

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

図2. 1-1 川内1号炉 タービン動主給水ポンプ駆動タービン構造図

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

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

表2.1-2 川内1号炉 タービン動主給水ポンプ駆動タービンの使用条件

最高使用圧力	約7.5MPa[gage]
最高使用温度	約291℃
定格回転数	約4,600rpm
内部流体	蒸気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

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

- ① バウンダリの維持
- ② ポンプ駆動力の確保
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

タービン動主給水ポンプ駆動タービンについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

(1) 車室及びグラウンド本体の外面からの腐食（全面腐食）

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

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

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

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

(2) 車室、低圧ノズル室及びグランド本体の腐食（流れ加速型腐食）

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

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) 車室の疲労割れ

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

しかしながら、有意な応力変動を受けないことから、疲労割れが発生し難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 車室の変形

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

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

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

(5) 車室ボルトの腐食（全面腐食）

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

しかしながら、締付管理により漏えい、大気の流入防止を図っており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時等の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 動翼の腐食（エロージョン）

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

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

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

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

(7) 動翼の高サイクル疲労割れ

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

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

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

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

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

(8) 車軸の摩耗

車軸を支持する軸受は、すべり軸受を使用しており、車軸の摩耗が想定される。

しかしながら、強制潤滑により車軸と軸受間に潤滑油の供給を行っているため、軸受との直接接触による摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 車軸の腐食（流れ加速型腐食）

車軸は湿り蒸気雰囲気で使用しており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、車軸は低合金鋼であり、炭素鋼に比べ優れた耐食性を有しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(10) 車軸の高サイクル疲労割れ

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

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

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

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

(11) 車軸の応力腐食割れ

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

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

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

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

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

(12) 軸受台及び台板の腐食（全面腐食）

軸受台及び台板は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

一方、軸受台内面については、油雰囲気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(13) ジャーナル軸受及びスラスト軸受ホワイトメタルの摩耗、はく離

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

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

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

(14) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

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

(15) キーの摩耗

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

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

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

大気放出板は分解点検時に取り替えている消耗品であり、グランドシールリング及びオイルシールリングは、分解点検時の目視確認又は間隙計測の結果に基づき取り替えている消耗品である。それぞれ、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1(1/2) 川内1号炉 タービン動主給水ポンプ駆動タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 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	車 室		ステンレス鋼 炭素鋼		△ ^{*1} △(外面)	△				△ ^{*2}	*1：流れ加速型腐食 *2：変形 *3：エロージョン *4：高サイクル疲労割れ *5：はく離
	車室ボルト		低合金鋼、炭素鋼		△						
	高圧ノズル室 (第1段ノズルを含む)		ステンレス鋼 ステンレス鋼								
	低圧ノズル室 (第1段ノズルを含む)		炭素鋼 炭素鋼 ステンレス鋼		△ ^{*1}						
	大気放出板	◎	—								
	グランド本体		ステンレス鋼 炭素鋼		△ ^{*1} △(外面)						
	グランドシールリング	◎	—								
	オイルシールリング	◎	—								
ポンプ駆動力の確保	動 翼	第1～4段	ステンレス鋼								
		第5、6段	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)		△ ^{*3}	△ ^{*4}					
	仕切板(ノズルを含む)		ステンレス鋼								
	車 軸		低合金鋼	△	△ ^{*1}	△ ^{*4}	△				
	軸 受 台		炭素鋼 炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	ジャーナル軸受(すべり)		炭素鋼 (ホワイトメタル)	△						△ ^{*5}	
	スラスト軸受(すべり)		炭素鋼 (ホワイトメタル)	△						△ ^{*5}	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/2) 川内1号炉 タービン動主給水ポンプ駆動タービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 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	台 板		炭素鋼		△						
	キ ー		炭素鋼	▲							
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

4 タービン動補助給水ポンプタービン

[対象機器]

- ① タービン動補助給水ポンプタービン

目 次

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

1. 対象機器

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

表1-1 川内1号炉 タービン動補助給水ポンプタービンの主な仕様

機器名称 (台数)	仕 様 (出力×定格回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使 用 条 件		
			運 転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
タービン動 補助給水ポンプ タービン (1)	約810×約5,500	MS-1、重*2	一 時	約7.5	約291

*1：機能は最上位の機能を示す

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

2. タービン動補助給水ポンプタービンの技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 タービン動補助給水ポンプタービン

(1) 構造

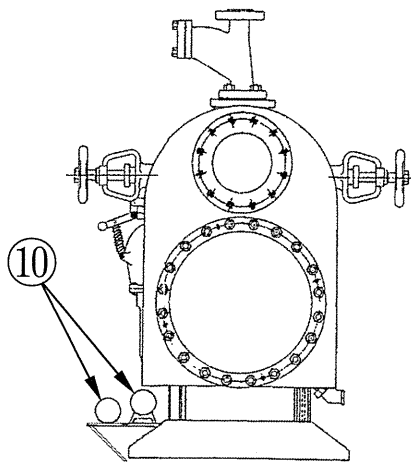
川内1号炉のタービン動補助給水ポンプタービンは、タービン動補助給水ポンプ駆動源の横型単段式であり、円板には低合金鋼、動翼にはステンレス鋼を使用している。

また、ガバナ弁、圧力調整器、オイルリレー及びオーバースピードガバナで構成されるガバナ调速機構が、ポンプ吐出圧を一定に保つために設置されており、このガバナ调速機構に作動油圧を供給するためにタービンケーシングとポンプケーシングの間に油圧ユニットが設置されている。油圧ユニットの主油ポンプは、歯車を介して伝達される主軸の回転力により駆動する。さらに補助油ポンプ、非常用油ポンプ及びオイルクーラで構成する外部油圧ユニットを設置している。補助油ポンプ及び非常用油ポンプはポンプ待機中にガバナ调速機構の作動油を供給し、オイルクーラは軸受油を冷却している。

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

(2) 材料及び使用条件

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



A 視

No.	部 位
①	主 軸
②	円 板
③	油圧ユニットケーシング
④	軸受 (ころがり)
⑤	スラスト軸受 (ころがり)
⑥	ケーシング
⑦	ケーシングカバー
⑧	ダイヤフラム
⑨	ケーシングボルト
⑩	外部油圧ユニット

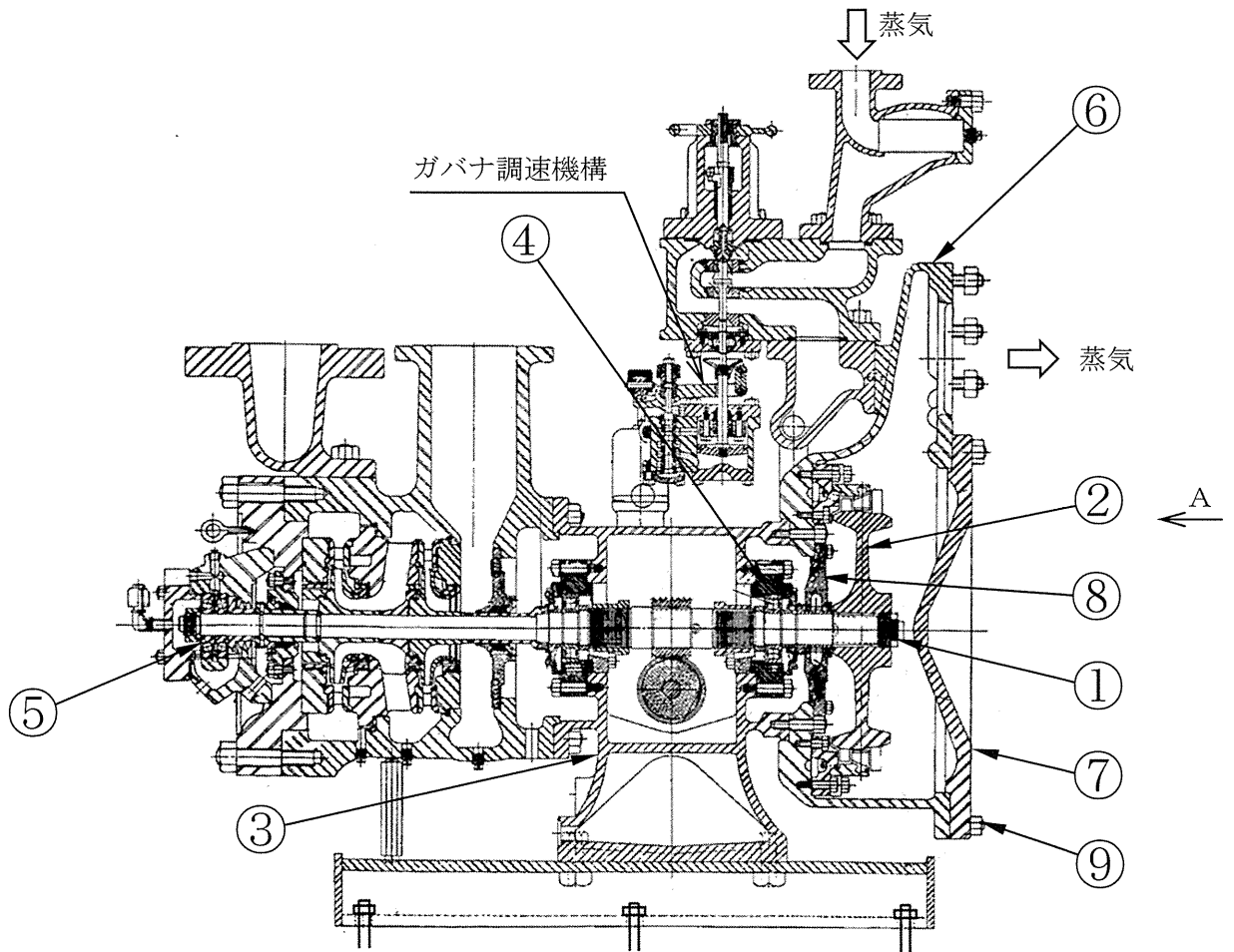


図2. 1-1(1/2) 川内1号炉 タービン動補助給水ポンプタービン構造図

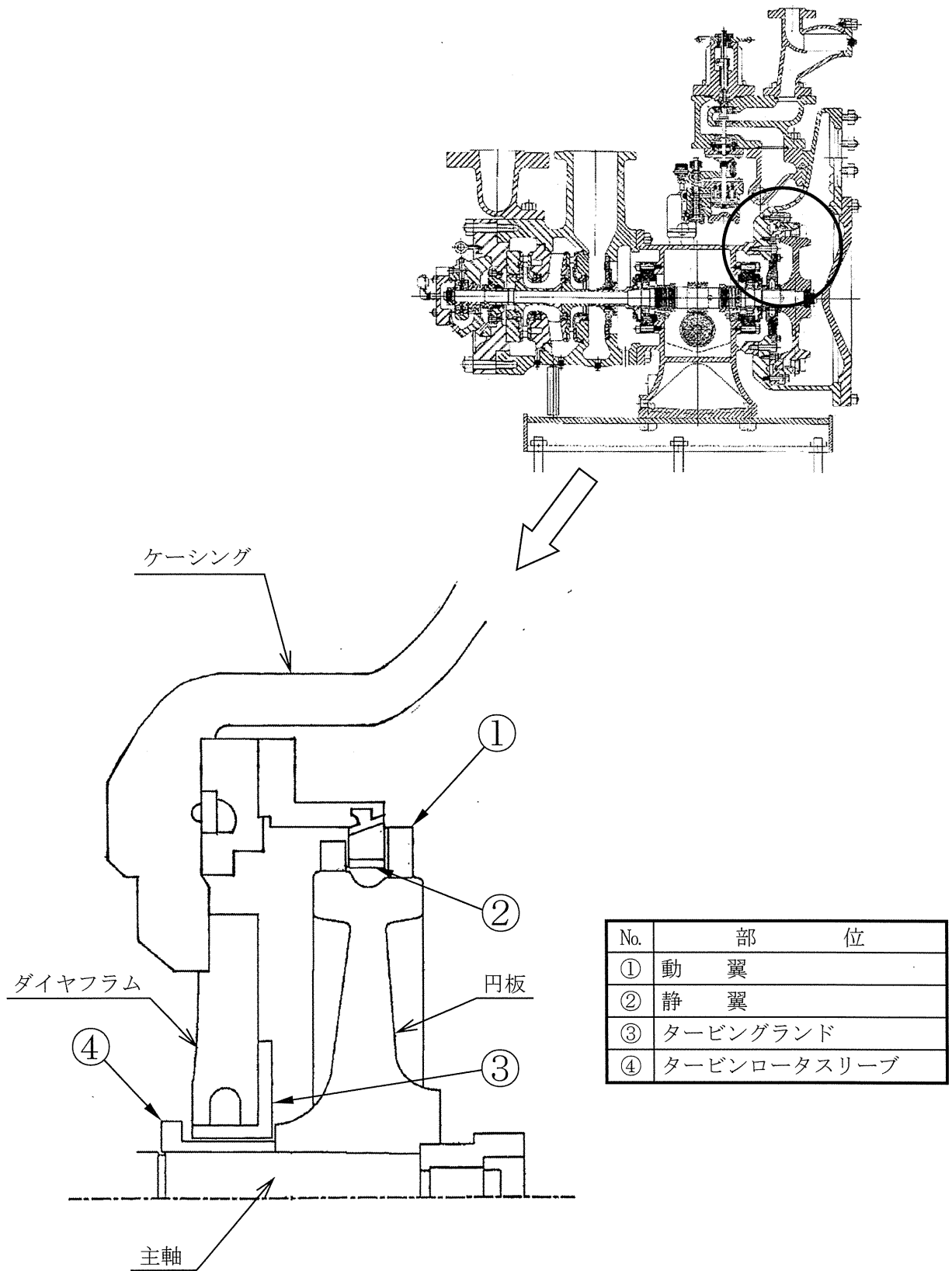
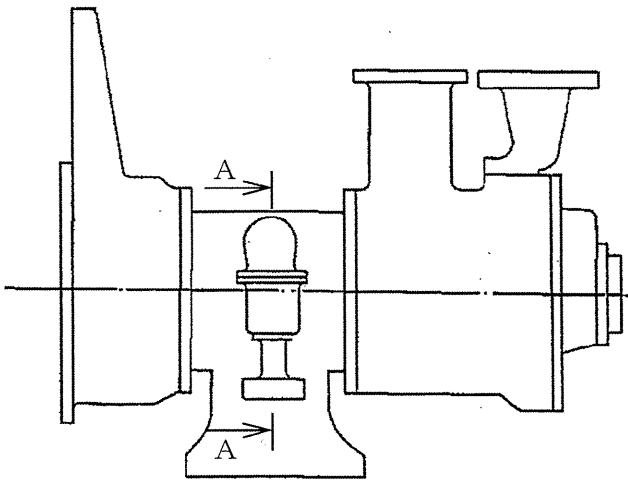


図2.1-1(2/2) 川内1号炉 タービン動補助給水ポンプタービン構造図



No.	部 位
①	油圧ユニット 主油ポンプ歯車
②	油圧ユニット 主油ポンプ軸受 (ころがり)
③	油圧ユニット 駆動用歯車
④	油圧ユニット 駆動軸軸受 (ころがり)

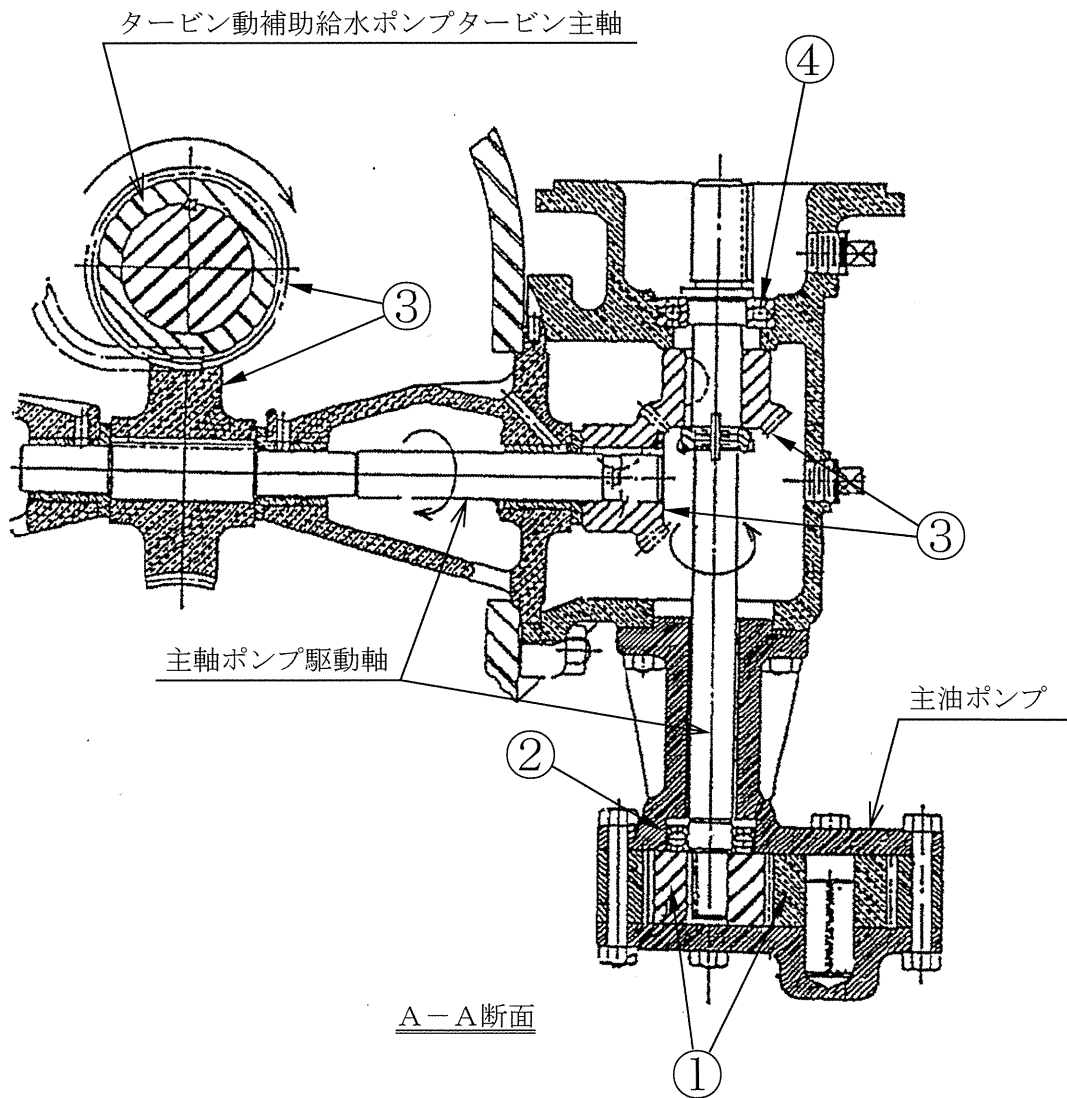
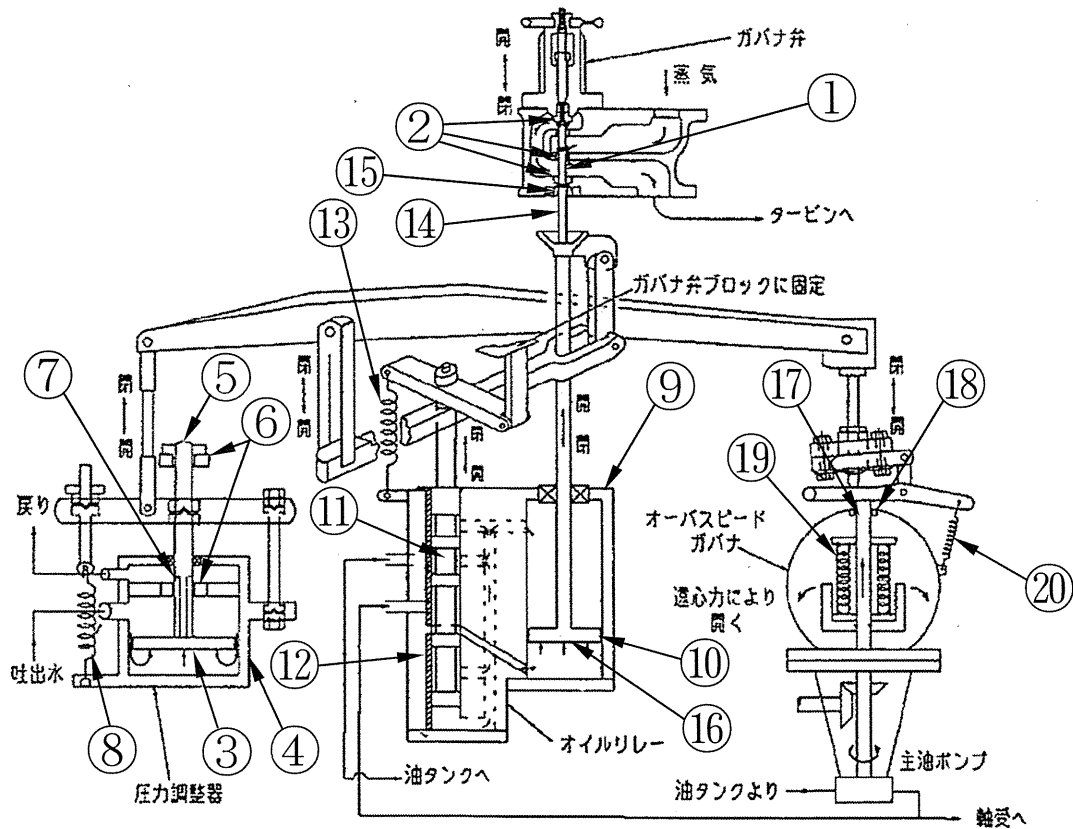


図2.1-2 川内1号炉 タービン動補助給水ポンプタービン
油圧ユニット 主油ポンプ構造図



No.	部 位	No.	部 位
①	ガバナ弁弁棒	⑪	オイルリレーパイロットスピンドル
②	ガバナ弁ガイド、シート	⑫	オイルリレーパイロットブッシュ
③	圧力調整器ピストン	⑬	オイルリレースプリング
④	圧力調整器シリンダ	⑭	オイルリレースピンドル
⑤	圧力調整器スピンドル	⑮	オイルリレーブッシュ
⑥	圧力調整器ガイド	⑯	オイルリレーピストン
⑦	圧力調整器ブッシュ	⑰	オーバースピードガバナスピンドル
⑧	圧力調整器スプリング	⑱	オーバースピードガバナブッシュ
⑨	オイルリレーシリンダ	⑲	ガバナスプリング
⑩	オイルリレーピストンリング	⑳	トリップラッチスプリング

図2.1-3 川内1号炉 タービン動補助給水ポンプタービン
ガバナ調速機構構造図(概念図)

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

	部 位	材 料
本 体	主 軸	低合金鋼
	円 板	低合金鋼
	油圧ユニットケーシング	炭素鋼鋳鋼
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	スラスト軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	ケーシング	低合金鋼鋳鋼
	ケーシングカバー	炭 素 鋼
	ダイヤフラム	炭素鋼鋳鋼
	ケーシングボルト	低合金鋼
	動 翼	ステンレス鋼
	静 翼	ステンレス鋼
	タービングランド	消耗品・定期取替品
	タービンロータスリーブ	消耗品・定期取替品
油圧ユニット 主油ポンプ	油圧ユニット主油ポンプ歯車	銅合金、炭素鋼
	油圧ユニット主油ポンプ軸受 （ころがり）	消耗品・定期取替品
	油圧ユニット駆動用歯車	銅合金、炭素鋼、低合金鋼
	油圧ユニット駆動軸軸受 （ころがり）	消耗品・定期取替品
ガバナ調速機構	ガバナ弁弁棒	ステンレス鋼
	ガバナ弁ガイド、シート	ステンレス鋼
	圧力調整器ピストン	銅 合 金
	圧力調整器シリンダ	銅 合 金
	圧力調整器スピンドル	ステンレス鋼
	圧力調整器ガイド	銅合金、ステンレス鋼
	圧力調整器ブッシュ	ステンレス鋼
	圧力調整器スプリング	炭 素 鋼

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

部 位	材 料	
ガバナ调速機構	オイルリレーシリンダ	鋳 鉄
	オイルリレーピストンリング	銅 合 金
	オイルリレーパイロットスピンドル	ステンレス鋼
	オイルリレーパイロットブッシュ	銅 合 金
	オイルリレースプリング	ステンレス鋼
	オイルリレースピンドル	ステンレス鋼
	オイルリレーブッシュ	銅 合 金
	オイルリレーピストン	鋳 鉄
	オーバスピードガバナスピンドル	ステンレス鋼
	オーバスピードガバナブッシュ	銅 合 金
	ガバナスプリング	炭 素 鋼
	トリップラッチスプリング	ステンレス鋼
外部油圧ユニット	銅合金、鋳鉄	

表2.1-2 川内1号炉 タービン動補助給水ポンプタービンの使用条件

最高使用圧力	約7.5MPa[gage]
最高使用温度	約291℃
内 部 流 体	蒸 気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

タービン動補助給水ポンプタービンの機能であるポンプ駆動機能を維持するためには、次の2つの項目が必要である。

- ① ポンプ駆動力の確保
- ② バウンダリの維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

タービン動補助給水ポンプタービンについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 主軸の摩耗

ころがり軸受を使用しているタービン動補助給水ポンプタービンについては、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。

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

しかしながら、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 主軸の高サイクル疲労割れ

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

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

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

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

(3) 円板の応力腐食割れ

円板は低合金鋼であり、湿り蒸気雰囲気下で使用されているため、円板の翼溝部及びキー溝部に応力腐食割れが想定される。

しかしながら、翼溝部の発生応力は、0.2%耐力と比較しても約1/3程度と小さく、円板と主軸は中心穴のテーパ形状によるはめあいにより結合されていることからキー溝部に過大な応力が発生しない構造となっている。

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

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

(4) 油圧ユニットケーシング及び外部油圧ユニットの腐食（全面腐食）

油圧ユニットケーシング及び外部油圧ユニットは、炭素鋼、鋳鋼、銅合金及び鋳鉄であり、腐食が想定される。

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

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

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

一方、内面については内部流体が油で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) ガバナ調速機構の摩耗

ガバナ調速機構を構成するガバナ弁、圧力調整器、オイルリレー及びオーバースピードガバナの摺動部に摩耗が想定される。

しかしながら、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(6) ばねの変形（応力緩和）

オイルリレースプリング、圧力調整器スプリング、ガバナスプリング及びトリップラッチスプリングは、ある一定の応力状態にて長時間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

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

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

なお、起動試験時のガバナ弁動作状態確認により、機器の健全性を確認している。

(7) 油圧ユニット主油ポンプ歯車及び駆動用歯車の摩耗

油圧ユニットの主油ポンプは、駆動用歯車を介して主軸の回転力により駆動されており、また主油ポンプも歯車ポンプであるため、歯車に摩耗が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(8) ケーシング、ケーシングカバー及びダイヤフラムの腐食（全面腐食）

ケーシング及びケーシングカバーは、低合金鋼鑄鋼又は炭素鋼であり外面からの腐食が想定される。

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

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

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

一方、ケーシング、ケーシングカバー及び炭素鋼鑄鋼製のダイヤフラムの内面については、湿り蒸気雰囲気中の長期間の使用により腐食が想定される。

しかしながら、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) ケーシング、ケーシングカバー及びダイヤフラムの疲労割れ

ケーシング、ケーシングカバー及びダイヤフラムは、タービン起動時に発生する内部流体の温度、圧力の変化により疲労が蓄積することから、疲労割れが想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(10) ケーシングボルトの腐食（全面腐食）

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

しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）、スラスト軸受（ころがり）、タービングランド、タービンロータスリーブ、油圧ユニット主油ポンプ軸受（ころがり）及び油圧ユニット駆動軸軸受（ころがり）は分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1(1/2) 川内1号炉 タービン動補助給水ポンプタービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 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		
ポンプ駆動力の確保	本 体	主 軸		低合金鋼	△		△*1				*1：高サイクル疲労割れ *2：変形（応力緩和）	
		円 板		低合金鋼				△				
		油圧エレクトロシグナル		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		軸受(ころがり)	◎	—								
		スラスト軸受(ころがり)	◎	—								
		動 翼		ステンレス鋼								
		静 翼		ステンレス鋼								
	ガバナ調速機構	ガバナ弁弁棒		ステンレス鋼	△							
		ガバナ弁弁棒、シート		ステンレス鋼	△							
		圧力調整器ピストン		銅合金	△							
		圧力調整器シリンダ		銅合金	△							
		圧力調整器ピストン		ステンレス鋼	△							
		圧力調整器弁棒		銅合金、ステンレス鋼	△							
		圧力調整器ブッシュ		ステンレス鋼	△							
		圧力調整器スプリング		炭素鋼								△*2
		オイルレシリンダ		鋳鉄	△							
		オイルレピストン		銅合金	△							
		オイルレバロットピストン		ステンレス鋼	△							
		オイルレバロットブッシュ		銅合金	△							
		オイルレススプリング		ステンレス鋼								△*2
		オイルレスピストン		ステンレス鋼	△							
		オイルレブッシュ		銅合金	△							
		オイルレピストン		鋳鉄	△							
		オーバーシートガバナピストン		ステンレス鋼	△							
		オーバーシートガバナブッシュ		銅合金	△							
		ガバナスプリング		炭素鋼								△*2
		トリップラッチスプリング		ステンレス鋼								△*2
外部油圧ユニット			銅合金、鋳鉄		△(内面) △(外面)							

△：高経年化対策上着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) 川内1号炉 タービン動補助給水ポンプタービンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 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		
ポンプ駆動力の確保	油圧ユニット 主油ポンプ	油圧ユニット主油ポンプ 歯車		銅合金、炭素鋼	△							
		油圧ユニット主油ポンプ 軸受(ころがり)	◎	—								
		油圧ユニット駆動用歯車		銅合金、炭素鋼 低合金鋼	△							
		油圧ユニット駆動軸 軸受(ころがり)	◎	—								
バウンダリの維持	本 体	ケーシング		低合金鋼 casting		△(内面) △(外面)	△					
		ケーシングカバー		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)	△					
		ダイヤフラム		炭素鋼 casting		△	△					
		ケーシングホルト		低合金鋼		△						
		タービンラント	◎	—								
		タービンロータスリーブ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

5 主油ポンプ

[対象機器]

- ① 主油ポンプ

目 次

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

1. 対象機器

川内1号炉で使用されている主油ポンプの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 主油ポンプの主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運 転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
主油ポンプ (1)	高*2	連 続	約2.2	約80

*1：機能は最上位の機能を示す

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

2. 主油ポンプの技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 主油ポンプ

(1) 構造

川内1号炉の主油ポンプは、横置単段うず巻形ポンプである。

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

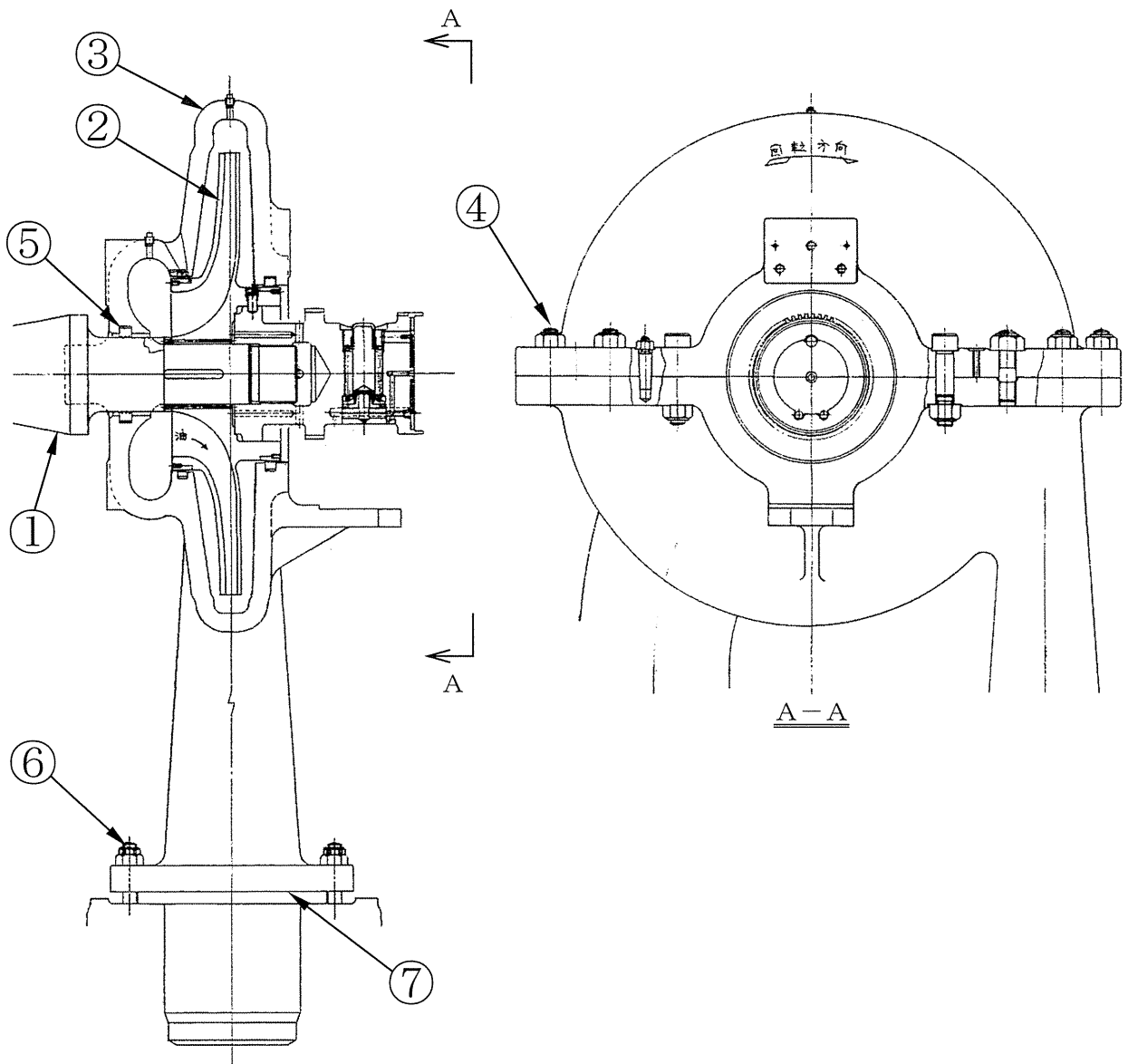
また、主軸には低合金鋼、羽根車にはステンレス鋼、ケーシングには炭素鋼をそれぞれ使用している。

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

川内1号炉の主油ポンプの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

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



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

図2.1-1 川内1号炉 主油ポンプ構造図

表2.1-1 川内1号炉 主油ポンプ主要部位の使用材料

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

表2.1-2 川内1号炉 主油ポンプの使用条件

最高使用圧力	約2.2MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
内 部 流 体	油

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

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

- ① ポンプの容量－揚程確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

主油ポンプについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 主軸及びケーシング等の腐食（全面腐食）

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

しかしながら、主油ポンプは軸受台内に設置されており、内外面ともに油又は油雰囲気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 主軸の高サイクル疲労割れ

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

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

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

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

(3) 羽根車の腐食（キャビテーション）

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

油切りは、分解点検時の目視確認及び寸法計測の結果に基づき取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 川内1号炉 主油ポンプに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 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		
ポンプの容量－揚程確保	主 軸		低合金鋼		△	△*1				*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション	
	羽 根 車		ステンレス鋼鋳鋼		△*2						
バウダリの維持	ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△						
	ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	油 切 り	◎	—								
機器の支持	ケーシング取付ボルト		低合金鋼		△						
	中間リング		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

6 調速装置・保安装置

[対象機器]

- ① 調速装置
- ② 保安装置

目 次

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

1. 対象機器

川内1号炉で使用されている調速装置・保安装置の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 調速装置・保安装置の主な仕様

機器名称 (台数)	仕様 (型式)	重要度*1	使用条件		
			運転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
調速装置 (1)	電気油圧式	高*2	連続	約16.2	約75
保安装置 (1)	機械油圧式	高*2	連続	約2.2	約80

*1：機能は最上位の機能を示す

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

2. 調速装置・保安装置の技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 調速装置

(1) 構造

川内1号炉の調速装置は、電気油圧式でありタービン軸から電気信号として検出した回転数により、弁開度指令信号を各弁のアクチュエータへ送り、高圧油供給ユニットから供給された高圧油を用いてアクチュエータの開度を調整する。

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

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

(2) 材料及び使用条件

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

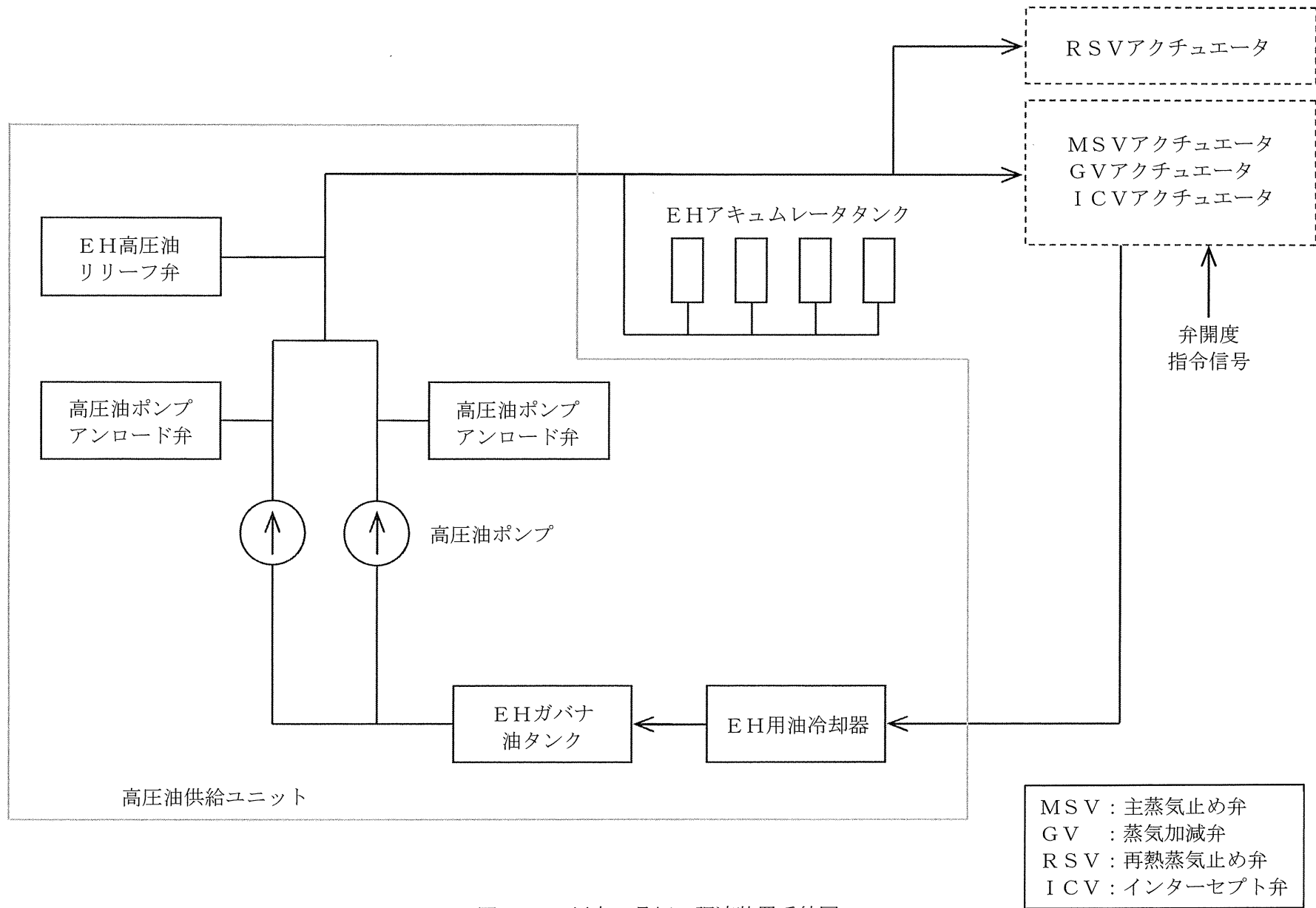


図2.1-1 川内1号炉 調速装置系統図

高圧油ポンプアンロード弁
EH高圧油リリース弁

EHガバナ油タンク

①

②

No.	部 位
①	胴 板
②	架 台
③	基礎ボルト

高圧油ポンプ

③

EH用油冷却器

図2.1-2(1/5) 川内1号炉 高圧油供給ユニット構造図

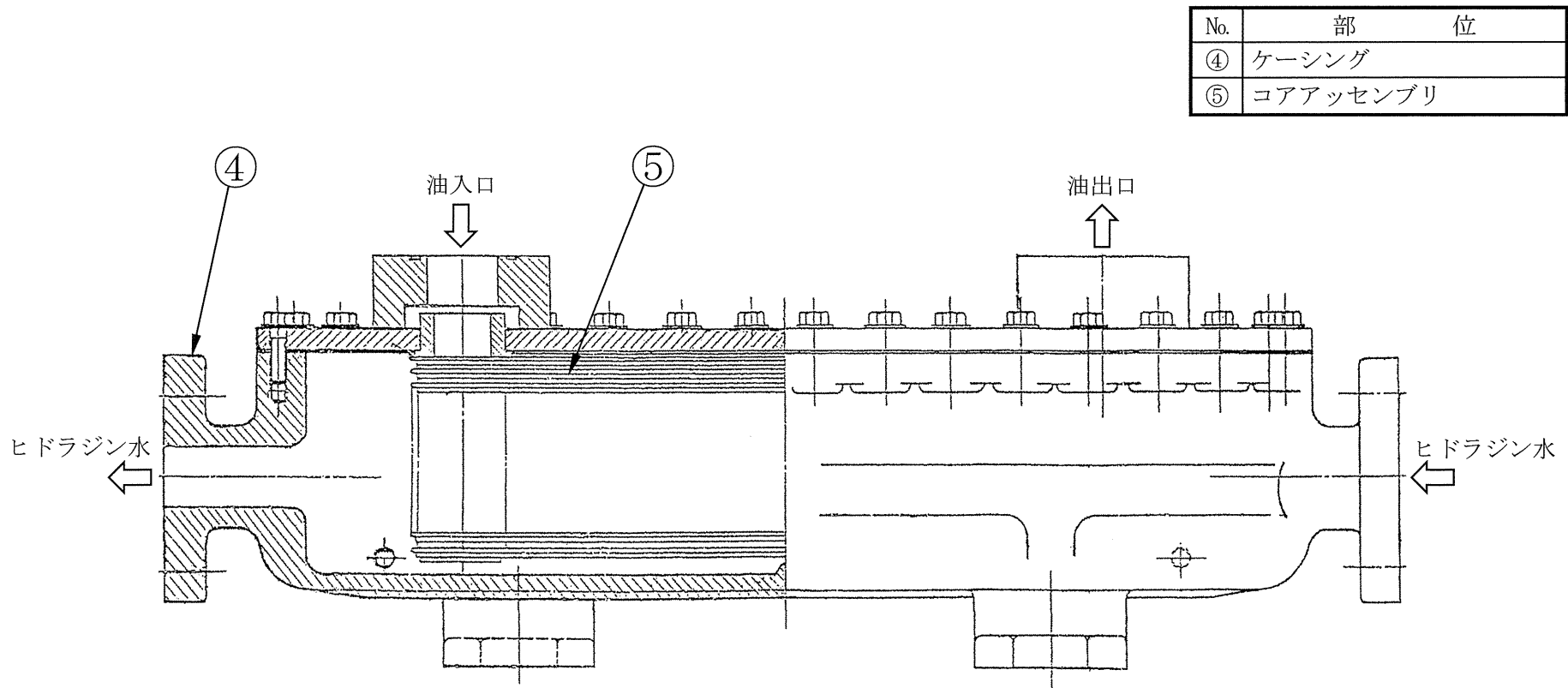
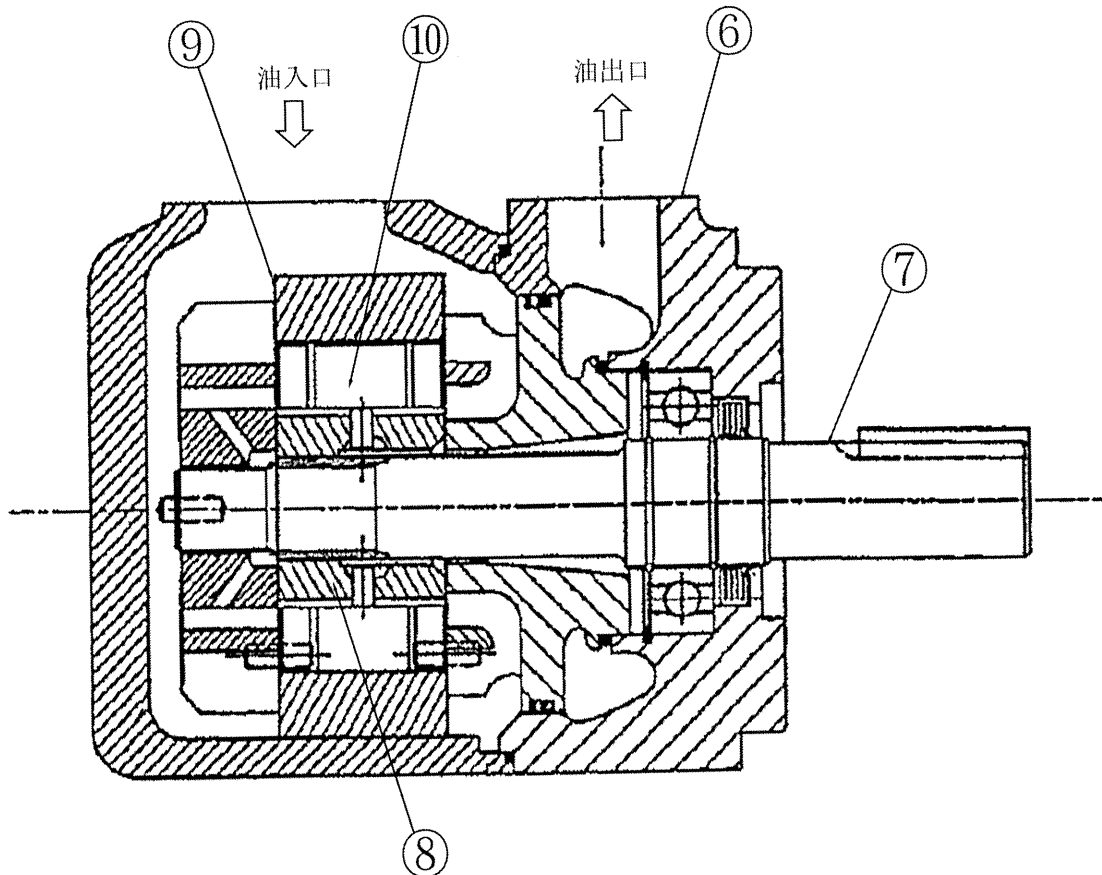
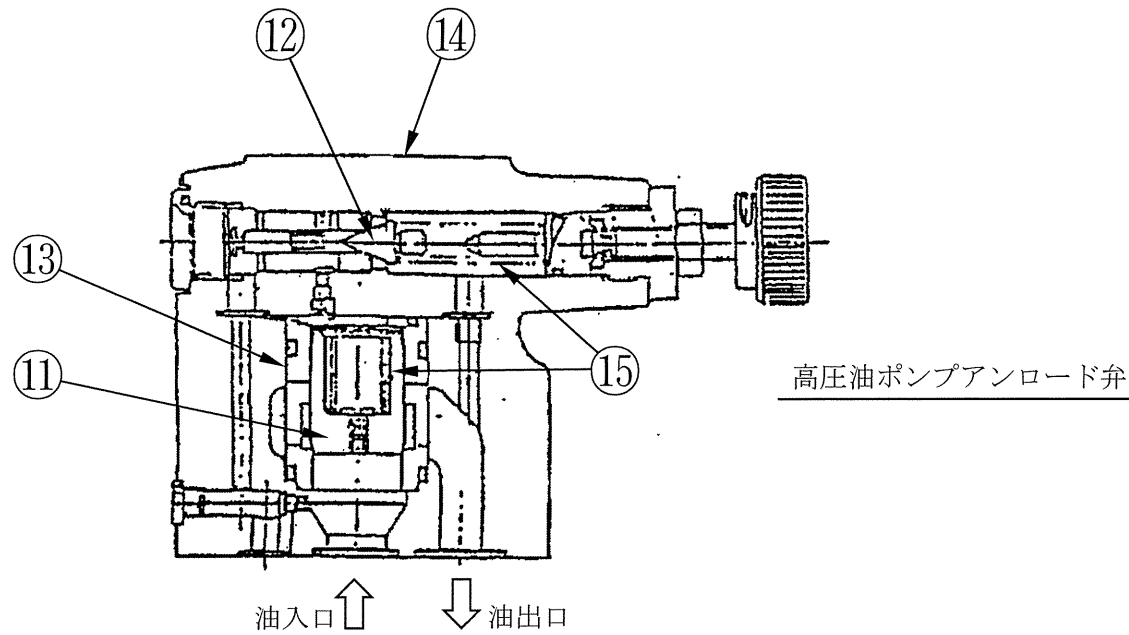


図2.1-2(2/5) 川内1号炉 EH用油冷却器構造図



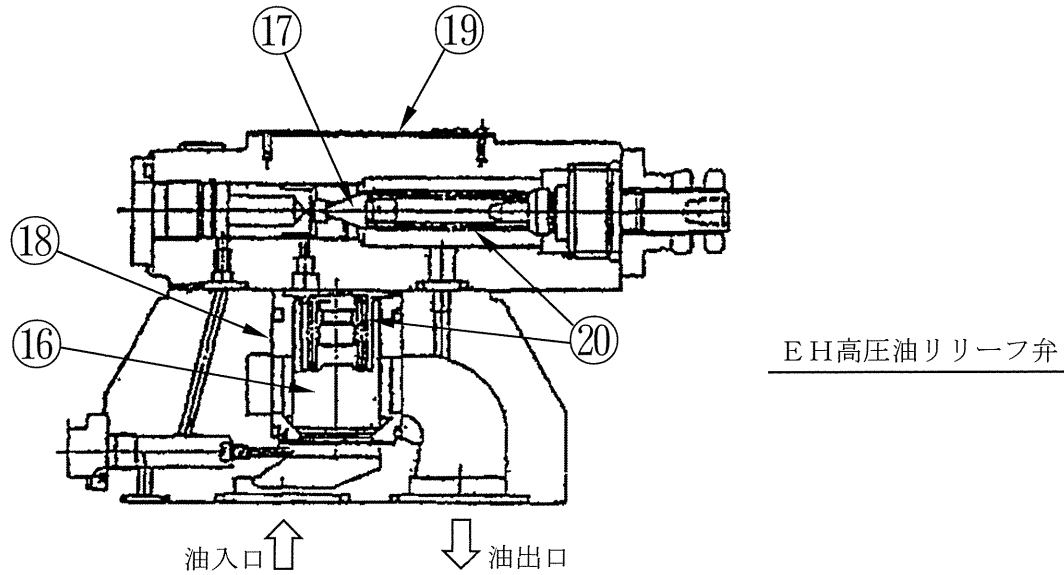
No.	部 位
⑥	ケーシング
⑦	主 軸
⑧	ロータ
⑨	カムリング
⑩	ベーン

図2.1-2(3/5) 川内1号炉 高圧油ポンプ構造図



高圧油ポンプアンロード弁

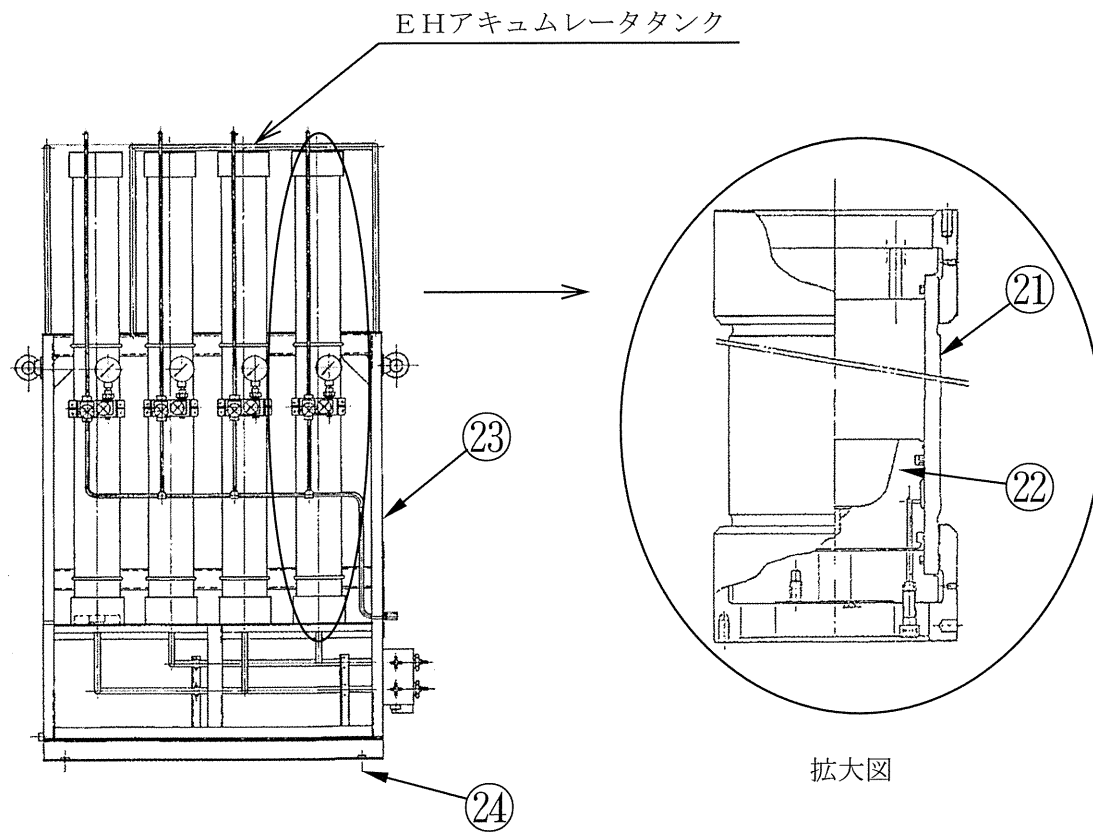
No.	部 位
⑪	プランジャ
⑫	ポペット
⑬	プッシュ
⑭	ケーシング
⑮	ばね



E H高圧油リリーフ弁

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

図2. 1-2(4/5) 川内1号炉 高圧油ポンプアンロード弁及びEH高圧油リリーフ弁構造図



No.	部 位
①	チューブ
②	ピストン
③	スタンド
④	基礎ボルト

図2.1-2(5/5) 川内1号炉 EHアキュムレータタンク構造図

表2.1-1 川内1号炉 調速装置主要部位の使用材料

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

表2.1-2 川内1号炉 調速装置の使用条件

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

2.1.2 保安装置

(1) 構造

川内1号炉の保安装置は、タービンに異常が発生した場合に、安全にタービンを停止させる保護装置として設置されている。

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

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

川内1号炉の保安装置の系統図及び構造図を図2.1-3及び図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の保安装置の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

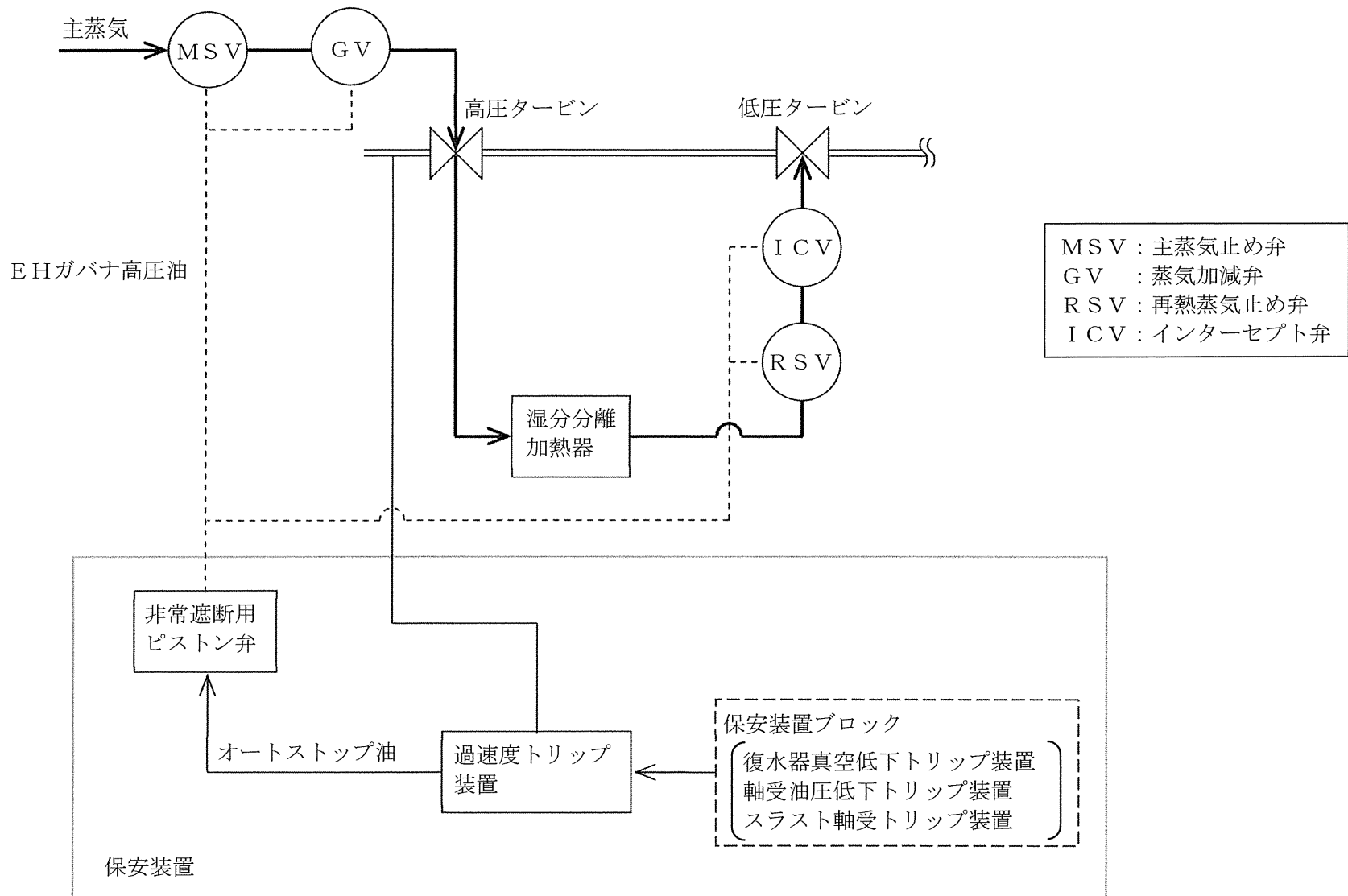
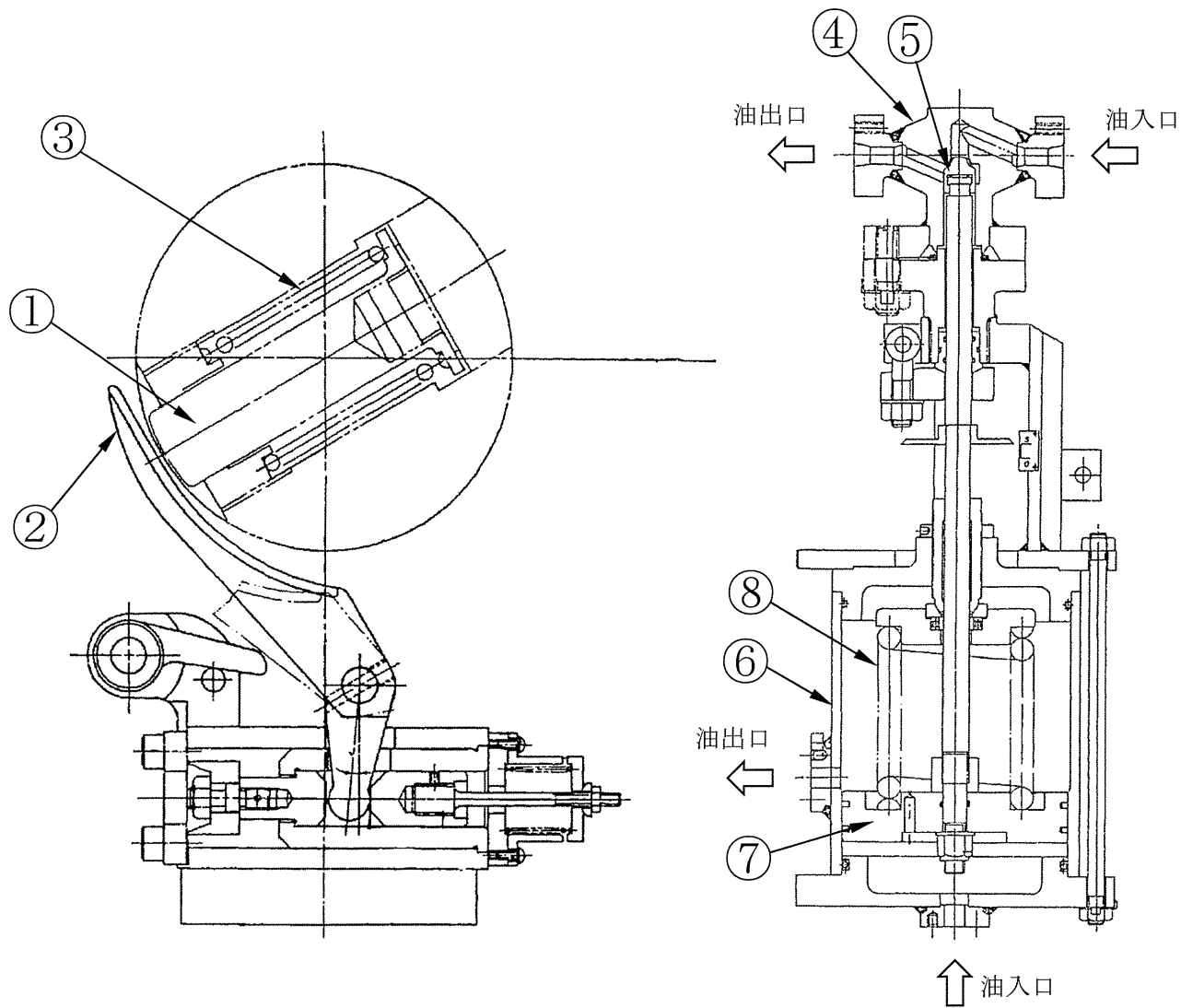


図2.1-3 川内1号炉 保安装置系統図



過速度トリップ装置

非常遮断用ピストン弁

No.	部 位
①	遮断子
②	トリガー
③	ばね

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

図2.1-4 川内1号炉 保安装置構造図

表2.1-3 川内1号炉 保安装置主要部位の使用材料

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

表2.1-4 川内1号炉 保安装置の使用条件

最高使用圧力	約2.2MPa [gage]
最高使用温度	約80℃
内 部 流 体	油

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

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

- ① 制御機能の維持
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

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

- ① 保護機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

調速装置・保安装置について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1及び表2.2-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) ケーシング及びチューブの腐食（全面腐食）〔調速装置〕

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

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

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

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

一方、内面については内部流体が油で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 主軸及びロータ等の腐食（全面腐食）〔調速装置〕

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

しかしながら、油雰囲気下で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) プランジャ、ポペット及びブッシュの摩耗〔調速装置〕

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

しかしながら、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) チューブ及びピストンの摩耗〔調速装置〕

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

しかしながら、チューブには硬質クロムメッキを施し、ピストンには耐摩耗性に優れた材料を使用し、耐摩耗性を向上させるとともに、摺動部に潤滑油を注入することで摩耗を防止しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) ばねの変形（応力緩和）〔共通〕

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

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

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

なお、定期的な作動確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 架台及びスタンドの腐食（全面腐食）〔調速装置〕

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

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

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

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

(7) 遮断子及びトリガーの摩耗〔保安装置〕

過速度トリップ装置の遮断子及びトリガーは、動作による摩耗が想定される。

しかしながら、遮断子はステライトの肉盛を施し、トリガー表面は高周波焼入れにより、耐摩耗性を向上させており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(8) トリガーの腐食（全面腐食）〔保安装置〕

過速度トリップ装置のトリガーは低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、油雰囲気下で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 弁箱、シリンダ及びピストンの腐食（全面腐食）〔保安装置〕

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

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

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

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

一方、内面については内部流体が油で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(10) 弁体及び弁箱弁座部の摩耗 [保安装置]

非常遮断用ピストン弁の弁体及び弁箱弁座部は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、弁体及び弁箱弁座部には耐摩耗性に優れたステライトを肉盛しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) シリンダ及びピストンの摩耗 [保安装置]

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

しかしながら、内部流体が油であるため摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(12) 基礎ボルトの腐食（全面腐食） [調速装置]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

高圧油ポンプのカムリング及びベーンは、分解点検時の目視確認の結果に基づき取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1(1/2) 川内1号炉 調速装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 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		
制御機能の維持	EH用油冷却器	ケーシング		ステンレス鋼							*1：変形 (応力緩和)	
		コアアッセンブリ		ステンレス鋼								
	高圧油ポンプ	ケーシング		鋳 鉄		△						
		主 軸		低合金鋼		△						
		ロ ー タ		低合金鋼		△						
		カムリング	◎	—								
		ベ ー ン	◎	—								
	高圧油ポンプ アンロード弁	プランジャ		低合金鋼	△	△						
		ポペット		低合金鋼	△	△						
		ブッシュ		低合金鋼	△	△						
		ケーシング		鋳 鉄		△						
		ば ね		ばね鋼								△*1

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/2) 川内1号炉 調速装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 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		
制御機能の維持	EH高圧油リリーフ弁	プランジャ		低合金鋼	△	△					*1：変形 (応力緩和)	
		ポペット		低合金鋼	△	△						
		ブッシュ		低合金鋼	△	△						
		ケーシング		鋳 鉄		△						
		ば ね		ピアノ線						△*1		
	EHアキュムレータタンク	チューブ		炭 素 鋼	△	△						
		ピストン		アルミニウム合金鋳物	△							
バウンダリの維持	EHガバナ油タンク	胴 板		ステンレス鋼								
機器の支持	高圧油供給ユニット	架 台		炭 素 鋼		△						
		基礎ボルト		炭 素 鋼		△						
	EHアキュムレータタンク	スタンド		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2.2-2 川内1号炉 保安装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 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		
保護機能の維持	過速度トリップ装置	遮断子		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△						*1：変形 (応力緩和) *2：弁座部	
		トリガー		低合金鋼	△	△						
		ばね		ばね鋼						△*1		
	非常遮断用 ピストン弁	弁箱（弁座一体）		炭素鋼 (ステライト肉盛)	△*2	△						
		弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
		シリンダ		炭 素 鋼	△	△						
		ピストン		鑄 鉄	△	△						
		ばね		ばね鋼								△*1

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

川内原子力発電所 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

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

九州電力株式会社

本評価書は、川内1号炉における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係わる技術評価についてまとめたものである。

川内1号炉におけるコンクリート構造物及び鉄骨構造物のうち、安全上重要な構造物（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におけるPS-1、2（異常発生防止系-クラス1、2）及びMS-1、2（異常影響緩和系-クラス1、2）に該当する構造物、又は該当する機器を支持する構造物）、高温・高圧の環境下にある機器を支持する構造物（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におけるPS-3（異常発生防止系-クラス3）及びMS-3（異常影響緩和系-クラス3）に該当する機器のうち高温・高圧の環境下にある機器を支持する構造物）、安全上重要な構造物及び高温・高圧の環境下にある機器を支持する構造物のうち火災防護設備に属する構造物、浸水防護施設に属する構造物、常設重大事故等対処設備及び常設重大事故等対処設備に属する機器を支持する構造物を対象構造物として選定した。

コンクリート構造物及び鉄骨構造物に対して、安全上及び運転継続上要求される機能としては、支持機能、放射線の遮蔽機能（一部のコンクリート構造物が対象）及び耐火機能（一部のコンクリート構造物が対象）があげられる。

本評価書においては、これらの機能に影響する経年劣化事象を抽出し、その事象に影響を及ぼす各経年劣化要因に対して、代表構造物の内、使用環境、使用条件、重要度により評価対象とする構造物を選定し、技術評価を実施している。本評価書における技術評価結果で現状保全を継続すべき項目としたものについては、現状保全の点検手法の適切性を確認しており、現状保全を継続することで健全性の維持は可能であると考えられる。

1 コンクリート構造物及び鉄骨構造物

目 次

1. 対象構造物及び代表構造物	1
1.1 対象構造物のグループ化	2
1.2 代表構造物の選定	2
2. 代表構造物の技術評価	8
2.1 構造、材料、使用条件	8
2.2 経年劣化事象の抽出	12
2.3 高経年化対策上着目すべき構造物・経年劣化事象の技術評価	20
3. グループ内全構造物への展開	40

1. 対象構造物及び代表構造物

川内1号炉におけるコンクリート構造物及び鉄骨構造物のうち、安全上重要な構造物及び高温・高圧の環境下にある機器を支持する構造物（火災防護設備に属する構造物、浸水防護施設に属する構造物を含む）、常設重大事故等対処設備及び常設重大事故等対処設備を支持する構造物を対象構造物とする。安全上重要な構造物は、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（平成2年8月30日原子力安全委員会決定、以下、「重要度分類指針」という。）におけるPS-1、2（異常発生防止系ークラス1、2）及びMS-1、2（異常影響緩和系ークラス1、2）に該当する構造物、又は該当する機器を支持する構造物である。高温・高圧の環境下にある機器を支持する構造物は、「重要度分類指針」におけるPS-3（異常発生防止系ークラス3）及びMS-3（異常影響緩和系ークラス3）に該当する機器のうち高温・高圧の環境下にある機器を支持する構造物である。

表1-1に対象構造物の選定を示す。対象構造物は以下のとおりとなる。

- ① 外部遮蔽壁
- ② 内部コンクリート
- ③ 原子炉格納施設基礎
- ④ 原子炉補助建屋
- ⑤ 燃料取扱建屋
- ⑥ 廃棄物処理建屋
- ⑦ タービン建屋
- ⑧ 取水構造物（海水管ダクト含む）
- ⑨ 脱気器基礎
- ⑩ スチームコンバータ装置基礎
- ⑪ 非常用ディーゼル発電用燃料油貯油槽基礎（燃料油貯蔵タンク基礎含む）
- ⑫ 復水タンク基礎（配管ダクト含む）
- ⑬ 燃料取替用水タンク基礎（配管ダクト含む）
- ⑭ 原子炉補助建屋水密扉
- ⑮ 海水ポンプエリア防護壁
- ⑯ 海水ポンプエリア水密扉
- ⑰ 貯留堰
- ⑱ 大容量空冷式発電機基礎（燃料タンク基礎含む）
- ⑲ 緊急時対策所

これらの対象構造物を以下のとおり、グループ化し、代表構造物を選定した。

1.1 対象構造物のグループ化

対象構造物は、材料特性によりコンクリート構造物と鉄骨構造物の2つのグループに分類される。

1.2 代表構造物の選定

表1.2-1に示すとおり、使用条件等により、以下を代表構造物として選定した。

(1) コンクリート構造物

- ① 外部遮蔽壁
- ② 内部コンクリート
- ③ 原子炉格納施設基礎
- ④ 原子炉補助建屋
- ⑤ タービン建屋（タービン架台）
- ⑥ 取水構造物

(2) 鉄骨構造物

- ① 内部コンクリート（鉄骨部）
- ② 燃料取扱建屋（鉄骨部）
- ③ タービン建屋（鉄骨部）

表1-1 川内1号炉 対象構造物の選定 (1/3)

「重要度分類指針」等に定める要求機能	分類等	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	原子炉容器 蒸気発生器 1次冷却材ポンプ 加圧器	内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート
過剰反応度の印加防止機能	PS-1	制御棒駆動装置圧力ハウジング	内部コンクリート
炉心形状の維持機能	PS-1	炉心槽	内部コンクリート
原子炉の緊急停止機能	MS-1	制御棒 制御棒クラスタ案内管 制御棒駆動装置	内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート
未臨界維持機能	MS-1	制御棒 ほう酸注入系	内部コンクリート 内部コンクリート、原子炉補助建屋、 燃料取替用水タンク基礎（配管ダクト含む）
原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	MS-1	加圧器安全弁	内部コンクリート
原子炉停止後の除熱機能	MS-1	余熱除去系 補助給水系 主蒸気系 主給水系	内部コンクリート、原子炉補助建屋 原子炉補助建屋、復水タンク基礎（配管ダクト含む） 内部コンクリート、原子炉補助建屋 内部コンクリート、原子炉補助建屋
炉心冷却機能	MS-1	低圧注入系 高圧注入系 蓄圧注入系	内部コンクリート、原子炉補助建屋、 燃料取替用水タンク基礎（配管ダクト含む） 内部コンクリート、原子炉補助建屋、 燃料取替用水タンク基礎（配管ダクト含む） 内部コンクリート
放射性物質の閉じ込め機能 放射線の遮蔽及び放出低減機能	MS-1	原子炉格納容器 格納容器スプレイ系 アニュラス空気再循環設備 安全補機室空気浄化系 アニュラス 遮蔽設備（外部遮蔽壁、内部コンクリート）	原子炉格納施設基礎 原子炉補助建屋、燃料取替用水タンク基礎（配管ダクト含む） 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 外部遮蔽壁、原子炉格納施設基礎 外部遮蔽壁、内部コンクリート
工学的安全施設及び原子炉停止系の作動信号の発生機能	MS-1	安全保護系	原子炉補助建屋

表1-1 川内1号炉 対象構造物の選定 (2/3)

「重要度分類指針」等に定める要求機能	分類等	主要設備	対象構造物
安全上特に重要な関連機能	MS-1	非常用所内電源系 中央制御室 中央制御室換気空調系 原子炉補機冷却水系 原子炉補機冷却海水系 直流電源系 計測制御電源系 制御用圧縮空気設備	原子炉補助建屋、 非常用ディーゼル発電用燃料油貯油槽基礎（燃料油貯蔵タンク基礎含む） 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 内部コンクリート、原子炉補助建屋 原子炉補助建屋、取水構造物（海水管ダクト含む） 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 内部コンクリート、原子炉補助建屋
原子炉冷却材を内蔵する機能	PS-2	化学体積制御系	原子炉補助建屋
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	放射性気体廃棄物処理系 使用済燃料ピット（使用済燃料ラックを含む）	原子炉補助建屋 燃料取扱建屋
燃料を安全に取り扱う機能	PS-2	燃料取替クレーン 燃料移送装置 使用済燃料ピットクレーン	内部コンクリート 内部コンクリート、燃料取扱建屋 燃料取扱建屋
安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	PS-2	加圧器安全弁 加圧器逃がし弁	内部コンクリート 内部コンクリート
燃料プール水の補給機能	MS-2	燃料取替用水タンク 燃料取替用水ポンプ	燃料取替用水タンク基礎（配管ダクト含む） 原子炉補助建屋
放射性物質放出の防止機能	MS-2	アニュラス空気浄化系 排気筒（格納容器排気筒）	原子炉補助建屋 外部遮蔽壁
事故時のプラント状態の把握機能	MS-2	事故時監視計器	内部コンクリート、原子炉補助建屋
異常状態の緩和機能	MS-2	加圧器逃がし弁 加圧器後備ヒータ 加圧器逃がし元弁	内部コンクリート 内部コンクリート 内部コンクリート
制御室外からの安全停止機能	MS-2	制御室外原子炉停止装置	原子炉補助建屋
重要度クラス3の内、最高使用温度が95℃を超え、又は最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の機器に要求される機能	高*1	雑固体焼却設備、アスファルト固化装置 高圧タービン、低圧タービン、復水ポンプ、 給水加熱器、電動主給水ポンプ、湿分分離加熱器 脱気器 スチームコンバータ装置	廃棄物処理建屋 タービン建屋（タービン架台及び鉄骨部） 脱気器基礎 スチームコンバータ装置基礎

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

表1-1 川内1号炉 対象構造物の選定 (3/3)

「重要度分類指針」等に定める要求機能	分類等	主要設備	対象構造物
常設重大事故等対処設備	重*2	常設電動注入ポンプ 常設電動注入ポンプ用電動機 号炉間電力融通ケーブル 重大事故等対処用変圧器受電盤 重大事故等対処用変圧器盤 AM用格納容器圧力計測制御設備 A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量計測制御設備 SA用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量計測制御設備 使用済燃料ピット水位(SA)計測制御設備 原子炉格納容器水位計測制御設備 原子炉下部キャビティ水位計測制御設備 使用済燃料ピット温度計測制御設備 静的触媒式水素再結合装置動作監視装置 電気式水素燃焼装置動作監視装置 緊急時対策所情報収集設備 緊急時運転パラメータ伝送システム(SPDS)・SPDSデータ表示装置 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備 衛星携帯電話設備 使用済燃料ピット状態監視カメラ 静的触媒式水素再結合装置 電気式水素燃焼装置 蓄電池(重大事故等対処用) 大容量空冷式発電機 緊急時対策所	原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋 燃料取扱建屋 内部コンクリート 内部コンクリート 燃料取扱建屋 内部コンクリート 内部コンクリート 原子炉補助建屋 原子炉補助建屋、緊急時対策所 原子炉補助建屋、緊急時対策所 燃料取扱建屋 内部コンクリート 内部コンクリート 原子炉補助建屋 大容量空冷式発電機基礎(燃料タンク基礎含む) 緊急時対策所
浸水防護施設(耐津波安全性評価対象)	設*3	原子炉補助建屋水密扉 海水ポンプエリア防護壁 海水ポンプエリア水密扉 貯留堰	原子炉補助建屋水密扉 海水ポンプエリア防護壁 海水ポンプエリア水密扉 貯留堰

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

*3: 設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す。

表1.2-1 川内1号炉 代表構造物の選定 (1/2)

対象構造物 (コンクリート構造物)	重要度分類等	使用条件等									選定	選定理由
		運転開始後 経過年数*1	高温部の 有無	放射線の 有無	振動の 有無	設置環境		塩分浸透の 有無	代表構造物 を支持	耐火要求 の有無		
						屋内	屋外					
① 外部遮蔽壁	クラス1設備 支持	38	◇	◇	—	仕上げ無し	仕上げ有り	◇	—	—	◎	屋内で仕上げ無し
② 内部コンクリート	クラス1設備 支持	38	○ (1次遮蔽壁)	○ (1次遮蔽壁)	—	仕上げ有り	/	—	—	/	◎	高温部、放射線の影響
③ 原子炉格納施設基礎	クラス1設備 支持	38	—	◇	—	仕上げ有り	埋設*3	◇	外部遮蔽壁 及び内部コン クリートを支持	/	◎	代表構造物を支持す る構造物
④ 原子炉補助建屋	クラス1設備 支持	38	—	◇	○ (非常用ディーゼル 発電設備基礎)	一部 仕上げ無し	仕上げ有り	◇	—	—	◎	振動の影響、 屋内で仕上げ無し
⑤ 燃料取扱建屋	クラス2設備 支持	38	—	◇	—	一部 仕上げ無し*2	埋設*3	—	—	—		
⑥ 廃棄物処理建屋	クラス3設備 支持	37	—	◇	—	一部 仕上げ無し*2	仕上げ有り	◇	—	—		
⑦ タービン建屋 (タービン架台)	クラス3設備 支持	38	—	—	○ (タービン架台)	一部 仕上げ有り	/	—	—	/	◎	振動の影響、 屋内で仕上げ無し
⑧ 取水構造物 (海水管ダクト含む)	クラス1設備 支持	38	—	—	—	一部 仕上げ無し*2	一部 仕上げ無し	○ (海水と接触)	—	—	◎	屋外で仕上げ無し、 供給塩化物量の影響
⑨ 脱気器基礎	クラス3設備 支持	38	—	—	—	仕上げ無し*2	仕上げ有り	◇	—	/		
⑩ スチームコンバータ装置基礎	クラス3設備 支持	38	—	—	—	/	一部 仕上げ無し	◇	—	/		
⑪ 非常用ディーゼル発電用 燃料油貯油槽基礎 (燃料油貯蔵タンク基礎含む)	クラス1設備 支持	38	—	—	—	/	埋設*3	◇	—	—		
⑫ 復水タンク基礎 (配管ダクト含む)	クラス1設備 支持	38	—	—	—	一部 仕上げ無し*2	埋設*3	◇	—	/		
⑬ 燃料取替用水タンク基礎 (配管ダクト含む)	クラス1設備 支持	38	—	—	—	一部 仕上げ無し*2	埋設*3	◇	—	/		
⑭ 海水ポンプエリア防護壁	浸水防護施設	9	—	—	—	/	仕上げ無し	○*4	—	/		
⑮ 貯留堰	浸水防護施設	9	—	—	—	/	仕上げ無し	○*5	—	/		
⑯ 大容量空冷式発電機基礎 (燃料タンク基礎含む)	常設重大事故 等対処設備	9	—	—	—	/	埋設*3	◇	—	/		
⑰ 緊急時対策所	常設重大事故 等対処設備	0	—	—	—	仕上げ有り	仕上げ有り	◇	—	/		

*1: 運転開始後経過年数は、2022年10月時点の年数としている。

*2: 他の屋内で仕上げがない構造物で代表させる。

*3: 環境条件の区分として、埋設部より気中部の方が保守的であることから、他の屋外で仕上げがない構造物で代表させる。

*4: 常時海水と接触していないことから、常時海水と接触し飛沫の影響が大きい取水構造物で代表させる。

*5: 常時海水中に没していることから、常時海水と接触し飛沫の影響が大きく、大気に接し酸素の供給がある取水構造物で代表させる。

【凡例】

○: 影響大

◇: 影響小

—: 影響極小、又は無し

表1.2-1 川内1号炉 代表構造物の選定 (2/2)

対象構造物 (鉄骨構造物)	重要度分類等	使用条件等			選定	選定理由
		運転開始後 経過年数*1	設置環境			
			屋 内	屋 外		
① 内部コンクリート (鉄骨部)	クラス1 設備支持	38	仕上げ有り		◎	運転開始後経過年数
② 燃料取扱建屋 (鉄骨部)	クラス2 設備支持	38	仕上げ有り		◎	運転開始後経過年数
③ タービン建屋 (鉄骨部)	クラス3 設備支持	38	仕上げ有り		◎	運転開始後経過年数
④ 原子炉補助建屋水密扉	浸水防護施設	9	仕上げ有り			
⑤ 海水ポンプエリア防護壁 (鉄骨部)	浸水防護施設	9		仕上げ有り		
⑥ 海水ポンプエリア水密扉	浸水防護施設	9		仕上げ有り		

*1：運転開始後経過年数は、2022年10月時点の年数としている。

2. 代表構造物の技術評価

本章では、「1.2 代表構造物の選定」で選定した代表構造物について技術評価を実施する。

2.1 構造、材料、使用条件

鉄筋コンクリート構造物は、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を、引張力に強い鉄筋で補強した構造物である。また、鉄筋を強アルカリ性であるコンクリートで包むことにより、鉄筋の腐食を防止することができる。コンクリートは、セメントに骨材（粗骨材、細骨材）、水及び混和材料を混合したものである。

コンクリートの設計基準強度は、外部遮蔽壁、内部コンクリート、原子炉格納施設基礎、原子炉補助建屋及びタービン建屋（タービン架台：上部）が 22.1 N/mm^2 (225 kgf/cm^2)、タービン建屋（タービン架台：下部）が 17.7 N/mm^2 (180 kgf/cm^2)、取水構造物が 23.5 N/mm^2 (240 kgf/cm^2) である。

鉄骨構造物は、構造用鋼材を溶接又はボルトにて接合した構造物であり、柱脚部はコンクリート基礎にアンカーボルトで固定されている。鉄骨部は、施工時に適切な防錆塗装が施されている。

川内1号炉のプラント配置図と代表構造物の概要をそれぞれ図2.1-1及び図2.1-2に示す。

川内1号炉のコンクリート構造物及び鉄骨構造物の主な使用材料を表2.1-1に示す。また、使用条件については、表1.2-1に示したとおりである。

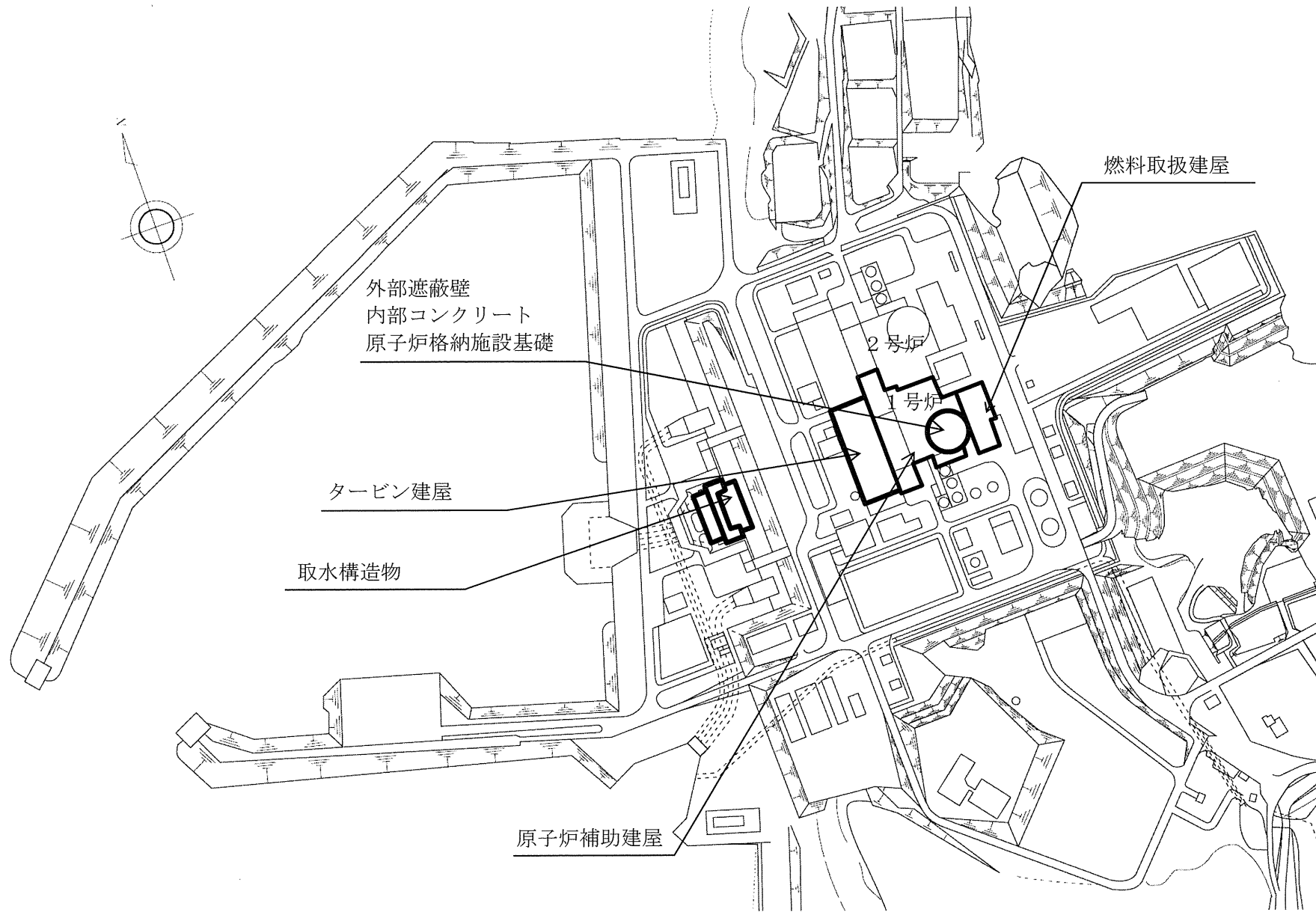


図2.1-1 川内1号炉 プラント配置図

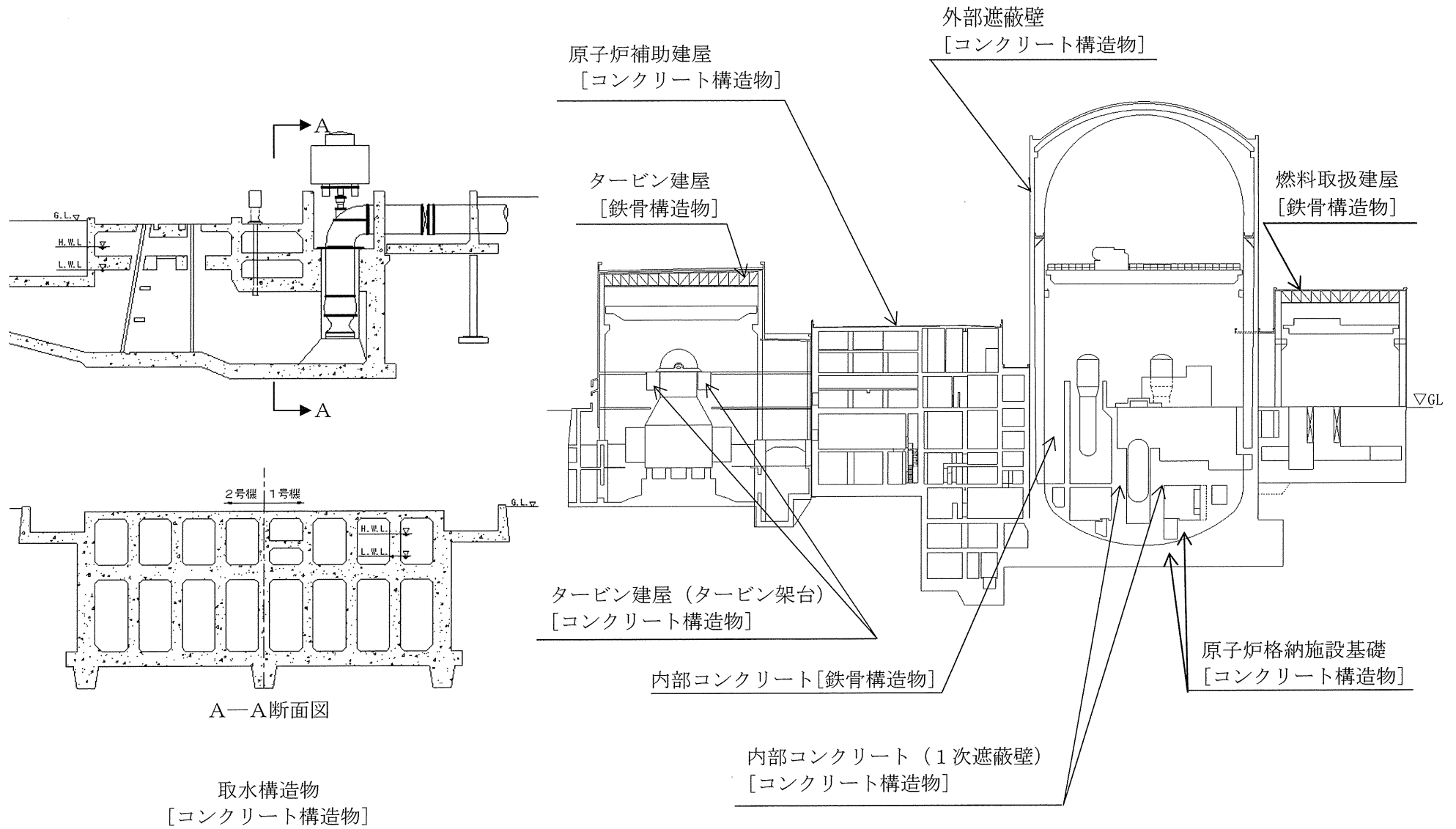


図2.1-2 川内1号炉 代表構造物の概要

表2.1-1 川内1号炉 コンクリート構造物及び鉄骨構造物の主な使用材料

部 位		材 料	
コンクリート構造物	骨材	粗骨材	砕石（川永野産）
		細骨材	海砂（小川島産）と砕砂（川永野産）の混合
	セメント	フライアッシュセメント B種	
	混和材料	A E減水剤	
	鉄筋	異形棒鋼（SD35）	
	塗装材	（外部）弾性吹付塗料 （内部）エポキシ樹脂塗料	
鉄骨構造物	鉄骨	炭素鋼（SS41）	
	塗装材	エポキシ樹脂塗料 合成樹脂調合ペイント	

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 安全機能達成に必要な項目

評価対象のコンクリート構造物及び鉄骨構造物に要求される機能は、支持機能と、一部のコンクリート構造物における放射線の遮蔽機能及び耐火機能である。したがって、次の4つの項目が安全機能達成に必要であり、高経年化対策上も重要と判断される。

- ① コンクリート強度の維持
- ② コンクリート遮蔽能力の維持
- ③ コンクリート耐火能力の維持
- ④ 鉄骨強度の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき構造物・経年劣化事象

「2.2.1 安全機能達成に必要な項目」であげたそれぞれの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、コンクリートの遮蔽能力低下、コンクリートの耐火能力低下及び鉄骨の強度低下が考えられる。

設計上及び一般構造物での事例等から各事象に影響を及ぼす要因を抽出し、さらに、抽出した各要因に対して、代表構造物の使用環境、使用条件、重要度から、評価対象とする構造物を選定した。以上の結果を表2.2-1に示す。

想定される経年劣化事象と、各事象に影響を及ぼす要因のうち高経年化対策上着目すべきもの（表2.2-1で○となっているもの）を以下に示す。なお、評価対象とする構造物は [] で示す。

(1) コンクリートの強度低下

a. 熱による強度低下 [内部コンクリート (1次遮蔽壁)]

コンクリートは、周辺環境からの伝達熱及び放射線照射に起因する内部発熱により、温度条件によってはコンクリート中の水分の逸散に伴う乾燥に起因する微細なひび割れ、あるいは水分の移動に起因する空隙の拡大等により強度が低下する可能性があるため、経年劣化に対する評価が必要である。

コンクリート構造物のうち、運転時に最も高温状態となる内部コンクリート (1次遮蔽壁) を評価対象とした。

b. 放射線照射による強度低下 [内部コンクリート (1次遮蔽壁)]

コンクリートが中性子照射やガンマ線照射を受けた場合、自由水の逸散等により強度が低下する可能性があるため、経年劣化に対する評価が必要である。

コンクリート構造物のうち、中性子照射量及びガンマ線照射量の最も大きい内部コンクリート (1次遮蔽壁) を評価対象とした。

c. 中性化による強度低下 [原子炉補助建屋 (屋内面)、取水構造物]

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しアルカリ性が失われると鉄筋周囲に生成されていた不動態被膜も失われ、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。さらに、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ため、経年劣化に対する評価が必要である。

中性化の進行度合いに影響を及ぼす要因としては、塗装等のコンクリート表面仕上げの有無、二酸化炭素濃度、温度及び相対湿度があげられる。

仕上げの有無については、仕上げ材が二酸化炭素侵入の遮断又は抵抗体となることから仕上げが施されていない部位の方が影響度が大きい。本評価対象のうち屋内については、中央制御室等、社員や委託員が常駐する部位には運転開始時点より仕上げが施されている。また、屋外については、運転開始後4年経過した時点 (1988年) で外部遮蔽壁等に塗装を施している。

二酸化炭素濃度については、高濃度であるほど中性化に及ぼす影響度が大きくなる傾向があるとされている。

温度については、高温であるほど中性化に及ぼす影響度が大きくなる傾向があるとされている。

相対湿度については、低湿度であるほど中性化に及ぼす影響度が大きくなる傾向があるとされている。なお、一般に、温度が上がれば相対湿度は下がり、温度が下がれば相対湿度は上がる。

2019年～2020年の川内1号炉における二酸化炭素濃度、温度及び相対湿度の測定結果から算出した中性化に及ぼす影響度、塗装等の仕上げの状況及び特別点検の結果を踏まえ、屋内の評価対象として原子炉補助建屋、屋外の評価対象として取水構造物を選定した。

d. 塩分浸透による強度低下 [取水構造物]

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。さらに、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ため、経年劣化に対する評価が必要である。

コンクリート構造物のうち、海水とその飛沫の影響により最も厳しい環境下にあること、塗装等の仕上げの状況及び特別点検の結果を踏まえ、取水構造物を評価対象とした。

e. 機械振動による強度低下 [原子炉補助建屋 (非常用ディーゼル発電設備基礎)、タービン建屋 (タービン架台)]

機械振動により、コンクリート構造物が長期間にわたって繰返し荷重を受けると、ひび割れの発生、ひいては損傷に至る可能性があるため、経年劣化に対する評価が必要である。

コンクリート構造物のうち、比較的大きな振動を受ける部位として、原子炉補助建屋 (非常用ディーゼル発電設備基礎) 及びタービン建屋 (タービン架台) を評価対象とした。

(2) コンクリートの遮蔽能力低下

a. 熱による遮蔽能力低下 [内部コンクリート (1次遮蔽壁)]

コンクリートは、周辺環境からの伝達熱及び放射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、放射線に対する遮蔽能力が低下する可能性があるため、経年劣化に対する評価が必要である。

コンクリート構造物のうち、運転時に最も高温状態となる内部コンクリート (1次遮蔽壁) を評価対象とした。

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

経年劣化事象と、各事象に影響を及ぼす要因のうち

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（表2.2-1で△又は▲となっているもの）と判断し、以下に示す。

(1) コンクリートの強度低下

a. アルカリ骨材反応による強度低下

コンクリート中の反応性シリカを含む骨材と、セメント等に含まれるアルカリ（ナトリウムイオンやカリウムイオン）が、水の存在下で反応してアルカリ珪酸塩を生成し、この膨張作用により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。

川内1号炉は、運転開始後40年近く経過しており、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と判断されるひび割れ等は認められていない。

また、使用している骨材（粗骨材、細骨材）については、1986年にモルタルバー法（ASTM C227：1981）及び1987年にモルタルバー法（JASS5N T-201：1985）による反応性試験を実施し、有害でないことを確認している。モルタルバー法による反応性試験の結果は、膨張率が材令6ヶ月で0.1%以下の場合は無害とする判定基準に対して、最も高い骨材でも0.008%以下であった。

これに加え、特別点検による実体顕微鏡を用いた観察において、コンクリート構造物の健全性に影響を与えるような反応性がないことを確認した。

以上から、コンクリートのアルカリ骨材反応による強度低下は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

b. 凍結融解による強度低下

コンクリート中の水分が凍結し、それが気温の上昇や日射を受けること等により融解する凍結融解を繰り返すことでコンクリートにひび割れが生じ、コン

クリート構造物としての健全性が損なわれる可能性がある。

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）に示される凍害危険度の分布図によると川内1号炉の周辺地域は「ごく軽微」であるため危険度が低い。また、定期的に目視点検を実施しており、凍結融解に起因すると判断されるひび割れ等は認められていない。

以上から、凍結融解による強度低下は、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

(2) コンクリートの耐火能力低下

a. 火災時の熱による耐火能力低下

コンクリート構造物は、断面厚により耐火能力を確保する設計であるが、火災時の熱により剥落が生じ、部分的な断面厚の減少に伴う耐火能力の低下によりコンクリート構造物の健全性が損なわれる可能性がある。

しかしながら、コンクリート構造物は通常の使用環境において、経年によりコンクリート構造物の断面厚が減少することはなく、定期的な目視点検においても断面厚の減少は認められていない。

以上から、火災時の熱によるコンクリートの耐火能力低下は、高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断した。

(3) 鉄骨の強度低下

a. 腐食による強度低下 [内部コンクリート（鉄骨部）、燃料取扱建屋（鉄骨部）、タービン建屋（鉄骨部）]

鉄は一般に大気中の酸素、水分と化学反応を起こして腐食する。また、海塩粒子等により腐食が促進される。腐食が進行すると鉄骨の断面欠損に至り、鉄骨の強度低下につながる可能性がある。

しかしながら、定期的に目視点検を実施しており、強度に支障をきたす可能性のあるような鋼材の腐食は認められていない。また、鉄骨の強度に支障をきたす可能性のあるような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、その部分の塗替え等を行うこととしている。

以上から、腐食による強度低下は、高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断した。

b. 風等による疲労に起因する強度低下

繰返し荷重が継続的に鉄骨構造物にかかることにより、疲労による損傷が蓄積され、鉄骨の強度低下につながる可能性がある。

鉄骨構造物では、疲労破壊が生じるような風等による共振現象に起因する繰返し荷重を受ける構造部材はない。

以上から、風等による疲労に起因する強度低下は、高経年化対策上着目すべき劣化事象ではないと判断した。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

原子炉補助建屋水密扉等の水密ゴムは、定期取替品であり、長期使用はせず取り替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 川内1号炉 コンクリート構造物及び鉄骨構造物に想定される経年劣化事象と評価対象とする構造物

構造種別		コンクリート構造物								鉄骨構造物		
経年劣化事象		強度低下							遮蔽能力低下	耐火能力低下	強度低下	
要因		熱	放射線照射	中性化	塩分浸透	機械振動	アルカリ骨材反応	凍結融解	熱		腐食	風等による疲労
代表 表 構 造 物	外部遮蔽壁						△	△		△		
	内部コンクリート	1次遮蔽壁* ○	1次遮蔽壁* ○				△	△	1次遮蔽壁* ○	△	鉄骨部 △	鉄骨部 ▲
	原子炉格納施設基礎						△	△				
	原子炉補助建屋			屋内面* ○		非常用ディーゼル 発電設備基礎* ○	△	△		△		
	燃料取扱建屋										鉄骨部 △	鉄骨部 ▲
	タービン建屋					タービン架台* ○	タービン架台 △	タービン架台 △			鉄骨部 △	鉄骨部 ▲
	取水構造物			○	○		△	△		△		

凡例 ○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表中の○に対応する代表構造物：評価対象とする構造物）

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

*：評価対象部位

2.3 高経年化対策上着目すべき構造物・経年劣化事象の技術評価

2.3.1 コンクリートの強度低下

(1) 健全性評価

「2.2 経年劣化事象の抽出」で示した、コンクリート構造物の強度低下をもたらす可能性のある要因ごとに、長期使用時の健全性評価を行う。

a. 熱による強度低下

① 事象の説明

一般にコンクリートは、温度が70℃程度ならば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℃程度以下ならば圧縮強度の低下は少ない。

一方、コンクリート温度が190℃付近まで上昇すると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））。

なお、コンクリートが高温に加熱された場合、強度が上昇するケースと低下するケースが見られる。強度の上昇をもたらす要因としては、セメントペースト中の未水和セメント粒子の水和の促進があり、強度低下をもたらす要因としては、コンクリート中の水分の逸散に伴う乾燥に起因する微細なひび割れ、あるいは水分の移動に起因する空隙の拡大等が考えられる。コンクリートの強度性状は、各要因によって支配されるものと考えられる。

② 技術評価

コンクリートについては、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）において、貫通部では90℃、その他の部分では65℃という温度制限値が定められている。

最高温度を自由水の脱水が生じる110℃までとした長尾らの実験によれば、長期加熱時のコンクリートの圧縮強度については、65℃、90℃及び110℃で3.5年間加熱した場合でも、強度低下は見られない（図2.3-1）。また、サイクル加熱時のコンクリートの圧縮強度についても、20～110℃で120回サイクル加熱した場合、長期加熱時と同様に、強度の大きな低下は見られない（図2.3-2）。これらの実験結果が示すように、熱による強度の変化は、加熱開始後、比較的短期間でほぼ収束するものと考えられる。したがって、

コンクリート中の温度が110℃程度以下ならば、加熱時間及び繰り返し回数がコンクリートの強度に影響を与えないことを示していると考えられる。

コンクリート構造物のうち、運転時に最も高温状態となる内部コンクリート（1次遮蔽壁）を評価対象とし、ガンマ発熱の影響の最も大きい炉心領域部及び原子炉容器支持構造物（以下、「原子炉容器サポート」という）からの伝達熱の影響の最も大きい原子炉容器サポート直下部を評価点とし、ガンマ発熱を考慮した温度分布解析により評価を実施した（図2.3-3）。

断続的運転を前提とした場合における炉心領域部におけるコンクリート内の最高温度は、温度分布解析の結果、約56℃である（図2.3-4）。

原子炉容器サポート直下部のコンクリートについては、伝達熱による強度低下を防止する対策として高温となる原子炉容器サポートを内部から空冷できるフィン構造としており、温度分布解析の結果、コンクリートの最高温度は約55℃である。

いずれの部位においても、コンクリートの最高温度は温度制限値以下であり、熱による強度低下は問題ない。

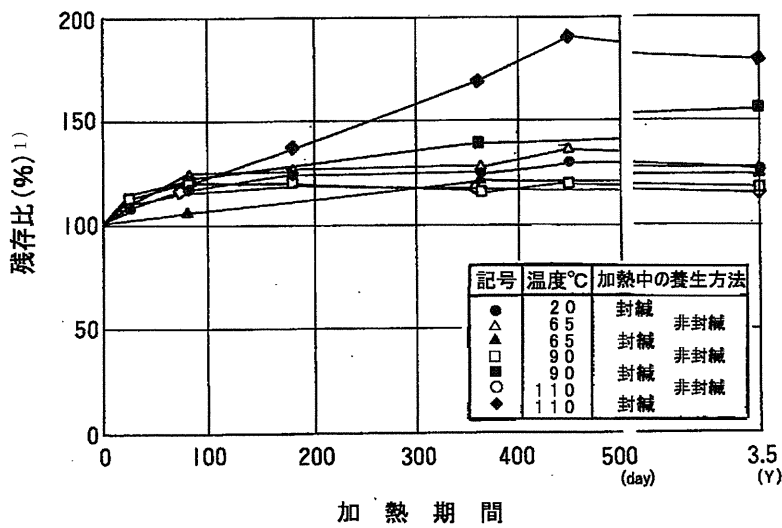
また、110℃を下回っており、長期加熱及びサイクル加熱による強度低下についても問題ない。

以上から、熱による強度低下については、長期健全性評価上問題とはならない。

なお、強度・機能に影響を及ぼさない範囲で熱の評価点近傍から採取したコアサンプルについて、特別点検において強度試験を行った結果、設計基準強度を上回っている（表2.3-1）。

表2.3-1 熱の評価点近傍におけるコンクリートの強度試験結果

評価対象部位	実施時期 (運転開始後経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
内部コンクリート (1次遮蔽壁)	2021年 (37年)	22.1N/mm ² (225kgf/cm ²)	43.0N/mm ² (439kgf/cm ²)

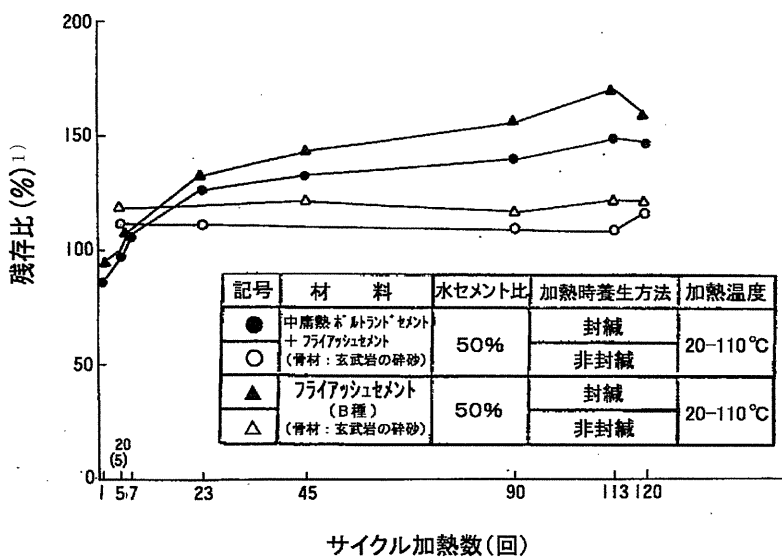


材料：中庸熟ポルトランドセメント
 +フライッシュセメント
 水セメント比：50%
 骨材：玄武岩の砕石
 加熱前養生方法：20°C封緘養生
 加熱開始時期：材齢91日
 ※65°C、90°C及び110°Cの温度
 で3.5年間加熱しても強度
 の低下はみられない。
 なお、記号の一部誤記は修
 正した。

1) 残存比：加熱開始直前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の比

(出典：長尾他 「熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究」
 第48回セメント技術大会講演集(1994))

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)
 ※20～110°Cの加熱・冷却を
 120回繰返しても強度の大
 きな変化は見られない。

1) 残存比：加熱開始直前の圧縮強度に対する加熱後の圧縮強度の比

(出典：長尾他 「熱影響場におけるコンクリートの劣化に関する研究」
 第48回セメント技術大会講演集(1994))

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)

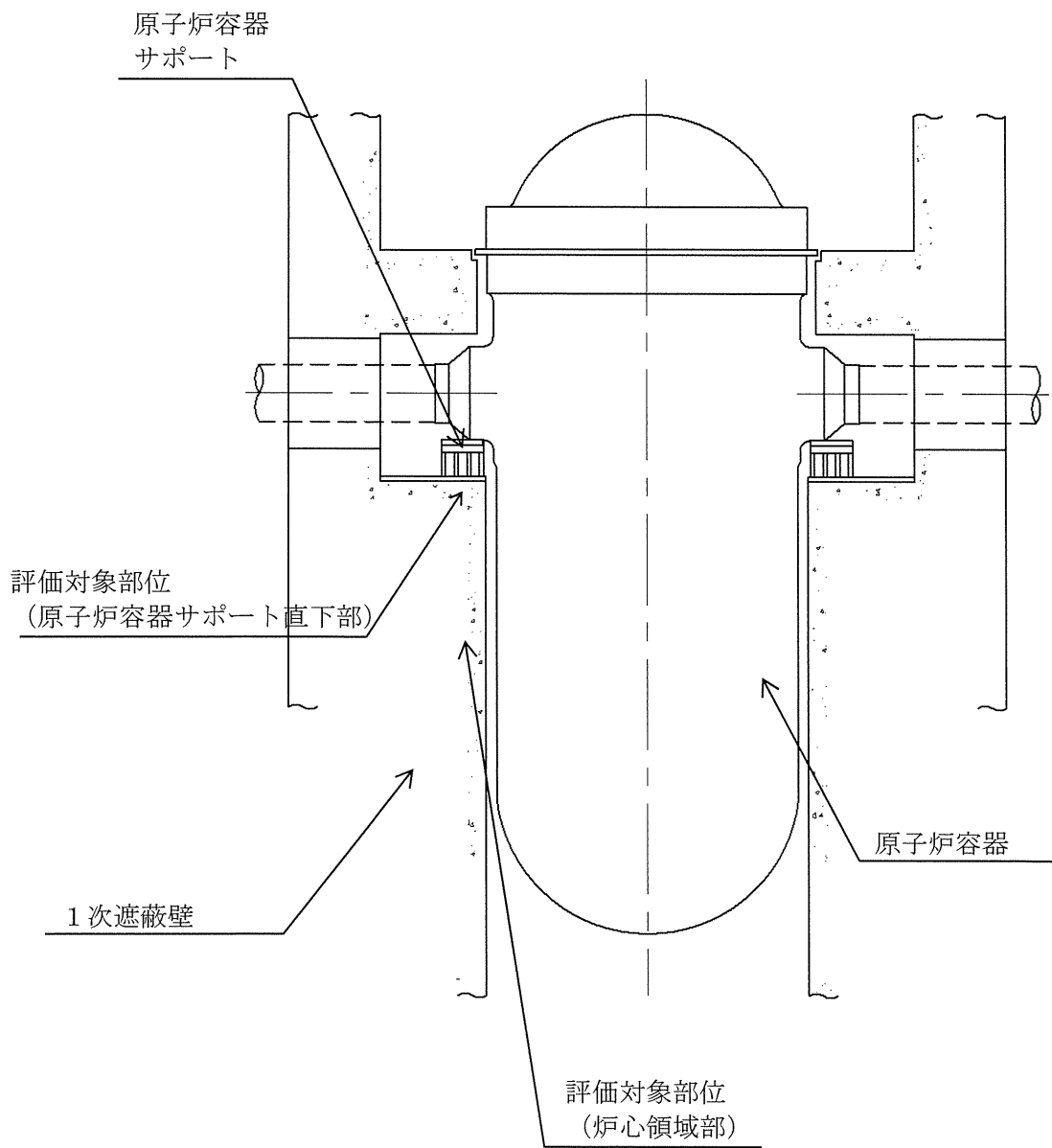


図2.3-3 川内1号炉 内部コンクリート（1次遮蔽壁）の概要

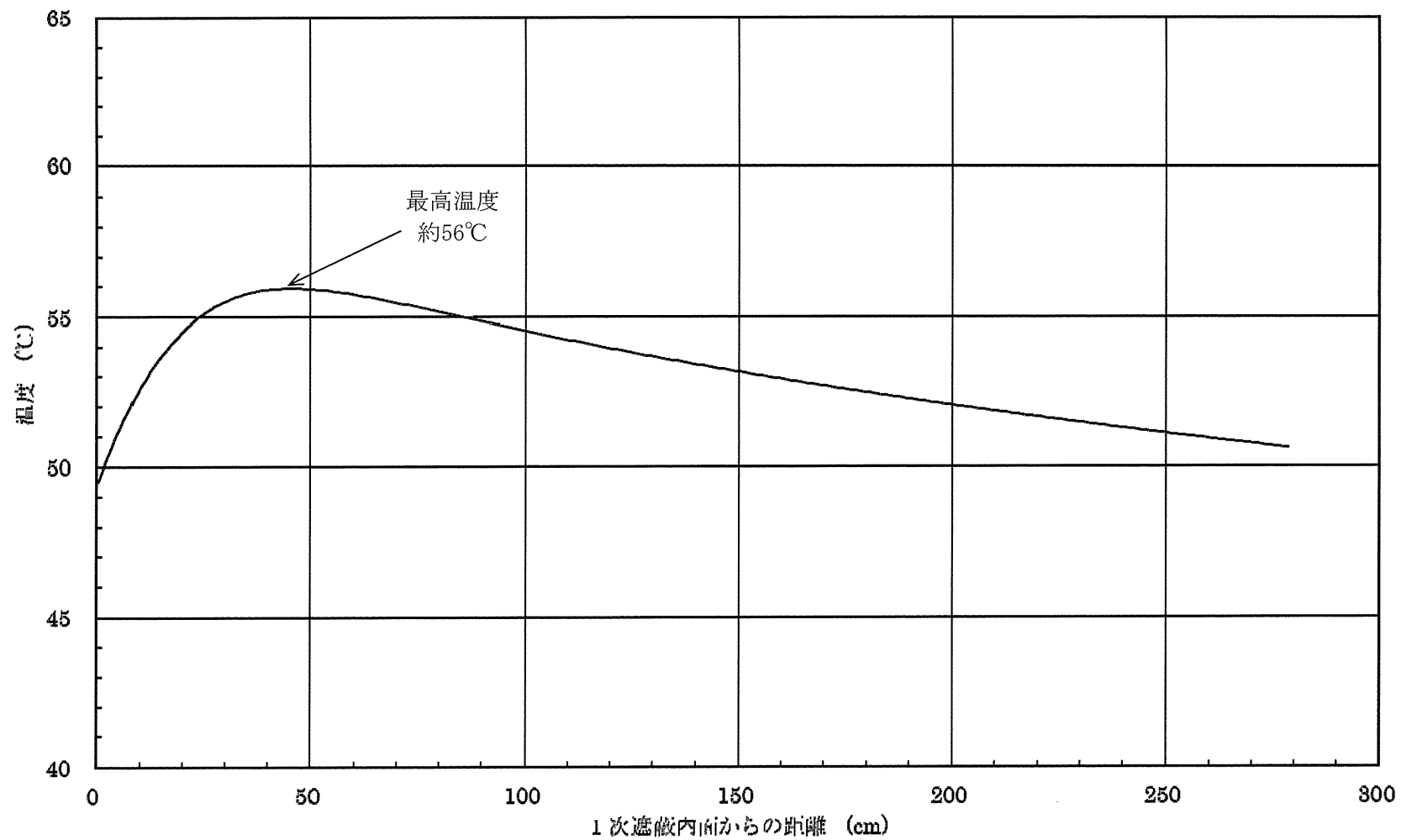


図2.3-4 川内1号炉 1次遮蔽コンクリート内の温度分布 (炉心高さ)

b. 放射線照射による強度低下

① 事象の説明

コンクリートが中性子照射やガンマ線照射を受けた場合、自由水の逸散等により強度が低下する可能性がある。

② 技術評価

中性子照射と強度の関係に関しては、従来Hilsdorf他の文献における「中性子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 (fcuo) の変化」を参照していた。一方で、小嶋他の試験結果を踏まえた最新知見 (小嶋他「中性子照射がコンクリートの強度に及ぼす影響」(NTEC-2019-1001)) によると、 $1 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$ の中性子照射量 ($E > 0.1 \text{ MeV}$) から強度低下する可能性があることが確認されている。

また、ガンマ線照射量と強度との関係に関するHilsdorf他の文献によると、ガンマ線照射量が $2 \times 10^8 \text{ Gy}$ ($2 \times 10^{10} \text{ rad}$) 程度以下では有意な強度低下は見られない (図2.3-5)。

コンクリート構造物のうち、中性子照射量及びガンマ線照射量の最も大きい内部コンクリート (1次遮蔽壁) を評価対象とし、中性子照射量及びガンマ線照射量が最大となる1次遮蔽壁炉心側コンクリートを評価点とし、評価を実施した。

運転開始後60年時点で予想される中性子照射量 ($E > 0.098 \text{ MeV}$) は、最大となる1次遮蔽壁炉心側コンクリートにおいて約 $5.3 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$ となるが、照射量が $1 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$ を超えるコンクリートの範囲は、深さ方向に最大で12cm程度であり、1次遮蔽壁の厚さ (最小壁厚279cm) に比べて小さい。また、照射量が $1 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$ を超える範囲を除いた構造物の耐力が地震時の鉛直荷重等の設計荷重を上回ることを、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG 4601-1987)」に基づく内部コンクリートの最大せん断ひずみ評価に対して影響がないことを確認していることから、内部コンクリート (1次遮蔽壁) の強度に影響を及ぼさないと考えられる。

なお、日本原子力研究所 (現：日本原子力研究開発機構) 動力試験炉の生体遮蔽コンクリートから採取したコンクリートの試験結果によると、中性子照

射量は上記より低い $1 \times 10^{17} \text{ n/cm}^2$ ($E > 0.11 \text{ MeV}$) ではあるが、圧縮強度の低下は見られない (図2.3-6)。

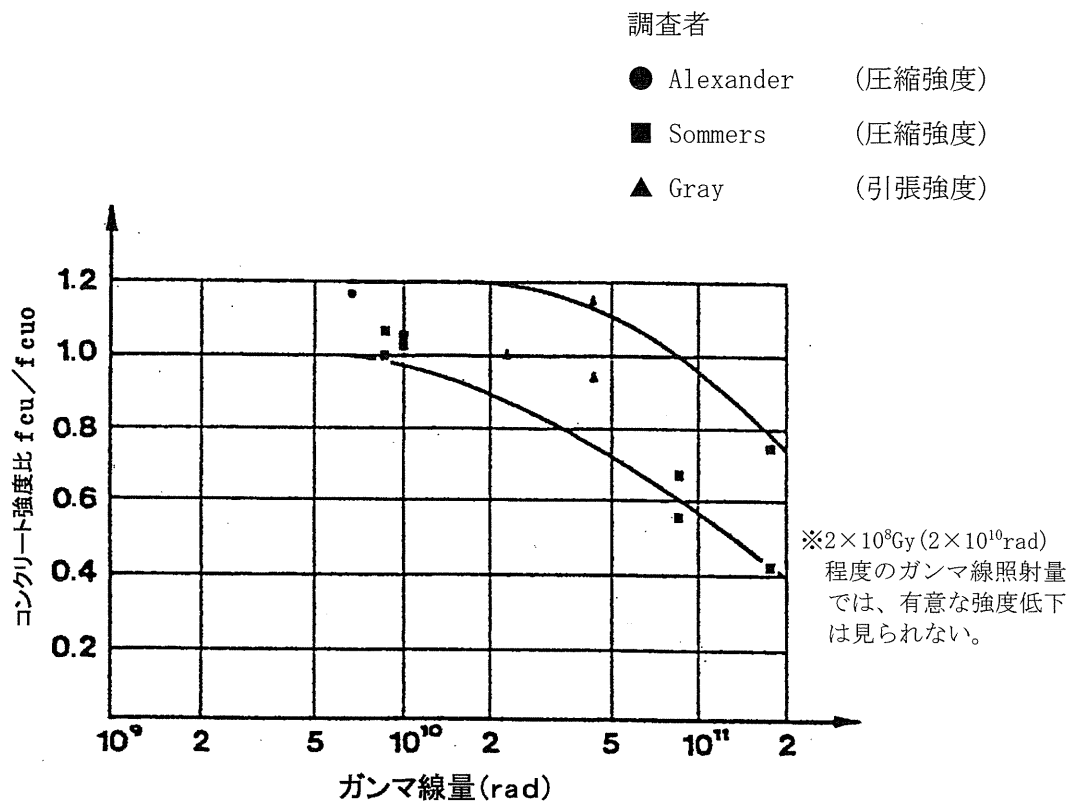
運転開始後60年時点で予想されるガンマ線照射量は、1次遮蔽壁炉心側コンクリートにおいて最大値約 $1.6 \times 10^8 \text{ Gy}$ (約 $1.6 \times 10^{10} \text{ rad}$) であり、 $2 \times 10^8 \text{ Gy}$ ($2 \times 10^{10} \text{ rad}$) を下回っていることから、強度への影響は無いものと考えられる。

以上から、放射線照射による強度低下については、長期健全性評価上問題とはならない。

また、強度・機能に影響を及ぼさない範囲で放射線照射の評価点近傍から採取したコアサンプルについて、特別点検において強度試験を行った結果、設計基準強度を上回っている (表2.3-2)。

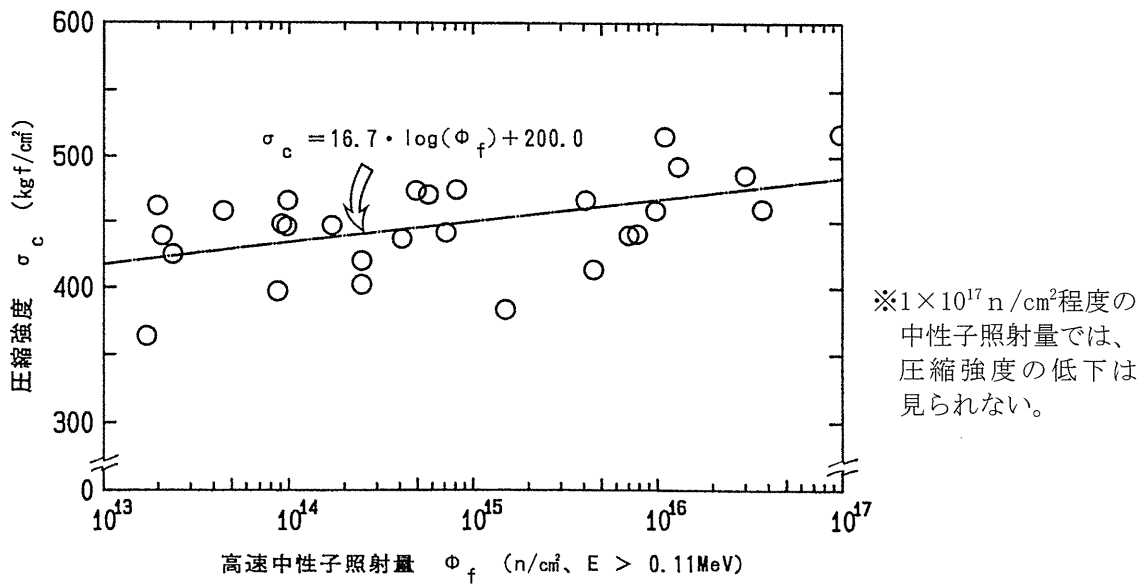
表2.3-2 放射線照射の評価点近傍におけるコンクリートの強度試験結果

評価対象部位	実施時期 (運転開始後経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
内部コンクリート (1次遮蔽壁)	2021年 (37年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	43.0 N/mm ² (439 kgf/cm ²)



(出典 : Hilsdorf, Kropp, and Koch 「The Effects of Nuclear Radiation on the Mechanical Properties of Concrete」 American Concrete Institute Publication SP 55-10. 1978)

図2.3-5 ガンマ線照射したコンクリートの強度 (fcu) と照射しないコンクリートの強度 (fcuo) の変化



(出典：出井他 「JPDR生体遮蔽コンクリートの材料強度特性」
 日本原子力研究所（現 日本原子力研究開発機構）
 JAERI-M 90-205 1990)

図2.3-6 高速中性子照射量とコンクリートの圧縮強度との関係

c. 中性化による強度低下

① 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し、アルカリ性が失われると鉄筋周囲に生成されていた不動態被膜も失われ、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。さらに、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。

② 技術評価

鉄筋が腐食し始める時の中性化深さは、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2 cm奥まで達したときとされている（日本建築学会「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説」（2015））。評価対象の設計最小かぶり厚さは、原子炉補助建屋（屋内面）が7 cm、取水構造物（気中帯）が9 cmである。

中性化深さを推定する式としては、岸谷式（日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説」（1991））、森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究—東京大学学位論文」（1986））及び中性化深さの実測値に基づく \sqrt{t} 式（土木学会「コンクリート標準示方書 維持管理編」（2018））がある。

中性化の進展度合いに影響を及ぼす要因としては、塗装等のコンクリート表面仕上げの有無、二酸化炭素濃度、温度及び相対湿度があげられる。

これらの要因を考慮し、森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究—東京大学学位論文」（1986）を活用して算出した環境条件の中性化に及ぼす影響度、塗装等の仕上げの状況及び特別点検による中性化深さの測定結果を踏まえ、原子炉補助建屋（屋内面）を評価対象として選定した。さらに、屋外の代表として、仕上げが施されていない取水構造物についても評価対象とした。なお、評価点（サンプリング箇所）については、環境条件や非破壊試験結果を踏まえて選定した。

岸谷式、森永式及び特別点検における中性化深さの実測値に基づく \sqrt{t} 式を用いて中性化深さを評価した結果を表2.3-3に示す。岸谷式で評価する際、二酸化炭素の実測値を考慮した劣化外力係数を採用した。また、中性化深さ

を測定した時点における推定値として運転開始後60年経過時点と同様に評価した結果も参考にあわせて示す。

運転開始後60年経過時点における原子炉補助建屋（屋内面）及び取水構造物の中性化深さは、鉄筋が腐食し始める時の中性化深さを下回っている。

さらに、定期的に目視点検を実施しているが、鉄筋腐食に起因すると判断されるひび割れ等は発見されていない。

以上から、中性化による強度低下については、長期健全性評価上問題とはならない。

表2.3-3 川内1号炉 コンクリートの中性化深さ

	中性化深さ (cm)			鉄筋が腐食し始める時の中性化深さ (cm)
	測定値 (調査時点の運転開始後経過年)	推定値		
		調査時点*1 (推定式)	運転開始後60年経過時点*2 (推定式)	
原子炉補助建屋 (外壁 屋内面)	4.2 (37年)	3.8 (森永式)	5.4 (√t式)	9
取水構造物 (気中帯)	1.2 (36年)	0.6 (岸谷式)	1.5 (√t式)	9

*1：岸谷式、森永式による評価結果のうち最大値を記載

*2：岸谷式、森永式及び特別点検における中性化深さの実測値に基づく√t式による評価結果のうち最大値を記載

なお、中性化の評価点近傍から採取したコアサンプルについて、特別点検において強度試験を行った結果、設計基準強度を上回っている（表2.3-4）。

表2.3-4 中性化の評価点近傍におけるコンクリートの強度試験結果

評価対象部位	実施時期 (運転開始後経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
原子炉補助建屋 (外壁 屋内面)	2020年 (36年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	50.4 N/mm ² (514 kgf/cm ²)
取水構造物 (気中帯)	2020年 (36年)	23.5 N/mm ² (240 kgf/cm ²)	45.4 N/mm ² (463 kgf/cm ²)

d. 塩分浸透による強度低下

① 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、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。

② 技術評価

塩分によるコンクリート中の鉄筋への影響を評価する方法としては、鉄筋の腐食速度に着目し、鉄筋の腐食減量が、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の腐食減量に達するまでの期間の予測式として、森永式（森永「鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究－東京大学学位論文」（1986））が提案されている。

コンクリート構造物のうち、海水とその飛沫の影響により最も厳しい環境下にあり、塗装等の仕上げの状況や特別点検による塩化物イオン濃度の測定結果を踏まえ、取水構造物を評価対象とし、環境条件の異なる気中帯、干満帯及び海中帯を評価点とした。

特別点検による塩化物イオン濃度の測定結果をもとに、鉄筋位置での将来的な塩化物イオン濃度を拡散方程式により予測し、森永式を適用して鉄筋の腐食減量を計算した結果を表2.3-5に示す。

表2.3-5 川内1号炉 鉄筋の腐食減量

	調査時期 (運転開始後経過年)	鉄筋位置での 塩化物イオン 濃度及び量 上段 (%) 下段 (kg/m ³)	鉄筋の腐食減量 (×10 ⁻⁴ g/cm ²)		
			調査時点	運転開始 後60年 経過時点	かぶりコンクリ ートにひび割れ が発生する時点
取水構造物 (気中帯)	2020年 (36年)	0.05 ----- 1.1	2.6	4.4	84.5
取水構造物 (干満帯)	2020年 (36年)	0.20 ----- 4.3	7.7	15.1	88.1
取水構造物 (海中帯)	2020年 (36年)	0.12 ----- 2.6	0.9	2.1	86.4

表2.3-5によると、運転開始後60年時点の鉄筋腐食減量は、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量を十分に下回っている。

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有意なひび割れ等は発見されていない。

以上から、塩分浸透による強度低下については、長期健全性評価上問題とはならない。

また、塩分浸透の評価点近傍から採取したコアサンプルについて、特別点検において強度試験を行った結果、設計基準強度を上回っている(表2.3-6)。

表2.3-6 塩分浸透の評価点近傍におけるコンクリートの強度試験結果

評価対象部位	実施時期 (運転開始後経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
取水構造物 (気中帯)	2020年 (36年)	23.5N/mm ² (240kgf/cm ²)	45.4N/mm ² (463kgf/cm ²)
取水構造物 (干満帯)	2020年 (36年)	23.5N/mm ² (240kgf/cm ²)	29.9N/mm ² (305kgf/cm ²)
取水構造物 (海中帯)	2020年 (36年)	23.5N/mm ² (240kgf/cm ²)	38.5N/mm ² (393kgf/cm ²)

e. 機械振動による強度低下

① 事象の説明

機械振動により、コンクリート構造物が長期間にわたって繰返し荷重を受けると、ひび割れの発生、ひいては損傷に至る可能性がある。

② 技術評価

コンクリート構造物のうち、比較的大きな振動を受ける部位として、原子炉補助建屋（非常用ディーゼル発電設備基礎）及びタービン建屋（タービン架台）を評価対象とし、局部的に影響を受ける可能性がある基礎ボルト周辺のコンクリートを評価点とした。

機械振動の影響は、コンクリート構造物の躯体全体に対しては、荷重レベルが小さく問題にならないが、局部的には基礎ボルト周辺のコンクリートが影響を受ける可能性がある。

基礎ボルト周辺のコンクリートに作用する荷重のうち、鉛直方向については、機械の自重やナットの締め付けによる圧縮力が常時作用している。これに加えて機械振動による荷重が作用しても、通常、機械振動による荷重は機械の自重に比べて小さいことから、基礎ボルトの有意な引き抜き荷重やコンクリートへの過大な圧縮力は発生せず、コンクリートのひび割れ発生には至らないと考えられる。

また、水平方向については、基礎ボルトの機械振動による水平変位は、コンクリート内部よりもコンクリート表面部の方が大きいため、コンクリートが機械振動により受ける応力は、定着部表面部の方がコンクリート内部よりも大きくなる。したがって、コンクリートにひび割れが発生する場合には、表面から発生する可能性が高いと考えられる。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、機械の異常振動や定着部周辺コンクリート表面に有意なひび割れが発生するものと考えられる。

機械振動は日常的な監視等により、異常の兆候は検知可能であり、大きな振動を受けるタービン建屋（タービン架台）等のこれまでの目視点検では、このようなひび割れ等がないことを確認している。

以上から、機械振動による強度低下については、長期健全性評価上問題とはならない。

なお、機械振動の評価点近傍から採取したコアサンプルについて、特別点検において強度試験を行った結果、設計基準強度を上回っている(表2.3-7)。

表2.3-7 機械振動の評価点近傍におけるコンクリートの強度試験結果

評価対象部位	実施時期 (運転開始後経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
原子炉補助建屋 (非常用ディーゼル 発電設備基礎) *1	2020年 (36年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	43.4 N/mm ² (443 kgf/cm ²)
タービン建屋 (タービン架台)	2020年 (36年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	39.7 N/mm ² (405 kgf/cm ²)

*1：特別点検においては原子炉補助建屋（内壁及び床）に分類

f. 強度試験結果

コンクリート構造物における、現状のコンクリート強度として、代表構造物ごとの強度試験の結果を表2.3-8に示す。いずれも、平均圧縮強度は設計基準強度を上回っている。

表2.3-8 川内1号炉 コンクリートの強度試験結果

代表構造物	実施時期 (運転開始後 経過年数)	設計基準強度	平均圧縮強度
外部遮蔽壁	2020年 (36年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	44.7 N/mm ² (456 kgf/cm ²)
内部 コンクリート	2021年 (37年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	43.0 N/mm ² (439 kgf/cm ²)
原子炉格納 施設基礎	2021年 (37年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	36.3 N/mm ² (370 kgf/cm ²)
原子炉補助 建屋	2020年 2021年 (36、37年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	48.3 N/mm ² (493 kgf/cm ²)
タービン建屋 (タービン 架台)	2020年 (36年)	22.1 N/mm ² (225 kgf/cm ²)	39.7 N/mm ² (405 kgf/cm ²)
	2020年 (36年)	17.7 N/mm ² (180 kgf/cm ²)	44.7 N/mm ² (456 kgf/cm ²)
取水構造物	2020年 (36年)	23.5 N/mm ² (240 kgf/cm ²)	37.9 N/mm ² (387 kgf/cm ²)

(2) 現状保全

コンクリート構造物の強度低下については、定期的に屋内、屋外ともコンクリート表面のひび割れ、塗装の劣化等の目視点検を実施し、強度に支障をきたす可能性のあるような有意な欠陥がないことを確認し、予防保全のため必要に応じて塗装の塗替え等の補修を実施している。

また、コンクリート構造物の強度低下については、破壊試験や非破壊試験による点検を実施し、強度に急激な経年劣化が生じていないことを確認している。今後も、コンクリート構造物の強度低下については、定期的に破壊試験及び非破壊試験による点検を実施し、強度に急激な経年劣化が生じていないことを確認する。

(3) 総合評価

コンクリート構造物の強度低下については、健全性評価結果から判断して、現状において設計基準強度を上回っており、強度低下が急激に発生する可能性は極めて小さいものと考えられる。

また、ひび割れ等については目視点検で検知可能であり、定期的に強度に支障をきたす可能性のあるような有意な欠陥がないことの確認、及びコンクリート構造物の強度低下について破壊試験や非破壊試験による確認を行い、必要に応じて塗装の塗替え等の補修を実施していることから、保全方法は適切である。

よって、上記保全方法を継続することにより、現状保全で健全性を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

コンクリート構造物の強度低下については、現状保全に高経年化対策の観点から追加すべき項目はないと判断でき、引き続き現状保全を継続していく。

2.3.2 コンクリートの遮蔽能力の低下

(1) 健全性評価

a. 熱による遮蔽能力低下

① 事象の説明

コンクリートは、周辺環境からの伝達熱及び放射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、放射線に対する遮蔽能力が低下する可能性がある。

② 技術評価

放射線防護の観点から、コンクリート遮蔽体の設計に適用されている「コンクリート遮蔽体設計規準」(R. G. Jaeger et al. 「Engineering Compendium on Radiation Shielding(ECRS) VOL. 2 (1975)」)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蔽で88℃以下、ガンマ線遮蔽で177℃以下となっている。

コンクリート構造物のうち、運転時最高温度となる内部コンクリート（1次遮蔽壁）を評価対象とし、1次遮蔽壁のうち最も高温となる炉心領域部及び原子炉容器サポート直下部を評価点とし、ガンマ発熱を考慮した温度分布解析により評価を実施した。

断続的運転を前提とした場合における内部コンクリートの最高温度は、温度分布解析の結果、炉心領域部で約56℃と制限値より低い値であり、水分の逸散はほとんどないと考えられることから、遮蔽能力への影響はないと考えられる。

仮に、コンクリートの遮蔽能力低下が生じた場合、内部コンクリート周辺における放射線量が上昇するものと考えられるが、放射線量は定期的に監視しており、異常の兆候は検知可能である。

なお、評価点近傍から採取したコアサンプルについて、特別点検として確認した乾燥単位容積質量は、設計値を上回っていることを確認した。

以上から、熱による遮蔽能力低下については、長期健全性評価上問題とはならない。

(2) 現状保全

コンクリート構造物の遮蔽能力低下については、定期的に目視点検を実施し、遮蔽能力に支障をきたす可能性のあるひび割れ等の有意な欠陥がないことを確認している。

(3) 総合評価

コンクリート構造物の遮蔽能力低下については、健全性評価結果から判断して、遮蔽能力低下の可能性はないと考えられる。また、ひび割れ等については目視点検で検知可能であり、保全方法として適切である。

よって、上記保全方法を継続することにより、現状保全で健全性を維持できると判断する。

(4) 高経年化への対応

コンクリート構造物の遮蔽能力低下については、現状保全に高経年化対策の観点から追加すべき項目はないと判断でき、引き続き現状保全を継続していく。

3. グループ内全構造物への展開

コンクリート構造物及び鉄骨構造物の技術評価については、「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構造物・経年劣化事象の技術評価」に示すとおり、代表構造物について、各経年劣化事象に影響を及ぼす要因ごとに、使用条件等を考慮して、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、グループ内全構造物の使用条件等は、代表構造物に包含されているため、技術評価結果も代表構造物に包含されるものと考えられる。

したがって、代表構造物の技術評価を行ったことで、グループ内全構造物の技術評価は実施されたものと判断する。

川内原子力発電所 1 号炉

計測制御設備の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

九州電力株式会社

川内1号炉の計測制御設備のうち、評価対象機器である安全重要度分類審査指針におけるクラス1、2の機器、高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器及び常設重大事故等対処設備に属する機器について、図1に示すとおり、目的・機能を基にプロセス計測制御設備と制御設備に分類している。

プロセス計測制御設備については、計測対象及び信号伝送方式でグループ化し、同一グループ内の複数の機器の存在を考慮して、使用条件及び主要構成機器の観点から代表機器を選定した。

制御設備については、機能でグループ化し、同一グループ内の複数の機器の存在を考慮して、主要機器及び重要度の観点から代表機器を選定した。

これらの一覧を表1及び表2に、機能を表3に示す。

本評価書においては、これら代表機器について技術評価を行うとともに、代表機器以外の機器についても技術評価を展開している。本評価書における技術評価結果で現状保全を継続すべき項目としたものについては、現状保全の点検手法の適切性を確認しており、現状保全を継続することで健全性の維持は可能であると考ええる。

なお、計測制御設備は、定期的な機器の点検調整又は周期的な取替えにより機能維持を図ることで信頼性を確保している。

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

1 プロセス計測制御設備

2 制御設備

また、川内1、2号炉の共用設備のうち2号炉で設置されている計測制御設備については、「川内原子力発電所1号炉 共用設備（他号炉設備）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含まれていない。

1. プロセス計測制御設備で評価

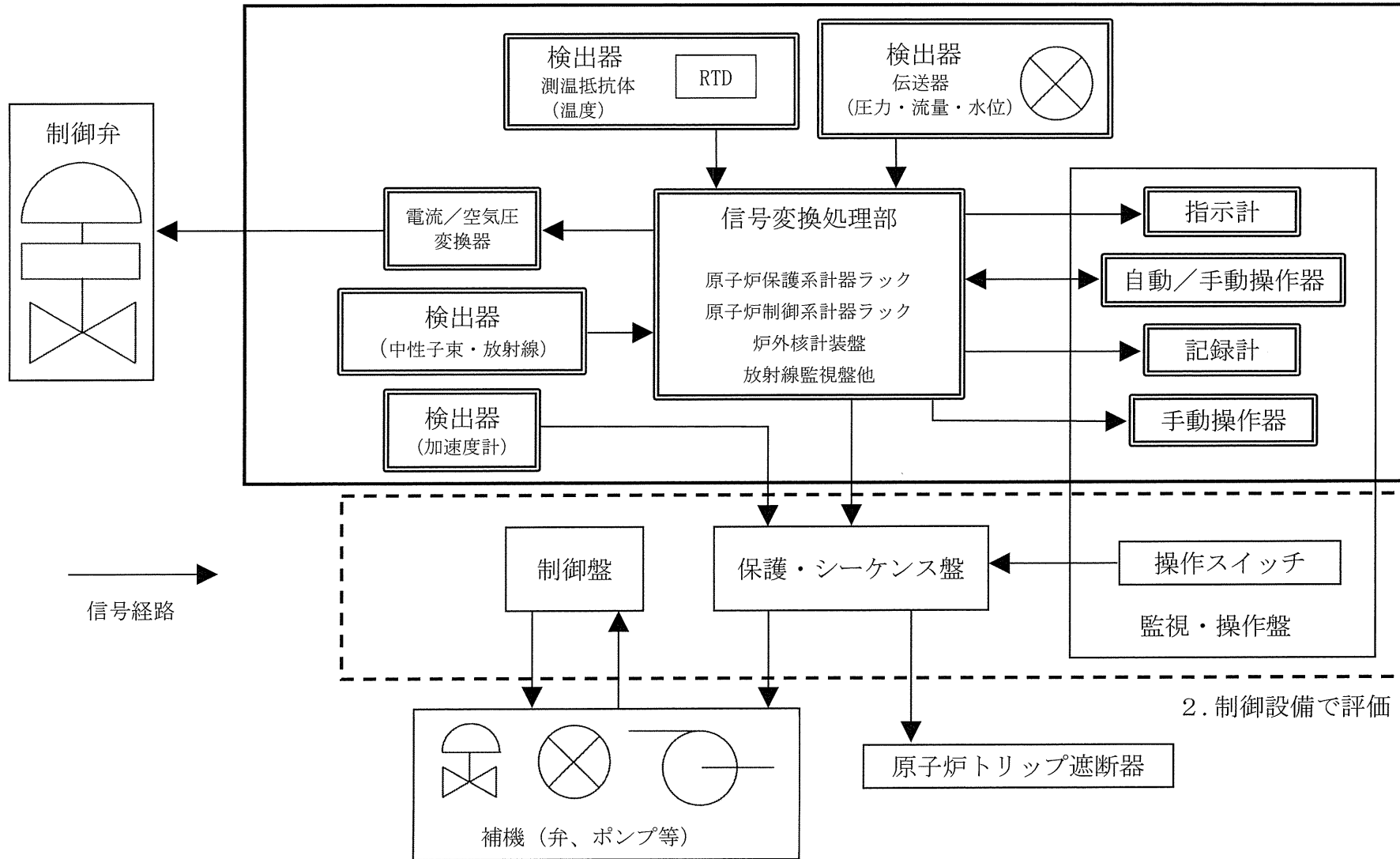


図1 川内1号炉 計測制御設備の評価区分

表 1 (1/8) 川内 1 号炉 主要なプロセス計測制御設備

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			主要構成機器	重要度*1	使用条件			
計測対象	信号伝送方式					設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)	温度 (°C)	
			圧力	連続		1次冷却材圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	
中間建屋	約40							
継電器室、中央制御室	約26							
加圧器圧力 (4)	伝送器、信号変換処理部、指示計、自動/手動操作器、手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1			原子炉格納容器内*3	約45		
					原子炉格納容器内	約45		
					中間建屋	約40		
継電器室、中央制御室	約26							
蒸気ライン圧力 (12)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計、自動/手動操作器、手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1、重*2			原子炉補助建屋	約40		
					原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
高圧タービン入口蒸気圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、自動/手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1			タービン建屋	約40		
					タービン建屋	約40		
					中間建屋	約40		
			継電器室、中央制御室	約26				
格納容器圧力 (4)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-1、重*2	原子炉補助建屋	約40				
			燃料取扱建屋	約30				
			継電器室、中央制御室	約26				
制御用空気圧縮機出口ヘッダ圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2	原子炉補助建屋	約40				
			継電器室、中央制御室	約26				
海水ヘッダ圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-2	屋外	約40				
			継電器室、中央制御室	約26				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

*4：重大事故等を考慮する

表 1 (2/8) 川内 1 号炉 主要なプロセス計測制御設備

分離基準		機器名称 (ループ数)	選 定 基 準			選定	選定理由
			計測対象	信号伝送 方式	主要構成機器		
		設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)				温度 (°C)	
圧 力	連 続	アニュラス内圧力 (1)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-2	原子炉補助建屋	約40	
					原子炉補助建屋	約40	
					中央制御室	約26	
		ペネトレーションエリア内 圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-2	原子炉補助建屋	約40	
					原子炉補助建屋	約40	
					中央制御室	約26	
		充てん/高圧注入ポンプ室内 圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-2	原子炉補助建屋	約40	
					原子炉補助建屋	約40	
					中央制御室	約26	
		空調用冷凍機圧力 (8)	伝送器、信号変換処理部、指示計、 制御器	MS-1	中間建屋	約40	
					中間建屋	約40	
					原子炉補助建屋	約40	
AM用格納容器圧力 (1)	伝送器、信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉補助建屋	約40			
			中央制御室	約26			

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (3/8) 川内 1 号炉 主要なプロセス計測制御設備

分離基準		機器名称 (ループ数)	選 定 基 準			選定	選定理由
計測対象	信号伝送 方式		主要構成機器	重要度*1	使用条件		
		設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)			温度 (°C)		
流 量	連 続	余熱除去ループ流量 (4)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、指示計、記録計、 自動/手動操作器、手動操作器、 電流/空気圧変換器	MS-2、重*2	原子炉補助建屋	約40	◎ 同一グループ内 で主要構成機器 数が一番多い
					原子炉補助建屋	約40	
					中間建屋	約40	
					継電器室、中央制御室	約26	
		1次冷却材流量 (12)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-1	原子炉格納容器内	約45	
					継電器室、中央制御室	約26	
		給水流量 (6)	フローノズル、伝送器、 信号変換処理部、自動/手動操作器、 電流/空気圧変換器	MS-1	原子炉補助建屋	約40	
					中間建屋	約40	
					継電器室、中央制御室	約26	
		主蒸気流量 (6)	伝送器、信号変換処理部、 自動/手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1	原子炉格納容器内*3	約45	
タービン建屋	約40						
中間建屋	約40						
継電器室、中央制御室	約26						
ほう酸注入ライン流量 (2)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉補助建屋	約40			
			1次系補機制御盤室 継電器室、中央制御室	約26			
補助注入ライン流量 (2)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉補助建屋	約40			
			1次系補機制御盤室 継電器室、中央制御室	約26			
補助給水流量 (3)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉補助建屋	約40			
			1次系補機制御盤室 継電器室、中央制御室	約26			
A格納容器スプレイ冷却器出 口積算流量 (1)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉補助建屋	約40			
			中央制御室	約26			
SA用低圧炉心注入及びスプレ イ積算流量 (1)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉補助建屋	約40			
			1次系補機制御盤室 中央制御室	約26			

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

表 1 (4/8) 川内 1 号炉 主要なプロセス計測制御設備

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			主要構成機器	重要度*1	使用条件			
計測対象	信号伝送方式					設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)	温度 (°C)	
			水位	連続		加圧器水位 (4)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計、自動/手動操作器、手動操作器、電流/空気圧変換器	
原子炉補助建屋	約40							
中間建屋	約40							
継電器室、中央制御室	約26							
ほう酸タンク水位 (4)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2			原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
蒸気発生器狭域水位 (12)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計、自動/手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1、重*2			原子炉格納容器内*3,4	約45		
					中間建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
蒸気発生器広域水位 (3)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2			原子炉格納容器内*3,4	約45		
					中間建屋	約40		
			継電器室、中央制御室	約26				
格納容器再循環サンプル狭域水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉格納容器内*3,4	約45				
			継電器室、中央制御室	約26				
格納容器再循環サンプル広域水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉格納容器内*3,4	約45				
			継電器室、中央制御室	約26				
原子炉補機冷却水サージタンク水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉補助建屋	約40				
			継電器室、中央制御室	約26				
燃料取替用水タンク水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	屋外	約40				
			継電器室、中央制御室	約26				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

*4：重大事故等を考慮する

表 1 (5/8) 川内 1 号炉 主要なプロセス計測制御設備

分離基準		機器名称 (ループ数)	選 定 基 準			選定	選定理由
			計測対象	信号伝送 方式	主要構成機器		
設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)		温度 (°C)					
水 位	連 続	復水タンク水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、 記録計	MS-2、重*2	屋 外	約40	
					継電器室、中央制御室	約26	
		空調用冷凍機水位 (8)	伝送器、指示計	MS-1	中間建屋	約40	
					中間建屋	約40	
		使用済燃料ピット水位 (S A) (2)	電波レベル計、信号変換処理部、 表示器	重*2	燃料取扱建屋*4	約30	
					配線処理室、中央制御室	約26	
		原子炉下部キャビティ水位 (1)	電極式水位計、信号変換処理部、 表示器	重*2	原子炉格納容器内	約45	
					1次系補機制御盤室 中央制御室	約26	
原子炉格納容器水位 (1)	電極式水位計、信号変換処理部、 表示器	重*2	原子炉格納容器内	約45			
			1次系補機制御盤室 中央制御室	約26			
原子炉容器水位 (1)	伝送器、信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉格納容器内*4	約45			
			1次系補機制御盤室 継電器室、中央制御室	約26			
取水ピット水位 (1)	電波レベル計、信号変換処理部、 表示器	設*3	屋 外	約40			
			中央制御室	約26			

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

*4：重大事故等を考慮する

表 1 (6/8) 川内 1 号炉 主要なプロセス計測制御設備

分離基準		機器名称 (ループ数)	選 定 基 準			選定	選定理由	
			計測対象	信号伝送方式	主要構成機器			重要度*1
		設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)				温度 (°C)		
温 度	連 続	1次冷却材高温側温度 (広域) (3)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉格納容器内*3,4	約343*5	◎	要求される環境 条件が厳しい
					継電器室、中央制御室	約26		
		1次冷却材低温側温度 (広域) (3)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉格納容器内*3,4	約343*5		
					中間建屋	約40		
		1次冷却材高温側温度 (狭域) (24)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、自動/手動操作器、 手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1	継電器室、中央制御室	約26		
					原子炉格納容器内*3	約343*5		
					原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
		1次冷却材低温側温度 (狭域) (8)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、自動/手動操作器、 手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1	タービン建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
					原子炉格納容器内*3	約343*5		
					原子炉補助建屋	約40		
		格納容器内温度 (2)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-2、重*2	中間建屋	約40		
					タービン建屋	約40		
空調用冷凍機温度 (12)	測温抵抗体、指示計	MS-1	原子炉格納容器内*3,4	約45				
			継電器室、中央制御室	約26				
使用済燃料ピット温度 (SA) (2)	測温抵抗体、信号変換処理部、 表示器	重*2	燃料取扱建屋*4	約30				
			中間建屋	約40				
			配線処理室、中央制御室	約26				

*1: 機能は最上位の機能を示す

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

*3: 設計基準事故を考慮する

*4: 重大事故等を考慮する

*5: 最高使用温度

表 1 (7/8) 川内 1 号炉 主要なプロセス計測制御設備

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
計測対象	信号伝送方式		主要構成機器	重要度*1	使用条件			
		設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)			温度 (°C)			
温度	連続	静的触媒式水素再結合装置 動作監視装置 (5)	熱電対、信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉格納容器内*3	約45		
					1次系補機制御盤室 中央制御室	約26		
		電気式水素燃焼装置 動作監視装置 (13)	熱電対、信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉格納容器内*3	約45		
					1次系補機制御盤室 中央制御室	約26		
地震	ON-OFF	水平方向加速度 (8)	水平方向加速度計	MS-1	原子炉補助建屋	約40	◎	環境条件、 主要構成機器と も同様である
		鉛直方向加速度 (4)	鉛直方向加速度計	MS-1	原子炉補助建屋	約40		
		—	—	—	—	—		
中性子束	連続	出力領域中性子束 (4)	中性子束検出器、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-1、重*2	原子炉格納容器内	約60	◎	出力運転中に 使用している
					中央制御室	約26		
		中間領域中性子束 (2)	中性子束検出器、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-1、重*2	原子炉格納容器内	約60		
					中間建屋	約40		
					1次系補機制御盤室 中央制御室	約26		
		中性子源領域中性子束 (2)	中性子束検出器、前置増幅器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-1、重*2	原子炉格納容器内	約60		
					原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					1次系補機制御盤室 中央制御室	約26		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：重大事故等を考慮する

表 1 (8/8) 川内 1 号炉 主要なプロセス計測制御設備

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			計測対象	信号伝送方式	主要構成機器			重要度*1
		設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)				温度 (°C)		
放射線	連続	格納容器内高レンジエリア モニタ (4)	放射線検出器、前置増幅器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉格納容器内*3,4	約45	◎	要求される環境 条件が厳しい
					原子炉補助建屋	約40		
					中央制御室	約26		
		モニタリングステーション (2)	放射線検出器、前置増幅器、 信号変換処理部、指示計、記録計	重*2	屋外	約40		
					屋外	約40		
					中央制御室	約26		
		モニタリングポスト (3)	放射線検出器、前置増幅器、 信号変換処理部、指示計、記録計	重*2	屋外	約40		
					屋外	約40		
					中央制御室	約26		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

*4：重大事故等を考慮する

表 2 (1/3) 川内 1 号炉 主要な制御設備

分離基準	盤名称 (面数)	選 定 基 準							選定	選定理由
		主 要 構 成 機 器								
		検出回路部	論理回路部	操作回路部	監視回路部	駆動回路部	電源部	重要度*1		
保護・ シーケンス盤 リレーラック	原子炉安全保護盤 (12)	—	半導体基板 補助継電器	操作スイッチ	—	—	NFB*2 電源装置 冷却ファン	MS-1	◎	主要構成 機器
	リレーラック (8)	—	補助継電器 タイマ ヒューズ	—	—	—	—	MS-1		
監視・ 操作盤	主盤 (9)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	NFB*2	MS-1、重*4	◎	重要度 主要構成 機器
	原子炉補助盤 (9)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	NFB*2	MS-1		
	所内盤 (2)	—	—	操作スイッチ	表示灯 指示計	—	NFB*2	MS-1		
	中央制御室外原子炉停止 盤 (4)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	NFB*2	MS-2		
	中央制御室退避時換気空 調盤 (2)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	—	MS-2		
	換気空調系集中現場盤 (4)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	—	MS-2		
	使用済燃料ピット状態監 視カメラ (1)	カメラ ユニット	半導体基板	映像信号 ケーブル	表示端末	—	NFB*2 UPS*3	重*4		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：ノーヒューズブレーカ

*3：無停電電源装置

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

表 2 (2/3) 川内 1 号炉 主要な制御設備

分離基準	盤名称 (面数)	選 定 基 準							選定	選定理由
		主 要 構 成 機 器						重要度*1		
		検出回路部	論理回路部	操作回路部	監視回路部	駆動回路部	電源部			
監視・ 操作盤	重大事故等対処用制御盤 (1)	—	半導体基板	—	表示端末	—	電源装置 NFB*2	重*4		
	衛星携帯電話設備 (1)	—	通信機器	固定電話機 衛星携帯電話 (固定型)	—	—	—	重*4		
	統合原子力防災ネットワ ークに接続する通信連絡 設備 (1)	—	通信機器	—	表示端末	—	NFB*2 UPS*3	重*4		
	緊急時運転パラメ ータ伝送システム (SPDS)・SP DSデータ表示装 置(1)	—	通信機器 半導体基板	—	表示端末	—	電源装置 NFB*2 UPS*3	重*4		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：ノーヒューズブレーカ

*3：無停電電源装置

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

表 2 (3/3) 川内 1 号炉 主要な制御設備

分離基準	盤名称 (面数)	選 定 基 準							選定	選定理由
		主 要 構 成 機 器						重要度*1		
		検出回路部	論理回路部	操作回路部	監視回路部	駆動回路部	電源部			
制御盤	ディーゼル発電機盤 (12)	励磁装置 保護リレー (静止形) 計器用変圧器 計器用変流器	電圧調整装置 回転数検出装置 電圧設定器 補助継電器 タイマ ヒューズ	操作スイッチ ロックアウト リレー	表示灯 指示計 故障表示器	電磁接触器 シリコン整流器 ヒートパイプ	NFB*2	MS-1、重*3	◎	主要構成機器
	制御用空気圧縮機盤 (2)	—	補助継電器 タイマ	操作スイッチ	表示灯 故障表示器	—	NFB*2	MS-1		
	制御用空気除湿装置盤 (2)	計器用変流器	補助継電器 タイマ	操作スイッチ	表示灯 指示計	電磁接触器	NFB*2 変圧器	MS-1		
	空調用冷凍機制御盤 (4)	計器用変換器	温度制御器 補助継電器 タイマ	操作スイッチ	表示灯 指示計	電磁接触器	NFB*2 変圧器 電源装置	MS-1		
	補助給水ポンプ電動弁盤 (10)	—	補助継電器 タイマ	操作スイッチ	表示灯	電磁接触器	NFB*2	MS-1		
	RCP母線計測盤 (3)	保護リレー (静止形)	補助継電器 タイマ ヒューズ	—	—	—	NFB*2 電源装置	MS-1		
	ヒートトレーシング温度調節盤 (7)	—	半導体基板	—	表示灯	—	NFB*2 電源装置	MS-1		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：ノーヒューズブレーカ

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

表3 川内1号炉 主要な計測制御設備の機能

設 備 区 分		機 能 概 要
プロセス計測制御設備		<p>プロセス値（圧力・流量・水位等）を検出器で電気信号に変換し、信号変換処理部にて信号変換処理・演算処理を行い、指示計・記録計・自動／手動操作器・手動操作器・電流／空気圧変換器に伝達する。指示計・記録計は、制御設備の監視・操作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、指示または記録する。自動／手動操作器は、制御設備の監視・操作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。手動操作器は、制御設備の監視・操作盤に取り付けられており、信号変換処理部から出力された電気信号を工学値に変換し、指示する。また、目標とする値の電気信号を出力する。電流／空気圧変換器は、信号変換処理部から伝達されてきた電気信号を空気圧に変換する。</p>
制 御 設 備	保護・シーケンス盤 リレーラック	<p>プロセス計測制御設備からの信号及び外部操作信号を受け、論理回路により原子炉の保護／制御ロジックを構成し、原子炉トリップ、安全防護設備等へ信号を伝達する。</p>
	監視・操作盤	<p>プロセス計測制御設備の一部である指示計・記録計・自動／手動操作器・手動操作器により、状態監視及び操作を行うとともに、操作スイッチによる補機操作及び表示灯による状態監視を行う。</p>
	制 御 盤	<p>中央制御室・継電器室以外に設置されている制御設備であり操作スイッチ・保護リレー・補助継電器等による補機の保護、制御、表示灯等による補機の状態監視を行う。</p>

1 プロセス計測制御設備

[計測対象]

- ① 圧 力
- ② 流 量
- ③ 水 位
- ④ 温 度
- ⑤ 地 震
- ⑥ 中性子束
- ⑦ 放 射 線

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	11
2.1 構造、材料及び使用条件	11
2.2 経年劣化事象の抽出	39
3. 代表機器以外への展開	53
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	55
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	55

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉で使用されているプロセス計測制御設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらのプロセス計測制御設備を、計測対象及び信号伝送方式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示すプロセス計測制御設備を、計測対象及び信号伝送方式で分類すると、7つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 計測対象：圧力、信号伝送方式：連続

このグループには、1次冷却材圧力、加圧器圧力等が属するが、要求される環境条件が厳しい1次冷却材圧力を代表機器とする。

(2) 計測対象：流量、信号伝送方式：連続

このグループには、余熱除去ループ流量、1次冷却材流量、給水流量等が属するが、主要構成機器数の多い余熱除去ループ流量を代表機器とする。

(3) 計測対象：水位、信号伝送方式：連続

このグループには、加圧器水位、ほう酸タンク水位、蒸気発生器狭域水位等が属するが、要求される環境条件が厳しく、主要構成機器数の多い加圧器水位を代表機器とする。

(4) 計測対象：温度、信号伝送方式：連続

このグループには、1次冷却材高温側温度（広域）、1次冷却材低温側温度（広域）、1次冷却材高温側温度（狭域）等が属するが、要求される環境条件が厳しい1次冷却材高温側温度（広域）を代表機器とする。

(5) 計測対象：地震、信号伝送方式：ON-OFF

このグループには、水平方向加速度及び鉛直方向加速度が属するが、環境条件、主要構成機器とも同様であるため、水平方向加速度を代表機器とする。

(6) 計測対象：中性子束、信号伝送方式：連続

このグループには、出力領域中性子束、中間領域中性子束及び中性子源領域中性子束が属するが、出力運転中に使用している出力領域中性子束を代表機器とする。

(7) 計測対象：放射線、信号伝送方式：連続

このグループには、格納容器内高レンジエリアモニタ、モニタリングステーション及びモニタリングポストが属するが、要求される環境条件が厳しい格納容器内高レンジエリアモニタを代表機器とする。

表1-1(1/8) 川内1号炉 プロセス計測制御設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			主要構成機器	重要度*1	使用条件			
計測対象	信号伝送方式					設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)	温度 (°C)	
			圧力	連続		1次冷却材圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	
中間建屋	約40							
継電器室、中央制御室	約26							
加圧器圧力 (4)	伝送器、信号変換処理部、指示計、自動/手動操作器、手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1			原子炉格納容器内*3	約45		
					原子炉格納容器内	約45		
					中間建屋	約40		
継電器室、中央制御室	約26							
蒸気ライン圧力 (12)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計、自動/手動操作器、手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1、重*2			原子炉補助建屋	約40		
					原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
高圧タービン入口蒸気圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、自動/手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1			タービン建屋	約40		
					タービン建屋	約40		
					中間建屋	約40		
			継電器室、中央制御室	約26				
格納容器圧力 (4)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-1、重*2	原子炉補助建屋	約40				
			燃料取扱建屋	約30				
			継電器室、中央制御室	約26				
制御用空気圧縮機出口ヘッダ圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2	原子炉補助建屋	約40				
			継電器室、中央制御室	約26				
海水ヘッダ圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-2	屋外	約40				
			継電器室、中央制御室	約26				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

*4：重大事故等を考慮する

表1-1(2/8) 川内1号炉 プロセス計測制御設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	信号伝送方式		主要構成機器	重要度*1	使用条件		
		設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)			温度 (°C)		
圧力	連続	アニュラス内圧力 (1)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-2	原子炉補助建屋	約40	
					原子炉補助建屋	約40	
					中央制御室	約26	
		ペネトレーションエリア内圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-2	原子炉補助建屋	約40	
					原子炉補助建屋	約40	
					中央制御室	約26	
		充てん/高圧注入ポンプ室内圧力 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-2	原子炉補助建屋	約40	
					原子炉補助建屋	約40	
					中央制御室	約26	
		空調用冷凍機圧力 (8)	伝送器、信号変換処理部、指示計、制御器	MS-1	中間建屋	約40	
					中間建屋	約40	
		AM用格納容器圧力 (1)	伝送器、信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉補助建屋	約40	
中央制御室	約26						

*1: 機能は最上位の機能を示す

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

表1-1(3/8) 川内1号炉 プロセス計測制御設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			主要構成機器	重要度*1	使用条件			
計測対象	信号伝送方式					設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)	温度 (°C)	
			流量	連続		余熱除去ループ流量 (4)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、指示計、記録計、 自動/手動操作器、手動操作器、 電流/空気圧変換器	
原子炉補助建屋	約40							
中間建屋	約40							
継電器室、中央制御室	約26							
1次冷却材流量 (12)	伝送器、信号変換処理部、指示計	MS-1			原子炉格納容器内	約45		
					継電器室、中央制御室	約26		
給水流量 (6)	フローノズル、伝送器、 信号変換処理部、自動/手動操作器、 電流/空気圧変換器	MS-1			原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
主蒸気流量 (6)	伝送器、信号変換処理部、 自動/手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1			原子炉格納容器内*3	約45		
					タービン建屋	約40		
					中間建屋	約40		
ほう酸注入ライン流量 (2)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	継電器室、中央制御室	約26				
			原子炉補助建屋	約40				
補助注入ライン流量 (2)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	1次系補機制御盤室	約26				
			原子炉補助建屋	約40				
補助給水流量 (3)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	1次系補機制御盤室	約26				
			原子炉補助建屋	約40				
A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量 (1)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉補助建屋	約40				
			中央制御室	約26				
SA用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量 (1)	オリフィス、伝送器、 信号変換処理部、表示器	重*2	原子炉補助建屋	約40				
			1次系補機制御盤室	約26				
			中央制御室					

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

表1-1(4/8) 川内1号炉 プロセス計測制御設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			主要構成機器	重要度*1	使用条件			
計測対象	信号伝送方式					設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)	温度 (°C)	
			水位	連続		加圧器水位 (4)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計、自動/手動操作器、手動操作器、電流/空気圧変換器	
原子炉補助建屋	約40							
中間建屋	約40							
継電器室、中央制御室	約26							
ほう酸タンク水位 (4)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2			原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
蒸気発生器狭域水位 (12)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計、自動/手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1、重*2			原子炉格納容器内*3,4	約45		
					中間建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
蒸気発生器広域水位 (3)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2			原子炉格納容器内*3,4	約45		
					中間建屋	約40		
			継電器室、中央制御室	約26				
格納容器再循環サンプル狭域水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉格納容器内*3,4	約45				
			継電器室、中央制御室	約26				
格納容器再循環サンプル広域水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉格納容器内*3,4	約45				
			継電器室、中央制御室	約26				
原子炉補機冷却水サージタンク水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉補助建屋	約40				
			継電器室、中央制御室	約26				
燃料取替用水タンク水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	屋外	約40				
			継電器室、中央制御室	約26				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

*4：重大事故等を考慮する

表1-1(5/8) 川内1号炉 プロセス計測制御設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由
計測対象	信号伝送方式		主要構成機器	重要度*1	使用条件		
		設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)			温度 (°C)		
水位	連続	復水タンク水位 (2)	伝送器、信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	屋外	約40	
		空調用冷凍機水位 (8)	伝送器、指示計	MS-1	継電器室、中央制御室	約26	
					中間建屋	約40	
		使用済燃料ピット水位 (SA) (2)	電波レベル計、信号変換処理部、表示器	重*2	中間建屋	約40	
					燃料取扱建屋*4	約30	
		原子炉下部キャビティ水位 (1)	電極式水位計、信号変換処理部、表示器	重*2	配線処理室、中央制御室	約26	
					原子炉格納容器内	約45	
		原子炉格納容器水位 (1)	電極式水位計、信号変換処理部、表示器	重*2	1次系補機制御盤室 中央制御室	約26	
原子炉格納容器内	約45						
原子炉容器水位 (1)	伝送器、信号変換処理部、表示器	重*2	1次系補機制御盤室 中央制御室	約26			
			原子炉格納容器内*4	約45			
取水ピット水位 (1)	電波レベル計、信号変換処理部、表示器	設*3	1次系補機制御盤室 継電器室、中央制御室	約26			
			屋外	約40			
					中央制御室	約26	

*1: 機能は最上位の機能を示す

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

*3: 設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

*4: 重大事故等を考慮する

表1-1(6/8) 川内1号炉 プロセス計測制御設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			主要構成機器	重要度*1	使用条件			
計測対象	信号伝送方式					設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)	温度 (°C)	
			温度	連続		1次冷却材高温側温度(広域) (3)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、記録計	
継電器室、中央制御室	約26							
1次冷却材低温側温度(広域) (3)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-2、重*2			原子炉格納容器内*3,4	約343*5		
					中間建屋	約40		
1次冷却材高温側温度(狭域) (24)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、自動/手動操作器、 手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1			継電器室、中央制御室	約26		
					原子炉格納容器内*3	約343*5		
					原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					タービン建屋	約40		
					継電器室、中央制御室	約26		
1次冷却材低温側温度(狭域) (8)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、自動/手動操作器、 手動操作器、電流/空気圧変換器	MS-1			原子炉格納容器内*3	約343*5		
					原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					タービン建屋	約40		
格納容器内温度(2)	測温抵抗体、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-2、重*2	継電器室、中央制御室	約26				
			原子炉格納容器内*3,4	約45				
空調用冷凍機温度(12)	測温抵抗体、指示計	MS-1	中間建屋	約40				
			中間建屋	約40				
使用済燃料ピット温度(SA) (2)	測温抵抗体、信号変換処理部、 表示器	重*2	燃料取扱建屋*4	約30				
			配線処理室、中央制御室	約26				

*1: 機能は最上位の機能を示す

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

*3: 設計基準事故を考慮する

*4: 重大事故等を考慮する

*5: 最高使用温度

表1-1(7/8) 川内1号炉 プロセス計測制御設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			主要構成機器	重要度*1	使用条件			
計測対象	信号伝送方式					設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)	温度 (°C)	
			温度	連続		静的触媒式水素再結合装置 動作監視装置 (5)	熱電対、信号変換処理部、表示器	
1次系補機制御盤室 中央制御室	約26							
電気式水素燃焼装置 動作監視装置 (13)	熱電対、信号変換処理部、表示器	重*2			原子炉格納容器内*3	約45		
					1次系補機制御盤室 中央制御室	約26		
地震	ON-OFF	水平方向加速度 (8)	水平方向加速度計	MS-1	原子炉補助建屋	約40	◎	
					—	—		
		鉛直方向加速度 (4)	鉛直方向加速度計	MS-1	原子炉補助建屋	約40		
中性子束	連続	出力領域中性子束 (4)	中性子束検出器、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-1、重*2	原子炉格納容器内	約60	◎	出力運転中に 使用している
					中央制御室	約26		
		中間領域中性子束 (2)	中性子束検出器、信号変換処理部、 指示計、記録計	MS-1、重*2	原子炉格納容器内	約60		
					中間建屋	約40		
					1次系補機制御盤室 中央制御室	約26		
		中性子源領域中性子束 (2)	中性子束検出器、前置増幅器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-1、重*2	原子炉格納容器内	約60		
					原子炉補助建屋	約40		
					中間建屋	約40		
					1次系補機制御盤室 中央制御室	約26		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：重大事故等を考慮する

表1-1(8/8) 川内1号炉 プロセス計測制御設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (ループ数)	選定基準			選定	選定理由	
			計測対象	信号伝送方式	主要構成機器			重要度*1
		設置場所 (上段:検出器/下段:検出器以外)				温度 (°C)		
放射線	連続	格納容器内高レンジエリア モニタ (4)	放射線検出器、前置増幅器、 信号変換処理部、指示計、記録計	MS-2、重*2	原子炉格納容器内*3,4	約45	◎	要求される環境 条件が厳しい
					原子炉補助建屋	約40		
					中央制御室	約26		
		モニタリングステーション (2)	放射線検出器、前置増幅器、 信号変換処理部、指示計、記録計	重*2	屋外	約40		
					屋外	約40		
					中央制御室	約26		
		モニタリングポスト (3)	放射線検出器、前置増幅器、 信号変換処理部、指示計、記録計	重*2	屋外	約40		
					屋外	約40		
					中央制御室	約26		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

*4：重大事故等を考慮する

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の7種類のプロセス計測制御設備について技術評価を実施する。

- ① 1次冷却材圧力
- ② 余熱除去ループ流量
- ③ 加圧器水位
- ④ 1次冷却材高温側温度（広域）
- ⑤ 水平方向加速度
- ⑥ 出力領域中性子束
- ⑦ 格納容器内高レンジエリアモニタ

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 1次冷却材圧力計測制御設備

(1) 構造

川内1号炉の1次冷却材圧力計測制御設備は、計装用取出配管、計器元弁、計装配管、計器弁、伝送器、信号変換処理部、電源装置、指示計、記録計及び支持構造物で構成されている。

a. 計装配管（計装用取出配管及び計器元弁含む）

計装配管及び計装用取出配管は、1次冷却材の圧力を伝送する機能を有し、計器元弁は、伝送器の校正、補修時に系統側との隔離機能を有する。

b. 計器弁

計器弁は、伝送器の校正、補修時に系統側との隔離機能を有する。

c. 伝送器

伝送器は、1次冷却材の圧力をその計測範囲に応じた電気信号に変換し、伝送する機能を有する。

d. 信号変換処理部

信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック）は、伝送器への電源供給や伝送器からの電気信号の受信、他の設備への信号発信、信号の変換、演算等の機能を有するカード計器の集合である。

e. 電源装置

電源装置（原子炉保護系計器ラック）は、信号変換処理部への電源供給の機能を有する。

f. 指示計

指示計は、信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック）から出力された電気信号を圧力値に変換し、指示する機能を有する。

g. 記録計

記録計は、信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック）から出力された電気信号を圧力値に変換し、記録する機能を有する。

h. 支持構造物

筐体は、チャンネルベースに取付ボルトで支持され、基礎ボルトで据付けられている。

スタンションは、伝送器を支持するもので、埋込金物に溶接されている。

パイプハンガー、パイプハンガークランプ、ライナー及び取付ボルトは、サポート台に計装配管を支持するもので、サポート台に固定しており、サポート台はサポートに溶接される。また、サポートはベースプレートに溶接され、ベースプレートは基礎ボルトで据付けられる。

川内1号炉の1次冷却材圧力計測制御設備の主要機器構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の1次冷却材圧力計測制御設備の主要機器の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	計装用取出配管
②	計器元弁
③	計装配管
④	計器弁
⑤	伝送器
⑥	信号変換処理部
⑦	電源装置
⑧	指 示 計
⑨	記 録 計
⑩	ベースプレート
⑪	サポ ー ト
⑫	サポ ー ト 台
⑬	パイプハンガー
⑭	ライナー
⑮	パイプハンガーランプ
⑯	取付ボルト
⑰	スタンション
⑱	埋込金物
⑲	筐 体
⑳	チャンネルベース
㉑	基礎ボルト
㉒	基礎ボルト (メカニカルアンカ)

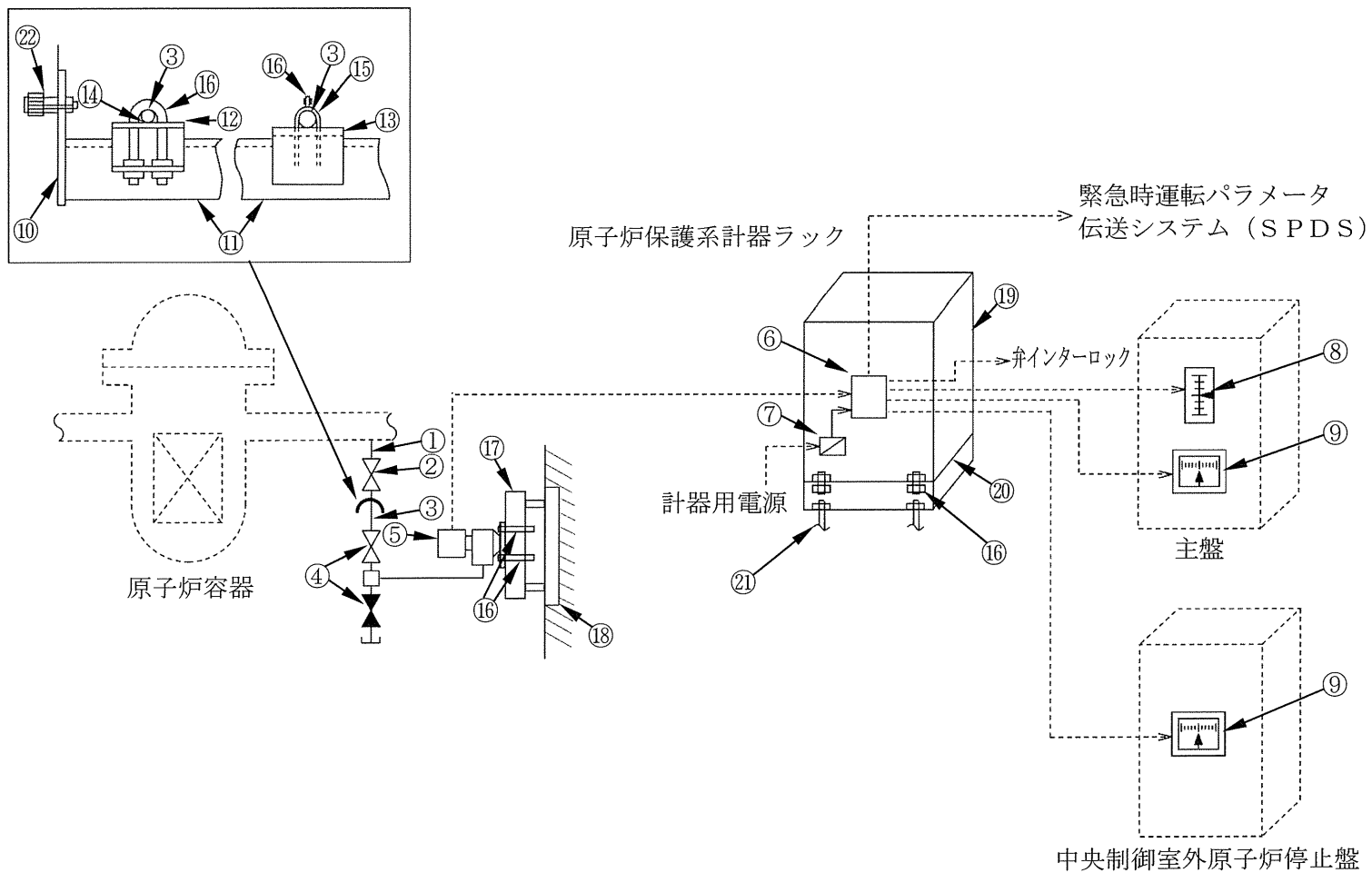


図2.1-1 川内1号炉 1次冷却材圧力計測制御設備主要機器構成図

表2.1-1 川内1号炉 1次冷却材圧力計測制御設備の主要機器の使用材料

部 位		材 料	
プロセス値の 伝達機能構成品	計装用取出配管	ステンレス鋼	
	計器元弁	ステンレス鋼	
	計装配管	ステンレス鋼	
	計器弁	ステンレス鋼	
プロセス値の 検出機能構成品	伝送器	消耗品・定期取替品	
電源供給・信号 変換・演算・制御 機能構成品	原子炉保護系計器 ラック	信号変換処理部	半 導 体
		電源装置	消耗品・定期取替品
工学値への変換 機能構成品	指 示 計	炭素鋼、プラスチック	
	記 録 計	半導体、炭素鋼 アルミニウム合金鋳物	
		ヒューズ	消耗品・定期取替品
機器の支持機能 構成品	ベースプレート	炭 素 鋼	
	サポート	炭 素 鋼	
	サポート台	ステンレス鋼	
	パイプハンガー	炭素鋼（亜鉛メッキ）	
	ライナー	ステンレス鋼	
	パイプハンガークランプ	炭素鋼（亜鉛メッキ）	
	取付ボルト	ステンレス鋼、炭素鋼	
	スタンション	炭 素 鋼	
	埋込金物	炭 素 鋼	
	筐 体	炭 素 鋼	
	チャンネルベース	炭 素 鋼	
	基礎ボルト	炭 素 鋼	
	基礎ボルト（メカニカルアンカ）	炭 素 鋼	

表2.1-2 川内1号炉 1次冷却材圧力計測制御設備の主要機器の使用条件

	伝送器			信号変換 処理部 電源装置	記録計	指示計 記録計
	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時			
設置場所	原子炉 格納容器内	原子炉 格納容器内	原子炉 格納容器内	継電器室	中間建屋	中央 制御室
周囲温度	約45°C*1	約127°C (最高温度)	約138°C (最高温度)	約26°C*2	約40°C*2	約26°C*2
圧力	約0.0098MPa [gage] 以下	約0.245MPa [gage] (最高圧力)	約0.350MPa [gage] (最高圧力)	—	—	—
放射線	1×10^{-3} Gy/h*3	602kGy (最大集積線量)	500kGy (最大集積線量)	—	—	—

*1：通常運転時の原子炉格納容器内1次冷却材圧力周囲温度実測値（平均値の最大値）に
余裕を加えた温度

*2：原子炉格納容器外の設計平均温度

*3：通常運転時の原子炉格納容器内1次冷却材圧力周囲温度実測値（平均値の最大値）に
余裕を加えた線量率

2.1.2 余熱除去ループ流量計測制御設備

(1) 構造

川内1号炉の余熱除去ループ流量計測制御設備は、計装用取出配管、計器元弁、計装配管、計器弁、オリフィス、伝送器、信号変換処理部、電源装置、自動/手動操作器、手動操作器、電流/空気圧変換器、指示計、記録計及び支持構造物で構成されている。

a. 計装配管（計装用取出配管及び計器元弁含む）

計装配管及び計装用取出配管は、余熱除去系統の圧力を伝送する機能を有し、計器元弁は、伝送器の校正、補修時に系統側との隔離機能を有する。

b. 計器弁

計器弁は、伝送器の校正、補修時に系統側との隔離機能を有する。

c. オリフィス

オリフィスは、配管内に取付けられた流量絞り機構であり、管中にオリフィスを入れると、上流側では高圧、下流側では低圧となる。この差圧の平方根が流速に比例することを利用して流量を計測する。

d. 伝送器

伝送器は、オリフィスの上流と下流の流体の差圧をその計測範囲に応じた電気信号に変換し、伝送する機能を有する。

e. 信号変換処理部

信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック、原子炉制御系計器ラック）は、伝送器への電源供給や伝送器からの電気信号の受信、他の設備への信号発信、信号の変換、演算等の機能を有するカード計器の集合である。

f. 電源装置

電源装置（原子炉保護系計器ラック、原子炉制御系計器ラック）は、信号変換処理部への電源供給の機能を有する。

g. 自動/手動操作器

自動/手動操作器は、信号変換処理部（原子炉制御系計器ラック）から出力された電気信号を流量値に変換し、指示する機能を有する。

また、自動制御時は、入力値（プロセス値）と設定値との差に応じた電気信号を出力し、手動制御時には目標とする値の電気信号を出力する機能を有する。

h. 手動操作器

手動操作器は、信号変換処理部（原子炉制御系計器ラック）から出力された電気信号を流量値に変換し、指示する機能を有する。

また、手動制御時には目標とする値の電気信号を出力する機能を有する。

i. 電流／空気圧変換器

電流／空気圧変換器は、自動／手動操作器（主盤）及び手動操作器（中央制御室外原子炉停止盤）からの電気信号を、空気作動連続制御弁を適切に駆動させる空気圧に変換する機能を有する。

j. 指示計

指示計は、信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック）から出力された電気信号を流量値に変換し、指示する機能を有する。

k. 記録計

記録計は、信号変換処理部（原子炉制御系計器ラック）から出力された電気信号を流量値に変換し、記録する機能を有する。

l. 支持構造物

筐体は、チャンネルベースに取付ボルトで支持され、基礎ボルトで据付けられている。

スタンションは、伝送器を支持するもので、埋込金物に溶接されている。

パイプハンガー、パイプハンガークランプ、ライナー及び取付ボルトは、サポート台に計装配管を支持するもので、サポート台に固定しており、サポート台はサポートに溶接される。また、サポートはベースプレートに溶接され、ベースプレートは基礎ボルトで据付けられる。

川内1号炉の余熱除去ループ流量計測制御設備の主要機器構成図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の余熱除去ループ流量計測制御設備の主要機器の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

No.	部 位
①	計装用取出配管
②	計器元弁
③	計装配管
④	計器弁
⑤	オリフィス
⑥	伝送器
⑦	信号変換処理部
⑧	電源装置
⑨	自動/手動操作器
⑩	手動操作器
⑪	電流/空気圧変換器
⑫	指示計
⑬	記録計
⑭	ベースプレート
⑮	サポート
⑯	サポート台
⑰	パイプハンガー
⑱	ライナー
⑳	取付ボルト
㉑	スタンション
㉒	埋込金物
㉓	筐 体
㉔	チャンネルベース
㉕	基礎ボルト
㉖	基礎ボルト (メカニカルアンカ)

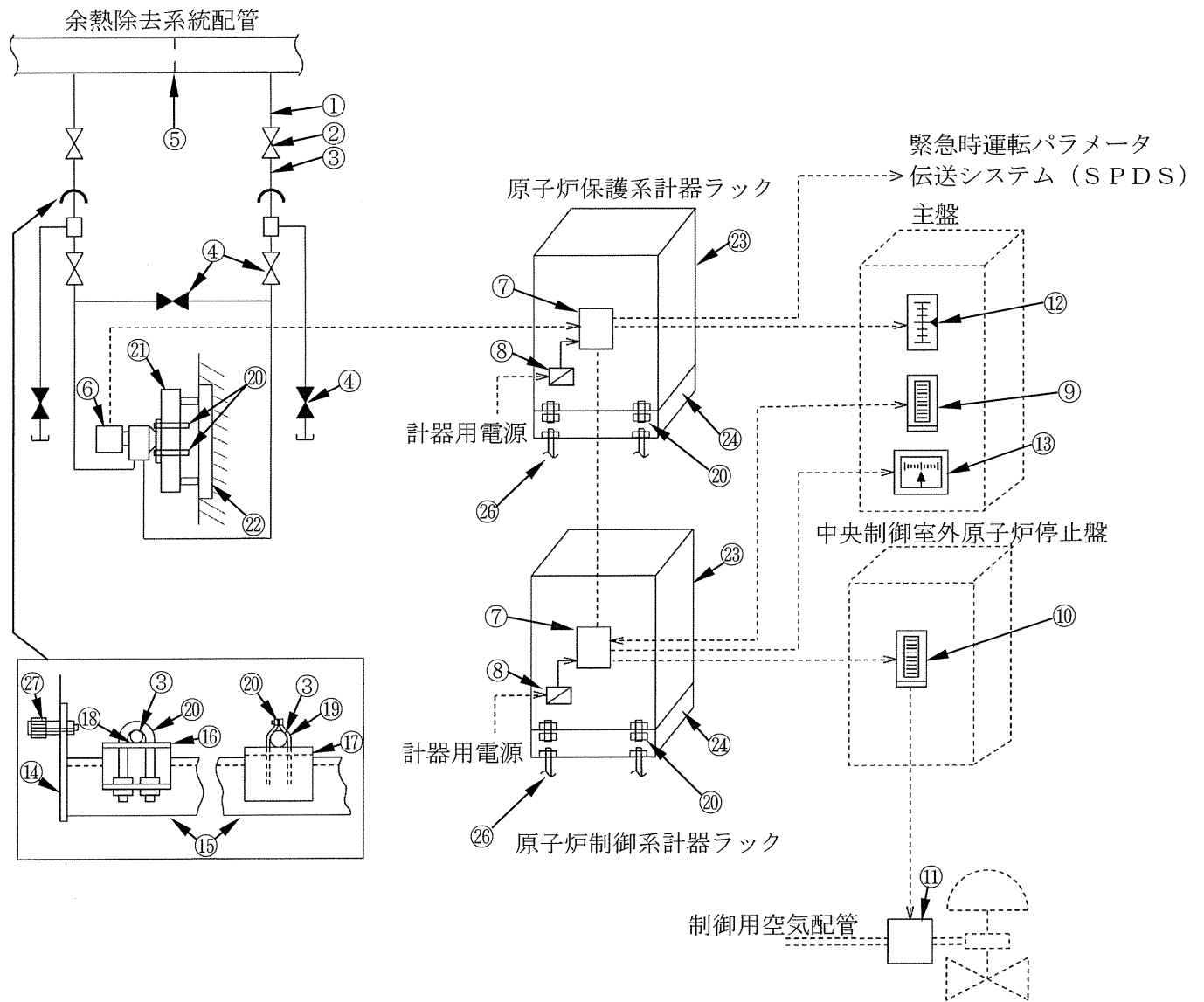


図2.1-2 川内1号炉 余熱除去ループ流量計測制御設備主要機器構成図

表2.1-3 川内1号炉 余熱除去ループ流量計測制御設備の主要機器の使用材料

部 位		材 料	
プロセス値の 伝達機能構成品	計装用取出配管	ステンレス鋼	
	計器元弁	ステンレス鋼	
	計装配管	ステンレス鋼	
	計器弁	ステンレス鋼	
	オリフィス	ステンレス鋼	
プロセス値の 検出機能構成品	伝送器	半導体、ステンレス鋼、 アルミニウム合金鋳物	
電源供給・信号 変換・演算・制御 機能構成品	原子炉保護系計器 ラック 原子炉制御系計器 ラック	信号変換処理部	半 導 体
		電源装置	消耗品・定期取替品
	自動／手動操作器	半導体、炭素鋼	
	手動操作器	半導体、アルミニウムダイカスト	
	電流／空気圧変換器	コイル、コントロールリレー	
	工学値への変換 機能構成品	指 示 計	炭素鋼、プラスチック
	記 録 計		半導体、炭素鋼、 アルミニウム合金鋳物
		ヒューズ	消耗品・定期取替品
機器の支持機能 構成品	ベースプレート	炭 素 鋼	
	サポート	炭 素 鋼	
	サポート台	ステンレス鋼	
	パイプハンガー	炭素鋼（亜鉛メッキ）	
	ライナー	ステンレス鋼	
	パイプハンガークランプ	炭素鋼（亜鉛メッキ）	
	取付ボルト	ステンレス鋼、炭素鋼	
	スタンション	炭 素 鋼	
	埋込金物	炭 素 鋼	
	筐 体	炭 素 鋼	
	チャンネルベース	炭 素 鋼	
	基礎ボルト	炭 素 鋼	
	基礎ボルト（メカニカルアンカ）	炭 素 鋼	

表2.1-4 川内1号炉 余熱除去ループ流量計測制御設備の主要機器の使用条件

	伝送器 電流/空気圧変換器	信号変換処理部 電源装置	自動/手動操作器 指示計、記録計	手動操作器
設置場所	原子炉補助建屋	継電器室	中央制御室	中間建屋
周囲温度	約40℃*1	約26℃*1	約26℃*1	約40℃*1

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.3 加圧器水位計測制御設備

(1) 構造

川内1号炉の加圧器水位計測制御設備は、計装用取出配管、計器元弁、計装配管、計器弁、伝送器、信号変換処理部、電源装置、自動／手動操作器、手動操作器、電流／空気圧変換器、指示計、記録計及び支持構造物で構成されている。

a. 計装配管（計装用取出配管及び計器元弁含む）

計装配管及び計装用取出配管は、加圧器の水位を伝送する機能を有し、計器元弁は、伝送器の校正、補修時に系統側との隔離機能を有する。

b. 計器弁

計器弁は、伝送器の校正、補修時に系統側との隔離機能を有する。

c. 伝送器

伝送器は、加圧器の液相部と気相部との差圧をその計測範囲に応じた電気信号に変換し、伝送する機能を有する。

d. 信号変換処理部

信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック、原子炉制御系計器ラック）は、伝送器への電源供給や検出器からの電気信号の受信、他の設備への信号発信、信号の変換、演算等の機能を有するカード計器の集合である。

e. 電源装置

電源装置（原子炉保護系計器ラック、原子炉制御系計器ラック）は、信号変換処理部への電源供給の機能を有する。

f. 自動／手動操作器

自動／手動操作器は、信号変換処理部（原子炉制御系計器ラック）から出力された電気信号を水位値に変換し、指示する機能を有する。

また、自動制御時は、入力値（プロセス値）と設定値との差に応じた電気信号を出力し、手動制御時には目標とする値の電気信号を出力する機能を有する。

g. 手動操作器

手動操作器は、信号変換処理部（原子炉制御系計器ラック）から出力された電気信号を指示する機能を有する。

また、手動制御時には目標とする値の電気信号を出力する機能を有する。

h. 電流／空気圧変換器

電流／空気圧変換器は、自動／手動操作器（主盤）及び手動操作器（中央制御室外原子炉停止盤）からの電気信号を、空気作動連続制御弁を適切に駆動させる空気圧に変換する機能を有する。

i. 指示計

指示計は、信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック）から出力された電気信号を水位値に変換し、指示する機能を有する。

j. 記録計

記録計は、信号変換処理部（原子炉制御系計器ラック）から出力された電気信号を水位値に変換し、記録する機能を有する。

k. 支持構造物

筐体は、チャンネルベースに取付ボルトで支持され、基礎ボルトで据付けられている。

スタンションは、伝送器を支持するもので、埋込金物に溶接されている。

パイプハンガー、パイプハンガークランプ、ライナー及び取付ボルトは、サポート台に計装配管を支持するもので、サポート台に固定しており、サポート台はサポートに溶接される。また、サポートはベースプレートに溶接され、ベースプレートは基礎ボルトで据付けられる。

川内1号炉の加圧器水位計測制御設備の主要機器構成図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の加圧器水位計測制御設備の主要機器の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。

No.	部 位
①	計装用取出配管
②	計器元弁
③	計装配管
④	計器弁
⑤	伝送器
⑥	信号変換処理部
⑦	電源装置
⑧	自動/手動操作器
⑨	手動操作器
⑩	電流/空気圧変換器
⑪	指示計
⑫	記録計
⑬	ベースプレート
⑭	サポート
⑮	サポート台
⑯	パイプハンガー
⑰	ライナー
⑱	パイプハンガークランプ
⑲	取付ボルト
⑳	スタンション
㉑	埋込金物
㉒	筐 体
㉓	チャンネルベース
㉔	基礎ボルト
㉕	基礎ボルト (メカニカルアンカ)

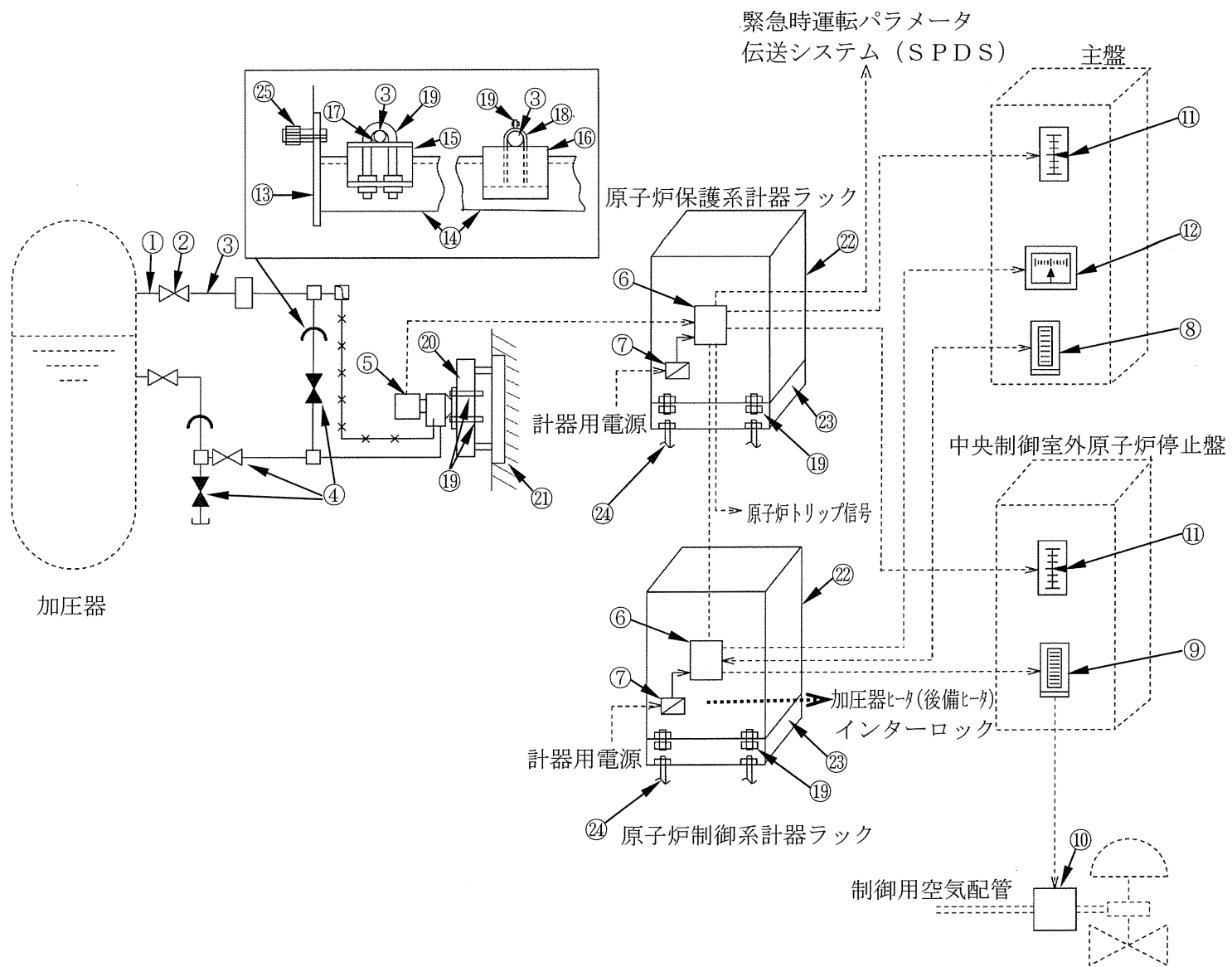


図2.1-3 川内1号炉 加圧器水位計測制御設備主要機器構成図

表2.1-5 川内1号炉 加圧器水位計測制御設備の主要機器の使用材料

部 位		材 料	
プロセス値の 伝達機能構成品	計装用取出配管	ステンレス鋼	
	計器元弁	ステンレス鋼	
	計装配管	ステンレス鋼	
	計器弁	ステンレス鋼	
プロセス値の 検出機能構成品	伝送器	消耗品・定期取替品	
電源供給・信号 変換・演算・制御 機能構成品	原子炉保護系計器 ラック	信号変換処理部	半 導 体
	原子炉制御系計器 ラック	電源装置	消耗品・定期取替品
	自動／手動操作器		半導体、炭素鋼
	手動操作器		半導体、アルミニウムダイカスト
	電流／空気圧変換器		コイル、コントロールリレー
	工学値への変換 機能構成品	指 示 計	炭素鋼、プラスチック
	記 録 計	半導体、炭素鋼 アルミニウム合金鋳物	
	ヒューズ	消耗品・定期取替品	
機器の支持機能 構成品	ベースプレート	炭 素 鋼	
	サポート	炭 素 鋼	
	サポート台	ステンレス鋼	
	パイプハンガー	炭素鋼（亜鉛メッキ）	
	ライナー	ステンレス鋼	
	パイプハンガークランプ	炭素鋼（亜鉛メッキ）	
	取付ボルト	ステンレス鋼、炭素鋼	
	スタンション	炭 素 鋼	
	埋込金物	炭 素 鋼	
	筐 体	炭 素 鋼	
	チャンネルベース	炭 素 鋼	
	基礎ボルト	炭 素 鋼	
	基礎ボルト（メカニカルアンカ）	炭 素 鋼	

表2.1-6 川内1号炉 加圧器水位計測制御設備の主要機器の使用条件

	伝送器			信号変換 処理部 電源装置	指示計 手動操作器	自動/手動 操作器 指示計 記録計	電流/ 空気圧 変換器
	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時				
設置場所	原子炉 格納容器内	原子炉 格納容器内	原子炉 格納容器内	継電器室	中間建屋	中央制御室	原子炉 補助建屋
周囲温度	約45°C*1	約127°C (最高温度)	約138°C (最高温度)	約26°C*2	約40°C*2	約26°C*2	約40°C*2
圧力	約0.0098MPa [gage] 以下	約0.245MPa [gage] (最高圧力)	約0.350MPa [gage] (最高圧力)	—	—	—	—
放射線	1×10^{-3} Gy/h*3	602kGy (最大集積線量)	500kGy (最大集積線量)	—	—	—	—

*1：通常運転時の原子炉格納容器内加圧器水位周囲温度実測値（平均値の最大値）に余裕を加えた温度

*2：原子炉格納容器外の設計平均温度

*3：通常運転時の原子炉格納容器内加圧器水位周囲温度実測値（平均値の最大値）に余裕を加えた線量率

2.1.4 1次冷却材高温側温度（広域）計測制御設備

(1) 構造

川内1号炉の1次冷却材高温側温度（広域）計測制御設備は、測温抵抗体、信号変換処理部、電源装置、指示計、記録計及び支持構造物で構成されている。

a. 測温抵抗体

測温抵抗体は、1次冷却材の温度を抵抗値として検出する機能を有する。

b. 信号変換処理部

信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック）は、測温抵抗体への電源供給や測温抵抗体からの電気信号の受信、他の設備への信号発信、信号の変換、演算等の機能を有するカード計器の集合である。

c. 電源装置

電源装置（原子炉保護系計器ラック）は、信号変換処理部への電源供給の機能を有する。

d. 指示計

指示計は、信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック）から出力された電気信号を温度値に変換し、指示する機能を有する。

e. 記録計

記録計は、信号変換処理部（原子炉保護系計器ラック）から出力された電気信号を温度値に変換し、記録する機能を有する。

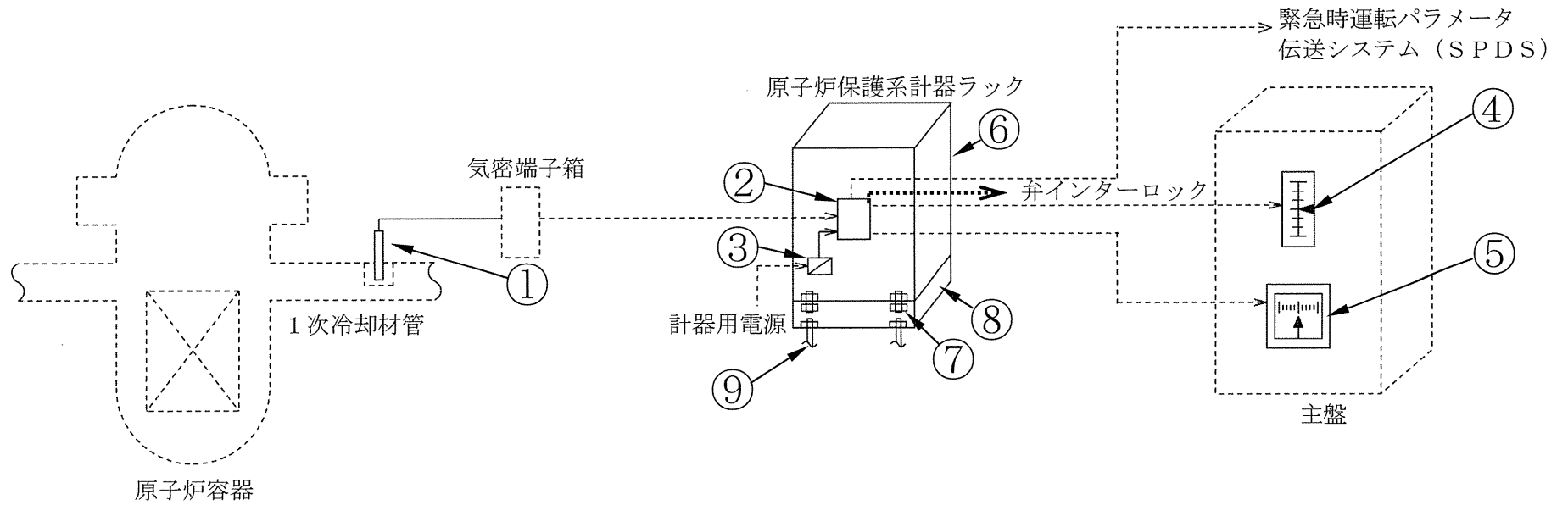
f. 支持構造物

筐体は、チャンネルベースに取付ボルトで支持され、基礎ボルトで据付けられている。

川内1号炉の1次冷却材高温側温度（広域）計測制御設備の主要機器構成図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の1次冷却材高温側温度（広域）計測制御設備の主要機器の使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。



No.	部 位
①	測温抵抗体
②	信号変換処理部
③	電源装置
④	指 示 計
⑤	記 録 計
⑥	筐 体
⑦	取付ボルト
⑧	チャンネルベース
⑨	基礎ボルト

図2.1-4 川内1号炉 1次冷却材高温側温度(広域)計測制御設備主要機器構成図

表2.1-7 川内1号炉 1次冷却材高温側温度（広域）計測制御設備の主要機器の使用材料

部 位		材 料	
プロセス値の 検出機能構成品	測温抵抗体	消耗品・定期取替品	
電源供給・信号 変換・演算・制御 機能構成品	原子炉保護系計器 ラック	信号変換処理部	半 導 体
		電源装置	消耗品・定期取替品
工学値への変換 機能構成品	指 示 計	炭素鋼、プラスチック	
	記 録 計	半導体、炭素鋼 アルミニウム合金鋳物	
		ヒューズ	消耗品・定期取替品
機器の支持機能 構成品	筐 体	炭 素 鋼	
	取付ボルト	炭 素 鋼	
	チャンネルベース	炭 素 鋼	
	基礎ボルト	炭 素 鋼	

表2.1-8 川内1号炉 1次冷却材高温側温度（広域）計測制御設備の主要機器の使用条件

	測 温 抵 抗 体			信号変換処理部 電源装置	指示計、記録計
	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時		
設置場所	原子炉格納容器内 (1次冷却材管)	原子炉格納容器内	原子炉格納容器内	継電器室	中央制御室
周囲温度	約343℃*1	約127℃ (最高温度)	約138℃ (最高温度)	約26℃*2	約26℃*2
圧 力	約0.0098MPa [gage] 以下	約0.245MPa [gage] (最高圧力)	約0.350MPa [gage] (最高圧力)	—	—
放 射 線	0.4Gy/h*3	602kGy (最大集積線量)	500kGy (最大集積線量)	—	—

*1：1次冷却材管高温側温度

*2：原子炉格納容器外の設計平均温度

*3：通常運転時の原子炉格納容器内1次冷却材高温側温度（広域）周囲温度実測値（平均値の最大値）に余裕を加えた線量率

2.1.5 水平方向加速度計測制御設備

(1) 構造

川内1号炉の水平方向加速度計測制御設備は、加速度検出器、信号変換処理部、リレー回路及び電源装置が一体となった水平方向加速度計と支持構造物から構成されている。

a. 水平方向加速度計

水平方向加速度計は、地震振動が発生した場合、予め設定した加速度以上の地震加速度に対し、信号を発信する。

また、その信号により信号変換処理部から原子炉トリップ信号を発信する。

b. 支持構造物

筐体は、基礎ボルトで据付けられている。

川内1号炉の水平方向加速度計測制御設備の主要機器構成図を図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の水平方向加速度計測制御設備の主要機器の使用材料及び使用条件を表2.1-9及び表2.1-10に示す。

表2.1-9 川内1号炉 水平方向加速度計測制御設備の主要機器の使用材料

部 位		材 料	
プロセス値の検出機能構成品、電源供給・信号変換・演算・制御機能構成品	水平方向加速度計	加速度検出器	コイル
		信号変換処理部	半 導 体
		リレー回路	ニッケル銀（金メッキ）
		電源装置	半 導 体
		電解コンデンサ	消耗品・定期取替品
		ヒューズ	消耗品・定期取替品
機器の支持機能構成品	筐 体	炭 素 鋼	
	基礎ボルト	炭 素 鋼	
	基礎ボルト（ケミカルアンカ）	炭素鋼、ビニルエステル樹脂	

表2.1-10 川内1号炉 水平方向加速度計測制御設備の主要機器の使用条件

	水平方向加速度計
設 置 場 所	原子炉補助建屋
周 囲 温 度	約40℃*1

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.6 出力領域中性子束計測制御設備

(1) 構造

川内1号炉の出力領域中性子束計測制御設備は、中性子束検出器、信号変換処理部、電源装置、指示計、記録計及び支持構造物で構成されている。

a. 中性子束検出器

中性子束検出器は、検出器に入射した中性子束を中性子束レベルに応じた電気信号に変換する機能を有する。

b. 信号変換処理部

信号変換処理部（炉外核計装盤）は、中性子束検出器への電源供給や中性子束検出器からの電気信号の受信、他の設備への信号発信、信号の変換、演算等の機能を有するカード計器の集合である。

c. 電源装置

電源装置（炉外核計装盤）は、信号変換処理部への電源供給の機能を有する。

d. 指示計

指示計は、信号変換処理部（炉外核計装盤）から出力された電気信号を中性子束レベル値に変換し、指示する機能を有する。

e. 記録計

記録計は、信号変換処理部（炉外核計装盤）から出力された電気信号を中性子束レベル値に変換し、記録する機能を有する。

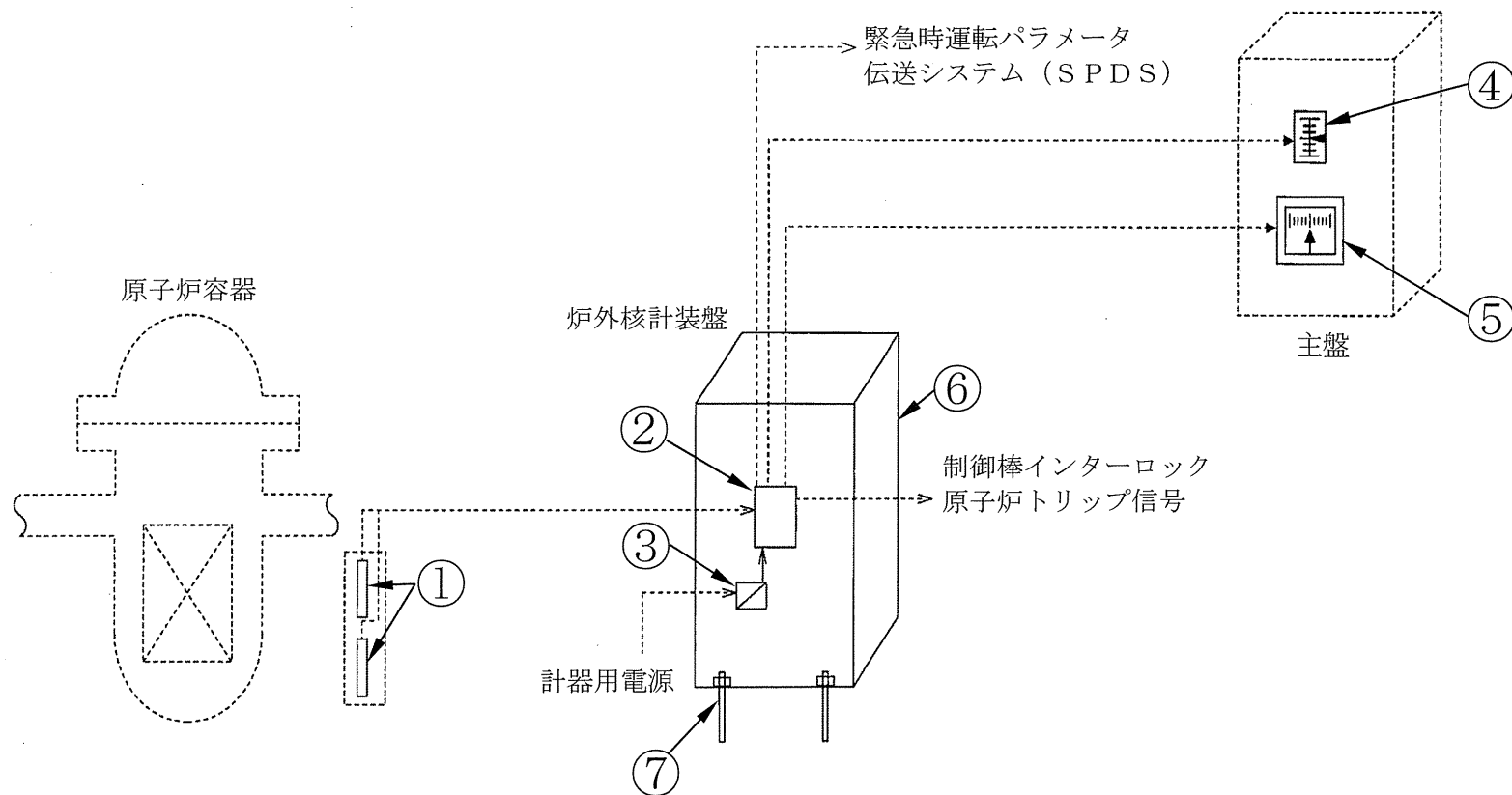
f. 支持構造物

筐体は、基礎ボルトで据付けられている。

川内1号炉の出力領域中性子束計測制御設備の主要機器構成図を図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の出力領域中性子束計測制御設備の主要機器の使用材料及び使用条件を表2.1-11及び表2.1-12に示す。



No.	部 位
①	中性子束検出器
②	信号変換処理部
③	電源装置
④	指 示 計
⑤	記 録 計
⑥	筐 体
⑦	基礎ボルト

図2.1-6 川内1号炉 出力領域中性子束計測制御設備主要機器構成図

表2.1-11 川内1号炉 出力領域中性子束計測制御設備の主要機器の使用材料

部 位		材 料	
プロセス値の 検出機能構成品	中性子束検出器	電 離 箱	消耗品・定期取替品
電源供給・信号 変換・演算・制御 機能構成品	炉外核計装盤	信号変換処理部	半 導 体
		ヒューズ	消耗品・定期取替品
		電源装置	消耗品・定期取替品
工学値への変換 機能構成品	指 示 計		炭素鋼、プラスチック
	記 録 計		半導体、プラスチック
	ヒューズ		消耗品・定期取替品
機器の支持機能 構成品	筐 体		炭 素 鋼
	基礎ボルト		炭 素 鋼

表2.1-12 川内1号炉 出力領域中性子束計測制御設備の主要機器の使用条件

	中性子束検出器	信号変換処理部、電源装置 指示計、記録計
	通常運転時	
設置場所	原子炉格納容器内 (N I S キャビティ) *1	中央制御室
周囲温度	約60℃*2	約26℃*4
圧 力	約0.0098MPa [gage] 以下	—
放 射 線	5×10 ³ Gy/h*3	—

*1：N I S（炉外核計測装置）

*2：検出器設置箇所の設計平均温度

*3：検出器設置箇所の設計値

*4：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.7 格納容器内高レンジエリアモニタ計測制御設備

(1) 構造

川内1号炉の格納容器内高レンジエリアモニタ計測制御設備は、放射線検出器、前置増幅器、信号変換処理部、電源装置、指示計、記録計及び支持構造物で構成されている。

a. 放射線検出器

放射線検出器は、検出器に入射した放射線を放射線レベルに応じた電気信号に変換する機能を有する。

b. 前置増幅器

前置増幅器は、放射線検出器にて変換された電気信号を信号変換処理部へ送信するために、信号を増幅する機能を有する。

c. 信号変換処理部

信号変換処理部（放射線監視盤）は、放射線検出器への電源供給や放射線検出器からの電気信号の受信、指示計及び記録計への信号発信、信号の変換、演算等の機能を有するカード計器の集合である。

d. 電源装置

電源装置（放射線監視盤）は、信号変換処理部への電源供給の機能を有する。

e. 指示計

指示計は、信号変換処理部（放射線監視盤）から出力された電気信号を放射線レベル値に変換し、指示する機能を有する。

f. 記録計

記録計は、信号変換処理部（放射線監視盤）から出力された電気信号を放射線レベル値に変換し、記録する機能を有する。

g. 支持構造物

放射線監視盤の筐体は基礎ボルトで据付けられている。

また、前置増幅器の筐体は、架台に取付ボルトで支持され、基礎ボルトで据付けられている。

川内1号炉の格納容器内高レンジエリアモニタ計測制御設備の主要機器構成図を図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の格納容器内高レンジエリアモニタ計測制御設備の主要機器の使用材料及び使用条件を表2.1-13及び表2.1-14に示す。

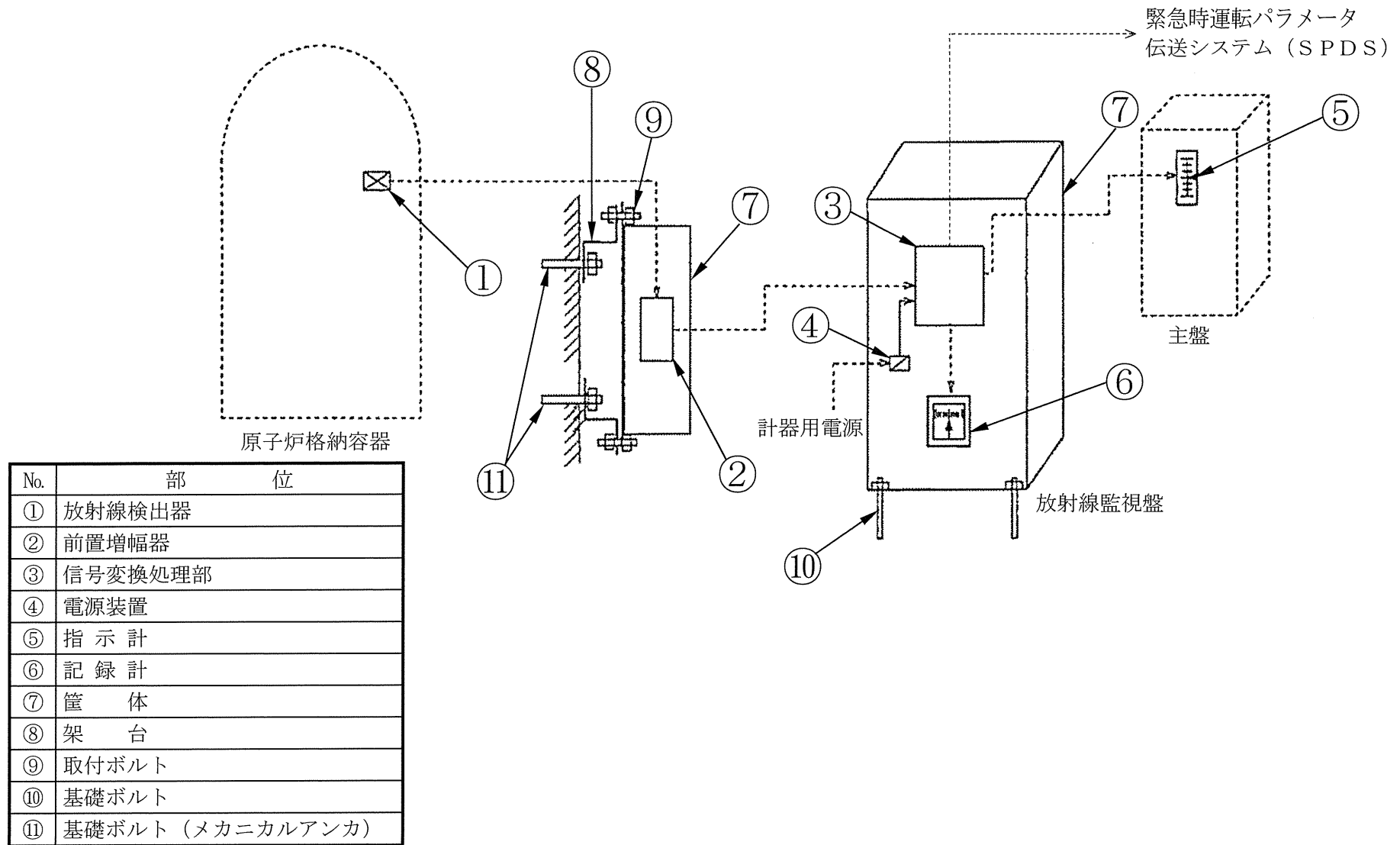


図2.1-7 川内1号炉 格納容器内高レンジエリアモニタ計測制御設備主要機器構成図

表2.1-13 川内1号炉 格納容器内高レンジエリアモニタ計測制御設備の
主要機器の使用材料

部 位		材 料
プロセス値の 検出機能構成品	放射線検出器	電 離 箱
電源供給・信号 変換・演算・制御 機能構成品	前置増幅器	
	放射線監視盤	信号変換処理部
		ヒューズ
		電源装置
工学値への変換 機能構成品	指 示 計	
	記 録 計	
	ヒューズ	
機器の支持機能 構成品	筐 体	
	架 台	
	取付ボルト	
	基礎ボルト	
	基礎ボルト（メカニカルアンカ）	

表2.1-14 川内1号炉 格納容器内高レンジエリアモニタ計測制御設備の
主要機器の使用条件

	放射線検出器			前置増幅器	信号変換処理部 電源装置 記録計、指示計
	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時		
設置場所	原子炉格納容器内	原子炉格納容器内	原子炉格納容器内	原子炉 補助建屋	中央制御室
周囲温度	約45℃*1	約127℃ (最高温度)	約138℃ (最高温度)	約40℃*2	約26℃*2
圧力	約0.0098MPa [gage] 以下	約0.245MPa [gage] (最高圧力)	約0.350MPa [gage] (最高圧力)	—	—
放射線	$5 \times 10^{-3} \text{Gy/h}^{*3}$	602kGy (最大集積線量)	500kGy (最大集積線量)	—	—

*1：通常運転時の原子炉格納容器内格納容器内高レンジエリアモニタ周囲温度実測値（平均値の最大値）に余裕を加えた温度

*2：原子炉格納容器外の設計平均温度

*3：通常運転時の原子炉格納容器内格納容器内高レンジエリアモニタ周囲温度実測値（平均値の最大値）に余裕を加えた線量率

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

プロセス計測制御設備の機能を維持するためには、次の5つの項目が必要である。

- ① プロセス値の伝達機能
- ② プロセス値の検出機能
- ③ 電源供給・信号変換・演算・制御機能
- ④ 工学値への変換機能
- ⑤ 機器の支持機能

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

プロセス計測制御設備個々について、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上で、個々の部位の構造、材料、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～表2.2-7に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象（表2.2-1～表2.2-7で△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

(1) 1次冷却材系統に接する計装用取出配管等の応力腐食割れ

[1次冷却材圧力、加圧器水位]

1996年5月、米国セコイヤ（Sequoyah）発電所2号炉で、1次系水質環境においても局所的に溶存酸素濃度が高くなる等の理由で内面からの応力腐食割れによる漏えいが発生していることから、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、当該部位については、SUS304系より耐応力腐食割れ性の優れているSUS316系を使用している。

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

なお、1次冷却材系統における漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

(2) 計装用取出配管、計器元弁、計装配管及び計器弁の外表面からの応力腐食割れ

[余熱除去ループ流量]

余熱除去ループ流量の計装用取出配管等はステンレス鋼であり、外表面に大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンによる応力腐食割れが想定される。

しかしながら、周辺環境における塩分付着量を測定し、応力腐食割れに対して問題のないことを確認している。

また、余熱除去ループ流量の計装用取出配管等は屋内に設置されおり、屋外に設置されている配管等と比較して環境条件は穏やかであり、大気中の海塩粒子が外表面に直接付着する可能性は小さい。

さらに、巡視点検時等の目視確認により機器の健全性を維持している。

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

(3) 伝送器の腐食（全面腐食）〔余熱除去ループ流量〕

伝送器のケースはアルミニウム合金鋳物であり、腐食が想定される。

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

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

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

(4) 指示計、記録計〔水平方向加速度を除いて共通〕、伝送器〔余熱除去ループ流量〕、信号変換処理部〔共通〕、電源装置〔水平方向加速度〕、自動／手動操作器、手動操作器、電流／空気圧変換器〔余熱除去ループ流量、加圧器水位〕、前置増幅器〔格納容器内高レンジエリアモニタ〕及び加速度検出器〔水平方向加速度〕の特性変化

指示計、記録計、伝送器、信号変換処理部、電源装置、自動／手動操作器、手動操作器、電流／空気圧変換器、前置増幅器及び加速度検出器は、長時間の使用に伴い、検出特性及び信号伝達特性が変化し、長期間校正を実施しない場合、実際のプロセス値に対し、測定値及び制御値の誤差が大きくなることやマイグレーションが想定される。

しかしながら、信号処理・変換を行う電気回路部は、定格値（定格電圧、電流値）に対して、回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間で特性変化を起こす可能性は小さいと考える。

また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニングを実施していることから、マイグレーションが発生する可能性は小さいと考える。

さらに、定期的な校正試験を行い、有意な特性変化がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

(5) リレー回路の導通不良 [水平方向加速度]

水平方向加速度計のリレー回路は、接点部分に付着する浮遊塵埃により、導通不良が想定される。

しかしながら、接点部分は筐体に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的な校正試験でリレー回路に導通不良がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

(6) 筐体 [共通]、スタンション、ベースプレート、サポート [1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位]、チャンネルベース [1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位、1次冷却材高温側温度 (広域)] 及び架台 [格納容器内高レンジエリアモニタ] の腐食 (全面腐食)

筐体、スタンション、ベースプレート、サポート、チャンネルベース及び架台は炭素鋼であり腐食が想定される。

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

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

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

(7) パイプハンガー及びパイプハンガークランプの腐食 (全面腐食)

[1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位]

パイプハンガー及びパイプハンガークランプは炭素鋼であり腐食が想定される。

しかしながら、亜鉛メッキにより腐食を防止しており、メッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認によりメッキ面の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(8) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

[1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位、1次冷却材高温側温度（広域）、格納容器内高レンジエリアモニタ]

取付ボルトはステンレス鋼又は炭素鋼であり、炭素鋼は腐食が想定される。

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

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

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

(9) 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

[1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位]

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(10) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）及び樹脂の劣化 [基礎ボルトを含む機器共通]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。また、ケミカルアンカには樹脂を使用しており、劣化が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

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

(11) オリフィスの腐食（流れ加速型腐食）〔余熱除去ループ流量〕

オリフィスは絞り機構であり、配管部と比較して流速が速くなることから流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、ステンレス鋼であり、流速を低く設計していることから、流れ加速型腐食が発生する可能性はないと考える。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(12) オリフィスの応力腐食割れ〔余熱除去ループ流量〕

オリフィスはステンレス鋼であり、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、定期検査時に飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体が流入する際は流体温度が低い（最高80℃程度）ため、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

また、定期検査後のプラント起動時には1次冷却材中の溶存酸素濃度低減のための運転操作を実施するため、高温（100℃以上）で使用する場合は、溶存酸素濃度が0.1ppm以下に低減された流体となっていることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(13) 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

〔1次冷却材圧力、余熱除去ループ流量、加圧器水位〕

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面から中性化の進行により腐食環境となるが、コンクリートが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

1次冷却材圧力、加圧器水位の伝送器、測温抵抗体、中性子束検出器、放射線検出器、電源装置（ただし、水平方向加速度は電源装置内の電解コンデンサ）及びヒューズについては定期取替品である。

いずれも、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

なお、記録計のヒューズについては、容易に修復が可能であることから、事後保全としている。

表2.2-1 川内1号炉 1次冷却材圧力計測制御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		絶 縁	導 通	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
プロセス値の伝達機能	計装用取出配管		ステンレス鋼				△*1				*1：内面からの 応力腐食割れ *2：大気接触部 *3：コンクリート 埋設部	
	計器元弁		ステンレス鋼				△*1					
	計装配管		ステンレス鋼									
	計器弁		ステンレス鋼									
プロセス値の検出機能	伝送器	◎	—									
電源供給・信号変換・演算・制御機能	信号変換処理部		半 導 体							△		
	電源装置	◎	—									
工学値への変換機能	指 示 計		炭素鋼、プラスチック							△		
	記 録 計		半導体、炭素鋼 アルミニウム合金鋳物							△		
		ヒューズ	◎	—								
機器の支持機能	ベースプレート		炭 素 鋼		△							
	サポート		炭 素 鋼		△							
	サポート台		ステンレス鋼									
	パイプハンガー		炭素鋼（亜鉛メッキ）		△							
	ライナー		ステンレス鋼									
	パイプハンガークランプ		炭素鋼（亜鉛メッキ）		△							
	取付ボルト		ステンレス鋼、炭素鋼		△							
	スタンション		炭 素 鋼		△							
	埋込金物		炭 素 鋼		△*2 ▲*3							
	筐 体		炭 素 鋼		△							
	チャンネルベース		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト（マカカルソカ）		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2.2-2 川内1号炉 余熱除去ループ流量計測制御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		絶 縁	導 通	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
プロセス値の伝達機能	計装用取出配管		ステンレス鋼				△*1				*1：外面からの 応力腐食割れ *2：流れ加速型 腐食 *3：大気接触部 *4：コンクリート 埋設部	
	計器元弁		ステンレス鋼				△*1					
	計装配管		ステンレス鋼				△*1					
	計器弁		ステンレス鋼				△*1					
	オリフィス 注)		ステンレス鋼		▲*2		▲					
プロセス値の検出機能	伝送器		半導体、ステンレス鋼 アルミニウム合金鋳物		△					△		
電源供給・信号変換・演算・制御機能	信号変換処理部		半 導 体								△	
	電源装置	◎	—									
	自動/手動操作器		半導体、炭素鋼								△	
	手動操作器		半導体、アルミニウム合金								△	
	電流/空気圧変換器		コイル、コントロールレー								△	
工学値への変換機能	指 示 計		炭素鋼、プラスチック								△	
	記 録 計		半導体、炭素鋼 アルミニウム合金鋳物								△	
		ヒューズ	◎	—								
機器の支持機能	ベースプレート		炭 素 鋼		△							
	サポート		炭 素 鋼		△							
	サポート台		ステンレス鋼									
	パイプハンガー		炭素鋼 (亜鉛メッキ)		△							
	ライナー		ステンレス鋼									
	パイプハンガークランプ		炭素鋼 (亜鉛メッキ)		△							
	取付ボルト		ステンレス鋼、炭素鋼		△							
	スタンション		炭 素 鋼		△							
	埋込金物		炭 素 鋼		△*3 ▲*4							
	筐 体		炭 素 鋼		△							
	チャンネルベース		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト (メカカルソカ)		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）

注) オリフィスはプロセス値の伝達機能に加えて、バウンダリ機能をあわせもっており、両者を含めた評価とする

表2.2-3 川内1号炉 加圧器水位計測制御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		絶 縁	導 通	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
プロセス値の伝 達機能	計装用取出配管		ステンレス鋼				△*1				*1：内面からの 応力腐食割れ *2：大気接触部 *3：コンクリート 埋設部	
	計器元弁		ステンレス鋼				△*1					
	計装配管		ステンレス鋼									
	計器弁		ステンレス鋼									
プロセス値の検 出機能	伝 送 器	◎	—									
電源供給・信号 変換・演算・制御 機能	信号変換処理部		半 導 体							△		
	電源装置	◎	—									
	自動/手動操作器		半導体、炭素鋼							△		
	手動操作器		半 導 体 アルミニウムダイカスト							△		
	電流/空気圧変換器		コイル、コントロールレ							△		
工学値への変換 機能	指 示 計		炭素鋼、プラスチック							△		
	記 録 計		半導体、炭素鋼 アルミニウム合金鋳物							△		
	ヒューズ	◎	—									
機器の支持機能	ベースプレート		炭 素 鋼		△							
	サポート		炭 素 鋼		△							
	サポート台		ステンレス鋼									
	パイプハンガー		炭素鋼（亜鉛メッキ）		△							
	ライナー		ステンレス鋼									
	パイプハンガークランプ		炭素鋼（亜鉛メッキ）		△							
	取付ボルト		ステンレス鋼、炭素鋼		△							
	スタンション		炭 素 鋼		△							
	埋込金物		炭 素 鋼		△*2 ▲*3							
	筐 体		炭 素 鋼		△							
	チャンネルベース		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト（メカカルソカ）		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2.2-4 川内1号炉 1次冷却材高温側温度（広域）計測制御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		絶 縁	導 通	特 性	その他		
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化			
プロセス値の検出機能	测温抵抗体	◎	—										
電源供給・信号変換・演算・制御機能	信号変換処理部		半 導 体								△		
	電源装置	◎	—										
工学値への変換機能	指 示 計		炭素鋼、プラスチック								△		
	記 録 計		半導体、炭素鋼 アルミニウム合金鋳物								△		
		ヒューズ	◎	—									
機器の支持機能	筐 体		炭 素 鋼		△								
	取付ボルト		炭 素 鋼		△								
	チャンネルベース		炭 素 鋼		△								
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-5 川内1号炉 水平方向加速度計測制御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		絶 縁	導 通	特 性	その他		
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化			
プロセス値の検出機能	加速度検出器		コイル								△		*1：樹脂の劣化
電源供給・信号変換・演算・制御機能	信号変換処理部		半 導 体								△		
	リレー回路		ニッケル銀(金メッキ)							△			
	電源装置		半 導 体								△		
		電解コンデンサ	◎	—									
	ヒューズ	◎	—										
機器の支持機能	筐 体		炭 素 鋼		△								
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△								
	基礎ボルト(ケミカルアンカ)		炭 素 鋼 ビニルエステル樹脂		△							△*1	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-6 川内1号炉 出力領域中性子束計測制御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		絶 縁	導 通	特 性	その他		
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化			
プロセス値の検出機能	中性子束検出器	◎	—										
電源供給・信号変換・演算・制御機能	信号変換処理部		半 導 体								△		
	ヒューズ	◎	—										
	電源装置	◎	—										
工学値への変換機能	指 示 計		炭素鋼、プラスチック								△		
	記 録 計		半導体、プラスチック								△		
	ヒューズ	◎	—										
機器の支持機能	筐 体		炭 素 鋼		△								
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-7 川内1号炉 格納容器内高レンジエリアモニタ計測制御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		絶 縁	導 通	特 性	その他		
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化			
プロセス値の 検出機能	放射線検出器	◎	—										
電源供給・信号 変換・演算・制 御機能	前置増幅器		半 導 体								△		
	信号変換処理部		半 導 体								△		
	ヒューズ	◎	—										
	電源装置	◎	—										
工学値への変 換機能	指 示 計		炭素鋼、プラスチック								△		
	記 録 計		半導体、プラスチック 炭 素 鋼								△		
	ヒューズ	◎	—										
機器の支持機能	筐 体		炭 素 鋼		△								
	架 台		炭 素 鋼		△								
	取付ボルト		炭 素 鋼		△								
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△								
	基礎ボルト (メカアソカ)		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。

なお、経年劣化事象の抽出にあたっては、2章の代表機器における経年劣化事象の抽出と同様に、水平展開機器各々の構造、材料、使用条件等の特殊性を考慮して選定している。

[圧 力]

- ① 加圧器圧力
- ② 蒸気ライン圧力
- ③ 高圧タービン入口蒸気圧力
- ④ 格納容器圧力
- ⑤ 制御用空気圧縮機出口ヘッド圧力
- ⑥ 海水ヘッド圧力
- ⑦ アニュラス内圧力
- ⑧ ペネトレーションエリア内圧力
- ⑨ 充てん／高圧注入ポンプ室内圧力
- ⑩ 空調用冷凍機圧力
- ⑪ AM用格納容器圧力

[流 量]

- ① 1次冷却材流量
- ② 給水流量
- ③ 主蒸気流量
- ④ ほう酸注入ライン流量
- ⑤ 補助注入ライン流量
- ⑥ 補助給水流量
- ⑦ A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量
- ⑧ SA用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量

[水 位]

- ① ほう酸タンク水位
- ② 蒸気発生器狭域水位 (多様化自動作動設備 (A T W S 緩和設備) 含む)
- ③ 蒸気発生器広域水位
- ④ 格納容器再循環サンプル狭域水位
- ⑤ 格納容器再循環サンプル広域水位
- ⑥ 原子炉補機冷却水サージタンク水位
- ⑦ 燃料取替用水タンク水位
- ⑧ 復水タンク水位
- ⑨ 空調用冷凍機水位
- ⑩ 使用済燃料ピット水位 (S A)
- ⑪ 原子炉下部キャビティ水位
- ⑫ 原子炉格納容器水位
- ⑬ 原子炉容器水位
- ⑭ 取水ピット水位

[温 度]

- ① 1次冷却材低温側温度 (広域)
- ② 1次冷却材高温側温度 (狭域)
- ③ 1次冷却材低温側温度 (狭域)
- ④ 格納容器内温度
- ⑤ 空調用冷凍機温度
- ⑥ 使用済燃料ピット温度 (S A)
- ⑦ 静的触媒式水素再結合装置動作監視装置
- ⑧ 電気式水素燃焼装置動作監視装置

[地 震]

- ① 鉛直方向加速度

[中性子束]

- ① 中間領域中性子束
- ② 中性子源領域中性子束

[放 射 線]

- ① モニタリングステーション
- ② モニタリングポスト

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 測温抵抗体の絶縁低下 [空調用冷凍機温度]

測温抵抗体の絶縁物は有機物であり、熱的及び環境的要因で絶縁性能の低下を起こす可能性がある。

測温抵抗体の絶縁物は、感温部から延長ケーブルまでは、酸化マグネシウムを、また延長ケーブル及び感温部と延長ケーブルとの接続部については、ガラスヤーン編組を使用しており、絶縁性能の低下を起こす可能性は小さい。

測温抵抗体の絶縁低下には、定期的に絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下がないことを確認している。

絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

したがって、測温抵抗体の絶縁低下については、引き続き定期的な絶縁抵抗測定を実施していく。

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

2.2.3の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

3.2.1 計装用取出配管（炭素鋼）の内面からの腐食（全面腐食） [海水ヘッダ圧力]

海水ヘッダ圧力の計装用取出配管の内面は海水が接するため、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内面にライニングを施工しており、ライニングが健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、系統の弁分解点検時等に目視確認を実施し、ライニングの健全性を確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.2 計器元弁の内面からの腐食（全面腐食）〔補助給水流量〕

補助給水流量の計器元弁は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、系統の弁分解点検時等に目視確認を実施し、有意な減肉がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.3 1次冷却材系統に接する計装用取出配管等の応力腐食割れ

〔加圧器圧力、1次冷却材流量、原子炉容器水位〕

1996年5月、米国セコイヤ（Sequoyah）発電所2号炉で、1次系水質環境においても局所的に溶存酸素濃度が高くなる等の理由で内面からの応力腐食割れによる漏えいが発生していることから、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、当該部位については、SUS304系より耐応力腐食割れ性の優れているSUS316系を使用している。

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

なお、1次冷却材系統における漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 計装用取出配管、計器元弁、計装配管及び計器弁の外表面からの応力腐食割れ

〔格納容器内を除く計装用取出配管、計器元弁、計装配管及び計器弁がステンレス鋼の機器共通〕

計装配管等はステンレス鋼であり、外表面に大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンによる応力腐食割れが想定される。

しかしながら、周辺環境における塩分付着量を測定し、応力腐食割れに対して問題ないことを確認している。

また、屋外に設置されている計装配管等については、防水措置（保温）等により腐食を防止しており、防水措置（保温）等が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

さらに、巡視点検等で目視により防水措置（保温）等の健全性を確認することにより、機器の健全性を維持している。

したがって、応力腐食割れが発生する可能性は小さいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

一方、屋内に設置されている計装配管等については、屋外に設置されている配管等と比較して環境条件は穏やかであり、大気中の海塩粒子等の塩分が外表面に直接付着する可能性は小さい。

また、巡視点検等の目視確認により機器の健全性を維持している。

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

3.2.5 計装用取出配管等（炭素鋼、銅合金）の外表面からの腐食（全面腐食）

[計装用取出配管、計器元弁、計装配管及び計器弁が炭素鋼又は銅合金]

計装用取出配管等は炭素鋼又は銅合金であり、外表面からの腐食が想定される。

しかしながら、炭素鋼製は塗装又は防水措置（保温）により腐食を防止しており、塗装又は防水措置（保温）が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

一方、銅合金製は耐食性がよく、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を維持している。

3.2.6 伝送器の腐食（全面腐食）

[蒸気ライン圧力、高圧タービン入口蒸気圧力、格納容器圧力、制御用空気圧縮機出口ヘッダ圧力、海水ヘッダ圧力、アニュラス内圧力、ペネトレーションエリア内圧力、充てん／高圧注入ポンプ室内圧力、AM用格納容器圧力、給水流量、ほう酸注入ライン流量、補助注入ライン流量、補助給水流量、SA用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量、ほう酸タンク水位、原子炉補機冷却水サージタンク水位、燃料取替用水タンク水位、復水タンク水位]

伝送器のケースはアルミニウム合金鋳物であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.7 指示計等の特性変化 [指示計等を含む機器共通]

指示計、表示器、記録計、伝送器 [蒸気ライン圧力、高圧タービン入口蒸気圧力、格納容器圧力、制御用空気圧縮機出口ヘッダ圧力、海水ヘッダ圧力、アニュラス内圧力、ペネトレーションエリア内圧力、充てん／高圧注入ポンプ室内圧力、AM用格納容器圧力、給水流量、ほう酸注入ライン流量、補助注入ライン流量、補助給水流量、SA用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量、ほう酸タンク水位、原子炉補機冷却水サージタンク水位、燃料取替用水タンク水位、復水タンク水位]、電波レベル計 [取水ピット水位]、信号変換処理部、電源装置、自動／手動操作器、手動操作器、電流／空気圧変換器、前置増幅器及び加速度検出器は、長時間の使用に伴い、検出特性及び信号伝達特性が変化し、長期間校正を実施しない場合、実際のプロセス値に対し、測定値及び制御値の誤差が大きくなることやマイグレーションが想定される。

しかしながら、信号処理・変換を行う電気回路部は、定格値（定格電圧、電流値）に対して、回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、屋内又は筐体内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間で特性変化を起こす可能性は小さいと考える。

また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニングを実施していることから、マイグレーションが発生する可能性は小さいと考える。

さらに定期的な校正試験を行い、有意な特性変化がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.8 リレー回路の導通不良 [鉛直方向加速度]

鉛直方向加速度計のリレー回路は、接点部分に付着する浮遊塵埃により、導通不良が想定される。

しかしながら、接点部分は筐体に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的な校正試験でリレー回路に導通不良がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.9 筐体、スタンション、ベースプレート、サポート及びチャンネルベースの腐食 (全面腐食) [筐体、スタンション、ベースプレート、サポート及びチャンネルベースを含む機器共通]

筐体、スタンション、ベースプレート、サポート及びチャンネルベースは炭素鋼であり腐食が想定される。

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

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

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

3.2.10 パイプハンガー及びパイプハンガークランプの腐食（全面腐食）

[パイプハンガー及びパイプハンガークランプを含む機器共通]

パイプハンガー及びパイプハンガークランプは炭素鋼であり腐食が想定される。

しかしながら、亜鉛メッキにより腐食を防止しており、メッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認によりメッキ面の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.11 取付ボルトの腐食（全面腐食） [取付ボルトを含む機器共通]

取付ボルトはステンレス鋼又は炭素鋼であり、炭素鋼は腐食が想定される。

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

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

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

3.2.12 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

[埋込金物（大気接触部）を含む機器共通]

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.13 保護管等接液部の腐食（孔食及び隙間腐食）〔取水ピット水位〕

保護管等はステンレス鋼であり、海水接液部においては孔食及び隙間腐食が想定される。

しかしながら、定期的を目視確認を実施し、孔食及び隙間腐食について問題ないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.14 基礎ボルトの腐食（全面腐食）及び樹脂の劣化〔基礎ボルトを含む機器共通〕

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。また、ケミカルアンカには樹脂を使用しており、劣化が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

2.2.3の2)に該当する事象のうち、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象ではない事象）を以下に示す。

3.2.15 計装用取出配管、計器元弁、計装配管及び計器弁（炭素鋼又は銅合金）の内面からの腐食（全面腐食）

[制御用空気圧縮機出口ヘッド圧力、海水ヘッド圧力、アニュラス内圧力、ペネトレーションエリア内圧力、充てん／高圧注入ポンプ室内圧力、空調用冷凍機圧力]

制御用空気圧縮機出口ヘッド圧力の計装用取出配管等は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体が乾燥した空気であり、腐食の発生し難い環境にある。

また、海水ヘッド圧力、アニュラス内圧力、ペネトレーションエリア内圧力、充てん／高圧注入ポンプ室内圧力及び空調用冷凍機圧力の計装用取出配管等は銅合金であり、計装用取出配管等に接する内部流体の影響により腐食が想定される。

しかしながら、計装用取出配管等に使用している銅合金は耐食性がよく、腐食の発生し難い環境にある。

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

3.2.16 オリフィス及びフローノズルの腐食（流れ加速型腐食）

[給水流量、ほう酸注入ライン流量、補助注入ライン流量、補助給水流量、A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量、S A用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量]

オリフィス及びフローノズルは絞り機構であり、配管部と比較して流速が速くなることから流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、ほう酸注入ライン流量、補助注入ライン流量、補助給水流量、A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量並びにS A用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量のオリフィスについては、通常運転中通水されておらず、流れ加速型腐食が発生する可能性はないと考える。

また、給水流量のフローノズルについては、ステンレス鋼であること及び流速を低く設計していることから、流れ加速型腐食の発生の可能性はないと考える。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.17 オリフィス及びフローノズルの応力腐食割れ

[給水流量、ほう酸注入ライン流量、補助注入ライン流量、補助給水流量、A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量、S A用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量]

オリフィス及びフローノズルはステンレス鋼であり、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、ほう酸注入ライン流量、補助注入ライン流量、補助給水流量、A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量並びにS A用低圧炉心注入及びスプレイ積算流量の流体温度は、通常運転中、周囲温度と同等と低いことから、応力腐食割れが発生する可能性はないと考える。

また、給水流量は内部流体が給水であり、溶存酸素濃度が5 p p b以下に低減された流体となっていることから、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.18 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

[埋込金物（コンクリート埋設部）を含む機器共通]

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、コンクリート埋設部ではコンクリートの大気接触部表面からの中性化の進行により腐食環境となるが、コンクリートが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.19 電極式水位計の絶縁低下 [原子炉下部キャビティ水位、原子炉格納容器水位]

電極式水位計の絶縁物は、酸化マグネシウム等を使用しており、熱によりNi線の成分が拡散し、酸化マグネシウムの純度が低下することや湿分の浸入により絶縁低下を起こす可能性がある。

しかしながら、電極式水位計は発熱体でなく、通常使用する環境条件では拡散が急激に進行することはない。

また、電極式水位計は酸化マグネシウムの吸湿防止のため、セラミック端子、接続スリーブ等の接続部をシールしており、外部の湿気がシース内部に浸入しない構造としていることから、絶縁低下の可能性はなく、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2 制御設備

[対象分類]

- ① 保護・シーケンス盤、リレーラック
- ② 監視・操作盤
- ③ 制御盤

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	5
2.1 構造、材料及び使用条件	5
2.2 経年劣化事象の抽出	14
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	22
3. 代表機器以外への展開	30
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	31
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	32

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉で使用されている主要な制御設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらの制御設備を機能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

表1-1に示す制御設備を機能で分類すると、3つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

制御設備は、検出回路、ロジック回路等の機器の組合せにより構成されている。

使用されている各構成機器は、設備の持つ機能に依存せず、構造、材料、使用条件等が同等であることから、経年劣化に対する健全性評価は、構成機器単位で実施する。

そのため、主要な構成機器の組合せを考慮し、各構成機器が評価されるように代表機器を選定した。

(1) 保護・シーケンス盤、リレーラック

このグループには、原子炉安全保護盤、リレーラックが属するが、主要構成機器の観点から原子炉安全保護盤を代表機器とする。

(2) 監視・操作盤

このグループには、主盤、原子炉補助盤、所内盤、中央制御室外原子炉停止盤、中央制御室退避時換気空調盤、換気空調系集中現場盤、使用済燃料ピット状態監視カメラ、重大事故等対処用制御盤、衛星携帯電話設備、統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備及び緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）・SPDSデータ表示装置が属するが、重要度が高く主要構成機器の観点から主盤を代表機器とする。

(3) 制御盤

このグループには、ディーゼル発電機盤、制御用空気圧縮機盤、制御用空気除湿装置盤、空調用冷凍機制御盤、補助給水ポンプ電動弁盤、RCP母線計測盤及びヒートトレーシング温度調節盤が属するが、主要構成機器の観点からディーゼル発電機盤を代表機器とする。

表1-1(1/3) 川内1号炉 制御設備の主な仕様

分離基準	盤名称 (面数)	選 定 基 準							選定	選定理由	
		主 要 構 成 機 器									重要度*1
		検出回路部	論理回路部	操作回路部	監視回路部	駆動回路部	電源部				
保護・シーケンス盤 リレーラック	原子炉安全保護盤 (12)	—	半導体基板 補助継電器	操作スイッチ	—	—	NFB*2 電源装置 冷却ファン	MS-1	◎	主要構成 機器	
	リレーラック (8)	—	補助継電器 タイマ ヒューズ	—	—	—	—	MS-1			
監視・操作盤	主盤 (9)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	NFB*2	MS-1、重*4	◎	重要度 主要構成 機器	
	原子炉補助盤 (9)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	NFB*2	MS-1			
	所内盤 (2)	—	—	操作スイッチ	表示灯 指示計	—	NFB*2	MS-1			
	中央制御室外原子炉停止盤 (4)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	NFB*2	MS-2			
	中央制御室退避時換気空調盤 (2)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	—	MS-2			
	換気空調系集中現場盤 (4)	—	—	操作スイッチ	表示灯	—	—	MS-2			
	使用済燃料ピット状態監視カメラ (1)	カメラ ユニット	半導体基板	映像信号 ケーブル	表示端末	—	NFB*2 UPS*3	重*4			

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：ノーヒューズブレーカ

*3：無停電電源装置

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

表1-1(2/3) 川内1号炉 制御設備の主な仕様

分離基準	盤名称 (面数)	選 定 基 準							選定	選定理由
		主 要 構 成 機 器						重要度*1		
		検出回路部	論理回路部	操作回路部	監視回路部	駆動回路部	電源部			
監視・ 操作盤	重大事故等対処用制御盤 (1)	—	半導体基板	—	表示端末	—	電源装置 NFB*2	重*4		
	衛星携帯電話設備 (1)	—	通信機器	固定電話機 衛星携帯電話 (固定型)	—	—	—	重*4		
	統合原子力防災ネットワ ークに接続する通信連絡 設備 (1)	—	通信機器	—	表示端末	—	NFB*2 UPS*3	重*4		
	緊急時運転パラメ ータ伝送システム (SPDS)・SP DSデータ表示装 置(1)	—	通信機器 半導体基板	—	表示端末	—	電源装置 NFB*2 UPS*3	重*4		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：ノーヒューズブレーカ

*3：無停電電源装置

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

表1-1(3/3) 川内1号炉 制御設備の主な仕様

分離基準	盤名称 (面数)	選 定 基 準							選定	選定理由
		主 要 構 成 機 器								
		検出回路部	論理回路部	操作回路部	監視回路部	駆動回路部	電源部	重要度*1		
制御盤	ディーゼル発電機盤 (12)	励磁装置 保護リレー (静止形) 計器用変圧器 計器用変流器	電圧調整装置 回転数検出装置 電圧設定器 補助継電器 タイマ ヒューズ	操作スイッチ ロックアウト リレー	表示灯 指示計 故障表示器	電磁接触器 シリコン整流器 ヒートパイプ	NFB*2	MS-1、重*3	◎	主要構成 機器
	制御用空気圧縮機盤 (2)	—	補助継電器 タイマ	操作スイッチ	表示灯 故障表示器	—	NFB*2	MS-1		
	制御用空気除湿装置盤 (2)	計器用変流器	補助継電器 タイマ	操作スイッチ	表示灯 指示計	電磁接触器	NFB*2 変圧器	MS-1		
	空調用冷凍機制御盤 (4)	計器用変換器	温度制御器 補助継電器 タイマ	操作スイッチ	表示灯 指示計	電磁接触器	NFB*2 変圧器 電源装置	MS-1		
	補助給水ポンプ電動弁盤 (10)	—	補助継電器 タイマ	操作スイッチ	表示灯	電磁接触器	NFB*2	MS-1		
	RCP母線計測盤 (3)	保護リレー (静止形)	補助継電器 タイマ ヒューズ	—	—	—	NFB*2 電源装置	MS-1		
	ヒートトレーシング温度調節盤 (7)	—	半導体基板	—	表示灯	—	NFB*2 電源装置	MS-1		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：ノーヒューズブレーカ

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

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3種類の制御設備について技術評価を実施する。

- ① 原子炉安全保護盤
- ② 主 盤
- ③ ディーゼル発電機盤

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 原子炉安全保護盤

(1) 構 造

川内1号炉の原子炉安全保護盤は、半導体基板等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体及び基礎ボルトから構成されている。

原子炉安全保護盤は、計器ラック等より出力された電気信号を入力とし、論理回路を構成し、原子炉を停止するための原子炉トリップ信号及び工学的安全施設作動信号を出力する装置である。

川内1号炉の原子炉安全保護盤の主要部位構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の原子炉安全保護盤の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

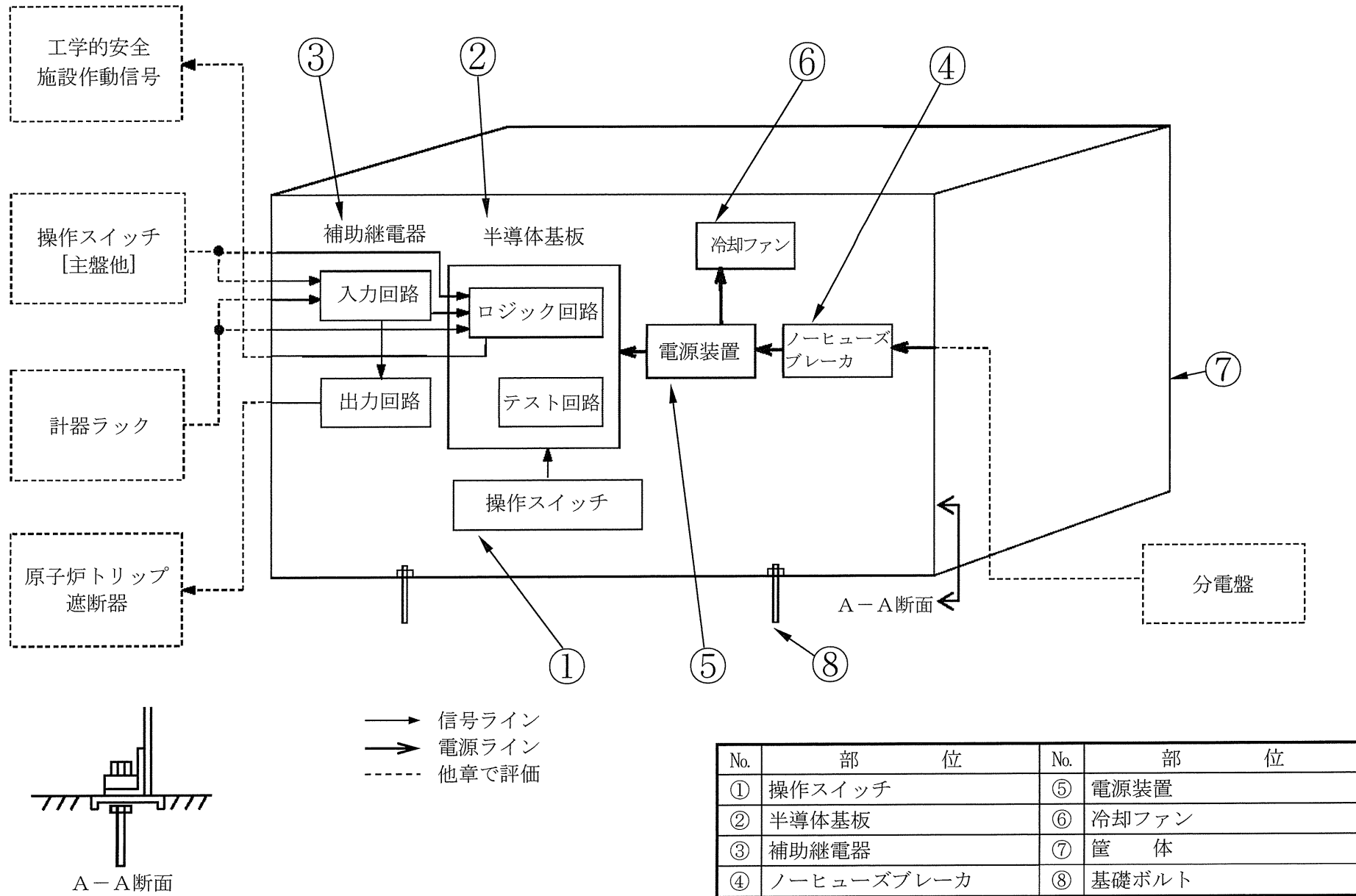


図2.1-1 川内1号炉 原子炉安全保護盤の主要部位構成図

表2.1-1 川内1号炉 原子炉安全保護盤主要部位の使用材料

部 位		材 料
主要構成機器	操作スイッチ	黄銅、銀合金
	半導体基板	半 導 体
	補助継電器	消耗品・定期取替品
	ノーヒューズブレーカ	消耗品・定期取替品
	電源装置	消耗品・定期取替品
	冷却ファン	消耗品・定期取替品
支持構造物	筐 体	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-2 川内1号炉 原子炉安全保護盤の使用条件

設 置 場 所	継電器室
周 囲 温 度	約26℃*1

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.2 主 盤

(1) 構 造

川内1号炉の主盤は、操作スイッチ等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体及び埋込金物から構成されている。

主盤は、プロセスからの信号を受け、それに見合った制御信号を出力する機能、プラントの操作機能及びプロセスの監視機能を有する。

川内1号炉の主盤の主要部位構成図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の主盤の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

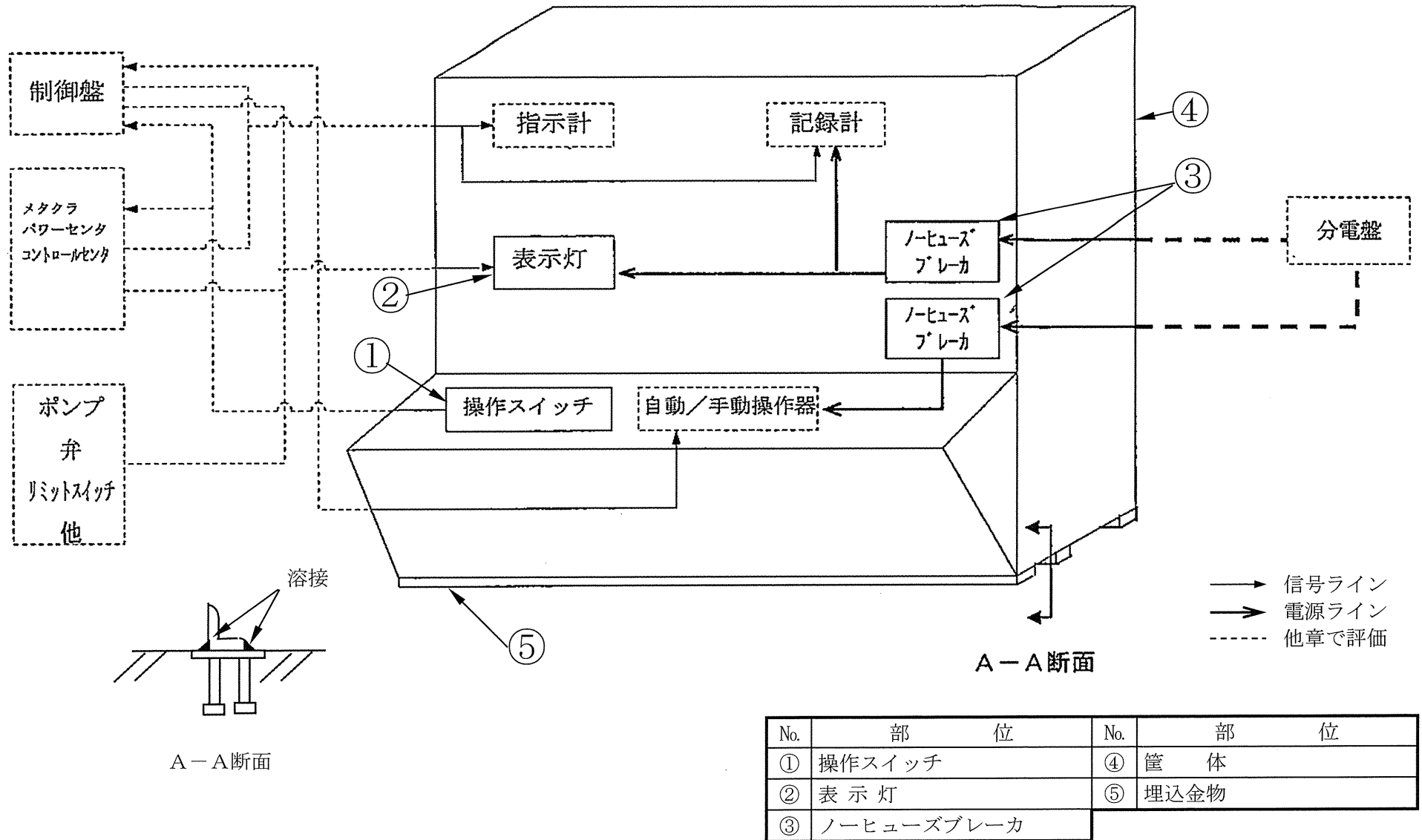


図2.1-2 川内1号炉 主盤の主要部位構成図

表2.1-3 川内1号炉 主盤主要部位の使用材料

部 位		材 料
主要構成機器	操作スイッチ	銅、銀
	表示灯	消耗品・定期取替品
	ノーヒューズブレーカ	消耗品・定期取替品
支持構造物	筐 体	炭 素 鋼
	埋込金物	炭 素 鋼

表2.1-4 川内1号炉 主盤の使用条件

設 置 場 所	中央制御室
周 囲 温 度	約26℃*1

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.3 ディーゼル発電機盤

(1) 構造

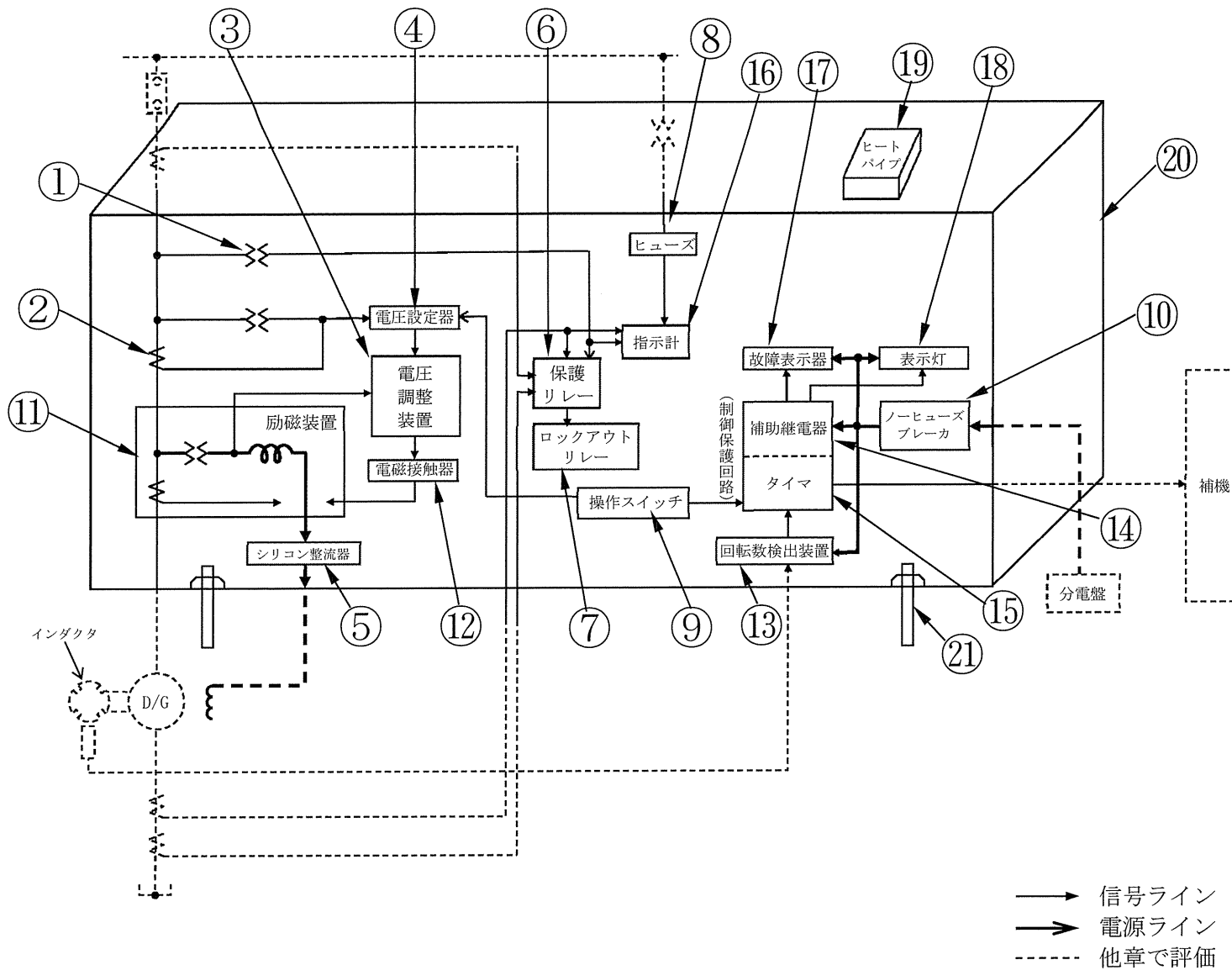
川内1号炉のディーゼル発電機盤は、各種制御機器等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体及び基礎ボルトから構成されている。

ディーゼル発電機盤は、発電所安全系電源が喪失した際にディーゼル発電機を自動起動し、必要な機器に安定して電源を供給できる制御機能を有している。

川内1号炉のディーゼル発電機盤の主要部位構成図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のディーゼル発電機盤の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	計器用変圧器
②	計器用変流器
③	電圧調整装置
④	電圧設定器
⑤	シリコン整流器
⑥	保護リレー (静止形)
⑦	ロックアウトリレー
⑧	ヒューズ
⑨	操作スイッチ
⑩	ノーヒューズブレーカ
⑪	励磁装置
⑫	電磁接触器
⑬	回転数検出装置
⑭	補助継電器
⑮	タイマ
⑯	指示計
⑰	故障表示器
⑱	表示灯
⑲	ヒートパイプ
⑳	筐 体
㉑	基礎ボルト

図2.1-3 川内1号炉 ディーゼル発電機盤の主要部位構成図

表2.1-5 川内1号炉 ディーゼル発電機盤主要部位の使用材料

部 位		材 料
主要構成機器	計器用変圧器	銅、エポキシ樹脂（A種絶縁）
	計器用変流器	銅、ポリオレフィンゴム（A種絶縁）
	電圧調整装置	半 導 体
	電圧設定器	炭素鋼、直流小型モータ
	シリコン整流器	半 導 体
	保護リレー（静止形）	消耗品・定期取替品
	ロックアウトリレー	消耗品・定期取替品
	ヒューズ	消耗品・定期取替品
	操作スイッチ	銅、銀
	ノーヒューズブレーカ	消耗品・定期取替品
	励磁装置	銅、ポリアミド絶縁紙（H種絶縁）
	電磁接触器	消耗品・定期取替品
	回転数検出装置	半 導 体
	補助継電器	消耗品・定期取替品
	タイマ	消耗品・定期取替品
	指 示 計	炭素鋼、プラスチック
	故障表示器	消耗品・定期取替品
	表 示 灯	消耗品・定期取替品
	ヒートパイプ	銅 合 金
支持構造物	筐 体	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-6 川内1号炉 ディーゼル発電機盤の使用条件

設 置 場 所	ディーゼル発電機室
周 囲 温 度	約40℃*1

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

制御設備の機能である信号の制御機能を維持するためには、次の2つの項目が必要である。

- ① 機器の制御・保護・監視・操作機能
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御設備について、機能達成に必要な項目を考慮して、主要な構成品の構造、材料、使用条件、現在までの運転経験等を考慮し、表2.2-1～表2.2-3に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.2-1～表2.2-3で○となっているもの）としては、以下の事象がある。

(1) 計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁低下 [ディーゼル発電機盤]

計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

(2) 励磁装置の絶縁低下 [ディーゼル発電機盤]

励磁装置の絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象（表2.2-1～表2.2-3で△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

(1) 操作スイッチの導通不良 [共通]

操作スイッチは、接点部分に浮遊塵埃が付着することにより、導通不良が想定される。

しかしながら、操作スイッチの接点部分は盤内に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

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

なお、定期的な動作確認により、機器の健全性を維持している。

(2) 半導体基板 [原子炉安全保護盤]、電圧調整装置、回転数検出装置及び指示計 [ディーゼル発電機盤] の特性変化

半導体基板等は、長時間の使用に伴い、制御機能の低下が考えられる。

しかしながら、半導体基板等を構成している電気回路部は、定格値（定格電圧、電流値）に対して、回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、また、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間での特性変化を起こす可能性は小さいと考える。

また、マイグレーションによる基板中の回路間短絡及び半導体回路の断線についても、回路製作時、スクリーニングを実施し、要因の1つとして考えられる製作不良に基づく回路電流集中が除かれているため、半導体回路断線が発生する可

能性は小さいと考える。

さらに定期的な校正試験を行い有意な特性変化がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

(3) 電圧設定器の特性変化 [ディーゼル発電機盤]

電圧設定器の小型直流モータは、ブラシの摩耗、接触面の荒れやブラシの摩耗に伴う接触圧の低下による出力特性の変化が想定される。

しかしながら、非常用ディーゼル発電機の起動回数は月に2回程度と少なく、その動作時間も数十秒/回と短い。

また、定期的なブラシ摩耗量測定により、機器の健全性を維持している。

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

(4) シリコン整流器の特性変化 [ディーゼル発電機盤]

シリコン整流器は高い温度で運転し続けると特性の変化が想定される。

しかしながら、使用電流値と比べて一定の裕度を持つ定格の素子を使用することで、発熱を低減するとともに、放熱板で冷却することにより、整流器の温度を一定に保つように設計しており、特性が急激に変化する可能性は小さいと考える。

また、定期的な校正試験により、機器の健全性を維持している。

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

(5) ヒートパイプの腐食 [ディーゼル発電機盤]

ヒートパイプは銅合金であり、腐食が想定される。

しかしながら、ヒートパイプに使用している銅材料は、化学的に安定した（鏽等の劣化が発生し難い）材料であり、環境劣化による劣化損傷が発生する可能性は小さい。

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

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を維持している。

(6) 筐体〔共通〕及び埋込金物（大気接触部）〔主盤〕の腐食（全面腐食）

筐体及び埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(7) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔原子炉安全保護盤、ディーゼル発電機盤〕

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

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

(8) 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）〔主盤〕

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るまで長期間要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

表示灯は動作確認の結果に基づき取り替えている消耗品であり、ノーヒューズブレーカ、保護リレー（静止形）、電源装置、ロックアウトリレー、ヒューズ、電磁接触器、補助継電器、タイマ及び故障表示器は定期取替品であるため、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

なお、冷却ファンについては、容易に修復が可能であることから、事後保全としている。

表2.2-1 川内1号炉 原子炉安全保護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	特 性	その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
機器の制御・ 保護・監視・ 操作機能	操作スイッチ		黄銅、銀合金							△		
	半導体基板		半 導 体								△	
	補助継電器	◎	—									
	ノーヒューズブレーカ	◎	—									
	電源装置	◎	—									
	冷却ファン	◎	—									
機器の支持	筐 体		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 川内1号炉 主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	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
機器の制御・保護・監視・操作機能	操作スイッチ		銅、銀						△		*1: 大気接触部 *2: コンクリート埋設部	
	表示灯	◎	—									
	ノーヒューズブレーカ	◎	—									
機器の支持	筐 体		炭素鋼		△							
	埋込金物		炭素鋼		△ ^{*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2.2-3(1/2) 川内1号炉 ディーゼル発電機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	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
機器の制御・ 保護・監視・ 操作機能	計器用変圧器		銅 エポキシ樹脂 (A種絶縁)					○				
	計器用変流器		銅 ポリレフィンゴム (A種絶縁)					○				
	電圧調整装置	半導体基板		半 導 体							△	
	電圧設定器			炭 素 鋼 直流小型モータ							△	
	シリコン整流器			半 導 体							△	
	保護リレー（静止形）	◎		—								
	ロックアウトリレー	◎		—								
	ヒューズ	◎		—								
	操作スイッチ			銅、銀							△	
	ノーヒューズブレーカ	◎		—								

○：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2.2-3(2/2) 川内1号炉 ディーゼル発電機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	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
機器の制御・ 保護・監視・ 操作機能	励磁装置		銅 ホリアミト [®] 絶縁紙 (H種絶縁)					○				
	電磁接触器	◎	—									
	回転数検出装置		半 導 体							△		
	補助継電器	◎	—									
	タイマ	◎	—									
	指 示 計		炭素鋼 プラスチック							△		
	故障表示器	◎	—									
	表 示 灯	◎	—									
	ヒートパイプ			銅 合 金		△						
機器の支持	筐 体		炭 素 鋼		△							
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着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

2.3.1 計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁低下 [ディーゼル発電機盤]

a. 事象の説明

計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性が考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁低下については、絶縁物内の微小欠陥における部分放電の長期継続により絶縁物の劣化の形で進行し、最終的に絶縁破壊に至ることから、電気特性試験における部分放電消滅電圧及び部分放電電荷量の測定結果を、「電気学会 電気規格調査会標準規格 計器用変成器（保護継電器用）（JEC-1201-1985）」、「日本工業規格 計器用変成器-（標準用及び一般計測用）第1部：変流器（JIS C 1731-1:1998）」及び「日本工業規格 計器用変成器-（標準用及び一般計測用）第2部：計器用変圧器（JIS C 1731-2:1998）」に基づく基準値と比較することにより、絶縁性能状態の把握が可能である。

計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁低下に関する健全性評価として、2001年に電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価研究（STEP2）」を実施した。

図2.3-1に示すように60年相当の課電劣化試験^{*1}及び熱サイクル試験^{*2}による健全性調査の結果、部分放電消滅電圧及び部分放電電荷量は基準値を満足しており、絶縁性能は維持できると評価できる。

*1：課電電圧の上昇及び下降の繰返しによる絶縁劣化を、メーカー独自の寿命評価手法による試験電圧及び試験周波数により加速劣化させる試験

*2：0℃～80℃～0℃で通年（1年間）の温度上昇及び下降による熱応力の機械的ストレスを模擬した試験

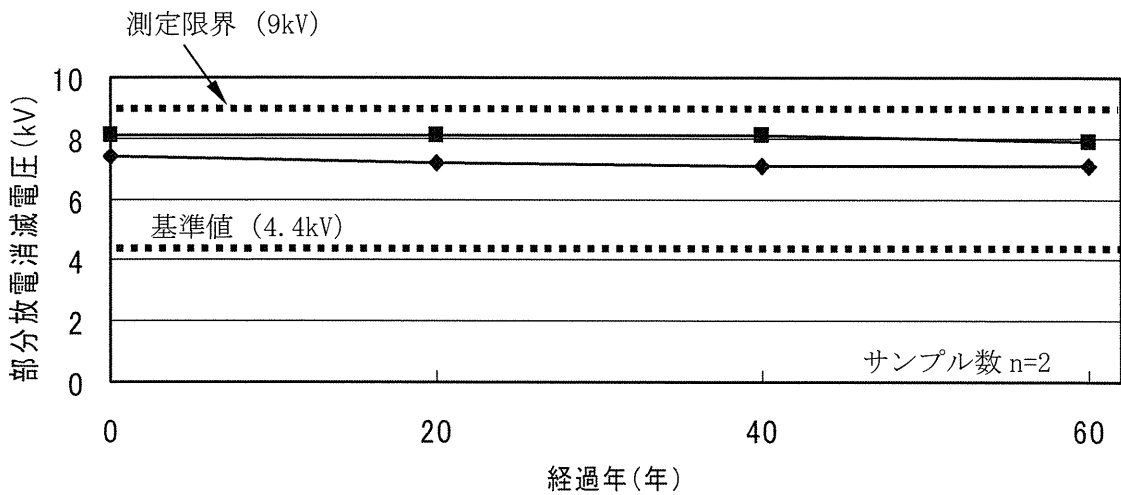


図2.3-1(1/8) 計器用変圧器の部分放電特性 (課電劣化試験による部分放電消滅電圧)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

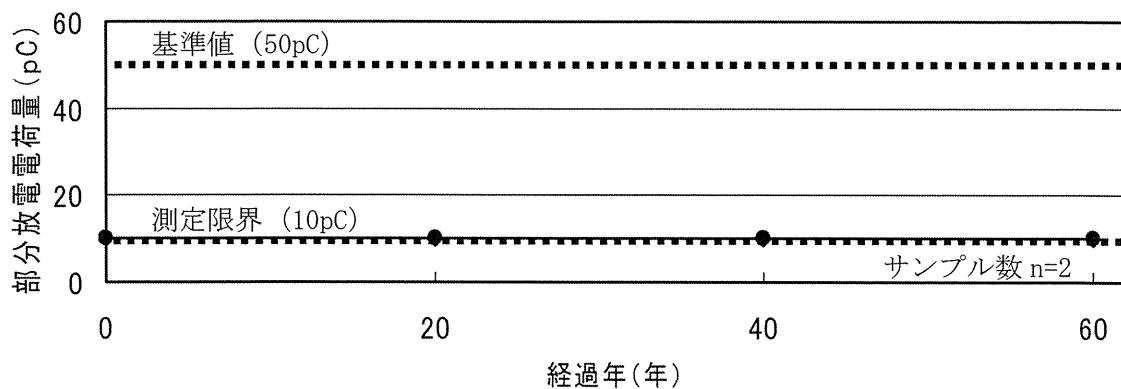


図2.3-1(2/8) 計器用変圧器の部分放電特性 (課電劣化試験による部分放電電荷量)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

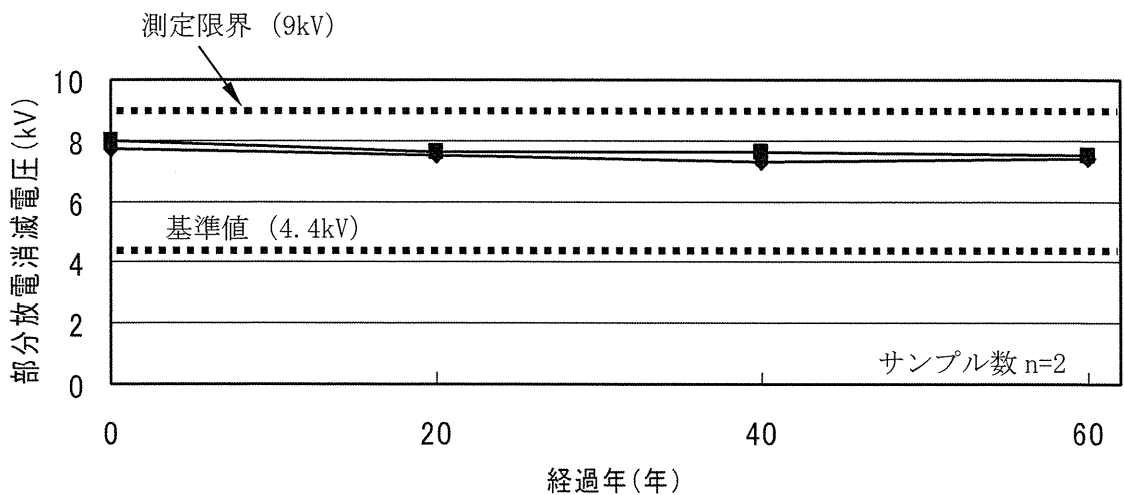


図2.3-1(3/8) 計器用変圧器の部分放電特性 (熱サイクル試験による部分放電消滅電圧)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

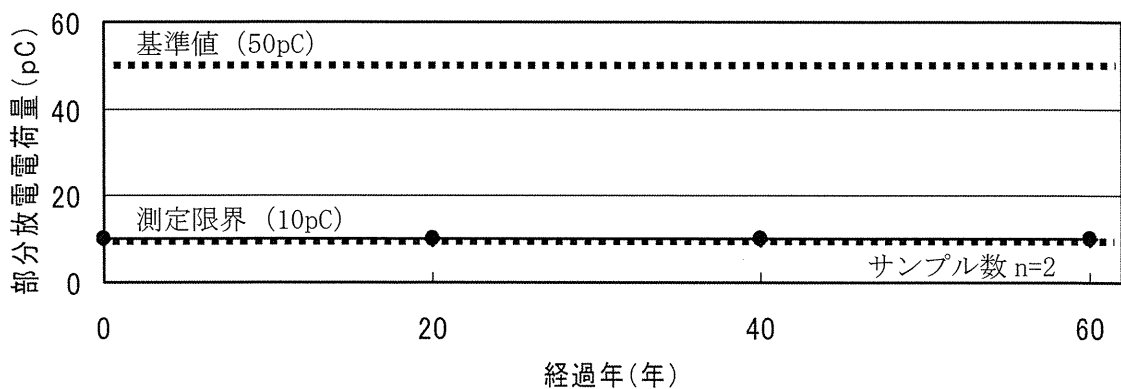


図2.3-1(4/8) 計器用変圧器の部分放電特性 (熱サイクル試験による部分放電電荷量)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

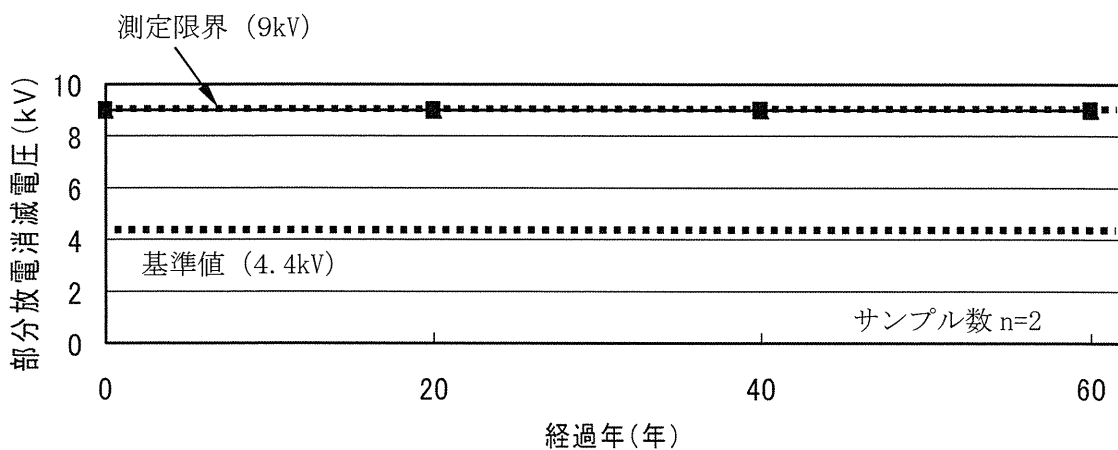


図2.3-1(5/8) 計器用変流器の部分放電特性（課電劣化試験による部分放電消滅電圧）
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究（STEP2）」2001年度]

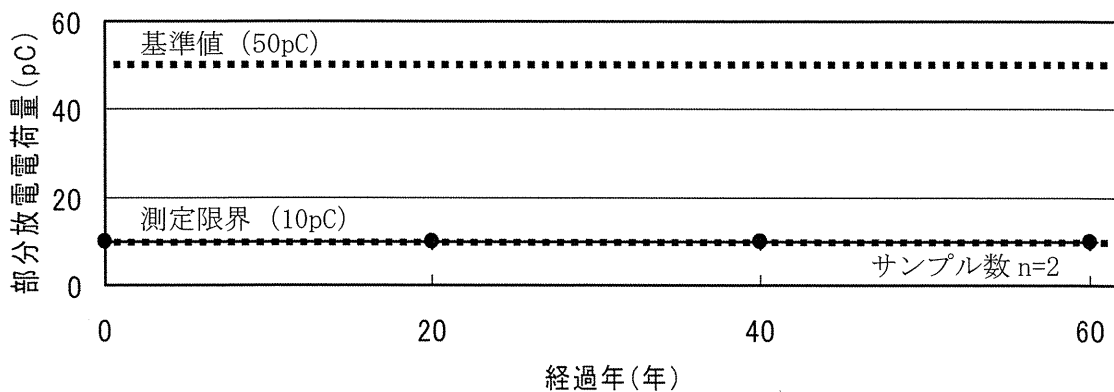


図2.3-1(6/8) 計器用変流器の部分放電特性（課電劣化試験による部分放電電荷量）
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究（STEP2）」2001年度]

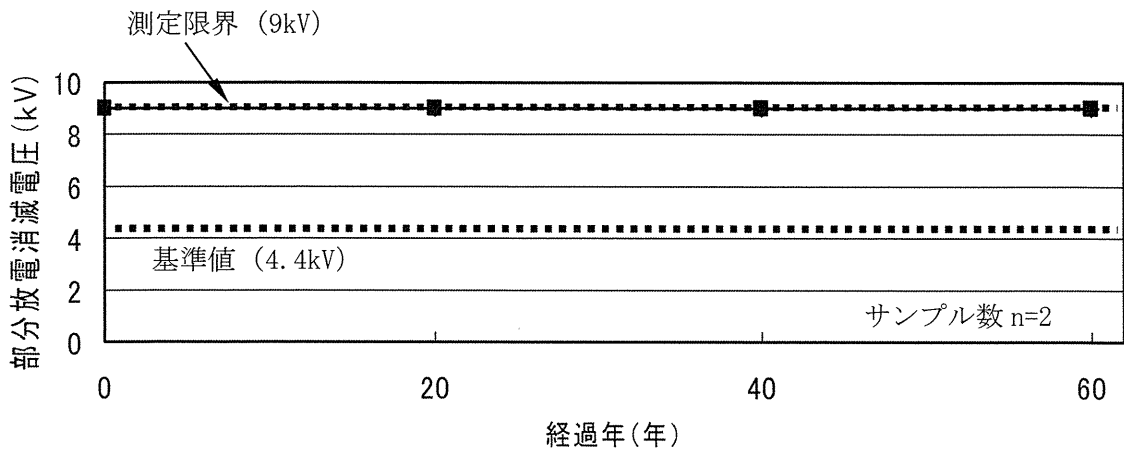


図2.3-1(7/8) 計器用変流器の部分放電特性 (熱サイクル試験による部分放電消滅電圧)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

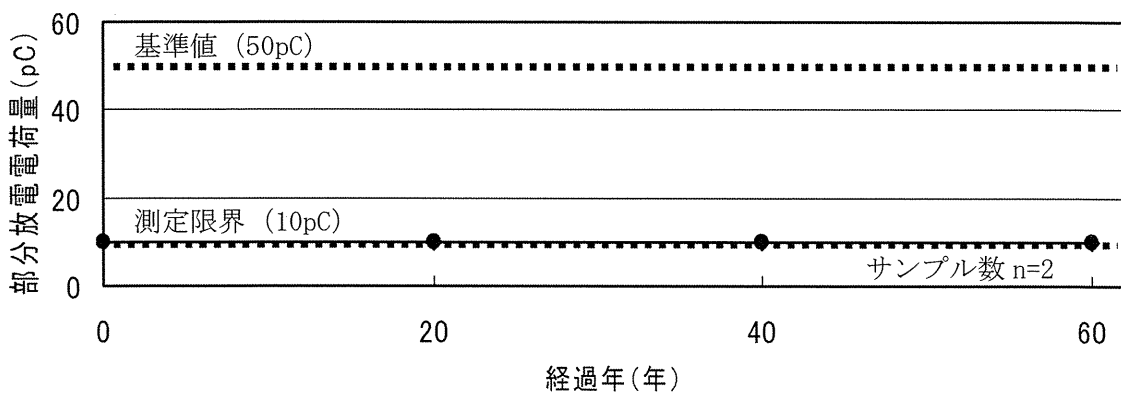


図2.3-1(8/8) 計器用変流器の部分放電特性 (熱サイクル試験による部分放電電荷量)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

② 現状保全

計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を行い、有意な絶縁低下がないことを確認している。

なお、計器用変流器及び計器用変圧器については、予防保全のため第24回定期検査時（2019年度）に取替えを行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。

絶縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

計器用変流器及び計器用変圧器の絶縁低下については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。

2.3.2 励磁装置の絶縁低下 [ディーゼル発電機盤]

a. 事象の説明

励磁装置は励磁用の変圧器である。変圧器の絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

励磁装置は、屋内に設置された制御盤筐体内に内蔵されているため、環境変化の程度は小さく、塵埃の付着により絶縁性能の低下を起こす可能性は小さい。

しかしながら、励磁装置の絶縁低下に対しては、過去に実施した精密点検（ $\tan \delta$ 測定及び直流吸収比測定）の結果から、熱的、電氣的要因により設備の納入後30年前後より絶縁抵抗の低下が生じる可能性が考えられる。

② 現状保全

励磁装置の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることの確認を行っている。

また、適切な頻度で、励磁装置の精密点検を実施し、異常のないことを確認している。

なお、励磁装置を含むディーゼル発電機盤については、予防保全のため第15回定期検査時（2003年度）に取替えを行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、励磁装置の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は、絶縁抵抗測定及び精密点検で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

c. 高経年化への対応

励磁装置の絶縁低下については、定期的に絶縁抵抗測定並びに適切な頻度で精密点検を実施していく。

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。

なお、経年劣化事象の抽出にあたっては、2章の代表機器における経年劣化事象の抽出と同様に、水平展開機器各々の構造、材料、使用条件等の特殊性を考慮して選定している。

- ① リレーラック
- ② 原子炉補助盤
- ③ 所内盤
- ④ 中央制御室外原子炉停止盤
- ⑤ 中央制御室退避時換気空調盤
- ⑥ 換気空調系集中現場盤
- ⑦ 使用済燃料ピット状態監視カメラ
- ⑧ 重大事故等対処用制御盤
- ⑨ 衛星携帯電話設備
- ⑩ 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備
- ⑪ 緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）・SPDSデータ表示装置
- ⑫ 制御用空気圧縮機盤
- ⑬ 制御用空気除湿装置盤
- ⑭ 空調用冷凍機制御盤
- ⑮ 補助給水ポンプ電動弁盤
- ⑯ RCP母線計測盤
- ⑰ ヒートトレーシング温度調節盤

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 変圧器の絶縁低下〔制御用空気除湿装置盤、空調用冷凍機制御盤〕

変圧器は有機物であり、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性がある。

しかしながら、屋内に設置された制御盤筐体内に内蔵されているため、塵埃が付着しにくい環境にあることから急激な絶縁低下の可能性は小さいと考える。

また、変圧器の絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、変圧器の絶縁低下については、定期的な絶縁抵抗測定を実施していく。

3.1.2 保護リレーの絶縁低下〔RCP母線計測盤〕

保護リレー内部に使用されている入力トランスは有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性がある。

保護リレーは屋内に設置された筐体内に内蔵されているため、環境変化は小さく、また、塵埃が付着しにくい環境にある。

保護リレーの健全性評価として、同種の保護リレーの絶縁低下に対する評価試験を実施し、健全性を評価した。

図3.1-2では、コイル部絶縁の絶縁破壊電圧を示している。この評価からコイル部絶縁の絶縁破壊電圧の95%信頼区間下限が判定基準に達するまでの期間は約40年となるため、急激な絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下の可能性は否定できない。

なお、判定基準は、保護リレーのコイル部絶縁仕様の耐電圧であるAC2kV（電気学会 電気規格調査会標準規格 JEC-2500-1987「電力用保護継電器」）としている。

絶縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

したがって、保護リレーの絶縁低下については、引き続き定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることの確認を行うとともに、絶縁抵抗測定結果に基づき必要により取替えを実施していく。

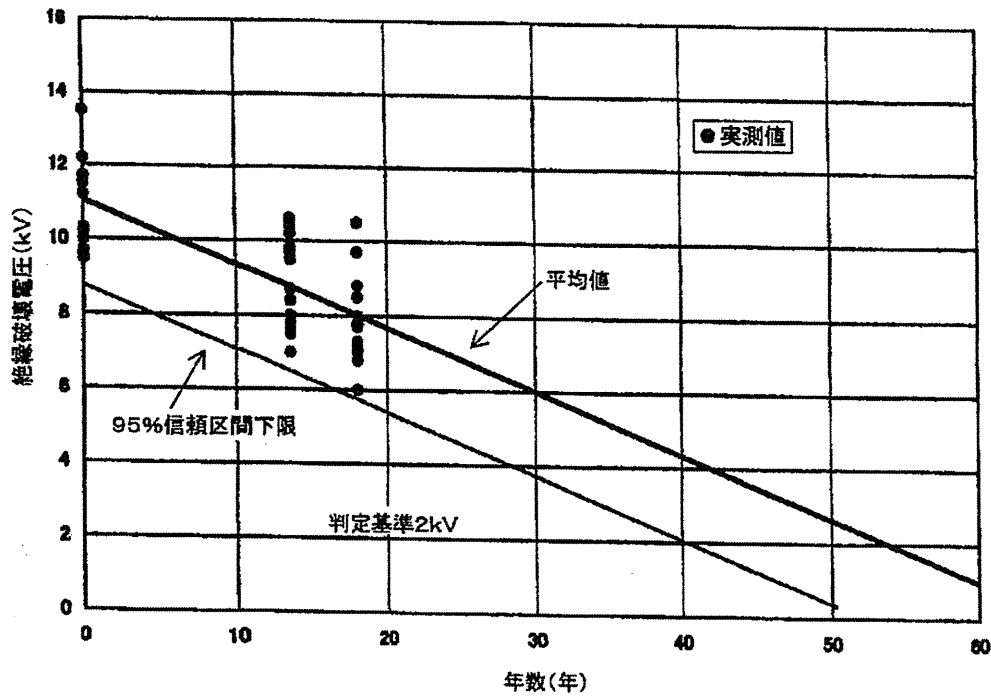


図3.1-2 保護リレーの絶縁破壊電圧と使用年数の関係

[出典：メーカーデータ]

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

2.2.3の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

3.2.1 計器用変流器の絶縁低下 [制御用空気除湿装置盤]

一次コイルと二次コイルがモールド（一体形成）されている形式の計器用変流器については、絶縁物が有機物であり、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性がある。

しかしながら、計器用変流器は一次コイルのない貫通型計器用変流器であり、構造上空間により絶縁が確保されている。

また、二次コイルにかかる電圧は低く、通電電流による熱的影響も小さい。

さらに、空調された屋内に設置されており、塵埃による絶縁低下の可能性も小さく、これまでに有意な絶縁低下は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、定期的な絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。

3.2.2 操作スイッチの導通不良

[原子炉補助盤、中央制御室外原子炉停止盤、中央制御室退避時換気空調盤、換気空調系集中現場盤、緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）・SPDSデータ表示装置、制御用空気圧縮機盤、制御用空気除湿装置盤、空調用冷凍機制御盤、補助給水ポンプ電動弁盤]

操作スイッチは、接点部分に浮遊塵埃が付着することにより、導通不良が想定される。

しかしながら、操作スイッチの接点部分は盤内に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

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

なお、定期的な動作確認により、機器の健全性を確認している。

- 3.2.3 指示計 [所内盤、制御用空気除湿装置盤、空調用冷凍機制御盤]、保護リレー (静止形) [RCP母線計測盤]、計器用変換器、温度制御器 [空調用冷凍機制御盤]、カメラユニット [使用済燃料ピット状態監視カメラ] 及び半導体基板 [使用済燃料ピット状態監視カメラ、重大事故等対処用制御盤、緊急時運転パラメータ伝送システム (SPDS)・SPDSデータ表示装置、ヒートトレーシング温度調節盤] の特性変化

半導体基板等は、長時間の使用に伴い、制御機能の低下が考えられる。

半導体基板等を構成している電気回路部は、定格値 (定格電圧、電流値) に対して、回路上は十分低い範囲で使用する設計としており、また、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間での特性変化を起こす可能性は小さいと考える。

また、マイグレーションによる基板中の回路間短絡及び半導体回路の断線についても、回路製作時、スクリーニングを実施し、要因の1つとして考えられる製作不良に基づく回路電流集中が除かれているため、半導体回路断線が発生する可能性は小さいと考える。

さらに定期的な校正試験を行い有意な特性変化がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

- 3.2.4 筐体、埋込金物 (大気接触部)、サポート、チャンネルベース、台板、取付ボルト及び架台の腐食 (全面腐食) [筐体、埋込金物、サポート、チャンネルベース、台板、取付ボルト及び架台を含む機器共通]

筐体、埋込金物、サポート、チャンネルベース、台板、取付ボルト及び架台は炭素鋼又はアルミ鋳物であり、腐食が想定される。

しかしながら、塗装又はメッキにより腐食を防止しており、塗装又はメッキが健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、定期的な目視確認により塗装又はメッキの状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

- 3.2.5 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔リレーラック、中央制御室外原子炉停止盤、使用済燃料ピット状態監視カメラ、重大事故等対処用制御盤、衛星携帯電話設備、統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備、緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）・SPDSデータ表示装置、制御用空気圧縮機盤、空調用冷凍機制御盤、補助給水ポンプ電動弁盤、RCP母線計測盤、ヒートトレーシング温度調節盤〕及び劣化〔使用済燃料ピット状態監視カメラ、統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備、緊急時運転パラメータ伝送システム（SPDS）・SPDSデータ表示装置、RCP母線計測盤〕

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。また、ケミカルアンカには樹脂を使用しており、劣化が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

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

- 3.2.6 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

〔埋込金物（コンクリート埋設部）を含む機器共通〕

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、コンクリート埋設部については、コンクリートが中性化に至るまで長期間要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

川内原子力発電所 1 号炉

空調設備の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

九州電力株式会社

川内1号炉の空調設備のうち、評価対象機器である安全重要度分類審査指針におけるクラス1、2の機器、高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器及び常設重大事故等対処設備に属する機器を型式、駆動方式、設置場所等でグループ化し、同一グループ内の複数の機器の存在を考慮して、重要度、容量等の観点から代表機器を選定した。

これらの一覧を表1に、機能を表2に示す。

本評価書においては、これら代表機器について技術評価を行うとともに、代表機器以外の機器についても技術評価を展開している。本評価書における技術評価結果で現状保全を継続すべき項目としたものについては、現状保全の点検手法の適切性を確認しており、現状保全を継続することで健全性の維持は可能であると考ええる。

なお、本評価書における分解点検には、定期的を実施する分解点検に加え、状態監視や傾向監視等の結果に基づき計画、実施する分解点検を含んでいる。

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

本評価書では空調設備の型式等を基に、以下の6つに分類している。

- 1 ファン
- 2 電動機
- 3 空調ユニット
- 4 冷水設備
- 5 ダクト
- 6 ダンパ

表 1 (1/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (ファン)

分離基準			機器名称 (台数)	仕様 (容量×静圧) (m^3/min)× (kPa[gage]))	選定基準			選定	選定理由	
型式	駆動方式	設置場所			重要度*1	使用条件				
			運転	回転数 (rpm)		周囲温度 (°C)				
遠心式	カップリング 駆動	屋内	中央制御室空調ファン (2)	約1,260×約 1.4	MS-1、重*2	連続	705	約40	◎	重要度
			緊急時対策所非常用空気浄化ファン (2)	約 130×約 4.0*3	重*2	一時	1,765	約40		
	一体型	屋内	安全補機開閉器室空調ファン (2)	約 540×約 1.3	MS-1	連続	1,170	約40	◎	運転時間 容量
			中央制御室非常用循環ファン (2)	約 340×約 1.6	MS-1、重*2	一時	1,170	約40		
			アニュラス空気浄化ファン (2)	約 226×約 2.7	MS-1、重*2	一時	1,770	約40		
			安全補機室給気ファン (2)	約 710×約 1.6	MS-1	連続	1,170	約40		
			安全補機室排気ファン (2)	約 790×約 3.2	MS-1	一時	1,770	約40		
			制御用空気圧縮機室給気ファン (2)	約 130×約0.49	MS-1	一時	1,170	約40		
			制御用空気圧縮機室排気ファン (2)	約 130×約0.29	MS-1	一時	885	約40		
軸流式	一体型	屋内	中央制御室循環ファン (2)	約1,260×約0.49	MS-1、重*2	連続	1,170	約40	◎	運転時間
			ディーゼル発電機室給気ファン (4)	約2,500×約0.54	MS-1	一時	885/880	約40		
			補助給水ポンプ室給気ファン (2)	約 240×約0.39	MS-1	一時	1,770	約40		
			補助給水ポンプ室排気ファン (2)	約 240×約0.15	MS-1	一時	1,170	約40		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：全圧を示す

表 1 (2/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (電動機)

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準					選定	選定理由
				仕様 (定格出力× 定格回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使用条件				
電圧区分	型式	設置場所	運転			定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)			
高圧	密閉	屋内	空調用冷凍機用電動機 (4)	139×3,560	MS-1	連続	6,600	約40	◎	
低圧	全閉	屋内	ディーゼル発電機室給気ファン用電動機 (4)	75×880	MS-1	一時	440	約40	◎	定格出力
			空調用冷水ポンプ用電動機 (4)	30×1,770*3 30×1,760*4	MS-1	連続	440	約40		
			中央制御室循環ファン用電動機 (2)	30×1,170	MS-1、重*2	連続	440	約40		
			アニュラス空気浄化ファン用電動機 (2)	22×1,760	MS-1、重*2	一時	440	約40		
			B中央制御室非常用循環ファン用電動機 (1)	18.5×1,160	MS-1、重*2	一時	440	約40		
			A安全補機室給気ファン用電動機 (1)	37×1,170	MS-1	連続	440	約40		
			補助給水ポンプ室給気ファン用電動機 (2)	5.5×1,730	MS-1	一時	440	約40		
			補助給水ポンプ室排気ファン用電動機 (2)	3.7×1,150	MS-1	一時	440	約40		
			制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機 (2)	3.7×1,150	MS-1	一時	440	約40		
			制御用空気圧縮機室排気ファン用電動機 (2)	1.5×840*5 1.5×845*6	MS-1	一時	440	約40		
	緊急時対策所非常用空気浄化ファン用電動機 (2)	18.5×1,765	重*2	連続	440	約40				
	開放	屋内	安全補機室排気ファン用電動機 (2)	75×1,760	MS-1	一時	440	約40	◎	定格出力
			安全補機開閉器室空調ファン用電動機 (2)	30×1,170	MS-1	連続	440	約40		
			中央制御室空調ファン用電動機 (2)	55×700	MS-1、重*2	連続	440	約40		
A中央制御室非常用循環ファン用電動機 (1)			18.5×1,160	MS-1、重*2	一時	440	約40			
B安全補機室給気ファン用電動機 (1)			37×1,170	MS-1	連続	440	約40			

*1: 機能は最上位の機能を示す

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

*3: A, B号機

*4: C, D号機

*5: A号機

*6: B号機

表 1 (3/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (空調ユニット)

分離基準	機器名称 (台数)	仕様 (容量) (m ³ /min)	選 定 基 準			選定	選定理由
			重要度*1	使用条件 運 転	構 成 品		
型 式							
空調ユニット	中央制御室空調ユニット (2)	約1,260	MS-1、重*2	連 続	C/W、R/F、エリミネータ	◎	重要度 容量
	安全補機開閉器室空調ユニット (2)	約 540	MS-1	連 続	C/W、R/F、H/C		
	安全補機室給気ユニット (1)	約 710	MS-1	連 続	R/F、H/C、RH/C		
	格納容器再循環ユニット (2)	約2,800	重*2	連 続	C/W、R/F		
フィルタユニット	アニュラス空気浄化微粒子除去 フィルタユニット (2)	約 226	MS-1、重*2	一 時	EH/C、R/F、H/F	◎	容量
	アニュラス空気浄化よう素除去 フィルタユニット (2)	約 226	MS-1、重*2	一 時	C/F、H/F		
	中央制御室非常用循環フィルタユニット (1)	約 340	MS-1、重*2	一 時	C/F、H/F		
	安全補機室排気フィルタユニット (1)	約 790	MS-1	一 時	EH/C、C/F、H/F		
	緊急時対策所非常用空気浄化 フィルタユニット (2)	約 130	重*2	一 時	EH/C、C/F、H/F		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

[構成品記号説明]

C/W：冷却水冷却コイル (内部流体：純水)

R/F：ラフフィルタ

H/C：蒸気加熱コイル (内部流体：蒸気)

RH/C：蒸気再熱コイル (内部流体：蒸気)

H/F：微粒子フィルタ

C/F：よう素フィルタ

EH/C：電気ヒータ

表 1 (4/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (冷水設備)

機 器 名 称 (台 数)	仕 様 (冷却能力) (kW)	重要度*1	使用条件	構 成 品	
			運 転		
空調用冷水設備 (4)	約739	MS-1	連 続	空調用冷凍機	圧縮機、凝縮器、電動機*2、蒸発器、冷媒配管
				空調用冷水系統	タンク、ポンプ、電動機*2、配管

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：電動機については、「空調設備の技術評価書」の電動機にて評価している

表 1 (5/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (ダクト)

分離基準	機器名称	仕様 (容量) (m ³ /min)	選定基準		選定	選定理由
			重要度*1	使用条件 運 転		
型式						
排気筒	格納容器排気筒	約2,200	MS-1、重*2	一 時	◎	
ダクト	中央制御室空調・排気系ダクト	約2,520	MS-1、重*2	連 続	◎	重要度 運転時間 容量
	中央制御室非常用循環系ダクト	約 340	MS-1、重*2	一 時		
	安全補機開閉器室空調系ダクト	約 540	MS-1	連 続		
	安全補機室給・排気系ダクト	約 790	MS-1	連 続		
	電動補助給水ポンプ室給・排気系ダクト	約 240	MS-1	一 時		
	ディーゼル発電機室給・排気系ダクト	約5,000	MS-1	一 時		
	アニュラス空気浄化系ダクト	約 226	MS-1、重*2	一 時		
	制御用空気圧縮機室給・排気系ダクト	約 130	MS-1	一 時		
	格納容器給・排気系ダクト	約2,200	MS-1、重*2	一 時		
	補助建屋給・排気系ダクト	約5,760	MS-1	一 時		
	格納容器再循環系ダクト	約2,800	重*2	連 続		
	緊急時対策所換気系ダクト	約 130	重*2	一 時		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (1/6))

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	空気作動	格納容器排気ファン出口ダンパ (2)	1,205× 905	MS-1	◎	サイズ
		安全補機室補助建屋側排気ダンパ (2)	1,110×1,110	MS-1		
		安全補機室給気ユニット入口ダンパ (2)	1,066×1,066	MS-1		
		安全補機室給気ファン入口ダンパ (2)	1,066×1,066	MS-1		
		安全補機室給気ファン出口ダンパ (2)	1,218× 915	MS-1		
		安全補機室排気フィルタユニット入口ダンパ (2)	1,218×1,218	MS-1		
		安全補機室排気ファン入口ダンパ (2)	1,066×1,066	MS-1		
		安全補機室排気ファン出口ダンパ (2)	1,066×1,066	MS-1		
		格納容器排気筒放出第 1 ダンパ (1)	φ 410	MS-1		
		格納容器排気筒放出第 2 ダンパ (1)	φ 410	MS-1		
		ディーゼル発電機室給気ファン入口ダンパ (4)	1,824×1,824	MS-1		
		ディーゼル発電機室排気ダンパ (2)	4,250×2,127	MS-1		
		補助給水ポンプ室給気ファン入口ダンパ (2)	763× 763	MS-1		
		補助給水ポンプ室排気ファン出口ダンパ (2)	763× 763	MS-1		
		制御用空気圧縮機室給気ファン入口ダンパ (2)	611× 611	MS-1		
		制御用空気圧縮機室給気ファン出口ダンパ (2)	611× 611	MS-1		
		制御用空気圧縮機室排気ファン入口ダンパ (2)	611× 611	MS-1		
		制御用空気圧縮機室排気ファン出口ダンパ (2)	611× 611	MS-1		
		安全補機開閉器室連絡ダクト隔離ダンパ (4)	1,218× 915 1,067×1,067	MS-1		
		安全補機開閉器室空調ファン入口ダンパ (2)	1,218× 915	MS-1		
		安全補機開閉器室空調ファン出口ダンパ (2)	1,066×1,066	MS-1		
中央制御室外気取入ダンパ (2)	839× 915	MS-1、重*2				
中央制御室外気取入事故時循環ダンパ (4)	839× 915	MS-1、重*2				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (2/6))

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	空気作動	中央制御室外気取入事故時切換ダンパ (2)	839× 915	MS-1、重*2		
		中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ (2)	839× 915	MS-1、重*2		
		中央制御室非常用循環ファン出口ダンパ (2)	839× 915	MS-1、重*2		
		中央制御室空調ファン入口ダンパ (2)	2, 127×1, 066	MS-1、重*2		
		中央制御室空調ファン出口ダンパ (2)	1, 521×1, 218	MS-1、重*2		
		中央制御室循環ファン入口ダンパ (2)	1, 521×1, 521	MS-1、重*2		
		中央制御室循環ファン出口ダンパ (2)	1, 521×1, 521	MS-1、重*2		
		中央制御室通常時放出ダンパ (2)	611× 611	MS-1、重*2		
		中央制御室事故時放出ダンパ (2)	611× 611	MS-1、重*2		
		中央制御室排気ファン入口ダンパ (2)	308× 308	MS-1、重*2		
		中央制御室排気ファン出口ダンパ (2)	308× 308	MS-1、重*2		
	防火ダンパ	補助給水ポンプ室給気ファン入口防火ダンパ (2)	700× 700	MS-1		
		補助給水ポンプ室給気ファン出口第 1 防火ダンパ (2)	200× 200	MS-1		
		補助給水ポンプ室給気ファン出口第 2 防火ダンパ (2)	200× 200	MS-1		
		補助給水ポンプ室排気ファン出口第 1 防火ダンパ (2)	700× 700	MS-1		
		補助給水ポンプ室排気ファン出口第 2 防火ダンパ (2)	700× 700	MS-1		
		補助給水ポンプ室排気ファン出口第 3 防火ダンパ (1)	700× 700	MS-1		
		アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット入口防火ダンパ (2)	φ 700	MS-1、重*2		
		アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット出口防火ダンパ (2)	φ 700	MS-1、重*2		
		充てん/高圧注入ポンプ室給気防火ダンパ (3)	300× 300	MS-1		
充てん/高圧注入ポンプ室排気防火ダンパ (3)	300× 300	MS-1				
安全補機室排気フィルタユニット入口第 1 防火ダンパ (1)	1, 100× 600	MS-1				

*1 : 機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (3/6))

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防火ダンパ	安全補機室排気フィルタユニット入口第 2 防火ダンパ (1)	1,100× 600	MS-1		
		安全補機室排気フィルタユニット出口第 1 防火ダンパ (1)	1,100× 600	MS-1		
		安全補機室排気フィルタユニット出口第 2 防火ダンパ (1)	1,100× 600	MS-1		
		余熱除去ポンプ室排気防火ダンパ (2)	φ 250	MS-1		
		制御用空気圧縮機室給気ファン入口防火ダンパ (2)	500× 500	MS-1		
		制御用空気圧縮機室給気ファン出口防火ダンパ (2)	500× 500	MS-1		
		制御用空気圧縮機室排気ファン入口防火ダンパ (2)	500× 500	MS-1		
		制御用空気圧縮機室排気ファン出口防火ダンパ (2)	500× 500	MS-1		
		計算機室出口排気系防火ダンパ (1)	1,000× 1,000	MS-1、重*2		
		中央制御室出口排気系第 1 防火ダンパ (1)	500× 1,000	MS-1、重*2		
		中央制御室出口排気系第 2 防火ダンパ (1)	1,000× 1,000	MS-1、重*2		
		中央制御室空調系第 1 防火ダンパ (1)	500× 700	MS-1		
		中央制御室空調系第 2 防火ダンパ (1)	600× 500	MS-1、重*2		
		中央制御室空調系第 3 防火ダンパ (1)	700× 600	MS-1		
		中央制御室給気系防火ダンパ (1)	600× 700	MS-1、重*2		
		中央制御室入口給気系防火ダンパ (1)	600× 700	MS-1、重*2		
		配線処理室入口給気系防火ダンパ (1)	1,000× 500	MS-1		
		配線処理室出口排気系防火ダンパ (1)	800× 600	MS-1		
		配線処理室給気系防火ダンパ (1)	500× 600	MS-1		
		1 次系継電器室入口給気系防火ダンパ (1)	500× 700	MS-1、重*2		
		1 次系継電器室排気系防火ダンパ (1)	900× 700	MS-1、重*2		
2 次系継電器室入口給気系防火ダンパ (1)	800× 300	MS-1				
中央制御室非常用循環ファン出口防火ダンパ (2)	800× 800	MS-1、重*2				
中央制御室非常用循環フィルタユニット出口防火ダンパ (1)	800× 800	MS-1、重*2				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (4/6))

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防火ダンパ	中央制御室非常用循環フィルタユニット入口第 1 防火ダンパ (1)	800× 800	MS-1、重*2	◎	重要度 サイズ
		中央制御室非常用循環フィルタユニット入口第 2 防火ダンパ (1)	800× 800	MS-1、重*2		
		安全補機開閉器室給気防火ダンパ (2)	500× 1,000	MS-1		
		安全補機開閉器室排気防火ダンパ (2)	650× 400	MS-1		
		安全補機開閉器室出口排気防火ダンパ (2)	500× 1,000	MS-1		
		CRDM開閉器室出口給気防火ダンパ (1)	150× 500	MS-1		
		原子炉コントロールセンタ室 (C) 給気防火ダンパ (1)	300× 300	MS-1		
		原子炉コントロールセンタ室 (C) 排気防火ダンパ (1)	300× 300	MS-1		
		安全補機開閉器室空調ファン出口防火ダンパ (2)	750× 750	MS-1		
		インバータ室給気防火ダンパ (2)	150× 500 500× 500	MS-1		
		インバータ室排気防火ダンパ (1)	600× 300	MS-1		
		インバータ室排気第 1 防火ダンパ (1)	600× 300	MS-1		
		インバータ室排気第 2 防火ダンパ (1)	150× 500	MS-1		
		1 次系継電器室給気系第 1 ガス圧連動ダンパ (1)	500× 700	MS-1		
		1 次系継電器室給気系第 2 ガス圧連動ダンパ (1)	500× 700	MS-1、重*2		
		1 次系継電器室排気系第 1 ガス圧連動ダンパ (1)	600× 600	MS-1、重*2		
		1 次系継電器室排気系第 2 ガス圧連動ダンパ (1)	900× 700	MS-1、重*2		
		安全補機開閉器室給気系第 1 ガス圧連動ダンパ (2)	650× 400	MS-1		
		安全補機開閉器室給気系第 2 ガス圧連動ダンパ (2)	750× 750	MS-1		
		安全補機開閉器室排気系第 1 ガス圧連動ダンパ (2)	1,000× 500	MS-1		
		安全補機開閉器室排気系第 2 ガス圧連動ダンパ (2)	650× 400	MS-1		
配線処理室給気系第 1 ガス圧連動ダンパ (1)	500× 300	MS-1				
配線処理室給気系第 2 ガス圧連動ダンパ (1)	1,000× 500	MS-1				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (5/6))

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防火ダンパ	配線処理室排気系第 1 ガス圧連動ダンパ (1)	800× 600	MS-1		
		配線処理室排気系第 2 ガス圧連動ダンパ (1)	400× 400	MS-1		
		充てん/高圧注入ポンプ室給気系ガス圧連動ダンパ (3)	300× 300	MS-1		
		充てん/高圧注入ポンプ室排気系ガス圧連動ダンパ (3)	300× 300	MS-1		
		余熱除去ポンプ室排気系ガス圧連動ダンパ (2)	φ 300 φ 250	MS-1		
		電動補助給水ポンプ室給気系第 1 ガス圧連動ダンパ (1)	1,000×1,000	MS-1		
		電動補助給水ポンプ室給気系第 2 ガス圧連動ダンパ (1)	200× 200	MS-1		
		電動補助給水ポンプ室給気系第 3 ガス圧連動ダンパ (1)	200× 200	MS-1		
		電動補助給水ポンプ室排気系第 1 ガス圧連動ダンパ (1)	700× 700	MS-1		
		電動補助給水ポンプ室排気系第 2 ガス圧連動ダンパ (1)	700× 700	MS-1		
		制御用圧縮機室給気系ガス圧連動ダンパ (2)	500× 500	MS-1		
		制御用圧縮機室排気系ガス圧連動ダンパ (2)	500× 500	MS-1		
		緊急時対策所 (休憩所) 給気ガス圧連動ダンパ (1)	φ 300	重*2		
		緊急時対策所非常用空気浄化設備給気ガラリ防火ダンパ (1)	558× 558	重*2		
		緊急時対策所非常用空気浄化系防火ダンパ 1 (1)	558× 558	重*2		
		緊急時対策所非常用空気浄化系防火ダンパ 2 (1)	558× 558	重*2		
		緊急時対策所非常用空気浄化系防火ダンパ 3 (1)	558× 558	重*2		
		緊急時対策所給気防火ダンパ 1 (1)	φ 458	重*2		
		緊急時対策所給気防火ダンパ 2 (1)	φ 458	重*2		
緊急時対策所 (休憩所) 給気防火ダンパ (1)	φ 308	重*2				

*1: 機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 川内 1 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (6/6))

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	電動ダンパ	緊急時対策所非常用空気浄化設備電気加熱コイル入口電動ダンパ (2)	558× 558	重*2	◎	サイズ
		緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット出口電動ダンパ (2)	558× 558	重*2		
		緊急時対策棟出入管理エリア給気電動気密ダンパ (1)	558× 558	重*2		
	逆止ダンパ	緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパ (2)	558× 558	重*2	◎	
	手動ダンパ	緊急時対策所非常用空気浄化設備電気加熱コイル入口手動ダンパ (2)	558× 558	重*2	◎	サイズ
		緊急時対策所非常用空気浄化ファン入口手動ダンパ (2)	558× 558	重*2		
		緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット バイパスライン下流手動ダンパ (1)	558× 558	重*2		
		緊急時対策所給気手動ダンパ (1)	φ 458	重*2		
		緊急時対策所 (休憩所) 給気手動ダンパ 1 (1)	φ 308	重*2		
	緊急時対策棟出入管理エリア給気手動ダンパ 1 (1)	558× 558	重*2			

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表2 川内1号炉 主要な空調設備の機能(1/2)

空調設備		機能
ファン・電動機	中央制御室空調ファン	中央制御室、計算機室等に調整した空気を給気する装置。
	緊急時対策所非常用空気浄化ファン	緊急時対策所の空気を浄化する装置。
	安全補機開閉器室空調ファン	安全補機開閉器室、原子炉コントロールセンター室等に調整した空気を給気する装置。
	中央制御室非常用循環ファン	1次冷却材喪失事故時に中央制御室の空気を浄化するための中央制御室非常用循環フィルタユニットに空気を循環させる装置。
	アニュラス空気浄化ファン	1次冷却材喪失事故時にアニュラス内に漏えいする放射性物質を浄化するためにアニュラス内の換気をする装置。
	安全補機室給気ファン	安全補機室内に調整した空気を給気する装置。
	安全補機室排気ファン	安全補機室内の空気を排気する装置。
	制御用空気圧縮機室給気ファン	制御用空気圧縮機室に空気を給気する装置。
	制御用空気圧縮機室排気ファン	制御用空気圧縮機室の空気を排気する装置。
	中央制御室循環ファン	中央制御室、継電器室、計算機室、配線処理室、通信機室等の空気を循環させる装置。
	ディーゼル発電機室給気ファン	ディーゼル発電機室内に外気を給気する装置。
	補助給水ポンプ室給気ファン	補助給水ポンプ室内に外気を給気する装置。
	補助給水ポンプ室排気ファン	補助給水ポンプ室内の空気を排気する装置。
空調ユニット	中央制御室空調ユニット	中央制御室、計算機室等の換気、空調及び非常時の空気浄化を行う装置。
	安全補機開閉器室空調ユニット	安全補機開閉器室、原子炉コントロールセンター室等の換気及び空調を行う装置。
	安全補機室給気ユニット	安全補機室の換気及び空調を行う装置。
	格納容器再循環ユニット	原子炉格納容器内空気の冷却及び浄化を行う装置。
	アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット	1次冷却材喪失事故時及び換気時アニュラス内の排気をフィルタユニット内のフィルタにより浄化する装置。
	アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット	1次冷却材喪失事故時アニュラス内の排気をフィルタユニット内のフィルタにより浄化する装置。
	中央制御室非常用循環フィルタユニット	1次冷却材喪失事故時に中央制御室の空気をフィルタユニット内のフィルタにより浄化する装置。
	安全補機室排気フィルタユニット	安全補機室内より大気放出される空気の浄化を行う装置。
	緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット	緊急時対策所の空気を浄化する装置。

表2 川内1号炉 主要な空調設備の機能(2/2)

空調設備	機能
冷水設備	中央制御室空調装置及び安全補機開閉器室空調装置他の空調ユニットに冷水を供給する設備。
ダクト	格納容器内外及び建屋内の給排気のための空気の流路を構成する機器。
ダンパ	ダクト内に設置され、空気の流路を構成する機器。

1 ファン

[対象機器]

- ① 中央制御室空調ファン
- ② 緊急時対策所非常用空気浄化ファン
- ③ 安全補機開閉器室空調ファン
- ④ 中央制御室非常用循環ファン
- ⑤ アニュラス空気浄化ファン
- ⑥ 安全補機室給気ファン
- ⑦ 安全補機室排気ファン
- ⑧ 制御用空気圧縮機室給気ファン
- ⑨ 制御用空気圧縮機室排気ファン
- ⑩ 中央制御室循環ファン
- ⑪ ディーゼル発電機室給気ファン
- ⑫ 補助給水ポンプ室給気ファン
- ⑬ 補助給水ポンプ室排気ファン

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	4
2.1 構造、材料及び使用条件	4
2.2 経年劣化事象の抽出	13
3. 代表機器以外への展開	20
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	20
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	21

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉で使用されている主要なファンの主な仕様を表1-1に示す。

これらのファンを型式、駆動方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

表1-1に示すファンを型式、駆動方式及び設置場所の観点から分類すると以下の3つのグループに分類される。

- (1) 型式：遠心式、駆動方式：カップリング駆動、設置場所：屋内
羽根車の遠心力を利用して送風し、電動機から主軸を介して駆動する。
- (2) 型式：遠心式、駆動方式：一体型、設置場所：屋内
羽根車の遠心力を利用して送風し、電動機軸がファンの軸と一体で駆動する。
- (3) 型式：軸流式、駆動方式：一体型、設置場所：屋内
羽根車の翼揚力を利用して軸方向に送風し、電動機軸がファンの軸と一体で駆動する。

1.2 代表機器の選定

- (1) 型式：遠心式、駆動方式：カップリング駆動、設置場所：屋内
このグループには、中央制御室空調ファン及び緊急時対策所非常用空気浄化ファンが属するが、重要度が高い中央制御室空調ファンを代表機器とする。
- (2) 型式：遠心式、駆動方式：一体型、設置場所：屋内
このグループには、安全補機開閉器室空調ファン、中央制御室非常用循環ファン、アニュラス空気浄化ファン、安全補機室給気ファン、安全補機室排気ファン、制御用空気圧縮機室給気ファン及び制御用空気圧縮機室排気ファンが属するが、運転時間が長く、容量が大きい安全補機室給気ファンを代表機器とする。

(3) 型式：軸流式、駆動方式：一体型、設置場所：屋内

このグループには、中央制御室循環ファン、ディーゼル発電機室給気ファン、補助給水ポンプ室給気ファン及び補助給水ポンプ室排気ファンが属するが、運転時間が長い中央制御室循環ファンを代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 ファンの主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	仕様 (容量×静圧) (m^3/min)× ($\text{kPa}[\text{gage}]$)	重要度*1	選定基準			選定	選定理由
型式	駆動方式	設置場所				使用条件				
			運転	回転数 (rpm)	周囲温度 ($^{\circ}\text{C}$)					
遠心式	カップリング 駆動	屋内	中央制御室空調ファン (2)	約1,260×約 1.4	MS-1、重*2	連続	705	約40	◎	重要度
			緊急時対策所非常用空気浄化ファン (2)	約 130×約 4.0*3	重*2	一時	1,765	約40		
	一体型	屋内	安全補機開閉器室空調ファン (2)	約 540×約 1.3	MS-1	連続	1,170	約40	◎	運転時間 容量
			中央制御室非常用循環ファン (2)	約 340×約 1.6	MS-1、重*2	一時	1,170	約40		
			アニュラス空気浄化ファン (2)	約 226×約 2.7	MS-1、重*2	一時	1,770	約40		
			安全補機室給気ファン (2)	約 710×約 1.6	MS-1	連続	1,170	約40		
			安全補機室排気ファン (2)	約 790×約 3.2	MS-1	一時	1,770	約40		
			制御用空気圧縮機室給気ファン (2)	約 130×約0.49	MS-1	一時	1,170	約40		
			制御用空気圧縮機室排気ファン (2)	約 130×約0.29	MS-1	一時	885	約40		
軸流式	一体型	屋内	中央制御室循環ファン (2)	約1,260×約0.49	MS-1、重*2	連続	1,170	約40	◎	運転時間
			ディーゼル発電機室給気ファン (4)	約2,500×約0.54	MS-1	一時	885/880	約40		
			補助給水ポンプ室給気ファン (2)	約 240×約0.39	MS-1	一時	1,770	約40		
			補助給水ポンプ室排気ファン (2)	約 240×約0.15	MS-1	一時	1,170	約40		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：全圧を示す

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3種類のファンについて技術評価を実施する。

- ① 中央制御室空調ファン
- ② 安全補機室給気ファン
- ③ 中央制御室循環ファン

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室空調ファン

(1) 構造

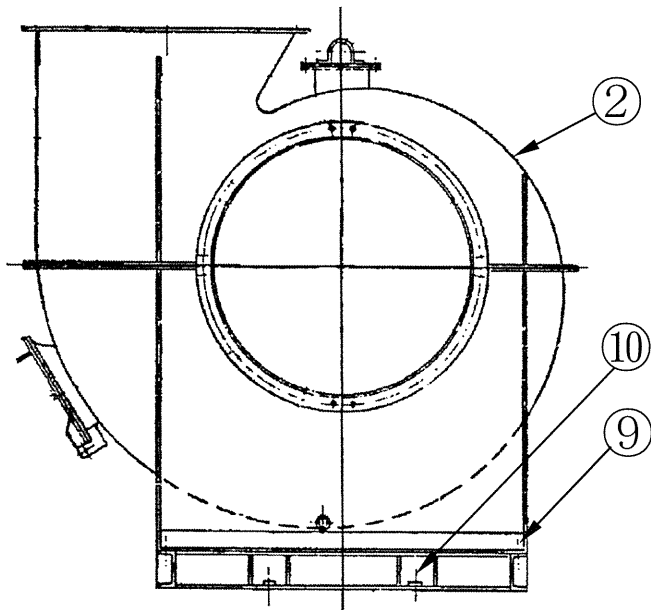
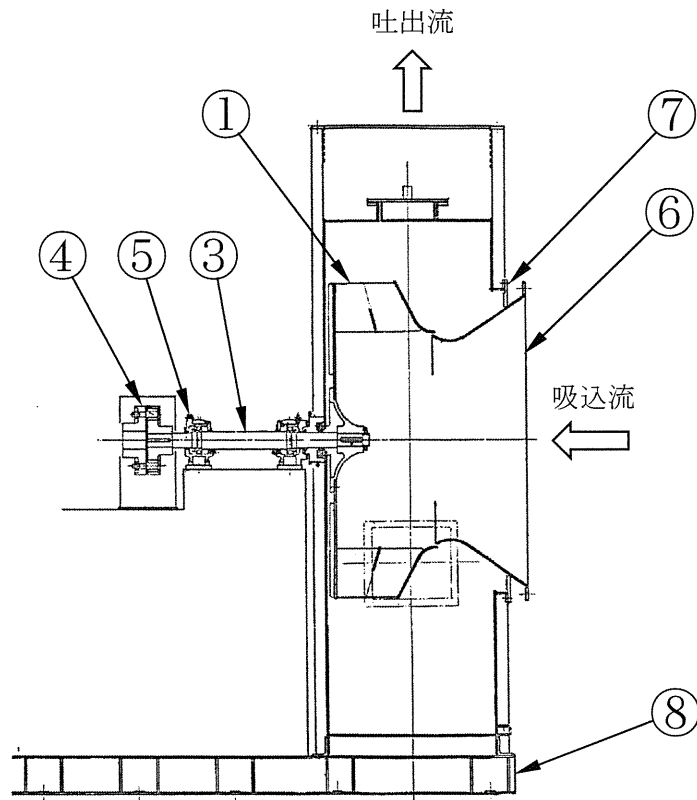
川内1号炉の中央制御室空調ファンの羽根車は、電動機軸に軸継手を介して取り付けられた主軸に取り付けられている。主軸を支える軸受は、片持ち方式でケーシングの外側面に設置されている。

また、羽根車、ケーシング及び主軸には炭素鋼を使用している。

川内1号炉の中央制御室空調ファンの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の中央制御室空調ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	羽根車	⑥	吸込ホッパ
②	ケーシング	⑦	吸込ホッパ取付ボルト
③	主 軸	⑧	共通台板
④	軸継手	⑨	取付ボルト
⑤	軸受 (ころがり)	⑩	基礎ボルト

図2.1-1 川内1号炉 中央制御室空調ファン構造図

表2.1-1 川内1号炉 中央制御室空調ファン主要部位の使用材料

部 位	材 料
羽 根 車	炭 素 鋼
ケーシング	炭 素 鋼
主 軸	炭 素 鋼
軸 継 手	鋳 鉄
軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
吸込ホッパ	炭 素 鋼
吸込ホッパ取付ボルト	炭 素 鋼
共通台板	炭 素 鋼
取付ボルト	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-2 川内1号炉 中央制御室空調ファンの使用条件

容 量	約1,260m ³ /min
静 圧	約1.4kPa[gage]
回 転 数	705rpm
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.1.2 安全補機室給気ファン

(1) 構造

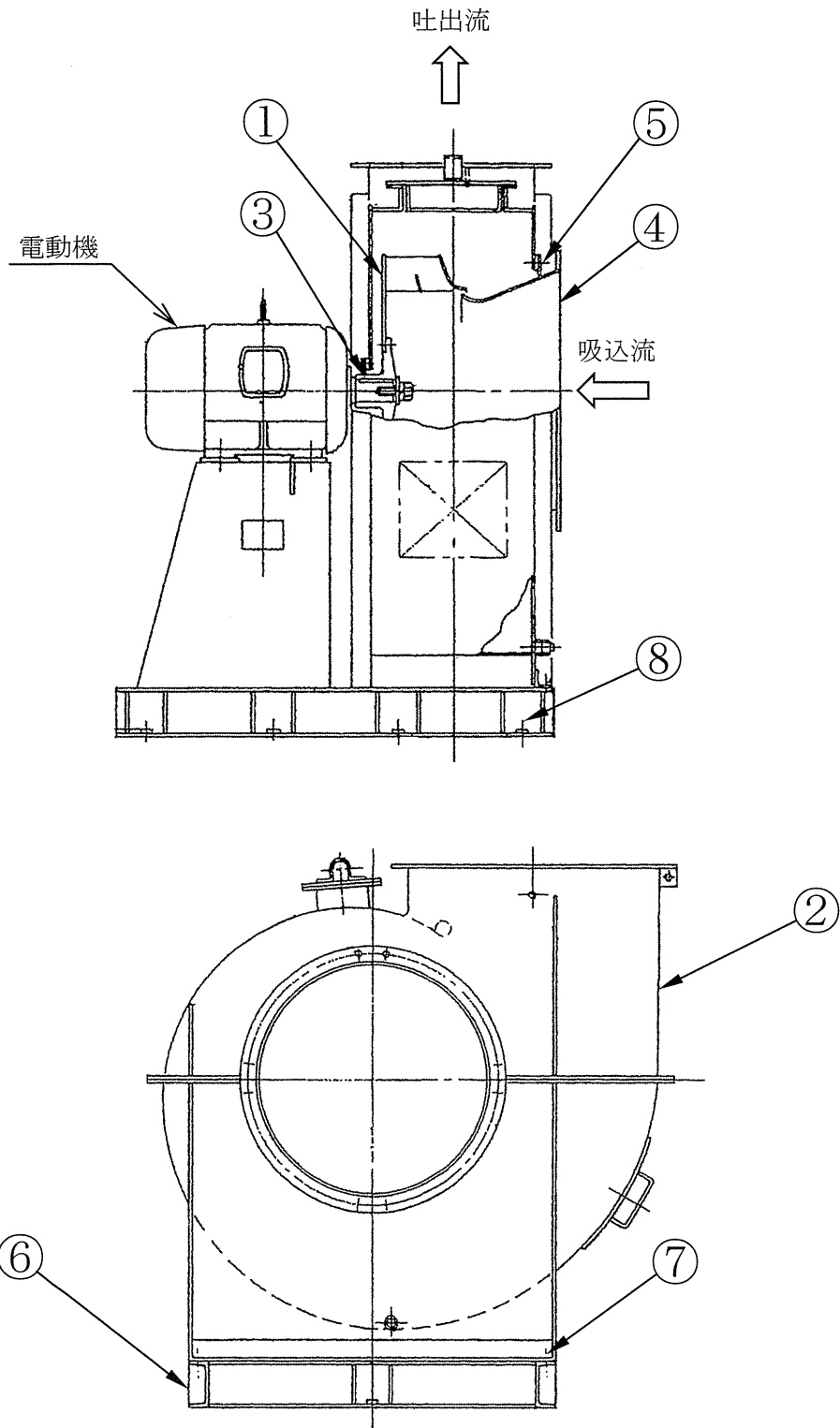
川内1号炉の安全補機室給気ファンの羽根車は、電動機軸に直接取り付けられている。

また、羽根車、ケーシング及び主軸には炭素鋼を使用している。

川内1号炉の安全補機室給気ファンの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の安全補機室給気ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	羽 根 車	⑤	吸込ホッパ取付ボルト
②	ケーシング	⑥	共通台板
③	主 軸	⑦	取付ボルト
④	吸込ホッパ	⑧	基礎ボルト

図2.1-2 川内1号炉 安全補機室給気ファン構造図

表2.1-3 川内1号炉 安全補機室給気ファン主要部位の使用材料

部 位	材 料
羽 根 車	炭 素 鋼
ケーシング	炭 素 鋼
主 軸	炭 素 鋼
吸込ホッパ	炭 素 鋼
吸込ホッパ取付ボルト	炭 素 鋼
共通台板	炭 素 鋼
取付ボルト	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-4 川内1号炉 安全補機室給気ファンの使用条件

容 量	約710m ³ /min
静 圧	約1.6kPa[gage]
回 転 数	1,170rpm
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.1.3 中央制御室循環ファン

(1) 構造

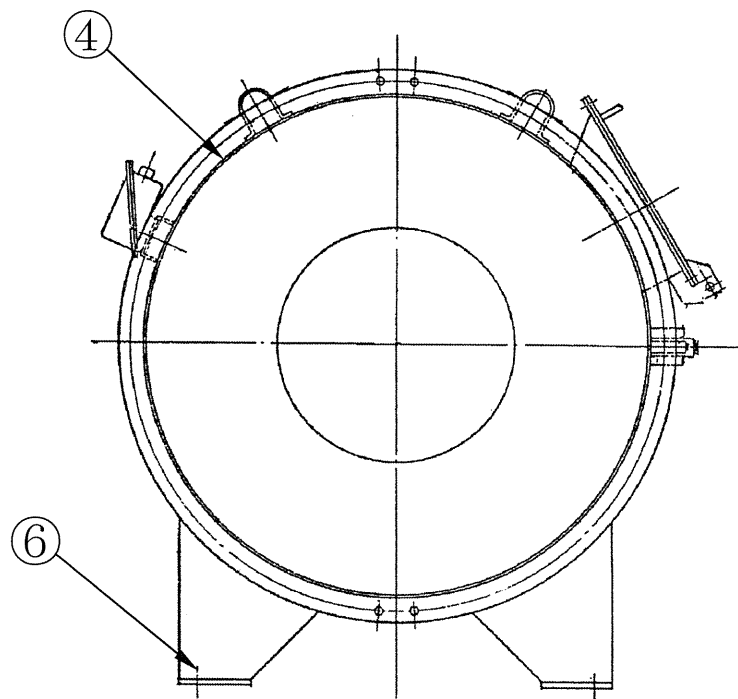
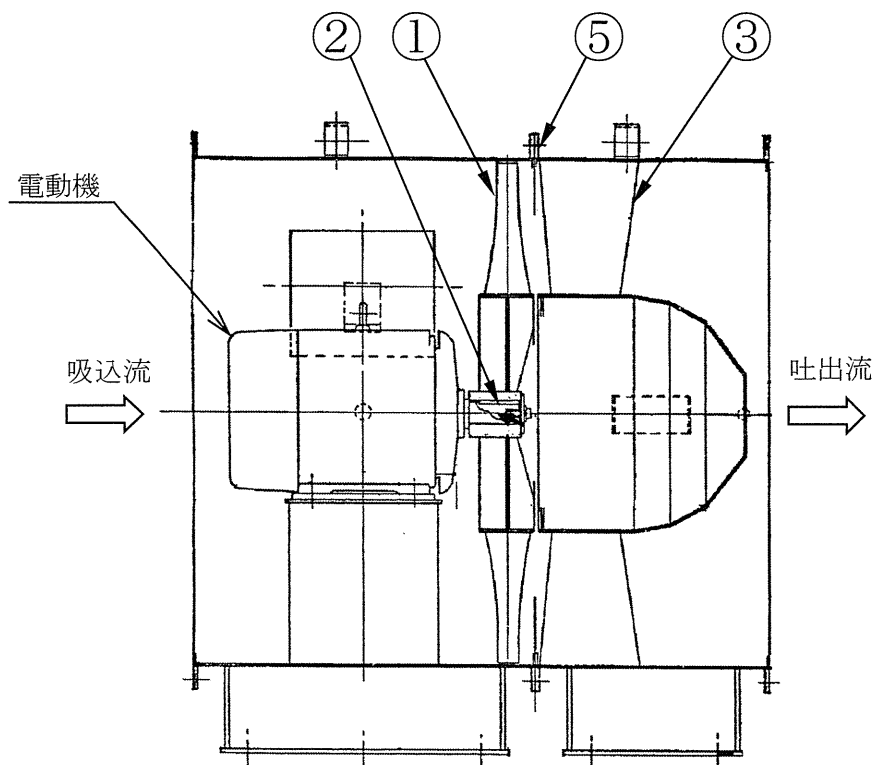
川内1号炉の中央制御室循環ファンの羽根車は、ファンケーシング内に設置された電動機の電動機軸に直接取り付けられている。

また、羽根車、主軸及びケーシングには炭素鋼を使用している。

川内1号炉の中央制御室循環ファンの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の中央制御室循環ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	羽 根 車	④	ケーシング
②	主 軸	⑤	ケーシング取付ボルト
③	静翼兼支持金物	⑥	基礎ボルト

図2.1-3 川内1号炉 中央制御室循環ファン構造図

表2.1-5 川内1号炉 中央制御室循環ファン主要部位の使用材料

部 位	材 料
羽 根 車	炭 素 鋼
主 軸	炭 素 鋼
静翼兼支持金物	炭 素 鋼
ケーシング	炭 素 鋼
ケーシング取付ボルト	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-6 川内1号炉 中央制御室循環ファンの使用条件

容 量	約1,260m ³ /min
静 圧	約0.49kPa[gage]
回 転 数	1,170rpm
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ファンの機能である送風機能を維持するためには、次の2つの項目が必要である。

- ① 送風機能の維持
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ファン個々について、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上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（回転数、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1～表2.2-3に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象（表2.2-1～表2.2-3で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 羽根車等の腐食（全面腐食）[共通]

羽根車等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、塗装により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) ケーシング等の腐食（全面腐食）[共通]

ケーシング等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(3) 主軸の摩耗 [中央制御室空調ファン]

ころがり軸受を使用しているファンについては、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。

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

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(4) 主軸等の腐食（全面腐食） [共通]

主軸等は炭素鋼又は鋳鉄であり、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(5) 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

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

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

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

(6) 取付ボルト等の腐食（全面腐食）[共通]

取付ボルト等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(7) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）は、分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 川内1号炉 中央制御室空調ファ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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
送風機能の維持	羽 根 車		炭 素 鋼		△						*1:高サイクル疲労割れ
	ケーシング		炭 素 鋼		△						
	主 軸		炭 素 鋼	△	△	△*1					
	軸 継 手		鑄 鉄		△						
	軸受 (ころがり)	◎	—								
	吸込ホッパ		炭 素 鋼		△						
	吸込ホッパ取付ボルト		炭 素 鋼		△						
機器の支持	共通台板		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2.2-2 川内1号炉 安全補機室給気ファ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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
送風機能の維持	羽 根 車		炭 素 鋼		△					*1:高サイクル疲労割れ	
	ケーシング		炭 素 鋼		△						
	主 軸		炭 素 鋼		△	△*1					
	吸込ホッパ		炭 素 鋼		△						
	吸込ホッパ取付ボルト		炭 素 鋼		△						
機器の支持	共通台板		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2.2-3 川内1号炉 中央制御室循環ファ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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
送風機能の維持	羽 根 車		炭 素 鋼		△					*1:高サイクル疲労割れ	
	主 軸		炭 素 鋼		△	△*1					
	静翼兼支持金物		炭 素 鋼		△						
	ケーシング		炭 素 鋼		△						
	ケーシング取付ボルト		炭 素 鋼		△						
機器の支持	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。

なお、経年劣化事象の抽出にあたっては、2章の代表機器における経年劣化事象の抽出と同様に、水平展開機器各々の構造、材料、使用条件等の特殊性を考慮して選定している。

- ① 緊急時対策所非常用空気浄化ファン
- ② 安全補機開閉器室空調ファン
- ③ 中央制御室非常用循環ファン
- ④ アニュラス空気浄化ファン
- ⑤ 安全補機室排気ファン
- ⑥ 制御用空気圧縮機室給気ファン
- ⑦ 制御用空気圧縮機室排気ファン
- ⑧ ディーゼル発電機室給気ファン
- ⑨ 補助給水ポンプ室給気ファン
- ⑩ 補助給水ポンプ室排気ファン

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

水平展開機器各々の構造、材料、使用条件（回転数、温度等）及び現在までの運転経験を考慮すると、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

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

2.2.3の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 羽根車等の腐食（全面腐食）[共通]

羽根車等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、塗装により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.2 ケーシング等の腐食（全面腐食）[共通]

ケーシング等は炭素鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.3 主軸の摩耗 [緊急時対策所非常用空気浄化ファン]

ころがり軸受を使用しているファンについては、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。

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

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 主軸の腐食 (全面腐食) [共通]

主軸は炭素鋼であり、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.5 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

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

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

なお、試運転時等における振動確認 (変位の測定等) 及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認により機器の健全性を確認している。

3.2.6 取付ボルト等の腐食（全面腐食）〔共通〕

取付ボルト等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.7 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

〔緊急時対策所非常用空気浄化ファン、安全補機開閉器室空調ファン、中央制御室非常用循環ファン、安全補機室排気ファン、制御用空気圧縮機室給気ファン、制御用空気圧縮機室排気ファン〕

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

2 電動機

[対象機器]

- ① 空調用冷凍機用電動機
- ② ディーゼル発電機室給気ファン用電動機
- ③ 安全補機室排気ファン用電動機
- ④ 空調用冷水ポンプ用電動機
- ⑤ 中央制御室循環ファン用電動機
- ⑥ アニュラス空気浄化ファン用電動機
- ⑦ 補助給水ポンプ室給気ファン用電動機
- ⑧ 補助給水ポンプ室排気ファン用電動機
- ⑨ 制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機
- ⑩ 制御用空気圧縮機室排気ファン用電動機
- ⑪ 緊急時対策所非常用空気浄化ファン用電動機
- ⑫ 安全補機開閉器室空調ファン用電動機
- ⑬ 中央制御室空調ファン用電動機
- ⑭ 中央制御室非常用循環ファン用電動機
- ⑮ 安全補機室給気ファン用電動機

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	4
2.1 構造、材料及び使用条件	4
2.2 経年劣化事象の抽出	13
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	21
3. 代表機器以外への展開	33
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	33
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	34

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉で使用されている主要な電動機の主な仕様を表1-1に示す。

これらの電動機を電圧区分、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

表1-1に示す電動機を電圧区分、型式及び設置場所で分類すると3つのグループとなる。

- ① 電圧区分：高圧、型式：密閉形、設置場所：屋内
高圧の密閉形電動機
- ② 電圧区分：低圧、型式：全閉形、設置場所：屋内
低圧の全閉形電動機
- ③ 電圧区分：低圧、型式：開放形、設置場所：屋内
低圧の開放形電動機

1.2 代表機器の選定

- (1) 電圧区分：高圧、型式：密閉形、設置場所：屋内

このグループには、空調用冷凍機用電動機のみが属するため、空調用冷凍機用電動機を代表機器とする。

- (2) 電圧区分：低圧、型式：全閉形、設置場所：屋内

このグループには、ディーゼル発電機室給気ファン用電動機、空調用冷水ポンプ用電動機、中央制御室循環ファン用電動機、アニュラス空気浄化ファン用電動機、B中央制御室非常用循環ファン用電動機、A安全補機室給気ファン用電動機、補助給水ポンプ室給気ファン用電動機、補助給水ポンプ室排気ファン用電動機、制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機、制御用空気圧縮機室排気ファン用電動機及び緊急時対策所非常用空気浄化ファン用電動機が属するが、定格出力が大きいディーゼル発電機室給気ファン用電動機を代表機器とする。

(3) 電圧区分：低圧、型式：開放形、設置場所：屋内

このグループには安全補機室排気ファン用電動機、安全補機開閉器室空調ファン用電動機、中央制御室空調ファン用電動機、A中央制御室非常用循環ファン用電動機及びB安全補機室給気ファン用電動機が属するが、定格出力が大きい安全補機室排気ファン用電動機を代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 電動機的主要仕様

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準					選定	選定理由
				仕様 (定格出力× 定格回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使用条件				
電圧区分	型式	設置場所	運転			定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)			
高圧	密閉	屋内	空調用冷凍機用電動機 (4)	139×3,560	MS-1	連続	6,600	約40	◎	
低圧	全閉	屋内	ディーゼル発電機室給気ファン用電動機 (4)	75×880	MS-1	一時	440	約40	◎	定格出力
			空調用冷水ポンプ用電動機 (4)	30×1,770*3 30×1,760*4	MS-1	連続	440	約40		
			中央制御室循環ファン用電動機 (2)	30×1,170	MS-1、重*2	連続	440	約40		
			アニュラス空気浄化ファン用電動機 (2)	22×1,760	MS-1、重*2	一時	440	約40		
			B中央制御室非常用循環ファン用電動機 (1)	18.5×1,160	MS-1、重*2	一時	440	約40		
			A安全補機室給気ファン用電動機 (1)	37×1,170	MS-1	連続	440	約40		
			補助給水ポンプ室給気ファン用電動機 (2)	5.5×1,730	MS-1	一時	440	約40		
			補助給水ポンプ室排気ファン用電動機 (2)	3.7×1,150	MS-1	一時	440	約40		
			制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機 (2)	3.7×1,150	MS-1	一時	440	約40		
			制御用空気圧縮機室排気ファン用電動機 (2)	1.5×840*5 1.5×845*6	MS-1	一時	440	約40		
	緊急時対策所非常用空気浄化ファン用電動機 (2)	18.5×1,765	重*2	連続	440	約40				
	開放	屋内	安全補機室排気ファン用電動機 (2)	75×1,760	MS-1	一時	440	約40	◎	定格出力
			安全補機開閉器室空調ファン用電動機 (2)	30×1,170	MS-1	連続	440	約40		
			中央制御室空調ファン用電動機 (2)	55×700	MS-1、重*2	連続	440	約40		
A中央制御室非常用循環ファン用電動機 (1)			18.5×1,160	MS-1、重*2	一時	440	約40			
B安全補機室給気ファン用電動機 (1)			37×1,170	MS-1	連続	440	約40			

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：A, B号機

*4：C, D号機

*5：A号機

*6：B号機

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3種類の電動機について技術評価を実施する。

- ① 空調用冷凍機用電動機
- ② ディーゼル発電機室給気ファン用電動機
- ③ 安全補機室排気ファン用電動機

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 空調用冷凍機用電動機

(1) 構造

川内1号炉の空調用冷凍機用電動機は、定格出力139kW、定格回転数3,560rpmの密閉屋内形三相誘導電動機である。

電動機の主軸には低合金鋼を使用している。

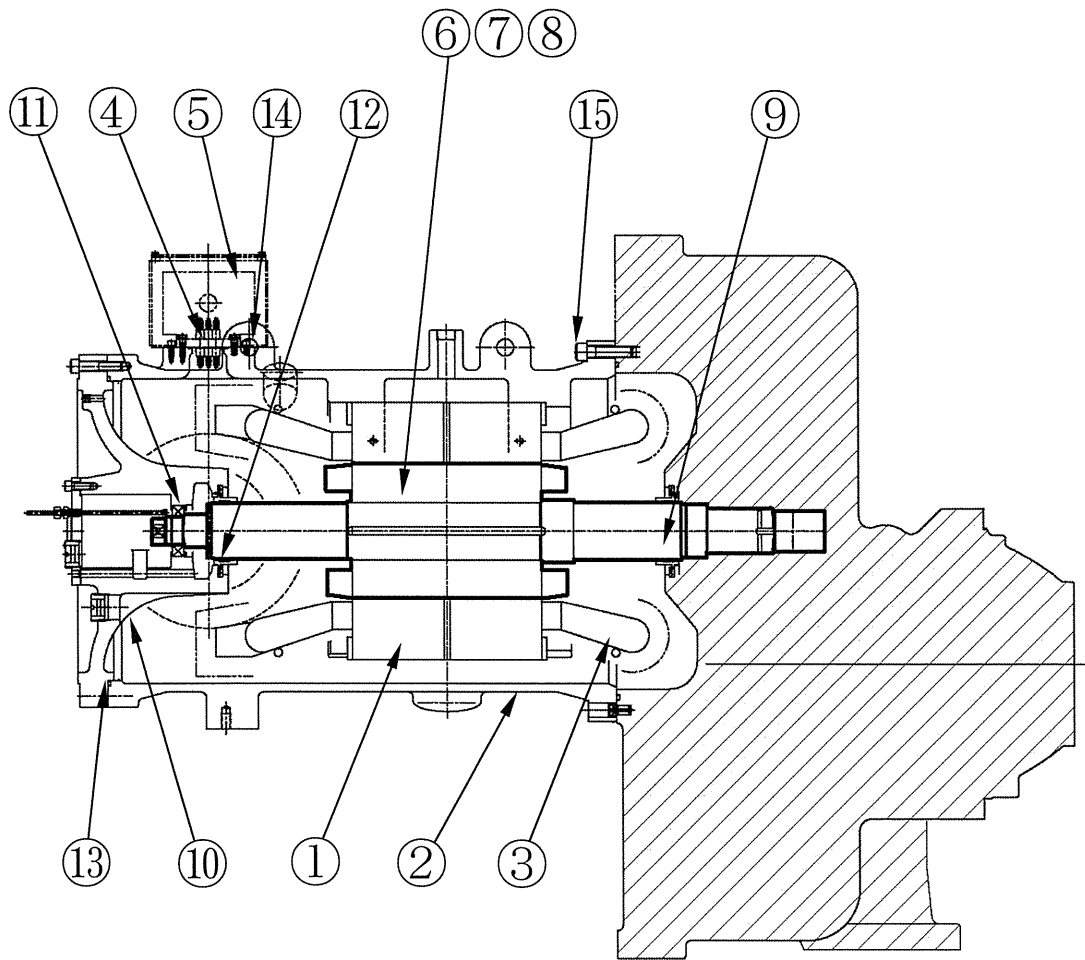
負荷側軸受部は歯車室に、反負荷側軸受部はブラケットに軸受が取り付けられており、電動機回転子重量を支えている。

冷媒にはフルオロカーボンを用いており、フレーム内を冷却している。

川内1号炉の空調用冷凍機用電動機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の空調用冷凍機用電動機の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



注：太線部が回転部を示す

No.	部 位	No.	部 位
①	固定子コア	⑨	主 軸
②	フレーム	⑩	ブラケット
③	固定子コイル (高圧)	⑪	軸受 (ころがり)
④	口出線・接続部品 (高圧)	⑫	シールリング
⑤	端子箱	⑬	Oリング
⑥	回転子棒	⑭	ガスケット
⑦	エンドリング	⑮	取付ボルト
⑧	回転子コア		

図2.1-1 川内1号炉 空調用冷凍機用電動機構造図

表2.1-1 川内1号炉 空調用冷凍機用電動機主要部位の使用材料

部 位		材 料
固定子組立品	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル（高圧）	銅、マイカ、エポキシ樹脂（B種絶縁）
	口出線・接続部品（高圧）	銅、エポキシ樹脂（B種絶縁）
	端子箱	炭素鋼
回転子組立品	回転子棒・エンドリング	アルミニウム合金
	回転子コア	珪素鋼板
	主 軸	低合金鋼
軸受組立品	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	シールリング	消耗品・定期取替品
	Oリング	消耗品・定期取替品
	ガスケット	消耗品・定期取替品
支持組立品	取付ボルト	低合金鋼

表2.1-2 川内1号炉 空調用冷凍機用電動機の使用条件

定 格 出 力	139kW
周 囲 温 度	約40℃*1
定 格 電 圧	6,600V
定 格 回 転 数	3,560rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.2 ディーゼル発電機室給気ファン用電動機

(1) 構造

川内1号炉のディーゼル発電機室給気ファン用電動機は、定格出力75kW、定格回転数880rpmの全閉屋内形三相誘導電動機である。

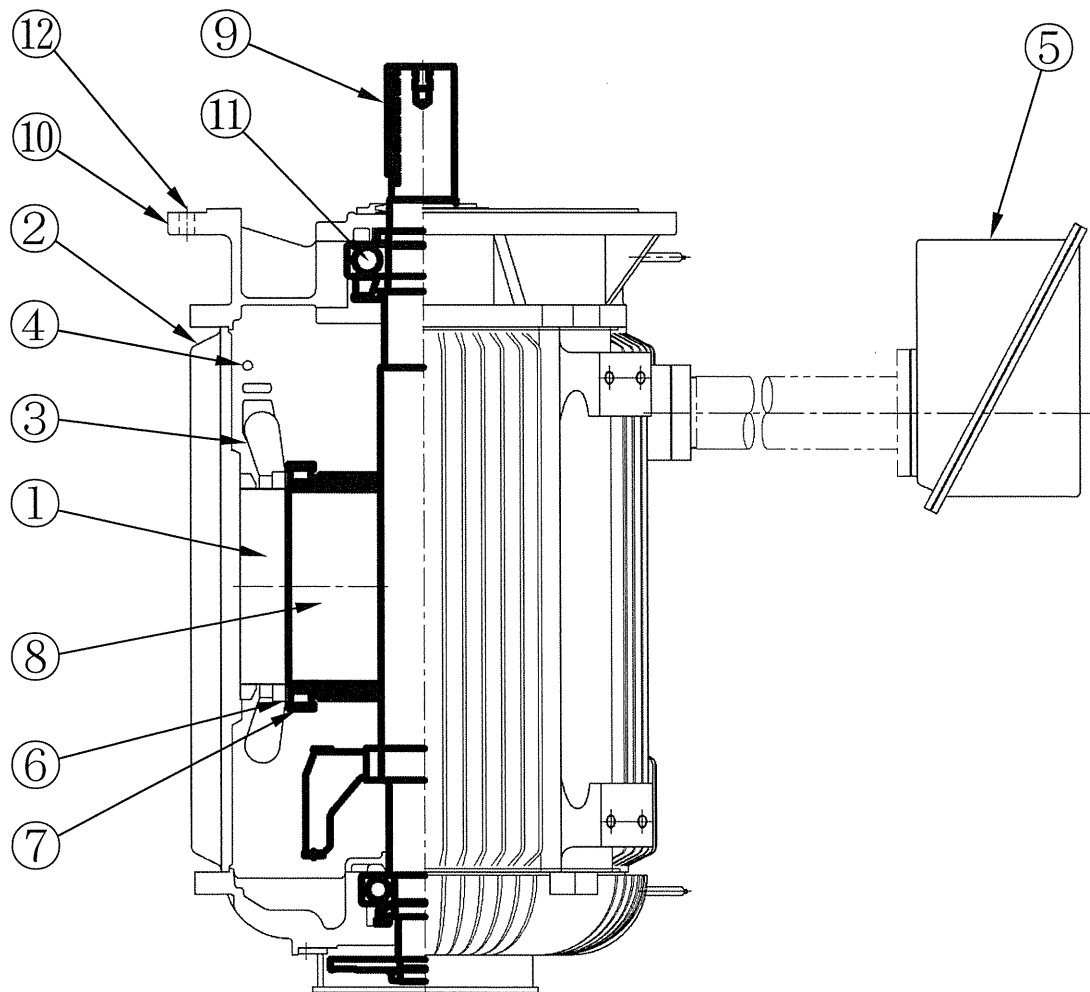
ファンに直結している主軸には炭素鋼を使用している。

負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受を備えている。

川内1号炉のディーゼル発電機室給気ファン用電動機の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のディーゼル発電機室給気ファン用電動機の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



注：太線部が回転部を示す

No.	部 位	No.	部 位
①	固定子コア	⑦	エンドリング
②	フレーム	⑧	回転子コア
③	固定子コイル (低圧)	⑨	主 軸
④	口出線・接続部品 (低圧)	⑩	ブラケット
⑤	端子箱	⑪	軸受 (ころがり)
⑥	回転子棒	⑫	取付ボルト

図2.1-2 川内1号炉 ディーゼル発電機室給気ファン用電動機構造図

表2.1-3 川内1号炉 ディーゼル発電機室給気ファン用電動機主要部位の使用材料

部 位		材 料
固定子組立品	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル（低圧）	銅、マイカ、エポキシ樹脂（A, C号機：B種絶縁、B, D号機：F種絶縁）
	口出線・接続部品（低圧）	銅、シリコンゴム、マイカ、エポキシ樹脂（A, C号機：B種絶縁、B, D号機：F種絶縁）
	端子箱	炭素鋼
回転子組立品	回転子棒・エンドリング	銅合金
	回転子コア	珪素鋼板
	主 軸	炭素鋼
軸受組立品	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
支持組立品	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-4 川内1号炉 ディーゼル発電機室給気ファン用電動機の使用条件

定 格 出 力	75kW
周 囲 温 度	約40℃*1
定 格 電 圧	440V
定 格 回 転 数	880rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.3 安全補機室排気ファン用電動機

(1) 構造

川内1号炉の安全補機室排気ファン用電動機は、定格出力75kW、定格回転数1,760rpmの開放屋内形三相誘導電動機である。

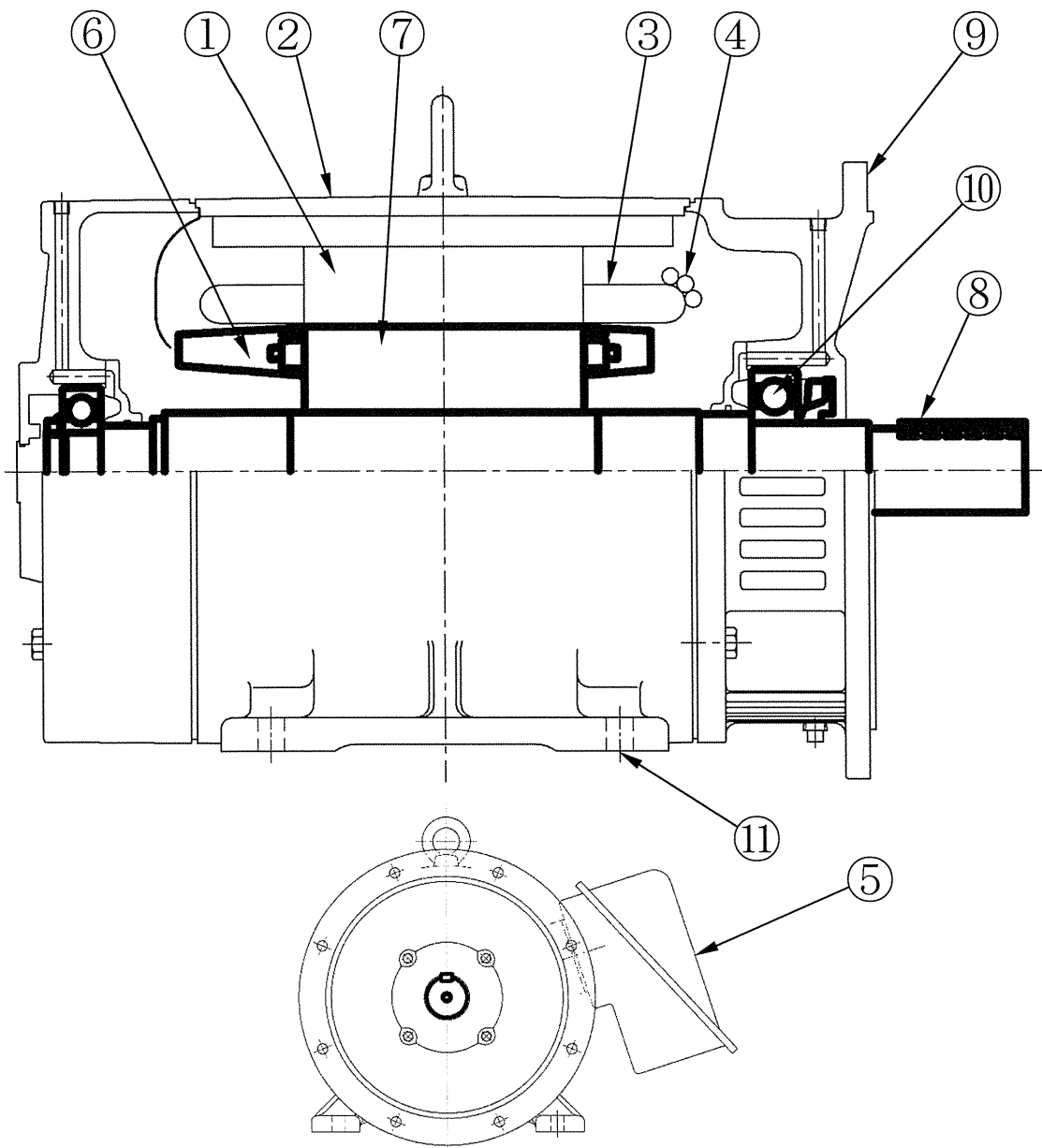
ファンに直結している主軸には炭素鋼を使用している。

負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受を備えている。

川内1号炉の安全補機室排気ファン用電動機の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の安全補機室排気ファン用電動機の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



注：太線部が回転部を示す

No.	部 位	No.	部 位
①	固定子コア	⑦	回転子コア
②	フレーム	⑧	主 軸
③	固定子コイル (低圧)	⑨	ブラケット
④	口出線 (低圧)	⑩	軸受 (ころがり)
⑤	端子箱	⑪	取付ボルト
⑥	回転子棒・エンドリング		

図2.1-3 川内1号炉 安全補機室排気ファン用電動機構造図

表2.1-5 川内1号炉 安全補機室排気ファン用電動機主要部位の使用材料

部 位		材 料
固定子組立品	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル（低圧）	銅、ポリエステルイミド+ポリアミドイミド ／ポリエステル樹脂（B種絶縁）
	口出線（低圧）	銅、シリコーンゴム（B種絶縁）
	端子箱	炭素鋼
回転子組立品	回転子棒・エンドリング	アルミニウム合金
	回転子コア	珪素鋼板
	主 軸	炭素鋼
軸受組立品	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
支持組立品	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-6 川内1号炉 安全補機室排気ファン用電動機の使用条件

定 格 出 力	75kW
周 囲 温 度	約40℃*1
放 射 線	$0.55 \times 10^{-3} \text{Gy/h}^{*2}$
定 格 電 圧	440V
定 格 回 転 数	1,760rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

*2：通常時の原子炉格納容器外の最大実測値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

電動機の機能である駆動機能を維持するためには、次の2つの項目が必要である。

- ① 駆動機能の維持、通電・絶縁機能の維持
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

電動機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上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（電圧、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1～表2.2-3に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.2-1～表2.2-3で○となっているもの）としては、以下の事象がある。

(1) 固定子コイル（高圧）及び口出線・接続部品（高圧）の絶縁低下

[空調用冷凍機用電動機]

固定子コイル（高圧）及び口出線・接続部品（高圧）の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起す可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

(2) 固定子コイル（低圧）及び口出線[共通]・接続部品（低圧）[ディーゼル発電機室給気ファン用電動機]の絶縁低下

固定子コイル（低圧）及び口出線・接続部品（低圧）の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起す可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象（表2.2-1～表2.2-3で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[共通]

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) フレーム、端子箱及びブラケットの腐食（全面腐食）[共通]

フレーム、端子箱及びブラケットは鋳鉄又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、ディーゼル発電機室給気ファン用電動機及び安全補機室排気ファン用電動機については、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食の可能性は小さい。

また、分解点検時の目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

空調用冷凍機用電動機については、フレーム及びブラケット内面は塗装等をしていないが、内部流体が冷媒（フルオロカーボン）及び油霧囲気下であり、腐食が発生し難い環境にある。また、端子箱内外面とフレーム及びブラケット外面は塗装により腐食を防止しているおり、塗装が健全であれば腐食の可能性は小さい。

また、分解点検時の目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(3) 回転子棒・エンドリングの疲労割れ [共通]

回転子棒・エンドリングについては、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、ディーゼル発電機室給気ファン用電動機は、発生応力は疲労強度より小さい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

空調用冷凍機用電動機及び安全補機室排気ファン用電動機は、回転子棒・エンドリングはアルミ充てん式（一体形成）であり、回転子棒とスロット間に隙間を生じることなく、疲労割れが発生し難い構造である。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 主軸の摩耗 [共通]

主軸については、軸受（ころがり）との接触面で摩耗が想定される。

軸受の定期取替時の軸受引き抜き時に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方策も考えられる。この場合は、主軸表面がわずかに摩耗し、主軸と軸受間で微小隙間が生じ運転中にフレットニングにより摩耗する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットニングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(5) 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

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

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

なお、試運転時等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 取付ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

取付ボルトは炭素鋼及び低合金鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）、シールリング、Ｏリング及びガスケットは、分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 川内1号炉 空調用冷凍機用電動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	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の維持、通電・絶縁機能の維持	固定子コア		珪素鋼板		△						*1：高サイクル疲労割れ	
	フレーム		鋳 鉄		△							
	固定子コイル(高圧)		銅 マカ、エポキシ樹脂(B種絶縁)					○				
	口出線・接続部品(高圧)		銅 エポキシ樹脂(B種絶縁)					○				
	端子箱		炭素鋼		△							
	回転子棒・エンドリング		アルミニウム合金			△						
	回転子コア		珪素鋼板		△							
	主 軸		低合金鋼	△		△*1						
	ブラケット		鋳 鉄		△							
	軸受(ころがり)	◎	—									
	シールリング	◎	—									
	Oリング	◎	—									
ガスケット	◎	—										
機器の支持	取付ボルト		低合金鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 川内1号炉 ディーゼル発電機室給気ファン用電動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	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の維持、 通電・絶縁機能の 維持	固定子コア		珪素鋼板		△						*1：高サイクル 疲労割れ	
	フレーム		鋳 鉄		△							
	固定子コイル (低圧)		銅、マイカ、 エポキシ樹脂 (A, C号機：B 種絶縁、B, D号 機：F種絶縁)					○				
	口出線・接続部品 (低圧)		銅 シリコンゴム、マイ カ、エポキシ樹脂 (A, C号機：B 種絶縁、B, D号 機：F種絶縁)					○				
	端子箱		炭素鋼		△							
	回転子棒・エンドリング		銅合金			△						
	回転子コア		珪素鋼板		△							
	主 軸		炭素鋼	△		△*1						
	ブラケット		鋳 鉄		△							
軸受 (ころがり)	◎	—										
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着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2.2-3 川内1号炉 安全補機室排気ファン用電動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	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の維持、通電・絶縁機能の維持	固定子コア		珪素鋼板		△							*1：高サイクル疲労割れ
	フレーム		鋳 鉄		△							
	固定子コイル（低圧）		銅 ポリエステルイミト [△] + ポリアミドイミト [△] / ポリエステル樹脂 （B種絶縁）					○				
	口出線（低圧）		銅 シリコンゴム （B種絶縁）					○				
	端子箱		炭素鋼		△							
	回転子棒・エンドリング		アルミニウム合金			△						
	回転子コア		珪素鋼板		△							
	主 軸		炭素鋼	△		△*1						
	ブラケット		鋳 鉄		△							
	軸受（ころがり）	◎	—									
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着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

2.3.1 固定子コイル（高圧）及び口出線・接続部品（高圧）の絶縁低下

[空調用冷凍機用電動機]

a. 事象の説明

固定子コイルは、固定子コアの-slot内に納められており、各々の銅線に漏電防止のための絶縁が施されている。口出線は、ポンプ用電動機を駆動するための電力を受給するもので、固定子コイルと同様に絶縁を施している。

なお、接続部品は、固定子コイルと口出線を接続するものであり、固定子コイルと同様に銅線に絶縁を施している。

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り、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性がある。

絶縁低下が生じる可能性のある部位を図2.3-1に示す。

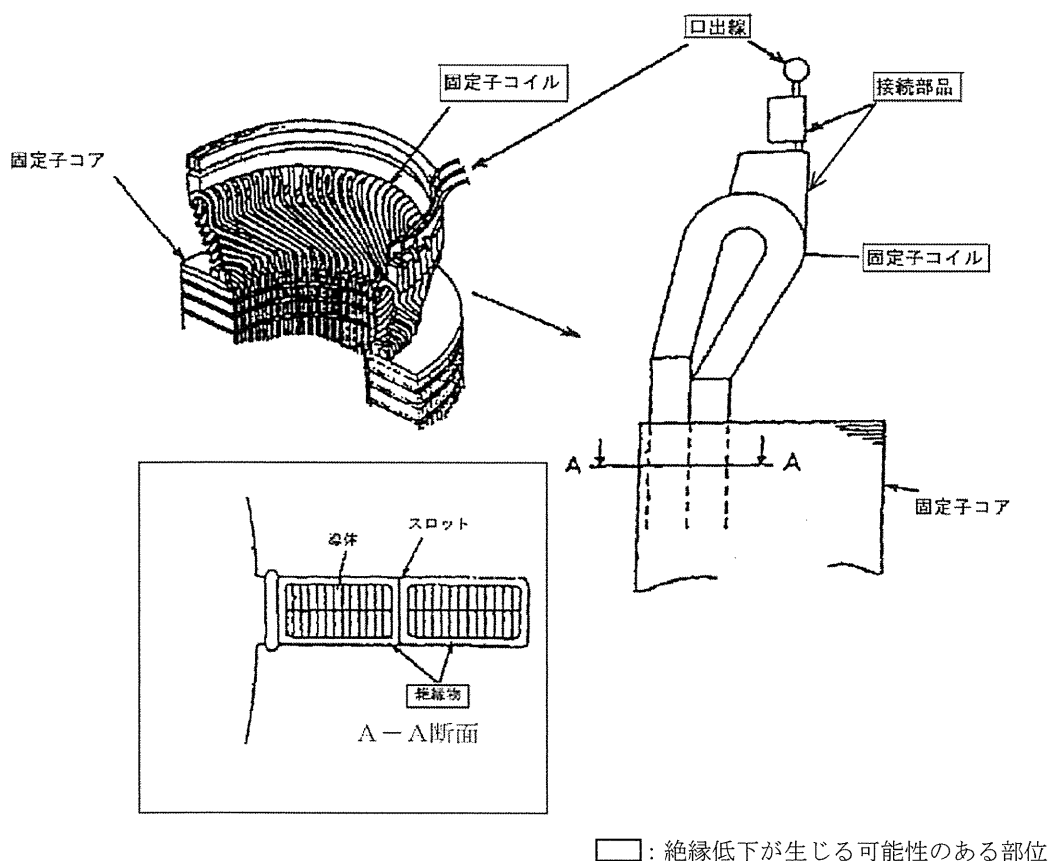


図2.3-1 川内1号炉 空調用冷凍機用電動機 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

高圧ポンプ用電動機の固定子コイルの健全性評価は、同種の一般的な固定子コイルの絶縁低下に対する評価方法を用いる。ここでは、IEEE Std. 275-1966「IEEE Proposed Test Procedure for Evaluation of Systems of insulating Materials for A-C Electric Machinery Employing Form-Wound Pre-insulated Stator Coil for Machines Rated at 50 to 2000 horsepower 35 to 1500 Kilowatts mechanical output and below 6600 volts」(以下、「IEEE Std.275-1966」という。)の規格に準じて実施した評価試験結果より固定子コイルの長期健全性を評価した。

IEEE Std. 275-1966では、熱的、機械的、環境的及び電気的な各劣化要因について個々に試験条件が述べられているが、電動機はこれらの劣化要因が複合するため、複合劣化の試験条件で固定子コイルの長期健全性を評価する。

評価手順を図2.3-2に、試験条件を表2.3-1に、ヒートサイクル方法例を図2.3-3に示す。

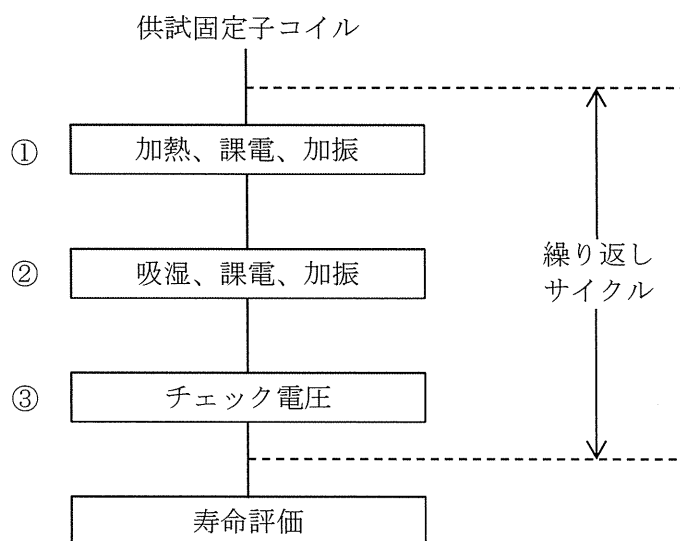


図2.3-2 固定子コイル長期健全性評価手順

図2.3-2の評価手順①(64回程度の繰り返し)、②、③を1サイクルとし、コイル絶縁がチェック電圧で破壊するまで繰り返し、170℃及び190℃での耐熱寿命を基にアレニウス則*¹が成り立つと仮定して定数A、Bを求め、耐熱寿命曲線を得る。

* 1 : アレニウス則

$$\log Y = -A + \frac{B}{273 + t} \dots\dots\dots (1)$$

Y : 寿命時間 (h)

t : 運転温度 (°C)

A、B : 定数

log Y : 自然対数

この耐熱寿命曲線は、電動機に適用している絶縁固有の特性を表す。
 この (1) 式に当該電動機の運転温度*² t (°C) を代入して、寿命を求める。
 この寿命で絶縁寿命が決定される。

* 2 : 運転温度

運転温度は、使用最高温度を用いる。

使用最高温度 = 周囲温度 + 固定子コイルの温度上昇

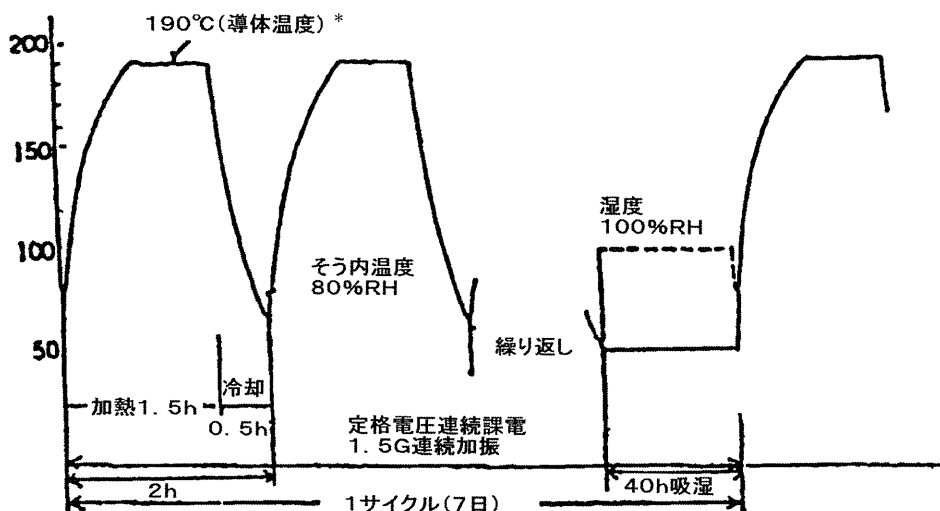
+ 測定ポイントとホットスポットとの差 (マージン)

固定子コイルの絶縁寿命は、評価結果より稼働率 100% で、24.98 年と判断する。

表2.3-1 固定子コイル長期健全性評価における試験条件

手順	試験項目	試験条件1	試験条件2	実機設計条件
①	温度	170°C×2 時間(加熱1.5h、冷却0.5h、at80%RH)	190°C×2 時間(加熱1.5h、冷却0.5h、at80%RH)	最大125°C
	電圧	6.6kV—常時印加	6.6kV—常時印加	6.6kV
	振動	1.5G—常時加振	1.5G—常時加振	1G以下
②	湿度	100%RH—40時間 (at 50°C)	100%RH—40時間 (at 50°C)	最大100%RH (at 40°C)
	電圧	6.6kV—常時印加	6.6kV—常時印加	6.6kV
	振動	1.5G—常時加振	1.5G—常時加振	1G以下
③	チェック電圧	対地間 1.5×E=9.9kV—1分間 線間 150V—1分間	対地間 1.5×E=9.9kV—1分間 線間 150V—1分間	—

RH: relative humidity (相対湿度)



*1 : 絶縁体温度 170°C×2 時間相当

図2.3-3 ヒートサイクル方法例 (試験条件1)

また、6.6kV級の経年機で、固定子コイルを更新した旧機のコイル破壊電圧の測定値を評価した結果が、運転年数*3と絶縁破壊値の関係として、図2.3-4に示すように求められる。

同図では、縦軸の絶縁破壊値は新品の値を100%として示している。

この評価からコイル破壊電圧の平均値と95%信頼下限が安全運転下限(「電気学会 電気規格調査会標準規格 回転電気機械一般 (JEC-2100-1993)」: $2E+1=2 \times 6.6[\text{kV}] + 1[\text{kV}] = 14.2[\text{kV}]$)に低下するのが18.5～24年となるため、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、18.5年と判断する。

以上の検討結果より、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、より厳しい評価結果である旧機のコイル破壊電圧の測定値を評価した結果を採用し、18.5年と判断する。

また、ヒートサイクル方法及び旧機のコイル破壊電圧による評価で用いた供試体にはともに口出線・接続部品が含まれていることから、口出線・接続部品の運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、固定子コイルと同様、18.5年と判断する。

*3 : 稼働率等を考慮に入れた年数 = $\frac{\text{運転時間 (年)} + \text{休止時間 (年)}}{\text{休止係数}}$

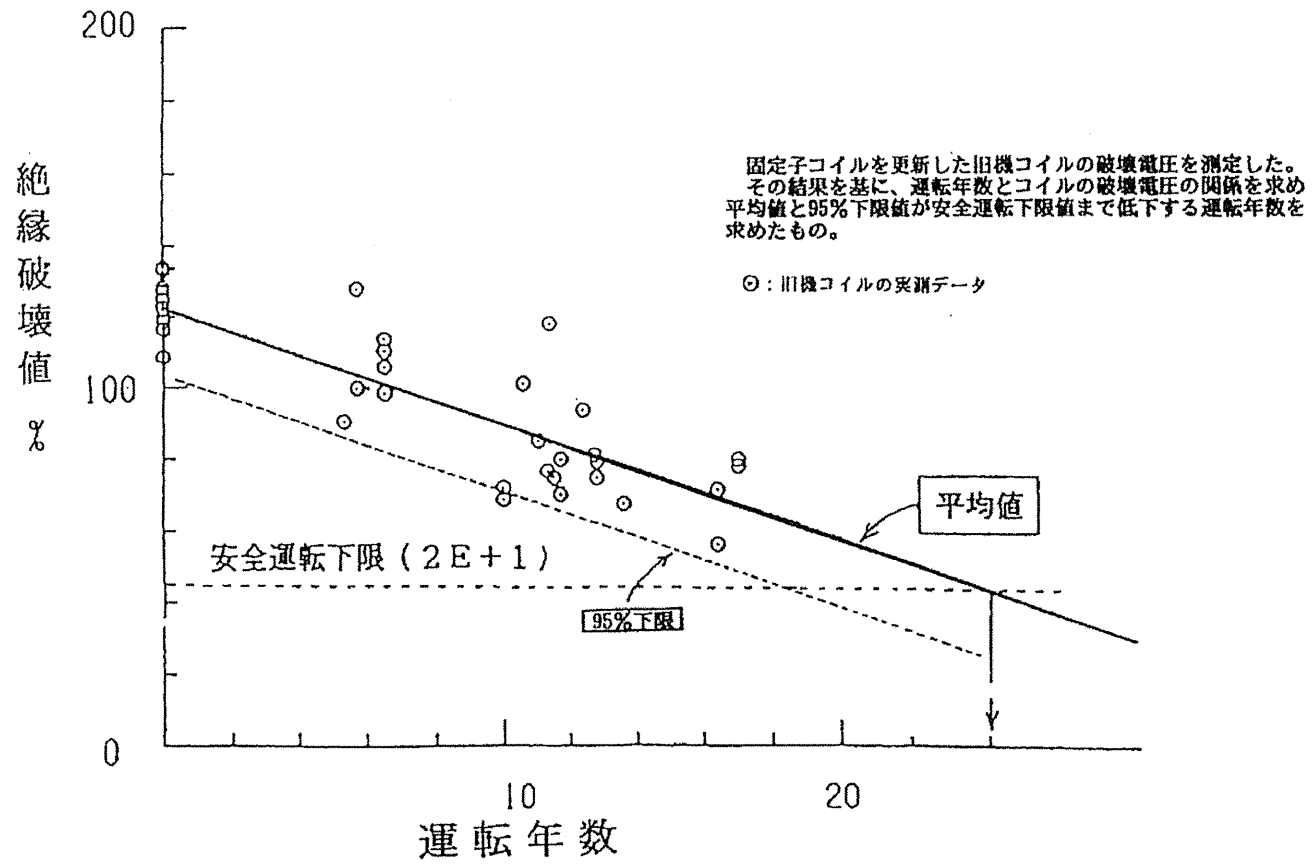


図2.3-4 運転年数と絶縁破壊値の関係

[出典：民間データ]

② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることを確認している。さらに、絶縁診断（直流吸収試験、 $\tan \delta$ 試験、部分放電試験）により、管理範囲に収まっていることの確認を行うとともに、傾向管理を行っている。また、絶縁抵抗測定及び絶縁診断結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、18.5年以降において発生の可能性は否定できないが、絶縁低下は、絶縁抵抗測定及び絶縁診断で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、引き続き定期的な絶縁抵抗測定及び絶縁診断を実施していくとともに、運転年数及び点検結果に基づき必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

2.3.2 固定子コイル（低圧）及び口出線[共通]・接続部品（低圧）[ディーゼル発電機室給気ファン用電動機]の絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイルは、固定子コアのスロット内に納められており、各々の銅線に漏電防止のための絶縁が施されている。口出線は、ポンプ用電動機を駆動するための電力を受給するもので、固定子コイルと同様に絶縁が施されている。

なお、接続部品は、固定子コイルと口出線を接続するものであり、固定子コイルと同様に銅線に絶縁を施している。

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り、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性がある。

絶縁低下が生じる可能性のある部位を図2.3-5に示す。

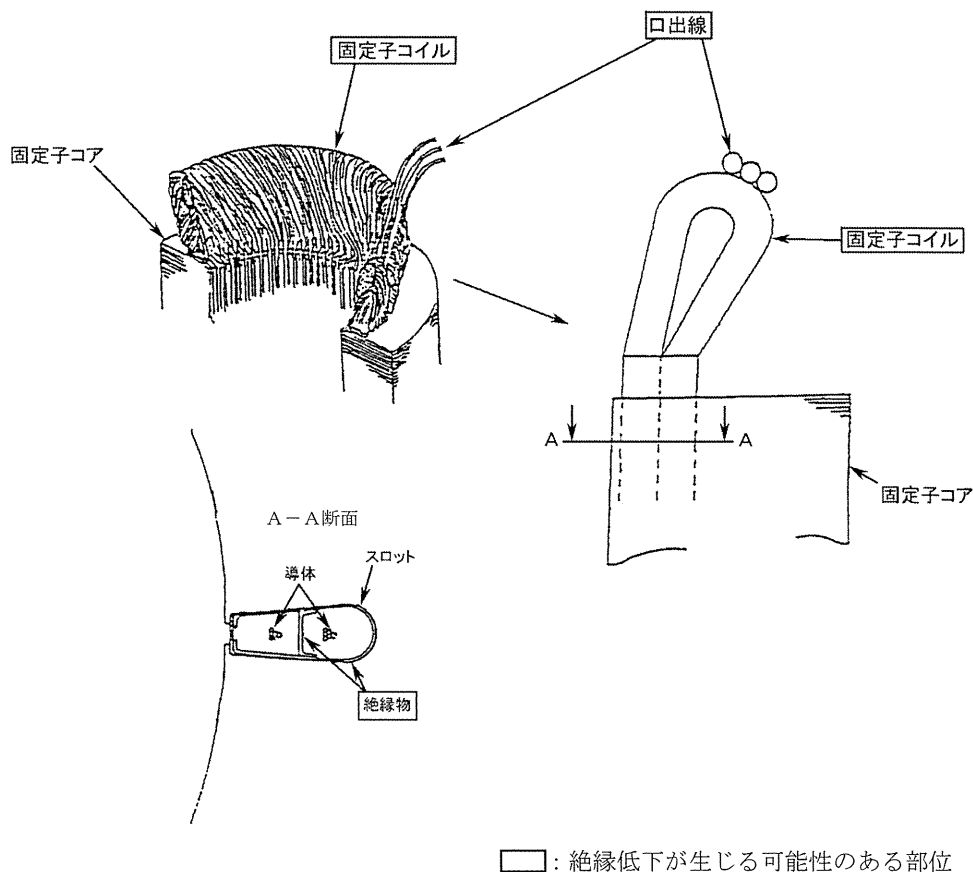


図2.3-5 川内1号炉 ディーゼル発電機室給気ファン用電動機及び安全補機室排気ファン用電動機固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

低圧ポンプ用電動機の固定子コイルの健全性評価は、同種の一般的な低圧コイルの絶縁低下に対する評価方法を用いる。ここでは、IEEE Std. 117-1956「IEEE Standard Test Procedure for Evaluation of Systems of Insulating Materials for Random-Wound Electric Machinery」（以下、「IEEE Std. 117-1956」という。）の規格に準じて実施した評価試験結果より固定子コイルの長期健全性を評価した。

IEEE Std. 117-1956では、熱的、機械的、環境的及び電気的な各劣化要因について個々に試験条件が述べられているが、電動機はこれら劣化要因が複合するため、複合劣化の試験条件で固定子コイルの長期健全性を評価する。

評価手順を図2.3-6に、試験条件を表2.3-2に、ヒートサイクル方法例を図2.3-7に示す。

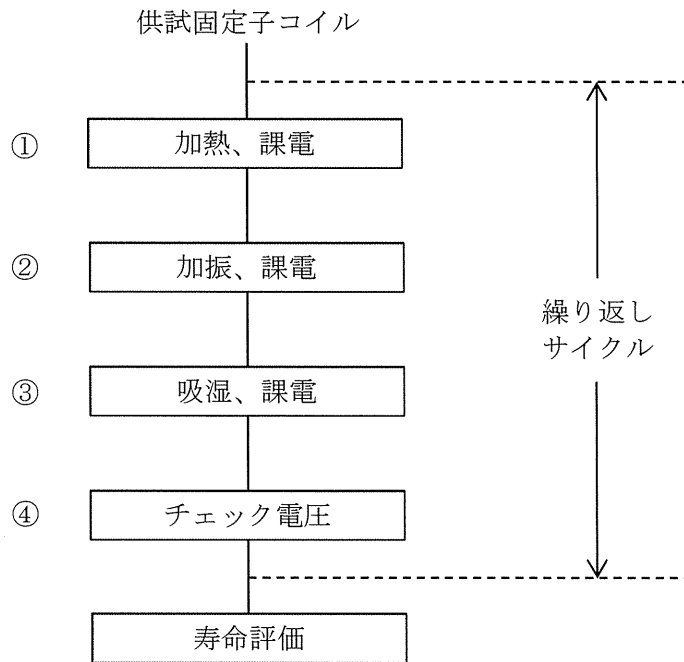


図2.3-6 固定子コイル長期健全性評価手順

図2.3-6の評価手順①、②、③、④を1サイクルとし、コイル絶縁がチェック電圧で破壊するまで繰り返し、190℃及び220℃での耐熱寿命を基にアレニウス則*1が成り立つと仮定して定数A、Bを求め、耐熱寿命曲線を得る。

* 1 : アレニウス則

$$\log Y = -A + \frac{B}{273 + t} \dots\dots\dots (1)$$

Y : 寿命時間 (h)
t : 運転温度 (°C)
A、B : 定数
log Y : 自然対数

この耐熱寿命曲線は、電動機に適用している絶縁固有の特性を表す。

この (1) 式に当該電動機の運転温度*² t (°C) を代入して、寿命を求める。

この寿命で絶縁寿命が決定される。

* 2 : 運転温度

運転温度は、使用最高温度を用いる。

使用最高温度 = 周囲温度 + 固定子コイルの温度上昇

+ 測定ポイントとホットスポットとの差 (マージン)

固定子コイル (F 種絶縁、B 種絶縁) の絶縁寿命は、評価結果より、稼働率 80% で、16 年 (F 種絶縁) 及び 20 年 (B 種絶縁) と判断する。

表2.3-2 固定子コイル長期健全性評価における試験条件

手順	試験項目	試験条件1	試験条件2	実機設計条件
①	温度	190°C-7日	220°C-1日	最大145°C
	電圧	440V-常時印加	440V-常時印加	440V
②	振動	1.5G-1時間 (at 140°C)	1.5G-1時間 (at 140°C)	1G以下
	電圧	440V-常時印加	440V-常時印加	440V
③	湿度	95~100%RH-2日 (at 40°C)	95~100%RH-2日 (at 40°C)	最大100%RH (at 40°C)
	電圧	440V-常時印加	440V-常時印加	440V
④	チェック電圧	対地間 1.5×E=660V-10分間 線間 150V-10分間	対地間 1.5×E=660V-10分間 線間 150V-10分間	-

RH : relative humidity (相対湿度)

加熱
220°C

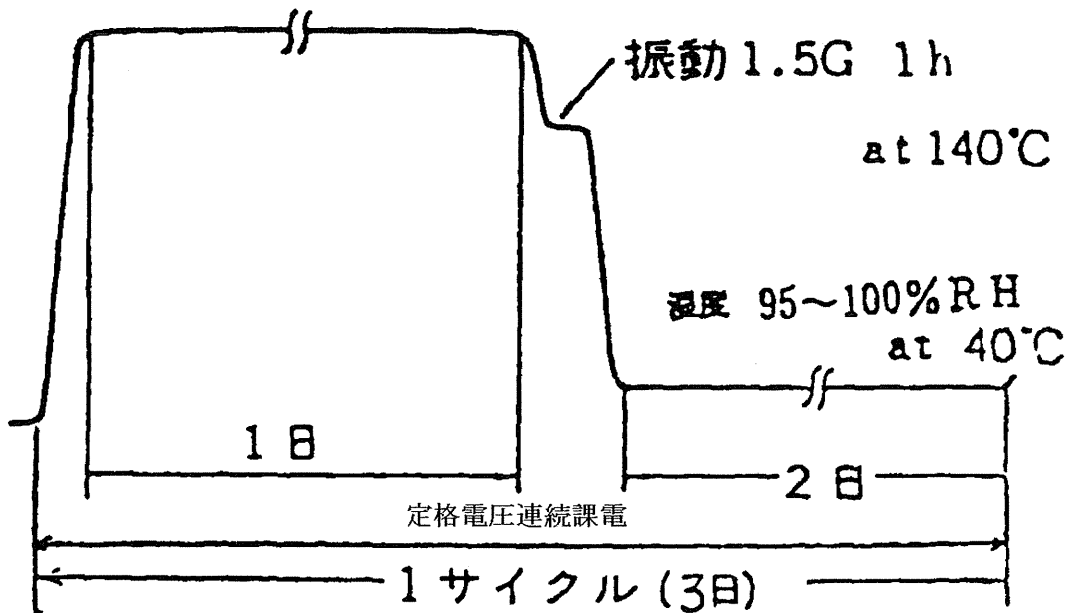


図2.3-7 ヒートサイクル方法例 (試験条件2)

また、440V級の経年機で、固定子コイルを更新した旧機のコイル破壊電圧の測定値を評価した結果が、設置経過年数と絶縁破壊値の関係として、図2.3-8に示すように求められる。

同図では縦軸の絶縁破壊値は新品の値を100%として示している。

この評価からコイル破壊電圧の平均値と95%信頼下限が安全運転下限値(電気設備技術基準: $1.5E = 1.5 \times 440 [V] = 660 [V]$)に低下するのが16.5~25年となるため、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、16.5年と判断する。

以上の検討結果より、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、B種絶縁については、より厳しい評価結果である旧機のコイル破壊電圧による評価結果を採用し、16.5年、F種絶縁については、より厳しい評価結果であるIEEE Std. 117-1956の規格に準じて実施した評価試験結果から、16年と判断する。

また、ヒートサイクル方法及び旧機のコイル破壊電圧による評価で用いた供試体にはともに口出線・接続部品が含まれていることから、口出線・接続部品の運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、固定子コイルと同様の年数と判断する。

固定子コイルを更新した旧機コイルの破壊電圧を測定した。
 その結果を基に、運転年数とコイルの破壊電圧の関係を求め平均値
 と95%下限値が安全運転下限値まで低下する運転年数を求めたもの。

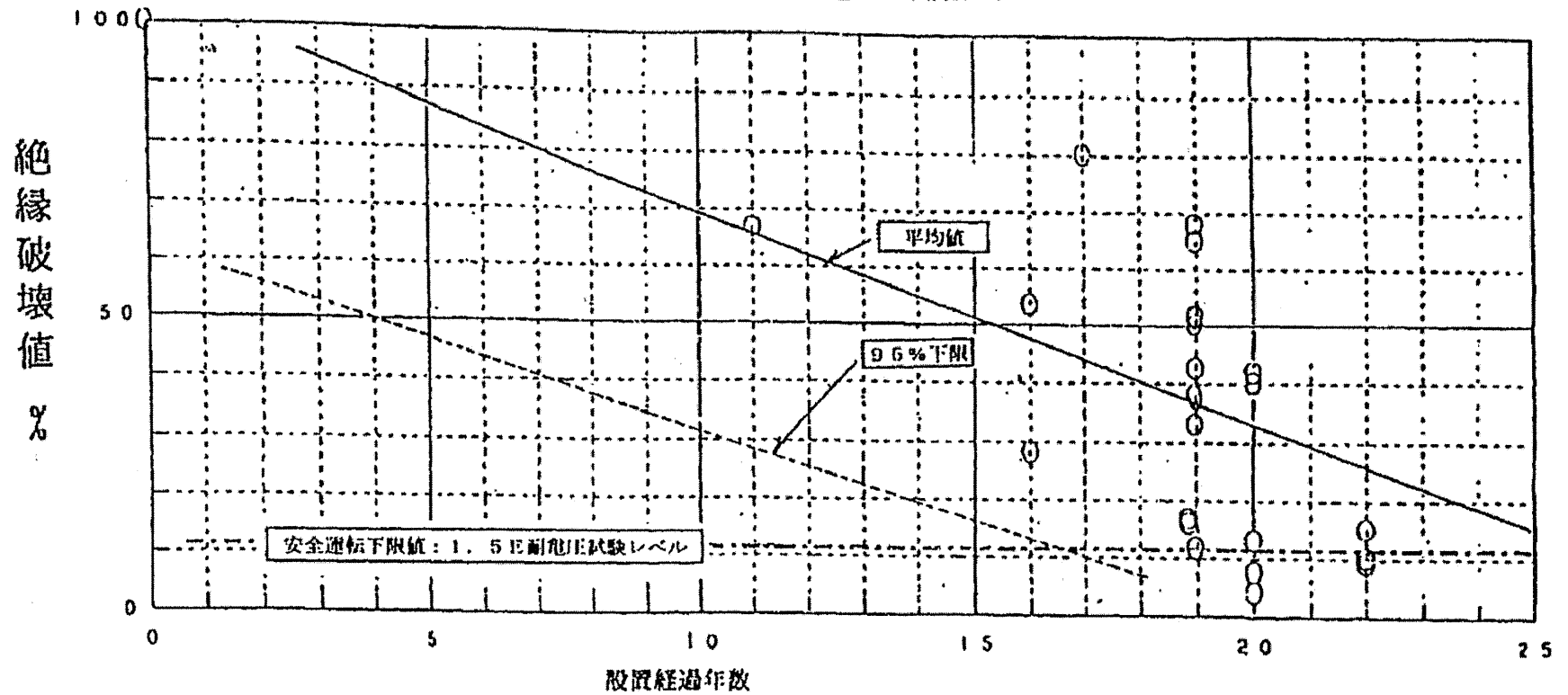


図2.3-8 設置経過年数と絶縁破壊値の関係
 [出典：メーカーデータ]

② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定を行い、許容値以上であることを確認している。

また、絶縁抵抗測定の結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

なお、予防保全のため1B、1Dディーゼル発電機室給気ファン用電動機については、第26回定期検査時（2021年度）に取替えを行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、16～16.5年以降において発生の可能性は否定できないが、絶縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで、健全性を維持できると考える。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、引き続き定期的な絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

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。

なお、経年劣化事象の抽出にあたっては、2章の代表機器における経年劣化事象の抽出と同様に、水平展開機器各々の構造、材料、使用条件等の特殊性を考慮して選定している。

- ① 空調用冷水ポンプ用電動機
- ② 中央制御室循環ファン用電動機
- ③ アニュラス空気浄化ファン用電動機
- ④ 補助給水ポンプ室給気ファン用電動機
- ⑤ 補助給水ポンプ室排気ファン用電動機
- ⑥ 制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機
- ⑦ 制御用空気圧縮機室排気ファン用電動機
- ⑧ 緊急時対策所非常用空気浄化ファン用電動機
- ⑨ 安全補機開閉器室空調ファン用電動機
- ⑩ 中央制御室空調ファン用電動機
- ⑪ 中央制御室非常用循環ファン用電動機
- ⑫ 安全補機室給気ファン用電動機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 固定子コイル（低圧）及び口出線[共通]・接続部品（低圧）[中央制御室空調ファン用電動機]の絶縁低下

代表機器と同様、長期間の運転を考慮すると固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、定期的に絶縁抵抗測定を実施していくとともに、点検結果に基づき必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

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

2.2.3の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[共通]

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理又は塗装により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.2 フレーム、端子箱及びブラケットの腐食（全面腐食）[共通]

フレーム、端子箱及びブラケットは鋳鉄、鋼板又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食の可能性は小さい。また、分解点検時の目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.3 回転子棒・エンドリングの疲労割れ [共通]

回転子棒・エンドリングについては、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、中央制御室空調ファン用電動機については、発生応力は疲労強度より小さい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

その他の電動機は、アルミ充てん式（一体形成）であり、回転子棒とスロット間に隙間を生じることなく、疲労割れが発生し難い構造である。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 主軸の摩耗 [共通]

主軸については、軸受（ころがり）との接触面で摩耗が想定される。

軸受の定期取替時の軸受引き抜き時に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方策も考えられる。この場合は、主軸表面がわずかに摩耗し、主軸と軸受間で微小隙間が生じ運転中にフレットニングにより摩耗する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットニングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

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

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

なお、試運転時等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.6 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り、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

3 空調ユニット

[対象機器]

- ① 中央制御室空調ユニット
- ② 安全補機開閉器室空調ユニット
- ③ 安全補機室給気ユニット
- ④ 格納容器再循環ユニット
- ⑤ アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット
- ⑥ アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット
- ⑦ 中央制御室非常用循環フィルタユニット
- ⑧ 安全補機室排気フィルタユニット
- ⑨ 緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造、材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	9
3. 代表機器以外への展開	15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	15
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	16

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉で使用されている主要な空調ユニットの主な仕様を表1-1に示す。

これらの空調ユニットを型式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す空調ユニットを型式の観点で分類すると、以下の2つのグループに分類される。

(1) 型式：空調ユニット

フィルタ、熱交換器等で構成されており、単体で温度調整機能を有する装置である。

(2) 型式：フィルタユニット

フィルタユニットは、外板、骨組鋼材、フィルタ等にて構成される箱型の構造物であり、可動部は存在せず、空気浄化機能のみを有する装置である。

1.2 代表機器の選定

(1) 型式：空調ユニット

このグループには、中央制御室空調ユニット、安全補機開閉器室空調ユニット、安全補機室給気ユニット及び格納容器再循環ユニットが属するが、重要度が高く、容量が大きい中央制御室空調ユニットを代表機器とする。

(2) 型式：フィルタユニット

このグループには、アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット、アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット、中央制御室非常用循環フィルタユニット、安全補機室排気フィルタユニット及び緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニットが属するが、容量が大きい安全補機室排気フィルタユニットを代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 空調ユニットの主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	仕様 (容量) (m ³ /min)	選 定 基 準			選定	選定理由
			重要度*1	使用条件 運 転	構 成 品		
型 式							
空調ユニット	中央制御室空調ユニット (2)	約1,260	MS-1、重*2	連 続	C/W、R/F、エリミネータ	◎	重要度 容量
	安全補機開閉器室空調ユニット (2)	約 540	MS-1	連 続	C/W、R/F、H/C		
	安全補機室給気ユニット (1)	約 710	MS-1	連 続	R/F、H/C、RH/C		
	格納容器再循環ユニット (2)	約2,800	重*2	連 続	C/W、R/F		
フィルタユニット	アニュラス空気浄化微粒子除去 フィルタユニット (2)	約 226	MS-1、重*2	一 時	EH/C、R/F、H/F	◎	容量
	アニュラス空気浄化よう素除去 フィルタユニット (2)	約 226	MS-1、重*2	一 時	C/F、H/F		
	中央制御室非常用循環フィルタユニット (1)	約 340	MS-1、重*2	一 時	C/F、H/F		
	安全補機室排気フィルタユニット (1)	約 790	MS-1	一 時	EH/C、C/F、H/F		
	緊急時対策所非常用空気浄化 フィルタユニット (2)	約 130	重*2	一 時	EH/C、C/F、H/F		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

[構成品記号説明]

C/W：冷却水冷却コイル（内部流体：純水）

R/F：ラフフィルタ

H/C：蒸気加熱コイル（内部流体：蒸気）

RH/C：蒸気再熱コイル（内部流体：蒸気）

H/F：微粒子フィルタ

C/F：よう素フィルタ

EH/C：電気ヒータ

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の2種類の空調ユニットについて技術評価を実施する。

- ① 中央制御室空調ユニット
- ② 安全補機室排気フィルタユニット

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 中央制御室空調ユニット

(1) 構造

川内1号炉の中央制御室空調ユニットは、空気浄化機能を有するラフフィルタ、冷却機能を有する冷却コイル、液滴除去機能を有するエリミネータを内蔵しており、バウンダリを形成する骨組鋼材、外板等で構成されている。

骨組鋼材、外板等には炭素鋼を使用している。冷却コイルには銅合金を使用しており、純水に接している。

川内1号炉の中央制御室空調ユニットの構成図及び構造図を図2.1-1及び図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の中央制御室空調ユニットの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

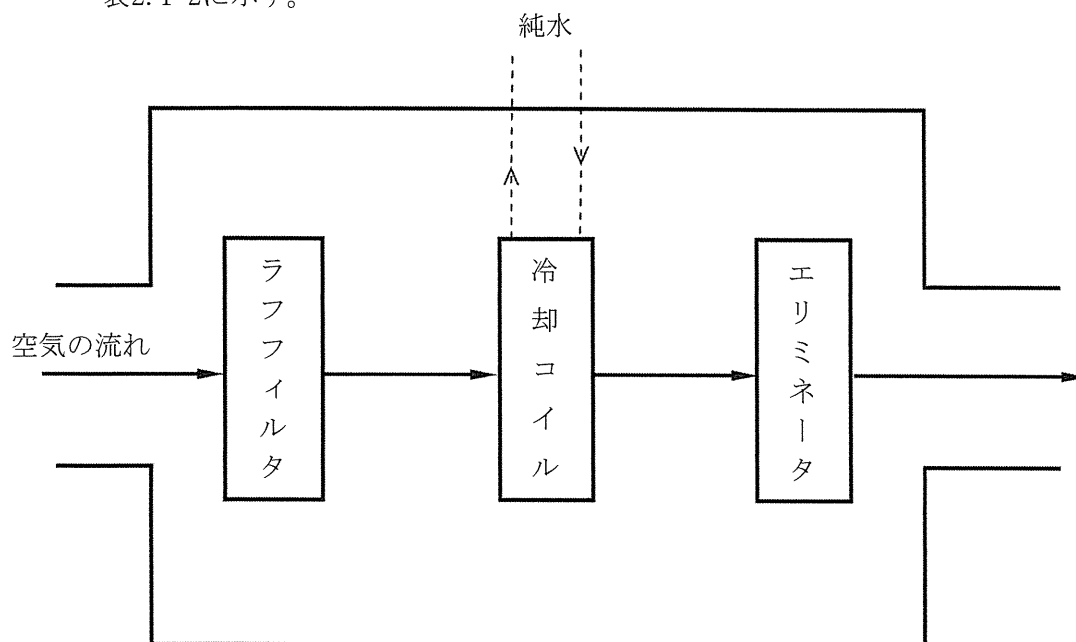
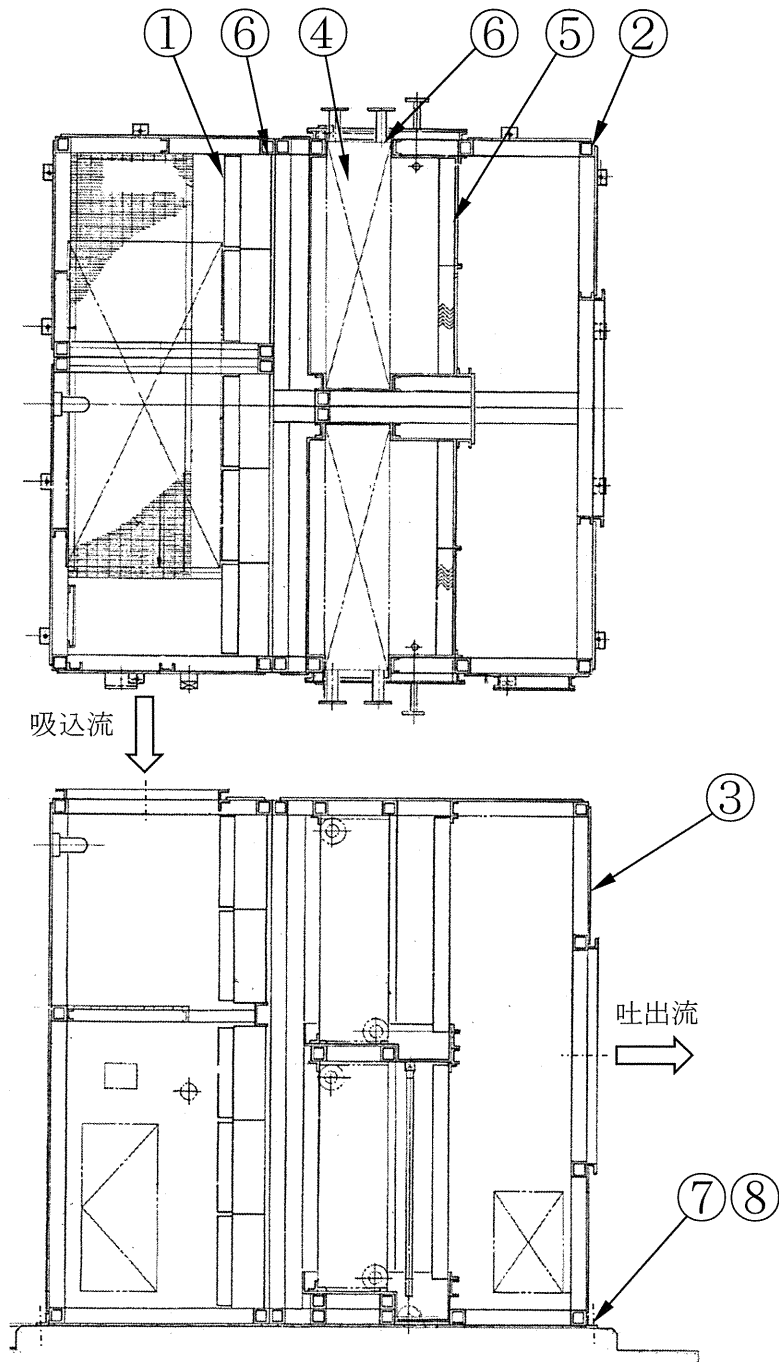


図2.1-1 川内1号炉 中央制御室空調ユニット構成図



No.	部 位
①	ラフフィルタ
②	骨組鋼材
③	外 板
④	冷却コイル
⑤	エリミネータ
⑥	取付ボルト
⑦	基礎ボルト
⑧	基礎ボルト (ケミカルアンカ)

図2.1-2 川内1号炉 中央制御室空調ユニット構造図

表2.1-1 川内1号炉 中央制御室空調ユニット主要部位の使用材料

部 位	材 料
ラフフィルタ	消耗品・定期取替品
骨組鋼材	炭素鋼
外 板	炭素鋼
冷却コイル	銅合金
エリミネータ	炭素鋼
取付ボルト	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼
基礎ボルト (ケミカルアンカ)	炭素鋼 ビニルウレタン樹脂

表2.1-2 川内1号炉 中央制御室空調ユニットの使用条件

容 量	約1,260m ³ /min
冷 水	純 水
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.1.2 安全補機室排気フィルタユニット

(1) 構造

川内1号炉の安全補機室排気フィルタユニットは、空気浄化を目的とし設置されており、入口空気湿度低減のための電気ヒータ、放射性よう素を除去するよう素フィルタ、放射性粉塵を捕集する微粒子フィルタを内蔵し、バウンダリを形成する骨組鋼材、外板等で構成される。

骨組鋼材、外板等は炭素鋼を使用している。

川内1号炉の安全補機室排気フィルタユニットの構成図及び構造図を図2.1-3及び図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の安全補機室排気フィルタユニットの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

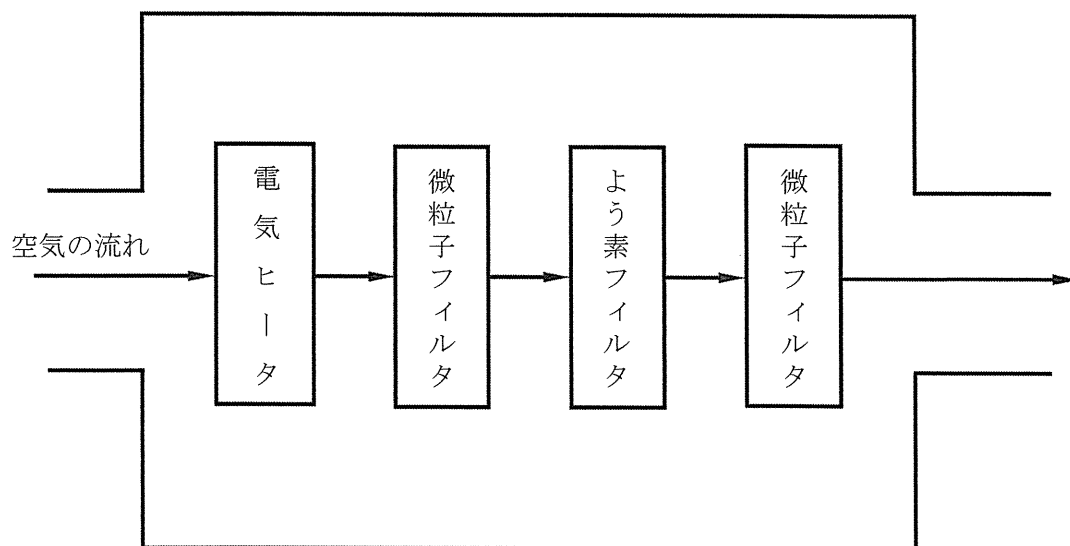
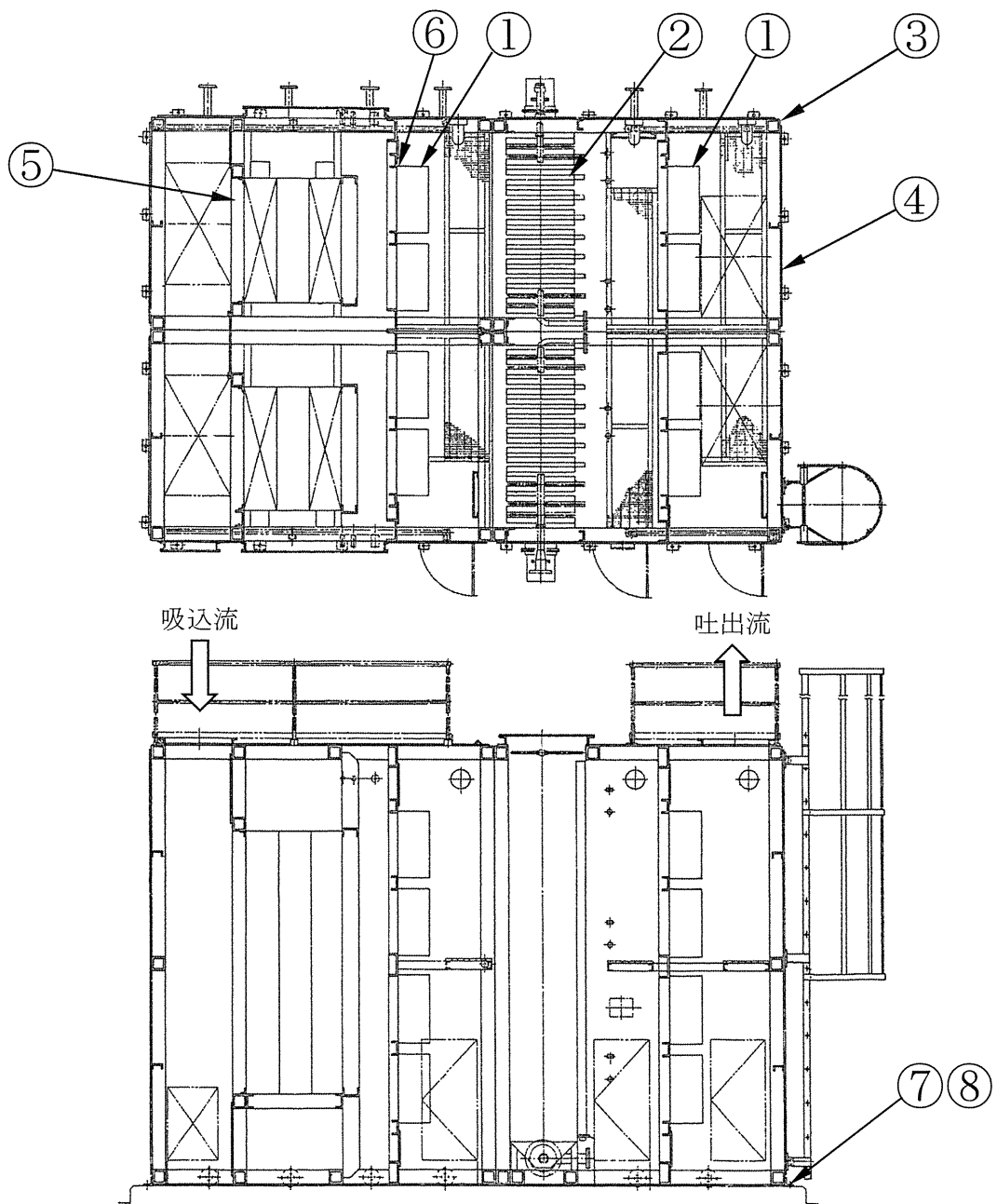


図2.1-3 川内1号炉 安全補機室排気フィルタユニット構成図



No.	部 位
①	微粒子フィルタ
②	よう素フィルタ
③	骨組鋼材
④	外 板
⑤	電気ヒータ
⑥	取付ボルト
⑦	基礎ボルト
⑧	基礎ボルト (ケミカルアンカ)

図2.1-4 川内1号炉 安全補機室排気フィルタユニット構造図

表2.1-3 川内1号炉 安全補機室排気フィルタユニット主要部位の使用材料

部 位	材 料
微粒子フィルタ	消耗品・定期取替品
よう素フィルタ	消耗品・定期取替品
骨組鋼材	炭素鋼
外 板	炭素鋼
電気ヒータ	銅、酸化マグネシウム
取付ボルト	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼
基礎ボルト（ケミカルアンカ）	炭素鋼 ビニルウレタン樹脂

表2.1-4 川内1号炉 安全補機室排気フィルタユニットの使用条件

容 量	約790m ³ /min
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

空調ユニットの機能である空調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 加熱・冷却機能の確保
- ② 空気浄化機能の確保
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

空調ユニット個々について、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上で、個々の部位の構造、材料、使用条件及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1及び表2.2-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

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

(1) 骨組鋼材及び外板の腐食（全面腐食）〔共通〕

骨組鋼材及び外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗装又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

(2) エリミネータの腐食（全面腐食）〔中央制御室空調ユニット〕

エリミネータは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、亜鉛メッキにより腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により機器の健全性を維持している。

(3) 電気ヒータの絶縁低下 [安全補機室排気フィルタユニット]

電気ヒータの絶縁物には、酸化マグネシウムを使用しており、長期の使用により絶縁低下が想定される。

しかしながら、定期的な絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。

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

(4) 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り、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、メッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

(5) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）及び劣化 [共通]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。また、ケミカルアンカには樹脂を使用しており、劣化が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

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

(6) 冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食） [中央制御室空調ユニット]

中央制御室空調ユニットの冷却コイルは耐食性に優れた銅合金を使用しているが長期の使用により、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は脱気された純水であり、腐食が発生し難い環境にあることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ラフフィルタ、微粒子フィルタ及びよう素フィルタは消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 川内1号炉 中央制御室空調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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
加熱・冷却機能、空気 浄化機能の確保	ラフフィルタ	◎	—							*1：樹脂の劣化	
	骨組鋼材		炭素鋼		△						
	外 板		炭素鋼		△						
	冷却コイル		銅合金		▲(内面)						
	エリミネータ		炭素鋼		△						
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						
	基礎ボルト (ケミカルナカ)		炭素鋼 ビニルエチレン樹脂		△			△*1			

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着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 川内1号炉 安全補機室排気フィルタ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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
空気浄化機能の確保	微粒子フィルタ	◎	—							*1：絶縁低下 *2：樹脂の劣化	
	よう素フィルタ	◎	—								
	骨組鋼材		炭素鋼		△						
	外 板		炭素鋼		△						
	電気ヒータ		銅 酸化マグネシウム						△*1		
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						
	基礎ボルト (ケミカルアンカ)		炭素鋼 ビニルウレタン樹脂		△			△*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）

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。

なお、経年劣化事象の抽出にあたっては、2章の代表機器における経年劣化事象の抽出と同様に、水平展開機器各々の構造、材料、使用条件等の特殊性を考慮して選定している。

- ① 安全補機開閉器室空調ユニット
- ② 安全補機室給気ユニット
- ③ 格納容器再循環ユニット
- ④ アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット
- ⑤ アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット
- ⑥ 中央制御室非常用循環フィルタユニット
- ⑦ 緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

水平展開機器各々の構造、材料、使用条件及び現在までの運転経験を考慮すると、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

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

2.2.3の1)又は2)に該当する事象であるが、保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

3.2.1 骨組鋼材及び外板の腐食（全面腐食）[共通]

骨組鋼材及び外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗装又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

3.2.2 電気ヒータの絶縁低下

[アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット、緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット]

電気ヒータの絶縁物には、酸化マグネシウムを使用しており、長期の使用により絶縁低下が想定される。

しかしながら、定期的な絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。

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

3.2.3 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り、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、メッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

3.2.4 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、機械設備の技術評価書のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

2.2.3の2)に該当する事象のうち、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象ではない事象）を以下に示す。

3.2.5 冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食）

〔安全補機開閉器室空調ユニット、格納容器再循環ユニット〕

冷却コイルは耐食性に優れた銅合金を使用しているが長期の使用により、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は脱気された純水であり、腐食が発生し難い環境にあることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.6 加熱コイルの内面からの腐食（流れ加速型腐食）

〔安全補機開閉器室空調ユニット、安全補機室給気ユニット〕

加熱コイルは銅合金であり、内部流体が蒸気であることから、流れ加速型腐食が想定される。

しかしながら、流速が十分に遅いことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

4 冷水設備

[対象機器]

- ① 空調用冷水設備

目 次

1. 対象機器	1
2. 空調用冷水設備の技術評価	2
2.1 構造、材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	11