を表2.2-1に示す。

(2) 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。また、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、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（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を抽出した(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

① アルカリ骨材反応

アルカリ骨材反応は、コンクリート中に含まれるアルカリ性の水溶液と、骨材中に含まれる反応性珪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。

そこで、当該部の骨材については、アルカリ骨材反応の有無を確認するための試験方法であるモルタルバー法（JASS5N T-201）による反応性試験を1989～1991年に実施した。

その結果、膨張率は「材齢6か月で0.100%以下」の判定基準に対し、最大で0.012%と小さく、無害と判定された。

また、定期的に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。

以上により、アルカリ骨材反応については、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 凍結融解

コンクリート中の水分は、0℃以下になると凍結し、また、気温の上昇や日射を受けること等により融解する。長年にわたって凍結と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。

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 2018」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、志賀1号炉の周辺地域の凍害危険度は「ごく軽微」よりも低い。

また、定期的に目視点検を実施しているが、凍結融解に起因するひび割れは確認されていない。

以上により、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。

b. 鉄骨の強度低下

① 腐食

一般的に、鋼材は大気中の酸素及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、進行すると鋼材の断面欠損に至り、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、定期的に見視点検を行い、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。

以上により、今後も現状保全を継続することで、鉄骨構造物の強度低下が急激に発生する可能性は低いことから、鉄骨の腐食については、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 風等による疲労

風等の繰返し荷重が継続的に鉄骨構造物に作用することにより、疲労による損傷が蓄積され、鉄骨構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。鉄骨構造物のうち、風等による繰返し荷重を受ける対象構造物として排気筒が考えられる。

風等による繰返し荷重に対する評価については、日本建築学会「鋼構造許容応力度設計規準（2019）」に示されている評価式を用いることとし、発電所近傍の気象官署で計測された風に関する記録に基づき算定した運転開始後 40 年時点の応力範囲が、許容疲労強さよりも小さいことを確認したことから、疲労を考慮する必要はないと評価した。

また、定期的に見視点検を実施しているが、風等に起因する疲労割れは確認されていない。

以上により、鉄骨の風等による疲労については、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。

- (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（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。

2.2.4 評価対象部位及び評価点の抽出

評価対象部位及び評価点は、評価すべき経年劣化要因毎に材料及び事象の進展に影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 に示す。

a. コンクリートの強度低下

① 熱

評価対象部位は、対象構造物のうち、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、一次遮へい壁の内側とする。

② 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及びガンマ線照射量が最も大きいと考えられる一次遮へい壁とする。

評価点は、一次遮へい壁の内側とする。

③ 中性化

屋内における評価対象部位及び評価点は、仕上げ材の有無及び環境要素（二酸化炭素濃度、温度及び相対湿度）を基に、中性化が進展しやすい環境下にあると想定される複数箇所において中性化深さを測定し、各建物の最小かぶり厚さが同一であることを踏まえ、中性化深さの実測値が最大となった原子炉建屋の CUW 再生熱交換器室内壁とする。

屋外における評価対象部位及び評価点は、環境要素がほぼ同一であるため、仕上げ材がない構造物を対象に、中性化深さを測定し、各構築物の最小かぶり厚さの相違を考慮して、取水構造物の気中帯側壁、軽油タンク基礎の基礎版及び原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクトの上版とする。

④ 塩分浸透

評価対象部位は、対象構造物のうち、塗装仕上げの有無、海水の接触及び飛来塩分有無を考慮し、取水構造物及び原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクトを評価対象部位とする。

評価点は、取水構造物（気中帯、干満帯及び海中帯）の側壁及び原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクトの上版とする。

⑤ 機械振動

評価対象部位は、冷温停止中に機械振動を受ける対象構造物のうち、最も大きな振動を受ける非常用ディーゼル発電設備基礎とする。

評価点は、機械振動荷重を直接受ける機器支持部とする。

b. コンクリートの遮へい能力低下

① 熱

評価対象部位は、放射線の遮へい能力が要求される原子炉遮へい壁及び一次遮へい壁のうち、原子炉圧力容器近傍に位置し、運転時に照射量の最も大きい原子炉遮へい壁とする。

評価点は、原子炉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部位

構造種別		コンクリート構造物							鉄骨構造物			備考
		強度低下							遮へい能力低下	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	凍結融解	機械振動	熱	腐食	風等による疲労	*1：一次遮へい壁 *2：内壁 *3：側壁 *4：基礎版 *5：上版 *6：非常用ディーゼル発電設備基礎 *7：原子炉遮へい壁
対象構造物	原子炉建屋	○*1	○*1	○*2	○	△	△	○*6	○*7	△		
	タービン建屋	○	○	○	○	△	△	○		△		
	海水熱交換器建屋			○	○	△	△	○				
	廃棄物処理建屋	○	○	○	○	△	△	○				
	サービス建屋	○	○	○	○	△	△	○				
	取水構造物			○*3	○*3	△	△					
	復水貯蔵タンク基礎		○	○	○	△	△					
	軽油タンク基礎			○*4	○	△	△					
	原子炉建屋～排気筒連絡ダクト		○	○	○	△	△					
	原子炉建屋～復水貯蔵タンク連絡ダクト		○	○	○	△	△					
	原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト			○*5	○*5	△	△					
	タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト			○	○	△	△					
	排気筒			○	○	△	△			△	△	

○：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ない事象（日常劣化管理事象）

*：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

コンクリート構造物については、建設時にコンクリート強度が設計基準強度を十分に上回っていることを確認している。

また、現状のコンクリート強度の確認例として、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十分に上回っている。

表 2.3-1 コンクリートの圧縮強度試験結果

対象構造物	部 位	実施時期 (経過年数)	平均圧縮強度 (N/mm ²)	設計基準強度 (N/mm ²)
原子炉建屋	CUW 再生熱交換器室内壁	2021年11月 (28.3年)	30.6	26.5 [270 kgf/cm ²]
タービン建屋	連絡通路内壁		43.6	26.5 [270 kgf/cm ²]
海水熱交換器建屋	TCW ポンプ室内壁		42.6	26.5 [270 kgf/cm ²]
廃棄物処理建屋	HCW 弁 (A) 室内壁		43.5	26.5 [270 kgf/cm ²]
サービス建屋	倉庫内壁		39.9	26.5 [270 kgf/cm ²]
取水構造物	干満帯側壁	2021年1月 (27.5年)	40.3	23.5 [240 kgf/cm ²]
軽油タンク基礎	基礎版		47.3	23.5 [240 kgf/cm ²]
原子炉建屋～ 軽油タンク連絡ダクト	上版	2021年11月 (28.3年)	53.5	23.5 [240 kgf/cm ²]

(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を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

① 健全性評価

一般にコンクリートの温度が 70 °C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 °C以下では圧縮強度の低下は小さい。

コンクリート温度が 190 °C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（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)」）。

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 °C、一般部では 65 °Cと定められている。

原子炉建屋において、通常運転時に最も高温状態となる部位は、一次遮へい壁であり、一次遮へい壁周辺の最高測定温度は 61 °Cとコンクリートの温度制限値以下となることから、熱による強度低下は問題ないことを確認している。

また、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 °C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。

さらに、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 °Cで 120 回サイクル加熱した場合にも長期加熱後と同様に、圧縮強度に大きな変化は見られない。これらは加熱期間が最長 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。

以上により、熱によるコンクリートの強度低下は、長期健全性評価上問題とならない。

② 現状保全

一次遮へい壁については、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、ひび割れ幅等から評価し、補修が必要となるひび割れ等が確認された場合は、構造上問題となるひび割れ等の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、補修を計画、実施している。

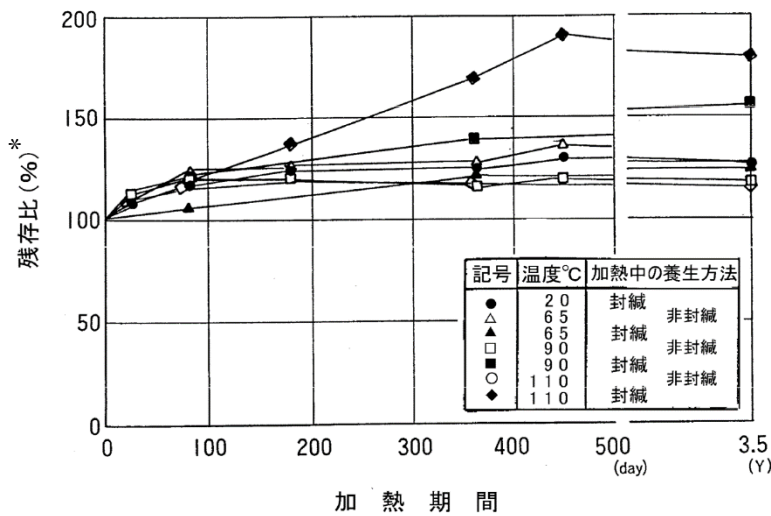
③ 総合評価

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構造物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。



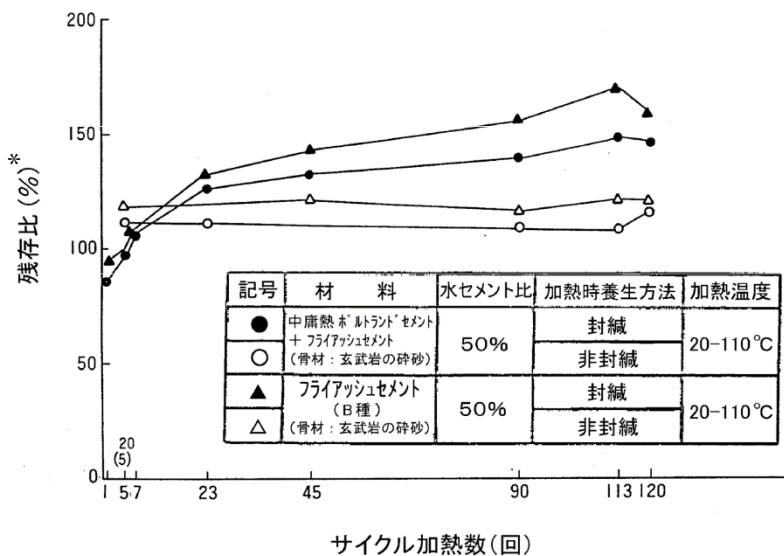
材料：中庸熱ポルトランドセメント
 +フライアッシュセメント
 水セメント比：50 %
 骨材：玄武岩の砕石
 加熱前養生方法：20 °C封緘養生
 加熱開始材齢：91日

結果：65～110 °Cの温度で3.5年間
 加熱しても強度低下はみられない。
 なお、記号の一部誤記は修正した。

*：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」に加筆

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 °C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 °C加熱：3時間)
 (110 °C定温保持：45時間)
 (110 → 20 °C冷却：3時間)
 (20 °C定温保持：45時間)

結果：20～110 °C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。

*：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」に加筆

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 (20～110 °C)

(2) 放射線照射による強度低下

a. 事象の説明

コンクリートは、中性子照射やガンマ線照射に起因する内部発熱により、コンクリート中の水分が逸散し、乾燥に伴うひび割れ等により強度が低下する可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

中性子照射と強度の関係に関しては、Hilsdorf 他の文献があるが、小嶋他の文献における試験結果を踏まえた最新の知見によると、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あることが確認されている。

運転開始後 40 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、一次遮へい壁内面において $4.53 \times 10^{13} \text{n/cm}^2$ であり、 $1 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ の中性子照射量 ($E > 0.1 \text{MeV}$) 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強度への影響はないものと判断する。

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 $2.0 \times 10^8 \text{ Gy}$ ($2.0 \times 10^{10} \text{ rad}$) 以下では有意な強度低下は見られない (図 2.3-3)。

運転開始後 40 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、一次遮へい壁内面において $1.43 \times 10^4 \text{ Gy}$ ($1.43 \times 10^6 \text{ rad}$) であり、 $2.0 \times 10^8 \text{ Gy}$ ($2.0 \times 10^{10} \text{ rad}$) を超えることはないと推定され、ガンマ線照射によるコンクリート強度への影響はないものと判断する。

以上により、放射線照射によるコンクリートの強度低下は、長期健全性評価上問題とならない。

② 現状保全

一次遮へい壁については、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、ひび割れ幅等から評価し、補修が必要となるひび割れ等が確認された場合は、構造上問題となるひび割れ等の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、補修を計画、実施している。

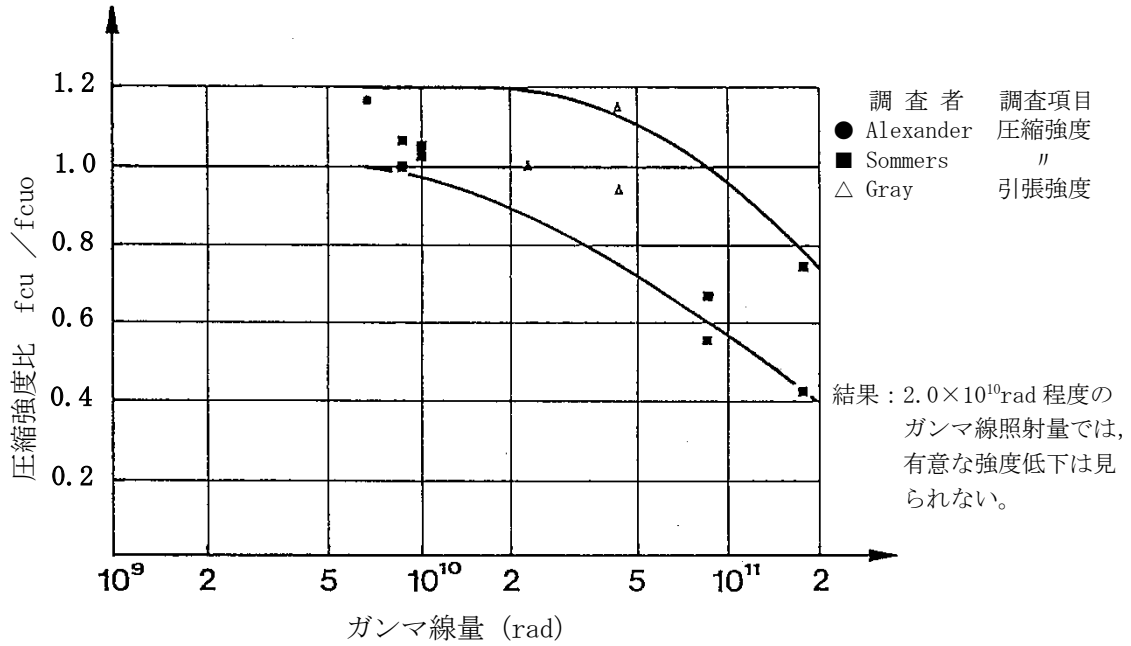
③ 総合評価

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構造物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。



(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. (1978)に加筆

図 2.3-3 ガンマ線照射したコンクリートの圧縮強度 (fcu) と照射しないコンクリートの圧縮強度 (fcu0) の比

(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、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すると鉄筋周囲に生成されていた不動態被膜が失われ、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る。鉄筋の腐食が進行すると酸化生成物による体積膨張からコンクリートにひび割れや剥離が生じ、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

① 健全性評価

運転開始後 28 年時点において、建物の中性化深さを測定した結果、中性化深さの最大値が最も大きい箇所は、原子炉建屋 (CUW 再生熱交換器室内壁) の 9.2 mm であった。また、運転開始後 27～28 年時点において、構築物の中性化深さを測定した結果、取水構造物 (気中帯側壁) で 11.7 mm、軽油タンク基礎 (基礎版) で 2.6 mm、原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト (上版) で 1.4 mm であった。なお、各評価点は仕上げ材の無い箇所を選定している。

以上より、中性化の評価は表 2.3-2 に基づき選定されたこれら 4 点について行う。

中性化の進行速度の推定式としては、当該号炉で使用されている中庸熱ポルトランドセメント及びフライアッシュセメントを用いたコンクリートを評価できる式として、岸谷式 (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)」)、森永式 (森永 繁「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)」) 及び実測値に基づく \sqrt{t} 式 (土木学会「コンクリート標準示方書 維持管理編 (2018)」) が提案されている。

また、鉄筋が腐食し始めるときの中性化深さは、一般に屋外の雨掛かりの部分では鉄筋のかぶり厚さまで達したとき、屋内の部分では鉄筋のかぶり厚さから 20 mm 奥まで達したときとされている (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)」)。

原子炉建屋 (CUW 再生熱交換器室内壁) のかぶり厚さは 40.0 mm であるため、鉄筋が腐食し始めるときの中性化深さは 60.0 mm となる。

また、構築物のかぶり厚さは、取水構造物 (気中帯側壁) で 84.0 mm、軽油タンク基礎 (基礎版) で 87.0 mm、原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト (上版) で 50.0 mm であるため、鉄筋が腐食し始めるときの中性化深さは、それぞれ 84.0 mm、87.0 mm 及び 50.0 mm となる。

岸谷式及び森永式を用いて、各評価点における調査時点の中性化深さを算定すると、表 2.3-2 に示すとおり、屋内では原子炉建屋 (CUW 再生熱交換器室内壁) で最大 33.9 mm (岸谷式) となった。

また、屋外では取水構造物（気中帯側壁）で最大 23.5 mm（岸谷式），軽油タンク基礎（基礎版）で最大 11.0 mm（岸谷式），原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト（上版）で最大 23.8 mm（岸谷式）となった。

次に、岸谷式，森永式及び実測値に基づく \sqrt{t} 式を用いて，運転開始後 40 年時点における中性化深さの算定を行った。各評価点の中性化深さの算定値は，表 2.3-2 に示すとおり，屋内では原子炉建屋（CUW 再生熱交換器室内壁）で 40.3 mm（岸谷式）が最大となった。また，屋外では，取水構造物（気中帯側壁）で 28.3 mm（岸谷式），軽油タンク基礎（基礎版）で 13.3 mm（岸谷式），原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト（上版）で 28.3 mm（岸谷式）が最大となるが，いずれも鉄筋が腐食し始める時点の中性化深さを十分に下回っており，運転開始後 40 年時点における中性化深さは問題ないと判断する。

さらに，定期的に見視点検を実施しているが，鉄筋腐食に起因するひび割れは確認されていない。

以上により，中性化によるコンクリートの強度低下は，長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-2 コンクリートの中性化深さ (単位：mm)

評価対象部位 (評価点)		調査時点の中性化深さ			運転開始後 40 年時点の 中性化深さ*2 (推定式)	鉄筋が腐食 し始める時点 の中性化深さ*3
		経過 年数	実測値 (調査時期)	算定値*1 (推定式)		
屋 内	原子炉建屋 (CUW 再生熱交換器室 内壁)	28.3 年	9.2 (2021 年 11 月)	33.9 (岸谷式)	40.3 (岸谷式)	60.0
屋 外	取水構造物 (気中帯側壁)	27.5 年	11.7 (2021 年 1 月)	23.5 (岸谷式)	28.3 (岸谷式)	84.0
	軽油タンク基礎 (基礎版)	27.5 年	2.6 (2021 年 1 月)	11.0 (岸谷式)	13.3 (岸谷式)	87.0
	原子炉建屋～軽油 タンク連絡ダクト (上版)	28.3 年	1.4 (2021 年 11 月)	23.8 (岸谷式)	28.3 (岸谷式)	50.0

*1：岸谷式，森永式による算定値のうち最大値を記載

*2：岸谷式，森永式，実測値に基づく \sqrt{t} 式による算定値のうち最大値を記載

*3：かぶり厚さから評価した値

② 現状保全

評価対象部位については，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見視点検を実施している。見視点検の結果，補修が必要となる損
傷が確認された場合は，構造上問題となるひび割れ等の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，補修を計画，実施している。

③ 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構造物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。

(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て鉄筋位置まで達すると、鉄筋表面の不動態被膜が破壊されるため、鉄筋はコンクリート中の水分及び酸素の作用により腐食し始める。腐食が進行すると酸化生成物による体積膨張からコンクリートにひび割れや剥離が生じ、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

① 健全性評価

運転開始後 28 年時点において、原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト（上版）の鉄筋位置で塩化物イオン濃度を測定した結果、0.01%であった。また、構築物のうち最も厳しい塩分浸透環境下にあるのは取水構造物であり、運転開始後 27 年時点において取水構造物の各評価点の鉄筋位置で塩化物イオン濃度を測定した結果、気中帯で 0.02%、干満帯で 0.03%、海中帯で 0.04%であった。

以上より、塩分浸透による強度低下の評価は、塩分浸透環境が厳しいこれら 4 点について行う。

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、経過年数に応じた鉄筋の腐食減量並びにコンクリートにひび割れが発生する時点の腐食減量の推定式として、森永式（森永 繁「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。

原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト（上版）から供試体を採取し測定した塩化物イオン濃度を基に、経過年数に応じて拡散方程式により算定した鉄筋位置における塩化物イオン濃度を森永式に適用し、調査時点、運転開始後 40 年時点及びコンクリートにひび割れが発生する時点での鉄筋の腐食減量を算定した。その結果、鉄筋の腐食減量は、表 2.3-3 に示すとおり、調査時点において $4.1 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ 、運転開始後 40 年時点において $5.7 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ であり、コンクリートにひび割れが発生する時点での鉄筋の腐食減量である $49.2 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ を十分に下回っており、運転開始後 40 年時点における鉄筋の腐食減量は問題ないと判断する。

取水構造物についても同様に、供試体を採取し測定した塩化物イオン濃度を基に、経過年数に応じて拡散方程式により算定した鉄筋位置における塩化物イオン濃度を森永式に適用し、調査時点、運転開始後 40 年時点及びコンクリートにひび割れが発生する時点での鉄筋の腐食減量を算定した。その結果、鉄筋の腐食減量は、表 2.3-3 に示すとおり、調査時点において気中帯で $4.0 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ 、干満帯で $11.1 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ 、海中帯で $0.5 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ 、運転開始後 40 年時点において気中帯で $5.8 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ 、干満帯で $16.0 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ 、海中帯で $0.7 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ であり、コンクリートにひび割れが発生する時点における鉄筋の腐食減量である気中帯、海中帯の $91.5 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ 、干満帯の $92.7 \times 10^{-4} \text{g/cm}^2$ を十分下回っており、運転開始後 40 年時点における鉄筋の腐食減量は問題ないと判断する。

さらに、定期的に見視点検を実施しているが、鉄筋腐食に起因するひび割れは確認されていない。

以上により、塩分浸透によるコンクリートの強度低下は、長期健全性評価上問題とならない。

表 2.3-3 鉄筋の腐食減量

評価対象部位 (評価点)	調査時期	鉄筋位置 での塩化物 イオン濃度 (%)	鉄筋の腐食減量 ($\times 10^{-4} \text{g/cm}^2$)		
			調査時点	運転開始後 40年時点	コンクリート にひび割れが 発生する時点
取水構造物 (気中帯側壁)	2021年 1月	0.02 [0.39]*	4.0	5.8	91.5
取水構造物 (干満帯側壁)		0.03 [0.63]*	11.1	16.0	92.7
取水構造物 (海中帯側壁)		0.04 [0.86]*	0.5	0.7	91.5
原子炉建屋～ 軽油タンク連絡ダクト (上版)	2021年 11月	0.01 [0.23]*	4.1	5.7	49.2

* : []内は塩化物イオン量 (kg/m^3)

② 現状保全

評価対象部位については、コンクリート構造物の健全性維持の観点から、定期的に見視点検を実施している。見視点検の結果、補修が必要となるひび割れ等が確認された場合は、構造上問題となるひび割れ等の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、補修を計画、実施している。

③ 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、定期的な見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構造物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。

(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

① 健全性評価

非常用ディーゼル発電設備については、異常振動の有無を定例試験時に確認している。また、非常用ディーゼル発電設備基礎については、定期的な目視点検を実施しているが、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は確認されていない。

なお、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、機械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。

以上により、定期的な目視点検及び日常的に監視することにより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。

② 現状保全

評価対象部位については、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、ひび割れ幅等から評価し、補修が必要となるひび割れ等が確認された場合は、構造上問題となるひび割れ等の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、補修を計画、実施している。

③ 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、実施しているため、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構造物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

コンクリートが周辺環境からの伝達熱及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

① 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、周辺及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 °C 以下、ガンマ線遮へいで 177 °C 以下となっている。

これに対し、原子炉遮へい壁コンクリートの炉心領域部の最高温度は、温度分布解析を行った結果、85.2 °C とコンクリート温度制限値を下回っていることから、遮へい能力への影響はないと判断する。

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されており、異常の兆候は検知可能である。

以上により、熱によるコンクリートの遮へい能力低下は、長期健全性評価上問題とならない。

② 現状保全

原子炉遮へい壁コンクリートについては、鋼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。

③ 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十分に小さいことから、現状の保全方法は、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構造物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. 評価対象部位以外の部位への展開

コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価は、「2.2 経年劣化事象の抽出」及び「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及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

志賀原子力発電所1号炉

計測制御設備の技術評価書

北 陸 電 力 株 式 会 社

本評価書は、志賀原子力発電所1号炉（以下、「志賀1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及びMS-1, 2に該当する機器）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。なお、高温・高圧の環境下にある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及び型式で分類し、それぞれのグループから重要度及び使用条件の観点で代表機器を選定し評価を行った後、代表機器以外の機器について評価を展開している。

本評価書は、計測制御設備を以下の3分冊で構成している。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

表1 (1/3) 評価対象機器一覧

分類		機器名称	重要度	
計測装置	圧力	ダイヤフラム式	RCW 差圧	MS-1
		ブルドン管式	機関付清水ポンプ出口圧力	MS-1
		ベローズ式	HECW 冷凍機潤滑油圧力	MS-1
	温度	熱電対式	RHR 熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	MS-1
		測温抵抗体式	HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度	MS-1
		バイメタル式	HECW 冷凍機主電動機巻線温度	MS-1
	流量	ダイヤフラム式	RHR ポンプ出口流量	MS-1
	水位	ダイヤフラム式	スクラム排出容器水位	MS-1
		フロート式	スクラム排出容器水位	MS-1
	中性子束	核分裂電離箱式	中間領域モニタ	MS-1
	放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管モニタ	MS-1
		半導体式	原子炉棟・タービン建屋換気空調系 原子炉棟排気モニタ	MS-1
	振動	倒立振子式	地震加速度	MS-1
	位置	リミットスイッチ式	ディーゼル発電機過速度	MS-1
電流	光電式	HECW 冷凍機電流	MS-1	

表1 (2/3) 評価対象機器一覧

分類	機器名称	重要度
補助継電器盤 (屋内設置)	原子炉緊急停止系盤 (A)	MS-1
	原子炉緊急停止系盤 (B)	MS-1
	原子炉系プロセス計装盤 (A)	MS-1
	原子炉系プロセス計装盤 (B)	MS-1
	残留熱除去系盤(B・C)	MS-1
	格納容器外側隔離弁盤	MS-1
	格納容器内側隔離弁盤	MS-1
	高圧炉心スプレイ系盤	MS-1
	低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系盤 (A)	MS-1
	原子炉補助盤 (A)	MS-1
	原子炉補助盤 (B)	MS-1
	トリップチャンネル盤 RPS- I A	MS-1
	トリップチャンネル盤 RPS- II A	MS-1
	トリップチャンネル盤 RPS- I B	MS-1
	トリップチャンネル盤 RPS- II B	MS-1
	トリップチャンネル盤 ESS- I	MS-1
	トリップチャンネル盤 ESS- II	MS-1
	トリップチャンネル盤 ESS- III	MS-1
	SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (A)	MS-1
	SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (B)	MS-1
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (A)	MS-1
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (B)	MS-1
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (C)	MS-1
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (D)	MS-1
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (E)	MS-1
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (F)	MS-1
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (G)	MS-1
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (H)	MS-1
操作制御盤 (屋内設置)	ユニット監視制御盤 (1)	MS-2
	ユニット監視制御盤 (2)	MS-1
	ユニット監視制御盤 (3)	MS-1
	非常用炉心冷却系制御盤 ESS- I	MS-1
	非常用炉心冷却系制御盤 ESS- II, III	MS-1
	所内電源制御盤	MS-1
	原子炉緊急停止系試験盤	MS-1
	FCS・SGTS 盤 (A)	MS-1
	FCS・SGTS 盤 (B)	MS-1
	SRM/IRM 盤 (A)	MS-1
	SRM/IRM 盤 (B)	MS-1
	プロセス放射線モニタ盤 (A)	MS-1
	プロセス放射線モニタ盤 (B)	MS-1

表1 (3/3) 評価対象機器一覧

分類	機器名称	重要度
操作制御盤 (屋内設置)	出力領域モニタ盤	MS-1
	制御棒操作補助盤	MS-2
	漏えい検出系盤 (A)	MS-1
	漏えい検出系盤 (B)	MS-1
	タービン発電機系補助制御盤	MS-1
	格納容器内雰囲気モニタ盤 (A)	MS-1
	格納容器内雰囲気モニタ盤 (B)	MS-1
	計装配管隔離弁盤 (A)	MS-1
	計装配管隔離弁盤 (B)	MS-1
	RSW ストレーナ制御盤 (A)	MS-1
	RSW ストレーナ制御盤 (B)	MS-1
	HPSW ストレーナ制御盤	MS-1
	非常用換気空調系盤 (A)	MS-1
	非常用換気空調系盤 (B)	MS-1
	原子炉系補助制御盤	MS-1
	HECW 冷凍機 (A) 制御盤	MS-1
	HECW 冷凍機 (B) 制御盤	MS-1
	HECW 冷凍機 (C) 制御盤	MS-1
	HECW 冷凍機 (D) 制御盤	MS-1
	制御棒位置指示系盤 (A)	MS-2
	制御棒位置指示系盤 (B)	MS-2
	原子炉隔離時冷却系盤	MS-1
	自動減圧系盤 (A)	MS-1
	自動減圧系盤 (B)	MS-1
	タービン系プロセス計装盤	MS-2
	RPIS 現場盤	MS-2
	制御棒駆動補助盤 (A)	MS-2
	制御棒駆動補助盤 (B)	MS-2
	中央制御室外原子炉停止制御盤 (1)	MS-2
	中央制御室外原子炉停止制御盤 (2)	MS-2
	ほう酸水注入系操作盤	MS-1
	換気空調系 D/G 区域 (A) 制御盤	MS-1
	換気空調系 D/G 区域 (B) 制御盤	MS-1
	換気空調系 D/G 区域 (HPCS) 制御盤	MS-1

表2 評価対象機器機能一覧

設備区分	機能概要
計測装置	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伝達する。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工学値に変換し，指示又は記録する。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。補助継電器は，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補助継電器盤に取り付けられている補助継電器，電磁接触器に伝達する。
補助継電器盤	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インターロック信号を出力する。
操作制御盤	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，操作及び電気信号の伝達を行うとともに，操作スイッチ，押釦スイッチによる補機操作及び故障表示器，表示灯，CRTによる状態監視を行う。

検出部
人間に例えると目に相当

制御部
人間に例えると頭に相当

出力部
人間に例えると手に相当

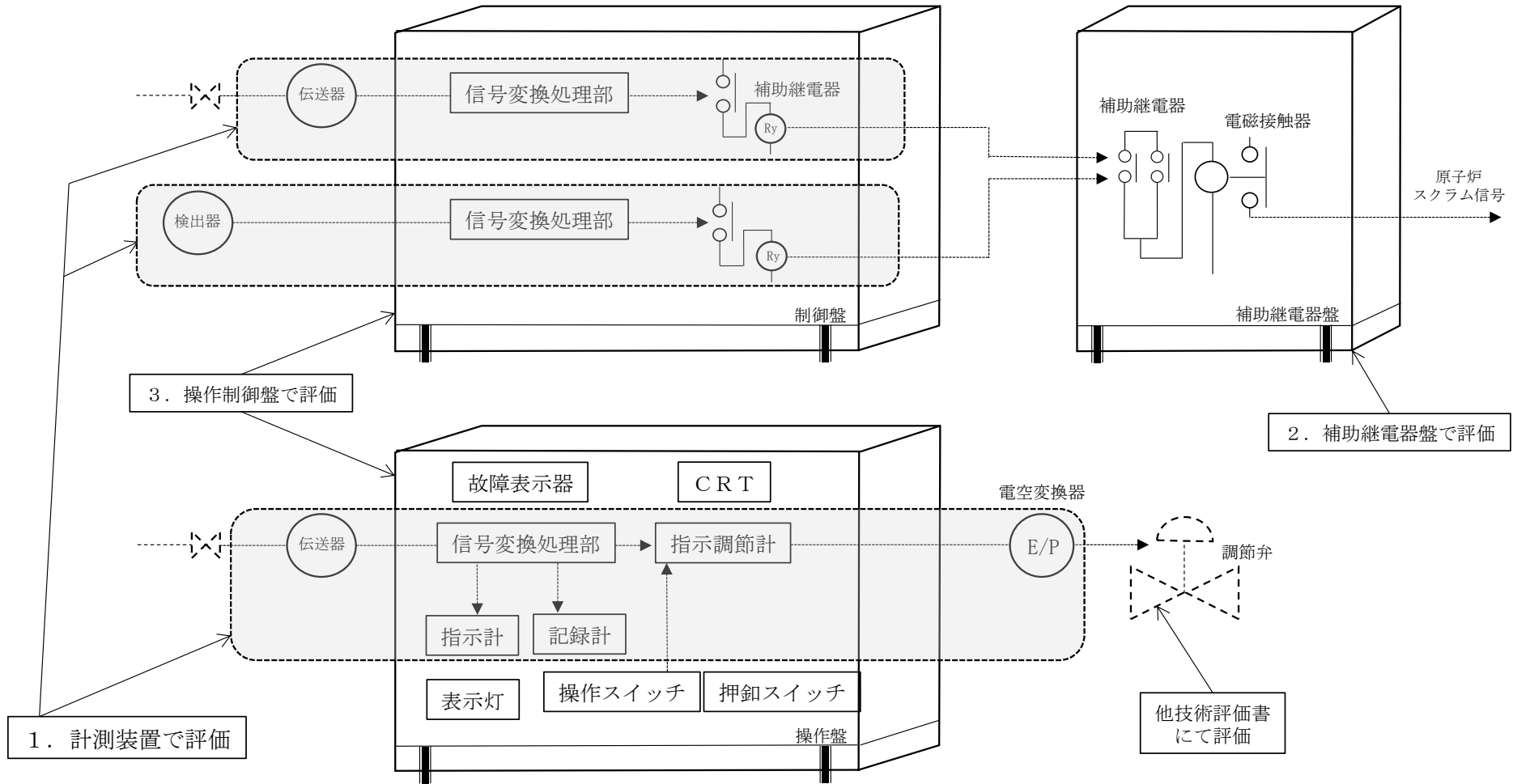


図1 計測制御設備の評価グループ分類 (概念図)

1 計測装置

[対象計測装置]

- ・ 圧力計測装置 (ダイヤフラム式)
- ・ 圧力計測装置 (ブルドン管式)
- ・ 圧力計測装置 (ベローズ式)
- ・ 温度計測装置 (熱電対式)
- ・ 温度計測装置 (測温抵抗体式)
- ・ 温度計測装置 (バイメタル式)
- ・ 流量計測装置 (ダイヤフラム式)
- ・ 水位計測装置 (ダイヤフラム式)
- ・ 水位計測装置 (フロート式)
- ・ 中性子束計測装置 (核分裂電離箱式)
- ・ 放射線計測装置 (イオンチェンバ式)
- ・ 放射線計測装置 (半導体式)
- ・ 振動計測装置 (倒立振子式)
- ・ 位置計測装置 (リミットスイッチ式)
- ・ 電流計測装置 (光電式)

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1-1
1.1 グループ化の考え方	1-1
1.2 代表機器の選定	1-1
2. 代表機器の技術評価	1-11
2.1 構造, 材料及び使用条件	1-12
2.1.1 RCW 差圧	1-12
2.1.2 機関付清水ポンプ出口圧力	1-16
2.1.3 HECW 冷凍機潤滑油圧力	1-20
2.1.4 RHR 熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	1-24
2.1.5 HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度	1-28
2.1.6 HECW 冷凍機主電動機巻線温度	1-31
2.1.7 RHR ポンプ出口流量	1-34
2.1.8 スクラム排出容器水位 (ダイヤフラム式)	1-38
2.1.9 スクラム排出容器水位 (フロート式)	1-42
2.1.10 中間領域モニタ	1-46
2.1.11 主蒸気管モニタ	1-49
2.1.12 原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ	1-52
2.1.13 地震加速度	1-55
2.1.14 ディーゼル発電機過速度	1-58
2.1.15 HECW 冷凍機電流	1-61
2.2 経年劣化事象の抽出	1-64
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1-64
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	1-64
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	1-65
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	1-85
3. 代表機器以外への展開	1-87
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	1-87
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	1-88

1. 対象機器及び代表機器の選定

志賀 1 号炉で使用されている計測装置のうち、対象となる計測装置の主な仕様を表 1-1 に示す。これらの計測装置を計測対象及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

計測対象及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 に分類するグループ毎に、原則として重要度、設置場所、周囲温度及び信号用途の観点から代表機器を選定する。

(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）のうち、重要度及び周囲温度の観点から DG 機関停止信号に使用している RCW 差圧を代表機器とする。

(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）のうち、重要度及び周囲温度の観点から DG 機関停止信号に使用している機関付清水ポンプ出口圧力を代表機器とする。

(3) 圧力計測装置（ベローズ式）

圧力計測装置（ベローズ式）のうち、信号用途の観点から HECW 冷凍機の制御信号に使用している HECW 冷凍機潤滑油圧力を代表機器とする。

(4) 温度計測装置（熱電対式）

温度計測装置（熱電対式）のうち、周囲温度及び信号用途の観点から RHR 隔離信号に使用している RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）を代表機器とする。

(5) 温度計測装置（測温抵抗体式）

温度計測装置（測温抵抗体式）のうち、重要度及び周囲温度の観点から HECW 冷凍機の制御信号に使用している HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度を代表機器とする。

(6) 温度計測装置（バイメタル式）

温度計測装置（バイメタル式）のうち、信号用途の観点から HECW 冷凍機の制御信号に使用している HECW 冷凍機主電動機巻線温度を代表機器とする。

(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）のうち、重要度及び信号用途の観点から RHR ミニフロー弁の制御信号に使用している RHR ポンプ出口流量を代表機器とする。

(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、重要度及び信号用途の観点からスクラム信号に使用しているスクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）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、重要度及び信号用途の観点からスクラム信号に使用しているスクラム排出容器水位（フロート式）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、重要度及び信号用途の観点からスクラム信号に使用している中間領域モニタを代表機器とする。

(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、重要度の観点からスクラム信号に使用している主蒸気管モニタを代表機器とする。

(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、信号用途の観点から中央制御室換気系隔離信号に使用している原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタを代表機器とする。

(13) 振動計測装置（倒立振子式）

振動計測装置（倒立振子式）には、地震加速度のみが属するため、地震加速度を代表機器とする。

(14) 位置計測装置（リミットスイッチ式）

位置計測装置（リミットスイッチ式）のうち、信号用途の観点から DG 機関停止信号に使用しているディーゼル発電機過速度を代表機器とする。

(15) 電流計測装置（光電式）

電流計測装置（光電式）には、HECW 冷凍機電流のみが属するため、HECW 冷凍機電流を代表機器とする。

表 1-1 (1 / 8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

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*	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (℃)		
圧力	ダイヤフラム式	原子炉圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下		重要度 周囲温度
		ドライウェル圧力	監視	MS-2	原子炉建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		RHR 注水弁差圧	RHR 注水弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		LPCS 注水弁差圧	LPCS 注水弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		RHR 停止時冷却モード エルボ差圧	RHR 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		RCW ポンプ出口圧力	監視	MS-2	海水熱交換器建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		HECW 冷凍機凝縮器冷媒圧力	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
		HPCW ポンプ出口圧力	監視	MS-2	海水熱交換器建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		RSW ポンプ出口圧力	監視	MS-2	海水熱交換器建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		HPSW ポンプ出口圧力	監視	MS-2	海水熱交換器建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		サプレッションチェンバ圧力	監視	MS-2	原子炉建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		MCR 再循環フィルタ装置 フィルタ差圧	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下		
		RCW 差圧	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下	◎	
		HPCW 差圧	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下		

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (2 / 8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

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*	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (℃)		
圧力	ブルドン管式	原子炉圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	◎	重要度 周囲温度
		HPCS ポンプ入口圧力	監視	MS-1	原子炉建屋 中央制御室	40 以下 26 以下		
		機関付清水ポンプ出口圧力	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下		
		機関入口潤滑油圧力	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下		
	ベローズ式	HECW 冷凍機潤滑油圧力	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	◎	信号用途
		HECW 冷凍機蒸発器冷媒圧力	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
		HECW 冷凍機凝縮器冷媒圧力	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (3/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

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*	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (°C)
温度	熱電対式	再生熱交換器室漏えい (換気入口温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 再生熱交換器室	50 以下		
					中央制御室	26 以下		
		再生熱交換器室漏えい (換気出口温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 再生熱交換器室	50 以下		
					中央制御室	26 以下		
		再生熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 再生熱交換器室	50 以下		
					中央制御室	26 以下		
		非再生熱交換器室漏えい (換気入口温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 非再生熱交換器室	50 以下		
					中央制御室	26 以下		
非再生熱交換器室漏えい (換気出口温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 非再生熱交換器室	50 以下				
			中央制御室	26 以下				
非再生熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 非再生熱交換器室	50 以下				
			中央制御室	26 以下				
熱交換器室漏えい (換気入口温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR 熱交換器室	66 以下				
			中央制御室	26 以下				
熱交換器室漏えい (換気出口温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR 熱交換器室	66 以下				
			中央制御室	26 以下				

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (4 / 8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

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*	使用条件				
					設置場所			周囲温度 (°C)	
温度	熱電対式	RHR 熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR 熱交換器室	66 以下	◎	周囲温度 信号用途	
					中央制御室	26 以下			
		RHR ポンプ室漏えい (換気入口温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR ポンプ室	66 以下			
					中央制御室	26 以下			
		RHR ポンプ室漏えい (換気出口温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR ポンプ室	66 以下			
			中央制御室		26 以下				
	RHR ポンプ室漏えい (雰囲気温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR ポンプ室	66 以下				
				中央制御室	26 以下				
	RCW 熱交換器 出口冷却水温度	RCW 温度調節弁制御, 監視	MS-1	海水熱交換器建屋	40 以下				
				中央制御室	26 以下				
	測温抵抗体式	MCR 温度	HECW MCR 給気処理装置温 度調節弁制御, 監視	MS-1	中央制御室	26 以下	◎	重要度 周囲温度	
		HECW 冷凍機蒸発器 入口冷水温度	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下			
		HECW 冷凍機蒸発器 出口冷水温度	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下			
HECW 冷凍機潤滑油温度		HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下				
サプレッションプール水温度		監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下				
		中央制御室		26 以下					
バイメタル式	HECW 冷凍機主電動機巻線温度	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	◎	信号用途		
	SGTS 加熱コイル温度	加熱コイル停止, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下				

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (5/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

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*	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (°C)		
流量	ダイヤフラム式	PLR ポンプ入口流量	制御棒引抜阻止, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	◎	重要度 信号用途
					中央制御室	26 以下		
		RHR ポンプ出口流量	RHR ミニフロー弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		原子炉ヘッドスプレイ流量	RHR ヘッドスプレイ流量 調節弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		LPCS ポンプ出口流量	LPCS ミニフロー弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		HPCS ポンプ出口流量	HPCS ミニフロー弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		RCIC ポンプ出口流量	監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		CUW 入口流量	CUW 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
		中央制御室	26 以下					
CUW 出口流量	CUW 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下				
			中央制御室	26 以下				
CUW ブローダウン流量	CUW 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下				
			中央制御室	26 以下				
SGTS 出口流量	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下				
			中央制御室	26 以下				
ジェットポンプ流量	制御棒引抜阻止, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下				
			中央制御室	26 以下				
HECW 冷凍機蒸発器冷水流量	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下				

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (6 / 8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

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*	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 (広帯域)	MSIV 閉, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	◎	重要度 信号用途
					中央制御室	26 以下		
		原子炉水位 (狭帯域)	HPCS 注入弁閉, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		原子炉水位 (燃料域)	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		スクラム排出容器水位	スクラム, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		復水貯蔵タンク水位	監視	MS-2	復水貯蔵タンク室	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		RCW サージタンク水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
		HPCW サージタンク水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下		
					中央制御室	26 以下		
サプレッションプール水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下				
			中央制御室	26 以下				

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (7/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

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*	使用条件				
					設置場所			周囲温度 (°C)	
水位	フロート式	スクラム排出容器水位	スクラム, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	◎	重要度 信号用途	
					中央制御室	26 以下			
		復水貯蔵タンク水位	MUWC ポンプ起動, HPCS 水源切替, 監視	MS-1	復水貯蔵タンク室	40 以下			
					中央制御室	26 以下			
		サプレッション プール水位	HPCS 水源切替, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下			
					中央制御室	26 以下			
		RCW サージタンク水位	緊急遮断弁閉, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下			
					中央制御室	26 以下			
HPCW サージタンク水位	緊急遮断弁閉, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下					
			中央制御室	26 以下					
オイルパン油面	潤滑油補給ポンプ起動, 監視	MS-2	D/G 室	45 以下					
潤滑油補給タンク油面	潤滑油補給ポンプ停止, 監視	MS-2	D/G 室	45 以下					
燃料ディタンク油面	軽油移送ポンプ起動停 止, 監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下					
中性子束	核分裂電離箱式	中性子源領域モニタ	制御棒引抜阻止, 監視	MS-2	原子炉内/ 原子炉建屋	302 以下/ 40 以下	◎	重要度 信号用途	
					中央制御室	26 以下			
		中間領域モニタ	制御棒引抜阻止, スクラム, レンジアップ論理, 監視	MS-1	原子炉内/ 原子炉建屋	302 以下/ 40 以下			
					中央制御室	26 以下			
		局部出力領域モニタ	制御棒引抜阻止, スクラム, 監視	MS-1	原子炉内/ 原子炉建屋	302 以下 /40 以下			
					中央制御室	26 以下			

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (8 / 8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

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*	使用条件			
					設置場所			周囲温度 (℃)
放射線	イオンチェンバ式	主蒸気管モニタ	スクラム, MSIV 閉, 真空ポンプ停止及び隔離, 監視	MS-1	MSIV・SRV 補修室	60 以下	◎	重要度
		格納容器内雰囲気 放射線モニタ (ドライウエル)	監視		中央制御室	26 以下		
	半導体式	原子炉棟・タービン建屋 換気空調系原子炉棟 排気モニタ	原子炉建屋換気系隔離, SGTS 起動, 格納容器パージ及びベン ト弁閉, 中央制御室換気系隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	◎	信号用途
		燃料取替エリア排気モニタ	原子炉建屋換気系隔離, SGTS 起動, 格納容器パージ及びベン ト弁閉, 中央制御室換気系隔離, 監視		中央制御室	26 以下		
振動	倒立振子式	地震加速度	スクラム, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	◎	
					中央制御室	26 以下		
位置	リミット スイッチ式	ディーゼル発電機過速度	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下	◎	信号用途
		燃料ハンドル停止位置	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下		
電流	光電式	HECW 冷凍機電流	圧縮機ガイドベーン制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	◎	

* : 最上位の重要度を示す

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。

- ・ RCW 差圧
- ・ 機関付清水ポンプ出口圧力
- ・ HECW 冷凍機潤滑油圧力
- ・ RHR 熱交換器漏えい（雰囲気温度）
- ・ HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度
- ・ HECW 冷凍機主電動機巻線温度
- ・ RHR ポンプ出口流量
- ・ スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）
- ・ スクラム排出容器水位（フロート式）
- ・ 中間領域モニタ
- ・ 主蒸気管モニタ
- ・ 原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ
- ・ 地震加速度
- ・ ディーゼル発電機過速度
- ・ HECW 冷凍機電流

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 RCW 差圧

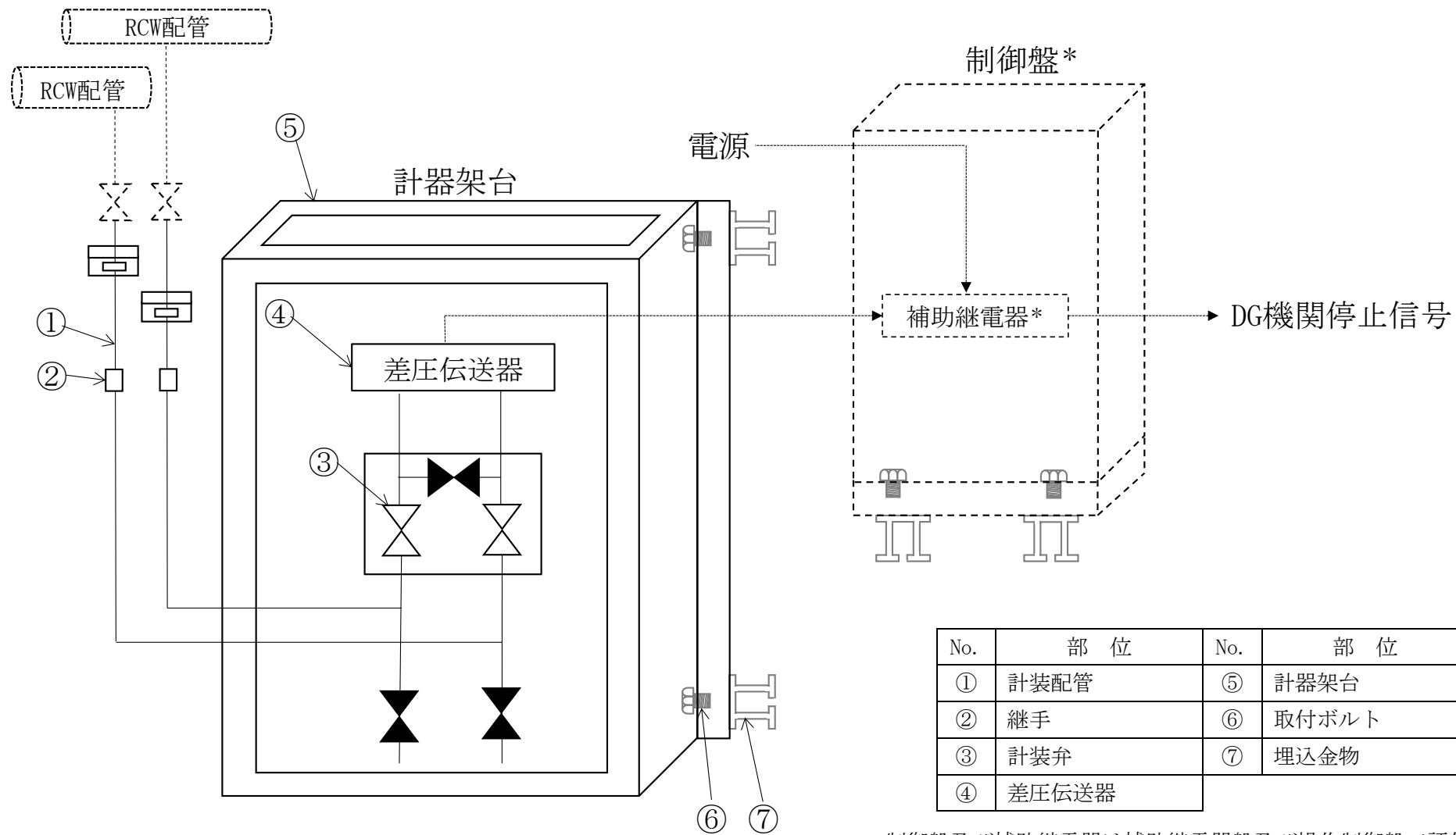
(1) 構造

RCW 差圧は, RCW 圧力を伝達する計装配管, 計装弁及び継手, 計装配管を固定する配管サポート, 差圧を検出して電気信号に変換する差圧伝送器, 差圧伝送器と計装弁を取り付け固定する計器架台, 機器を支持するための取付ボルト, 基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

RCW 差圧の構成図を図 2.1-1 に, 計装配管サポートの構成図を図 2.1-2 に示す。

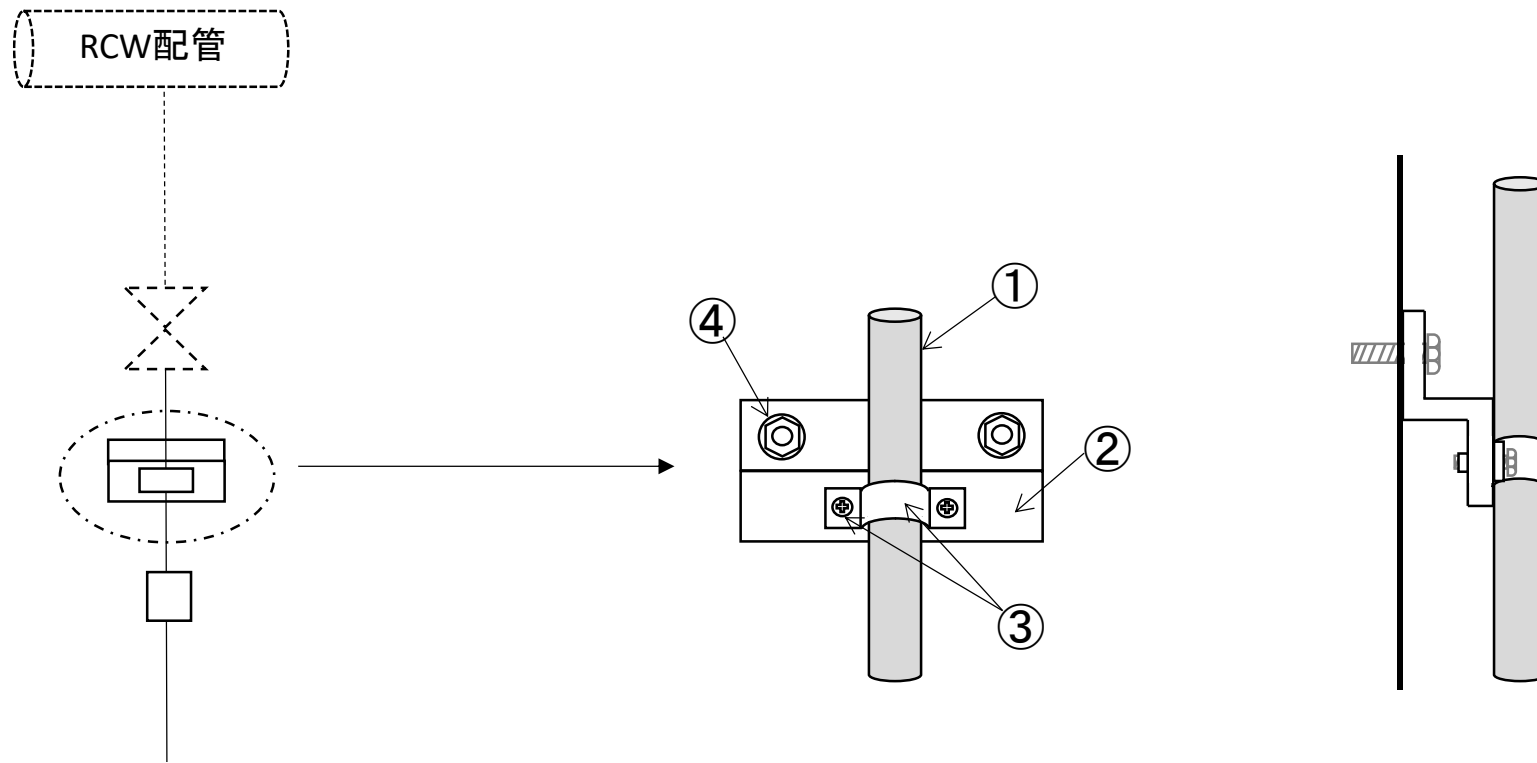
(2) 材料及び使用条件

RCW 差圧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。



*制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-1 RCW 差圧構成図



No.	部 位
①	計装配管
②	サポート
③	取付ボルト, ナット
④	基礎ボルト

図 2.1-2 計装配管サポート構成図

表 2.1-1 RCW 差圧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)
	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 (SUS316), Oリング*1他
機器の支持	サポート	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト, ナット	ステンレス鋼 (SUS304), 炭素鋼 (SS400)
	計器架台	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS400), 樹脂*2
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

*1: 消耗品 (気密材)

*2: 後打ちケミカルアンカ

表 2.1-2 RCW 差圧の使用条件

設置場所	D/G 室
周囲温度	45 °C 以下*

*: D/G 室の設計値

2.1.2 機関付清水ポンプ出口圧力

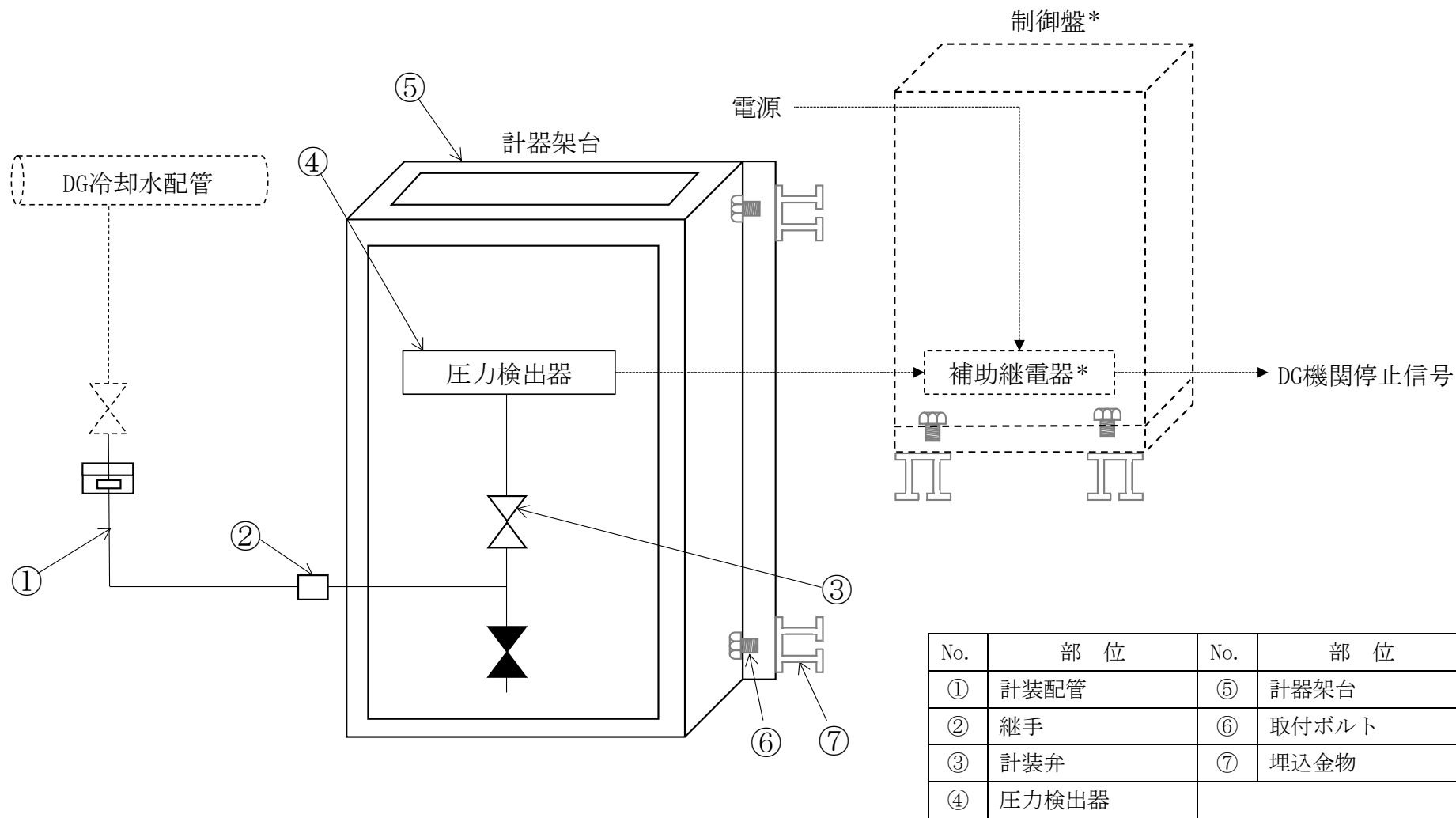
(1) 構造

機関付清水ポンプ出口圧力は、機関付清水ポンプの出口圧力を伝達する計装配管、計装弁及び継手、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、圧力検出器と計装弁を取り付け固定する計器架台、機器を支持するための取付ボルト、基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

機関付清水ポンプ出口圧力の構成図を図 2.1-3 に、計装配管サポートの構成図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

機関付清水ポンプ出口圧力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。



* 制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-3 機関付清水ポンプ出口圧力構成図

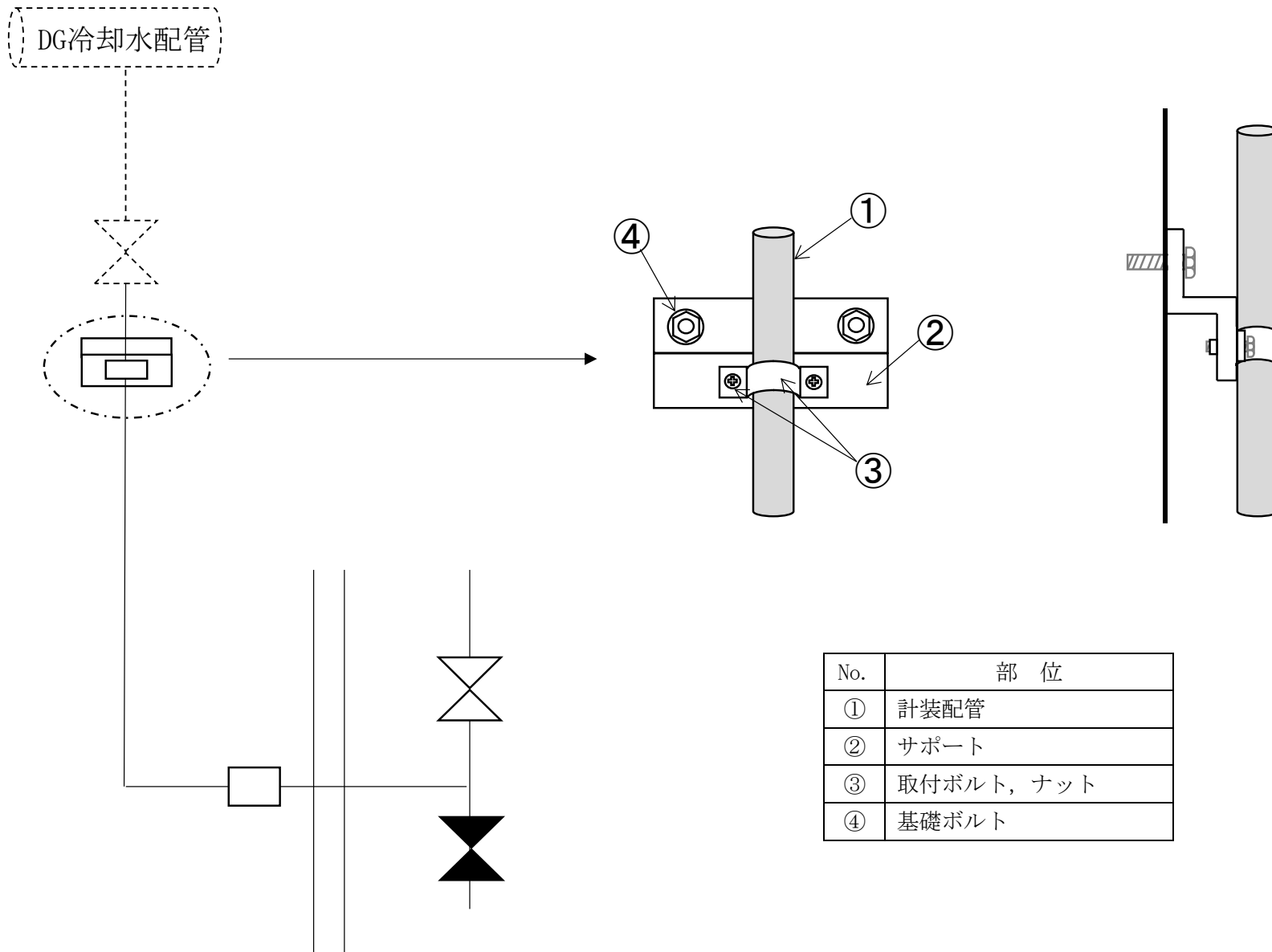


図 2.1-4 計装配管サポート構成図

表 2.1-3 機関付清水ポンプ出口圧力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)
	計装弁	ステンレス鋼 (SUS316)
	圧力検出器 (ブルドン管式)	ステンレス鋼 (SUS316) 他
機器の支持	サポート	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト, ナット	ステンレス鋼(SUS304), 炭素鋼 (SS400)
	計器架台	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS400), 樹脂*
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

* : 後打ちケミカルアンカ

表 2.1-4 機関付清水ポンプ出口圧力の使用条件

設置場所	D/G 室
周囲温度	45 °C 以下*

* : D/G 室の設計値

2.1.3 HECW 冷凍機潤滑油圧力

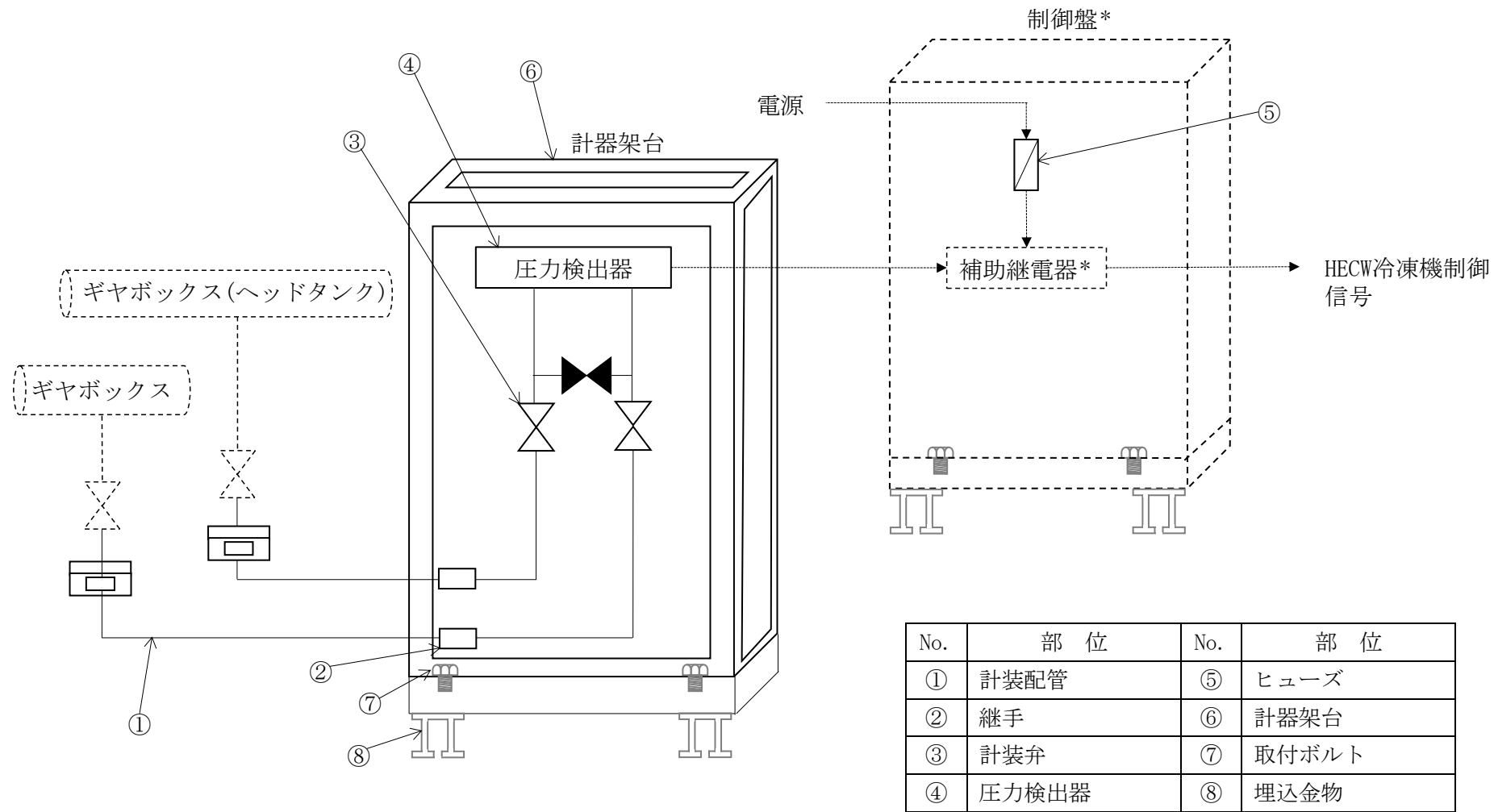
(1) 構造

HECW 冷凍機潤滑油圧力は、HECW 冷凍機の潤滑油圧力を伝達する計装配管、計装弁及び継手、計装配管を固定する配管サポート、差圧を検出してオン・オフ信号に変換する圧力検出器、圧力検出器と計装弁を取り付け固定する計器架台、その他電気回路構成品である、ヒューズ、機器を支持するための取付ボルト、基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

HECW 冷凍機潤滑油圧力の構成図を図 2.1-5 に、計装配管サポートの構成図を図 2.1-6 に示す。

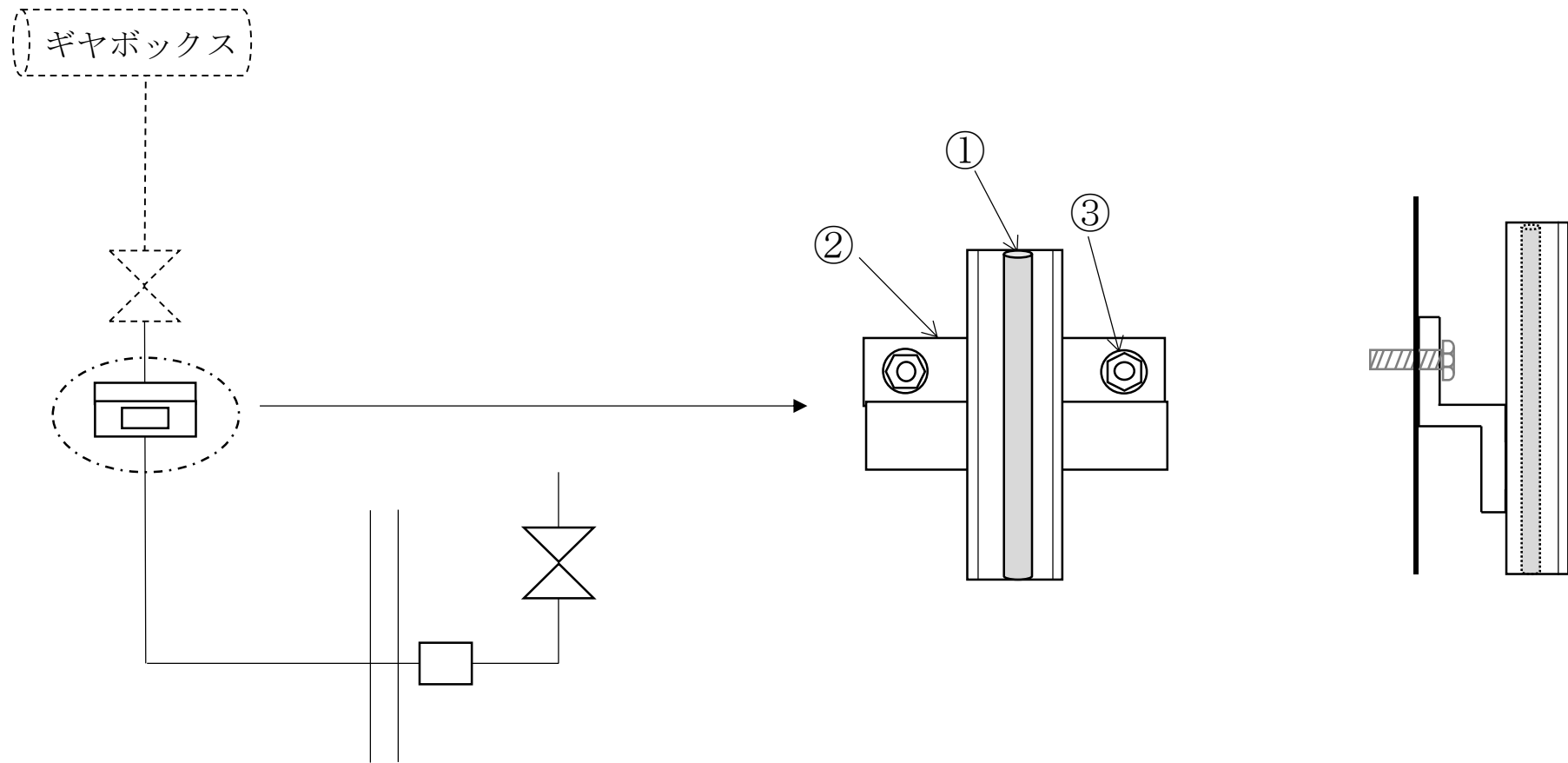
(2) 材料及び使用条件

HECW 冷凍機潤滑油圧力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。



* 制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-5 HECW 冷凍機潤滑油圧力構成図



No.	部 位
①	計装配管
②	サポート
③	基礎ボルト

図 2.1-6 計装配管サポート構成図

表 2.1-5 HECW 冷凍機潤滑油圧力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
	継手	銅
	計装弁	銅
	圧力検出器（ベローズ式）	ステンレス鋼（SUS316L）他
	ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	サポート	炭素鋼（SS400）
	計器架台	炭素鋼（SS400）
	取付ボルト	炭素鋼（SS400）
	基礎ボルト	炭素鋼（SS400）、樹脂*
	埋込金物	炭素鋼（SS400）

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-6 HECW 冷凍機潤滑油圧力の使用条件

設置場所	原子炉建屋
周囲温度	40 °C以下*

*：原子炉建屋の設計値

2.1.4 RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）

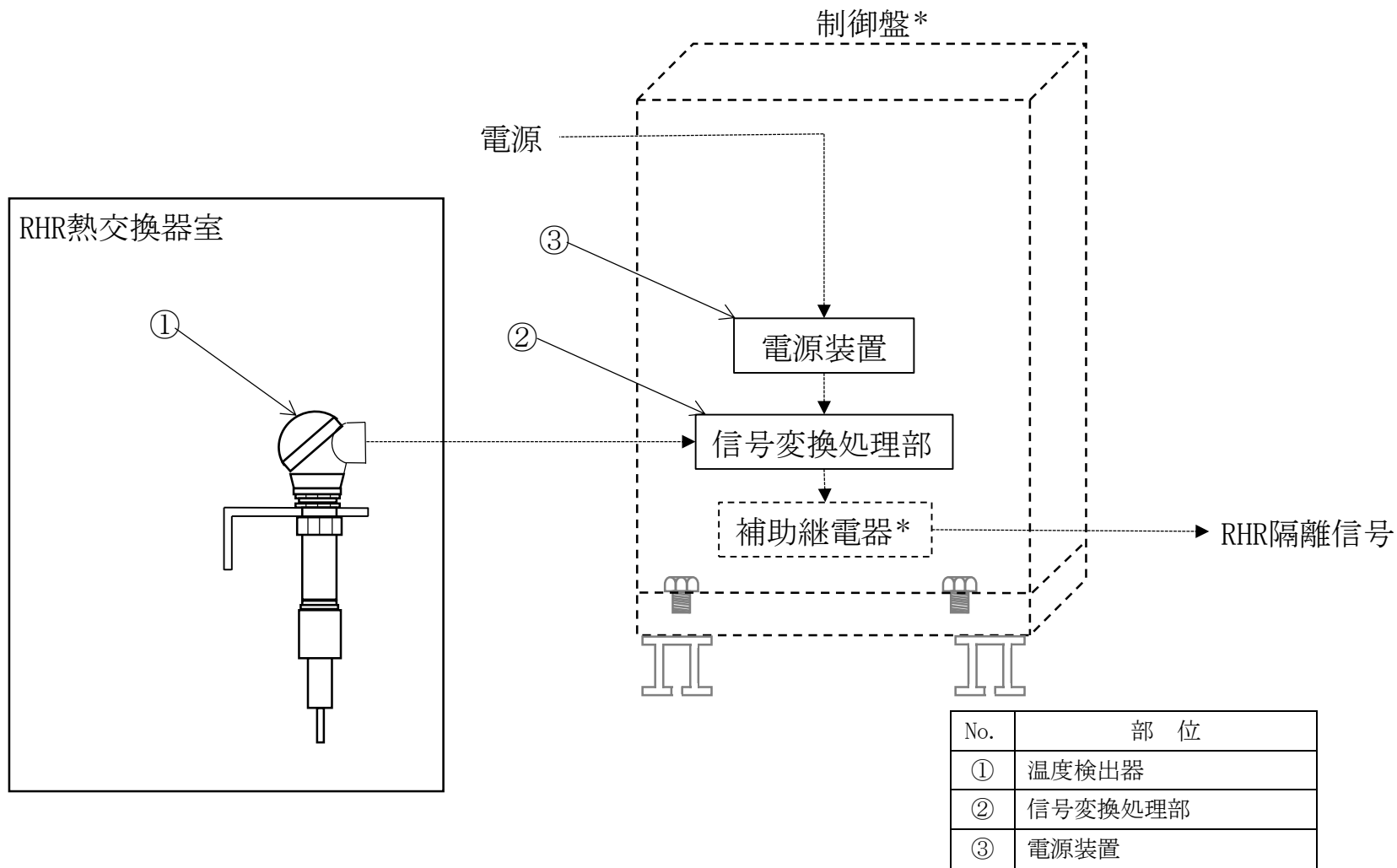
(1) 構造

RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）は、温度検出器を固定するサポート及び計器支持材、温度に対応した電気信号を出力する温度検出器、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、機器を支持するための取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）の構成図を図 2.1-7 に、温度検出器サポートの構成図を図 2.1-8 に示す。

(2) 材料及び使用条件

RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）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。



* 制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-7 RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）構成図

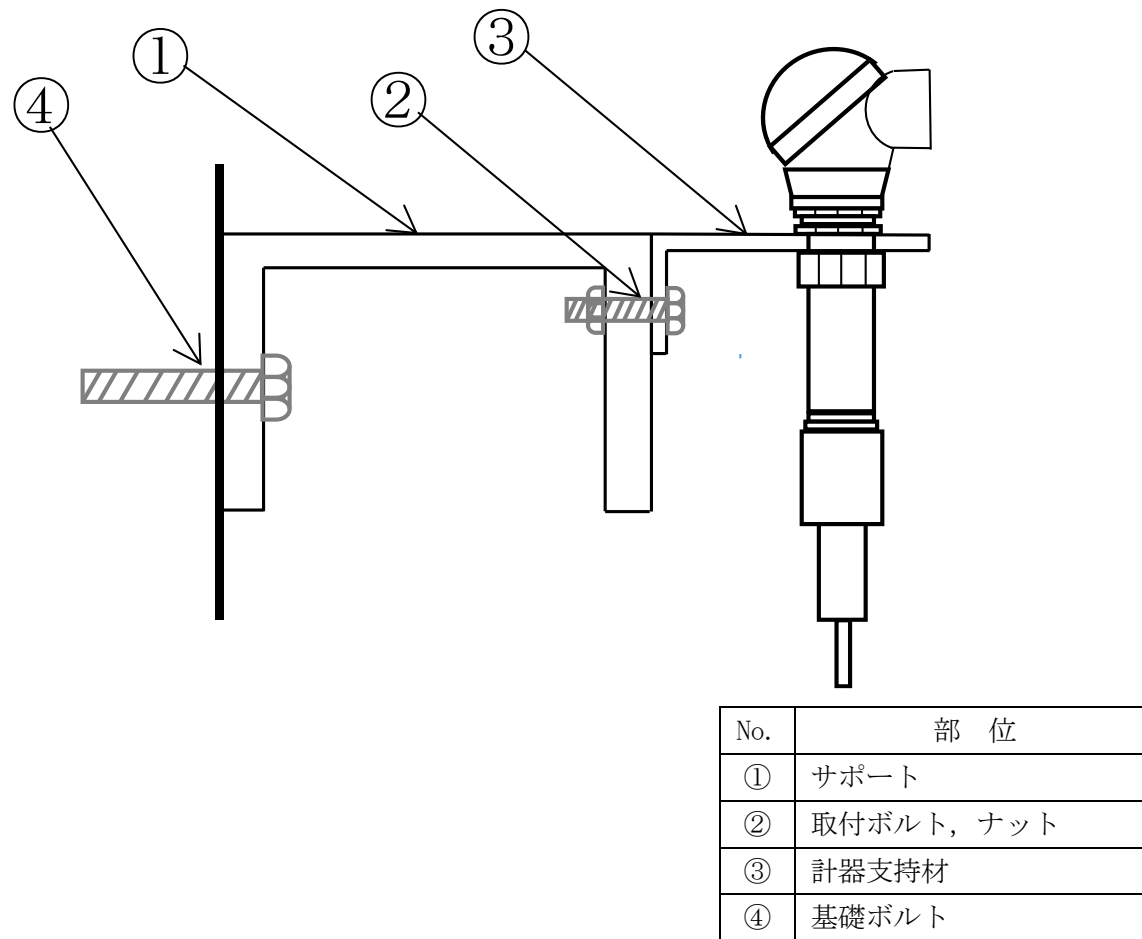


図 2.1-8 温度検出器サポート構成図

表 2.1-7 RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）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）	銅，絶縁材（MgO）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
	電源装置	半導体，可変抵抗器，電解コンデンサ*1 他
機器の支持	サポート	炭素鋼（SS400）
	取付ボルト，ナット	ステンレス鋼（SUS304），炭素鋼（SS400）
	計器支持材	炭素鋼（SS400）
	基礎ボルト	炭素鋼（SS400），樹脂*2

*1：定期取替品

*2：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-8 RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）の使用条件

設置場所	RHR 熱交換器室	中央制御室
周囲温度	66 °C以下*1	26 °C以下*2

*1：RHR 熱交換器室の設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.5 HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度

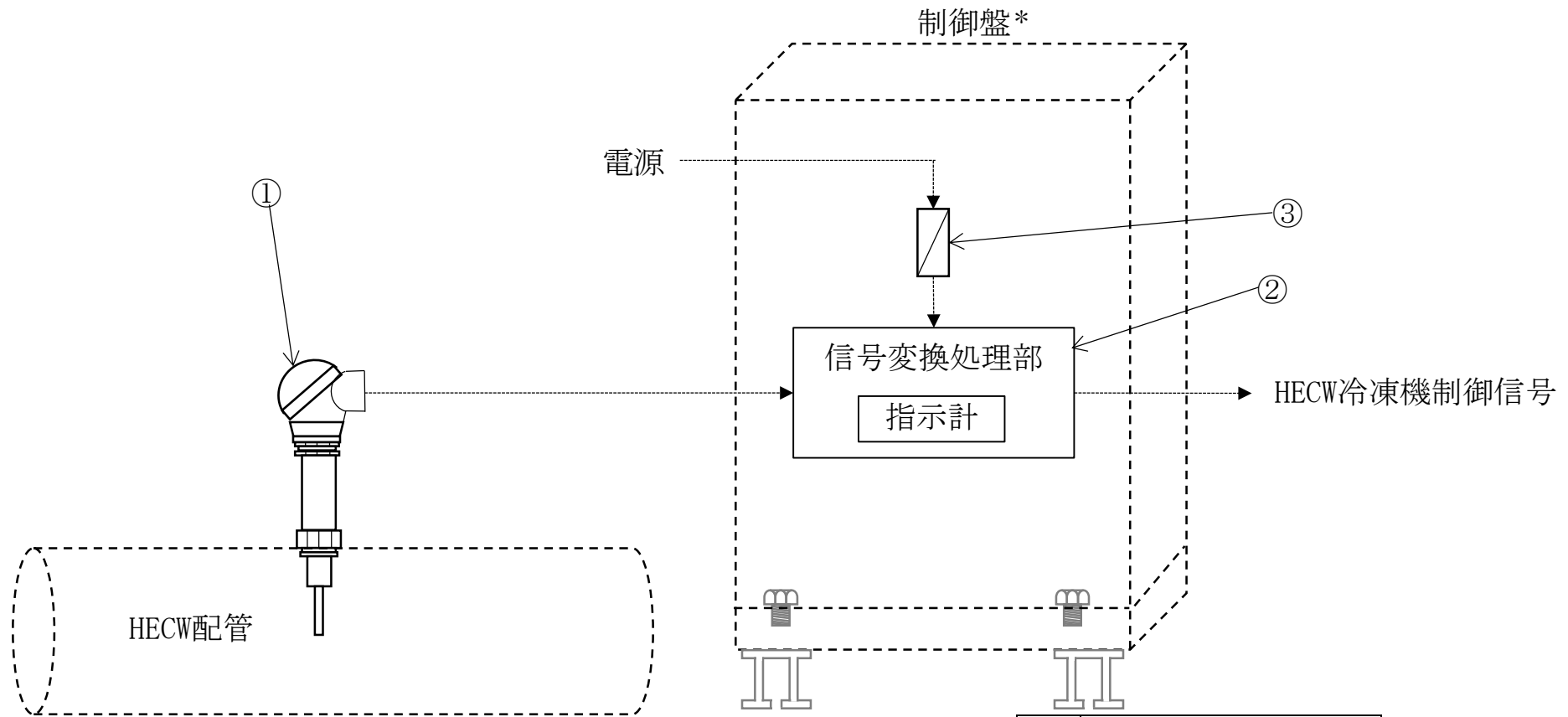
(1) 構造

HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度は、HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度を検出してオン・オフ信号に変換する温度検出器、信号変換処理及び指示を行う信号変換処理部、その他電気回路構成部品であるヒューズ等で構成されている。

HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度の構成図を図 2.1-9 に示す。

(2) 材料及び使用条件

HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度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	温度検出器
②	信号変換処理部
③	ヒューズ

*制御盤は操作制御盤で評価

図 2.1-9 HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度構成図

表 2.1-9 HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度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（測温抵抗体式）	白金，絶縁体（MgO）他
	信号変換処理部	半導体，可変抵抗器， 電解コンデンサ*他
	ヒューズ	（消耗品）

*：定期取替品

表 2.1-10 HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度の使用条件

設置場所	原子炉建屋
周囲温度	40 °C以下*

*：原子炉建屋の設計値

2.1.6 HECW 冷凍機主電動機巻線温度

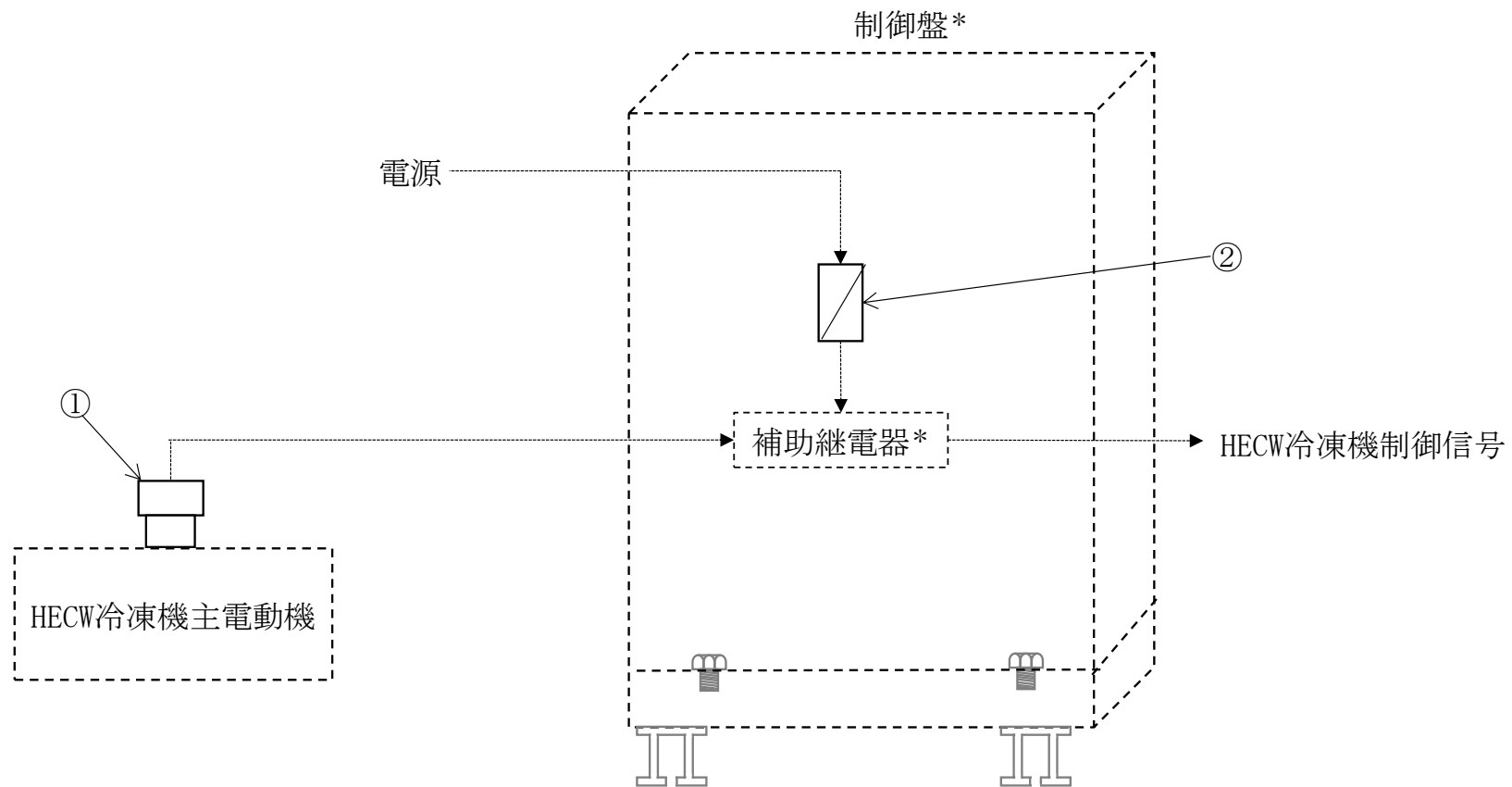
(1) 構造

HECW 冷凍機主電動機巻線温度は、HECW 冷凍機主電動機巻線温度を検出してオン・オフ信号に変換する温度検出器，その他電気回路構成品であるヒューズ等で構成されている。

HECW 冷凍機主電動機巻線温度の構成図を図 2.1-10 に示す。

(2) 材料及び使用条件

HECW 冷凍機主電動機巻線温度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	温度検出器
②	ヒューズ

* 制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-10 HECW 冷凍機主電動機巻線温度構成図

表 2.1-11 HECW 冷凍機主電動機巻線温度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 (バイメタル式)	軟銅, ニッケルメッキ他
	ヒューズ	(消耗品)

表 2.1-12 HECW 冷凍機主電動機巻線温度の使用条件

設置場所	原子炉建屋
周囲温度	40 °C以下*

* : 原子炉建屋の設計値

2.1.7 RHR ポンプ出口流量

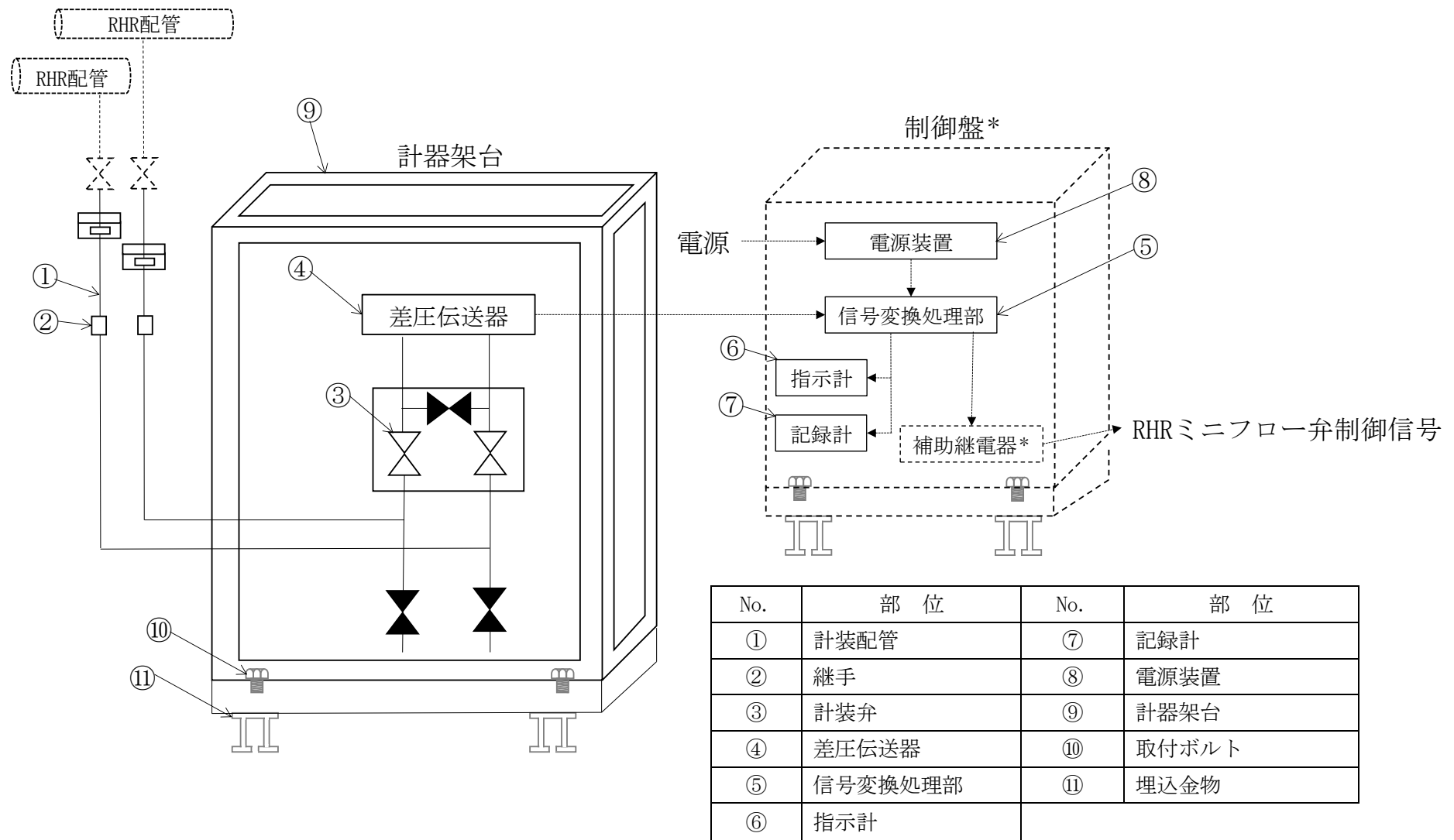
(1) 構造

RHR ポンプ出口流量は、RHR ポンプ出口流量を伝達する計装配管、計装弁及び継手、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、差圧伝送器と計装弁を取り付け固定する計器架台、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部品である指示計及び記録計、機器を支持するための取付ボルト、基礎ボルト及び埋込金物等で構成されている。

RHR ポンプ出口流量の構成図を図 2.1-11 に、計装配管サポートの構成図を図 2.1-12 に示す。

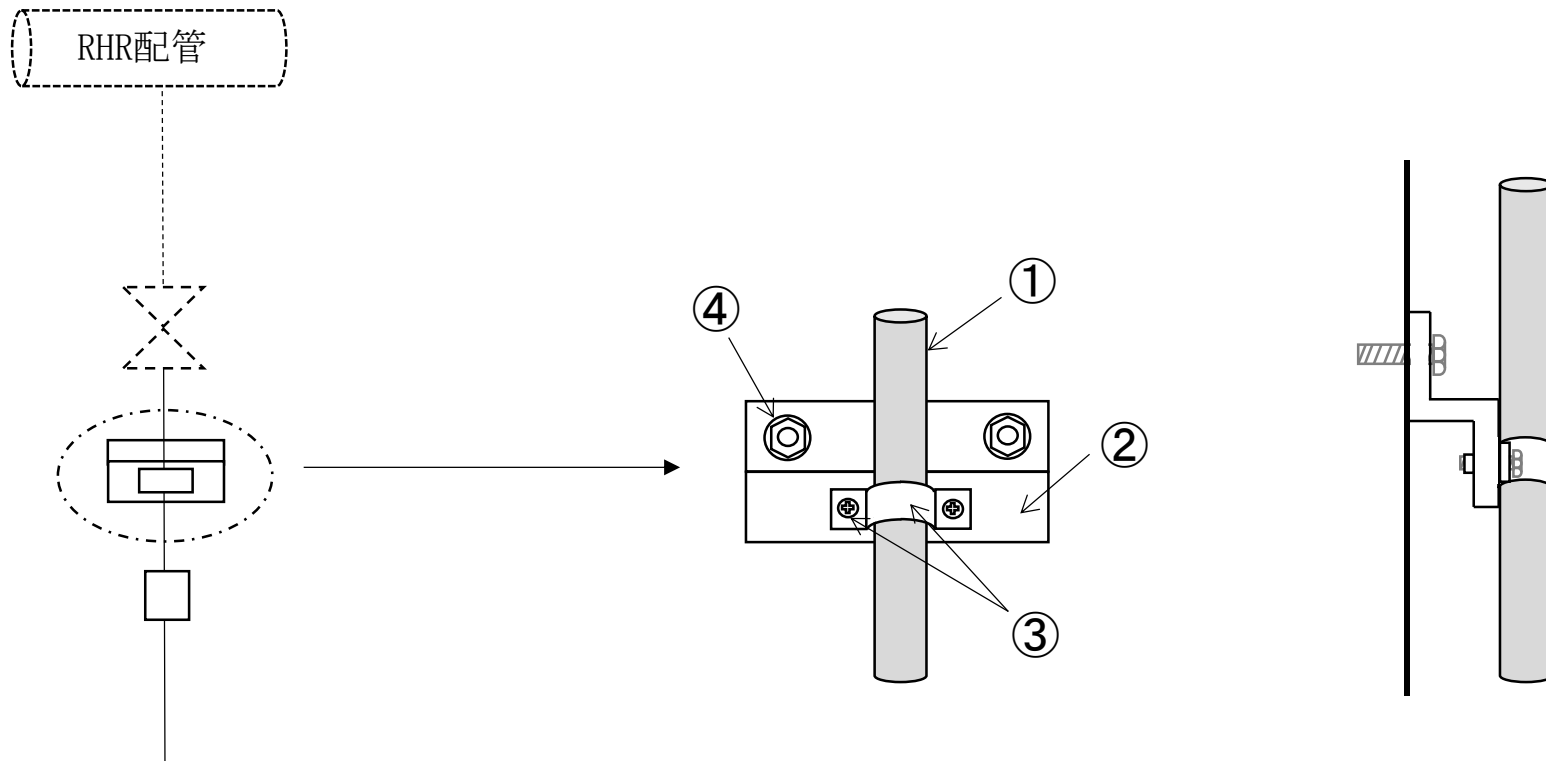
(2) 材料及び使用条件

RHR ポンプ出口流量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。



*制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-11 RHR ポンプ出口流量構成図



No.	部 位
①	計装配管
②	サポート
③	取付ボルト, ナット
④	基礎ボルト

図 2.1-12 計装配管サポート構成図

表 2.1-13 RHR ポンプ出口流量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 (SUS304)
	継手	ステンレス鋼 (SUS304)
	計装弁	ステンレス鋼 (SUS304, SUS306)
	差圧伝送器 (ダイヤフラム式)	ステンレス鋼 (SUS316L), 可変抵抗器, オリング*1他
	信号変換処理部	半導体, 可変抵抗器, 電解コンデンサ*2他
	指示計	銅他
	記録計	モータ, 半導体, 電解コンデンサ*2, 電子部品他
	電源装置	半導体, 可変抵抗器, 電解コンデンサ*2他
機器の支持	サポート	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト, ナット	ステンレス鋼 (SUS304), 炭素鋼 (SS400)
	計器架台	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS400), 樹脂*3
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

*1 : 消耗品 (気密材)

*2 : 定期取替品

*3 : 後打ちケミカルアンカ

表 2.1-14 RHR ポンプ出口流量の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40 °C以下*1	26 °C以下*2

*1 : 原子炉建屋の設計値

*2 : 中央制御室の設計値

2.1.8 スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）

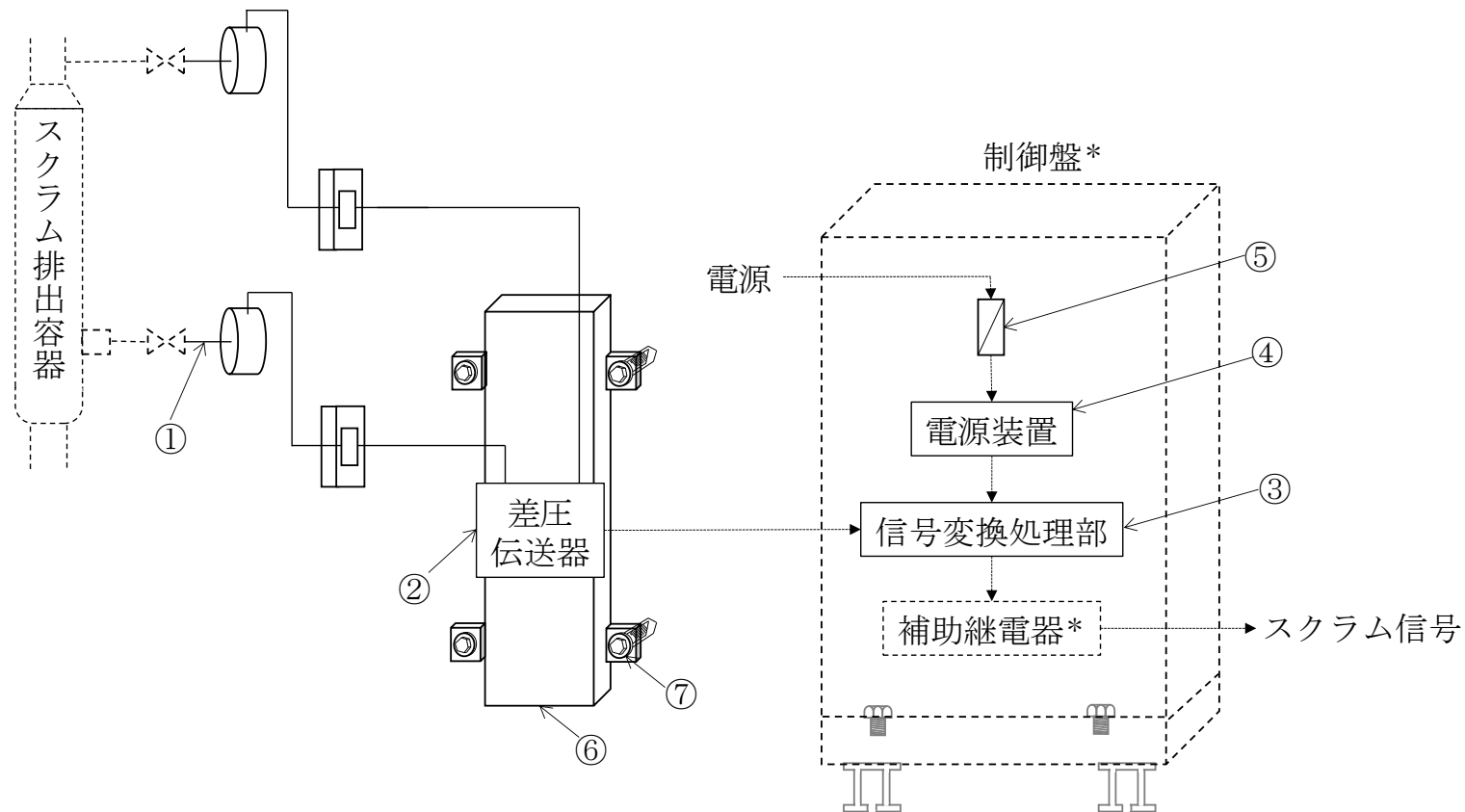
(1) 構造

スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）は、スクラム排出容器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、水位を検出して電気信号に変換する差圧伝送器、差圧伝送器を取り付け固定する計器架台、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ヒューズ、機器を支持するための取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）の構成図を図 2.1-13 に、計装配管サポートの構成図を図 2.1-14 に示す。

(2) 材料及び使用条件

スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）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	No.	部 位
①	計装配管	⑤	ヒューズ
②	差圧伝送器	⑥	計器架台
③	信号変換処理部	⑦	基礎ボルト
④	電源装置		

*制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-13 スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）構成図

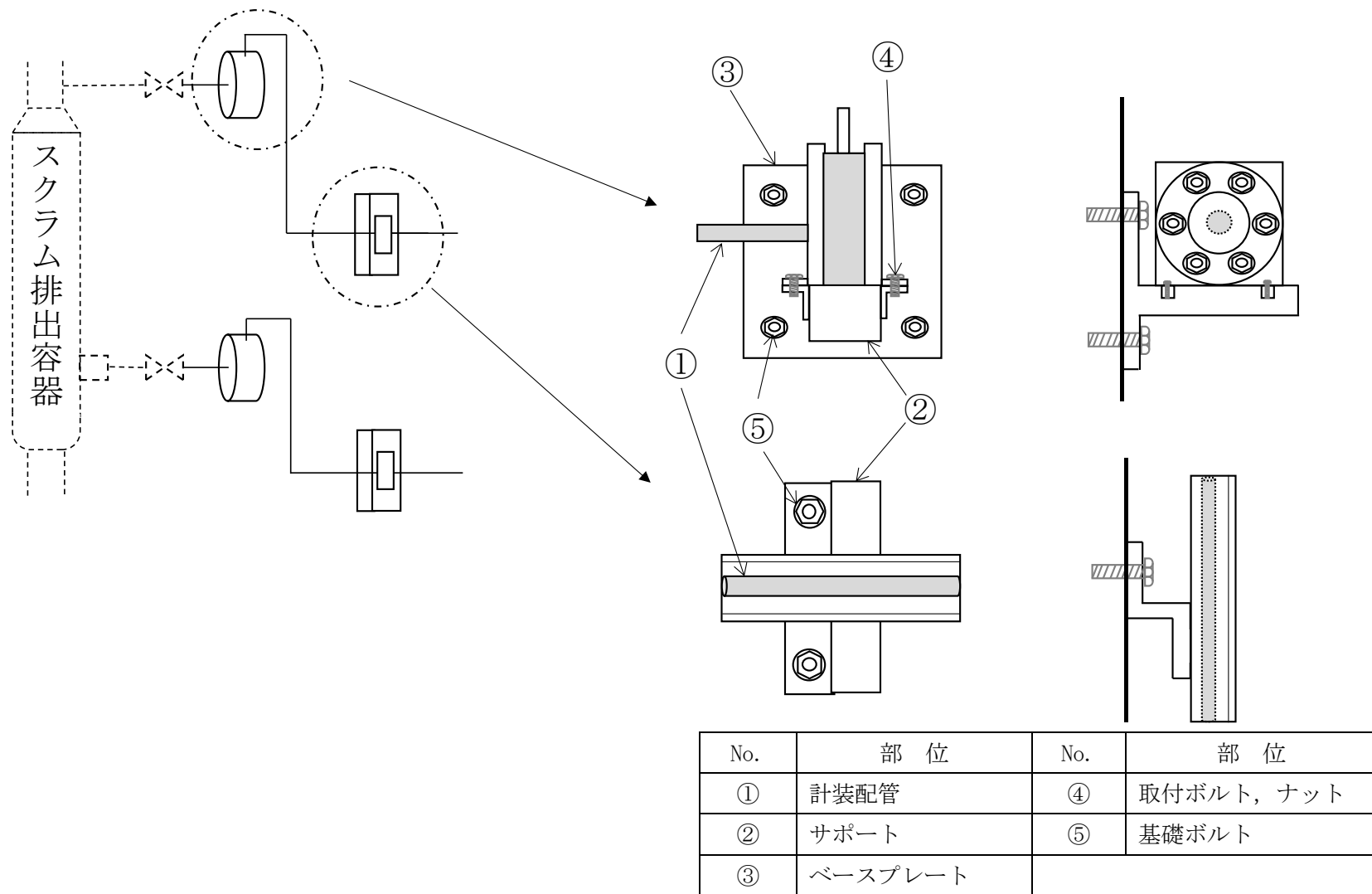


図 2.1-14 計装配管サポート構成図

表 2.1-15 スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）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）
	差圧伝送器 （ダイヤフラム式）	ステンレス鋼（SUS316L）， 可変抵抗器他
	信号変換処理部	半導体，可変抵抗器， 電解コンデンサ*1 他
	電源装置	半導体，可変抵抗器， 電解コンデンサ*1 他
	ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	サポート	炭素鋼（SS400）
	ベースプレート	炭素鋼（SS400）
	取付ボルト，ナット	ステンレス鋼（SUS304）， 炭素鋼（SS400）
	計器架台	炭素鋼（SS400）
	基礎ボルト	炭素鋼（SS400），樹脂*2

*1：定期取替品

*2：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-16 スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40 °C以下*1	26 °C以下*2

*1：原子炉建屋の設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.9 スクラム排出容器水位（フロート式）

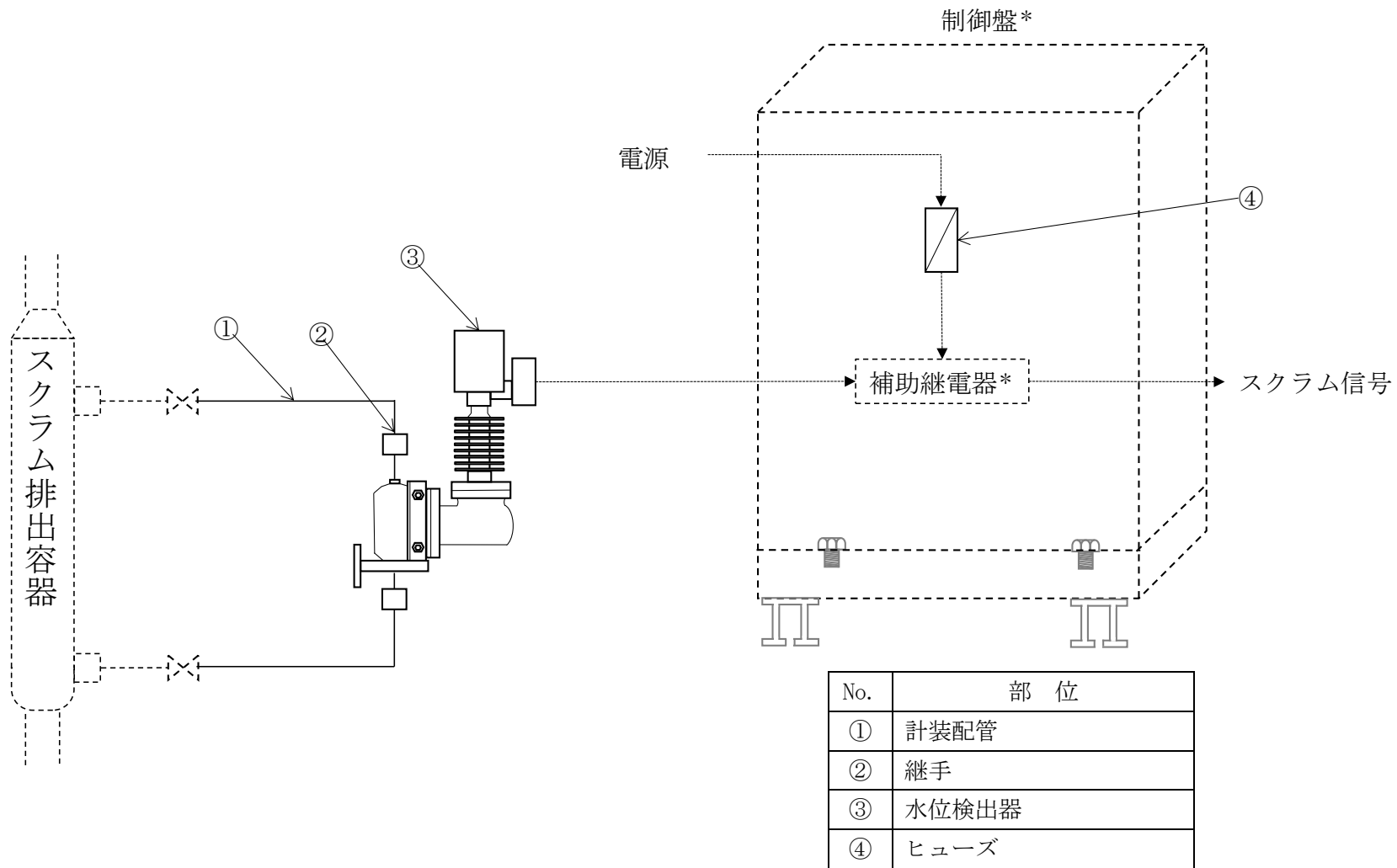
(1) 構造

スクラム排出容器水位（フロート式）は、スクラム排出容器の水位を伝達する計装配管及び継手、水位検出器を固定するサポート、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ヒューズ、機器を支持するための取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

スクラム排出容器水位（フロート式）の構成図を図 2.1-15 に、水位検出器サポートの構成図を図 2.1-16 に示す。

(2) 材料及び使用条件

スクラム排出容器水位（フロート式）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。



*制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-15 スクラム排出容器水位（フロート式）構成図

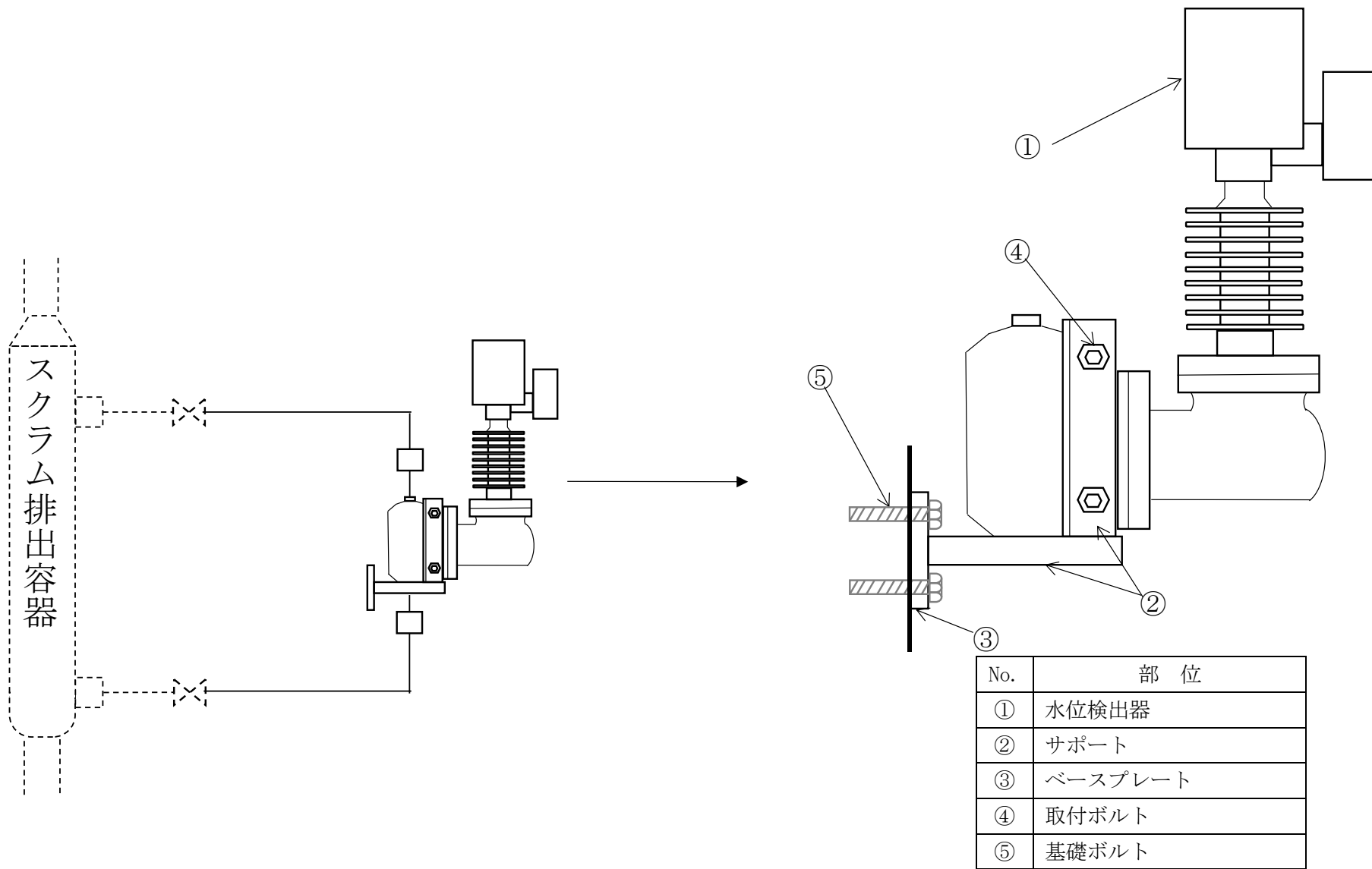


図 2.1-16 水位検出器サポート構成図

表 2.1-17 スクラム排出容器水位（フロート式）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（STPT42）
	継手	ステンレス鋼（SUS304, SUS306）
	水位検出器（フロート式）	ステンレス鋼（SCS13）他
	ヒューズ	（消耗品）
機器の支持	サポート	炭素鋼（SS400）
	ベースプレート	炭素鋼（SS400）
	取付ボルト	炭素鋼（SS400）
	基礎ボルト	炭素鋼（SS400），樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-18 スクラム排出容器水位（フロート式）の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40 °C以下*1	26 °C以下*2

*1：原子炉建屋の設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.10 中間領域モニタ

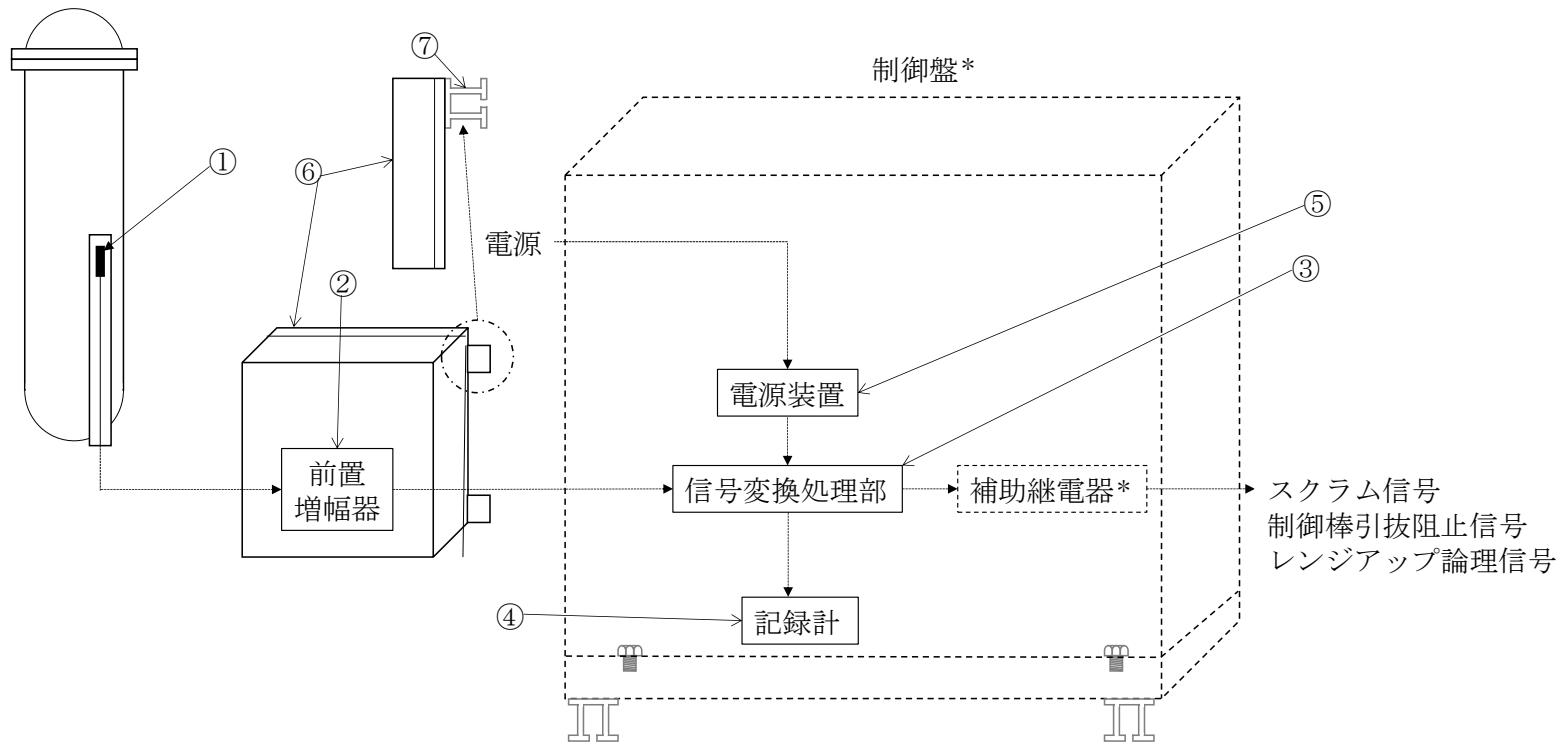
(1) 構造

中間領域モニタは、中性子束に対応した電気信号を出力する IRM 検出器，検出器からの信号増幅を行う前置増幅器，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記録計，機器を支持するための筐体及び埋込金物等で構成されている。

中間領域モニタの構成図を図 2.1-17 に示す。

(2) 材料及び使用条件

中間領域モニタ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	No.	部 位
①	IRM 検出器	⑤	電源装置
②	前置増幅器	⑥	筐体
③	信号変換処理部	⑦	埋込金物
④	記録計		

*制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-17 中間領域モニタ構成図

表 2.1-19 中間領域モニタ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	IRM 検出器 (核分裂電離箱式)	(定期取替品)
	前置増幅器	半導体, 抵抗器他
	信号変換処理部	半導体, 可変抵抗器, 電解コンデンサ*他
	記録計	モータ, 半導体, 電解コンデンサ*, 電子部品他
機器の支持	電源装置	半導体, 可変抵抗器, 電解コンデンサ*他
	筐体	炭素鋼 (SS400)
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

* : 定期取替品

表 2.1-20 中間領域モニタの使用条件

設置場所	原子炉压力容器	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	302 °C以下*1	40 °C以下*2	26 °C以下*3

*1 : 原子炉压力容器の設計値

*2 : 原子炉建屋の設計値

*3 : 中央制御室の設計値

2.1.11 主蒸気管モニタ

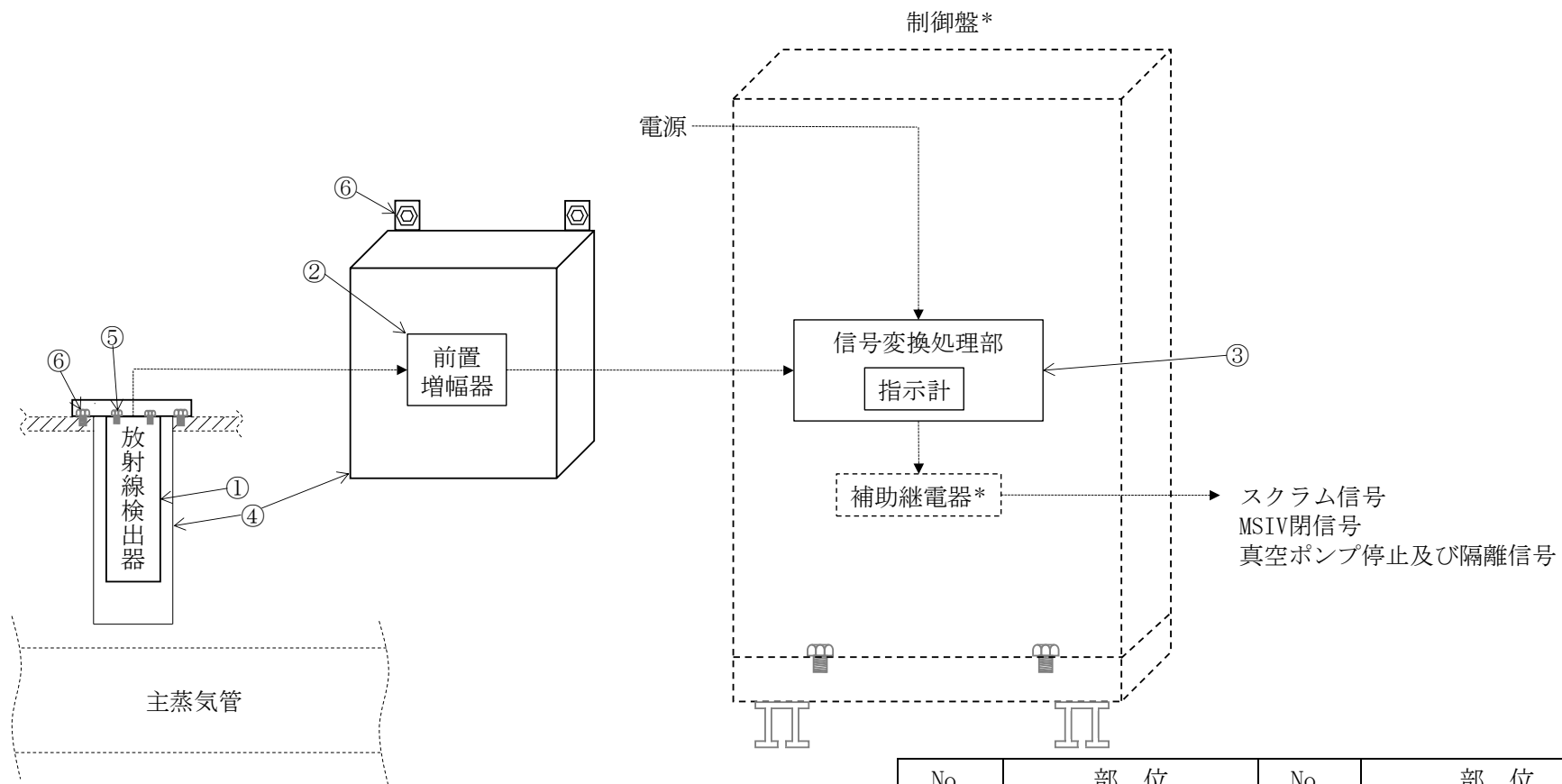
(1) 構造

主蒸気管モニタは、主蒸気管の放射線に対応した電気信号を出力する放射線検出器、検出器からの信号増幅を行う前置増幅器、信号変換処理及び指示を行う信号変換処理部、機器を支持するための筐体、取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

主蒸気管モニタの構成図を図 2.1-18 に示す。

(2) 材料及び使用条件

主蒸気管モニタ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	No.	部 位
①	放射線検出器	④	筐体
②	前置増幅器	⑤	取付ボルト
③	信号変換処理部	⑥	基礎ボルト

* 制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-18 主蒸気管モニタ構成図

表 2.1-21 主蒸気管モニタ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	半導体, 可変抵抗器, 電解コンデンサ*1 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	筐体	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS400), 樹脂*2

*1: 定期取替品

*2: 後打ちケミカルアンカ

表 2.1-22 主蒸気管モニタの使用条件

設置場所	MSIV・SRV 補修室	中央制御室
周囲温度	60 °C以下*1	26 °C以下*2

*1: 主蒸気トンネル室の設計値

*2: 中央制御室の設計値

2.1.12 原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ

(1) 構造

原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタは、原子炉棟・タービン建屋換気空調系の放射線を検出する放射線検出器、放射線検出器を固定するための計器架台、信号変換処理及び指示を行う信号変換処理部、機器を支持するための取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタの構成図を図 2.1-19 に示す。

(2) 材料及び使用条件

原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ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。

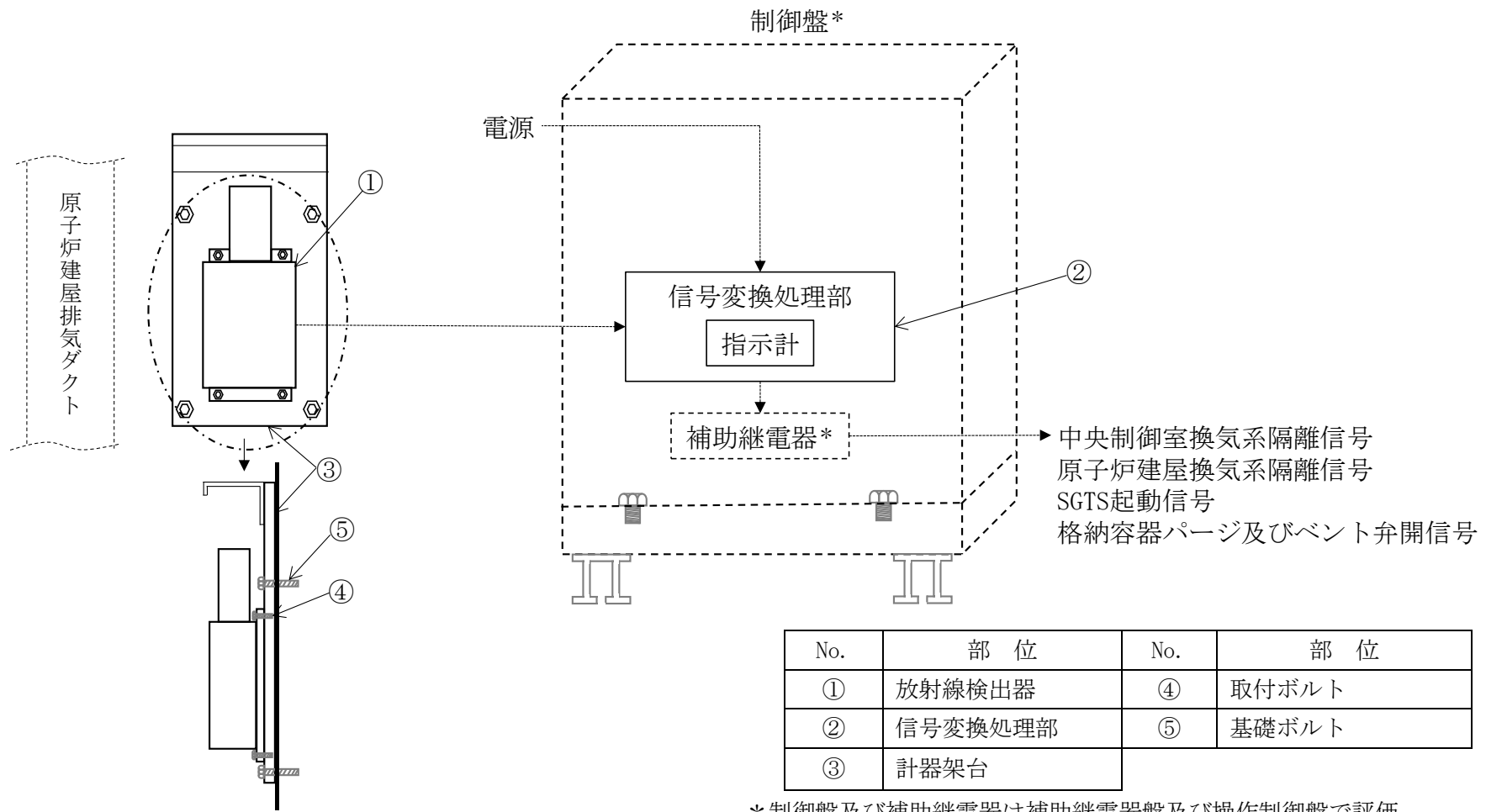


図 2.1-19 原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ構成図

表 2.1-23 原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ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，可変抵抗器， 電解コンデンサ*1 他
機器の支持	計器架台	炭素鋼(SS400)
	取付ボルト	炭素鋼(SS400)
	基礎ボルト	炭素鋼(SS400)，樹脂*2

*1：定期取替品

*2：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-24 原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタの使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40 °C以下*1	26 °C以下*2

*1：原子炉建屋の設計値

*2：中央制御室の設計値

2.1.13 地震加速度

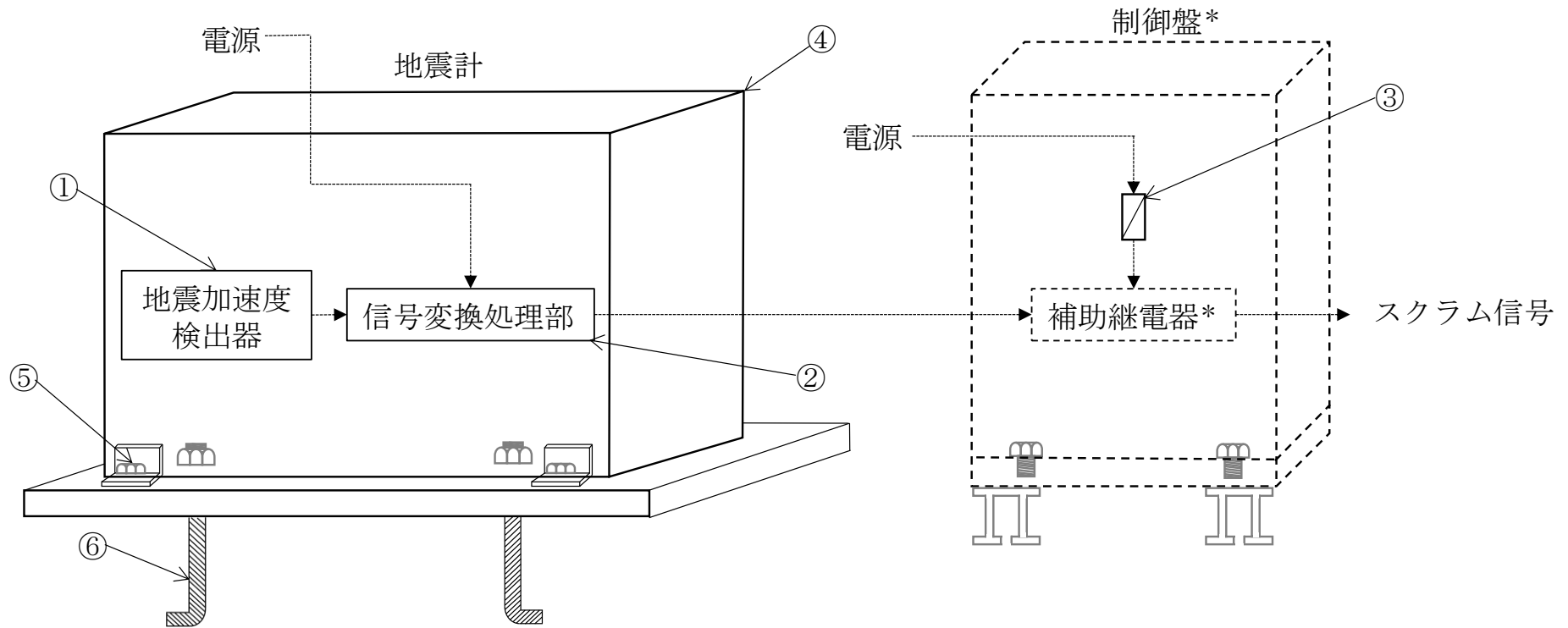
(1) 構造

地震加速度は、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、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ヒューズ、機器を支持するための筐体、取付ボルト及び基礎ボルト等で構成されている。

地震加速度の構成図を図 2.1-20 に示す。

(2) 材料及び使用条件

地震加速度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
①	地震加速度検出器	④	筐体
②	信号変換処理部	⑤	取付ボルト
③	ヒューズ	⑥	基礎ボルト

*制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-20 地震加速度構成図

表 2.1-25 地震加速度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
	信号変換処理部	抵抗他
	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
	基礎ボルト	炭素鋼, 樹脂*

* : 後打ちケミカルアンカ

表 2.1-26 地震加速度の使用条件

設置場所	原子炉建屋	中央制御室
周囲温度	40 °C以下*1	26 °C以下*2

*1 : 原子炉建屋の設計値

*2 : 中央制御室の設計値

2.1.14 ディーゼル発電機過速度

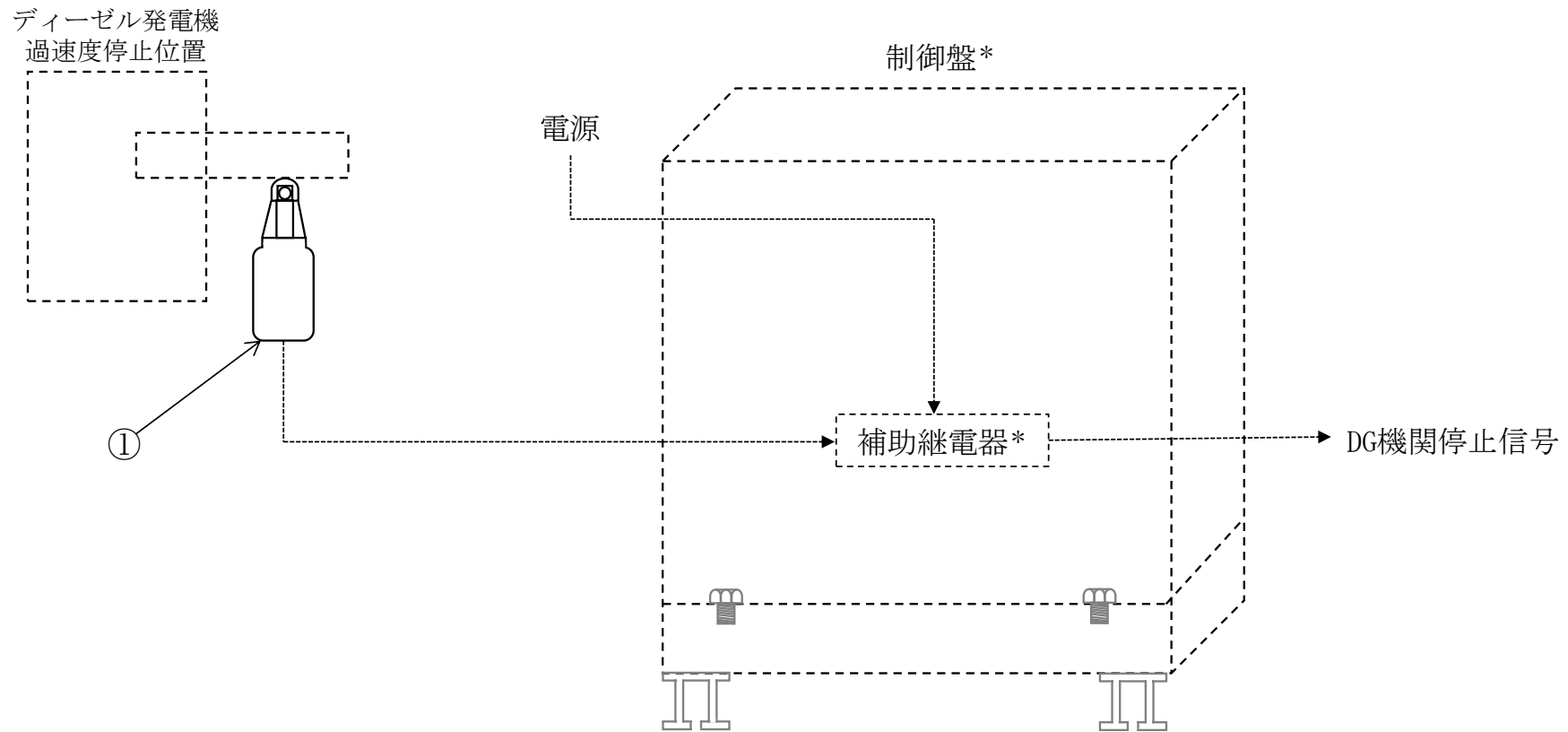
(1) 構造

ディーゼル発電機過速度は、ディーゼル発電機過速度を機械的に検出する位置検出器等で構成されている。

ディーゼル発電機過速度の構成図を図 2.1-21 に示す。

(2) 材料及び使用条件

ディーゼル発電機過速度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
①	位置検出器 (リミットスイッチ式)

*制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-21 ディーゼル発電機過速度構成図

表 2.1-27 ディーゼル発電機過速度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)	アルミダイカスト, 銀他

表 2.1-28 ディーゼル発電機過速度の使用条件

設置場所	D/G 室
周囲温度	45 °C以下*

* : D/G 室の設計値

2.1.15 HECW 冷凍機電流

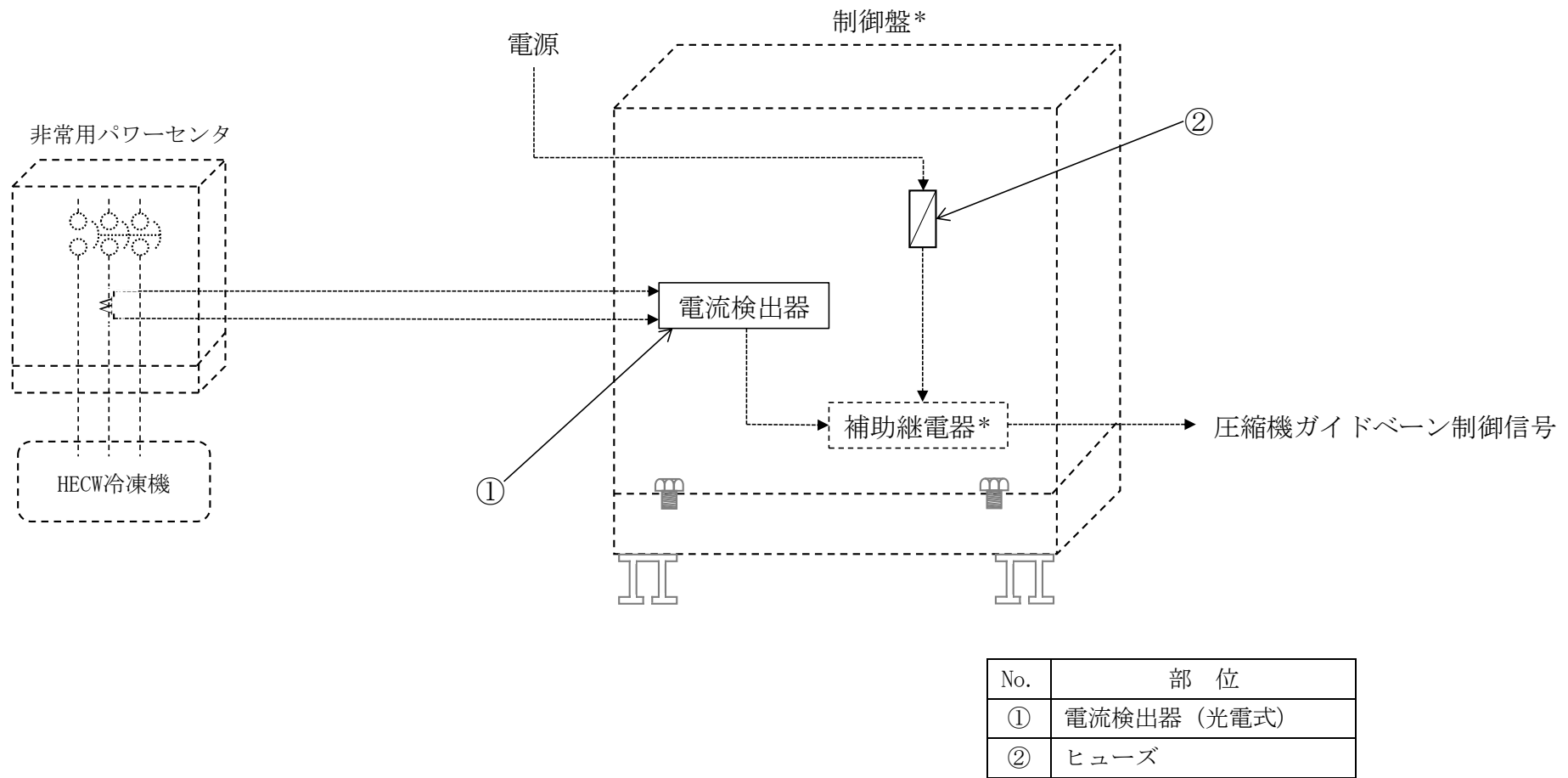
(1) 構造

HECW 冷凍機電流は、HECW 冷凍機の電流を検出する電流検出器、その他電気回路構成品であるヒューズ等で構成されている。

HECW 冷凍機電流の構成図を図 2.1-22 に示す。

(2) 材料及び使用条件

HECW 冷凍機電流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。



*制御盤及び補助継電器は補助継電器盤及び操作制御盤で評価

図 2.1-22 HECW 冷凍機電流構成図

表 2.1-29 HECW 冷凍機電流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	電流検出器（光電式）	半導体，銀，銅他
	ヒューズ	（消耗品）

表 2.1-30 HECW 冷凍機電流の使用条件

設置場所	原子炉建屋
周囲温度	40 °C以下*

*：原子炉建屋の設計値

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

計測装置の機能である計測機能の達成に必要な項目としては、以下のとおり。

- ・ 信号伝達
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで個々の部位の材料、構造、使用条件（設置場所、周囲温度）及び現在までの運転経験等を考慮し、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。（表 2.2-1 で○，または△，▲）

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ヒューズ及びOリングは消耗品で、IRM 検出器及び電解コンデンサは定期取替品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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) 温度検出器の絶縁特性低下 [RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）及び HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度]

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. 差圧伝送器，圧力検出器，温度検出器，前置増幅器，放射線検出器，位置検出器，地震加速度検出器及び電流検出器の特性変化 [RCW 差圧，機関付清水ポンプ出口圧力，HECW 冷凍機潤滑油圧力，HECW 冷凍機主電動機巻線温度，RHR ポンプ出口流量，スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式），中間領域モニタ，主蒸気管モニタ，原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ，ディーゼル発電機過速度，地震加速度，HECW 冷凍機電流]

RCW 差圧，RHR ポンプ出口流量及びスクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）の差圧伝送器，機関付清水ポンプ出口圧力及び HECW 冷凍機潤滑油圧力の圧力検出器，HECW 冷凍機主電動機巻線温度の温度検出器，中間領域モニタ及び主蒸気管モニタの前置増幅器，主蒸気管モニタ及び原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタの放射線検出器，ディーゼル発電機過速度の位置検出器，地震加速度の地震加速度検出器，HECW 冷凍機電流の電流検出器は，長期間の使用に伴い変形や電気回路部の可変抵抗器の導通不良に起因して，特性が変化する可能性がある。特性変化に関しては，点検において特性試験（入出力試験，ループ試験）を実施し，特性が精度内であることを確認している。

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ことから，高経年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. 信号変換処理部の特性変化 [RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度），HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度，RHR ポンプ出口流量，スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式），中間領域モニタ，主蒸気管モニタ，原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ，地震加速度]

RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度），HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度，RHR ポンプ出口流量，スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式），中間領域モニタ，主蒸気管モニタ，原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ及び地震加速度の信号変換処理部は，電解コンデンサ等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった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，大きな劣化をきたす前に取替を行っている。

また，電気回路の不良として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，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小さい。

さらに，点検時に信号変換処理部を含む各装置の特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

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ことから，高経年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. 指示計の特性変化 [RHR ポンプ出口流量]

RHR ポンプ出口流量の指示計は、長期間の使用に伴い入出力特性に誤差が生じ、精度が確保できなくなる可能性があるが、これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

また、点検時に特性試験にて特性を確認し、異常が確認された場合には取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 水位検出器の特性変化 [スクラム排出容器水位 (フロート式)]

スクラム排出容器水位 (フロート式) の水位検出器は、検出部の汚損により特性が変化し精度が確保できなくなる可能性があるが、点検時に検出部の清掃・手入れを行い汚損がないことを確認することで健全性が確保されることから、検出部の汚損による特性変化の可能性は小さい。

また、点検時に検出器を含む各装置の特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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、水位検出器及び位置検出器の導通不良 [機関付清水ポンプ出口圧力、HECW 冷凍機潤滑油圧力、スクラム排出容器水位 (フロート式)、ディーゼル発電機過速度]

機関付清水ポンプ出口圧力、HECW 冷凍機潤滑油圧力の圧力検出器、スクラム排出容器水位 (フロート式) の水位検出器、ディーゼル発電機過速度の位置検出器は、接点に付着する埃等と接点表面に形成される酸化被膜により導通不良の可能性があるが、屋内空調環境に設置されていることから、埃等の付着量及び酸化被膜量とも極わずかな量であり、導通不良の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を実施し健全であることを確認している。

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ことから、高経年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. 計装配管サポート、温度検出器サポート及び水位検出器サポートの腐食（全面腐食）
[RCW 差圧、機関付清水ポンプ出口圧力、HECW 冷凍機潤滑油圧力、RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）、RHR ポンプ出口流量、スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）、スクラム排出容器水位（フロート式）]

RCW 差圧、機関付清水ポンプ出口圧力、HECW 冷凍機潤滑油圧力及び RHR ポンプ出口流量の計装配管のサポート及びナット、スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）の計装配管のサポート、ベースプレート及びナット、RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）のサポート、計器支持材及びナット、スクラム排出容器水位（フロート式）のサポート及びベースプレートは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、サポート、ベースプレート、ナット及び計器支持材は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 計器架台の腐食（全面腐食）[RCW 差圧、機関付清水ポンプ出口圧力、HECW 冷凍機潤滑油圧力、RHR ポンプ出口流量、スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）、原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ]

RCW 差圧、機関付清水ポンプ出口圧力、HECW 冷凍機潤滑油圧力、RHR ポンプ出口流量、スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）及び原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタの計器架台は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、計器架台表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）[RCW 差圧、機関付清水ポンプ出口圧力、HECW 冷凍機潤滑油圧力、RHR ポンプ出口流量、スクラム排出容器水位（フロート式）、主蒸気管モニタ、原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ、地震加速度]

RCW 差圧、機関付清水ポンプ出口圧力、HECW 冷凍機潤滑油圧力、RHR ポンプ出口流量、スクラム排出容器水位（フロート式）、主蒸気管モニタ、原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ及び地震加速度の取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルトは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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）[中間領域モニタ，主蒸気管モニタ，地震加速度]
中間領域モニタ及び主蒸気管モニタの前増幅器及び地震加速度の筐体は，炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，筐体の外表面は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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。
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ことから，高経年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. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度），スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式），スクラム排出容器水位（フロート式），主蒸気管モニタ，原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ，地震加速度，計装配管サポート]
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。
- k. 電源装置の特性変化[RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度），RHR ポンプ出口流量，スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式），中間領域モニタ]
電源装置は，半導体等の使用部品の劣化に伴う電気回路の不良による特性変化が想定されるが，点検時における特性試験により設備の健全性を確認している。
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ことから，高経年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. 記録計の特性変化[RHR ポンプ出口流量，中間領域モニタ]
記録計は，入力信号を指針の変化に変換し記録する計器であり，入出力特性に誤差が生じ，精度が確保できなくなる特性変化が想定されるが，これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。
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ことから，高経年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. 計装配管，継手及び計装弁の腐食（全面腐食）[HECW 冷凍機潤滑油圧力]
計装配管，継手及び計装弁は，銅であるため腐食の発生が想定されるが，銅は耐食性に優れており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。
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ことから，高経年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. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）、スクラム排出容器水位（ダイヤフラム式）、スクラム排出容器水位（フロート式）、主蒸気管モニタ、原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ、地震加速度、計装配管〕

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 (1/15) RCW 差圧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: Oリング *2: 後打ちケガレ *3: 樹脂の劣化	
	計装弁		ステンレス鋼									
	差圧伝送器 (ダイヤフラム式)	◎*1	ステンレス鋼他						△			
機器の支持	サポート		炭素鋼		△							
	取付ボルト, ナット		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
	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		
	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 (2/15) 機関付清水ポンプ出口圧力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	計装配管, 継手		ステンレス鋼								*1:後打ちケガレ *2:樹脂の劣化	
	計装弁		ステンレス鋼									
	圧力検出器 (ブルドン管式)		ステンレス鋼他					△	△			
機器の支持	サポート		炭素鋼		△							
	取付ボルト, ナット		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
	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		
	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 (3/15) HECW 冷凍機潤滑油圧力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	計装配管		銅		△						*1:後打ちがカクアツカ *2:樹脂の劣化	
	継手		銅		△							
	計装弁		銅		△							
	圧力検出器 (ペローズ式)		ステンレス鋼他					△	△			
	ヒューズ	◎										
機器の支持	サポート		炭素鋼		△							
	取付ボルト, ナット		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
	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		
	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 (4/15) RHR 熱交換器室漏えい (雰囲気温度) 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	温度検出器 (熱電対式)		銅, 絶縁材					○			*1:電解コンデンサ *2:後打ちケミカルカ *3:樹脂の劣化	
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 可変抵抗 器他							△		
	電源装置	◎*1	半導体, 可変抵抗 器他							△		
機器の支持	サポート		炭素鋼		△							
	取付ボルト, ナット		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
	計器支持材		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

△：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 (5/15) HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度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	温度検出器 (测温抵抗体式)		白金, 絶縁材他					○				*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）

表 2.2-1 (6 / 15) HECW 冷凍機主電動機巻線温度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 勞 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	温度検出器 (バイメタル式)		軟銅, ニッケル メッキ他								△	
	ヒューズ	◎										

△：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 (7/15) RHR ポンプ出口流量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	計装配管, 継手		ステンレス鋼									*1: Oリング *2: 電解コンデンサ *3: 後打ちがけ加圧カ *4: 樹脂の劣化
	計装弁		ステンレス鋼									
	差圧伝送器 (ダイヤフラム式)	◎*1	ステンレス鋼, 可変抵抗器他							△		
	信号変換処理部	◎*2	半導体, 可変抵抗器他							△		
	指示計		銅他							△		
	記録計	◎*2	モータ, 半導 体, 電子部品他							△		
	電源装置	◎*2	半導体, 可変抵抗器他							△		
機器の支持	サポート		炭素鋼		△							
	取付ボルト, ナット		ステンレス鋼, 炭素鋼		△							
	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*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 (8/15) スクラム排出容器水位 (ダイヤフラム式) 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		ステンレス鋼									*1:電解コンデンサ *2:後打ケミカル *3:樹脂の劣化
	差圧伝送器 (ダイヤフラム式)		ステンレス鋼, 可変抵抗器他							△		
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 可変抵抗器他							△		
	電源装置	◎*1	半導体, 可変抵抗器他							△		
	ヒューズ	◎										
機器の支持	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, 炭素鋼		△							
	計器架台		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 (9/15) スクラム排出容器水位（フロート式）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:後打ちがカルカ *2:樹脂の劣化
	水位検出器 (フロート式)		ステンレス鋼他						△	△		
	ヒューズ	◎										
機器の支持	サポート		炭素鋼		△							
	ベースプレート		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 (10/15) 中間領域モニタ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	IRM 検出器 (核分裂電離箱式)	◎										*1:電解コンデンサ
	前置増幅器		半導体, 抵抗器他							△		
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 可変抵抗器他							△		
	記録計	◎*1	モータ, 半導体, 電子部品他							△		
	電源装置	◎*1	半導体, 可変抵抗器他							△		
機器の支持	筐体		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 (11/15) 主蒸気管モニタ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 (イオンチェン式)		電離箱他								△	*1:電解コンデンサ *2:後打ちケカルカ *3:樹脂の劣化
	前置増幅器	◎*1	半導体, 可変抵抗器他								△	
	信号変換処理部	◎*1	半導体, 可変抵抗器他								△	
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 (12/15) 原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ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:後打ちケガレ *3:樹脂の劣化
	信号変換処理部	◎*1	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*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 (13/15) 地震加速度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	地震加速度検出器 (倒立振子式)		ステンレス鋼, 炭素鋼, 銅他							△		*1:後打ちが加アカ *2:樹脂の劣化
	信号変換処理部		抵抗他							△		
	ヒューズ	◎										
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*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 (14/15) ディーゼル発電機過速度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	位置検出器 (リミットスイッチ式)		アルミダイカスト, 銀他						△	△		

△：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）

表 2.2-1 (15/15) HECW 冷凍機電流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	電流検出器 (光電式)		半導体, 銀, 銅他								△	
	ヒューズ	◎										

△：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) 温度検出器の絶縁特性低下 [RHR 熱交換器室漏えい (雰囲気温度), HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度]

a. 事象の説明

温度検出器は、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、さらにエポキシ樹脂で絶縁素材を封止している構造となっており、そのエポキシ樹脂の経年劣化により、封止性が低下し、絶縁素材へ水分が浸入して絶縁特性低下を起こす可能性がある。

封止性が低下する可能性のある部位を図 2.3-1 に示す。

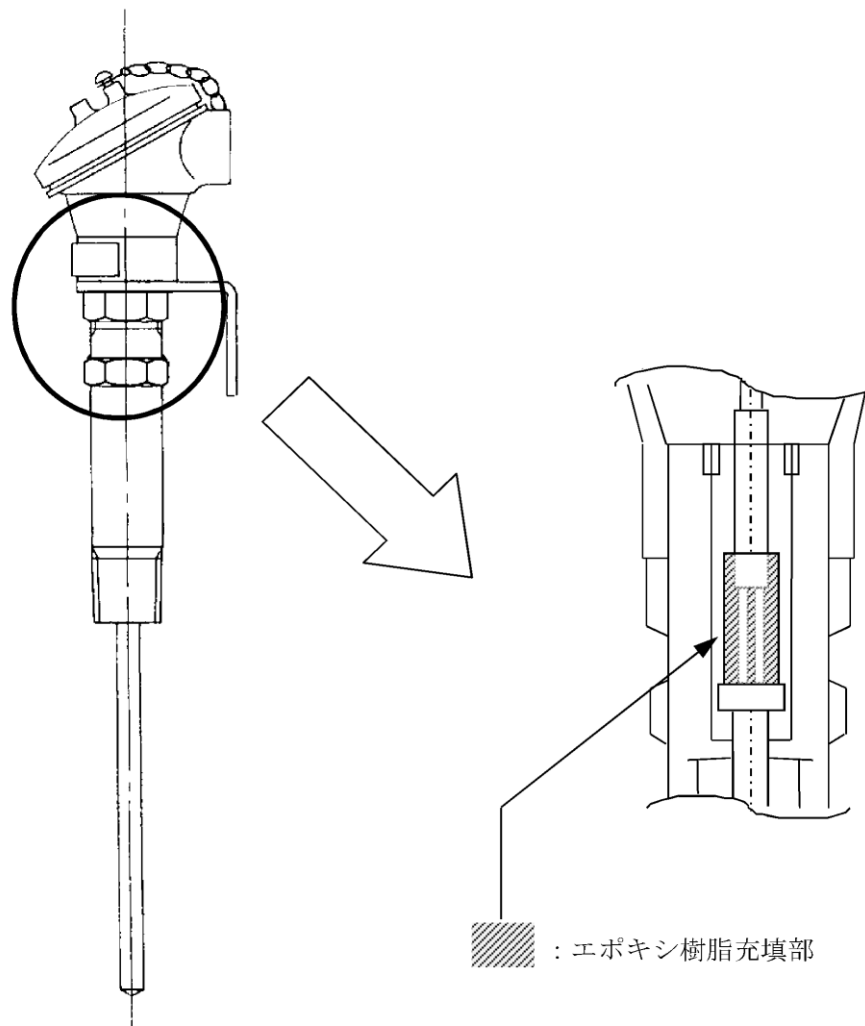


図 2.3-1 温度検出器の絶縁特性低下発生部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

温度検出器は、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。

エポキシ樹脂の経年劣化により封止性が低下し、絶縁素材へ水分が浸入して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温度検出器の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

温度検出器の絶縁特性低下に対しては、点検時に特性試験（常温試験及び絶縁抵抗測定）を実施し、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確認された場合には、温度検出器の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて温度検出器の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

温度検出器の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における特性試験（常温試験及び絶縁抵抗測定）で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

温度検出器の絶縁特性低下に対しては、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. 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。

- ・ 圧力計測装置
- ・ 温度計測装置
- ・ 流量計測装置
- ・ 水位計測装置
- ・ 中性子束計測装置
- ・ 放射線計測装置
- ・ 位置計測装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

(1) 温度検出器の絶縁特性低下 [温度計測装置]

代表機器同様、温度検出器は、エポキシ樹脂の経年劣化により封止性が低下し、絶縁素材へ水分が浸入して絶縁特性低下を起こす可能性がある。絶縁特性低下に対しては、点検時に特性試験（常温試験及び絶縁抵抗測定）を実施し、絶縁機能の健全性を確認している。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

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。

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. 圧力伝送器，差圧伝送器，圧力検出器，温度検出器，前置増幅器，放射線検出器及び位置検出器の特性変化〔圧力計測装置，温度計測装置，流量計測装置，水位計測装置，中性子束計測装置，放射線計測装置，位置計測装置〕

代表機器同様，圧力計測装置で使用される圧力伝送器，差圧伝送器及び圧力検出器，流量計測装置で使用される差圧伝送器，温度計測装置で使用される温度検出器，水位計測装置で使用される差圧伝送器の検出部（ダイヤフラム他），中性子束計測装置及び放射線計測装置で使用される前置増幅器，放射線計測装置で使用される放射線検出器，位置計測装置で使用される位置検出器は，長期間の使用に伴い変形や電気回路部の可変抵抗器の導通不良に起因して，特性が変化する可能性がある。特性変化に関しては，点検において特性試験（入出力試験及びループ試験）を実施し，特性が精度内であることを確認している。

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ことから，高経年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. 信号変換処理部の特性変化〔圧力計測装置，温度計測装置，流量計測装置，水位計測装置，中性子束計測装置，放射線計測装置〕

代表機器同様，圧力計測装置，温度計測装置，流量計測装置，水位計測装置，中性子束計測装置及び放射線計測装置の信号変換処理部は，電解コンデンサ等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった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，大きな劣化をきたす前に取替を行っている。

また，電気回路の不良として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，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小さい。

さらに，点検時に信号変換処理部を含む各装置の特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

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ことから，高経年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. 指示計の特性変化〔圧力計測装置，流量計測装置，水位計測装置，中性子束計測装置〕

代表機器同様，圧力計測装置，流量計測装置，水位計測装置及び中性子束計測装置の指示計は，長期間の使用に伴い入出力特性に誤差が生じ，精度が確保できなくなる可能性があるが，これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから，高経年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. 水位検出器の特性変化 [水位計測装置]

代表機器同様、水位計測装置の検出部（フロート式）は、汚損により特性が変化し精度が確保できなくなる可能性があるが、点検時に検出部の清掃・手入れを行い汚損がないことを確認することで健全性が確保されることから、検出部の汚損による特性変化の可能性は小さい。

また、点検時に検出器を含む各装置の特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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、水位検出器及び位置検出器の導通不良 [圧力計測装置、水位計測装置、位置計測装置]

代表機器同様、圧力計測装置の圧力検出器、水位計測装置の水位検出器、位置計測装置の位置検出器は接点に付着する埃等と接点表面に形成される酸化被膜により導通不良の可能性はあるが、屋内空調環境に設置されていることから、埃等の付着量及び酸化被膜量とも極わずかな量であり、導通不良の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を実施し健全であることを確認している。

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ことから、高経年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. 計装配管サポートの腐食（全面腐食） [圧力計測装置、流量計測装置、水位計測装置]

代表機器同様、圧力計測装置、流量計測装置及び水位計測装置の計装配管サポート、ベースプレート及びナットは、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、サポート、ベースプレート及びナットは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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 計器架台の腐食 [圧力計測装置、流量計測装置、水位計測装置、放射線計測装置]

代表機器同様、圧力計測装置、流量計測装置、水位計測装置及び放射線計測装置の計器架台は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、計器架台表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）[共通]
- 代表機器同様、計測装置の取付ボルトは、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルトは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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。
- 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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）[中性子束計測装置、放射線計測装置]
- 代表機器同様、中性子束計測装置及び放射線計測装置の前置増幅器の筐体は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。
- 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ことから、高経年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. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[圧力計測装置、温度計測装置、水位計測装置、放射線計測装置、計装配管サポート]
- 代表機器同様、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。
- k. 電源装置の特性変化[圧力計測装置、温度計測装置、流量計測装置、水位計測装置]
- 代表機器同様、電源装置は、半導体等の使用部品の劣化に伴う電気回路の不良による特性変化が想定されるが、点検時における特性試験により設備の健全性を確認している。
- 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ことから、高経年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. 記録計の特性変化[圧力計測装置、流量計測装置、水位計測装置、中性子束計測装置、放射線計測装置]
- 代表機器同様、記録計は、入力信号を指針の変化に変換し記録する計器であり、入出力特性に誤差が生じ、精度が確保できなくなる特性変化が想定されるが、これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。
- 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ことから、高経年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. 基礎ボルトの樹脂の劣化（後打ちケミカルアンカ）〔温度計測装置，水位計測装置，放射線計測装置，計装配管〕

代表機器同様，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。

以 上

2 補助継電器盤

[対象補助継電器盤]

- ・ 原子炉緊急停止系盤 (A)
- ・ 原子炉緊急停止系盤 (B)
- ・ 原子炉系プロセス計装盤 (A)
- ・ 原子炉系プロセス計装盤 (B)
- ・ 残留熱除去系盤 (B・C)
- ・ 格納容器外側隔離弁盤
- ・ 格納容器内側隔離弁盤
- ・ 高圧炉心スプレイ系盤
- ・ 低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系盤 (A)
- ・ 原子炉補助盤 (A)
- ・ 原子炉補助盤 (B)
- ・ トリップチャンネル盤 RPS-I A
- ・ トリップチャンネル盤 RPS-II A
- ・ トリップチャンネル盤 RPS-I B
- ・ トリップチャンネル盤 RPS-II B
- ・ トリップチャンネル盤 ESS-I
- ・ トリップチャンネル盤 ESS-II
- ・ トリップチャンネル盤 ESS-III
- ・ SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (A)
- ・ SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (B)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (A)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (B)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (C)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (D)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (E)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (F)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (G)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (H)

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	2-1
1.2 代表機器の選定	2-1
2. 代表機器の技術評価	2-4
2.1 構造, 材料及び使用条件	2-4
2.1.1 原子炉緊急停止系盤 (A)	2-4
2.2 経年劣化事象の抽出	2-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	2-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	2-7
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	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	2-11
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	2-11

1. 対象機器及び代表機器の選定

志賀1号炉で使用されている補助継電器盤のうち、対象となる補助継電器盤の主な仕様を表1-1に示す。これらの補助継電器盤を型式及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及び結果

型式及び設置場所で分類し、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

重要度（原子炉保護上の重要性）の観点から、原子炉緊急停止系盤（A）を代表機器とする。

表 1-1 (1 / 2) 補助継電器盤のグループ化と代表機器の選定

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (℃)		
自立型	屋内	原子炉緊急停止系盤 (A) (3)	2,400×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26	◎	重要度 (原子炉保護上の重要性)
		原子炉緊急停止系盤 (B) (3)	2,400×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		原子炉系プロセス計装盤 (A) (3)	2,400×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		原子炉系プロセス計装盤 (B) (2)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		残留熱除去系盤 (B・C) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		格納容器外側隔離弁盤 (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		格納容器内側隔離弁盤 (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		高圧炉心スプレイ系盤 (2)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系盤 (A) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		原子炉補助盤 (A) (2)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		原子炉補助盤 (B) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		トリップチャンネル盤 RPS-I A (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		トリップチャンネル盤 RPS-II A (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		トリップチャンネル盤 RPS-I B (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
トリップチャンネル盤 RPS-II B (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26				

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (2 / 2) 補助継電器盤のグループ化と代表機器の選定

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (°C)		
自立型	屋内	トリップチャンネル盤 ESS-I (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		トリップチャンネル盤 ESS-II (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		トリップチャンネル盤 ESS-III (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤(A) (2)	1,400×2,300×800	MS-1	原子炉建屋	40		
		SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤(B) (2)	1,400×2,300×800	MS-1	原子炉建屋	40		
		スクラムソレノイドヒューズ盤(A) (2)	1,000×1,300×400	MS-1	原子炉建屋	40		
		スクラムソレノイドヒューズ盤(B) (2)	1,000×1,300×400	MS-1	原子炉建屋	40		
		スクラムソレノイドヒューズ盤(C) (2)	1,000×1,300×400	MS-1	原子炉建屋	40		
		スクラムソレノイドヒューズ盤(D) (2)	1,000×1,300×400	MS-1	原子炉建屋	40		
		スクラムソレノイドヒューズ盤(E) (2)	1,000×1,300×400	MS-1	原子炉建屋	40		
		スクラムソレノイドヒューズ盤(F) (2)	1,000×1,300×400	MS-1	原子炉建屋	40		
		スクラムソレノイドヒューズ盤(G) (2)	1,000×1,300×400	MS-1	原子炉建屋	40		
		スクラムソレノイドヒューズ盤(H) (2)	1,000×1,300×400	MS-1	原子炉建屋	40		

* : 最上位の重要度を示す

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補助継電器盤について技術評価を実施する。

- ・ 原子炉緊急停止系盤（A）

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 原子炉緊急停止系盤（A）

(1) 構造

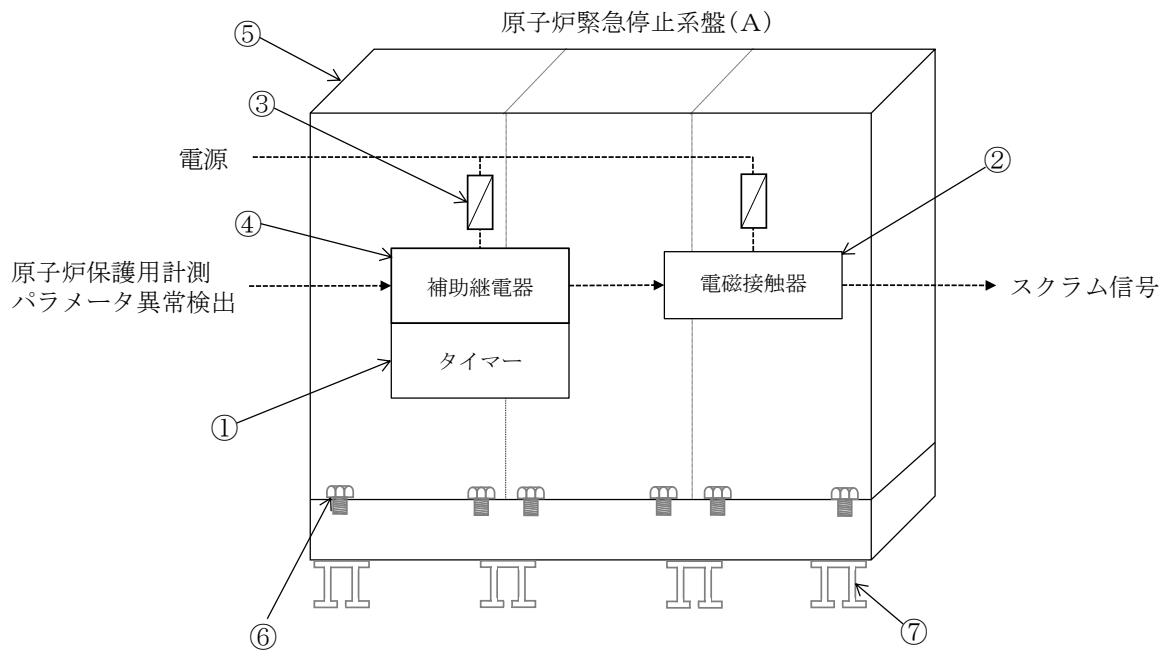
原子炉緊急停止系盤（A）は、寸法 2,400 mm(W)×2,300 mm(H)×1,000 mm(D)の自立型配電盤が3面で構成されている。

原子炉の保護機能として、異常検出時のリレーロジックを構成する補助継電器、タイマー及び電磁接触器、その他電気回路構成品であるヒューズ、機器を支持するための筐体、取付ボルト及び埋込金物等で構成されている。

原子炉緊急停止系盤（A）の構成図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

原子炉緊急停止系盤（A）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	タイマー
②	電磁接触器
③	ヒューズ
④	補助継電器
⑤	筐体
⑥	取付ボルト
⑦	埋込金物

図 2.1-1 原子炉緊急停止系盤 (A) 構成図

表 2.1-1 原子炉緊急停止系盤（A）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	タイマー	(定期取替品)
	電磁接触器	(定期取替品)
	ヒューズ	(消耗品)
	補助継電器	(定期取替品)
機器の支持	筐体	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2 原子炉緊急停止系盤（A）の使用条件

設置場所	中央制御室
周囲温度	26 °C以下*

*：中央制御室の設計値

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

補助継電器盤の機能である保護機能の達成に必要な項目としては、以下のとおり。

- ・ 機器異常信号処理
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

補助継電器盤について、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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（設置場所、周囲温度）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。（表 2.2-1 で△及び▲）
なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ヒューズは消耗品、補助継電器、電磁接触器及びタイマーは定期取替品であり、設計時に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うえ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の抽出

想定される経年劣化事象のうち主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）

取付ボルトは、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルトは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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）

埋込金物は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、大気接触部は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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 原子炉緊急停止系盤（A）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	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	導通 不良	特性 変化	熱劣化	劣化		
機器異常 信号処理	タイマー	◎												
	電磁接触器	◎												
	ヒューズ	◎												
	補助継電器	◎												
機器の支持	筐体		炭素鋼		△									
	取付ボルト		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）

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。

- ・ 原子炉緊急停止系盤 (B)
- ・ 原子炉系プロセス計装盤 (A)
- ・ 原子炉系プロセス計装盤 (B)
- ・ 残留熱除去系盤 (B・C)
- ・ 格納容器外側隔離弁盤
- ・ 格納容器内側隔離弁盤
- ・ 高圧炉心スプレイ系盤
- ・ 低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系盤 (A)
- ・ 原子炉補助盤 (A)
- ・ 原子炉補助盤 (B)
- ・ トリップチャンネル盤 RPS-I A
- ・ トリップチャンネル盤 RPS-II A
- ・ トリップチャンネル盤 RPS-I B
- ・ トリップチャンネル盤 RPS-II B
- ・ トリップチャンネル盤 ESS-I
- ・ トリップチャンネル盤 ESS-II
- ・ トリップチャンネル盤 ESS-III
- ・ SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (A)
- ・ SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (B)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (A)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (B)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (C)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (D)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (E)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (F)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (G)
- ・ スクラムソレノイドヒューズ盤 (H)

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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]

代表機器同様、筐体は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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]

代表機器同様、取付ボルトは、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルトは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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）

代表機器同様、埋込金物は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、大気接触部は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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

3 操作制御盤

[対象操作制御盤]

- ・ ユニット監視制御盤（１）
- ・ ユニット監視制御盤（２）
- ・ ユニット監視制御盤（３）
- ・ 非常用炉心冷却系制御盤 ESS- I
- ・ 非常用炉心冷却系制御盤 ESS- II, III
- ・ 所内電源制御盤
- ・ 原子炉緊急停止系試験盤
- ・ FCS・SGTS 盤（A）
- ・ FCS・SGTS 盤（B）
- ・ SRM/IRM 盤（A）
- ・ SRM/IRM 盤（B）
- ・ プロセス放射線モニタ盤（A）
- ・ プロセス放射線モニタ盤（B）
- ・ 出力領域モニタ盤
- ・ 制御棒操作補助盤
- ・ 漏えい検出系盤（A）
- ・ 漏えい検出系盤（B）
- ・ タービン発電機系補助制御盤
- ・ 格納容器内雰囲気モニタ盤（A）
- ・ 格納容器内雰囲気モニタ盤（B）
- ・ 計装配管隔離弁盤（A）
- ・ 計装配管隔離弁盤（B）
- ・ RSW ストレーナ制御盤（A）
- ・ RSW ストレーナ制御盤（B）
- ・ HPSW ストレーナ制御盤
- ・ 非常用換気空調系盤（A）
- ・ 非常用換気空調系盤（B）
- ・ 原子炉系補助制御盤

- HECW 冷凍機 (A) 制御盤
- HECW 冷凍機 (B) 制御盤
- HECW 冷凍機 (C) 制御盤
- HECW 冷凍機 (D) 制御盤
- 制御棒位置指示系盤 (A)
- 制御棒位置指示系盤 (B)
- 原子炉隔離時冷却系盤
- 自動減圧系盤 (A)
- 自動減圧系盤 (B)
- タービン系プロセス計装盤
- RPIS 現場盤
- 制御棒駆動補助盤 (A)
- 制御棒駆動補助盤 (B)
- 中央制御室外原子炉停止制御盤 (1)
- 中央制御室外原子炉停止制御盤 (2)
- ほう酸水注入系操作盤
- 換気空調系 D/G 区域 (A) 制御盤
- 換気空調系 D/G 区域 (B) 制御盤
- 換気空調系 D/G 区域 (HPCS) 制御盤

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	3-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	3-1
1.2 代表機器の選定	3-1
2. 代表機器の技術評価	3-5
2.1 構造, 材料及び使用条件	3-5
2.1.1 ユニット監視制御盤(2)	3-5
2.2 経年劣化事象の抽出	3-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	3-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	3-8
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	3-9
3. 代表機器以外への展開	3-12
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. 対象機器及び代表機器の選定

志賀1号炉で使用されている操作制御盤のうち、対象となる操作制御盤の主な仕様を表1-1に示す。これらの操作制御盤を型式及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代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

型式及び設置場所で分類し、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

重要度（原子炉保護上の重要性）の観点から、ユニット監視制御盤（2）を代表機器とする。

表 1-1 (1 / 3) 操作制御盤のグループ化と代表機器の選定

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (℃)		
自立型	屋内	ユニット監視制御盤 (1) (1)	2,335×1,535×1,600	MS-2	中央制御室	26	◎	重要度 (原子炉保護上の重要性)
		ユニット監視制御盤 (2) (3)	4,480×1,535×1,600	MS-1	中央制御室	26		
		ユニット監視制御盤 (3) (1)	2,275×1,535×1,600	MS-1	中央制御室	26		
		非常用炉心冷却系制御盤 ESS-I (1)	3,600×2,300×1,747	MS-1	中央制御室	26		
		非常用炉心冷却系制御盤 ESS-II, III (1)	3,600×2,300×1,747	MS-1	中央制御室	26		
		所内電源制御盤 (1)	3,800×2,300×1,747	MS-1	中央制御室	26		
		原子炉緊急停止系試験盤 (2)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		FCS・SGTS 盤 (A) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		FCS・SGTS 盤 (B) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		SRM/IRM 盤 (A) (2)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		SRM/IRM 盤 (B) (2)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		プロセス放射線モニタ盤 (A) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		プロセス放射線モニタ盤 (B) (3)	2,400×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		出力領域モニタ盤 (5)	5,000×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		制御棒操作補助盤 (1)	800×2,300×1,000	MS-2	中央制御室	26		
		漏えい検出系盤 (A) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		漏えい検出系盤 (B) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
タービン発電機系補助制御盤 (1)	3,360×2,300×1,747	MS-1	中央制御室	26				

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (2 / 3) 操作制御盤のグループ化と代表機器の選定

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (℃)		
自立型	屋内	格納容器内雰囲気モニタ盤 (A) (2)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		格納容器内雰囲気モニタ盤 (B) (2)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		計装配管隔離弁盤 (A) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		計装配管隔離弁盤 (B) (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		RSW ストレーナ制御盤 (A) (1)	1,300×2,300×1,400	MS-1	海水熱交換器 建屋	40		
		RSW ストレーナ制御盤 (B) (1)	1,300×2,300×1,400	MS-1	海水熱交換器 建屋	40		
		HPSW ストレーナ制御盤 (1)	1,300×2,300×1,400	MS-1	海水熱交換器 建屋	40		
		非常用換気空調系盤 (A) (1)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		非常用換気空調系盤 (B) (1)	1,600×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		原子炉系補助制御盤 (1)	1,350×2,300×1,747	MS-1	中央制御室	26		
		HECW 冷凍機 (A) 制御盤 (1)	1,200×2,300×1,600	MS-1	原子炉建屋	40		
		HECW 冷凍機 (B) 制御盤 (1)	1,200×2,300×1,600	MS-1	原子炉建屋	40		
		HECW 冷凍機 (C) 制御盤 (1)	1,200×2,300×1,600	MS-1	原子炉建屋	40		
		HECW 冷凍機 (D) 制御盤 (1)	1,200×2,300×1,600	MS-1	原子炉建屋	40		
		制御棒位置指示系盤 (A) (1)	800×2,300×1,000	MS-2	中央制御室	26		
		制御棒位置指示系盤 (B) (1)	800×2,300×1,000	MS-2	中央制御室	26		
原子炉隔離時冷却系盤 (1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26				

* : 最上位の重要度を示す

表 1-1 (3 / 3) 操作制御盤のグループ化と代表機器の選定

分類基準		機器名称 (面数)	仕様 (W×H×D) (mm)	選定基準			選定	選定理由
型式	設置場所			重要度*	使用条件			
					設置場所	周囲温度 (℃)		
自立型	屋内	自動減圧系盤(A)(1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		自動減圧系盤(B)(1)	800×2,300×1,000	MS-1	中央制御室	26		
		タービン系プロセス計装盤(2)	1,600×2,300×1,000	MS-2	中央制御室	26		
		RPIS 現場盤(1)	800×2,300×1,000	MS-2	原子炉建屋	40		
		制御棒駆動補助盤(A)(1)	1,200×2,300×1,000	MS-2	原子炉建屋	40		
		制御棒駆動補助盤(B)(1)	1,200×2,300×1,000	MS-2	原子炉建屋	40		
		中央制御室外原子炉停止制御盤(1)(2)	1,800×2,300×1,000	MS-2	原子炉建屋	40		
		中央制御室外原子炉停止制御盤(2)(2)	1,800×2,300×1,000	MS-2	原子炉建屋	40		
		ほう酸水注入系操作盤(1)	800×1,500×600	MS-1	原子炉建屋	40		
		換気空調系 D/G 区域 (A) 制御盤(1)	1,200×2,300×1,400	MS-1	原子炉建屋	40		
		換気空調系 D/G 区域 (B) 制御盤(1)	1,200×2,300×1,400	MS-1	原子炉建屋	40		
		換気空調系 D/G 区域 (HPCS) 制御盤(1)	1,200×2,300×1,400	MS-1	原子炉建屋	40		

* : 最上位の重要度を示す

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。

- ・ ユニット監視制御盤（2）

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 ユニット監視制御盤（2）

(1) 構造

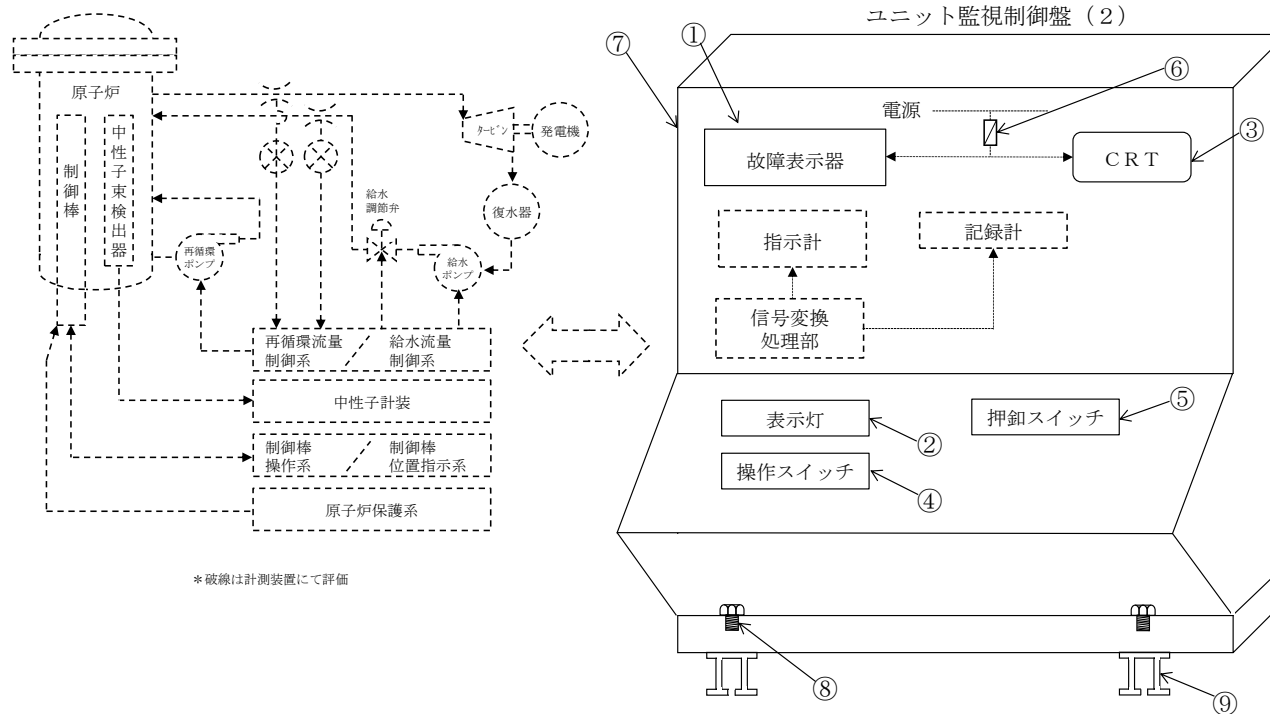
ユニット監視制御盤（2）は、寸法 4,480 mm(W)×1,535 mm(H)×1,600 mm(D)の自立型配電盤が3面で構成されている。

原子炉の操作機能として、原子炉の状態を監視する故障表示器、表示灯及び CRT、機器の操作を行う操作スイッチ及び押釦スイッチ、その他電気回路構成品であるヒューズ、機器を支持するための筐体、取付ボルト及び埋込金物等で構成されている。

ユニット監視制御盤（2）の構成図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

ユニット監視制御盤（2）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	⑥	ヒューズ
②	表示灯	⑦	筐体
③	CRT	⑧	取付ボルト
④	操作スイッチ	⑨	埋込金物
⑤	押釦スイッチ		

図 2.1-1 ユニット監視制御盤 (2) 構成図

表 2.1-1 ユニット監視制御盤（2）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)
	CRT	(消耗品)
	操作スイッチ	銀他
	押釦スイッチ	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 (SS400)
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

表 2.1-2 ユニット監視制御盤（2）の使用条件

設置場所	中央制御室
周囲温度	26 ℃以下*

*：中央制御室の設計値

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

操作制御盤の機能であるプラント操作制御機能の達成に必要な項目としては、以下のとおり。

- ・ 機器の操作監視
- ・ 制御特性の維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（設置場所、周囲温度）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。（表 2.2-1 で△及び▲）
なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

故障表示器、表示灯、CRT 及びヒューズは消耗品であり、設計時に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うえ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の抽出

想定される経年劣化事象のうち主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

操作スイッチ及び押釦スイッチは、接点に付着する埃等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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を実施し健全であることを確認している。

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ことから、高経年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、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 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の発生が想定されるが、大気接触部は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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 ユニット監視制御盤（２）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	材 質 変 化		そ の 他	
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	絶 縁 特 性 低 下	導 通 不 良	特 性 変 化	熱 時 効	劣 化		
機器の操作監視 制御特性の維持	故障表示器	◎												
	表示灯	◎												
	CRT	◎												
	操作スイッチ		銀他							△				
	押釦スイッチ		銀他							△				
	ヒューズ	◎												
機器の支持	筐体		炭素鋼		△									
	取付ボルト		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）

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。

- ・ ユニット監視制御盤 (1)
- ・ ユニット監視制御盤 (3)
- ・ 非常用炉心冷却系制御盤 ESS-I
- ・ 非常用炉心冷却系制御盤 ESS-II, III
- ・ 所内電源制御盤
- ・ 原子炉緊急停止系試験盤
- ・ FCS・SGTS 盤 (A)
- ・ FCS・SGTS 盤 (B)
- ・ SRM/IRM 盤 (A)
- ・ SRM/IRM 盤 (B)
- ・ プロセス放射線モニタ盤 (A)
- ・ プロセス放射線モニタ盤 (B)
- ・ 出力領域モニタ盤
- ・ 制御棒操作補助盤
- ・ 漏えい検出系盤 (A)
- ・ 漏えい検出系盤 (B)
- ・ タービン発電機系補助制御盤
- ・ 格納容器内雰囲気モニタ盤 (A)
- ・ 格納容器内雰囲気モニタ盤 (B)
- ・ 計装配管隔離弁盤 (A)
- ・ 計装配管隔離弁盤 (B)
- ・ RSW ストレーナ制御盤 (A)
- ・ RSW ストレーナ制御盤 (B)
- ・ HPSW ストレーナ制御盤
- ・ 非常用換気空調系盤 (A)
- ・ 非常用換気空調系盤 (B)
- ・ 原子炉系補助制御盤
- ・ HECW 冷凍機 (A) 制御盤
- ・ HECW 冷凍機 (B) 制御盤
- ・ HECW 冷凍機 (C) 制御盤
- ・ HECW 冷凍機 (D) 制御盤
- ・ 制御棒位置指示系盤 (A)
- ・ 制御棒位置指示系盤 (B)

- 原子炉隔離時冷却系盤
- 自動減圧系盤(A)
- 自動減圧系盤(B)
- タービン系プロセス計装盤
- RPIS 現場盤
- 制御棒駆動補助盤(A)
- 制御棒駆動補助盤(B)
- 中央制御室外原子炉停止制御盤(1)
- 中央制御室外原子炉停止制御盤(2)
- ほう酸水注入系操作盤
- 換気空調系 D/G 区域 (A) 制御盤
- 換気空調系 D/G 区域 (B) 制御盤
- 換気空調系 D/G 区域 (HPCS) 制御盤

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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]

代表機器同様、筐体は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良 [共通]

代表機器同様、操作スイッチ及び押釦スイッチは、接点に付着する埃等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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を実施し健全であることを確認している。

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ことから、高経年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）[共通]

代表機器同様、取付ボルトは、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 埋込金物の腐食（全面腐食）

代表機器同様、埋込金物は、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、大気接触部は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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

志賀原子力発電所1号炉

空調設備の技術評価書

北陸電力株式会社

本評価書は、志賀原子力発電所1号炉における安全上重要な空調設備（重要度分類指針におけるPS-1, 2及びMS-1, 2に該当する機器）及び高温・高圧の環境下にあるクラス3の空調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。

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及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、空調設備の機種等を基に、以下の6分冊で構成している。

- 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 ダンパ及び弁

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、本評価書には含まれていない。

また、本文中の単位の記載はSI単位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 (1 / 3) 評価対象機器一覧

機 種	機器名称 (基数)	仕様 (流量×静圧)	重要度*1
ファン	非常用ガス処理系排風機 (2)	1,700 m ³ /h×約 4,903 Pa	MS-1
	MCR 送風機 (2)	81,000 m ³ /h×約 2,157 Pa	MS-1
	MCR 排風機 (2)	5,000 m ³ /h×約 981 Pa	MS-1
	MCR 再循環送風機 (2)	9,000 m ³ /h×約 2,157 Pa	MS-1
	DG 区域 (A) 送風機 (2)	39,000 m ³ /h×約 2,059 Pa	MS-2
	DG 区域 (A) 排風機 (2)	7,800 m ³ /h×約 1,275 Pa	MS-2
	DG 区域 (B) 送風機 (2)	34,000 m ³ /h×約 2,059 Pa	MS-2
	DG 区域 (B) 排風機 (2)	6,800 m ³ /h×約 1,079 Pa	MS-2
	DG 区域 (HPCS) 送風機 (2)	25,000 m ³ /h×約 1,373 Pa	MS-2
	DG 区域 (HPCS) 排風機 (2)	25,000 m ³ /h×約 1,079 Pa	MS-2
	Hx/B (A) 非常用送風機 (1)	16,000 m ³ /h×約 785 Pa	MS-1
	Hx/B (B) 非常用送風機 (1)	16,000 m ³ /h×約 686 Pa	MS-1
	Hx/B (HPCS) 非常用送風機 (1)	6,000 m ³ /h×約 686 Pa	MS-1
	DG 区域 (A) 非常用送風機 (2)	65,000 m ³ /h×約 539 Pa	MS-1
	DG 区域 (B) 非常用送風機 (2)	65,000 m ³ /h×約 539 Pa	MS-1
	DG 区域 (HPCS) 非常用送風機 (2)	50,000 m ³ /h×約 539 Pa	MS-1
空調機	RHR ポンプ室空調機 (3)	5,600 m ³ /h×約 588 Pa*3	MS-1
	HPCS ポンプ室空調機 (1)	15,600 m ³ /h×約 490 Pa	MS-1
	LPCS ポンプ室空調機 (1)	7,000 m ³ /h×約 490 Pa	MS-1
	FCS・SGTS 室空調機 (2)	3,900 m ³ /h×約 490 Pa	MS-1
冷凍機	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機 (4)	418,600 W *2	MS-1

*1：最上位の重要度を示す

*2：交換熱量を示す

*3：最大静圧を示す

表1 (2/3) 評価対象機器一覧

機種	機器名称 (基数)	仕様 (流量)	重要度*1
フィルタ ユニット	非常用ガス処理系乾燥装置 (2)	1,700 m ³ /h	MS-1
	非常用ガス処理系フィルタ装置 (1)	1,700 m ³ /h	MS-1
	MCR 給気処理装置 (2)	81,000 m ³ /h	MS-1
	MCR 再循環フィルタ装置 (1)	9,000 m ³ /h	MS-1
	DG 区域 (A) 給気処理装置 (1)	39,000 m ³ /h	MS-2
	DG 区域 (B) 給気処理装置 (1)	34,000 m ³ /h	MS-2
	DG 区域 (HPCS) 給気処理装置 (1)	25,000 m ³ /h	MS-2
	Hx/B (A) 非常用給気処理装置 (1)	16,000 m ³ /h	MS-1
	Hx/B (B) 非常用給気処理装置 (1)	16,000 m ³ /h	MS-1
	Hx/B (HPCS) 非常用給気処理装置 (1)	6,000 m ³ /h	MS-1
	DG 区域 (A) 非常用給気処理装置 (1)	166,000 m ³ /h	MS-1
	DG 区域 (B) 非常用給気処理装置 (1)	166,000 m ³ /h	MS-1
	DG 区域 (HPCS) 非常用給気処理装置 (1)	121,000 m ³ /h	MS-1
	ダクト	中央制御室換気空調系ダクト	81,000 m ³ /h
DG 区域換気空調系ダクト		39,000 m ³ /h	MS-2
海水熱交換器建屋換気空調系ダクト		16,000 m ³ /h	MS-1
原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト		15,600 m ³ /h	MS-1

*1: 最上位の重要度を示す

表 1 (3 / 3) 評価対象機器一覧

機 種	機器名称 (基数)	仕様 (流量)	重要度*1
ダンパ 及び弁	中央制御室換気空調系電動式ダンパ (2)	9,000 m ³ /h	MS-1
	非常用ガス処理系重力式ダンパ (2)	1,700 m ³ /h	MS-1
	DG 区域換気空調系重力式ダンパ (18)	65,000*2 m ³ /h	MS-1
	中央制御室換気空調系重力式ダンパ (6)	81,000*2 m ³ /h	MS-1
	海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ (3)	16,000 m ³ /h	MS-1
	原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ (2)	2,300 m ³ /h	MS-1
	原子炉建屋隔離弁 (4)	124,000 m ³ /h	MS-1
	中央制御室隔離弁 (6)	5,000*2 m ³ /h	MS-1

*1：最上位の重要度を示す

*2：最大流量を示す

表 2 (1 / 3) 評価対象機器機能一覧

機 器 名 称	機 能
非常用ガス処理系排風機	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合に起動し、原子炉建屋内の空気を非常用ガス処理系フィルタ処理装置に通過させ放射性物質を除去した後、排気筒に沿って設ける排気管により大気中に放出する。
MCR 送風機	中央制御室の換気を行い、室内環境を維持する。
MCR 排風機	中央制御室の排気を行い、室内環境を維持する。
MCR 再循環送風機	原子炉事故時に起動し、中央制御室内の空気を再循環ラインで循環し、中央制御室内空気の放射性物質を除去する。
DG 区域 (A) 送風機	DG 区域 (A) の換気を行い、室内環境を維持する。
DG 区域 (A) 排風機	DG 区域 (A) の排気を行い、室内環境を維持する。
DG 区域 (B) 送風機	DG 区域 (B) の換気を行い、室内環境を維持する。
DG 区域 (B) 排風機	DG 区域 (B) の排気を行い、室内環境を維持する。
DG 区域 (HPCS) 送風機	DG 区域 (HPCS) の換気を行い、室内環境を維持する。
DG 区域 (HPCS) 排風機	DG 区域 (HPCS) の排気を行い、室内環境を維持する。
Hx/B (A) 非常用送風機	非常時に海水熱交換器建屋の換気を行い、室内環境を維持する。
Hx/B (B) 非常用送風機	非常時に海水熱交換器建屋の換気を行い、室内環境を維持する。
Hx/B (HPCS) 非常用送風機	非常時に海水熱交換器建屋の換気を行い、室内環境を維持する。
DG 区域 (A) 非常用送風機	非常用ディーゼル発電設備の運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
DG 区域 (B) 非常用送風機	非常用ディーゼル発電設備の運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
DG 区域 (HPCS) 非常用送風機	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備の運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
RHR ポンプ室空調機	残留熱除去ポンプの運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
HPCS ポンプ室空調機	高圧炉心スプレィポンプの運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
LPCS ポンプ室空調機	低圧炉心スプレィポンプの運転に伴い起動し、室内の冷却を行い、室内環境を維持する。
FCS ・ SGTS 室空調機	非常時に起動し、原子炉建屋内の可燃性ガス濃度制御系再結合装置再結合器を設置する区画及び SGTS 室内の冷却を行い、室内環境を維持する。

表 2 (2 / 3) 評価対象機器機能一覧

機 器 名 称	機 能
換気空調補機非常用冷却水系冷凍機	冷却水を MCR 給気処理装置, DG 区域 (A) 給気処理装置及び DG 区域 (B) 給気処理装置の冷却コイルに送り, 各室を冷却する。
非常用ガス処理系乾燥装置	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合, 原子炉建屋内空気の湿分を除去する。
非常用ガス処理系フィルタ装置	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合, 原子炉建屋内空気の放射性物質を除去する。
MCR 給気処理装置	一部外気を取り入れつつ再循環された中央制御室内空気をろ過し, 温度調整する。
MCR 再循環フィルタ装置	中央制御室空調設備の非常時の再循環ラインに取り付けられ, 中央制御室内空気の放射性物質を除去する。
DG 区域 (A) 給気処理装置	非常用ディーゼル発電設備外気取入口 (常用) に取り付けられ, DG 区域 (A) に入る外気をろ過する。
DG 区域 (B) 給気処理装置	非常用ディーゼル発電設備外気取入口 (常用) に取り付けられ, DG 区域 (B) に入る外気をろ過する。
DG 区域 (HPCS) 給気処理装置	非常用ディーゼル発電設備外気取入口 (常用) に取り付けられ, DG 区域 (HPCS) に入る外気をろ過する。
Hx/B (A) 非常用給気処理装置	海水熱交換器建屋 (A) 空調設備の外気取入ラインに取り付けられ, 海水熱交換器建屋 (A) 系に入る外気をろ過する。
Hx/B (B) 非常用給気処理装置	海水熱交換器建屋 (B) 空調設備の外気取入ラインに取り付けられ, 海水熱交換器建屋 (B) 系に入る外気をろ過する。
Hx/B (HPCS) 非常用給気処理装置	海水熱交換器建屋 (HPCS) 空調設備の外気取入ラインに取り付けられ, 海水熱交換器建屋 (HPCS) 系に入る外気をろ過する。
DG 区域 (A) 非常用給気処理装置	非常用ディーゼル発電設備外気取入口 (非常用) に取り付けられ, D/G (A) 室に入る外気をろ過する。
DG 区域 (B) 非常用給気処理装置	非常用ディーゼル発電設備外気取入口 (非常用) に取り付けられ, D/G (B) 室に入る外気をろ過する。
DG 区域 (HPCS) 非常用給気処理装置	非常用ディーゼル発電設備外気取入口 (非常用) に取り付けられ, HPCS D/G 室に入る外気をろ過する。

表 2 (3 / 3) 評価対象機器機能一覧

機 器 名 称	機 能
中央制御室換気空調系ダクト	中央制御室空調設備の空気流路を形成する。
DG 区域換気空調系ダクト	DG 区域における空調設備の空気流路を形成する。
海水熱交換器建屋換気空調系ダクト	海水熱交換器建屋における空調設備の空気流路を形成する。
原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト	原子炉棟及びタービン建屋における空調設備の空気流路を形成する。
中央制御室換気空調系電動式ダンパ	中央制御室空調設備の電動式ダンパで、非常時に空気流路を変更する。
非常用ガス処理系重力式ダンパ	非常用ガス処理系の重力式ダンパで、ファン出口に取り付けられており、逆流を防止する。
DG 区域換気空調系重力式ダンパ	非常用ディーゼル発電設備における空調設備の重力式ダンパで、ファン出口に取り付けられており、逆流を防止する。
中央制御室換気空調系重力式ダンパ	中央制御室空調設備の重力式ダンパで、ファン出口に取り付けられており、逆流を防止する。
海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ	海水熱交換器建屋換気空調設備の重力式ダンパで、ファン出口に取り付けられており、逆流を防止する。
原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ	原子炉棟・タービン建屋換気空調設備の重力式ダンパで、ファン及び空調機出口に取り付けられており、逆流を防止する。
原子炉建屋隔離弁	原子炉建屋内の放射能レベルが高くなった場合、原子炉建屋を隔離する。
中央制御室隔離弁	中央制御室空調設備の外気取入ライン及び中央制御室排気ファンのラインに設置されており、非常時に空気流路を変更する。

1 ファン

[対象機器]

- 非常用ガス処理系排風機
- MCR 送風機
- MCR 排風機
- MCR 再循環送風機
- DG 区域 (A) 送風機
- DG 区域 (A) 排風機
- DG 区域 (B) 送風機
- DG 区域 (B) 排風機
- DG 区域 (HPCS) 送風機
- DG 区域 (HPCS) 排風機
- Hx/B (A) 非常用送風機
- Hx/B (B) 非常用送風機
- Hx/B (HPCS) 非常用送風機
- DG 区域 (A) 非常用送風機
- DG 区域 (B) 非常用送風機
- DG 区域 (HPCS) 非常用送風機

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1-1
1.2 代表機器の選定	1-1
2. 代表機器の技術評価	1-4
2.1 構造, 材料及び使用条件	1-4
2.1.1 MCR 送風機	1-4
2.1.2 MCR 排風機	1-7
2.1.3 DG 区域 (A) 非常用送風機	1-10
2.2 経年劣化事象の抽出	1-13
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	1-13
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	1-13
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	1-15
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	1-20
3. 代表機器以外への展開	1-22
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	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	1-23

1. 対象機器及び代表機器の選定

主要なファンの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのファンをグループ化し、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及び結果

ファンを型式及び駆動方式で分類し、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、原則として重要度及び運転状態等の観点から、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、MCR 送風機、DG 区域 (A) 送風機、DG 区域 (B) 送風機、DG 区域 (HPCS) 送風機及び DG 区域 (HPCS) 排風機が属するが、重要度及び運転状態の観点から MCR 送風機を代表機器とする。

(2) 遠心式直動型ファン

このグループには、MCR 排風機、MCR 再循環送風機、DG 区域 (A) 排風機、DG 区域 (B) 排風機、Hx/B (A) 非常用送風機、Hx/B (B) 非常用送風機及び Hx/B (HPCS) 非常用送風機が属するが、重要度及び運転状態の観点から MCR 排風機を代表機器とする。

(3) 軸流式直動型ファン

このグループには、DG 区域 (A) 非常用送風機、DG 区域 (B) 非常用送風機及び DG 区域 (HPCS) 非常用送風機が属しており、流量の観点から DG 区域 (A) 非常用送風機及び DG 区域 (B) 非常用送風機が選定され、同条件ではあるが、DG 区域 (A) 非常用送風機を代表機器とする。

表 1-1 (1 / 2) ファンのグループ化及び代表機器の選定

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	重要度*1	使用条件		
			流量×静圧 (m ³ /h × Pa)		運転状態*2		
遠心式	直結型	非常用ガス処理系排風機 (2)	1,700×約 4,903	MS-1	一時 (一時)	◎	重要度, 運転状態
		MCR 送風機 (2)	81,000×約 2,157	MS-1	連続 (連続)		
		DG 区域 (A) 送風機 (2)	39,000×約 2,059	MS-2	連続 (連続)		
		DG 区域 (B) 送風機 (2)	34,000×約 2,059	MS-2	連続 (連続)		
		DG 区域 (HPCS) 送風機 (2)	25,000×約 1,373	MS-2	連続 (連続)		
		DG 区域 (HPCS) 排風機 (2)	25,000×約 1,079	MS-2	連続 (連続)		
	直動型	MCR 排風機 (2)	5,000×約 981	MS-1	連続 (連続)	◎	重要度, 運転状態
		MCR 再循環送風機 (2)	9,000×約 2,157	MS-1	一時 (一時)		
		DG 区域 (A) 排風機 (2)	7,800×約 1,275	MS-2	連続 (連続)		
		DG 区域 (B) 排風機 (2)	6,800×約 1,079	MS-2	連続 (連続)		
		Hx/B (A) 非常用送風機 (1)	16,000×約 785	MS-1	一時 (一時)		
		Hx/B (B) 非常用送風機 (1)	16,000×約 686	MS-1	一時 (一時)		
		Hx/B (HPCS) 非常用送風機 (1)	6,000×約 686	MS-1	一時 (一時)		

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

表 1-1 (2 / 2) ファンのグループ化及び代表機器の選定

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	重要度*1	使用条件		
			流量×静圧 (m ³ /h × Pa)		運転状態*2		
軸流式	直動型	DG 区域 (A) 非常用送風機 (2)	65,000×約 539	MS-1	一時 (一時)	◎	流量, 同条件
		DG 区域 (B) 非常用送風機 (2)	65,000×約 539	MS-1	一時 (一時)		
		DG 区域 (HPCS) 非常用送風機 (2)	50,000×約 539	MS-1	一時 (一時)		

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

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。

- ・ MCR 送風機
- ・ MCR 排風機
- ・ DG 区域（A）非常用送風機

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 MCR 送風機

(1) 構造

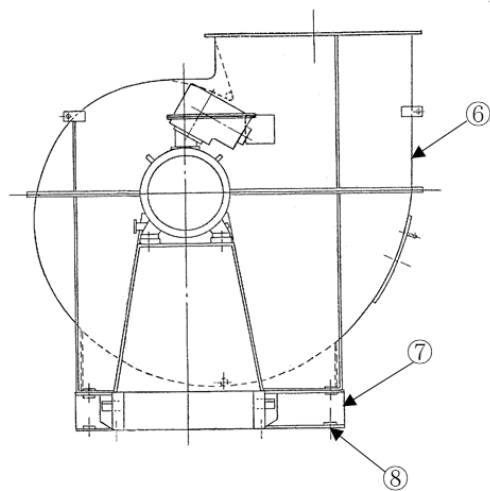
MCR 送風機は，流量 81,000 m³/h，静圧約 2,157 Pa の遠心式ファンであり，原子炉建屋に 2 基設置されている。

MCR 送風機は，中央制御室内を換気するためのものであり，空気を送風するためのファン主軸，羽根車，ファンモータ，軸継手及び機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

また，羽根車は，点検口を開けることにより，点検手入れが可能である。MCR 送風機の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

MCR 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 (低圧, 交流, 全閉)
③	軸継手
④	軸受 (転がり)
⑤	羽根車
⑥	ケーシング
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

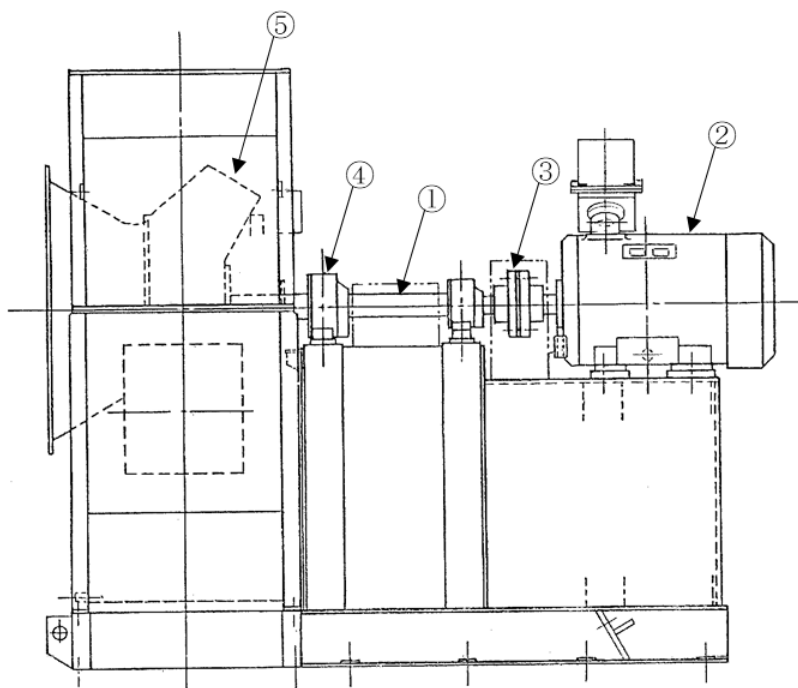


図 2.1-1 MCR 送風機構造図

表 2.1-1 MCR 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 (S35C)
	ファンモータ (低圧, 交流, 全閉)	固定子コイル及び口出線・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 固定子コア, 回転子コア: 無方向性電磁鋼 フレーム, 端子箱: 炭素鋼 (SS41) エンドブラケット: 鋳鉄 (FC250, FC200) 主軸: 炭素鋼 (S35C) 取付ボルト: 炭素鋼 (SS41) 軸受 (転がり): (消耗品)
	軸継手	鋳鉄 (FC20)
	軸受 (転がり)	(消耗品)
	羽根車	炭素鋼 (SS41)
バウンダリの維持	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 MCR 送風機の使用条件

流量	81,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
ファン回転速度	1,165 rpm
内部流体	空気
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

2.1.2 MCR 排風機

(1) 構造

MCR 排風機は、流量 5,000 m³/h、静圧約 981 Pa の遠心式ファンであり、原子炉建屋に 2 基設置されている。

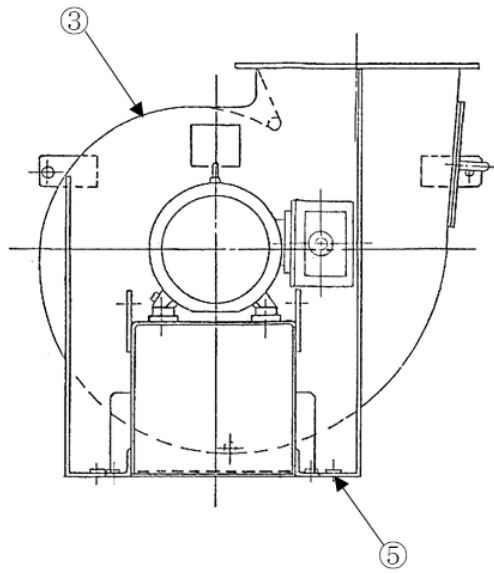
MCR 排風機は、中央制御室内を排気するためのものであり、空気を送風するための羽根車、ファンモータ及び機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

また、羽根車は、点検口を開けることにより、点検手入れが可能である。

MCR 排風機の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

MCR 排風機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	ファンモータ (低圧, 交流, 全閉)
②	羽根車
③	ケーシング
④	ベース
⑤	基礎ボルト

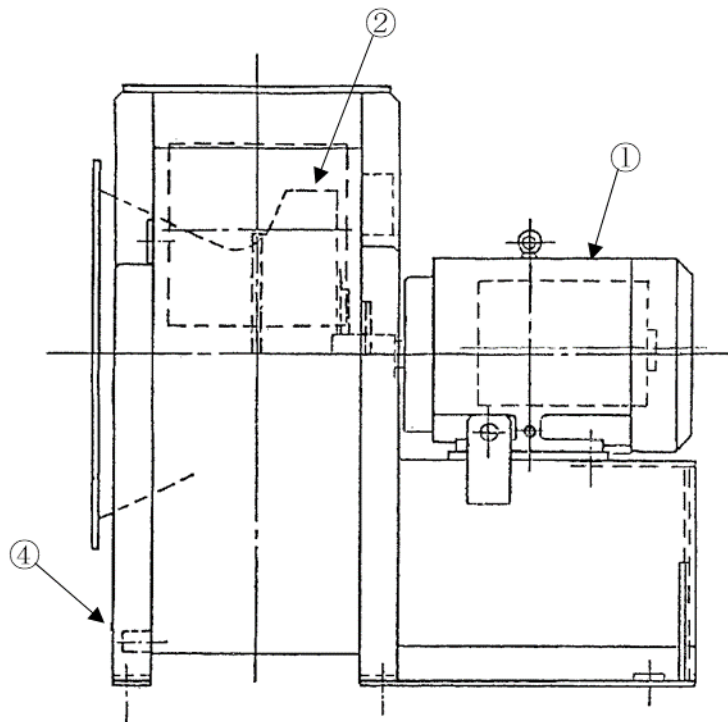


図 2.1-2 MCR 排風機構造図

表 2.1-3 MCR 排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	ファンモータ (低圧, 交流, 全閉)	固定子コイル及びび口出線・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 固定子コア, 回転子コア：無方向性電磁鋼 フレーム, 端子箱：炭素鋼 (SS41) エンドブラケット：鋳鉄 (FC250) 主軸：炭素鋼 (S45C) 取付ボルト：炭素鋼 (SS41) 軸受 (転がり)：(消耗品)
	羽根車	炭素鋼 (SS41)
バウンダリの維持	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 2.1-4 MCR 排風機の使用条件

流量	5,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
ファン回転速度	1,720 rpm
内部流体	空気
設置場所	原子炉建屋

*：原子炉建屋の設計値

2.1.3 DG 区域（A）非常用送風機

(1) 構造

DG 区域（A）非常用送風機は、流量 65,000 m³/h、静圧約 539 Pa の軸流式ファンであり、原子炉建屋に 2 基設置されている。

DG 区域（A）非常用送風機は、非常用ディーゼル発電設備運転時に室内の冷却を行うものであり、空気を送風する羽根車、ファンモータ及び機器を支持するための基礎ボルト等からなる。

DG 区域（A）非常用送風機の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

DG 区域（A）非常用送風機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	ファンモータ (低圧, 交流, 全閉)
②	羽根車
③	ケーシング
④	ベース
⑤	基礎ボルト

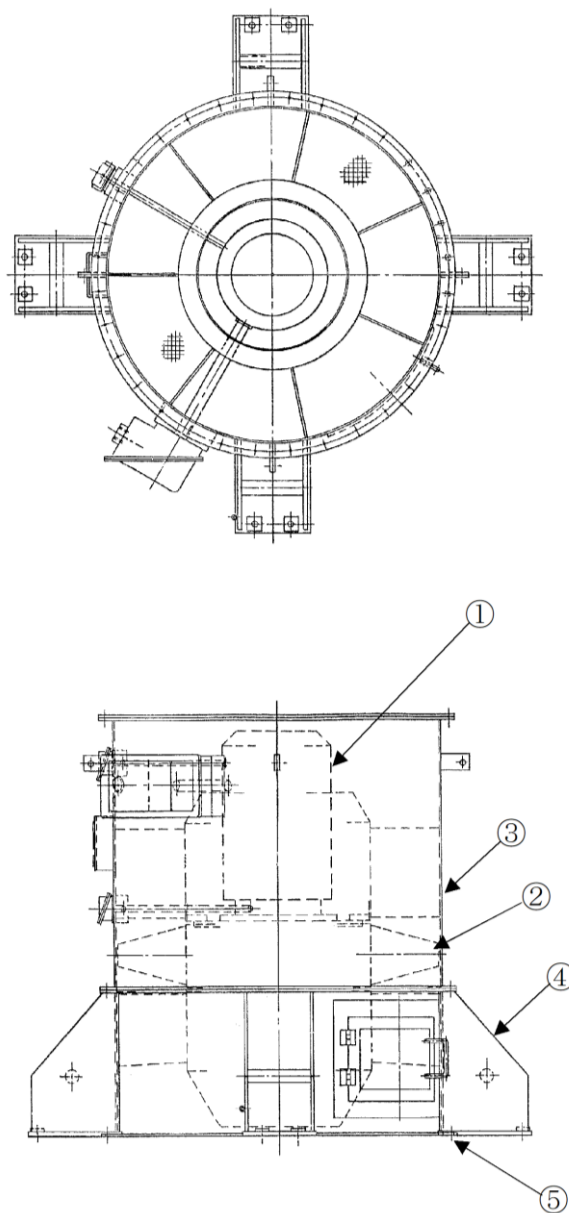


図 2.1-3 DG 区域 (A) 非常用送風機構造図

表 2.1-5 DG 区域 (A) 非常用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	ファンモータ (低圧, 交流, 全閉)	固定子コイル及び口出線・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 固定子コア, 回転子コア: 無方向性電磁鋼 フレーム, 端子箱: 炭素鋼 (SS41) エンドブラケット: 鋳鉄 (FC250) 主軸: 炭素鋼 (S45C) 取付ボルト: 炭素鋼 (SS41) 軸受 (転がり): (消耗品)
	羽根車	アルミニウム合金鋳物 (AC4A), 炭素鋼 (S25C)
バウンダリの維持	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 2.1-6 DG 区域 (A) 非常用送風機の使用条件

流量	65,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C 以下*
ファン回転速度	1,170 rpm
内部流体	空気
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

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

ファンの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ 流量の確保
- ・ バウンダリの維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ファンについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要部位に展開したうえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（運転時間、ファン回転速度等）及び現在までの運転経験を考慮し、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、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

軸受（転がり）については消耗品であり、設計時に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うえ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主要6事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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) ファンモータ（低圧、交流、全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]

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. ファン主軸の摩耗 [MCR 送風機]

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が摩耗する可能性があるが、点検時にファン主軸の寸法管理を行っており、摩耗が発生した場合でも適切に取替等を行うこととしている。

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ことから、高経年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. ファン主軸の腐食（全面腐食） [MCR 送風機]

ファン主軸は炭素鋼であり内部流体は空気であることから、腐食の発生が想定されるが、内部流体はフィルタを通過し塩分が除去された空気であることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、主軸は分解点検時の目視点検により腐食の有無を確認し、有意な腐食が確認された場合は適切に取替等を行うこととしている。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ことから、高経年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. 軸継手の腐食（全面腐食） [MCR 送風機]

軸継手は鋳鉄であり、腐食の発生が想定されるが、これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから、高経年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. 羽根車の腐食（全面腐食） [共通]

MCR 送風機、MCR 排風機の羽根車は炭素鋼、DG 区域（A）非常用送風機の羽根車は炭素鋼及びアルミニウム合金鋳物であり、いずれも腐食の発生が想定されるが、これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから、高経年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. ケーシングの腐食（全面腐食）[共通]

ケーシングは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. ベースの腐食（全面腐食）[共通]

ベースは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. ファン主軸の高サイクル疲労割れ [MCR 送風機]

ファン主軸には，ファン運転時の繰り返し応力による疲労が蓄積する可能性がある。しかし，設計段階において高サイクル疲労割れを起こさないよう考慮されており，これまでの目視点検及び浸透探傷検査において割れ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ことから，高経年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）[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。

i. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の主軸の摩耗

j. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の主軸の高サイクル疲労割れ

k. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ

l. ファンモータ（低圧，交流，全閉）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）

m. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

n. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の取付ボルトの腐食（全面腐食）

(i. ～n. : [共通])

以上，i. ～n. 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，同評価書を参照のこと。

- (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) MCR 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	△	△	△*1				*1:高サイクル疲労割れ *2:主軸 *3:フレーム, エントブラケット及 び端子箱 *4:固定子コア, 回転子コア *5:取付ボルト *6:回転子棒及び回転子 エントリング *7:固定子コイル及び口出 線・接続部品の絶縁特 性低下 *8:軸受(転がり) *9:低圧, 交流, 全閉	
	ファンモータ*9	◎*8	炭素鋼, 銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*1*2 △*6			○*7		
	軸継手		鋳鉄		△						
	軸受(転がり)	◎									
	羽根車		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	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）

表 2.2-1 (2 / 3) MCR 排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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
流量の確保	ファンモータ*9	◎*8	炭素鋼, 銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*1*2 △*6				○*7	*1:高サイクル疲労割れ *2:主軸 *3:フレーム, エントブラケット, 及び端子箱 *4:固定子コア, 回転子コア *5:取付ボルト *6:回転子棒及び回転子エントリング *7:固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 *8:軸受(転がり) *9:低圧, 交流, 全閉
	羽根車		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	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)

表 2.2-1 (3 / 3) DG 区域 (A) 非常用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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
流量の確保	ファンモータ*9	◎*8	炭素鋼, 銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*1*2 △*6				○*7	*1:高サイクル疲労割れ *2:主軸 *3:フレーム, エントブラケット, 及び 端子箱 *4:固定子コア, 回転子コア *5:取付ボルト *6:回転子棒及び回転子 エントリング *7:固定子コイル及び口出線・ 接続部品の絶縁特性 低下 *8:軸受(転がり) *9:低圧, 交流, 全閉
	羽根車		炭素鋼 アルミニウ ム合金鋳物		△						
バウンダリの 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（低圧，交流，全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]
固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「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」の低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・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。

- ・ 非常用ガス処理系排風機
- ・ MCR 再循環送風機
- ・ DG 区域（A）送風機
- ・ DG 区域（A）排風機
- ・ DG 区域（B）送風機
- ・ DG 区域（B）排風機
- ・ DG 区域（HPCS）送風機
- ・ DG 区域（HPCS）排風機
- ・ Hx/B（A）非常用送風機
- ・ Hx/B（B）非常用送風機
- ・ Hx/B（HPCS）非常用送風機
- ・ DG 区域（B）非常用送風機
- ・ DG 区域（HPCS）非常用送風機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

- (1) ファンモータ（低圧、交流、全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]
代表機器同様、「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、同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. ファン主軸の摩耗 [非常用ガス処理系排風機, DG 区域 (A) 送風機, DG 区域 (B) 送風機, DG 区域 (HPCS) 送風機, DG 区域 (HPCS) 排風機]

代表機器同様、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が摩耗する可能性があるが、点検時にファン主軸の寸法管理を行っており、摩耗が発生した場合でも適切に取替等を行うこととしている。

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ことから、高経年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. ファン主軸の腐食（全面腐食） [非常用ガス処理系排風機, DG 区域 (A) 送風機, DG 区域 (B) 送風機, DG 区域 (HPCS) 送風機, DG 区域 (HPCS) 排風機]

代表機器同様、ファン主軸は炭素鋼であり内部流体は空気であることから、腐食の発生が想定されるが、内部流体はフィルタを通過し塩分が除去された空気であることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、主軸は分解点検時の目視点検により腐食の有無を確認し、有意な腐食が確認された場合は適切に取替等を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 軸継手の腐食（全面腐食） [非常用ガス処理系排風機, DG 区域 (A) 送風機, DG 区域 (B) 送風機, DG 区域 (HPCS) 送風機, DG 区域 (HPCS) 排風機]

代表機器同様、軸継手は炭素鋼及び鋳鉄であり、腐食の発生が想定されるが、これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから、高経年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. 羽根車の腐食（全面腐食） [共通]

代表機器同様、羽根車は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. ケーシングの腐食（全面腐食）[共通]

代表機器同様、ケーシングは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. ベースの腐食（全面腐食）[共通]

代表機器同様、ベースは炭素鋼であることから、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. ファン主軸の高サイクル疲労割れ [非常用ガス処理系排風機, DG 区域 (A) 送風機, DG 区域 (B) 送風機, DG 区域 (HPCS) 送風機, DG 区域 (HPCS) 排風機]

代表機器同様、ファン主軸には、ファン運転時の繰り返し応力による疲労が蓄積する可能性がある。しかし、設計段階において高サイクル疲労割れを起こさないよう考慮されており、これまでの目視点検及び浸透探傷検査において割れ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ことから、高経年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）[共通]

代表機器同様、基礎ボルトの腐食については、「機械設備の技術評価書」にて評価を行うものとする。

i. ファンモータ（低圧、交流、全閉）の主軸の摩耗

j. ファンモータ（低圧、交流、全閉）の主軸の高サイクル疲労割れ

k. ファンモータ（低圧、交流、全閉）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ

l. ファンモータ（低圧、交流、全閉）のフレーム、エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）

m. ファンモータ（低圧、交流、全閉）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

n. ファンモータ（低圧、交流、全閉）の取付ボルトの腐食（全面腐食）

(i. ～n. : [共通])

以上、i. ～n. の評価については、代表機器同様、「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、同評価書を参照のこと。

- (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）

代表機器同様、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

2 空調機

[対象機器]

- ・ RHR ポンプ室空調機
- ・ HPCS ポンプ室空調機
- ・ LPCS ポンプ室空調機
- ・ FCS・SGTS 室空調機

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	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, 材料及び使用条件	2-3
2.1.1 RHR ポンプ室空調機	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	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	2-7
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	2-11

1. 対象機器及び代表機器の選定

主要な空調機の主な仕様を表 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及び結果

空調機を冷却コイルの内部流体で分類し、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、重要度及び運転状態の観点から、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、RHR ポンプ室空調機、HPCS ポンプ室空調機、LPCS ポンプ室空調機、FCS・SGTS 室空調機が属するが、運転状態の観点から、RHR ポンプ室空調機を代表機器とする。

表 1-1 空調機のグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称 (基数)	選定基準				選定	選定理由
		仕様	重要度*2	使用条件			
		容量×静圧 (m ³ /h×Pa)		運転状態*3	ファン 回転速度 (rpm)		
冷却水*4	RHR ポンプ室空調機 (3)	5,600×約 588*5	MS-1	連続 (一時)	1,140	◎	運転状態
	HPCS ポンプ室空調機 (1)	15,600×約 490	MS-1	一時 (一時)	860		
	LPCS ポンプ室空調機 (1)	7,000×約 490	MS-1	一時 (一時)	1,160		
	FCS・SGTS 室空調機 (2)	3,900×約 490	MS-1	一時 (一時)	1,120		

*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：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（）は断続的運転時の運転状態を示す

*4：防錆剤入り

*5：最大静圧を示す

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。

- ・ RHR ポンプ室空調機

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 RHR ポンプ室空調機

(1) 構造

RHR ポンプ室空調機は、流量 5,600 m³/h、回転速度 1,140 rpm の空調機であり、3台設置している。

RHR ポンプ室空調機は、空気を送風する羽根車、ファンモータ、冷却水冷却コイル・フィン及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により、点検手入れが可能である。

RHR ポンプ室空調機の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

RHR ポンプ室空調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 (低圧, 交流, 全閉)
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

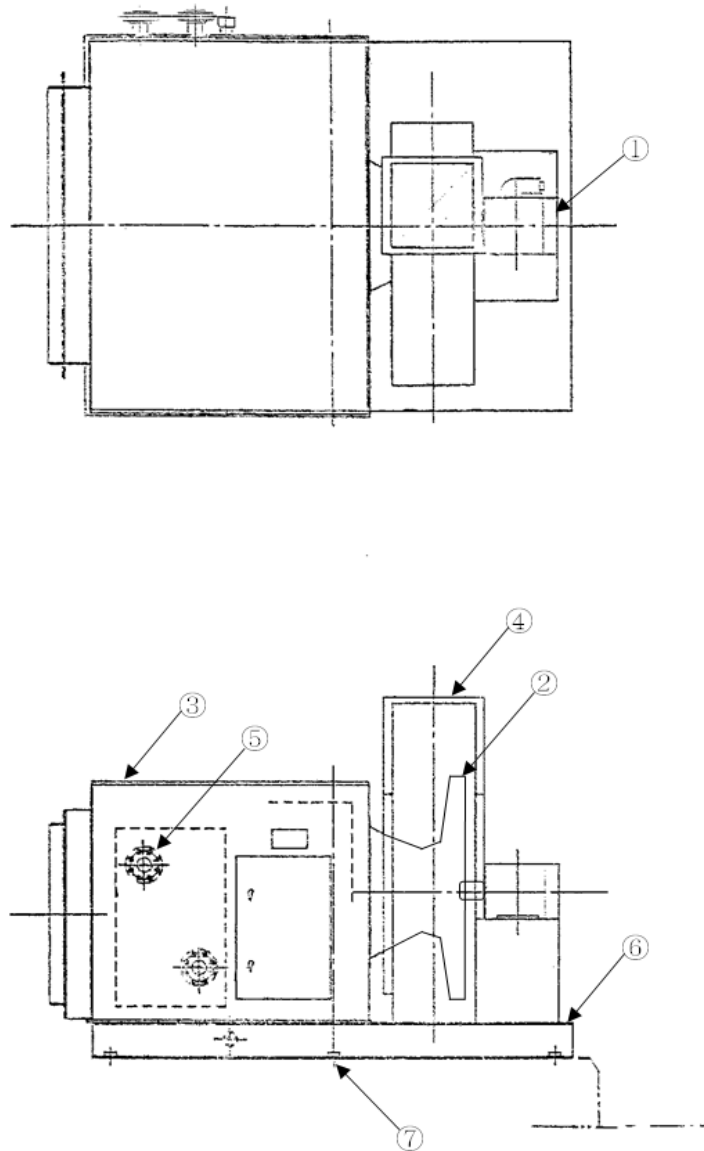


図 2. 1-1 RHR ポンプ室空調機構造図

表 2.1-1 RHR ポンプ室空調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）	固定子コイル及び口出線・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 固定子コア，回転子コア：無方向性電磁鋼 フレーム，端子箱：炭素鋼（SS41） エンドブラケット：鋳鉄（FC250） 主軸：炭素鋼（S45C） 取付ボルト：炭素鋼（SS41） 軸受（転がり）：（消耗品）
	羽根車	炭素鋼（SS41）
バウンダリの維持	ユニットケーシング	炭素鋼（SS41）
	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 RHR ポンプ室空調機の使用条件

流量	5,600 m ³ /h
周囲温度	66 °C以下*
ファン回転速度	1,140 rpm
熱交換量	41.8 kW
内部流体	空気，冷却水（防錆剤入り）
設置場所	RHR ポンプ室

*：RHR ポンプ室の設計値

2.2 経年劣化事象

2.2.1 機器の機能達成に必要な項目

空調機の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ 流量の確保
- ・ バウンダリの維持
- ・ 冷却機能の確保
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（流量、温度及び内部流体等）及び現在までの運転経験を考慮し、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、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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) ファンモータ（低圧、交流、全閉）の固定子コイル及び口出線・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. 羽根車，ユニットケーシング，ファンケーシング及びベースの腐食（全面腐食）

羽根車，ユニットケーシング，ファンケーシング及びベース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，腐食の発生する可能性は小さい。

また，定期的に目視点検を行い，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確認されていない。

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ことから，高経年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・フィン腐食（全面腐食）

冷却水冷却コイル・フィンは炭素鋼，銅又はアルミニウム合金であるため，腐食の発生が想定されるが，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，コイル外面及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，腐食の発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから，高経年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。

d. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の主軸の摩耗

e. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

f. ファンモータ（低圧，交流，全閉）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）

g. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ

h. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の主軸の高サイクル疲労割れ

i. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の取付ボルトの腐食（全面腐食）

以上，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，同評価書を参照のこと。

- (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 RHR ポンプ室空調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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
流量の確保	ファンモータ*9	◎*8	炭素鋼, 銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*1*2 △*6				○*7	*1 高サイクル疲労割れ *2:主軸 *3:フレーム, エンドブラケット, 及び 端子箱 *4:固定子コア, 回転子コア *5:取付ボルト *6:回転子棒及び回転子 エンドリング *7:固定子コイル及び口出線・ 接続部品の絶縁特性 低下 *8:軸受(転がり) *9:低圧, 交流, 全閉
	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（低圧，交流，全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]
固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「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」の低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・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。

- ・ HPCS ポンプ室空調機
- ・ LPCS ポンプ室空調機
- ・ FCS・SGTS 室空調機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

- (1) ファンモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [共通]
代表機器同様，「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，同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. 羽根車，ユニットケーシング，ファンケーシング及びベースの腐食（全面腐食） [共通]
代表機器同様，羽根車，ユニットケーシング，ファンケーシング及びベース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，腐食の発生する可能性は小さい。
また，定期的に目視点検を行い，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確認されていない。
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ことから，高経年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]
代表機器同様，冷却水冷却コイル・フィンが炭素鋼，銅又はアルミニウム合金であるため，腐食の発生が想定されるが，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，コイル外面及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，腐食の発生する可能性は小さい。
また，これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから，高経年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]

代表機器同様，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. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の主軸の摩耗 [共通]

e. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[共通]

f. ファンモータ（低圧，交流，全閉）のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）[共通]

g. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ [共通]

h. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

i. ファンモータ（低圧，交流，全閉）の取付ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

以上，d.～i. の評価については，代表機器同様，「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，同評価書を参照のこと。

- (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）

代表機器同様，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

3 冷凍機

[対象機器]

- ・ 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機

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, 材料及び使用条件	3-2
2.1.1 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機	3-2
2.2 経年劣化事象の抽出	3-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	3-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	3-6
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	3-7
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	3-12

1. 対象機器

冷凍機の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機の主な仕様

分類基準	機器名称 (基数)	重要度*1	使用条件	
			冷却能力 (W)	運転状態*2
ターボ式	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機 (4)	MS-1	418,600	連続 (連続)

*1:最上位の重要度を示す

*2:上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

2. 対象機器の技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機

(1) 構造

換気空調補機非常用冷却水系冷凍機は, 原子炉補機冷却水系冷却水を冷却源とする冷却能力 418,600 W のターボ式冷凍機で, 原子炉建屋に4基設置されている。

冷凍機は, 圧縮機, 圧縮機モータ, 凝縮器, 潤滑油ユニット, 蒸発器及び配管等で構成され, これらの機器は1つのユニットとしてまとめて設置されている。

換気空調補機非常用冷却水系冷凍機の全体構造図を図 2.1-1, 圧縮機構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

換気空調補機非常用冷却水系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	No.	部 位		
①	圧縮機モータ	⑧	伝熱管		
②	潤滑油 ユニット	⑨	凝縮器, 蒸発器		
③		油ポンプ		⑩	胴
④		油ポンプモータ		⑪	水室
⑤		油ヒータ	⑫	冷媒配管・弁	
⑥		油冷却器 (胴)	⑬	電磁弁	
⑦		油冷却器 (伝熱管)	⑭	ベース	
		配管・弁		基礎ボルト	

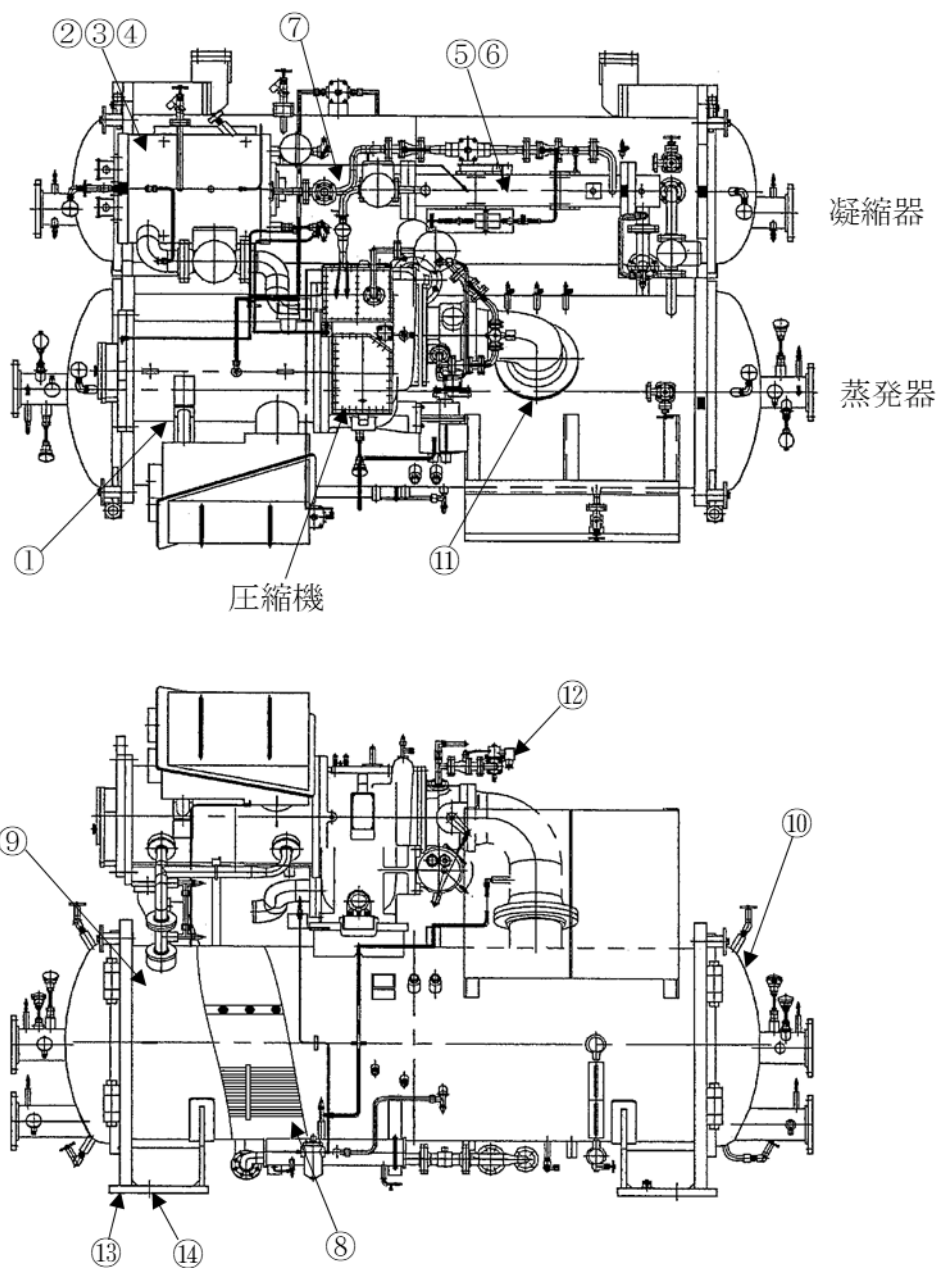


図 2.1-1 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機全体構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	従軸
③	ロータ
④	軸受 (すべり)

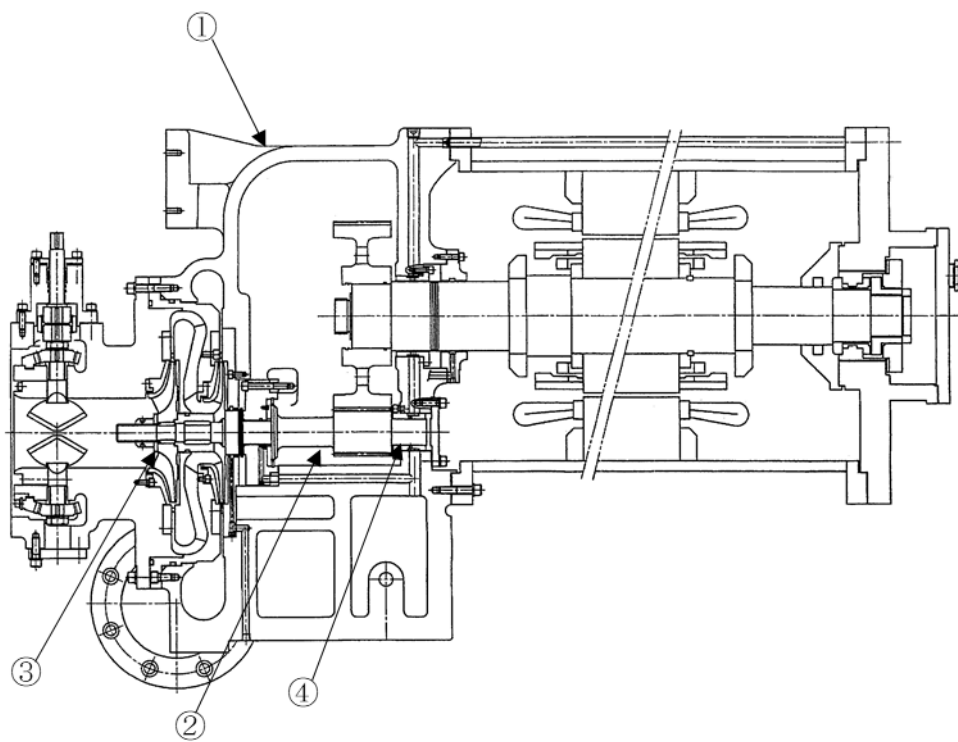


図 2.1-2 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機圧縮機構造図

表 2.1-1 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機主要部位の使用材料

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)
		ロータ	アルミニウム合金 (AC4A-T6)
		軸受 (すべり)	(定期取替品)
	圧縮機モータ (低圧, 交流, 全閉)	主軸: 炭素鋼 (SF540A) 固定子コイル及び口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 回転子棒・回転子エンドリング: 銅合金・銅 軸受: (消耗品) 固定子コア, 回転子コア: 無方向性電磁鋼 フレーム, 端子箱, エンドブラケット: 炭素鋼 取付ボルト: 低合金鋼	
	潤滑油 ユニット	油ポンプ	(定期取替品)
		油ポンプモータ (低圧, 交流, 油浸)	(定期取替品)
		油ヒータ	ニクロム線
		油冷却器 (胴)	炭素鋼 (STPG370E)
		油冷却器 (伝熱管)	銅 (C1220TS-1/2H)
		配管・弁	炭素鋼, 銅
	凝縮器, 蒸発器	伝熱管	銅 (C1020TS-1/2H)
		胴	炭素鋼 (SM41B)
		水室	炭素鋼 (SS41)
	冷媒配管・弁	炭素鋼, 銅	
	電磁弁	(定期取替品)	
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 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機の使用条件

冷却能力	418,600 W
内部流体	冷媒 (R-134a), 冷却水 (防錆剤入り)
周囲温度	40 °C以下*
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

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

冷凍機の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ 冷却機能の確保
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（運転時間等）及び現在までの運転経験を考慮し、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、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

圧縮機モータの軸受は消耗品、並びに圧縮機のすべり軸受、潤滑油ユニットの油ポンプ、油ポンプモータ及び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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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) 圧縮機モータ（低圧、交流、全閉）の固定子コイル及び口出線・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. 圧縮機従軸の摩耗

圧縮機従軸は長期使用において摩耗が想定されるが、潤滑油により潤滑されており、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有意な摩耗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ことから、高経年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. 圧縮機ケーシングの腐食（全面腐食）

圧縮機ケーシングは鋳鉄であり腐食の発生が想定されるが、ケーシングの大気接触部は塗装を施しており、内部流体は腐食性のほとんどないフロン冷媒であるため、腐食の発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから、高経年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. 圧縮機ロータの摩耗

圧縮機ロータは、ロータ同士の接触により摩耗が想定されるが、潤滑油により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、これまでの目視点検及び寸法測定から有意な摩耗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ことから、高経年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. 潤滑油ユニット油ヒータの絶縁特性低下

潤滑油ユニット油ヒータはシーズヒータであり、絶縁物をパイプに収納し、シール処理しており、パイプ腐食やシール材劣化による湿分の浸入により絶縁特性が低下する可能性がある。

しかし、パイプは耐食性を有する銅を用いており、耐熱性の高いシール材を用いていることから、湿分浸入による絶縁物の絶縁特性低下の可能性は小さい。

また、これまでの点検結果からも急激な絶縁低下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ことから、高経年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. 潤滑油ユニット油ヒータの断線

潤滑油ユニット油ヒータはシーズヒータであり、加熱線にはニクロム線が使用されている。ニクロム線は絶縁物と共にパイプに収納しシール処理しており、パイプ腐食やシール材劣化による外気湿分浸入によりニクロム線の腐食・断線が想定される。

しかし、パイプは耐食性を有する銅を用いており、耐熱性の高いシール材を用いていることから、湿分浸入によるニクロム線の腐食・断線の可能性は小さい。

また、これまでの分解点検時の目視点検、点検後の試運転結果からも、ニクロム線断線の兆候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ことから、高経年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. 潤滑油ユニット油冷却器（伝熱管）の高サイクル疲労割れ及び摩耗

潤滑油ユニット油冷却器（伝熱管）については、管支持板接触面において、高サイクル疲労割れ及び摩耗が想定されるが、管支持板は、適切なスパンで支持されており、伝熱管の外表面の流体（胴側流体）による振動は抑制されている。

また、これまでの点検結果からも割れ及び摩耗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ことから、高経年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. 潤滑油ユニット油冷却器（胴）及び配管・弁の腐食（全面腐食）

潤滑油ユニットの油冷却器（胴）及び配管・弁の材料は、炭素鋼又は耐食性を有する銅である。炭素鋼の大気接触部は塗装により腐食を防止しており、腐食の発生する可能性は小さい。

また、潤滑油ユニット油冷却器管側の内部流体は腐食性のほとんどないフロン冷媒であることから、腐食の発生する可能性は小さい。

また、これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから、高経年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. 凝縮器、蒸発器（伝熱管、胴、水室）の腐食（全面腐食）

凝縮器、蒸発器各部の材料は、炭素鋼又は耐食性を有する銅である。炭素鋼の大気接触部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腐食性のほとんどないフロン冷媒であることから、腐食の発生する可能性は小さい。

また、凝縮器、蒸発器管側の内部流体は冷却水（防錆剤入り）であることから、腐食の発生する可能性は小さい。

これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから、高経年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. 冷媒配管・弁の腐食（全面腐食）

冷媒配管・弁は炭素鋼又は耐食性を有する銅である。炭素鋼の大気接触部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腐食性のほとんどないフロン冷媒であることから、腐食の発生する可能性は小さい。

また、これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから、高経年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. ベースの腐食（全面腐食）

ベースは炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから、高経年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. 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。

l. 圧縮機モータ（低圧、交流、全閉）の主軸の摩耗

m. 圧縮機モータ（低圧、交流、全閉）の主軸の高サイクル疲労割れ

n. 圧縮機モータ（低圧、交流、全閉）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ

o. 圧縮機モータ（低圧、交流、全閉）のフレーム、エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）

p. 圧縮機モータ（低圧、交流、全閉）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

q. 圧縮機モータ（低圧、交流、全閉）の取付ボルトの腐食（全面腐食）

以上、l. ～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、当該の評価書を参照のこと。

- (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 換気空調補機非常用冷却水系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	圧縮機	ケーシング		鋳鉄		△					*1:高サイクル疲労割れ	
		従軸		低合金鋼	△						*2:主軸	
		ロータ		アルミニウム合金	△						*3:フレーム,エンドブラケット, 及び端子箱	
		軸受(すべり)	◎								*4:固定子コア及び回転 子コア	
	圧縮機モータ*9		◎*8	炭素鋼, 銅, 絶縁物他	△*2	△*3*4*5	△*1*2 △*6			○*7*10	*5:取付ボルト *6:回転子棒及び 回転子エンドリング	
	潤滑油 ユニット	油ポンプ	◎									*7:固定子コイル及び口出 線・接続部品
		油ポンプモータ	◎									*8:軸受
		油ヒータ			ニクロム線						△*10*11	*9:低圧, 交流, 全閉 *10:絶縁特性低下 *11:断線
		油冷却器(胴)			炭素鋼		△					
		油冷却器(伝熱管)			銅	△		△*1				
		配管・弁			炭素鋼, 銅		△					
	凝縮 器, 蒸 発器	伝熱管			銅		△					
		胴			炭素鋼		△					
		水室			炭素鋼		△					
	冷媒配管・弁			炭素鋼, 銅		△						
電磁弁		◎										
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) 圧縮機モータ（低圧，交流，全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「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」の低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

以 上

4 フィルタユニット

[対象機器]

- ・ 非常用ガス処理系乾燥装置
- ・ 非常用ガス処理系フィルタ装置
- ・ MCR 給気処理装置
- ・ MCR 再循環フィルタ装置
- ・ DG 区域（A）給気処理装置
- ・ DG 区域（B）給気処理装置
- ・ DG 区域（HPCS）給気処理装置
- ・ Hx/B（A）非常用給気処理装置
- ・ Hx/B（B）非常用給気処理装置
- ・ Hx/B（HPCS）非常用給気処理装置
- ・ DG 区域（A）非常用給気処理装置
- ・ DG 区域（B）非常用給気処理装置
- ・ DG 区域（HPCS）非常用給気処理装置

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	4-1
1.1 グループ化の考え方	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, 材料及び使用条件	4-3
2.1.1 MCR 給気処理装置	4-3
2.2 経年劣化事象の抽出	4-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	4-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	4-6
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	4-7
3. 代表機器以外への展開	4-9
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	4-9
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	4-9

1. 対象機器及び代表機器の選定

主要なフィルタユニットの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのフィルタユニットをグループ化し、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

フィルタユニットを材料で分類し、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、原則として重要度及び運転状態の観点から、代表機器を選定する。

(1) 炭素鋼フィルタユニット

このグループには、非常用ガス処理系乾燥装置、非常用ガス処理系フィルタ装置、MCR 給気処理装置、MCR 再循環フィルタ装置、DG 区域 (A) 給気処理装置、DG 区域 (B) 給気処理装置、DG 区域 (HPCS) 給気処理装置、Hx/B (A) 非常用給気処理装置、Hx/B (B) 非常用給気処理装置、Hx/B (HPCS) 非常用給気処理装置、DG 区域 (A) 非常用給気処理装置、DG 区域 (B) 非常用給気処理装置及び DG 区域 (HPCS) 非常用給気処理装置が属するが、重要度、運転状態の観点から、MCR 給気処理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及び代表機器の選定

分類 基準	機 器 名 称 (基数)	選 定 基 準			選定	選定理由
		仕様 流量 (m ³ /h)	重要度*2	使用条件 運転状態*3		
炭素鋼	非常用ガス処理系乾燥装置 (2)	1,700	MS-1	一時 (一時)		重要度, 運転状態
	非常用ガス処理系フィルタ装置 (1)	1,700	MS-1	一時 (一時)		
	MCR 給気処理装置 (2)	81,000	MS-1	連続 (連続)	◎	
	MCR 再循環フィルタ装置 (1)	9,000	MS-1	一時 (一時)		
	DG 区域 (A) 給気処理装置 (1)	39,000	MS-2	連続 (連続)		
	DG 区域 (B) 給気処理装置 (1)	34,000	MS-2	連続 (連続)		
	DG 区域 (HPCS) 給気処理装置 (1)	25,000	MS-2	連続 (連続)		
	Hx/B (A) 非常用給気処理装置 (1)	16,000	MS-1	一時 (一時)		
	Hx/B (B) 非常用給気処理装置 (1)	16,000	MS-1	一時 (一時)		
	Hx/B (HPCS) 非常用給気処理装置 (1)	6,000	MS-1	一時 (一時)		
	DG 区域 (A) 非常用給気処理装置 (1)	166,000	MS-1	一時 (一時)		
	DG 区域 (B) 非常用給気処理装置 (1)	166,000	MS-1	一時 (一時)		
	DG 区域 (HPCS) 非常用給気処理装置 (1)	121,000	MS-1	一時 (一時)		

*1 : ケーシング (又はフィルタ取付枠) の材料を示す

*2 : 最上位の重要度を示す

*3 : 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

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ィルタユニットについて技術評価を実施する。

- ・ MCR 給気処理装置

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 MCR 給気処理装置

(1) 構造

MCR 給気処理装置は、炭素鋼であり、断面寸法約 3,700 mm× 3,300 mm の枠型構造で、原子炉建屋に2基設置されている。

フィルタユニットは、ケーシング、バグフィルタ、冷却コイル、支持鋼材及び取付ボルトからなる。

また、バグフィルタは取り外すことにより、取替が可能である。

MCR 給気処理装置の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

MCR 給気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	ケーシング
②	バッグフィルタ
③	冷却コイル
④	支持鋼材
⑤	ベース
⑥	取付ボルト

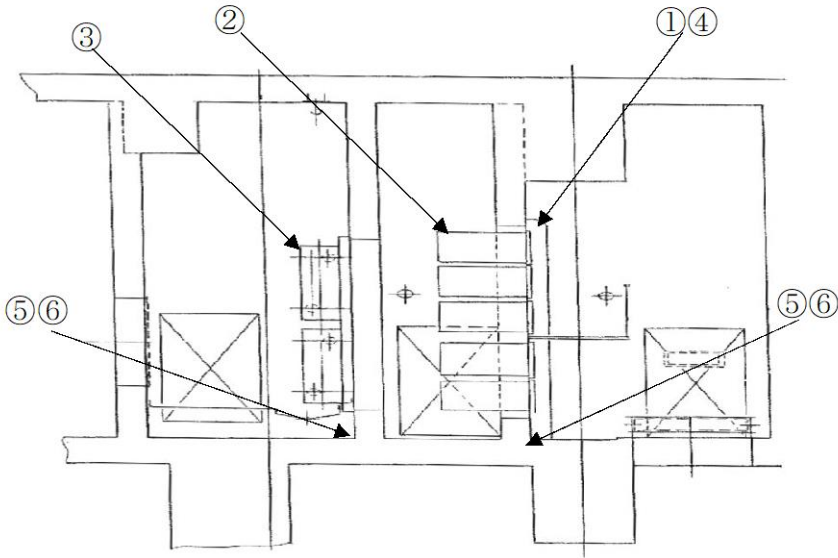


図 2.1-1 MCR 給気処理装置構造図

表 2.1-1 MCR 給気処理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	ケーシング	炭素鋼 (SS41)
空気浄化機能の確保	バグフィルタ	(消耗品)
冷却機能の確保	冷却コイル	銅
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼 (SS41)
	ベース	炭素鋼 (SS41)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS41)

表 2.1-2 MCR 給気処理装置の使用条件

周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

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

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。

- ・ バウンダリの維持
- ・ 空気浄化機能の確保
- ・ 冷却機能の確保
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（流体及び周囲温度）及び現在までの運転経験を考慮し、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、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

バグフィルタは消耗品であり、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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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. ケーシングの腐食（全面腐食）

ケーシングは炭素鋼であるため、腐食が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 冷却コイル（防錆剤入り）の腐食（全面腐食）

冷却コイルは銅であるため、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）であるため腐食が発生する可能性は小さい。コイル外面は、フィルタを通過し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、これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 支持鋼材、ベース、取付ボルトの腐食（全面腐食）

支持鋼材、ベース及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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、又は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 MCR 給気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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
空気浄化機能の確保	バグフィルタ	◎									
冷却機能の確保	冷却コイル		銅		△						
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	ベース		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。

- ・ 非常用ガス処理系乾燥装置
- ・ 非常用ガス処理系フィルタ装置
- ・ MCR 再循環フィルタ装置
- ・ DG 区域（A）給気処理装置
- ・ DG 区域（B）給気処理装置
- ・ DG 区域（HPCS）給気処理装置
- ・ Hx/B（A）非常用給気処理装置
- ・ Hx/B（B）非常用給気処理装置
- ・ Hx/B（HPCS）非常用給気処理装置
- ・ DG 区域（A）非常用給気処理装置
- ・ DG 区域（B）非常用給気処理装置
- ・ DG 区域（HPCS）非常用給気処理装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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. ケーシングの腐食（全面腐食）[共通]

代表機器同様、ケーシングは炭素鋼であり、腐食が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 冷却コイル（防錆剤入り）の腐食（全面腐食）[DG 区域（A）給気処理装置，DG 区域（B）給気処理装置]

代表機器同様，冷却コイルは銅であるため，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）であるため腐食が発生する可能性は小さい。コイル外面は，フィルタを通過し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，これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. ベース及び支持鋼材の腐食（全面腐食）[共通]

代表機器同様，ベース及び支持鋼材は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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）[DG 区域（A）給気処理装置，DG 区域（B）給気処理装置，DG 区域（HPCS）給気処理装置，Hx/B（A）非常用給気処理装置，Hx/B（B）非常用給気処理装置，Hx/B（HPCS）非常用給気処理装置，DG 区域（A）非常用給気処理装置，DG 区域（B）非常用給気処理装置，DG 区域（HPCS）非常用給気処理装置]

代表機器同様，取付ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. 電気加熱器のヒータの絶縁特性低下 [非常用ガス処理系乾燥装置加熱コイル]

非常用ガス処理系乾燥装置加熱コイルはシーズヒータであり，絶縁物をパイプに収納しシール処理しており，パイプ腐食やシール材劣化による外気湿分浸入により絶縁特性低下が想定されるが，パイプは耐食性の高いステンレス鋼を用いており，かつ耐熱性の高いシール材を用いていることから，湿分浸入による絶縁物の絶縁特性低下の可能性は小さい。

また，点検時に絶縁抵抗測定を行い，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから，高経年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. 電気加熱器のヒータの断線 [非常用ガス処理系乾燥装置加熱コイル]

非常用ガス処理系乾燥装置加熱コイルはシーズヒータであり、加熱線にはニクロム線が使用されている。ニクロム線は絶縁物と共にパイプに収納しシール処理しており、パイプ腐食やシール材劣化による外気湿分浸入によりニクロム線の腐食・断線が想定される。

しかし、パイプは耐食性の高いステンレス鋼を用いており、かつ耐熱性の高いシール材を用いていることから、湿分浸入によるニクロム線の腐食・断線の可能性は小さい。

また、点検時にはニクロム線の抵抗測定にて健全性の確認を行い、必要に応じて取替を行うこととしており、これまでの点検結果では有意な抵抗上昇は確認されていない。

今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考え難いことから、高経年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） [非常用ガス処理系乾燥装置，非常用ガス処理系フィルタ装置，MCR 再循環フィルタ装置]

代表機器同様，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，又は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）

代表機器同様，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

5 ダクト

[対象機器]

- ・ 中央制御室換気空調系ダクト
- ・ DG 区域換気空調系ダクト
- ・ 海水熱交換器建屋換気空調系ダクト
- ・ 原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	5-1
1.1 グループ化の考え方	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, 材料及び使用条件	5-3
2.1.1 中央制御室換気空調系ダクト (角ダクト 亜鉛メッキ鋼)	5-3
2.1.2 中央制御室換気空調系ダクト (角ダクト 炭素鋼)	5-6
2.1.3 中央制御室換気空調系ダクト (角ダクト ステンレス鋼)	5-9
2.1.4 中央制御室換気空調系ダクト (丸ダクト ステンレス鋼)	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	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	5-24
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	5-24
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	5-24

1. 対象機器及び代表機器の選定

主要なダクトの主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのダクトをグループ化し、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

ダクトを型式及び材料で分類し、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、原則として重要度及び運転状態の観点から、代表機器を選定する。

(1) 亜鉛メッキ鋼製角ダクト

このグループには、中央制御室換気空調系ダクト、DG 区域換気空調系ダクト、海水熱交換器建屋換気空調系ダクト、原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクトが属するが、重要度及び運転状態の観点から中央制御室換気空調系ダクトを代表機器とする。

(2) 炭素鋼製角ダクト

このグループには、中央制御室換気空調系ダクト、DG 区域換気空調系ダクトが属するが、重要度の観点から、中央制御室換気空調系ダクトを代表機器とする。

(3) ステンレス鋼製角ダクト

このグループには、中央制御室換気空調系ダクト、DG 区域換気空調系ダクトが属するが、重要度の観点から、中央制御室換気空調系ダクトを代表機器とする。

(4) ステンレス鋼製丸ダクト

このグループには、中央制御室換気空調系ダクトのみが属するので、中央制御室換気空調系ダクトを代表機器とする。

表 1-1 ダクトのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機 器 名 称 (基数)	選 定 基 準			選 定	選 定 理 由
型 式	材 料		仕 様	重 要 度*1	使 用 条 件		
			流 量 (m ³ /h)		運 転 状 態*3		
角ダクト	亜鉛メッキ鋼	中央制御室換気空調系ダクト	81,000*2	MS-1	連続 (連続)	◎	重要度, 運転状態
		DG 区域換気空調系ダクト	39,000	MS-2	連続 (連続)		
		海水熱交換器建屋換気空調系ダクト	16,000	MS-1	一時 (一時)		
		原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト	15,600	MS-1	一時 (一時)		
	炭素鋼	中央制御室換気空調系ダクト	81,000*2	MS-1	連続 (連続)	◎	重要度
		DG 区域換気空調系ダクト	7,800*2	MS-2	連続 (連続)		
	ステンレス鋼	中央制御室換気空調系ダクト	5,000*2	MS-1	連続 (連続)	◎	重要度
		DG 区域換気空調系ダクト	25,000*2	MS-2	連続 (連続)		
丸ダクト	ステンレス鋼	中央制御室換気空調系ダクト	81,000*2	MS-1	連続 (連続)	◎	

*1：最上位の重要度を示す

*2：最大流量を示す

*3：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

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ダクトについて，技術評価を実施する。

- ・ 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ・ 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）
- ・ 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）
- ・ 中央制御室換気空調系ダクト（丸ダクト ステンレス鋼）

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）

(1) 構造

中央制御室換気空調系ダクトは，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，ガスケット，ボルト・ナット，伸縮継手，支持鋼材，埋込金物及び基礎ボルトからなる。

中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）主要部位の使用材料を表 2.1-1 に，使用条件を表 2.1-2 に示す。

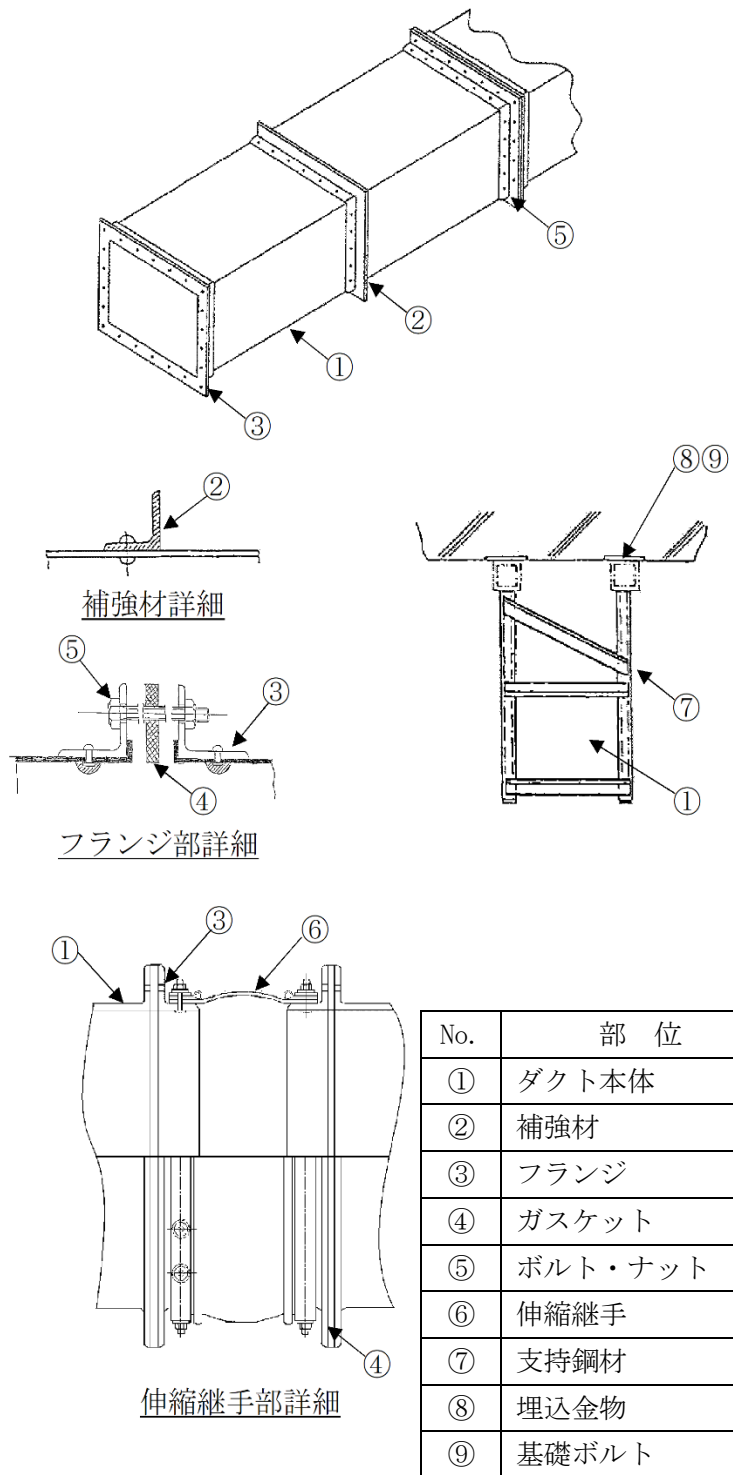


図 2.1-1 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）構造図

表 2.1-1 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）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	ダクト本体	亜鉛メッキ鋼
	補強材	炭素鋼
	フランジ	炭素鋼
	ガスケット	ロックウール, 合成ゴム
	ボルト・ナット	炭素鋼
	伸縮継手	合成ゴム
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS41 相当), 樹脂*

* : 後打ちケミカルアンカ

表 2.1-2 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）の使用条件

流量	81,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

2.1.2 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）

(1) 構造

中央制御室換気空調系ダクトは、炭素鋼製角ダクトであり、ダクト本体、補強材、フランジ、ガスケット、ボルト・ナット、伸縮継手、支持鋼材、埋込金物及び基礎ボルトからなる。

中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）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。

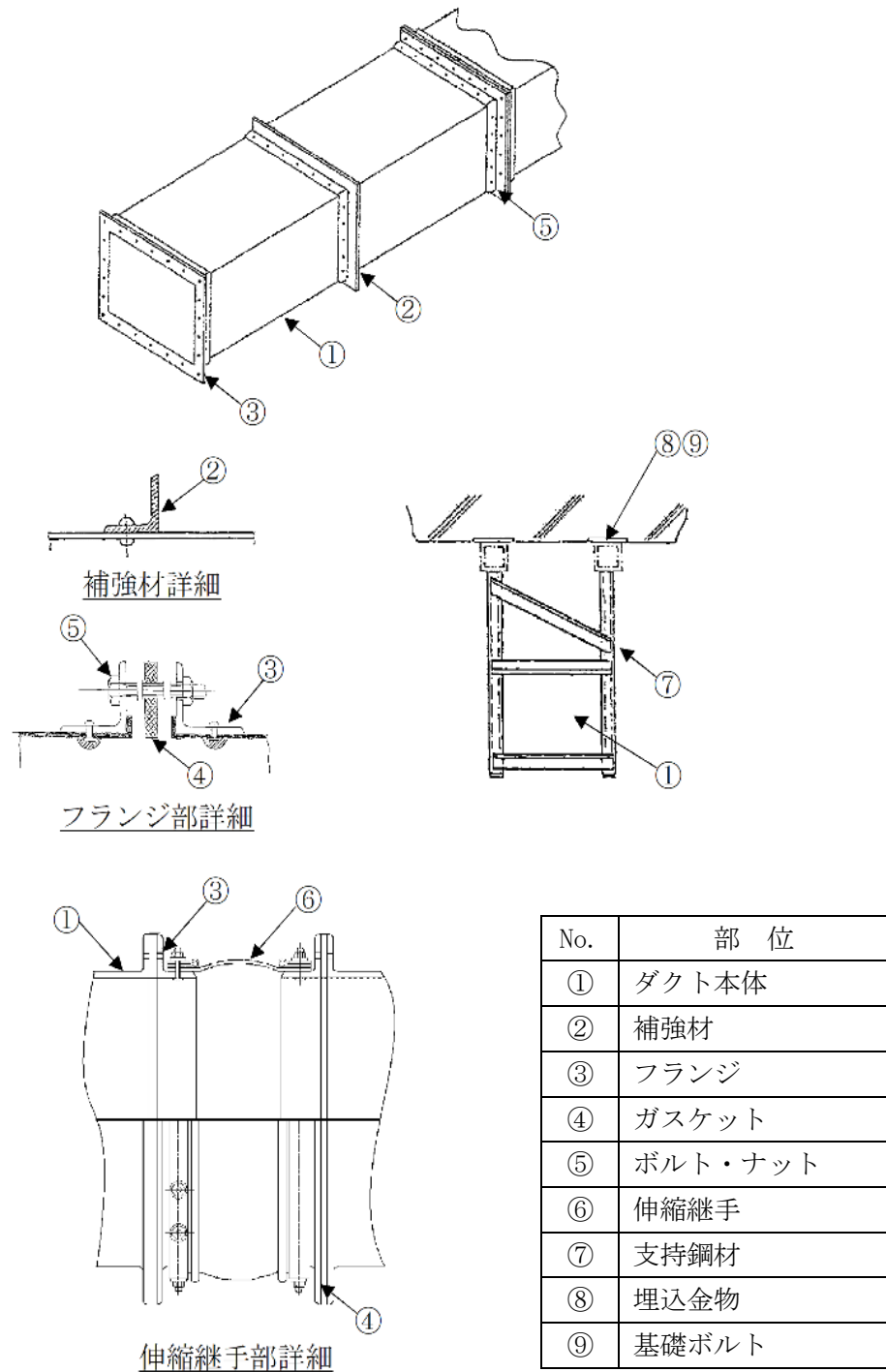


図 2.1-2 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）構造図

表 2.1-3 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 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
バウンダリの維持	ダクト本体	炭素鋼
	補強材	炭素鋼
	フランジ	炭素鋼
	ガスケット	ロックウール，合成ゴム
	ボルト・ナット	炭素鋼
	伸縮継手	合成ゴム
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼（SS41 相当），樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-4 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）の使用条件

流量	81,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

*：原子炉建屋の設計値

2.1.3 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）

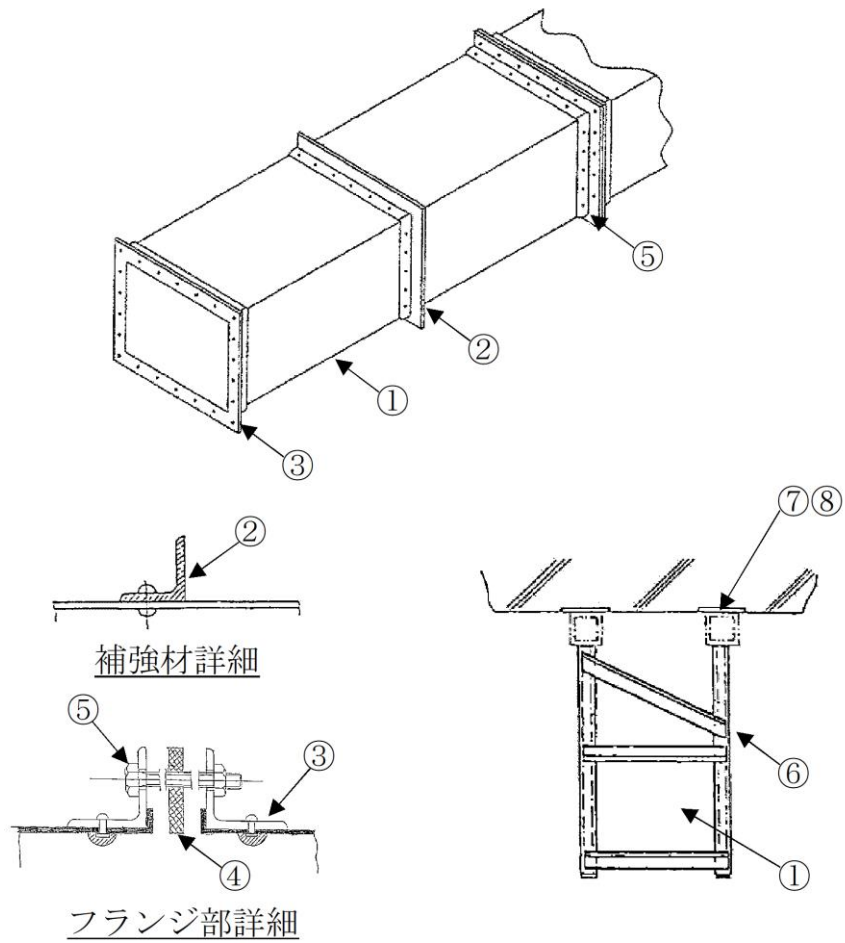
(1) 構造

中央制御室換気空調系ダクトは、ステンレス鋼製角ダクトであり、ダクト本体、補強材、フランジ、ガスケット、ボルト・ナット、支持鋼材、埋込金物及び基礎ボルトからなる。

中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）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	ガスケット
⑤	ボルト・ナット
⑥	支持鋼材
⑦	埋込金物
⑧	基礎ボルト

図 2.1-3 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）構造図

表 2.1-5 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）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	ダクト本体	ステンレス鋼
	補強材	ステンレス鋼
	フランジ	ステンレス鋼
	ガスケット	合成ゴム
	ボルト・ナット	ステンレス鋼
機器の支持	支持鋼材	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼（SS41 相当），樹脂*

*：後打ちケミカルアンカ

表 2.1-6 中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）の使用条件

流量	5,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

*：原子炉建屋の設計値

2.1.4 中央制御室換気空調系ダクト（丸ダクト ステンレス鋼）

(1) 構造

中央制御室換気空調系ダクトは、ステンレス鋼製丸ダクトであり、ダクト本体、フランジ、ガスケット及びボルト・ナットからなる。

中央制御室換気空調系ダクト（丸ダクト ステンレス鋼）の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

中央制御室換気空調系ダクト（丸ダクト ステンレス鋼）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	フランジ
③	ガスケット
④	ボルト・ナット

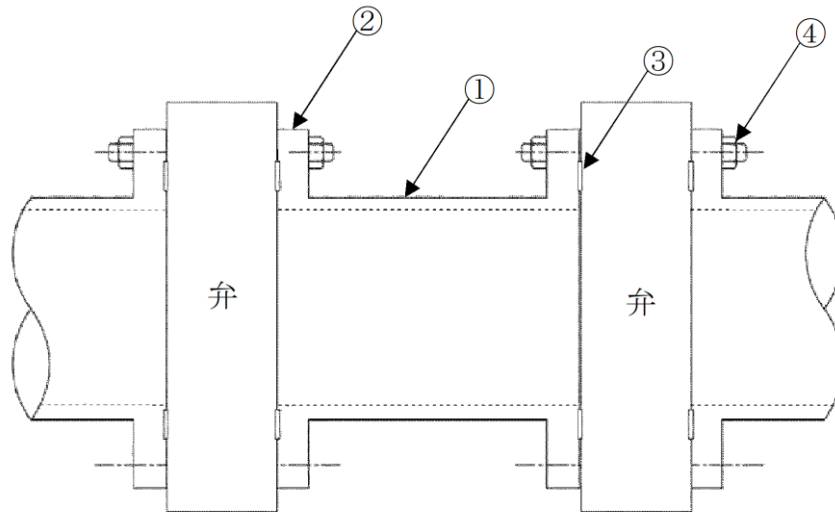


図 2.1-4 中央制御室換気空調系ダクト（丸ダクト ステンレス鋼）構造図

表 2.1-7 中央制御室換気空調系ダクト（丸ダクト ステンレス鋼）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	ダクト本体	ステンレス鋼
	フランジ	ステンレス鋼
	ガスケット	合成ゴム
	ボルト・ナット	炭素鋼

表 2.1-8 中央制御室換気空調系ダクト（丸ダクト ステンレス鋼）の使用条件

流量	81,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

*：原子炉建屋の設計値

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

ダクトの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ バウンダリの維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（流量及び周囲温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、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、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ダクトについては、消耗品及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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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. ダクト本体（外気取入部）の貫粒型応力腐食割れ [中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼：外気取入部），中央制御室換気空調系ダクト（丸ダクト ステンレス鋼：外気取入部）]

ダクト本体はステンレス鋼であり，大気接触部の貫粒型応力腐食割れの発生が想定されるが，大気接触部に塗装が施されており，貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また，定期的にダクトの内面の目視点検を実施するとともに，確認の結果塗膜の剥離が確認された場合には，当該部の補修・塗装を実施することとしている。

なお，第13回定期検査時（2018年）に原子力規制庁より発出された指示「中央制御室空調換気系ダクト等の点検調査について（平成29年1月18日付）」を受けて行った調査においてダクト内面に貫粒型応力腐食割れは確認されなかった。

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ことから，高経年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） [中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼），中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）]

ダクト本体には炭素鋼又は耐食性を有する亜鉛メッキ鋼であり，腐食が想定されるが，炭素鋼の大気接触部に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，万が一有意な腐食を確認した場合は，適切に補修を行うこととしている。

なお，第13回定期検査時（2018年）に原子力規制庁より発出された指示「中央制御室空調換気系ダクト等の点検調査について（平成29年1月18日付）」を受けて行った調査においてダクト内面に腐食は確認されなかった。

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ことから，高経年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. 補強材の腐食(全面腐食)[中央制御室換気空調系ダクト(角ダクト 亜鉛メッキ鋼), 中央制御室換気空調系ダクト(角ダクト 炭素鋼)]
- 補強材は炭素鋼であり,腐食の発生が想定されるが,大気接触部は塗装を施しており,腐食が発生する可能性は小さい。
- また,これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから,高経年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. フランジ, ボルト・ナットの腐食(全面腐食)[ステンレス鋼製以外のダクト]
- フランジ, ボルト・ナットは炭素鋼であり,腐食の発生が想定されるが,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,これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから,高経年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. 支持鋼材の腐食(全面腐食)[中央制御室換気空調系ダクト(角ダクト 亜鉛メッキ鋼), 中央制御室換気空調系ダクト(角ダクト 炭素鋼), 中央制御室換気空調系ダクト(角ダクト ステンレス鋼)]
- 支持鋼材は炭素鋼であり,腐食の発生が想定されるが,大気接触部は塗装を施しており,腐食が発生する可能性は小さい。
- また,これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから,高経年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)[中央制御室換気空調系ダクト(角ダクト 亜鉛メッキ鋼), 中央制御室換気空調系ダクト(角ダクト 炭素鋼), 中央制御室換気空調系ダクト(角ダクト ステンレス鋼)]
- 埋込金物は炭素鋼であるため,腐食の発生が想定されるが,大気接触部は塗装を施しており,腐食が発生する可能性は小さい。
- また,これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから,高経年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. ガasketの劣化[共通]
- ダクトのガasketが劣化する可能性は否定できないが,ダクト点検時に漏えいがないことを確認しており,異常は確認されていない。
- 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ことから,高経年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. 伸縮継手の劣化〔中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）、中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）〕

伸縮継手は合成ゴムであり、劣化について想定されるが、これまでの目視点検結果から異常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ことから、高経年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. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）、中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）、中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）〕

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、又は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）〔中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）、中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）、中央制御室換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）〕

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 / 4) 中央制御室換気空調系ダクト (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		
バウンダリの 維持	ダクト本体		亜鉛メッキ鋼		△					* : 樹脂の劣化	
	補強材		炭素鋼		△						
	フランジ		炭素鋼		△						
	ガスケット		ロックウール, 合成ゴム					△			
	ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	伸縮継手		合成ゴム					△			
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂		△			▲*			

△ : 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) 中央制御室換気空調系ダクト (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		
バウンダリの 維持	ダクト本体		炭素鋼		△						* : 樹脂の劣化
	補強材		炭素鋼		△						
	フランジ		炭素鋼		△						
	ガスケット		ロックウール, 合成ゴム						△		
	ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	伸縮継手		合成ゴム						△		
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂		△				▲*		

△ : 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) 中央制御室換気空調系ダクト (角ダクト ステンレス鋼) 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		
バウンダリの 維持	ダクト本体		ステンレス鋼				△ ^{*1*2}				*1:外気取入部 *2:貫粒型応力腐食 割れ *3:樹脂の劣化
	補強材		ステンレス鋼								
	フランジ		ステンレス鋼								
	ガスケット		合成ゴム						△		
	ボルト・ナット		ステンレス鋼								
機器の支持	支持鋼材		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼, 樹脂		△					▲ ^{*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 (4 / 4) 中央制御室換気空調系ダクト (丸ダクト ステンレス鋼) 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		
バウンダリの 維持	ダクト本体		ステンレス鋼				△ ^{*1*2}			*1:外気取入部 *2:貫粒型応力腐食 割れ	
	フランジ		ステンレス鋼								
	ガスケット		合成ゴム					△			
	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)

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。

- ・ DG 区域換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ・ 海水熱交換器建屋換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）
- ・ 原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）
- ・ DG 区域換気空調系ダクト（角ダクト 炭素鋼）
- ・ DG 区域換気空調系ダクト（角ダクト ステンレス鋼）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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. ダクト本体（外気取入部）の貫粒型応力腐食割れ [DG 区域換気空調系ダクト（ステンレス鋼：外気取入部）]

代表機器同様、ダクト本体にはステンレス鋼であり、ダクトの内面は大気（外気）と接触するため貫粒型応力腐食割れが想定されるが、大気接触部に塗装が施されており、貫粒型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。点検計画を適切に定め目視点検（可視範囲）を行っている。

また、これまでの目視点検結果からも異常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ことから、高経年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） [DG 区域換気空調系ダクト（外気取入部以外）、海水熱交換器建屋換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）、原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト（角ダクト 亜鉛メッキ鋼）]

代表機器同様、ダクト本体には炭素鋼又は耐食性を有する亜鉛メッキ鋼であり、腐食が想定されるが、炭素鋼の内部流体がフィルタを通過し塩分が除去された空気であることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 補強材の腐食（全面腐食）[共通]

代表機器同様、補強材は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. フランジ、ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[ステンレス鋼以外のダクト]

代表機器同様、フランジ、ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、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、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 支持鋼材の腐食（全面腐食）[共通]

代表機器同様、支持鋼材は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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]

代表機器同様、埋込金物は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. ガスケットの劣化 [共通]

代表機器同様、ダクトのガスケットが劣化する可能性は否定できないが、ダクト点検時に漏えいがないことを確認しており、異常は確認されていない。

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ことから、高経年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. 伸縮継手の劣化 [共通]

代表機器同様，伸縮継手は合成ゴムであり，劣化について想定されるが，これまでの目視点検結果から異常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ことから，高経年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. 基礎ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

代表機器同様，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，又は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） [共通]

代表機器同様，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。

以 上

6 ダンパ及び弁

[対象機器]

- ・ 中央制御室換気空調系電動式ダンパ
- ・ 非常用ガス処理系重力式ダンパ
- ・ DG 区域換気空調系重力式ダンパ
- ・ 中央制御室換気空調系重力式ダンパ
- ・ 海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ
- ・ 原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ
- ・ 原子炉建屋隔離弁
- ・ 中央制御室隔離弁

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	6-1
1.1 グループ化の考え方	6-1
1.2 代表機器の選定	6-1
2. 代表機器の技術評価	6-3
2.1 構造, 材料及び使用条件	6-3
2.1.1 MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ	6-3
2.1.2 MCR 送風機出口グラビティダンパ	6-6
2.1.3 R/B 給気隔離弁	6-9
2.1.4 MCR 通常時外気取り入れ隔離弁	6-12
2.2 経年劣化事象の抽出	6-15
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	6-15
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	6-15
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	6-17
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	6-25
3. 代表機器以外への展開	6-26
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	6-26
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	6-27

1. 対象機器及び代表機器の選定

主要なダンパ及び弁の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらのダンパ及び弁をグループ化し、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

ダンパ及び弁を型式及び駆動方式で分類し、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、運転状態及び流量の観点から、代表機器を選定する。

(1) 電動式ダンパ

電動式ダンパは、中央制御室換気空調系のみであることから、MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパを代表機器とする。

(2) 重力式ダンパ

重力式ダンパは、非常用ガス処理系、DG 区域換気空調系、中央制御室換気空調系、海水熱交換器建屋換気空調系、原子炉棟・タービン建屋換気空調系にあり、重要度及び運転状態の観点から、MCR 送風機出口グラビティダンパを代表機器とする。

(3) 空気作動式バタフライ弁

空気作動式バタフライ弁は、原子炉建屋隔離弁のみであることから、R/B 給気隔離弁を代表機器とする。

(4) 電動式バタフライ弁

電動式バタフライ弁は、中央制御室換気空調系にあり、このうち、重要度及び運転状態の観点から、MCR 通常時外気取り入れ隔離弁を代表機器とする。

表 1-1 ダンパ及び弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称 (基数)	選定基準			選定	代表ダンパ及び弁	選定理由
型式	駆動方式		仕様	重要度*1	使用条件			
			流量 (m ³ /h)		運転状態*3			
ダンパ	電動式	中央制御室換気空調系電動式ダンパ (2)	9,000	MS-1	一時 (一時)	◎	MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ	
	重力式	非常用ガス処理系重力式ダンパ(2)	1,700	MS-1	一時 (一時)		MCR 送風機出口グラビティダンパ	重要度, 運転状態
		DG 区域換気空調系重力式ダンパ(18)	39,000*2	MS-2	連続 (連続)			
			65,000*2	MS-1	一時 (一時)			
		中央制御室換気空調系重力式ダンパ (6)	81,000*2	MS-1	連続 (連続)	◎		
			9,000	MS-1	一時 (一時)			
		海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ (3)	16,000*2	MS-1	一時 (一時)			
	原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ (2)	2,300	MS-1	一時 (一時)				
バタフライ弁	空気作動式	原子炉建屋隔離弁 (4)	124,000	MS-1	連続 (連続)	◎	R/B 給気隔離弁	
	電動式	中央制御室隔離弁 (6)	5,000	MS-1	連続 (連続)	◎	MCR 通常時外気取り入れ隔離弁	重要度, 運転状態
			500	MS-1	一時 (一時)			

*1：最上位の重要度を示す

*2：最大流量

*3：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

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ダンパ及び弁について、技術評価を実施する。

- ・ MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ
- ・ MCR 送風機出口グラビティダンパ
- ・ R/B 給気隔離弁
- ・ MCR 通常時外気取り入れ隔離弁

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ

(1) 構造

MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパは電動式ダンパで、原子炉建屋に2基設置されている。

ダンパは、ケーシング、羽根、軸、コントロールモータ等で構成される。

MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

MCR 再循環フィルタ装置入口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	コントロールモータ

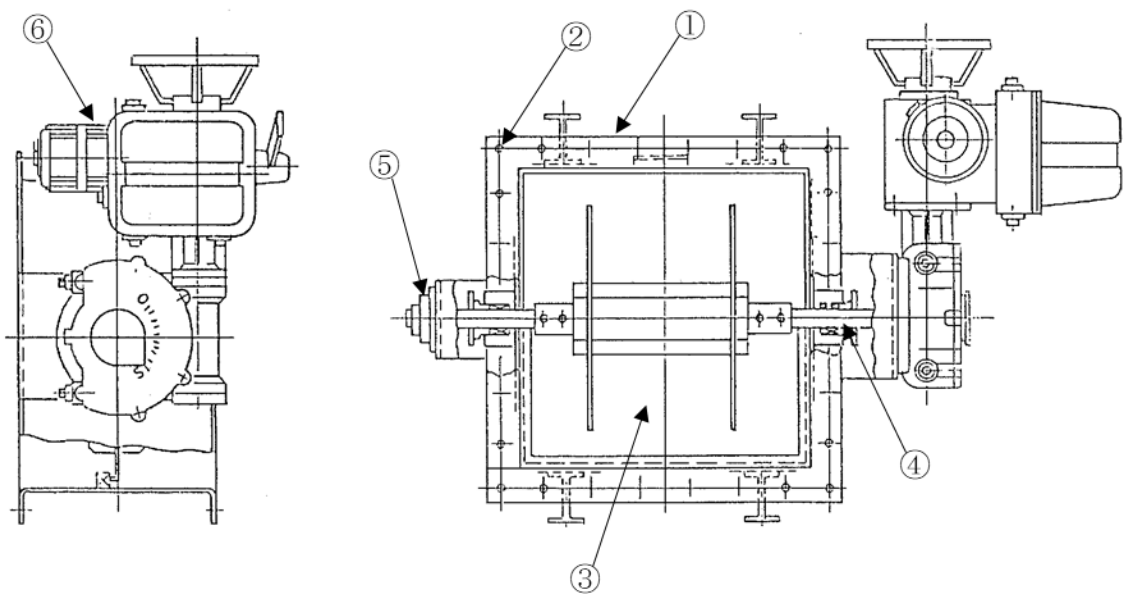


図 2.1-1 MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ構造図

表 2.1-1 MCR 再循環フィルタ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
バウンダリの維持	ケーシング	炭素鋼 (SS41)
	ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	羽根	炭素鋼 (SS41)
作動機能の維持	軸	ステンレス鋼 (SUS304)
	軸受 (転がり)	軸受鋼
	コントロールモータ	主軸：低合金鋼 (SCM440) 固定子コイル及びび口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子棒・回転子エンドリング： 銅，アルミダイキャスト ステムナット・ギア：黄銅鋳物他 軸受 (転がり)：(消耗品) トルクスイッチ：アルミダイキャスト，絶縁物 リミットスイッチ：(定期取替品) フレーム，エンドブラケット：鋳鉄 (FC150) 固定子コア，回転子コア：硅素鋼 (50A1000) トルクスプリングパック：(定期取替品) ガasket：(消耗品) 取付ボルト：低合金鋼 (SCM)

表 2.1-2 MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパの使用条件

流量	9,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

*：原子炉建屋の設計値

2.1.2 MCR 送風機出口グラビティダンパ

(1) 構造

MCR 送風機出口グラビティダンパは重力式ダンパで、原子炉建屋に2基設置されている。ダンパは、ケーシング、羽根、軸等からなり、バランスウェイトによりダンパが閉じる構造となっている。

MCR 送風機出口グラビティダンパの構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

MCR 送風機出口グラビティ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	バランスウェイト

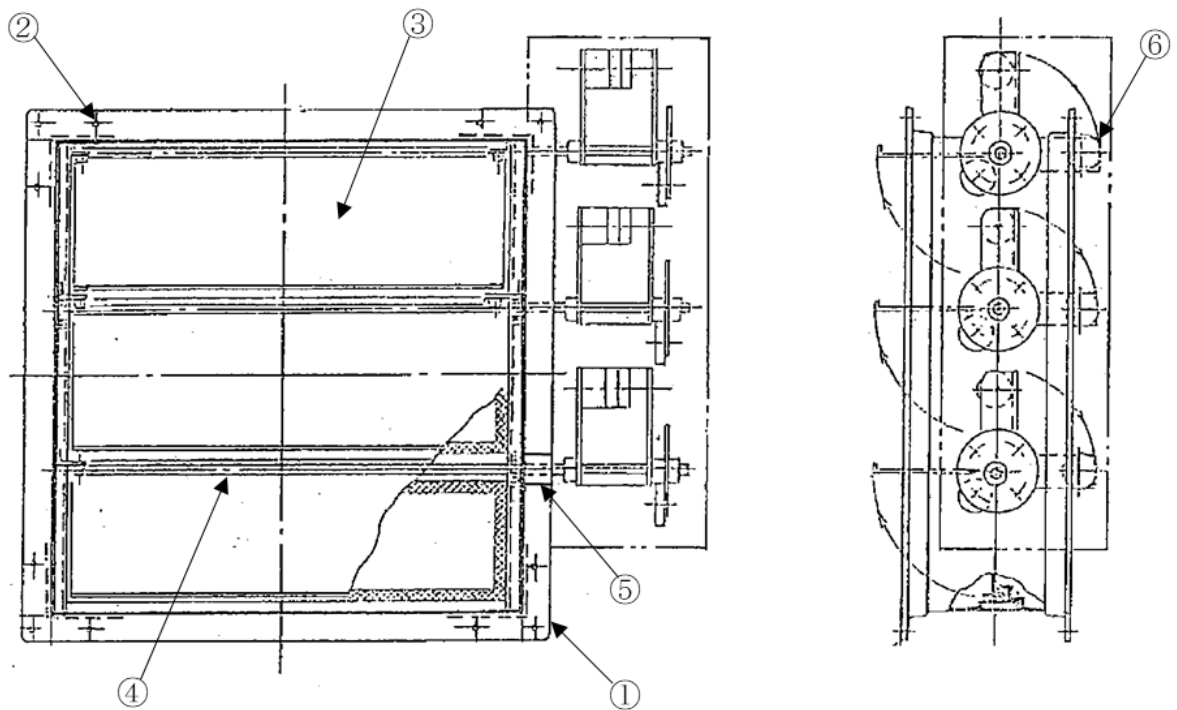


図 2.1-2 中央制御室送風機出口グラビティダンパ構造図

表 2.1-3 MCR 送風機出口グラビティ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
バウンダリの維持	ケーシング	炭素鋼 (SPCC)
	ボルト・ナット	炭素鋼
隔離機能の維持	羽根	炭素鋼 (SPCC)
作動機能の維持	軸	ステンレス鋼 (SUS304)
	軸受 (転がり)	軸受鋼
	バランスウェイト	炭素鋼 (SS41)

表 2.1-4 MCR 送風機出口グラビティダンパの使用条件

流量	81,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

2.1.3 R/B 給気隔離弁

(1) 構造

R/B 給気隔離弁は、空気作動式バタフライ弁で、原子炉建屋に2基設置されている。

R/B 給気隔離弁は、弁箱、ボルト・ナット、グランドパッキン、弁体、弁体シート、弁棒、空気作動部及びハウジング等からなり、付属品として作動空気用の電磁弁がある。

空気作動部は複動ピストン・シリンダ型である。軸封部には空気の漏れを防止するためにグランドパッキンを使用している。

当該弁については、機器等の開口部よりダクト内に進入し、弁内部の点検手入れが可能である。

R/B 給気隔離弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

R/B 給気隔離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	No.	部 位
①	弁箱	⑨	ハウジング
②	ボルト・ナット	⑩	Oリング
③	グランドパッキン	⑪	電磁弁
④	弁体	⑫	リミットスイッチ
⑤	弁体シート	⑬	支持脚
⑥	弁棒	⑭	取付ボルト
⑦	軸受	⑮	基礎ボルト
⑧	空気作動部		

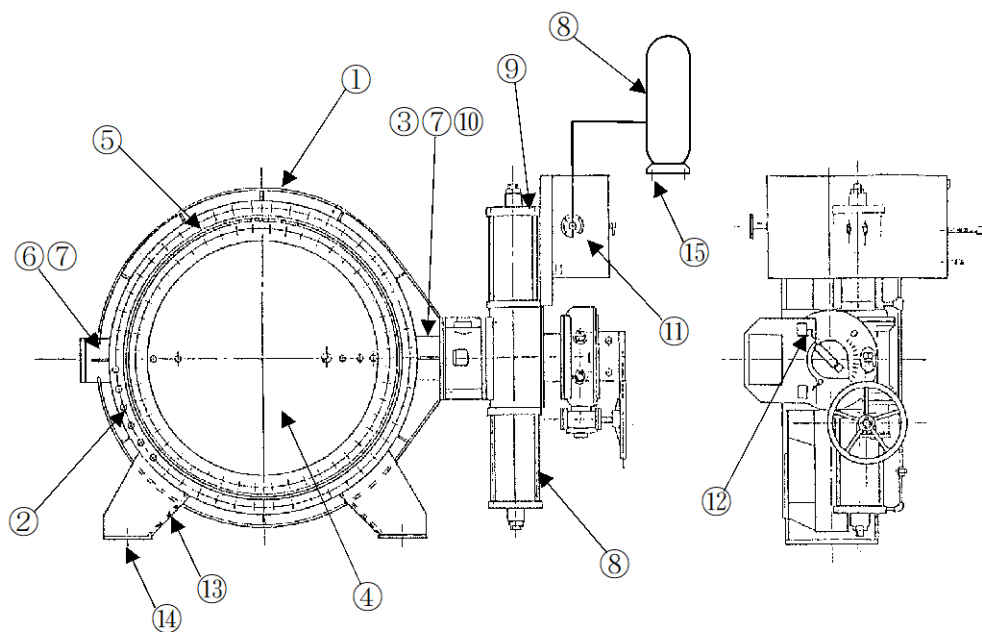


図 2.1-3 R/B 給気隔離弁構造図

表 2.1-5 R/B 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
バウンダリの維持	弁箱	炭素鋼 (SM41B)
	ボルト・ナット	炭素鋼
	グランドパッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体	炭素鋼 (SM41B)
	弁体シート	(消耗品)
作動機能の維持	弁棒	ステンレス鋼 (SUS304)
	軸受	(消耗品)
	空気作動部	炭素鋼 (SM41B), 鋳鉄 (FC25)
	ハウジング	炭素鋼 (SS41)
	Oリング	(消耗品)
	電磁弁	(定期取替品)
	リミットスイッチ	アルミニウム合金
機器の支持	支持脚	炭素鋼 (SS41)
	取付ボルト	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)

表 2.1-6 R/B 給気隔離弁の使用条件

流量	124,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

2.1.4 MCR 通常時外気取り入れ隔離弁

(1) 構造

MCR 通常時外気取り入れ隔離弁は、電動式バタフライ弁で、原子炉建屋に4基設置されている。

MCR 通常時外気取り入れ隔離弁は、弁箱、ボルト・ナット、グランドパッキン、弁体、弁体シート、弁棒及び電動弁駆動部等からなり、軸封部には空気の漏れを防止するためにグランドパッキンを使用している。

当該弁については、駆動部を切り離し、ボルト・ナットを取り外すことにより、弁内部の点検手入れが可能である。

MCR 通常時外気取り入れ隔離弁の構造図を図 2.1-4 に示す。

(2) 材料及び使用条件

MCR 通常時外気取り入れ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	電動弁駆動部
⑧	作動部取付ボルト
⑨	支持脚
⑩	取付ボルト

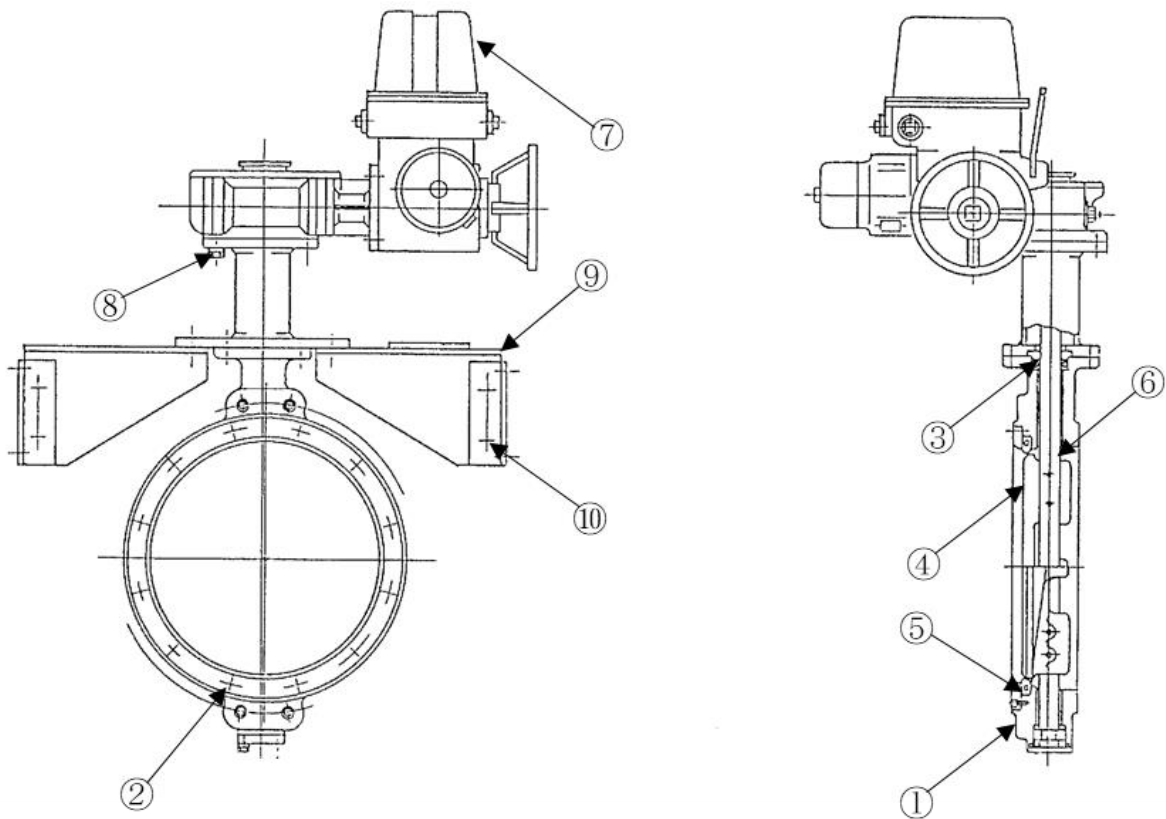


図 2.1-4 MCR 通常時外気取り入れ隔離弁構造図

表 2.1-7 MCR 通常時外気取り入れ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
バウンダリの維持	弁箱	ステンレス鋳鋼 (SCS13)
	ボルト・ナット	ステンレス鋼 (SUS304)
	グラントパッキン	(消耗品)
隔離機能の維持	弁体	ステンレス鋳鋼 (SCS13)
	弁体シート	(消耗品)
作動機能の維持	弁棒	ステンレス鋼 (SUS304)
	電動弁用駆動部	主軸：低合金鋼 (SCM440) 固定子コイル及びび口出線・接続部品：銅，絶縁物 回転子棒・回転子エンドリング： 銅，アルミダイキャスト ステムナット・ギア：黄銅鋳物他 軸受（転がり）：(消耗品) トルクスイッチ：アルミダイキャスト，絶縁物 リミットスイッチ：(定期取替品) フレーム，エンドブラケット：鋳鉄 (FC150) 固定子コア，回転子コア，硅素鋼 (50A1000) トルクスプリングパック：(定期取替品) ガスケット：(消耗品) 取付ボルト：低合金鋼 (SCM)
	作動部取付ボルト	炭素鋼 (SS41)
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 MCR 通常時外気取り入れ隔離弁の使用条件

流量	5,000 m ³ /h
周囲温度	40 °C以下*
流体	空気
設置場所	原子炉建屋

*：原子炉建屋の設計値

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

ダンパ及び弁の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ バウンダリの維持
- ・ 隔離機能の維持
- ・ 作動機能の維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

ダンパ及び弁について、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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（流量及び周囲温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、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、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

グラウンドパッキン、ガスケット、Oリング、弁体シート及び軸受は消耗品、並びにトルクスプリングパック、電磁弁及びリミットスイッチは定期取替品であり、設計時に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うえ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主要6事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]

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、羽根の腐食（全面腐食）[MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ、MCR 送風機出口グラビティダンパ]

ケーシング及び羽根は炭素鋼であるが、大気接触部には亜鉛メッキ又は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから、高経年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 [MCR 送風機出口グラビティダンパ]

ダンパの軸は潤滑油の枯渇・劣化により固着が想定されるが、ダンパの開閉速度は遅く、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、固着の発生する可能性は小さい。

また、機器点検等における目視点検、動作確認において異常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ことから、高経年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 [MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ、MCR 送風機出口グラビティダンパ]

軸受（転がり）は軸受と軸の接触面に摩耗が想定されるが、ダンパの開閉速度は遅く、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、摩耗の発生する可能性は小さい。

また、機器点検等における目視点検、動作確認において異常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ことから、高経年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. ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ, MCR 送風機出口グラビティダンパ, R/B 給気隔離弁]

ボルト・ナットは炭素鋼であるが、大気接触部には塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから、高経年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. リミットスイッチの導通不良 [R/B 給気隔離弁]

リミットスイッチの導通不良は、接点に付着する埃等により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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良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ことから、高経年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. リミットスイッチの絶縁特性低下 [R/B 給気隔離弁]

リミットスイッチの絶縁物は、熱的、機械的及び環境的要因で経年的に劣化が進行し、絶縁特性低下が想定されるが、リミットスイッチは静止型機器であり、屋内空調環境に設置されていることから、機械的及び環境的要因による劣化の可能性は小さい。

また、熱的要因については、リミットスイッチの動作頻度が少ないことから、温度上昇は僅かであり劣化の可能性は小さい。

さらに、点検時に動作確認を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良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ことから、高経年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. バランスウェイトの腐食（全面腐食）[MCR 送風機出口グラビティダンパ]

バランスウェイトは炭素鋼であるが、大気接触部には亜鉛メッキを施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから、高経年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. 弁棒の摩耗 [R/B 給気隔離弁, MCR 通常時外気取り入れ隔離弁]

弁体の開閉速度は遅く、回転角度は 90 度程度に限定され、開閉頻度も年に数回程度であることから、摩耗の発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 弁棒の貫粒型応力腐食割れ [R/B 給気隔離弁]

弁棒はステンレス鋼であり、塩分が付着することに起因する貫粒型応力腐食割れが想定されるが、通常使用温度が40℃以下であることから、貫粒型応力腐食割れ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も貫粒型応力腐食割れ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ことから、高経年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、弁体、ハウジング及び支持脚の腐食（全面腐食）[R/B 給気隔離弁]

弁箱、弁体、ハウジング及び支持脚は炭素鋼であるが、大気接触部には塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 弁体の貫粒型応力腐食割れ [MCR 通常時外気取り入れ隔離弁]

弁体はステンレス鋳鋼であり、塩分が付着することに起因する貫粒型応力腐食割れが想定されるが、通常使用温度が40℃以下であることから、貫粒型応力腐食割れ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も貫粒型応力腐食割れ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ことから、高経年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. 空気作動部の腐食（全面腐食）[R/B 給気隔離弁]

空気作動部は炭素鋼及び鋳鉄であるが、大気接触部には塗装を施しており、内面は常に除湿された空気であることから、腐食が発生する可能性は小さい。

また、動作確認により空気作動部の健全性の確認を行っており、これまで異常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ことから、高経年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. 取付ボルトの腐食（全面腐食）[R/B 給気隔離弁, MCR 通常時外気取り入れ隔離弁]

取付ボルトは炭素鋼であるが、大気接触部には塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから、高経年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. 作動部取付ボルト，支持脚の腐食（全面腐食）[MCR 通常時外気取り入れ隔離弁]
作動部取付ボルト，支持脚は炭素鋼であるが，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。
これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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）[R/B 給気隔離弁]
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。
- p. ステムナット及びギアの摩耗 [MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]
- q. トルクスイッチの導通不良 [MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]
- r. 主軸の摩耗 [MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]
- s. 主軸の高サイクル疲労割れ [MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]
- t. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ [MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]
- u. フレーム及びエンドブラケットの腐食（全面腐食）[MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]
- v. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]
- w. 取付ボルトの腐食（全面腐食）[MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]

以上，p. ～w. の評価については「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，又は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 (1/4) MCR 再循環フィルタ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		
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						*1:ステムナット,ギア *2:主軸 *3:フレーム,エンドブラケット *4:固定子コア及び回転子コア *5:取付ボルト *6:高サイクル疲労割れ *7:回転子棒,回転子エンドリング *8:固定子コイル及び口出線・ 接続部品の絶縁特性低下 *9:トルクスイッチ導通不良 *10:軸受(転がり),リミット イッチ,トルクスプリングバック, ガスケット
	ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	軸		ステンレス鋼								
	軸受(転がり)		軸受鋼	△							
	コントロールモータ	◎*10	低合金鋼, 銅, 絶縁物他	△*1*2	△*3*4*5	△*2*6 △*7				○*8 △*9	

○: 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) MCR 送風機出口グラビティ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		
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						*1:固着
	ボルト・ナット		炭素鋼		△						
隔離機能の維持	羽根		炭素鋼		△						
作動機能の維持	軸		ステンレス鋼							△*1	
	軸受 (転がり)		軸受鋼	△							
	バランスウェイト		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 / 4) R/B 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		
バウンダリの維持	弁箱		炭素鋼		△					*1:貫粒型応力腐食割れ *2:導通不良 *3:絶縁特性低下	
	ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	グランドパッキン	◎									
隔離機能の維持	弁体		炭素鋼		△						
	弁体シート	◎									
作動機能の維持	弁棒		ステンレス鋼	△			△*1				
	軸受	◎									
	空気作動部		炭素鋼, 鋳鉄		△						
	ハウジング		炭素鋼		△						
	Oリング	◎									
	電磁弁	◎									
	リミットスイッチ		アルミニウム合金						△*2*3		
機器の支持	支持脚		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）

表 2.2-1 (4 / 4) MCR 通常時外気取り入れ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		
バウンダリの 維持	弁箱		ステンレス鋳鋼								*1:貫粒型応力腐食 割れ *2:ステムナット,ギア *3:主軸 *4:フレーム,エンドブラケット *5:固定子コア及び回転 子コア *6:取付ボルト *7:高サイクル疲労割れ *8:回転子棒,回転子 エンドリング *9:固定子コイル及び口 出線・接続部品の 絶縁特性低下 *10:トルクスイッチ導通不 良 *11:軸受(転がり), リミットスイッチ,トルク プリンクバック,ガス ケット
	ボルト・ナット		ステンレス鋼								
	グラウンドパッキン	◎									
隔離機能の 維持	弁体		ステンレス鋳鋼				△*1				
	弁体シート	◎									
作動機能の 維持	弁棒		ステンレス鋼	△							
	電動弁用駆動部	◎*11	低合金鋼, 銅, 絶縁物他	△*2 △*3	△ *4*5*6	△*3*7 △*8			○*9 △*10		
	作動部取付ボルト		炭素鋼		△						
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) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ：コントロールモータ，MCR 通常時外気取り入れ隔離弁：電動弁用駆動部]

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「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及び口出線・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。

- ・ 非常用ガス処理系重力式ダンパ
- ・ DG 区域換気空調系重力式ダンパ
- ・ 中央制御室換気空調系重力式ダンパ
- ・ 海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ
- ・ 原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ
- ・ 原子炉建屋隔離弁
- ・ 中央制御室隔離弁

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

- (1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下 [中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部]
代表機器同様、「弁の技術評価書」のうち電動弁用駆動部と同一であることから、同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. ケーシング、羽根の腐食（全面腐食）[非常用ガス処理系重力式ダンパ、DG 区域換気空調系重力式ダンパ、中央制御室換気空調系重力式ダンパ、海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ、原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ]

代表機器同様、ケーシング、羽根は炭素鋼であるが、大気接触部には亜鉛メッキ又は塗装を施しており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから、高経年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 [非常用ガス処理系重力式ダンパ、DG 区域換気空調系重力式ダンパ、中央制御室換気空調系重力式ダンパ、海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ、原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ]

代表機器同様、ダンパの軸は潤滑油の枯渇・劣化により固着が想定されるが、ダンパの開閉速度は遅く、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、固着の発生する可能性は小さい。

また、機器点検等における目視点検、動作確認において異常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ことから、高経年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 [非常用ガス処理系重力式ダンパ、DG 区域換気空調系重力式ダンパ、中央制御室換気空調系重力式ダンパ、海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ、原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ]

代表機器同様、軸受（転がり）は軸受と軸の接触面に摩耗が想定されるが、ダンパの開閉速度は遅く、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、摩耗の発生する可能性は小さい。

また、機器点検等における目視点検、動作確認において異常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ことから、高経年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. ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[非常用ガス処理系重力式ダンパ，DG 区域換気空調系重力式ダンパ，中央制御室換気空調系重力式ダンパ，海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ，原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ]

代表機器同様，ボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であるが，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから，高経年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. バランスウェイトの腐食（全面腐食）[非常用ガス処理系重力式ダンパ，DG 区域換気空調系重力式ダンパ，中央制御室換気空調系重力式ダンパ，海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ，原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ]

代表機器同様，バランスウェイトは炭素鋼であるが，大気接触部には亜鉛メッキを施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから，高経年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 [中央制御室隔離弁，原子炉建屋隔離弁]

代表機器同様，弁体の開閉速度は遅く，回転角度は90度程度に限定され，開閉頻度も年に数回程度であることから，摩耗の発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検結果からも有意な摩耗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ことから，高経年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. 取付ボルトの腐食（全面腐食）[中央制御室隔離弁，原子炉建屋隔離弁]

代表機器同様，取付ボルトは炭素鋼であるが，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの機器点検等において有意な腐食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ことから，高経年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，弁体，作動部取付ボルト及び支持脚の腐食（全面腐食）〔中央制御室隔離弁，原子炉建屋隔離弁〕

代表機器同様，弁箱及び弁体は鋳鉄又は炭素鋼であり，並びに作動部取付ボルト及び支持脚は炭素鋼であるが，大気接触部には塗装を施しており，腐食が発生する可能性は小さい。

また，これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. ステムナット及びギアの摩耗〔中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部〕
j. トルクスイッチ及びリミットスイッチの導通不良〔中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部〕
k. 主軸の摩耗〔中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部〕
l. 主軸の高サイクル疲労割れ〔中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部〕
m. 回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ〔中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部〕
n. フレーム及びエンドブラケットの腐食〔中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部〕
o. 固定子コア及び回転子コアの腐食〔中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部〕
p. 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室隔離弁：電動弁用駆動部〕

以上，i. ～p. の評価については，代表機器同様，「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，又は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）

代表機器同様，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

志賀原子力発電所1号炉

機 械 設 備 の 技 術 評 価 書

北 陸 電 力 株 式 会 社

本評価書は、志賀原子力発電所 1 号炉（以下、「志賀 1 号炉」という。）における安全上重要な設備（重要度分類指針における PS-1, 2 及び MS-1, 2 に該当する機器）と高温・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。）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。

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。

本評価書は、機械設備をグループ化し、以下の 10 分冊で構成している。

- 1 制御棒
- 2 制御棒駆動機構
- 3 水圧制御ユニット
- 4 非常用ディーゼル発電設備
- 5 燃料取替機
- 6 原子炉建屋クレーン
- 7 計装用圧縮空気系設備
- 8 補助ボイラ設備
- 9 廃棄物処理設備
- 10 基礎ボルト

以下、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

分類	機器名称(基数)	仕様	重要度*1
制御棒	ボロン・カーバイド型制御棒 (89*2)	—	MS-1
	ハフニウム棒型制御棒 (89*2)	—	MS-1
制御棒駆動機構	制御棒駆動機構 (89)	—	PS-1
水圧制御ユニット	水圧制御ユニット (89)	—	MS-1
非常用ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関 (2)	4,700 kW×900 rpm	MS-1
	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備ディーゼル機関 (1)	2,600 kW×900 rpm	MS-1
燃料取替機	燃料取替機 (1)	吊上荷重：450 kg	PS-2
原子炉建屋クレーン	原子炉建屋クレーン (1)	容量：5 ton (補巻)	PS-2
計装用圧縮空気系設備	計装用圧縮空気系設備 (2)	容量：480 Nm ³ /h	高*3
補助ボイラ設備	補助ボイラ設備 (3)	蒸発量：19 ton/hr (2), 5.7 ton/hr (1)	高*3
廃棄物処理設備	濃縮廃液設備 (2)	蒸発熱量：約 2.09 MW	高*3
	固化設備 (1)	容量：0.1 m ³ /個	高*3
	放射性廃棄物焼却設備 (1)	発熱量：約 0.46 MW	高*3

*1：最上位の重要度を示す

*2：制御棒の本数は、ボロン・カーバイド型及びハフニウム棒型の合計で89本

*3：最高使用温度が95℃を超え、又は最高使用圧力が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

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

機 器 名 称	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、引抜き又はスクラム動作を行う。
水圧制御ユニット	高圧窒素ガスにより緊急挿入に必要な初期水圧エネルギーを制御棒駆動機構へ供給する。
非常用ディーゼル発電設備	電源喪失事故時等に起動し、非常用発電機を駆動する。
燃料取替機	燃料等を安全に取扱う。
原子炉建屋クレーン	新燃料等を安全に取扱う。
計装用圧縮空気系設備	空気制御弁等へ駆動用圧縮空気を供給する。
補助ボイラ設備	建屋内の暖房用、廃棄物処理設備の廃液濃縮用及び主タービン起動時に清浄蒸気が必要とする場合の蒸気を供給する。
廃棄物処理設備 濃縮廃液設備	高電導度廃液を濃縮し、蒸留水と濃縮廃液に分離する。
廃棄物処理設備 固化設備	濃縮廃液設備から送られた濃縮廃液及び使用済樹脂等を固化処理する。
廃棄物処理設備 放射性廃棄物焼却設備	管理区域内で発生する可燃性の雑固体廃棄物(ポリエチレン、紙、木材等)、廃油及び使用済樹脂等を焼却、減容処理する。
基礎ボルト	機器を据付け固定、支持する。

1 制御棒

[対象機器]

- ・ ボロン・カーバイド型制御棒
- ・ ハフニウム棒型制御棒

目 次

1. 対象機器	1-1
2. 制御棒の技術評価	1-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	1-2
2.1.1 ボロン・カーバイド型制御棒	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	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

制御棒の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 制御棒の主な仕様

機 器 名 称 (基 数)	重要度 *1	使 用 条 件		
		運 転 状 態*2	最高使用圧力*3 (MPa)	最高使用温度 (°C)
ボロン・カーバイド型制御棒 (89*4)	MS-1	一時 (連続)	約 8.62	302
ハフニウム棒型制御棒 (89*4)	MS-1	一時 (連続)	約 8.62	302

*1：最上位の重要度を示す

*2：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

*3：最高使用圧力は，環境の最高使用圧力を示す

*4：制御棒の本数は，ボロン・カーバイド型及びハフニウム棒型の合計で 89 本である

2. 制御棒の技術評価

本章では、以下の制御棒について技術評価を実施する。

- ・ ボロン・カーバイド型制御棒
- ・ ハフニウム棒型制御棒

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 ボロン・カーバイド型制御棒

(1) 構造

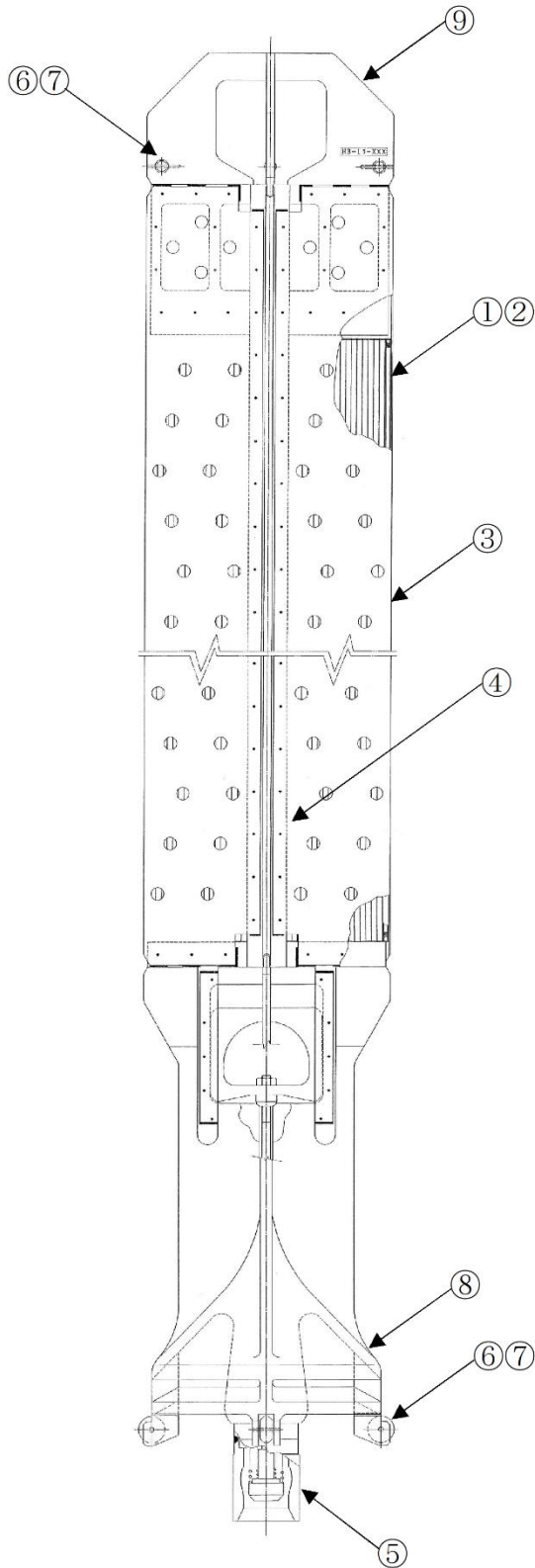
ボロン・カーバイド型制御棒は、十字型に組み合わせたステンレス鋼のU字型シースの中に制御材（ボロン・カーバイド [B₄C] 粉末を充填したステンレス鋼管）を納めたもので、ハフニウム棒型制御棒と合わせて合計 89 本設置している。制御棒は制御棒案内管内に設置し、制御棒の下端は制御棒駆動機構と接続している。

制御材被覆管，シース，タイロッド，ソケット，ピン及び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・カーバイド型制御棒の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

ボロン・カーバイド型制御棒における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・カーバイド型制御棒構造図

表 2.1-1 ボロン・カーバイド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 (B ₄ C)
	制御材被覆管	ステンレス鋼 (ASTM A269 TP304L)
	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 (ナイトロニック No. 60)
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)
ハンド リング	上部ハンドル	ステンレス鋼 (SUS316L)

表 2.1-2 ボロン・カーバイド型制御棒の使用条件

最高使用圧力	約 8.62 MPa
最高使用温度	302 °C
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

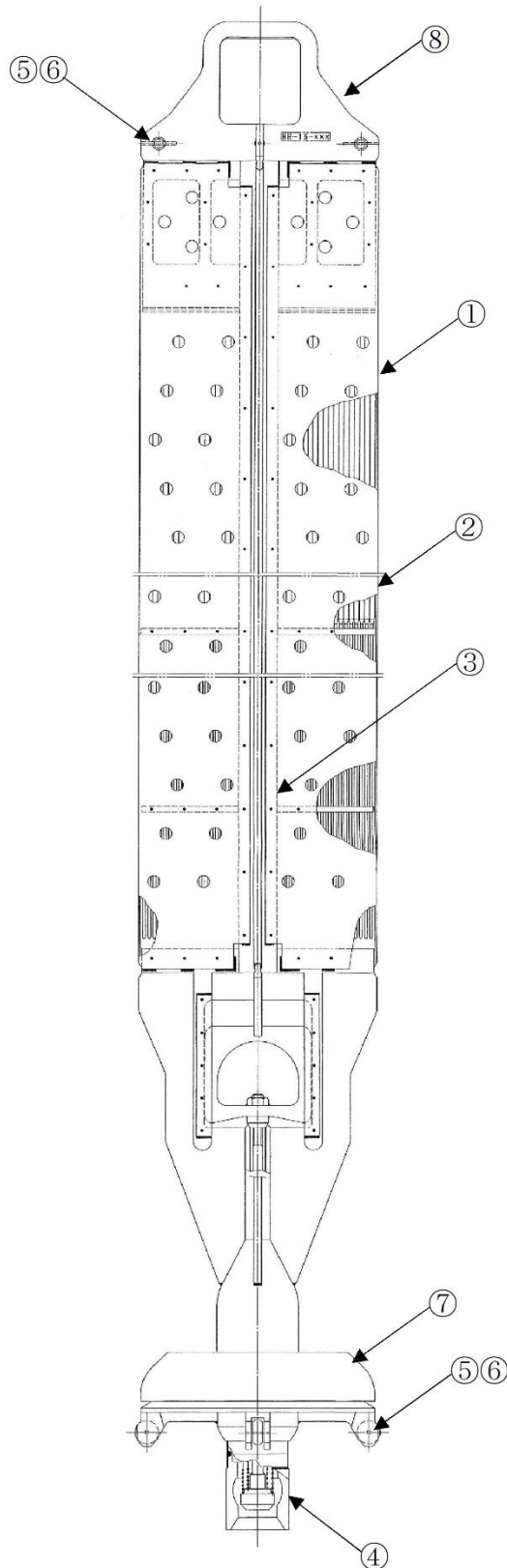
ハフニウム棒型制御棒は、十字型に組み合わせたステンレス鋼のU字型シースの中に制御材（ハフニウム棒 [Hf]）を納めたもので、ボロン・カーバイド型制御棒と合わせて合計89本設置されている。制御棒は制御棒案内管内に設置され、制御棒の下端は制御棒駆動機構と接続している。

シース、タイロッド、ソケット、ピン、落下速度リミッタ及び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) 材料及び使用条件

ハフニウム棒型制御棒における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 (Hf)
	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 (ナイトロニック No. 60)
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	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	約 8.62 MPa
最高使用温度	302 °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

制御棒の機能（原子炉出力の制御機能）の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ 原子炉の緊急停止
- ・ 過剰反応度の印加防止
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで、個々の部位の材料、構造、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 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

制御棒には、消耗品及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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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（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) 制御材被覆管（ボロン・カーバイド型制御棒）、シース、タイロッド、ピン及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 (B_4C)、ハフニウム棒 (Hf) を使用しており、中性子吸収による制御材の減少により制御能力が低下する。

制御棒については、中性子の累積照射量により定めた運用基準に基づき取替を実施しており、この取替の運用基準は、有効長を4等分したいずれかの区間で相対価値が10%減少したときの核的寿命に対して十分に保守的な値である。相対価値が10%減少しても十分な制御能力を有することが確認されていることから、今後もこの運用を継続していくことで問題ないものとする。

さらに、定期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。

また、当面の冷温停止維持状態においては、中性子照射をほとんど受けることはないため、中性子吸収による制御能力低下の発生、進展の可能性はない。

よって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年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・カーバイド型制御棒）、シース、タイロッド、ソケット、落下速度リミッタ（ハフニウム棒型制御棒）及び上部ハンドルの粒界型応力腐食割れ

制御材被覆管、シース、タイロッド、ソケット、落下速度リミッタ及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、これらの部位については高温の純水中にあることから、材料が鋭敏化し、引張応力のレベルが高い溶接熱影響部において粒界型応力腐食割れが想定される。

制御棒については、中性子の累積照射量により定めた運用基準に基づき取替を実施し、粒界型応力腐食割れにより制御棒の制御能力及び動作性に問題が生じていないことを、定期検査毎にそれぞれ停止余裕検査及び制御棒駆動機構の機能検査により確認している。

さらに、取出制御棒に対しては、目視点検にて異常のないことを確認しており、これまで異常は確認されていない。

また、当面の冷温停止維持状態においては、高温純水環境となることはないため、粒界型応力腐食割れの発生、進展の可能性はない。

よって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年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・カーバイド型制御棒）、シース、タイロッド、ピン及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、シース、タイロッド、ピン及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ることから、中性子照射による靱性低下が想定される。

制御棒については、中性子の累積照射量により定めた運用基準に基づき取替を実施し、中性子照射による靱性低下により制御棒の制御能力及び動作性に問題が生じていないことを、定期検査毎にそれぞれ停止余裕検査及び制御棒駆動機構の機能検査により確認している。

さらに、取出制御棒に対しては、目視点検にて異常のないことを確認しており、これまで異常は確認されていない。

また、当面の冷温停止維持状態においては、中性子照射をほとんど受けることはないため、中性子照射による靱性低下の発生、進展の可能性はない。

よって、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年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. ローラ及びピンの摩耗

制御棒の挿入、引抜き時にローラ及びピンが摺動し、摩耗する可能性があるが、ローラは耐摩耗性の高い高ニッケル合金、ピンは耐摩耗性を向上させたステンレス鋼を使用している。

また、定期検査毎の制御棒駆動機構の機能検査において動作に問題の無いことを確認しており、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ことから、高経年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. 制御材被覆管（ボロン・カーバイド型制御棒）、シース、タイロッド、ピン及び上部ハンドルの照射スウェリング

高照射領域で使用されている機器については、照射スウェリングが発生する可能性があるが、ステンレス鋼の照射スウェリングは、約 400 °C から約 700 °C で発生する事象であり、BWR の制御棒の使用条件（約 280 °C）では、発生する可能性は小さい。

また、定期検査毎に行っている制御棒駆動機構の機能検査において動作に問題の無いことを確認しており、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ことから、高経年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・カーバイド型制御棒）、シース、タイロッド、ピン及び上部ハンドルの照射クリープ

高照射領域で使用されている機器については、照射クリープが発生する可能性があり、照射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。

制御材被覆管に関しては、制御材の熱中性子捕獲による $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応により、He 発生に伴う内圧上昇が、他の部位については自重が荷重制御型の荷重の要因として考えられる。内圧及び自重については、応力差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，制御材被覆管の 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，さらに定期検査毎の制御棒駆動機構の機能検査において動作に問題の無いことを確認している。

よって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年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. 落下速度リミッタ（ボロン・カーバイド型制御棒）の熱時効

落下速度リミッタの材料はステンレス鋳鋼であり，また，高温純水中であることから，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可能性があるが，落下速度リミッタには，亀裂の原因となる経年劣化事象は想定されていないことから，初期亀裂が発生する可能性は小さい。

なお，取出制御棒に対しては，目視点検にて異常のないことを確認しており，これまで異常は確認されていない。

また，当面の冷温停止維持状態においては，高温純水環境となることはなく，熱時効の発生する可能性はない。

よって，今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年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，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（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	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			
原子炉の緊急停止	制御材		ボロン・カーバイド							△*1	*1:中性子吸収による制御能力低下 *2:照射誘起型応力腐食割れ *3:粒界型応力腐食割れ *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				△*3					
	ローラ		高ニッケル合金	△								
	ピン		ステンレス鋼	△			○*2		△*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	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		
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: 照射誘起型応力腐食 割れ *3: 粒界型応力腐食割れ *4: 中性子照射による靱 性低下 *5: 照射スウェリング° *6: 照射クリープ°
	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				△*3				
	ローラ		高ニッケル合金	△							
	ピン		ステンレス鋼	△			○*2		△*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				△*3				
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）

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・カーバイド型制御棒）、シース、タイロッド、ピン及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と材料自身の応力腐食割れの感受性が高まると共に、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。

志賀1号炉において、2006年にボロン・カーバイド型制御棒の上部ハンドルのローラ取付部近傍及び上部ハンドルーシース溶接部近傍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。

なお、本事例は局部的なひびであり、主要部品は問題なく制御棒の機能上問題となるものではない。

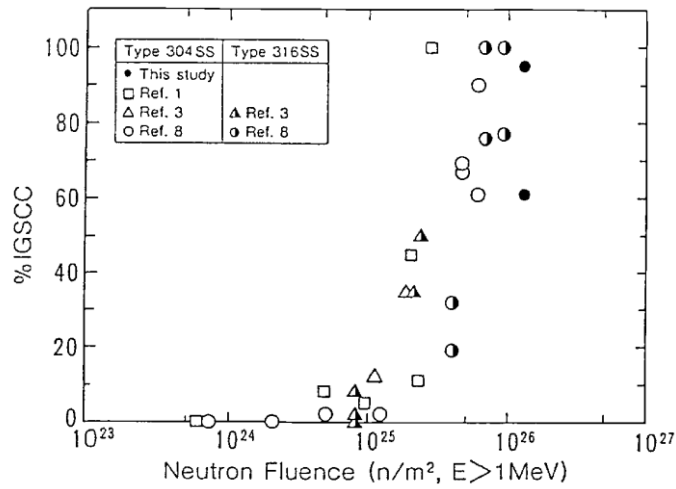
b. 技術評価

(a) 健全性評価

照射誘起型応力腐食割れは、中性子照射に加え、引張応力の存在下で発生の可能性が高まると考えられる。制御材被覆管、シース、タイロッド及び上部ハンドルは溶接熱影響部に引張応力が存在し、また、制御材被覆管には、制御材の熱中性子捕獲による $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ 反応により、He発生に伴う内圧上昇、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。一方、ピンには溶接部はなく、運転中の差圧、熱及び自重等に起因する引張応力成分は小さい。

図2.3-1に示すように、BWR環境下のステンレス鋼については、約 $5 \times 10^{24} \text{ n/m}^2$ ($E > 1 \text{ MeV}$)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。

制御棒は、核的寿命及び機械的寿命を考慮して定めた運用基準に基づき取替を実施してきており、この運用基準では、ボロン・カーバイド型制御棒については $2.1 \times 10^{25} \text{ n/m}^2$ （熱中性子）、ハフニウム棒型制御棒については $4.0 \times 10^{25} \text{ n/m}^2$ （熱中性子）の累積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。



- Ref. 1 : W.L. Clarke and A.J. Jacobs: Proc. 1st International Symposium on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems - Water Reactors, (1983) 451.
- Ref. 3 : A. J. Jacobs, G.P. Wozadlo, K. Nakata, T. Yoshida and I. Masaoka: Proc. 3rd International Symposium on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems - Water Reactors, (1987) 657.
- Ref. 8 : M. Kodama, S. Nishimura, J. Morisawa, S. Suzuki, S. Shima and M. Yamamoto : Proc. 5th International Symposium on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems - Water Reactors, (1991) 948.

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
 (出典 : BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン〔上部格子板〕一般社団法人 原子力安全推進協会)

(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基づき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及び動作性に問題が生じていないことを、定期検査毎にそれぞれ停止余裕検査及び制御棒駆動機構の機能検査により確認している。

また、取出制御棒に対しては、目視点検にて異常のないことを確認することとしている。

(c) 総合評価

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、定期検査毎の停止余裕検査及び制御棒駆動機構の機能検査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。

また、当面の冷温停止維持状態においては、中性子照射をほとんど受けることはないため、照射誘起型応力腐食割れの発生、進展の可能性はないと判断する。

c. 高経年化への対応

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く、今後も現状保全を継続していく。

以 上

2 制御棒駆動機構

[対象機器]

- ・ 制御棒駆動機構

目 次

1. 対象機器	2-1
2. 制御棒駆動機構の技術評価	2-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	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	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	2-6

1. 対象機器

制御棒駆動機構の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 制御棒駆動機構の主な仕様

機 器 名 称 (基 数)	重要度*1	使 用 条 件		
		運 転 状 態*2	最 高 使 用 圧 力 (MPa)	最 高 使 用 温 度 (°C)
制御棒駆動機構 (89)	PS-1	連続 (連続)	約 8.62	302

*1：最上位の重要度を示す

*2：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の()は断続的運転時の運転状態を示す

2. 制御棒駆動機構の技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 制御棒駆動機構

(1) 構造

制御棒駆動機構は、水圧により制御棒の挿入、引抜き又はスクラム時に動作するものであり、89本設置されている。

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ている。

制御棒駆動機構の上端は、カップリングスパッドと制御棒下端のカップリングとを結合することにより、制御棒を固定している。

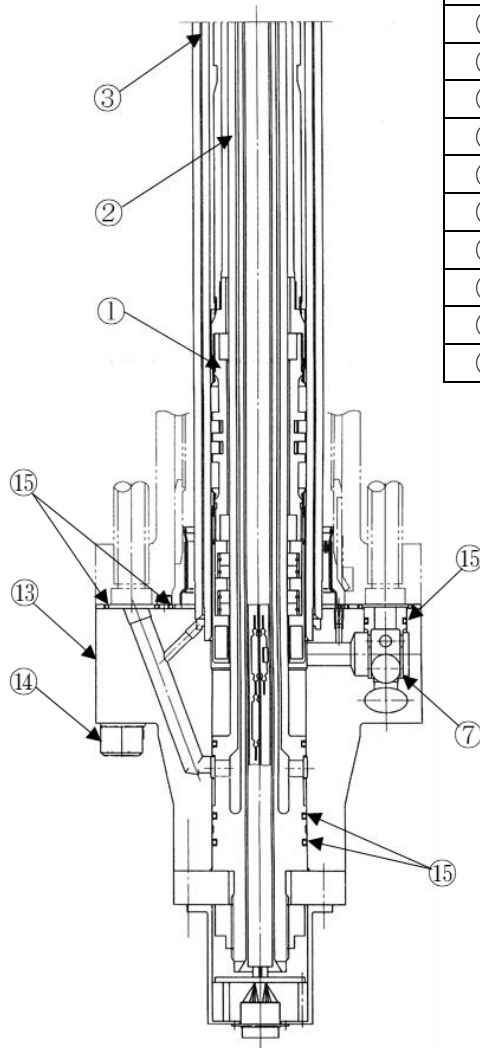
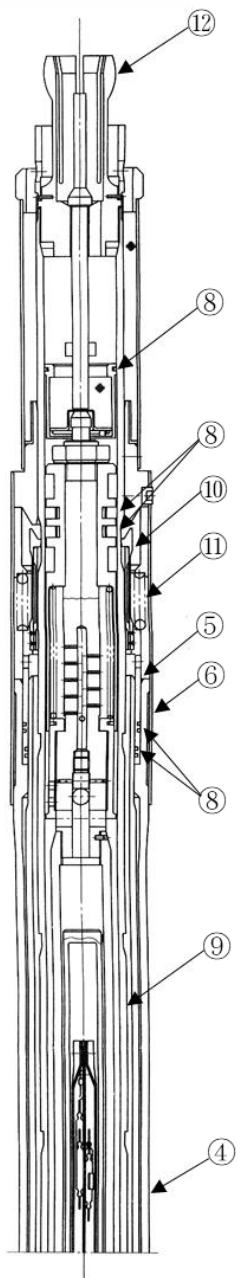
制御棒の挿入、引抜きは、シリンダチューブとピストンチューブ間にあるドライブピストンに水圧をかけることにより行い、コレットフィンガがインデックスチューブのラッチ溝にかみ合うことにより制御棒を所定の位置に固定する。この時、制御棒の荷重はアウターチューブで支持している。

ドライブピストン、ピストンチューブ、シリンダチューブ、アウターチューブ、インデックスチューブ及びフランジはステンレス鋼、コレットピストン及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、コレットスプリング及びカップリングスパッドは高ニッケル合金を使用している。

制御棒駆動機構の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

制御棒駆動機構における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	インデックスチューブ
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ド
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 [NG])
	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 [NG])
	アウターチューブ	ステンレス鋼 (SUS304TP [NG])
	コレットピストン	ステンレス鋳鋼 (SCS16A)
	コレットリテナチューブ	ステンレス鋳鋼 (SCS16A)
	ボール	(消耗品)
	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) (NCF750 相当)
	コレットスプリング	高ニッケル合金 (インコネル X-750) (NCF750 相当)
制御棒との結合	カップリングスパッド	高ニッケル合金 (インコネル X-750) (NCF750 相当)
バウンダリの維持	フランジ	ステンレス鋼 (SUSF304 [NG])
	取付ボルト	(定期取替品)
	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	約 8.62 MPa
最高使用温度	302 °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

制御棒駆動機構の機能（制御棒の挿入、引抜き又はスクラム動作）の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ 制御棒駆動力の確保
- ・ 制御棒の位置保持
- ・ 制御棒との結合
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで、個々の部位の材料、構造、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 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ボール、シールリング及びOリングは消耗品で、取付ボルトは定期取替品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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、今後と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（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，コレットピストン及びインデックスチューブの隙間腐食

ピストンチューブ，コレットピストン及びインデックスチューブについては，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，隙間腐食が発生する可能性がある。

ピストンチューブ，コレットピストン及びインデックスチューブの隙間腐食については，分解点検時の目視点検により有意な隙間腐食がないことを確認している。また，必要に応じて取替を実施している。

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ことから，高経年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，コレットフィンガ，コレットスプリング及びカップリングスパッド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の材料はオーステナイト系ステンレス鋼，コレットフィンガ，コレットスプリング及びカップリングスパッドについては高ニッケル合金を使用しており，粒界型応力腐食割れの発生が想定される。

これらの部位は，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は否定できないが，制御棒駆動機構の分解点検時の目視点検にて異常がないことを確認している。

また，当面の冷温停止維持状態においては，環境条件として基準としている 100℃を超える環境とはならないため，粒界型応力腐食割れの発生，進展の可能性はない。

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ことから，高経年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，コレットフィンガ及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，シリンダチューブ及びインデックスチューブはステンレス鋼，コレットピストン及びコレットリテイナチューブはステンレス鋳鋼，コレットフィンガ及びカップリングスパッドは高ニッケル合金であることから，各部の摺動による摩耗の発生が想定される。

ピストンチューブ，コレットピストン及び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又はステンレス鋳鋼で製作されており，摺動するシールリング材料より硬い。また，ドライブピストン及び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。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製作されているが，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）を施しており，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及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。

さらに、これまでの点検結果から有意な摩耗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ことから、高経年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、シリンダチューブ及びフランジの粒界型応力腐食割れ

ドライブピストン、シリンダチューブ及びフランジの材料はオーステナイト系ステンレス鋼を使用しており、粒界型応力腐食割れの発生が想定されるが、内部流体が制御棒駆動水圧系からの冷却水で運転温度も 100 °C 以下のため、粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。また、制御棒駆動機構の分解点検時の目視点検にて異常がないことを確認している。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては環境条件として基準としている 100 °C を超える環境とはならないため、粒界型応力腐食割れが発生する可能性はない。

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ことから、高経年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るため、へたりが想定される。

コレット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、コレット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、へたりの進行の可能性は小さい。

さらに、これまでの点検結果から有意なへたり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ことから、高経年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. フランジの貫粒型応力腐食割れ

フランジはステンレス鋼であることから、大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

しかし、フランジはドライウェル内に設置されており、プラント運転中は窒素雰囲気であることから、貫粒型応力腐食割れ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異常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ことから、高経年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、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（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	△			△*2				*1:隙間腐食 *2:粒界型応力腐食割 れ *3:貫粒型応力腐食割 れ *4:へたり
	ピストンチューブ		ステンレス鋼	△	△*1		△*2				
	シリンダチューブ		ステンレス鋼	△			△*2				
	アウターチューブ		ステンレス鋼				△*2				
	コレットピストン		ステンレス鋳鋼	△	△*1						
	コレットリテイナ 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	インデックスチュ ーブ		ステンレス鋼	△	△*1		△*2				
	コレットフィンガ		高ニッケル合金	△			△*2				
	コレットスプリン グ		高ニッケル合金				△*2			△*4	
制御棒との結合	カップリングスパ ッド		高ニッケル合金	△			△*2				
バウンダリの 維持	フランジ		ステンレス鋼				△*2*3				
	取付ボルト	◎									
	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）

以 上

3 水圧制御ユニット

[対象機器]

- ・ 水圧制御ユニット

目 次

1. 対象機器	3-1
2. 水圧制御ユニットの技術評価	3-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	3-2
2.1.1 水圧制御ユニット	3-2
2.2 経年劣化事象の抽出	3-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	3-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	3-6
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	3-7

1. 対象機器

水圧制御ユニットの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 水圧制御ユニットの主な仕様

機 器 名 称 (基 数)	重要度*1	使 用 条 件		
		運 転 状 態*2	最 高 使 用 圧 力 (MPa)	最 高 使 用 温 度 (℃)
水圧制御ユニット (89)	MS-1	一時 (一時)	約 15.20	66

*1：最上位の重要度を示す

*2：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

2. 水圧制御ユニットの技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

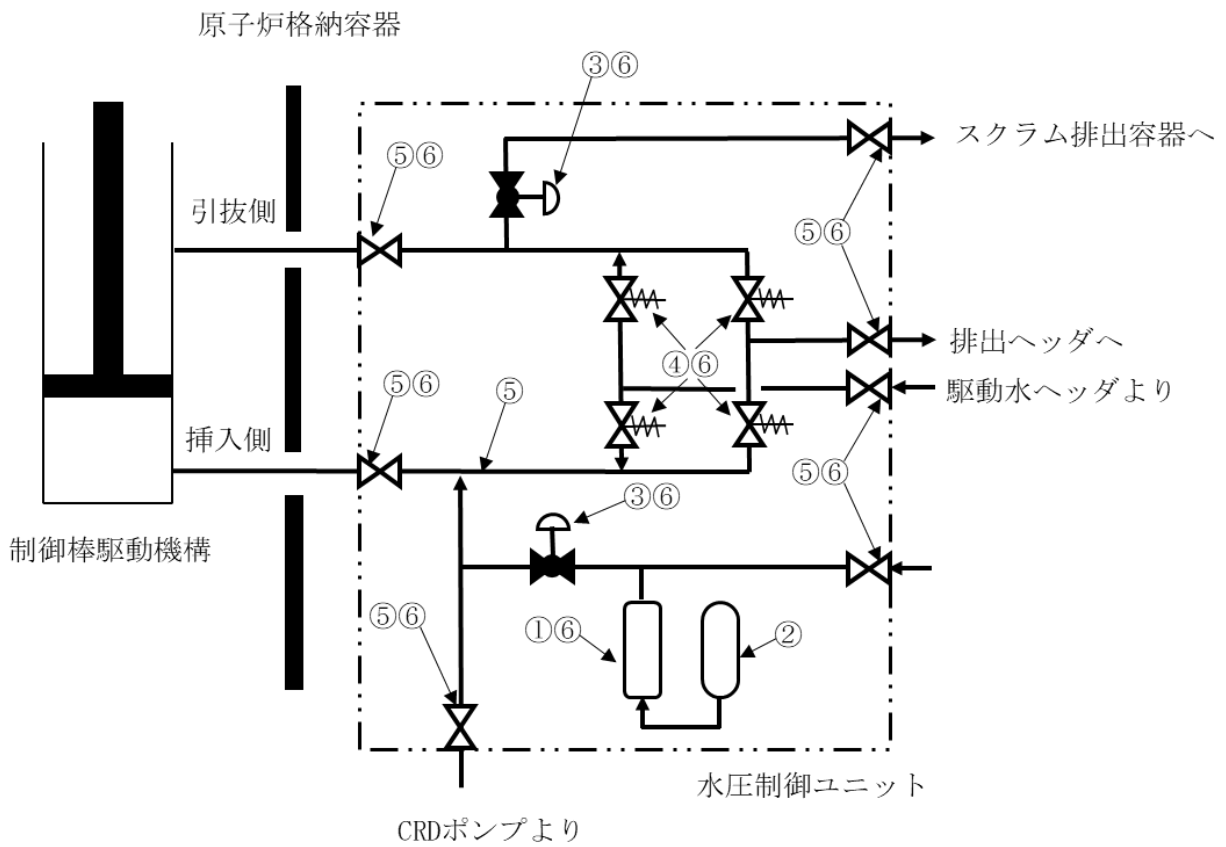
2.1.1 水圧制御ユニット

(1) 構造

水圧制御ユニットは, アク्यूムレータ, 窒素容器, 配管及び弁から構成されている。
水圧制御ユニットの構成図を図 2.1-1 に, 水圧制御ユニット構造図を図 2.1-2 に示す。

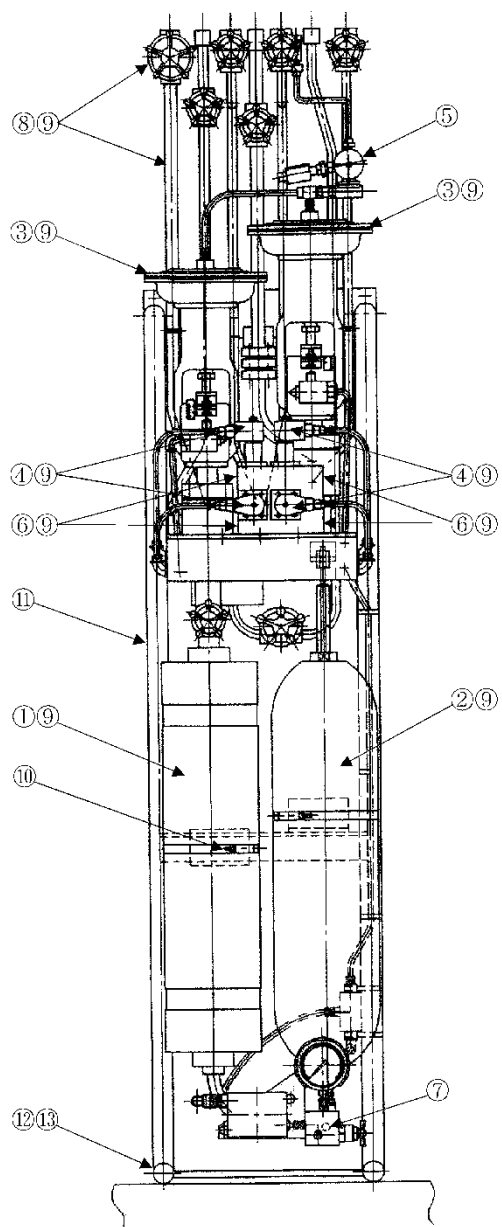
(2) 材料及び使用条件

水圧制御ユニット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	アキュムレータ
②	窒素容器
③	スクラム弁
④	方向制御弁
⑤	配管・弁
⑥	ガスケット, パッキン, Oリング

図 2.1-1 水圧制御ユニット構成図



No.	部 位
①	アキュムレータ
②	窒素容器
③	スクラム弁
④	方向制御弁
⑤	スクラム用パイロット電磁弁
⑥	フィルタ
⑦	ラプチャーディスク
⑧	配管・弁
⑨	ガスケット, パッキン, Oリング
⑩	サポート取付ボルト・ナット
⑪	フレーム
⑫	取付ボルト
⑬	埋込金物

図 2.1-2 水圧制御ユニット構造図

表 2.1-1 水圧制御ユニット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	アキュムレータ	シリンダ：ステンレス鋼 (SUS304TP) シリンダヘッド：ステンレス鋼 (SUS304) ピストン：アルミニウム合金 (A6061FD-T6)
	窒素容器	合金鋼 (G8H)
	スクラム弁	弁箱：ステンレス鋼 (SUS304) 弁棒：ステンレス鋼 (SUS304) 弁体：(消耗品) 弁座：(消耗品) ダイヤフラム：(消耗品) ヨーク：鋳鉄 (FC25)
	方向制御弁	弁箱：ステンレス鋼 (SUS304) 弁棒：(消耗品) スプリング：(消耗品) 弁体：(消耗品) 電磁コイル：(定期取替品)
	スクラム用パイロット電磁弁	(定期取替品)
	配管，弁	配管：ステンレス鋼 (SUS304TP) 弁：ステンレス鋼 (SUSF304, SUS304, SUSF316L)
	フィルタ	ステンレス鋼 (SUS304)
	ラプチャーディスク	(定期取替品)
	ガスケット，パッキン，Oリング	(消耗品)
	機器の支持	サポート取付ボルト・ナット
フレーム		炭素鋼 (STPG38)
取付ボルト		炭素鋼 (SS41)
埋込金物		炭素鋼

表 2.1-2 水圧制御ユニットの使用条件

最高使用圧力	約 15.20 MPa
最高使用温度	66 °C
内部流体	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

水圧制御ユニットの機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ 原子炉の緊急停止
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

水圧制御ユニットについて、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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、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、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

スクラム弁の弁体、弁座及びダイヤフラム、方向制御弁の弁棒、弁体及びスプリング、ガスケット、パッキン及びOリングは消耗品で、スクラム用パイロット電磁弁、方向制御弁の電磁コイル及びラプチャーディスクは定期取替品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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（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. 弁棒の疲労割れ

弁棒については、繰り返し荷重を受けることにより疲労割れの発生が想定されるが、弁開閉操作時に弁棒及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又はストローク調整を行うこととしており、疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、分解点検時に目視点検を行い、これまで異常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ことから、高経年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. 窒素容器の腐食（全面腐食）

窒素容器は合金鋼であり、腐食の発生が想定されるが、外面は塗装が施されており、内部流体は窒素であるため腐食が発生する可能性は小さい。

また、分解点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食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ことから、高経年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. 配管等の貫粒型応力腐食割れ

配管等はステンレス鋼であることから、大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより外面から貫粒型応力腐食割れが発生する可能性がある。

なお、他プラントにおいて、制御棒駆動水圧系配管に塩分に起因する貫粒型応力腐食割れが発生した事例がある。

貫粒型応力腐食割れに対しては、付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m²）以下に管理するため、代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施している。また、基準値を超えた場合には清掃を実施することとしており、これまで異常等は確認されていない。

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ことから、高経年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. サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）

サポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、表面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. フレームの腐食（全面腐食）

フレームは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、表面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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）

埋込金物は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. アキュームレータの摩耗

アキュームレータはピストンと摺動し摩耗の発生が想定されるが、アキュームレータのピストンとの摺動部にはOリングを取り付けており、直接接触摩耗することはない。

また、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. スクラム弁のスプリングのへたり

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、へたりの進行の可能性は小さい。

また、へたりは分解点検時に目視点検及び動作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ことから、高経年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. アキュームレータの腐食

アキュームレータのピストンはアルミニウム合金であり、純水に接液するため、腐食の発生が想定されるが、アキュームレータのピストンはアルマイト処理を施してあり、耐食性を有していることから、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 弁体及び弁座の摩耗

弁が開閉するとシート面が摺動するため、摩耗が想定されるが、弁動作回数は少なく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も有意な摩耗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ことから、高経年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

弁棒はグランドパッキン（黒鉛等）と接触することにより、摩耗が想定されるが、弁棒はステンレス鋼であり、接触部はグランドパッキン（黒鉛等）よりも硬いことから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も有意な摩耗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ことから、高経年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. ヨークの腐食（全面腐食）

スクラム弁のヨークは鋳鉄であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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、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（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 水圧制御ユニッ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		
原子炉の 緊急停止	アキュムレータ		ステンレス鋼, アルミニウム合金	△	△*3		△*2				*1:スプリングのへ たり *2:貫粒型応力 腐食割れ *3:ピストン *4:弁棒, 弁 体, 弁座 *5:ヨーク *6:弁体 *7:ダイヤフラム *8:弁座 *9:弁棒 *10:スプリング *11:電磁コイル
	窒素容器		合金鋼		△						
	スクラム弁	◎*6*7*8	ステンレス鋼	△*9	△*5	△*9	△*2			△*1	
	方向制御弁	◎*6*9*10*11	ステンレス鋼				△*2				
	スクラム用パイロ ット電磁弁	◎									
	配管, 弁		ステンレス鋼	△*4		△*9	△*2				
	フィルタ		ステンレス鋼				△*2				
	ラプチャーディス ク	◎									
	ガスケット, パッキン, Oリング	◎									
	機器の支持	サポート取付ボルト・ ナット		炭素鋼		△					
	フレーム		炭素鋼		△						
	取付ボルト		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（日常劣化事象）

以 上

4 非常用ディーゼル発電設備

[対象機器]

- ・ 非常用ディーゼル機関本体
- ・ 非常用ディーゼル機関附属設備

非常用ディーゼル発電設備の部位は、本体及び附属設備に大きく分かれ、形式等でグループ化すると2個のグループに分類されるため、ここでは、これらについての技術評価を行う。

4.1 非常用ディーゼル機関本体

4.2 非常用ディーゼル機関附属設備

4. 1 非常用ディーゼル機関本体

[対象機器]

- ・ 非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関
- ・ 高圧炉心スプレイディーゼル発電設備ディーゼル機関

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	4.1-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	4.1-1
1.2 代表機器の選定	4.1-1
2. 代表機器の技術評価	4.1-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	4.1-2
2.1.1 非常用ディーゼル機関	4.1-2
2.2 経年劣化事象の抽出	4.1-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	4.1-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	4.1-7
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	4.1-8
3. 代表機器以外への展開	4.1-21
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	4.1-21
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	4.1-21

1. 対象機器及び代表機器の選定

1.1 グループ化の考え方及び結果

非常用ディーゼル機関本体の主な仕様を表 1-1 に示す。

1.2 代表機器の選定

非常用ディーゼル機関本体には非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関（以下、「非常用ディーゼル機関」という。）及び高圧炉心スプレィディーゼル発電設備ディーゼル機関（以下、「高圧炉心スプレィディーゼル機関」という。）があるが、機関出力の観点から、非常用ディーゼル機関を代表機器とする。

表 1-1 非常用ディーゼル機関本体の主な仕様

機 器 名 称 (基 数)	選 定 基 準			選 定	選 定 理 由	
	重要度*1	使用条件				仕様 (機関出力× 回転速度)
		運転 状態*3	最高爆発 圧力 (MPa)			
非常用ディーゼル機関 (2)	MS-1	一時*2 (一時*2)	約 13.73	4,700 kW× 900 rpm	◎ 機関 出力	
高圧炉心スプレィ ディーゼル機関 (1)	MS-1	一時*2 (一時*2)	約 13.73	2,600 kW× 900 rpm		

*1：最上位の重要度を示す

*2：通常は待機，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12回，年間の運転時間：約12時間）に定例試験を実施

*3：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

2. 代表機器の技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 非常用ディーゼル機関

(1) 構造

非常用ディーゼル機関は、出力 4,700 kW、回転速度 900 rpm の 4 サイクルたて形 18 気筒ディーゼル機関（排気タービン式の過給機付）であり、2 基設置されている。

ディーゼル機関の主要部位としては以下のとおり。

- ・ 燃料噴射ポンプ及び燃料弁等の燃料系統に属する部位
- ・ ピストン, 連接棒及び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
- ・ 排気弁及び給気弁とこれらを駆動する部位としてカム, カム軸及び動弁装置と過給機及び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, 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及び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
- ・ 調速装置等のディーゼル機関の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
- ・ 排気ガスを排気するための部位

非常用ディーゼル機関の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

非常用ディーゼル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	燃料弁	⑳	シリンダヘッド
②	燃料噴射ポンプ	㉑	シリンダヘッドボルト
③	ピストン	㉒	シリンダライナ
④	ピストンピン	㉓	給気管
⑤	ピストンピン軸受	㉔	排気管
⑥	ピストンリング	㉕	伸縮継手
⑦	接続棒	㉖	クランクケース
⑧	クランクピンボルト	㉗	基礎ボルト
⑨	クランクピンメタル	㉘	はずみ車
⑩	クランクピン軸受キャップ	㉙	カップリングボルト
⑪	クランク軸	㉚	クランク室安全弁
⑫	カム, ローラ, カム軸	㉛	シリンダ室安全弁
⑬	給気弁	㉜	インターロック弁
⑭	排気弁	㉝	歯車各種
⑮	給排気弁スプリング	㉞	分配弁
⑯	過給機	㉟	始動弁
⑰	空気冷却器	㊱	排気管サポート
⑱	動弁装置	㊲	埋込金物
⑲	调速・制御装置		
⑳	主軸受メタル		

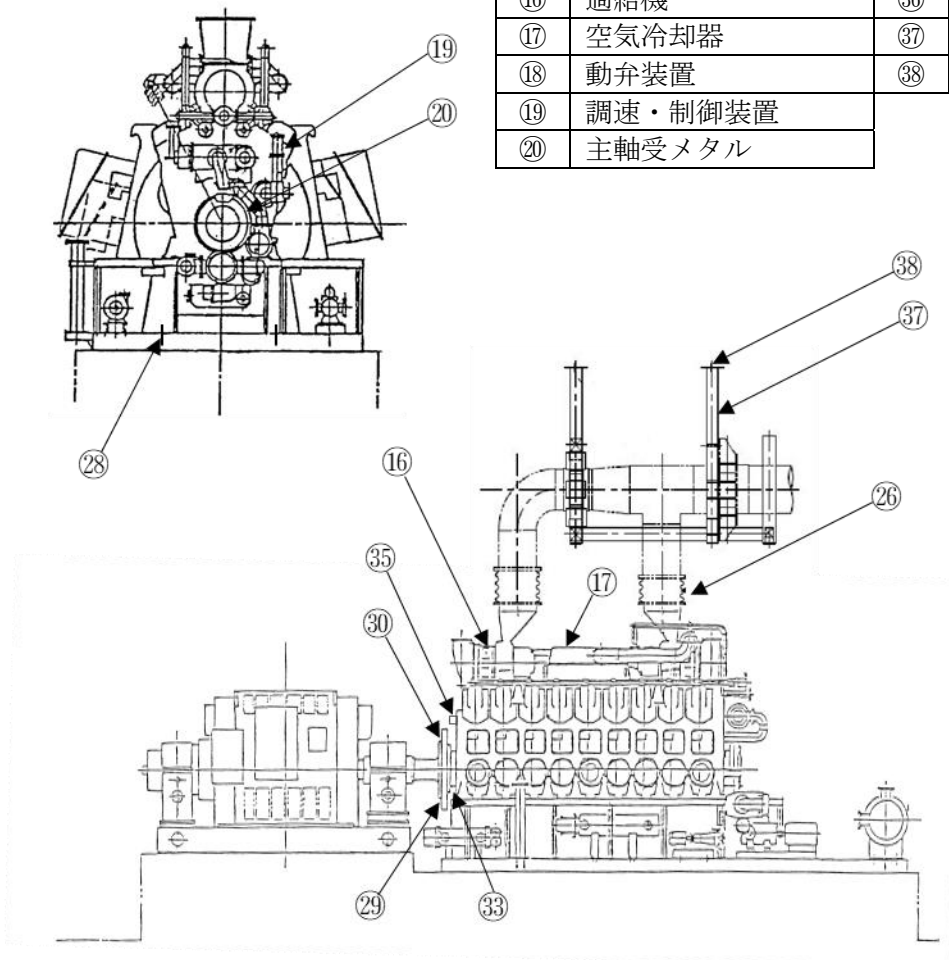
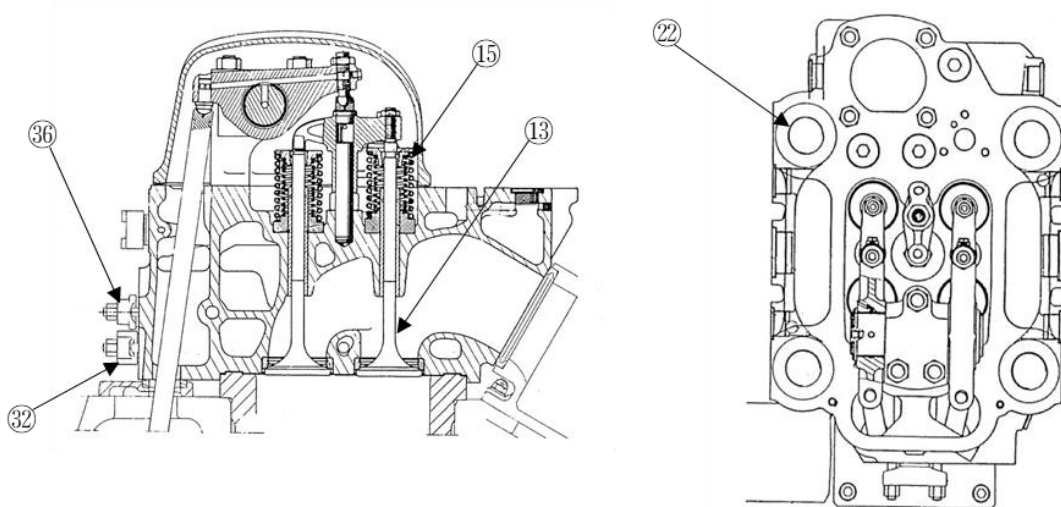


図 2.1-1 (1 / 2) 非常用ディーゼル機関構造図



シリンダヘッド上面より

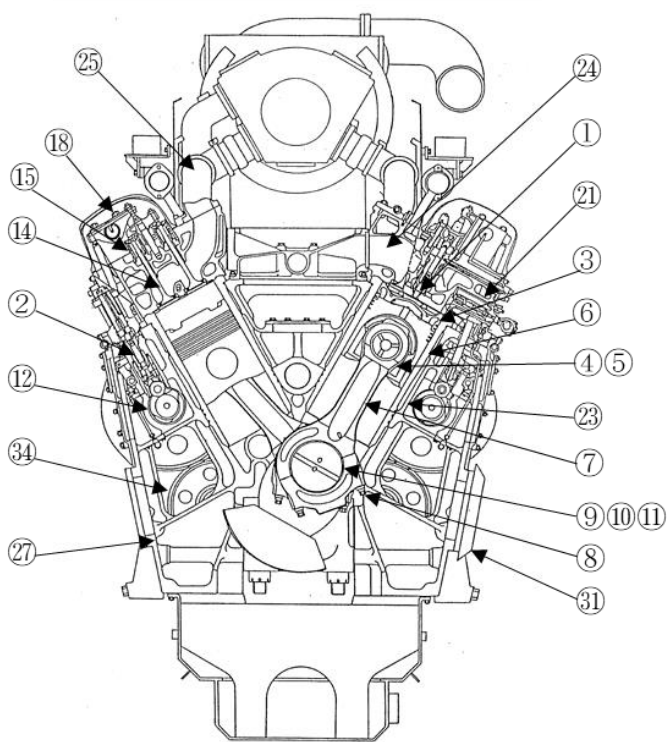


図 2.1-1 (2 / 2) 非常用ディーゼル機関構造図

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	燃料噴射ポンプ	ケーシング	鋳鉄
		プランジャ	軸受鋼 (SUJ3)
		プランジャバレル	低合金鋼 (SCM415)
		スプリング	ばね鋼 (SUP9)
		ポンプデフレクタ	(定期取替品)
	燃料弁	ケーシング	低合金鋼 (SCM440)
		ノズル	低合金鋼 (SNCM420)
		スプリング	ばね鋼 (SWOSC-V)
	ピストン		低合金鋼 (SCM440), アルミニウム合金鍛造品
	ピストンピン		低合金鋼 (SNCM420)
	ピストンピン軸受		炭素鋼+銅合金 (S10C+LBC3)
	ピストンリング		特殊鋳鉄
	始動弁	ケーシング	アルミニウム青銅鋳物 (ALBC3)
		弁棒	耐熱鋼 (SUH3)
		スプリング	ステンレス綱線 (SUS302WPB)
	分配弁	弁体	青銅鋳物 (PBC3)
		ケース	鋳鉄 (FCD40)
		軸	炭素鋼 (S45C)
	クランク軸		低合金鋼 (Cr-Mo 鋼)
	クランクピンメタル		(消耗品)
	クランクピン軸受キャップ		鋳鉄 (FCD50)
	連接棒		低合金鋼 (SCM435)
	クランクピンボルト		低合金鋼 (SCMV51)
	歯車各種		炭素鋼 (S45C), 低合金鋼 (SCM421, SCM435)
	はずみ車		炭素鋼 (S45C)
	カップリングボルト		炭素鋼 (S45C)
	給気弁	弁棒	耐熱鋼 (SUH3)
		弁ガイド	耐摩耗鋳鉄
	排気弁	弁棒	耐熱鋼 (SUH3)
		弁ガイド	耐摩耗鋳鉄
	給・排気弁スプリング		ばね鋼 (SWOSC-V)
	過給機	ケーシング	ミーハナイト鋳鉄
		ロータ	耐熱鋼 (TAF)
		ノズル	ステンレス鋼 (SUS321), ステンレス鋳鋼 (SCS13)
軸受 (ころがり)		(消耗品)	

表 2.1-1 (2/2) 非常用ディーゼル機関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	空気冷却器	水室	炭素鋼 (SM41B)
		管板	銅合金 (C4621P)
		胴	炭素鋼 (SM41B)
		伝熱管	銅合金 (C7060T+C1020R)
		パッキン	(消耗品)
		フランジボルト	低合金鋼 (SNB7)
	カム, ローラ, カム軸	低合金鋼 (SNCM415, SNCM420)	
	動弁装置	炭素鋼 (STPG38), 低合金鋼 (SCM415, SCM435, SNC815)	
	調速・制御装置	鋳鉄 (FC15)	
	主軸受メタル	(消耗品)	
	シリンダヘッド	鋳鉄 (FCD500)	
	シリンダライナ	特殊鋳鉄	
	シリンダヘッドボルト	低合金鋼 (SCM435)	
	伸縮継手	ステンレス鋼 (SUS304)	
	給気管	アルミニウム合金鋳物 (AC3A-F)	
	排気管	鋳鉄	
	シリンダ室安全弁	ステンレス鋼 (SUS304WPB) 他	
	クランク室安全弁	炭素鋼, ばね鋼他	
	インターロック弁	炭素鋼 (SS41) 他	
	パッキン, ガスケット	(消耗品)	
Oリング	(消耗品)		
機器の支持	クランクケース	鋳鉄 (FCD50)	
	埋込金物	炭素鋼	
	基礎ボルト	炭素鋼 (S45C)	
	排気管サポート	炭素鋼 (SS41, STKR41)	

表 2.1-2 非常用ディーゼル機関の使用条件

機関出力	4,700 kW
回転速度	900 rpm
最高爆発圧力	約 13.73 MPa
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は、シリンダ内に燃料油と圧縮空気を投入し、燃焼、膨張エネルギーでピストンを往復運動させてクランク軸にて回転運動に変換し、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。

- ・ 発電機駆動機能の確保
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

非常用ディーゼル機関について、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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（内部流体、圧力、温度等）及び現在までの運転経験等を考慮し、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。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

パッキン、ガスケット、Oリング、軸受（ころがり）、クランクピンメタル及び主軸受メタルは消耗品、ポンプデフレクタは定期取替品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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（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. シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及び過給機ケーシング（冷却水側）の腐食（全面腐食）

シリンダヘッド、シリンダライナ及び過給機ケーシングは鋳鉄、特殊鋳鉄又はミーハナイト鋳鉄であり、冷却水側は高温の燃焼ガスによる過熱を防止するため、純水を通水していることから、接液部に腐食が発生する可能性があるが、シリンダヘッド、シリンダライナ及び過給機ケーシングの冷却水通路は分解点検時に目視点検を実施しており、これまでの点検結果から有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 燃料噴射ポンプの摩耗

燃料噴射ポンプは、プランジャをプランジャバレル内で上下運動させることにより、燃料油を加圧し、燃料弁へ送油するため、摺動部であるプランジャとプランジャバレルに摩耗の発生が想定されるが、摺動部には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施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、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 燃料弁の摩耗

燃料弁は、燃料噴射ポンプより送油された燃料油を高圧で燃焼室内に噴霧する動作を繰り返すため、ケーシング、ノズルに摩耗の発生が想定されるが、可動部には耐摩耗性の高い材料を使用しており、これまでの点検時の噴霧テストにおいても、摩耗による噴霧機能の低下の兆候は確認されていない。

また、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. ピストン及びピストンリングの摩耗

ピストン及びピストンリングは、ディーゼル機関運転中のシリンダ内での往復動による摩耗の発生が想定されるが、ピストンはピストンリングとシリンダライナが接触する構造のため、ピストンに摩耗が発生する可能性は小さい。

また、ピストンリングは接触するシリンダライナに潤滑油が供給されており、本機関の運転時間は年間約 12 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、これまでの分解点検時の目視点検及び寸法測定の結果からも有意な摩耗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ことから、高

経年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. ピストンピン、ピストンピン軸受及びシリンダライナの摩耗

ピストンピンはピストン及びピストンピンメタルに固定されておらず、半径方向、軸方向ともに隙間があるため、ディーゼル機関運転中において回転摺動による摩耗の発生が想定されるが、ピストンピン表面には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施され、常時潤滑油が供給されており、ピストンメタル及びシリンダライナにも潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 始動弁、インターロック弁及び分配弁の摩耗

始動弁及び分配弁は、シリンダヘッド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、本機関の起動回数は年間約 12 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。

インターロック弁についても、摺動による摩耗が想定されるが、動作は点検時のみと少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検の結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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、摩耗の発生が想定されるが、クランク軸は耐摩耗性の高い材料を使用している。また、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。

さらに、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの分解点検からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 動弁装置及び歯車各種の摩耗

動弁装置は、カムの揚程差による上下運動をローラ、押し棒及び揺れ腕等の部位によって給・排気弁に伝達するため、可動部は摺動による摩耗の発生が想定されるが、可動部には常時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、歯車各種は、クランク軸の動力をカム軸等に伝えているため、摺動に伴う摩耗の進行が想定されるが、すべて潤滑油雰囲気下であることから、摩耗が進行する可能性は小さい。

さらに、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 給気弁（弁棒、弁ガイド）、排気弁（弁棒、弁ガイド）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗

給気弁は機関 2 回転に 1 回上下運動し燃焼室内に燃焼空気を流入させるもので、排気弁は動弁装置によって機関 2 回転に 1 回上下運動し、燃焼室内の排気ガスを排気管に排出させるものである。

このため、弁棒と弁ガイドについては摺動による摩耗の発生、また、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、これまでの分解点検時の目視点検及び寸法測定の結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 過給機ノズル及び過給機ロータの摩耗

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（タービンノズル）により偏流され、タービンブレードに有効なガス流を発生させブローを駆動するトルクを得ている。

このため、過給機ノズル（タービンノズル）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超高速で衝突することになり、ブレードに摩耗の発生が想定されるが、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、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、これまでの目視点検の結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. カム、ローラ及びカム軸の摩耗

各カムはそれぞれローラを上下に駆動させることによって、給・排気弁を開閉し、燃料噴射ポンプを駆動する。

このため、各カム及びローラの表面には摩耗の発生が想定されるが、各カムの表面及びローラ表面には、耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理を施している。また、カムとローラには常時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。

さらに、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）

燃料噴射ポンプ内でキャビテーションが発生すると、ケーシングにエロージョンの発生が想定されるが、ポンプ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、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意なエロージョンの発生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ことから、高経年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. ピストン（頂部）、シリンダヘッド（燃焼側）、シリンダライナ（燃焼側）、排気弁弁棒、弁ガイド、過給機ケーシング（排気側）、過給機ノズル及び排気管（内側）の腐食（全面腐食）

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、排気ガス中の三酸化硫黄と凝縮水とが反応して生じる硫酸により、ピストン、シリンダヘッド、シリンダライナ、排気弁弁棒、弁ガイド、過給機ケーシング、過給機ノズル及び排気管に腐食の発生が想定される。

しかし、本ディーゼル機関の使用燃料である軽油の硫黄分は少なく（0.001 %以下）、排気ガス中の三酸化硫黄の露点（硫黄分 0.5 %の場合約 100 °C）に対し、排気ガス温度（約 470 °C）は十分に高いことから、硫酸が生成される可能性は小さい。

また、これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 空気冷却器水室の腐食（全面腐食）

空気冷却器水室は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、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、これまでの開放点検時の目視点検の結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 空気冷却器伝熱管及び管板の腐食（全面腐食）

空気冷却器伝熱管及び管板は銅合金であり、腐食の発生が想定されるが、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、これまでの目視点検の結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 給気管（外側）、排気管（外側）、空気冷却器胴、空気冷却器フランジボルト、はずみ車、シリンダヘッドボルト、カップリングボルト、クランクケース、排気管サポート及びインターロック弁の腐食（全面腐食）

給気管（外側）、排気管（外側）、空気冷却器胴、空気冷却器フランジボルト、はずみ車、シリンダヘッドボルト、カップリングボルト、クランクケース、排気管サポート及びインターロック弁は炭素鋼、低合金鋼、アルミニウム合金鋳物又は鋳鉄であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 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。機関起動時にカップリングボルト部の応力が大きくなり、疲労割れの発生が想定されるが、本機関の起動停止回数は年間約12回と非常に少ないことから、疲労割れが発生する可能性は小さい。

また、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. 埋込金物の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. シリンダヘッド、シリンダライナ、クランクケース、給・排気弁弁棒、給・排気弁スプリング、始動弁スプリング、ピストン、燃料弁ケーシング、燃料弁ノズル、燃料弁スプリング及び過給機ロータの高サイクル疲労割れ

シリンダヘッド、シリンダライナ、クランクケース、給・排気弁弁棒、給・排気弁スプリング、ピストン、燃料弁ケーシング及び燃料弁ノズルには、ディーゼル機関運転中の爆発圧力荷重による繰り返し応力が生じる。

始動弁スプリング、燃料弁スプリングには、予圧縮による静荷重応力及びディーゼル機関運転中の各弁の動作による繰り返し圧縮による変動応力が生じる。

過給機ロータのタービン翼埋め込み部には、ディーゼル機関運転中のタービン翼の高速回転による遠心力及び翼振動による変動応力が生じる。

これらの部位には応力変動による疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労は設計上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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. ピストン、シリンダライナ及びシリンダヘッドの疲労割れ

ピストン、シリンダライナ及びシリンダヘッドには、ディーゼル機関の起動、停止に伴う繰り返し熱応力により疲労が蓄積され、疲労割れの発生が想定されるが、これらの部位に発生する応力は疲労限以下になるように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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. ピストンピンの高サイクル疲労割れ

ピストンピンにはディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し曲げ応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. クランク軸の高サイクル疲労割れ

クランク軸には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の発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. 接続棒，クランクピン軸受キャップ及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れ

接続棒，クランクピン軸受キャップ及びクランクピンボルトには，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，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の発生が想定されるが，高サイクル疲労割れは設計上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，これまでの点検結果からも割れ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ことから，高経年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. シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れ

シリンダヘッドボルトには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の発生が想定されるが，高サイクル疲労は設計上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，これまでの点検結果からも割れ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ことから，高経年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. 伸縮継手の疲労割れ

伸縮継手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に設置している。

このため，伸縮継手は繰り返し変位を受けることで，疲労割れの発生が想定されるが，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，これまでの点検結果からも割れ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ことから，高経年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. 伸縮継手の貫粒型応力腐食割れ

伸縮継手はステンレス鋼であることから，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

貫粒型応力腐食割れに対しては，付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m²）以下に管理するため，代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施している。また，基準値を超えた場合には清掃を実施することとしており，これまで異常は確認されていない。

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ことから，高経年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. 燃料噴射ポンプ，燃料弁，給・排気弁，始動弁，シリンダ室安全弁及びクランク室安全弁のスプリングのへたり

燃料噴射ポンプ，燃料弁，給・排気弁，始動弁，シリンダ室安全弁及びクランク室安全弁のスプリングは，常時応力が作用した状態で使用されるため，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は許容ねじり応力以下になるように設定されていることからへたりが進行する可能性は小さい。

燃料弁スプリングについては噴射テスト，燃料噴射ポンプ，始動弁，シリンダ室安全弁，クランク室安全弁のスプリングについては分解点検時の目視点検及び動作確認にて検知可能であり，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ことから，高経年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. ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積

ピストン，シリンダヘッド及びシリンダライナの爆発面は，カーボンを主とする燃焼残渣物が堆積すると燃焼不完全等の発生が想定されるが，本機関の運転時間は年間約12時間と非常に短いことから，有意なカーボン堆積が発生する可能性は小さい。

また，これまでの分解点検の結果からも有意なカーボンの堆積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ことから，高経年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. 過給機ケーシング，ロータ，ノズル及び排気管のクリープ

過給機ケーシング，ロータ，ノズル及び排気管は，排気温度が約470℃と高温であるため，クリープによる変形，破断の発生が想定されるが，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により吸収されることから，クリープによる変形，破断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もクリープによる変形，破断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ことから，高経年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. 伸縮継手のクリープ

伸縮継手は排気温度が約470℃と高温であるため，クリープによる変形，破断の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が100,000時間以上であることに対して，本機関の運転時間は年間約12時間であり，運転開始後40年時点での累積運転時間は480時間程度と非常に短いことから，これらの材料がクリープ破断を起こす可能性は小さい。

また，これまでの点検結果からもクリープによる変形，破断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ことから，高経年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. 調速・制御装置の性能低下

調速・制御装置はディーゼル機関の発電負荷が変化した場合に、その機関回転速度の変化を感知し、ある規定回転速度となるように機関に投入する燃料の供給量を調整している。

このため、調速・制御装置は摺動等による摩耗及び潤滑油の変質、異物の付着による摩擦増加等が進行することで、性能低下（動作不良）の発生が想定される。

しかし、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、調速機本体の分解点検及び制御装置の摺動抵抗計測、定例試験時の動作確認により、調速・制御装置の性能低下に対する健全性の確認を行っており、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

af. 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、「10 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) 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（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 (1/4) 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		
発電機駆動機能の確保	燃料噴射ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△*1					*1:キャビテーション *2:高サイクル疲労割れ *3:スプリングのへたり *4:頂部 *5:カーボン堆積	
		プランジャ		軸受鋼	△							
		プランジャバルベ		低合金鋼	△							
		スプリング		ばね鋼						△*3		
		ポンプデフレクタ	◎									
	燃料弁	ケーシング		低合金鋼	△		△*2					
		ノズル		低合金鋼	△		△*2					
		スプリング		ばね鋼			△*2			△*3		
	ピストン			低合金鋼, アルミニウム合金鍛造品	△	△*4	△ △*2					△*5
	ピストンピン			低合金鋼	△		△*2					
	ピストンピン軸受			炭素鋼, 銅合金	△							
	ピストンリング			特殊鋳鉄	△							
	始動弁	ケーシング		アルミニウム青銅铸件	△							
		弁棒		耐熱鋼	△							
スプリング			ステンレス綱線			△*2				△*3		

△：高経年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 機能の確保	分配弁	弁体		青銅鋳物	△						*1:高サイクル疲労割れ *2:スプリングのへたり	
		ケース		鋳鉄	△							
		軸		炭素鋼	△							
	クランク軸			低合金鋼	△		△ ^{*1}					
	クランクピンメタル		◎									
	クランクピン軸受キャップ			鋳鉄			△ ^{*1}					
	接続棒			低合金鋼			△ ^{*1}					
	クランクピンボルト			低合金鋼			△ ^{*1}					
	歯車各種			炭素鋼, 低合金鋼	△							
	はずみ車			炭素鋼		△						
	カップリングボルト			炭素鋼		△	△					
	給気弁	弁棒		耐熱鋼	△		△ ^{*1}					
		弁ガイド		耐摩耗鋳鉄	△							
	排気弁	弁棒		耐熱鋼	△	△	△ ^{*1}					
		弁ガイド		耐摩耗鋳鉄	△	△						
給・排気弁スプリング			ばね鋼			△ ^{*1}			△ ^{*2}			

△：高経年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 (3/4) 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 機能の確保	過給機	ケーシング		ミーハナイト鋳鉄		△ ^{*2*4}					△ ^{*7}	*1:シート部 *2:冷却水側 *3:燃焼側 *4:排気側 *5:高サイクル疲労割 れ *6:カーボン堆積 *7:クリープ *8:性能低下	
		ロータ		耐熱鋼	△		△ ^{*5}				△ ^{*7}		
		ノズル		ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼	△	△					△ ^{*7}		
		軸受(転がり)	◎										
	空気 冷却器	水室		炭素鋼		△							
		管板		銅合金		△							
		胴		炭素鋼		△							
		伝熱管		銅合金		△							
		パッキン	◎										
		フランジボルト		低合金鋼		△							
	カム, ローラ, カム軸			低合金鋼	△								
	動弁装置			炭素鋼, 低合金鋼	△								
	调速・制御装置			鋳鉄							△ ^{*8}		
	主軸受メタル	◎											
シリンダヘッド			鋳鉄	△ ^{*1}	△ ^{*2*3}	△△ ^{*5}				△ ^{*6}			
シリンダライナ			特殊鋳鉄	△	△ ^{*2*3}	△△ ^{*5}				△ ^{*6}			
シリンダヘッドボルト			低合金鋼		△	△ ^{*5}							

△：高経年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) 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 機能の確保	伸縮継手		ステンレス鋼			△	△ ^{*1}			△ ^{*3}	*1:貫粒型応力 腐食割れ *2:高サイクル疲労 割れ *3:クリープ *4:スプリングのへ たり
	給気管		アルミニウム合金鋳物		△						
	排気管		鋳鉄		△					△ ^{*3}	
	シリンダ室安全弁		ステンレス鋼他							△ ^{*4}	
	クランク室安全弁		炭素鋼, ばね鋼他							△ ^{*4}	
	インターロック弁		炭素鋼他	△	△						
	パッキン, ガスケット	◎									
	Oリング	◎									
機器の支持	クランクケース		鋳鉄		△	△ ^{*2}					
	基礎ボルト		炭素鋼		△						
	排気管サポート		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△						

△: 高経年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へ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。

- ・ 高圧炉心スプレイディーゼル機関

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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. シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及び過給機ケーシング（冷却水側）の腐食（全面腐食）

代表機器同様、シリンダヘッド、シリンダライナ及び過給機ケーシングは鋳鉄、特殊鋳鉄又はミーハナイト鋳鉄であり、冷却水側は高温の燃焼ガスによる過熱を防止するため、純水を通水していることから、接液部に腐食が発生する可能性があるが、シリンダヘッド、シリンダライナ及び過給機ケーシングの冷却水通路は分解点検時に目視点検を実施しており、これまでの点検結果から有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 燃料噴射ポンプの摩耗

代表機器同様、燃料噴射ポンプは、プランジャをプランジャバレル内で上下運動させることにより、燃料油を加圧し、燃料弁へ送油するため、摺動部であるプランジャとプランジャバレルに摩耗の発生が想定されるが、摺動部には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施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、本機関の運転時間は年間約12時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 燃料弁の摩耗

代表機器同様、燃料弁は、燃料噴射ポンプより送油された燃料油を高圧で燃焼室内に噴霧する動作を繰り返すため、ケーシング、ノズルに摩耗の発生が想定されるが、可動部には耐摩耗性の高い材料を使用しており、これまでの点検時の噴霧テストにおいても、摩耗による噴霧機能の低下の兆候は確認されていない。

また、本機関の運転時間は年間約12時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. ピストン及びピストンリングの摩耗

代表機器同様、ピストン及びピストンリングは、ディーゼル機関運転中のシリンダ内での往復動による摩耗の発生が想定されるが、ピストンはピストンリングとシリンダライナが接触する構造のため、ピストンに摩耗が発生する可能性は小さい。

また、ピストンリングは接触するシリンダライナに潤滑油が供給されており、本機関の運転時間は年間約 12 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、これまでの分解点検時の目視点検及び寸法測定の結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. ピストンピン、ピストンピン軸受及びシリンダライナの摩耗

代表機器同様、ピストンピンはピストン及びピストンピンメタルに固定されておらず、半径方向、軸方向ともに隙間があるため、ディーゼル機関運転中において回転摺動による摩耗の発生が想定されるが、ピストンピン表面には耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理が施され、常時潤滑油が供給されており、ピストンメタル及びシリンダライナにも潤滑油が供給されていることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 始動弁、インターロック弁及び分配弁の摩耗

代表機器同様、始動弁及び分配弁は、シリンダヘッド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、本機関の起動回数は年間約 12 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。

インターロック弁についても、摺動による摩耗が想定されるが、動作は点検時のみと少ないことから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検の結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. クランク軸の摩耗

代表機器同様、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、摩耗の発生が想定されるが、クランク軸は耐摩耗性の高い材料を使用している。また、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。

さらに、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの分解点検からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 動弁装置及び歯車各種の摩耗

代表機器同様、動弁装置は、カムの揚程差による上下運動をローラ、押し棒及び揺れ腕等の部位によって給・排気弁に伝達するため、可動部は摺動による摩耗の発生が想定されるが、可動部には常時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、歯車各種は、クランク軸の動力をカム軸等に伝えているため、摺動に伴う摩耗の進行が想定されるが、すべて潤滑油雰囲気下であることから、摩耗が進行する可能性は小さい。

さらに、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 給気弁（弁棒、弁ガイド）、排気弁（弁棒、弁ガイド）及びシリンダヘッド（シート部）の摩耗

代表機器同様、給気弁は機関 2 回転に 1 回上下運動し燃焼室内に燃焼空気を流入させるもので、排気弁は動弁装置によって機関 2 回転に 1 回上下運動し、燃焼室内の排気ガスを排気管に排出させるものである。

このため、弁棒と弁ガイドについては摺動による摩耗の発生、また、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、これまでの分解点検時の目視点検及び寸法測定の結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 過給機ノズル及び過給機ロータの摩耗

代表機器同様、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（タービンノズル）により偏流され、タービンブレードに有効なガス流を発生させブローを駆動するトルクを得ている。

このため、過給機ノズル（タービンノズル）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超高速で衝突することになり、ブレードに摩耗の発生が想定されるが、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、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、これまでの目視点検の結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. カム、ローラ及びカム軸の摩耗

代表機器同様、各カムはそれぞれローラを上下に駆動させることによって、給・排気弁を開閉し、燃料噴射ポンプを駆動する。

このため、各カム及びローラの表面には摩耗の発生が想定されるが、各カムの表面及びローラ表面には、耐摩耗性向上のため表面焼入れ処理を施している。また、カムとローラには常時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。

さらに、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. 燃料噴射ポンプケーシングの腐食（キャビテーション）

代表機器同様、燃料噴射ポンプ内でキャビテーションが発生すると、ケーシングにエロージョンの発生が想定されるが、ポンプ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、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、これまでの点検結果からも有意なエロージョンの発生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ことから、高経年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. ピストン（頂部）、シリンダヘッド（燃焼側）、シリンダライナ（燃焼側）、排気弁弁棒、弁ガイド、過給機ケーシング（排気側）、過給機ノズル及び排気管（内側）の腐食（全面腐食）

代表機器同様、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、排気ガス中の三酸化硫黄と凝縮水とが反応して生じる硫酸により、ピストン、シリンダヘッド、シリンダライナ、排気弁弁棒、弁ガイド、過給機ケーシング、過給機ノズル及び排気管に腐食の発生が想定される。

しかし、本ディーゼル機関の使用燃料である軽油の硫黄分は少なく（0.001 %以下）、排気ガス中の三酸化硫黄の露点（硫黄分 0.5 %の場合約 100 °C）に対し、排気ガス温度（約 380 °C）は十分に高いことから、硫酸が生成される可能性は小さい。

また、これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 空気冷却器水室の腐食（全面腐食）

代表機器同様、空気冷却器水室は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、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、これまでの開放点検時の目視点検の結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 空気冷却器伝熱管及び管板の腐食（全面腐食）

代表機器同様，空気冷却器伝熱管及び管板は銅合金であり，腐食の発生が想定されるが，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，これまでの目視点検の結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. 給気管（外側），排気管（外側），空気冷却器胴，空気冷却器フランジボルト，はずみ車，シリンダヘッドボルト，カップリングボルト，クランクケース，排気管サポート及びインターロック弁の腐食（全面腐食）

代表機器同様，給気管（外側），排気管（外側），空気冷却器胴，空気冷却器フランジボルト，はずみ車，シリンダヘッドボルト，カップリングボルト，クランクケース，排気管サポート及びインターロック弁は炭素鋼，低合金鋼，アルミニウム合金鋳物又は鋳鉄であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. カップリングボルトの疲労割れ

代表機器同様，高圧炉心スプレイ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。機関起動時にカップリングボルト部の応力が大きくなり，疲労割れの発生が想定されるが，本機関の起動停止回数は年間約 12 回と非常に少ないことから，疲労割れが発生する可能性は小さい。

また，これまでの点検結果からも割れ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ことから，高経年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. 埋込金物の腐食（全面腐食）

代表機器同様，埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. シリンダヘッド、シリンダライナ、クランクケース、給・排気弁弁棒、給・排気弁スプリング、始動弁スプリング、ピストン、燃料弁ケーシング、燃料弁ノズル、燃料弁スプリング及び過給機ロータの高サイクル疲労割れ

代表機器同様、シリンダヘッド、シリンダライナ、クランクケース、給・排気弁弁棒、給・排気弁スプリング、ピストン、燃料弁ケーシング及び燃料弁ノズルには、ディーゼル機関運転中の爆発圧力荷重による繰り返し応力が生じる。

始動弁スプリング、燃料弁スプリングには、予圧縮による静荷重応力及びディーゼル機関運転中の各弁の動作による繰り返し圧縮による変動応力が生じる。

過給機ロータのタービン翼埋め込み部には、ディーゼル機関運転中のタービン翼の高速回転による遠心力及び翼振動による変動応力が生じる。

これらの部位には応力変動による疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労は設計上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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. ピストン、シリンダライナ及びシリンダヘッドの疲労割れ

代表機器同様、ピストン、シリンダライナ及びシリンダヘッドには、ディーゼル機関の起動、停止に伴う繰り返し熱応力により疲労が蓄積されることで、疲労割れの発生が想定されるが、これらの部位に発生する応力は疲労限以下になるように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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. ピストンピンの高サイクル疲労割れ

代表機器同様、ピストンピンにはディーゼル機関運転中の爆発圧力による繰り返し曲げ応力により疲労が蓄積され、高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. クランク軸の高サイクル疲労割れ

代表機器同様、クランク軸には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の発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. 接続棒、クランクピン軸受キャップ及びクランクピンボルトの高サイクル疲労割れ

代表機器同様、接続棒、クランクピン軸受キャップ及びクランクピンボルトには、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、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の発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. シリンダヘッドボルトの高サイクル疲労割れ

代表機器同様、シリンダヘッドボルトには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の発生が想定されるが、高サイクル疲労は設計上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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. 伸縮継手の疲労割れ

代表機器同様、伸縮継手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に設置している。

このため、伸縮継手は繰り返し変位を受けることで、疲労割れの発生が想定されるが、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、これまでの点検結果からも割れ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ことから、高経年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. 伸縮継手の貫粒型応力腐食割れ

代表機器同様、伸縮継手はステンレス鋼であることから、大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより、外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

貫粒型応力腐食割れに対しては、付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m²）以下に管理するため、代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施している。また、基準値を超えた場合には清掃を実施することとしており、これまで異常等は確認されていない。

今後これらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年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. 燃料噴射ポンプ、燃料弁、給・排気弁、始動弁、シリンダ室安全弁及びクランク室安全弁のスプリングのへたり

代表機器同様、燃料噴射ポンプ、燃料弁、給・排気弁、始動弁、シリンダ室安全弁及びクランク室安全弁のスプリングは、常時応力が作用した状態で使用されるため、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は許容ねじり応力以下になるように設定されていることからへたりが進行する可能性は小さい。

燃料弁スプリングについては噴射テスト、燃料噴射ポンプ、始動弁、シリンダ室安全弁、クランク室安全弁のスプリングについては分解点検時の目視点検及び動作確認にて検知可能であり、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ことから、高経年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. ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナのカーボン堆積

代表機器同様、ピストン、シリンダヘッド及びシリンダライナの爆発面は、カーบอนを主とする燃焼残渣物が堆積すると燃焼不完全等の発生が想定されるが、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短いことから、有意なカーボン堆積が発生する可能性は小さい。

また、これまでの分解点検の結果からも有意なカーボン堆積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ことから、高経年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. 過給機ケーシング、ロータ、ノズル及び排気管のクリープ

代表機器同様、過給機ケーシング、ロータ、ノズル及び排気管は、排気温度が約 380 °C と高温であるため、クリープによる変形、破断の発生が想定されるが、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により吸収されることから、クリープによる変形、破断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もクリープによる変形、破断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ことから、高経年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. 伸縮継手のクリープ

代表機器同様、伸縮継手は排気温度が約 380 °C と高温であるため、クリープによる変形、破断の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が 100,000 時間以上であることに対して、本機関の運転時間は年間約 12 時間であり、運転開始後 40 年時点での累積運転時間は 480 時間程度と非常に短いことから、これらの材料がクリープ破断を起こす可能性は小さい。

また、これまでの点検結果からもクリープによる変形、破断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ことから、高経年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. 調速・制御装置の性能低下

代表機器同様、調速・制御装置はディーゼル機関の発電負荷が変化した場合に、その機関回転速度の変化を感知し、ある規定回転速度となるように機関に投入する燃料の供給量を調整している。

このため、調速・制御装置は摺動等による摩耗及び潤滑油の変質、異物の付着による摩擦増加等が進行することで、性能低下（動作不良）の発生が想定される。

しかし、本機関の運転時間は年間約 12 時間と非常に短く、調速機本体の分解点検及び制御装置の摺動抵抗計測、定例試験時の動作確認により、調速・制御装置の性能低下に対する健全性の確認を行っており、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

af. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

代表機器同様、基礎ボルトの腐食については、「10 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) 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（日常劣化管理事象以外）

代表機器同様、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

4. 2 非常用ディーゼル機関附属設備

[対象機器]

- ・ 非常用ディーゼル機関附属設備
- ・ 高圧炉心スプレイディーゼル機関附属設備

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	4.2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	4.2-1
1.2 代表機器の選定	4.2-1
2. 代表機器の技術評価	4.2-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	4.2-2
2.1.1 非常用ディーゼル機関附属設備	4.2-2
2.2 経年劣化事象の抽出	4.2-9
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	4.2-9
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	4.2-9
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	4.2-10
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	4.2-20
3. 代表機器以外への展開	4.2-21
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	4.2-21
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	4.2-21

1. 対象機器及び代表機器の選定

1.1 グループ化の考え方及び結果

非常用ディーゼル機関附属設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

非常用ディーゼル機関附属設備には、始動空気系、潤滑油系、冷却水系及び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附属設備には非常用ディーゼル機関用及び高圧炉心スプレイディーゼル機関用があるが、機関本体の選定号機に合わせる観点から、非常用ディーゼル機関用を代表機器とする。

表 1-1 非常用ディーゼル機関附属設備の主な仕様

機 器 名 称		選 定 基 準			選 定	選 定 理 由
		重要度*1	使 用 条 件			
			最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)		
非常用 ディーゼル 機関	始動空気系	MS-1	約 3.24	90	◎	機関本体の選定 号機に合わせる
	潤滑油系	MS-1	約 0.98	95		
	冷却水系	MS-1	約 0.64	95		
	燃料油系	MS-1	約 0.20	45		
高圧炉心 スプレイ ディーゼル 機関	始動空気系	MS-1	約 3.24	90		
	潤滑油系	MS-1	約 0.98	95		
	冷却水系	MS-1	約 0.64	95		
	燃料油系	MS-1	約 0.20	45		

*1：最上位の重要度を示す

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。

- ・ 非常用ディーゼル機関附属設備

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 非常用ディーゼル機関附属設備

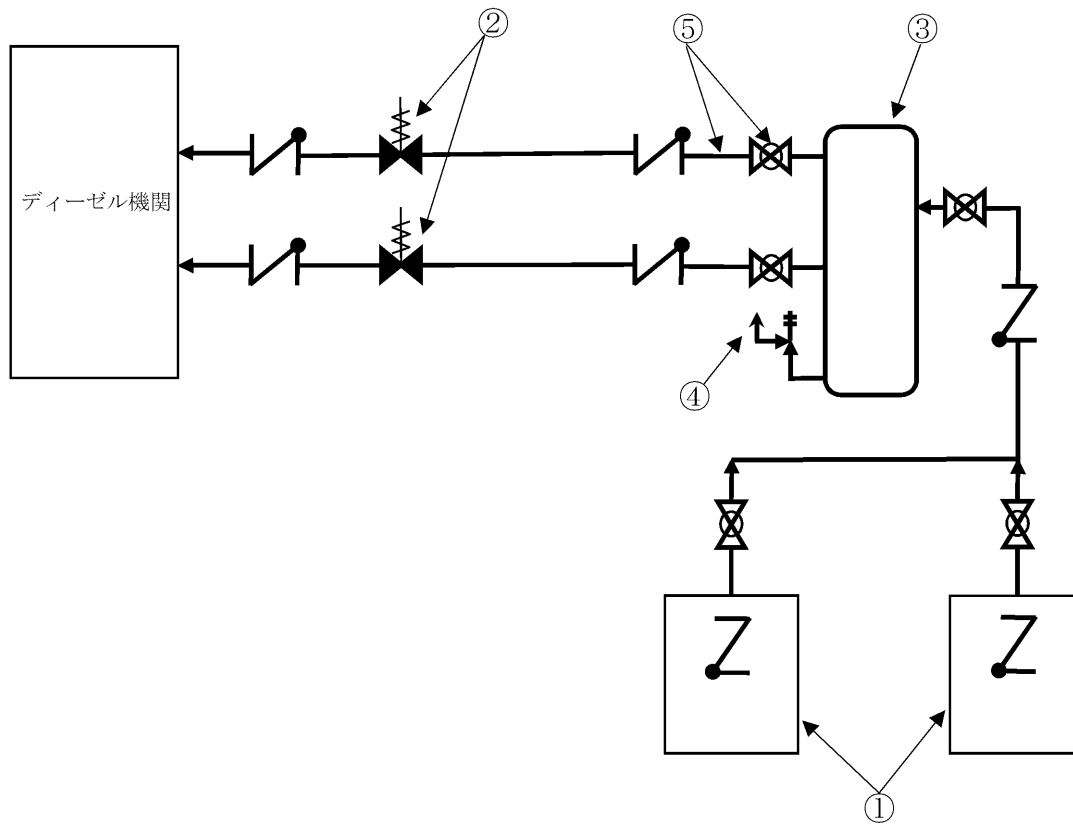
(1) 構造

非常用ディーゼル機関附属設備は、機関を始動するための始動空気系、機関及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、機関動作時に過熱を防止するための冷却水を供給する冷却水系、機関動作時に必要な燃料油を供給するための燃料油系で構成されている。

非常用ディーゼル機関附属設備に関し、始動空気系の系統図を図 2.1-1 に、潤滑油系の系統図を図 2.1-2 に、冷却水系の系統図を図 2.1-3 に、燃料油系の系統図を図 2.1-4 に示す。

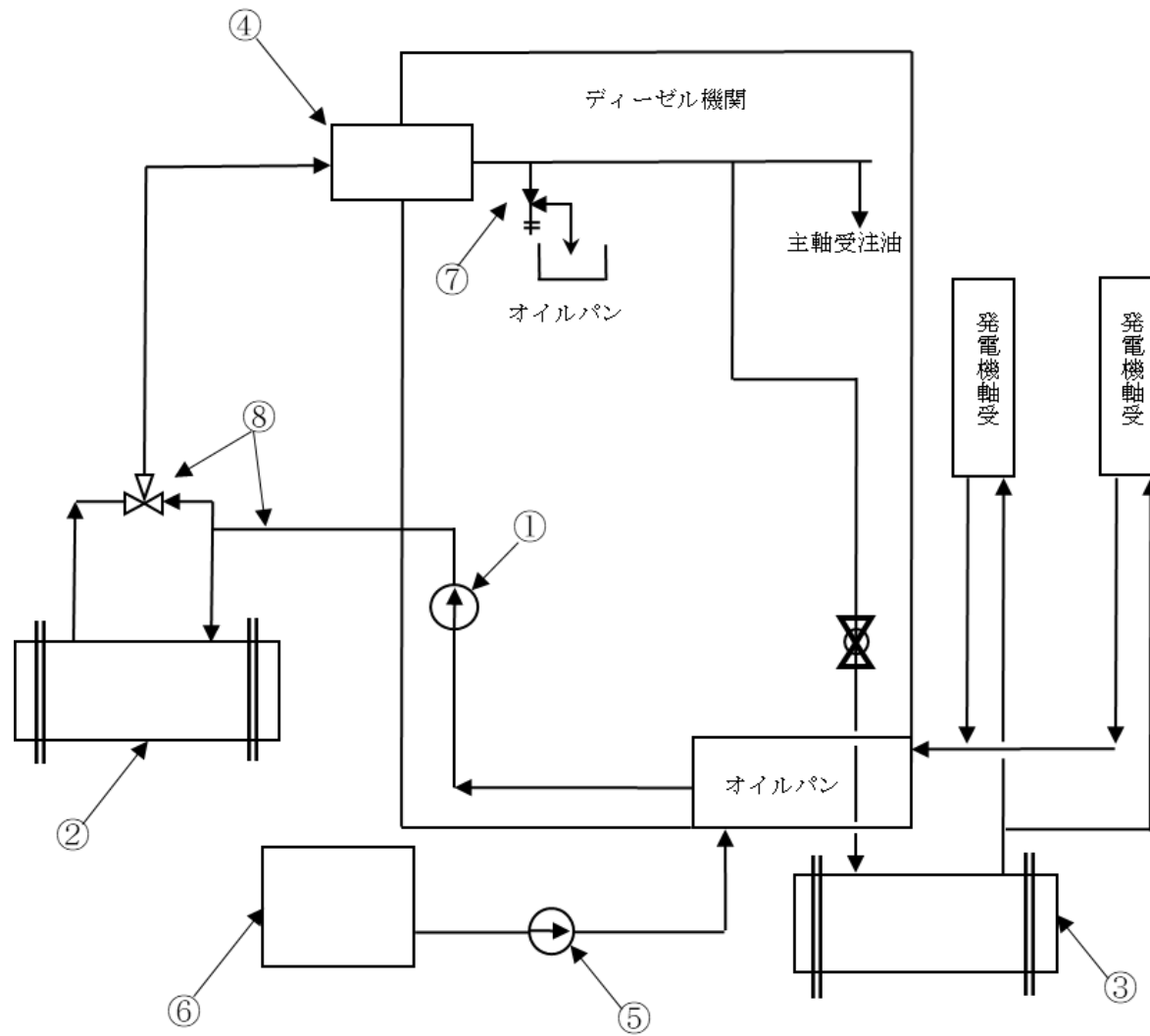
(2) 材料及び使用条件

非常用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	空気圧縮機
②	始動電磁弁
③	空気貯槽
④	空気貯槽安全弁
⑤	配管, 弁

図 2.1-1 非常用ディーゼル機関附属設備始動空気系系統図



No.	部 位
①	機関付潤滑油ポンプ
②	潤滑油冷却器
③	発電機軸受潤滑油冷却器
④	機関付潤滑油フィルタ
⑤	潤滑油補給ポンプ
⑥	潤滑油補給タンク
⑦	潤滑油調圧弁
⑧	配管, 弁

図 2.1-2 非常用ディーゼル機関附属設備潤滑油系系統図

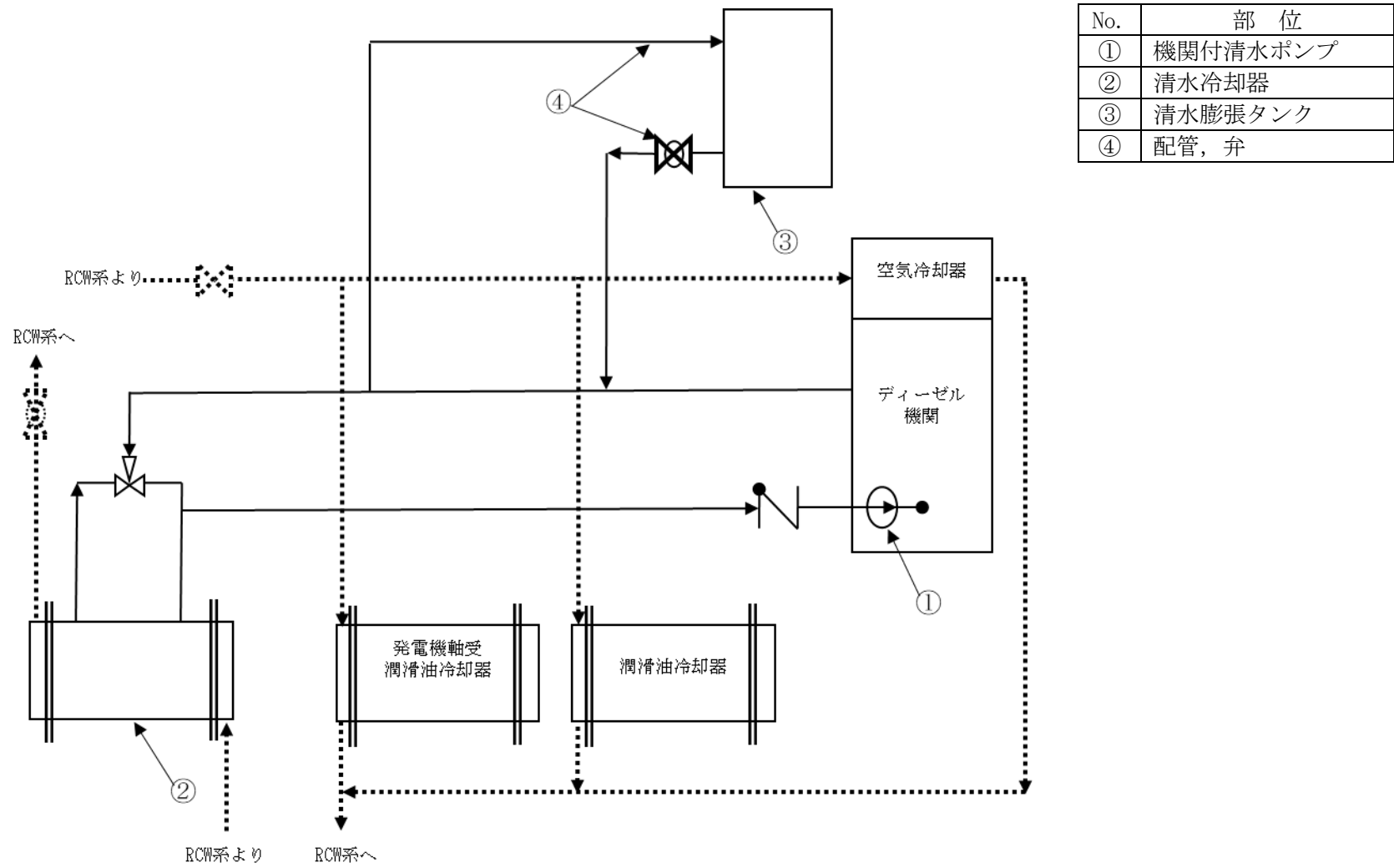


図 2.1-3 非常用ディーゼル機関附属設備冷却水系系統図

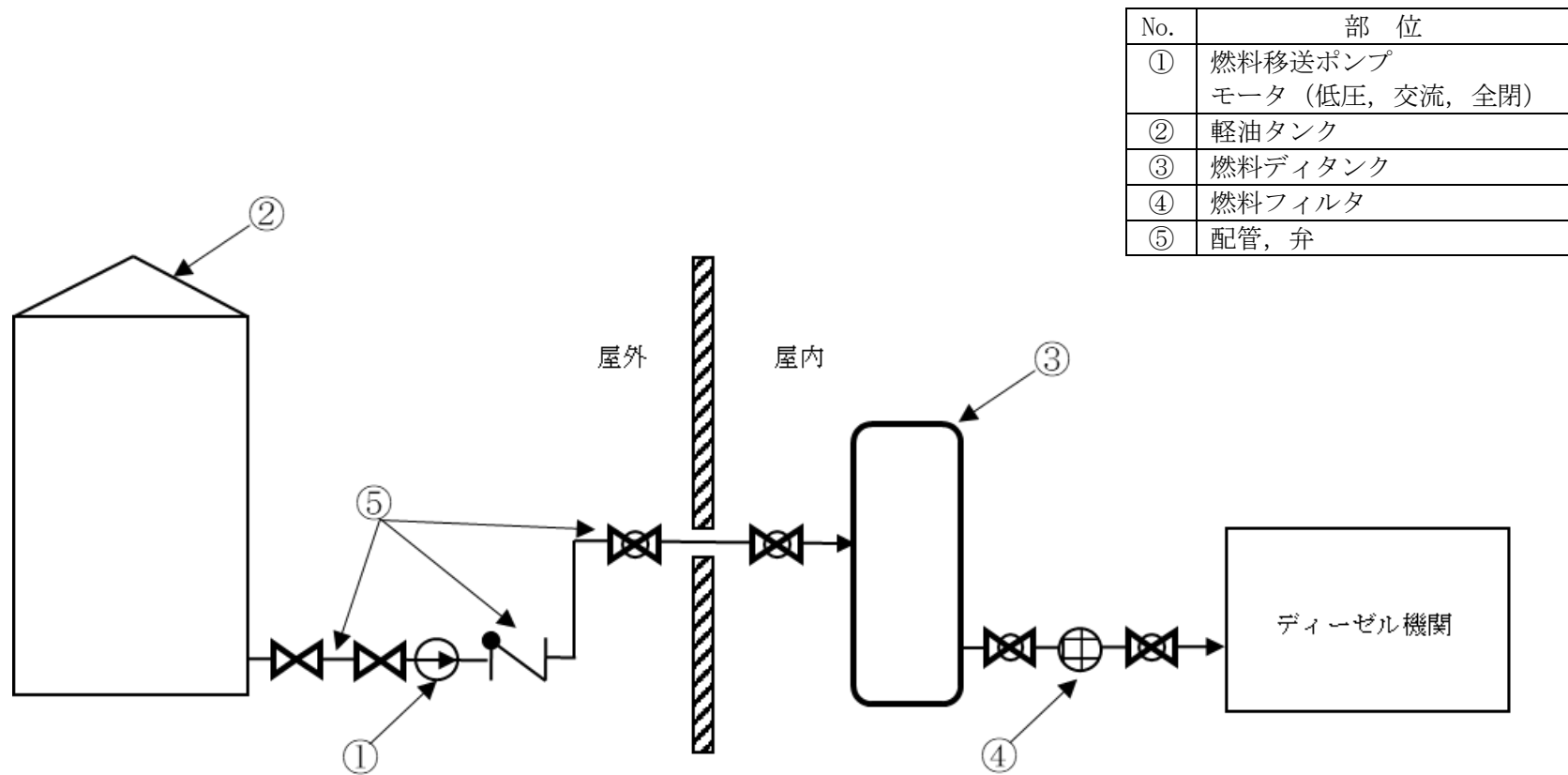


図 2.1-4 非常用ディーゼル機関附属設備燃料油系系統図

表 2.1-1 (1/2) 非常用ディーゼル機関附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	空気圧縮機	炭素鋼 (SF50A, SF60A), 鋳鉄 (FC20, FC25), 低合金鋼 (SNB7), アルミニウム合金 (AC8A-T6)
		始動電磁弁	弁: ステンレス鋼 (SUS403), ステンレス鋳鋼 (SCS13), 低合金鋼 (SCM435) 電磁コイル: 黄銅 (C1100W), 絶縁物
		空気貯槽	炭素鋼 (SGV49, SS41)
		空気貯槽安全弁	炭素鋼 (S45C), 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2), ステンレス鋼 (SUS304, SUS403)
		配管	炭素鋼 (STPT42, SM41B), ステンレス鋼 (SUS304)
		弁	ステンレス鋼 (SUS316, SUSF316, SUS630)
		ガスケット, オリ ング	(消耗品)
	潤滑油系	機関付潤滑油ポン プ	炭素鋼 (S45C), 炭素鋼鋳鋼 (SC450, SCW480), 低合金鋼 (SNC415, SCM435), 鋳鉄 (FCD600)
		潤滑油冷却器	炭素鋼 (SB42), 銅合金 (C1220T-1/2H), 低合金鋼 (SNB7)
		発電機軸受潤滑油 冷却器	炭素鋼 (SB42, STPT42), 銅合金 (C1220T-1/2H), 低合金鋼 (SNB7)
		機関付潤滑油フィ ルタ	炭素鋼 (SS41), 鋳鉄 (FCD40), 低合金鋼 (SCM435)
		潤滑油補給ポンプ	炭素鋼 (S45C), 鋳鉄 (FCD55)
		潤滑油補給タンク	炭素鋼 (SS41)
		潤滑油調圧弁	炭素鋼鋳鋼 (SC46), 炭素鋼 (S45C)
		配管	炭素鋼 (STPT42)
		弁	炭素鋼 (S25C, S28C), 炭素鋼鋳鋼 (SC49, SCPH2), ステンレス鋼 (SUS416, SUS403), 銅合金 (BC6), 低合金鋼 (SNB7)
		ガスケット, オリ ング	(消耗品)
	冷却水系	機関付清水ポンプ	炭素鋼 (SS41), 炭素鋼鋳鋼 (SC46), ステンレス鋼 (SUS431), ステンレス鋳鋼 (SCS1), 銅合金 (BC2)
		清水冷却器	炭素鋼 (SB42), 銅合金 (C1220T-1/2H, C4621P)
		清水膨張タンク	炭素鋼 (SS41), 低合金鋼 (SNB7)
		配管	炭素鋼 (STPT42)
		弁	炭素鋼 (S28C), 炭素鋼鋳鋼 (SC49), ステンレス鋼 (SUS416), 銅合金 (BC6), 低合金鋼 (SNB7)
		ガスケット, オリ ング	(消耗品)

表 2.1-1 (2/2) 非常用ディーゼル機関附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	燃料移送ポンプ	炭素鋼 (S25C, S45C, SS41), 炭素鋼鋳鋼 (SC49), 低合金鋼 (SNB7), 鋳鉄 (FC25, FCD55)
		燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉)	主軸: 炭素鋼 (S45C) フレーム: 鋳鉄 (FC150) 端子箱: 鋼板 (SPCC) エンドブラケット: 鋳鉄 (FC150) 固定子コア: 無方向性電磁鋼 回転子コア: 無方向性電磁鋼 固定子コイル及びび口出線・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) 回転子棒及び回転子エンドリング: アルミニウム 取付ボルト: 低合金鋼 (SNB7) 軸受 (転がり): (消耗品)
		軽油タンク	炭素鋼 (SM41B)
		燃料ディタンク	炭素鋼 (SS41)
		燃料フィルタ	炭素鋼 (STPT42), 低合金鋼 (SNB7)
		配管	炭素鋼 (STPT42)
		弁	炭素鋼 (S28C), 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2), ステンレス鋼 (SUS403, SUS416, SUS420J2), 低合金鋼 (SNB7)
		ガスケット, Oリング	(消耗品)
機器の支持	サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼, 低合金鋼	
	配管サポート	炭素鋼	
	ベース	炭素鋼	
	埋込金物	炭素鋼	
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS41, S45C), 樹脂	

表 2.1-2 非常用ディーゼル機関附属設備の使用条件

	始動空気系	潤滑油系	冷却水系	燃料油系
最高使用圧力 (MPa)	約 3.24	約 0.98	約 0.64	約 0.20
最高使用温度 (°C)	90	95	95	45
内部流体	空気	潤滑油	純水	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附属設備の機能（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。

- ・ 補機機能の確保
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

非常用ディーゼル機関附属設備について，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うえで，個々の部位の材料，構造，使用条件（内部流体，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。

なお，消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケット，Oリング及び軸受（転がり）は消耗品であり，設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a，b 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 a，b 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。

- a. 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△）
- b. 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（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) 燃料移送ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
- (b) 始動電磁弁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. 屋外設置機器の外面腐食（全面腐食）〔燃料移送ポンプ，軽油タンク，燃料油系配管・弁〕

屋外に設置されている機器は，長期間外気にさらされることで，外面に腐食の発生が想定されるが，外面は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，軽油タンクは，他プラントにおいて雨水侵入によるタンク底板の腐食事例が確認されているが，軽油タンク基礎には充填材防食テープにより防水加工を施していることから，雨水侵入による腐食が発生する可能性は小さい。

さらに，これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. ポンプ主軸の摩耗〔機関付潤滑油ポンプ，潤滑油補給ポンプ，機関付清水ポンプ，燃料移送ポンプ〕

転がり軸受を使用しているポンプは，軸受と主軸の接触面にわずかな摩耗の発生が想定されるが，これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

すべり軸受を使用しているポンプは，潤滑油が供給され，主軸と軸受間に油膜が形成されていることから，摺動摩耗が発生する可能性は小さく，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ことから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

潤滑油系及び燃料油系のポンプは，主動軸と従動軸の接触面において摩耗の発生が想定されるが，ポンプ内部は常に油で満たされていることから，摩耗が発生する可能性は小さく，また，これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから，高経年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. ピストン及びシリンダの摩耗〔空気圧縮機〕

ピストン及びシリンダは空気圧縮機運転中において，シリンダ内の往復動による摺動部の摩耗の発生が想定されるが，ピストンにはピストンリングを取り付けており，摺動部が直接接触しないことから，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も有意な摩耗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ことから，高経年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. ギアの摩耗 [機関付潤滑油ポンプ]

機関付潤滑油ポンプはギアポンプであり、ギアに摩耗の発生が想定されるが、内部流体は油であることから、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も有意な摩耗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ことから、高経年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. 羽根車及びケーシングの摩耗 [機関付清水ポンプ]

羽根車及びケーシングは長期使用に伴い、羽根車（羽根車リング）とケーシング（ケーシングリング）間の摺動による摩耗の発生が想定されるが、分解点検毎に隙間測定を実施し、必要に応じて部品を取り替えることとしているため、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も有意な摩耗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ことから、高経年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. 空気圧縮機の腐食（全面腐食）

空気圧縮機は鋳鉄であり、湿分を含んだ空気又は大気と接触していることから、腐食の発生が想定されるが、分解点検時に目視点検を行い、これまでの点検結果からも有意な腐食は確認されていない。

また、外面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食が発生する可能性は小さい。

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ことから、高経年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. 空気貯槽の腐食（全面腐食）

空気貯槽は炭素鋼であり、内部流体が空気であることから、腐食の発生が想定されるが、内外面とも塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 始動空気系配管及び弁の腐食（全面腐食）〔空気貯槽安全弁，始動空気系配管〕

始動空気系配管及び弁は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，腐食の発生が想定されるが，始動空気系の配管については，ドレン抜きを定期的実施しており，湿潤環境ではないことから，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. 潤滑油系及び燃料油系機器の外表面腐食（全面腐食）〔機関付潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器（胴側），発電機軸受潤滑油冷却器（胴側），機関付潤滑油フィルタ，潤滑油補給ポンプ，潤滑油補給タンク，潤滑油調圧弁，潤滑油系配管・弁，燃料ディタンク，燃料フィルタ，燃料油系配管・弁〕

潤滑油系及び燃料油系の機器は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼，鋳鉄又は銅合金であり，腐食の発生が想定されるが，外面は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. 冷却水系機器の腐食（全面腐食）〔機関付清水ポンプ，清水冷却器（胴側），清水膨張タンク，冷却水系配管・弁〕

冷却水系の機器は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は銅合金であり，内部流体が純水であることから，腐食の発生が想定されるが，分解点検時の目視点検により腐食の有無を確認しており，これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. ポンプの腐食（キャビテーション）〔機関付清水ポンプ〕

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，ポンプは設計段階において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，腐食（キャビテーション）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も有意な腐食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ことから，高経年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. ケーシングリングの腐食（全面腐食）[機関付清水ポンプ]

ケーシングリングは銅合金であり、内部流体が純水であることから、腐食の発生が想定されるが、ケーシングリングには耐食性の高い材料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、分解点検時に目視点検及び寸法測定を行い、これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 熱交換器水室の腐食（全面腐食）[清水冷却器]

清水冷却器は、水室が炭素鋼であることから、腐食の発生が想定される。

しかしながら、これまでの目視点検から有意な腐食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ことから、高経年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. 熱交換器伝熱管の腐食（全面腐食）[潤滑油冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器，清水冷却器]

潤滑油冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器及び清水冷却器は、伝熱管が銅合金であり、腐食の発生が想定されるが、伝熱管内面の内部流体は冷却水（防錆剤入り）である。また、潤滑油冷却器及び発電機軸受潤滑油冷却器の伝熱管外面については、接液する流体が油であることから、腐食が発生する可能性は小さい。

さらに、清水冷却器の伝熱管外面については、接液する流体が純水であるが、これまでの目視点検からも有意な腐食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ことから、高経年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. 支持脚及びベースの腐食（全面腐食）[空気貯槽，潤滑油冷却器，清水冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器，燃料ディタンク，空気圧縮機，清水冷却器，潤滑油補給ポンプ，燃料移送ポンプ，燃料フィルタ]

各機器の支持脚及びベースは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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）〔空気圧縮機，始動電磁弁，空気貯槽安全弁，機関付潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器，機関付潤滑油フィルタ，潤滑油補給ポンプ，潤滑油補給タンク，潤滑油調圧弁，潤滑油系弁，機関付清水ポンプ，清水冷却器，清水膨張タンク，冷却水系弁，燃料移送ポンプ，燃料フィルタ，燃料油系弁〕

各機器の取付ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. 配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）

各機器の配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. 埋込金物の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. 伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗〔潤滑油冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器，清水冷却器〕

伝熱管は外表面を流れる流体により伝熱管が振動することで，高サイクル疲労割れ及び摩耗の発生が想定されるが，伝熱管は支持板により適切なスパンで支持されており，伝熱管の外表面の流体による振動は十分に抑制されているため，高サイクル疲労割れ及び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も割れ及び有意な摩耗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ことから，高経年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. クランク軸,ピストン及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]
クランク軸,ピストン及びコネクティングロッドには,空気圧縮機運転時に繰返し応力が発生することで,応力集中部等において高サイクル疲労割れの発生が想定されるが,高サイクル疲労割れは設計上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,これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験の結果からも割れ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ことから,高経年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. 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]
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の発生が想定されるが,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,配管及び配管サポートについては巡視点検により健全性の確認を行うとともに,定例試験において異常振動,漏えいが発生していないことを確認することとしている。
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ことから,高経年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. ポンプ主軸の高サイクル疲労割れ [機関付潤滑油ポンプ,潤滑油補給ポンプ,機関付清水ポンプ,燃料移送ポンプ]
ポンプ主軸は運転時に繰返し応力が発生することで,応力集中部等において高サイクル疲労割れの発生が想定されるが,高サイクル疲労割れは設計上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,これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験の結果からも割れ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ことから,高経年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. 弁棒の疲労割れ [始動空気系弁,潤滑油系弁,冷却水系弁,燃料油系弁]
弁棒は弁開時に疲労割れの発生が想定されるが,弁開操作時には弁棒及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おり,これまでの点検結果からも割れは確認されていない。
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ことから,高経年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. スプリングのへたり [空気貯槽安全弁, 潤滑油調圧弁]

弁のスプリングは, 常時応力が作用した状態で使用されるため, 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は許容ねじり応力以下になるように設定されていることからへたりが進行する可能性は小さい。

また, 分解点検時の目視点検及び動作確認にて検知可能であり, 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ことから, 高経年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. 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, 「10 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。

z. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の主軸の摩耗

aa. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の主軸の高サイクル疲労割れ

ab. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ (アルミダイキャスト製)

ac. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) のフレーム, エンドブラケット及び端子箱の腐食 (全面腐食)

ad. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の固定子コア及び回転子コアの腐食 (全面腐食)

ae. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の取付ボルトの腐食 (全面腐食)

以上 z. ~ae. の評価については, 「ポンプモータの技術評価書」のうち, 「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。

(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 (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) [配管]

基礎ボルトの樹脂の劣化については, 「10 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。

表 2.2-1 (1 / 3) 非常用ディーゼル機関附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 勞 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	空気圧縮機	炭素鋼, 鋳鉄, 低 合金鋼, アルミニ ウム合金	△*1	△△*2	△*3*4					*1:ピストン, シリンダ *2:取付ボルト *3:高サイクル疲労割 れ *4:クランク軸, ピストン, コネクティングロッ ド *5:弁棒 *6:コイルの絶縁特性 低下 *7:支持脚 *8:スプリングのへた り *9:小口径配管の 高サイクル疲労割 れ *10:主軸 *11:ギア *12:外面 *13:伝熱管
		始動電磁弁	ステンレス鋼, ス テンレス鋳鋼, 低 合金鋼, 黄銅, 絶 縁物		△*2				○*6		
		空気貯槽	炭素鋼		△△*7						
		空気貯槽安全 弁	炭素鋼, 炭素鋼鋳 鋼, ステンレス鋼		△△*2				△*8		
		配管	炭素鋼, ステンレ ス鋼		△	△*9					
		弁	ステンレス鋼			△*5					
		ガスケット, Oリング	◎								
	潤滑油 系	機関付潤滑油 ポンプ		炭素鋼, 炭素鋼鋳 鋼, 低合金鋼, 鋳 鉄	△ *10*11	△*2*12	△ *3*10				
		潤滑油冷却器		炭素鋼, 銅合金, 低合金鋼	△*13	△*2*7*12 *13	△ *3*13				
		発電機軸受潤 滑油冷却器		炭素鋼, 銅合金, 低合金鋼	△*13	△*2*7*12 *13	△ *3*13				

○：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) 非常用ディーゼル機関附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	潤滑 油系	機関付潤滑油フ ィルタ	炭素鋼, 鋳鉄, 低合金 鋼		△*1*2						*1:外面 *2:取付ボルト *3:スプリングのへ たり *4:小口径配管 の高サイクル疲 労割れ *5:弁棒 *6:主軸 *7:羽根車, ケーシ ング *8:キャビテーション *9:ケーシングリング *10:高サイクル疲労 割れ *11:胴側 *12:伝熱管 *13:水室 *14:支持脚	
		潤滑油補給ポン プ	炭素鋼, 鋳鉄	△*6	△*1*2	△ *6*10						
		潤滑油補給タン ク	炭素鋼		△*1*2							
		潤滑油調圧弁	炭素鋼鋳鋼, 炭素鋼		△*1*2					△*3		
		配管	炭素鋼		△*1	△*4						
		弁	炭素鋼, 炭素鋼鋳鋼, ステンレス鋼, 銅合 金, 低合金鋼		△*1*2	△*5						
		ガスケット, Oリング	◎									
	冷却 水系	機関付清水ポン プ		炭素鋼, 炭素鋼鋳鋼, ステンレス鋼, ステン レス鋳鋼, 銅合金	△*6*7	△ *2*8*9	△ *6*10					
		清水冷却器		炭素鋼, 銅合金	△*12	△ *2*11*12 *13*14	△ *10*12					
		清水膨張タンク		炭素鋼, 低合金鋼		△△*2						
		配管		炭素鋼		△	△*4					
弁			炭素鋼, 炭素鋼鋳鋼, ステンレス鋼, 銅合 金, 低合金鋼		△△*2	△*5						
ガスケット, 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）

表 2.2-1 (3 / 3) 非常用ディーゼル機関附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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
補機機能 の確保	燃料油系		炭素鋼, 炭素鋼 鋳鋼, 鋳鉄, 低 合金鋼	△*1	△*2*4	△ *1*5					*1:主軸 *2:屋外設置機器の外 面 *3:外面 *4:取付ボルト *5:高サイクル疲労割れ *6:フレーム, エント ブACKET, 端子箱 *7:固定子コア, 回転子コア *8:回転子棒及び回転 子エントリング *9:固定子コイル, 口出線・ 接続部品の絶縁特 性低下 *10:支持脚 *11:小口径配管の高サイ クル疲労割れ *12:弁棒 *13:樹脂の劣化 *14:軸受(転がり)
		◎*14	炭素鋼, 銅, 絶 縁物他	△*1	△*4*6*7	△ *1*5*8				○*9	
			炭素鋼		△*2						
			炭素鋼		△*3*10						
			炭素鋼, 低合金 鋼		△*3*4						
			炭素鋼		△*2*3	△*11					
			炭素鋼, 炭素鋼 鋳鋼, ステンレ ス鋼, 低合金鋼		△*2*3*4	△*12					
		◎									
機器の支持	支持		炭素鋼, 低合金 鋼		△						
			炭素鋼		△						
			炭素鋼		△						
			炭素鋼		△						
			炭素鋼, 樹脂		△				▲*13		

○：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) 燃料移送ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

燃料移送ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「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」のうち，低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

(2) 始動電磁弁コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

始動電磁弁コイルの絶縁物は有機物であるため，熱分解による熱的劣化，振動等による機械的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

始動電磁弁コイルは，絶縁物が有機物であるため，熱的，機械的及び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ことから，長期間の使用を考慮すると始動電磁弁コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

始動電磁弁コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し，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確認された場合には，始動電磁弁の分解，絶縁補修及び取替を行うこととしている。

さらに，当面の冷温停止維持状態においては，日常保全を適切な頻度で継続し，必要に応じて始動電磁弁の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

始動電磁弁コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが，絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また，当面の冷温停止維持状態においては，必要に応じて適切な対応をとることにより，絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

始動電磁弁コイルの絶縁特性低下に対しては，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. 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。

- ・ 高圧炉心スプレイディーゼル機関附属設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

- (1) 燃料移送ポンプモータ（低圧，交流，全閉）の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

代表機器同様，燃料移送ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「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」のうち，低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

- (2) 始動電磁弁コイルの絶縁特性低下

代表機器同様，始動電磁弁コイルの絶縁物は有機物であるため，熱分解による熱的劣化，振動等による機械的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下を起こす可能性があるが，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し，絶縁機能の健全性を確認している。

また，当面の冷温停止維持状態においては，必要に応じて適切な対応をとることにより，絶縁機能は維持できると判断する。

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と判断する。

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）

- a. 屋外設置機器の外表面腐食（全面腐食）[燃料移送ポンプ，軽油タンク，燃料油系配管・弁]

代表機器同様，屋外に設置されている機器は，長期間外気にさらされることで，外表面に腐食の発生が想定されるが，外表面は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食が発生する可能性は小さい。

また，軽油タンクは，他プラントにおいて雨水侵入によるタンク底板の腐食事例が確認されているが，軽油タンク基礎には充填材防食テープにより防水加工を施していることから，雨水侵入による腐食が発生する可能性は小さい。

さらに，これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから，高経年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. ポンプ主軸の摩耗 [機関付潤滑油ポンプ, 潤滑油補給ポンプ, 機関付清水ポンプ, 燃料移送ポンプ]

代表機器同様, 転がり軸受を使用しているポンプは, 軸受と主軸の接触面にわずかな摩耗の発生が想定されるが, これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

すべり軸受を使用しているポンプは, 潤滑油が供給され, 主軸と軸受間に油膜が形成されていることから, 摺動摩耗が発生する可能性は小さく, 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ことから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

潤滑油系及び燃料油系のポンプは, 主動軸と従動軸の接触面において摩耗の発生が想定されるが, ポンプ内部は常に油で満たされていることから, 摩耗が発生する可能性は小さく, また, これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから, 高経年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. ピストン及びシリンダの摩耗 [空気圧縮機]

代表機器同様, ピストン及びシリンダは空気圧縮機運転中において, シリンダ内の往復動による摺動部の摩耗の発生が想定されるが, ピストンにはピストンリングを取り付けており, 摺動部が直接接触しないことから, 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も有意な摩耗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ことから, 高経年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. ギアの摩耗 [機関付潤滑油ポンプ]

代表機器同様, 機関付潤滑油ポンプはギアポンプであり, ギアに摩耗の発生が想定されるが, 内部流体は油であることから, 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も有意な摩耗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ことから, 高経年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. 羽根車及びケーシングの摩耗 [機関付清水ポンプ]

代表機器同様, 羽根車及びケーシングは長期使用に伴い, 羽根車(羽根車リング)とケーシング(ケーシングリング)間の摺動による摩耗の発生が想定されるが, 分解点検毎に隙間管理を行い, 必要に応じて部品を取り替えることとしているため, 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も有意な摩耗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ことから, 高経年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. 空気圧縮機の腐食（全面腐食）

代表機器同様、空気圧縮機は鋳鉄であり、湿分を含んだ空気又は大気と接触していることから、腐食の発生が想定されるが、分解点検時に目視点検を行い、これまでの点検結果からも有意な腐食は確認されていない。

また、外面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食が発生する可能性は小さい。

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ことから、高経年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. 空気貯槽の腐食（全面腐食）

代表機器同様、空気貯槽は炭素鋼であり、内部流体が空気であることから、腐食の発生が想定されるが、内外面とも塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 始動空気系配管及び弁の腐食（全面腐食）[空気貯槽安全弁，始動空気系配管]

代表機器同様、始動空気系配管及び弁は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり、腐食の発生が想定されるが、始動空気系の内部流体はドレン抜きを定期的に行っている空気であることから、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 潤滑油系及び燃料油系機器の外面腐食（全面腐食）[機関付潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器（胴側），発電機軸受潤滑油冷却器（胴側），機関付潤滑油フィルタ，潤滑油補給ポンプ，潤滑油補給タンク，潤滑油調圧弁，潤滑油系配管・弁，燃料ディタンク，燃料フィルタ，燃料油系配管・弁]

代表機器同様、潤滑油系及び燃料油系の機器は炭素鋼，炭素鋼鋳鋼，鋳鉄又は銅合金であり、腐食の発生が想定されるが、外面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 冷却水系機器の腐食（全面腐食）[機関付清水ポンプ、清水冷却器（胴側）、清水膨張タンク、冷却水系配管・弁]

代表機器同様、冷却水系の機器は炭素鋼、炭素鋼鋳鋼又は銅合金であり、内部流体が純水であることから、腐食の発生が想定されるが、分解点検時の目視点検により腐食の有無を確認しており、これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. ポンプの腐食（キャビテーション）[機関付清水ポンプ]

代表機器同様、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、ポンプは設計段階において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、腐食（キャビテーション）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も有意な腐食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ことから、高経年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. ケーシングリングの腐食（全面腐食）[機関付清水ポンプ]

代表機器同様、ケーシングリングは銅合金であり、内部流体が純水であることから、腐食の発生が想定されるが、ケーシングリングには耐食性の高い材料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、分解点検時に目視点検及び寸法測定を行い、これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 熱交換器水室の腐食（全面腐食）[清水冷却器]

代表機器同様、清水冷却器は、水室が炭素鋼であることから、腐食の発生が想定される。

しかしながら、これまでの目視点検から有意な腐食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ことから、高経年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. 熱交換器伝熱管の腐食（全面腐食）〔潤滑油冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器，清水冷却器〕
代表機器同様，潤滑油冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器及び清水冷却器は，伝熱管が銅合金であり，腐食の発生が想定されるが，伝熱管内面は内部流体に冷却水（防錆剤入り）である。また，潤滑油冷却器及び発電機軸受潤滑油冷却器の伝熱管外面については，接液する流体が油であることから，腐食が発生する可能性は小さい。
さらに，清水冷却器の伝熱管外面については，接液する流体が純水であるが，これまでの目視点検からも有意な腐食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ことから，高経年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. 支持脚〔空気貯槽，潤滑油冷却器，清水冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器，燃料ディタンク〕及びベース〔空気圧縮機，清水冷却器，潤滑油補給ポンプ，燃料移送ポンプ，燃料フィルタ〕の腐食（全面腐食）
代表機器同様，各機器の支持脚及びベースは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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）〔空気圧縮機，始動電磁弁，空気貯槽安全弁，機関付潤滑油ポンプ，潤滑油冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器，機関付潤滑油フィルタ，潤滑油補給ポンプ，潤滑油補給タンク，潤滑油調圧弁，潤滑油系弁，機関付清水ポンプ，清水冷却器，清水膨脹タンク，冷却水系弁，燃料移送ポンプ，燃料フィルタ，燃料油系弁〕
代表機器同様，各機器の取付ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. 配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）
代表機器同様，配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. 埋込金物の腐食（全面腐食）

代表機器同様、埋込金物は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗 [潤滑油冷却器，発電機軸受潤滑油冷却器，清水冷却器]

代表機器同様、伝熱管は外表面を流れる流体により伝熱管が振動することで、高サイクル疲労割れ及び摩耗の発生が想定されるが、伝熱管は支持板により適切なスパンで支持されており、伝熱管の外表面の流体による振動は十分に抑制されているため、高サイクル疲労割れ及び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も割れ及び有意な摩耗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ことから、高経年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. クランク軸，ピストン及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]

代表機器同様、クランク軸，ピストン及びコネクティングロッドには、空気圧縮機運転時に繰返し応力が発生することで、応力集中部等において高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、高サイクル疲労割れは設計上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、これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験の結果からも割れ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ことから、高経年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. 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]

代表機器同様、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の発生が想定されるが、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、配管及び配管サポートについては巡視点検により健全性の確認を行うとともに、定例試験において異常振動、漏えいが発生していないことを確認することとしている。

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ことから、高経年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. ポンプ主軸の高サイクル疲労割れ [機関付潤滑油ポンプ, 機関付清水ポンプ, 燃料移送ポンプ]

代表機器同様, ポンプ主軸は運転時に繰返し応力が発生することで, 応力集中部等において高サイクル疲労割れの発生が想定されるが, 高サイクル疲労割れは設計上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, これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験の結果からも割れ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ことから, 高経年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. 弁棒の疲労割れ [始動空気系弁, 潤滑油系弁, 冷却水系弁, 燃料油系弁]

代表機器同様, 弁棒は弁開時に疲労割れの発生が想定されるが, 弁開操作時には弁棒及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おり, これまでの点検結果からも割れは確認されていない。

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ことから, 高経年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. スプリングのへたり [空気貯槽安全弁, 潤滑油調圧弁]

代表機器同様, 弁のスプリングは, 常時応力が作用した状態で使用されるため, 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は許容ねじり応力以下になるように設定されていることからへたりが進行する可能性は小さい。

空気貯槽安全弁については, 分解点検時の目視点検及び動作確認, 潤滑油調圧弁については, 分解点検時の目視点検及び潤滑油圧力にて検知可能であり, 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ことから, 高経年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. 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]

代表機器同様, 基礎ボルトの腐食については, 「10 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。

- z. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の主軸の摩耗

- aa. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の主軸の高サイクル疲労割れ

- ab. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ (アルミダイキャスト製)

- ac. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) のフレーム, エンドブラケット及び端子箱の腐食 (全面腐食)

- ad. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の固定子コア及び回転子コアの腐食 (全面腐食)

- ae. 燃料移送ポンプモータ (低圧, 交流, 全閉) の取付ボルトの腐食 (全面腐食)

以上 z. ~ae. の評価については、代表機器同様、「ポンプモータの技術評価書」のうち、「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。

(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（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）〔配管〕

代表機器同様、基礎ボルトの樹脂の劣化については、「10 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。

以 上

5 燃料取替機

[対象機器]

- 燃料取替機

目 次

1. 対象機器	5-1
2. 燃料取替機の技術評価	5-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	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	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	5-10
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

1. 対象機器

燃料取替機の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 燃料取替機の主な仕様

機 器 名 称 (基 数)	仕 様 (吊上荷重) (kg)	重要度*1	使 用 条 件	
			運 転 状 態	周 囲 温 度
燃料取替機 (1)	450	PS-2	連続 (短期)	40 °C 以下*2

*1：最上位の重要度を示す

*2：原子炉建屋の設計値

燃料取替機は冷温停止維持設備の対象機器ではないが、機器使用予定のため評価対象とした。

2. 燃料取替機の技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 燃料取替機

(1) 構造

燃料取替機は、主に燃料の取替に使用され、吊上げ荷重 450 kg のものが 1 基設置されている。

燃料取替機には、原子炉ウェル及び使用済燃料貯蔵プールをまたいで走行するブリッジ、車輪、車軸及びレール、その上を横行するトロリ、トロリ上部から吊下げられ燃料を把握、昇降する燃料把握機、運転を制御するための制御盤等から構成される。

ブリッジ及びトロリは炭素鋼で構成され、表面には塗装が施されている。燃料把握機は水中に没するため、ステンレス鋼を使用している。

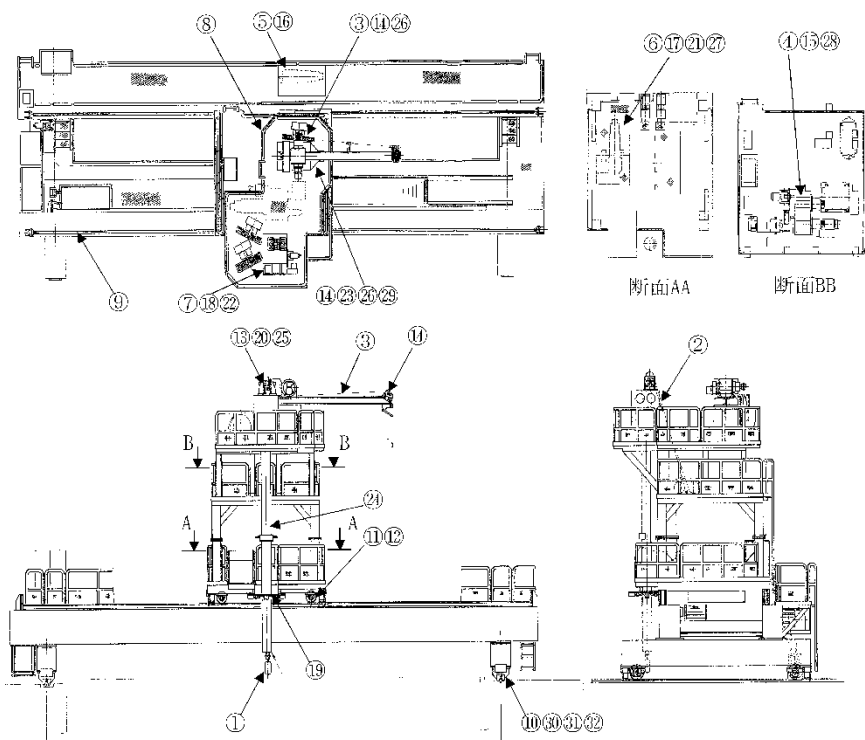
また、主ホイスト昇降用モータ、ブリッジ走行用モータ、トロリ横行用モータ及び燃料把握機用モータは交流モータで駆動している。

燃料取替機については、定期検査前に各部の点検を行うことで、健全性の確認が可能である。

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、燃料把握機の構造図を図 2.1-3、燃料取替機制御盤の構成図を図 2.1-4 に示す。

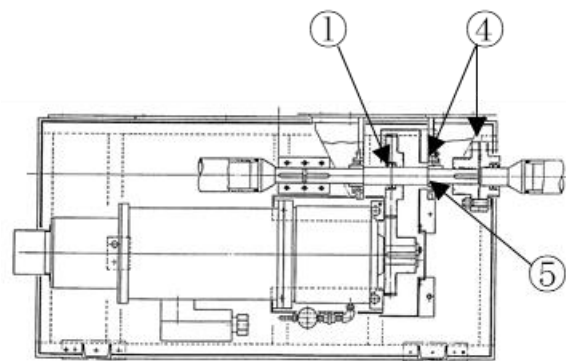
(2) 材料及び使用条件

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	燃料把握機	⑱	燃料把握機用モータ
②	主ホストワイヤロープ	⑲	ガイドローラ
③	補助ホストワイヤロープ	⑳	ロードセル (主ホスト用)
④	主ホスト昇降用ブレーキ	㉑	減速機 (トリ横行用)
⑤	ブリッジ走行用ブレーキ	㉒	減速機 (燃料把握機回転用)
⑥	トリ横行用ブレーキ	㉓	減速機 (補助ホスト回転用)
⑦	燃料把握機回転用ブレーキ	㉔	伸縮管
⑧	トリフレーム	㉕	ワイヤドラム (主ホスト用)
⑨	ブリッジフレーム	㉖	ワイヤドラム (補助ホスト用)
⑩	車輪 (ブリッジ走行用), 軸受	㉗	軸継手 (トリ横行用)
⑪	車輪 (トリ横行用), 軸受	㉘	軸継手 (主ホスト用)
⑫	車軸 (トリ横行用)	㉙	軸継手 (補助ホスト用)
⑬	シーブ (主ホスト用)	⑳	転倒防止装置
⑭	シーブ (補助ホスト用)	㉑	レール (ブリッジ走行用)
⑮	主ホスト昇降用モータ	㉒	レール基礎ボルト (ブリッジ)
⑯	ブリッジ走行用モータ		
⑰	トリ横行用モータ		

図 2.1-1 燃料取替機全体図



No.	部 位
①	減速機 (ブリッジ 走行用)
②	レール (トコ横行用)
③	レール取付ボルト (トコ)
④	軸継手 (ブリッジ 走行用)
⑤	車軸 (ブリッジ 走行用)

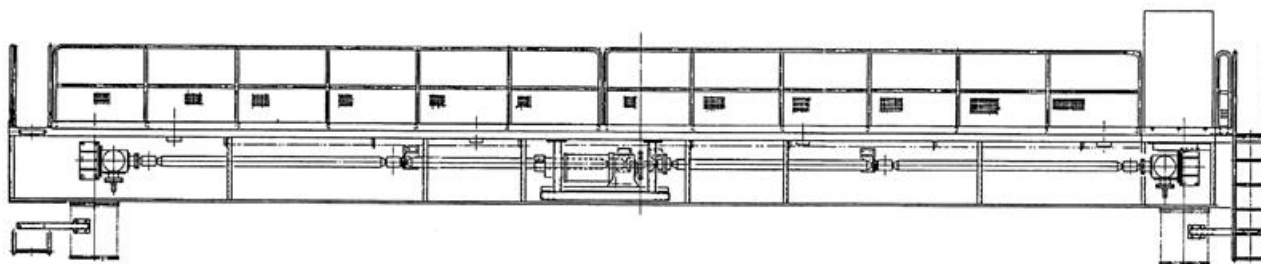
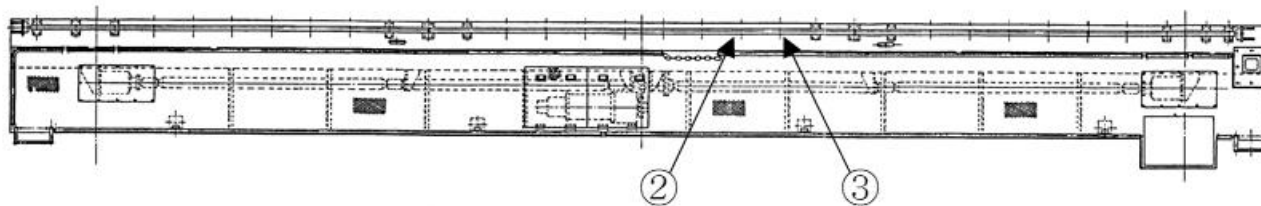


図 2.1-2 燃料取替機 (ブリッジ) 全体図

No.	部 位
①	スプリング
②	ピストン
③	フック
④	フックピン
⑤	エアホース
⑥	パッキン

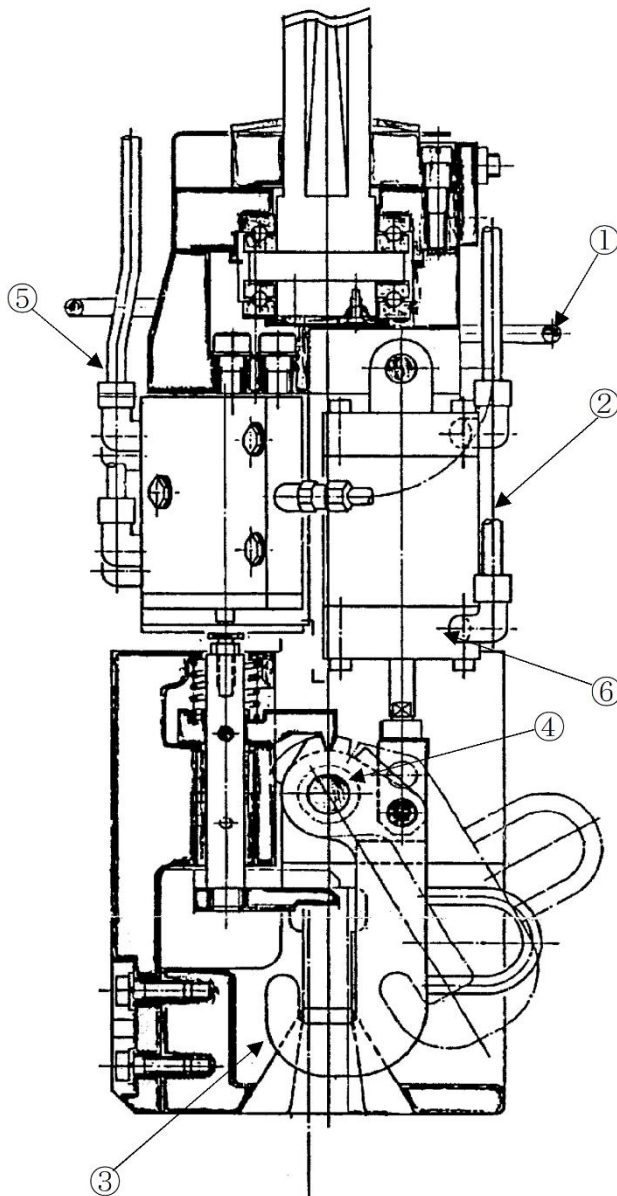
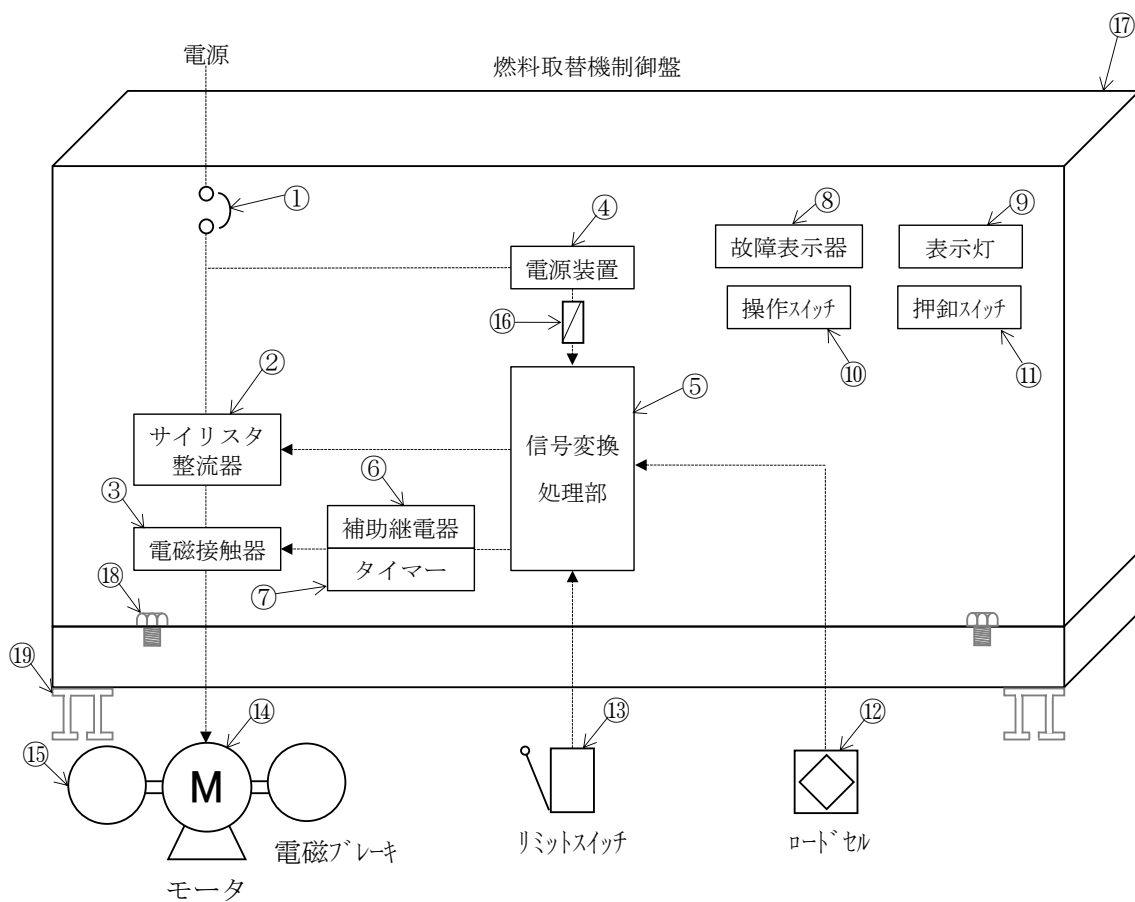


図 2.1-3 燃料把握機構造図



No.	部 位	No.	部 位
①	配線用遮断器	⑪	押釦スイッチ
②	サイリスタ整流器	⑫	ロードセル
③	電磁接触器	⑬	リミットスイッチ
④	電源装置	⑭	モータ
⑤	信号変換処理部	⑮	速度検出器
⑥	補助継電器	⑯	ヒューズ
⑦	タイマー	⑰	筐体
⑧	故障表示器	⑱	筐体取付ボルト
⑨	表示灯		
⑩	操作スイッチ		

図 2.1-4 燃料取替機制御盤構成図

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	燃料把握機	スプリング	ステンレス鋼 (SUS631)
		ピストン	ステンレス鋼 (SUS304)
		フック	ステンレス鋼 (SUS304)
		フックピン	高ニッケル基合金 (NCF750)
		エアホース	(消耗品)
		パッキン	(消耗品)
	伸縮管	ステンレス鋳鋼 (SCS13-CF)	
	ガイドローラ	ステンレス鋼 (SUS630)	
	主ホイストワイヤロープ	(定期取替品)	
	補助ホイストワイヤロープ	(定期取替品)	
	ワイヤドラム (主ホイスト用, 補助ホイスト用)	ステンレス鋼	
	シーブ (主ホイスト用, 補助ホイスト用)	ステンレス鋼	
	減速機 (ブリッジ 走行用, トリ横行用, 燃料把握機回転用, 補助ホイスト回転用)	ケーシング	炭素鋼
		ギヤ	合金鋼, 炭素鋼
		軸受	(消耗品)
	軸継手 (ブリッジ 走行用, トリ横行用, 主ホイスト用, 補助ホイスト用)	炭素鋼	
	ブレーキ (ブリッジ 走行用, トリ横行用, 燃料把握機回転用, 主ホイスト昇降用)	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	ピアノ線
電磁コイル		銅, 絶縁物	
機器の支持	トロリフレーム		炭素鋼 (SS400, STKR400)
	ブリッジフレーム		炭素鋼 (SS400)
	レール基礎ボルト (ブリッジ)		炭素鋼 (SS41)
	レール取付ボルト (トリ)		低合金鋼 (SCM435)
	筐体		炭素鋼
	筐体取付ボルト		炭素鋼
	埋込金物		炭素鋼
走行・横行機能	車輪 (ブリッジ 走行用, トリ横行用)	車輪	炭素鋼 (SSW-R1)
		軸受	軸受鋼
	車軸 (ブリッジ 走行用, トリ横行用)		炭素鋼
	レール (ブリッジ 走行用, トリ横行用)		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, 絶縁物他
	サイリスタ整流器	半導体, 電解コンデンサ*他
	電磁接触器	銅, 絶縁物他
	電源装置	半導体, 電解コンデンサ*他
	信号変換処理部	半導体, 電解コンデンサ*他
	補助継電器	(定期取替品)
	タイマー	(定期取替品)
	故障表示器	(消耗品)
	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	炭素鋼, 歪ゲージ他
	リミットスイッチ	銀他
	モータ (低圧, 交流, 全閉) : 主ホイス昇降用, ブリッジ走行用, トリ横行用, 燃料把握機用	主軸: 炭素鋼 (S45C) フレーム及びエンドブラケット: ねずみ鋳鉄 (FC150) 端子箱: 圧延鋼板 (SPCC) 取付ボルト: 炭素鋼 回転子コア及び固定子コア: 無方向性電磁鋼 固定子コア及び口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 回転子棒及び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	主軸: ステンレス鋼 フレーム: アルミニウム合金鋳物 エンドブラケット: アルミニウム合金鋳物 端子箱: アルミニウム合金鋳物 取付ボルト: 低合金鋼 口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 軸受 (転がり): 軸受鋼 半導体他	
ヒューズ	(消耗品)	

* : 定期取替品

表 2.1-2 燃料取替機の使用条件

吊上荷重	450 kg
周囲温度	40 °C以下*
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

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

燃料取替機の安全上重要な機能である燃料を安全に取扱う機能を達成するのに必要な項目は以下のとおり。

- ・ 燃料の落下防止
- ・ 機器の支持
- ・ 走行・横行機能
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

燃料取替機について、要求機能を考慮して主要な部位に展開したうえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（吊上荷重、周囲温度等）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。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

減速機軸受、モータの軸受、エアホース、パッキン、ブレーキライニング、ヒューズ、故障表示器及び表示灯は消耗品で、主ホイストワイヤロープ、補助ホイストワイヤロープ、補助継電器、タイマー及び電解コンデンサは定期取替品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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（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) モータ（低圧，交流，全閉）の固定子コイル，口出線・接続部品及び速度検出器の口出線・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) 配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下

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. サイリスタ整流器，電源装置及び信号変換処理部の特性変化

サイリスタ整流器，電源装置及び信号変換処理部は，電解コンデンサ等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡，断線といった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，大きな劣化をきたす前に取替を行っている。

また，電気回路の不良として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，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小さい。

さらに，点検時に信号変換処理部を含む各装置の特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

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ことから，高経年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. 速度検出器の特性変化

速度検出器は，半導体等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡及び断線といった電気回路の不良及び可変抵抗器等の使用部品の劣化により特性変化が想定される。

しかし，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小さい。

また，点検時に速度検出器を含む各装置の特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

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ことから，高経年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. 燃料把握機フックの摩耗

燃料把握機のフックは，燃料の取扱時に摩耗が想定されるが，これまでの目視点検結果からは有意な摩耗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ことから，高経年化対策上着目すべき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、転倒防止装置、車軸、減速機ケーシング及び軸継手の腐食（全面腐食）

トロリフレーム、ブリッジフレーム、転倒防止装置、車軸、減速機ケーシング及び軸継手は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、表面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから、高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

e. 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為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、定期的な目視点検を行い、健全性を確認しており、必要に応じてブレーキライニング（消耗品）の取替を行うこととしている。

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ことから、高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

f. ブレーキプレート、レール、レール取付ボルト、車輪及び減速機ギヤの腐食（全面腐食）

ブレーキプレート、レール、レール取付ボルト、車輪及び減速機ギヤは炭素鋼、合金鋼及び低合金鋼であり、腐食の発生が想定されるが、これまでの目視点検結果から有意な腐食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ことから、高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

g. レール及び車輪の摩耗

レール上面と車輪及びレール側面とガイドローラのいずれもころがり接触、すべりが生じる可能性もあることから、摩耗の可能性は否定できないが、これまでの目視点検結果から有意な摩耗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ことから、高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

h. ガイドローラ及び伸縮管の摩耗

ガイドローラは、ガイドベアリングに設けられたキー溝部にすべり接触することから、摩耗が想定されるが、接触面圧が小さい相手材料（プラスチック）に対して硬く、ガイドローラの摩耗が発生する可能性は小さい。

伸縮管は、内外周側の同チューブベアリングとすべり接触することから、摩耗が想定されるが、ガイドキー同様に接触面圧が小さい相手材料（プラスチック）に対して硬く、伸縮管の摩耗が発生する可能性は小さい。

また、これまでの動作確認から摩耗による動作不良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ことから、高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

i. 減速機ギヤの摩耗

減速機のギヤは、機械的要因により摩耗が想定されるが、潤滑油により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、これまでの目視点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. ワイヤドラム及びシーブの摩耗

ワイヤドラム及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発生する可能性があるが、ワイヤドラム及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いることから、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果から有意な摩耗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ことから、高経年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

エアシリンダのピストンは、シリンダケースと機械的要因により摩耗する可能性があるが、通常運転中、シリンダケースとピストンは常にパッキン（消耗品）により隔てられた構造となっており、摩耗が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果及び動作確認結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. ブリッジフレーム、トロリフレーム及びレール（横行用、走行用）の疲労割れ

ブリッジフレーム、トロリフレーム及びレール（横行用、走行用）の起動、停止等の荷重変動により、疲労割れが想定される。しかし、点検時の目視点検によりブリッジフレーム、トロリフレーム及びレールの変形等は確認可能であり、これまでの目視点検結果から疲労割れによる動作不良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ことから、高経年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（トロリ、ブリッジ）の高サイクル疲労割れ

車軸（トロリ、ブリッジ）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を起こさないよう考慮されており、これまでの目視点検結果から疲労割れによる動作不良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ことから、高経年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（トロリ、ブリッジ）の摩耗

転がり軸受を使用している車軸（トロリ、ブリッジ）については、軸受と車軸の接触面に摩耗が発生する可能性がある。

しかし、点検時に車軸の目視点検を行っており、これまでの目視点検結果から有意な摩耗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ことから、高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

o. スプリングのへたり（ブレーキ、燃料把握機）

ブレーキ及び燃料把握機の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、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、へたりの進行の可能性は小さい。

また、へたりは動作確認により検知可能であり、これまでの点検結果からへたり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ことから、高経年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. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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。

しかし、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度、埃等の異物付着による影響は少ない。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 電磁接触器，操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

電磁接触器，操作スイッチ及び押釦スイッチは，接点に付着する埃等により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，埃等の異物付着の可能性は小さい。

また，点検時に動作確認を行い，これまでの点検結果から導通不良は確認されていない。

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ことから，高経年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. リミットスイッチの導通不良

リミットスイッチは，接点に付着する埃等による導通不良の可能性はあるが，屋内空調環境に設置されていることから，埃等の異物付着の可能性は小さい。

また，点検時に動作確認を実施しており，これまでの点検結果から導通不良は確認されていない。

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ことから，高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，筐体表面は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，これまでの目視点検結果から有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 筐体取付ボルトの腐食（全面腐食）

筐体取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，取付ボルト表面は亜鉛メッキ仕上げが施されており，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，これまでの目視点検結果から有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 速度検出器の軸受の摩耗

軸受は，軸受と主軸の接触面に摩耗が発生する可能性があるが，点検時に設備の動作確認を行い，これまでの確認結果から有意な摩耗は確認されていない。

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ことから，高経年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. ロードセルの特性変化

ロードセルは歪ゲージの劣化による特性変化が想定される。しかしながら、ロードセルの歪ゲージ貼付部は不活性（窒素）ガスを封入した気密構造になっており、点検時に目視点検を行うとともに試験用標準ウエイトを用いたループ校正試験を実施することにより設備の健全性を定期的に確認している。

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ことから、高経年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. 車輪軸受の摩耗

軸受は、軸受と主軸の接触面に摩耗が発生する可能性があるが、点検時に設備の動作確認を行っている。これまでの確認結果から有意な摩耗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ことから、高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

x. フック、ピストン、ワイヤドラム及びシーブの貫粒型応力腐食割れ

フック、ピストン、ワイヤドラム及びシーブはステンレス鋼であることから、大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより、外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

貫粒型応力腐食割れに対しては、付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m²）以下に管理するため、代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施している。また、基準値を超えた場合には清掃を実施することとしており、これまで異常等は確認されていない。

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ことから、高経年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. フックピンの摩耗

フックピンは、燃料の取扱い時にフックと機械的要因による摩耗が想定される。

しかし、燃料取扱いの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、これまでの動作確認結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. モータ（低圧，交流，全閉）及び速度検出器の主軸の摩耗
- aa. モータ（低圧，交流，全閉）及び速度検出器の主軸の高サイクル疲労割れ
- ab. モータ（低圧，交流，全閉）の回転子棒及び回転子エンドリングの疲労割れ（アルミダイキャスト製）
- ac. モータ（低圧，交流，全閉）及び速度検出器のフレーム，エンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）
- ad. モータ（低圧，交流，全閉）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）
- ae. モータ（低圧，交流，全閉）及び速度検出器の取付ボルトの腐食（全面腐食）

以上，z. ～ae. の評価については「ポンプモータの技術評価書」のうち，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。

- (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（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) 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	燃料把握機	スプリング		ステンレス鋼							△*1	*1:へたり *2:貫粒型応力 腐食割れ *3:主ホイス用, 補助ホイス用 *4:ブリッジ 走行 用, トリ横行 用, 燃料把握 機回転用, 補助ホイス回 転用 *5:ブリッジ 走行 用, トリ横行 用, 主ホイス 用, 補助ホイス 用
		ピストン		ステンレス鋼	△			△*2				
		フック		ステンレス鋼	△			△*2				
		フックピン		高ニッケル基合金	△							
		エアホース	◎									
		パッキン	◎									
	伸縮管			ステンレス鋳鋼	△							
	ガイドローラ			ステンレス鋼	△							
	主ホイスワイヤロープ		◎									
	補助ホイスワイヤロープ		◎									
	ワイヤドラム*3			ステンレス鋼	△			△*2				
	シーブ*3			ステンレス鋼	△			△*2				
	減速機*4	ケーシング		炭素鋼		△						
		ギヤ		合金鋼, 炭素鋼	△	△						
軸受		◎										
軸継手*5			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) 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*3	ブレーキプレート		炭素鋼	△	△					*1:へたり *2:絶縁特性低下 *3:ブリッジ走行 用, トリ横行 用, 主ホスト昇 降用, 燃料 把握機回転 用	
		ブレーキラインゲ	◎									
		スプリング		ピアノ線						△*1		
		電磁コイル		銅, 絶縁物						○*2		
機器の支持	トロリフレーム			炭素鋼		△	△					
	ブリッジフレーム			炭素鋼		△	△					
	レール基礎ボルト (ブリ ジ)			炭素鋼								
	レール取付ボルト (トリ)			低合金鋼		△						
	筐体			炭素鋼		△						
	筐体取付ボルト			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

△：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) 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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
走行・横行機能	車輪*2	車輪		炭素鋼	△	△					*1:高サイクル疲労割れ *2:ブリッジ走行用, トリ横行用	
		軸受		軸受鋼	△							
	車軸*2			炭素鋼	△	△	△*1					
	レール*2			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ではない事象（日常劣化管理事象）

表 2.2-1 (4 / 5) 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, 絶縁物他					○			△*1	*1:固渋 *2:電解コンデンサ
	サイリスタ整流器	◎*2	半導体他							△		
	電磁接触器		銅, 絶縁物他					○	△			
	電源装置	◎*2	半導体他							△		
	信号変換処理部	◎*2	半導体他							△		
	補助継電器	◎										
	タイマー	◎										
	故障表示器	◎										

○：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）

表 2.2-1 (5 / 5) 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 勞 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(続き)	表示灯	◎										*1:主軸 *2:フレーム, 取付ホルト, エントブラケット, 端子箱 *3:固定子コア及び回転子コア *4:主軸の高サイクル疲労割れ *5:回転子棒及び回転子エントリング *6:固定子コイル *7:口出線・接続部品 *8:軸受
	操作スイッチ		銅他						△			
	押釦スイッチ		銅他						△			
	ロードセル		炭素鋼, 歪ゲージ他							△		
	リミットスイッチ		銀他						△			
	モータ (低圧, 交流, 全閉)	◎*8	銅, 絶縁物他	△*1	△*2*3	△*4*5		○*6*7				
	速度検出器		ステンレス鋼, アルミニウム合金 鋳物, 銅, 絶縁物, 半導体他	△*1*8	△*2	△*4		○*7		△		
	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（低圧，交流，全閉）の固定子コイル，口出線・接続部品及び速度検出器の口出線・接続部品の絶縁特性低下

モータ（低圧，交流，全閉）の固定子コイル，口出線・接続部品及び速度検出器の口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」，「技術評価」及び「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」の低圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

(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等，熱的，機械的及び環境的劣化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。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

ブレーキ電磁コイルは，絶縁物が有機物であるため，熱的，機械的及び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ことから，長期間の使用を考慮するとブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し，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確認された場合には，ブレーキの分解，絶縁補修及び取替を行うこととしている。

さらに，当面の冷温停止維持状態においては，日常保全を適切な頻度で継続し，必要に応じてブレーキの補修又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の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また，当面の冷温停止維持状態においては，必要に応じて適切な対応をとることにより，絶縁機能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く、今後も現状保全を継続していく。

(3) 配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下

a. 事象の説明

配線用遮断器及び電磁接触器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等、熱的、機械的及び環境的劣化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。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

配線用遮断器及び電磁接触器は、絶縁物が有機物であるため、熱的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下に対しては、点検時に動作確認を実施し、絶縁特性低下による動作不良のないことにより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による動作不良が確認された場合には、配線用遮断器及び電磁接触器の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて配線用遮断器及び電磁接触器の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び動作確認で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

以 上

6 原子炉建屋クレーン

[対象機器]

- ・ 原子炉建屋クレーン

目 次

1. 対象機器	6-1
2. 原子炉建屋クレーンの技術評価	6-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	6-2
2.1.1 原子炉建屋クレーン	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	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	6-9
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

原子炉建屋クレーンの主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 原子炉建屋クレーンの主な仕様

機 器 名 称 (基 数)	仕 様 容 量 (ton)	重要度*1	使 用 条 件	
			運 転 状 態	周 圍 温 度
原子炉建屋クレーン (1)	5 (補巻)	PS-2	連続 (短期)	40 °C 以下*2

*1：最上位の重要度を示す

*2：原子炉建屋の設計値

なお、原子炉建屋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、ガーダ及び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. 原子炉建屋クレーンの技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 原子炉建屋クレーン

(1) 構造

原子炉建屋クレーンの補巻は, 燃料の取扱等に使用される。容量は 5 ton のものが 1 基設置されている。

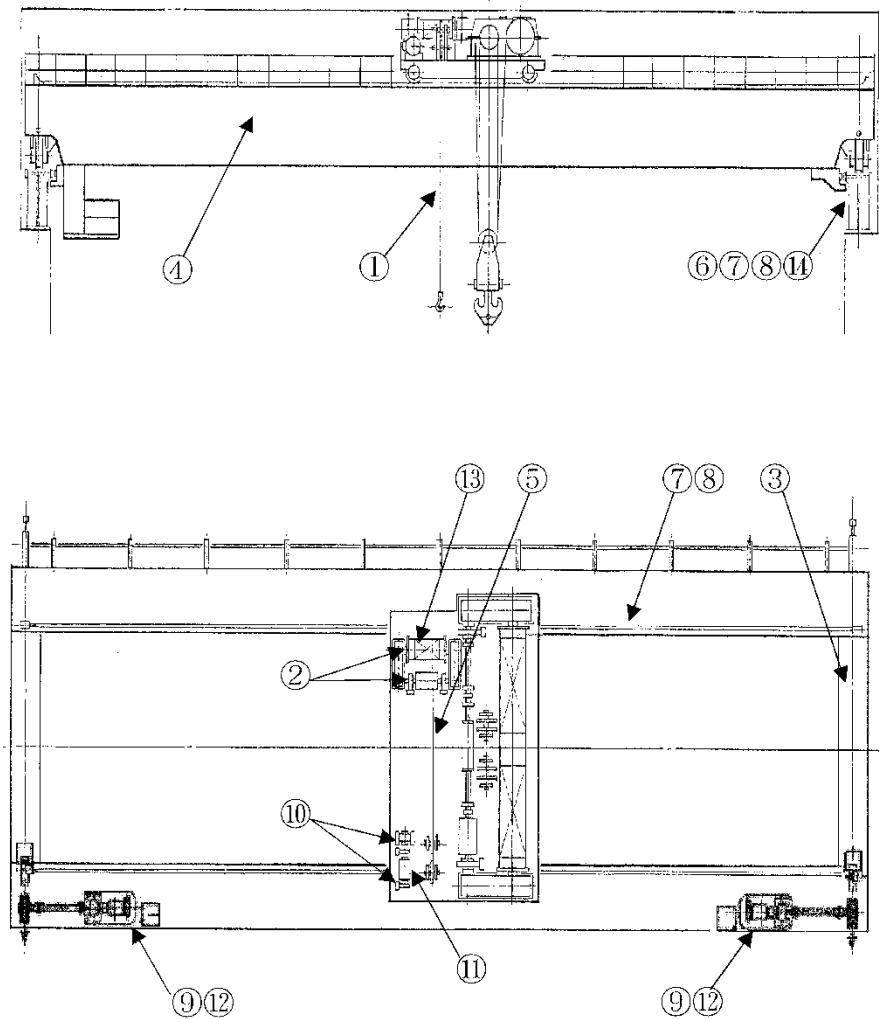
原子炉建屋クレーンは, 燃料取替床をまたいで走行するためのガーダ, サドル, 車輪及びレール, その上を走行するトロリ, フック, ワイヤロープ及び制御盤等から構成される。フック及びワイヤロープは, ステンレス鋼であり, 荷重はトロリ, ガーダ及びサドルにより支持されている。補巻上装置, 横行装置及び走行装置は直流モータで駆動している。

原子炉建屋クレーンについては, 「クレーン等安全規則」に基づき年次点検及び月例点検時に各部の点検を行うことで, 健全性確認が可能である。

原子炉建屋クレーンの全体図を図 2.1-1, 原子炉建屋クレーン (補巻) の構造図を図 2.1-2, 原子炉建屋クレーン制御盤の構成図を図 2.1-3 に示す。

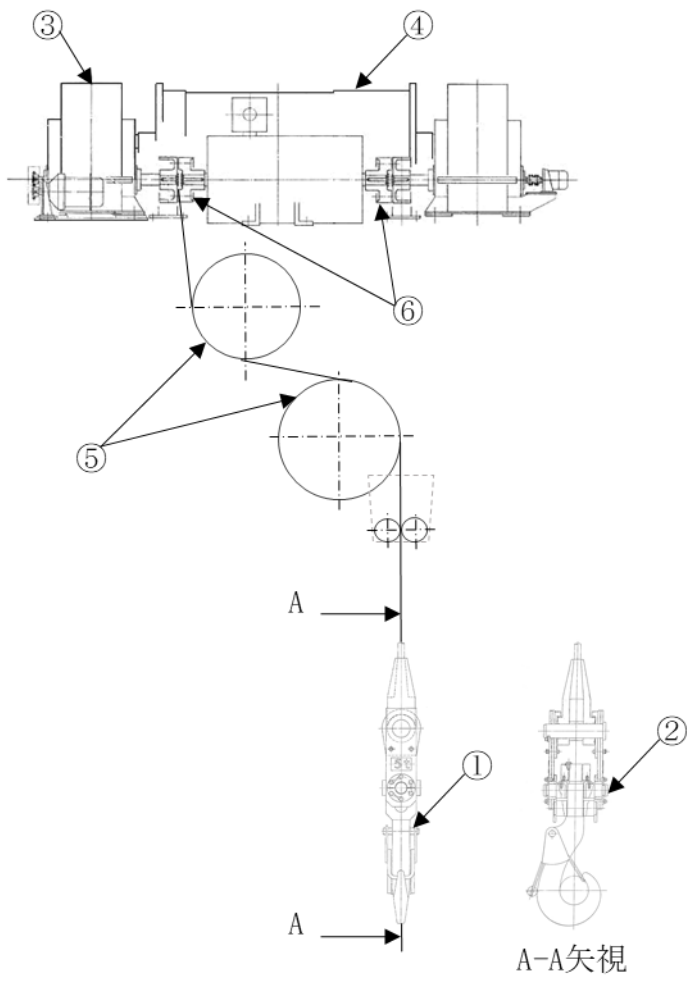
(2) 材料及び使用条件

原子炉建屋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。



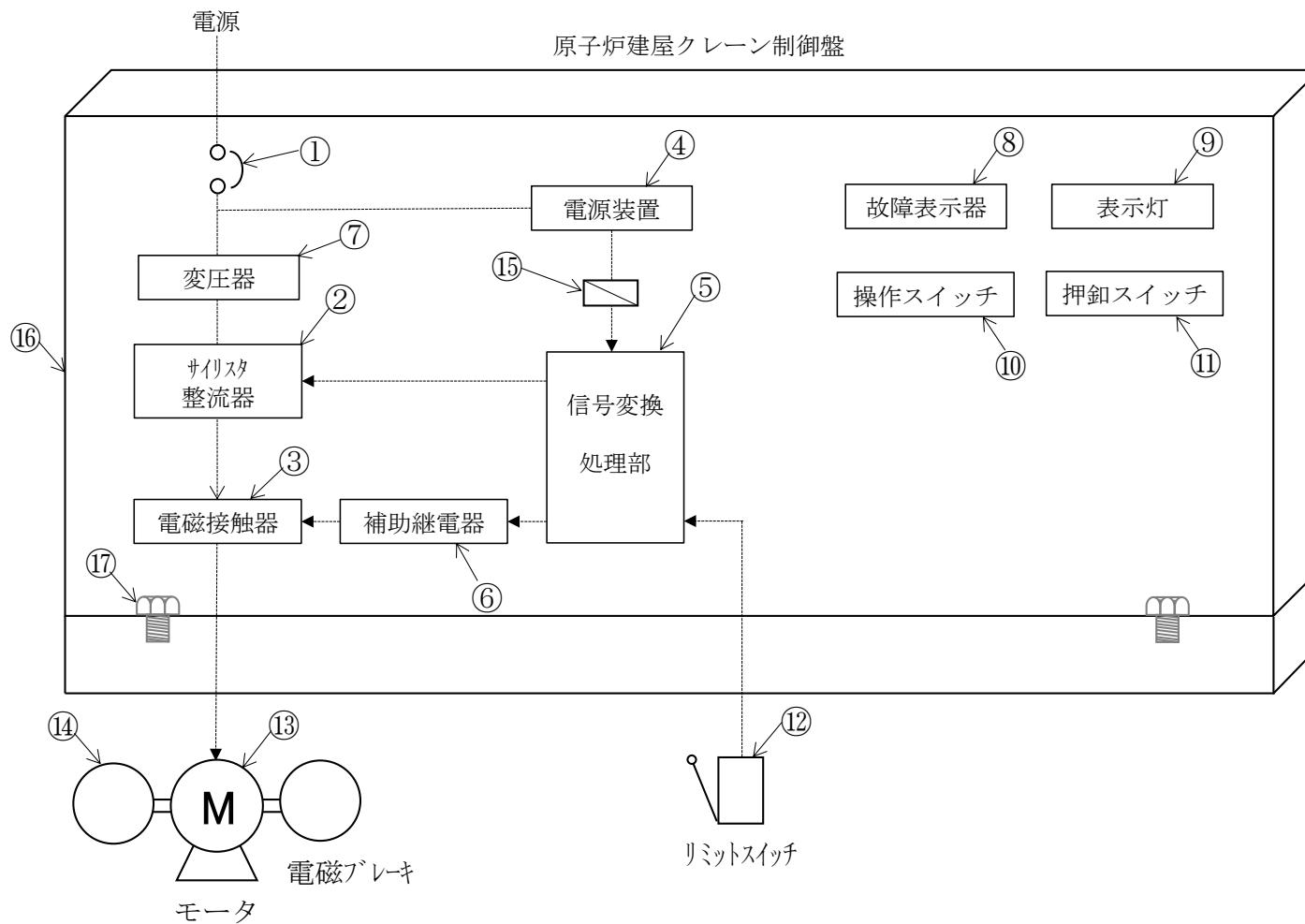
No.	部 位
①	ワイヤロープ
②	補巻上用ブレーキ
③	サドル
④	ガーダ
⑤	トロリ
⑥	車輪
⑦	レール
⑧	レール取付ボルト
⑨	走行用ブレーキ
⑩	横行用ブレーキ
⑪	横行用モータ
⑫	走行用モータ
⑬	補巻上用モータ
⑭	落下防止ラグ

図 2.1-1 原子炉建屋クレーン全体図



No.	部 位
①	フック
②	シャフト
③	減速機
④	ワイヤドラム
⑤	シーブ
⑥	軸継手

図 2.1-2 原子炉建屋クレーン（補巻）構造図



No.	部 位
①	配線用遮断器
②	サイリスタ整流器
③	電磁接触器
④	電源装置
⑤	信号変換処理部
⑥	補助継電器
⑦	変圧器
⑧	故障表示器
⑨	表示灯
⑩	操作スイッチ
⑪	押釦スイッチ
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	筐体取付ボルト

図 2.1-3 原子炉建屋クレーン制御盤構成図

表 2.1-1 (1 / 2) 原子炉建屋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	フック	フック	ステンレス鋼 (SUSF304)
		シャフト	ステンレス鋼 (SUS304)
	ワイヤロープ		ステンレス鋼 (SUS304)
	ワイヤドラム		炭素鋼 (SS41, SM41A)
	シーブ		ステンレス鋼 (SUS304), 鋳鉄 (FCD50)
	減速機	ケーシング	炭素鋼 (SS41)
		ギヤ	炭素鋼 (S40C), 低合金鋼 (SCM4, SCMn3)
		軸受	軸受鋼
	軸継手		炭素鋼 (S45C, S35C)
	ブレーキ (補巻上用, 横行用, 走行 用)	ドラム	鋳鉄 (FC25, FCD50)
		ディスク	鋳鉄 (FC25)
		ブレーキライニング	(消耗品)
		スプリング	ばね鋼 (SUP6)
		電磁コイル	銅, 絶縁物
機器の支持	トロリ		炭素鋼 (SS41, SM41)
	サドル		炭素鋼 (SS41, SM41)
	ガーダ		炭素鋼 (SS41, SM41)
	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 (SSW-Q1)
		軸受	銅
	レール		炭素鋼
	落下防止ラグ		炭素鋼
機器の 監視・操作・ 制御保護の 維持	配線用遮断器		銅, 絶縁物他
	サイリスタ整流器		半導体, 電解コンデンサ*他
	電磁接触器		銅, 絶縁物他
	電源装置		半導体, 電解コンデンサ*他
	信号変換処理部		半導体, 電解コンデンサ*他
	補助継電器		(定期取替品)
	変圧器		銅, 絶縁物他

*: 定期取替品

表 2.1-1 (2 / 2) 原子炉建屋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(続き)	故障表示器	(消耗品)
	表示灯	(消耗品)
	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, 直流, 開放) (補巻上用, 横行用, 走行用)	主軸: 炭素鋼 整流子: 銅, 絶縁物 フレーム: 炭素鋼 エンドブラケット: 炭素鋼 回転子コア: 無方向性電磁鋼 固定子コア: 炭素鋼 端子箱: 炭素鋼 取付ボルト: 炭素鋼 固定子コイル及び口出線・接続部品 : 銅, 絶縁物 回転子コイル: 銅, 絶縁物 軸受(転がり): (消耗品) ブラシ: (消耗品)
	速度検出器	主軸: ステンレス鋼 フレーム: アルミニウム合金鋳物 端子箱: アルミニウム合金鋳物 エンドブラケット: アルミニウム合金鋳物 取付ボルト: 炭素鋼 口出線・接続部品: 銅, 絶縁物 軸受(転がり): 軸受鋼 半導体他
ヒューズ	(消耗品)	

表 2.1-2 原子炉建屋クレーンの使用条件

容 量	補巻: 5 ton
周囲温度	40 °C以下*
設置場所	原子炉建屋

* : 原子炉建屋の設計値

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

原子炉建屋クレーンの安全上重要な機能である燃料を安全に取扱う機能を達成するのに必要な項目は以下のとおり。

- ・ 燃料の落下防止
- ・ 機器の支持
- ・ 走行・横行機能
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

原子炉建屋クレーンについて、要求機能を考慮して主要な部位に展開したうえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（容量、周囲温度等）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。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ブレーキライニング、モータの軸受（転がり）、ブラシ、ヒューズ、故障表示器及び表示灯は消耗品で、補助継電器及び電解コンデンサは定期取替品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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、今後と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（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) モータ（低圧、直流、開放）の整流子、回転子コイル、固定子コイル、口出線・接続部品及び速度検出器の口出線・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) 配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下
- (d) 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. サイリスタ整流器、電源装置及び信号変換処理部の特性変化

サイリスタ整流器、電源装置及び信号変換処理部は、電解コンデンサ等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡、断線といった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、大きな劣化をきたす前に取替を行っている。

また、電気回路の不良として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、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小さい。

さらに、点検時に信号変換処理部を含む各装置の特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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. フック及びシャフトの摩耗及び亀裂

フック及びシャフトの摩耗及び亀裂は、燃料等の取扱時に摩耗が生じる可能性があるが、年次点検時に目視点検にて摩耗の有無を確認、浸透探傷試験では、亀裂の有無を確認している。

また、これまでの点検結果からも有意な摩耗及び亀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ことから、高経年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. 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、年次点検時にワイヤロープ径の寸法測定及び目視点検を実施し、「クレーン等安全規則」による取替基準に基づきワイヤロープの取替を行っている。

摩耗、素線切れ等は、ワイヤロープの巻き上げ、巻き下げの回数やフックの吊り上げ荷重等に影響されるが、有意な摩耗や素線切れ等が確認された場合は適切に取替等を行うこととしている。

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ことから、高経年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. ブレーキドラム及びディスクの摩耗

原子炉建屋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、ディスク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為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、点検時の間隙寸法測定において、有意な摩耗の有無を確認し、必要に応じてブレーキライニング（消耗品）の取替を行うこととしており、ブレーキドラム、ディスクの摩耗が発生する可能性は小さい。

さらに、これまでの点検結果から有意な摩耗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ことから、高経年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、ブレーキドラム、ディスク、減速機ギヤ、レール及び車輪の腐食（全面腐食）

ワイヤドラム、シーブ、ブレーキドラム、ディスク、減速機ギヤ、レール及び車輪は炭素鋼、低合金鋼又は鋳鉄であり、腐食の発生が想定されるが、月例点検及び年次点検時での点検結果からは、有意な腐食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ことから、高経年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. トロリ、サドル、ガーダ、落下防止ラグ、レール取付ボルト、減速機ケーシング及び軸継手の腐食（全面腐食）

トロリ、サドル、ガーダ、落下防止ラグ、レール取付ボルト、減速機ケーシング及び軸継手は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、表面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. レール及び車輪の摩耗

レール上面及び側面と車輪はころがり接触する構成のため、その際、すべりが生じる恐れがあることから、摩耗が発生する可能性は否定できない。

しかし、年次点検時の目視点検、寸法測定等により健全性を確認しており、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. ギヤの摩耗

減速機等のギヤは、機械的要因により摩耗が想定されるが、潤滑油により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、これまでの目視点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. ワイヤドラム及びシーブの摩耗

ワイヤドラム及びシーブは、ワイヤロープと接しており機械的要因により摩耗が発生する可能性があるが、ワイヤドラム及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、年次点検時には目視点検、溝の寸法測定等により摩耗の有無を確認しており、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. トロリ、サドル、ガーダ及びレールの疲労割れ

トロリ、サドル、ガーダ及びレールの起動、停止等の荷重変動により、疲労割れが想定される。

しかし、年次点検時の目視点検及び真直度（湾曲）測定等によりトロリ、サドル、ガーダ及びレールの亀裂、変形等は確認可能であり、これまでの点検結果からも割れは発生しておらず、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ことから、高経年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. スプリングのへたり（補巻上用ブレーキ、横行用ブレーキ、走行用ブレーキ）

補巻上用ブレーキ、横行用ブレーキ及び走行用ブレーキの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、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、へたりの進行の可能性は小さい。

また、へたりは動作確認により検知可能であり、これまでの点検結果からもへたりは確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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。

しかし、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

操作スイッチ及び押釦スイッチは、接点に付着する埃等により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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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）

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は亜鉛メッキ仕上げが施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. リミットスイッチ及び電磁接触器の導通不良

リミットスイッチ及び電磁接触器は、接点に付着する埃等による導通不良の可能性はあるが、屋内空調環境に設置されていることから、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を実施しており、これまでの点検結果では導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. モータ（低圧，直流，開放）の整流子摩耗

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，埃等による摩耗の可能性も小さい。

さらに，点検時に清掃，目視点検，ブラシ摩耗量測定及び動作時の火花発生有無確認を行い，これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから，高経年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. 速度検出器の軸受（転がり）の摩耗

軸受（転がり）は，軸受と主軸の接触面に摩耗が発生する可能性があるが，点検時に設備の動作確認を行い，これまでの確認結果から有意な摩耗は確認されていない。

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ことから，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

s. 速度検出器の特性変化

速度検出器は，半導体等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡，断線といった電気回路の不良及び可変抵抗器等の使用部品の劣化により特性変化が想定される。

しかし，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小さい。

また，点検時に速度検出器を含む各装置の特性試験を実施し，特性が精度内であることを確認している。

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ことから，高経年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. 減速機及び車輪軸受の摩耗

軸受は，軸受と主軸の接触面に摩耗が発生する可能性があるが，点検時に設備の動作確認を行い，これまでの確認結果から有意な摩耗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ことから，高経年化対策上着目すべき事象ではないと判断する。

u. フック及びシーブの貫粒型応力腐食割れ

フック及びシーブはステンレス鋼であることから，大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより，外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

貫粒型応力腐食割れに対しては，付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m²）以下に管理するため，代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施している。また，基準値を超えた場合には清掃を実施することとしており，これまで異常等は確認されていない。

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ことから、高経年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. モータ（低圧，直流，開放）及び速度検出器の主軸の摩耗
- w. モータ（低圧，直流，開放）及び速度検出器の主軸の高サイクル疲労割れ
- x. モータ（低圧，直流，開放）及び速度検出器のフレーム及び取付ボルトの腐食（全面腐食）
- y. モータ（低圧，直流，開放）及び速度検出器のエンドブラケット及び端子箱の腐食（全面腐食）
- z. モータ（低圧，直流，開放）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

以上，v. ～z の評価については代表機器同様，「ポンプモータの技術評価書」のうち，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。

- (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（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) 原子炉建屋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			そ の 他
					摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
燃料の 落下防止	フック	フック		ステンレス鋼	△			△*5			△*4	*1:素線切れ等 *2:へたり *3:絶縁特性低下 *4:亀裂 *5:貫粒型応力 腐食割れ *6:補巻上用, 横 行用, 走行用
		シャフト		ステンレス鋼	△						△*4	
	ワイヤロープ			ステンレス鋼	△						△*1	
	ワイヤドラム			炭素鋼	△	△						
	シーブ			ステンレス鋼, 炭素鋼	△	△		△*5				
	減速機	ケーシング		炭素鋼		△						
		ギヤ		炭素鋼, 低合金鋼	△	△						
		軸受		軸受鋼	△							
	軸継手			炭素鋼		△						
	ブレーキ*6	ドラム		鋳鉄	△	△						
		ディスク		鋳鉄	△	△						
		ブレーキ ライニング	◎									
		スプリング		ばね鋼							△*2	
電磁コイル			銅, 絶縁物							○*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 (2 / 3) 原子炉建屋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			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	トロリ			炭素鋼		△	△					
	サドル			炭素鋼		△	△					
	ガーダ			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		銅	△							
	レール			炭素鋼	△	△	△					
	落下防止ラグ			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) 原子炉建屋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 勞 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, 絶縁物他					○			△*1	*1: 固定子 *2: 軸受 (転がり), ブラシ *3: 主軸 *4: フレーム, 取付ボルト, エントブラケット, 端子箱 *5: 固定子コア, 回転子コア *6: 主軸の高サイクル疲労割れ *7: 整流子, 回転子コイル, 固定子コイル *8: 口出線・接続部品 *9: 電解コンデンサ
	サイリスタ整流器	◎*9	半導体他							△		
	電磁接触器		銅, 絶縁物他					○	△			
	電源装置	◎*9	半導体他							△		
	信号変換処理部	◎*9	半導体他							△		
	補助継電器	◎										
	変圧器		銅, 絶縁物他					○				
	故障表示器	◎										
	表示灯	◎										
	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, 直流, 開放)	◎*2	炭素鋼, 銅, 絶縁物他	△*3	△*4*5	△*6		○*7*8				
	速度検出器		炭素鋼, 銅, 絶縁物他	△*2*3	△*4	△*6		○*8		△		
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（低圧，直流，開放）の整流子，回転子コイル，固定子コイル，口出線・接続部品及び速度検出器の口出線・接続部品の絶縁特性低下

a. 事象の説明

整流子，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は有機物であるため，熱分解による熱的劣化，振動等による機械的劣化，埃等の異物付着による環境的劣化により経年的に劣化が進行し，絶縁物の外表面，内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

整流子，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品は，絶縁物が有機物であるため，熱的，機械的及び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ことから，長期間の使用を考慮すると整流子，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

整流子，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し，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確認された場合には，モータ又は速度検出器の絶縁補修（絶縁物にワニスを注入）又は取替を行うこととしている。

さらに，当面の冷温停止維持状態においては，日常保全を適切な頻度で継続し，必要に応じてモータ又は速度検出器の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

整流子，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下の可能性は否定できないが，絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また，当面の冷温停止維持状態においては，必要に応じて適切な対応をとることにより，絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

整流子，回転子コイル，固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対しては，高経年化対策の観点から現状の保全内容に対して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) 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等、熱的、機械的及び環境的劣化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。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

ブレーキ電磁コイルは、絶縁物が有機物であるため、熱的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮するとブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

ブレーキ電磁コイルの絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、ブレーキの分解、絶縁補修及び取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じてブレーキの補修又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の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能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く、今後も現状保全を継続していく。

(3) 配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下

a. 事象の説明

配線用遮断器及び電磁接触器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等、熱的、機械的及び環境的劣化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。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

配線用遮断器及び電磁接触器は、絶縁物が有機物であるため、熱的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下に対しては、点検時に動作確認を実施し、絶縁特性低下による動作不良のないことにより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による動作不良が確認された場合には、配線用遮断器及び電磁接触器の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて配線用遮断器及び電磁接触器の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び動作確認で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

配線用遮断器及び電磁接触器の絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

(4) 変圧器の絶縁特性低下

a. 事象の説明

変圧器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等、熱的、機械的及び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。ただし、変圧器は静止型機器であるため、機械的な劣化の可能性は小さい。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

変圧器は、絶縁物が有機物であるため、熱的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると変圧器の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

変圧器の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、変圧器の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて変圧器の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

変圧器の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能である。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

変圧器の絶縁特性低下に対しては、高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はなく、今後も現状保全を継続していく。

以 上

7 計装用圧縮空気系設備

[対象機器]

- ・ 計装用圧縮空気系設備

目 次

1. 対象機器	7-1
2. 計装用圧縮空気系設備の技術評価	7-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	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	7-8
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	7-8
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	7-8
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	7-9

1. 対象機器

計装用圧縮空気系設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 計装用圧縮空気系設備の主な仕様

機 器 名 称 (基 数)	仕 様 容 量 (Nm ³ /h)	重要度*1	使 用 条 件		
			運 転 状 態*4	最 高 使 用 圧 力*3 (MPa)	最 高 使 用 温 度*3 (°C)
計装用圧縮空気系設備 (2)	480	高*2	連続 (連続)	約 0.88	250

*1：最上位の重要度を示す

*2：最高使用温度が 95 °C を超え、又は最高使用圧力が 1,900 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

*3：圧縮機出口又は後部冷却器入口の圧力及び温度を示す

*4：上段は冷温停止維持状態時における運転状態、下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

2. 計装用圧縮空気系設備の技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 計装用圧縮空気系設備

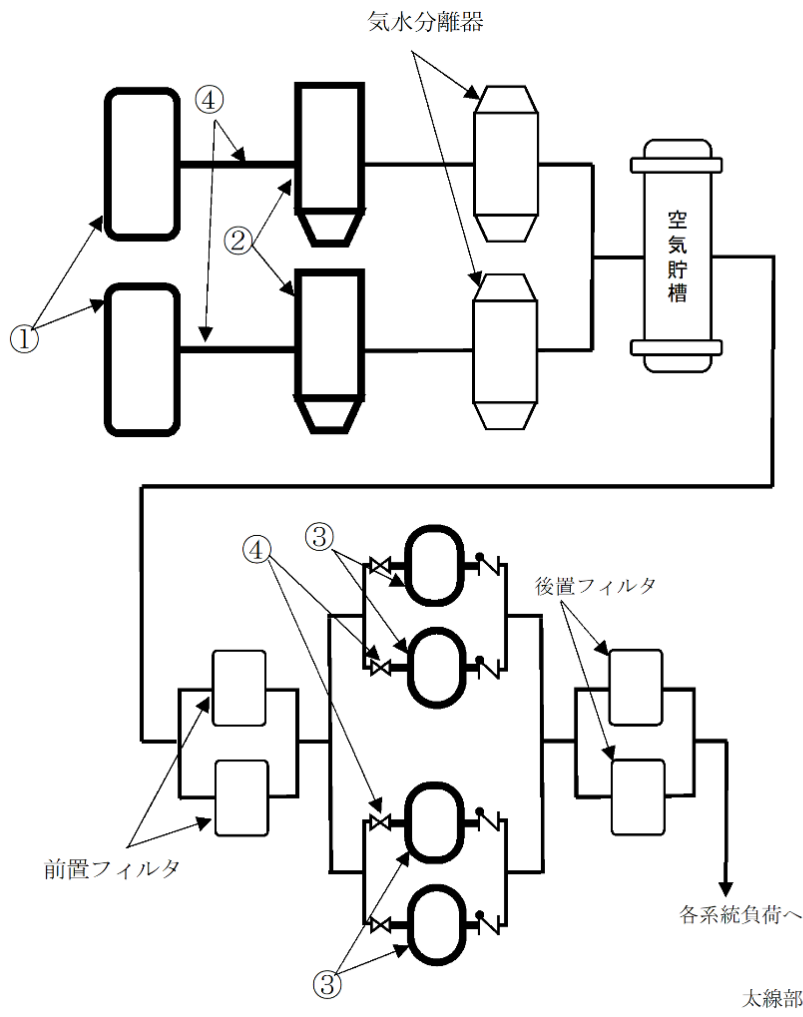
(1) 構造

計装用圧縮空気系設備は, 空気圧縮機, 後部冷却器, 気水分離器, 空気貯槽, 前置フィルタ, 除湿塔, 後置フィルタ, 配管及び弁から構成されている。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, 後部冷却器, 除湿塔, 配管及び弁の評価を行う。

計装用圧縮空気系設備の構成図を図 2.1-1, 各機器の構造図を図 2.1-2~4 に示す。

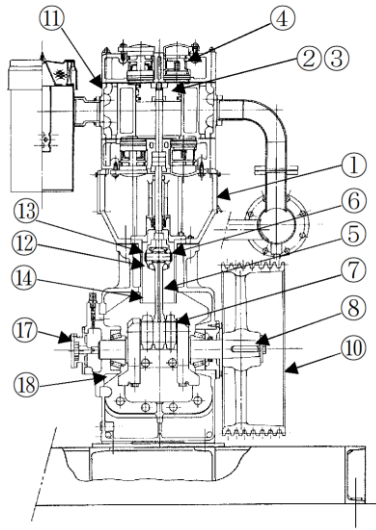
(2) 材料及び使用条件

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.	部 位
①	空気圧縮機
②	後部冷却器
③	除湿塔
④	配管・弁

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	クロスヘッド
②	ピストン	⑬	クロスピン
③	ピストンリング	⑭	クロスガイド
④	吸排気弁	⑮	グランドパッキン
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	油ポンプギア
⑦	ラージエンドメタル	⑱	軸受 (転がり)
⑧	クランク軸	⑲	Vベルト
⑨	クランクケース	⑳	取付ボルト
⑩	プーリー	㉑	基礎ボルト
⑪	シリンダ		

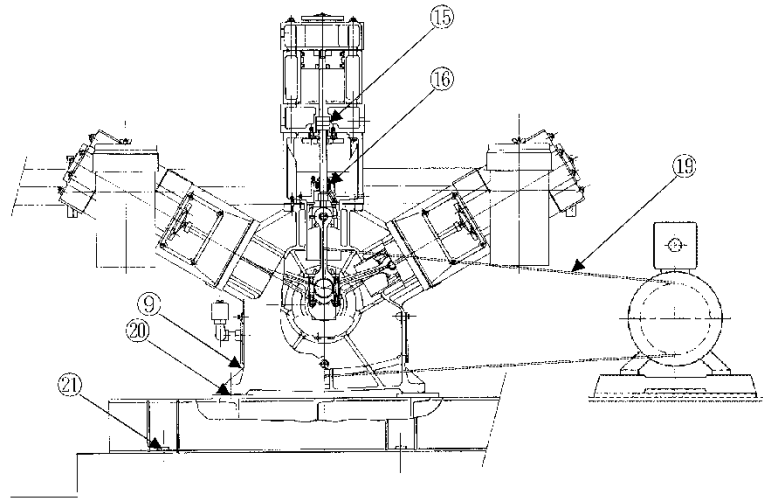
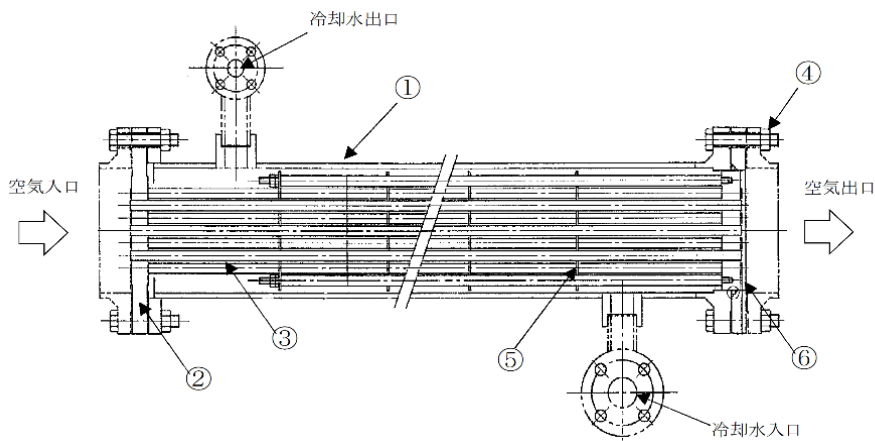
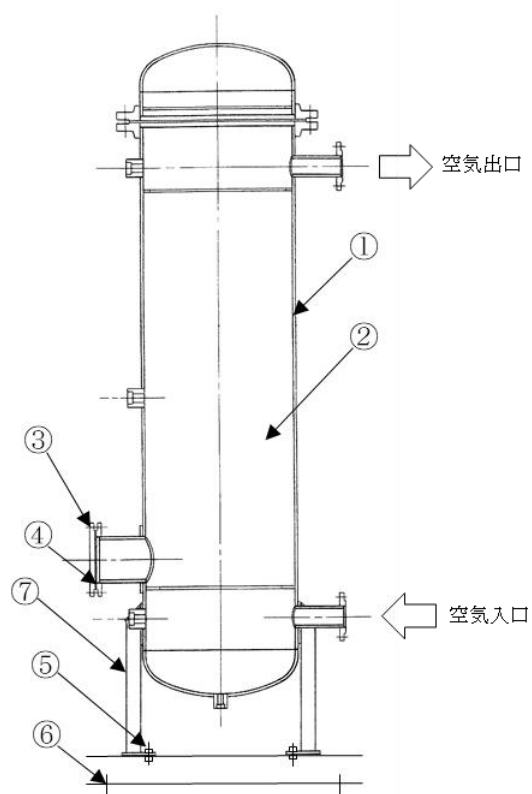


図 2.1-2 空気圧縮機構造図



No.	部 位
①	胴
②	管板
③	伝熱管
④	フランジボルト ・ナット
⑤	支持板
⑥	ガスケット

図 2.1-3 後部冷却器構造図



No.	部 位
①	胴
②	吸着剤
③	フランジボルト ・ナット
④	ガスケット
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

機能達成に必要な機能	部 位		使 用 材 料
空気圧縮力の確保	空気圧縮機	胴	鋳鉄 (FC25)
		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)
		プーリー	鋳鉄 (FC20)
		シリンダ	鋳鉄 (FC30)
		クロスヘッド	鋳鉄 (FCD45)
		クロスピン	合金鋼 (SNC415)
		クロスガイド	鋳鉄 (FC20)
		グランドパッキン	(消耗品)
		オイルシール	(消耗品)
		油ポンプギア	鋳鉄 (FC20)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
Vベルト	(消耗品)		

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

機能達成に必要な機能	部 位		使 用 材 料
除湿機能の確保	後部冷却器	胴	炭素鋼 (STPG38)
		管板	炭素鋼 (SB42)
		伝熱管	銅合金 (C7150T)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (S35C, S25C)
		支持板	炭素鋼 (SS41)
		ガスケット	(消耗品)
	除湿塔	胴	炭素鋼 (SB42)
		吸着剤	(消耗品)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (S35C, S25C)
		ガスケット	(消耗品)
	配管・弁		配管 炭素鋼 (STPG38) 弁 炭素鋼, 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
	機器の支持	配管サポート	炭素鋼
埋込金物		炭素鋼	
サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼	
基礎ボルト		炭素鋼 (SS41)	
取付ボルト		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	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
空気圧縮機	空気	約 0.88	250
後部冷却器	空気/冷却水 (防錆剤入り)	約 0.88	250
除湿塔	空気	約 0.88	250
配管・弁	空気	約 0.88	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

計装用圧縮空気系設備は、計装用圧縮空気を供給する設備であるが、この機能の達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ 空気圧縮力の確保
- ・ 除湿機能の確保
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

計装用圧縮空気系設備個々について、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うえで、個々の部位の材料、構造、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 で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及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、グランドパッキン、オイルシール、転がり軸受、Vベルト、ガスケット及び吸着剤は消耗品、吸排気弁は定期取替品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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、今後と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（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. クランク軸の摩耗 [空気圧縮機]

空気圧縮機クランク軸はコネクティングロッドと接続されているが、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、直接接触摩耗が発生することはない。

また、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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. クロスヘッド、クロスガイド及びクロスピンの摩耗 [空気圧縮機]

クロスヘッドとクロスガイドが接触するため摩耗が発生する可能性があるが、当該部は油環境下にあり、有意な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も有意な摩耗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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

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、これまでの点検結果からも有意な摩耗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ことから、高経年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、クランクケース、プーリー、シリンダ、配管・弁、フランジボルト・ナット、支持板及び管板の腐食（全面腐食） [空気圧縮機，後部冷却器，除湿塔，配管・弁]

空気圧縮機の胴、クランクケース、プーリー及びシリンダは鋳鉄、後部冷却器の支持板、管板、後部冷却器及び除湿塔の胴は炭素鋼、配管・弁は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼、フランジボルト・ナットは炭素鋼であり、内部流体は湿分を含んだ空気、外面は大気と接触していることから、腐食の発生が想定される。

しかし、これらの機器については、分解点検時の目視点検により、健全性の確認は可能である。また、大気接触部には塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食が発生する可能性は小さい。

これまでの点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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）[空気圧縮機，除湿塔]

取付ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，機器の目視点検時に健全性を確認しており，これまでの目視点検結果からも有意な腐食は確認されておらず，今後ともこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年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. 伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗 [後部冷却器]

伝熱管は外表面を流れる流体により伝熱管が振動することで，高サイクル疲労割れ及び摩耗の発生が想定されるが，伝熱管は支持板により適切なスパンで支持されており，伝熱管の外表面の流体による振動は十分に抑制されているため，高サイクル疲労割れ及び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も割れ及び有意な摩耗は確認されておらず，今後ともこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年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. 油ポンプギアの摩耗 [空気圧縮機]

油ポンプはギアポンプであるため，歯車が摩耗する可能性があるが，歯車には潤滑油を供給し摩耗を防止していることから，有意な摩耗の可能性は小さい。

また，これまでの点検結果からも有意な摩耗は確認されておらず，今後ともこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年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. ピストン及びシリンダの摩耗 [空気圧縮機]

空気圧縮機ピストンとシリンダとの摺動部にはピストンリング（消耗品）を取り付けており，直接接触摩耗することはない。

また，これまでの点検結果からも有意な摩耗は確認されておらず，今後ともこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年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. クランク軸，ピストン，コネクティングロッド及びクロスピンの高サイクル疲労割れ [空気圧縮機]

クランク軸，ピストン，コネクティングロッド及びクロスピンには，空気圧縮機運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，高サイクル疲労割れが想定されるが，クランク軸，ピストン，コネクティングロッド及びクロスピン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，これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験からも割れは確認されておらず，今後ともこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから，高経年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. 伝熱管の異物付着 [後部冷却器]

伝熱管外部流体は冷却水（防錆剤入り）であり、また、内部流体は空気であることから、異物付着の可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からも異物付着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ことから、高経年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. プーリーの摩耗 [空気圧縮機]

空気圧縮機のプーリーと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、急激な摩耗の発生する可能性は小さい。

また、定期的にプーリーの摩耗量を測定し、設備の健全性を確認している。

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ことから、高経年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. 伝熱管の腐食（全面腐食） [後部冷却器]

伝熱管は耐食性の良い銅合金であり、外部及び内部流体が空気及び冷却水（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、これまでの目視点検結果からも有意な腐食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ことから、高経年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. 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、腐食の発生が想定されるが、表面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. サポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食） [共通]

サポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、表面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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）[共通]

埋込金物は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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も有意な腐食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ことから、高経年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. 弁棒の摩耗

弁棒はグランドパッキン（黒鉛等）と接触することにより、摩耗が想定される。しかしながら、弁棒はステンレス鋼であり、接触部はグランドパッキン（黒鉛等）よりも硬いことから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も有意な摩耗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ことから、高経年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. 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、「10 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) 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（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) 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		鋳鉄		△						*：高サイクル疲 勞割れ
			アルミニウム 合金鋳物	△		△*					
		◎									
		◎									
			炭素鋼			△*					
		◎									
		◎									
			炭素鋼	△		△*					
			鋳鉄		△						
			鋳鉄	△	△						
			鋳鉄	△	△						
			鋳鉄	△							
			合金鋼	△		△*					
			鋳鉄	△							
		◎									
		◎									
			鋳鉄	△							
		◎									
◎											

△：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) 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	後部 冷却器	胴		炭素鋼		△					*1: 高サイクル疲労割れ *2: 異物付着 *3: 弁棒	
		管板		炭素鋼		△						
		伝熱管		銅合金	△	△	△*1			△*2		
		フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
		支持板		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
	除湿塔	胴		炭素鋼		△						
		吸着剤	◎									
		フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
	配管・弁		炭素鋼, 炭素鋼鋳鋼	△*3	△							
機器の支持	配管サポート		炭素鋼		△							
	埋込金物		炭素鋼		△							
	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		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）

以 上

8 補助ボイラ設備

[対象機器]

- ・ 補助ボイラ設備

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	8-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	8-1
1.2 代表機器の選定	8-1
2. 補助ボイラ設備の技術評価	8-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	8-2
2.1.1 補助ボイラ設備	8-2
2.2 経年劣化事象の抽出	8-13
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	8-13
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	8-13
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	8-14
3. 代表機器以外への展開	8-23
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	8-23
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	8-23

1. 対象機器及び代表機器の選定

1.1 グループ化の考え方及び結果

補助ボイラ設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

1.2 代表機器の選定

補助ボイラ設備には、補助ボイラー（A）、（B）及び（C）があるが、蒸発量の観点から、補助ボイラー（A）、（B）を代表機器とする。

表 1-1 補助ボイラ設備の主な仕様

機 器 名 称 (基 数)	仕 様 (蒸発量) (t/h)	重要度*1	使 用 条 件			選 定	選 定 理 由
			運 転 状 態*3	最 高 使 用 圧 力 (MPa)	最 高 使 用 温 度 (°C)		
補 助 ボ イ ラ ー (A), (B)	19	高*2	連 続 (連 続)	1.57	204	◎	蒸 発 量
補 助 ボ イ ラ ー (C)	5.7	高*2	連 続 (連 続)	1.57	204		

*1：最上位の重要度を示す

*2：最高使用温度が 95 °C を超え、又は最高使用圧力が 1,900 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。

*3：上段は冷温停止維持状態時における運転状態、下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

2. 補助ボイラ設備の技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 補助ボイラ設備

(1) 構造

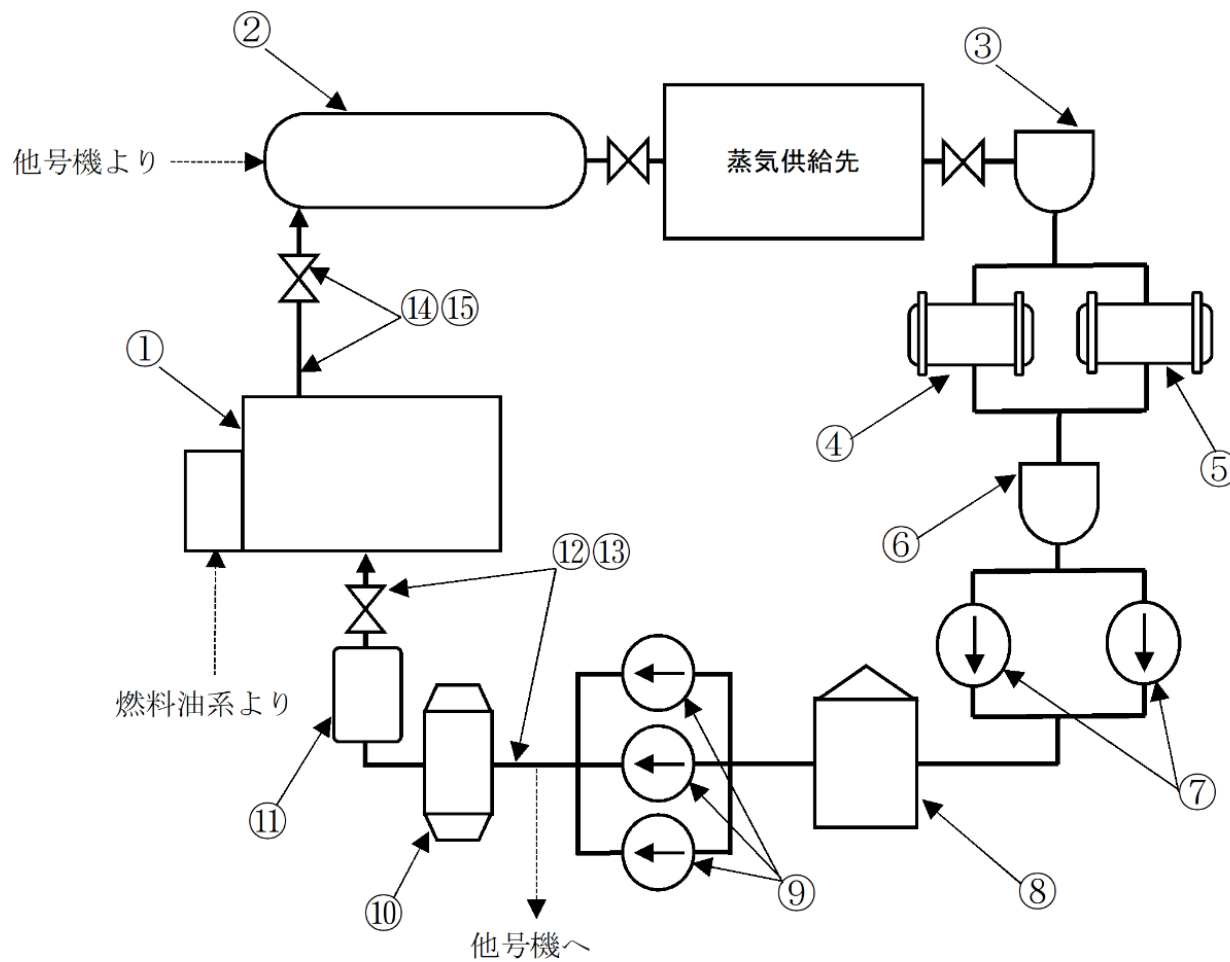
補助ボイラ設備は, 蒸気を供給するボイラ本体, ボイラからの蒸気を受け, 負荷先へ供給する蒸気だめ, ボイラに給水する給水ポンプ, 給水タンク及びこれらに接続する配管, 弁等から構成されている。

補助ボイラ設備は, ボルト・ナット等を取り外すことにより, 点検が可能である。

補助ボイラ設備の構成図を図 2.1-1, 各機器の構造図を図 2.1-2~12 に示す。

(2) 材料及び使用条件

補助ボイラ設備主要部位の使用材料を表 2.1-1, 使用条件を表 2.1-2 に示す。



No.	部 位
①	ボイラ本体
②	蒸気だめ
③	所内蒸気フラッシュタンク
④	所内蒸気凝縮器
⑤	所内蒸気ドレン冷却器
⑥	所内蒸気ドレン回収タンク
⑦	所内蒸気ドレン回収ポンプ
⑧	給水タンク
⑨	給水ポンプ
⑩	給水加熱器
⑪	節炭器
⑫	給水系配管
⑬	給水系弁
⑭	蒸気系配管
⑮	蒸気系弁

図 2.1-1 補助ボイラ設備構成図

No.	部 位
①	汽水胴
②	水胴
③	火炉
④	連絡管
⑤	管寄せ
⑥	蒸発管
⑦	下降管
⑧	安全弁（機付）
⑨	バーナ
⑩	ベース
⑪	基礎ボルト

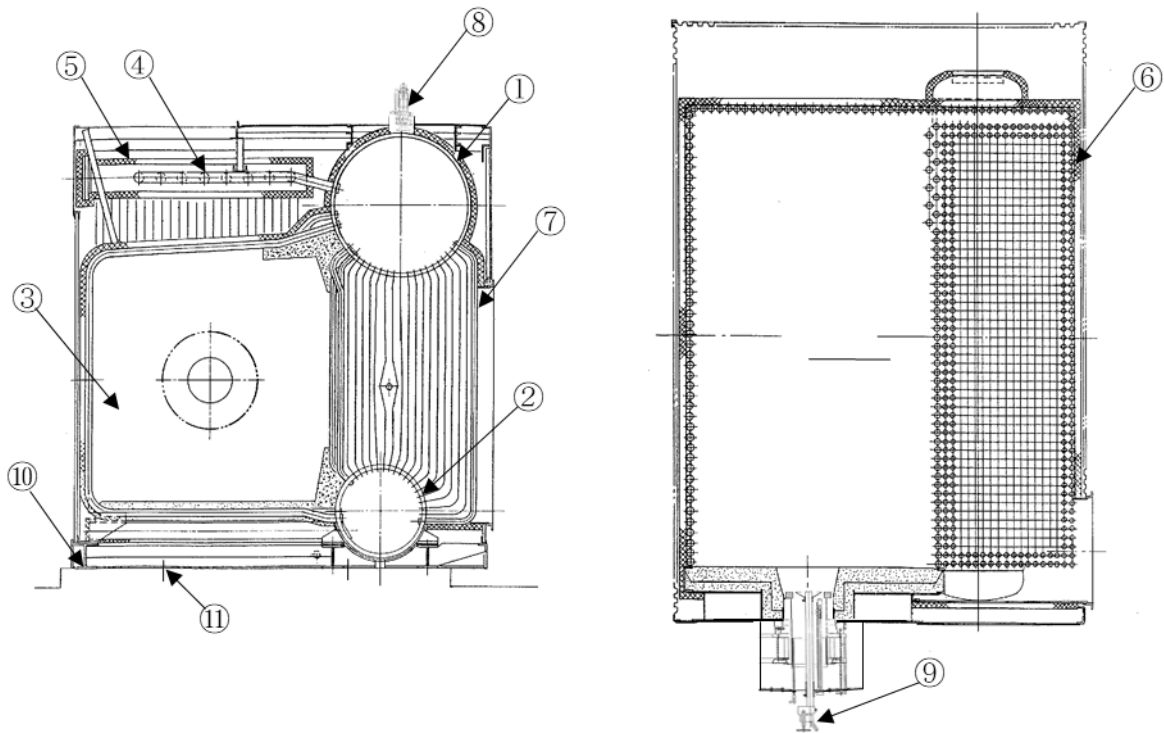


図 2.1-2 ボイラ本体構造図

No.	部 位
①	胴板
②	鏡板
③	支持脚
④	基礎ボルト

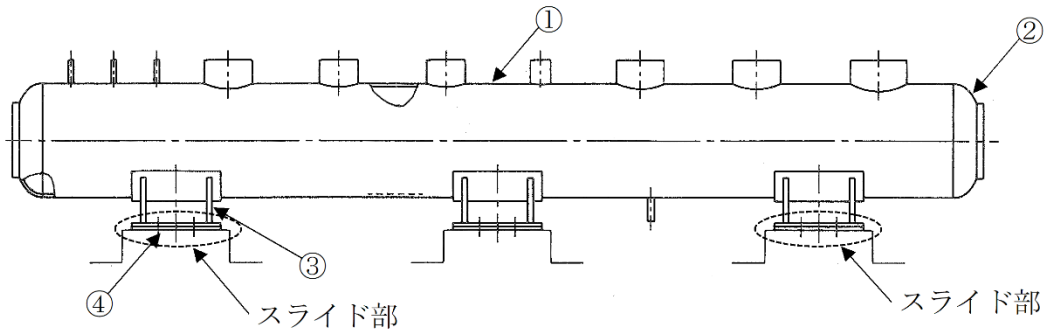
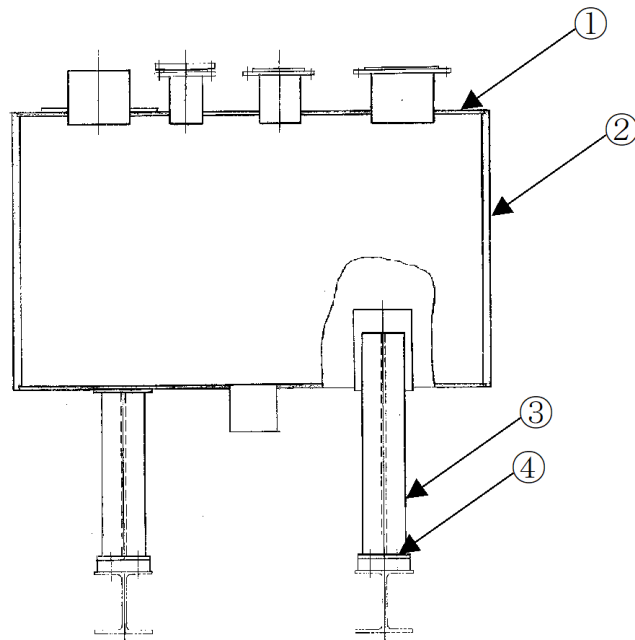


図 2.1-3 蒸気だめ構造図



No.	部 位
①	胴板
②	平板
③	支持脚
④	取付ボルト

図 2.1-4 所内蒸気フラッシュタンク構造図

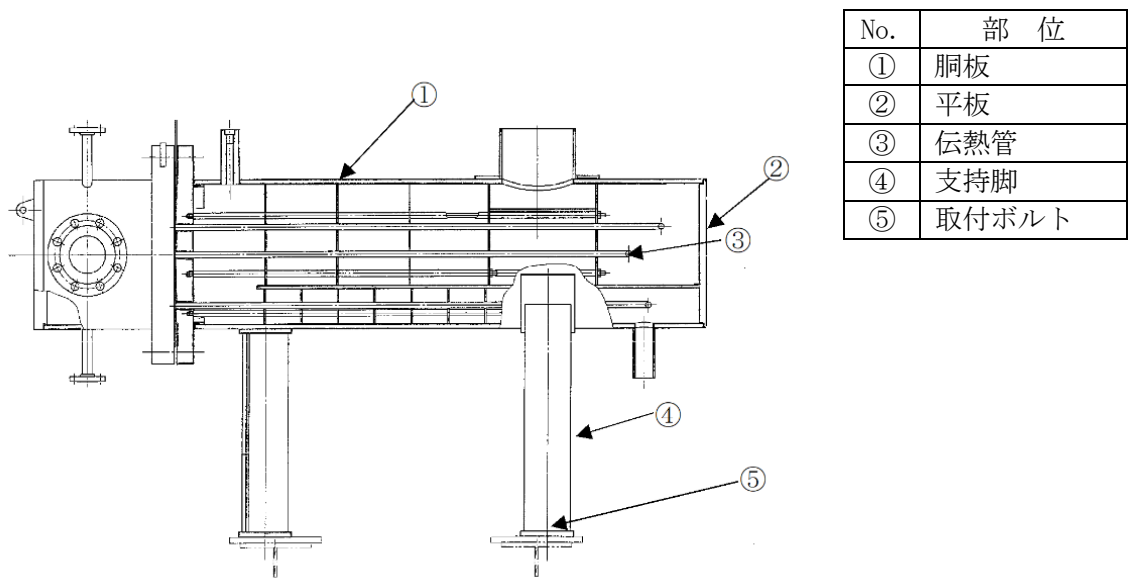


図 2.1-5 所内蒸気凝縮器構造図

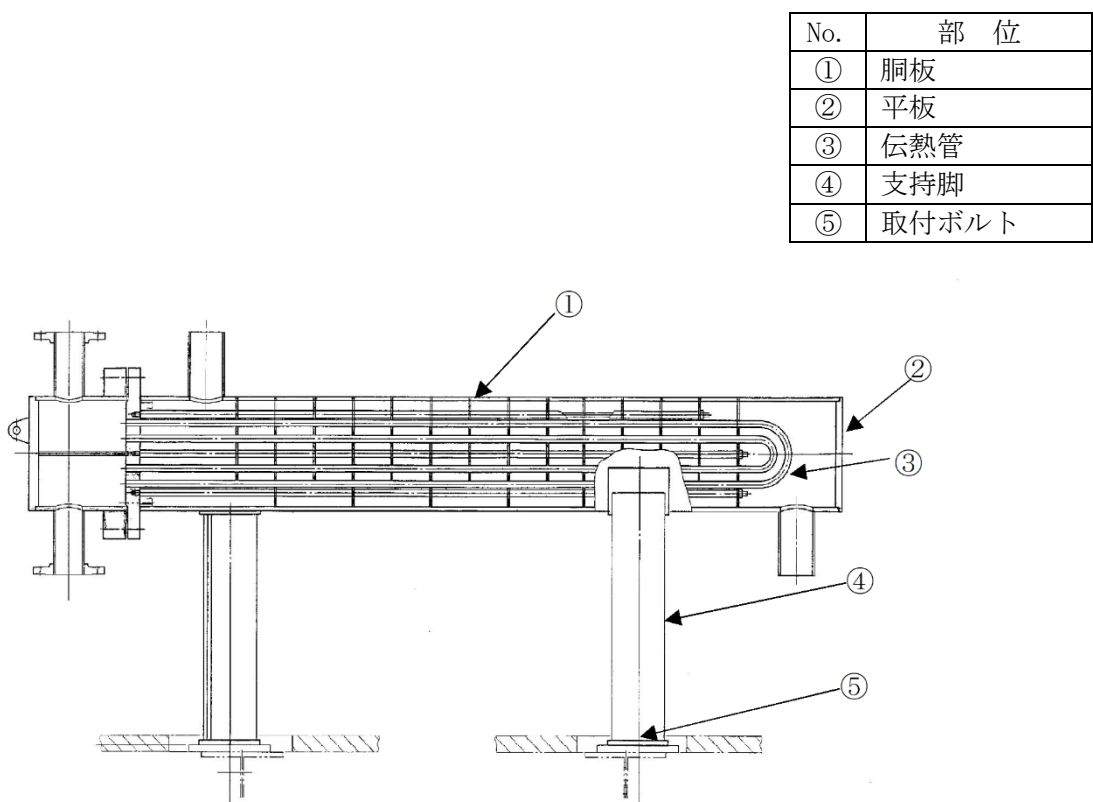
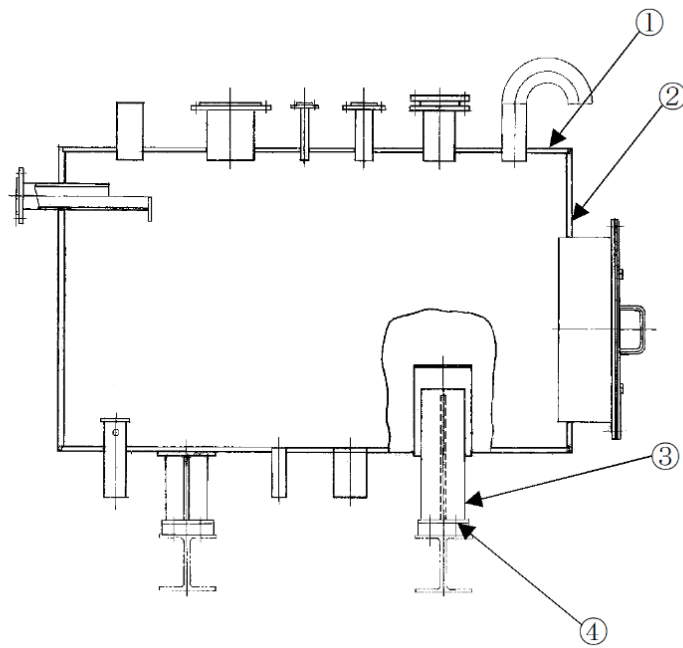


図 2.1-6 所内蒸気ドレン冷却器構造図



No.	部 位
①	胴板
②	平板
③	支持脚
④	取付ボルト

図 2.1-7 所内蒸気ドレン回収タンク構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	ケーシングリング
⑤	ベース
⑥	基礎ボルト

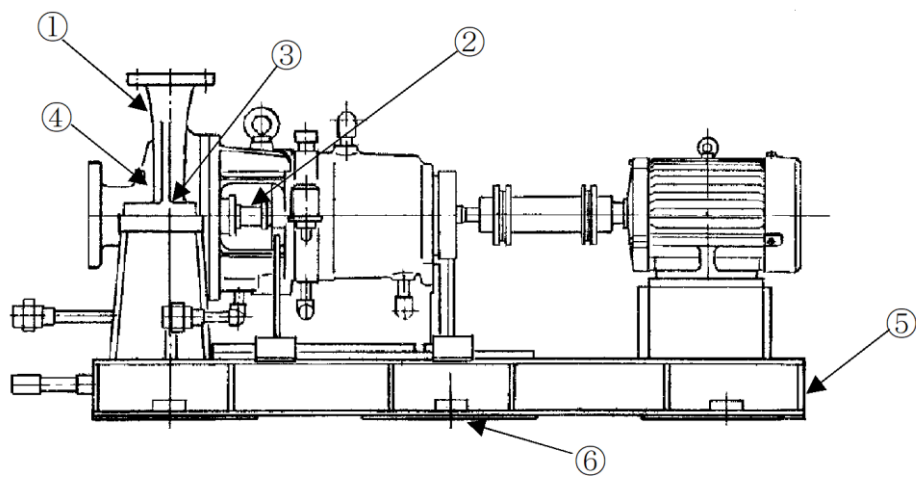
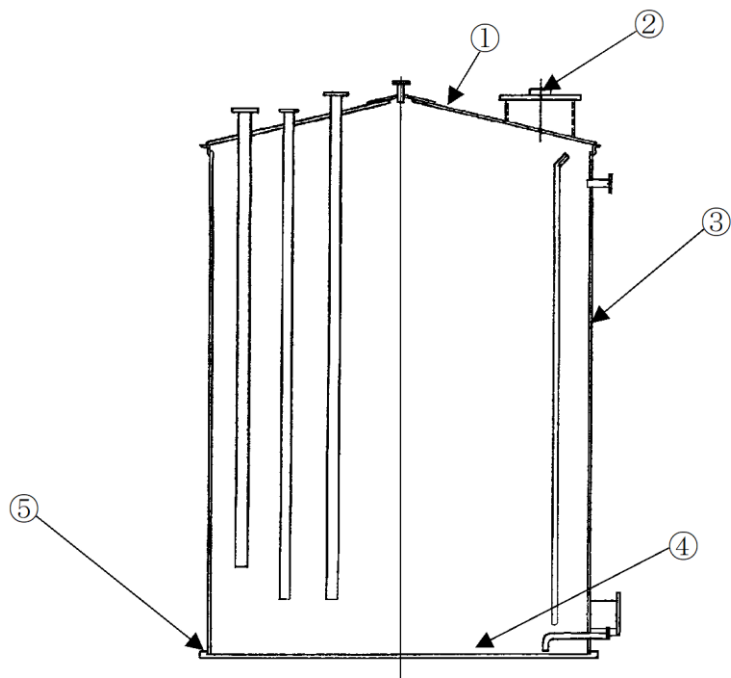
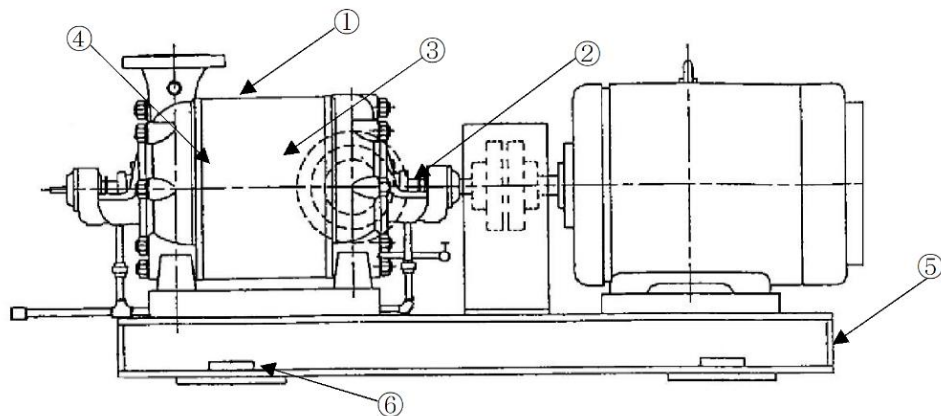


図 2.1-8 所内蒸気ドレン回収ポンプ構造図



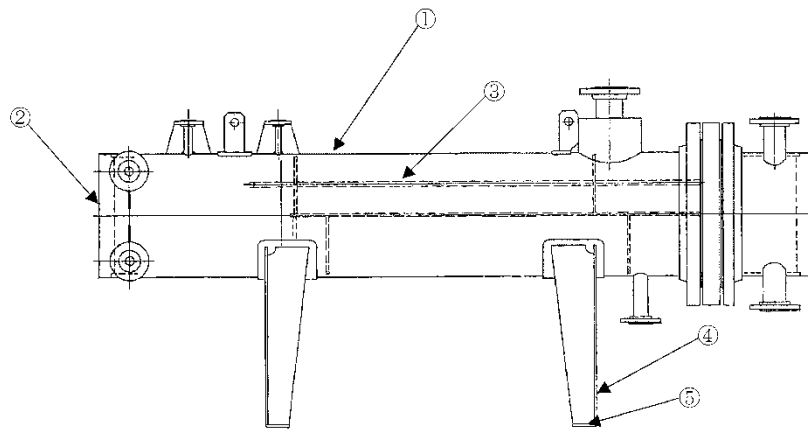
No.	部 位
①	屋根板
②	マンホール
③	側板
④	底板
⑤	基礎ボルト

図 2.1-9 給水タンク構造図



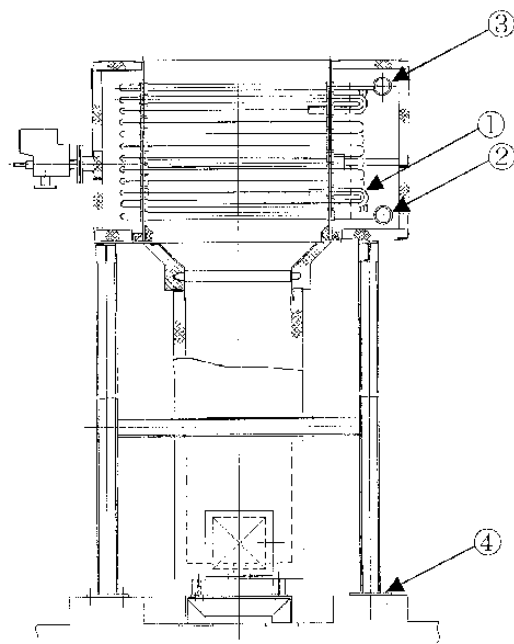
No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	ケーシングリング
⑤	ベース
⑥	基礎ボルト

図 2.1-10 給水ポンプ構造図



No.	部 位
①	胴板
②	平板
③	伝熱管
④	脚
⑤	基礎ボルト

図 2.1-11 給水加熱器構造図



No.	部 位
①	節炭器管
②	管寄せ
③	平板
④	基礎ボルト

図 2.1-12 節炭器構造図

表 2.1-1 (1 / 2) 補助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	
バウンダリの維持	ボイラ本体	汽水胴	炭素鋼 (SB42, SB46)	
		水胴	炭素鋼 (SB42, SB46)	
		火炉	炭素鋼 (STB35)	
		連絡管	炭素鋼 (STB35)	
		管寄せ	炭素鋼 (STPT38)	
		蒸発管	炭素鋼 (STB35)	
		下降管	炭素鋼 (STB35)	
		安全弁 (機付)	本体	炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
			弁体	ステンレス鋼 (SUS630)
			弁座	ステンレス鋼 (SUS403 [ステライト肉盛])
	スプリング		ばね鋼 (SUP10)	
	蒸気だめ	炭素鋼 (SB42)		
	蒸気系配管	炭素鋼 (STPT42, STPG38)		
	蒸気系弁	炭素鋼 (S28C), 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)		
	給水タンク	ステンレス鋼 (SUS304)		
	給水加熱器	胴板	炭素鋼 (STPT38)	
		平板	炭素鋼 (SB42)	
		伝熱管	炭素鋼 (STB35)	
	節炭器	管寄せ	炭素鋼 (STPT38)	
		平板	炭素鋼 (SF45A)	
		節炭器管	炭素鋼 (STB35)	
	給水ポンプ	ケーシング	鋳鉄 (FC25)	
		主軸	炭素鋼 (S45C)	
羽根車		鋳鉄 (FC20)		
ケーシングリング		鋳鉄 (FC20)		

表 2.1-1 (2/2) 補助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
バウンダリの維持	所内蒸気ドレン回収ポンプ	ケーシング	鋳鉄 (FCD45)
		主軸	ステンレス鋼 (SUS403)
		羽根車	ステンレス鋳鋼 (SCS13)
		ケーシングリング	ステンレス鋼 (SUS304)
	給水系配管		炭素鋼 (STPG38)
	給水系弁		炭素鋼 (S28C), 炭素鋼鋳鋼 (SCPH2)
	フランジボルト・ナット		炭素鋼
	ガスケット		(消耗品)
装置機能の確保	所内蒸気フラッシュタンク	胴板	炭素鋼 (SM41A)
		平板	炭素鋼 (SM41A)
	所内蒸気凝縮器	胴板	炭素鋼 (STPT42)
		平板	炭素鋼 (SM41A)
		伝熱管	ステンレス鋼 (SUS304TB)
	所内蒸気ドレン冷却器	胴板	炭素鋼 (STPT42)
		平板	炭素鋼 (SM41A)
		伝熱管	ステンレス鋼 (SUS304TB)
	所内蒸気ドレン回収タンク	胴板	炭素鋼 (SM41A)
		平板	炭素鋼 (SM41A)
蒸発熱の確保	ボイラ本体	バーナ	炭素鋼
機器の支持	配管サポート		炭素鋼
	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼
	ベース, 支持脚		炭素鋼
	埋込金物		炭素鋼
	取付ボルト		炭素鋼
	基礎ボルト		炭素鋼

表 2.1-2 補助ボイラ設備の使用条件

部 位	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	内部流体
ボイラ本体	約 1.57	204	純水, 蒸気
節炭器	約 2.65	164	純水, 蒸気
給水加熱器	約 2.65	204	純水, 蒸気
蒸気だめ	約 1.57	204	蒸気
蒸気系配管	約 1.57	204	蒸気
蒸気系弁	約 1.57	204	蒸気
給水タンク	静水頭	100	純水
給水ポンプ	約 2.65	95	純水
給水系配管	約 2.65	204	純水
給水系弁	約 2.65	204	純水
所内蒸気フラッシュタンク	約 0.10	120	蒸気, 純水
所内蒸気凝縮器	約 1.27	120	蒸気, 冷却水 (防錆剤入り)
所内蒸気ドレン冷却器	約 1.27	120	蒸気, 冷却水 (防錆剤入り)
所内蒸気ドレン回収タンク	静水頭	100	純水
所内蒸気ドレン回収ポンプ	約 0.49	100	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

補助ボイラ設備の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ バウンダリの維持
- ・ 装置機能の確保
- ・ 蒸発熱の確保
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

補助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うえで、個々の部位の材料、構造、使用条件（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。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケットは消耗品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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（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. 支持脚スライド部の腐食（全面腐食）[蒸気だめ]

蒸気だめ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あるが、スライド部は炭素鋼であるため、長期使用に伴う腐食が発生する可能性がある。

しかし、これまでの蒸気だめの目視点検において腐食の有無を確認しており、スライド部について有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 主軸の摩耗 [給水ポンプ，所内蒸気ドレン回収ポンプ]

軸受（転がり）を使用している主軸については、軸受と主軸の接触面の摩耗が想定されるが、これまでの点検において主軸の目視点検，寸法測定を行い、有意な摩耗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ことから、高経年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. 羽根車とケーシングリング間の摩耗 [給水ポンプ，所内蒸気ドレン回収ポンプ]

ケーシング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、分解点検において目視点検，寸法測定を行い、許容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速度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ため、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ことから、高経年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. 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，節炭器]

ボイラ本体（汽水胴，水胴，火炉，連絡管，管寄せ，蒸発管，下降管，安全弁〔機付〕，バーナ）及び節炭器は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、燃焼室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、補助ボイラ設備の使用燃料は硫黄の少ない重油（硫黄分 0.84 %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 160 ℃）に対し、燃焼空気温度（約 200 ℃）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、目視点検又は肉厚測定を行うとともに、必要に応じて補修，取替を実施することとしている。

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ことから、高経年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. 汽水胴等の腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）〔ボイラ本体，蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁〕

ボイラ本体（汽水胴，水胴，連絡管，管寄せ，蒸発管），蒸気だめ，蒸気系配管及び蒸気系弁は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が高温の純水又は蒸気であることから，腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）の発生が想定される。

汽水胴，水胴，連絡管，管寄せ，蒸発管，蒸気だめ及び蒸気系弁については，目視点検又は肉厚測定により腐食の有無を確認しており，必要に応じて補修，取替を実施することとしている。

また，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ており，これまでの測定結果からも，系統全体としては顕著な減肉傾向は確認されていない。

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ことから，高経年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. 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，節炭器，給水加熱器〕

ボイラ本体（汽水胴，水胴，火炉，連絡管，管寄せ，蒸発管，バーナ），蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁，節炭器及び給水加熱器は運転時に高温環境となるため，疲労割れが想定されるが，起動，停止時に急激な温度変化が起きないように運転していることや，点検間隔内における運転時間又は起動回数を疲労割れ防止の観点より定めていることから疲労割れの発生する可能性は小さい。

また，ボイラ本体，蒸気だめ，蒸気系弁，節炭器及び給水加熱器については，分解点検時に目視点検，浸透探傷試験を実施することにより健全性の確認は可能であり，これまでの結果からも割れは確認されていない。

蒸気系配管については，漏えい検査を行い，異常がないことを確認している。

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ことから，高経年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. ケーシング等の腐食（全面腐食）〔ボイラ本体，給水加熱器，節炭器，蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁，給水系配管，給水系弁，所内蒸気フラッシュタンク，所内蒸気凝縮器，所内蒸気ドレン冷却器，所内蒸気ドレン回収タンク，給水ポンプ，所内蒸気ドレン回収ポンプ〕

ボイラ本体（汽水胴，水胴，火炉，連絡管，管寄せ，蒸発管，下降管，安全弁〔機付〕，バーナ），給水加熱器，節炭器，蒸気だめ，蒸気系配管，蒸気系弁，給水系配管，給水系弁，所内蒸気フラッシュタンク，所内蒸気凝縮器，所内蒸気ドレン冷却器，所内蒸気ドレン回収タンク，給水ポンプのケーシング，ケーシングリング，羽根車，所内蒸気ドレン回収ポンプのケーシングは鋳鉄，炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が蒸気又は純水であることから，腐食の発生が想定されるが，給水を脱気すること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、分解点検時に目視点検又は肉厚測定により腐食の有無を確認しており、必要に応じて補修、取替を実施することとしている。

さらに、これまでの点検結果からは有意な腐食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ことから、高経年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. フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食）[共通]

ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、分解点検時に目視点検により腐食の有無を確認しており、必要に応じて補修、取替を実施することとしている。

また、これまでの点検結果からは有意な腐食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ことから、高経年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. ベース及び支持脚の腐食（全面腐食）[ボイラ本体、蒸気だめ、給水ポンプ、所内蒸気フラッシュタンク、所内蒸気ドレン冷却器、所内蒸気凝縮器、所内蒸気ドレン回収タンク、所内蒸気ドレン回収ポンプ、給水加熱器]

ベース及び支持脚は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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は有意な腐食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ことから、高経年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. ポンプ羽根車の腐食（キャビテーション）[給水ポンプ、所内蒸気ドレン回収ポンプ]

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液滴衝撃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の発生する可能性は小さい。

また、分解点検時に目視点検を実施し、必要に応じて取替又は補修を実施することとしている。

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ことから、高経年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 [給水ポンプ, 所内蒸気ドレン回収ポンプ]

主軸には運転時に繰返し応力が発生することから、応力集中部等において、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、これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験において、割れ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ことから、高経年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. 埋込金物の腐食 (全面腐食) [蒸気系配管, 給水系配管]

埋込金物は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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は有意な腐食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ことから、高経年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. 配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットの腐食 (全面腐食) [蒸気系配管, 給水系配管]

配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、表面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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は有意な腐食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ことから、高経年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. 弁棒の疲労割れ [蒸気系弁, 給水系弁]

電動弁については、全開位置をトルク切れによって調整しており、トルク設定値を高くすると、弁棒のバックシート部は常に高い応力がかかった状態となり、配管振動等による疲労が蓄積し、弁棒に疲労割れを起こすことが考えられる。しかし、通常はバックシートが効く程度の力で動作が止まるようトルク設定されており、これまでの点検結果からも割れは確認されていない。

手動弁については、開操作時に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っており、これまでの点検結果からも割れは確認されていない。

空気作動弁については、作動空気圧が小さいため、バックシート部へ過負荷はかからない。

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難いことから、高経年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. 連絡管及び蒸発管の高サイクル疲労割れ[ボイラ本体]

ボイラ本体の連絡管及び蒸発管は、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、内部流体は自然対流、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、目視点検を行い、健全性を確認しており、これまで割れは確認されていない。

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. 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、流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れの発生が想定されるが、これまでの点検結果から高サイクル疲労割れは確認されていない。

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。

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ことから、高経年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. 安全弁（機付）スプリングのへたり [ボイラ本体（安全弁）]

安全弁の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、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、へたりの進行の可能性は小さい。

また、へたりは動作確認等により検知可能であり、これまでに有意なへたり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ことから、高経年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. 取付ボルトの腐食（全面腐食）[所内蒸気フラッシュタンク, 所内蒸気ドレン冷却器, 所内蒸気凝縮器, 所内蒸気ドレン回収タンク]

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部には塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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は有意な腐食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ことから、高経年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. 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，火炉，連絡管，管寄せ，蒸発管，下降管及びバーナにはクリープが想定されるが，補助ボイラ設備における蒸気側の最高使用温度は 204 ℃，燃焼空気側の排気温度は約 300 ℃であり，鋼材がクリープを発生する温度 (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。また，目視点検又は浸透探傷試験を行い，健全性を確認しており，これまでクリープによる有意な変形は確認されていない。

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ことから，高経年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. 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，給水タンク，所内蒸気ドレン回収ポンプ，給水加熱器，節炭器]

基礎ボルトの腐食については，「10 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) 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 (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) 補助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		
バウンダリの維持	ボイラ本体	汽水胴	炭素鋼		△△*1	△				△*6	*1: 流れ加速型腐食 (FAC) *2: 高サイクル疲労割れ *3: 小口径配管の高サイクル疲労割れ *4: 弁棒 *5: スプリングのへたり *6: クリーブ
		水胴	炭素鋼		△△*1	△				△*6	
		火炉	炭素鋼		△	△				△*6	
		連絡管	炭素鋼		△△*1	△△*2				△*6	
		管寄せ	炭素鋼		△△*1	△				△*6	
		蒸発管	炭素鋼		△△*1	△△*2				△*6	
		下降管	炭素鋼		△					△*6	
		安全弁 (機付)	ステンレス鋼 炭素鋼 炭素鋼 ばね鋼		△					△*5	
	蒸気だめ	炭素鋼		△△*1	△						
	蒸気系配管	炭素鋼		△△*1	△△*3						
	蒸気系弁	炭素鋼, 炭素鋼 炭素鋼		△△*1	△△*4						
	給水タンク	ステンレス鋼									
	給水加熱器	炭素鋼		△	△						
節炭器	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) 補助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		
バウンダリの維持	給水ポンプ	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: 小口径配管の高サイクル疲労割れ *4: 弁棒	
		主軸		炭素鋼	△		△*1					
		羽根車		鋳鉄	△	△△*2						
		ケーシングリング		鋳鉄	△	△						
	所内蒸気ドレン回収ポンプ	ケーシング		鋳鉄		△						
		主軸		ステンレス鋼	△		△*1					
		羽根車		ステンレス鋳鋼	△	△*2						
		ケーシングリング		ステンレス鋼	△							
	給水系配管			炭素鋼		△	△*3					
	給水系弁			炭素鋼, 炭素鋼鋳鋼		△	△*4					
	フランジボルト・ナット			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 (3 / 3) 補助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		
装置機能の 確保	所内蒸気フラッシュタンク			炭素鋼		△					*1:蒸気だめ支持脚ス ト部 *2:クリープ	
	所内蒸気凝縮器			炭素鋼, ステンレス鋼		△						
	所内蒸気ドレン冷却器			炭素鋼, ステンレス鋼		△						
	所内蒸気ドレン回収タンク			炭素鋼		△						
蒸発熱の 確保	ボイラ本体	バーナ		炭素鋼		△	△			△*2		
機器の支持	配管サポート			炭素鋼		△						
	サポート取付ボルト・ナッ ト			炭素鋼		△						
	ベース, 支持脚			炭素鋼		△△*1						
	埋込金物			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）

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。

- ・ 補助ボイラー (C)

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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にく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]

代表機器同様、軸受（転がり）を使用している主軸については、軸受と主軸の接触面の摩耗が想定されるが、これまでの点検において主軸の目視点検、寸法測定を行い、有意な摩耗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ことから、高経年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. 羽根車とケーシングリング間の摩耗 [給水ポンプ]

代表機器同様、ケーシング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、分解点検において目視点検、寸法測定を行い、許容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速度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ため、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ことから、高経年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. 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]

代表機器同様、ボイラ本体の汽水胴、水胴、火炉、連絡管、管寄せ、蒸発管、下降管、安全弁（機付）、バーナは炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、燃焼室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、補助ボイラ設備の使用燃料は硫黄の少ない重油（硫黄分 0.84 %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 160 ℃）に対し、燃焼空気温度（約 200 ℃）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、目視点検又は肉厚測定を行うとともに、必要に応じて補修、取替を実施することとしている。

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. 汽水胴等の腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）〔ボイラ本体，蒸気系配管，蒸気系弁〕

代表機器同様，ボイラ本体の汽水胴，水胴，連絡管，管寄せ，蒸発管，蒸気系配管及び蒸気系弁は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が高温の純水又は蒸気であることから，腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）の発生が想定される。

汽水胴，水胴，連絡管，管寄せ，蒸発管及び蒸気系弁については，目視点検又は肉厚測定により腐食の有無を確認しており，必要に応じて補修，取替を実施することとしている。

また，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ており，これまでの測定結果からも，系統全体としては顕著な減肉傾向は確認されていない。

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ことから，高経年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. ボイラ本体等の疲労割れ〔ボイラ本体，蒸気系配管，蒸気系弁〕

代表機器同様，ボイラ本体の汽水胴，水胴，火炉，連絡管，管寄せ，蒸発管，バーナ，蒸気系配管及び蒸気系弁は運転時に高温環境となるため，疲労割れが想定されるが，起動，停止時に急激な温度変化が起きないように運転していることや，点検間隔内における運転時間又は起動回数を疲労割れ防止の観点より定めていることから疲労割れの発生する可能性は小さい。

また，ボイラ本体及び蒸気系弁については，分解点検時に目視点検，浸透探傷試験を実施することにより健全性の確認は可能であり，これまでの結果からは疲労による割れは確認されていない。

蒸気系配管については，漏えい検査を行い，異常がないことを確認している。

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ことから，高経年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. ケーシング等の腐食（全面腐食）〔ボイラ本体，蒸気系配管，蒸気系弁，給水系配管，給水系弁，給水ポンプ〕

代表機器同様，ボイラ本体の汽水胴，水胴，火炉，連絡管，管寄せ，蒸発管，下降管，安全弁（機付），バーナ，蒸気系配管，蒸気系弁，給水系配管，給水系弁，給水ポンプのケーシング，ケーシングリング，羽根車は鋳鉄，炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が蒸気又は純水であることから，腐食の発生が想定されるが，給水を脱気すること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，分解点検時に目視点検又は肉厚測定により腐食の有無を確認しており，必要に応じて補修，取替を実施することとしている。

さらに，これまでの点検結果からは有意な腐食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ことから，高経年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・ナットの腐食（全面腐食）[共通]

代表機器同様，ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，分解点検時に目視点検により腐食の有無を確認しており，必要に応じて補修，取替を実施することとしている。

また，これまでの点検結果からは有意な腐食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ことから，高経年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. ベース及び支持脚の腐食（全面腐食）[ボイラ本体，給水ポンプ]

代表機器同様，ベース及び支持脚は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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は有意な腐食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ことから，高経年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. ポンプ羽根車の腐食（キャビテーション）[給水ポンプ]

代表機器同様，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液滴衝撃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の発生する可能性は小さい。

また，分解点検時に目視点検を実施し，必要に応じて取替又は補修を実施することとしている。

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ことから，高経年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. 主軸の高サイクル疲労割れ [給水ポンプ]

代表機器同様，主軸には運転時に繰返し応力が発生することから，応力集中部等において，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，これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験において，割れ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ことから，高経年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）〔蒸気系配管，給水系配管〕

代表機器同様，埋込金物は炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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も有意な腐食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ことから，高経年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. 配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）〔蒸気系配管，給水系配管〕

代表機器同様，配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，表面は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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は有意な腐食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ことから，高経年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〔蒸気系弁，給水系弁〕

代表機器同様，電動弁については，全開位置をトルク切れによって調整しており，トルク設定値を高くすると，弁棒のバックシート部は常に高い応力がかかった状態となり，配管振動等による疲労が蓄積し，弁棒に疲労割れを起こすことが考えられる。しかし，通常はバックシートが効く程度の力で動作が止まるようトルク設定されており，これまでの点検結果からも割れは確認されていない。

手動弁については，開操作時に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っており，これまでの点検結果からも割れは確認されていない。

空気作動弁については，作動空気圧が小さいため，バックシート部へ過負荷はかからない。

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難いことから，高経年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. 連絡管及び蒸発管の高サイクル疲労割れ〔ボイラ本体〕

代表機器同様，ボイラ本体の連絡管及び蒸発管は，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，目視点検を行い，健全性を確認しており，これまで割れは確認されていない。

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. 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]

代表機器同様, 小口径配管のソケット溶接部は, ポンプの機械, 流体振動による繰り返し応力により高サイクル疲労割れの発生が想定されるが, これまでの点検結果から高サイクル疲労割れは確認されていない。

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。

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ことから, 高経年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. 安全弁 (機付) スプリングのへたり [ボイラ本体 (安全弁)]

代表機器同様, 安全弁の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, 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, へたりの進行の可能性は小さい。

また, へたりは動作確認等により検知可能であり, これまでに有意なへたり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ことから, 高経年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. 汽水胴等のクリープ [ボイラ本体]

代表機器同様, ボイラ本体の汽水胴, 水胴, 火炉, 連絡管, 管寄せ, 蒸発管, 下降管, パーナにはクリープが想定されるが, 補助ボイラ設備における蒸気側の最高使用温度は204℃, 燃焼空気側の排気温度は約300℃であり, 鋼材がクリープを発生する温度(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。また, 目視点検又は浸透探傷試験を行い, 健全性を確認しており, これまでクリープによる有意な変形は確認されていない。

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ことから, 高経年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. 基礎ボルトの腐食 (全面腐食) [ボイラ本体, 給水ポンプ]

代表機器同様, 基礎ボルトの腐食については, 「10 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) 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 (日常劣化管理事象以外)

代表機器同様, 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

9 廃棄物処理設備

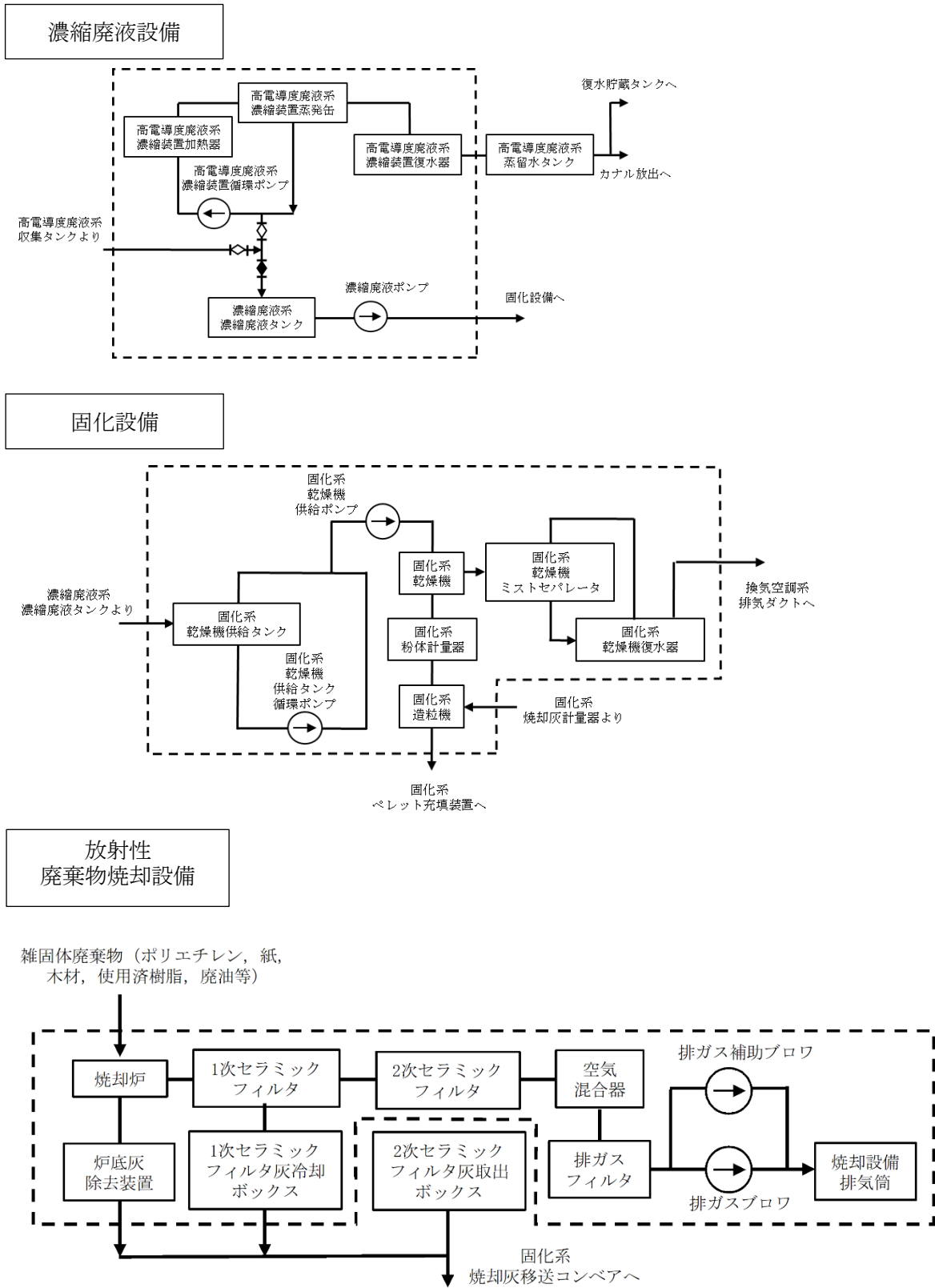
[対象機器]

- ・ 濃縮廃液設備
- ・ 固化設備
- ・ 放射性廃棄物焼却設備

目 次

1. 対象機器	9-1
2. 廃棄物処理設備の技術評価	9-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	9-2
2.1.1 濃縮廃液設備	9-2
2.1.2 固化設備	9-11
2.1.3 放射性廃棄物焼却設備	9-23
2.2 経年劣化事象の抽出	9-37
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	9-37
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	9-37
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	9-38

本評価書の評価対象を図1に示す。



点線内：本評価書における評価対象範囲

図1 廃棄物処理設備概略図

1. 対象機器

廃棄物処理設備の主な仕様を表 1-1 に示す。

表 1-1 廃棄物処理設備の主な仕様

名称 (系統数)	仕様	重要度*1	運転状態	使用条件	
				最高使用圧力*3 (MPa)	最高使用温度*3 (°C)
濃縮廃液設備 (2)	約 2.09 MW*4	高*2	連続	約 1.37	173
固化設備 (1)	0.1 m ³ /個*5	高*2	連続	約 1.57	204
放射性廃棄物 焼却設備 (1)	約 0.46 MW*6	高*2	連続	約 0.01	1100

*1：最上位の重要度を示す

*2：最高使用温度が 95 °C を超え、又は最高使用圧力が 1,900 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

*3：系統内において、最高の圧力及び温度を示す

*4：高電導度廃液系濃縮装置 1 基当たりの蒸発熱量を示す

*5：粉体計量器 1 基当たりの容量を示す

*6：焼却炉 1 基当たりの発熱量を示す

2. 廃棄物処理設備の技術評価

本章では、以下の廃棄物処理設備について技術評価を実施する。

- ・ 濃縮廃液設備
- ・ 固化設備
- ・ 放射性廃棄物焼却設備

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 濃縮廃液設備

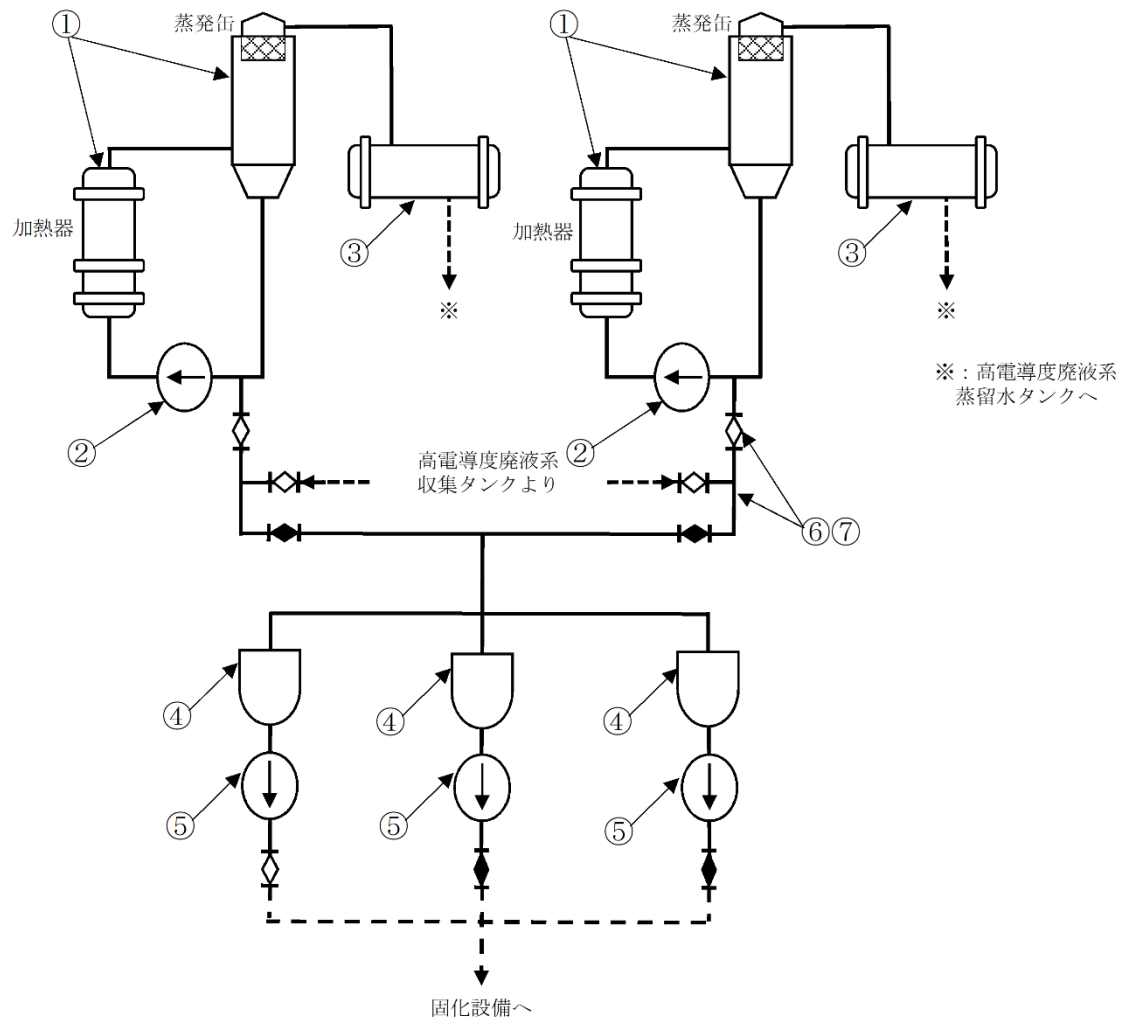
(1) 構造

濃縮廃液設備は、廃液を濃縮、循環する高電導度廃液系濃縮装置（高電導度廃液系濃縮装置加熱器、高電導度廃液系濃縮装置蒸発缶）と高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ、高電導度廃液系濃縮装置（高電導度廃液系濃縮装置蒸発缶）より蒸発した蒸気の湿分を分離するデミスタ、蒸気を凝縮回収する高電導度廃液系濃縮装置復水器等から構成されている。

濃縮廃液設備の構成図を図 2.1-1 に、各機器の構造図を図 2.1-2～6 に示す。

(2) 材料及び使用条件

濃縮廃液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	高電導度廃液系濃縮装置
②	高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ
③	高電導度廃液系濃縮装置復水器
④	濃縮廃液系濃縮廃液タンク
⑤	濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ
⑥	配管, 弁
⑦	配管サポート

図 2.1-1 濃縮廃液設備構成図

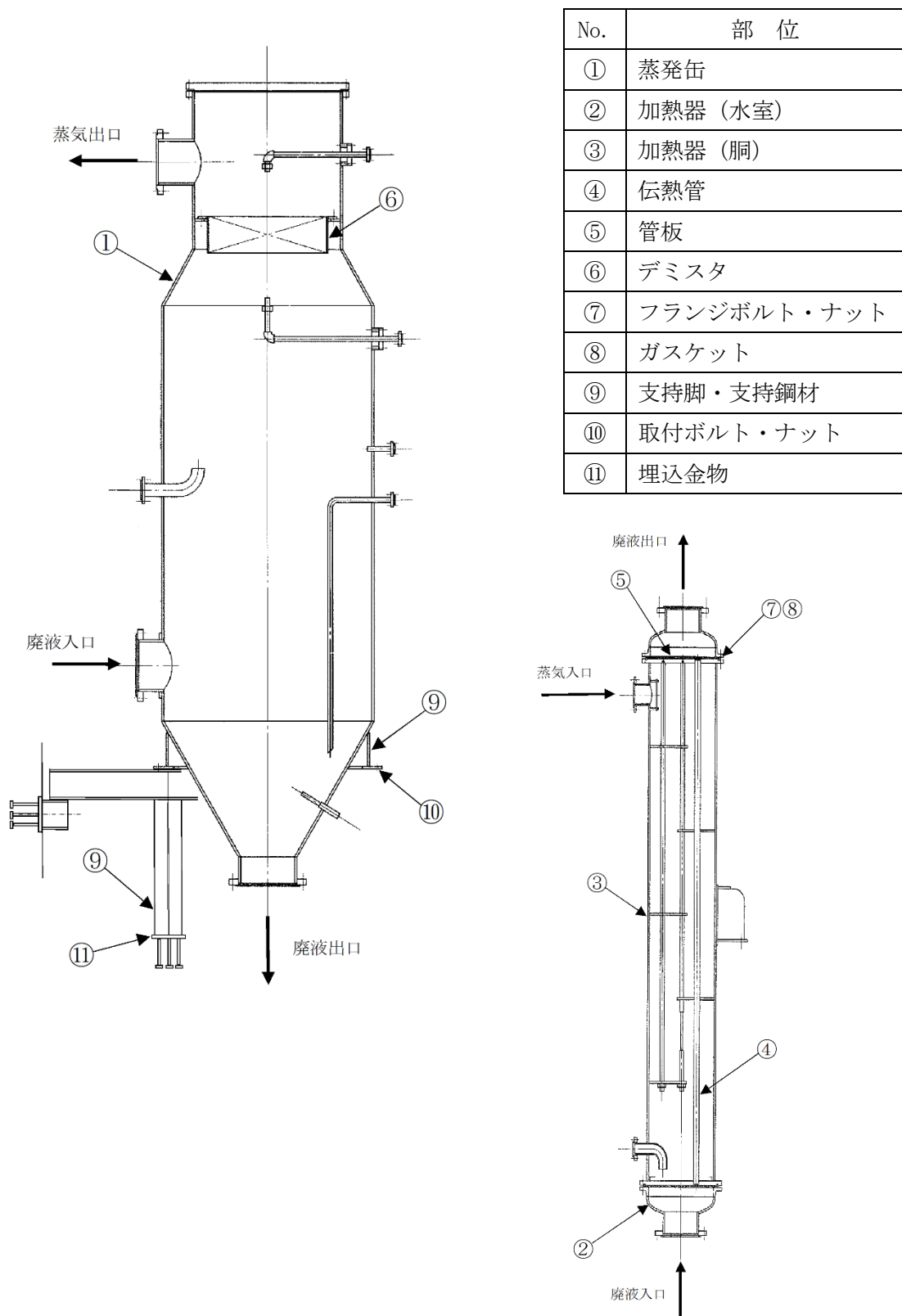


図 2. 1-2 高電導度廃液系濃縮装置構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	ケーシングボルト
③	主軸
④	羽根車
⑤	メカニカルシール
⑥	Oリング
⑦	ベース
⑧	基礎ボルト

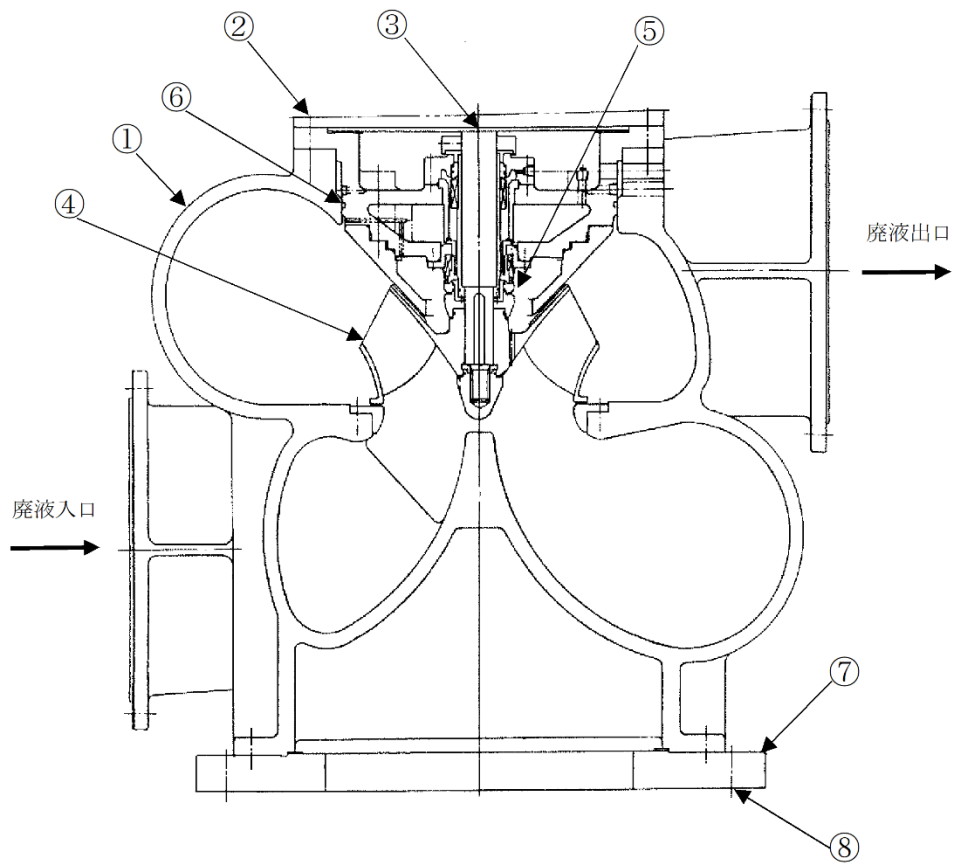


図 2.1-3 高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ構造図

No.	部 位
①	水室
②	胴
③	伝熱管
④	管板
⑤	フランジボルト・ナット
⑥	ガスケット
⑦	支持脚
⑧	基礎ボルト

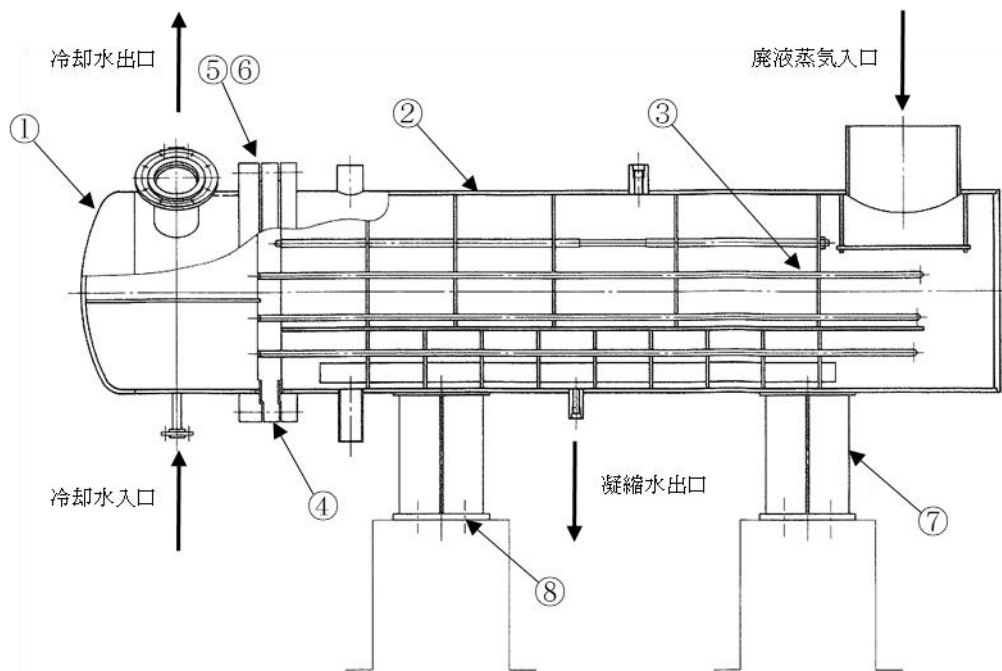
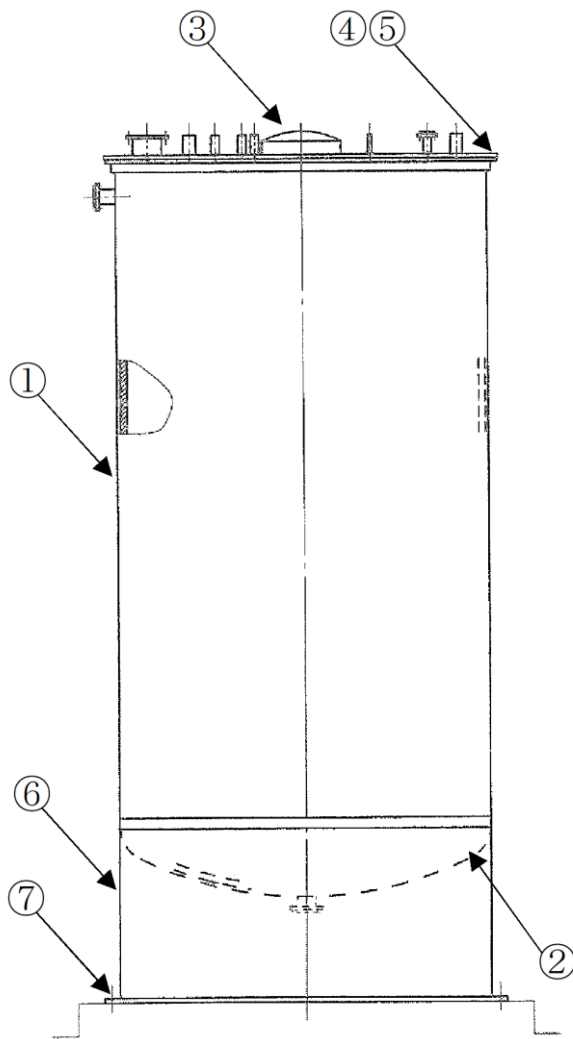


図 2.1-4 高電導度廃液系濃縮装置復水器構造図



No.	部 位
①	胴板
②	鏡板
③	マンホール蓋
④	フランジボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	支持鋼材
⑦	基礎ボルト

図 2.1-5 濃縮廃液系濃縮廃液タンク構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	ケーシングボルト
③	主軸
④	羽根車
⑤	メカニカルシール
⑥	軸受 (ころがり)
⑦	Oリング
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

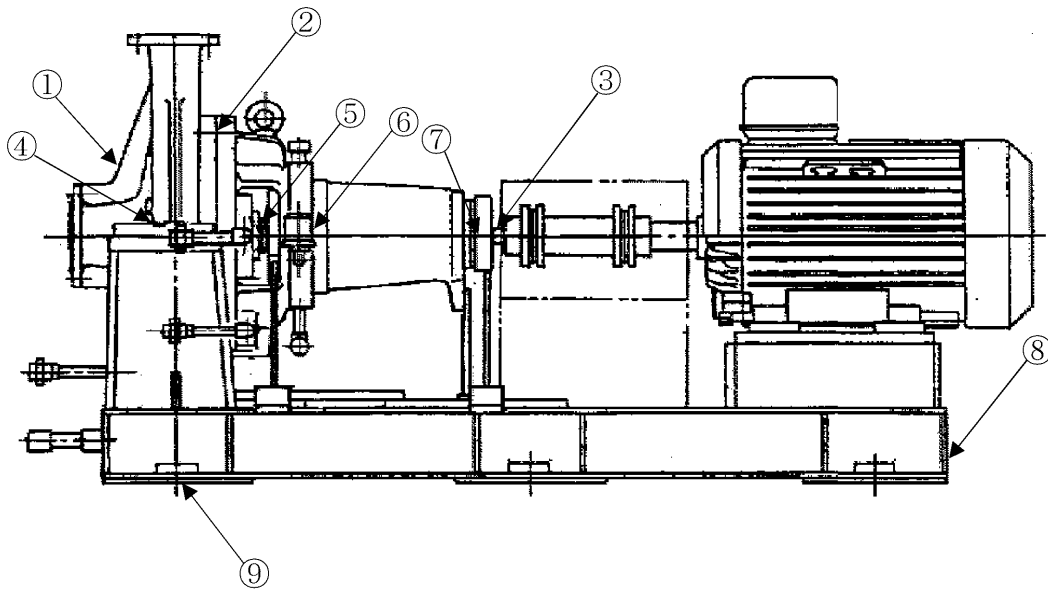


図 2.1-6 濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ構造図

表 2.1-1 (1 / 2) 濃縮廃液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	高電導度廃液系濃縮装置	蒸発缶	チタン (TP35H)
		加熱器 (水室)	チタン (TP35H)
		加熱器 (胴)	チタン (TP35H)
		伝熱管	チタン (TTH35W)
		管板	チタン (TP35H)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (SS41)
		ガスケット	(消耗品)
	高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ	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)
		主軸	ステンレス鋼 (SUS316L)
		羽根車	ステンレス鋳鋼 (SCS16)
		メカニカルシール	(消耗品)
		Oリング	(消耗品)
	高電導度廃液系濃縮装置復水器	水室	炭素鋼 (SM41A)
		胴	ステンレス鋼 (SUS304)
		伝熱管	ステンレス鋼 (SUS304TB)
		管板	ステンレス鋼 (SUS304)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (S30C, S25C)
		ガスケット	(消耗品)
	濃縮廃液系濃縮廃液タンク	胴板	炭素鋼 (SM41A) (樹脂内張)
		鏡板	炭素鋼 (SM41A) (樹脂内張)
		マンホール蓋	ステンレス鋼 (SUS316L)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (SS41, SS34)
		ガスケット	(消耗品)
	濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ	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)
		主軸	ステンレス鋼 (SUS316L)
		羽根車	ステンレス鋳鋼 (SCS16)
		メカニカルシール	(消耗品)
		軸受 (ころがり)	(消耗品)
		Oリング	(消耗品)
配管・弁		ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼	

表 2.1-1 (2/2) 濃縮廃液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
機器の支持	支持脚	炭素鋼 (SM41A), チタン (TP35H)
	支持鋼材	炭素鋼 (SM41A)
	取付ボルト・ナット	炭素鋼 (SS41)
	埋込金物	炭素鋼
	配管サポート	炭素鋼
	サポート取付ボルト・ナット	炭素鋼
	ベース	炭素鋼 (SS41)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS41)

表 2.1-2 濃縮廃液設備の使用条件

機 器 名 称		内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
高電導度廃液系濃縮装置	加熱器	水室側：廃液 胴側：蒸気	水室側：約 0.15 胴側：約 0.44	水室側：127 胴側：173
	蒸発缶	廃液	約 0.15	127
高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ		廃液	約 0.25	139
高電導度廃液系濃縮装置復水器		水室側：冷却水 (防錆剤入り) 胴側：廃液蒸気	水室側：約 1.18 胴側：静水頭	水室側：70 胴側：105
濃縮廃液系濃縮廃液タンク		廃液	静水頭	100
濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ		廃液	約 1.37	100

2.1.2 固化設備

(1) 構造

固化設備は、濃縮廃液及び廃スラッジを貯留する乾燥機供給タンク、混合、循環する乾燥機供給タンク循環ポンプ、移送する乾燥機供給ポンプ、乾燥粉体化する乾燥機、乾燥機からの蒸気中のミストを取り除く乾燥機ミストセパレータ、凝縮水を回収する乾燥機復水器、粉体を計量する粉体計量器、粉体をペレット化する造粒機から構成されている。

固化設備の構成図を図 2.1-7 に、各機器の構造図を図 2.1-8～15 に示す。

(2) 材料及び使用条件

固化設備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	乾燥機供給タンク
②	乾燥機供給タンク循環ポンプ
③	乾燥機供給ポンプ
④	乾燥機
⑤	乾燥機ミストセパレータ
⑥	乾燥機復水器
⑦	粉体計量器
⑧	造粒機
⑨	配管・弁
⑩	サポート

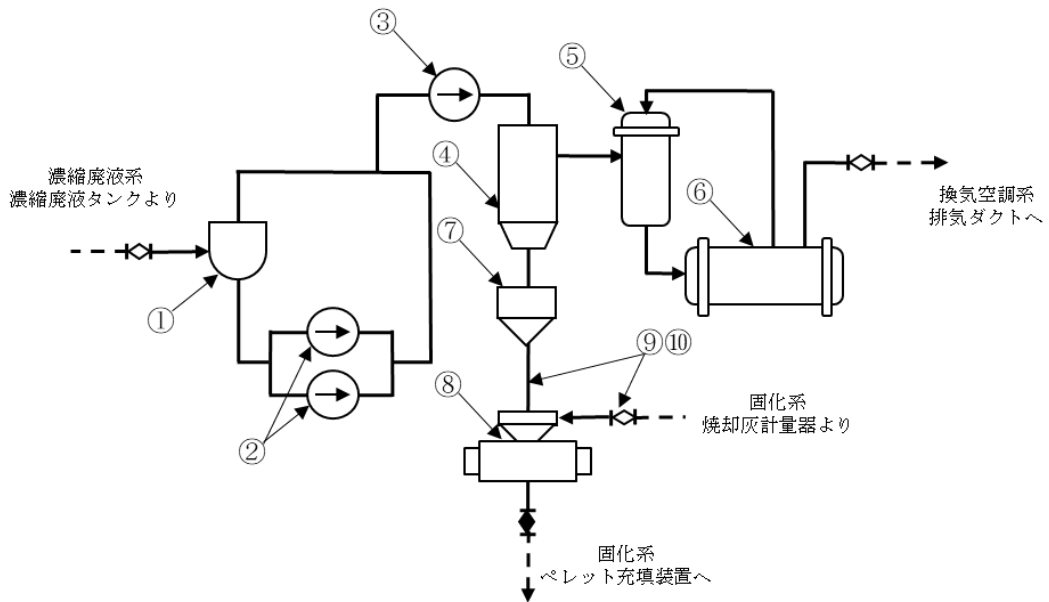


図 2.1-7 固化設備構成図

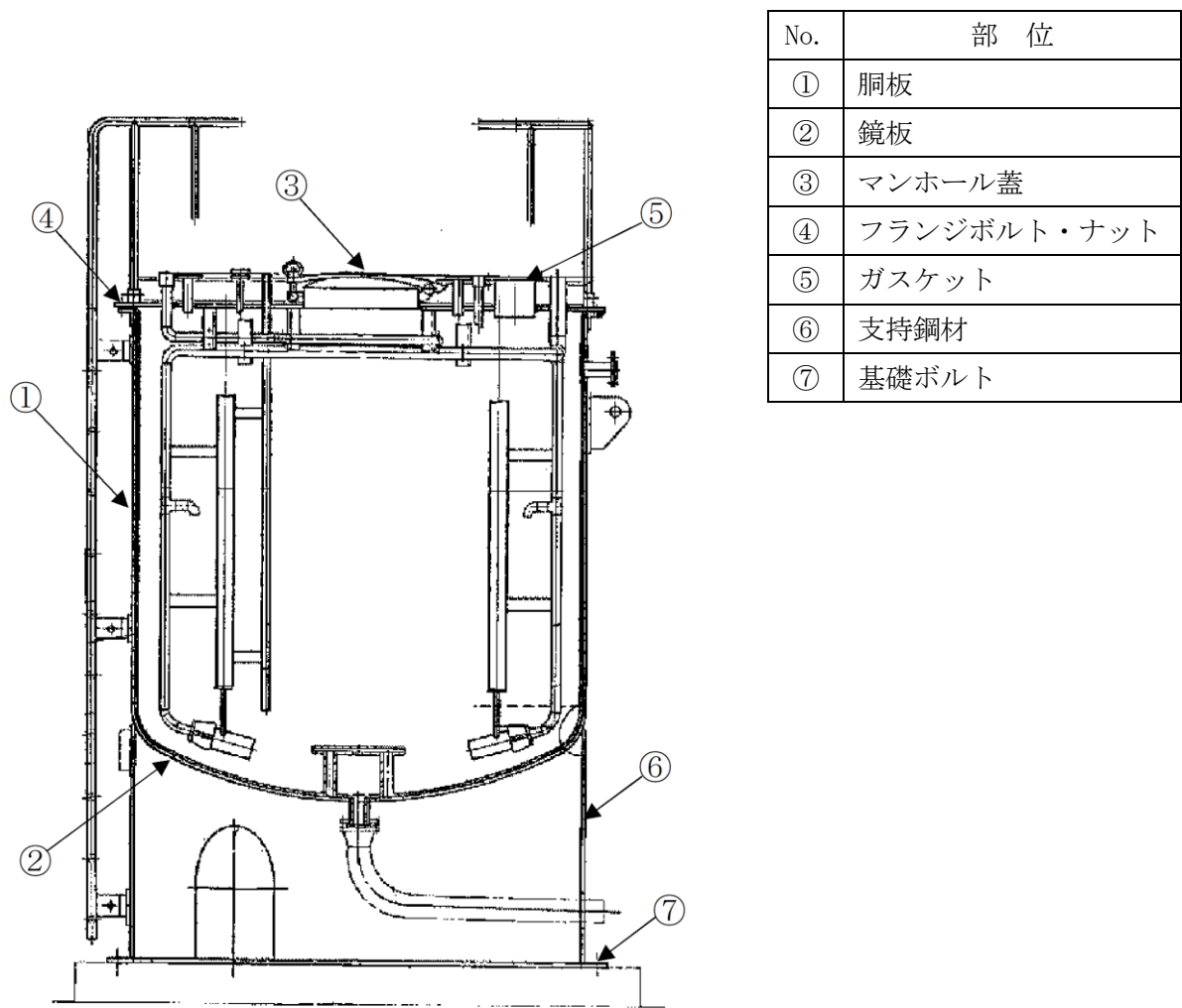


図 2.1-8 乾燥機供給タンク構造図

No.	部 位
①	ケーシング
②	ケーシングボルト
③	主軸
④	羽根車
⑤	メカニカルシール
⑥	軸受（ころがり）
⑦	Oリング
⑧	ベース
⑨	基礎ボルト

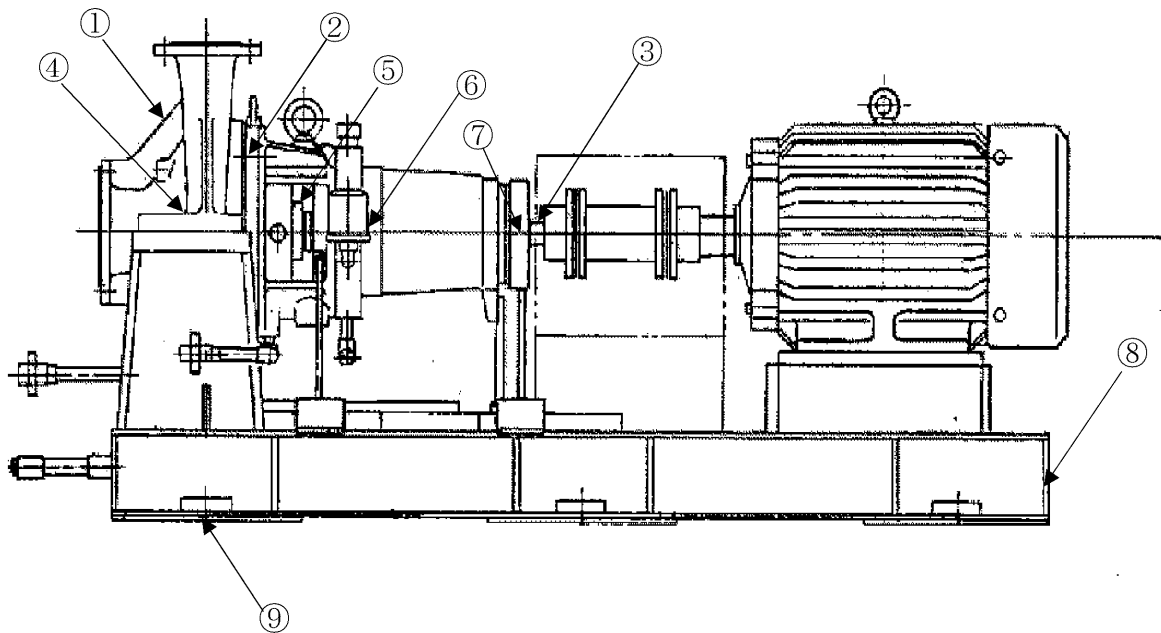
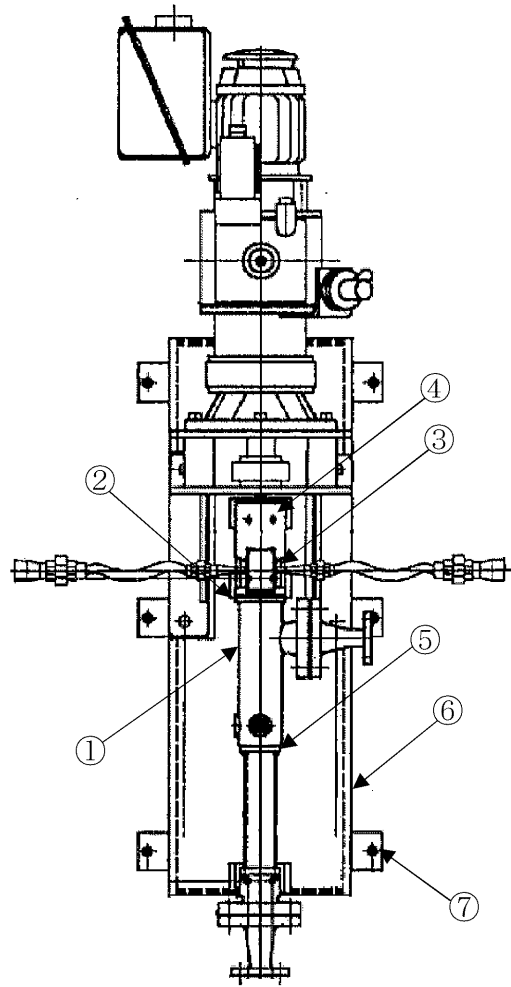
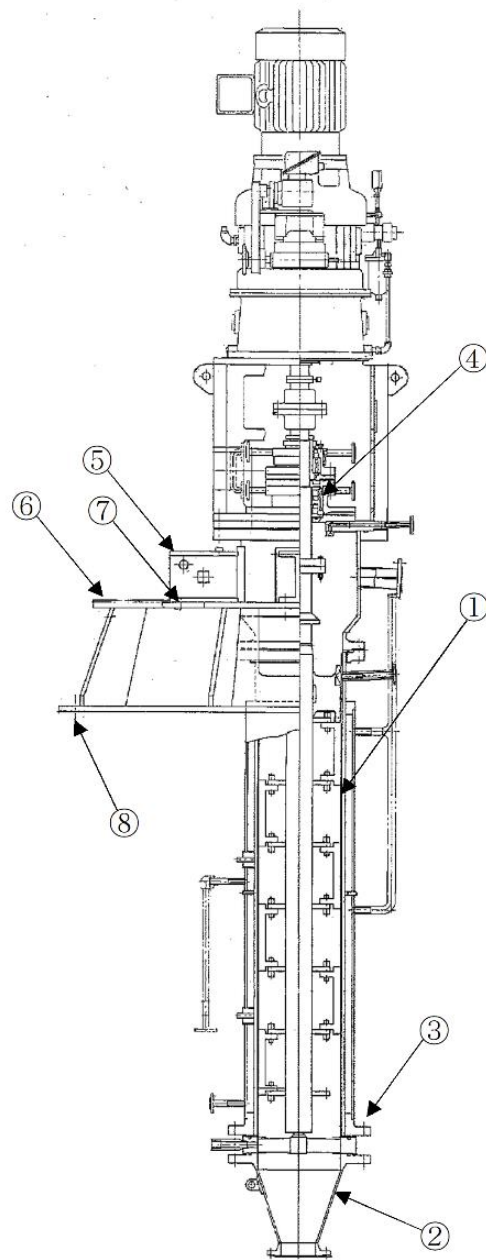


図 2.1-9 乾燥機供給タンク循環ポンプ構造図



No.	部 位
①	ケーシング
②	ケーシングボルト
③	主軸
④	軸受 (ころがり)
⑤	Oリング
⑥	ベース
⑦	取付ボルト・ナット

図 2.1-10 乾燥機供給ポンプ構造図



No.	部 位
①	本体胴側胴板
②	下部円すい胴胴板
③	フランジボルト・ナット
④	メカニカルシール
⑤	支持脚
⑥	支持鋼材
⑦	取付ボルト・ナット
⑧	基礎ボルト

図 2.1-11 乾燥機構造図

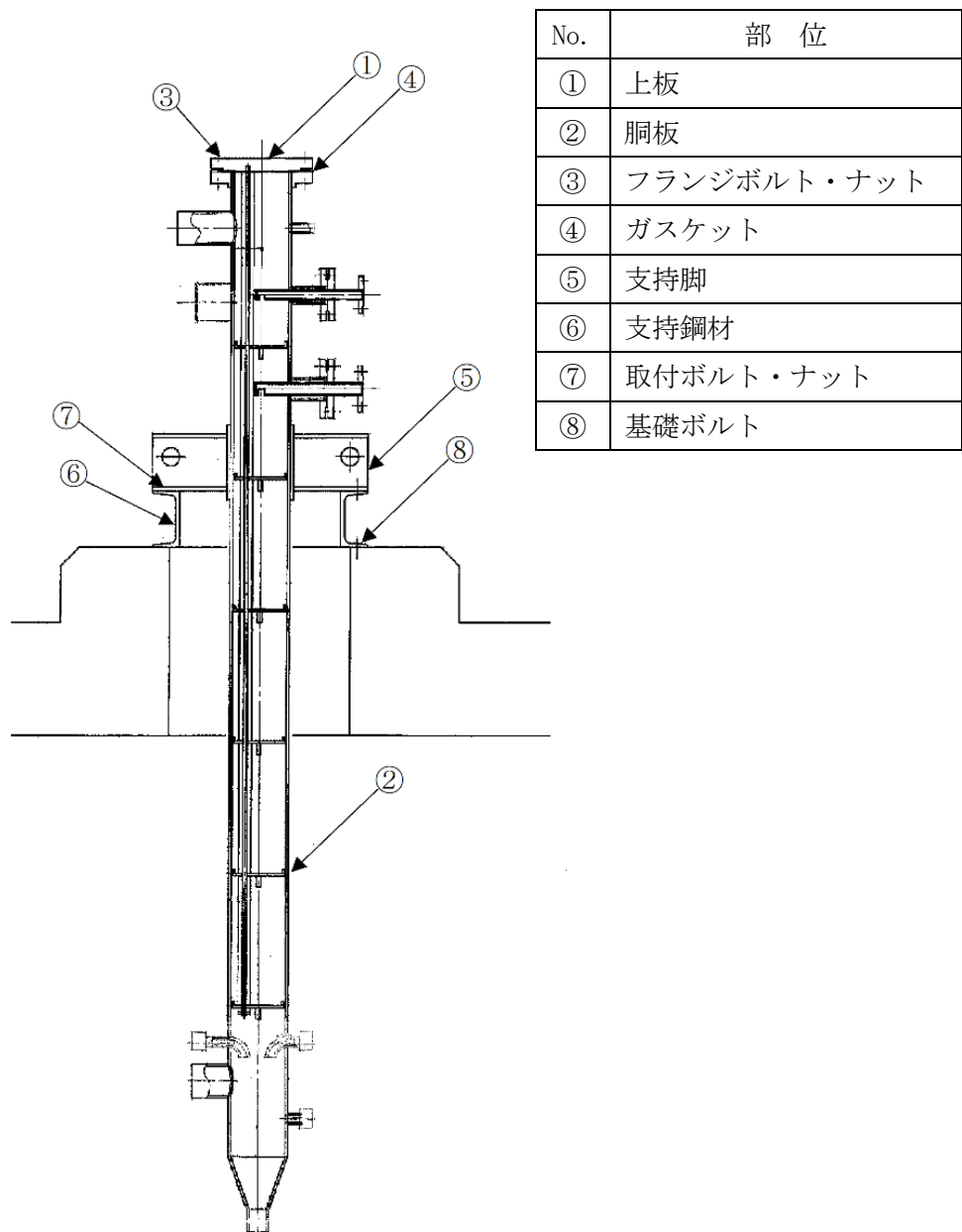


図 2.1-12 乾燥機ミストセパレータ構造図

No.	部 位
①	胴側胴板
②	管側胴板
③	伝熱管
④	管板
⑤	フランジボルト・ナット
⑥	ガスケット
⑦	支持脚
⑧	基礎ボルト

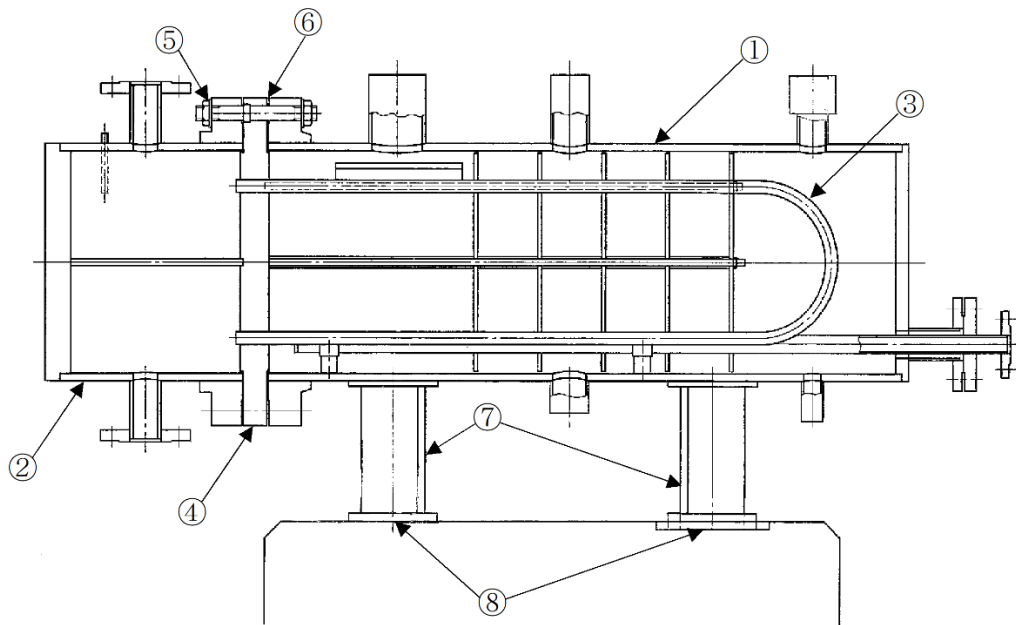
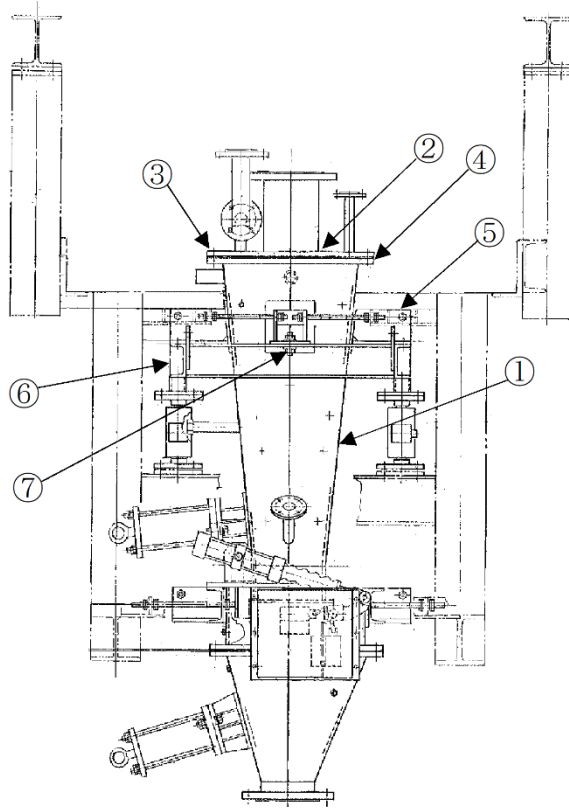


図 2.1-13 乾燥機復水器構造図



No.	部 位
①	胴板
②	平板
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	ラグ
⑥	支持鋼材
⑦	取付ボルト・ナット

図 2.1-14 粉体計量器構造図

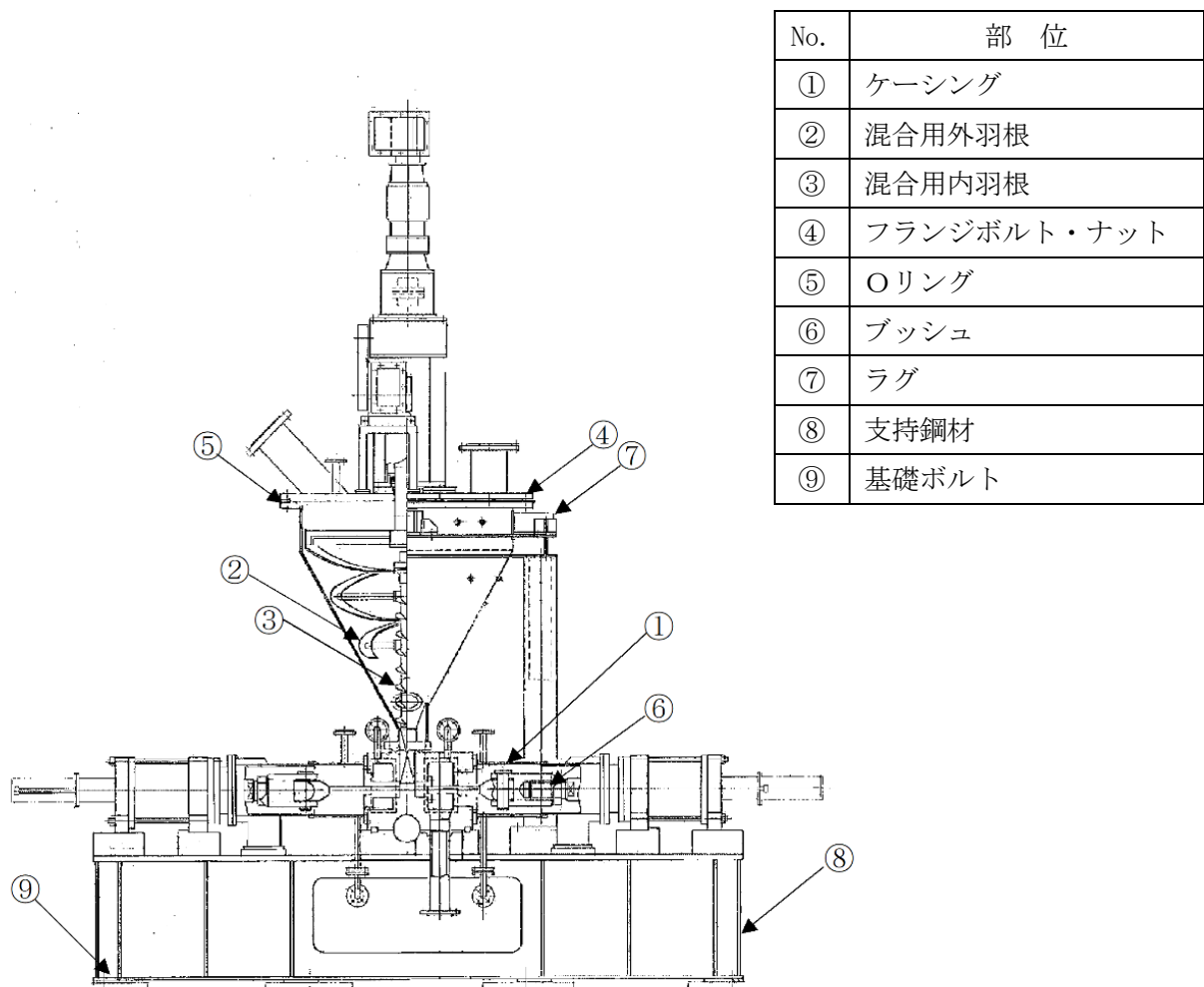


図 2.1-15 造粒機構造図

表 2.1-3 (1/2) 固化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	乾燥機供給タンク	マンホール蓋	ステンレス鋼 (SUS316L)
		胴板	炭素鋼 (SM41A) (樹脂内張)
		鏡板	炭素鋼 (SM41A) (樹脂内張)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (SS41)
		ガスケット	(消耗品)
	乾燥機供給タンク循環ポンプ	主軸	ステンレス鋼 (SUS316L)
		羽根車	ステンレス鋳鋼 (SCS16)
		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	(消耗品)
		軸受 (ころがり)	(消耗品)
		Oリング	(消耗品)
	乾燥機供給ポンプ	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 (SUS304)
		軸受 (ころがり)	(消耗品)
		Oリング	(消耗品)
	乾燥機	本体胴側胴板	炭素鋼 (SGV42) (内面 GNCF1 クラッド)
		下部円すい胴胴板	ステンレス鋼 (SUS16L)
		フランジボルト・ナット	低合金鋼 (SCM435)
		メカニカルシール	(消耗品)
	乾燥機ミストセパレータ	上板	ステンレス鋼 (SUSF316L)
		胴板	ステンレス鋼 (SUS316LTP, SUSF316L)
		フランジボルト・ナット	ステンレス鋼 (SUS304)
		ガスケット	(消耗品)
	乾燥機復水器	胴側胴板	ステンレス鋼 (SUS316LTP)
		管側胴板	炭素鋼 (STPT42)
		伝熱管	ステンレス鋼 (SUS316LTB)
		管板	ステンレス鋼 (SUSF316L)
		フランジボルト・ナット	ステンレス鋼 (SUS304)
ガスケット		(消耗品)	

表 2.1-3 (2/2) 固化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	粉体計量器	胴板	ステンレス鋼 (SUS304)
		平板	ステンレス鋼 (SUS304)
		フランジボルト・ナット	ステンレス鋼 (SUS304)
		ガスケット	(消耗品)
	造粒機	ケーシング	ステンレス鋼 (SUSF304)
		混合用外羽根	ステンレス鋼 (SUS304)
		混合用内羽根	ステンレス鋼 (SUS304)
		フランジボルト・ナット	ステンレス鋼 (SUS304)
		Oリング	(消耗品)
		ブッシュ	(消耗品)
配管・弁		ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼	
機器の支持	支持脚		炭素鋼 (SS41)
	支持鋼材		炭素鋼 (SS41, SM41A)
	取付ボルト・ナット		炭素鋼 (SS41), 低合金鋼 (SCM435)
	ラグ		炭素鋼 (SS41)
	配管サポート		炭素鋼
	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼
	ベース		炭素鋼 (SS41)
	基礎ボルト		炭素鋼 (SS41)

表 2.1-4 固化設備の使用条件

機 器 名 称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
乾燥機供給タンク	廃液	静水頭	100
乾燥機供給タンク循環ポンプ	廃液	約 1.37	100
乾燥機供給ポンプ	廃液	約 1.37	100
乾燥機	胴側：廃液	静水頭	204
	ジャケット側：蒸気	約 1.57	204
乾燥機ミストセパレータ	蒸気	静水頭	105
乾燥機復水器	管側：冷却水 (防錆剤入り)	約 1.18	70
	胴側：蒸気	静水頭	105
粉体計量器	粉体	静水頭	170
造粒機	粉体	静水頭	170

2.1.3 放射性廃棄物焼却設備

(1) 構造

放射性廃棄物焼却設備は、管理区域内で発生する雑固体廃棄物（ポリエチレン、紙、木材）、使用済樹脂、廃油等を焼却、減容処理する設備である。

放射性廃棄物焼却設備は、放射性廃棄物を焼却する焼却炉本体、炉底灰を排出する炉底灰除去装置、焼却炉本体から出た排ガス中の粒子状不純物を除去する1次セラミックフィルタ、未燃のダストを再燃し再除塵する2次セラミックフィルタ、排ガスを冷却する空気混合器、さらに除塵する排ガスフィルタ、排ガスの掃気及び排ガス処理系内の負圧を維持する排ガスブロワ、処理された排ガスを大気放出する排気筒等から構成されている。

放射性廃棄物焼却設備の構成図を図2.1-16に、各機器の構造図を図2.1-17～26に示す。

(2) 材料及び使用条件

放射性廃棄物焼却設備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	焼却炉
②	炉底灰除去装置
③	1次セラミックフィルタ
④	1次セラミックフィルタ 灰冷却ボックス
⑤	2次セラミックフィルタ
⑥	空気混合器
⑦	排ガスフィルタ
⑧	排ガスブロワ
⑨	排ガス補助ブロワ
⑩	排気筒
⑪	配管, 弁
⑫	配管サポート

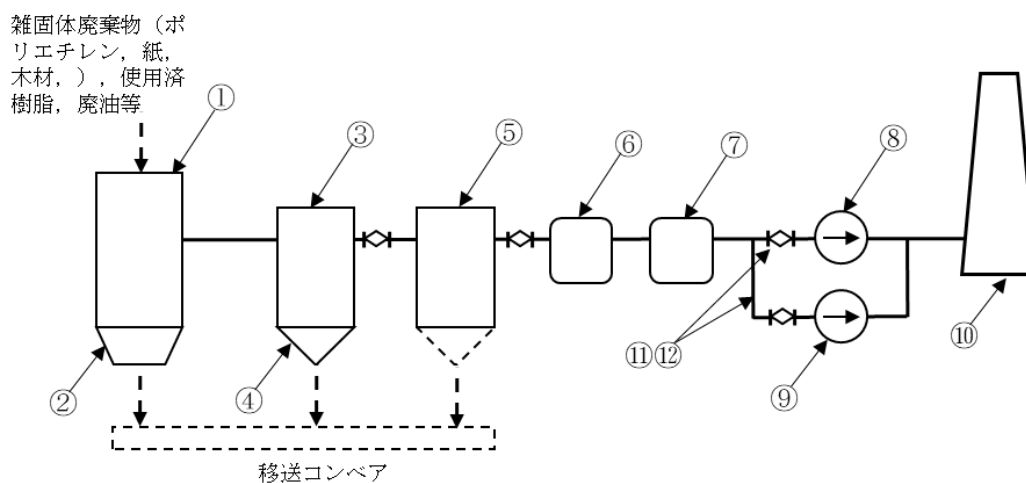
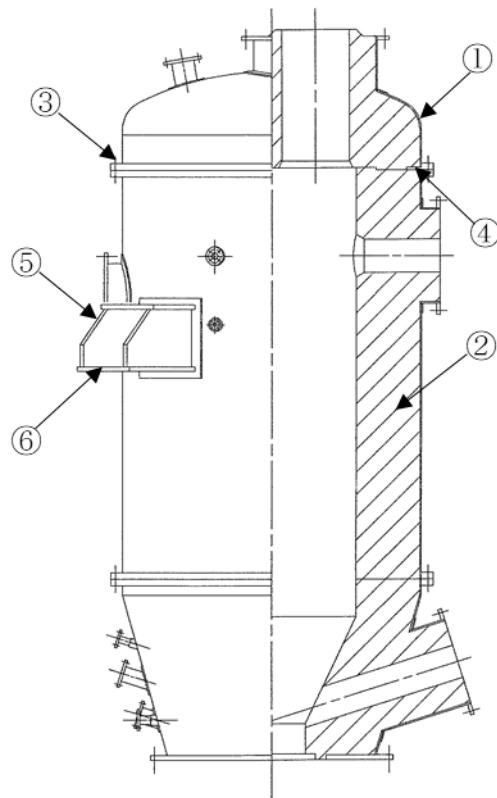


図 2.1-16 放射性廃棄物焼却設備構成図



No.	部 位
①	外殻
②	耐火物
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	支持脚
⑥	基礎ボルト

図 2.1-17 焼却炉構造図

No.	部 位
①	灰取出ボックス
②	耐火物
③	炉底蓋
④	フランジボルト・ナット
⑤	ガスケット
⑥	支持鋼材
⑦	取付ボルト

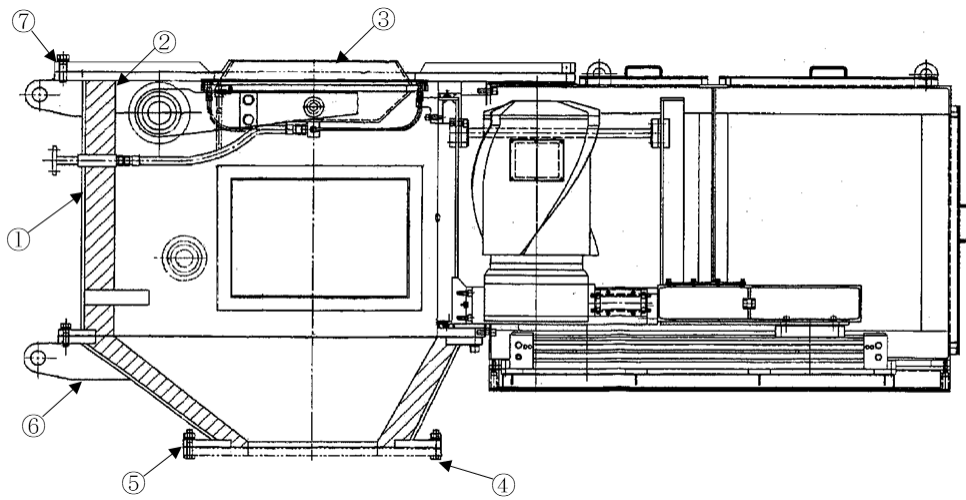
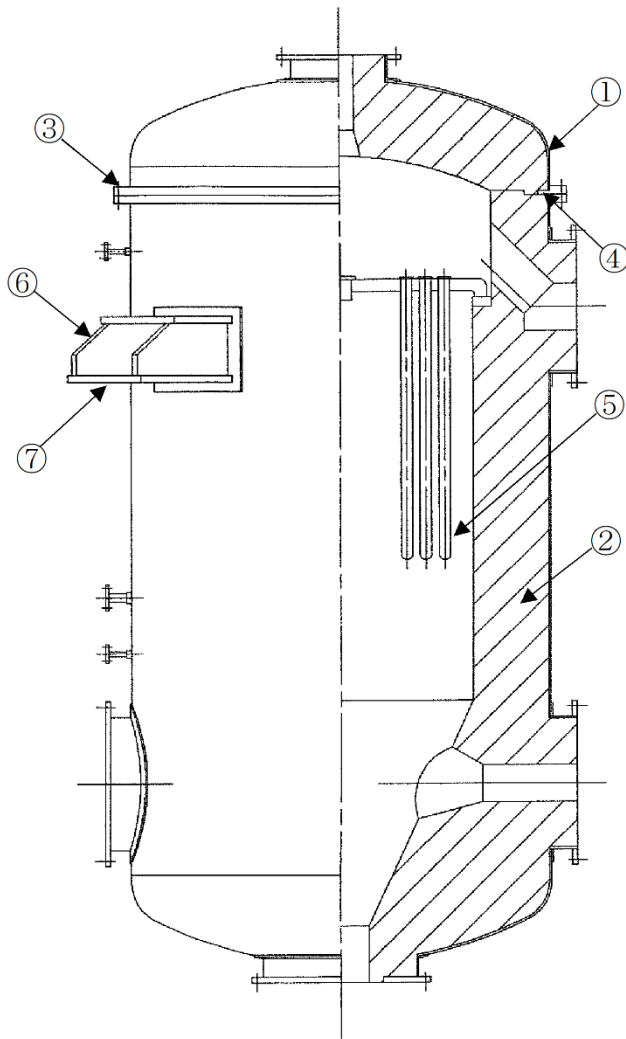


図 2.1-18 炉底灰除去装置構造図



No.	部 位
①	外殻
②	耐火物
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	フィルタエレメント
⑥	支持鋼材
⑦	基礎ボルト

図 2.1-19 1次セラミックフィルタ構造図

No.	部 位
①	灰冷却ボックス
②	耐火物
③	ダンパ
④	フランジボルト・ナット
⑤	ガスケット

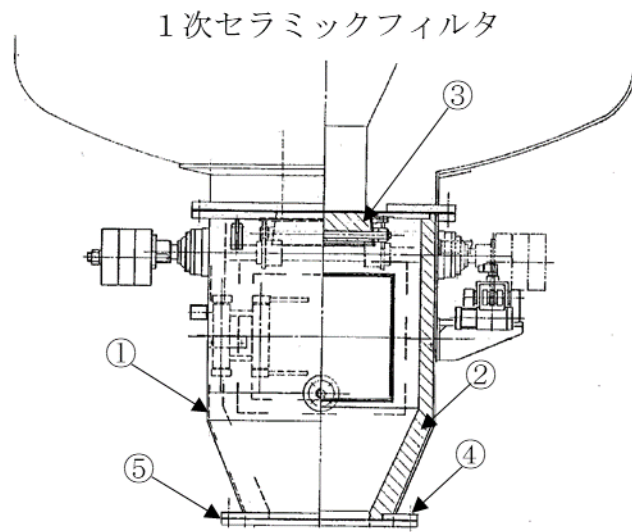
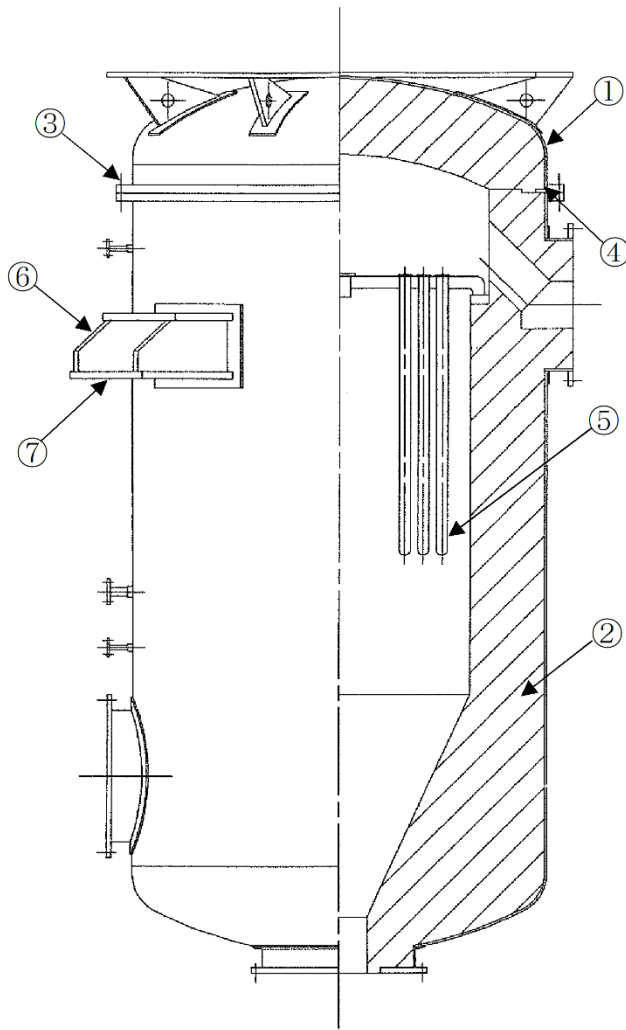


図 2.1-20 1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス構造図



No.	部 位
①	外殻
②	耐火物
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	フィルタエレメント
⑥	支持鋼材
⑦	基礎ボルト

図 2.1-21 2次セラミックフィルタ構造図

No.	部 位
①	外殻
②	耐火物
③	フランジボルト・ナット
④	ガスケット
⑤	支持鋼材

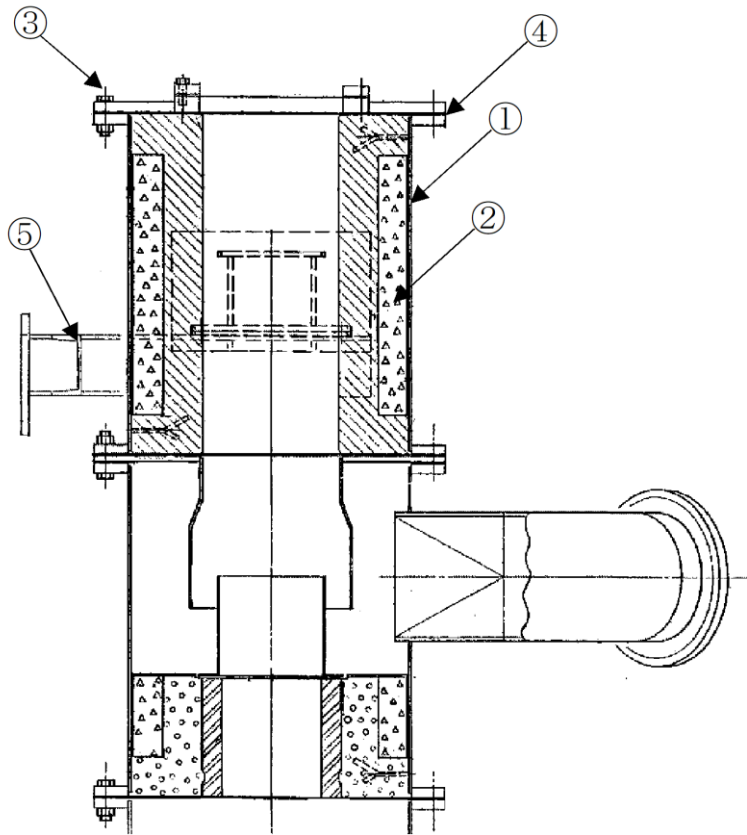
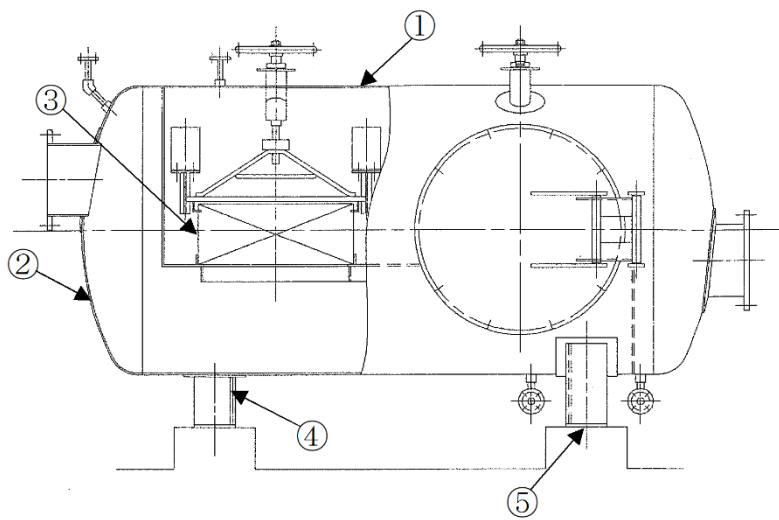
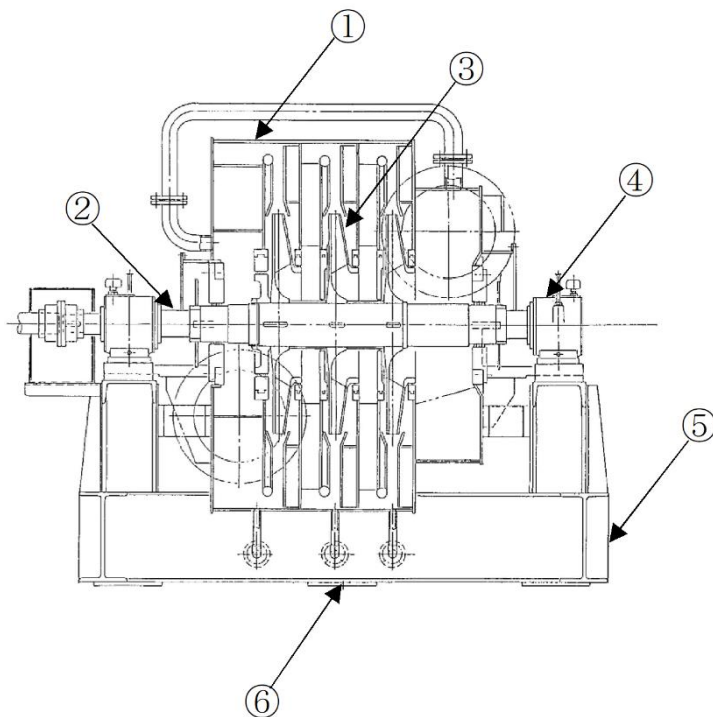


図 2.1-22 空気混合器構造図



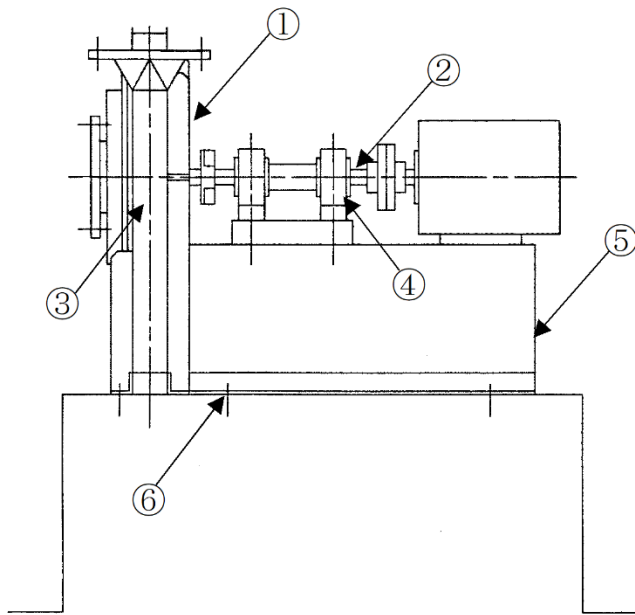
No.	部 位
①	胴
②	鏡板
③	高性能粒子フィルタ
④	支持脚
⑤	基礎ボルト

図 2.1-23 排ガスフィルタ構造図



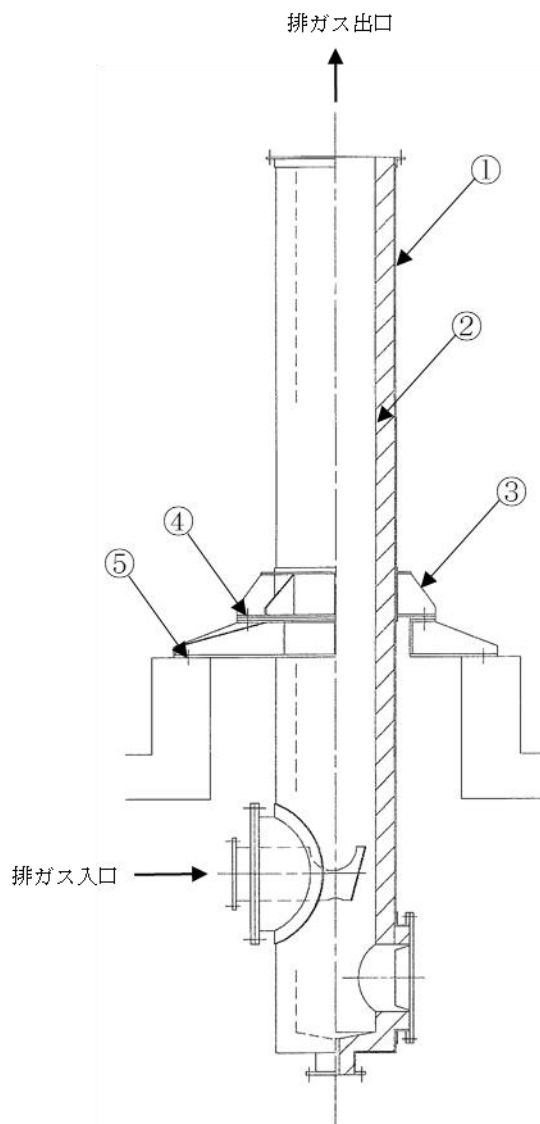
No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	軸受 (転がり)
⑤	ベース
⑥	基礎ボルト

図 2.1-24 排ガスブロワ構造図



No.	部 位
①	ケーシング
②	主軸
③	羽根車
④	軸受 (転がり)
⑤	ベース
⑥	基礎ボルト

図 2.1-25 排ガス補助ブロワ構造図



No.	部 位
①	外殻
②	内壁
③	支持鋼材
④	取付ボルト
⑤	基礎ボルト

図 2.1-26 排気筒構造図

表 2.1-5 (1 / 2) 放射性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 (MX-200), 耐熱鋳鋼 (H-34)
	炉底灰除去装置	耐火物	耐火キャストブル
	1次セラミックフィルタ	耐火物	耐火キャストブル, 耐火煉瓦
	1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス	耐火物	耐火キャストブル
	2次セラミックフィルタ	耐火物	耐火キャストブル, 耐火煉瓦
	空気混合器	耐火物	耐火キャストブル, 耐火煉瓦
	排ガスブロワ	羽根車	
主軸			ステンレス鋼 (SUS630)
バウンダリの維持	焼却炉	外殻	炭素鋼 (SS41) (耐火物内張)
		耐火物	耐火煉瓦 (MX-200), 耐熱鋳鋼 (H-34)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (SS41) (ユニクロメッキ)
		ガスケット	(消耗品)
	炉底灰除去装置	灰取出ボックス	炭素鋼 (SS400) (耐火物内張)
		耐火物	耐火キャストブル
		炉底蓋	ステンレス鋼 (SUS304) (耐火物内張)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (SS400) (ユニクロメッキ)
		ガスケット	(消耗品)
	1次セラミックフィルタ	外殻	炭素鋼 (SS41) (耐火物内張)
		耐火物	耐火キャストブル, 耐火煉瓦
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (SS41)
		ガスケット	(消耗品)
		フィルタエレメント	(消耗品)
	1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス	灰冷却ボックス	炭素鋼 (SS41) (耐火物内張), ステンレス鋼 (SUS304) (耐火物内張)
		耐火物	耐火キャストブル
		ダンパ	ステンレス鋼 (SUS304) (耐火物内張)
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (SS41)
		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) (耐火物内張)
耐火物		耐火キャストブル, 耐火煉瓦	
フランジボルト・ナット		炭素鋼 (SS41)	
ガスケット		(消耗品)	
フィルタエレメント		(消耗品)	

表 2.1-5 (2/2) 放射性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
バウンダリの維持	空気混合器	外殻	炭素鋼 (SS41, STPY41, STPG38)
		耐火物	耐火キャストブル, 耐火煉瓦
		フランジボルト・ナット	炭素鋼 (SS41)
		ガスケット	(消耗品)
	排ガスフィルタ	胴	ステンレス鋼 (SUS304)
		鏡板	ステンレス鋼 (SUS304)
		高性能粒子フィルタ	(消耗品)
	排ガスブロワ	ケーシング	炭素鋼 (SS41)
		主軸	ステンレス鋼 (SUS630)
		羽根車	ステンレス鋼 (YU170)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
	排ガス補助ブロワ	ケーシング	炭素鋼 (SS41)
		主軸	ステンレス鋼 (SUS316)
		羽根車	ステンレス鋼 (SUS316L)
		軸受 (転がり)	(消耗品)
	排気筒	外殻	炭素鋼 (SS41)
		内壁	杭火石
	配管・弁		炭素鋼 (耐火物内張), ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼
	機器の支持	支持脚・支持鋼材	
ベース		炭素鋼 (SS41)	
配管サポート		炭素鋼	
サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼	
取付ボルト		炭素鋼 (SS41)	
基礎ボルト		炭素鋼 (SS41)	

表 2.1-6 放射性廃棄物焼却設備の使用条件

機 器 名 称	内部流体	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)
焼却炉	雑固体廃棄物, 使用済樹脂, 廃油等	約 0.01	1100
炉底灰除去装置	焼却灰	約 0.01	300
1次セラミックフィルタ	ガス (排ガス)	約 0.01	950
1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス	焼却灰	大気圧	300
2次セラミックフィルタ	ガス (排ガス)	大気圧	850
空気混合器	ガス (排ガス)	大気圧	650
排ガスフィルタ	ガス (排ガス)	大気圧	250
排ガスブロワ	ガス (排ガス)	大気圧	300
排ガス補助ブロワ	ガス (排ガス)	大気圧	300
排気筒	ガス (排ガス)	大気圧	300

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

廃棄物処理設備の機能達成に必要な項目は以下のとおり。

- ・ 焼却・除塵機能の確保
- ・ バウンダリの維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

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うえで、個々の部位の材料、構造、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。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

ガスケット、ブッシュ、Oリング、メカニカルシール、軸受（転がり）、フィルタエレメント及び高性能粒子フィルタは消耗品であり、設計時に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うえ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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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（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 [高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ, 濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ, 乾燥機供給ポンプ, 乾燥機供給タンク循環ポンプ, 排ガスブロワ, 排ガス補助ブロワ]

軸受（転がり）を使用している濃縮装置循環ポンプ, 濃縮廃液ポンプ, 乾燥機供給ポンプ, 乾燥機供給タンク循環ポンプ, 排ガスブロワ, 排ガス補助ブロワの主軸については、軸受と主軸の接触面の摩耗が想定されるが、これまでの点検において主軸の目視点検, 寸法測定を行い、有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. 耐火物の減肉 [焼却炉, 炉底灰除去装置, 1次セラミックフィルタ, 1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス, 2次セラミックフィルタ, 空気混合器, 炭素鋼配管・弁]

焼却炉（耐火物）, 炉底灰除去装置（耐火物, 灰取出ボックス, 炉底蓋）, 1次セラミックフィルタ（耐火物）, 1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス（耐火物, 灰取出ボックス, ダンパ）, 2次セラミックフィルタ（耐火物）, 空気混合器（耐火物）及び炭素鋼配管・弁には耐火物が内張りされており、耐火物は焼却時の高温雰囲気下で熔融した焼却灰及びハロゲンガス等により減肉することが想定されるが、目視点検により耐火物の健全性を定期的に確認し、必要に応じて取替等の対応を行うこととしている。

今後もこれらの傾向が変化するとは考え難いことから、高経年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. 耐火物の割れ [焼却炉, 炉底灰除去装置, 1次セラミックフィルタ, 1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス, 2次セラミックフィルタ, 空気混合器, 炭素鋼配管・弁]

焼却炉（耐火物）, 炉底灰除去装置（耐火物, 灰取出ボックス, 炉底蓋）, 1次セラミックフィルタ（耐火物）, 1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス（耐火物, 灰取出ボックス, ダンパ）, 2次セラミックフィルタ（耐火物）, 空気混合器（耐火物）及び炭素鋼配管・弁には耐火物が内張りされており、起動, 停止の温度変化等による耐火物の割れが想定されるが、目視点検により耐火物の健全性を確認し、必要に応じて取替等の対応を行うこととしている。

今後もこれらの傾向が変化するとは考え難いことから、高経年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. 炉底蓋の固着 [炉底灰除去装置]

炉底蓋は焼却灰を排出する際に、開閉操作を実施しているが、ポリエチレン焼却時には炉底に残った灰等により炉底蓋が固着する可能性がある。しかし、開閉操作時に異常の有無は確認可能であること。また、炉底灰除去装置により定期的に清掃を実施していることから、固着が発生する可能性は小さいと判断する。

今後これらの傾向が変化するとは考え難いことから、高経年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. 外殻、灰取出ボックス、灰冷却ボックス及び配管・弁の腐食（全面腐食）[焼却炉、炉底灰除去装置、1次セラミックフィルタ、1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス、2次セラミックフィルタ、空気混合器、炭素鋼配管・弁]

焼却炉（外殻）、炉底灰除去装置（灰取出ボックス）、1次セラミックフィルタ（外殻）、1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス（灰冷却ボックス）、2次セラミックフィルタ（外殻）、空気混合器（外殻）及び炭素鋼配管・弁の内側には耐火物が内張されているが、耐火物が減肉、又は割れが進行すると、焼却時に発生した腐食性ガス（HCl、SO_x 他）が外殻、灰取出ボックス、灰冷却ボックス、配管及び弁まで到達し、温度低下時に排ガスが結露することによる腐食が想定されるが、目視点検により耐火物の健全性を確認し、必要に応じて取替等の対応を行うこととしている。

今後これらの傾向が変化するとは考え難いことから、高経年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、ケーシング、ケーシングボルト、マンホール蓋、胴、鏡板、ケーシングボルト、フランジボルト・ナット、配管及び弁の貫粒型応力腐食割れ [高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ、濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ、濃縮廃液系濃縮廃液タンク、乾燥機供給タンク、乾燥機供給ポンプ、乾燥機供給タンク循環ポンプ、乾燥機ミストセパレータ、乾燥機復水器、粉体計量器、造粒機、排ガスフィルタ、ステンレス鋼配管・弁]

高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ（主軸、ケーシング、ケーシングボルト）、濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ（主軸、ケーシング、ケーシングボルト）、濃縮廃液系濃縮廃液タンク（マンホール蓋）、乾燥機供給タンク（マンホール蓋）、乾燥機供給ポンプ（主軸、ケーシング、ケーシングボルト）、乾燥機供給タンク循環ポンプ（主軸、ケーシング、ケーシングボルト）、乾燥機ミストセパレータ（フランジボルト・ナット）、乾燥機復水器（胴側胴板、フランジボルト・ナット）、粉体計量器（フランジボルト・ナット）、造粒機（フランジボルト・ナット）、排ガスフィルタ（胴、鏡板）及び配管・弁の材料は、ステンレス鋼又はステンレス鋳鋼であることから、大気中の海塩粒子に含まれる塩化物イオンにより外面から貫粒型応力腐食割れの発生が想定される。

貫粒型応力腐食割れに対しては、付着塩分量を維持管理基準（基準値：70 mgCl/m²）以下に管理するため、代表ポイントにおける付着塩分量測定を実施している。また、基準値を超えた場合には清掃を実施することとしており、これまで異常等は確認されていない。

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ことから、高経年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、主軸、胴、上板、鏡板、管板、伝熱管及び配管・弁の腐食（孔食）[高電導度廃液系濃縮装置復水器、高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ、濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ、乾燥機供給ポンプ、乾燥機供給タンク循環ポンプ、乾燥機、乾燥機ミストセパレータ、造粒機、ステンレス鋼配管・弁]

高電導度廃液系濃縮装置復水器（胴、伝熱管、管板）、高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ（主軸、ケーシング、羽根車）、濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ（主軸、ケーシング、羽根車）、乾燥機供給ポンプ（主軸、ケーシング）、乾燥機供給タンク循環ポンプ（主軸、ケーシング）、乾燥機（下部円すい胴胴板）、乾燥機ミストセパレータ（上板、胴板）、造粒機（ケーシング）及び濃縮廃液系配管・弁はステンレス鋼及びステンレス鋳鋼であり、内部流体が廃液蒸気又は廃液であることから、孔食の発生は否定できないが、運転時間が比較的短いことから、孔食の発生する可能性は小さい。

また、これまでの点検結果から有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 蒸発缶、加熱器（水室、胴）、管板、ケーシング、上板、胴、胴板、本体胴側胴板、下部円すい胴胴板、胴側胴板、伝熱管、ラグ、配管・弁及び配管サポートの疲労割れ[高電導度廃液系濃縮装置、高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ、高電導度廃液系濃縮装置復水器、濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ、乾燥機供給タンク循環ポンプ、乾燥機供給ポンプ、乾燥機、乾燥機ミストセパレータ、乾燥機復水器、粉体計量器、造粒機、配管・弁、配管サポート]

高電導度廃液系濃縮装置（蒸発管、加熱器〔水室、胴〕、管板）、高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ（ケーシング）、高電導度廃液系濃縮装置復水器（胴、管板）、濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ（ケーシング）、乾燥機供給タンク循環ポンプ（ケーシング）、乾燥機供給ポンプ（ケーシング）、乾燥機（本体胴側胴板、下部円すい胴胴板）、乾燥機ミストセパレータ（上板、胴板）、乾燥機復水器（胴側胴板、管側胴板、伝熱管、管板）、粉体計量器（ラグ）、造粒機（ラグ）、配管・弁及び配管サポートは、濃縮、固化設備の起動、停止操作に伴い、熱過渡により疲労が蓄積される可能性は否定できないが、起動、停止時において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。

また、高電導度廃液系濃縮装置復水器については、高電導度廃液系濃縮装置にて発生した蒸気を凝縮するため、高電導度廃液系濃縮装置と同様又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。

なお、これまでの目視点検、浸透探傷試験及び漏えい検査から割れは確認されていない。

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ことから、高経年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. 伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗 [高電導度廃液系濃縮装置, 高電導度廃液系濃縮装置復水器, 乾燥機復水器]

伝熱管は外表面を流れる流体により伝熱管が振動することで, 高サイクル疲労割れ及び摩耗の発生が想定されるが, 伝熱管は支持板により適切なスパンで支持されており, 伝熱管の外表面の流体による振動は十分に抑制されているため, 高サイクル疲労割れ及び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も割れ及び有意な摩耗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ことから, 高経年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, ケーシング, 羽根車, 胴, 伝熱管, 管板, マンホール蓋, 下部円すい胴胴板, 上板, 胴板, 鏡板及び配管・弁の粒界型応力腐食割れ [高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ, 高電導度廃液系濃縮装置復水器, 濃縮廃液系濃縮廃液タンク, 濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ, 乾燥機供給タンク, 乾燥機供給タンク循環ポンプ, 乾燥機, 乾燥機ミストセパレータ, 乾燥機復水器, 排ガスフィルタ, 排ガスブロウ, 排ガス補助ブロウ, ステンレス鋼配管・弁]

高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ (主軸, ケーシング, 羽根車), 高電導度廃液系濃縮装置復水器 (胴, 伝熱管, 管板), 濃縮廃液系濃縮廃液タンク (マンホール蓋), 濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ (主軸, ケーシング, 羽根車), 乾燥機供給タンク (マンホール蓋), 乾燥機供給タンク循環ポンプ (主軸, ケーシング, 羽根車), 乾燥機 (下部円すい胴胴板), 乾燥機ミストセパレータ (上板, 胴板), 乾燥機復水器 (胴側胴板, 伝熱管, 管板), 排ガスフィルタ (胴, 鏡板), 排ガスブロウ (羽根車), 排ガス補助ブロウ (羽根車) 及び配管・弁は湿り廃液蒸気, 高温の廃液, ガス (排ガス) 環境であることから, 粒界型応力腐食割れが想定される。

高電導度廃液系濃縮装置復水器 (胴, 伝熱管, 管板), 濃縮廃液系濃縮廃液タンク (マンホール蓋), 濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ (主軸, ケーシング, 羽根車), 乾燥機供給タンク (マンホール蓋), 乾燥機供給タンク循環ポンプ (主軸, ケーシング), 乾燥機ミストセパレータ (上板, 胴板), 乾燥機復水器 (胴側胴板, 伝熱管, 管板) は, 通常使用温度が 100 °C 以下であることから, 粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また, 高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ (主軸, ケーシング, 羽根車), 排ガスブロウ (羽根車), 排ガス補助ブロウ (羽根車) には, 溶接部がないことから熱影響による鋭敏化が生じることはなく, 粒界型応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

さらに, これまでの点検結果からも割れは確認されていない。

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ことから, 高経年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，混合用外羽根及び混合用内羽根の高サイクル疲労割れ [高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ，濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ，乾燥機供給タンク循環ポンプ，乾燥機供給ポンプ，造粒機，排ガスブロワ，排ガス補助ブロワ]

主軸，混合用外羽根及び混合用内羽根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た設計となっており，高サイクル疲労が発生する可能性は小さい。また，これまでの分解点検時の目視点検及び浸透探傷試験において，割れは確認されていない。

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ことから，高経年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. 水室，胴板，鏡板及び本体胴側胴板の腐食（全面腐食） [高電導度廃液系濃縮装置復水器，濃縮廃液系濃縮廃液タンク，乾燥機供給タンク，乾燥機]

高電導度廃液系濃縮装置復水器（水室），濃縮廃液系濃縮廃液タンク（胴板，鏡板），乾燥機供給タンク（胴板，鏡板）及び乾燥機（本体胴側胴板）は炭素鋼であり，液体と接していることから，腐食の発生が想定される。

しかし，高電導度廃液系濃縮装置復水器（水室）の内部流体は冷却水（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，濃縮廃液系濃縮廃液タンク（胴板，鏡板）及び乾燥機供給タンク（胴板，鏡板）はライニングが施されており，乾燥機（本体胴側胴板）はニッケル基合金によるクラッド処理が施されているため腐食が発生する可能性は小さい。

なお，これまでの点検結果から有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. フランジボルト・ナットの腐食（全面腐食） [高電導度廃液系濃縮装置，高電導度廃液系濃縮装置復水器，濃縮廃液系濃縮廃液タンク，乾燥機供給タンク，乾燥機，焼却炉，炉底灰除去装置，1次セラミックフィルタ，1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス，2次セラミックフィルタ，空気混合器]

高電導度廃液系濃縮装置，高電導度廃液系濃縮装置復水器，濃縮廃液系濃縮廃液タンク，乾燥機供給タンク，乾燥機，焼却炉，炉底灰除去装置，1次セラミックフィルタ，1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス，2次セラミックフィルタ及び空気混合器のフランジボルト・ナットは炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食の発生が想定されるが，屋内空調環境に設置されており，腐食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有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 外殻の腐食（全面腐食）[排気筒]

排気筒の外殻は炭素鋼であり、内部流体はガス（排ガス）であることから、腐食の発生が想定されるが、外殻内面には耐酸ライニング及び抗火石を内張りすること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、これまでの点検結果から有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 支持脚、支持鋼材、ラグ、ベース及び取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[共通]

支持脚、支持鋼材、ラグ、ベース及び取付ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食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有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 埋込金物の腐食（全面腐食）[高電導度廃液系濃縮装置、配管]

埋込金物は炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、大気接触部は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からは有意な腐食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ことから、高経年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. 配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットの腐食（全面腐食）[共通]

配管サポート及びサポート取付ボルト・ナットは炭素鋼であり、腐食の発生が想定されるが、表面は塗装が施され、必要に応じて補修を行うこととしているため、腐食が発生する可能性は小さい。

また、これまでの目視点検結果からは有意な腐食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ことから、高経年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. ケーシング、主軸及び羽根車の腐食（全面腐食）[高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ、濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ、乾燥機供給ポンプ、乾燥機供給タンク循環ポンプ、排ガスブロワ、排ガス補助ブロワ]

高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ（ケーシング）、濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ（ケーシング）、乾燥機供給ポンプ（ケーシング）、乾燥機供給タンク循環ポンプ（ケーシング）、排ガスブロワ（ケーシング、羽根車）及び排ガス補助ブロワ（ケーシング、羽根車）は、廃液、濃縮廃液及びガス（排ガス）と接しており、腐食の発生が想定される。

しかし、これまでの点検結果から有意な腐食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ことから、高経年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. 外殻、灰冷却ボックス及びケーシングの腐食（外面腐食）[焼却炉，炉底灰除去装置，1次セラミックフィルタ，1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス，2次セラミックフィルタ，空気混合器，排ガスブロウ，排ガス補助ブロウ]

焼却炉（外殻），炉底灰除去装置（灰取出ボックス），1次セラミックフィルタ（外殻），1次セラミックフィルタ灰冷却ボックス（灰冷却ボックス），2次セラミックフィルタ（外殻），空気混合器（外殻），排ガスブロウ（ケーシング）及び排ガス補助ブロウ（ケーシング）は炭素鋼であり，外面腐食の発生が想定されるが，大気接触部は塗装が施され，必要に応じて補修を行うこととしているため，腐食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有意な腐食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ことから，高経年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. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ，高電導度廃液系濃縮装置復水器，濃縮廃液系濃縮廃液タンク，濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ，乾燥機供給タンク，乾燥機供給タンク循環ポンプ，乾燥機，乾燥機ミストセパレータ，乾燥機復水器，造粒機，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，排ガスブロウ，排ガス補助ブロウ，排気筒]

基礎ボルトの腐食については，「10 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) 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（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) 廃棄物処理設備（濃縮廃液設備）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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
バウンダリの維持	高電導度 廃液系 濃縮装置	蒸発缶		チタン			△				*1: 貫粒型応力腐食割れ *2: 孔食 *3: 高サイクル疲労割れ *4: 粒界型応力腐食割れ	
		加熱器（水室）		チタン			△					
		加熱器（胴）		チタン			△					
		伝熱管		チタン	△		△*3					
		管板		チタン			△					
		フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
	高電導度 廃液系 濃縮装置 循環ポンプ	ケーシング		ステンレス鋳鋼		△△*2	△	△*1*4				
		ケーシングボルト		ステンレス鋼				△*1				
		主軸		ステンレス鋼	△	△*2	△*3	△*1*4				
		羽根車		ステンレス鋳鋼		△*2		△*4				
		メカニカルシール	◎									
		Oリング	◎									
	高電導度 廃液系 濃縮装置 復水器	水室		炭素鋼		△						
		胴		ステンレス鋼		△*2	△	△*4				
		伝熱管		ステンレス鋼	△	△*2	△*3	△*4				
		管板		ステンレス鋼		△*2	△	△*4				
		フランジボルト・ナット		炭素鋼		△						
ガスケット		◎										

△：経年劣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) 廃棄物処理設備 (濃縮廃液設備) 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	濃縮廃液系 濃縮廃液 タンク	胴板		炭素鋼*1		△					*1:樹脂内張 *2:貫粒型応力 腐食割れ *3:孔食 *4:粒界型応力 腐食割れ *5:高サイクル疲労 割れ	
		鏡板		炭素鋼*1		△						
		マンホール蓋		ステンレス鋼				△*2*4				
		フランジボルト・ ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
	濃縮廃液系 濃縮廃液 ポンプ	ケーシング		ステンレス鋳鋼		△△*3	△	△*2*4				
		ケーシングボルト		ステンレス鋼				△*2				
		主軸		ステンレス鋼	△	△*3	△*5	△*2*4				
		羽根車		ステンレス鋳鋼		△*3		△*4				
		メカニカルシール	◎									
		軸受 (ころがり)	◎									
	○リング	◎										
	配管・弁		ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼		△*3	△	△*2*4					
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△							
	支持鋼材		炭素鋼		△							
	取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	埋込金物		炭素鋼		△							
	配管サポート		炭素鋼		△	△						
	サポート取付ボルト・ナット		炭素鋼		△							
	ベース		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼		△							

△：経年劣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) 廃棄物処理設備 (固化設備) 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	乾燥機供給 タンク	マンホール蓋		ステンレス鋼				△ ^{*2*4}			*1:樹脂内張 *2:貫粒型応力 腐食割れ *3:孔食 *4:粒界型応力 腐食割れ *5:高サイクル疲労 割れ	
		胴板		炭素鋼 ^{*1}		△						
		鏡板		炭素鋼 ^{*1}		△						
		フランジボルト・ナ ット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
	乾燥機供給 タンク循環 ポンプ	主軸		ステンレス鋼	△	△ ^{*3}	△ ^{*5}	△ ^{*2*4}				
		羽根車		ステンレス鋳鋼				△ ^{*4}				
		ケーシング		ステンレス鋳鋼		△△ ^{*3}	△	△ ^{*2*4}				
		ケーシングボルト		ステンレス鋼				△ ^{*2}				
		メカニカルシール	◎									
		軸受 (ころがり)	◎									
	乾燥機供給 ポンプ	主軸		ステンレス鋼	△	△ ^{*3}	△ ^{*5}	△ ^{*2}				
		ケーシング		ステンレス鋳鋼		△△ ^{*3}	△	△ ^{*2}				
		ケーシングボルト		ステンレス鋼				△ ^{*2}				
		軸受 (ころがり)	◎									
Ｏリング		◎										

△：経年劣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) 廃棄物処理設備 (固化設備) 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	乾燥機	本体胴側胴板		炭素鋼 ^{*1}		△	△				*1:内面クラック *2:貫粒型応力腐食割れ *3:孔食 *4:高サイクル疲労割れ *5:粒界型応力腐食割れ	
		下部円すい胴板		ステンレス鋼		△ ^{*3}	△	△ ^{*5}				
		フランジボルト・ナット		低合金鋼		△						
		メカニカルシール	◎									
	乾燥機ミストセパレータ	上板		ステンレス鋼		△ ^{*3}	△	△ ^{*5}				
		胴板		ステンレス鋼		△ ^{*3}	△	△ ^{*5}				
		フランジボルト・ナット		ステンレス鋼				△ ^{*2}				
		ガスケット	◎									
	乾燥機復水器	胴側胴板		ステンレス鋼			△	△ ^{*2*5}				
		管側胴板		炭素鋼			△					
		伝熱管		ステンレス鋼	△		△△ ^{*4}	△ ^{*5}				
		管板		ステンレス鋼			△	△ ^{*5}				
		フランジボルト・ナット		ステンレス鋼				△ ^{*2}				
		ガスケット	◎									

△：経年劣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) 廃棄物処理設備 (固化設備) 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	粉体計量器	胴板		ステンレス鋼							*1:孔食 *2:粉体計量器, 造粒機 *3:貫粒型応力腐食割れ *4:粒型応力腐食割れ *5:高サイクル疲労割れ	
		平板		ステンレス鋼								
		フランジボルト・ナット		ステンレス鋼				△*3				
		ガスケット	◎									
	造粒機	ケーシング		ステンレス鋼		△*1						
		混合用外羽根		ステンレス鋼			△*5					
		混合用内羽根		ステンレス鋼			△*5					
		フランジボルト・ナット		ステンレス鋼				△*3				
		Oリング	◎									
	ブッシュ	◎										
配管・弁			ステンレス鋼, ステンレス鋳鋼		△*1	△	△*3*4					
機器の支持	支持脚			炭素鋼		△						
	支持鋼材			炭素鋼		△						
	取付ボルト・ナット			炭素鋼, 低合金鋼		△						
	ラグ			炭素鋼		△	△*2					
	配管サポート			炭素鋼		△	△					
	サポート取付ボルト・ナット			炭素鋼		△						
	ベース			炭素鋼		△						
	基礎ボルト			炭素鋼		△						

△：経年劣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) 廃棄物処理設備 (放射性廃棄物焼却設備) 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, 耐熱鋳鋼							△ ^{*2*3}	*1:耐火物内張 *2:耐火物の減肉 *3:耐火物の割れ *4:固着 *5:外面腐食
バウンダリ の維持		外殻		炭素鋼 ^{*1}		△△ ^{*5}						
		フランジボルト・ ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
焼却・除塵 機能の確保	炉底灰除去 装置	耐火物		耐火キャスタブル							△ ^{*2*3}	
バウンダリ の維持		灰取出ボックス		炭素鋼 ^{*1}		△△ ^{*5}					△ ^{*2*3}	
		炉底蓋		ステンレス鋼 ^{*1}							△ ^{*2*3*4}	
		フランジボルト・ ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
焼却・除塵 機能の確保	1次 セラミック フィルタ	耐火物		耐火キャスタブル, 耐火煉瓦							△ ^{*2*3}	
バウンダリ の維持		外殻		炭素鋼 ^{*1}		△△ ^{*5}						
		フランジボルト・ ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
		フィルタエレメ ント	◎									

△：経年劣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) 廃棄物処理設備（放射性廃棄物焼却設備）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	1次 セラミック フィルタ 灰冷却ボッ クス	耐火物		耐火キャスト ブル							△ ^{*2*3}	*1:耐火物内張 *2:耐火物の減肉 *3:耐火物の割れ *4:外面腐食
バウンダリ の維持		灰冷却ボックス		炭素鋼 ^{*1} , ステンレス鋼 ^{*1}		△△ ^{*4}					△ ^{*2*3}	
		ダンパ		ステンレス鋼 ^{*1}							△ ^{*2*3}	
		フランジボ ルト・ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
焼却・除塵 機能の確保	2次 セラミック フィルタ	耐火物		耐火キャスト ブル, 耐火煉瓦							△ ^{*2*3}	
バウンダリ の維持		外殻		炭素鋼 ^{*1}		△△ ^{*4}						
		フランジボ ルト・ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									
		フィルタエレ メント	◎									
焼却・除塵 機能の確保	空気混合器	耐火物		耐火キャスト ブル, 耐火煉瓦							△ ^{*2*3}	
バウンダリ の維持		外殻		炭素鋼		△△ ^{*4}						
		フランジボ ルト・ナット		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎									

△：経年劣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) 廃棄物処理設備 (放射性廃棄物焼却設備) 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		
バウンダリの維持	排ガス フィルタ	胴		ステンレス鋼				△ ^{*3*4}			*1:耐火物の減肉 *2:耐火物の割れ *3:貫粒型応力腐食割れ *4:粒界型応力腐食割れ *5:高サイクル疲労割れ *6:外面腐食	
		鏡板		ステンレス鋼				△ ^{*3*4}				
		高性能粒子フィルタ	◎									
焼却・除塵機能の確保 バウンダリの維持	排ガス ブロウ	主軸		ステンレス鋼	△		△ ^{*5}					
焼却・除塵機能の確保		羽根車		ステンレス鋼		△		△ ^{*4}				
バウンダリの維持		ケーシング		炭素鋼		△△ ^{*6}						
	軸受 (転がり)	◎										
	排ガス補助 ブロウ	ケーシング		炭素鋼		△△ ^{*6}						
		主軸		ステンレス鋼	△		△ ^{*5}					
		羽根車		ステンレス鋼		△		△ ^{*4}				
		軸受 (転がり)	◎									
	排気筒	外殻		炭素鋼		△						
		内壁		杭火石								
	配管・弁			炭素鋼 (耐火物内張), ステンレス鋼, ステンレス 鋳鋼		△	△	△ ^{*3*4}		△ ^{*1*2}		

△：経年劣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) 廃棄物処理設備（放射性廃棄物焼却設備）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		
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	支持鋼材		炭素鋼		△						
	ベース		炭素鋼		△						
	配管サポート		炭素鋼		△						
	サポート取付ボルト・ ナット		炭素鋼		△						
	取付ボルト・ナット		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：経年劣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 上

10 基礎ボルト

目 次

1. 対象機器	10-1
2. 技術評価	10-7
2.1 構造, 材料	10-7
2.1.1 機器付基礎ボルト	10-7
2.1.2 後打ちメカニカルアンカ	10-10
2.1.3 後打ちケミカルアンカ	10-13
2.2 経年劣化事象の抽出	10-16
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	10-16
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	10-16
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	10-17

1. 対象機器

基礎ボルトの主な仕様を表 1-1 に、評価対象一覧を表 1-2 に示す。

表 1-1 基礎ボルトの主な仕様

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。
後打ちメカニカルアンカ	施工後の基礎に打設するもので、基礎に穿孔し、シールド打設後、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 / 5) 基礎ボルト評価対象一覧

評価書	機 器 名 称	型 式	設置場所
ポンプ	制御棒駆動水ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内
	残留熱除去系シール水ポンプ		屋内
	低圧炉心スプレイ系シール水ポンプ		屋内
	原子炉補機冷却水ポンプ		屋内
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水ポンプ		屋内
	換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプ		屋内
	原子炉冷却材浄化系保持ポンプ		屋内
	残留熱除去ポンプ		屋内
	低圧炉心スプレイポンプ		屋内
	高圧炉心スプレイポンプ		屋内
	原子炉冷却材浄化ポンプ		屋内
	ほう酸水注入ポンプ		屋内
	熱交換器		原子炉補機冷却水系熱交換器
高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系熱交換器		屋内	
残留熱除去系熱交換器		屋内	
原子炉冷却材浄化系再生熱交換器		屋内	
原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器		機器付基礎ボルト, 後打ちケミカルアンカ	屋内
容器	復水貯蔵タンク	機器付基礎ボルト	屋内
	原子炉補機冷却水サージタンク		屋内
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水サージタンク		屋内
	ほう酸水貯蔵タンク		屋内
	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器		屋内
	原子炉補機冷却海水系ストレーナ		屋内
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系ストレーナ		屋内
	原子炉格納容器		屋内
配管 (配管サポート)	ステンレス鋼配管	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・原子炉冷却材再循環系		屋内
	・制御棒駆動系		屋内
	・ほう酸水注入系		屋内
	・高圧炉心スプレイ系		屋内

表 1-2 (2 / 5) 基礎ボルト評価対象一覧

評価書	機 器 名 称	型 式	設置場所	
配管 (配管サ ポート) (続き)	・原子炉冷却材浄化系	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内	
	・窒素ガス供給系		屋内	
	・不活性ガス系		屋内	
	炭素鋼配管			
	・主蒸気系	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内	
	・残留熱除去系		屋内	
	・低圧炉心スプレイ系		屋内	
	・高圧炉心スプレイ系		屋内	
	・原子炉冷却材浄化系		屋内	
	・燃料プール冷却浄化系		屋内	
	・給水系		屋内	
	・原子炉補機冷却水系		屋内・屋外	
	・換気空調補機非常用冷却水系		屋内	
	・高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系		屋内・屋外	
	・原子炉補機冷却海水系		屋内・屋外	
	・高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系		屋内・屋外	
・非常用ガス処理系	屋内・屋外			
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	
	DG 区域 (A) 送風機		屋内	
	DG 区域 (B) 送風機		屋内	
	DG 区域 (HPCS) 送風機		屋内	
	DG 区域 (A) 排風機		屋内	
	DG 区域 (B) 排風機		屋内	
	DG 区域 (HPCS) 排風機		屋内	

表 1-2 (3 / 5) 基礎ボルト評価対象一覧

評価書	機 器 名 称	型 式	設置場所
空調設備 (続き)	DG (A) 非常用送風機	機器付基礎ボルト	屋内
	DG (B) 非常用送風機		屋内
	DG (HPCS) 非常用送風機		屋内
	MCR 再循環送風機		屋内
	MCR 送風機		屋内
	MCR 排風機		屋内
	Hx/B (A) 非常用送風機		屋内
	Hx/B (B) 非常用送風機		屋内
	Hx/B (HPCS) 非常用送風機		屋内
	RHR ポンプ室空調機		屋内
	HPCS ポンプ室空調機		屋内
	LPCS ポンプ室空調機		屋内
	FCS・SGTS 室空調機		屋内
	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機		屋内
	非常用ガス処理系乾燥装置		屋内
	非常用ガス処理系フィルタ装置		屋内
	MCR 再循環フィルタ装置		屋内
	中央制御室換気空調系ダクト	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内
	DG 区域換気空調系ダクト		屋内
	海水熱交換器建屋換気空調系ダクト		屋内
原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト	屋内		
R/B 給気隔離弁	機器付基礎ボルト	屋内	

表 1-2 (4 / 5) 基礎ボルト評価対象一覧

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，非常用ディーゼル機関附属設備		
	・非常用ディーゼル機関	機器付基礎ボルト	屋内
	・潤滑油補給タンク		屋内
	・潤滑油補給ポンプ		屋内
	・空気貯槽		屋内
	・燃料ディタンク		屋内
	・清水冷却器		屋内
	・軽油タンク		屋外
	・燃料移送ポンプ		屋外
	・空気圧縮機		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	屋内・屋外
	高圧炉心スプレイディーゼル機関，高圧炉心スプレイディーゼル機関附属設備		
	・高圧炉心スプレイディーゼル機関	機器付基礎ボルト	屋内
	・潤滑油補給タンク		屋内
	・潤滑油補給ポンプ		屋内
	・空気貯槽		屋内
	・燃料ディタンク		屋内
	・清水冷却器		屋外
	・軽油タンク		屋外
	・燃料移送ポンプ		屋内
	・空気圧縮機		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	屋内・屋外
	計装用圧縮空気系設備		
	・共通ベース（空気圧縮機）	機器付基礎ボルト	屋内
	・共通ベース（除湿塔）		屋内
	補助ボイラ設備		
	・ボイラ本体	機器付基礎ボルト	屋内
	・給水ポンプ		屋内
	・蒸気だめ		屋内
	・所内蒸気ドレン回収ポンプ		屋内
	・給水タンク		屋内
	・給水加熱器		屋内
・節炭器	屋内		
廃棄物処理設備			
・高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ	機器付基礎ボルト	屋内	

表 1-2 (5 / 5) 基礎ボルト評価対象一覧

評価書	機 器 名 称	型 式	設置場所
機械設備 (続き)	・高電導度廃液系濃縮装置復水器	機器付基礎ボルト	屋内
	・濃縮廃液系濃縮廃液タンク		屋内
	・濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ		屋内
	・乾燥機供給タンク		屋内
	・乾燥機供給タンク循環ポンプ		屋内
	・乾燥機		屋内
	・乾燥機ミストセパレータ		屋内
	・乾燥機復水器		屋内
	・造粒機		屋内
	・焼却炉		屋内
	・1次セラミックフィルタ		屋内
	・2次セラミックフィルタ		屋内
	・排ガスフィルタ		屋内
	・排ガスブロワ		屋内
	・排ガス補助ブロワ		屋内
・排気筒	屋内		
電源設備	ディーゼル発電設備		
	・非常用ディーゼル発電設備	機器付基礎ボルト	屋内
	・HPCS ディーゼル発電設備		屋内
ケーブル	ケーブルトレイ・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
計測制御 設備	温度計測装置		
	・RHR 熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内
	水位計測装置		
	・スクラム排出容器水位	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内
	放射線計測装置		
	・主蒸気管モニタ	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内
	・原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子 炉棟排気モニタ		屋内
	振動計測装置		
	・地震加速度	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内
計装配管 (計装配管サポート)	後打ちケミカルアンカ・ 後打ちメカニカルアンカ	屋内	

2. 技術評価

本章では、1章で対象とした以下の基礎ボルトについて、技術評価を実施する。

- ・ 機器付基礎ボルト
- ・ 後打ちメカニカルアンカ
- ・ 後打ちケミカルアンカ

2.1 構造及び材料

2.1.1 機器付基礎ボルト

(1) 構造

機器付基礎ボルトは、ベースプレート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

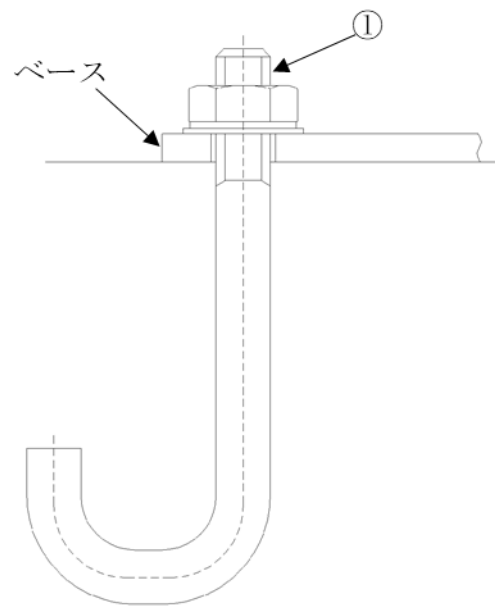
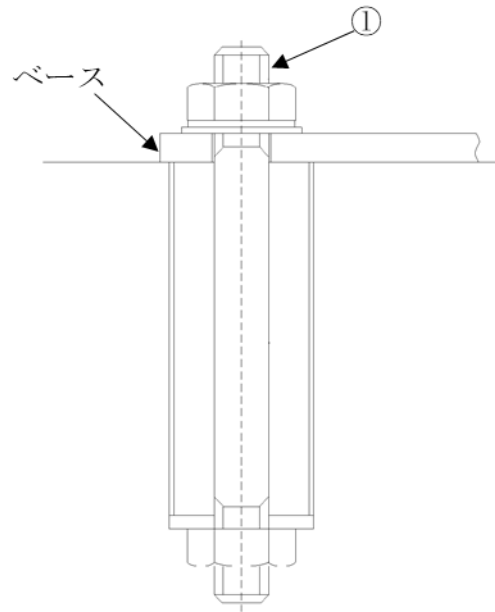


図 2.1-1 機器付基礎ボルト構造図

(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	仕 様
機器付基礎ボルト	炭素鋼

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。

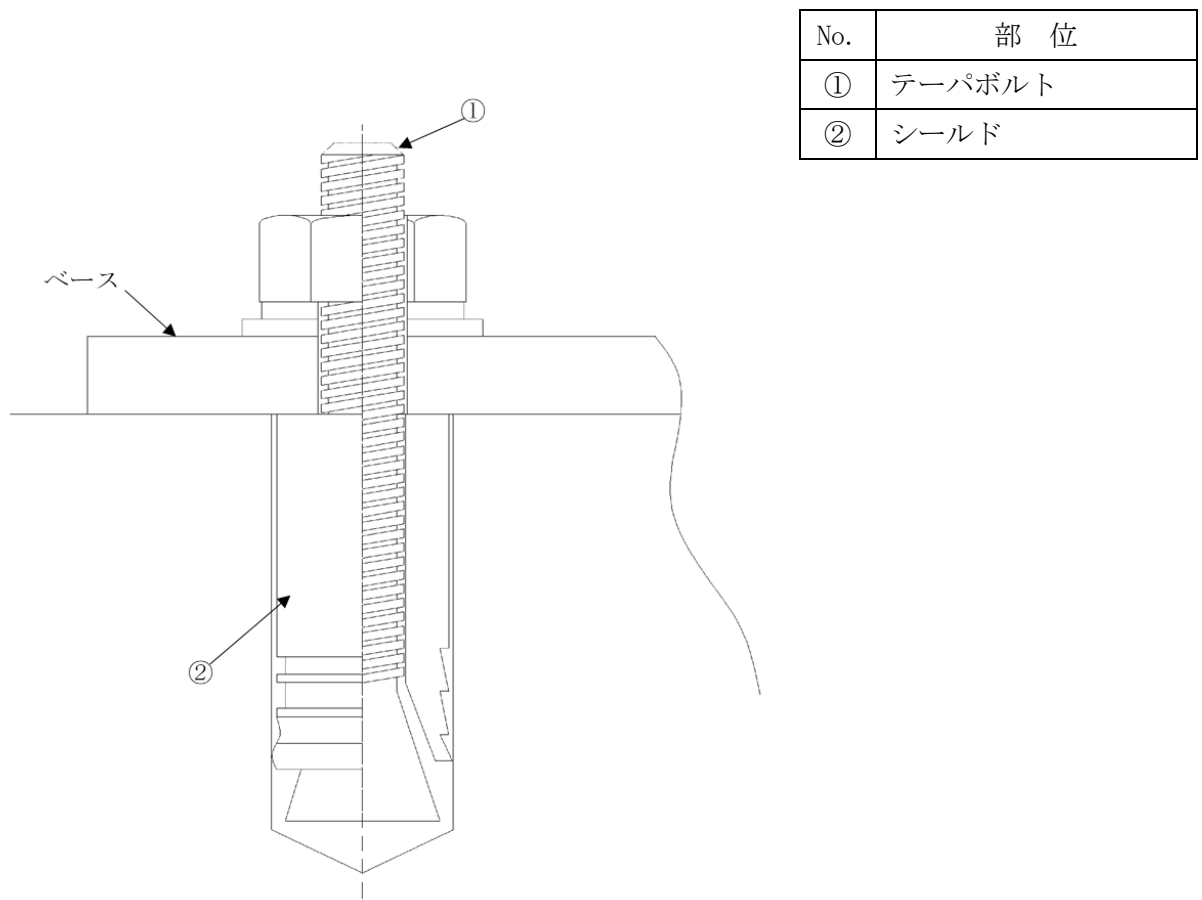


図 2.1-2 後打ちメカニカルアンカ構造図

(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	仕 様
テーパボルト	炭素鋼
シールド	炭素鋼

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	アンカボルト
②	樹脂

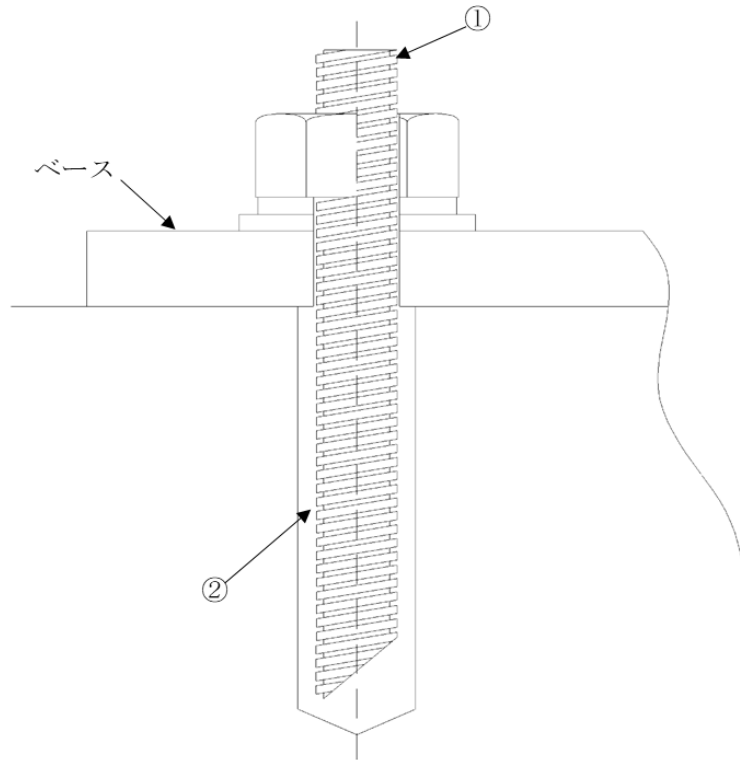


図 2.1-3 後打ちケミカルアンカ構造図

(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	仕 様
アンカボルト	炭素鋼
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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

各機器の基礎ボルトについて、機能達成に必要な項目、構造、材料及び使用環境を考慮し、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。

なお、消耗品及び定期取替品は以下のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

基礎ボルトには、消耗品及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主要 6 事象に該当する事象及び下記 a, b 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 a, b 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。

a. 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 2.2-2 で△）

b. 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（日常劣化管理事象以外として表 2.2-2 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）[機器付基礎ボルト大気接触部（屋外），後打ちメカニカルアンカ大気接触部（屋外），後打ちケミカルアンカ大気接触部（屋外）]

基礎ボルトは炭素鋼であり，屋外に設置されている基礎ボルトの締付ナットから下部にある塗装が施されていない大気接触部については，腐食が発生する可能性は否定できない。

しかしながら，日本原子力発電株式会社の東海発電所において，基礎ボルトの腐食を確認するため，既設機器の撤去に合わせて目視点検を実施したところ，大気接触部にほとんど腐食は確認されていない。また，腐食量については，同じく東海発電所において，プラント建設当初から 34 年使用している屋外基礎ボルトの腐食量を調査した結果，最も環境条件の厳しい屋外設置機器でも腐食量は 30 年で 0.237 mm を下回ることが確認され，この結果から 60 年の腐食量は 0.3 mm を下回ると推定された（腐食防食協会主催「材料と環境 2002」発表）。

以上の結果を踏まえ，高経年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。

b. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[機器付基礎ボルト塗装部，後打ちメカニカルアンカ塗装部，後打ちケミカルアンカ塗装部]

基礎ボルトは炭素鋼であり，腐食の発生が想定されるが，締付ナットから上部の大気接触部は塗装により腐食を防止しており，必要に応じて補修を行うこととしている。また，これまで基礎ボルト（塗装部位）の腐食により，支持機能を喪失した事例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ことから，高経年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）[機器付基礎ボルト大気接触部（屋内），後打ちメカニカルアンカ大気接触部（屋内），後打ちケミカルアンカ大気接触部（屋内）]

基礎ボルトは炭素鋼であり，屋内に設置されている基礎ボルトの締付ナットから下部にある塗装が施されていない大気接触部については，腐食が発生する可能性は否定できない。

しかし，巡視点検や定期検査時の試運転にて機器に異常な振動等がないことを確認している。また，屋内基礎ボルト代表箇所腐食が発生する可能性がある大気接触部を目視点検したところ，腐食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ことから，高経年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、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（日常劣化管理事象以外）

a. 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本体については、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の可能性は否定できないが、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ついても、メーカー試験結果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。

今後もこの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年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）[機器付基礎ボルトコンクリート埋設部、後打ちメカニカルアンカコンクリート埋設部、後打ちケミカルアンカコンクリート埋設部]

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の発生が想定されるが、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殆ど見られておらず、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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

後打ちケミカルアンカについては、コンクリート埋設部の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く、今後もこの傾向が変化する要因があるとは考え難いことから、高経年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については、耐力は主に付着力に担保されることから、付着力低下を起こした場合、支持機能を喪失する可能性は否定できないが、「コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価書」にて熱によるコンクリート中の水分の逸散を伴う乾燥に起因する微細なひび割れ、機械振動による繰返し荷重によるひび割れに起因する付着力低下がないこと、また、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。そのため、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く、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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

後打ちメカニカルアンカの付着力の低下については、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、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く、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ことから、高経年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. 2-2 (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 勞 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		△ ^{*1} △ ^{*2} △ ^{*3} ▲ ^{*4}					▲ ^{*5}	*1:大気接触部 (屋内) *2:大気接触部 (屋外) *3:塗装部 *4:コンクリート埋設部 *5: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 2.2-2 (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 勞 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 (テーパボルト, シールド)		炭素鋼		△*1 △*2 △*3 ▲*4					▲*5	*1:大気接触部 (屋内) *2:大気接触部 (屋外) *3:塗装部 *4:コンクリート埋設部 *5: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 2.2-2 (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		△ ^{*1} △ ^{*2} △ ^{*3} ▲ ^{*4}					*1:大気接触部 (屋内) *2:大気接触部 (屋外) *3:塗装部 *4:コンクリート埋設部 *5:樹脂の劣化	
	樹脂		不飽和ポリエ ステル樹脂						▲ ^{*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）

▲：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）

志賀原子力発電所1号炉

電源設備の技術評価書

北陸電力株式会社

本評価書は、志賀原子力発電所1号炉における安全上重要な電源設備（重要度分類指針におけるPS-1, 2及びMS-1, 2に該当する機器）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。なお、高温・高圧の環境下にある電源設備はない。

評価対象機器の一覧を表1に、機能を表2に示す。

評価対象機器を電圧区分、型式及び設置場所で分類し、それぞれのグループから重要度及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、電源設備をグループ化し、以下の9分冊で構成している。

- 1 高圧閉鎖配電盤
- 2 動力用変圧器
- 3 低圧閉鎖配電盤
- 4 コントロールセンタ
- 5 ディーゼル発電設備
- 6 バイタル電源用 CVCF
- 7 直流電源設備
- 8 計測用変圧器
- 9 計測用分電盤

表1 評価対象機器一覧

種類	機器名称 (台数等)	仕様	重要度*
高圧閉鎖配電盤	非常用メタクラ (3)	7,200 V×1,200 A×40 kA	MS-1
動力用変圧器	非常用パワーセンタ変圧器 (2)	3,200 kVA	MS-1
	HPCS メタクラ変圧器 (1)	600 kVA	MS-1
低圧閉鎖配電盤	非常用パワーセンタ (2)	AC 600 V×4,000 A×50 kA AC 600 V×1,600 A×50 kA	MS-1
コントロールセンタ	非常用コントロールセンタ (16)	AC 600 V× 800 A×50 kA AC 600 V× 600 A×50 kA AC 600 V× 400 A×50 kA	MS-1
	直流コントロールセンタ (1)	DC 250 V× 600 A×30 kA	MS-1
ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電設備 (A, B号機) (2)	6,900 V×5,500 kVA× 900 rpm	MS-1
	HPCS ディーゼル発電設備 (1)	6,900 V×3,000 kVA× 900 rpm	MS-1
バイタル電源用 CVCF	計装用無停電交流電源装置 (2)	440 V×30 kVA	MS-1
直流電源設備	115 V 蓄電池 (3)	1,400/250 Ah	MS-1
	230 V 蓄電池 (1)	4,000 Ah	MS-1
	115 V 充電器盤 (3)	130 V×210 A 130 V× 40 A	MS-1
	230 V 充電器盤 (1)	269 V×400 A	MS-1
計測用変圧器	中央制御室計装電源用変圧器 (2)	460 V×50 kVA	MS-1
	HPCS 計装電源用変圧器 (1)	460 V×3 kVA	MS-1
計測用分電盤	115 V 直流母線盤 (3)	DC 115 V	MS-1
	230 V 直流母線盤 (1)	DC 230 V	MS-1
	直流分電盤 (5)	DC 115 V	MS-1
	中央制御室計装分電盤 (4)	AC 105 V	MS-1
	計装用無停電分電盤 (2)	AC 105 V	MS-1

* : 最上位の重要度を示す

表2 評価対象機器機能一覧

機器名称	機能
高圧閉鎖配電盤	所内の高圧電気機器に対し、電源供給及び遮断を行う設備
動力用変圧器	高圧閉鎖配電盤から受電して低圧に変換し、低圧閉鎖配電盤へ送電する設備
低圧閉鎖配電盤	所内の低圧電気機器（比較的電気容量の大きいもの）に対し、電源供給及び遮断を行う設備
コントロールセンタ	所内の低圧電気機器（比較的電気容量の小さいもの）に対し、電源供給及び遮断を行う設備
ディーゼル発電設備	外部電源喪失の際に、ディーゼル駆動の非常用発電機で非常用母線へ電源を供給する設備（本章ではディーゼル発電設備のうち発電機について評価）
バイタル電源用 CVCF	所内計測制御回路に無停電交流電源を供給する設備
直流電源設備	所内計測制御回路や非常時に運転される非常用補機に直流電源を供給する設備
計測用変圧器	所内計測制御回路に交流電源を降圧して供給する設備
計測用分電盤	所内計測制御回路に直流及び交流電源を供給する設備

1 高圧閉鎖配電盤

[対象高圧閉鎖配電盤]

- ・ 非常用メタクラ

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1-1
2. 代表機器の技術評価	1-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	1-2
2.1.1 非常用メタクラ	1-2
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	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	1-15

1. 対象機器及び代表機器の選定

高圧閉鎖配電盤のうち、対象となる高圧閉鎖配電盤の主な仕様を表 1-1 に示す。

この設備としては、非常用メタクラのみが対象であることから、これを代表機器とした。

表 1-1 高圧閉鎖配電盤の主な仕様

機器名称 (群数)	仕様		重要度*	使用条件	
	盤 (定格電圧)	遮断器 (定格電圧×定格遮断電流)		定格電圧 (V)	定格電流 (A)
非常用メタクラ (3)	6,900 V	7,200 V × 40 kA	MS-1	6,900	1,200

*：最上位の重要度を示す

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高圧閉鎖配電盤について技術評価を実施する。

- ・ 非常用メタクラ

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 非常用メタクラ

(1) 構造

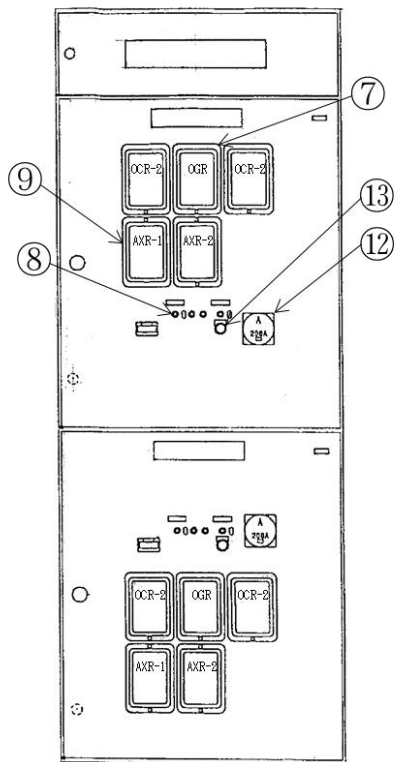
非常用メタクラは真空遮断器を内蔵しており、電源回路の保護・制御のために貫通形計器用変流器、計器用変圧器、継電器、計器及びヒューズ等を収納している。

真空遮断器は、投入コイルの励磁により、操作機構が動作することによって投入し、引外しコイルの励磁により、操作機構の支えが外れて開路ばねにより開放される構造となっている。

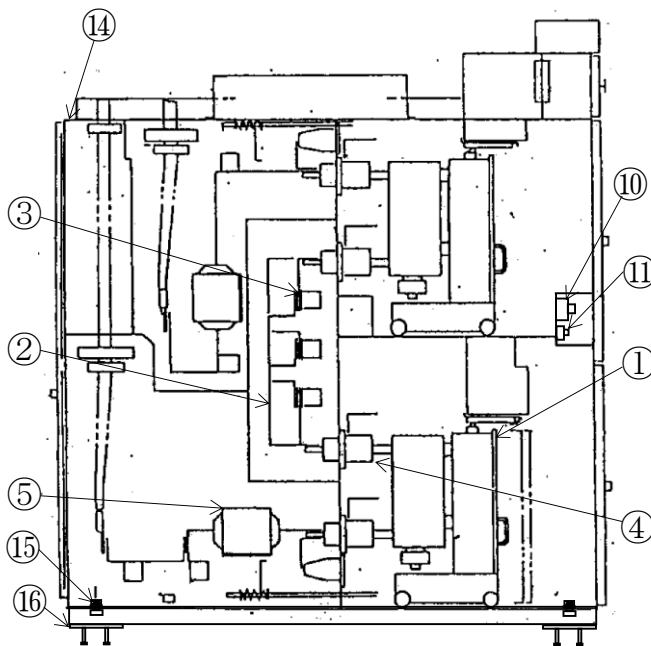
また、真空遮断器本体は盤から引出して外に出すことにより、点検手入れが可能である。非常用メタクラの構造図を図 2.1-1 に、真空遮断器の構造図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

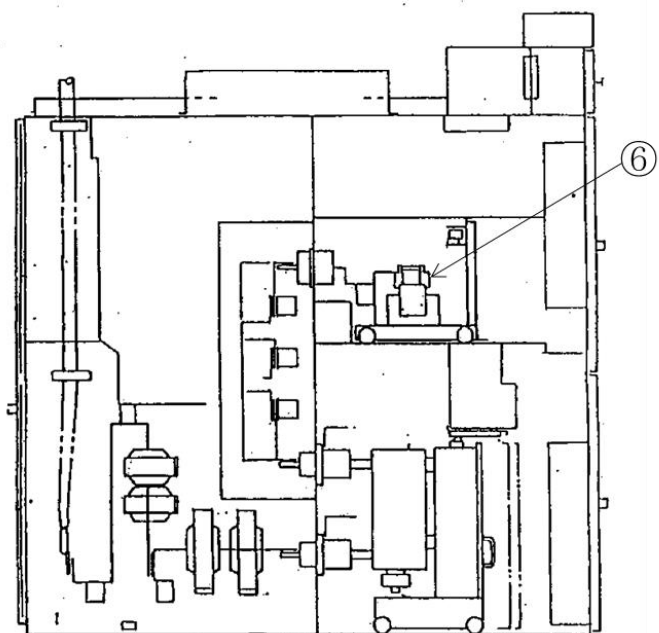
非常用メタクラ主要部位の使用材料を表 2.1-1 に、使用条件を表 2.1-2 に示す。



非常用メタクラ 正面図



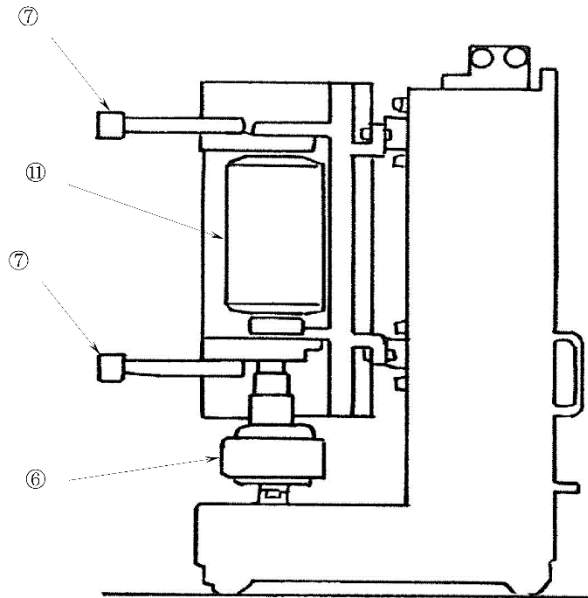
非常用メタクラ 断面図 (遮断器)



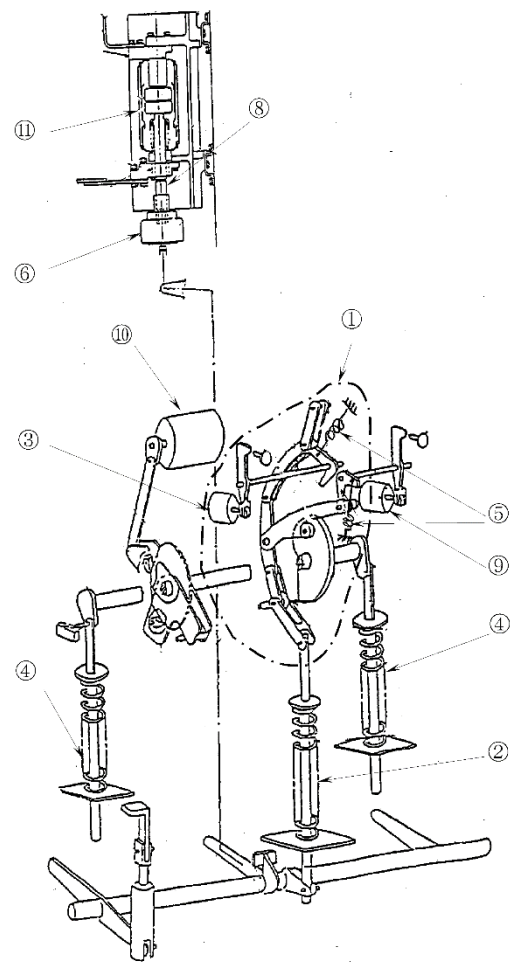
非常用メタクラ 断面図 (PT収納)

No.	部 位
①	真空遮断器
②	主回路導体
③	支持碍子
④	主回路断路部
⑤	貫通形計器用変流器
⑥	計器用変圧器
⑦	保護継電器 (静止形) 保護継電器 (機械式)
⑧	表示灯
⑨	補助継電器 タイマー
⑩	配線用遮断器 ヒューズ
⑪	電磁接触器
⑫	指示計
⑬	押釦スイッチ
⑭	筐体
⑮	取付ボルト
⑯	埋込金物

図 2.1-1 非常用メタクラ構造図



M/C VCB 構造図



M/C VCB 機構部詳細図

No.	部 位	No.	部 位
①	操作機構	⑦	断路部
②	開路ばね	⑧	ワイプばね
③	引外しコイル	⑨	投入コイル
④	投入ばね	⑩	ばね蓄勢モータ
⑤	フックばね	⑪	真空バルブ
⑥	絶縁操作ロッド		

図 2.1-2 真空遮断器構造図

表 2.1-1 非常用メタクラ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
遮断機能の維持	真空遮断器	操作機構	炭素鋼
		開路ばね	ピアノ線
		引外しコイル	銅, 絶縁物他
		ばね蓄勢モータ	銅, 絶縁物他
		投入ばね	ピアノ線
		フックばね	ピアノ線
		絶縁操作ロッド	不飽和ポリエステル樹脂
		ワイプばね	ピアノ線
		投入コイル	銅, 絶縁物他
		真空バルブ	銅合金, セラミックス他
		断路部	銅合金, フェノール樹脂他
	保護継電器 (機械式)	銅他	
	保護継電器 (静止形)	銅, 半導体他	
	表示灯	(消耗品)	
	補助継電器	(定期取替品)	
	タイマー	(定期取替品)	
	ヒューズ	(消耗品)	
	配線用遮断器	銅, 絶縁物他	
	指示計	銅他	
	押釦スイッチ	銅他	
電磁接触器	銅, 絶縁物他		
通電・絶縁性能の確保	主回路導体	アルミ合金	
	支持碍子	エポキシ樹脂	
	主回路断路部	エポキシ樹脂	
信号伝達機能の維持	貫通形計器用変流器	銅, エポキシ樹脂	
	計器用変圧器	銅, エポキシ樹脂	
機器の支持	筐体	炭素鋼	
	取付ボルト	炭素鋼	
	埋込金物	炭素鋼	

表 2.1-2 非常用メタクラの使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*
定格電圧	6,900 V

* : 原子炉建屋の設計値

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

高圧閉鎖配電盤の機能である給電機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ・ 遮断機能の維持
- ・ 通電・絶縁性能の確保
- ・ 信号伝達機能の維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

高圧閉鎖配電盤について、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うえで、個々の部位の構造、材料、使用条件（設置場所、周囲温度等）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。

なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

表示灯及びヒューズは消耗品、補助継電器及びタイマーは定期取替品であり、設計時に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うえ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 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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) 断路部の絶縁特性低下
- (b) 計器用変圧器の絶縁特性低下
- (c) 支持碍子及び主回路断路部の絶縁特性低下
- (d) 絶縁操作ロッドの絶縁特性低下

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. 操作機構の固着

操作機構の固着要因としては、グリースの劣化による粘度の増大及びグリースへの埃等の異物付着による潤滑性の低下が挙げられ、これにより操作機構部の駆動性を低下させ、ばね等の駆動力を阻害して固着が生ずる可能性があるが、屋内空調環境に設置していることから、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時において各部の目視点検、清掃、グリースの塗布及び開閉試験を実施し、異常のないことを確認しており、固着が発生する可能性は小さい。

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ことから、高経年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. 断路部の摩耗

遮断器の断路部は、遮断器の挿入・引出しにより、摩耗が想定されるが、断路部にはグリースを塗布しているため潤滑性は良好であり、遮断器の挿入・引出しは点検時にしか行わないため、断路部の摩耗の可能性は小さい。

また、点検時に目視点検を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. 投入コイル及び引外しコイルの絶縁特性低下

投入コイル及び引外し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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 押釦スイッチ、保護継電器（機械式）及び電磁接触器の導通不良

押釦スイッチ、保護継電器（機械式）及び電磁接触器の導通不良は、接点に付着する埃等により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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 主回路導体の腐食（全面腐食）

主回路導体はアルミ合金であるため腐食の発生が想定されるが、主回路導体表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）

取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 真空バルブの真空度低下

真空バルブは真空度低下による遮断性能低下が想定されるが、電気学会「電気規格調査会標準規格 交流しゃ断器 1975年版 JEC-181-1975」及び電気学会「電気規格調査会標準規格 交流しゃ断器 1998年版 JEC-2300-1998」の参考試験に基づく10,000回の開閉試験にて異常のないことを確認しており、本格点検周期内の真空バルブ開閉回数は、実績から10,000回より少ないことから、真空度低下の可能性は小さい。

また、点検時において真空度確認を行い、これまで有意な真空度低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 保護継電器（機械式）の特性変化

機械式の保護継電器は、誘導円板などの可動部があり、回転軸及び軸受の摩耗により回転摩擦が変化することによる影響で特性が変化する可能性があるが、保護継電器は電気学会「電気規格調査会標準規格 電力用保護継電器 1979年版 JEC-174-1979」（以下、「JEC-174」という。）及び電気学会「電気規格調査会標準規格 電力用保護継電器 1987年版 JEC-2500-1987」（以下、「JEC-2500」という。）に基づく、10,000回の動作試験にて異常のないことを確認しており、回転軸及び軸受摩耗による影響の可能性は小さい。

また、点検時に動作特性試験を実施しており、これまでの点検結果では有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 保護継電器（静止形）の特性変化

保護継電器（静止形）は、長期間の使用により特性が変化する可能性があるが、これまでの保護継電器（静止形）を含む各装置の特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 指示計の特性変化

指示計は、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可能性があるが、これまでの校正試験の点検結果から有意な指示不良は確認されておらず、異常が確認された場合には取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 貫通形計器用変流器の絶縁特性低下

貫通形計器用変流器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. ワイプばね、開路ばね、投入ばね及びフックばねのへたり

ワイプばね、開路ばね、投入ばね及びフックばねには、遮断器の投入及び引外しに必要な応力が長時間かかる構造になっており、へたりが生ずることが想定されるが、ワイプばね、開路ばね、投入ばね及びフックばねは、遮断器の投入及び引外しに必要な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、へたりの進行の可能性は小さい。

また、分解点検時に目視点検及び組立後の作動確認を行い、これまでへたりは確認されていない。

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ことから、高経年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. ばね蓄勢モータの絶縁特性低下

ばね蓄勢モータ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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下

配線用遮断器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下

電磁接触器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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) 非常用メタクラ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 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	絶 縁 特 性 低 下	導 通 不 良	信 号 特 性 変 化		
遮断機能の 維持	真空遮断器		炭素鋼								△ ^{*1}	*1:固着 *2:へたり *3:真空度低下 *4:固渋
			ピアノ線								△ ^{*2}	
			銅, 絶縁物他					△				
			銅, 絶縁物他					△				
			ピアノ線								△ ^{*2}	
			ピアノ線								△ ^{*2}	
			不飽和ポリエステル樹脂					○				
			ピアノ線								△ ^{*2}	
			銅, 絶縁物他					△				
			銅合金, セラミックス他								△ ^{*3}	
			銅合金, フェノール樹脂 他		△				○			
		保護継電器 (機械 式)		銅他					△	△		
		保護継電器 (静止 型)		銅, 半導体他						△		
		表示灯	◎									
		補助継電器	◎									
		タイマー	◎									
		ヒューズ	◎									
		配線用遮断器		銅, 絶縁物他					△		△ ^{*4}	
	指示計		銅他						△			
	押釦スイッチ		銅他					△				
	電磁接触器		銅, 絶縁物他					△	△			

○ : 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) 非常用メタクラ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		
通電, 絶縁 性能の確保	主回路導体		アルミ合金		△							
	支持碍子		エポキシ樹脂					○				
	主回路断路部		エポキシ樹脂					○				
信号伝達機 能の維持	貫通形計器用変流器		銅, エポキシ樹脂					△				
	計器用変圧器		銅, エポキシ樹脂					○				
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		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

△：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) 断路部の絶縁特性低下

a. 事象の説明

断路部の絶縁物は有機物であるため、熱分解による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物に付着する埃等による環境的劣化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。

ただし、断路部は静止型機器であるため、機械的な劣化の可能性は小さい。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

断路部は、絶縁物が有機物であるため、熱的、電氣的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると断路部の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

断路部の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、断路部の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて断路部の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

断路部の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

断路部の絶縁特性低下に対しては、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) 計器用変圧器の絶縁特性低下

a. 事象の説明

計器用変圧器の絶縁物は有機物であるため、熱分解による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物に付着する埃等による環境的劣化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。

ただし、計器用変圧器は静止型機器であるため、機械的な劣化の可能性は小さい。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

計器用変圧器は、絶縁物が有機物であるため、熱的、電氣的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると計器用変圧器の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

計器用変圧器の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、計器用変圧器の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて計器用変圧器の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

計器用変圧器の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

計器用変圧器の絶縁特性低下に対しては、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) 支持碍子及び主回路断路部の絶縁特性低下

a. 事象の説明

支持碍子及び主回路断路部の絶縁物は有機物であるため、熱分解による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物に付着する埃等による環境的劣化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。

ただし、支持碍子及び主回路断路部は静止型機器であるため、機械的な劣化の可能性は小さい。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

支持碍子及び主回路断路部は、絶縁物が有機物であるため、熱的、電氣的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると支持碍子及び主回路断路部の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

支持碍子及び主回路断路部の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、支持碍子及び主回路断路部の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて支持碍子及び主回路断路部の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

支持碍子及び主回路断路部の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

支持碍子及び主回路断路部の絶縁特性低下に対しては、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。

(4) 絶縁操作ロッドの絶縁特性低下

a. 事象の説明

絶縁操作ロッドの絶縁物は有機物であるため、熱分解による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物に付着する埃等による環境的劣化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。

ただし、絶縁操作ロッドは静止型機器であるため、機械的な劣化の可能性は小さい。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

絶縁操作ロッドは、絶縁物が有機物であるため、熱的、電氣的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると絶縁操作ロッドの絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

絶縁操作ロッドの絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、絶縁操作ロッドの補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて絶縁操作ロッドの補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

絶縁操作ロッドの絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

絶縁操作ロッドの絶縁特性低下に対しては、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。

以 上

2 動力用変圧器

[対象動力用変圧器]

- ・ 非常用パワーセンタ変圧器
- ・ HPCS メタクラ変圧器

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	2-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	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, 材料及び使用条件	2-3
2.1.1 非常用パワーセンタ変圧器	2-3
2.2 経年劣化事象の抽出	2-7
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	2-7
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	2-7
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	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	2-11
3. 代表機器以外への展開	2-12
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	2-12
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. 対象機器及び代表機器の選定

動力用変圧器のうち，対象となる動力用変圧器の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの動力用変圧器をグループ化し，代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

分類基準である電圧区分，型式及び設置場所とも同じであるため 1 グループとする。

1.2 代表機器の選定

動力用変圧器のグループには，非常用パワーセンタ変圧器，HPCS メタクラ変圧器が属するが，定格容量の観点から非常用パワーセンタ変圧器を代表機器とする。

表 1-1 動力用変圧器のグループ化と代表機器の選定

分類基準			機器名称 (台数)	仕様 (定格容量)	選定基準			選定	選定理由	
電圧区分	型式	設置場所			重要度*	使用条件				
						定格容量 (kVA)	一次電圧 (V)			二次電圧 (V)
高圧	乾式自冷式	屋内	非常用パワーセンタ変圧器(2)	3,200 kVA	MS-1	3,200	6,900	460	◎	定格容量
			HPCS メタクラ変圧器(1)	600 kVA	MS-1	600	6,900	460		

* : 最上位の重要度を示す

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動力用変圧器について技術評価を実施する。

- ・ 非常用パワーセンタ変圧器

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 非常用パワーセンタ変圧器

(1) 構造

非常用パワーセンタ変圧器は、定格容量 3,200 kVA、一次電圧 6,900 V、二次電圧 460 V の三相二巻線の乾式自冷式変圧器が設置されている。

変圧器本体は電流回路となるコイルと磁気回路となる鉄心及びコイルの絶縁を保持する絶縁物から構成され、電磁誘導の原理に基づき電圧変成を行っている。

コイルは細分された銅線を必要回数巻いて構成されており、銅線間についてはガラステープ（一次・二次コイル）及びマイカテープ（一次コイル）を巻回した後、シリコン樹脂で固めた構成となっている。

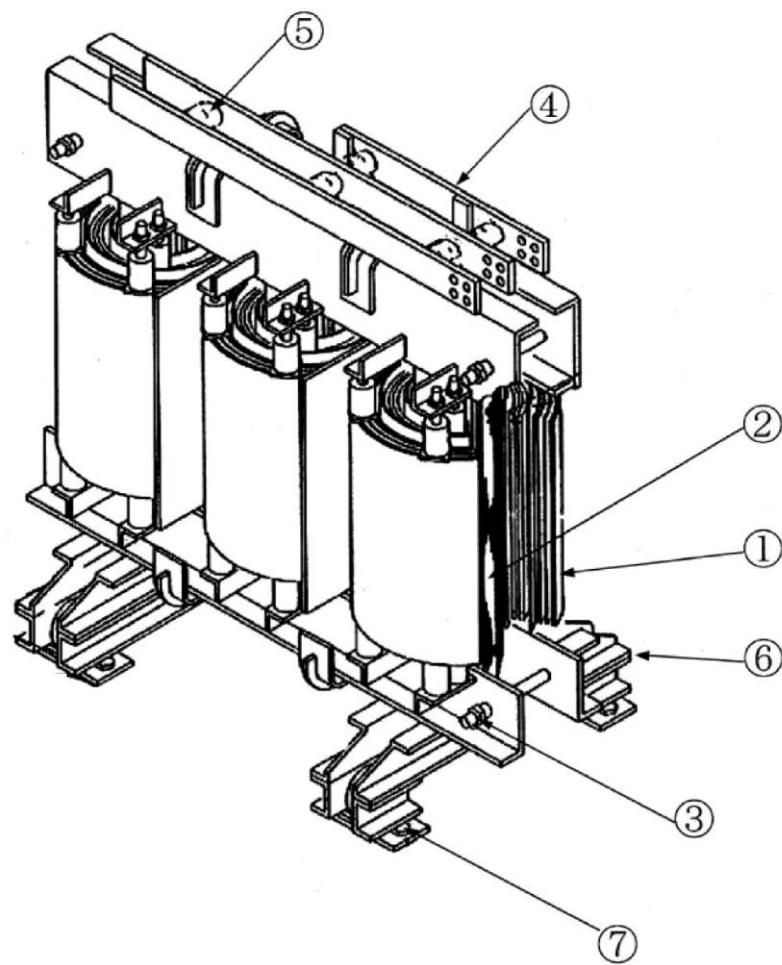
コイルと鉄心間についてはガラス繊維とエポキシ樹脂で固めた絶縁筒を挿入し、コイル間についてはガラステープとアラミド樹脂で固めたダクトスペーサを挿入して固定されており、これらの絶縁物によって保たれている空隙も絶縁の大きな要素であると共に冷却媒体となっている。

鉄心は三相三脚鉄心で主脚は各コイルの内側を貫通し、各コイルの外側で閉路となるよう構成され、鉄心締付ボルト及びベース部金具で保持、固定されている。

非常用パワーセンタ変圧器の外観構造図を図 2.1-1 に、内部構造図を図 2.1-2 に示す。

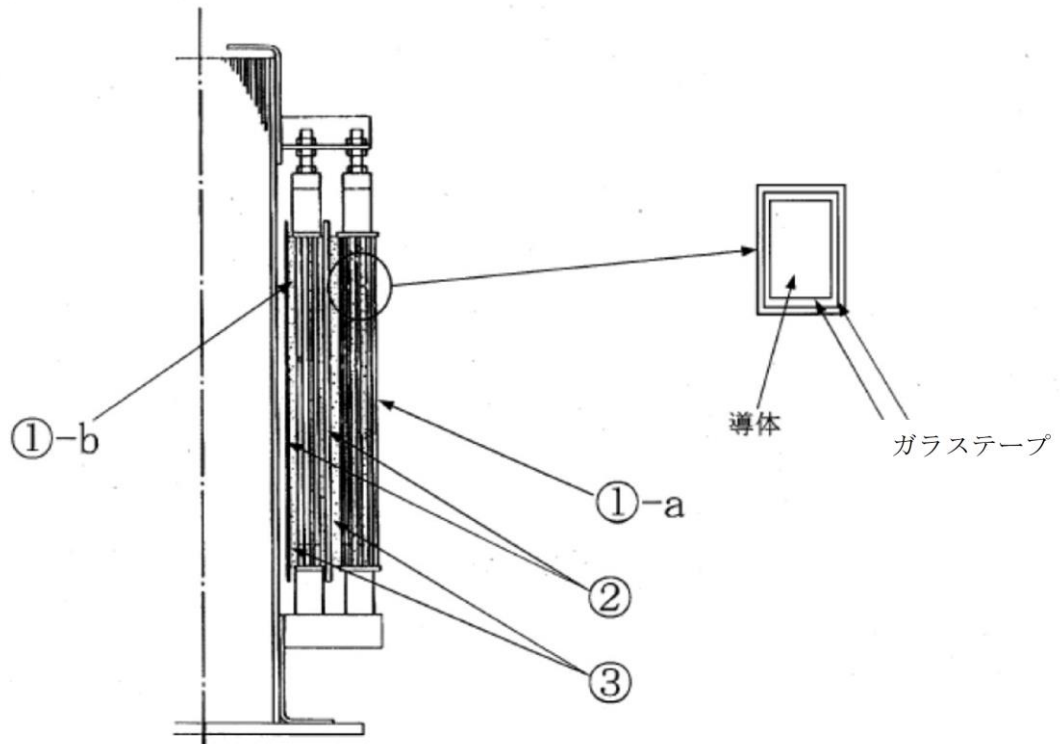
(2) 材料及び使用条件

非常用パワーセンタ変圧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	コイル
②	鉄心
③	鉄心締付ボルト
④	接続導体
⑤	コイル支持碍子
⑥	取付ベース
⑦	取付ボルト

図 2.1-1 非常用パワーセンタ変圧器外観構造図



No.	部 位	
①	a	一次コイル
	b	二次コイル
②	絶縁筒	
③	ダクトスペーサ	

図 2.1-2 非常用パワーセンタ変圧器内部構造図

表 2.1-1 非常用パワーセンタ変圧器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電圧変成機能の維持	コイル	銅, ガラステープ, マイカテープ, シリコン樹脂
	絶縁筒	ガラス繊維, エポキシ樹脂
	ダクトスペーサ	ガラステープ, アラミド樹脂
	鉄心	電磁鋼, 珪素鋼
	鉄心締付ボルト	炭素鋼
	接続導体	銅
	コイル支持碍子	磁器
機器の支持	取付ベース	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表 2.1-2 非常用パワーセンタ変圧器の使用条件

定格容量	3,200 kVA
周囲温度	40 °C以下*
一次電圧	6,900 V
二次電圧	460 V
設置場所	屋内
運転条件	連続

* : 原子炉建屋, 海水熱交換器建屋の設計値

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

動力用変圧器の機能である電圧変成機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ・ 電圧変成機能の維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

動力用変圧器について、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うえで、個々の部位の構造、材料、使用条件（設置場所、周囲温度等）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。

なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

動力用変圧器には、消耗品及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 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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) コイル、絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁特性低下

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. 鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）

鉄心及び鉄心締付ボルトは電磁鋼，珪素鋼，炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，鉄心及び鉄心締付ボルトの表面は防食処理が施されており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 接続導体の腐食（全面腐食）

接続導体は銅であるため腐食の発生が想定されるが，接続導体である銅の外表面は防食処理が施されており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 取付ベースの腐食（全面腐食）

取付ベースは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，取付ベース表面は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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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）

取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，取付ボルト表面は防食処理が施されており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. コイル支持碍子の絶縁特性低下

コイル支持碍子は無機物であり、機械的要因による劣化及び環境的要因による埃等の異物付着により、絶縁特性低下が想定されるが、動力用変圧器は静止型機器であることから、機械的要因による劣化の可能性は小さい。

また、環境的要因については、点検時に清掃を実施しており絶縁特性低下の可能性は小さい。

さらに、点検時に絶縁抵抗測定を行い、これまで有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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 非常用パワーセンタ変圧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		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		
電圧変成 機能の維持	コイル		銅, ガラステープ, マイカテープ, シリコン樹脂					○				
	絶縁筒		ガラス繊維, エポキシ樹脂					○				
	ダクトスペーサ		ガラステープ, アラミド樹脂					○				
	鉄心		電磁鋼, 珪素鋼		△							
	鉄心締付ボルト		炭素鋼		△							
	接続導体		銅		△							
	コイル支持碍子		磁器					△				
機器の支持	取付ベース		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) コイル, 絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁特性低下

a. 事象の説明

コイル, 絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁物は有機物であるため, 熱分解による熱的劣化, 絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物に付着する埃等による環境的劣化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。

ただし, 動力用変圧器は静止型機器であるため, 機械的な劣化の可能性は小さい。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

コイル, 絶縁筒及びダクトスペーサは, 絶縁物が有機物であるため, 熱的, 電氣的, 機械的及び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ことから, 長期間の使用を考慮するとコイル, 絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

コイル, 絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁特性低下に対しては, 点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し, 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確認された場合には, コイル, 絶縁筒及びダクトスペーサの補修又は取替を行うこととしている。

さらに, 当面の冷温停止維持状態においては, 日常保全を適切な頻度で継続し, 必要に応じてコイル, 絶縁筒及びダクトスペーサの補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

コイル, 絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁特性低下の可能性は否定できないが, 絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また, 当面の冷温停止維持状態においては, 必要に応じて適切な対応をとることにより, 絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

コイル, 絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁特性低下に対しては, 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. 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。

- ・ HPCS メタクラ変圧器

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

(1) コイル、絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁特性低下

代表機器同様、コイル、絶縁筒及びダクトスペーサの絶縁物は有機物であるため、熱分解による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物に付着する埃等による環境的劣化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が、動力用変圧器は静止型機器であるため、機械的な劣化の可能性は小さい。

また、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、絶縁機能の健全性を確認している。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

したがって、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。

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. 鉄心及び鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）

代表機器同様、鉄心及び鉄心締付ボルトは電磁鋼、珪素鋼、炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、鉄心及び鉄心締付ボルトの表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 接続導体の腐食（全面腐食）

代表機器同様、接続導体は銅であるため腐食の発生が想定されるが、接続導体である銅の外表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 取付ベースの腐食（全面腐食）

代表機器同様，取付ベースは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，取付ベース表面は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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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）

代表機器同様，取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，取付ボルト表面は防食処理が施されており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. コイル支持碍子の絶縁特性低下

代表機器同様，コイル支持碍子は無機物であり，機械的要因による劣化及び環境的要因である埃等の異物付着により，絶縁特性低下が想定されるが，動力用変圧器は静止型機器であることから，機械的要因による劣化の可能性は小さい。

また，環境的要因については，点検時に清掃を実施しており絶縁特性低下の可能性は小さい。

さらに，点検時に絶縁抵抗測定を行い，これまで有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから，高経年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）

代表機器同様，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

3 低圧閉鎖配電盤

[対象低圧閉鎖配電盤]

- ・ 非常用パワーセンタ

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	3-1
2. 代表機器の技術評価	3-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	3-2
2.1.1 非常用パワーセンタ	3-2
2.2 経年劣化事象の抽出	3-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	3-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	3-6
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	3-7

1. 対象機器及び代表機器の選定

低圧閉鎖配電盤のうち、対象となる低圧閉鎖配電盤の主な仕様を表 1-1 に示す。

この設備としては、非常用パワーセンタのみが対象であることから、これを代表機器とした。

表 1-1 低圧閉鎖配電盤の主な仕様

機 器 名 称 (群 数)	仕 様		重要度*	使 用 条 件	
	盤 (定格電圧)	遮 断 器 (定格電圧×定格遮断電流)		定格電圧 (V)	定格電流 (A)
非常用パワーセンタ (2)	AC 460 V	AC 600 V × 50 kA	MS-1	AC 460	4,000 1,600

* : 最上位の重要度を示す

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低圧閉鎖配電盤について技術評価を実施する。

- ・ 非常用パワーセンタ

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 非常用パワーセンタ

(1) 構造

非常用パワーセンタは気中遮断器を内蔵しており、電源回路の保護・制御のために計器用変流器、計器用変圧器、継電器、指示計及びヒューズ等を収納している。気中遮断器の投入方法は、電磁式である。

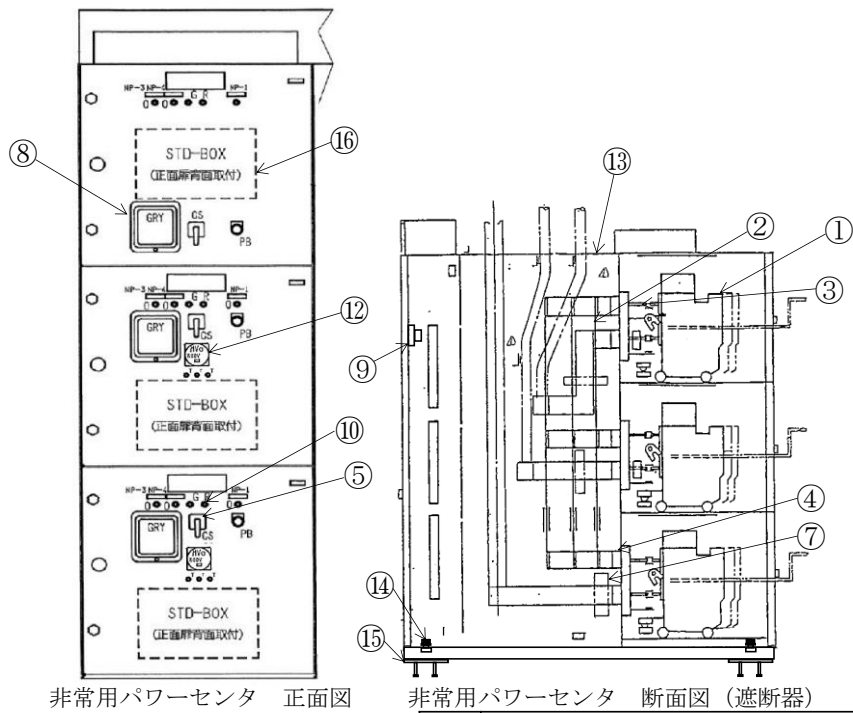
電磁式は、電磁式投入コイルの励磁により投入し、開放は投入時に蓄勢された開路ばねによって行う。

また、遮断器は盤から引出して外に出すことにより、点検手入れが可能である。

非常用パワーセンタの構造図を図 2.1-1 に、気中遮断器の構造図を図 2.1-2 に示す。

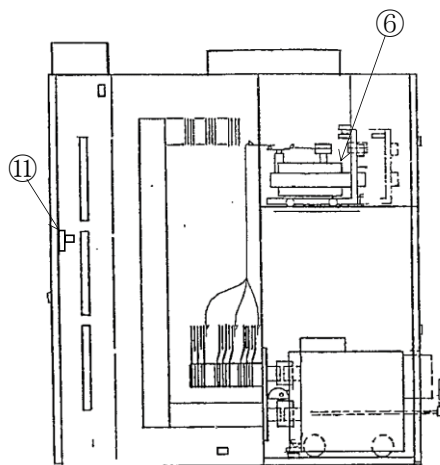
(2) 材料及び使用条件

非常用パワーセンタ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。



非常用パワーセンタ 正面図

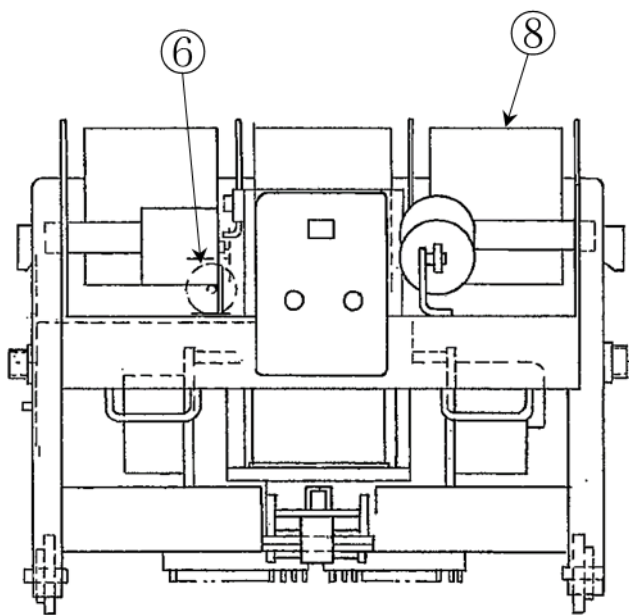
非常用パワーセンタ 断面図 (遮断器)



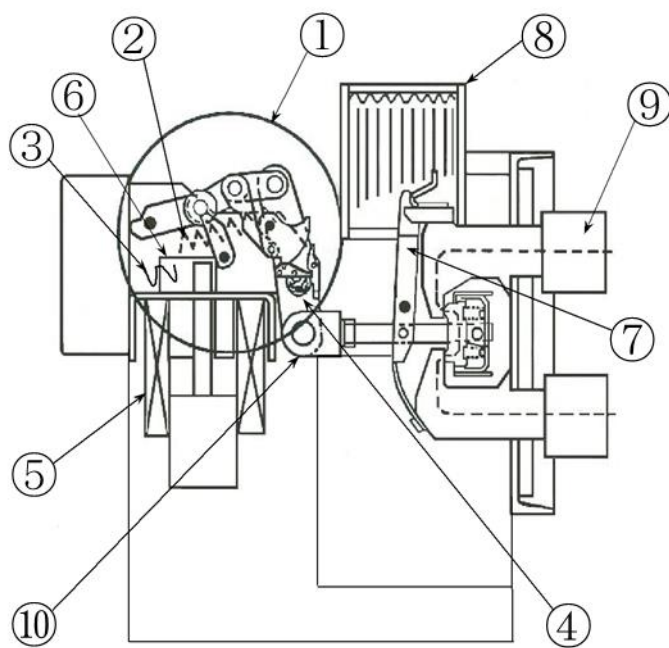
非常用パワーセンタ 断面図 (PT収納)

No.	部 位
①	気中遮断器
②	主回路導体
③	主回路断路部
④	絶縁支持板
⑤	操作スイッチ
⑥	計器用変圧器
⑦	計器用変流器
⑧	保護継電器 (機械式) 保護継電器 (静止形)
⑨	補助継電器 タイマー 電磁接触器
⑩	表示灯
⑪	ヒューズ 配線用遮断器
⑫	指示計
⑬	筐体
⑭	取付ボルト
⑮	埋込金物
⑯	過電流引外し装置

図 2.1-1 非常用パワーセンタ構造図



気中遮断器 正面図



気中遮断器 断面図

No.	部 位
①	操作機構
②	開路ばね
③	支えリンクばね
④	フックばね
⑤	投入コイル
⑥	引外しコイル
⑦	接触子
⑧	消弧室
⑨	断路部
⑩	絶縁操作ロッド

図 2.1-2 気中遮断器構造図

表 2.1-1 非常用パワーセンタ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料	
遮断機能の維持	気中遮断器	操作機構	炭素鋼
		開路ばね	ピアノ線
		支えリンクばね	ピアノ線
		フックばね	ピアノ線
		投入コイル	銅，絶縁物他
		引外しコイル	銅，絶縁物他
		接触子	銅合金
		消弧室	冷間圧延鋼板，アスベスト，磁器
		断路部	銅，絶縁物他
		絶縁操作ロッド	エポキシ樹脂
	過電流引外し装置	銅，半導体他	
	保護継電器(静止形)	銅，半導体他	
	保護継電器(機械式)	銅他	
	補助継電器	(定期取替品)	
	配線用遮断器	銅，絶縁物他	
	タイマー	(定期取替品)	
	操作スイッチ	銅他	
	指示計	銅他	
	表示灯	(消耗品)	
	ヒューズ	(消耗品)	
電磁接触器	銅，絶縁物他		
通電・絶縁性能の確保	主回路導体	アルミ合金	
	絶縁支持板	フェノール樹脂	
	主回路断路部	銅，フェノール樹脂	
信号伝達機能の維持	計器用変流器	銅，絶縁物他	
	計器用変圧器	銅，絶縁物他	
機器の支持	筐体	炭素鋼	
	取付ボルト	炭素鋼	
	埋込金物	炭素鋼	

表 2.1-2 非常用パワーセンタの使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*
定格電圧	460 V

*：原子炉建屋の設計値

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

低圧閉鎖配電盤の機能である給電機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ・ 遮断機能の維持
- ・ 通電・絶縁性能の確保
- ・ 信号伝達機能の維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

低圧閉鎖配電盤について、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うえで、個々の部位の構造、材料、使用条件（設置場所、周囲温度等）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。

なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

表示灯及びヒューズは消耗品、補助継電器及びタイマーは定期取替品であり、設計時に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うえ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 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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. 操作機構の固着

操作機構の固着要因としては、グリースの劣化による粘度の増大及びグリースへの埃等の異物付着による潤滑性の低下が挙げられ、これにより操作機構部の駆動性を低下させ、ばね等の駆動力を阻害して固着が生ずる可能性があるが、操作機構部は屋内空調環境に設置していることから、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時において各部の目視点検、清掃、グリースの塗布及び開閉試験を実施し、異常のないことを確認しており、固着が発生する可能性は小さい。

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ことから、高経年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. 開路ばね、支えリンクばね及びフックばねのへたり

開路ばね、支えリンクばね及びフックばねには、遮断器の引外しに必要な応力が長時間かかる構造になっており、へたりが生ずることが想定されるが、開路ばね、支えリンクばね及びフックばねは、遮断器の引外しに必要な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、へたりの進行の可能性は小さい。

また、分解点検時に目視点検及び組立後の作動確認を行い、これまでへたりは確認されていない。

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ことから、高経年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. 投入コイル及び引外しコイルの絶縁特性低下

投入コイル及び引外し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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 接触子の摩耗

接触子は遮断器の開閉動作に伴い、負荷電流の投入・遮断を行うことから、摩耗が想定されるが、接触子は電気学会「電気規格調査会標準規格 気中しゃ断器 1978年版 JEC-160-1978」(以下、「JEC-160」という。)に基づき100回(定格電流2,500A超過の受電用遮断器)及び500回(定格電流630A超過～2,500A以下の負荷用遮断器)の負荷電流遮断試験にて異常のないことを確認している。

また、本格点検周期内の遮断器動作回数(無負荷電流遮断を含む)は、負荷電流遮断試験の動作回数より少なく、点検時において目視点検及び寸法測定を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. 消弧室の汚損

消弧室は遮断器の電流遮断動作に伴い、アークの消弧を行うことから、汚損が想定されるが、消弧室はJEC-160に基づき100回(定格電流2,500A超過の受電用遮断器)及び500回(定格電流630A超過～2,500A以下の負荷用遮断器)の負荷電流遮断試験にて異常のないことを確認している。

また、本格点検周期内の遮断器動作回数(無負荷電流遮断を含む)は、負荷電流遮断試験の動作回数より少なく、点検時において目視点検及び清掃を行い、これまで有意な汚損は確認されていない。

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ことから、高経年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. 断路部及び主回路断路部の摩耗

断路部及び主回路断路部は、遮断器の挿入・引出しにより、摩耗が想定されるが、断路部にはグリースを塗布していることから、潤滑性は良好であり、遮断器の挿入・引出しは点検時にしか行わないため、断路部の摩耗の可能性は小さい。

また、点検時に目視点検を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. 断路部及び主回路断路部の絶縁特性低下

断路部及び主回路断路部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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 過電流引外し装置の特性変化

過電流引外し装置は、半導体等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった電気回路の不良及び半導体の劣化により特性変化が想定されるが、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小さい。

また、これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 保護継電器（機械式）の特性変化

機械式の保護継電器は、誘導円板などの可動部があり、回転軸及び軸受の摩耗により回転摩擦が変化することによる影響で特性が変化する可能性があるが、保護継電器は JEC-174 及び JEC-2500 に基づく、10,000 回の動作試験にて異常のないことを確認しており、回転軸及び軸受摩耗による影響の可能性は小さい。

また、点検時の動作特性試験を実施しており、これまでの点検結果では有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 保護継電器（静止形）の特性変化

保護継電器（静止形）は、長期間の使用により特性が変化する可能性があるが、これまでの保護継電器（静止形）を含む各装置の特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 操作スイッチ、保護継電器（機械式）及び電磁接触器の導通不良

操作スイッチ、保護継電器（機械式）及び電磁接触器は、接点に付着する埃等により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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 指示計の特性変化

指示計は、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可能性があるが、これまでの校正試験の点検結果から有意な指示不良は確認されておらず、異常が確認された場合には取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 主回路導体の腐食（全面腐食）

主回路導体はアルミ合金であるため腐食の発生が想定されるが、主回路導体の外表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）

取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 絶縁支持板の絶縁特性低下

絶縁支持板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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 計器用変圧器及び計器用変流器の絶縁特性低下

計器用変圧器及び計器用変流器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 絶縁操作ロッドの絶縁特性低下

絶縁操作ロッド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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下

配線用遮断器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下

電磁接触器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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) 非常用パワーセンタ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	
遮断機能の 維持	気 中 遮 断 器	操作機構		炭素鋼							△ ^{*1}	*1：固着 *2：へたり *3：汚損 *4：固渋	
		開路ばね		ピアノ線							△ ^{*2}		
		支えリンクばね		ピアノ線							△ ^{*2}		
		フックばね		ピアノ線							△ ^{*2}		
		投入コイル		銅，絶縁物他					△				
		引外しコイル		銅，絶縁物他					△				
		接触子		銅合金	△								
		消弧室		冷間圧延鋼板， アスベスト，磁器									△ ^{*3}
		断路部		銅，絶縁物他	△				△				
		絶縁操作ロッド		エポキシ樹脂					△				
	過電流引外し装置		銅，半導体他							△			
	保護継電器（静止形）		銅，半導体他							△			
	保護継電器（機械式）		銅他						△	△			
	補助継電器	◎											
	配線用遮断器		銅，絶縁物他					△			△ ^{*4}		
	タイマー	◎											
	操作スイッチ		銅他						△				
	指示計		銅他							△			
表示灯	◎												
ヒューズ	◎												
電磁接触器		銅，絶縁物他						△	△				

△：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）

表 2.2-1 (2/2) 非常用パーセン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		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		
通電・絶縁 性能の確保	主回路導体		アルミ合金		△							
	絶縁支持板		フェノール樹脂					△				
	主回路断路部		銅, フェノール樹脂	△				△				
信号伝達機能 の維持	計器用変流器		銅, 絶縁物他					△				
	計器用変圧器		銅, 絶縁物他					△				
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		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）

以 上

4 コントロールセンタ

[対象コントロールセンタ]

- ・ 非常用コントロールセンタ
- ・ 直流コントロールセンタ

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	4-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	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, 材料及び使用条件	4-3
2.1.1 非常用コントロールセンタ	4-3
2.2 経年劣化事象の抽出	4-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	4-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	4-6
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	4-7
3. 代表機器以外への展開	4-11
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	4-11
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	4-11

1. 対象機器及び代表機器の選定

コントロールセンタのうち、対象となるコントロールセンタの主な仕様を表 1-1 に示す。
これらのコントロールセンタをグループ化し、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及び結果

分類基準である電圧区分，型式及び設置場所とも同じであるため 1 グループとする。

1.2 代表機器の選定

コントロールセンタのグループには，非常用コントロールセンタ，直流コントロールセンタが含まれるが，定格電圧の観点から，非常用コントロールセンタを代表機器とする。

表 1-1 コントロールセンタのグループ化と代表機器の選定

分類基準			機器名称 (群数)	仕様		選定基準			選定	選定理由
電圧区分	型式 (内蔵遮断器)	設置場所		盤 (最高使用電圧)	遮断器 (定格電圧×定格遮断電流)	重要度*	使用条件			
			定格電圧 (V)				定格電流 (A)			
低圧	配線用遮断器	屋内	非常用コントロールセンタ (16)	AC 600 V	AC 600 V×50 kA	MS-1	AC 460	800 600 400	◎	定格電圧
			直流コントロールセンタ (1)	DC 250 V	DC 250 V×30 kA	MS-1	DC 230	600		

* : 最上位の重要度を示す

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コントロールセンタについて技術評価を実施する。

- ・ 非常用コントロールセンタ

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 非常用コントロールセンタ

(1) 構造

非常用コントロールセンタは、電源を開閉する装置（ユニット）が内蔵されており、ユニットから負荷へ電源が供給されている。

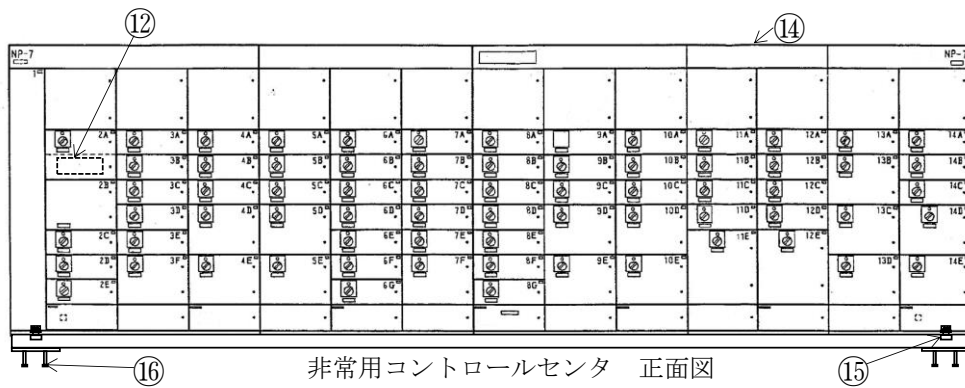
ユニットは主に配線用遮断器及び電磁接触器で構成されている。

なお、ユニットは盤から引出して外に出すことにより、内蔵部品の点検手入れが可能である。

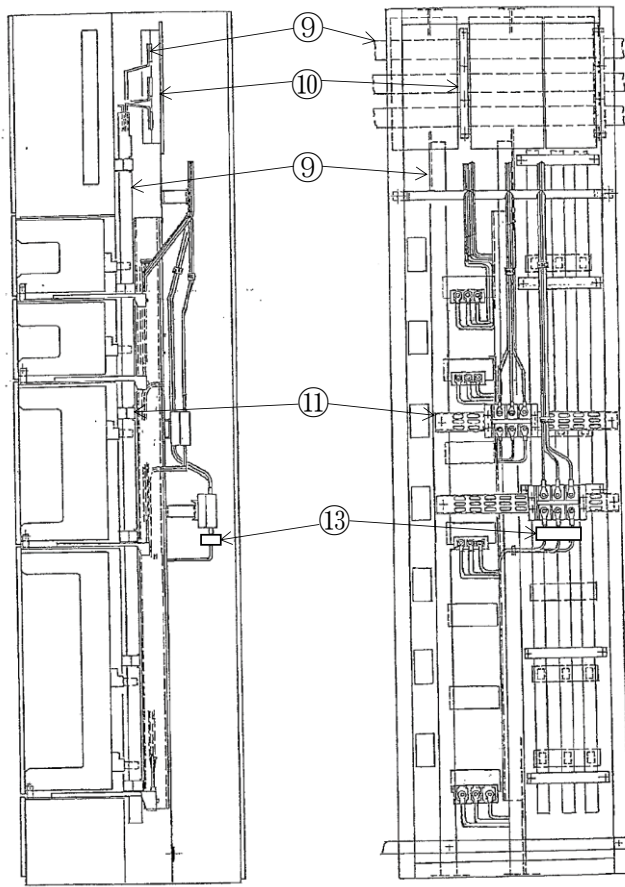
非常用コントロールセンタの構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

非常用コントロールセンタ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。

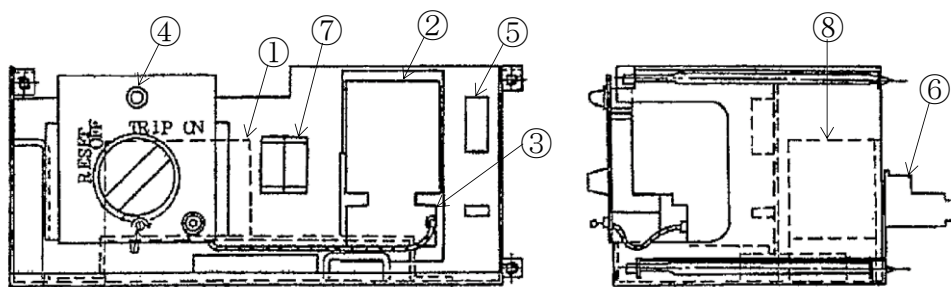


非常用コントロールセンタ 正面図



非常用コントロールセンタ 断面図

No.	部 位
①	配線用遮断器
②	電磁接触器
③	サーマルリレー
④	表示灯
⑤	ヒューズ
⑥	断路部
⑦	補助継電器
⑧	制御用変圧器
⑨	主回路導体
⑩	水平母線取付 サポート
⑪	垂直母線サポート
⑫	計器用変圧器
⑬	サーマルリレー用 変流器
⑭	筐体
⑮	取付ボルト
⑯	埋込金物



非常用コントロールセンタ ユニット詳細図

図 2.1-1 非常用コントロールセンタ構造図

表 2.1-1 非常用コントロールセンタ主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
遮断機能の維持	配線用遮断器	銅, 絶縁物他
	電磁接触器	銅, 絶縁物他
	サーマルリレー	銅他
通電・絶縁性能の確保	補助継電器	(定期取替品)
	表示灯	(消耗品)
	ヒューズ	(消耗品)
	断路部	銅, 絶縁物他
	制御用変圧器	銅, ポリエステル, 電磁鋼他
	主回路導体	銅
	水平母線取付サポート	不飽和ポリエステル樹脂
	垂直母線サポート	不飽和ポリエステル樹脂
信号伝達機能の維持	計器用変圧器	銅、エポキシ樹脂
	サーマルリレー用変流器	銅, 絶縁物他
機器の支持	筐体	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

表 2.1-2 非常用コントロールセンタの使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*
定格電圧	460 V

* : 原子炉建屋, 海水熱交換器建屋の設計値

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

コントロールセンタの補機への給電機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ・ 遮断機能の維持
- ・ 通電・絶縁性能の確保
- ・ 信号伝達機能の維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

コントロールセンタについて、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うえで、個々の部位の構造、材料、使用条件（設置場所、周囲温度等）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。

なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

表示灯及びヒューズは消耗品、補助継電器は定期取替品であり、設計時に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うえ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 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 電磁接触器及びサーマルリレーの導通不良

電磁接触器及びサーマルリレーは、埃等が接点に付着することで導通不良が想定されるが、使用している電磁接触器及びサーマルリレーは個々にハードケースに収納され、屋内空調環境に設置されていることから、埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時にユニット内清掃及び接点の動作確認を行い、これまで導通不良は確認されておらず、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 断路部の摩耗

断路部は、点検時にユニットの挿入・引出しを行うことから、断路部の摩耗が想定されるが、断路部にはグリースを塗布しているため潤滑性は良好であり、ユニットの挿入・引出しは点検時にしか行わないため、断路部の摩耗の可能性は小さい。

また、点検時に目視点検及び清掃を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. 主回路導体の腐食（全面腐食）

主回路導体は銅であるため腐食の発生が想定されるが、主回路導体表面は銀メッキが施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 水平母線取付サポート、垂直母線サポート及びサーマルリレー用変流器の絶縁特性低下

水平母線取付サポート、垂直母線サポート及びサーマルリレー用変流器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下

配線用遮断器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下

電磁接触器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 制御用変圧器及び計器用変圧器の絶縁特性低下

制御用変圧器及び計器用変圧器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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 非常用コントロールセンタ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		
遮断機能の 維持	配線用遮断器		銅, 絶縁物他					△			△*1	*1:固渋
	電磁接触器		銅, 絶縁物他					△	△			
	サーマルリレー		銅他						△			
通電・絶縁 性能の確保	補助継電器	◎										
	表示灯	◎										
	ヒューズ	◎										
	断路部		銅他	△								
	制御用変圧器		銅, ポリエステル, 電磁鋼他					△				
	主回路導体		銅		△							
	水平母線取付サポート		不飽和ポリエステ ル樹脂					△				
垂直母線サポート		不飽和ポリエステ ル樹脂					△					
信号伝達 機能の維持	計器用変圧器		銅, エポキシ樹脂					△				
	サーマルリレー用変流 器		銅, 絶縁物他					△				
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		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）

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。

- ・ 直流コントロールセンタ

3.1 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. 配線用遮断器の固渋

代表機器同様、配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の導通不良

代表機器同様、電磁接触器は、埃等が接点に付着することで導通不良が想定されるが、使用している電磁接触器は個々にハードケースに収納され、屋内空調環境に設置されていることから、埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時にユニット内清掃及び接点の動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 断路部の摩耗

代表機器同様、断路部は、点検時にユニットの挿入・引出しを行うことから、断路部の摩耗が想定されるが、断路部にはグリースを塗布しているため潤滑性は良好であり、ユニットの挿入・引出しは点検時にしか行わないため、断路部の摩耗の可能性は小さい。

また、点検時に目視点検及び清掃を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. 主回路導体の腐食（全面腐食）

代表機器同様，主回路導体は銅であるため腐食の発生が想定されるが，主回路導体表面は銀メッキが施されており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 水平母線取付サポート及び垂直母線サポートの絶縁特性低下

代表機器同様，水平母線取付サポート及び垂直母線サポート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等，熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから，高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）

代表機器同様，筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，筐体の外表面は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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 取付ボルトの腐食（全面腐食）

代表機器同様，取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，取付ボルト表面は防食処理が施されており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下

代表機器同様，配線用遮断器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等，熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから，高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下

代表機器同様，電磁接触器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等，熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，点検時に動作確認及び目視点検等を行い，これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから，高経年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）

代表機器同様，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

5 ディーゼル発電設備

[対象ディーゼル発電設備]

- ・ 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機)
- ・ HPCS ディーゼル発電設備

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	5-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	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, 材料及び使用条件	5-3
2.1.1 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機)	5-3
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	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	5-10
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	5-18
3. 代表機器以外への展開	5-26
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	5-26
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	5-27

1. 対象機器及び代表機器の選定

ディーゼル発電設備のうち、対象となるディーゼル発電設備の主な仕様を表 1-1 に示す。
これらのディーゼル発電設備をグループ化し、代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

分類基準である電圧区分、型式及び設置場所とも同じであるため、1 グループとする。

1.2 代表機器の選定

ディーゼル発電設備のグループには、非常用ディーゼル発電設備（A、B 号機）及び HPCS ディーゼル発電設備が含まれるが、定格容量の観点から非常用ディーゼル発電設備（A、B 号機）を代表機器とする。

表 1-1 ディーゼル発電設備のグループ化と代表機器の選定

分類基準			機器名称 (台数)	仕様 (定格電圧×定格容量)	選定基準			選定	選定理由	
電圧 区分	型式	設置 場所			重要度*	使用条件				
						定格電圧 (V)	定格 容量 (kVA)			回転 速度 (rpm)
高圧	空気冷却横軸回 転界磁三相交流 同期発電機	屋内	非常用ディーゼル発電設 備 (A, B号機) (2)	6,900 V×5,500 kVA	MS-1	6,900	5,500	900	◎	定格容量
			HPCS ディーゼル発電 設備 (1)	6,900 V×3,000 kVA	MS-1	6,900	3,000	900		

* : 最上位の重要度を示す

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設備について技術評価を実施する。

- ・ 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機)

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機)

(1) 構造

非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) は、定格容量 5,500 kVA, 定格電圧 6,900 V, 定格回転速度 900 rpm の空気冷却横軸回転界磁三相交流同期発電機及び制御盤にて構成されている。

a. 発電機

(a) 固定部

発電機のフレームは基礎に固定され、フレーム内には固定子コアが装着されており、固定子コアには固定子コイルが保持されている。

また、フレームの両端部には回転子を支持する軸受台が設置され、内側にすべり軸受が組み込まれている。

すべり軸受から発生する熱は、外部からの強制給油により冷却している。

(b) 回転部

回転子軸は軸受により支持されている。主軸には回転子コアが固定され、回転子コアに回転子コイルが取り付けられている。

なお、固定子や主軸は、コイルエンドカバーを取り外すことにより、点検手入れが可能である。

b. 制御盤

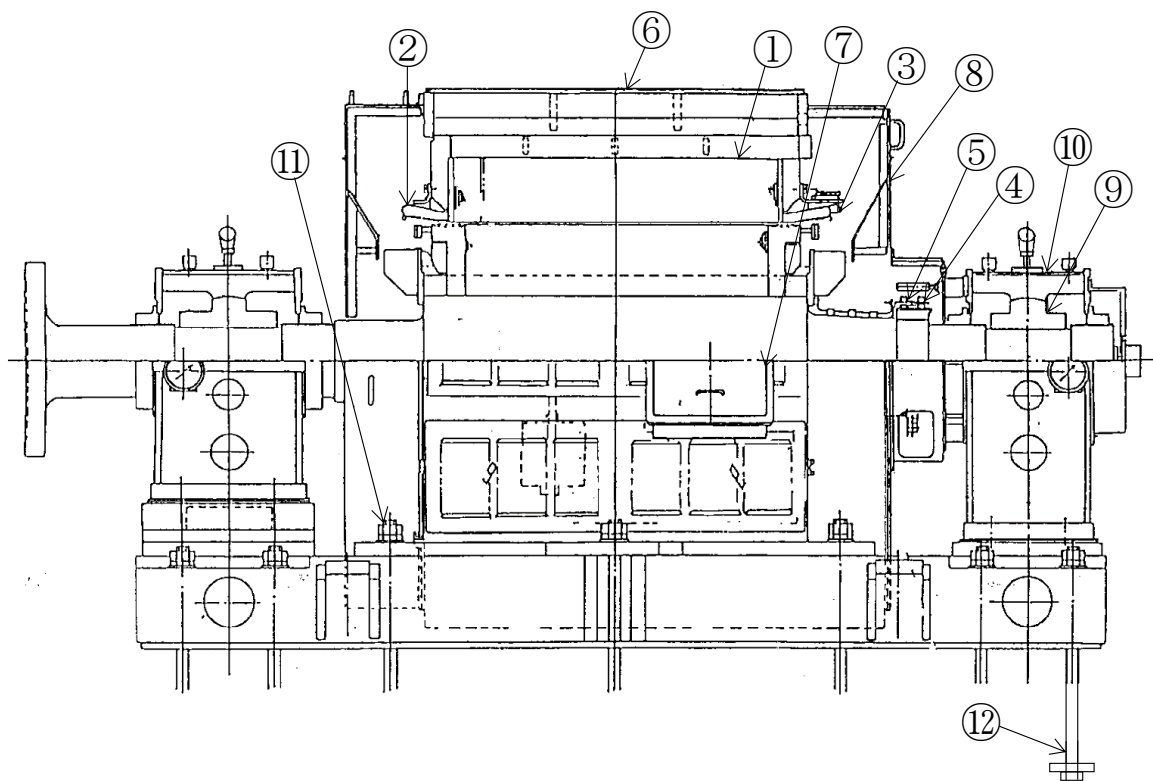
制御盤は、自立形配電盤が7面で構成されている。

内部機器として、励磁用可飽和変流器、速度変換器、シリコン整流器、電力変換器、リアクトル、励磁用変圧器、計器用変圧器、計器用変流器、信号変換処理部、電源装置、自動電圧調整器、保護継電器、補助継電器、電磁接触器、配線用遮断器、故障表示器、ヒューズ、タイマー、表示灯、指示計、操作スイッチ、ロックアウト継電器及び押釦スイッチで構成されており、これらの機器を支持するための筐体、取付ボルト及び埋込金物からなる。

非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) の構造図を図 2.1-1, 2 に制御盤の構成図を図 2.1-3 に示す。

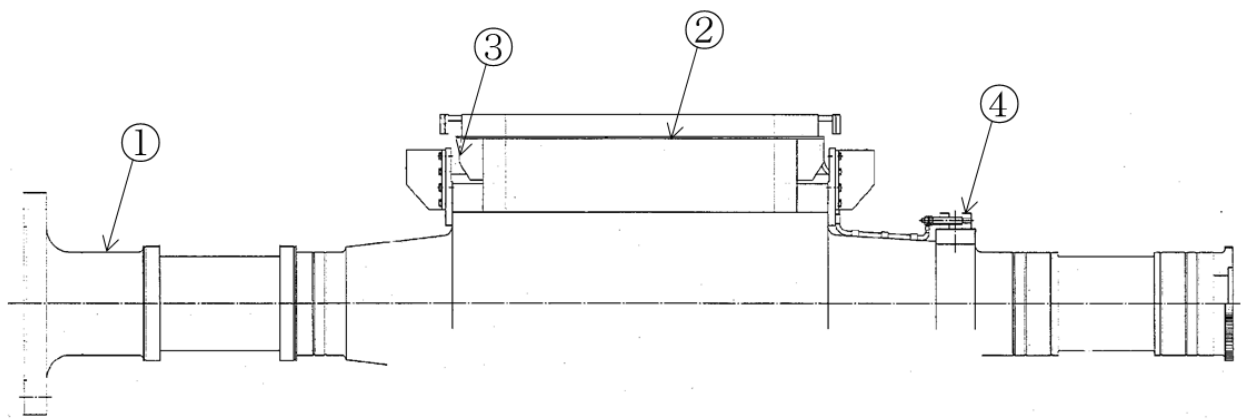
(2) 材料及び使用条件

非常用ディーゼル発電設備 (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, 3 に示す。



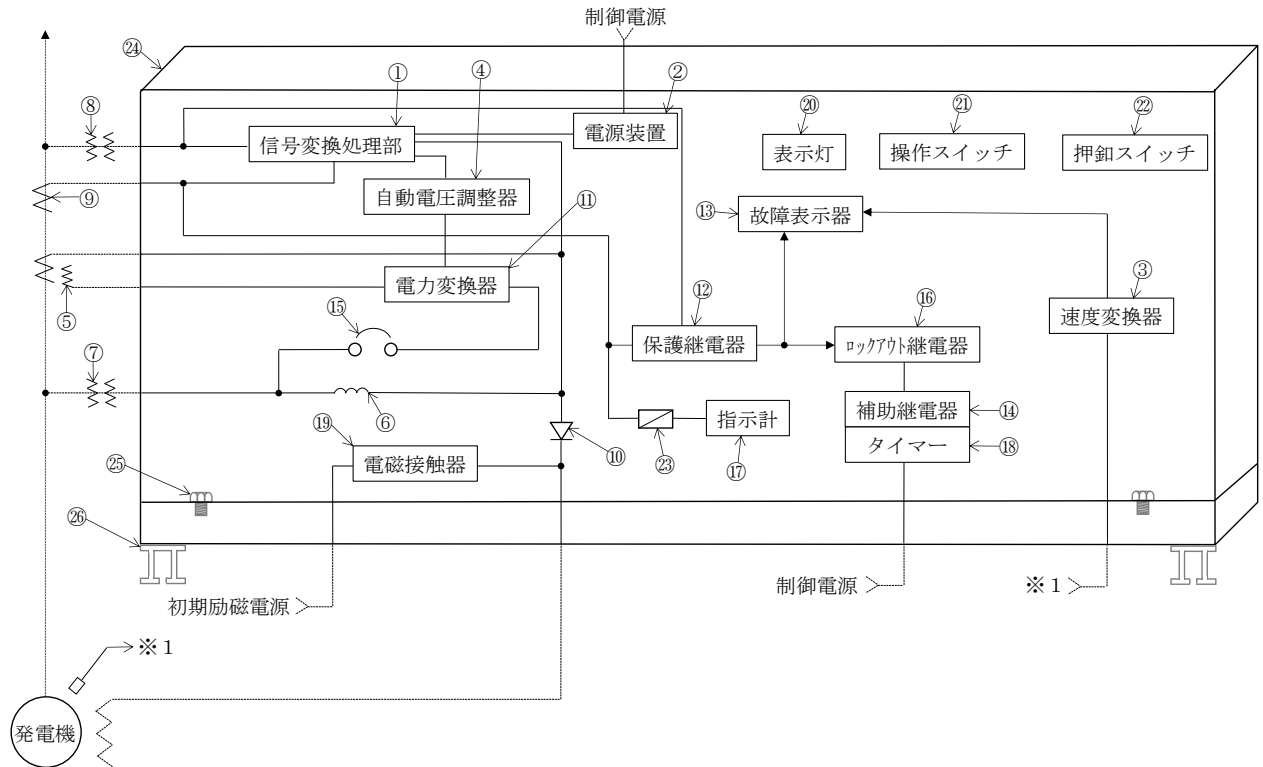
No.	部 位	No.	部 位
①	固定子コア	⑦	端子箱
②	固定子コイル	⑧	コイルエンドカバー
③	口出線・接続部品	⑨	軸受
④	コレクタリング	⑩	軸受台
⑤	ブラシ	⑪	取付ボルト
⑥	フレーム	⑫	基礎ボルト

図 2.1-1 非常用ディーゼル発電機 (A, B 号機) 構造図



No.	部 位
①	回転子軸
②	回転子コア
③	回転子コイル
④	コレクタリング

図 2.1-2 非常用ディーゼル発電機 (A, B 号機) 回転子構造図



No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	信号変換処理部	⑧	計器用変圧器	⑭	補助継電器	⑳	表示灯
②	電源装置	⑨	計器用変流器	⑮	配線用遮断器	㉑	操作スイッチ
③	速度変換器	⑩	シリコン整流器	⑯	ロックアウト継電器	㉒	押釦スイッチ
④	自動電圧調整器	⑪	電力変換器	⑰	指示計	㉓	ヒューズ
⑤	励磁用可飽和変流器	⑫	保護継電器 (静止形, 機械式)	⑱	電磁接触器	㉔	筐体
⑥	リアクトル			⑲	電磁接触器	㉕	取付ボルト
⑦	励磁用変圧器	⑬	故障表示器	㉖	埋込金物		

図 2.1-3 制御盤構成図

表 2.1-1 (1/2) 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
発電機能の維持	回転子軸	炭素鋼鋳鋼品 (SF540A)
	固定子コア	無方向性電磁鋼 (35A360)
	固定子コイル	銅, 絶縁物 (マイカ, エポキシ樹脂等)
	口出線・接続部品	銅, 絶縁物 (マイカ, エポキシ樹脂等)
	コレクタリング	ステンレス鋼 (SUS304)
	ブラシ	(消耗品)
	フレーム	炭素鋼 (SS400)
	端子箱	炭素鋼 (SS400)
	コイルエンドカバー	炭素鋼 (SS400)
	軸受	ホワイトメタル (WJ2), 炭素鋼 (SC450)
	軸受台	炭素鋼 (SS400)
	回転子コイル	銅, 絶縁物 (マイカ, エポキシ樹脂等)
	回転子コア	磁極用鋼 (PCYH500)
機器の支持 (発電機)	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	基礎ボルト	炭素鋼 (SS400)
電圧制御機能の維持	信号変換処理部	電解コンデンサ*, 可変抵抗器, 半導体他
	電源装置	電解コンデンサ*, 抵抗器, 半導体他
	速度変換器	電解コンデンサ*, 抵抗器, 半導体他
	自動電圧調整器	半導体他
	励磁用可飽和変流器	銅, ガラス繊維, マイカ, シリコン樹脂
	リアクトル	銅, ガラス繊維, マイカ, シリコン樹脂
	励磁用変圧器	銅, ガラス繊維, マイカ, シリコン樹脂
	計器用変圧器	銅, エポキシ樹脂
	計器用変流器	銅, エポキシ樹脂
	シリコン整流器	半導体他
	電力変換器	半導体他
	保護継電器 (静止形)	銅, 半導体他
	保護継電器 (機械式)	銅他
	故障表示器	(消耗品)
	補助継電器	(定期取替品)
	配線用遮断器	銅, 絶縁物他
	ロックアウト継電器	銅他
	指示計	合金他
タイマー	(定期取替品)	
電磁接触器	銅, 絶縁物他	

* : 定期取替品

表 2.1-1 (2/2) 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) 主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電圧制御機能の維持 (続き)	表示灯	(消耗品)
	操作スイッチ	銅他
	押釦スイッチ	銅他
	ヒューズ	(消耗品)
機器の支持 (制御盤)	筐体	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

表 2.1-2 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) の使用条件

定格容量	5,500 kVA
定格電圧	6,900 V
定格回転速度	900 rpm
設置場所	屋内
周囲温度	45 °C以下*

* : D/G 室の設計値

表 2.1-3 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) 制御盤の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*

* : 原子炉建屋の設計値

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

非常用ディーゼル発電設備機能である給電機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ・ 発電機能の維持
- ・ 機器の支持
- ・ 電圧制御機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

非常用ディーゼル発電設備について、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うえで、個々の部位の構造、材料、使用条件（設置場所、周囲温度）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。

なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

故障表示器、表示灯、ヒューズ及びブラシは消耗品、補助継電器、タイマー及び電解コンデンサは定期取替品であり、設計時に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うえ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 a, b 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、a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下
- (b) 回転子コイルの絶縁特性低下
- (c) 励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁特性低下
- (d) 計器用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. 回転子軸及び回転子コアの高サイクル疲労割れ

回転子軸及び回転子コアには、ディーゼル発電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疲労割れが想定されるが、回転子軸及び回転子コアは、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、点検時に目視点検を行い、これまで割れは確認されていない。

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ことから、高経年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. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コア及び回転子コアは無方向性電磁鋼、磁極用鋼であるため腐食の発生が想定されるが、固定子コア及び回転子コア表面は、耐食性の高い絶縁ワニス処理が施されており、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、点検時に目視点検及び必要に応じてワニス塗布を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. コレクタリングの摩耗

コレクタリングはブラシとの摺動部があり、ブラシ設定状態不良及び埃等の侵入により摩耗が想定されるが、コレクタリング材はブラシ材より硬質であるため、摩耗の可能性は小さい。

また、屋内空調環境に設置されているため、埃等による摩耗の可能性も小さい。

さらに、点検時に清掃、目視点検、ブラシ摩耗量測定及び動作時の火花発生有無確認を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. フレーム、端子箱、コイルエンドカバー及び軸受台の腐食（全面腐食）

フレーム、端子箱、コイルエンドカバー及び軸受台は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、フレーム、端子箱、コイルエンドカバー及び軸受台表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 回転子軸の摩耗

回転子軸については、軸受と回転子軸の接触面において摩耗が想定されるが、軸受には潤滑剤が供給され軸受と回転子軸間に膜が形成されることから、回転子軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

また、分解点検時に目視点検及び寸法測定を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. ロックアウト継電器の導通不良

ロックアウト継電器は、コイルの通電電流による熱的要因及び吸湿による環境的要因により経年的に劣化が進行し、継電器動作時の振動・衝撃でコイルの断線が想定されるが、コイルへの通電電流は非常に少なく、屋内空調環境に設置されていることから、断線による導通不良に至る可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は少ない。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 保護継電器（機械式）、操作スイッチ、押釦スイッチ及び電磁接触器の導通不良

保護継電器（機械式）、操作スイッチ、押釦スイッチ及び電磁接触器は、接点に付着する埃等により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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 計器用変流器及びリアクトルの絶縁特性低下

計器用変流器及びリアクト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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）

取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. シリコン整流器の漏れ電流の変化

シリコン整流器は、長期間の使用に伴い、熱により半導体素子の空乏層が変化して漏れ電流が増加する可能性があるが、これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 軸受の摩耗及びはく離

軸受はホワイトメタルを軸受に鑄込み溶着しているため摩耗及びはく離が想定される。

しかし、摩耗については、軸受に潤滑剤が供給され軸受と回転子軸間に膜が形成される構造となっており、分解点検時に目視点検及び主軸と軸受間隙の寸法測定を行い、間隙が基準値に達した場合は取替を行うこととしている。

また、はく離についても分解点検時に目視点検及び浸透探傷試験を実施し、必要に応じて取替を実施することとしている。

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ことから、高経年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. 保護継電器（機械式）の特性変化

機械式の保護継電器は、誘導円板などの可動部があり、回転軸及び軸受の摩耗により回転摩擦が変化することによる影響で特性が変化する可能性があるが、保護継電器はJEC-174及びJEC-2500に基づく10,000回の動作試験で異常のないことを確認しており、回転軸及び軸受摩耗による影響の可能性は小さい。

また、点検時に動作特性試験を実施しており、これまでの点検結果では有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 指示計の特性変化

指示計は、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可能性があるが、これまでの校正試験の点検結果から有意な指示不良は確認されておらず、異常が確認された場合には取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 信号変換処理部、電源装置、自動電圧調整器及び電力変換器の特性変化

信号変換処理部、電源装置、自動電圧調整器及び電力変換器は、電解コンデンサ等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内ICでの回路間短絡・断線といった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、大きな劣化をきたす前に取替を行っていること及び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小さい。

また、点検時に特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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. 速度変換器及び保護継電器（静止形）の特性変化

速度変換器及び保護継電器（静止形）は、半導体等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった電気回路の不良及び半導体の劣化により特性変化が想定されるが、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小さい。

また、点検時に特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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. 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。

s. 配線用遮断器の絶縁特性低下

配線用遮断器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下

電磁接触器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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) 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) 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		
発電機能の 維持	回転子軸		炭素鋼鋳鋼品	△		△ ^{*1}						*1:高サイクル疲労 割れ *2:はく離
	固定子コア		無方向性電磁鋼		△							
	固定子コイル		銅, 絶縁物					○				
	口出線・接続部品		銅, 絶縁物					○				
	コレクタリング		ステンレス鋼	△								
	ブラシ	◎										
	フレーム		炭素鋼		△							
	端子箱		炭素鋼		△							
	コイルエンドカバー		炭素鋼		△							
	軸受		ホワイトメタル 炭素鋼	△ ^{*2}								
	軸受台		炭素鋼		△							
	回転子コイル		銅, 絶縁物					○				
回転子コア		磁極用鋼		△	△ ^{*1}							
機器の支持 (発電機)	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

△ : 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) 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) 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	信号 特性 変化			
電圧制御 機能の維持	信号変換処理部	◎*1	可変抵抗器, 半導体他								△		*1:電解コンデンサ *2:漏れ電流の変化 *3:固渋
	電源装置	◎*1	抵抗器, 半導体他								△		
	速度変換器	◎*1	抵抗器, 半導体他								△		
	自動電圧調整器		半導体他								△		
	励磁用可飽和変流器		銅, 絶縁物					○					
	リアクトル		銅, 絶縁物					△					
	励磁用変圧器		銅, 絶縁物					○					
	計器用変圧器		銅, 絶縁物					○					
	計器用変流器		銅, 絶縁物					△					
	シリコン整流器		半導体他									△*2	
	電力変換器		半導体他								△		
	保護継電器 (静止形)		銅, 半導体他								△		
	保護継電器 (機械式)		銅他							△	△		
	故障表示器	◎											
	補助継電器	◎											
	配線用遮断器		銅, 絶縁物他						△			△*3	
	ロックアウト継電器		銅他							△			
指示計		合金他								△			
タイマー	◎												

○ : 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) 非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) 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	信号 特性 変化		
電圧制御 機能の維持 (続き)	電磁接触器		銅, 絶縁物他					△	△			
	表示灯	◎										
	操作スイッチ		銅他						△			
	押釦スイッチ		銅他						△			
	ヒューズ	◎										
機器の支持 (制御盤)	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		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）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

(1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下

発電機の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下に対する「事象の説明」、「技術評価」及び「高経年化への対応」は、高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」高圧ポンプモータの固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

(2) 回転子コイルの絶縁特性低下

a. 事象の説明

回転子コイルの絶縁物は有機物であるため、熱分解による熱的劣化、運転時の遠心力及び振動による機械的劣化、絶縁物に付着する埃等による環境的劣化により経年的に劣化が進行し、絶縁物の外表面及び内部から絶縁特性低下を起こす可能性がある。

絶縁特性低下を起こす可能性がある部位を図 2.3-1 に示す。

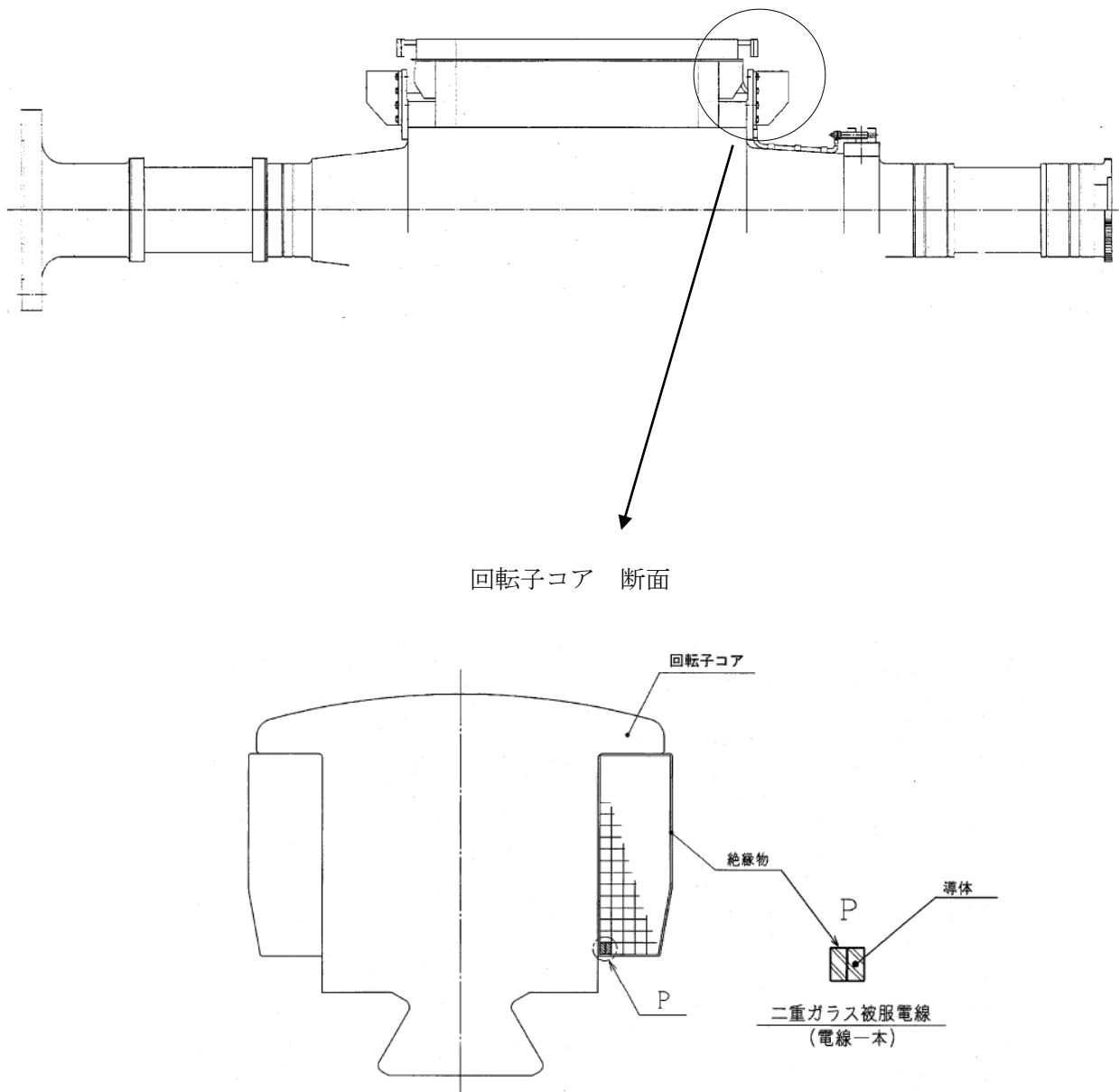


図 2.3-1 回轉子コイル絶縁特性低下部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

回転子コイルは、絶縁物が有機物であるため、熱的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると回転子コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

回転子コイルの絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、回転子コイルの補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて回転子コイルの補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

回転子コイルの絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

回転子コイルの絶縁特性低下に対しては、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) 励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁特性低下

a. 事象の説明

励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁物は有機物であるため、熱分解による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物に付着する埃等による環境的劣化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。

ただし、励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器は静止型機器であるため、機械的な劣化の可能性は小さい。

絶縁特性低下を生ずる可能性のある部位を図 2.3-2, 3 に示す。

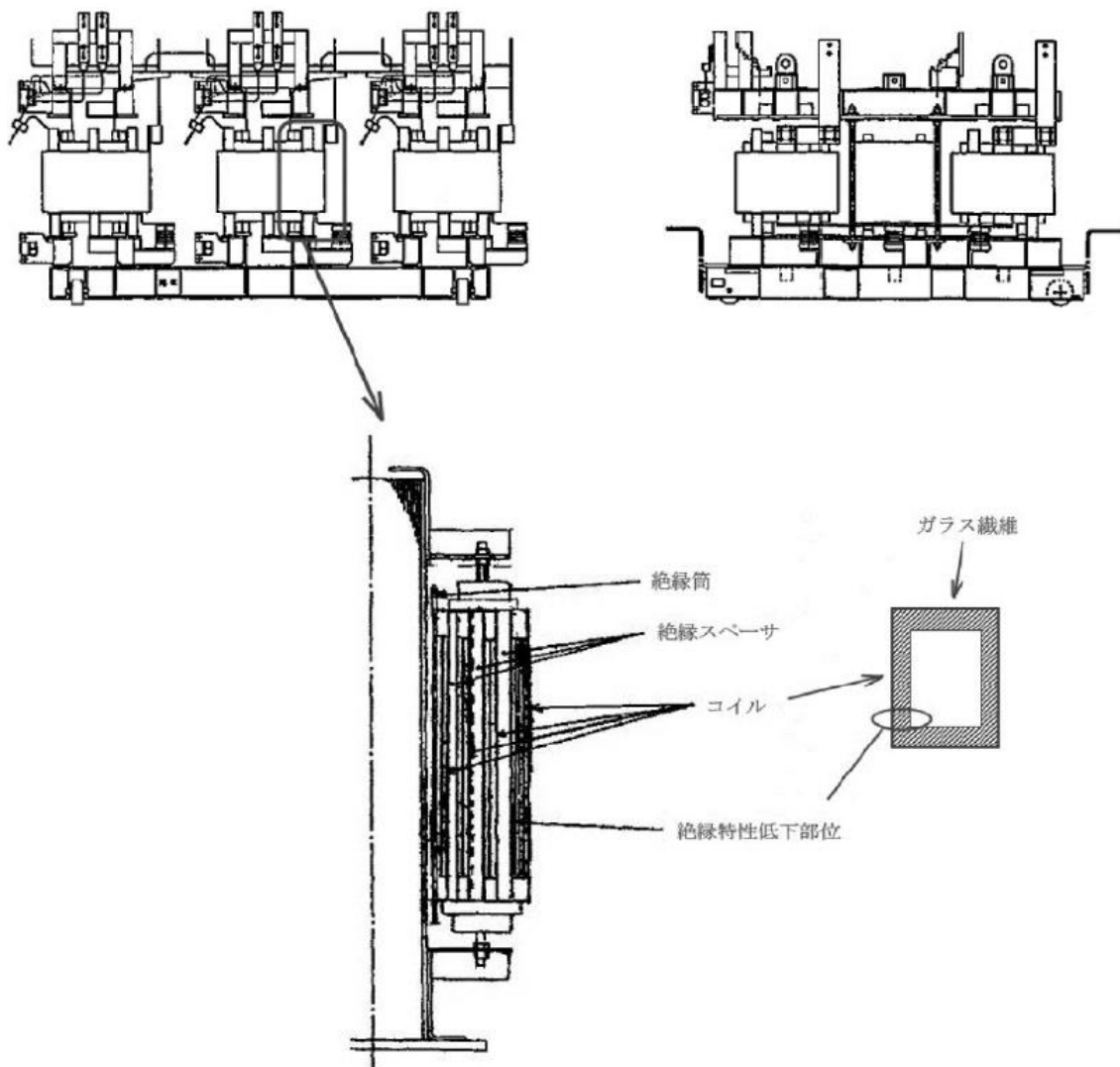


図 2.3-2 励磁用可飽和変流器の絶縁特性低下部位

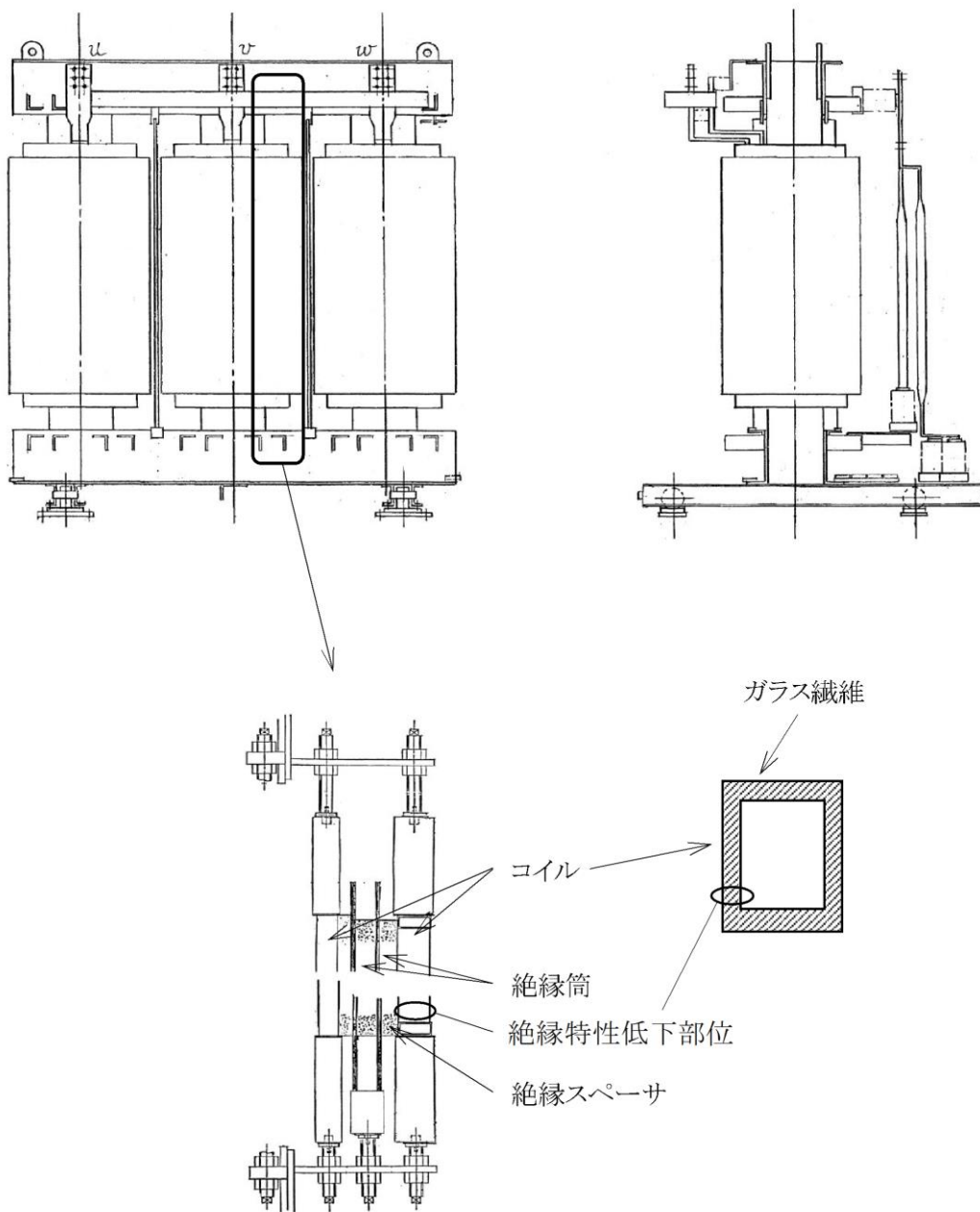


図 2.3-3 励磁用変圧器の絶縁特性低下部位

b. 技術評価

(a) 健全性評価

励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器は、絶縁物が有機物であるため、熱的、電氣的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁特性低下に対しては、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。

(4) 計器用変圧器の絶縁特性低下

a. 事象の説明

計器用変圧器の絶縁物は有機物であるため、熱分解による熱的劣化、絶縁物中のボイド等での放電による電氣的劣化及び絶縁物に付着する埃等による環境的劣化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。

ただし、計器用変圧器は静止型機器であるため、機械的な劣化の可能性は小さい。

b. 技術評価

(a) 健全性評価

計器用変圧器は、絶縁物が有機物であるため、熱的、電氣的、機械的及び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ことから、長期間の使用を考慮すると計器用変圧器の絶縁特性低下の可能性は否定できない。

(b) 現状保全

計器用変圧器の絶縁特性低下に対しては、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を実施し、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確認された場合には、計器用変圧器の補修又は取替を行うこととしている。

さらに、当面の冷温停止維持状態においては、日常保全を適切な頻度で継続し、必要に応じて計器用変圧器の補修又は取替を行うこととしている。

(c) 総合評価

計器用変圧器の絶縁特性低下の可能性は否定できないが、絶縁特性低下は点検時における絶縁抵抗測定及び目視点検等で把握可能と考える。

また、当面の冷温停止維持状態においては、必要に応じて適切な対応をとることにより、絶縁機能は維持できると判断する。

c. 高経年化への対応

計器用変圧器の絶縁特性低下に対しては、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. 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。

- ・ HPCS ディーゼル発電設備

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

(1) 固定子コイル及びび口出線・接続部品の絶縁特性低下

代表機器同様、発電機の固定子コイル及びび口出線・接続部品の絶縁特性低下は、高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」高圧ポンプモータの固定子コイル及びび口出線・接続部品の絶縁特性低下を参照のこと。

(2) 回転子コイルの絶縁特性低下

代表機器同様、回転子コイルの絶縁物は有機物であるため、熱的、機械的、及び環境的要因で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。

しかし、絶縁抵抗測定及び目視点検等を行っており、必要に応じて補修又は取替を実施していくことにより健全性は維持できると判断する。

したがって、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。

(3) 励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁特性低下

代表機器同様、励磁用可飽和変流器及び励磁用変圧器の絶縁物は有機物であるため、熱的、電氣的、機械的及び環境的要因で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。

しかし、絶縁抵抗測定及び目視点検等を行っており、必要に応じて補修又は取替を実施していくことにより健全性は維持できると判断する。

したがって、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。

(4) 計器用変圧器の絶縁特性低下

代表機器同様、計器用変圧器の絶縁物は有機物であるため、熱的、電氣的、機械的及び環境的要因で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。

しかし、絶縁抵抗測定及び目視点検等を行っており、必要に応じて、補修又は取替を実施していくことにより健全性は維持できると判断する。

したがって、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。

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. 回転子軸及び回転子コアの高サイクル疲労割れ

代表機器同様、回転子軸及び回転子コアには、ディーゼル発電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疲労割れが想定されるが、回転子軸及び回転子コアは、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、点検時に目視点検を行い、これまで割れは確認されていない。

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ことから、高経年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. 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

代表機器同様、固定子コア及び回転子コアは無方向性電磁鋼、磁極用鋼であるため腐食の発生が想定されるが、固定子コア及び回転子コア表面は、耐食性の高い絶縁ワニス処理が施されており、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、点検時に目視点検及び必要に応じてワニス塗布を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. コレクタリングの摩耗

代表機器同様、コレクタリングはブラシとの摺動部があり、ブラシ設定状態不良及び埃等の侵入により摩耗が想定されるが、コレクタリング材はブラシ材より硬質であるため、摩耗の可能性は小さい。

また、屋内空調環境に設置されているため、埃等による摩耗の可能性も小さい。

さらに、点検時に清掃、目視点検、ブラシ摩耗量測定及び動作時の火花発生有無確認を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. フレーム、端子箱、コイルエンドカバー及び軸受台の腐食（全面腐食）

代表機器同様、フレーム、端子箱、コイルエンドカバー及び軸受台は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、フレーム、端子箱、コイルエンドカバー及び軸受台表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 回転子軸の摩耗

代表機器同様、回転子軸については、軸受と回転子軸の接触面において摩耗が想定されるが、軸受には潤滑剤が供給され軸受と回転子軸間に膜が形成されることから、回転子軸の摩耗が発生する可能性は小さい。

また、分解点検時に目視点検及び寸法測定を行い、これまで有意な摩耗は確認されていない。

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ことから、高経年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. ロックアウト継電器の導通不良

代表機器同様、ロックアウト継電器は、コイルの通電電流による熱的要因及び吸湿による環境的要因により経年的に劣化が進行し、継電器動作時の振動・衝撃でコイルの断線が想定されるが、コイルへの通電電流は非常に少なく、屋内空調環境に設置されていることから、断線による導通不良に至る可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の固渋

代表機器同様、配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 保護継電器（機械式）、操作スイッチ、押釦スイッチ及び電磁接触器の導通不良

代表機器同様、保護継電器（機械式）、操作スイッチ、押釦スイッチ及び電磁接触器は、接点に付着する埃等により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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 計器用変流器及びリアクトルの絶縁特性低下

代表機器同様、計器用変流器及びリアクト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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）

代表機器同様、筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）

代表機器同様、取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. シリコン整流器の漏れ電流の変化

代表機器同様、長期間の使用に伴い、熱により半導体素子の空乏層が変化して漏れ電流が増加する可能性があるが、これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 軸受の摩耗及びはく離

代表機器同様、軸受はホワイトメタルを軸受に鑄込み溶着しているため摩耗及びはく離が想定される。

しかし、摩耗については、軸受に潤滑剤が供給され主軸と軸受間に膜が形成される構造となっており、分解点検時に目視点検及び主軸と軸受間隙の寸法測定を行い、間隙が基準値に達した場合は取替を行うこととしている。

また、はく離についても分解点検時に目視点検及び浸透探傷試験を実施し、必要に応じて取替を実施することとしている。

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ことから、高経年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. 保護継電器（機械式）の特性変化

代表機器同様、機械式の保護継電器は、誘導円板などの可動部があり、回転軸及び軸受の摩耗により回転摩擦が変化することによる影響で特性が変化する可能性があるが、保護継電器は JEC-174 及び JEC-2500 に基づく 10,000 回の動作試験で異常のないことを確認しており、回転軸及び軸受摩耗による影響の可能性は小さい。

また、点検時に動作特性試験を実施しており、これまでの点検結果では有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 指示計の特性変化

代表機器同様、指示計は、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可能性があるが、これまでの校正試験の点検結果から有意な指示不良は確認されておらず、異常が確認された場合には取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 信号変換処理部、電源装置、自動電圧調整器及び電力変換器の特性変化

代表機器同様、信号変換処理部、電源装置、自動電圧調整器及び電力変換器は、電解コンデンサ等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった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、大きな劣化をきたす前に取替を行っていること及び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小さい。

また、点検時に特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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. 速度変換器及び保護継電器（静止形）の特性変化

代表機器同様、速度変換器及び保護継電器（静止形）は、半導体等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった電気回路の不良及び半導体（トランジスタ）の劣化により特性変化が想定されるが、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小さい。

また、点検時に特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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. 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

代表機器同様、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。

s. 配線用遮断器の絶縁特性低下

代表機器同様、配線用遮断器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下

代表機器同様、電磁接触器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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）

代表機器同様、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

6 バイタル電源用 CVCF

[対象バイタル電源用 CVCF]

- ・ 計装用無停電交流電源装置

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	6-1
2. 代表機器の技術評価	6-2
2.1 構造, 材料及び使用条件	6-2
2.1.1 計装用無停電交流電源装置	6-2
2.2 経年劣化事象の抽出	6-5
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	6-5
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	6-5
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	6-6

1. 対象機器及び代表機器の選定

計装用無停電交流電源装置の主な仕様を表 1-1 に示す。

この設備としては、計装用無停電交流電源装置のみが対象であることから、これを代表機器とした。

表 1-1 計装用無停電交流電源装置の主な仕様

機 器 名 称 (台 数)	仕 様 (定格電圧×定格容量)	重要度*	使用条件
			定格電圧 (V)
計装用無停電交流電源装置 (2)	440 V×30 kVA	MS-1	440

*：最上位の重要度を示す

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バイタル電源用 CVCF について技術評価を実施する。

- ・ 計装用無停電交流電源装置

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 計装用無停電交流電源装置

(1) 構造

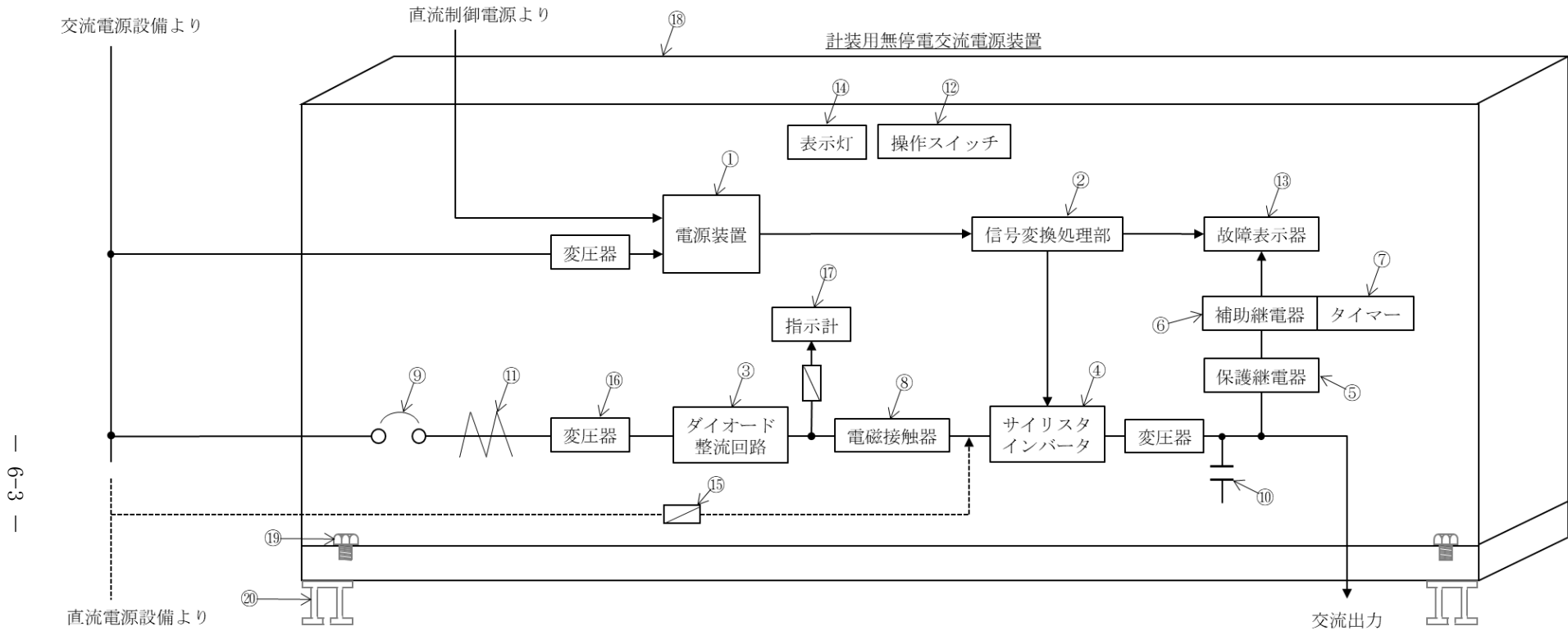
計装用無停電交流電源装置は、整流器盤、インバータ盤 1～3、出力切替盤及び予備変圧器盤の 6 面の自立型配電盤で構成設置されている。

内部機器として、出力電圧制御を行う信号変換処理部、交流を直流に変換するダイオード整流回路、直流を交流に変換するサイリスタインバータ、信号変換処理部に電源を供給するための電源装置、その他電気回路構成部品である配線用遮断器、変圧器、計器用変流器、交流フィルタコンデンサ、保護継電器、補助継電器、ヒューズ、操作スイッチ、タイマー、電磁接触器、故障表示器、表示灯及び指示計で構成されており、これらの機器を支持するための筐体、取付ボルト及び埋込金物からなる。

計装用無停電交流電源装置の構成図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

計装用無停電交流電源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	No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	電源装置	⑤	保護継電器 (静止形)	⑨	配線用遮断器	⑬	故障表示器	⑰	指示計
②	信号変換処理部	⑥	補助継電器	⑩	交流フィルタコンデンサ	⑭	表示灯	⑱	筐体
③	ダイオード整流回路	⑦	タイマー	⑪	計器用変流器	⑮	ヒューズ	⑲	取付ボルト
④	サイリスタインバータ	⑧	電磁接触器	⑫	操作スイッチ	⑯	変圧器	⑳	埋込金物

図 2. 1-1 計装用無停電交流電源装置構成図

表 2.1-1 計装用無停電交流電源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
制御機能の維持	電源装置	可変抵抗器, 電解コンデンサ*, 半導体他
	信号変換処理部	可変抵抗器, 電解コンデンサ*, 半導体他
	ダイオード整流回路	半導体
	サイリスタインバータ	半導体
	保護継電器 (静止形)	半導体, 銅他
	補助継電器	(定期取替品)
	タイマー	(定期取替品)
	電磁接触器	銅, 絶縁物他
	配線用遮断器	銅, 絶縁物他
	交流フィルタコンデンサ	(定期取替品)
	計器用変流器	銅, 絶縁物 (ポリエステル樹脂)
	操作スイッチ	銅他
	故障表示器	(消耗品)
	表示灯	(消耗品)
	ヒューズ	(消耗品)
	変圧器	銅, 絶縁物 (ノーマックス紙) 他
	指示計	銅他
機器の支持	筐体	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

* : 定期取替品

表 2.1-2 計装用無停電交流電源装置の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*

* : 原子炉建屋の設計値

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

計装用無停電交流電源装置の機能（電圧調整，周波数調整）を維持するためには，次の項目が必要である。

- ・ 制御機能の維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

計装用無停電交流電源装置について，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うえで，個々の部位の構造，材料，使用条件（設置場所，周囲温度）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。

なお，消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

故障表示器，表示灯及びヒューズは消耗品，補助継電器，タイマー，交流フィルタコンデンサ及び電解コンデンサは定期取替品であり，設計時に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うえ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 a，b 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 a，b 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。

- a. 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△）
- b. 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. 保護継電器（静止形）の特性変化

保護継電器（静止形）は、長期間の使用により特性が変化する可能性があるが、これまでの保護継電器（静止形）を含む各装置の特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 信号変換処理部及び電源装置の特性変化

信号変換処理部及び電源装置は、電解コンデンサ等の使用部品の劣化やマイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった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、大きな劣化をきたす前に取替を行っていること及び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小さい。

また、点検時に特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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. ダイオード整流回路及びサイリスタインバータの漏れ電流の変化

ダイオード整流回路及びサイリスタインバータは、長期間の使用に伴い、熱により半導体素子の空乏層が変化して漏れ電流が増加する可能性があるが、これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 操作スイッチ及び電磁接触器の導通不良

操作スイッチ及び電磁接触器は、接点に付着する埃等により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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 計器用変流器及び変圧器の絶縁特性低下

計器用変流器及び変圧器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）

取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 指示計の特性変化

指示計は、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可能性があるが、これまでの校正試験の点検結果から有意な指示不良は確認されておらず、異常が確認された場合には取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下

配線用遮断器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下

電磁接触器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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 計装用無停電交流電源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		
制御機能の 維持	電源装置	◎*1	可変抵抗器, 半導体他							△		*1:電解コンデンサ *2:漏れ電流の変化 *3:固渋
	信号変換処理部	◎*1	可変抵抗器, 半導体他							△		
	ダイオード整流回路		半導体								△*2	
	サイリスタインバー タ		半導体								△*2	
	保護継電器（静止 形）		半導体, 銅他							△		
	補助継電器	◎										
	タイマー	◎										
	電磁接触器		銅, 絶縁物他					△	△			
	配線用遮断器		銅, 絶縁物他					△			△*3	
	交流フィルタコンデ ンサ	◎										
	計器用変流器		銅, 絶縁物					△				
	操作スイッチ		銅他						△			
	故障表示器	◎										
	表示灯	◎										
	ヒューズ	◎										
	変圧器		銅, 絶縁物					△				
指示計		銅他						△				
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		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）

以 上

7 直流電源設備

[対象直流電源設備]

- 115 V 蓄電池
- 230 V 蓄電池
- 115 V 充電器盤
- 230 V 充電器盤

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	7-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	7-1
1.2 代表機器の選定	7-1
2. 代表機器の技術評価	7-3
2.1 構造, 材料及び使用条件	7-3
2.1.1 230 V 蓄電池	7-3
2.1.2 230 V 充電器盤	7-6
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	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
3. 代表機器以外への展開	7-16
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	7-16
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	7-16

1. 対象機器及び代表機器の選定

直流電源設備のうち，対象となる直流電源設備の主な仕様を表 1-1 に示す。
これらの直流電源設備をグループ化し，代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

電圧区分，型式及び設置場所を分類基準とし，直流電源設備を表 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 に分類するグループ毎に，原則として重要度，設置場所，周囲温度，定格容量及び電圧の観点から代表機器を選定する。

(1) ベント形クラッド式据置鉛蓄電池

このグループには 115 V 蓄電池及び 230 V 蓄電池が属するが，定格容量の観点から 230 V 蓄電池を代表とする。

(2) 自動定電圧定電流整流器

このグループには 115 V 充電器盤及び 230 V 充電器盤が属するが，定格電圧の観点から 230 V 充電器盤を代表とする。

表 1-1 直流電源設備のグループ化と代表機器の選定

分類基準			機器名称 (組数)	仕様 (蓄電池：定格容量) (充電器盤：定格電圧×定格電流)	選定基準			選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度*	使用条件			
						設置場所	周囲温度 (°C)		
低圧	ベント形クラッド 式据置鉛蓄電池	屋内	115 V 蓄電池 (3)	250 Ah	MS-1	屋内	40 以下		定格 容量
				1,400 Ah	MS-1	屋内	40 以下		
			230 V 蓄電池 (1)	4,000 Ah	MS-1	屋内	40 以下	◎	
低圧	自動定電圧定電流 整流器	屋内	115 V 充電器盤 (3)	130 V×40 A	MS-1	屋内	40 以下		定格 電圧
				130 V×210 A	MS-1	屋内	40 以下		
			230 V 充電器盤 (1)	269 V×400 A	MS-1	屋内	40 以下	◎	

*：最上位の重要度を示す

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直流電源設備について技術評価を実施する。

- 230 V 蓄電池
- 230 V 充電器盤

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 230 V 蓄電池

(1) 構造

230 V 蓄電池は、4,000 Ah（10時間率）112セルを1組として設置されている。

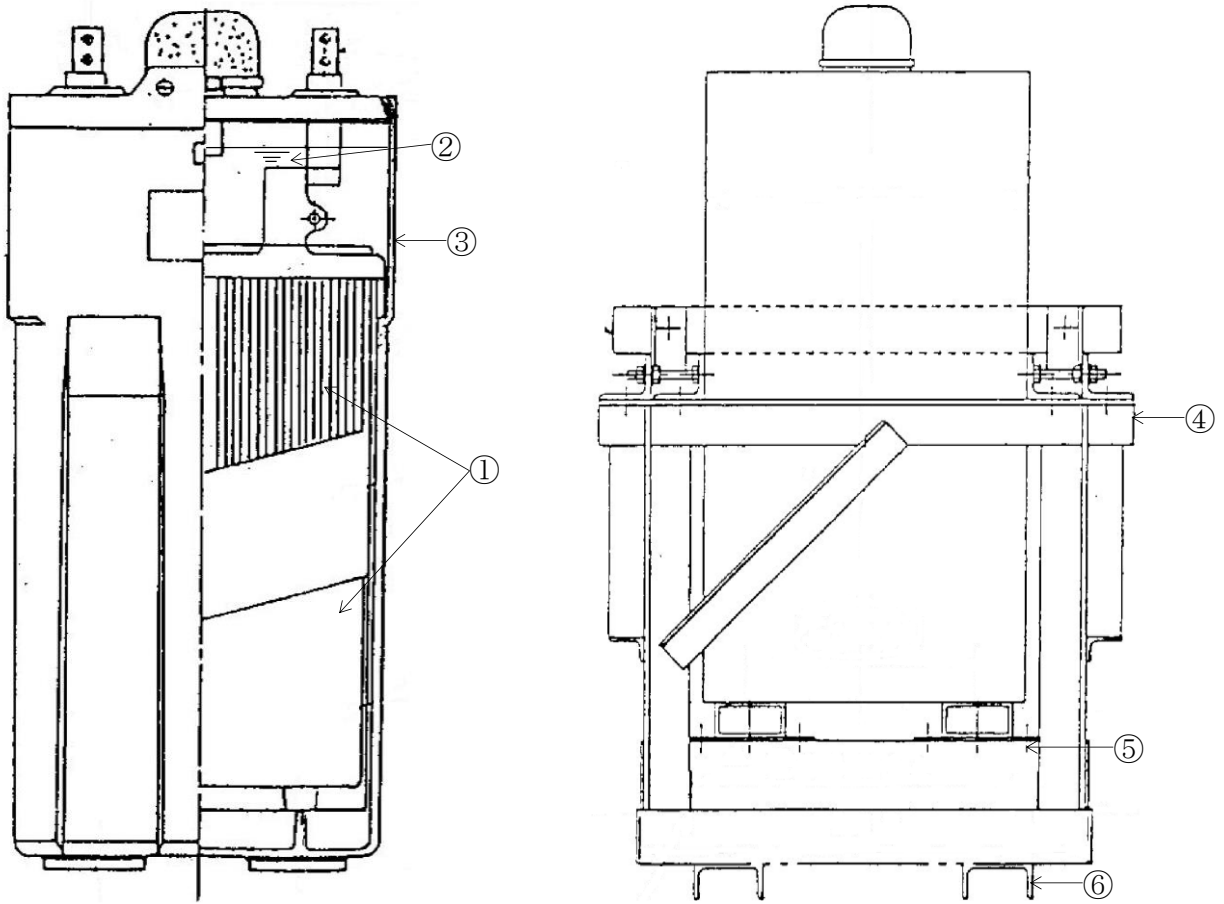
230 V 蓄電池は、架台上にセル（単電池）毎に設置され、各々直列に接続され固定されている。

また、各セルは、極板、電解液及び電槽から構成されており、架台によって支持されている。

230 V 蓄電池の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

230 V 蓄電池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	極板	④	架台
②	電解液	⑤	取付ボルト
③	電槽	⑥	埋込金物

図 2. 1-1 230 V 蓄電池構造図

表 2.1-1 230 V 蓄電池主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
蓄電・給電機能の維持	極板	鉛合金
	電解液	(消耗品)
	電槽	合成樹脂
機器の支持	架台	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼

表 2.1-2 230 V 蓄電池の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*

* : 原子炉建屋の設計値

2.1.2 230 V 充電器盤

(1) 構造

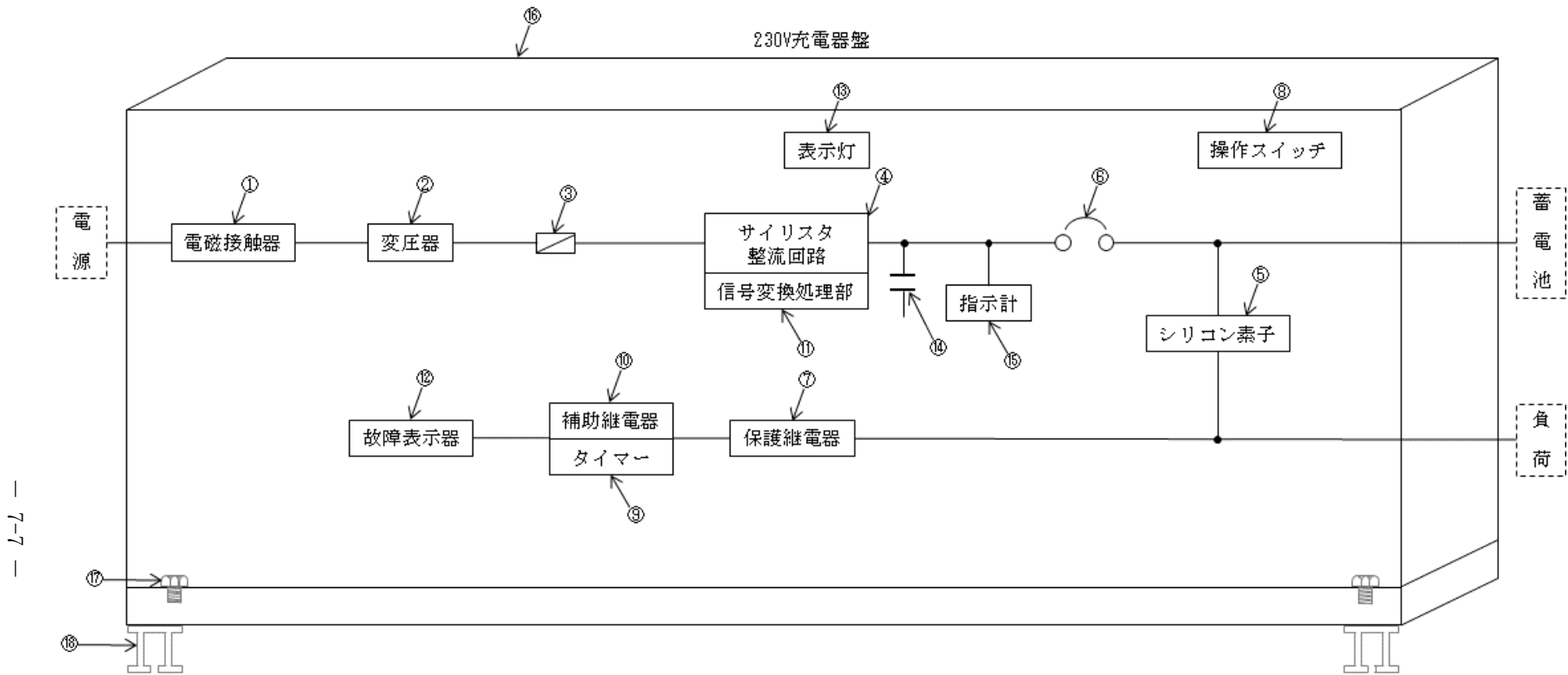
230 V 充電器盤は、自立型配電盤 2 面で構成されている。

盤内には回路を開閉する電磁接触器及び配線用遮断器、電圧を変換する変圧器、交流を直流に変換するサイリスタ整流回路、整流器への信号を変換する信号変換処理部、異常検出を行う保護継電器、その他電気回路構成品であるシリコン素子、電解コンデンサ、補助継電器、タイマー、故障表示器、操作スイッチ、ヒューズ、表示灯及び指示計、機器を支持するための筐体及び取付ボルトから構成されている。

230 V 充電器盤の構成図を図 2.1-2 に示す。

(2) 材料及び使用条件

230 V 充電器盤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	No.	部 位
①	電磁接触器	⑦	保護継電器 (静止形)	⑬	表示灯
②	変圧器	⑧	操作スイッチ	⑭	電解コンデンサ
③	ヒューズ	⑨	タイマー	⑮	指示計
④	サイリスタ整流回路	⑩	補助継電器	⑯	筐体
⑤	シリコン素子	⑪	信号変換処理部	⑰	取付ボルト
⑥	配線用遮断器	⑫	故障表示器	⑱	埋込金物

図 2.1-2 230 V 充電器盤構成図

表 2.1-3 230 V 充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
順変換機能の維持	電磁接触器	銅, 絶縁物他
	変圧器	銅, エポキシ樹脂他
	ヒューズ	(消耗品)
	サイリスタ整流回路	半導体他
	シリコン素子	半導体他
	配線用遮断器	銅, 絶縁物他
	保護継電器 (静止形)	銅, 半導体他
	操作スイッチ	銅他
	タイマー	(定期取替品)
	補助継電器	(定期取替品)
	信号変換処理部	電解コンデンサ*, 可変抵抗器, 半導体他
	故障表示器	(消耗品)
	表示灯	(消耗品)
	電解コンデンサ	(定期取替品)
指示計	銅他	
機器の支持	筐体	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

* : 定期取替品

表 2.1-4 230 V 充電器盤の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*

* : 原子炉建屋の設計値

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

直流電源設備の機能である蓄電・給電機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ・蓄電・給電機能の維持
- ・順変換機能の維持
- ・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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

直流電源設備について、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うえで、個々の部位の構造、材料、使用条件（設置場所、周囲温度）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。

なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

故障表示器、表示灯、ヒューズ及び蓄電池の電解液は消耗品、充電器盤の補助継電器、タイマー及び電解コンデンサは定期取替品であり、設計時に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うえ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 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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. 保護継電器（静止形）の特性変化 [230 V 充電器盤]

保護継電器（静止形）は、長期間の使用により特性が変化する可能性があるが、これまでの保護継電器（静止形）を含む各装置の特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 信号変換処理部の特性変化 [230 V 充電器盤]

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マイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった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、大きな劣化をきたす前に取替を行っていること及び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小さい。

また、点検時に特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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. サイリスタ整流回路及びシリコン素子の特性変化 [230 V 充電器盤]

サイリスタ整流回路及びシリコン素子は、半導体等を使用しており、長期間の使用により特性が変化する可能性があるが、これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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）[共通]

取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 架台の腐食（全面腐食）[230 V 蓄電池]

架台は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、架台表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の固渋 [230 V 充電器盤]

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は少ない。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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. 操作スイッチ及び電磁接触器の導通不良 [230 V 充電器盤]

操作スイッチ及び電磁接触器は、接点に付着する埃等により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、埃等の異物付着の可能性は小さい。

また、点検時に動作確認を行い、これまで導通不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）[230 V 充電器盤]

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電槽の割れ及び変形 [230 V 蓄電池]

電槽は、電解液の減少により極板が露出、発熱し、内部圧力が上昇することによる電槽の割れ及び変形が想定されるが、電槽上部の排気栓から内部圧力を放出できることから、電槽の割れ及び変形の可能性は小さい。

また、点検時に目視点検を行い、これまで割れ及び変形は確認されていない。

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ことから、高経年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. 極板の腐食 [230 V 蓄電池]

極板は、長期間の使用に伴い腐食し、蓄電池の容量を低下させる可能性があるが、電解液液位及び電解液比重が維持されていることから、極板に腐食が発生する可能性は小さい。

また、点検時に浮動充電電流測定、蓄電池容量測定及び電解液比重測定を行っており、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下 [230 V 充電器盤]

電磁接触器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 変圧器の絶縁特性低下 [230 V 充電器盤]

変圧器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下 [230 V 充電器盤]

配線用遮断器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. 指示計の特性変化 [230 V 充電器盤]

指示計は、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可能性があるが、これまでの校正試験の点検結果から有意な指示不良は確認されておらず、異常が確認された場合には取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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） [共通]

埋込金物は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、大気接触部は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、埋込金物大気接触部については、点検時に目視点検にて表面状態を確認しており、必要に応じて補修塗装等を行っていることから、腐食が発生する可能性は小さい。

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ことから、高経年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) 230 V 蓄電池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		
蓄電・給電 機能の維持	極板		鉛合金		△						*1: 電槽の割れ, 変形	
	電解液	◎										
	電槽		合成樹脂							△*1		
機器の支持	架台		炭素鋼		△							
	取付ボルト		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 / 2) 230 V 充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	信号 特性 変化		
順変換機能 の維持	電磁接触器		銅, 絶縁物他					△	△			*1:固洪 *2:電解コンデンサ
	変圧器		銅, 絶縁物他					△				
	ヒューズ	◎										
	サイリスタ整流回路		半導体他							△		
	シリコン素子		半導体他							△		
	配線用遮断器		銅, 絶縁物他					△			△*1	
	保護継電器 (静止形)		銅, 半導体他							△		
	操作スイッチ		銅他						△			
	タイマー	◎										
	補助継電器	◎										
	信号変換処理部	◎*2	可変抵抗器, 半導体他								△	
	故障表示器	◎										
	表示灯	◎										
	電解コンデンサ	◎										
指示計		銅他								△		
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		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）

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。

- ・ 115 V 蓄電池
- ・ 115 V 充電器盤

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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. 保護継電器（静止形）の特性変化 [115 V 充電器盤]

代表機器同様、保護継電器（静止形）は、長期間の使用により特性が変化する可能性があるが、これまでの保護継電器（静止形）を含む各装置の特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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. 信号変換処理部の特性変化 [115 V 充電器盤]

代表機器同様、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マイグレーションによる基板内 IC での回路間短絡・断線といった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、大きな劣化をきたす前に取替を行っていること及び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小さい。

また、点検時に特性試験を実施し、特性が精度内であることを確認している。

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ことから、高経年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. サイリスタ整流回路及びシリコン素子の特性変化 [115 V 充電器盤]

代表機器同様、サイリスタ整流回路及びシリコン素子は、半導体等を使用しており、長期間の使用により特性が変化する可能性があるが、これまでの特性試験による点検結果から有意な特性変化は確認されていない。

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ことから、高経年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）〔共通〕

代表機器同様，取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，取付ボルト表面は防食処理が施されており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 架台の腐食（全面腐食）〔115 V 蓄電池〕

代表機器同様，架台は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，架台表面は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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 配線用遮断器の固渋〔115 V 充電器盤〕

代表機器同様，配線用遮断器は周囲温度，埃等の異物付着，発熱及び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，屋内空調環境に設置されていることから，周囲温度及び埃等の異物付着による影響は少ない。

また，点検時に動作確認を行い，異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから，高経年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. 操作スイッチ及び電磁接触器の導通不良〔115 V 充電器盤〕

代表機器同様，操作スイッチ及び電磁接触器は，接点に付着する埃等により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，埃等の異物付着の可能性は小さい。

また，点検時に動作確認を行い，これまで導通不良は確認されていない。

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ことから，高経年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. 筐体の腐食（全面腐食）[115 V 充電器盤]

代表機器同様、筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電槽の割れ及び変形 [115 V 蓄電池]

代表機器同様、電槽は、電解液の減少により極板が露出、発熱し、内部圧力が上昇することによる電槽の割れ及び変形が想定されるが、電槽上部の排気栓から内部圧力を放出できることから、電槽の割れ及び変形の可能性は小さい。

また、点検時に目視点検を行い、これまで割れ及び変形は確認されていない。

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ことから、高経年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. 極板の腐食 [115 V 蓄電池]

代表機器同様、極板は、長期間の使用に伴い腐食し、蓄電池の容量を低下させる可能性があるが、電解液液位及び電解液比重が維持されていることから、極板に腐食が発生する可能性は小さい。

また、点検時に浮動充電電流測定、蓄電池容量測定及び電解液比重測定を行っており、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 電磁接触器の絶縁特性低下[115 V 充電器盤]

代表機器同様、電磁接触器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に動作確認及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では絶縁特性低下による動作不良は確認されていない。

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ことから、高経年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. 変圧器の絶縁特性低下 [115 V 充電器盤]

代表機器同様，変圧器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等，熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから，高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下 [115 V 充電器盤]

代表機器同様，配線用遮断器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等，熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから，高経年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. 指示計の特性変化 [115 V 充電器盤]

代表機器同様，指示計は，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可能性があるが，これまでの校正試験による点検結果から有意な指示不良は確認されておらず，異常が確認された場合には取替を行うこととしている。

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ことから，高経年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） [共通]

代表機器同様，埋込金物は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，大気接触部は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，埋込金物大気接触部については，点検時に目視点検にて表面状態を確認しており，必要に応じて補修塗装等を行っていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

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ことから，高経年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）

代表機器同様，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

8 計測用変圧器

[対象計測用変圧器]

- 中央制御室計装電源用変圧器
- HPCS 計装電源用変圧器

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	8-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	8-1
1.2 代表機器の選定	8-1
2. 代表機器の技術評価	8-3
2.1 構造, 材料及び使用条件	8-3
2.1.1 中央制御室計装電源用変圧器	8-3
2.2 経年劣化事象の抽出	8-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	8-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	8-6
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	8-7
3. 代表機器以外への展開	8-10
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	8-10
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	8-10

1. 対象機器及び代表機器の選定

計測用変圧器のうち，対象となる計測用変圧器の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの計測用変圧器をグループ化し，代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

分類基準である電圧区分，型式及び設置場所とも同じであるため 1 グループとする。

1.2 代表機器の選定

計測用変圧器のグループには，中央制御室計装電源用変圧器と HPCS 計装電源用変圧器が属するが，定格容量の観点から，中央制御室計装電源用変圧器を代表機器とする。

表 1-1 計測用変圧器のグループ化と代表機器の選定

分類基準			機器名称 (台数)	仕様 (定格容量)	選定基準			選定	選定理由	
電圧区分	型式	設置場所			重要度*	使用条件				
						定格容量 (kVA)	一次電圧 (V)			二次電圧 (V)
低圧	モールド 乾式	屋内	中央制御室計装電源用変圧器(2)	50 kVA	MS-1	50	460	210/105	◎	定格容量
			HPCS 計装電源用変圧器(1)	3 kVA	MS-1	3	460	210/105		

* : 最上位の重要度を示す

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用変圧器について技術評価を実施する。

- ・ 中央制御室計装電源用変圧器

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室計装電源用変圧器

(1) 構造

中央制御室計装電源用変圧器は、定格容量 50 kVA、一次電圧 460 V、二次電圧 210/105 V の単相二巻線のモールド乾式変圧器が設置されている。

中央制御室計装電源用変圧器は、変圧器本体及び付属品で構成されており、変圧器本体は電流回路となるコイルと磁気回路となる鉄心及びコイルの絶縁を保持する絶縁物から構成されている。

コイルは細分された銅線を必要回数巻いて構成されており、銅線間、コイル間及びコイルと鉄心間はガラス繊維と磁器製のダクトスペーサ(間隔片)を挿入して固定されている。

また、これら絶縁物によって保たれている空隙も絶縁の大きな要素であり、冷却媒体となっている。

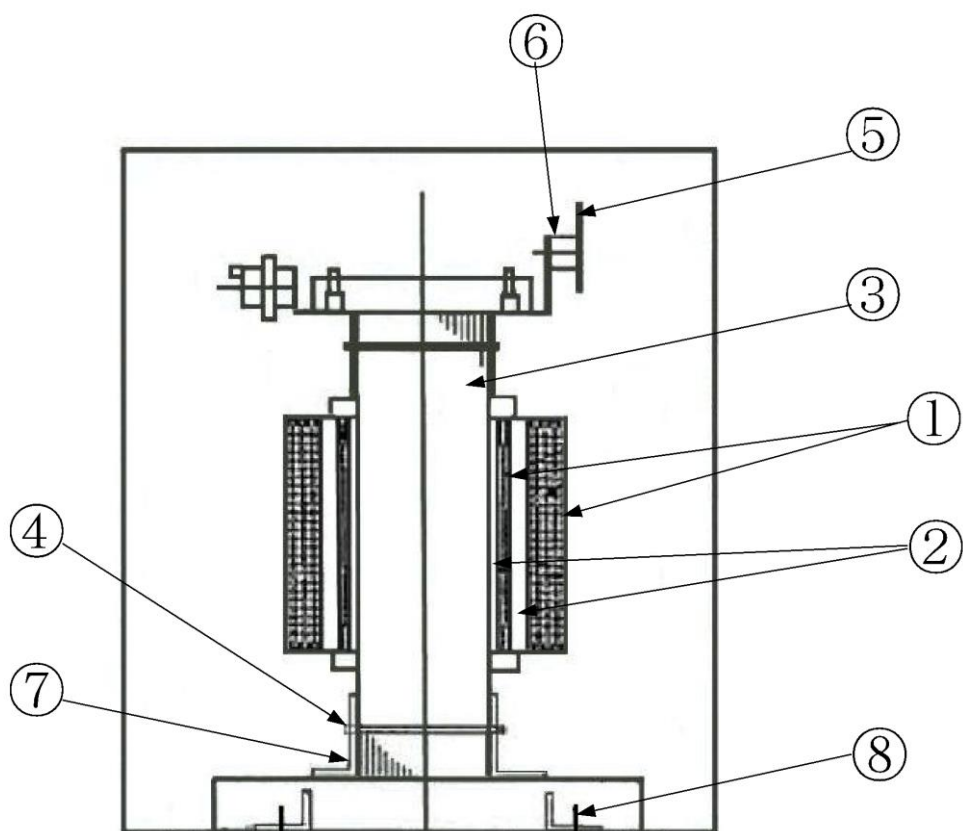
鉄心は二脚鉄心で主脚は各コイルの内側を貫通し、各コイルの上下部側で閉路となるように構成され、鉄心締付ボルトで保持・固定されている。

なお、巻線及び鉄心で発生する熱は、空気の自然対流により放熱される構造(自冷式)となっている。

中央制御室計装電源用変圧器の構造図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

中央制御室計装電源用変圧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	コイル
②	ダクトスペーサ
③	鉄心
④	鉄心締付ボルト
⑤	接続導体
⑥	支持碍子
⑦	クランプ
⑧	取付ボルト

図 2.1-1 中央制御室計装電源用変圧器構造図

表 2.1-1 中央制御室計装電源用変圧器主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
電圧変成機能の維持	コイル	銅, 絶縁物 (ガラス繊維, アラミド絶縁紙) 他
	ダクトスペーサ	磁器
	鉄心	電磁鋼
	接続導体	銅
	支持碍子	磁器
	鉄心締付ボルト	炭素鋼 (SS400)
機器の支持	クランプ	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)

表 2.1-2 中央制御室計装電源用変圧器の使用条件

定格容量	50 kVA
定格電圧	一次 : 460 V 二次 : 210/105 V
設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*

* : 原子炉建屋の設計値

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

計測用変圧器の機能である電圧変成機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ・ 電圧変成機能の維持
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

中央制御室計装電源用変圧器について、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うえで、個々の部位の構造、材料、使用条件（設置場所、周囲温度等）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。

なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

中央制御室計装電源用変圧器には、消耗品及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 a, b 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 a, b 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。

- a. 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△）
- b. 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. 鉄心の腐食（全面腐食）

鉄心は電磁鋼であり腐食の発生が想定されるが、鉄心表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 接続導体の腐食（全面腐食）

接続導体は銅であり腐食の発生が想定されるが、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）

鉄心締付ボルトは炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが、ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. クランプ及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

クランプ及び取付ボルトは炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが、クランプ表面及び取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. ダクトスペーサ及び支持碍子の絶縁特性低下

ダクトスペーサ及び支持碍子は無機物であり、機械的要因による劣化及び環境的要因による埃等の異物付着により、絶縁特性低下が想定されるが、計測用変圧器は静止型機器であることから、機械的要因による劣化の可能性は小さい。

また、点検時に絶縁抵抗測定を行い、これまで有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. コイルの絶縁特性低下

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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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 中央制御室計装電源用変圧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		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		
電圧変成 機能の維持	コイル		銅, 絶縁物他					△				
	ダクトスペーサ		磁器					△				
	鉄心		電磁鋼		△							
	接続導体		銅		△							
	支持磚子		磁器					△				
	鉄心締付ボルト		炭素鋼		△							
機器の支持	クランプ		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。

- ・ HPCS 計装電源用変圧器

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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. 鉄心の腐食（全面腐食）

代表機器同様、鉄心は電磁鋼であり腐食の発生が想定されるが、鉄心表面は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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 接続導体の腐食（全面腐食）

代表機器同様、接続導体は銅であり腐食の発生が想定されるが、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 鉄心締付ボルトの腐食（全面腐食）

代表機器同様、鉄心締付ボルトは炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが、ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. クランプ及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

代表機器同様、クランプ及び取付ボルトは炭素鋼であり腐食の発生が想定されるが、クランプ表面及び取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. ダクトスペーサ及び支持碍子の絶縁特性低下

代表機器同様、ダクトスペーサ及び支持碍子は無機物であり、機械的要因による劣化及び環境的要因による埃等の異物付着により、絶縁特性低下が想定されるが、計測用変圧器は静止型機器であることから、機械的要因による劣化の可能性は小さい。

また、点検時に絶縁抵抗測定を行い、これまで有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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. コイルの絶縁特性低下

代表機器同様、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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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）

代表機器同様、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

9 計測用分電盤

[対象計測用分電盤]

- 115 V 直流母線盤
- 230 V 直流母線盤
- 中央制御室計装分電盤
- 直流分電盤
- 計装用無停電分電盤

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	9-1
1.1 グループ化の考え方及び結果	9-1
1.2 代表機器の選定	9-1
2. 代表機器の技術評価	9-3
2.1 構造, 材料及び使用条件	9-3
2.1.1 230 V 直流母線盤	9-3
2.2 経年劣化事象の抽出	9-6
2.2.1 機器の機能達成に必要な項目	9-6
2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	9-6
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	9-7
3. 代表機器以外への展開	9-10
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	9-10
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	9-10

1. 対象機器及び代表機器の選定

計測用分電盤のうち、対象となる計測用分電盤の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの計測用分電盤をグループ化し、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及び結果

分類基準である、電圧区分、型式及び設置場所とも同じであるため 1 グループとする。

1.2 代表機器の選定

計測用分電盤のグループには、115 V 直流母線盤、230 V 直流母線盤、直流分電盤、中央制御室計装分電盤及び計装用無停電分電盤が含まれるが、定格電圧の観点から 230 V 直流母線盤を代表機器とする。

表 1-1 計測用分電盤のグループ化と代表機器の選定

分類基準			機器名称 (面数)	仕様 (定格電圧)	選定基準		選定	選定理由
電圧区分	型式	設置場所			重要度*	使用条件 定格電圧 (V)		
低圧	配線用遮断器	屋内	115 V 直流母線盤(3)	DC115 V	MS-1	DC115 V	◎	定格電圧
			230 V 直流母線盤(1)	DC230 V	MS-1	DC230 V		
			直流分電盤(5)	DC115 V	MS-1	DC115 V		
			中央制御室計装分電盤(4)	AC105 V	MS-1	AC105 V		
			計装用無停電分電盤(2)	AC105 V	MS-1	AC105 V		

* : 最上位の重要度を示す

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用分電盤についての技術評価を実施する。

- ・ 230 V 直流母線盤

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 230 V 直流母線盤

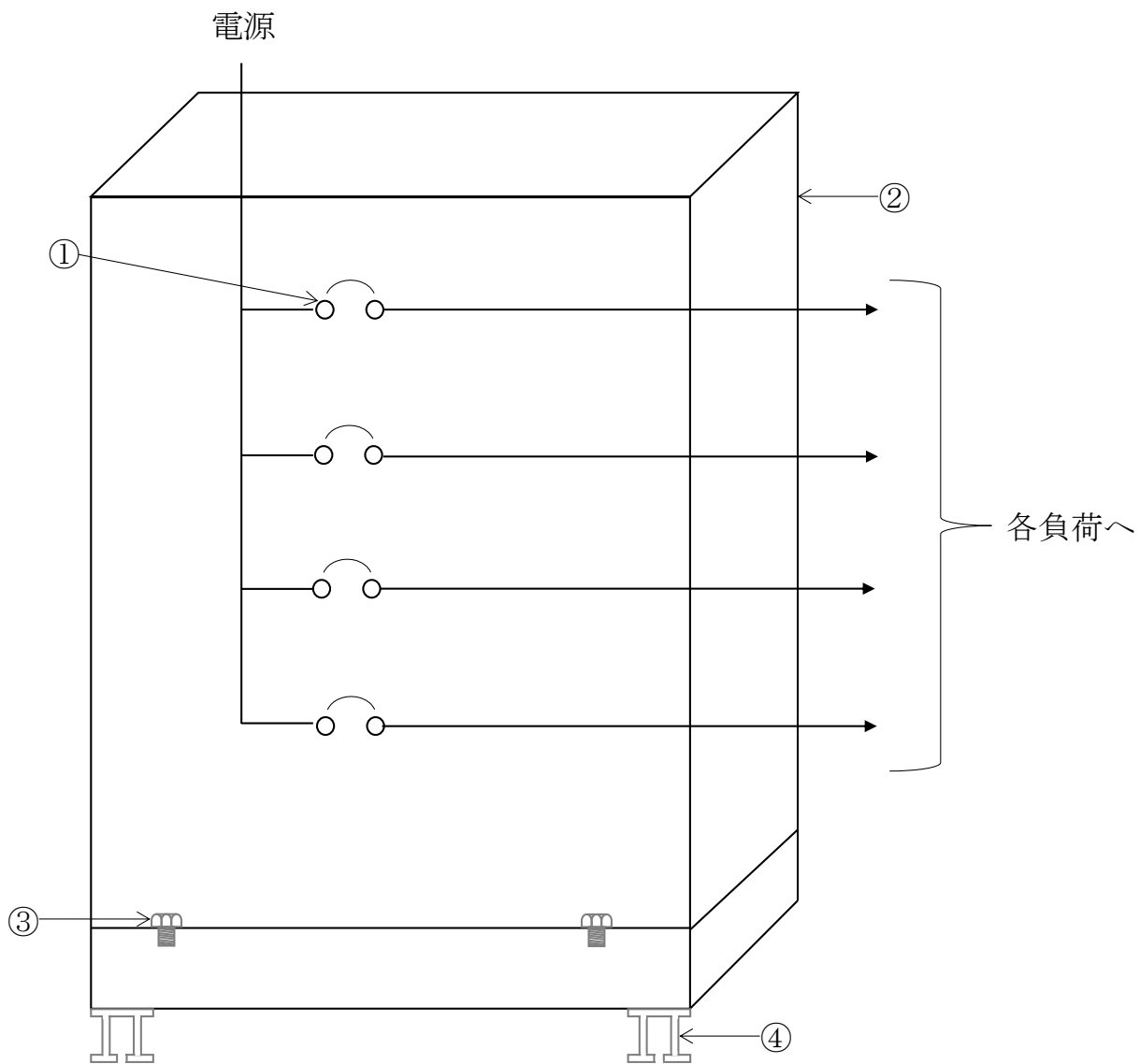
(1) 構造

230 V 直流母線盤は、自立型配電盤であり、それぞれの負荷に電源を分割供給するための配線用遮断器、機器を支持するための筐体及び取付ボルトで構成されている。

230 V 直流母線盤の構成図を図 2.1-1 に示す。

(2) 材料及び使用条件

230 V 直流母線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
①	配線用遮断器
②	筐体
③	取付ボルト
④	埋込金物

図 2.1-1 230 V 直流母線盤構成図

表 2.1-1 230 V 直流母線盤主要部位の使用材料

機能達成に必要な項目	部 位	材 料
遮断・通電性能の確保	配線用遮断器	銅，絶縁物他
機器の支持	筐体	炭素鋼 (SS400)
	取付ボルト	炭素鋼 (SS400)
	埋込金物	炭素鋼 (SS400)

表 2.1-2 230 V 直流母線盤の使用条件

設置場所	屋内
周囲温度	40 °C以下*

*：原子炉建屋の設計値

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

230 V 直流母線盤の機能である電源の分割供給機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ・ 遮断・通電性能の確保
- ・ 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

(1) 想定される経年劣化事象の抽出

230 V 直流母線盤について、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うえで、個々の部位の構造、材料、使用条件（設置場所、周囲温度）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。

なお、消耗品及び定期取替品は次項のとおり評価対象外とする。

(2) 消耗品及び定期取替品の扱い

230 V 直流母線盤には、消耗品及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 a, b 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 a, b 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。

- 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△）
- 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. 配線用遮断器の固渋

配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は少ない。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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）

筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面には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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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るため腐食の発生が想定されるが、取付ボルト表面は防食処理が施されており、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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下

配線用遮断器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等、熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが、点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い、これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから、高経年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 2.2-1 230 V 直流母線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		
遮断・通電性能の確保	配線用遮断器		銅, 絶縁物他					△			△*1	*1: 固渋
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		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）

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。

- ・ 115 V 直流母線盤
- ・ 中央制御室計装分電盤
- ・ 直流分電盤
- ・ 計装用無停電分電盤

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

代表機器同様、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なっているもの（日常劣化管理事象）

a. 配線用遮断器の固渋 [共通]

代表機器同様、配線用遮断器は周囲温度、埃等の異物付着、発熱及び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、屋内空調環境に設置されていることから、周囲温度及び埃等の異物付着による影響は少ない。

また、点検時に動作確認を行い、異常が確認された場合は取替を行うこととしている。

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ことから、高経年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） [共通]

代表機器同様、筐体は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが、筐体の外表面には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、点検時に目視点検を行い、これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから、高経年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）〔共通〕

代表機器同様，取付ボルトは炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，取付ボルト表面は防食処理が施されており，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，点検時に目視点検を行い，これまで有意な腐食は確認されていない。

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ことから，高経年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. 配線用遮断器の絶縁特性低下〔共通〕

代表機器同様，配線用遮断器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等，熱的及び環境的要因による絶縁特性低下が想定されるが，点検時に絶縁抵抗測定及び目視点検等を行い，これまでの点検結果では有意な絶縁特性低下は確認されていない。

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ことから，高経年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）〔中央制御室計装分電盤，直流分電盤，計装用無停電分電盤〕

埋込金物は炭素鋼であるため腐食の発生が想定されるが，大気接触部は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，埋込金物大気接触部については，点検時に目視点検にて表面状態を確認しており，必要に応じて補修塗装等を行っていることから，腐食が発生する可能性は小さい。

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ことから，高経年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）

代表機器同様，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

志賀原子力発電所 1 号炉

耐 震 安 全 性 評 価 書

北 陸 電 力 株 式 会 社

目 次

1. 耐震安全性評価の目的	1
2. 耐震安全性評価の進め方	1
2.1 評価対象機器	1
2.2 評価手順	1
2.3 耐震安全性評価に関する共通事項	6
3. 個別機器の耐震安全性評価	3.1-1
3.1 ポンプ	3.1-1
3.2 熱交換器	3.2-1
3.3 ポンプモータ	3.3-1
3.4 容器	3.4-1
3.5 配管	3.5-1
3.6 弁	3.6-1
3.7 炉内構造物	3.7-1
3.8 ケーブル	3.8-1
3.9 コンクリート構造物及び鉄骨構造物	3.9-1
3.10 計測制御設備	3.10-1
3.11 空調設備	3.11-1
3.12 機械設備	3.12-1
3.13 電源設備	3.13-1
3.14 基礎ボルト	3.14-1

1. 耐震安全性評価の目的

「高経年化対策技術評価」（以下、「技術評価」という。）の検討においては機器の材料、環境条件等を考慮し、想定される経年劣化事象に対して、これらが適切な保全対策により管理し得るかについて検討してきたが、保全対策を講じることによっても管理ができないという経年劣化事象は抽出されていない。このことから、耐震性を考慮した場合にも、耐震安全性に影響を与えると思われる経年劣化事象を保全対策により適切に管理することで、安全性の確保が可能であると考えられる。

しかしながら、高経年プラントの耐震安全性については、上記経年劣化事象の管理の観点からも、技術評価を実施して安全性を確認しておくことが重要であると思われることから、高経年化対策の検討の一環としてこれを実施するものである。

2. 耐震安全性評価の進め方

2.1 評価対象機器

評価対象機器は、技術評価における評価対象機器と同じとする。

2.2 評価手順

2.2.1 代表機器の選定

技術評価における代表機器を本検討の代表機器として選定する。ただし、技術評価において機器のグループ化を行ったが、同一グループ内に技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これについても代表機器として評価することとする。

2.2.2 耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の抽出

(1) 技術評価での検討結果の整理

耐震安全性評価にあたっては、技術評価における保全対策等に対する評価結果を取り入れることとする。

技術評価においては、想定される経年劣化事象のうち、以下の経年劣化事象に該当するものについて、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象としている。

- a. 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）
- b. 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（日常劣化管理事象以外）

耐震安全性評価においては、想定される全ての経年劣化事象のうち、b.の経年劣化事象については、現在発生しておらず、今後発生の可能性がない、又は小さい経年劣化事象であることから、耐震安全性に有意な影響を与えるものではないと判断し、評価の対象外とする。

したがって、技術評価で検討された高経年化対策上着目すべき経年劣化事象及び高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 a.の経年劣化事象を耐震安全性評価の対象とする。

(2) 耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の抽出

耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の抽出は、以下の3ステップで実施する。
(表1参照)

【ステップ1】

(1)項の検討結果より、耐震安全性評価の対象となる経年劣化事象は、技術評価における想定される経年劣化事象のうち、下記に該当するものを抽出する。

- (a) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象
- (b) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 a.
(前項(1)で a.に分類したもの)

【ステップ2】

ステップ1で抽出した耐震安全性評価の対象となる経年劣化事象を以下の観点で整理し、iの事象は除外、iiの事象についてはステップ3に進む。

- i. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの
- ii. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

【ステップ3】

ステップ2で抽出された経年劣化事象について、これらの事象が顕在化した場合、代表機器の振動応答特性上又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるか検討し、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の抽出を行う。

ステップ1で抽出した(b)の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の抽出については、まとめて表4にて整理し、抽出された経年劣化事象について、個別機器の耐震安全性評価において評価結果を記載する。

表1 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出までの手順

技術評価書で想定される経年劣化事象		ステップ1	ステップ2		ステップ3		備考	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	下記 a, b を除く劣化事象	○	i	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの	×	×		
			ii	現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの	○	振動応答特性上又は構造・強度上、影響が「軽微もしくは無視」できない事象	◎	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は個別機器毎に抽出
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	a. 想定した劣化事象と実際の劣化事象と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）	○	i	日常劣化管理事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの	—	—		
			ii	現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの	○	振動応答特性上又は構造・強度上、影響が「軽微もしくは無視」できない事象	◎	ステップ3に係る検討については、表4にて耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出
	b. 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（日常劣化管理事象以外）	—	—		—			

○：評価対象として抽出

—：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象であり、日常劣化管理事象以外であるもの、あるいは日常劣化管理事象であるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいものとして評価対象から除外。

×：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではあるが、現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいものとして評価対象から除外

■：振動応答特性上又は構造・強度上、影響が「軽微もしくは無視」できる事象として評価対象から除外。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出

2.2.3 経年劣化事象に対する耐震安全性評価

前項で整理された耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象毎に、耐震安全性に関する詳細評価を実施する。特に、同一事象が複数の機器（同一グループの機器に限らない）に発生する可能性がある場合は、必要に応じて当該事象に対する詳細評価を実施する機器を選定することとする。

耐震安全性評価は、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1984, JEAG4601-1987, JEAG4601-1991）」（以下、「JEAG4601」という。）等に基づき行われ、その基本となる項目は、大別すると、

- (a) 設備の耐震重要度分類
- (b) 設備に作用する地震力の算定
- (c) 想定される経年劣化事象のモデル化
- (d) 振動特性解析（地震応答解析）
- (e) 地震荷重と内圧等他の荷重との組合せ
- (f) 許容限界との比較

となる。これら項目のうち、経年劣化の影響を受けるものとしては、(d)及び(f)が考えられることから、各経年劣化事象に対して耐震安全性を確認する。耐震安全性評価にあたっての評価用地震力は、各設備の耐震重要度に応じて以下のとおり選定する。

- ・ Sクラス
基準地震動 S_s により定まる地震力
弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力と Sクラスに適用される静的地震力の大きい方
- ・ Bクラス
Bクラスに適用される地震力^{*1}
- ・ Cクラス
Cクラスに適用される静的地震力

*1：支持構造物の振動と共振のおそれがあるものについては、弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力の 1/2 についても考慮する。

なお、基準地震動 Ss 及び弾性設計用地震動 Sd は表 2 に示す地震を考慮した以下の模擬地震波である。

- 基準地震動 Ss

敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動。

- 弾性設計用地震動 Sd

原子炉施設若しくはその構造単位毎に安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率を考慮して、工学的判断から求められる係数を基準地震動 Ss に乗じて設定する地震動。

表 2 考慮した地震と地震動*

項 目		最大加速度振幅 (解放基盤表面)		備 考
		水平方向	鉛直方向	
Ss	Ss-1	600cm/s ²	405cm/s ²	応答スペクトルに基づく手法による地震動（設計用模擬地震波）
	Ss-2	516cm/s ²	260cm/s ²	断層モデルを用いた手法による地震動（笹波沖断層帯〔全長〕による地震）
	Ss-3	530cm/s ²	283cm/s ²	
Sd		基準地震動 Ss-1 の 0.79 倍として設定する		基準地震動 Ss と同様

*：志賀原子力発電所 1 号炉「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針の改訂に伴う耐震安全性評価結果 報告書」（平成 22 年 4 月 27 日）

2.2.4 評価対象機器への水平展開検討

代表機器に想定される経年劣化事象の整理及び耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の整理の妥当性について確認したうえで、代表機器の評価結果を基に評価対象機器全体に対して同様の評価が可能であるかを検討する。

この結果、評価対象機器のうち同様と見なせないものについては、耐震安全性評価を実施する。

2.2.5 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

地震時に動的機能の維持が要求される機器（JEAG4601により動的機能維持が要求される機器）については、地震時の応答加速度が各機器の機能確認済加速度以下であることを確認している。

よって、経年劣化事象に対する動的機能維持評価については、

- ・ 経年劣化事象に対する技術評価
- ・ 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価
(部位ごとの耐震安全性評価及び設備全体として振動応答特性に有意な影響を及ぼさないことの確認)

を踏まえ、経年劣化事象を考慮しても地震時に動的機能が要求される機器の地震時の応答加速度が各機器の機能確認済加速度以下であることを検討する。

なお、冷温停止維持状態が維持されることを前提とした評価では、制御棒が全挿入状態又は全燃料取出しであるため、制御棒挿入性評価については対象外とする。

2.2.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

以上の検討結果を基に、耐震安全性の観点から保全対策に反映すべき項目があるか、検討を実施する。

2.3 耐震安全性評価に関する共通事項

2.3.1 耐震安全性を維持できることが既知である経年劣化事象

日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格（2008年版）JSME S NA1-2008」（以下、「維持規格」という。）及び日本原子力技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン」（以下、「ガイドライン」という。）に基づき、点検・評価を実施している機器の経年劣化事象のうち、粒界型応力腐食割れについては、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に該当するものである。

しかしながら、上記経年劣化事象については、維持規格及びガイドラインにおいて機器の振動応答特性又は構造・強度への影響を評価しており、現状保全を継続することにより耐震安全性は維持できると判断されるため、本評価においては耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出しないものとする。

2.3.2 耐震安全性に影響を与えないことが自明な経年劣化事象

経年劣化事象のうち、絶縁特性低下及び特性変化については、以下のとおり発生する部位に依らず機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できると判断されるため、本項の評価を当該事象の耐震安全性評価とし、個別機器における記載を省略する。

(1) 絶縁特性低下

機器の質量等、耐震安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり、また、地震により絶縁特性低下の進行が助長されるものではないことから、耐震安全性への影響は無視できるものと判断する。

(2) 特性変化

計測制御設備等の特性変化は長期間の使用に伴い入出力の特性が変化する事象であり、耐震安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係である。また、地震により特性変化の進行が助長されるものではないことから、耐震安全性への影響は無視できるものと判断する。

2.3.3 基礎ボルトの耐震安全性評価

基礎ボルトに関する耐震安全性評価は、3.14項で評価を実施するものとし、個別機器の評価では記載を省略する。

2.3.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

2.2.2項(1)におけるa.の経年劣化事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出についてはまとめて表4に整理し、抽出された経年劣化事象について、個別機器の耐震安全性評価において評価結果を記載する。

2.3.5 冷温停止の維持状態での劣化の想定期間

至近のプラント停止以降、冷温停止状態を維持していることを考慮した、主な経年劣化事象の劣化の想定期間を以下に示すとともに、表3に整理する。

- ・ 炭素鋼製機器（熱交換器等）の腐食
運転開始後40年時点とする。
- ・ 炉内構造物、原子炉圧力容器、配管等の低サイクル疲労
疲労解析に用いる過渡回数については、評価時点までの過渡回数とする。
- ・ 原子炉圧力容器の中性子照射脆化
評価時点までの中性子照射量とする。
- ・ 炉内構造物の中性子照射による靱性低下
評価時点までの中性子照射量とする。
- ・ 炉内構造物の照射誘起型応力腐食割れ
評価時点までの中性子照射量とする。

表3 冷温停止の維持状態での劣化の想定期間

劣化事象	評価対象	劣化の 想定期間	評価時点	運転開始後 40年時点
			2021. 7. 30	2033. 7. 30
腐食	熱交換器等	運転開始後 40年時点まで	▼	
低サイクル疲労	炉内構造物, 原子炉压力容器, 配管等	評価時点まで	■	
中性子照射脆化	原子炉压力容器	評価時点まで	■	
中性子照射による 靱性低下	炉内構造物	評価時点まで	■	
照射誘起型応力 腐食割れ	炉内構造物, 機械設備	評価時点まで	■	

2.3.6 能登半島地震による地震動の影響評価

能登半島地震後（平成 19 年 3 月 25 日）の設備健全性を確認するため、志賀原子力発電所内の設備に対し、設備点検・評価を実施した結果、地震による重大な異常は確認されなかった。また、損傷が確認された機器については、取替、手入れ等により復旧した。この設備点検・評価により、機器の設備健全性を確認した後、系統機能試験により系統の運転状態を確認し、系統全体の機能が正常に発揮されることを総合的に評価した。^{※1}

また、能登半島地震による観測記録に基づき、志賀原子力発電所における原子炉建屋、タービン建屋及び海水熱交換器建屋内の安全上重要な機器・配管が地震によって受けた力を評価した結果、この地震による応力が許容値以下であり、弾性範囲に十分収まっていることを確認しており、安全上重要な機器・配管の耐震安全性が確保されていることを確認している。^{※1,2}

※1:「能登半島地震を踏まえた志賀原子力発電所の耐震安全性確認について（報告）」（平成 19 年 4 月 19 日）

※2:「能登半島地震を踏まえた志賀原子力発電所の耐震安全性確認について（追加報告）」（平成 19 年 6 月 1 日）

表4 (1/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
ポンプ	ターボポンプ	主軸の摩耗	■	主軸は十分な剛性を有しており、現状保全によって想定される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	羽根車、ケーシングリング間、羽根車リング間及びケーシング間の摩耗	■	羽根車、ケーシングリング、羽根車リング及びケーシングに摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	すべり軸受の摩耗及びはく離	■	すべり軸受に摩耗及びはく離が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗及びはく離による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	主軸、ケーシング、羽根車、取付ボルト等接液部及び大気接触部の腐食（孔食、隙間腐食）	■	主軸、ケーシング、羽根車及び取付ボルト等接液部及び大気接触部に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	軸継手の腐食	■	軸継手に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	ロータ/ステータライナ（キャン）の腐食（キャビテーション・エロージョン）	■	ロータ/ステータライナ（キャン）に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	ケーシング等接液部の腐食（全面腐食）	■	ケーシング等の接液部に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	ターボポンプ	取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	取付ボルトに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	往復ポンプ	クランク軸の摩耗	■	クランク軸は十分な剛性を有しており、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	往復ポンプ	取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	取付ボルトに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	原子炉再循環系ポンプ	羽根車及びケーシングリング間の摩耗	■	羽根車及びケーシングリングに摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ	原子炉再循環系ポンプ	取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	取付ボルトに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (2/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
ポンプ モータ	高压ポンプモータ 低压ポンプモータ	主軸の摩耗	■	主軸に摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
ポンプ モータ	高压ポンプモータ	軸受(すべり)の摩耗及びはく離	■	軸受(すべり)に摩耗及びはく離が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗及びはく離による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	直管式熱交換器	伝熱管の高サイクル疲労割れ及び摩耗	■	伝熱管は管支持板により適切なスパンで支持することで振動を抑制しており、現状保全によって管理される程度の疲労割れ及び摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	直管式熱交換器 U字管式熱交換器	フランジボルトの腐食 (全面腐食)	■	フランジボルトに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	直管式熱交換器	伝熱管の腐食(流れ加速型腐食 [FAC])	◎	伝熱管に現状保全によって管理される程度の腐食を想定した場合、部材断面の減少による剛性低下は有意であるため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として詳細評価を実施する。
熱交換器	U字管式熱交換器	水室及び管板の腐食(全面腐食)	■	水室及び管板に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U字管式熱交換器	伝熱管及び管板の粒界型応力腐食割れ	■	伝熱管端部はシール溶接部であり、溶接残留応力が小さいことから、応力腐食割れが発生してもその進展量は無視できるほど小さく、また、構造上、伝熱管は拡管により管板に固定されており、耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U字管式熱交換器	胴の腐食(全面腐食)	◎	腐食により胴の肉厚が減少すると剛性が低下し、地震時に大きな応力が発生することが考えられるため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として詳細評価を実施する。
熱交換器	U字管式熱交換器	水室及び胴の外面の腐食 (外面腐食)	■	水室及び胴の外面に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
熱交換器	U字管式熱交換器	管支持板の腐食 (全面腐食)	■	管支持板に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	容器	取付ボルトの腐食 (全面腐食)	■	取付ボルトに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	容器	鏡板及び胴等の腐食 (全面腐食)	■	鏡板及び胴等に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (3/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
容器	原子炉圧力容器	主蒸気ノズル, 給水ノズル及び上鏡内面等の腐食(流れ加速型腐食 [FAC] 及び全面腐食)	■	主蒸気ノズル, 給水ノズル及び上鏡内面等に腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	原子炉格納容器	主フランジボルトの腐食(全面腐食)	■	主フランジボルトに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	機械 ペネトレーション	スイングボルト及び取付ボルトの腐食(全面腐食)	■	スイングボルト及び取付ボルトに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
容器	電気 ペネトレーション	シール材及びOリングの劣化による気密性の低下	■	機器の質量及び耐震安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり, また, 地震により劣化の進行が助長されるものではないことから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	配管 (ステンレス鋼)	配管の粒界型応力腐食割れ	■	原子炉再循環系配管の粒界型応力腐食割れについては, 「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈の制定について(平成26年8月6日原規技発第1408063号)」に基づく現状保全を継続することにより耐震安全性を維持できると判断しており, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	配管 (ステンレス鋼) 配管(炭素鋼)	フランジボルト・ナットの腐食(全面腐食)	■	フランジボルト・ナットに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	配管(炭素鋼)	配管の腐食(流れ加速型腐食 [FAC])	■	配管に腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	配管(炭素鋼)	配管の腐食(全面腐食)	■	配管に腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	配管(炭素鋼)	配管外面の腐食(全面腐食)	■	配管に腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
配管	配管(炭素鋼)	フローノズル及びオリフィスの腐食(流れ加速型腐食 [FAC])	■	フローノズル及びオリフィスに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁	弁箱, 弁ふた, 弁体及び弁座の腐食(流れ加速型腐食 [FAC])	■	弁箱, 弁ふた, 弁体及び弁座に腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。

■ : 現在発生しているか, 又は将来にわたって起こることが否定できないが, 機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (4/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	仕切弁 玉形弁 逆止弁 バタフライ弁 安全弁 ボール弁 制御弁 主蒸気隔離弁 逃がし安全弁	ジョイントボルト・ナットの腐食（全面腐食）	■	ジョイントボルト・ナットに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	仕切弁 玉形弁	弁箱、弁ふた、弁体及び弁座の腐食（全面腐食）	■	弁箱、弁ふた、弁体及び弁座に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	ベローズの応力腐食割れ	■	ベローズは弁軸封部のリークポテンシャルを低減するためのシール機能部材であり、応力腐食割れが発生しても弁の構造強度への影響はないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁箱、弁ふた及び弁座の腐食（全面腐食）	■	弁箱、弁ふた及び弁座に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	玉形弁	弁体及び弁座の腐食（エロージョン）	■	弁体及び弁座に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	アームと弁体・弁棒連結部の摩耗	■	アームと弁体・弁棒連結部に摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁 バタフライ弁	弁棒の腐食（孔食、隙間腐食）	■	弁棒に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	弁箱、弁ふた、弁体、弁座及びアームの腐食（全面腐食）	■	弁箱、弁ふた、弁体、弁座及びアームに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	弁箱及び弁ふたの腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）	■	弁箱及び弁ふたに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逆止弁	弁箱、弁ふた、弁体（アーム一体型）及び弁棒の腐食（全面腐食）	■	弁箱、弁ふた、弁体（アーム一体型）及び弁棒に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (5/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
弁	バタフライ弁	弁箱, 底ふた及び弁体の腐食 (全面腐食)	■	弁箱, 底ふた及び弁体に腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	バタフライ弁	ピンの摩耗	■	ピンに摩耗が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	安全弁	弁箱の腐食 (全面腐食)	■	弁箱に腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	ボール弁	弁箱及び弁ふたの腐食 (全面腐食)	■	弁箱及び弁ふたに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	制御弁	ピンの摩耗	■	ピンに摩耗が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	制御弁	弁箱及び弁ふたの腐食 (全面腐食)	■	弁箱及び弁ふたに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	電動弁用駆動部	ステムナット及びギアの摩耗	■	ステムナット及びギアに摩耗が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	主蒸気隔離弁	弁箱, 弁ふた, 弁体, 弁座及びパイロットシートの腐食 (流れ加速型腐食 [FAC])	■	弁箱, 弁ふた, 弁体, 弁座及びパイロットシートに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	主蒸気隔離弁	弁箱及び弁ふたの外表面腐食	■	弁箱及び弁ふたに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	主蒸気隔離弁	ヨークロッドの腐食 (全面腐食)	■	ヨークロッドに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逃がし安全弁	弁箱, 弁体及びノズルシートの腐食 (全面腐食)	■	弁箱, 弁体及びノズルシートに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。
弁	逃がし安全弁	弁体, 弁箱及びノズルシートの腐食 (流れ加速型腐食 [FAC])	■	弁体, 弁箱及びノズルシートに腐食が生じた場合であっても, 現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから, 耐震安全性に影響を与えるものではない。

■ : 現在発生しているか, 又は将来にわたって起こることが否定できないが, 機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (6/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
炉内構造物	炉内構造物	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、燃料支持金具（中央・周辺）、制御棒案内管及びジェットポンプは高照射により靱性が低下し、地震時に大きな応力が発生することが考えられるため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として詳細評価を実施する。
炉内構造物	炉内構造物	摩耗	■	ジェットポンプのブラケットに摩耗が発生した場合でもウェッジ構造のため隙間が広がることはないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ファン	ファン主軸の摩耗	■	主軸は十分な剛性を有しており、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ファン	ファン主軸の腐食（全面腐食）	■	主軸に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ファン	軸継手の腐食（全面腐食）	■	軸継手に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ファン	羽根車の腐食（全面腐食）	■	羽根車に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ダクト	ガスケットの劣化	■	機器の質量、耐震安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり、また、地震により劣化の進行が助長されるものではないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
空調設備	ダクト	伸縮継手の劣化	■	機器の質量、耐震安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり、また、地震により劣化の進行が助長されるものではないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	制御棒	制御材の中性子吸収による制御能力低下	■	制御材の中性子吸収による制御能力の低下は、耐震安全性評価に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	制御棒	制御材被覆管（ボロン・カーバイド型制御棒）、シース、タイロッド、ソケット、落下速度リミッタ（ハフニウム棒型制御棒）、上部ハンドルの粒界型応力腐食割れ	■	通常運転時の引抜状態の制御棒は原子炉压力容器内下部プレナム部に設置された制御棒案内管内に収納されており、地震時においても制御棒の挿入を阻害する応力が発生しない構造となっている。また、挿入状態でも制御棒上下に取り付けたローラを介して燃料集合体に拘束され、有意な応力が発生しない。なお、制御棒の健全性については、制御棒取替時の目視点検にて異常のないことを確認していることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (7/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	制御棒	制御材被覆管（ボロン・カーバイド型制御棒）、シース、タイロッド、ピン、上部ハンドルの中性子照射による靱性低下	■	制御棒の中性子照射による靱性低下は、オーステナイト系ステンレス鋼における知見より、靱性が高く、中性子照射による靱性低下が進行しても割れが存在しなければ、不安定破壊は生じず、制御棒の挿入性に影響を与えることは考え難い。なお、制御棒の健全性については、制御棒取替時の目視点検にて確認していることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	制御棒駆動機構	ピストンチューブ、コレットピストン及びインデックスチューブの隙間腐食	■	ピストンチューブ、コレットピストン及びインデックスチューブに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	非常用ディーゼル発電設備（本体）	シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及び過給機ケーシング（冷却水側）の腐食（全面腐食）	■	シリンダヘッド（冷却水側）、シリンダライナ（冷却水側）及び過給機ケーシング（冷却水側）に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	非常用ディーゼル発電設備（附属設備）	ポンプ主軸の摩耗	■	主軸は十分な剛性を有しており、現状保全によって想定される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものでない。
機械設備	非常用ディーゼル発電設備（附属設備）	スプリングのへたり	■	機器の質量、耐震安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり、また、地震により劣化の進行が助長されるものではないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	燃料把握機フックの摩耗	■	燃料把握機フックに摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	ブレーキプレート、レール、レール取付ボルト及び車輪の腐食（全面腐食）	■	ブレーキプレート、レール、レール取付ボルト及び車輪に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	レール及び車輪の摩耗	■	レール及び車輪に摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	ガイドローラ及び伸縮管の摩耗	■	ガイドローラ及び伸縮管に摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (8/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	燃料取替機	ブリッジフレーム、トロリフレーム及びレール（横行用、走行用）の疲労割れ	■	目視点検により機器の健全性を確認しており、現状保全によって管理される程度の進行では固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	車軸（トロリ、ブリッジ）の摩耗	■	車軸（トロリ、ブリッジ）に摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機	車輪軸受の摩耗	■	車輪軸受に摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	燃料取替機 原子炉建屋 クレーン	配線用遮断器の固渋	■	機器の質量及び耐震安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり、また、地震により固渋の進行が助長されるものではないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	原子炉建屋 クレーン	フック及びシャフトの摩耗及び亀裂	■	フック及びシャフトに摩耗及び亀裂が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗及び亀裂による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	原子炉建屋 クレーン	ワイヤロープの摩耗、素線切れ等	■	ワイヤロープの摩耗、素線切れは、管理される程度の摩耗、素線切れであれば耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	原子炉建屋 クレーン	ワイヤドラム、シーブ、ブレーキドラム、ディスク、レール及び車輪の腐食（全面腐食）	■	ワイヤドラム、シーブ、ブレーキドラム、ディスク、レール及び車輪に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	原子炉建屋 クレーン	レール及び車輪の摩耗	■	レール及び車輪に摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	原子炉建屋 クレーン	トロリ、サドル、ガーダ及びレールの疲労割れ	■	目視点検及び真直度（湾曲）測定等により機器の健全性を確認しており、現状保全によって管理される程度の進行では固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	原子炉建屋 クレーン	車輪軸受の摩耗	■	車輪軸受に摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	計装用圧縮空気系 設備	取付ボルトの腐食（全面腐食）	■	取付ボルトに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (9/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
機械設備	補助ボイラ設備	支持脚スライド部の腐食 (全面腐食)	■	地震時の蒸気だめの支持機能は、取付ボルト及びナットのせん断及び締め付け力により担保される。したがって、支持脚のスライド部 (スライド脚とベースプレート間) に万が一腐食が生じて、現状保全によって管理される程度の腐食による取付ボルト及びナットのせん断力及び締め付け力への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	補助ボイラ設備	主軸の摩耗	■	主軸は十分な剛性を有しており、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	補助ボイラ設備	羽根車及びケーシングリング間の摩耗	■	羽根車とケーシングリングに摩耗が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	補助ボイラ設備	汽水胴等のボイラ燃焼室内部の腐食 (全面腐食)	■	汽水胴等のボイラ燃焼室内部に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	補助ボイラ設備	汽水胴等の腐食 (流れ加速型腐食 [FAC])	■	汽水胴等に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	補助ボイラ設備	フランジボルト・ナットの腐食 (全面腐食)	■	フランジボルト・ナットに腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	主軸の摩耗	■	主軸は十分な剛性を有しており、現状保全によって管理される程度の摩耗による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	耐火物の減肉	■	耐火物は耐圧構成部品ではなく、外側の外殻の耐震安全性が確保されていれば、バウンダリの維持に問題ないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	耐火物の割れ	■	耐火物は耐圧構成部品ではなく、外側の外殻の耐震安全性が確保されていれば、バウンダリの維持に問題ないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	外殻、灰取出ボックス、灰冷却ボックス及び配管・弁の腐食 (全面腐食)	■	外殻、灰取出ボックス、灰冷却ボックス及び配管・弁に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	廃棄物処理設備	ケーシング、主軸及び羽根車の腐食 (全面腐食)	■	ケーシング、主軸及び羽根車に腐食が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の腐食による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
機械設備	基礎ボルト	基礎ボルトの腐食 (全面腐食)	◎	腐食により機器付基礎ボルト大気接触部 (屋外)、後打ちメカニカルアンカ大気接触部 (屋外)、後打ちケミカルアンカ大気接触部 (屋外) の径が減少すると剛性が低下し、地震時に大きな応力が発生することが考えられるため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として詳細評価を実施する。

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

表4 (10/10) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象に対する耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果

機器分類	型 式	経年劣化事象	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出結果	
			事象区分	判断理由
電源設備	高圧閉鎖配電盤 低圧閉鎖配電盤 コントロールセンタ ディーゼル発電設備 バイタル電源用CVCF 直流電源設備 計測用分電盤	配線用遮断器の固渋	■	機器の質量及び耐震安全性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であり、また、地震により固渋の進行が助長されるものではないことから、耐震安全性に影響を与えるものではない。
電源設備	ディーゼル発電設備	軸受の摩耗及びはく離	■	軸受に摩耗及びはく離が生じた場合であっても、現状保全によって管理される程度の摩耗及びはく離による固有振動への影響は軽微であることから、耐震安全性に影響を与えるものではない。

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微若しくは無視」できるもの

3. 個別機器の耐震安全性評価

3.1 ポンプ

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要なポンプの高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、ポンプについては技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.1.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要なポンプを評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 評価対象機器一覧

型 式	機 器 名 称 (台 数)	耐震重要度
ターボポンプ	制御棒駆動水ポンプ (2)	B
	残留熱除去系シール水ポンプ (1)	S
	低圧炉心スプレイ系シール水ポンプ (1)	S
	原子炉補機冷却水ポンプ (4)	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水ポンプ (2)	S
	換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプ (4)	S
	原子炉冷却材浄化系保持ポンプ (2)	B
	残留熱除去ポンプ (3)	S
	低圧炉心スプレイポンプ (1)	S
	高圧炉心スプレイポンプ (1)	S
	原子炉補機冷却海水ポンプ (4)	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水ポンプ (2)	S
	原子炉冷却材浄化ポンプ (2)	B
往復ポンプ	ほう酸水注入ポンプ (2)	S
原子炉再循環系ポンプ	原子炉冷却材再循環ポンプ (2)	S

3.1.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象ポンプにおいて型式等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価することとする。

(1) ターボポンプのグループ化及び代表機器選定（表 3.1-2）

表 3.1-2 でのターボポンプのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 残留熱除去系シール水ポンプ
- ・ 原子炉補機冷却水ポンプ
- ・ 換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプ
- ・ 原子炉冷却材浄化系保持ポンプ
- ・ 残留熱除去ポンプ
- ・ 原子炉補機冷却海水ポンプ
- ・ 原子炉冷却材浄化ポンプ

(2) 往復ポンプのグループ化及び代表機器選定

評価対象機器のうち往復ポンプに分類されるものはほう酸水注入ポンプのみであり、これを代表機器とする。

- ・ ほう酸水注入ポンプ

(3) 原子炉再循環系ポンプのグループ化及び代表機器選定

評価対象機器のうち原子炉再循環系ポンプに分類されるものは原子炉冷却材再循環ポンプのみであり、これを代表機器とする。

- ・ 原子炉冷却材再循環ポンプ

表 3.1-2 (1/2) ターボポンプのグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称 (台数)	選定基準						技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
型式	内部流体	材料 ^{*1}		仕様	重要度 ^{*4}	使用条件			耐震 重要度			
				容量×揚程		運転 状態 ^{*7}	最高使用 圧力 (MPa) ^{*5}	最高使用 温度 (℃) ^{*5}				
横軸遠心	純水 ^{*2}	ステンレス鋼	制御棒駆動水ポンプ (2)	25 m ³ /h × 1,266 m	高 ^{*6}	連続 (連続)	約 13.83	66	B			
			残留熱除去系シール水ポンプ (1)	5 m ³ /h × 50 m	高 ^{*6}	連続 (連続)	約 1.47	100	S	○	◎	
			低圧炉心スプレイ系シール水ポンプ (1)	5 m ³ /h × 50 m	高 ^{*6}	連続 (連続)	約 1.47	100	S			
	冷却水 ^{*3}	炭素鋼	原子炉補機冷却水ポンプ (4)	780 m ³ /h × 46 m	MS-1	連続 (連続)	約 1.37	70	S	○	◎	
			高圧炉心スプレイディーゼル補機 冷却水ポンプ (2)	230 m ³ /h × 37 m	MS-1	連続 (連続)	約 1.18	70	S			
		鋳鉄	換気空調補機非常用冷却水系冷水 ポンプ (4)	72 m ³ /h × 30 m	MS-1	連続 (連続)	約 1.37	70	S	○	◎	
横軸 キャンド モータ型	純水 ^{*2}	ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化系保持ポンプ (2)	7 m ³ /h × 20 m	PS-2	一時 (一時)	約 10.00	66	B	○	◎	

*1: ケーシングの材料を示す

*2: 一次冷却材, 復水及びサブプレッションプール水を示す

*3: 防錆剤入り

*4: 最上位の重要度を示す

*5: ポンプ吐出配管の仕様を示す

*6: 最高使用温度が 95 ℃を超え, 又は最高使用圧力が 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

*7: 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

表 3.1-2 (2/2) ターボポンプのグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称 (台数)	選定基準					技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考	
型式	内部流体	材料*1		仕様	重要度*3	使用条件						耐震 重要度
				容量×揚程		運転 状態*5	最高使用 圧力 (MPa)*4	最高使用 温度 (°C)*4				
立軸遠心	純水*2	炭素鋼	残留熱除去ポンプ (3)	810 m ³ /h × 92 m	MS-1	連続 (一時)	約 3.73	182 (A, B号機) 100 (C号機)	S	○	◎	
			低圧炉心スプレイポンプ (1)	710 m ³ /h × 205 m	MS-1	一時 (一時)	約 3.92	100	S			
			高圧炉心スプレイポンプ (1)	220 m ³ /h × 885 m 710 m ³ /h × 274 m	MS-1	一時 (一時)	約 10.79	100	S			
立軸斜流	海水	ステンレス鋼	原子炉補機冷却海水ポンプ (4)	1,080 m ³ /h × 40 m	MS-1	連続 (連続)	約 0.98	50	S	○	◎	
			高圧炉心スプレイディーゼル補機 冷却海水ポンプ (2)	360 m ³ /h × 35 m	MS-1	連続 (連続)	約 0.98	50	S			
立軸 キャンド モータ型	純水*2	ステンレス鋼	原子炉冷却材浄化ポンプ (2)	32.2 m ³ /h × 120 m	PS-2	連続 (連続)	約 10.00	66	B	○	◎	

*1: ケーシングの材料を示す

*2: 一次冷却材, 復水及びサブプレッションプール水を示す

*3: 最上位の重要度を示す

*4: ポンプ吐出配管の仕様を示す

*5: 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

3.1.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「ポンプの技術評価書」参照）を用いて、3.1.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下のとおり整理した(表3.1-3～5参照)。

- a. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）(表中×)

- b. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

表 3.1-3 ターボポンプの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要
高経年化対策上着目すべき劣化事象はない			

表 3.1-4 往復ポンプの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要
高経年化対策上着目すべき劣化事象はない			

表 3.1-5 原子炉再循環系ポンプの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器	技術評価結果概要
			原子炉冷却材再循環ポンプ	
バウンダリの維持	ケーシング	疲労割れ	○	
		熱時効	○	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.1.3 項(1)で整理された b. の経年劣化事象について、これらの事象が顕在化した場合、対象となる機器の振動応答特性又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し、「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.1-6～8 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

a. ターボポンプ

ターボポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.1-3 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.1-6）。

b. 往復ポンプ

往復ポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.1-4 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.1-7）。

c. 原子炉再循環系ポンプ

原子炉冷却材再循環ポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.1-5 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された。

- ・ ケーシングの疲労割れ
- ・ ケーシングの熱時効

これらのうち以下に示す事象については、機器の振動応答特性または構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるものと判断した（表 3.1-8 で■）。

(a) ケーシングの熱時効

熱時効により靱性が低下した状態において、他の事象で亀裂が発生・進展した場合に不安定破壊を引き起こす可能性がある。

しかしながら、亀裂が発生する他の事象が想定されないこと、分解点検時に目視点検及び浸透探傷試験を実施し、亀裂がないことを確認していることから、熱時効が問題となる可能性は低く、耐震安全性への影響は軽微であると判断した。

この結果、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として、以下の事象が抽出された（表 3.1-8 で◎）。

- ・ ケーシングの疲労割れ

表 3.1-6 ターボポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.1-7 往復ポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.1-8 原子炉再循環系ポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器
			原子炉冷却材再循環ポンプ
バウンダリの維持	ケーシング	疲労割れ	◎
		熱時効	■

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

3.1.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項にて抽出した経年劣化事象に対して耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価を実施する。なお、必要があれば経年劣化事象毎に、詳細評価実施機器を選定して検討することとする。

(1) 原子炉冷却材再循環ポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

a. ケーシングの疲労割れ

ケーシングの疲労割れに関しては、技術評価において現時点（2021年7月30日）での過渡条件より疲れ累積係数を評価し健全性を確認しているが、耐震安全性評価では、JEAG4601に従い、基準地震動 S_s による疲労解析から求められる疲れ累積係数を加味した疲労評価を実施することとする。

なお、許容応力状態Ⅲ_AS、Ⅳ_ASにおける疲れ累積係数は、上記の数値と地震動のみの疲労解析により求められる疲れ累積係数との和として算出した。

評価の結果、疲れ累積係数の和は、許容値1以下となり、耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.1-9参照）。

表 3.1-9 ポンプの疲労解析結果

評価対象	区分	運転実績回数に基づく 疲れ累積係数	地震動による 疲れ累積係数 (S_s 地震動)	合計 (許容値1以下)
原子炉冷却材 再循環ポンプ	クラス1	0.000*	0.000	0.000

*：環境を考慮

3.1.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.1.3項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

その結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.1.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

ポンプにおける高経年化に対する技術評価により、各部位に想定される経年劣化事象については、現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により、ポンプにおける動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は、機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

これより、経年劣化事象を考慮しても、地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ、地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.1.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象のポンプに対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.2 熱交換器

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な熱交換器の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、熱交換器については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.2.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な熱交換器を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 評価対象機器一覧

型 式	機 器 名 称 (基 数)	耐震重要度
直管式熱交換器	原子炉補機冷却水系熱交換器 (4)	S
	高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却水系熱交換器 (2)	S
U字管式熱交換器	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器 (1)	B
	原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器 (2)	B
	残留熱除去系熱交換器 (2)	S

3.2.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象熱交換器において型式等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価することとする。

(1) 直管式熱交換器のグループ化及び代表機器選定（表 3.2-2）

表 3.2-2 での直管式熱交換器のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 原子炉補機冷却水系熱交換器

(2) U字管式熱交換器のグループ化及び代表機器選定（表 3.2-3）

表 3.2-3 でのU字管式熱交換器のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 原子炉冷却材浄化系再生熱交換器
- ・ 残留熱除去系熱交換器

表 3.2-2 直管式熱交換器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準					機器名称 (基数)	選定基準								技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
型式	流体		材料			仕様	重要度*2	運転 状態*3	使用条件				耐震 重要度			
	管側	胴側	伝熱管	胴		熱交換量 (MW)			最高使用圧力 (MPa)		最高使用温度 (°C)					
									管側	胴側	管側	胴側				
直管式	海水	冷却水*1	銅合金	炭素鋼	原子炉補機冷却水系熱 交換器 (4)	約 13.57	MS-1	連続 (連続)	約 0.98	約 1.37	50	70	S	○	◎	
					高圧炉心スプレイディ ーゼル補機冷却水系熱 交換器 (2)	約 2.67	MS-1	連続 (連続)	約 0.98	約 1.18	50	70	S			

*1：防錆剤入り

*2：最上位の重要度を示す

*3：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

表 3.2-3 U字管式熱交換器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準					機器名称 (基数)	選定基準								技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
型式	流体		材料			仕様	重要度*2	運転 状態*3	使用条件				耐震 重要度			
	管側	胴側	伝熱管	胴					最高使用圧力 (MPa)		最高使用温度 (℃)					
						管側	胴側		管側	胴側						
U字 管式	純水	純水	ステン レス鋼	炭素鋼	原子炉冷却材浄化系 再生熱交換器 (1)	約 13.22	PS-2	連続 (連続)	約 8.62	約 10.00	302	302	B	○	◎	
		冷却水*1	ステン レス鋼	炭素鋼	残留熱除去系熱交換器 (2)	約 5.92	MS-1	連続 (連続)	約 3.73	約 1.37	182	70	S	○	◎	
					原子炉冷却材浄化系 非再生熱交換器 (2)	約 2.32	PS-2	連続 (連続)	約 8.62	約 1.37	302	85	B			

*1：防錆剤入り

*2：最上位の重要度を示す

*3：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

3.2.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「熱交換器の技術評価書」参照）を用いて、3.2.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.2.3項(1)の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

3.2.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象については、熱交換器の代表機器において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかったが、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象について、2.3.4項の表4で抽出された耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価を実施する。

(1) 直管式熱交換器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

a. 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）〔原子炉補機冷却水系熱交換器〕

耐震安全性評価では、伝熱管の腐食による減肉を想定し、地震時の発生応力を算出し評価した。腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）による伝熱管の減肉に対しては、減肉率で管理しており管理値まで減肉した場合には取替を行うこととしていることから、伝熱管が管理値まで一様減肉した場合を想定した。

評価の結果、地震時の伝熱管の発生応力は許容応力を下回り、耐震安全性に問題ないことを確認した（表3.2-4参照）。

表 3.2-4 伝熱管の腐食に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力 (MPa)		許容* 応力 (MPa)
						管板～ 管支持板	管支持板～ 管支持板	
原子炉補機冷却 水系熱交換器	クラス3	S	Ss	IV _A S	一次 応力	24	27	337

*：許容応力は日本機械学会「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〕）JSME S NC1-2005/2007」付録材料図表Part5表6より求まる値

(2) U字管式熱交換器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

a. 胴の腐食（全面腐食）[原子炉冷却材浄化系再生熱交換器]

胴の腐食に対する耐震安全性評価については、JEAG4601に記載される熱交換器の計算手法に基づき、JEAG4601に示される荷重の組み合わせと許容限界を用いて、40年間分の腐食量0.8mmを想定し評価を実施した。

評価の結果、発生応力は許容応力を下回り、耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.2-5参照）。

表 3.2-5 胴の腐食に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	応力種別	発生応力 (MPa)	許容* 応力 (MPa)
原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	クラス3	B	1/2Sd	B _A S	一次一般膜応力	105	209
					一次応力	149	209

*：許容応力は日本機械学会「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〕）JSME S NC1-2005/2007」付録材料図表 Part5 表 8,9 より求まる値

3.2.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.2.3 項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

その結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

(2) 耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の抽出

2.3.4 項の表4の耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象について、評価対象機器全体において代表機器と同様に評価した結果、以下の経年劣化事象は機器の振動応答特性又は構造・強度上、影響が「有意」とであると判断し、次項にて耐震安全性評価を実施することとする。

- ・ 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）[高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系熱交換器]

(3) 耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の評価

本項では、代表機器以外の機器について、代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施する。

3.2.5 項(2)において、代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象は抽出されなかったことから、代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施する。

a. 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

- (a) 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）[高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系熱交換器]

代表機器同様、耐震安全性評価では、伝熱管の腐食による減肉を想定し、地震時の発生応力を算出し評価した。腐食（流れ加速型腐食〔FAC〕）による伝熱管の減肉に対しては、減肉率で管理しており管理値まで減肉した場合には取替を行うこととしていることから、伝熱管が管理値まで一様減肉した場合を想定した。

評価の結果、地震時の伝熱管の発生応力は許容応力を下回り、耐震安全性に問題ないことを確認した（表3.2-6参照）。

表 3.2-6 伝熱管の腐食に対する耐震安全性評価結果

評価対象	区 分	耐震 重要度	評価 地震力	許容応 力状態	応力 種別	発生応力 (MPa)		許容* 応力 (MPa)
						管板～ 管支持板	管支持板～ 管支持板	
高圧炉心ス プレイディ ーゼル補機 冷却水系熱 交換器	クラス 3	S	Ss	IV _A S	一次 応力	22	20	337

*：許容応力は日本機械学会「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〕）JSME S NC1-2005/2007」付録材料図表 Part5 表 6 より求まる値

3.2.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の熱交換器に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.3 ポンプモータ

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要なポンプモータの高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、ポンプモータについては技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれらの検討結果を前提条件とし、評価を実施することとする。

3.3.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要なポンプモータを評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1 評価対象機器一覧

分類	機器名称(台数)	耐震重要度
高圧ポンプモータ	残留熱除去ポンプモータ (3)	S
	高圧炉心スプレイポンプモータ (1)	S
	低圧炉心スプレイポンプモータ (1)	S
低圧ポンプモータ	原子炉補機冷却水ポンプモータ (4)	S
	原子炉補機冷却海水ポンプモータ (4)	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水ポンプモータ (2)	S
	ほう酸水注入ポンプモータ (2)	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水ポンプモータ (2)	S
	換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプモータ (4)	S
	原子炉冷却材浄化ポンプモータ (2)	B

3.3.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象ポンプモータにおいて電圧区分を基に2つに分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価を実施することとする。

(1) 高圧ポンプモータのグループ化及び代表機器選定（表 3.3-2）

表 3.3-2 での高圧ポンプモータのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 残留熱除去ポンプモータ

(2) 低圧ポンプモータのグループ化及び代表機器選定（表 3.3-3）

表 3.3-3 での低圧ポンプモータのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 原子炉補機冷却海水ポンプモータ
- ・ 高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却水ポンプモータ
- ・ 原子炉補機冷却水ポンプモータ
- ・ 原子炉冷却材浄化ポンプモータ

表 3.3-2 高圧ポンプモータのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称 (台数)	仕様 (定格出力 × 回転速度)	選定基準				技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機 器	備考	
型式	設置 場所			重要度*1	使用条件						耐震 重要度
					運転状態*2	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)				
開放	屋内	残留熱除去ポンプモータ (3)	380 kW × 1,175 rpm	MS-1	連続*3 (一時)	6,600	40 以下	S	○	◎	
		高圧炉心スプレイポンプモータ (1)	1,550 kW × 1,780 rpm	MS-1	一時 (一時)	6,600	40 以下	S			
		低圧炉心スプレイポンプモータ (1)	610 kW × 1,180 rpm	MS-1	一時 (一時)	6,600	40 以下	S			

*1：最上位の重要度を示す

*2：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

*3：運転状態は，3台中2台が連続で残り1台は一時

表 3.3-3 低圧ポンプモータのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称 (台数)	仕様 (定格出力 × 回転速度)	選定基準					技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考
型式	設置 場所			重要度*1	使用条件			耐震 重要度			
					運転状態*2	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)				
全閉	屋外	原子炉補機冷却海水ポンプモータ (4)	190 kW × 1,170 rpm	MS-1	連続 (連続)	440	40 以下	S	○	◎	
		高圧炉心スプレィディーゼル補機 冷却海水ポンプモータ (2)	75 kW × 1,160 rpm	MS-1	連続 (連続)	440	40 以下	S			
	屋内	高圧炉心スプレィディーゼル補機 冷却水ポンプモータ (2)	45 kW × 3,510 rpm	MS-1	連続 (連続)	440	40 以下	S	○	◎	
		ほう酸水注入ポンプモータ (2)	30 kW × 1,760 rpm	MS-1	一時 (一時)	440	40 以下	S			
		換気空調補機非常用冷却水系冷水ポン プモータ (4)	15 kW × 3,540 rpm	MS-1	連続 (連続)	440	40 以下	S			
開放	屋内	原子炉補機冷却水ポンプモータ (4)	180 kW × 1,755 rpm	MS-1	連続 (連続)	440	40 以下	S	○	◎	
キャン ド	屋内	原子炉冷却材浄化ポンプモータ (2)	65 kW × 3,530 rpm	高*3	連続 (連続)	440	40 以下	B	○	◎	

*1：最上位の重要度を示す

*2：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

*3：最高使用温度が 95 °C を超え，又は最高使用圧力が 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

3.3.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「ポンプモータの技術評価書」参照）を用いて、3.3.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.3.3項(1)の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

3.3.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、ポンプモータの代表機器において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.3.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.3.3項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

その結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.3.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

ポンプモータにおける高経年化に対する技術評価により、各部位に想定される経年劣化事象については、現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

これより、経年劣化事象を考慮しても、地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ、地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.3.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象のポンプモータに対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.4 容器

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な容器の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、容器については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.4.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な容器を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1 評価対象機器一覧

種 類		機 器 名 称 (基 数)	耐震重要度
容器		スクラム排出容器 (2)	B
		復水貯蔵タンク (1)	B
		原子炉補機冷却水サージタンク (2)	S
		高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却水サージタンク (1)	S
		ほう酸水貯蔵タンク (1)	S
		使用済燃料貯蔵プール (1) *1	S
		原子炉ウエル (1)	B
		逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ (4)	S
		逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ (7)	S
		原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器 (2)	B
		制御棒駆動水フィルタ (2)	B
		原子炉補機冷却海水系ストレーナ (4)	S
		高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却海水系ストレーナ (2)	S
	原子炉圧力容器		原子炉圧力容器 (1)
原子炉 格納 容器	原子炉格納容器本体	原子炉格納容器 (1)	S
	機械ペネトレーション	配管貫通部	S
		機器搬入口	S
		エアロック	S
		ハッチ及びマンホール	S
	電気ペネトレーション	低圧動力用ペネトレーション	S
		制御用ペネトレーション	S
		信号用ペネトレーション	S
		制御棒位置指示用ペネトレーション	S
		中性子束計測用ペネトレーション	S
		サプレッションチェンバ用ペネトレーション	S

*1：キャスク専用プール含む

3.4.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象容器において型式等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価することとする。

(1) 容器のグループ化及び代表機器選定（表 3.4-2）

表 3.4-2 での容器のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ スクラム排出容器
- ・ 復水貯蔵タンク
- ・ 原子炉補機冷却水サージタンク
- ・ ほう酸水貯蔵タンク
- ・ 使用済燃料貯蔵プール
- ・ 逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ
- ・ 原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器
- ・ 制御棒駆動水フィルタ
- ・ 原子炉補機冷却海水系ストレーナ

(2) 原子炉圧力容器のグループ化及び代表機器選定

技術評価では原子炉圧力容器を単独で分類し代表機器としており、グループ化は行っていない。本検討においても原子炉圧力容器を単独で代表機器とする。

- ・ 原子炉圧力容器

(3) 原子炉格納容器のグループ化及び代表機器選定（表 3.4-3, 4）

技術評価では原子炉格納容器を「原子炉格納容器本体」、「機械ペネトレーション」及び「電気ペネトレーション」に分類して評価を行っているが、原子炉格納容器本体は単独で分類し代表機器としている。表 3.4-3, 4 に機械ペネトレーションと電気ペネトレーションのグループ化及び代表機器選定を示した。以下に原子炉格納容器の代表機器を示す。

- ・ 原子炉格納容器本体
- ・ X-10A～D 主蒸気系配管貫通部
- ・ X-22 ほう酸水注入系配管貫通部
- ・ X-4A, B 機器搬入用ハッチ
- ・ X-5 所員用エアロック
- ・ X-3 逃がし安全弁搬出入口
- ・ X-105A～D 中性子束計測用ペネトレーション

表 3.4-2 容器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称 (基数)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考	
種類	内部流体	胴部材質		重要度*1	使用条件					耐震 重要度
					最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)				
タンク	純水	炭素鋼	スクラム排出容器 (2)	高*2	約 8.62	138	B	○	◎	
		ステンレス鋼	復水貯蔵タンク (1)	MS-1	静水頭	66	B	○	◎	
	冷却水*4	炭素鋼	原子炉補機冷却水サージタンク (2)	MS-1	静水頭	70	S	○	◎	
			高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却水サージタンク (1)	MS-1	静水頭	70	S			
	五ほう酸 ナトリウム水	ステンレス鋼	ほう酸水貯蔵タンク (1)	MS-1	静水頭	66	S	○	◎	
ライニング槽	純水	コンクリート (ステンレス鋼内張)	使用済燃料貯蔵プール*3 (1)	PS-2	静水頭	66	S	○	◎	
			原子炉ウエル (1)	PS-2	静水頭	66	B			
アキュムレータ	ガス	ステンレス鋼	逃がし安全弁自動減圧機能用 アキュムレータ (4)	MS-1	約 1.77	171	S	○	◎	
			逃がし安全弁逃がし弁機能用 アキュムレータ (7)	MS-1	約 1.77	171	S			
フィルタ等	純水	炭素鋼	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器 (2)	PS-2	約 10.00	66	B	○	◎	
		ステンレス鋼	制御棒駆動水フィルタ (2)	高*2	約 13.83	66	B	○	◎	
	海水	炭素鋼	原子炉補機冷却海水系ストレーナ (4)	MS-1	約 0.98	50	S	○	◎	
			高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却 海水系ストレーナ (2)	MS-1	約 0.98	50	S			

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 最高使用温度が 95℃ を超え、又は最高使用圧力が 1,900 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

*3: キャスク専用プール含む

*4: 防錆剤入り

表 3.4-3 (1/7) 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類	ペネトレーション番号	用途	選定基準				技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考	
			重要度*1	型式	配管口径	最高使用温度 (°C)				耐震重要度
配管貫通部	X-10A~D	主蒸気 (タービンへ)	MS-1	ベローズ式	500 A	302	S	○	◎	
	X-11	主蒸気ドレン			80 A	302	S			
	X-12A, B	給水 (原子炉圧力容器へ)			400 A	302	S			
	X-31A~C	低圧注水 (低圧注水系, 残留熱除去系)			250 A	302	S			
	X-32A, B	残留熱除去系戻り			300 A	302	S			
	X-33A, B	残留熱除去系給水			300 A	302	S			
	X-34	原子炉圧力容器ヘッドスプレイ (残留熱除去系)			80 A	302	S			
	X-35	低圧炉心スプレイ (低圧炉心スプレイ系)			250 A	302	S			
	X-36	高圧炉心スプレイ (高圧炉心スプレイ系)			250 A	302	S			
	X-37	原子炉隔離時冷却系蒸気			80 A	302	S			
	X-50	原子炉浄化系給水			100 A	302	S			
	X-13A, B	原子炉再循環ポンプカシールパージ水供給		固定式 1	20 A	302	S			
	X-14	再循環系アップリンク			20 A	302	S			
	X-20A~D	制御棒駆動系挿入			32 A	171	S			
	X-21A~D	制御棒駆動系引抜			25 A	171	S			
	X-22	ほう酸水注入系			40 A	302	S	○	◎	

*1: 最上位の重要度を示す

表 3.4-3 (2/7) 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類	ペネトレーション番号	用途	選定基準				技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考
			重要度*1	型式	配管口径	最高使用温度 (°C)			
配管貫通部 (続き)	X-60	純水補給水系補給水	MS-1	固定式 1	100 A	171	S		
	X-65	常用冷水系供給			150 A	171	S		
	X-66	常用冷水系戻り			150 A	171	S		
	X-68	計装用空気供給			50 A	171	S		
	X-69A~C	逃がし安全弁 N2 ガス供給系ガス供給			50 A	171	S		
	X-70	ドライヴェル冷却器ポンプリング			20 A	171	S		
	X-83	ドライヴェル LCW トレン			65 A	171	S		
	X-84	ドライヴェル HCW トレン			65 A	171	S		
	X-130	計測 (主蒸気流量)			20 A	171	S		
	X-131	計測 (主蒸気流量)			20 A	171	S		
	X-132	計測 (主蒸気流量)			20 A	171	S		
	X-133	計測 (主蒸気流量)			20 A	171	S		
	X-134	計測 (原子炉再循環系)			20 A	171	S		
	X-135	計測 (原子炉再循環系)			20 A	171	S		
	X-136	計測 (原子炉再循環系)			20 A	171	S		
X-137	計測 (原子炉再循環系)	20 A	171	S					

*1: 最上位の重要度を示す

表 3.4-3 (3/7) 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類	ペネトレーション番号	用途	選定基準				技術評価代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
			重要度*1	型式	配管口径	最高使用温度(°C)			
配管貫通部 (続き)	X-138A, B	計測 (残留熱除去系)	MS-1	固定式 1	20 A	171	S		
	X-140	計測 (高圧炉心スプレイ系)			20 A	171	S		
	X-141A, B	計測 (原子炉隔離時冷却系)			20 A	171	S		
	X-142A~D	計測 (原子炉水位及び圧力)			20 A	171	S		
	X-143A~D	計測 (原子炉水位及び圧力)			20 A	171	S		
	X-144A~D	計測 (原子炉水位及び圧力)			20 A	171	S		
	X-145A~F	計測 (ジェットポンプ流量)			20 A	171	S		
	X-146A~D	計測 (ドライウェル圧力)			20 A	171	S		
	X-147	計測 (原子炉水位リドレージ)			20 A	171	S		
	X-160	計測 (格納容器内漏えい検出モニタ)			25 A	171	S		
	X-162A, B	計測 (格納容器内雰囲気モニタ系 [電離箱])			250 A*2	171	S		
	X-164A, B	計測 (格納容器内雰囲気モニタ系 [原子炉格納容器内 H2/O2 分析用])			20 A	171	S		
	X-165	計測 (格納容器内漏えい検出モニタ戻り)			25 A	171	S		
	X-170	計測 (格納容器内ガスサンプルリング [露点計用])			20 A	171	S		

*1 : 最上位の重要度を示す

*2 : スリーブ径を記載

表 3.4-3 (4/7) 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類	ペネトレーション番号	用途	選定基準				技術評価代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考
			重要度*1	型式	配管口径	最高使用温度(°C)			
配管貫通部 (続き)	X-320	計測 (真空破壊装置駆動用)	MS-1	固定式 1	25 A	104	S		
	X-321A, B	計測 (サブレーションチェンバ [®] 圧力)			20 A	104	S		
	X-322A~F	計測 (サブレーションチェンバ [®] 水位)			20 A, 25 A	104	S		
	X-332A, B	計測 (格納容器内雰囲気モニタ系 〔原子炉格納容器内 H ₂ /O ₂ 分析用〕)			20 A	104	S		
	X-340	計測 (格納容器内ガスサンプルリング [®] 〔露点計用戻り〕)			20 A	104	S		
	X-23A~D	移動式炉心内計装系案内管ハーシ [®]		固定式 2	40 A*2	171	S		
	X-30A, B	格納容器スリーブ (ドライウェル)			250 A	171	S		
	X-61	原子炉補機冷却系供給 (A)			150 A	171	S		
	X-62	原子炉補機冷却系戻り (A)			150 A	171	S		
	X-63	原子炉補機冷却系供給 (B)			150 A	171	S		
	X-64	原子炉補機冷却系戻り (B)			150 A	171	S		
	X-67	所内用圧縮空気			25 A	171	S		
	X-80	ドライウェル換気 (送気)			500 A	171	S		
	X-81	ドライウェル換気 (排気)			500 A	171	S		
	X-82A, B	可燃性ガス濃度制御系吸入			100 A	171	S		

*1: 最上位の重要度を示す

*2: スリーブ径を記載

表 3.4-3 (5/7) 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類	ペネトレーション番号	用途	選定基準				技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考
			重要度*1	型式	配管口径	最高使用温度 (°C)			
配管貫通部 (続き)	X-85A~H	原子炉格納容器ベント	MS-1	固定式2	1600 mm ²	171	S		
	X-110	予備			300 A*2	171	S		
	X-111	予備			300 A*2	171	S		
	X-200A, B	格納容器スプレイ (圧力制御室)			80 A	104	S		
	X-201	A-残留熱除去系ポンプ 給水			450 A	104	S		
	X-202	B-残留熱除去系ポンプ 給水			450 A	104	S		
	X-203	C-残留熱除去系ポンプ 給水			450 A	104	S		
	X-204	A-残留熱除去系ポンプ テスト			300 A	104	S		
	X-205	B, C-残留熱除去系ポンプ テスト			300 A	104	S		
	X-208	低圧炉心スプレイ系ポンプ 給水			450 A	104	S		
	X-209	低圧炉心スプレイ系ポンプ テスト			250 A	104	S		
	X-210	高圧炉心スプレイ系ポンプ 給水			450 A	104	S		
	X-211	高圧炉心スプレイ系ポンプ テスト			250 A	104	S		
	X-213	原子炉隔離時冷却系タービン排気			250 A	184	S		
	X-214	原子炉隔離時冷却系ポンプ 給水			150 A	104	S		
	X-215	原子炉隔離時冷却系真空ポンプ 排気			50 A	104	S		
X-230	主蒸気隔離弁グラントリック	50 A	104	S					

*1: 最上位の重要度を示す

*2: スリーブ径を記載

表 3.4-3 (6/7) 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類	ペネトレーション番号	用途	選定基準				技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考
			重要度*1	型式	配管口径	最高使用温度 (°C)			
配管貫通部 (続き)	X-240	サブレーションチェンバ換気 (送気)	MS-1	固定式 2	500 A	104	S		
	X-241	サブレーションチェンバ換気 (排気)			500 A	104	S		
	X-242A, B	可燃性ガス濃度制御系戻り			150 A	104	S		
	X-244A~H	原子炉格納容器ベント管			1740 mm ^{*2}	104	S		
	X-245A~H	ベントライントレン			25 A	104	S		
	X-260A~H	真空破壊弁ノズル			630 mm ^{*2}	104	S		
	X-270	原子炉格納容器リークテスト用			25 A ^{*2}	104	S		
	X-280A~G	逃がし安全弁排気管ノズル			250 A	250	S		
	X-402	建設用			300 mm ^{*2}	171	S		
	X-505A~D	建設用			200 A ^{*2}	104	S		

*1: 最上位の重要度を示す

*2: スリーブ径を記載

表 3.4-3 (7/7) 機械ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類	ペネトレーション番号	用途	選定基準				技術評価代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考	
			重要度*1	型式	使用頻度	最高使用温度(°C)				耐震重要度
機器搬入口	X-4A, B	機器搬入用ハッチ	MS-1	—	頻度高	171	S	○	◎	
エアロック	X-5	所員用エアロック		—	頻度高	171	S	○	◎	
ハッチ及びマンホール	X-3	逃がし安全弁搬出入口		—	頻度高	171	S	○	◎	
	X-6	制御棒駆動機構搬出入口		—	頻度低	171	S			
	X-7A, B	サブレーションチェンバ出入口		—	頻度低	104	S			
	X-106	ドライケル貫通部	—	頻度低	171	S				

*1: 最上位の重要度を示す

表 3. 4-4 電気ペネトレーションのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		ペネトレーション 番号	使用用途	仕様 呼び径	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
型式	シール材材料				重要度		耐震 重要度			
					ペネトレーション	接続機器*				
モジュール型	エポキシ樹脂	X-101A～C X-104D	低圧動力用	300 A	MS-1	MS-1	S			
		X-102A～E	制御用	300 A	MS-1	MS-1	S			
		X-103A, B, X-104C	信号用	300 A	MS-1	PS-3	S			
		X-104A, B	制御棒位置指示用	300 A	MS-1	MS-2	S			
		X-105A～D	中性子束計測用	300 A	MS-1	MS-1	S	○	◎	
		X-300A, B	サブレーションチェンパ用	300 A	MS-1	MS-2	S			

* : 最上位の重要度を示す

3.4.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「容器の技術評価書」参照）を用いて、3.4.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下のとおり整理した（表3.4-5～9参照）。

- a. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）（表中×）

- b. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

表 3.4-5 容器の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器								技術評価結果概要
			スクラム排出容器	復水貯蔵タンク	原子炉補機冷却水サージタンク	ほう酸水貯蔵タンク	使用済燃料貯蔵プール	逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器	制御棒駆動水フィルタ	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない											

表 3.4-6 原子炉压力容器の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象		技術評価結果概要
		疲労割れ	中性子照射脆化	
バウンダリの維持	上鏡	○	—	
	下鏡	○	—	
	胴	○	○	
	主フランジ	○	—	
	ノズル, セーフエンド, 貫通部シール	○	—	
	制御棒駆動機構ハウジング	○	—	
	中性子束計測ハウジング	○	—	
	スタブチューブ	○	—	
	スタッドボルト	○	—	
機器の支持	支持スカート	○	—	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

—：経年劣化事象が想定されないもの、又は該当部位がないもの

表 3.4-7 原子炉格納容器の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位		経年劣化事象	技術評価結果概要
			疲労割れ	
バウンダリの維持	ドライウエル	ベント管ベローズ	○	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

表 3.4-8 機械ペネトレーションの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象 疲労割れ	代表機器					技術評価結果概要
			X-10A~D 主蒸気系 配管貫通部	X-22 ほう酸水注入系 配管貫通部	X-4A, B 機器搬入用ハッチ	X-5 所員用エアロック	X-3 逃がし安全弁 搬出入口	
バウンダリの維持	ベローズ	疲労割れ	○	—	—	—	—	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

—：経年劣化事象が想定されないもの、又は該当部位がないもの

表 3.4-9 電気ペネトレーションの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器	技術評価結果概要
			X-105A~D 中性子束計測用ペネトレーション	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない				

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.4.3項(1)で整理されたb.の経年劣化事象について、これら事象が顕在化した場合、対象となる機器の振動応答特性又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し、「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表3.4-10～14に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

a. 容器

容器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表3.4-5参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表3.4-10）。

b. 原子炉圧力容器

原子炉圧力容器における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表3.4-6参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された（表3.4-11参照）。

- ・ 上鏡，下鏡，胴，主フランジ，ノズル，セーフエンド，貫通部シール，制御棒駆動機構ハウジング，中性子束計測ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト及び支持スカートの疲労割れ
- ・ 胴の中性子照射脆化

本事象については機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表3.4-11で◎）。

c. 原子炉格納容器

原子炉格納容器本体，機械ペネトレーション及び電気ペネトレーションにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表3.4-7～9参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された（表3.4-12～14参照）。

- ・ ベント管ベローズの疲労割れ
- ・ ベローズの疲労割れ（X-10A～D 主蒸気系配管貫通部）

本事象については機器の振動応答特性又は構造強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表3.4-12, 13で◎）。

表 3.4-10 容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器							
			スクラム排出容器	復水貯蔵タンク	原子炉補機冷却水サージタンク	ほう酸水貯蔵タンク	使用済燃料貯蔵プール	逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器	制御棒駆動水フィルタ
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない										

表 3. 4-11 原子炉圧力容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	
		疲労割れ	中性子照射脆化
バウンダリの維持	上鏡	◎	—
	下鏡	◎	—
	胴	◎	◎
	主フランジ	◎	—
	ノズル, セーフエンド, 貫通部シール	◎	—
	制御棒駆動機構ハウジング	◎	—
	中性子束計測ハウジング	◎	—
	スタブチューブ	◎	—
	スタッドボルト	◎	—
機器の支持	支持スカート	◎	—

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

—：以下の条件に該当するもの

- ・ 経年劣化事象が想定されないもの
- ・ 該当部位がないもの
- ・ 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性を低減しているものを含む）

表 3.4-12 原子炉格納容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		経年劣化事象
			疲労割れ
バウンダリの維持	ドライウエル	ベント管ベローズ	◎

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

表 3.4-13 機械ペネトレーションの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	経年劣化事象	代表機器				
			X-10A~D 主蒸気系 配管貫通部	X-22 ほう酸水注入系 配管貫通部	X-4A, B 機器搬入用ハッチ	X-5 所員用エアロック	X-3 逃がし安全弁 搬出入口
バウンダリの維持	ベローズ	疲労割れ	◎	—	—	—	—

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

—：以下の条件に該当するもの

- ・ 経年劣化事象が想定されないもの
- ・ 該当部位がないもの
- ・ 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性を低減しているものを含む）

—
3.4-21
—

表 3.4-14 電気ペネトレーションの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器
			X-105A~D 中性子計装用ペネトレーション
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない			

3.4.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項にて抽出した経年劣化事象に対して耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価を実施する。なお、必要があれば経年劣化事象毎に、詳細評価実施機器を選定して検討することとする。

(1) 原子炉圧力容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

- a. 上鏡，下鏡，胴，主フランジ，ノズル，セーフエンド，貫通部シール，制御棒駆動機構ハウジング，中性子束計測ハウジング，スタブチューブ，スタッドボルト及び支持スカート

ノズル等の疲労に関しては、技術評価において現時点（2021年7月30日）での疲れ累積係数を技術評価にて最も厳しいとする下鏡，主フランジ，給水ノズル，スタッドボルト及び支持スカートについて評価し健全性を確認している。

耐震安全性評価では、許容応力状態Ⅲ_AS，Ⅳ_ASにおける疲れ累積係数について、JEAG4601に従い運転実績回数に基づく疲れ累積係数と地震動のみの疲労解析により求められる疲れ累積係数との和として算出し、疲労評価を実施した。

評価の結果、疲れ累積係数の和は許容値1以下となり、耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.4-15参照）。

表 3.4-15 ノズル等の疲労解析結果

評価部位	区分	運転実績回数に基づく疲れ累積係数	地震動による疲れ累積係数 (S _s 地震動)	合計 (許容値1以下)
下鏡	クラス1	0.109* ¹	0.001	0.110
主フランジ		0.003	—	0.003
給水ノズル		0.114* ¹	0.001	0.114* ²
スタッドボルト		0.139	—	0.139
支持スカート		0.060	0.001	0.061

*1：環境を考慮

*2：運転実績回数に基づく疲れ累積係数と地震動による疲れ累積係数 (S_s 地震動) の合計値の差異は、数値処理での切上げによって生じたもの

b. 胴の中性子照射脆化

中性子照射脆化については、技術評価において最低使用温度の評価及び上部棚吸収エネルギーの評価を実施し、健全性評価上問題のないことを確認している。また、靱性低下による脆性破壊を防止するための点検や運転温度の管理を行っており、現状保全の妥当性についても示されている。

ここでは、原子炉压力容器円筒胴（炉心領域）に、中性子照射脆化（2021年7月30日時点）と地震を考慮した場合の温度・圧力制限曲線を求め健全性を評価した。評価は日本電気協会「原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法 JEAC4206-2007(2013年追補版含む)」に基づくものとし、欠陥は、深さを原子炉压力容器の板厚の1/4倍、長さを板厚の1.5倍とし、地震荷重の寄与が大きい周方向及び評価上厳しい軸方向の両方を想定した。

現在は冷温停止維持状態ではあるが、耐圧試験時の評価結果と比較して保守的となることから炉心臨界時の原子炉压力容器の温度・圧力制限曲線（2021年7月30日時点）を図3.4-1に示す。

なお、図中には、参考として供用前の水圧試験圧力の20%を超える臨界炉心の場合における最低温度要求を示す。

ケース1～4は図3.4-1に示す欠陥を想定した場合の線形破壊力学に基づく運転条件の制限である。脆性破壊防止の観点から、原子炉压力容器の運転は、これら曲線（温度・圧力制限曲線）より高温側の条件で運転温度の管理が要求される。

図3.4-1のケース1及び2に示すように、軸方向欠陥に地震が作用しても円筒胴の円周方向応力は有意な変化をしないため、温度・圧力制限曲線は地震荷重の有無に係わらずほとんど変化しない。周方向欠陥に地震が作用した場合は、軸方向応力の増加に寄与するため、地震荷重を考慮しないケース3に比べて考慮したケース4の方が厳しくなる。

さらに、冷温停止維持状態においても原子炉冷却材温度は管理されており、図3.4-1に示した温度・圧力制限曲線を満足していることを確認している。以上より、原子炉压力容器の運転は図3.4-1に参考で示した飽和圧力-温度線図に従うことから、中性子照射脆化に対する耐震性を考慮した運転・冷温停止維持状態での制限に対し、十分な安全性が確保されていると判断する。

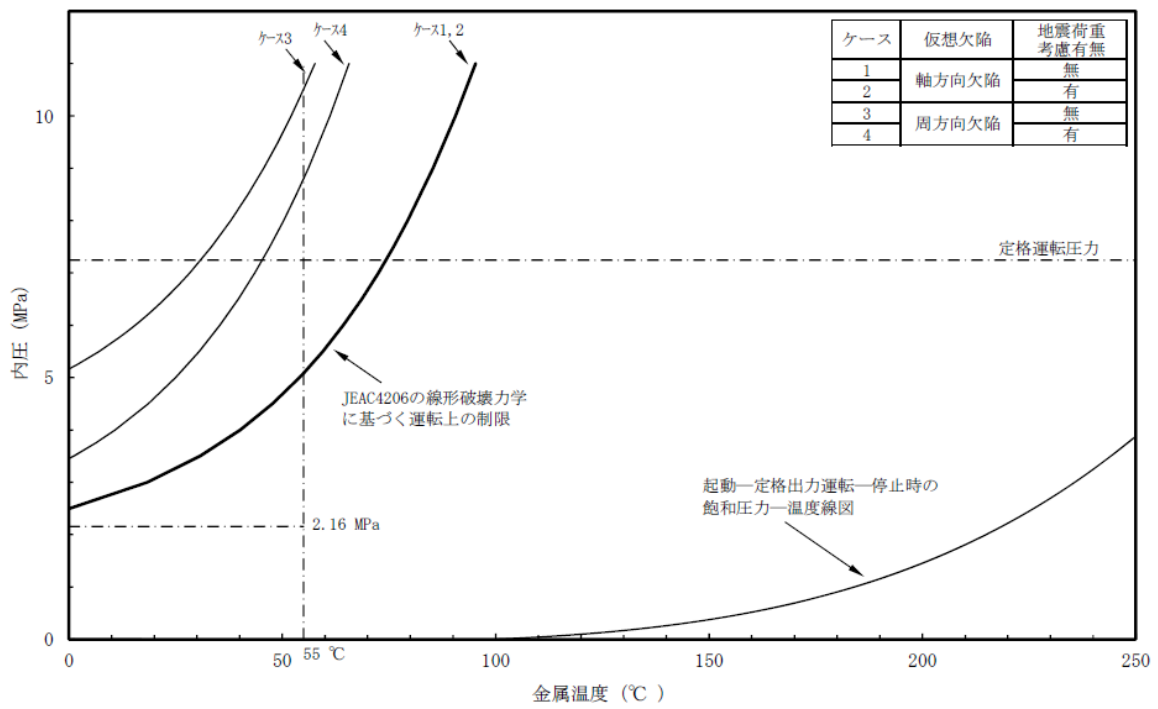


図 3.4-1 原子炉压力容器の圧力—温度制限図

(2) 原子炉格納容器の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

a. ベント管ベローズの疲労割れ

ベント管ベローズの疲労割れに関しては、技術評価において現時点（2021年7月30日）での疲れ累積係数を評価し、健全性を確認しているが、耐震安全性評価では、技術評価での疲れ累積係数に、地震時の疲れ累積係数を加味して評価を実施した。

評価の結果、疲れ累積係数の和は許容値1以下となり、耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.4-16参照）。

表 3.4-16 ベント管ベローズの疲労解析結果

評価部位	区分	運転実績回数に基づく 疲れ累積係数	地震動による 疲れ累積係数 (Ss 地震動)	合計 (許容値1以下)
ベント管ベローズ	クラス MC	0.005	0.001	0.005*

*：運転実績回数に基づく疲れ累積係数と地震動による疲れ累積係数（Ss 地震動）の合計値の差異は、数値処理での切上げによって生じたもの

b. ベローズの疲労割れ

配管貫通部ベローズの疲労割れに関しては、技術評価において現時点（2021年7月30日）での疲れ累積係数を評価し、健全性を確認しているが、耐震安全性評価では、技術評価での疲れ累積係数に、地震時の疲れ累積係数を加味して評価を実施した。

評価の結果、疲れ累積係数の和は許容値1以下となり、耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.4-17参照）。

表 3.4-17 ベローズの疲労解析結果

評価部位	区分	運転実績回数に基づく 疲れ累積係数	地震動による 疲れ累積係数 (Ss 地震動)	合計 (許容値1以下)
主蒸気系配管	クラス MC	0.012	0.000	0.012

3.4.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.4.3項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

a. 容器における代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

容器について整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

b. 原子炉圧力容器における代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

原子炉圧力容器においては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

c. 原子炉格納容器における代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

原子炉格納容器の本体においては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

機械ペネトレーション及び電気ペネトレーションについて整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.4.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の容器に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.5 配管

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な配管の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、配管については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.5.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な配管を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.5-1 に示す。

表 3.5-1(1/2) 評価対象機器一覧

分類	系統名称	耐震重要度
ステンレス鋼配管	主蒸気系 (MS)	S
	原子炉冷却材再循環系 (PLR)	S
	制御棒駆動系 (CRD)	S
	ほう酸水注入系 (SLC)	S
	残留熱除去系 (RHR)	S
	低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	S
	高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	S
	原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	S
	漏えい検出系 (LDS)	S
	原子炉冷却材浄化系 (CUW)	S
	燃料プール冷却浄化系 (FPC)	S
	復水補給水系 (MUWC)	B
	原子炉補機冷却水系 (RCW)	C
	窒素ガス供給系 (NGS)	S
	不活性ガス系 (AC)	S
事故時サンプリング系 (PASS)	S	

表 3.5-1(2/2) 評価対象機器一覧

分類	系統名称	耐震重要度
炭素鋼	主蒸気系 (MS)	S
	制御棒駆動系 (CRD)	B
	残留熱除去系 (RHR)	S
	低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	S
	高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	S
	原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	S
	原子炉冷却材浄化系 (CUW)	S
	燃料プール冷却浄化系 (FPC)	S
	放射性ドレン移送系 (RD)	S
	給水系 (FDW)	S
	原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
	換気空調補機常用冷却水系 (HNCW)	S
	換気空調補機非常用冷却水系 (HECW)	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系 (HPCW)	S
	原子炉補機冷却海水系 (RSW)	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系 (HPSW)	S
	所内蒸気系 (HS)	C
	非常用ガス処理系 (SGTS)	S
不活性ガス系 (AC)	S	
消火系／火報系 (FP)	C	
低合金鋼	給水系 (FDW)	S

3.5.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象配管をその材料等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価することとする。

(1) ステンレス鋼配管のグループ化及び代表機器選定（表 3.5-2）

表 3.5-2 でのステンレス鋼配管のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 原子炉冷却材再循環系
- ・ 原子炉隔離時冷却系
- ・ 窒素ガス供給系
- ・ ほう酸水注入系（五ほう酸ナトリウム水部）

(2) 炭素鋼配管のグループ化及び代表機器選定（表 3.5-3）

表 3.5-3 での炭素鋼配管のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 原子炉冷却材浄化系
- ・ 主蒸気系
- ・ 非常用ガス処理系
- ・ 原子炉補機冷却水系
- ・ 原子炉補機冷却海水系

(3) 低合金鋼配管のグループ化及び代表機器選定（表 3.5-4）

評価対象機器のうち、低合金鋼配管に分類されるものは給水系のみであり、これを代表機器とする。

- ・ 給水系

表 3.5-2 (1 / 2) ステンレス鋼配管のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考	
材料	内部流体		仕様 (口径×肉厚)	重要度*1	使用条件						耐震 重要度
					運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)				
ステンレス鋼	純水	主蒸気系	50 A×S 80	MS-2	一時 (連続)	約 8.62	302	S			
		原子炉冷却材再循環系	550 A×34.9 mm	PS-1	連続 (連続)	約 9.90	302	S	○	◎	
		制御棒駆動系	32 A×S 80	MS-1	連続 (連続)	約 13.83	66	S			
		ほう酸水注入系	40 A×S 80	MS-1	一時 (連続)	約 8.62	302	S			
		残留熱除去系	20 A×S 80	高*3	連続 (連続)	約 8.62	302	S			
		低圧炉心スプレイ系	20 A×S 80	高*3	一時 (連続)	約 8.62	302	S			
		高圧炉心スプレイ系	400 A×9.5 mm	MS-1	一時 (一時)	約 1.47	66	B			
		原子炉冷却材浄化系	20 A×S 80	高*3	連続 (連続)	約 8.62	302	S			
		燃料プール冷却浄化系	250 A×S 40	MS-2	連続 (連続)	約 1.37	66	S			
		復水補給水系	400 A×9.5 mm	MS-1	一時 (一時)	約 1.47	66	B			
事故時サンプリング系	20 A×S 80	高*3	連続 (連続)	約 8.62	302	S					

*1 : 最上位の重要度を示す

*2 : 冷温停止維持状態時における運転状態、() は断続的運転時の運転状態を示す

*3 : 最高使用温度が 95 ℃ を超え、又は最高使用圧力が 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

表 3.5-2 (2/2) ステンレス鋼配管のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準						技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考
材料	内部流体		仕様 (口径×肉厚)	重要度*1	使用条件			耐震 重要度			
					運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)				
ステンレス鋼	蒸気	原子炉隔離時冷却系	25 A×S 80	高*3	一時 (連続)	約 8.62	302	S	○	◎	
	その他 ガス	主蒸気系	50 A×S 40	MS-1	連続 (連続)	約 1.77	171	S			
		制御棒駆動系	50 A×S 40	MS-1	連続 (連続)	約 0.88	70	C			
		漏えい検出系	25 A×S 40	高*3	連続 (連続)	約 0.43	171	S			
		原子炉補機冷却水系	20 A×S 40	MS-1	連続 (連続)	約 0.88	70	C			
		窒素ガス供給系	50 A×S 40	MS-1	連続 (連続)	約 1.77	171	S	○	◎	
		不活性ガス系	20 A×S 40	MS-2	一時 (一時)	約 0.43	171	S			
	五ほう酸 ナトリウム ム水	ほう酸水注入系	40 A×S 80	MS-1	一時 (一時)	約 10.79	66	S	○	◎	

*1：最上位の重要度を示す

*2：冷温停止維持状態時における運転状態，（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

*3：最高使用温度が 95℃を超え、又は最高使用圧力が 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

表 3.5-3 (1/2) 炭素鋼配管のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準						技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考
材料	内部流体		仕様 (口径×肉厚)	重要度*1	使用条件			耐震 重要度			
					運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)				
炭素鋼	純水	制御棒駆動系	200 A×S 120	高*3	一時 (一時)	約 8.62	138	B			
		残留熱除去系	300 A×S 100	PS-1	連続 (連続)	約 9.90	302	S			
		低圧炉心スプレイ系	250 A×S 100	PS-1	一時 (連続)	約 8.62	302	S			
		高圧炉心スプレイ系	250 A×S 100	PS-1	一時 (連続)	約 8.62	302	S			
		原子炉冷却材浄化系	100 A×S 80	PS-1	連続 (連続)	約 8.62	302	S	○	◎	
		燃料プール冷却浄化系	200 A×S 40	MS-2	一時 (一時)	約 3.73	182	S			
		放射性ドレン移送系	65 A×S 40	MS-1	連続 (連続)	約 0.98	171	S			
		給水系	400 A×S 80	PS-1	連続 (連続)	約 8.62	302	S			
	蒸気	主蒸気系	500 A×S 80	PS-1	一時 (連続)	約 8.62	302	S	○	◎	
		原子炉隔離時冷却系	80 A×S 80	PS-1	一時 (連続)	約 8.62	302	S			
		所内蒸気系	250 A×S 40	高*3	連続 (連続)	約 1.57	204	C			
	その他 ガス	非常用ガス処理系	250 A×S 30	MS-1	一時 (一時)	約 0.02	140	S	○	◎	
		不活性ガス系	500 A×9.5mm	MS-2	一時 (一時)	約 0.43	171	S			
消火系/火報系		50 A×S 80	高*3	一時 (一時)	約 10.79	40	C				

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 最高使用温度が 95 ℃を超え, 又は最高使用圧力が 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

表 3.5-3 (2/2) 炭素鋼配管のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準						技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考
材料	内部流体		仕様 (口径×肉厚)	重要度*1	使用条件			耐震 重要度			
					運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)				
炭素鋼	冷却水*3	原子炉補機冷却水系	500 A×9.5mm	MS-1	連続 (連続)	約 1.37	70	S	○	◎	
		換気空調補機常用冷却水系	150 A×S 40	MS-2	連続 (連続)	約 1.27	55	S			
		換気空調補機非常用 冷却水系	200 A×S 30	MS-1	連続 (連続)	約 1.37	70	S			
		高圧炉心スプレイ ディーゼル補機冷却水系	300 A×S 30	MS-1	連続 (連続)	約 1.18	70	S			
	海水	原子炉補機冷却海水系	500 A×9.5mm	MS-1	連続 (連続)	約 0.98	50	S	○	◎	
		高圧炉心スプレイ ディーゼル補機冷却海水系	250 A×S 30	MS-1	連続 (連続)	約 0.98	50	S			

*1：最上位の重要度を示す

*2：冷温停止維持状態時における運転状態，（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

*3：防錆剤入り

表 3.5-4 低合金鋼配管のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					技術評価 代表機器	耐震安全性 評価代表機器	備考	
材料	内部流体		仕様 (口径×肉厚)	重要度*1	使用条件						耐震 重要度
					運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)				
低合金鋼	純水	給水系	400 A×S 80	PS-2	連続 (連続)	約 8.62	302	S	○	◎	

*1：最上位の重要度を示す

*2：冷温停止維持状態時における運転状態，（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

3.5.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「配管の技術評価書」参照）を用いて、3.5.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下のとおり整理した（表3.5-5～7参照）。

- a. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）（表中×）

- b. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

表 3.5-5 ステンレス鋼配管の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器				技術評価結果概要
			原子炉冷却材再循環系	原子炉隔離時冷却系	窒素ガス供給系	ほう酸水注入系 (五ほう酸ナトリウム水部)	
バウンダリの維持	配管	疲労割れ	○	—	—	—	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

—：経年劣化事象が想定されないもの、又は該当部位がないもの

表 3.5-6 炭素鋼配管の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器					技術評価結果概要
			原子炉冷却材浄化系	主蒸気系	非常用ガス処理系	原子炉補機 冷却水系	原子炉補機 冷却海水系	
バウンダリの維持	配管	疲労割れ	○	○	—	—	—	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

—：経年劣化事象が想定されないもの、又は該当部位がないもの

表 3.5-7 低合金鋼配管の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器	技術評価結果概要
			給水系	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない				

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.5.3 項(1)で整理された b の経年劣化事象については、これらの事象が顕在化した場合、対象となる機器の振動応答特性又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し、「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.5-8～10 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

a. ステンレス鋼配管

ステンレス鋼配管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.5-5 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された。

- ・ 配管の疲労割れ [原子炉冷却材再循環系]

本事象については機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表 3.5-8 で◎）。

b. 炭素鋼配管

炭素鋼配管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.5-6 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された。

- ・ 配管の疲労割れ [原子炉冷却材浄化系，主蒸気系]

本事象については機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表 3.5-9 で◎）。

c. 低合金鋼配管

低合金鋼配管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.5-7 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.5-10）。

表 3.5-8 ステンレス鋼配管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器			
			原子炉冷却材再循環系	原子炉隔離時冷却系	窒素ガス供給系	ほう酸水注入系 (五ほう酸ナトリウム水部)
バウンダリの維持	配管	疲労割れ	◎	—	—	—

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

—：以下の条件に該当するもの

- ・ 経年劣化事象が想定されないもの
- ・ 該当部位がないもの
- ・ 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性を低減しているものを含む）

表 3.5-9 炭素鋼配管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器				
			原子炉冷却材浄化系	主蒸気系	非常用ガス処理系	原子炉補機 冷却水系	原子炉補機 冷却海水系
バウンダリの維持	配管	疲労割れ	◎	◎	—	—	—

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

—：以下の条件に該当するもの

- ・ 経年劣化事象が想定されないもの
- ・ 該当部位がないもの
- ・ 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性を低減しているものを含む）

表 3.5-10 低合金鋼配管の耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器
			給水系
耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象はない			

3.5.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項にて抽出した経年劣化事象に対して耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価を実施する。なお、必要があれば経年劣化事象毎に、詳細評価実施機器を選定して検討することとする。

(1) 配管の疲労割れ [ステンレス鋼配管：原子炉冷却材再循環系，炭素鋼配管：原子炉冷却材浄化系，主蒸気系]

配管の疲労割れに関しては、技術評価において現時点（2021年7月30日）での過渡条件より疲れ累積係数を評価し健全性を確認しているが、耐震安全性評価では、JEAG4601に従い、地震時の「1次+2次+ピーク応力」評価を各系統について実施することとする。

なお、許容応力状態Ⅲ_s、Ⅳ_sにおける疲れ累積係数は、上記の数値と地震動のみの疲労解析により求められる疲れ累積係数との和として算出した。

評価の結果、疲れ累積係数の和は、許容値1以下となり、耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.5-11参照）。

表 3.5-11 配管の疲労解析結果

評価対象	区分	運転実績回数に基づく 疲れ累積係数	地震動による 疲れ累積係数 (S _s 地震動)	合計 (許容値1以下)
原子炉冷却材再循環系	クラス1	0.045 ^{*1}	0.000	0.045
原子炉冷却材浄化系	クラス1	0.844 ^{*1}	0.038	0.881 ^{*2}
主蒸気系	クラス1	0.008	0.011	0.019

*1：環境を考慮

*2：運転実績回数に基づく疲れ累積係数と地震動による疲れ累積係数（S_s地震動）の合計値の差異は、数値処理での切上げによって生じたもの

3.5.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.5.3 項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

a. 代表機器に想定される経年劣化事象の整理

- ・ 配管の疲労割れ [炭素鋼配管：給水系，残留熱除去系，低圧炉心スプレイ系，高圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系]

上記経年劣化事象は，代表機器以外の機器においても，代表機器と同様の整理が可能である。

b. 代表機器以外の機器に特有な経年劣化事象の整理

代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.5.3 項において，代表機器に想定される経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたが，以下の経年劣化事象については，影響が「軽微もしくは無視」できないと判断し，次項にて耐震安全性評価を実施することとする。

- ・ 配管の疲労割れ [炭素鋼配管：給水系，残留熱除去系，低圧炉心スプレイ系，高圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系]

(3) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

本項では、代表機器以外の機器について、代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施する。

3.5.5 項(2)において、代表機器に想定される劣化事象以外の事象は抽出されなかったことから、代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施する。

a. 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

- ・配管の疲労割れ [炭素鋼配管：給水系，残留熱除去系，低圧炉心スプレイ系，高圧炉心スプレイ系，原子炉隔離時冷却系]

配管の疲労割れについては熱疲労強度上，厳しい代表配管の評価を行い，耐震安全性を確認した。代表以外の配管についても，代表機器と同等又はそれ以下の過渡変化を受ける部位であることから，代表配管同様に疲労評価は許容値を下回ると考えられる。

地震による疲労強度への影響は，代表配管の評価結果と同様に小さいものと考えられ，地震を考慮しても，これらの系統の耐震安全性に問題はないものと判断する。

3.5.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の配管に対して耐震安全性評価を実施した結果，耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.6 弁

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な弁の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、弁については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.6.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な弁を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.6-1 に示す。

表 3.6-1 (1/6) 評価対象機器一覧

分類	分類基準		系統名称	耐震重要度	
	材料	流体			
仕切弁	炭素鋼	蒸気	主蒸気系 (MS)	S	
			原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	S	
			所内蒸気系 (HS)	C	
		純水	給水系 (FDW)	S	
			残留熱除去系 (RHR)	S	
			低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	S	
			高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	S	
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	S	
		冷却水 (防錆剤入り)	放射性ドレン移送系 (RD)	S	
			原子炉補機冷却水系 (RCW)	S	
			換気空調補機常用冷却水系 (HNCW)	S	
			換気空調補機非常用冷却水系 (HECW)	S	
		ステンレス鋼	純水	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系 (HPCW)	S
				原子炉冷却材再循環系 (PLR)	S
	制御棒駆動系 (CRD)			B	
	ほう酸水注入系 (SLC)			S	
	残留熱除去系 (RHR)			S	
	原子炉冷却材浄化系 (CUW)			S	
	復水補給水系 (MUWC)		B		
	五ほう酸ナトリウム水		ほう酸水注入系 (SLC)	S	
ガス	制御棒駆動系 (CRD)	C			
	消火系/火報系 (FP)	C			

表 3.6-1 (2/6) 評価対象機器一覧

分類	分類基準		系統名称	耐震重要度
	材料	流体		
玉形弁	炭素鋼	蒸気	主蒸気系 (MS)	S
			原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	S
			所内蒸気系 (HS)	C
		純水	原子炉系 (NB)	S
			残留熱除去系 (RHR)	S
			低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	S
			高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	S
			原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	S
			放射性ドレン移送系 (RD)	S
			所内蒸気系 (HS)	C
		冷却水 (防錆剤入り)	原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
			換気空調補機非常用冷却水系 (HECW)	S
			高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系 (HPCW)	S
		ステンレス鋼	ガス	漏えい検出系 (LDS)
	原子炉補機冷却水系 (RCW)			S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系 (HPCW)			S
	計装用圧縮空気系 (IA)			S
	窒素ガス供給系 (NGS)			S
	不活性ガス系 (AC)			S
	純水		原子炉系 (NB)	S
			原子炉冷却材再循環系 (PLR)	S
			制御棒駆動系 (CRD)	B
			ほう酸水注入系 (SLC)	S
			残留熱除去系 (RHR)	S
			低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	S
			高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	S
			原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	S
	燃料プール冷却浄化系 (FPC)	S		
事故時サンプリング系 (PASS)	S			
五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系 (SLC)	S		

表 3.6-1 (3 / 6) 評価対象機器一覧

分類	分類基準		系統名称	耐震重要度
	材料	流体		
逆止弁	炭素鋼	純水	給水系 (FDW)	S
			残留熱除去系 (RHR)	S
			低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	S
			高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	B
			所内蒸気系 (HS)	C
		冷却水 (防錆剤入り)	原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
			換気空調補機常用冷却水系 (HNCW)	S
			換気空調補機非常用冷却水系 (HECW)	S
			高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系 (HPCW)	S
		海水	原子炉補機冷却海水系 (RSW)	S
			高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系 (HPSW)	S
	ステンレス鋼	ガス	主蒸気系 (MS)	S
			制御棒駆動系 (CRD)	C
			原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
			高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系 (HPCW)	S
			計装用圧縮空気系 (IA)	S
			窒素ガス供給系 (NGS)	S
		純水	原子炉冷却材再循環系 (PLR)	S
			制御棒駆動系 (CRD)	B
			ほう酸水注入系 (SLC)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	B
			燃料プール冷却浄化系 (FPC)	S
五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系 (SLC)	S		

表 3.6-1 (4/6) 評価対象機器一覧

分類	分類基準		系統名称	耐震重要度
	材料	流体		
バタフライ弁	炭素鋼	ガス	非常用ガス処理系 (SGTS)	S
		冷却水 (防錆剤入り)	原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
			高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却水系 (HPCW)	S
		海水	原子炉補機冷却海水系 (RSW)	S
			高圧炉心スプレィディーゼル補機冷却海水系 (HPSW)	S
安全弁	炭素鋼	純水	残留熱除去系 (RHR)	S
			低圧炉心スプレィ系 (LPCS)	S
			高圧炉心スプレィ系 (HPCS)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	B
	ステンレス鋼	冷却水 (防錆剤入り)	原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	B
ステンレス鋼	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系 (SLC)	S	
	ボール弁	炭素鋼	原子炉冷却材浄化系 (CUW)	B
ステンレス鋼		燃料プール冷却浄化系 (FPC)	S	
主蒸気隔離弁	炭素鋼	蒸気	主蒸気系 (MS)	S
逃がし安全弁	炭素鋼	蒸気	主蒸気系 (MS)	S
電磁弁	ステンレス鋼	ガス	不活性ガス系 (AC)	S
		純水	制御棒駆動系 (CRD)	B
制御弁	炭素鋼	蒸気	所内蒸気系 (HS)	C
		純水	残留熱除去系 (RHR)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	B
		冷却水 (防錆剤入り)	原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
	換気空調補機非常用冷却水系 (HECW)		S	
ステンレス鋼	純水	制御棒駆動系 (CRD)	B	

表 3.6-1 (5/6) 評価対象機器一覧

分類	分類基準		系統名称	耐震重要度
	設置場所	電源		
電動弁用 駆動部	原子炉 格納容器内	交流	残留熱除去系 (RHR)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	S
			換気空調補機常用冷却水系 (HNCW)	S
			原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
			主蒸気系 (MS)	S
			原子炉隔離時冷却系 (RCIC)	S
			放射性ドレン移送系 (RD)	S
	屋内	交流	ほう酸水注入系 (SLC)	S
			残留熱除去系 (RHR)	S
			低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	S
			高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	S
			原子炉冷却材浄化系 (CUW)	S
			主蒸気系 (MS)	S
			放射性ドレン移送系 (RD)	S
			原子炉補機冷却水系 (RCW)	S
			原子炉補機冷却海水系 (RSW)	S
			高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系 (HPCW)	S
			高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系 (HPSW)	S
			換気空調補機常用冷却水系 (HNCW)	S
			計装用圧縮空気系 (IA)	S
窒素ガス供給系 (NGS)	S			
非常用ガス処理系 (SGTS)	S			
中央制御室換気空調系 (MCRHVAC)	S			

表 3.6-1 (6 / 6) 評価対象機器一覧

分類	分類基準		系統名称	耐震重要度
	区分	設置場所		
空気作動弁用 駆動部	ダイヤフラム型	屋内	換気空調補機非常用冷却水系 (HECW)	S
			残留熱除去系 (RHR)	S
	シリンダ型	原子炉格納容器内	原子炉冷却材再循環系 (PLR)	S
			残留熱除去系 (RHR)	S
			低圧炉心スプレイ系 (LPCS)	S
			高圧炉心スプレイ系 (HPCS)	S
		屋内	給水系 (FDW)	S
			高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系 (HPCW)	S
			窒素ガス供給系 (NGS)	S
	不活性ガス系 (AC)		S	
	原子炉補機冷却水系 (RCW)		S	
			換気空調補機非常用冷却水系 (HECW)	S
			非常用ガス処理系 (SGTS)	S

3.6.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象弁において型式等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価することとする。

(1) 仕切弁のグループ化及び代表機器選定（表 3.6-2）

表 3.6-2 での仕切弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ MS ドレン内側隔離弁
- ・ RHR 炉水入口内側隔離弁
- ・ RCW PCV 内冷却水入口外側隔離弁
- ・ PLR ポンプ出口弁
- ・ SLC ポンプ出口弁
- ・ CRD 計装空気減圧弁前弁

(2) 玉形弁のグループ化及び代表機器選定（表 3.6-3）

表 3.6-3 での玉形弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ MS RPV 連続ベント弁
- ・ RHR 炉水戻り弁
- ・ RCW RHR 熱交換器冷却水出口弁
- ・ IA PCV 外側隔離弁
- ・ PLR 入口管ドレン第1弁
- ・ SLC ほう酸水貯蔵タンク出口弁

(3) 逆止弁のグループ化及び代表機器選定（表 3.6-4）

表 3.6-4 での逆止弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ FDW 内側給水隔離弁
- ・ RCW PCV 内冷却水入口内側隔離弁
- ・ RSW ポンプ出口逆止弁
- ・ IA PCV 内側逆止弁
- ・ PLR ポンプメカシールパージ内側隔離弁
- ・ SLC ポンプ出口逆止弁

(4) バタフライ弁のグループ化及び代表機器選定 (表 3.6-5)

表 3.6-5 でのバタフライ弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ SGTS フィルタ装置出口弁
- ・ RCW 温度調節弁入口弁
- ・ RSW ポンプ出口弁

(5) 安全弁のグループ化及び代表機器選定 (表 3.6-6)

表 3.6-6 での安全弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ E11-MO-F012A 逃がし弁
- ・ RCW RHR 熱交換器胴側逃がし弁
- ・ CUW ポンプバックウォッシュライン逃がし弁
- ・ SLC ポンプ出口側逃がし弁

(6) ボール弁のグループ化及び代表機器選定 (表 3.6-7)

表 3.6-7 でのボール弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ CUW ろ過脱塩器プリコート 1 次入口弁
- ・ FPC 使用済燃料貯蔵プール散水管元口弁

(7) 主蒸気隔離弁のグループ化及び代表機器選定

技術評価では主蒸気隔離弁を単独で分類し代表機器としており、グループ化は行っていない。本検討においても主蒸気隔離弁を単独で代表機器とする。

- ・ 主蒸気隔離弁

(8) 逃がし安全弁のグループ化及び代表機器選定

技術評価では逃がし安全弁を単独で分類し代表機器としており、グループ化は行っていない。本検討においても逃がし安全弁を単独で代表機器とする。

- ・ 逃がし安全弁

(9) 電磁弁のグループ化及び代表機器選定 (表 3.6-8)

表 3.6-8 での電磁弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ B21-PT-029A, C, C71-PT-002B 元弁 (以下、「B21-PT-029A 等元弁」という)
- ・ CRD 流量安定化弁

(10) 制御弁のグループ化及び代表機器選定 (表 3.6-9)

表 3.6-9 での制御弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ HS S/B 内給気処理装置入口圧力調節弁
- ・ RHR ヘッドスプレイ流量調節弁
- ・ RCW 温度調節弁
- ・ CRD 駆動水流量調節弁

(11) 電動弁用駆動部のグループ化及び代表機器選定 (表 3.6-10)

表 3.6-10 での電動弁用駆動部のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ RHR 炉水入口内側隔離弁用駆動部
- ・ MCR 通常時外気取り入れ隔離弁用駆動部

(12) 空気作動弁用駆動部のグループ化及び代表機器選定 (表 3.6-11)

表 3.6-11 での空気作動弁用駆動部のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ HECW MCR 給気処理装置温度調節弁用駆動部
- ・ RHR 炉水戻り試験可能逆止弁用駆動部
- ・ FDW 外側給水隔離弁用駆動部

表 3.6-2 (1/2) 仕切弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材 料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
炭素鋼	蒸気	主蒸気系	PS-1	80	一時 (連続)	約 8.62	302	S	○	◎	MS ドレン内側隔離弁 (80 A, 約 8.62 MPa, 302 ℃) B21-F005	
		原子炉隔離時冷却系	PS-1	80	一時 (連続)	約 8.62	302	S				
		所内蒸気系	高*3	65~125	連続 (連続)	約 1.57	204	C				
	純水	給水系	PS-1	400	連続 (連続)	約 8.62~約 10.00	302	S			RHR 炉水入口内側隔離弁 (300 A, 約 8.62 MPa, 302 ℃) E11-F011A/B	
		残留熱除去系	PS-1	80~450	連続 (連続)	約 1.47~約 8.62	104~302	S	○	◎		
		低圧炉心スプレイ系	PS-1	100~450	連続 (連続)	約 1.47~約 8.62	104~302	S				
		高圧炉心スプレイ系	PS-1	100~450	連続 (連続)	約 1.47~約 10.79	100~302	S				
		原子炉冷却材浄化系	PS-1	80~100	連続 (連続)	約 8.62~約 10.00	66~302	S				
		放射性ドレン移送系	MS-1	65	連続 (連続)	約 0.98	171	S				
炭素鋼	冷却水*3	換気空調補機常用冷却水系	MS-1	150	連続 (連続)	約 1.27~約 1.37	171	S			RCW PCV 内冷却水入口外側隔離弁 (150 A, 約 1.37 MPa, 171 ℃) P21-F071A/B	
		原子炉補機冷却水系	MS-1	50~350	連続 (連続)	約 1.37	70~171	S	○	◎		
		換気空調補機非常用冷却水系	MS-1	100~150	連続 (連続)	約 1.37	70	S				
		高圧炉心スプレイ ディーゼル補機冷却水系	MS-1	50~200	連続 (連続)	約 1.18	70	S				

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 最高使用温度が 95 ℃ を超え, 又は最高使用圧力が 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

表 3.6-2 (2/2) 仕切弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
ステン レス鋼	純水	原子炉冷却材再循環系	PS-1	550	連続 (連続)	約 8.62~約 9.90	302	S	○	◎	PLR ポンプ出口弁 (550 A, 約 9.90 MPa, 302 ℃) B31-M0-F002A/B	
		制御棒駆動系	高*3	20~50	連続 (連続)	約 13.83	66	B				
		ほう酸水注入系	MS-1	40	一時 (一時)	約 8.62	302	S				
		残留熱除去系	PS-1	300	連続 (一時)	約 8.62~約 9.90	302	S				
		原子炉冷却材浄化系	PS-1	100	連続 (連続)	約 8.62	302	S				
		復水補給水系	MS-1	200~400	連続 (連続)	約 1.47	66	B				
	五ほう酸 ナトリウ ム水	ほう酸水注入系	MS-1	40~65	一時 (一時)	約 1.37~約 10.79	66	S	○	◎	SLC ポンプ出口弁 (40 A, 約 10.79 MPa, 66 ℃) C41-F005A/B	
	ガス	制御棒駆動系	MS-1	40	連続 (連続)	約 0.69~約 0.88	70	C	○	◎	CRD 計装空気減圧弁前弁 (40A, 約 0.88 MPa, 70 ℃)	
		消火系/火報系	高*3	25~65	一時 (一時)	約 10.79	40	C			C12-F070A/B	

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 最高使用温度が 95 ℃を超え, 又は最高使用圧力が 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

表 3.6-3 (1/3) 玉形弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
炭素鋼	蒸気	主蒸気系	PS-1	20~50	一時 (連続)	約 8.62	302	S	○	◎	MS RPV 連続ベント弁 (50 A, 約 8.62 MPa, 302 ℃) B21-F016	
		原子炉隔離時冷却系	MS-1	20~25	一時 (一時)	約 8.62	302	S				
		所内蒸気系	高*4	40~65	一時 (一時)	約 0.98	188	C				
	純水	原子炉系	MS-1	20	一時 (連続)	約 8.62	302	S			RHR 炉水戻り弁 (300 A, 約 9.90 MPa, 302 ℃) E11-M0-F015A/B	
		残留熱除去系	MS-1	20~300	連続 (連続)	約 1.47~約 9.90	100~302	S	○	◎		
		低圧炉心スプレイ系	MS-1	20~250	連続 (連続)	約 1.47~約 8.62	100~302	S				
		高圧炉心スプレイ系	MS-1	20~250	連続 (連続)	約 8.62~10.79	100~302	S				
		原子炉隔離時冷却系	高*4	25	一時 (一時)	約 8.62	302	S				
		原子炉冷却材浄化系	PS-1	20~100	連続 (連続)	約 8.62~約 10.00	66~302	S				
		放射性ドレン移送系	MS-1	20	連続 (連続)	約 0.98	171	S				
	所内蒸気系	高*4	25~40	連続 (連続)	約 0.96	188	C					
	冷却水*3	原子炉補機冷却水系	MS-1	50~350	連続 (連続)	約 1.37	70	S	○	◎	RCW RHR 熱交換器冷却水出口弁 (350 A, 約 1.37 MPa, 70 ℃) P21-M0-F052A/B	
		換気空調補機非常用冷却水系	MS-1	100~150	連続 (連続)	約 1.37	70	S				
高圧炉心スプレイ ディーゼル補機冷却水系		MS-1	50~150	連続 (連続)	約 1.18	70	S					

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態、() は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 防錆剤入り

*4: 最高使用温度が 95 ℃を超え、又は最高使用圧力が 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

表 3.6-3 (2/3) 玉形弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
ステン レス鋼	ガス	漏えい検出系	MS-1	25	連続 (連続)	約 0.43	171	S			IA PCV 外側隔離弁 (50 A, 約 0.88 MPa, 171 ℃) P52-M0-F057	
		原子炉補機冷却水系	MS-1	20	連続 (連続)	約 0.88	70	S				
		高圧炉心スプレイ ディーゼル補機冷却水系	MS-1	20	連続 (連続)	約 0.88	70	S				
		計装用圧縮空気系	MS-1	50	連続 (連続)	約 0.88	171	S	○	◎		
		窒素ガス供給系	高*3	25~50	一時 (一時)	約 1.77~約 14.70	66~171	S				
		不活性ガス系	MS-1	20	一時 (一時)	約 0.43	104~171	S				
	純水	原子炉系	MS-1	20	連続 (連続)	約 8.62	302	S			PLR 入口管ドレン第1弁 (50 A, 約 8.62 MPa, 302 ℃) B31-F506A/B	
		原子炉冷却材再循環系	PS-1	20~50	一時 (連続)	約 8.62~約 13.83	66~302	S	○	◎		
		制御棒駆動系	高*3	20~50	連続 (連続)	約 8.62~約 13.83	66~138	B				
		ほう酸水注入系	MS-1	40	一時 (一時)	約 10.79	66	S				
		残留熱除去系	MS-1	20	連続 (一時)	約 8.62	302	S				
		低圧炉心スプレイ系	MS-1	20	一時 (一時)	約 8.62	302	S				
		高圧炉心スプレイ系	MS-1	20	一時 (一時)	約 8.62	302	S				

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 最高使用温度が 95 ℃ を超え, 又は最高使用圧力が 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

表 3.6-3 (3/3) 玉形弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材 料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
ステン レス鋼	純水 (続き)	原子炉隔離時冷却系	MS-1	20	一時 (一時)	約 8.62	302	S			PLR 入口管ドレン第1弁 (50 A, 約 8.62 MPa, 302 ℃) B31-F506A/B	
		原子炉冷却材浄化系	MS-1	20	連続 (連続)	約 8.62~約 13.83	66~302	S				
		燃料プール冷却浄化系	MS-2	200	連続 (連続)	約 3.73	182	S				
		事故時サンプリング系	高*3	20	連続 (連続)	約 8.62	302	S				
	五ほう酸ナトリウム水	ほう酸水注入系	MS-1	20~65	一時 (一時)	約 1.37~約 10.79	66~302	S	○	◎	SLC ほう酸水貯蔵タンク出口 弁 (65 A, 約 1.37 MPa, 66 ℃) C41-M0-F001A/B	

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 最高使用温度が 95 ℃を超え, 又は最高使用圧力が 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

表 3.6-4 (1/2) 逆止弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材 料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
炭素鋼	純水	給水系	PS-1	400	連続 (連続)	約 8.62	302	S	○	◎	FDW 内側給水隔離弁 (スイング型, 400 A, 約 8.62 MPa, 302 ℃) B21-F303A/B	
		残留熱除去系	PS-1	25~300	連続 (連続)	約 3.73~約 8.62	100~302	S				
		低圧炉心スプレイ系	PS-1	25~250	一時 (一時)	約 3.92~8.62	100~302	S				
		高圧炉心スプレイ系	PS-1	50~450	一時 (一時)	約 1.47~約 10.79	100~302	S				
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	40~100	連続 (連続)	約 10.00	66~302	B				
		所内蒸気系	高*4	40	連続 (連続)	約 0.96	188	C				
	冷却水*3	原子炉補機冷却水系	MS-1	150~400	連続 (連続)	約 1.37	70~171	S	○	◎	RCW PCV 内冷却水入口内側隔 離弁 (スイング型, 150 A, 約 1.37 MPa, 171 ℃) P21-F072A/B	
		換気空調補機常用 冷却水系	MS-1	150	連続 (連続)	約 1.37	171	S				
		換気空調補機非常用冷却 水系	MS-1	150	連続 (連続)	約 1.37	70	S				
		高圧炉心スプレイ ディーゼル補機冷却水系	MS-1	200~250	連続 (連続)	約 1.18	70	S				
	海水	原子炉補機冷却海水系	MS-1	400	連続 (連続)	約 0.98	50	S	○	◎	RSW ポンプ出口逆止弁 (スイング型, 400 A, 約 0.98 MPa, 50 ℃) P41-F001A~D	
高圧炉心スプレイディー ゼル補機冷却海水系		MS-1	250	連続 (連続)	約 0.98	50	S					

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 防錆剤入り

*4: 最高使用温度が 95 ℃ を超え, 又は最高使用圧力が 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

表 3.6-4 (2/2) 逆止弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材 料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
ステン レス鋼	ガス	主蒸気系	MS-1	50	一時 (連続)	約 1.77	171	S			IA PCV 内側逆止弁 (リフト型, 50 A, 約 0.88 MPa, 171 ℃) P52-F058	
		制御棒駆動系	MS-1	40	連続 (連続)	約 0.69	70	C				
		原子炉補機冷却水系	MS-1	20	連続 (連続)	約 0.88	70	S				
		高压炉心スプレイディー ゼル補機冷却水系	MS-1	20	連続 (連続)	約 0.88	70	S				
		計装用圧縮空気系	MS-1	50	連続 (連続)	約 0.88	171	S	○	◎		
		窒素ガス供給系	MS-1	50	一時 (一時)	約 1.77	171	S				
	純水	原子炉冷却材再循環系	MS-1	20	一時 (連続)	約 8.62	302	S	○	◎	PLR ポンプメカシールパージ 内側隔離弁 (リフト型, 20 A, 約 8.62 MPa, 302 ℃) B31-F007A/B	
		制御棒駆動系	高*3	15~50	連続 (連続)	約 2.84~約 13.83	66	B				
		ほう酸水注入系	MS-1	40	一時 (一時)	約 8.62	302	S				
		原子炉冷却材浄化系	高*3	20	連続 (連続)	約 10.00	66	B				
		燃料プール冷却浄化系	MS-2	150	連続 (連続)	約 1.37	66	S				
五ほう酸 ナトリウ ム水	ほう酸水注入系	MS-1	40	一時 (一時)	約 10.79	66	S	○	◎	SLC ポンプ出口逆止弁 (リフト型, 40 A, 約 10.79 MPa, 66 ℃) C41-F004A/B		

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 最高使用温度が 95 ℃ を超え, 又は最高使用圧力が 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

表 3.6-5 バタフライ弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材 料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
炭素鋼	ガス	非常用ガス処理系	MS-1	250	一時 (一時)	約 0.01	100~140	S	○	◎	SGTS フィルタ装置出口弁 (250 A, 約 0.01 MPa, 140 ℃) T22-M0-F004A/B	
	冷却水*3	原子炉補機冷却水系	MS-1	200~450	連続 (連続)	約 1.37	70	S	○	◎	RCW 温度調節弁入口弁 (450 A, 約 1.37 MPa, 70 ℃) P21-F012A/B	
		高圧炉心スプレィディー ゼル補機冷却水系	MS-1	250	連続 (連続)	約 1.18	70	S				
	海水	原子炉補機冷却海水系	MS-1	400	連続 (連続)	約 0.98	50	S	○	◎	RSW ポンプ出口弁 (400 A, 約 0.98 MPa, 50 ℃) P41-M0-F002A~D	
		高圧炉心スプレィディー ゼル補機冷却海水系	MS-1	250	一時 (一時)	約 0.98	50	S				

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 防錆剤入り

表 3.6-6 安全弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材 料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
炭素鋼	純水	残留熱除去系	MS-1	25~50	一時 (一時)	約 8.62	182~302	S	○	◎	E11-M0-F012A 逃がし弁 (25/50 A, 約 8.62 MPa, 302 ℃) E11-F028A/B	
		低圧炉心スプレイ系	MS-1	25~50	一時 (一時)	約 3.92	104	S				
		高圧炉心スプレイ系	MS-1	25~50	一時 (一時)	約 1.47	104	S				
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	25~50	連続 (連続)	約 10.00	66	B				
	冷却水*3	原子炉補機冷却水系	MS-1	40~50	連続 (連続)	約 1.37	70	S	○	◎	RCW RHR 熱交換器胴側逃がし弁 (40/50 A, 約 1.37 MPa, 70 ℃) P21-F050A/B	
ステン レス鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	高*4	25~50	連続 (連続)	約 10.00	66	B	○	◎	CUW ポンプバックウォッシュライ ン逃がし弁 (25/50 A, 約 10.00 MPa, 66 ℃) G31-F015A/B	
	五ほう酸 ナトリウ ム水	ほう酸水注入系	高*4	25~50	一時 (一時)	約 10.79	66	S	○	◎	SLC ポンプ出口側逃がし弁 (25/50 A, 約 10.79 MPa, 66 ℃) C41-F003A/B	

*1：最上位の重要度を示す

*2：冷温停止維持状態時における運転状態，（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

*3：防錆剤入り

*4：最高使用温度が 95 ℃を超え，又は最高使用圧力が 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

表 3.6-7 ボール弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準				耐震 重要度	技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考	
材料	内部 流体		重要度*1	使用条件								
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)						最高使用温度 (°C)
炭素鋼	純水	原子炉冷却材浄化系	PS-2	50~100	連続 (連続)	約 10.00	66	B	○	◎	CUWろ過脱塩器ブリコート1次 入口弁 (100 A, 約 10.00 MPa, 66 °C) G31-A0-F326A/B	
ステン レス鋼	純水	燃料プール冷却浄化系	MS-2	150	連続 (連続)	約 1.37	66	S	○	◎	FPC使用済燃料貯蔵プール散水 管元弁 (150 A, 約 1.37 MPa, 66 °C) G41-F014A/B	

*1：最上位の重要度を示す

*2：冷温停止維持状態時における運転状態，（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

表 3.6-8 電磁弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準						技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	代表弁	備考
材料	内部 流体		重要度*1	使用条件				耐震 重要度				
				口径 (A)	運転状態*2	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)					
ステン レス鋼	ガス	不活性ガス系	MS-1	20	一時 (一時)	約 0.43	171	S	○	◎	B21-PT-029A 等元弁 (20 A, 約 0.43 MPa, 171 ℃) T31-F724	
	純水	制御棒駆動系	高*3	20	連続 (連続)	約 13.83	66	B	○	◎	CRD 流量安定化弁 (20 A, 約 13.83 MPa, 66 ℃) C12-F021A/B	

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 冷温停止維持状態時における運転状態, () は断続的運転時の運転状態を示す

*3: 最高使用温度が 95 ℃ を超え, 又は最高使用圧力が 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

表 3.6-9 制御弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準						技術評価 代表機器	耐震安全性 評価 代表機器	代表弁	備考
材料	内部流体		重要度*1	使用条件				耐震重要度				
				口径(A)	運転状態*2	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(℃)					
炭素鋼	蒸気	所内蒸気系	高*3	25~65	連続(連続)	約 0.96~約 1.57	188~204	C	○	◎	HS S/B 内給気処理装置入口 圧力調節弁 (65 A, 約 1.57 MPa, 204 ℃) P61-F010	
	純水	残留熱除去系	MS-1	80	一時(一時)	約 3.73	182	S	○	◎	RHR ヘッドスプレイ流量調節 弁 (80 A, 約 3.73 MPa, 182 ℃) E11-F018	
		原子炉冷却材浄化系	PS-2	80~100	連続(連続)	約 10.00	66	B				
	冷却水*4	原子炉補機冷却水系	MS-1	450	連続(連続)	約 1.37	70	S	○	◎	RCW 温度調節弁 (450 A, 約 1.37 MPa, 70 ℃) P21-F009A/B	
換気空調補機非常用 冷却水系		MS-1	150	連続(連続)	約 1.37	70	S					
ステン レス鋼	純水	制御棒駆動系	高*3	40	連続(連続)	約 13.83	66	B	○	◎	CRD 駆動水流量調節弁 (40 A, 約 13.83 MPa, 66 ℃) C12-F011A/B	

*1：最上位の重要度を示す

*2：冷温停止維持状態時における運転状態、() は断続的運転時の運転状態を示す

*3：最高使用温度が 95 ℃ を超え、又は最高使用圧力が 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

*4：防錆剤入り

表 3.6-10 電動弁用駆動部のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			系統名称	選定基準					技術評価代表機器	耐震安全性評価代表機器	代表弁	備考
区分	設置場所	電源		重要度*	使用条件			耐震重要度				
					口径	出力 (kW)	周囲温度					
電動弁用 駆動部	原子炉格納 容器内	交流	残留熱除去系	MS-1	20~300 A	0.3~8.7	65℃以下	S	○	◎	RHR 炉水入口内側隔離弁用駆動部 E11-F011A/B (300 A)	
			原子炉冷却材浄化系	MS-1	100 A	2.1		S				
			主蒸気系	MS-1	50~80 A	0.3~1.3		S				
			原子炉隔離時冷却系	MS-1	80 A	0.82		S				
			原子炉補機冷却水系	MS-1	150 A	0.82		S				
			換気空調補機常用冷却水系	MS-1	150 A	0.82		S				
			放射性ドレン移送系	MS-1	65 A	0.43		S				
	屋内	交流	ほう酸水注入系	MS-1	40~65 A	0.13	40℃以下	S			MCR 通常時外気取り入れ隔離弁用駆動部 U41-F100 (500 mm)	
			残留熱除去系	MS-1	20~450 A	0.13~14.5	66℃以下	S				
			低圧炉心スプレイ系	MS-1	100~450 A	2.4~14.5	40℃以下	S				
			高圧炉心スプレイ系	MS-1	100~450 A	3.1~16.5	40℃以下	S				
			原子炉冷却材浄化系	MS-1	100 A	2.1	60℃以下	S				
			主蒸気系	MS-1	80 A	1.3	60℃以下	S				
			放射性ドレン移送系	MS-1	65 A	0.3	40℃以下	S				
			原子炉補機冷却水系	MS-1	150~400 A	0.43~3.1	40℃以下	S				
			原子炉補機冷却海水系	MS-1	400 A	0.57	40℃以下	S				
			高圧炉心スプレイ ディーゼル補機冷却水系	MS-1	200~250 A	0.56~1.3	40℃以下	S				
			高圧炉心スプレイ ディーゼル補機冷却海水系	MS-1	250 A	0.25	40℃以下	S				
			換気空調補機常用冷却水系	MS-1	150 A	0.56	40℃以下	S				
			計装用圧縮空気系	MS-1	50 A	0.13	40℃以下	S				
窒素ガス供給系	MS-1	50 A	0.3	40℃以下	S							
非常用ガス処理系	MS-1	250 A	0.25	40℃以下	S							
中央制御室換気空調系	MS-1	250~500 mm	0.57	40℃以下	S	○	◎					

*：最上位の重要度を示す

表 3.6-11 空気作動弁用駆動部のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		系統名称	選定基準					技術評価 代表機器	耐震安全性 評価 代表機器	代表弁	備考
区分	設置場所		重要度*1	使用条件			耐震重要度				
				口径 (A)	運転状態*2	周囲温度 (°C)					
ダイヤフラム型	屋内	換気空調補機非常用冷却水系	MS-1	150	連続 (連続)	40	S	○	◎	HECW MCR 給気処理装置温度調節弁用駆動部 (150 A) P25-F008A/B-ACT	
		残留熱除去系	MS-1	80	一時 (一時)	40	S				
シリンダ型	原子炉格納容器内	主蒸気系	MS-1	150/250	一時 (連続)	65	S			RHR 炉水戻り試験可能逆止弁用駆動部 (300 A) E11-F016A~C-001	
		原子炉冷却材再循環系	MS-1	20	一時 (連続)	65	S				
		残留熱除去系	MS-1	20~300	連続 (一時)	65	S	○	◎		
		低圧炉心スプレイ系	MS-1	250	一時 (一時)	65	S				
		高圧炉心スプレイ系	MS-1	20~250	一時 (一時)	65	S				
	屋内	給水系	PS-1	400	連続 (連続)	60	S	○	◎	FDW 外側給水隔離弁用駆動部 (400 A) B21-F302A/B-001	
		原子炉補機冷却水系	MS-1	450	連続 (連続)	40	S				
		換気空調補機非常用冷却水系	MS-1	150	連続 (連続)	40	S				
		高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系	MS-1	250	連続 (連続)	40	S				
		非常用ガス処理系	MS-1	250	一時 (一時)	40	S				
		不活性ガス系	MS-1	50~500	一時 (一時)	40	S				

*1：最上位の重要度を示す

*2：冷温停止維持状態時における運転状態、() は断続的運転時の運転状態を示す

3.6.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「弁の技術評価書」参照）を用いて、3.6.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下のとおり整理した（表3.6-12～23参照）。

- a. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）（表中×）

- b. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

表 3.6-12 仕切弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器						技術評価結果概要
			MS ドレン 内側隔離弁	RHR 炉水入口 内側隔離弁	RCW PCV 内 冷却水入口 外側隔離弁	PLR ポンプ 出口弁	SLC ポンプ 出口弁	CRD 計装空気 減圧弁前弁	
バウンダリ の維持	弁箱	疲労割れ	—	○	—	○	—	—	
			—	—	—	○	—	—	
	弁ふた	熱時効	—	—	—	○	—	—	
隔離機能の維持	弁体		—	—	—	○	—	—	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

—：経年劣化事象が想定されていないもの、又は該当部位がないもの

表 3.6-13 玉形弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器						技術評価結果概要
			MS RPV 連続ベント弁	RHR 炉水戻り弁	RCW RHR 熱交換器 冷却水出口弁	IA PCV 外側隔離弁	PLR 入口管 ドレン第1弁	SLC ほう酸水 貯蔵タンク 出口弁	
バウンダリ の維持	弁箱	疲労割れ	—	○	—	—	—	—	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

—：経年劣化事象が想定されていないもの、又は該当部位がないもの

表 3.6-14 逆止弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器						技術評価結果概要
			FDW 内側 給水隔離弁	RCW PCV 内 冷却水入口 内側隔離弁	RSW ポンプ 出口逆止弁	IA PCV 内側 逆止弁	PLR ポンプ メカシール パージ 内側隔離弁	SLC ポンプ 出口逆止弁	
バウンダリ の維持	弁箱	疲労割れ	○	—	—	—	—	—	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

—：経年劣化事象が想定されていないもの、又は該当部位がないもの

表 3.6-15 バタフライ弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器			技術評価結果概要
			SGTS フィルタ装置出口弁	RCW 温度調節弁入口弁	RSW ポンプ出口弁	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない						

表 3.6-16 安全弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器				技術評価結果概要
			E11-M0-F012A 逃がし弁	RCW RHR 熱交換器 胴側逃がし弁	CUW ポンプ バックウォッシュ ライン逃がし弁	SLC ポンプ出口側 逃がし弁	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない							

表 3.6-17 ボール弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器		技術評価結果概要
			CUV ろ過脱塩器プリコート1次入口弁	FPC 使用済燃料貯蔵プール散水管元口弁	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない					

表 3.6-18 主蒸気隔離弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器		技術評価結果概要
			主蒸気隔離弁		
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	○		

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

表 3.6-19 逃がし安全弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器		技術評価結果概要
			逃がし安全弁		
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない					

表 3.6-20 電磁弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器		技術評価結果概要
			B21-PT-029A 等元弁	CRD 流量安定化弁	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない					

表 3.6-21 制御弁の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器				技術評価結果概要
			HS S/B 内給気処理装置 入口圧力調節弁	RHR ヘッドスプレイ 流量調節弁	RCW 温度調節弁	CRD 駆動水流量調節弁	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない							

表 3.6-22 電動弁用駆動部の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器		技術評価結果概要
			RHR 炉水入口内側 隔離弁用駆動部	MCR 通常時外気取り入れ 隔離弁用駆動部	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない					

表 3.6-23 空気作動弁用駆動部の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器			技術評価結果概要
			HECW MCR 給気処理装置 温度調節弁用駆動部	RHR 炉水戻り試験可能 逆止弁用駆動部	FDW 外側給水隔離弁用駆動部	
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない						

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.6.3 項(1)で整理された b の経年劣化事象については、これらの事象が顕在化した場合、対象となる機器の振動応答特性又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し、「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.6-24～35 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

a. 仕切弁

仕切弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-12 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された。

- ・ 弁箱の疲労割れ [RHR 炉水入口内側隔離弁, PLR ポンプ出口弁]
- ・ 弁箱, 弁ふた及び弁体の熱時効 [PLR ポンプ出口弁]

これらのうち以下に示す事象については、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるものと判断した（表 3.6-24 で■）。

(a) 弁箱, 弁ふた及び弁体の熱時効 [PLR ポンプ出口弁]

熱時効により靱性が低下した状態において、他の事象で亀裂が発生・進展した場合に不安定破壊を引き起こす可能性がある。

しかしながら、亀裂が発生する他の事象が想定されないこと、分解点検時に目視点検を実施し、亀裂がないことを確認していることから、熱時効が問題となる可能性は低く、耐震安全性への影響は軽微であると判断した。

この結果、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として、以下の事象が抽出された。（表 3.6-24 で◎）。

- ・ 弁箱の疲労割れ [RHR 炉水入口内側隔離弁, PLR ポンプ出口弁]

b. 玉形弁

玉形弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-13 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された。

- ・ 弁箱の疲労割れ [RHR 炉水戻り弁]

本事象については機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表 3.6-25 で◎）。

c. 逆止弁

逆止弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-14 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された。

- ・ 弁箱の疲労割れ [FDW 内側給水隔離弁]

本事象については機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表 3.6-26 で◎）。

d. バタフライ弁

バタフライ弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-15 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.6-27）。

e. 安全弁

安全弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-16 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.6-28）。

f. ボール弁

ボール弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-17 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.6-29）。

g. 主蒸気隔離弁

主蒸気隔離弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-18 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された。

- ・ 弁箱の疲労割れ [主蒸気隔離弁]

本事象については機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表 3.6-30 で◎）。

h. 逃がし安全弁

逃がし安全弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-19 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.6-31）。

i. 電磁弁

電磁弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-20 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.6-32）。

j. 制御弁

制御弁における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-21 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.6-33）。

k. 電動弁用駆動部

電動弁用駆動部における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-22 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.6-34）。

1. 空気作動弁用駆動部

空気作動弁用駆動部における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果（表 3.6-23 参照）、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった（表 3.6-35）。

表 3.6-24 仕切弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器					
			MS ドレン 内側隔離弁	RHR 炉水入口 内側隔離弁	RCW PCV 内 冷却水入口 外側隔離弁	PLR ポンプ 出口弁	SLC ポンプ 出口弁	CRD 計装空気 減圧弁前弁
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	—	◎	—	◎	—	—
		熱時効	—	—	—	■	—	—
	弁ふた		—	—	—	■	—	—
隔離機能の維持	弁体	—	—	—	■	—	—	

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

■：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないが、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

—：以下の条件に該当するもの

- ・ 経年劣化事象が想定されないもの
- ・ 該当部位がないもの
- ・ 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性を低減しているものを含む）

表 3.6-25 玉形弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器					
			MS RPV 連続ベント弁	RHR 炉水戻り弁	RCW RHR 熱交換器 冷却水出口弁	IA PCV 外側隔離弁	PLR 入口管 ドレン第1弁	SLC ほう酸水 貯蔵タンク 出口弁
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	—	◎	—	—	—	—

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

—：以下の条件に該当するもの

- ・ 経年劣化事象が想定されないもの
- ・ 該当部位がないもの
- ・ 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性を低減しているものを含む）

表 3.6-26 逆止弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器					
			FDW 内側 給水隔離弁	RCW PCV 内 冷却水入口 内側隔離弁	RSW ポンプ 出口逆止弁	IA PCV 内側 逆止弁	PLR ポンプ メカシールパージ 内側隔離弁	SLC ポンプ 出口逆止弁
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	◎	—	—	—	—	—

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

—：以下の条件に該当するもの

- ・ 経年劣化事象が想定されないもの
- ・ 該当部位がないもの
- ・ 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性を低減しているものを含む）

表 3.6-27 バタフライ弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器		
			SGTS フィルタ装置出口弁	RCW 温度調節弁入口弁	RSW ポンプ出口弁
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない					

表 3.6-28 安全弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器			
			E11-MO-F012A 逃がし弁	RCW RHR 熱交換器 胴側逃がし弁	CUW ポンプバックウォッシュ ライン逃がし弁	SLC ポンプ出口側 逃がし弁
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない						

表 3.6-29 ボール弁の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器	
			CUW ろ過脱塩器ブリコート 1 次入口弁	FPC 使用済燃料貯蔵プール散水管元口弁
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない				

表 3.6-30 主蒸気隔離弁の耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器
			主蒸気隔離弁
バウンダリの維持	弁箱	疲労割れ	◎

◎：耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象

表 3.6-31 逃がし安全弁の耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器
			逃がし安全弁
耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象はない			

表 3.6-32 電磁弁の耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器	
			B21-PT-029A 等元弁	CRD 流量安定化弁
耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象はない				

表 3.6-33 制御弁の耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器			
			HS S/B 内給気処理装置 入口圧力調節弁	RHR ヘッドスプレイ 流量調節弁	RCW 温度調節弁	CRD 駆動水流量調節弁
耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象はない						

表 3.6-34 電動弁用駆動部の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器	
			RHR 炉水入口内側 隔離弁用駆動部	MCR 通常時外気取り入れ 隔離弁用駆動部
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない				

表 3.6-35 空気作動弁用駆動部の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	代表機器		
			HECW MCR 給気処理 装置温度調節弁用駆動部	RHR 炉水戻り試験可能逆止弁用 駆動部	FDW 外側給水隔離弁用駆動部
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない					

3.6.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項にて抽出した経年劣化事象に対して耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価を実施する。なお、必要があれば経年劣化事象毎に、詳細評価実施機器を選定して検討することとする。

- (1) 弁箱の疲労割れ [RHR 炉水入口内側隔離弁, PLR ポンプ出口弁, RHR 炉水戻り弁, FDW 内側給水隔離弁, 主蒸気隔離弁]

弁箱の疲労割れに関しては、技術評価書において現時点（2021年7月30日）での疲れ累積係数を評価し、健全性を確認しているが、耐震安全性評価では、地震動による疲労解析から求められる疲れ累積係数との和に対する疲労評価を行う。

評価の結果、疲れ累積係数の和は、許容値1以下となり、耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.6-36参照）。

表 3.6-36 弁箱の疲労解析結果

評価対象	区分	耐震重要度	運転実績回数に基づく疲れ累積係数	地震動による疲れ累積係数 (S _s 地震動)	合計 (許容値1以下)
RHR 炉水入口内側隔離弁	クラス1	S	0.060*	0.000	0.060
PLR ポンプ出口弁	クラス1	S	0.025*	0.000	0.025
RHR 炉水戻り弁	クラス1	S	0.024*	0.000	0.024
FDW 内側給水隔離弁	クラス1	S	0.090*	0.000	0.090
主蒸気隔離弁	クラス1	S	0.042	0.000	0.042

*：環境を考慮

3.6.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により，代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.6.3 項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて，代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

a. 代表機器に想定される経年劣化事象の整理

- ・ 弁箱の疲労割れ [PLR ポンプ入口弁，RHR 注水弁，HPCS 出口弁，LPCS 注水止め弁，FDW 外側給水隔離弁，RHR 試験可能逆止弁，RHR 炉水戻り試験可能逆止弁，LPCS 試験可能逆止弁，HPCS 試験可能逆止弁]
- ・ 弁箱，弁ふた及び弁体の熱時効 [純水系ステンレス鑄鋼仕切弁：原子炉冷却材再循環系，ほう酸水注入系，残留熱除去系，原子炉冷却材浄化系]

上記経年劣化事象は，代表機器以外の機器においても，代表機器と同様の整理が可能である。

b. 代表機器以外の機器に特有な経年劣化事象の整理

代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.6.3 項において，代表機器に想定される経年劣化事象に対して，機器の振動応答特性上又は構造・強度上，影響が「軽微もしくは無視」できる事象を耐震安全性評価対象外としたが，以下の経年劣化事象については，影響が「軽微もしくは無視」できないと判断し，次項にて耐震安全性評価を実施することとする。

- ・ 弁箱の疲労割れ [PLR ポンプ入口弁，RHR 注水弁，HPCS 出口弁，LPCS 注水止め弁，FDW 外側給水隔離弁，RHR 試験可能逆止弁，RHR 炉水戻り試験可能逆止弁，LPCS 試験可能逆止弁，HPCS 試験可能逆止弁]

(3) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

代表機器に想定される経年劣化事象以外の事象は抽出されなかったことから、代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価を実施した（代表機器以外の機器については表 3.6-2～10 を参照のこと）。

a. 代表機器に想定される経年劣化事象と同じ事象に対する耐震安全性評価

- (a) 弁箱の疲労割れ [PLR ポンプ入口弁, RHR 注水弁, HPCS 出口弁, LPCS 注水止め弁, FDW 外側給水隔離弁, RHR 試験可能逆止弁, RHR 炉水戻り試験可能逆止弁, LPCS 試験可能逆止弁, HPCS 試験可能逆止弁]

弁箱の疲労割れにおいては代表機器と同様の過渡条件であり、また、地震による疲れ累積係数は運転実績回数に基づく疲れ累積係数に比べて十分に低い値となると考えられる。さらに、代表機器の評価で許容値に対して十分に余裕があることから、これらの弁についても耐震安全性上問題ないと判断する。

3.6.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

弁における高経年化に対する技術評価により、各部位に想定される経年劣化事象については、現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象に対する耐震安全性評価の実施により、弁における動的機能維持に必要となる部位での経年劣化事象は、機器の振動応答特性への影響が「軽微もしくは無視」できる事象であることを確認した。

さらに、耐震安全上考慮する必要のある配管に対する耐震安全性評価の実施により、配管の経年劣化事象は、配管が支持する機器の支持機能に影響を及ぼさないことを確認している。

これより、経年劣化事象を考慮しても、地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ、地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.6.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の弁に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.7 炉内構造物

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な炉内構造物の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。制御棒は、3.12章「機械設備」にて評価を実施するものとし、本章には含まれない。

なお、これらの評価対象機器については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.7.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、本評価にあたっては、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評価を実施する。評価対象機器一覧を表3.7-1に示す。

表 3.7-1 評価対象機器一覧

機 器 名 称 (個 数)	耐震重要度
炉心シュラウド (1)	S
シュラウドサポート (1)	S
上部格子板 (1)	S
炉心支持板 (1)	S
燃料支持金具 (中央 89, 周辺 12)	S
制御棒案内管 (89)	S
残留熱除去系配管 (3)	S
炉心スプレイ配管・スパージャ (2)	S
差圧検出・ほう酸水注入系配管 (1)	S
ジェットポンプ (16)	S

3.7.2 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「炉内構造物の技術評価書」参照）を用いて、3.7.1項に記載の評価対象機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下のとおり整理した（表3.7-2～11参照）。

- a. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）（表中×）
- b. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

なお、a.（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし、その理由を表3.7-2～11中に記載した。

表 3.7-2 炉心シュラウドの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象		技術評価結果概要*
		疲労割れ	照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	上部胴	○	—	しきい照射量を超えないことから、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。
	中間胴	○	×	
	下部胴	○	—	

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）

—：経年劣化事象が想定されないもの、又は該当部位がないもの

*：「×」とした理由を記載

表 3.7-3 シュラウドサポートの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象		技術評価結果概要
		疲労割れ		
炉心の支持	シリンダ	○		
	プレート	○		
	レグ	○		
炉心冷却材流路の確保	マンホール蓋	○		

○：現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの

表 3.7-4 上部格子板の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要*
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	グリッドプレート	×	グリッドプレートの中央部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、熱及び自重等に起因する引張応力成分は低いことから、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。

×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）

*：「×」とした理由を記載

表 3.7-5 炉心支持板の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要*
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	支持板	×	しきい照射量を超えないことから、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。

×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）

*：「×」とした理由を記載

表 3.7-6 燃料支持金具の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要*
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	周辺燃料支持金具	×	しきい照射量を超えないことから、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。

×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）

*：「×」とした理由を記載

表 3.7-7 制御棒案内管の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要*
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心の支持	スリーブ	×	しきい照射量を超えないことから、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。
	ボディ	×	

×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）

*：「×」とした理由を記載

表 3.7-8 残留熱除去系配管の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない			

表 3.7-9 炉心スプレイ配管・スパージャの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない			

表 3.7-10 差圧検出・ほう酸水注入系配管の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要
高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない			

表 3.7-11 ジェットポンプの技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要*
		照射誘起型応力腐食割れ	
炉心冷却材流路の確保	インレットミキサ	×	しきい照射量を超えないことから、照射誘起型応力腐食割れ発生の可能性はない。

×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）

*：「×」とした理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.7.2 項(1)で整理された b の経年劣化事象については、これらの事象が顕在化した場合、対象となる機器の振動応答特性又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し、「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする（表 3.7-12～21 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す）。

a. 炉心シュラウド

炉心シュラウドにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果（表 3.7-2 参照）、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として、以下の事象が抽出された。

- ・ 疲労割れ

本事象については機器の振動応答特性又は構造強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表 3.7-12 で◎）。

b. シュラウドサポート

シュラウドサポートにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果（表 3.7-3 参照）、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として、以下の事象が抽出された。

- ・ 疲労割れ

本事象については機器の振動応答特性又は構造強度への影響が「軽微もしくは無視」できるとは言えず、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象とした（表 3.7-13 で◎）。

c. 上部格子板

上部格子板における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果（表 3.7-4 参照）、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった（表 3.7-14）。

d. 炉心支持板

炉心支持板における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果(表 3.7-5 参照)、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は、抽出されなかった(表 3.7-15)。

e. 燃料支持金具

燃料支持金具における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果(表 3.7-6 参照)、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は、抽出されなかった(表 3.7-16)。

f. 制御棒案内管

制御棒案内管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果(表 3.7-7 参照)、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は、抽出されなかった(表 3.7-17)。

g. 残留熱除去系配管

残留熱除去系配管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果(表 3.7-8 参照)、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は、抽出されなかった(表 3.7-18)。

h. 炉心スプレイ配管・スパージャ

炉心スプレイ配管・スパージャにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果(表 3.7-9 参照)、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は、抽出されなかった(表 3.7-19)。

i. 差圧検出・ほう酸水注入系配管

差圧検出・ほう酸水注入系配管における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果(表 3.7-10 参照)、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は、抽出されなかった(表 3.7-20)。

j. ジェットポンプ

ジェットポンプにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果及び規格基準等に基づいた点検・評価を考慮して整理した結果(表 3.7-11 参照)、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は、抽出されなかった(表 3.7-21)。

表 3.7-12 炉心シュラウドの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	
		疲労割れ	照射誘起型応力腐食割れ
炉心の支持	上部胴	◎	—
	中間胴	◎	—
	下部胴	◎	—

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

—：以下の条件に該当するもの

- ・ 経年劣化事象が想定されないもの
- ・ 該当部位がないもの
- ・ 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性を低減しているものを含む）

表 3.7-13 シュラウドサポートの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
		疲労割れ
炉心の支持	シリンダ	◎
	プレート	◎
	レグ	◎
炉心冷却材流路の確保	マンホール蓋	◎

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

表 3.7-14 上部格子板の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.7-15 炉心支持板の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.7-16 燃料支持金具の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.7-17 制御棒案内管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.7-18 残留熱除去系配管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.7-19 炉心スプレイ配管・スパージャの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.7-20 差圧検出・ほう酸水注入系配管の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

表 3.7-21 ジェットポンプの耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない		

3.7.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項にて抽出した経年劣化事象に対して耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価を実施する。なお、必要があれば経年劣化事象毎に、詳細評価実施機器を選定して検討することとする。

また、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象について、2.3.4項の表4で抽出された耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価を実施する。

(1) 疲労割れ [炉心シュラウド, シュラウドサポート]

疲労割れについては、技術評価において現時点（2021年7月30日）の過渡回数を設定し、これに基づく疲労評価の結果、疲労割れの可能性が小さいことを確認している。

ここでは、運転実績回数による疲れ累積係数に、 S_s 地震動による疲労解析から求められる疲れ累積係数を加算して評価を行う。

評価の結果、許容値1以下となり、耐震安全性に問題のないことを確認した（表3.7-22参照）。

表 3.7-22 炉内構造物の疲労解析結果

評価対象	区分	耐震重要度	運転実績回数に基づく疲れ累積係数 (環境を考慮)	地震動による疲れ累積係数 (S_s 地震動)	合計* (許容値1以下)
炉心シュラウド	炉心支持構造物	S	0.007	0.001	0.008
シュラウドサポート	炉心支持構造物	S	0.009	0.000	0.009

*：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）」により算出

- (2) 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, 燃料支持金具 (中央・周辺), 制御棒案内管, ジェットポンプ]

中性子照射による靱性低下については, 技術評価に基づく計画的な点検を実施することで原子炉の安全性は維持されると考えられるが, 耐震安全性評価では, 中性子照射量が大きい上部格子板に対して評価を実施した。

上部格子板については, 中性子照射による靱性低下の発生を想定し, グリッドプレート切り欠き部に亀裂が発生したと仮定して, Ss 地震動に対する評価を実施した。

評価の結果, 想定欠陥の応力拡大係数は中性子照射材料の破壊靱性値の下限値を下回り, 不安定破壊は生じず, 耐震安全性に問題のないことを確認した (表 3.7-23 参照)。

表 3.7-23 上部格子板の靱性低下評価

評価対象	区分	耐震重要度	評価地震力	許容応力状態	想定欠陥 応力拡大係数 (MPa \sqrt{m})	破壊靱性値*1 (MPa \sqrt{m})
上部格子板	炉心支持 構造物	S	Ss	—*2	7.8	43.2

*1: 発電設備技術検査協会「プラントの長寿命化技術開発に関する調査報告書」における照射ステンレス鋼の破壊靱性値の下限値 (BWR)

*2: 破壊靱性値と比較

3.7.4 評価対象機器全体への展開

炉内構造物においては代表機器を選定せず, 全ての機器について評価を実施しているため, 他機器への評価の展開は不要である。

3.7.5 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の炉内構造物に対して耐震安全性評価を実施した結果, 耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.8 ケーブル

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要なケーブル（トレイ及び電線管を含む）の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、ケーブルについては技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれらの検討結果を前提条件とし、評価を実施することとする。

3.8.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要なケーブル（トレイ及び電線管を含む）を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.8-1 に示す。

表 3.8-1 評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
高圧ケーブル	高圧難燃 CV ケーブル	S
低圧ケーブル	難燃 PN ケーブル	S
	難燃 CV ケーブル	S
	難燃 VV ケーブル	S
	KGB ケーブル	S
	補償導線複合ケーブル	C
同軸ケーブル	難燃一重同軸ケーブル	S
	難燃二重同軸ケーブル (絶縁体が架橋ポリエチレン)	S
	難燃二重同軸ケーブル (絶縁体が ETFE 樹脂*, 架橋ポリエチレン)	S
	難燃三重同軸ケーブル (絶縁体が ETFE 樹脂*, 架橋ポリエチレン)	S
	難燃三重同軸ケーブル (絶縁体が ETFE 樹脂*, 発泡架橋ポリエチレン)	S
ケーブルトレイ 電線管	ケーブルトレイ	S
	電線管	S
ケーブル接続部	端子台接続	S
	直ジョイント接続	S
	電動弁コネクタ接続	S
	同軸コネクタ接続	S

* : エチレン・四フッ化エチレン共重合樹脂

3.8.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象ケーブル（トレイ及び電線管を含む）をその型式等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価を実施することとする。

(1) 高圧ケーブルのグループ化及び代表機器選定

技術評価では高圧難燃 CV ケーブルを単独で分類し代表機器としており、グループ化は行っていない。本検討においても高圧難燃 CV ケーブルを単独で代表機器とする。

- ・ 高圧難燃 CV ケーブル

(2) 低圧ケーブルのグループ化及び代表機器選定（表 3.8-2）

表 3.8-2 での低圧ケーブルのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 難燃 PN ケーブル
- ・ 難燃 CV ケーブル
- ・ 難燃 VV ケーブル
- ・ KGB ケーブル

(3) 同軸ケーブルのグループ化及び代表機器選定（表 3.8-3）

表 3.8-3 での同軸ケーブルのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 難燃二重同軸ケーブル（絶縁体が架橋ポリエチレン）
- ・ 難燃一重同軸ケーブル（絶縁体が ETFE 樹脂*、架橋ポリエチレン）
- ・ 難燃三重同軸ケーブル（絶縁体が ETFE 樹脂*、発泡架橋ポリエチレン）

*：エチレン・四フッ化エチレン共重合樹脂

(4) ケーブルトレイ及び電線管のグループ化及び代表機器選定

技術評価では、ケーブルトレイ及び電線管をそれぞれ単独で分類し、代表機器としており、グループ化は行っていない。本検討においても、ケーブルトレイ及び電線管を単独で代表機器とする。

- ・ ケーブルトレイ
- ・ 電線管

(5) ケーブル接続部のグループ化及び代表機器選定（表 3.8-4）

表 3.8-4 でのケーブル接続部のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 端子台接続（ジアリルフタレート樹脂）
- ・ 直ジョイント接続
- ・ 電動弁コネクタ接続
- ・ 同軸コネクタ接続（ポリエーテルエーテルケトン）

表 3.8-2 低圧ケーブルのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準						仕様		耐震重要度	技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
種別	絶縁体材料		用途	重要度*	設置場所		使用開始時期		シース	電圧				
					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	難燃性エチレンプロピレンゴム	難燃 PN ケーブル	動力・制御・計測	MS-1	○		○		特殊クロロプロレンゴム	600 V 以下	S	○	◎	
	難燃性架橋ポリエチレン	難燃 CV ケーブル	動力・制御・計測	MS-1	○	○	○	○	難燃性特殊耐熱ビニル	600 V 以下	S	○	◎	
	難燃性ビニル	難燃 VV ケーブル	制御・計測	MS-1	○	○	○	○	難燃性ビニル	600 V 以下	S	○	◎	
	シリコンゴム	KGB ケーブル	制御	MS-1	○	○	○	○	ガラス編組	600 V 以下	S	○	◎	
		補償導線複合ケーブル	制御	MS-2	○		○		シリコンゴム	600 V 以下	C			

*：最上位の重要度を示す

表 3.8-3 同軸ケーブルのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準						仕様	耐震 重要度	技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
種別	絶縁体 材料		用途	重要度*1	設置場所		使用開始時期						
					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	架橋ポリエチレン	難燃二重同軸ケーブル	計測	MS-1		○	○	○	難燃性ビニル	S	○	◎	
	ETFE樹脂*2 架橋ポリエチレン	難燃一重同軸ケーブル	計測	MS-1	○	○	○		難燃性架橋ポリエチレン	S	○	◎	
			計測	MS-1	○		○		難燃性ビニル	S			
		難燃二重同軸ケーブル	計測	MS-1		○	○		難燃性ビニル	S			
	難燃三重同軸ケーブル	計測	MS-1	○		○		難燃性架橋ポリエチレン	S				
ETFE樹脂*2 発泡架橋ポリエチレン	難燃三重同軸ケーブル	計測	MS-1	○			○		難燃性架橋ポリエチレン	S	○	◎	

*1：最上位の重要度を示す

*2：エチレン・四フッ化エチレン共重合樹脂

表 3.8-4 ケーブル接続部のグループ化及び代表機器の選定

分類基準 種類	接続部名称	絶縁体材料	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
			用途	設置場所		重要度*				耐震 重要度
				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	ジアリルフタレート樹脂	動力・制御・計測	○	○	MS-1	S	○	◎	
		ポリフェニレンエーテル樹脂	動力・制御・計測		○	MS-1	S			
直ジョイント接続	直ジョイント接続	架橋ポリオレフィン	動力・制御・計測	○	○	MS-1	S	○	◎	
電動弁コネクタ接続	電動弁コネクタ接続	ジアリルフタレート樹脂	動力・制御		○	MS-1	S	○	◎	
同軸コネクタ接続	同軸コネクタ接続	ポリエーテルエーテルケトン	計測	○		MS-1	S	○	◎	
		架橋ポリスチレン		○	○	MS-1	S			
		四フッ化エチレン樹脂			○	MS-1	S			
		ポリエチレン			○	MS-1	S			

*：最上位の重要度を示す

3.8.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「ケーブル（トレイ及び電線管を含む）の技術評価書」参照）を用いて、3.8.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.8.3項(1)の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

3.8.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、ケーブル（トレイ及び電線管を含む）の代表機器において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.8.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器全体への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.8.3項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

その結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.8.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象のケーブル（トレイ及び電線管を含む）に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.9 コンクリート構造物及び鉄骨構造物

本章は、技術評価における評価対象のうち、主要なコンクリート構造物及び鉄骨構造物の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、コンクリート構造物及び鉄骨構造物については、技術評価において経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件として評価する。

3.9.1 評価対象構造物

技術評価における評価対象のうち、主要なコンクリート構造物及び鉄骨構造物を評価対象構造物とする。

評価対象構造物一覧を表 3.9-1 に示す。

表 3.9-1 評価対象構造物一覧

名 称	耐震 重要度*
・ 原子炉建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）	S
・ タービン建屋（鉄筋コンクリート造，一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）	S
・ 海水熱交換器建屋（鉄筋コンクリート造）	S
・ 廃棄物処理建屋（鉄筋コンクリート造）	B
・ サービス建屋（鉄筋コンクリート造）	B
・ 取水構造物（鉄筋コンクリート造）	C
・ 復水貯蔵タンク基礎（鉄筋コンクリート造）	B
・ 軽油タンク基礎（鉄筋コンクリート造）	S
・ 原子炉建屋～排気筒連絡ダクト（鉄筋コンクリート造）	S
・ 原子炉建屋～復水貯蔵タンク連絡ダクト（鉄筋コンクリート造）	B
・ 原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト（鉄筋コンクリート造）	S
・ タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡ダクト（鉄筋コンクリート造）	S
・ 排気筒（鉄骨造（基礎部：鉄筋コンクリート造））	S

*：評価対象構造物が支持する機器等の耐震重要度のうち最上位を示す。

3.9.2 代表部位の選定

技術評価では、評価対象構造物について、想定される経年劣化事象を抽出するとともに、評価すべき経年劣化要因ごとに材料及び劣化進展に影響を与える環境を考慮して評価対象部位及び評価点を抽出している。本検討においてもこの手法に従うこととし、次項において、経年劣化事象に対応する評価対象部位について整理する。

3.9.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価書」参照）を用いて、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下のとおり整理した（表3.9-2参照）。

- ① 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）（表中×）。
- ② 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）。

なお、①（表中×）に分類した経年劣化事象については耐震安全性評価対象外とし、その理由を表3.9-2中に記載した。

表 3.9-2 (1/2) コンクリート及び鉄骨構造物の技術評価における検討結果の整理

構造種別	機能達成に必要な項目	経年劣化事象 (経年劣化要因)		評価対象部位	経年劣化事象分類	技術評価結果概要*
コンクリート 構造物	強度の維持	強度低下	熱	原子炉建屋 (一次遮へい壁)	×	運転中、高温条件下となる可能性のある一次遮へい壁について、温度測定結果から、コンクリートの温度制限値以下であり、熱によるコンクリートの強度低下は、長期健全性評価上問題とならない。
			放射線照射	原子炉建屋 (一次遮へい壁)	×	中性子照射量、ガンマ線照射量とコンクリート強度との関係についてはHilsdorf 他の文献や小嶋他の文献に示されており、運転開始後 40 年間の中性子照射量、ガンマ線照射量は、一次遮へい壁において、コンクリート強度に影響を及ぼす照射量以下であり、放射線照射によるコンクリートの強度低下は、長期健全性評価上問題とならない。
			中性化	原子炉建屋 (内壁), 取水構造物 (側壁), 軽油タンク基礎 (基礎版), 原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト (上版)	×	プラントの運転開始後 40 年時点における中性化深さの算定値は、鉄筋が腐食し始めるときの中性化深さを十分下回っており、中性化によるコンクリートの強度低下は、長期健全性評価上問題とならない。 定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等については、計画的に補修を実施しており、コンクリートの健全性に問題がないことを確認している。

×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、または小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）

*：「×」とした理由を記載

表 3.9-2 (2/2) コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価における検討結果の整理

構造種別	機能達成に必要な項目	経年劣化事象 (経年劣化要因)		評価対象部位	経年劣化事象分類	技術評価結果概要*
コンクリート構造物	強度の維持	強度低下	塩分浸透	取水構造物 (側壁), 原子炉建屋～軽油タンク連絡ダクト (上版)	×	運転開始後 28 年経過した評価対象部位で測定した塩化物イオン濃度を基に, 経過年数に応じて拡散方程式により算定した鉄筋位置における塩化物イオン濃度を用いて, 鉄筋腐食減量の推定式により算定した運転開始後 40 年時点での鉄筋腐食減量は, コンクリートにひび割れが発生する時点の限界鉄筋腐食減量を十分に下回っており, 塩分浸透によるコンクリートの強度低下は, 長期健全性評価上問題とならない。定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等については, 計画的に補修を実施しており, コンクリートの健全性に問題がないことを確認している。
			機械振動	原子炉建屋 (非常用ディーゼル発電設備基礎)	×	当該設備を支持するコンクリートについては, 定期的な目視点検を実施し, 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。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には, 機械の異常振動が発生するものと考えられるが, 機械振動は定例試験時に異常がないことを確認しており, 異常の兆候は検知可能であることから長期健全性評価上問題とならない。定期的な目視点検により補修対象となったひび割れ等については, 計画的に補修を実施しており, コンクリートの健全性に問題がないことを確認している。
	遮へい能力の維持	遮へい能力低下	熱	原子炉建屋 (原子炉遮へい壁)	×	原子炉遮へい壁の温度分布解析を行った結果, 最高温度は, 「コンクリート遮体設計基準」に示されている最高温度制限値を下回っている。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されており, 異常の兆候は検知可能であることから, 熱によるコンクリートの遮へい能力低下は, 長期健全性評価上問題とならない。

× : 現在発生しておらず, 今後も発生の可能性がないもの, または小さいもの (保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む)

* : 「×」とした理由を記載

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.9.3 項(1)の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、または将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

3.9.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、コンクリート構造物及び鉄骨構造物の評価対象部位において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.9.5 評価対象部位全体への展開

以下の手順により、評価対象部位以外の部位への耐震安全性評価を展開する。

(1) 評価対象部位以外の部位の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.9.3 項の評価対象部位における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、評価対象部位以外の部位に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

その結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、評価対象部位以外の部位に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.9.6 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象のコンクリート構造物及び鉄骨構造物に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.10 計測制御設備

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な計測制御設備の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、計測制御設備については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれらの検討結果を前提条件とし、評価を実施することとする。

3.10.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な計測制御設備を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.10-1 に示す。

表 3.10-1 (1 / 4) 評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度	
計測装置	圧力	圧力計測装置 (ダイヤフラム式)	S
		圧力計測装置 (ブルドン管式)	S
		圧力計測装置 (ベローズ式)	S
	温度	温度計測装置 (熱電対式)	S
		温度計測装置 (測温抵抗体式)	S
		温度計測装置 (バイメタル式)	S
	流量	流量計測装置 (ダイヤフラム式)	S
	水位	水位計測装置 (ダイヤフラム式)	S
		水位計測装置 (フロート式)	S
	中性子束	中性子束計測装置 (核分裂電離箱式)	S
	放射線	放射線計測装置 (イオンチェンバ式)	S
		放射線計測装置 (半導体式)	S
	振動	振動計測装置 (倒立振子式)	S
	位置	位置計測装置 (リミットスイッチ式)	S
電流	電流計測装置 (光電式)	S	

表 3.10-1 (2/4) 評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
補助継電器盤 (屋内設置)	原子炉緊急停止系盤 (A)	S
	原子炉緊急停止系盤 (B)	S
	原子炉系プロセス計装盤 (A)	S
	原子炉系プロセス計装盤 (B)	S
	残留熱除去系盤 (B・C)	S
	格納容器外側隔離弁盤	S
	格納容器内側隔離弁盤	S
	高圧炉心スプレイ系盤	S
	低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系盤 (A)	S
	原子炉補助盤 (A)	S
	原子炉補助盤 (B)	S
	トリップチャンネル盤 RPS- I A	S
	トリップチャンネル盤 RPS- II A	S
	トリップチャンネル盤 RPS- I B	S
	トリップチャンネル盤 RPS- II B	S
	トリップチャンネル盤 ESS- I	S
	トリップチャンネル盤 ESS- II	S
	トリップチャンネル盤 ESS- III	S
	SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (A)	S
	SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (B)	S
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (A)	S
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (B)	S
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (C)	S
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (D)	S
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (E)	S
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (F)	S
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (G)	S
	スクラムソレノイドヒューズ盤 (H)	S

表 3.10-1 (3/4) 評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
操作制御盤 (屋内設置)	ユニット監視盤 (1)	S
	ユニット監視盤 (2)	S
	ユニット監視盤 (3)	S
	非常用炉心冷却系制御盤 ESS-I	S
	非常用炉心冷却系制御盤 ESS-II III	S
	所内電源制御盤	S
	原子炉緊急停止系試験盤	S
	FCS・SGTS 盤 (A)	S
	FCS・SGTS 盤 (B)	S
	SRM/IRM 盤 (A)	S
	SRM/IRM 盤 (B)	S
	プロセス放射線モニタ (A)	S
	プロセス放射線モニタ (B)	S
	出力領域モニタ盤	S
	制御棒操作補助盤	C
	漏えい検出系盤 (A)	S
	漏えい検出系盤 (B)	S
	格納容器内雰囲気モニタ盤 (A)	S
	格納容器内雰囲気モニタ盤 (B)	S
	タービン発電機系補助制御盤	C
	計装配管隔離弁盤 (A)	S
	計装配管隔離弁盤 (B)	S
	RSW ストレーナ制御盤 (A)	S
	RSW ストレーナ制御盤 (B)	S
	HPSW ストレーナ制御盤	S
	非常用換気空調系盤 (A)	S
	非常用換気空調系盤 (B)	S
	原子炉系補助制御盤	S
	HECW 冷凍機 (A) 制御盤	S
	HECW 冷凍機 (B) 制御盤	S
	HECW 冷凍機 (C) 制御盤	S
	HECW 冷凍機 (D) 制御盤	S

表 3.10-1 (4 / 4) 評価対象機器一覧

分類	機器名称	耐震重要度
操作制御盤 (屋内設置)	制御棒位置指示系盤 (A)	C
	制御棒位置指示系盤 (B)	C
	原子炉隔離時冷却系盤	S
	自動減圧系盤 (A)	S
	自動減圧系盤 (B)	S
	タービン系プロセス計装盤	C
	RPIS 現場盤	C
	制御棒駆動補助盤 (A)	C
	制御棒駆動補助盤 (B)	C
	中央制御室外原子炉停止制御盤 (1)	S
	中央制御室外原子炉停止制御盤 (2)	S
	ほう酸水注入系操作盤	S
	換気空調系 D/G 区域 (A) 制御盤	S
	換気空調系 D/G 区域 (B) 制御盤	S
	換気空調系 D/G 区域 (HPCS) 制御盤	S

3.10.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象機器をその設備区分を基に3つに分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価を実施することとする。

(1) 計測装置のグループ化及び代表機器選定（表 3.10-2）

表 3.10-2 での計測装置のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 圧力計測装置（ダイヤフラム式）
RCW 差圧
- ・ 圧力計測装置（ブルドン管式）
機関付清水ポンプ出口圧力
- ・ 圧力計測装置（ベローズ式）
HECW 冷凍機潤滑油圧力
- ・ 温度計測装置（熱電対式）
RHR 熱交換器室漏えい（雰囲気温度）
- ・ 温度計測装置（測温抵抗体式）
HECW 冷凍機蒸発器出口冷水温度
- ・ 温度計測装置（バイメタル式）
HECW 冷凍機主電動機巻線温度
- ・ 流量計測装置（ダイヤフラム式）
RHR ポンプ出口流量
- ・ 水位計測装置（ダイヤフラム式）
スクラム排出容器水位
- ・ 水位計測装置（フロート式）
スクラム排出容器水位
- ・ 中性子束計測装置（核分裂電離箱式）
中間領域モニタ
- ・ 放射線計測装置（イオンチェンバ式）
主蒸気管モニタ
- ・ 放射線計測装置（半導体式）
原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ
- ・ 振動計測装置（倒立振子式）
地震加速度

- ・ 位置計測装置（リミットスイッチ式）
ディーゼル発電機過速度
- ・ 電流計測装置（光電式）
HECW 冷凍機電流

(2) 補助継電器盤のグループ化及び代表機器選定（表 3.10-3）

表 3.10-3 での補助継電器盤のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 原子炉緊急停止系盤（A）

(3) 操作制御盤のグループ化及び代表機器選定（表 3.10-4）

表 3.10-4 での操作制御盤のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ ユニット監視制御盤（2）

表 3.10-2 (1/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準				技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備 考
計測対象	検出部型式			重要度*	使用条件		耐震 重要度			
					設置場所	周囲温度 (°C)				
圧力	ダイヤフラム式	原子炉圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S			
		ドライウエル圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		RHR 注水弁差圧	RHR 注水弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		LPCS 注水弁差圧	LPCS 注水弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		RHR 停止時冷却モード エルボ差圧	RHR 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		RCW ポンプ出口圧力	監視	MS-2	海水熱交換器建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		HECW 冷凍機凝縮器冷媒圧力	HECW 圧縮機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
		HPCW ポンプ出口圧力	監視	MS-2	海水熱交換器建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		RSW ポンプ出口圧力	監視	MS-2	海水熱交換器建屋	40 以下	S			
			中央制御室	26 以下						
HPSW ポンプ出口圧力	監視	MS-2	海水熱交換器建屋	40 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
サブプレッションチェンバ圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
MCR 再循環フィルタ装置 フィルタ差圧	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S					
RCW 差圧	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下	S	○	◎			
HPCW 差圧	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下	S					

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-2 (2/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準				技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
計測対象	検出部型式			重要度*	使用条件		耐震 重要度			
					設置場所	周囲温度 (℃)				
圧力	ブルドン管式	原子炉圧力	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S			
		HPCS ポンプ入口圧力	監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		機関付清水ポンプ出口圧力	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下	S	○	◎	
	機関入口潤滑油圧力	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下	S				
	ベローズ式	HECW 冷凍機潤滑油圧力	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S	○	◎	
		HECW 冷凍機蒸発器冷媒圧力	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
HECW 冷凍機凝縮器冷媒圧力		HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S				

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-2 (3/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準				技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
計測対象	検出部型式			重要度*	使用条件		耐震 重要度			
					設置場所	周囲温度 (°C)				
温度	熱電対式	再生熱交換器室漏えい (換気入口温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 再生 熱交換器室	50 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		再生熱交換器室漏えい (換気出口温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 再生 熱交換器室	50 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		再生熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 再生 熱交換器室	50 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		非再生熱交換器室漏えい (換気入口温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 非再生 熱交換器室	50 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
非再生熱交換器室漏えい (換気出口温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 非再生 熱交換器室	50 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
非再生熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	CUW 隔離, 監視	MS-1	CUW 非再生 熱交換器室	50 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
熱交換器室漏えい (換気入口温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR 熱交換器室	66 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
熱交換器室漏えい (換気出口温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR 熱交換器室	66 以下	S					
			中央制御室	26 以下						

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-2 (4/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考	
計測対象	検出部型式			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (°C)				
温度	熱電対式	RHR 熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	RHR 熱交換器室	66 以下	S	○	◎	
					中央制御室	26 以下				
			RHR ポンプ室漏えい (換気入口温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S		
						中央制御室	26 以下			
			RHR ポンプ室漏えい (換気出口温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S		
				中央制御室		26 以下				
		RHR ポンプ室漏えい (雰囲気温度)	RHR 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		RCW 熱交換器出口冷却水温度	RCW 温度調節弁制御 監視	MS-1	海水熱交換器建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		測温抵抗体式	MCR 温度	HECW MCR 給気装置温度調 節弁制御, 監視	MS-1	中央制御室	26 以下	S		
			HECW 冷凍機蒸发器 入口冷水温度	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S		
			HECW 冷凍機蒸发器 出口冷水温度	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S	○	◎
			HECW 冷凍機潤滑油温度	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S		
			サブプレッションプール水温度	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S		
			中央制御室	26 以下						
	バイメタル式	HECW 冷凍機主電動機巻線温度	監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S	○	◎	
		SGTS 加熱コイル温度	加熱コイル停止, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-2 (5/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備 考	
計測 対象	検出部 型式			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (°C)				
流量	ダイヤ フラム式	PLR ポンプ入口流量	制御棒引抜阻止, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		RHR ポンプ出口流量	RHR ミニフロー弁制御, 監視	MS-1	RHR 熱交換器室	66 以下	S	○	◎	
					中央制御室	26 以下				
		原子炉ヘッドスプレイ流量	RHR ヘッドスプレイ流量調節 弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		LPCS ポンプ出口流量	LPCS ミニフロー弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		HPCS ポンプ出口流量	HPCS ミニフロー弁制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		RCIC ポンプ出口流量	監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		CUW 入口流量	CUW 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
CUW 出口流量	CUW 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
CUW プローダウン流量	CUW 隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
SGTS 出口流量	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
ジェットポンプ流量	制御棒引抜阻止, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
HECW 冷凍機蒸発器冷水流量	HECW 冷凍機制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S					

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-2 (6/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
計測対象	検出部型式			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (℃)				
水位	ダイヤフラム式	原子炉水位 (広帯域)	MSIV 閉, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		原子炉水位 (狭帯域)	HPCS 注入弁閉, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		原子炉水位 (燃料域)	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		スクラム排出容器水位	スクラム, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S	○	◎	
					中央制御室	26 以下				
		復水貯蔵タンク水位	監視	MS-2	復水貯蔵タンク室	40 以下	B			
					中央制御室	26 以下				
		RCW サージタンク水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		HPCW サージタンク水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
サブプレッションプール水位	監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S					
			中央制御室	26 以下						

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-2 (7/8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
計測対象	検出部型式			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (°C)				
水位	フロート式	スクラム排出容器水位	スクラム, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S	○	◎	
					中央制御室	26 以下				
		復水貯蔵タンク水位	MUWC ポンプ起動, HPCS 水源切替, 監視	MS-2	復水貯蔵タンク室	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		サプレッションプール水位	HPCS 水源切替, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		RCW サージタンク水位	緊急遮断弁閉, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
HPCW サージタンク水位	緊急遮断弁閉, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S					
			中央制御室	26 以下						
オイルパン油面	潤滑油補給ポンプ起動, 監視	MS-2	D/G 室	45 以下	S					
潤滑油補給タンク油面	潤滑油補給ポンプ停止, 監視	MS-2	D/G 室	45 以下	C					
燃料ディタンク油面	軽油移送ポンプ起動停止, 監視	MS-2	原子炉建屋	40 以下	S					
中性子束	核分裂 電離箱式	中性子源領域モニタ	制御棒引抜阻止, スクラム, 監視	MS-2	RPV/原子炉建屋	302 以下/40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				
		中間領域モニタ	制御棒引抜阻止, スクラム, レンジアップ論理, 監視	MS-1	RPV/原子炉建屋	302 以下/40 以下	S	○	◎	
					中央制御室	26 以下				
		局部出力領域モニタ	制御棒引抜阻止, スクラム, 監視	MS-1	RPV/原子炉建屋	302 以下/40 以下	S			
					中央制御室	26 以下				

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-2 (8 / 8) 計測装置のグループ化と代表機器の選定

分類基準		主な計測装置名称	主な仕様 (信号用途)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
計測対象	検出部型式			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (°C)				
放射線	イオン チェンバ式	主蒸気管モニタ	スクラム, MSIV 閉, 真空ポンプ停止及び隔離, 監視	MS-1	MSIV・SRV 補修室	60 以下	S	○	◎	
		格納容器内雰囲気放射線モニタ (ドライウェル)	監視		中央制御室	26 以下				
	半導体式	原子炉棟・タービン建屋 換気空調系原子炉棟排気モニタ	原子炉建屋換気系隔離, SGTS 起動, 格納容器パージ及びベント弁閉 中央制御室隔離, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S	○	◎	
		燃料取替エリア排気モニタ	原子炉建屋換気系隔離, SGTS 起動, 格納容器パージ弁及びベント弁閉 中央制御室換気系隔離, 監視		中央制御室	26 以下				
		原子炉建屋	40 以下	S	○	◎				
		中央制御室	26 以下							
振動	倒立振子式	地震加速度	スクラム, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S	○	◎	
中央制御室	26 以下									
位置	リミット スイッチ式	ディーゼル発電機過速度	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下	S	○	◎	
		燃料ハンドル停止位置	D/G 機関停止, 監視	MS-1	D/G 室	45 以下	S			
電流	光電式	HECW 冷凍機電流	圧縮機ガイドベーン制御, 監視	MS-1	原子炉建屋	40 以下	S	○	◎	

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-3 (1/2) 補助継電器盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称(面数)	仕様 (W × H × D) (mm)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
型式	設置 場所			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (°C)				
自立型	屋内	原子炉緊急停止系盤 (A) (3)	2,400 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S	○	◎	
		原子炉緊急停止系盤 (B) (3)	2,400 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		原子炉系プロセス計装盤 (A) (3)	2,400 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		原子炉系プロセス計装盤 (B) (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		残留熱除去系盤 (B・C) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		格納容器外側隔離弁盤 (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		格納容器内側隔離弁盤 (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		高圧炉心スプレイ系盤 (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		低圧炉心スプレイ系及び残留熱除去系盤 (A) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		原子炉補助盤 (A) (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		原子炉補助盤 (B) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		トリップチャンネル盤 RPS-ⅠA (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		トリップチャンネル盤 RPS-ⅡA (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		トリップチャンネル盤 RPS-ⅠB (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
トリップチャンネル盤 RPS-ⅡB (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S					

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-3 (2/2) 補助継電器盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称(面数)	仕様 (W × H × D) (mm)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
型式	設置 場所			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (°C)				
自立型	屋内	トリップチャンネル盤 ESS-I (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		トリップチャンネル盤 ESS-II (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		トリップチャンネル盤 ESS-III (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (A) (2)	1,400 × 2,300 × 800	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		SRM/IRM 駆動操作補助継電器盤 (B) (2)	1,400 × 2,300 × 800	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		スクラムソレノイドヒューズ盤 (A) (2)	1,000 × 1,300 × 400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		スクラムソレノイドヒューズ盤 (B) (2)	1,000 × 1,300 × 400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		スクラムソレノイドヒューズ盤 (C) (2)	1,000 × 1,300 × 400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		スクラムソレノイドヒューズ盤 (D) (2)	1,000 × 1,300 × 400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		スクラムソレノイドヒューズ盤 (E) (2)	1,000 × 1,300 × 400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		スクラムソレノイドヒューズ盤 (F) (2)	1,000 × 1,300 × 400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		スクラムソレノイドヒューズ盤 (G) (2)	1,000 × 1,300 × 400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
スクラムソレノイドヒューズ盤 (H) (2)	1,000 × 1,300 × 400	MS-1	原子炉建屋	40	S					

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-4 (1 / 3) 操作制御盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称(面数)	仕様 (W × H × D) (mm)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考	
型式	設置 場所			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (℃)				
自立型	屋内	ユニット監視制御盤 (1) (1)	2,335 × 1,535 × 1,600	MS-2	中央制御室	26	S			
		ユニット監視制御盤 (2) (3)	4,480 × 1,535 × 1,600	MS-1	中央制御室	26	S	○	◎	
		ユニット監視制御盤 (3) (1)	2,275 × 1,535 × 1,600	MS-1	中央制御室	26	S			
		非常用炉心冷却系制御盤 ESS-I (1)	3,600 × 2,300 × 1,747	MS-1	中央制御室	26	S			
		非常用炉心冷却系制御盤 ESS-II III (1)	3,600 × 2,300 × 1,747	MS-1	中央制御室	26	S			
		所内電源制御盤 (1)	3,800 × 2,300 × 1,747	MS-1	中央制御室	26	S			
		原子炉緊急停止系試験盤 (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		FCS・SGTS 盤 (A) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		FCS・SGTS 盤 (B) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		SRM/IRM 盤 (A) (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		SRM/IRM 盤 (B) (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		プロセス放射線モニタ盤 (A) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		プロセス放射線モニタ盤 (B) (3)	2,400 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		出力領域モニタ盤 (5)	5,000 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		制御棒操作補助盤 (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-2	中央制御室	26	C			
		漏えい検出系盤 (A) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
漏えい検出系盤 (B) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S					
タービン発電機系補助制御盤 (1)	3,360 × 2,300 × 1,747	MS-1	中央制御室	26	C					

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-4 (2 / 3) 操作制御盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称(面数)	仕様 (W × H × D) (mm)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考	
型式	設置 場所			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (°C)				
自立型	屋内	格納容器内雰囲気モニタ盤 (A) (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		格納容器内雰囲気モニタ盤 (B) (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		計装配管隔離弁盤 (A) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		計装配管隔離弁盤 (B) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		RSW ストレーナ制御盤 (A) (1)	1,300 × 2,300 × 1,400	MS-1	海水熱交換器建屋	40	S			
		RSW ストレーナ制御盤 (B) (1)	1,300 × 2,300 × 1,400	MS-1	海水熱交換器建屋	40	S			
		HPSW ストレーナ制御盤 (1)	1,300 × 2,300 × 1,400	MS-1	海水熱交換器建屋	40	S			
		非常用換気空調系盤 (A) (1)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		非常用換気空調系盤 (B) (1)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		原子炉系補助制御盤 (1)	1,350 × 2,300 × 1,747	MS-1	中央制御室	26	S			
		HECW 冷凍機 (A) 制御盤 (1)	1,200 × 2,300 × 1,600	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		HECW 冷凍機 (B) 制御盤 (1)	1,200 × 2,300 × 1,600	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		HECW 冷凍機 (C) 制御盤 (1)	1,200 × 2,300 × 1,600	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		HECW 冷凍機 (D) 制御盤 (1)	1,200 × 2,300 × 1,600	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		制御棒位置指示系盤 (A) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-2	中央制御室	26	C			
		制御棒位置指示系盤 (B) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-2	中央制御室	26	C			
原子炉隔離時冷却系盤 (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S					

* : 最上位の重要度を示す

表 3.10-4 (3/3) 操作制御盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称(面数)	仕様 (W × H × D) (mm)	選定基準			技術 評価 代表 機器	耐震 安全性 評価 代表 機器	備考	
型式	設置 場所			重要度*	使用条件					耐震 重要度
					設置場所	周囲温度 (℃)				
自立型	屋内	自動減圧系盤 (A) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		自動減圧系盤 (B) (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-1	中央制御室	26	S			
		タービン系プロセス計装盤 (2)	1,600 × 2,300 × 1,000	MS-2	中央制御室	26	C			
		RPIS 現場盤 (1)	800 × 2,300 × 1,000	MS-2	原子炉建屋	40	C			
		制御棒駆動補助盤 (A) (1)	1,200 × 2,300 × 1,000	MS-2	原子炉建屋	40	C			
		制御棒駆動補助盤 (B) (1)	1,200 × 2,300 × 1,000	MS-2	原子炉建屋	40	C			
		中央制御室外原子炉停止制御盤 (1) (2)	1,800 × 2,300 × 1,000	MS-2	原子炉建屋	40	S			
		中央制御室外原子炉停止制御盤 (2) (2)	1,800 × 2,300 × 1,000	MS-2	原子炉建屋	40	S			
		ほう酸水注入系操作盤 (1)	800 × 1,500 × 600	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		換気空調系 D/G 区域 (A) 制御盤 (1)	1,200 × 2,300 × 1,400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
		換気空調系 D/G 区域 (B) 制御盤 (1)	1,200 × 2,300 × 1,400	MS-1	原子炉建屋	40	S			
換気空調系 D/G 区域 (HPCS) 制御盤 (1)	1,200 × 2,300 × 1,400	MS-1	原子炉建屋	40	S					

* : 最上位の重要度を示す

3.10.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「計測制御設備の技術評価書」参照）を用いて、3.10.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.10.3項(1)の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

3.10.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、計測制御設備の代表機器において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.10.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.10.3項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

その結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.10.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

計測制御設備における高経年化に対する技術評価により、各部位に想定される経年劣化事象については、現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

これより、経年劣化事象を考慮しても、地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ、地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.10.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の計測制御設備に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.11 空調設備

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な空調設備の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、空調設備については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.11.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な空調設備を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.11-1 に示す。

表 3.11-1 (1/2) 評価対象機器一覧

機 種	機 器 名 称 (基 数)	耐震重要度
ファン	非常用ガス処理系排風機 (2)	S
	MCR 送風機 (2)	S
	MCR 排風機 (2)	S
	MCR 再循環送風機 (2)	S
	DG 区域 (A) 送風機 (2)	S
	DG 区域 (A) 排風機 (2)	S
	DG 区域 (B) 送風機 (2)	S
	DG 区域 (B) 排風機 (2)	S
	DG 区域 (HPCS) 送風機 (2)	S
	DG 区域 (HPCS) 排風機 (2)	S
	Hx/B (A) 非常用送風機 (1)	S
	Hx/B (B) 非常用送風機 (1)	S
	Hx/B (HPCS) 非常用送風機 (1)	S
	DG 区域 (A) 非常用送風機 (2)	S
	DG 区域 (B) 非常用送風機 (2)	S
DG 区域 (HPCS) 非常用送風機 (2)	S	
空調機	RHR ポンプ室空調機 (3)	S
	HPCS ポンプ室空調機 (1)	S
	LPCS ポンプ室空調機 (1)	S
	FCS・SGTS 室空調機 (2)	S

表 3.11-1 (2/2) 評価対象機器一覧

機 種	機 器 名 称 (基 数)	耐震重要度
冷凍機	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機 (4)	S
フィルタ ユニット	非常用ガス処理系乾燥装置 (2)	S
	非常用ガス処理系フィルタ装置 (1)	S
	MCR 給気処理装置 (2)	S
	MCR 再循環フィルタ装置 (1)	S
	DG 区域 (A) 給気処理装置 (1)	S
	DG 区域 (B) 給気処理装置 (1)	S
	DG 区域 (HPCS) 給気処理装置 (1)	S
	Hx/B (A) 非常用給気処理装置 (1)	S
	Hx/B (B) 非常用給気処理装置 (1)	S
	Hx/B (HPCS) 非常用給気処理装置 (1)	S
	DG 区域 (A) 非常用給気処理装置 (1)	S
	DG 区域 (B) 非常用給気処理装置 (1)	S
	DG 区域 (HPCS) 非常用給気処理装置 (1)	S
ダクト	中央制御室換気空調系ダクト	S
	DG 区域換気空調系ダクト	S
	海水熱交換器建屋換気空調系ダクト	S
	原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト	S
ダンパ及び弁	中央制御室換気空調系電動式ダンパ (2)	S
	非常用ガス処理系重力式ダンパ (2)	S
	DG 区域換気空調系重力式ダンパ (18)	S
	中央制御室換気空調系重力式ダンパ (6)	S
	海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ (3)	S
	原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ (2)	S
	原子炉建屋隔離弁 (4)	S
	中央制御室隔離弁 (6)	S

3.11.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象空調設備において型式等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価することとする。

(1) ファンの代表機器選定 (表 3.11-2)

表 3.11-2 でのファンのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ MCR 送風機
- ・ MCR 排風機
- ・ DG 区域 (A) 非常用送風機

(2) 空調機の代表機器選定 (表 3.11-3)

表 3.11-3 での空調機のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ RHR ポンプ室空調機

(3) 冷凍機の代表機器選定

冷凍機としては、換気空調補機非常用冷却水系冷凍機のみが属することから、換気空調補機非常用冷却水系冷凍機を代表機器とする。

- ・ 換気空調補機非常用冷却水系冷凍機

(4) フィルタユニットの代表機器選定 (表 3.11-4)

表 3.11-4 でのフィルタユニットのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ MCR 給気処理装置

(5) ダクトの代表機器選定 (表 3.11-5)

表 3.11-5 でのダクトのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 中央制御室換気空調系ダクト (角ダクト)
- ・ 中央制御室換気空調系ダクト (丸ダクト)

(6) ダンパ及び弁の代表機器選定 (表 3.11-6)

表 3.11-6 でのダンパ及び弁のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ MCR 再循環フィルタ装置入口ダンパ
- ・ MCR 送風機出口グラビティダンパ
- ・ R/B 給気隔離弁
- ・ MCR 通常時外気取り入れ隔離弁

表 3.11-2 (1/2) ファンのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称(基数)	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
型式	駆動方式		仕様	重要度*1	使用条件	耐震 重要度			
			流量×静圧 (m ³ /h × Pa)		運転状態*2				
遠心式	直結型	非常用ガス処理系排風機 (2)	1,700×約 4,903	MS-1	一時 (一時)	S			
		MCR 送風機 (2)	81,000×約 2,157	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	
		DG 区域 (A) 送風機 (2)	39,000×約 2,059	MS-2	連続 (連続)	S			
		DG 区域 (B) 送風機 (2)	34,000×約 2,059	MS-2	連続 (連続)	S			
		DG 区域 (HPCS) 送風機 (2)	25,000×約 1,373	MS-2	連続 (連続)	S			
		DG 区域 (HPCS) 排風機 (2)	25,000×約 1,079	MS-2	連続 (連続)	S			
	直動型	MCR 排風機 (2)	5,000×約 981	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	
		MCR 再循環送風機 (2)	9,000×約 2,157	MS-1	一時 (一時)	S			
		DG 区域 (A) 排風機 (2)	7,800×約 1,275	MS-2	連続 (連続)	S			
		DG 区域 (B) 排風機 (2)	6,800×約 1,079	MS-2	連続 (連続)	S			
		Hx/B (A) 非常用送風機 (1)	16,000×約 785	MS-1	一時 (一時)	S			
		Hx/B (B) 非常用送風機 (1)	16,000×約 686	MS-1	一時 (一時)	S			
		Hx/B (HPCS) 非常用送風機 (1)	6,000×約 686	MS-1	一時 (一時)	S			

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

表 3.11-2 (2/2) ファンのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称(基数)	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
型式	駆動方式		仕様	重要度*1	使用条件	耐震 重要度			
			流量×静圧 (m ³ /h × Pa)		運転状態*2				
軸流式	直動型	DG 区域 (A) 非常用送風機 (2)	65,000×約 539	MS-1	一時 (一時)	S	○	◎	
		DG 区域 (B) 非常用送風機 (2)	65,000×約 539	MS-1	一時 (一時)	S			
		DG 区域 (HPCS) 非常用送風機 (2)	50,000×約 539	MS-1	一時 (一時)	S			

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

表 3.11-3 空調機のグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称(基数)	選定基準					技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
		仕様	重要度*2	使用条件	ファン回転速度 (rpm)	耐震 重要度			
容量×静圧 (m ³ /h×Pa)		運転状態*3							
冷却水*4	RHR ポンプ室空調機 (3)	5,600×約 588*5	MS-1	連続 (一時)	1,140	S	○	◎	
	HPCS ポンプ室空調機 (1)	15,600×約 490	MS-1	一時 (一時)	860	S			
	LPCS ポンプ室空調機 (1)	7,000×約 490	MS-1	一時 (一時)	1,160	S			
	FCS・SGTS 室空調機 (2)	3,900×約 490	MS-1	一時 (一時)	1,120	S			

*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：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

*4：防錆剤入り

*5：最大静圧を示す

表 3.11-4 フィルタユニットのグループ化及び代表機器の選定

分類基準	機器名称(基数)	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
		仕様	重要度*2	使用条件	耐震 重要度			
材料*1	流量 (m ³ /h)	重要度*2		運転状態*3		耐震 重要度	技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器
炭素鋼	非常用ガス処理系乾燥装置(2)	1,700	MS-1	一時 (一時)	S			
	非常用ガス処理系フィルタ装置(1)	1,700	MS-1	一時 (一時)	S			
	MCR 給気処理装置(2)	81,000	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	
	MCR 再循環フィルタ装置(1)	9,000	MS-1	一時 (一時)	S			
	DG 区域(A) 給気処理装置(1)	39,000	MS-2	連続 (連続)	S			
	DG 区域(B) 給気処理装置(1)	34,000	MS-2	連続 (連続)	S			
	DG 区域(HPCS) 給気処理装置(1)	25,000	MS-2	連続 (連続)	S			
	Hx/B(A) 非常用給気処理装置(1)	16,000	MS-1	一時 (一時)	S			
	Hx/B(B) 非常用給気処理装置(1)	16,000	MS-1	一時 (一時)	S			
	Hx/B(HPCS) 非常用給気処理装置(1)	6,000	MS-1	一時 (一時)	S			
	DG 区域(A) 非常用給気処理装置(1)	166,000	MS-1	一時 (一時)	S			
	DG 区域(B) 非常用給気処理装置(1)	166,000	MS-1	一時 (一時)	S			
	DG 区域(HPCS) 非常用給気処理装置(1)	121,000	MS-1	一時 (一時)	S			

*1: ケーシング(又はフィルタ取付枠)の材料を示す

*2: 最上位の重要度を示す

*3: 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の()は断続的運転時の運転状態を示す

表 3.11-5 ダクトのグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
型式	材料		仕様	重要度*1	使用条件	耐震 重要度			
			流量 (m ³ /h)		運転状態*3				
角ダクト	亜鉛メッキ鋼	中央制御室換気空調系ダクト	81,000*2	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	
		DG 区域換気空調系ダクト	39,000	MS-2	連続 (連続)	S			
		海水熱交換器建屋換気空調系ダクト	16,000	MS-1	一時 (一時)	S			
		原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト	15,600	MS-1	一時 (一時)	S			
	炭素鋼	中央制御室換気空調系ダクト	81,000*2	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	
		DG 区域換気空調系ダクト	7,800	MS-2	連続 (連続)	S			
	ステンレス鋼	中央制御室換気空調系ダクト	5,000	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	
		DG 区域換気空調系ダクト	25,000	MS-2	連続 (連続)	S			
丸ダクト	ステンレス鋼	中央制御室換気空調系ダクト	81,000*2	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	

*1：最上位の重要度を示す

*2：最大流量を示す

*3：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

表 3.11-6 ダンパ及び弁のグループ化及び代表機器の選定

分類基準		機器名称(基数)	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	代表ダンパ及び弁	備考
型式	材料		仕様	重要度*1	使用条件	耐震 重要度				
			流量*2 (m ³ /h)		運転状態*3					
ダンパ	電動式	中央制御室換気空調系電動式ダンパ (2)	9,000	MS-1	一時 (一時)	S	○	◎	MCR 再循環フィルタ装置 入口ダンパ	
	重力式	非常用ガス処理系重力式ダンパ (2)	1,700	MS-1	一時 (一時)	S			MCR 送風機出ログラビテ ィダンパ	
		DG 区域換気空調系重力式ダンパ (18)	39,000*2	MS-2	連続 (連続)	S				
			65,000*2	MS-1	一時 (一時)	S				
		中央制御室換気空調系重力式ダンパ (6)	81,000	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎		
			9,000	MS-1	一時 (一時)	S				
		海水熱交換器建屋換気空調系重力式ダンパ (3)	16,000*2	MS-1	一時 (一時)	S				
		原子炉棟・タービン建屋換気空調系重力式ダンパ (2)	2,300	MS-1	一時 (一時)	S				
バタフライ弁	空気作動式	原子炉建屋隔離弁 (4)	124,000	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	R/B 給気隔離弁	
	電動式	中央制御室隔離弁 (6)	5,000	MS-1	連続 (連続)	S	○	◎	MCR 通常時外気取り入れ 隔離弁	
			500	MS-1	一時 (一時)	S				

*1: 最上位の重要度を示す

*2: 最大流量を示す

*3: 上段は冷温停止維持状態時における運転状態, 下段の () は断続的運転時の運転状態を示す

3.11.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「空調設備の技術評価書」参照）を用いて、3.11.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.11.3項(1)の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

3.11.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、空調設備の代表機器において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.11.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.11.3項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

その結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.11.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

空調設備における高経年化に対する技術評価により、各部位に想定される経年劣化事象については、現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

これより、経年劣化事象を考慮しても、地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ、地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.11.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の空調設備に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.12 機械設備

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な機械設備の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、機械設備については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.12.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な機械設備を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.12-1 に示す。

表 3.12-1 評価対象機器一覧

分類	機器名称(基数)	耐震重要度
制御棒	ボロン・カーバイド型制御棒 (89*1)	S
	ハフニウム棒型制御棒 (89*1)	S
制御棒駆動機構	制御棒駆動機構 (89)	S
水圧制御ユニット	水圧制御ユニット (89)	S
非常用ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関 (2)	S
	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備 ディーゼル機関 (1)	S
燃料取替機	燃料取替機 (1)	B
原子炉建屋クレーン	原子炉建屋クレーン (1)	B
計装用圧縮空気系設備	計装用圧縮空気系設備 (2)	C
補助ボイラ設備	補助ボイラー設備 (3)	C
廃棄物処理設備	濃縮廃液設備 (2)	B
	固化設備 (1)	B
	放射性廃棄物焼却設備 (1)	B

*1：制御棒の本数は、ボロン・カーバイド型、ハフニウム棒型の合計で 89 本である

3.12.2 代表機器の選定

本検討においては、技術評価において代表機器の選定を行っている非常用ディーゼル発電設備を除き、設備の特殊性を考慮しグループ化や代表機器の選定を行わずに評価を実施する。

(1) 非常用ディーゼル発電設備のグループ化及び代表機器選定（表 3.12-2, 3）

表 3.12-2, 3 での非常用ディーゼル発電設備のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関（附属設備含む）

なお、次項以降の評価については、3.12.1 項に示した各機種 of 耐震安全性評価を実施することとする。

表 3.12-2 非常用ディーゼル機関のグループ化及び代表機器の選定

機器名称 (基数)	選定基準					技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
	重要度*1	使用条件		仕様 (機関出力×回転速度)	耐震 重要度			
		運転状態*3	最高爆発圧力 (MPa)					
非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関 (2)	MS-1	一時*2 (一時*2)	約 13.73	4,700 kW×900 rpm	S	○	◎	
高圧炉心スプレィディーゼル発 電設備ディーゼル機関 (1)	MS-1	一時*2 (一時*2)	約 13.73	2,600 kW×900 rpm	S			

*1：最上位の重要度を示す

*2：通常は待機，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12回，年間の運転時間：約12時間）に定例試験を実施

*3：上段は冷温停止維持状態時における運転状態，下段の（ ）は断続的運転時の運転状態を示す

表 3.12-3 非常用ディーゼル機関附属設備のグループ化及び代表機器の選定

機器名称		選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
		重要度*1	使用条件		耐震 重要度			
			最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)				
非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関	始動空気系	MS-1	約 3.24	90	S	○	◎	
	潤滑油系	MS-1	約 0.98	95	S			
	冷却水系	MS-1	約 0.64	95	S			
	燃料油系	MS-1	約 0.20	45	S			
高圧炉心スプレィディーゼル 発電設備ディーゼル機関	始動空気系	MS-1	約 3.24	90	S			
	潤滑油系	MS-1	約 0.98	95	S			
	冷却水系	MS-1	約 0.64	95	S			
	燃料油系	MS-1	約 0.20	45	S			

*1：最上位の重要度を示す

3.12.3 各機種の耐震安全性評価

(1) 制御棒

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、制御棒について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を以下のとおり整理した（表3.12-4、表3.12-5参照）。

ア. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの（保全対策により発生の可能性が十分に低減されているものを含む）（表中×）

イ. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの（表中○）

表 3.12-4 ボロン・カーバイド型制御棒の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要
		照射誘起型応力腐食割れ	
原子炉の緊急停止	制御材被覆管	○	
	シース	○	
	タイロッド	○	
	ピン	○	
ハンドリング	上部ハンドル	○	

○：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの

表 3.12-5 ハフニウム棒型制御棒の技術評価における検討結果の整理

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象	技術評価結果概要
		照射誘起型応力腐食割れ	
原子炉の緊急停止	シース	○	
	タイロッド	○	
	ピン	○	
ハンドリング	上部ハンドル	○	

○：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないもの

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.12.3 項(1)a. (a)で整理されたイ.の経年劣化事象については、これらの事象が顕在化した場合、対象となる機器の振動応答特性又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し、「軽微もしくは無視」できる事象については耐震安全性評価対象外とする(表 3.12-6, 7 に耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を示す)。

制御棒における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を、技術評価での検討結果を考慮して整理した結果(表 3.12-4, 5 参照)、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象として以下の事象が抽出された。

- ・ 照射誘起型応力腐食割れ [制御材被覆管(ボロン・カーバイド型制御棒のみ)、シース、タイロッド、ピン、上部ハンドル]

本事象については、機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるものと判断した(表 3.12-6, 7 で■)。

- ・ 照射誘起型応力腐食割れ

通常運転時の引抜状態の制御棒は原子炉圧力容器内下部プレナム部に設置された制御棒案内管内に収納されており、地震時においても制御棒の挿入を阻害する応力が発生しない構造となっている。

また、挿入状態にある制御棒については、制御棒上下に取り付けたローラが燃料集合体チャンネルボックスにあたりながら、燃料集合体の動きに呼応して振動するため、有意な応力は発生しないと考えられる。

志賀原子力発電所 1 号炉において使用されているボロン・カーバイド型制御棒の上部ハンドルのローラ取付部近傍及び上部ハンドルーシース溶接部近傍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。

本事象については、ひびが制御棒の 4 翼全てのハンドルとシース溶接部が完全に破断した場合に、地震及びスクラムによりシースに発生する応力及びシースのスポット溶接部に発生するせん断力について、制御棒の構造健全性に影響を与えないと評価されており、耐震安全性への影響は軽微であると考えられる(参考報告書: 経済産業省原子力安全・保安院発行 沸騰水型原子炉における制御棒ひび発生事象について(平成 16・06・30 原院第 4 号 平成 16 年 7 月 12 日付))。

なお、志賀原子力発電所 1 号炉は現在、冷温停止維持状態であり、照射誘起型応力腐食割れが新たに発生又は進行する可能性はない。

この結果、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

表 3.12-6 ボロン・カーバイド型制御棒の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
		照射誘起型応力腐食割れ
原子炉の緊急停止	制御材被覆管	■
	シース	■
	タイロッド	■
	ピン	■
ハンドリング	上部ハンドル	■

■：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

表 3.12-7 ハフニウム棒型制御棒の耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	経年劣化事象
		照射誘起型応力腐食割れ
原子炉の緊急停止	シース	■
	タイロッド	■
	ピン	■
ハンドリング	上部ハンドル	■

■：現在発生しているか，又は将来にわたって起こることが否定できないが，機器の振動応答特性又は構造・強度への影響が「軽微もしくは無視」できるもの

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より，制御棒において，耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

制御棒においては代表機器を選定せず，全ての機器について評価を実施しているため，他機器への評価の展開は不要である。

(2) 制御棒駆動機構

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、制御棒駆動機構における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

前項の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、制御棒駆動機構において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

制御棒駆動機構においては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

(3) 水圧制御ユニット

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、水圧制御ユニットにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

前項の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、水圧制御ユニットにおいて、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

水圧制御ユニットにおいては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

(4) 非常用ディーゼル発電設備

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、非常用ディーゼル発電設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

前項の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、非常用ディーゼル発電設備において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(4)a.(a)の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

(5) 燃料取替機

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、燃料取替機における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

前項の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、燃料取替機において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

燃料取替機においては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

(6) 原子炉建屋クレーン

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、原子炉建屋クレーンにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

前項の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、原子炉建屋クレーンにおいて、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

原子炉建屋クレーンにおいては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

(7) 計装用圧縮空気系設備

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、計装用圧縮空気系設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

前項の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、計装用圧縮空気系設備において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

計装用圧縮空気系設備においては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

(8) 補助ボイラ設備

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、補助ボイラ設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

前項の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、補助ボイラ設備において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

補助ボイラ設備においては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

(9) 廃棄物処理設備

a. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(a) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、廃棄物処理設備における高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(b) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

前項の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

b. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、廃棄物処理設備において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

c. 評価対象機器全体への展開

廃棄物処理設備においては代表機器を選定せず、全ての機器について評価を実施しているため、他機器への評価の展開は不要である。

3.12.4 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

機械設備における高経年化に対する技術評価により、各部位に想定される経年劣化事象については、現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

さらに、耐震上考慮する必要のある基礎ボルトに対する耐震安全性評価の実施により、基礎ボルトの経年劣化事象は、ボルトが支持する機器の支持機能に影響を及ぼさないことを確認している。

これより、経年劣化事象を考慮しても、地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ、地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.12.5 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の機械設備に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.13 電源設備

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な電源設備の高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、電源設備については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれらの検討結果を前提条件とし、評価を実施することとする。

3.13.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な電源設備を評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.13-1 に示す。

表 3.13-1 評価対象機器一覧

分類	機器名称(台数等)	耐震重要度
高圧閉鎖配電盤	非常用メタクラ (3)	S
動力用変圧器	非常用パワーセンタ変圧器 (2)	S
	HPCS メタクラ変圧器 (1)	S
低圧閉鎖配電盤	非常用パワーセンタ (2)	S
コントロールセンタ	非常用コントロールセンタ (16)	S
	直流コントロールセンタ (1)	S
ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル発電設備 (A, B 号機) (2)	S
	HPCS ディーゼル発電設備 (1)	S
バイタル電源用 CVCF	計装用無停電交流電源装置 (2)	S
直流電源設備	115 V 蓄電池 (3)	S
	230 V 蓄電池 (1)	S
	115 V 充電器盤 (3)	S
	230 V 充電器盤 (1)	S
計測用変圧器	中央制御室計装電源用変圧器 (2)	S
	HPCS 計装電源用変圧器 (1)	S
計測用分電盤	115V 直流母線盤 (3)	S
	230V 直流母線盤 (1)	S
	直流分電盤 (5)	S
	中央制御室計装分電盤 (4)	S
	計装用無停電分電盤 (2)	S

3.13.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象機器をその型式等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

本検討における代表機器は、技術評価における代表機器に従うことを基本とする。ただし、耐震安全性評価の観点から、技術評価において行った機器のグループ化の中に、技術評価の代表機器より耐震重要度の上位の機器が存在する場合には、これを本検討における代表機器に追加して評価を実施することとする。

(1) 高圧閉鎖配電盤のグループ化及び代表機器選定

技術評価では非常用メタクラを単独で分類し代表機器としており、グループ化は行っていない。本検討においても非常用メタクラを単独で代表機器とする。

- ・ 非常用メタクラ

(2) 動力用変圧器のグループ化及び代表機器選定（表 3.13-2）

表 3.13-2 での動力用変圧器のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 非常用パワーセンタ変圧器

(3) 低圧閉鎖配電盤のグループ化及び代表機器選定

技術評価では非常用パワーセンタを単独で分類し代表機器としており、グループ化は行っていない。本検討においても非常用パワーセンタを単独で代表機器とする。

- ・ 非常用パワーセンタ

(4) コントロールセンタのグループ化及び代表機器選定（表 3.13-3）

表 3.13-3 でのコントロールセンタのグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 非常用コントロールセンタ

(5) ディーゼル発電設備のグループ化及び代表機器選定（表 3.13-4）

表 3.13-4 でのディーゼル発電設備のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 非常用ディーゼル発電設備（A, B 号機）

(6) バイタル電源用 CVCF のグループ化及び代表機器選定

技術評価では計装用無停電交流電源装置を単独で分類し代表機器としており、グループ化は行っていない。本検討においても計装用無停電交流電源装置を単独で代表機器とする。

- ・ 計装用無停電交流電源装置

(7) 直流電源設備のグループ化及び代表機器選定 (表 3.13-5)

表 3.13-5 での直流電源設備のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 230V 蓄電池
- ・ 230V 充電器盤

(8) 計測用変圧器のグループ化及び代表機器選定 (表 3.13-6)

表 3.13-6 での計測用変圧器のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 中央制御室計装電源用変圧器

(9) 計測用分電盤のグループ化及び代表機器選定 (表 3.13-7)

表 3.13-7 での計測用分電盤のグループ化に従った代表機器を以下に示す。

- ・ 230V 直流母線盤

表 3.13-2 動力用変圧器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			名称 (台数)	仕様 (定格容量)	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
電圧 区分	型式	設置 場所			重要度*	使用条件						耐震 重要度
						定格容量 (kVA)	一次電圧 (V)	二次電圧 (V)				
高压	乾式自冷式	屋内	非常用パワーセンタ変圧器 (2)	3,200 kVA	MS-1	3,200	6,900	460	S	○	◎	
			HPCS メタクラ変圧器 (1)	600 kVA	MS-1	600	6,900	460	S			

* : 最上位の重要度を示す

表 3.13-3 コントロールセンタのグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称 (群数)	仕様		選定基準			技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
電圧 区分	型式 (内蔵遮断器)	設置場所		盤 (最高使用電圧)	遮断器 (定格電圧 × 定格遮断電流)	重要度*	使用条件					耐震 重要度
							定格電圧 (V)	定格電流 (A)				
低圧	配線用遮断器	屋内	非常用コントロールセンタ (16)	AC 600 V	AC 600 V×50 kA	MS-1	460	800 600 400	S	○	◎	
			直流コントロールセンタ (1)	DC 250 V	DC 250 V×30 kA	MS-1	230	600	S			

* : 最上位の重要度を示す

表 3.13-4 ディーゼル発電設備のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称 (台数)	仕様 (定格電圧 × 定格容量)	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
電圧 区分	型式	設置 場所			重要度*	使用条件						耐震 重要度
						電圧 (V)	容量 (kVA)	回転 速度 (rpm)				
高圧	空気冷却 横軸回転界磁 三相交流 同期発電機	屋内	非常用ディーゼル発電設備 (A, B号機) (2)	6,900 V × 5,500 kVA	MS-1	6,900	5,550	900	S	○	◎	
			HPCS ディーゼル発電設備 (1)	6,900 V × 4,500 kVA	MS-1	6,900	4,500	900	S			

* : 最上位の重要度を示す

表 3.13-5 直流電源設備のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称 (組数)	仕様 (蓄電池：定格容量) (充電器盤：定格電圧 × 定格電流)	選定基準			技術評価代表機器	耐震安全性評価代表機器	備考	
電圧区分	型式	設置場所			重要度*	使用条件					耐震重要度
						設置場所	周囲温度(°C)				
低圧	ベント形クラッド式据置鉛蓄電池	屋内	115 V 蓄電池 (3)	500 Ah	MS-1	屋内	40 以下	S			
				1,400 Ah	MS-1	屋内	40 以下	S			
			230V 蓄電池 (1)	4,000 Ah	MS-1	屋内	40 以下	S	○	◎	
低圧	自動定電圧定電流整流器	屋内	115 V 充電器盤 (3)	130 V × 40 A	MS-1	屋内	40 以下	S			
				130 V × 210 A	MS-1	屋内	40 以下	S			
			230 V 充電器盤 (1)	269 V × 400 A	MS-1	屋内	40 以下	S	○	◎	

*：最上位の重要度を示す

表 3.13-6 計測用変圧器のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			機器名称 (台数)	仕様 (定格容量)	選定基準				技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考	
電圧 区分	型式	設置 場所			重要度*	使用条件						耐震 重要度
						定格容量 (kVA)	一次電圧 (V)	二次電圧 (V)				
低圧	モールド 乾式	屋内	中央制御室計装電源用変圧器 (2)	50 kVA	MS-1	50	460	210/105	S	○	◎	
			HPCS 計装電源用変圧器 (1)	3 kVA	MS-1	3	460	210/105	S			

* : 最上位の重要度を示す

表 3.13-7 計測用分電盤のグループ化及び代表機器の選定

分類基準			名称 (面数)	仕様 (定格母線電圧)	選定基準			技術評価 代表機器	耐震 安全性 評価 代表機器	備考
電圧区分	型式	設置場所			重要度*	使用条件	耐震 重要度			
						定格母線電圧				
低圧	配線用遮断器	屋内	115V 直流母線盤 (3)	DC 115 V	MS-1	DC 115 V	S			
			230V 直流母線盤 (1)	DC 230 V	MS-1	DC 230 V	S	○	◎	
			直流分電盤 (5)	DC 115 V	MS-1	DC 115 V	S			
			中央制御室計装用分電盤 (4)	AC 105 V	MS-1	AC 105 V	S			
			計装用無停電分電盤 (2)	AC 105 V	MS-1	AC 105 V	S			

* : 最上位の重要度を示す

3.13.3 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀子力発電所1号炉の「電源設備の技術評価書」参照）を用いて、3.13.2項で選定した代表機器について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(2) 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

3.13.3項(1)の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

3.13.4 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、電源設備の代表機器において、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象はない。

3.13.5 評価対象機器全体への展開

以下の手順により、代表機器以外の機器への耐震安全性評価を展開する。

(1) 代表機器以外の機器の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の整理

3.13.3項の代表機器における技術評価での高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果を用いて、代表機器以外の機器に展開すべき経年劣化事象の整理を行った。

その結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない経年劣化事象は抽出されなかった。

また、代表機器以外の機器に特有の高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.13.6 経年劣化事象に対する動的機能維持評価

電源設備における高経年化に対する技術評価により、各部位に想定される経年劣化事象については、現状の保全対策により機器に与える影響が十分小さいことを確認した。

また、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象は抽出されなかった。

これより、経年劣化事象を考慮しても、地震時に動的機能の維持が要求される機器における地震時の応答加速度は各機器の機能確認済加速度を上回るものでないと考えられ、地震時の動的機能についても維持されると判断される。

3.13.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の電源設備に対して耐震安全性評価を実施した結果、耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

3.14 基礎ボルト

本章は、技術評価における評価対象機器のうち、主要な基礎ボルトの高経年化について、耐震安全性への影響をまとめたものである。

なお、主要機器については技術評価において、経年劣化事象に対する健全性評価を行うとともに、現状の保全の評価を実施しているため、本章においてはこれら検討結果を前提条件とし、評価することとする。

3.14.1 評価対象機器

技術評価における評価対象機器のうち、主要な基礎ボルトを評価対象機器とする。評価対象機器一覧を表 3.14-1 に示す。

表 3.14-1 (1 / 5) 評価対象機器一覧 (基礎ボルト)

評 価 書	機 器 名 称	耐震重要度
ポンプ	制御棒駆動水ポンプ	B
	残留熱除去系シール水ポンプ	S
	低圧炉心スプレイ系シール水ポンプ	S
	原子炉補機冷却水ポンプ	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水ポンプ	S
	換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプ	S
	原子炉冷却材浄化系保持ポンプ	B
	残留熱除去ポンプ	S
	低圧炉心スプレイポンプ	S
	高圧炉心スプレイポンプ	S
	原子炉冷却材浄化ポンプ	B
	ほう酸水注入ポンプ	S
熱交換器	原子炉補機冷却水系熱交換器	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系熱交換器	S
	残留熱除去系熱交換器	S
	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	B
	原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	B
容器	復水貯蔵タンク	B
	原子炉補機冷却水サージタンク	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水サージタンク	S
	ほう酸水貯蔵タンク	S
	原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器	B
	原子炉補機冷却海水系ストレーナ	S
	高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系ストレーナ	S
	原子炉格納容器	S

表 3.14-1 (2 / 5) 評価対象機器一覧 (基礎ボルト)

評 価 書	機 器 名 称	耐震重要度
配管 (配管サポート)	ステンレス鋼配管	—
	・ 原子炉冷却材再循環系	S
	・ 制御棒駆動系	B
	・ ほう酸水注入系	S
	・ 高圧炉心スプレイ系	S
	・ 原子炉冷却材浄化系	S
	・ 窒素ガス供給系	S
	・ 不活性ガス系	S
	炭素鋼配管	—
	・ 主蒸気系	S
	・ 残留熱除去系	S
	・ 低圧炉心スプレイ系	S
	・ 高圧炉心スプレイ系	S
	・ 原子炉冷却材浄化系	S
	・ 燃料プール冷却浄化系	S
	・ 給水系	S
	・ 原子炉補機冷却水系	S
	・ 換気空調補機非常用冷却水系	S
	・ 高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却水系	S
	・ 原子炉補機冷却海水系	S
	・ 高圧炉心スプレイディーゼル補機冷却海水系	S
	・ 非常用ガス処理系	S

表 3.14-1 (3 / 5) 評価対象機器一覧 (基礎ボルト)

評 価 書	機 器 名 称	耐震重要度
空調設備	非常用ガス処理系排風機	S
	DG 区域 (A) 送風機	S
	DG 区域 (B) 送風機	S
	DG 区域 (HPCS) 送風機	S
	DG 区域 (A) 排風機	S
	DG 区域 (B) 排風機	S
	DG 区域 (HPCS) 排風機	S
	DG 区域 (A) 非常用送風機	S
	DG 区域 (B) 非常用送風機	S
	DG 区域 (HPCS) 非常用送風機	S
	MCR 再循環送風機	S
	MCR 送風機	S
	MCR 排風機	S
	Hx/B (A) 非常用送風機	S
	Hx/B (B) 非常用送風機	S
	Hx/B (HPCS) 非常用送風機	S
	RHR ポンプ室空調機	S
	HPCS ポンプ室空調機	S
	LPCS ポンプ室空調機	S
	FCS・SGTS 室空調機	S
	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機	S
	非常用ガス処理系乾燥装置	S
	非常用ガス処理系フィルタ装置	S
	MCR 再循環フィルタ装置	S
	中央制御室換気空調系ダクト	S
	DG 区域換気空調系ダクト	S
	海水熱交換器建屋換気空調系ダクト	S
	原子炉棟・タービン建屋換気空調系ダクト	C
R/B 給気隔離弁	S	

表 3.14-1 (4 / 5) 評価対象機器一覧 (基礎ボルト)

評価書	機器名称	耐震重要度
機械設備	非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関, ディーゼル機関附属設備	—
	・ 非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関	S
	・ 潤滑油補給タンク	S
	・ 潤滑油補給ポンプ	S
	・ 空気貯槽	S
	・ 燃料ディタンク	S
	・ 清水冷却器	S
	・ 軽油タンク	S
	・ 燃料移送ポンプ	S
	・ 空気圧縮機	S
	・ 配管 (配管サポート)	S
	高圧炉心スプレィディーゼル発電設備 ディーゼル機関, ディーゼル機関附属設備	—
	・ 高圧炉心スプレィディーゼル発電設備ディーゼル機関	S
	・ 潤滑油補給タンク	S
	・ 潤滑油補給ポンプ	S
	・ 空気貯槽	S
	・ 燃料ディタンク	S
	・ 清水冷却器	S
	・ 軽油タンク	S
	・ 燃料移送ポンプ	S
	・ 空気圧縮機	S
	・ 配管 (配管サポート)	S
	計装用圧縮空気系設備	—
	・ 共通ベース (空気圧縮機)	C
	・ 共通ベース (除湿塔)	C
	補助ボイラー設備	—
	・ ボイラ本体	C
	・ 給水ポンプ	C
	・ 蒸気だめ	C
	・ 所内蒸気ドレン回収ポンプ	C
	・ 給水タンク	C
	・ 給水加熱器	C
	・ 節炭器	C

表 3.14-1 (5 / 5) 評価対象機器一覧 (基礎ボルト)

評価書	機器名称	耐震重要度
機械設備 (続き)	廃棄物処理設備	—
	・ 高電導度廃液系濃縮装置循環ポンプ	B
	・ 高電導度廃液系濃縮装置復水器	B
	・ 濃縮廃液系濃縮廃液タンク	B
	・ 濃縮廃液系濃縮廃液ポンプ	B
	・ 乾燥機供給タンク	B
	・ 乾燥機供給タンク循環ポンプ	B
	・ 乾燥機	B
	・ 乾燥機ミストセパレータ	B
	・ 乾燥機復水器	B
	・ 造粒機	B
	・ 焼却炉	B
	・ 1次セラミックフィルタ	B
	・ 2次セラミックフィルタ	B
	・ 排ガスフィルタ	B
	・ 排ガスブロワ	B
	・ 排ガス補助ブロワ	B
	・ 排気筒	B
電源設備	ディーゼル発電設備	—
	・ 非常用ディーゼル発電設備	S
	・ HPCS ディーゼル発電設備	S
ケーブル	ケーブルトレイ・電線管	S
計測制御 設備	温度計測装置	—
	・ RHR 熱交換器室漏えい (雰囲気温度)	S
	水位計測装置	—
	・ スクラム排出容器水位	S
	放射線計測装置	—
	・ 主蒸気管モニタ	S
	・ 原子炉棟・タービン建屋換気空調系原子炉棟排気モニタ	S
	振動計測装置	—
	・ 地震加速度	S
計装配管 (計装配管サポート)	S	

3.14.2 代表機器の選定

技術評価では、評価対象機器において型式等を基に分類して評価しているが、本検討においてもこの分類にしたがって整理するものとする。

ただし、本検討ではグループ化及び代表機器の選定を行わずに評価するものとする。

3.14.3 耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象

(1) 技術評価における検討結果の整理

技術評価における経年劣化事象の抽出及び保全対策の検討結果（詳細は志賀原子力発電所1号炉の「機械設備の技術評価書」参照）を用いて、基礎ボルトにおける高経年化対策上着目すべき経年劣化事象を整理した結果、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象は抽出されなかった。

(2) 耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の抽出

3.14.3項(1)の整理結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象において、現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できない事象はないため、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象は抽出されなかった。

3.14.4 耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の評価

前項における検討結果より、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象については、基礎ボルトにおいて、耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象は抽出されなかったが、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象について、2.3.4項の表4で抽出された耐震安全上考慮する必要がある経年劣化事象の評価を実施する。

(1) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[機器付基礎ボルト大気接触部（屋外）、後打ちメカニカルアンカ大気接触部（屋外）、後打ちケミカルアンカ大気接触部（屋外）]

a. 機器付基礎ボルト

基礎ボルトの腐食における機器付基礎ボルトの耐震安全性評価については、詳細な耐震安全性評価を実施する。

この際、地震動の適用は2.2.3項に基づくものとし、Sクラス機器については鉛直地震動を考慮する。

なお、耐震安全性評価が必要な設備が複数選定された場合には、それぞれの支持構造を考慮して、最も厳しいと考えられる代表パラメータを設定して評価を実施することとする。

b. 後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカ

後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカの許容荷重は、ボルト部の破損、コンクリートのコーン状破壊及び引抜（付着力喪失）を考慮して定められるが、技術評価においては塗装が施されていないボルトの大気接触部に腐食が想定されると評価しており、このとき、影響を受けるのはボルト部の破損である。

ここで、保守的に設定した運転開始後 40 年間の腐食量である 0.3mm を想定し、建設時を含めて最大値となる基準地震動 S_s による耐震評価時に用いられる設計許容荷重が負荷されたときのボルト発生応力と設計・建設規格に基づく許容応力との関係を調べた結果、ボルトの発生応力はいずれも許容応力を下回っていることが確認できた（表 3.14-2, 3 参照）。

したがって、後打ちメカニカルアンカ及び後打ちケミカルアンカについては機種に係わらず、塗装が施されていないボルトの大気接触部の腐食を想定した場合でも耐震安全性は確保できると考えられる。

表 3.14-2 後打ちメカニカルアンカの腐食に対する耐震安全性評価

評価項目		ボルト径			
		M10	M12	M16	
応力比 (発生応力/許容応力*)	荷重種別	引張	0.39	0.38	0.23
		せん断	0.80	0.83	0.74

*: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〕）JSME S NC1-2005/2007」付録材料図表 Part5 表 8,9 より求まる値

表 3.14-3 後打ちケミカルアンカの腐食に対する耐震安全性評価

評価項目		ボルト径					
		M12	M16	M20	M22	M24	
応力比 (発生応力/許容応力*)	荷重種別	引張	0.89	0.77	0.90	0.89	0.90
		せん断	0.78	0.74	0.73	0.72	0.80

*: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〕）JSME S NC1-2005/2007」付録材料図表 Part5 表 8,9 より求まる値

3.14.5 基礎ボルトの詳細耐震安全性評価

前項に示したとおり，機器付基礎ボルトの腐食評価について，詳細耐震安全性評価の結果を以下に示す。

(1) 「機械設備」基礎ボルトの詳細耐震安全性評価

詳細な耐震安全性評価では，基礎ボルトに0.3mmの腐食を想定し，機器の地震時の振動により基礎ボルトに発生する応力を算出した。

評価の結果，発生応力は許容応力を下回り，耐震安全性に問題がないことを確認した（表3.14-4参照）。

表 3.14-4 詳細耐震安全性評価の結果

機 器 名	荷重種別	発生応力 (MPa)	許容応力* (MPa)	備 考
非常用ディーゼル発電設備非常用ディーゼル機関附属設備				
軽油タンク	引張荷重	75	148	
	せん断荷重	74	146	
燃料移送ポンプ	引張荷重	3	207	
	せん断荷重	2	159	
高圧炉心スプレイディーゼル発電設備ディーゼル機関附属設備				
軽油タンク	引張荷重	75	148	
	せん断荷重	74	146	
燃料移送ポンプ	引張荷重	3	207	
	せん断荷重	2	159	

※：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〕）JSME S NC1-2005/2007」付録材料図表Part5表8,9より求まる値

3.14.6 評価対象機器全体への展開

基礎ボルトにおいては代表機器を選定せず，全ての基礎ボルトについて評価を実施しているため，他機器への評価の展開は不要である。

3.14.7 保全対策に反映すべき項目の抽出

評価対象の基礎ボルトに対して耐震安全性評価を実施した結果，耐震上の観点から保全対策に追加すべき項目は抽出されなかった。

以 上