

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*1	◎	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*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：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*1			
	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						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

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。

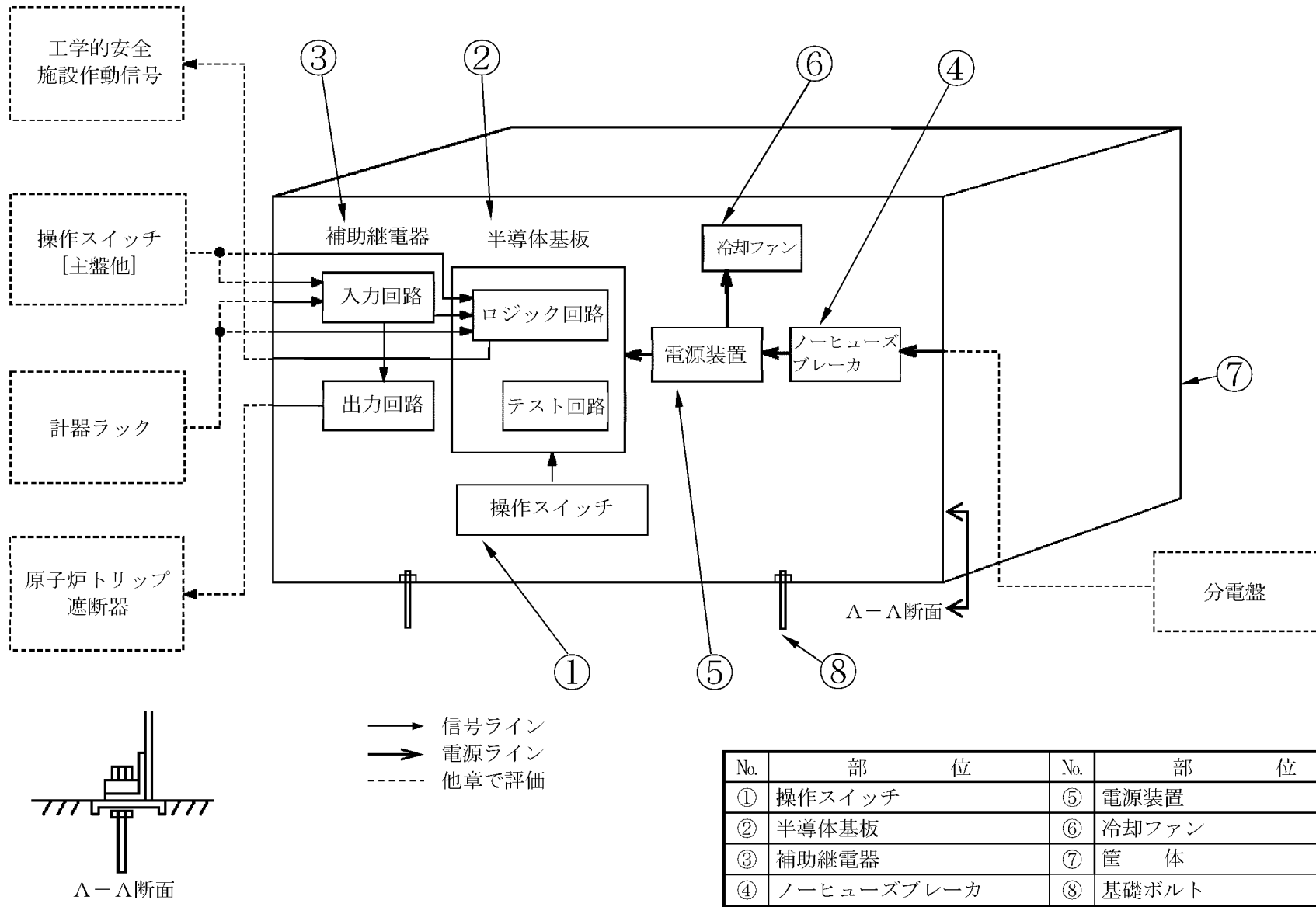


図2.1-1 川内1号炉 原子炉安全保護盤の主要部位構成図

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 圍 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。

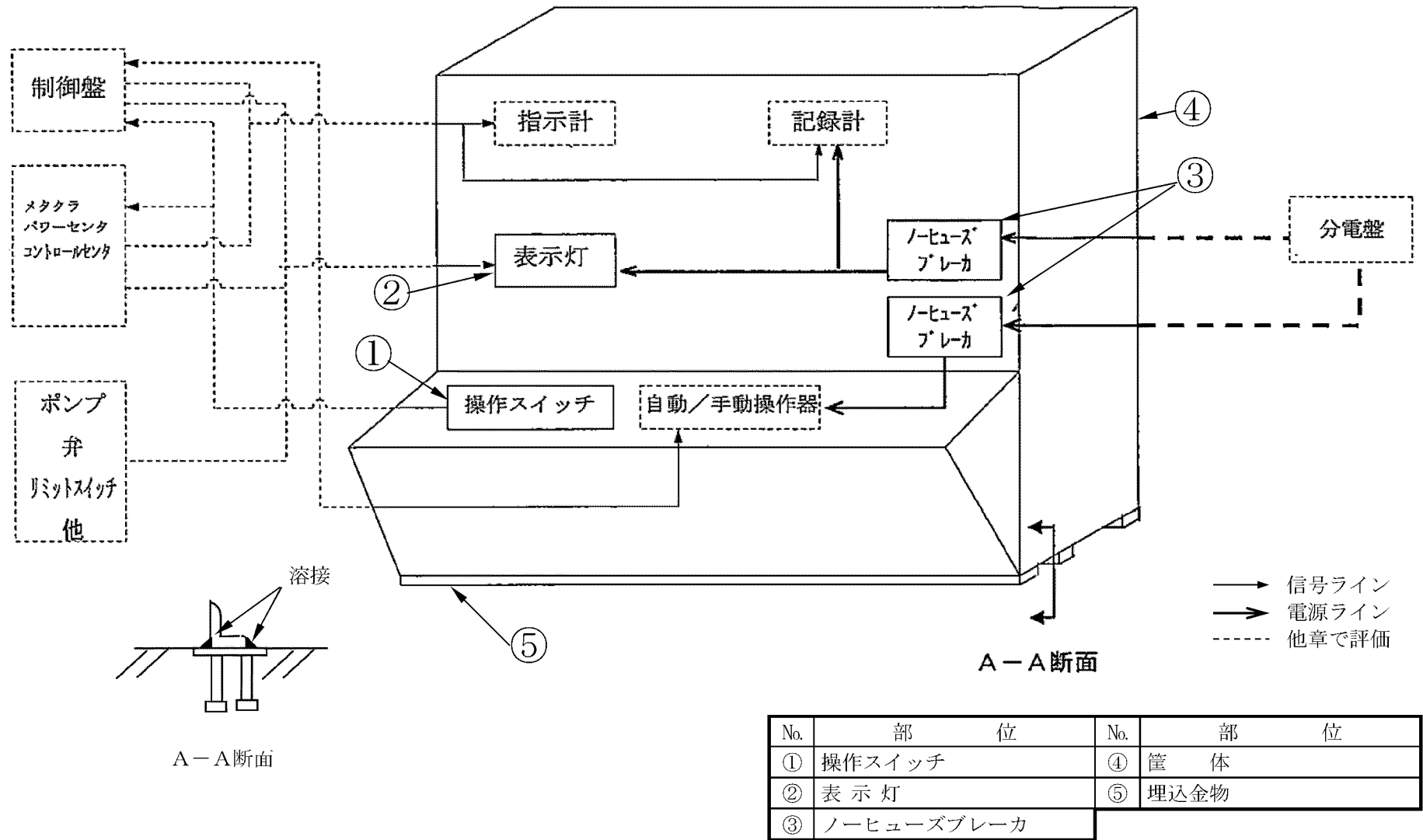


図2.1-2 川内1号炉 主盤の主要部位構成図

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

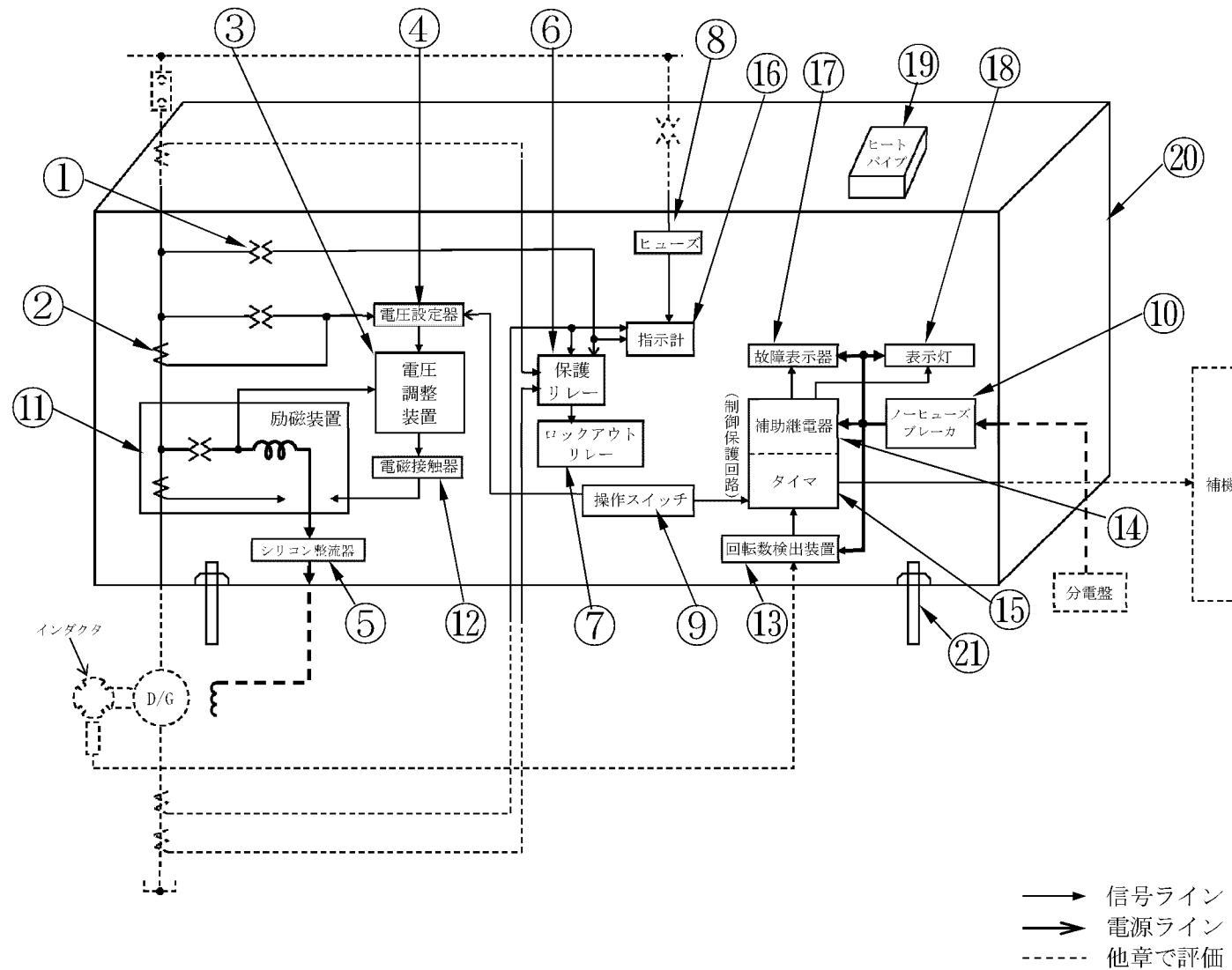
川内1号炉のディーゼル発電機盤は、各種制御機器等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体及び基礎ボルトから構成されている。

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) 管体〔共通〕及び埋込金物（大気接触部）〔主盤〕の腐食（全面腐食）

管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	管 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 銅 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 ポリイミド絶縁紙 (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

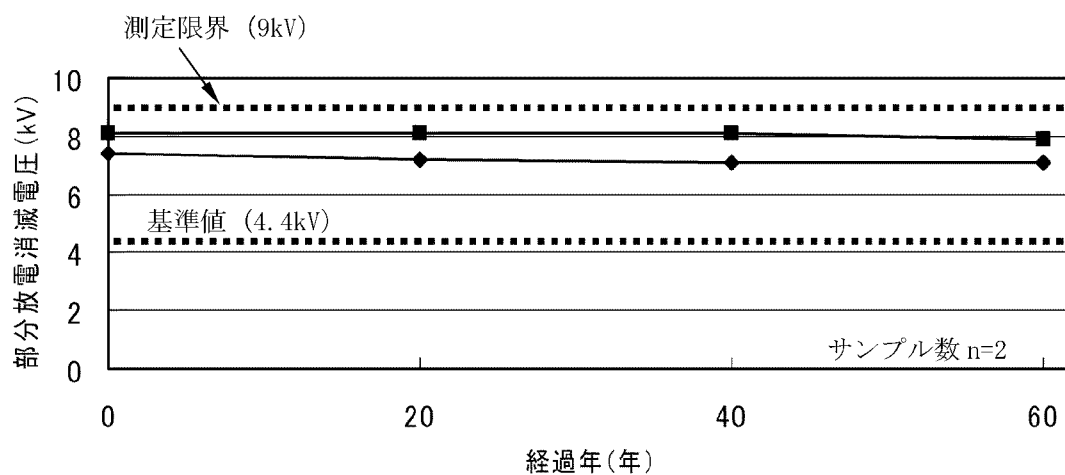


図2.3-1(1/8) 計器用変圧器の部分放電特性 (課電劣化試験による部分放電消滅電圧)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

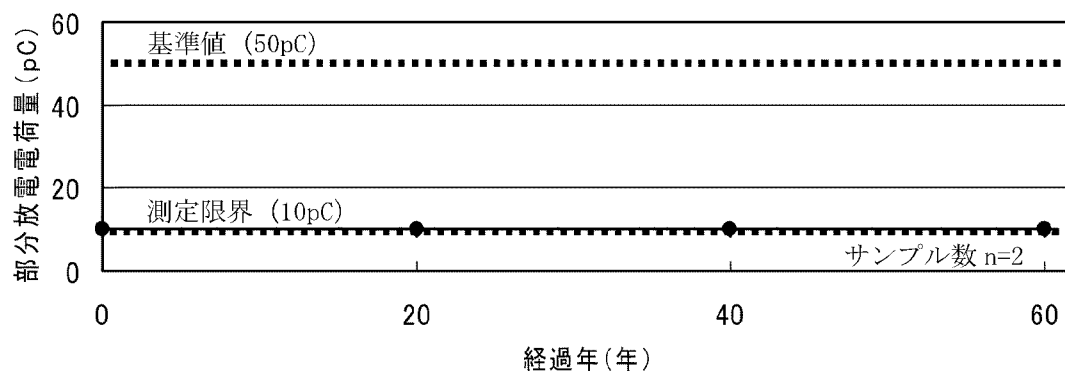


図2.3-1(2/8) 計器用変圧器の部分放電特性 (課電劣化試験による部分放電電荷量)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

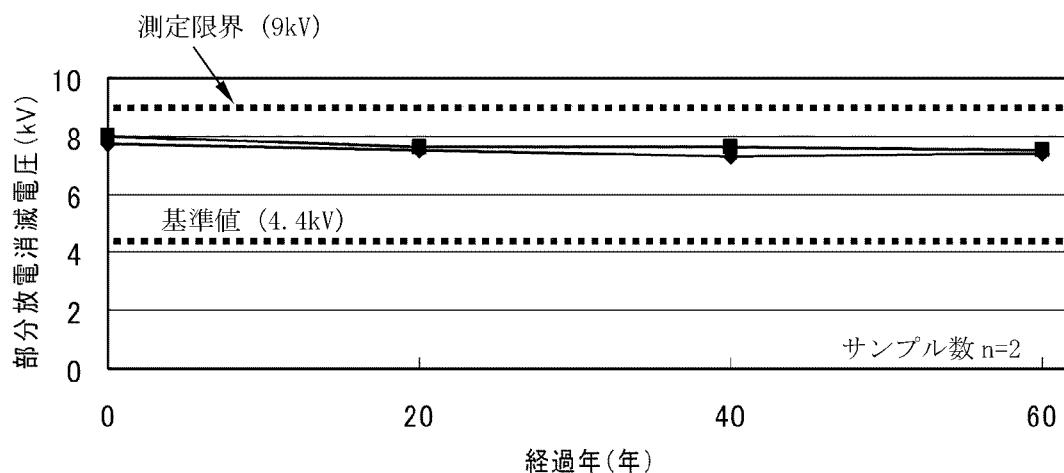


図2.3-1(3/8) 計器用変圧器の部分放電特性 (熱サイクル試験による部分放電消滅電圧)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

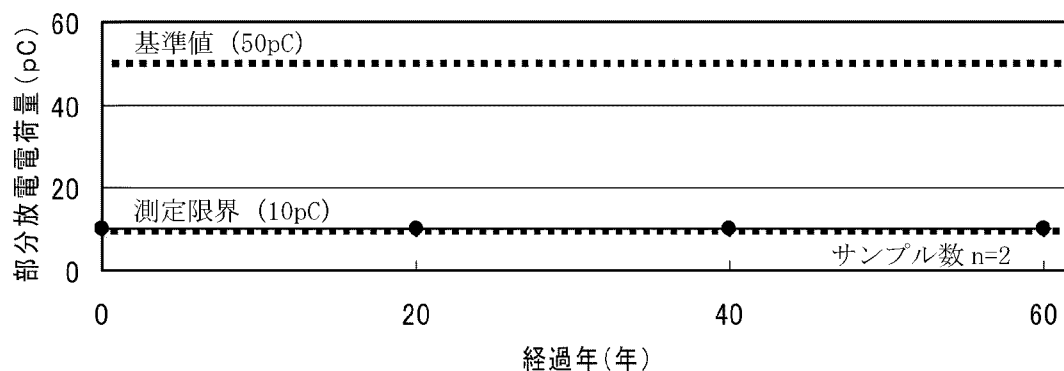


図2.3-1(4/8) 計器用変圧器の部分放電特性 (熱サイクル試験による部分放電電荷量)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

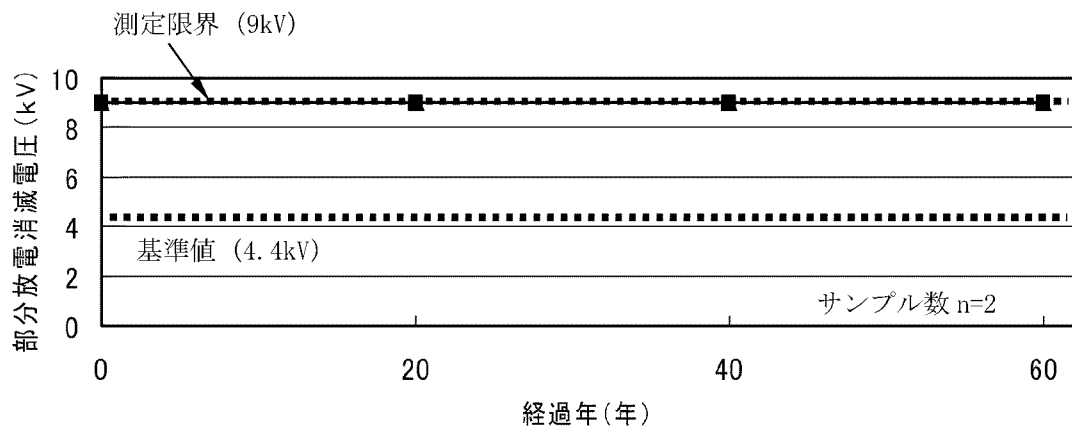


図2.3-1(5/8) 計器用変流器の部分放電特性 (課電劣化試験による部分放電消滅電圧)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

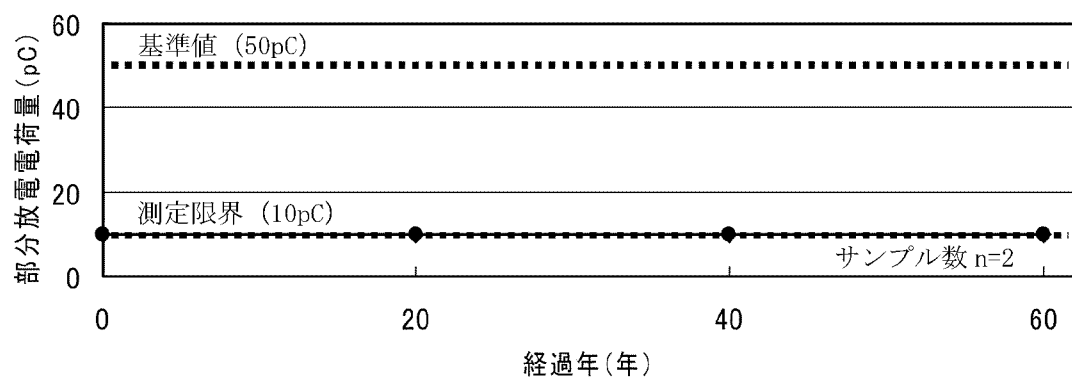


図2.3-1(6/8) 計器用変流器の部分放電特性 (課電劣化試験による部分放電電荷量)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

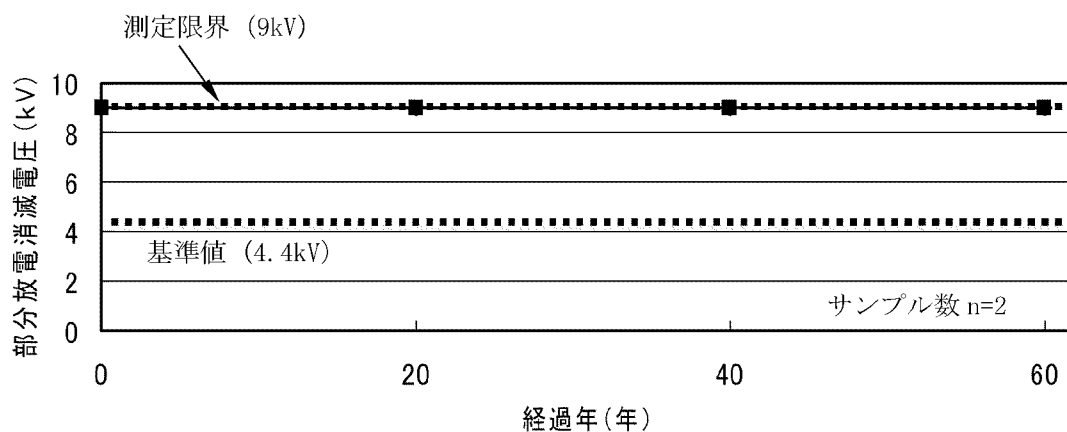


図2.3-1(7/8) 計器用変流器の部分放電特性 (熱サイクル試験による部分放電消滅電圧)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

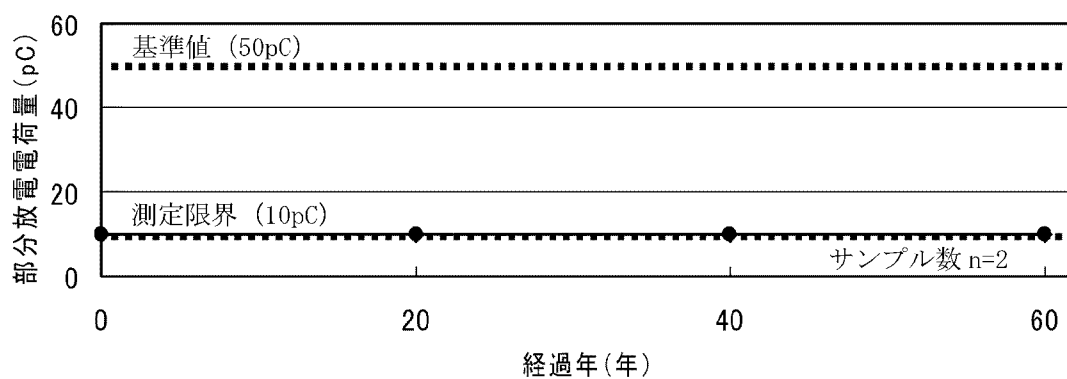


図2.3-1(8/8) 計器用変流器の部分放電特性 (熱サイクル試験による部分放電電荷量)
 [出典：電力共通研究「原子力発電所における電気・計装品の健全性評価
 研究 (STEP2)」2001年度]

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 [R C P 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。

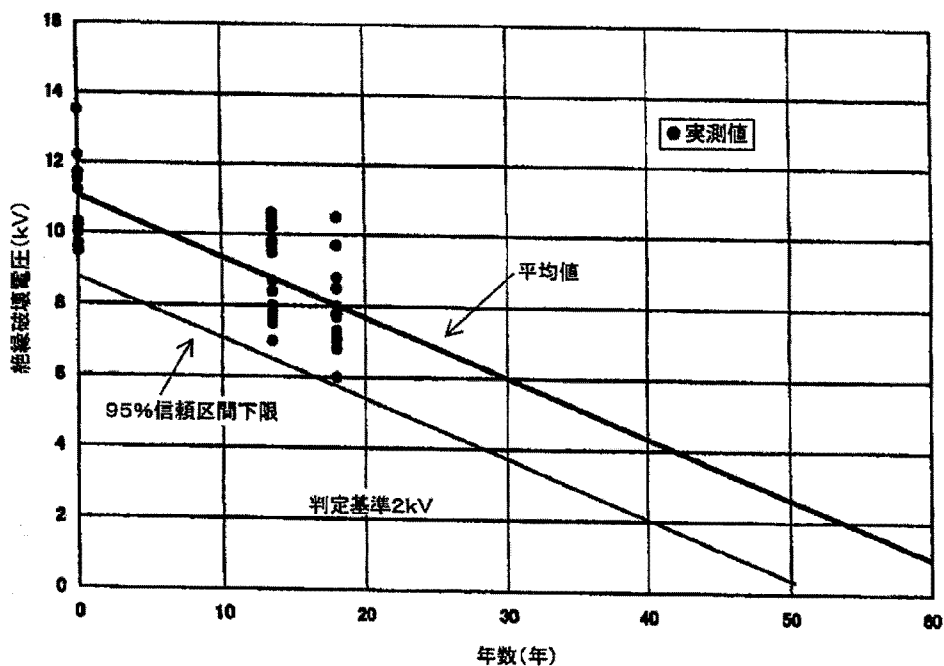


図3.1-2 保護リレーの絶縁破壊電圧と使用年数の関係

[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られる。

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 (℃)			
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
			安全補機閉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		
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) | H/F：微粒子フィルタ |
| R/F：ラフフィルタ | C/F：よう素フィルタ |
| H/C：蒸気加熱コイル (内部流体：蒸気) | EH/C：電気ヒータ |
| RH/C：蒸気再熱コイル (内部流体：蒸気) | |

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		
		C R D M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)× ($\text{kPa}[\text{gage}]$)	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 ($^{\circ}\text{C}$)				
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

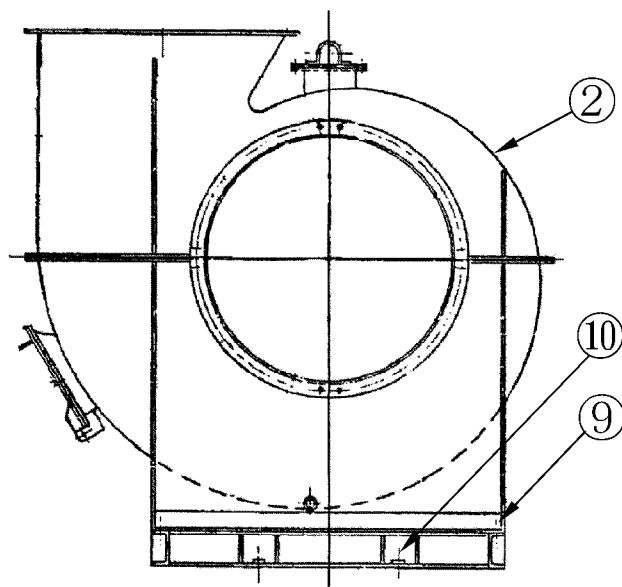
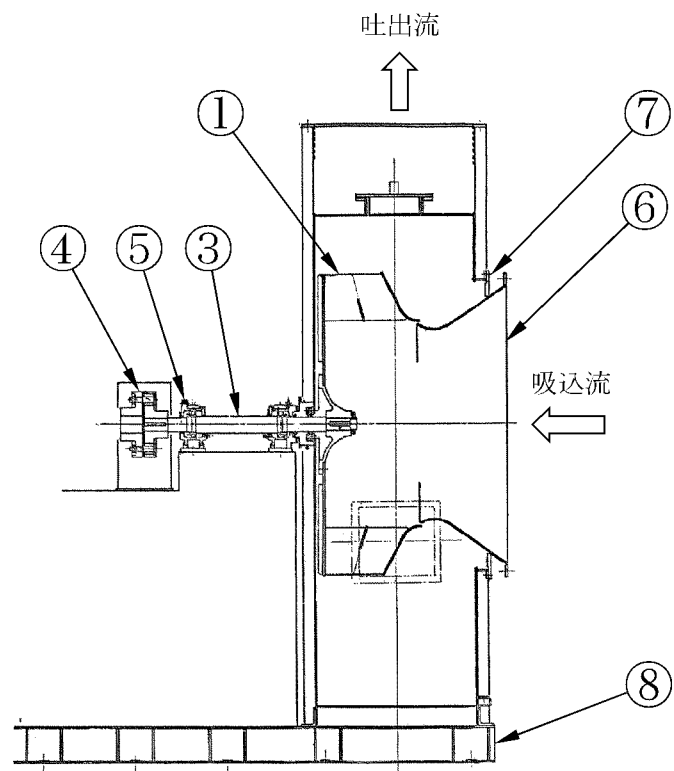
川内1号炉の中央制御室空調ファンの羽根車は、電動機軸に軸継手を介して取り付けられた主軸に取り付けられている。主軸を支える軸受は、片持ち方式でケーシングの外側面に設置されている。

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 圍 温 度	約40℃

2.1.2 安全補機室給気ファン

(1) 構造

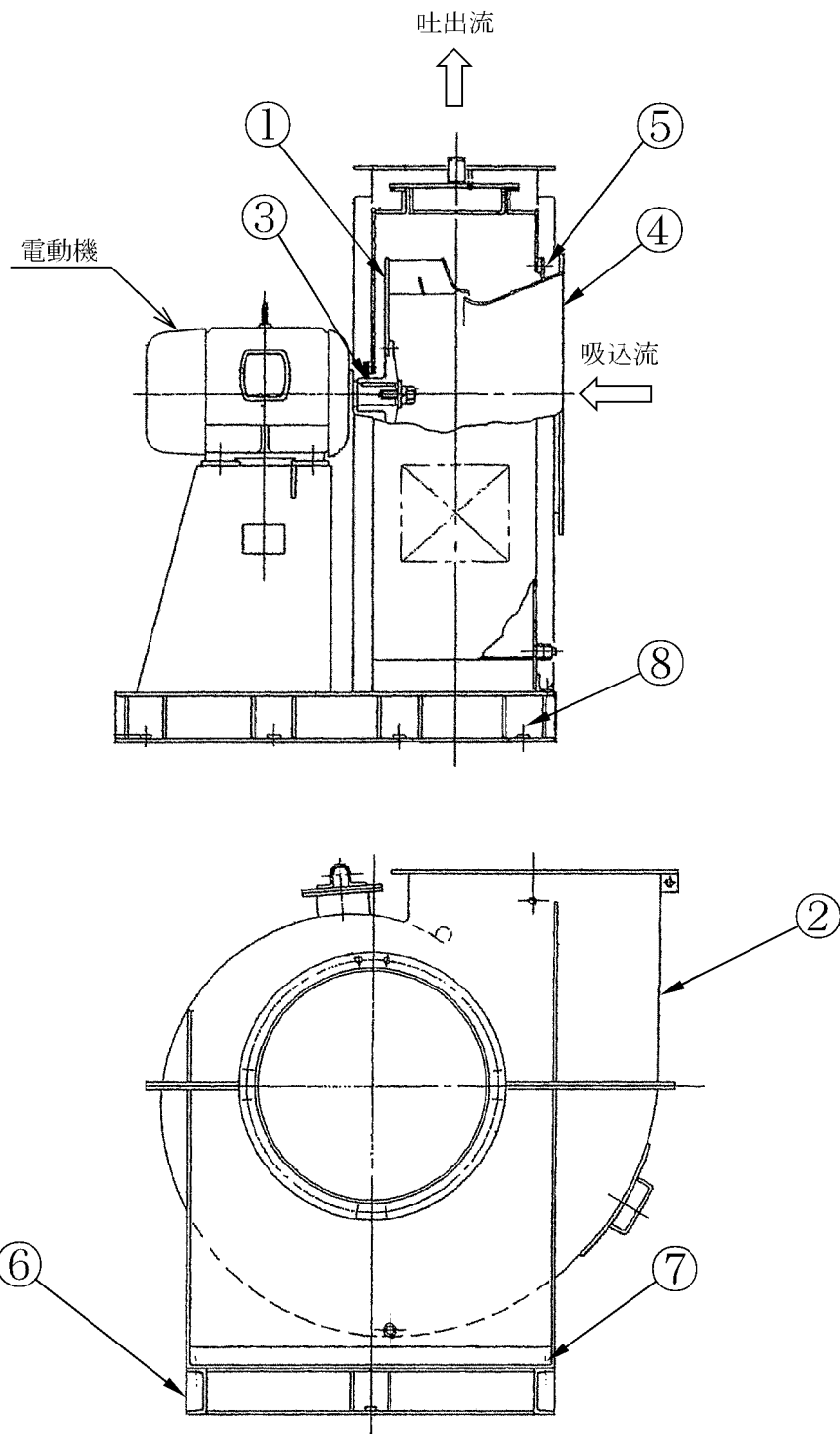
川内1号炉の安全補機室給気ファンの羽根車は、電動機軸に直接取り付けられている。

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

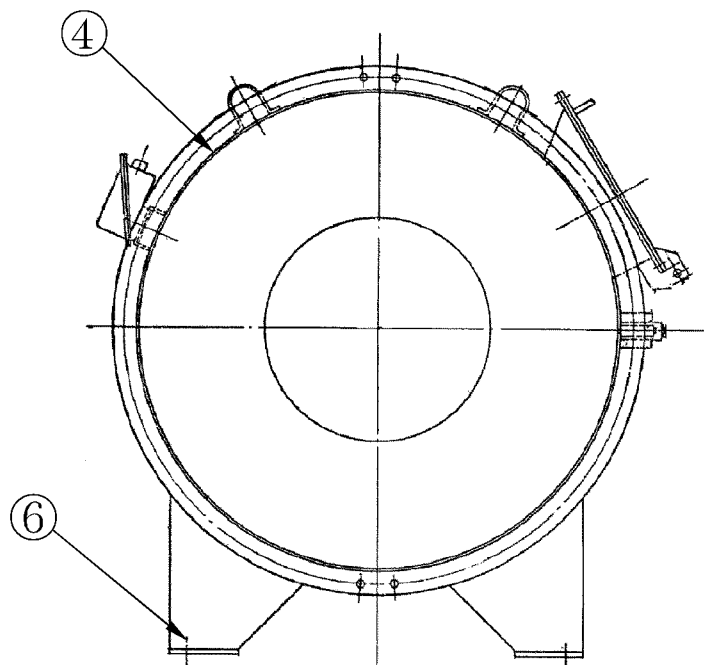
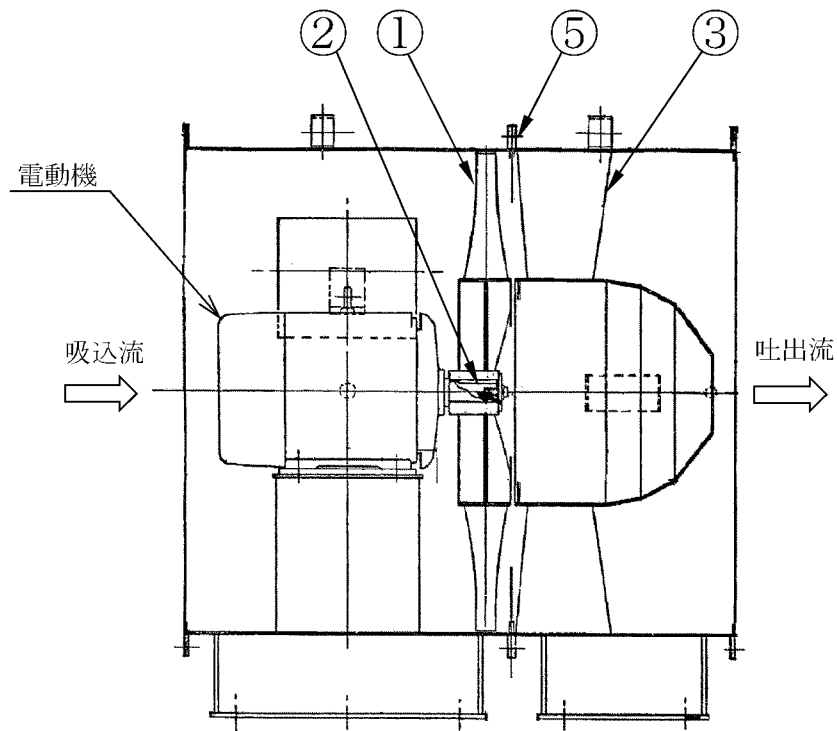
川内1号炉の中央制御室循環ファンの羽根車は、ファンケーシング内に設置された電動機の電動機軸に直接取り付けられている。

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	応力腐食割れ	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		鋳 鉄		△						
	軸受（ころがり）	◎	—								
	吸込ホップ		炭 素 鋼		△						
	吸込ホップ取付ボルト		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	応力腐食割れ	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	応力腐食割れ	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。

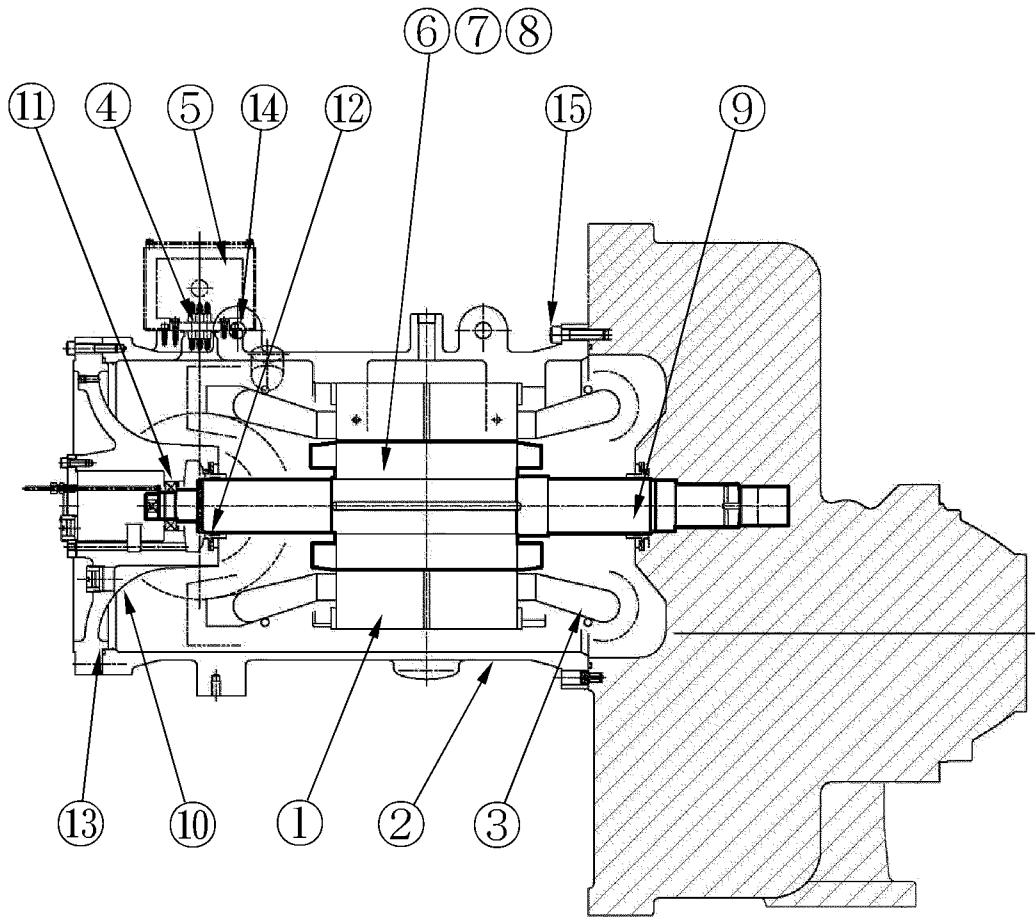
負荷側軸受部は歯車室に、反負荷側軸受部はブラケットに軸受が取付けられており、電動機回転子重量を支えている。

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°C*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。

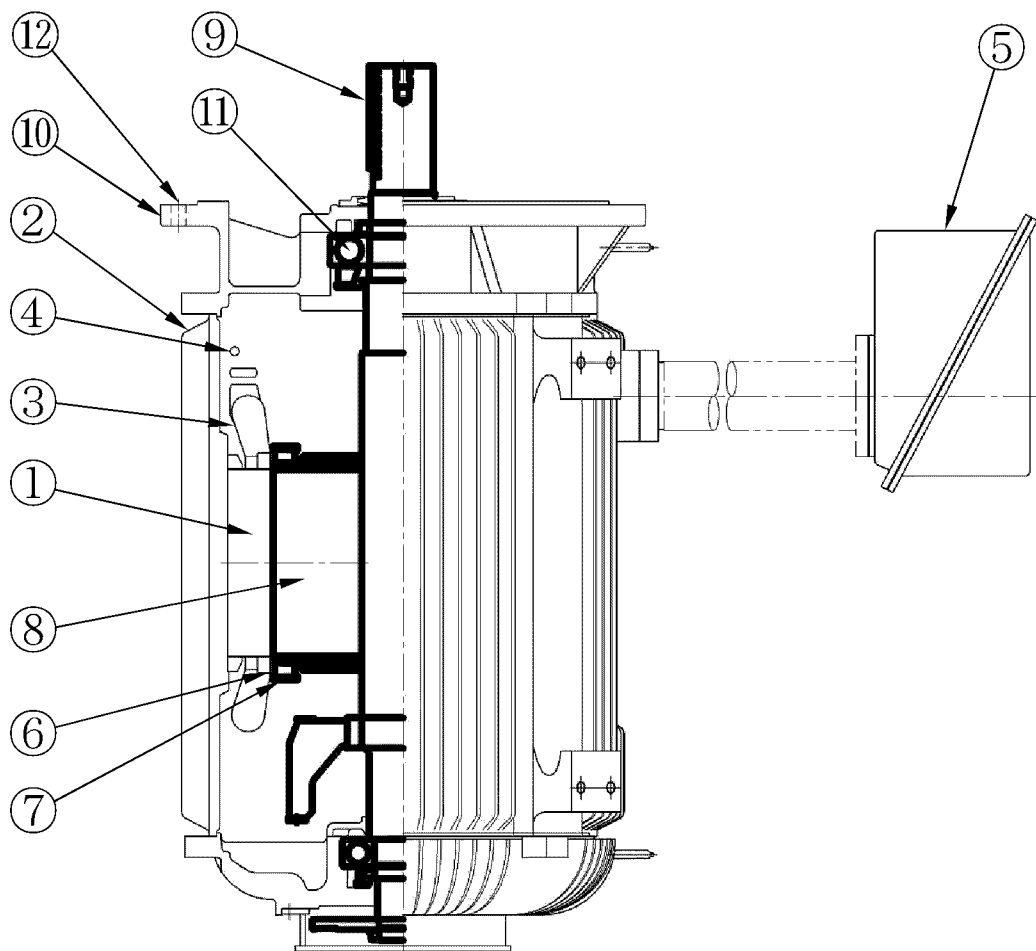
ファンに直結している主軸には炭素鋼を使用している。

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、シリコーンゴム、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。

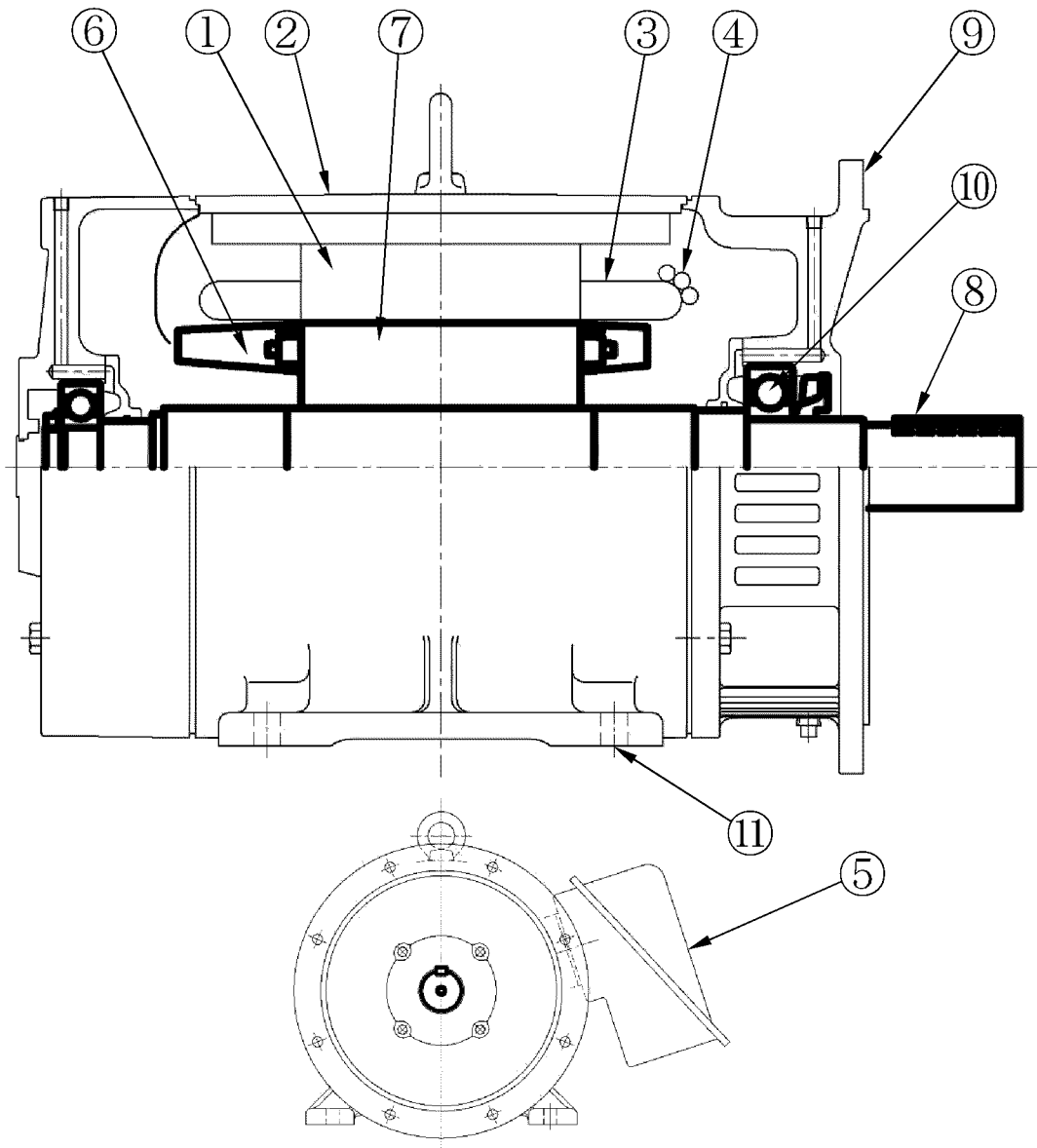
ファンに直結している主軸には炭素鋼を使用している。

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°C*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铸铁又は炭素鋼であり、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）及び油雰囲気下であり、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。

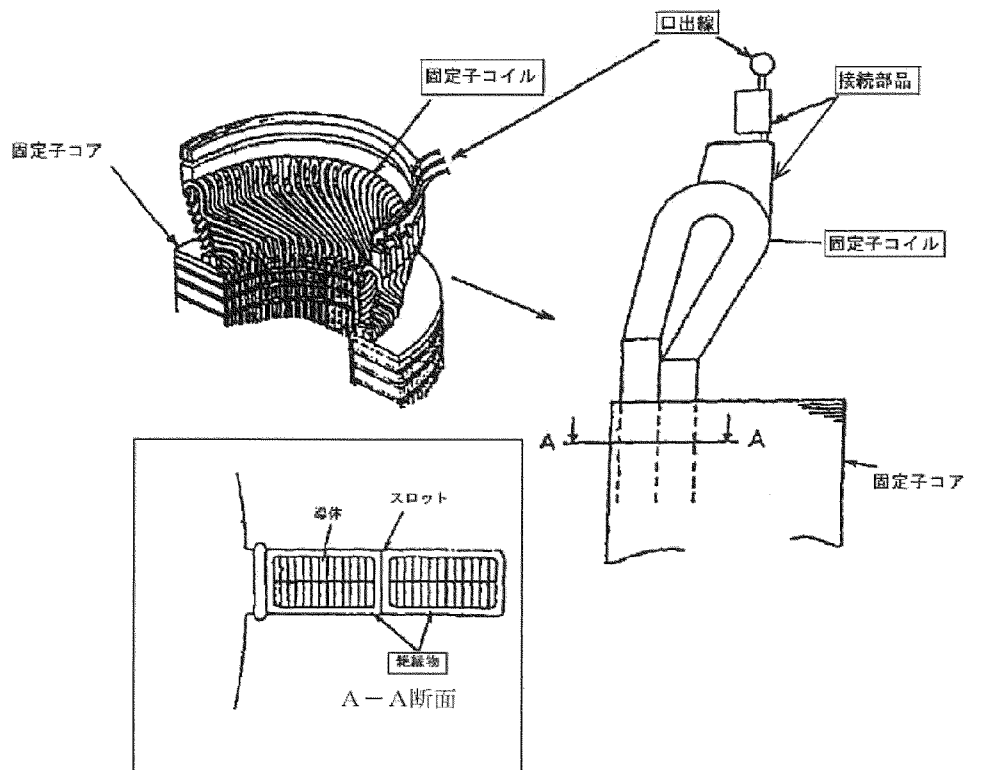


図2.3-1 川内1号炉 空調用冷凍機用電動機 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁部位

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、環境的及び電氣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。

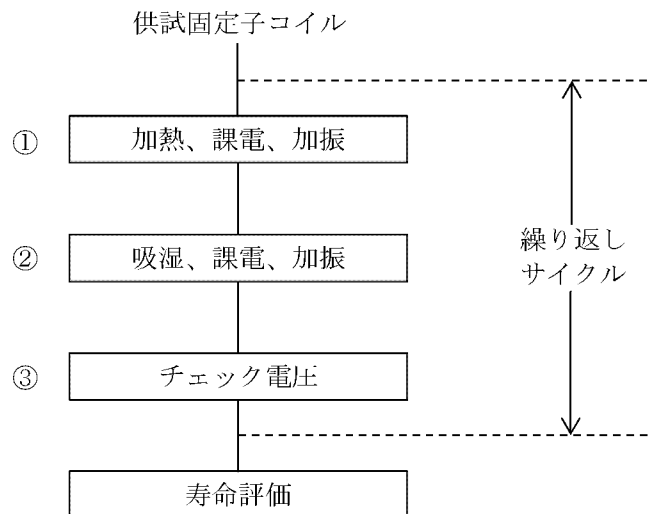


図2.3-2 固定子コイル長期健全性評価手順

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)

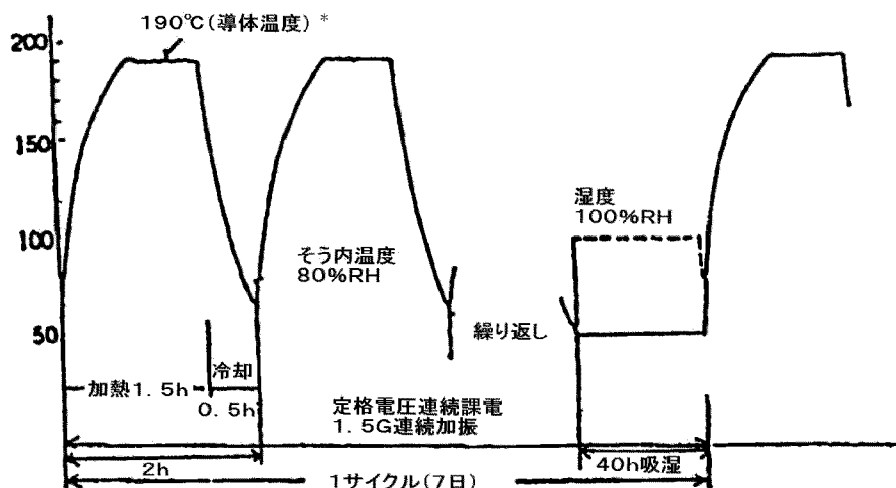
固定子コイルの絶縁寿命は、評価結果より稼働率 100% で、24.98
年と判断する。

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)

[出典: メーカーデータ]



*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 = $\frac{\text{運転時間 (年)} + \text{休止時間 (年)}}{\text{休止係数}}$

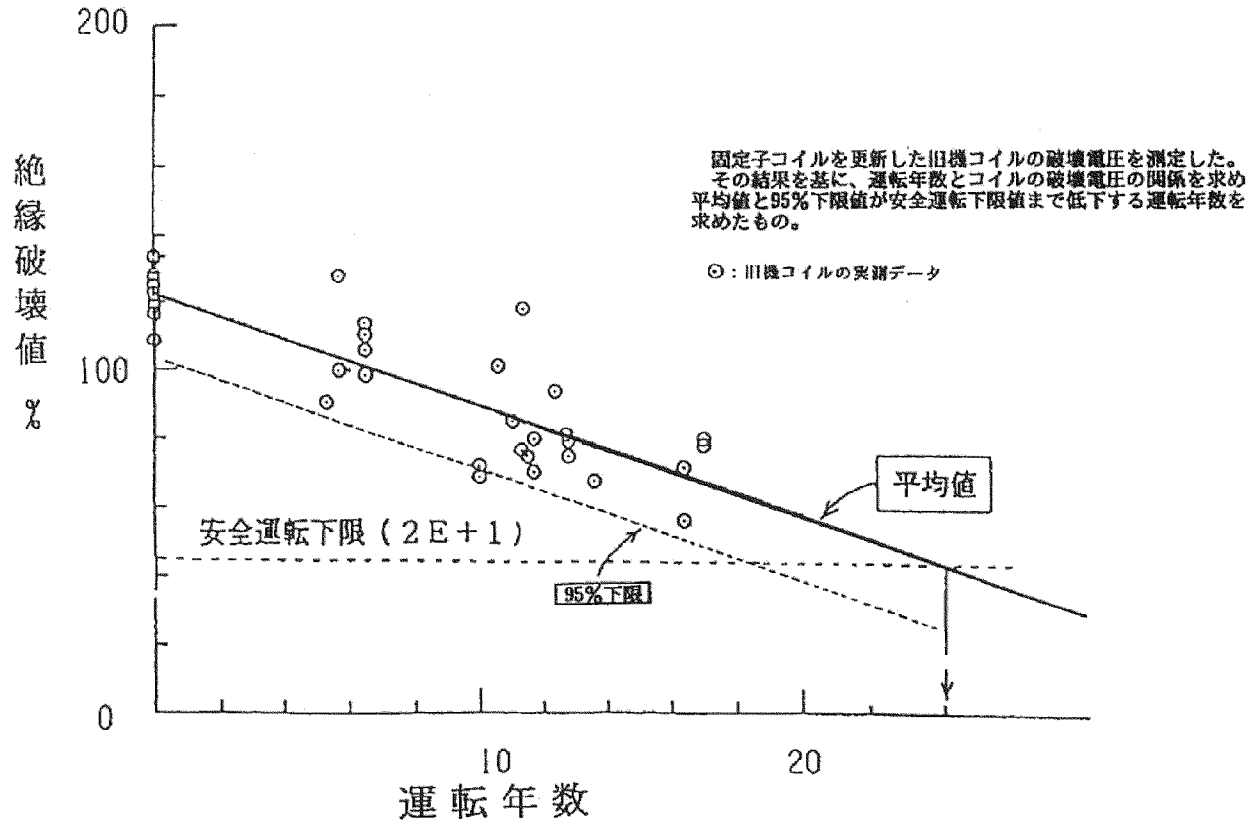


図2.3-4 運転年数と絶縁破壊値の関係

[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。

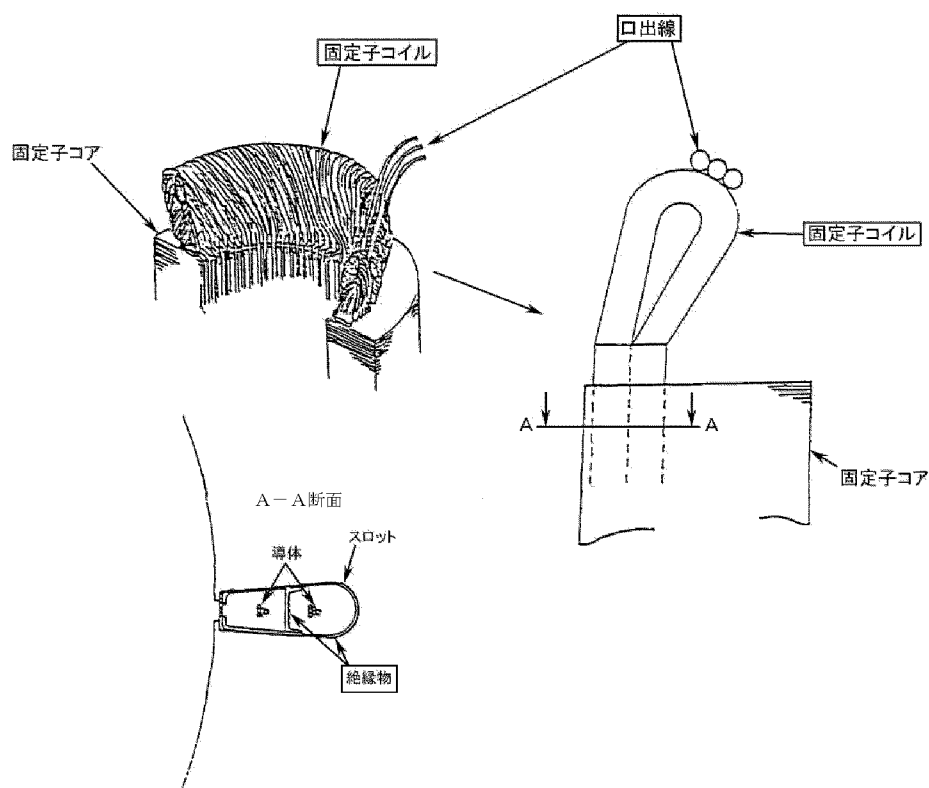


図2.3-5 川内1号炉 ディーゼル発電機室給気ファン用電動機及び安全補機室排気ファン用電動機固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁部位

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。

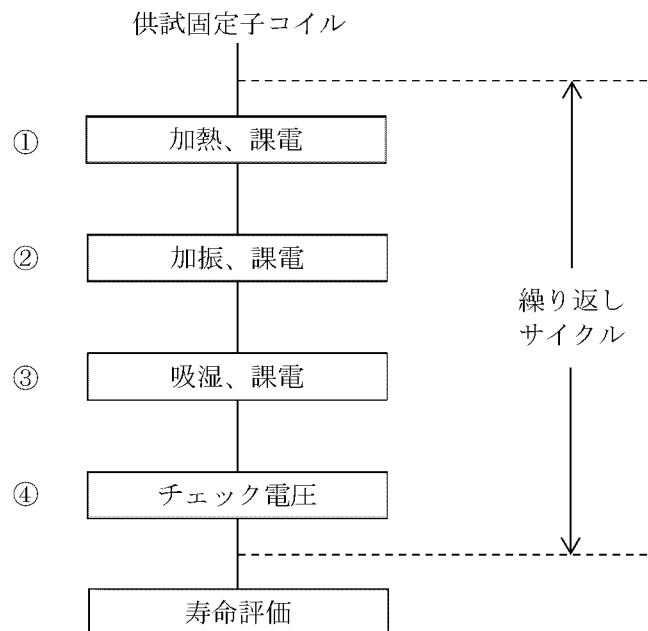


図2.3-6 固定子コイル長期健全性評価手順

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)

[出典: メーカーデータ]

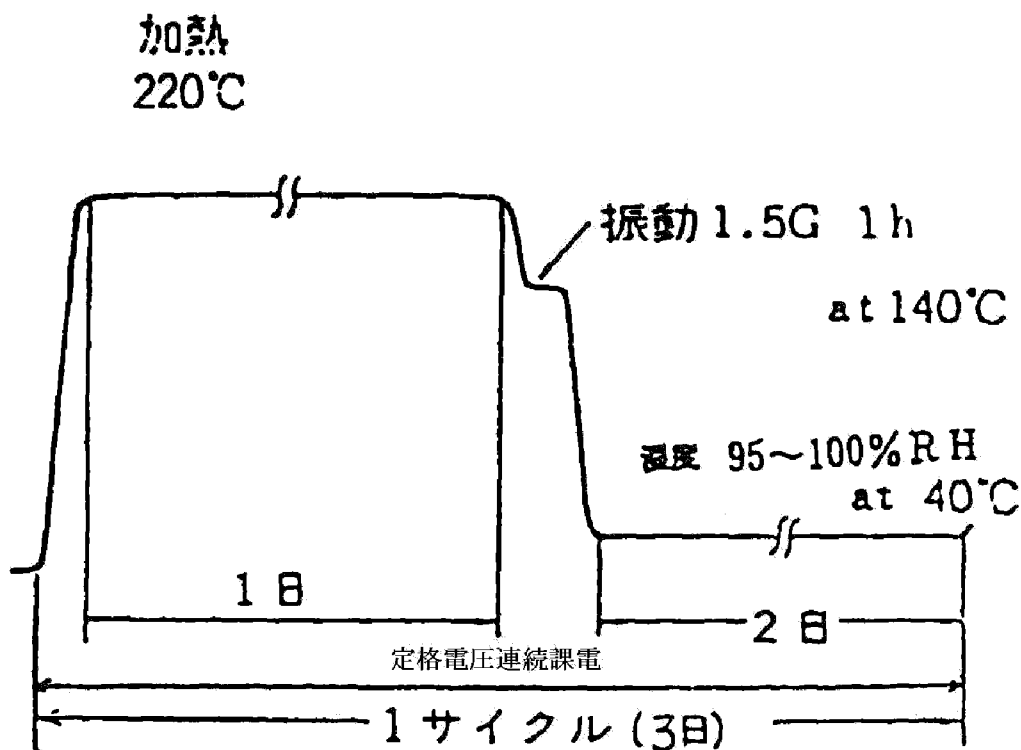


図2.3-7 ヒートサイクル方法例 (試験条件2)

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。

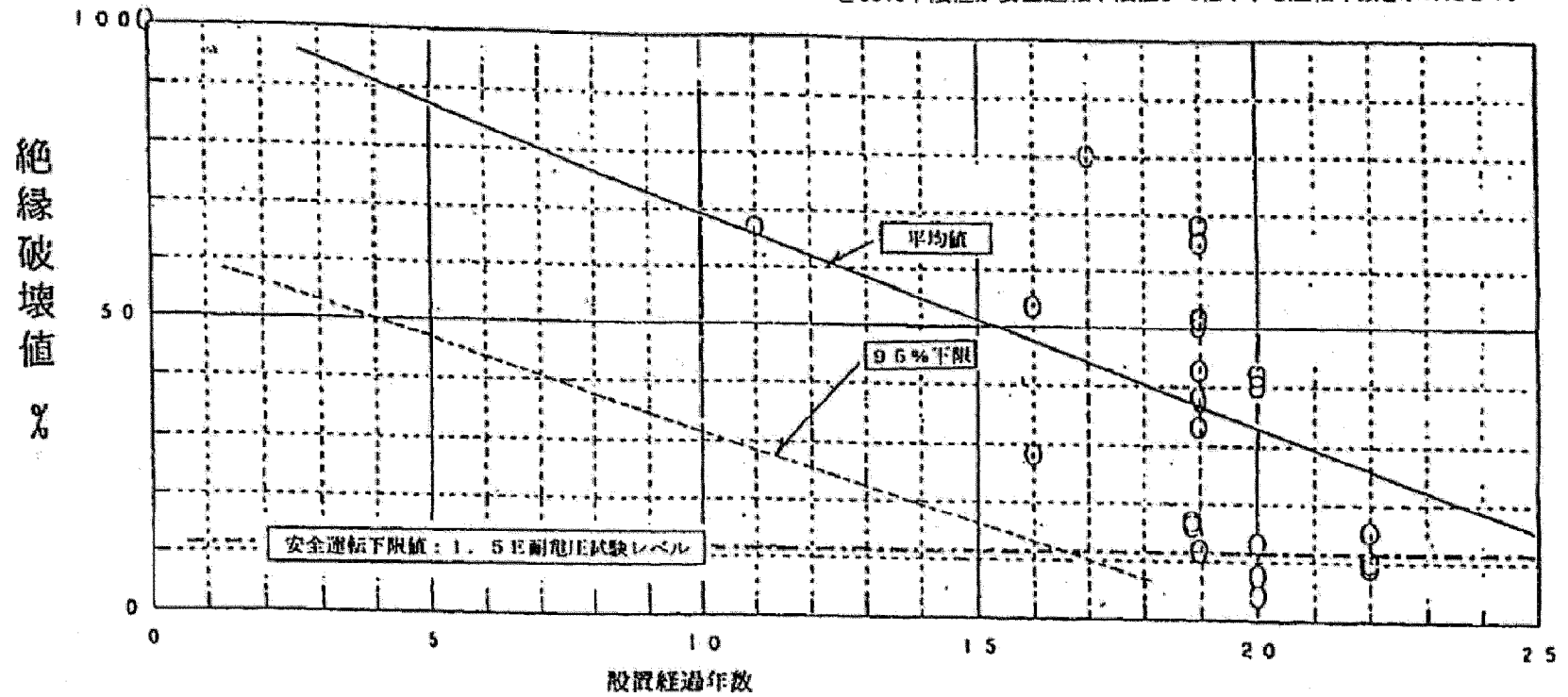


図2.3-8 設置経過年数と絶縁破壊値の関係

[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1 B、1 D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		
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。

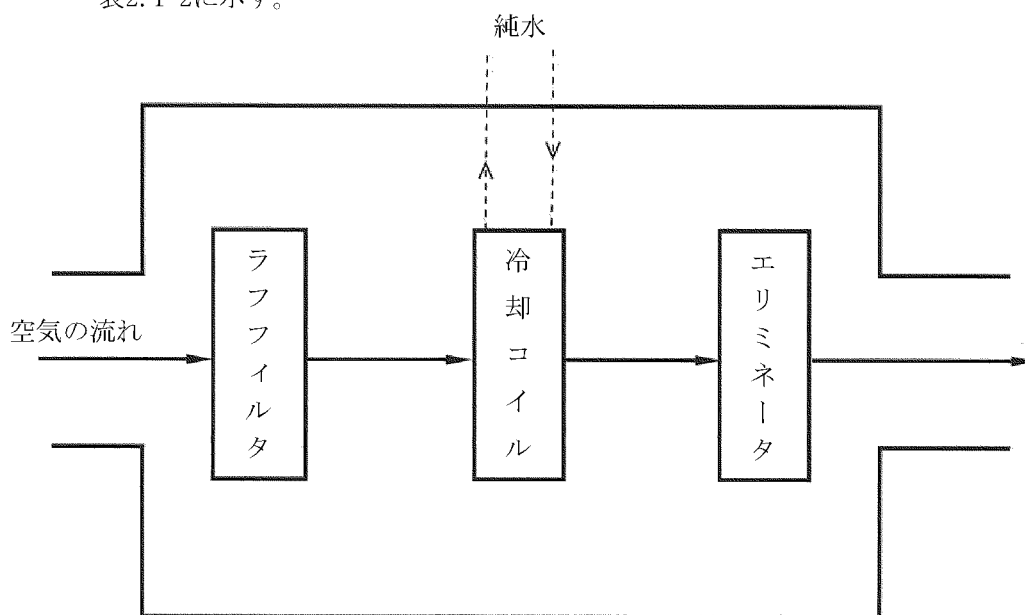
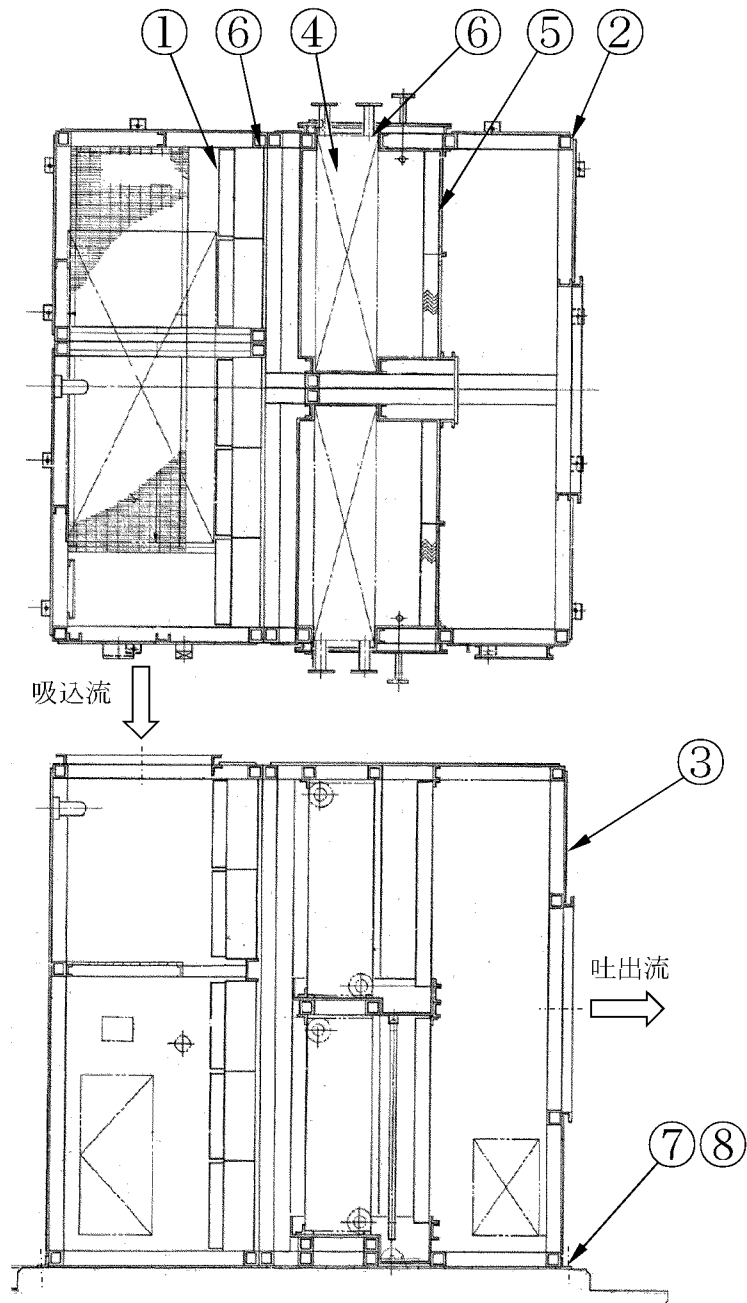


図2.1-1 川内1号炉 中央制御室空調ユニット構成図



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。

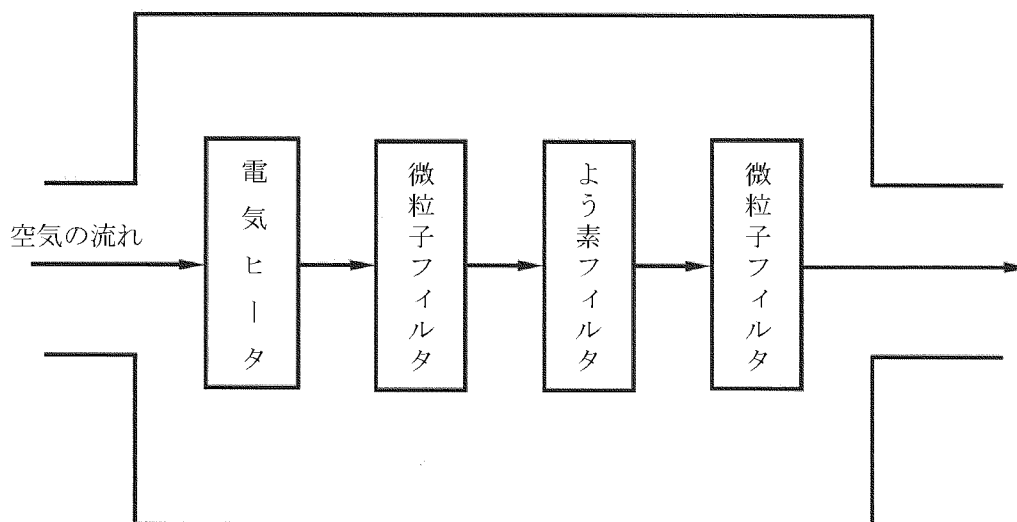
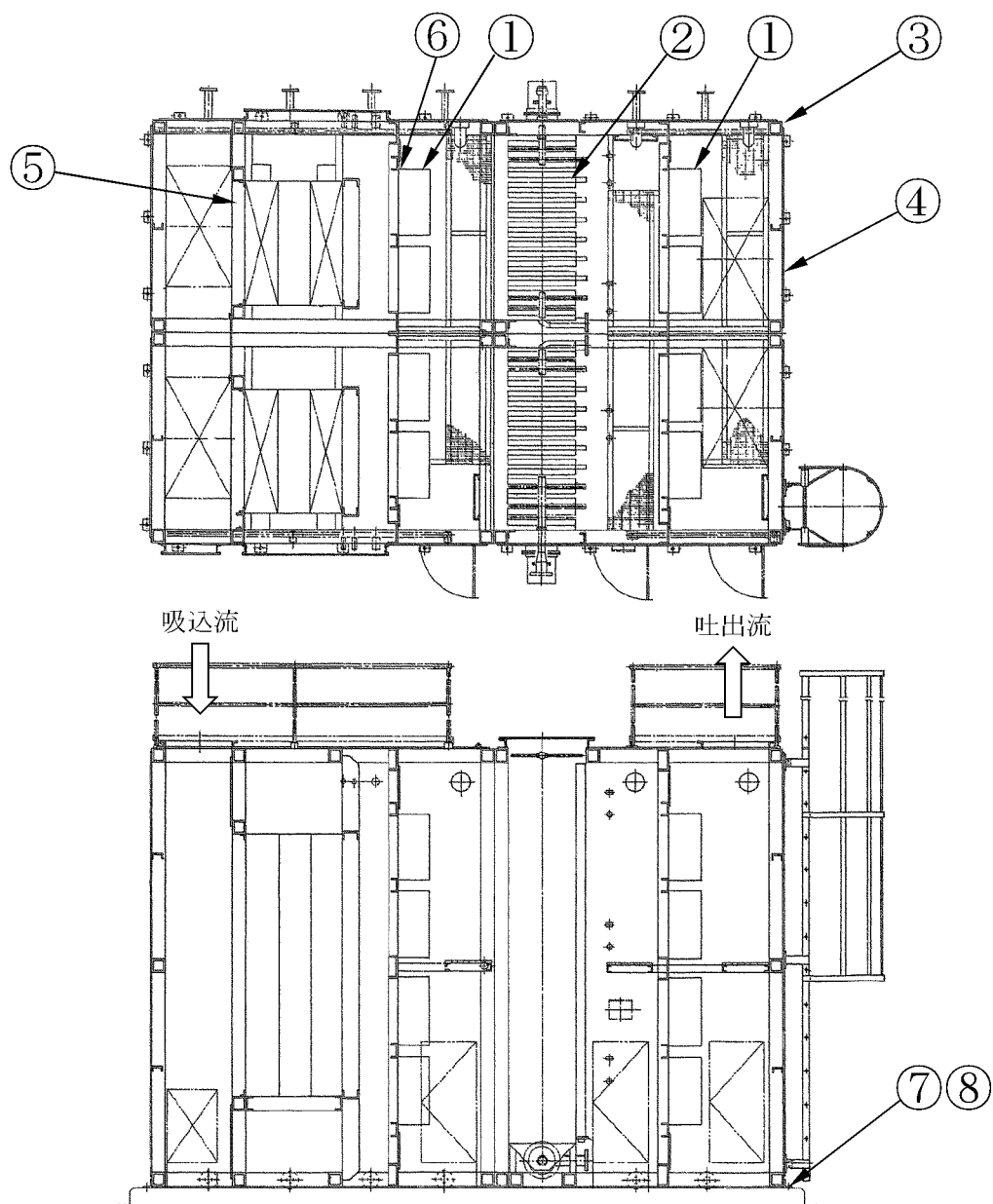


図2.1-3 川内1号炉 安全補機室排気フィルタユニット構成図



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	応力腐食割れ	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 ビニルエタン樹脂		△				△*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	応力腐食割れ	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 (ケミカルナカ)		炭素鋼 ビニルエタン樹脂		△				△*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

1. 対象機器

川内1号炉で使用されている空調用冷水設備の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 空調用冷水設備の主な仕様

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

2. 空調用冷水設備の技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 空調用冷水設備

(1) 構造

川内1号炉の空調用冷水設備は、中間建屋内に設置されており、圧縮機、凝縮器、蒸発器等で構成される空調用冷凍機及び冷水を各空調ユニットに供給する空調用冷水系統で構成される。

空調用冷凍機の圧縮機はターボ式であり、凝縮器及び蒸発器は横置きシェルアンドチューブ型である。

空調用冷凍機の圧縮機のケーシングは鋳鉄を、羽根車にはアルミニウム合金を使用しており、冷媒（フルオロカーボン）に接している。凝縮器伝熱管は銅合金を使用しており、海水及び冷媒（フルオロカーボン）と接している。蒸発器伝熱管には銅合金を使用しており、純水及び冷媒（フルオロカーボン）と接している。

また、空調用冷水系統の配管等は炭素鋼を使用している。

川内1号炉の空調用冷水設備の構成図及び構造図を図2.1-1～図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の空調用冷水設備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。

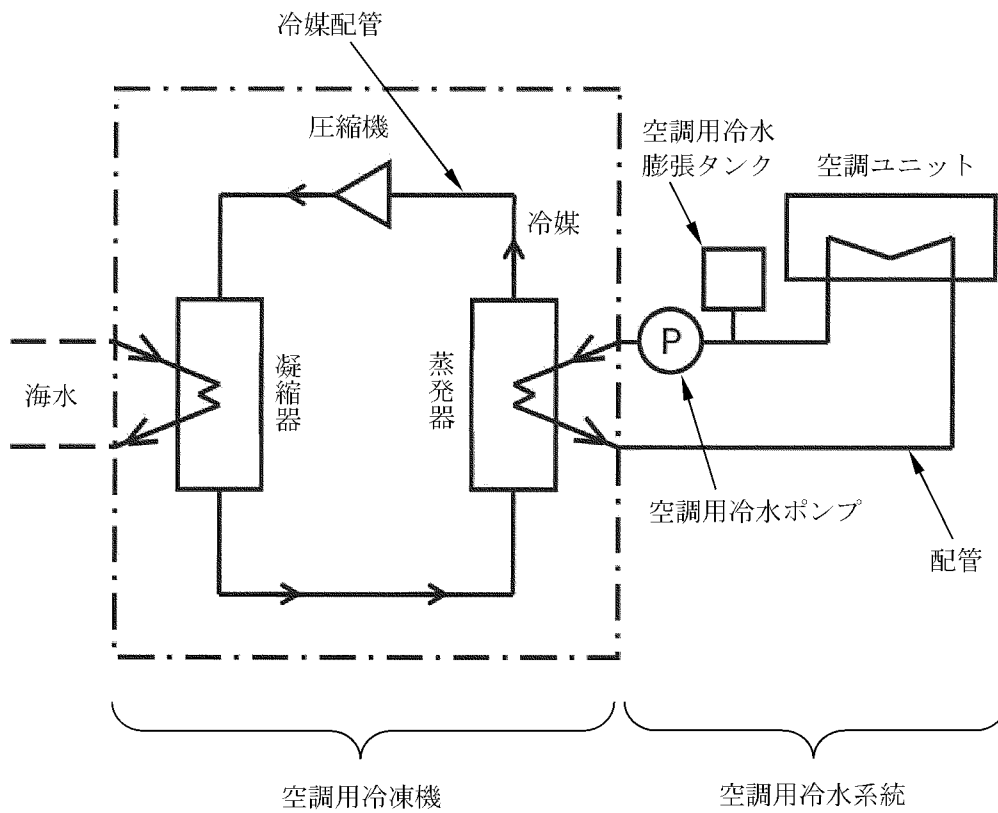
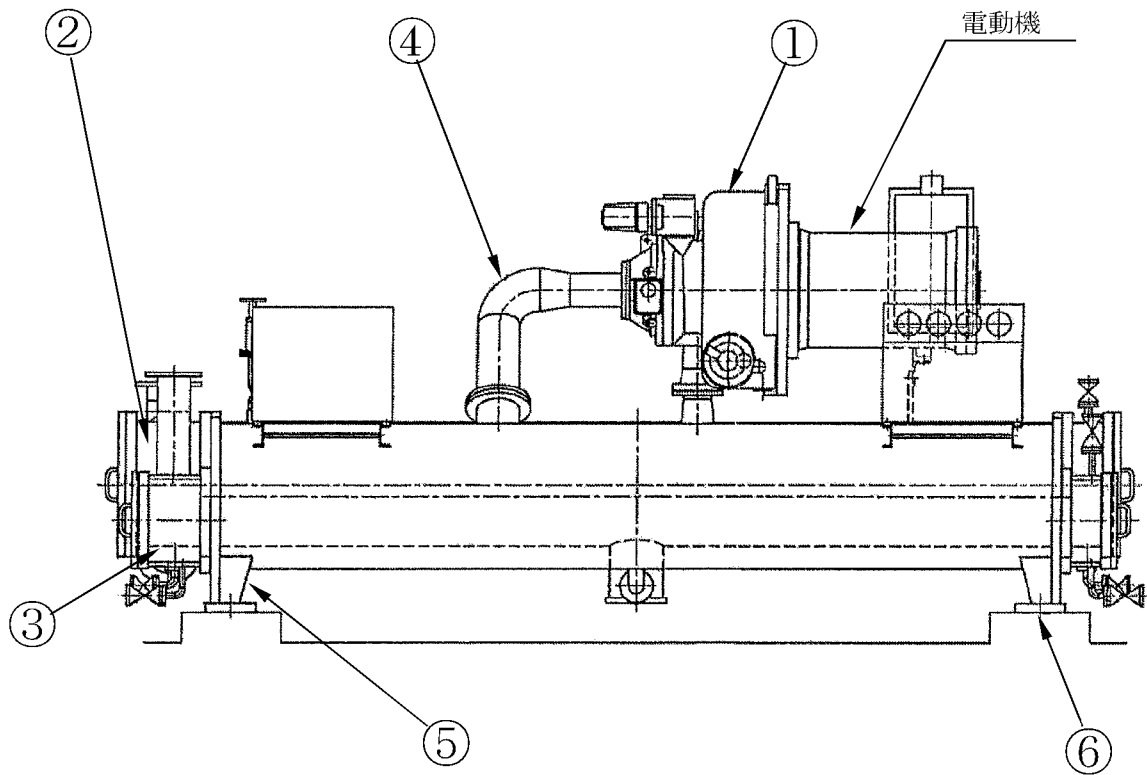
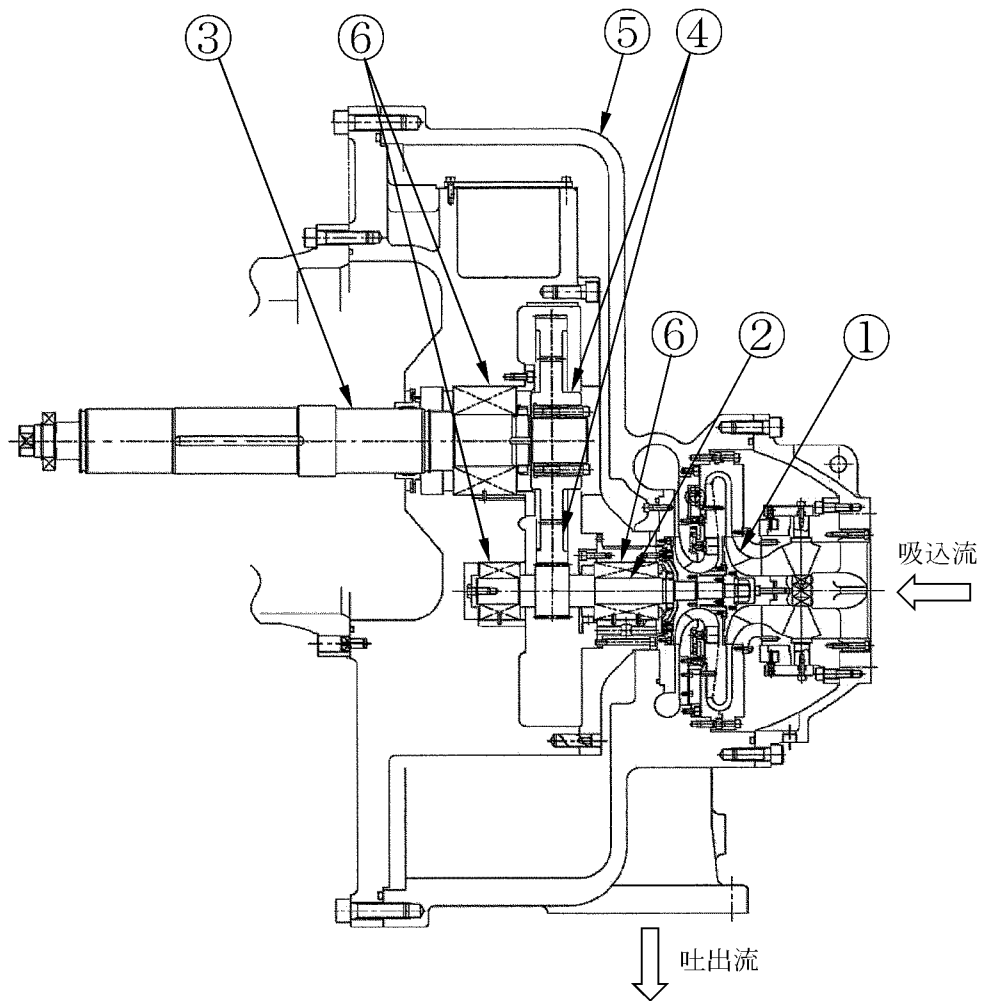


図2.1-1 川内1号炉 空調用冷水設備構成図



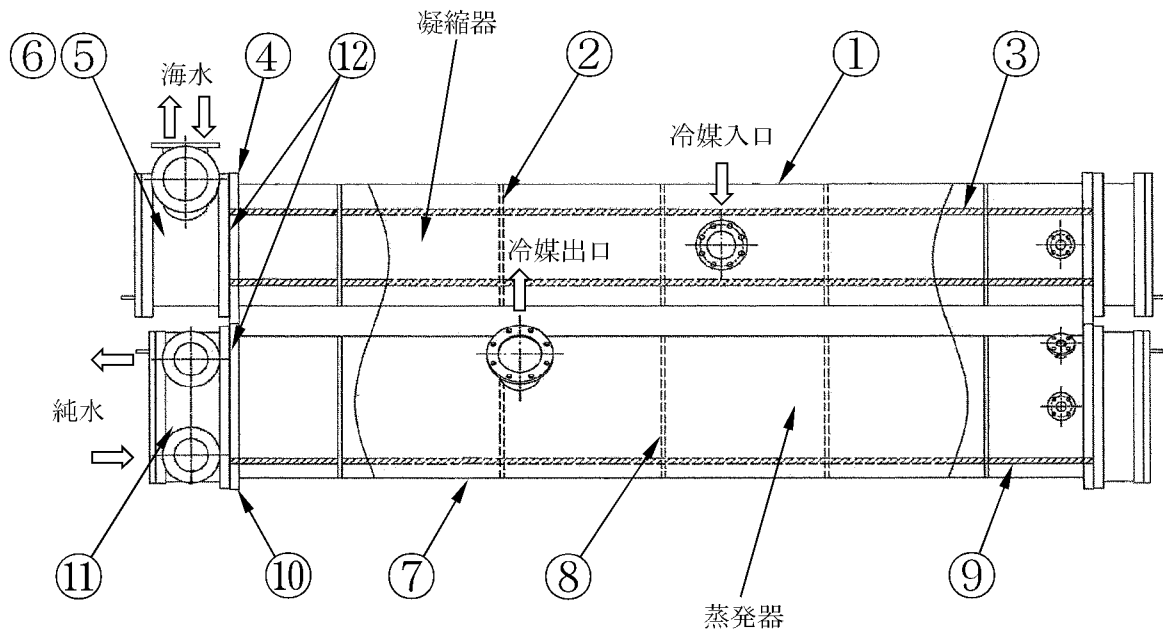
No.	部 位
①	圧 縮 機
②	凝 縮 器
③	蒸 発 器
④	冷 媒 配 管
⑤	架 台
⑥	基 礎 ボ ル ト

図2.1-2 川内1号炉 空調用冷水設備 空調用冷凍機全体図



No.	部 位
①	羽 根 車
②	主軸 (羽根車側)
③	主軸 (電動機側)
④	歯 車
⑤	ケーシング
⑥	軸受 (ころがり)

図2.1-3 川内1号炉 空調用冷水設備 空調用冷凍機 圧縮機構造図



No.	部 位	No.	部 位
①	凝縮器シェル	⑦	蒸発器シェル
②	凝縮器チューブサポート	⑧	蒸発器チューブサポート
③	凝縮器伝熱管	⑨	蒸発器伝熱管
④	凝縮器管板	⑩	蒸発器管板
⑤	凝縮器水室	⑪	蒸発器水室
⑥	防食亜鉛板	⑫	ガスケット

図2.1-4 川内1号炉 空調用冷水設備 空調用冷凍機 熱交換器(凝縮器、蒸発器) 構造図

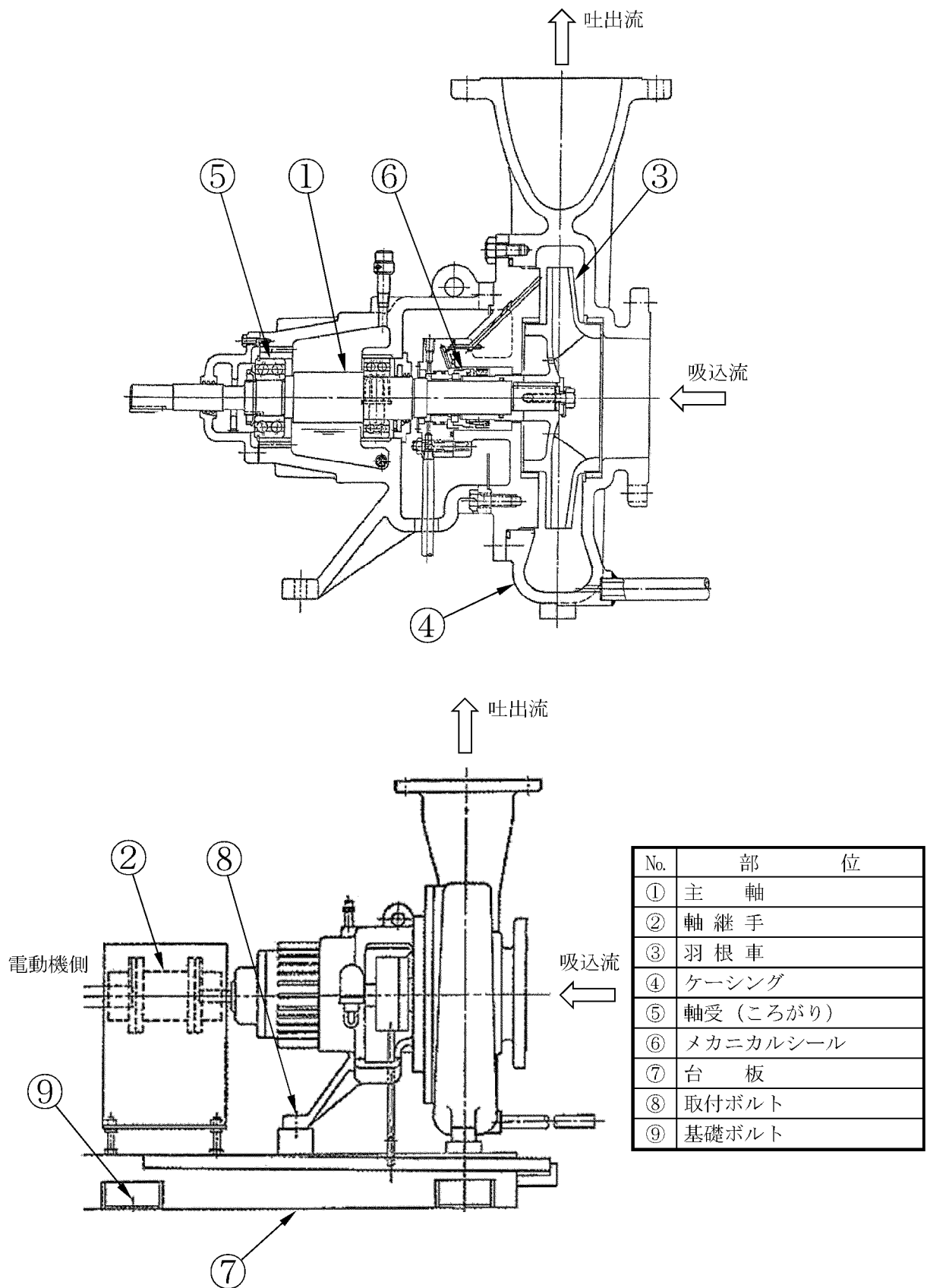
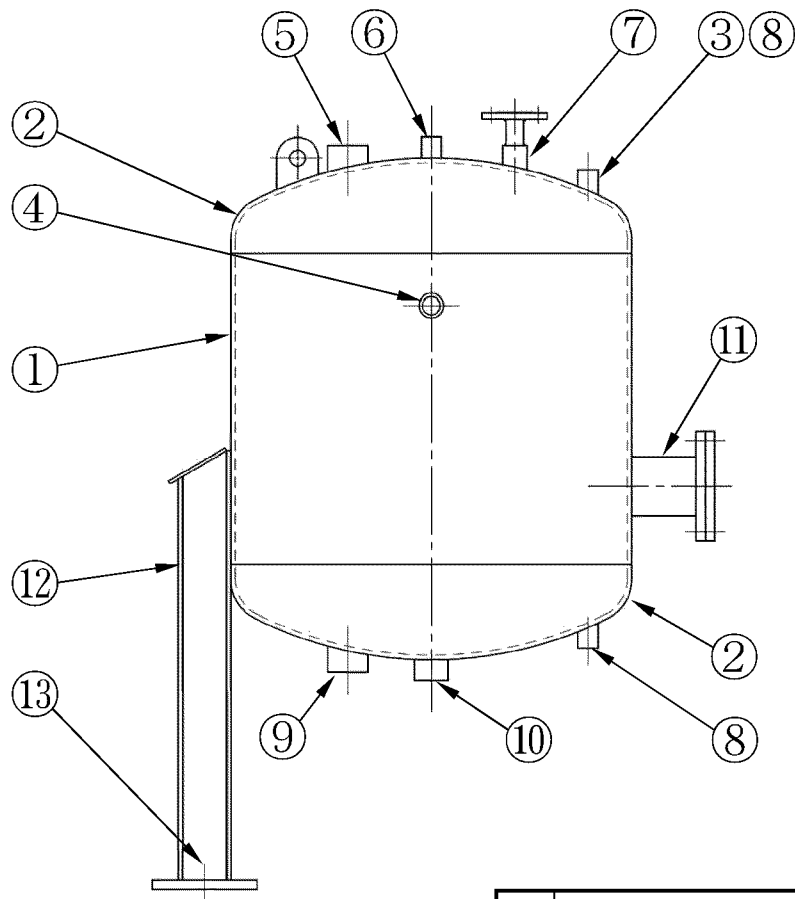


図2.1-5 川内1号炉 空調用冷水設備 空調用冷水ポンプ構造図



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	圧力計管台
④	原子炉補給水入口管台
⑤	安全弁及び窒素入口管台
⑥	ベント管台
⑦	バキュームリリーフ弁管台
⑧	水位計管台
⑨	サージ管台
⑩	ドレン管台
⑪	検査用管台
⑫	支 持 脚
⑬	基礎ボルト

図2.1-6 川内1号炉 空調用冷水設備 空調用冷水膨張タンク構造図

表2.1-1(1/2) 川内1号炉 空調用冷水設備主要部位の使用材料

部 位		材 料		
空調用 冷凍機	圧縮機	羽根車	アルミニウム合金	
		主軸（羽根車側）	低合金鋼	
		主軸（電動機側）	低合金鋼	
		歯 車	低合金鋼	
		ケーシング	鋳 鉄	
		軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品	
	凝縮器	シェル	炭素鋼	
		チューブサポート	炭素鋼	
		伝熱管	銅合金	
		管 板	炭素鋼（銅合金クラッド）	
		水 室	炭素鋼（ライニング）	
		防食亜鉛板	消耗品・定期取替品	
		ガスケット	消耗品・定期取替品	
	蒸発器	シェル	炭素鋼	
		チューブサポート	炭素鋼	
		伝熱管	銅合金	
		管 板	炭素鋼	
		水 室	炭素鋼	
		ガスケット	消耗品・定期取替品	
	冷媒配管		炭素鋼	
	架 台		炭素鋼	
	基礎ボルト		炭素鋼	
	空調用 冷水系統	配 管		炭素鋼
		空調用 冷水ポンプ	主 軸	ステンレス鋼
			軸継手	炭素鋼
			羽根車	ステンレス鋼鋳鋼
			ケーシング	炭素鋼鋳鋼
軸受（ころがり）			消耗品・定期取替品	
メカニカルシール			消耗品・定期取替品	

表 2.1-1(2/2) 川内 1 号炉 空調用冷水設備主要部位の使用材料

部 位		材 料	
空調用 冷水系統	空調用 冷水ポンプ	台 板	炭 素 鋼
		取付ボルト	炭 素 鋼
		基礎ボルト	炭 素 鋼
	空調用冷水 膨張タンク	胴 板	炭 素 鋼
		鏡 板	炭 素 鋼
		圧力計管台	炭 素 鋼
		原子炉補給水入口管台	炭 素 鋼
		安全弁及び窒素入口管台	炭 素 鋼
		ベント管台	炭 素 鋼
		バキュームリリーフ弁管台	炭 素 鋼
		水位計管台	炭 素 鋼
		サージ管台	炭 素 鋼
		ドレン管台	炭 素 鋼
		検査用管台	炭 素 鋼
		支 持 脚	炭 素 鋼
		基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-2 川内 1 号炉 空調用冷水設備の使用条件

冷 媒	フルオロカーボン
冷 水	純 水
冷 却 水	海 水
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

空調用冷水設備の機能である空調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 冷水冷却機能の確保
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

空調用冷水設備個々について、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) 圧縮機羽根車の腐食（全面腐食）

空調用冷凍機の圧縮機羽根車はアルミニウム合金であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は冷媒（フルオロカーボン）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（圧縮機羽根車側、圧縮機電動機側）及び歯車の摩耗

空調用冷凍機の主軸及び歯車は、歯面によりトルクを伝達するため摩耗が想定される。

しかしながら、歯面には潤滑油が供給されており、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により、機器の健全性を確認している。

(3) 主軸（圧縮機羽根車側、圧縮機電動機側、空調用冷水ポンプ）の高サイクル疲労割れ

空調用冷凍機の圧縮機及び空調用冷水系統の空調用冷水ポンプの運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下において繰り返し応力を受けると段付部等の応力集中部において、高サイクル疲労割れ想定される。

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

(4) 圧縮機ケーシング及び冷媒配管の腐食（全面腐食）

空調用冷凍機の圧縮機ケーシングは鋳鉄、冷媒配管は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

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

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

なお、系統機器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) 空調用冷凍機（熱交換器）のシェル及びチューブサポートの腐食（全面腐食）
空調用冷凍機（熱交換器）のシェル及びチューブサポートは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、シェル外面について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、分解点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修を実施することより、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。

また、シェル内面及びチューブサポートについては内部流体が冷媒（フルオロカーボン）であり、腐食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により、機器の健全性を確認している。

- (6) 凝縮器伝熱管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）

空調用冷凍機の凝縮器伝熱管は銅合金であり、内部流体により流れ加速型腐食が想定される。

銅合金は腐食電位の高い貴な金属であり、耐食性は良いが、高速の流水中で使用すると、流れ加速型腐食が発生することがある。

凝縮器は管側流体が海水であるため、貝等の異物の付着により局所的に流速が増大し、流れ加速型腐食が発生する可能性があるが、貝等の混入物の大きさ、形態及び付着状態は不確定であることから、流速と腐食量について、一律で定量的な評価は困難である。

しかしながら、分解点検時の渦流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) 蒸発器伝熱管の内面からの腐食（全面腐食）

空調用冷凍機の蒸発器伝熱管は銅合金であり、腐食が想定される。

しかしながら、銅合金は耐食性に優れており、また、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。

(8) 蒸発器伝熱管及び凝縮器伝熱管の外表面からの腐食（全面腐食）

空調用冷凍機の蒸発器伝熱管及び凝縮器伝熱管は銅合金であり、外表面からの腐食が想定される。

しかしながら、外表面に接する流体は冷媒（フルオロカーボン）であり、腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 凝縮器伝熱管のスケール付着

空調用冷凍機の凝縮器伝熱管は、管側・胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能低下が想定される。

しかしながら、凝縮器内面の伝熱管のスケール付着に対しては、定期的に洗浄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。

また、胴側流体は水質管理された冷媒（フルオロカーボン）であり、不純物の流入は抑制されていることから、伝熱管外面のスケール付着による伝熱性能低下の可能性は小さいと判断する。

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。

(10) 蒸発器伝熱管のスケール付着

空調用冷凍機の蒸発器伝熱管は、管側・胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能低下が想定される。

しかしながら、内部流体は純水であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されていること、また、定期的に洗浄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。

また、胴側流体は水質管理された冷媒（フルオロカーボン）であり、不純物の流入は抑制されていることから、伝熱管外面のスケール付着による伝熱性能低下の可能性は小さいと判断する。

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。

(11) 凝縮器管板・水室の海水による腐食（異種金属接触腐食含む）

空調用冷凍機の凝縮器管板・水室は内部流体が海水であり、管板の接液部に使用している銅合金は長期使用において腐食が想定される。

また、水室の炭素鋼使用部位には、海水接液面にライニングを施工しているが、ライニングのはく離により炭素鋼に海水が接液した場合、凝縮器管板が銅合金クラッド鋼であるため、炭素鋼側に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、凝縮器管板・水室の海水による腐食に対しては、分解点検時に凝縮器管板の目視確認を実施するとともに、ライニングのはく離がないことを目視確認し、必要に応じて補修を実施することにより機器の健全性を維持している。

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

(12) 空調用冷水設備冷水接液部の腐食（全面腐食）

空調用冷凍機（蒸発器管板、蒸発器水室）及び空調用冷水系統（配管、空調用冷水ポンプ、空調用冷水膨張タンク）の冷水接液部は炭素鋼及び炭素鋼鋳鋼であり、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、分解点検時及び系統機器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) 空調用冷水系統（配管、空調用冷水ポンプ、空調用冷水膨張タンク）の外表面からの腐食（全面腐食）

空調用冷水系統の配管、空調用冷水ポンプのケーシング及び空調用冷水膨張タンク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、はく離が認められた場合には必要に応じて補修を実施することにより、機器の健全性を維持している。

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

(14) 架台等の腐食（全面腐食）

空調用冷凍機の架台、空調用冷水ポンプの取付ボルト、台板及び空調用冷水膨張タンクの支持脚は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(15) 空調用冷水ポンプ羽根車の腐食（キャビテーション）

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

しかしながら、キャビテーションを起こさない条件はポンプ及び機器配置設計段階において考慮しており、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。

(16) 空調用冷水ポンプ主軸の摩耗

ころがり軸受を使用している空調用冷水ポンプについては、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。

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及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(17) 空調用冷水ポンプ軸継手の摩耗

空調用冷水ポンプの軸継手は歯車型であり、歯面によりトルクを伝達するため摩耗が想定される。

しかしながら、歯面はグリス封入により潤滑し、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により、機器の健全性を確認している。

(18) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

防食亜鉛板、ガスケット、軸受（ころがり）及びメカニカルシール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評価対象外とする。

表2.2-1(1/3) 川内1号炉 空調用冷水設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考		
					減 肉		割 れ		材質変化			その他	
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化			
冷水冷却機能の確保	空調用冷凍機	圧縮機	羽根車		アルミニウム合金		△					*1：高サイクル疲労割れ *2：流れ加速型腐食 *3：異種金属接触腐食 *4：スケール付着	
			主軸(羽根車側)		低合金鋼	△		△*1					
			主軸(電動機側)		低合金鋼	△		△*1					
			歯車		低合金鋼	△							
			ケーシング		鑄鉄		△(内面) △(外面)						
			軸受(ころがり)	◎	—								
		凝縮器	シェル		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			チューブサポート		炭素鋼		△						
			伝熱管		銅合金		△*2(内面) △(外面)				△*4		
			管板		炭素鋼 (銅合金クラッド)		△						
			水室		炭素鋼 (ライニング)		△*3						
			防食亜鉛板	◎	—								
			ガスケット	◎	—								
		蒸発器	シェル		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			チューブサポート		炭素鋼		△						
	伝熱管			銅合金		△(内面) △(外面)				△*1			
	管板			炭素鋼		△							
	水室			炭素鋼		△							
	ガスケット		◎	—									
		冷媒配管			炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	機器の支持	架台			炭素鋼		△						
基礎ボルト			炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/3) 川内1号炉 空調用冷水設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
冷水冷却機能 の確保	空調用 冷水系統	配 管		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)					*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション	
		空調用 冷水ポンプ	主 軸		ステンレス鋼	△		△*1				
			軸 継 手		炭 素 鋼	△						
			羽 根 車		ステンレス鋼 鋳鋼				△*2			
			ケーシング		炭素鋼 鋳鋼		△(内面) △(外面)					
			軸受(ころがり)	◎	—							
			メカニカルシール	◎	—							
機器の支持		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2.2-1(3/3) 川内1号炉 空調用冷水設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考		
					減 肉		割 れ		材質変化		その他			
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化				
冷水冷却機能の確保	空調用冷水系統	空調用冷水膨張タンク	胴 板	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			鏡 板	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			圧力計管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			原子炉補給水入口管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			安全弁及び窒素入口管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			ベント管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			バキュームリリーフ弁管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			水位計管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			サージ管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			ドレン管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			検査用管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
機器の支持			支 持 脚	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）

5 ダクト

[対象機器]

- ① 格納容器排気筒
- ② 中央制御室空調・排気系ダクト
- ③ 中央制御室非常用循環系ダクト
- ④ 安全補機開閉器室空調系ダクト
- ⑤ 安全補機室給・排気系ダクト
- ⑥ 電動補助給水ポンプ室給・排気系ダクト
- ⑦ ディーゼル発電機室給・排気系ダクト
- ⑧ アニュラス空気浄化系ダクト
- ⑨ 制御用空気圧縮機室給・排気系ダクト
- ⑩ 格納容器給・排気系ダクト
- ⑪ 補助建屋給・排気系ダクト
- ⑫ 格納容器再循環系ダクト
- ⑬ 緊急時対策所換気系ダクト

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ダクトの主な仕様を表1-1に示す。

これらのダクトを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に示すダクトを型式の観点から分類すると以下の2つのグループに分類される。

- (1) 排気筒
- (2) ダクト

1.2 代表機器の選定

- (1) 排気筒

このグループには格納容器排気筒のみが属するため、代表機器は格納容器排気筒とする。

- (2) ダクト

このグループには、中央制御室空調・排気系ダクト、中央制御室非常用循環系ダクト、安全補機開閉器室空調系ダクト、安全補機室給・排気系ダクト、電動補助給水ポンプ室給・排気系ダクト、ディーゼル発電機室給・排気系ダクト、アニュラス空気浄化系ダクト、制御用空気圧縮機室給・排気系ダクト、格納容器給・排気系ダクト、補助建屋給・排気系ダクト、格納容器再循環系ダクト及び緊急時対策所換気系ダクトが属するが、構造は同様であり、重要度が高く、運転時間が長く、容量が大きい中央制御室空調・排気系ダクトを代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 ダクトの主な仕様

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

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種類のダクトについて技術評価を実施する。

- ① 格納容器排気筒
- ② 中央制御室空調・排気系ダクト

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 格納容器排気筒

(1) 構造

川内1号炉の格納容器排気筒は、接続鋼材、補強鋼材、外板、サポート鋼材等で構成される。

外板はステンレス鋼、接続鋼材、補強鋼材及びサポート鋼材は炭素鋼を使用している。

川内1号炉の格納容器排気筒の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の格納容器排気筒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。

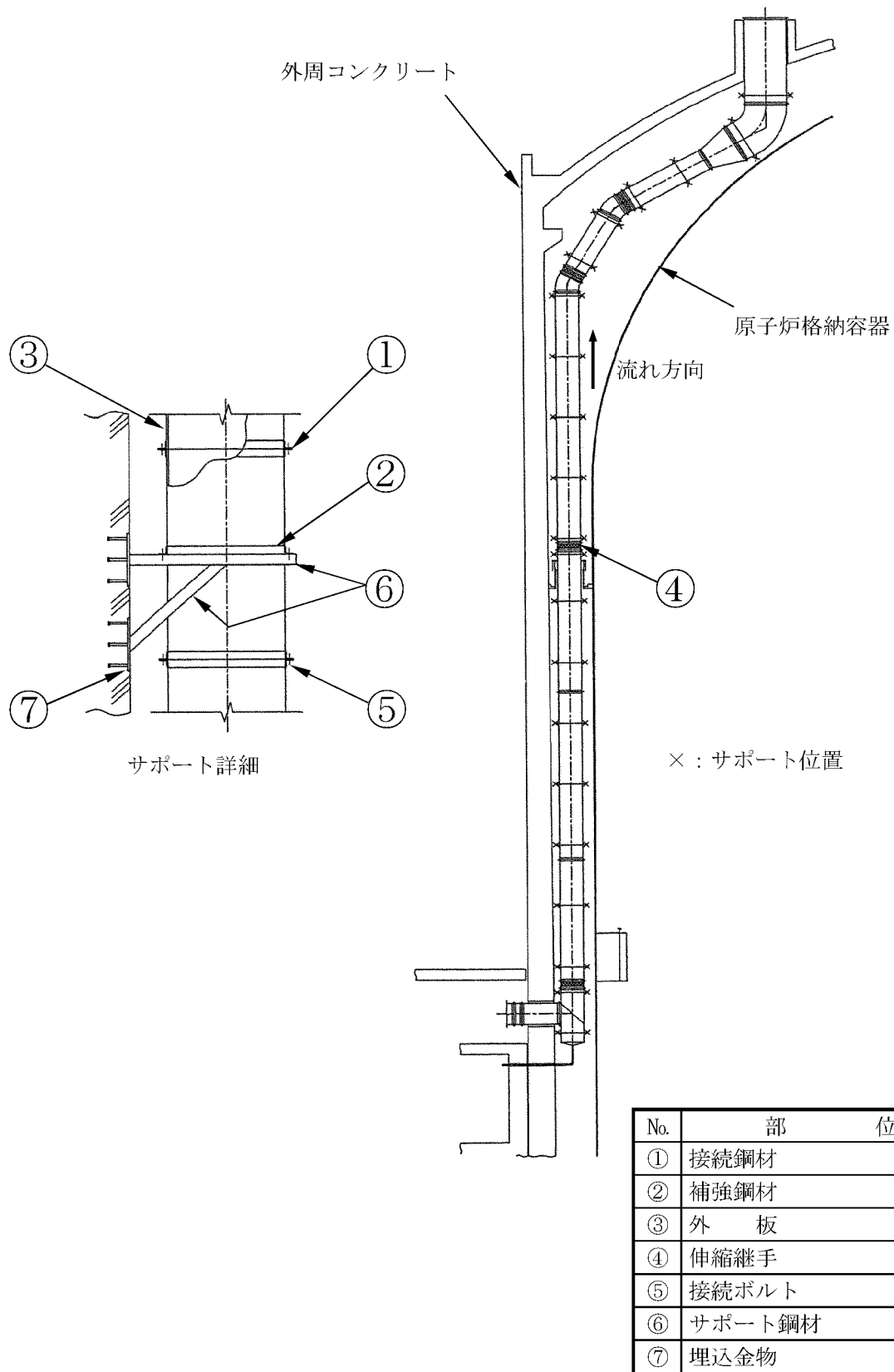


図2.1-1 川内1号炉 格納容器排気筒構造図

表2.1-1 川内1号炉 格納容器排気筒主要部位の使用材料

部 位	材 料
接続鋼材	炭 素 鋼
補強鋼材	炭 素 鋼
外 板	ステンレス鋼
伸縮継手	合成ゴム
接続ボルト	炭 素 鋼
サポート鋼材	炭 素 鋼
埋込金物	炭 素 鋼

表2.1-2 川内1号炉 格納容器排気筒の使用条件

設 置 場 所	屋 外
容 量	約2,200m ³ /min

2.1.2 中央制御室空調・排気系ダクト

(1) 構造

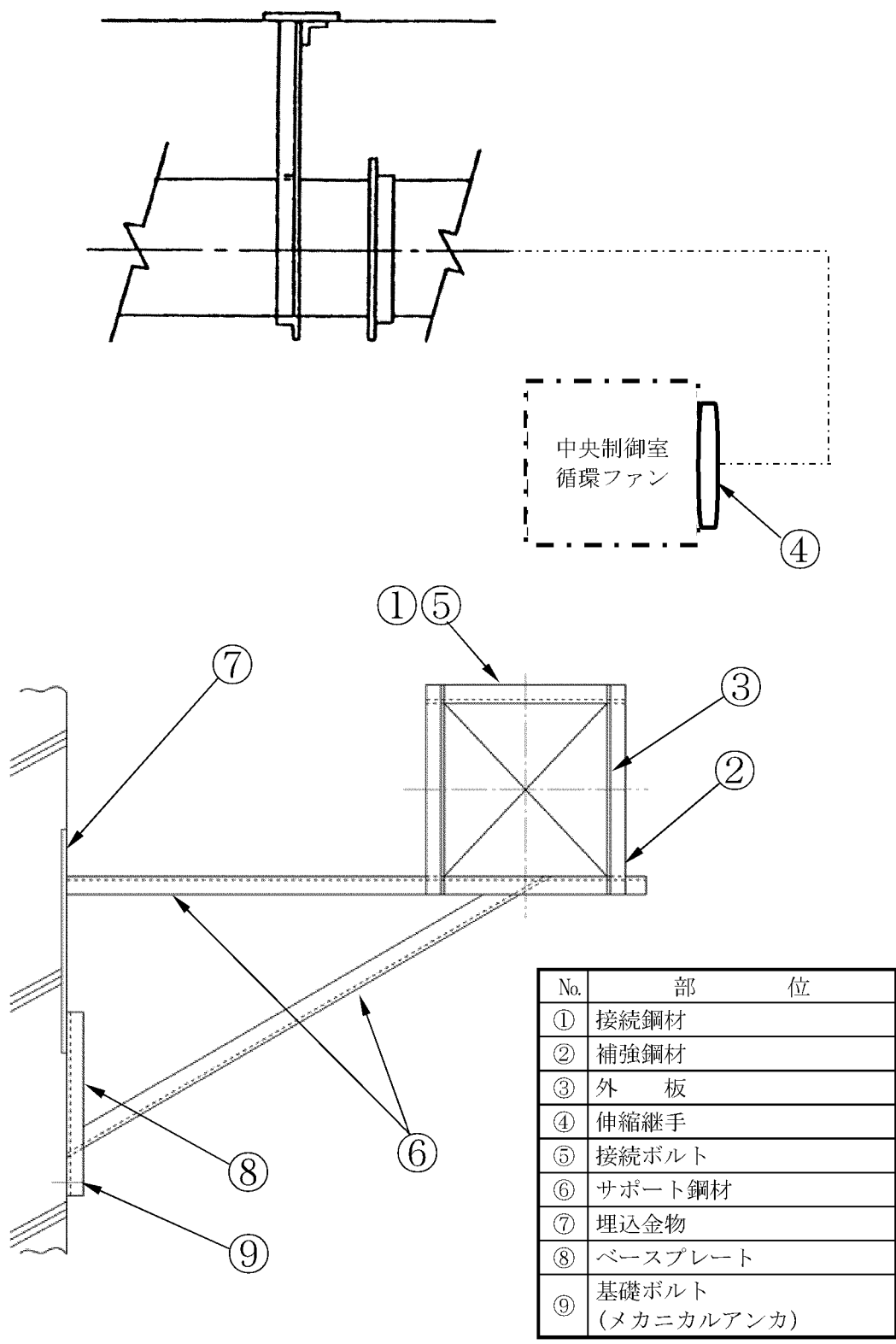
川内1号炉の中央制御室空調・排気系ダクトは、接続鋼材、補強鋼材、外板、サポート鋼材等で構成される。

接続鋼材、補強鋼材、外板及びサポート鋼材は炭素鋼を使用している。

川内1号炉の中央制御室空調・排気系ダクトの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の中央制御室空調・排気系ダク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。



No.	部 位
①	接続鋼材
②	補強鋼材
③	外 板
④	伸縮継手
⑤	接続ボルト
⑥	サポート鋼材
⑦	埋込金物
⑧	ベースプレート
⑨	基礎ボルト (メカニカルアンカ)

図2.1-2 川内1号炉 中央制御室空調・排気系ダクト構造図

表2.1-3 川内1号炉 中央制御室空調・排気系ダクト主要部位の使用材料

部 位	材 料
接続鋼材	炭 素 鋼
補強鋼材	炭 素 鋼
外 板	炭 素 鋼
伸縮継手	合成ゴム
接続ボルト	炭 素 鋼
サポート鋼材	炭 素 鋼
埋込金物	炭 素 鋼
ベースプレート	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 中央制御室空調・排気系ダクトの使用条件

設 置 場 所	屋 内
容 量	約2,520m ³ /min

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ダクトの機能である通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 流路の確保
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ダクト個々について、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) 接続鋼材、補強鋼材、接続ボルト、サポート鋼材及びベースプレートの腐食（全面腐食）[共通]

接続鋼材、補強鋼材、接続ボルト、サポート鋼材及びベースプレートは炭素鋼であり、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進行の可能性は小さい。

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

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

(2) 外板の応力腐食割れ [格納容器排気筒]

外板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、外面について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、外観点検時の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。

(3) 外板の腐食（全面腐食） [中央制御室空調・排気系ダクト]

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。

(4) 伸縮継手の劣化 [共通]

伸縮継手は合成ゴムであることから環境的要因により劣化が想定される。

しかしながら、周囲温度は使用条件範囲内であり、これまでに有意な劣化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、巡視点検等による可視範囲の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物（大気接触部）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。

(6) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室空調・排気系ダクト〕

基礎ボルト（メカニカルアンカ）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。

(7) 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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。

表2.2-1 川内1号炉 格納容器排気筒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
流路の確保	接続鋼材		炭素鋼		△						*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部
	補強鋼材		炭素鋼		△						
	外 板		ステンレス鋼				△				
	伸縮継手		合成ゴム						△		
機器の支持	接続ボルト		炭素鋼		△						
	サポート鋼材		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2.2-2 川内1号炉 中央制御室空調・排気系ダクトに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
流路の確保	接続鋼材		炭素鋼		△						*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部
	補強鋼材		炭素鋼		△						
	外 板		炭素鋼		△						
	伸縮継手		合成ゴム						△		
機器の支持	接続ボルト		炭素鋼		△						
	サポート鋼材		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△ ^{*1} ▲ ^{*2}						
	ベースプレート		炭素鋼		△						
	基礎ボルト (メカニカルアンカ)		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）

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 中央制御室非常用循環系ダクト
- ② 安全補機開閉器室空調系ダクト
- ③ 安全補機室給・排気系ダクト
- ④ 電動補助給水ポンプ室給・排気系ダクト
- ⑤ ディーゼル発電機室給・排気系ダクト
- ⑥ アニュラス空気浄化系ダクト
- ⑦ 制御用空気圧縮機室給・排気系ダクト
- ⑧ 格納容器給・排気系ダクト
- ⑨ 補助建屋給・排気系ダクト
- ⑩ 格納容器再循環系ダクト
- ⑪ 緊急時対策所換気系ダクト

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 接続鋼材、補強鋼材、接続ボルト、サポート鋼材及びベースプレートの腐食（全面腐食）[共通]

接続鋼材、補強鋼材、接続ボルト、サポート鋼材及びベースプレートは炭素鋼であり、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。

3.2.2 外板の腐食（全面腐食）[共通]

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。

3.2.3 伸縮継手の劣化 [共通]

伸縮継手は合成ゴムであることから環境的要因により劣化が想定される。

しかしながら、周囲温度は使用条件範囲内であり、これまでに有意な劣化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、巡視点検等による可視範囲の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食） [共通]

埋込金物（大気接触部）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。

3.2.5 基礎ボルトの腐食（全面腐食）及び劣化

[緊急時対策所換気系ダクトを除くダクト共通]

基礎ボルト（メカニカルアンカ）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。

3.2.6 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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。

6 ダンパ

[対象機器]

- ① 換気空調系統 空気作動ダンパ
- ② 換気空調系統 防火ダンパ
- ③ 換気空調系統 電動ダンパ
- ④ 換気空調系統 逆止ダンパ
- ⑤ 換気空調系統 手動ダンパ

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	9
2.1 構造、材料及び使用条件	9
2.2 経年劣化事象の抽出	24
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	34
3. 代表機器以外への展開	35
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	36
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	36

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ダンパの主な仕様を表1-1に示す。

これらのダンパを駆動方法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に示すダンパを駆動方法の観点で分類すると、以下の5つのダンパに分類される。

- (1) 空気作動ダンパ
- (2) 防火ダンパ
- (3) 電動ダンパ
- (4) 逆止ダンパ
- (5) 手動ダンパ

1.2 代表機器の選定

- (1) 空気作動ダンパ

サイズが大きいディーゼル発電機室排気ダンパを代表機器とする。

- (2) 防火ダンパ

重要度が高く、サイズが大きい1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパを代表機器とする。

- (3) 電動ダンパ

このグループには、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、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及び緊急時対策棟出入管理エリア給気電動気密ダンパが属するが、重要度、サイズとも同様であるため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を代表機器とする。

- (4) 逆止ダンパ

このグループには、緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパのみが属するため、代表機器は緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパとする。

(5) 手動ダンパ

サイズが大きい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を代表機器とする。

表1-1 (1/6) 川内1号炉 ダンパの主な仕様

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1-1 (2/6) 川内1号炉 ダンパの主な仕様

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1-1 (3/6) 川内1号炉 ダンパの主な仕様

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1-1 (4/6) 川内1号炉 ダンパの主な仕様

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		
		C R D M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1-1 (5/6) 川内1号炉 ダンパの主な仕様

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1-1 (6/6) 川内1号炉 ダンパの主な仕様

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*	◎	サイズ、 重要度とも 同様である
		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*		
		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*		
	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*	◎	
	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*	◎	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*		
		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*		
		緊急時対策所給気手動ダンパ (1)	φ 458	重*		
		緊急時対策所 (休憩所) 給気手動ダンパ 1 (1)	φ 308	重*		
		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

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下のダンパについて技術評価を実施する。

- ① ディーゼル発電機室排気ダンパ
- ② 1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパ
- ③ 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
- ④ 緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパ
- ⑤ 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

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 ディーゼル発電機室排気ダンパ

(1) 構造

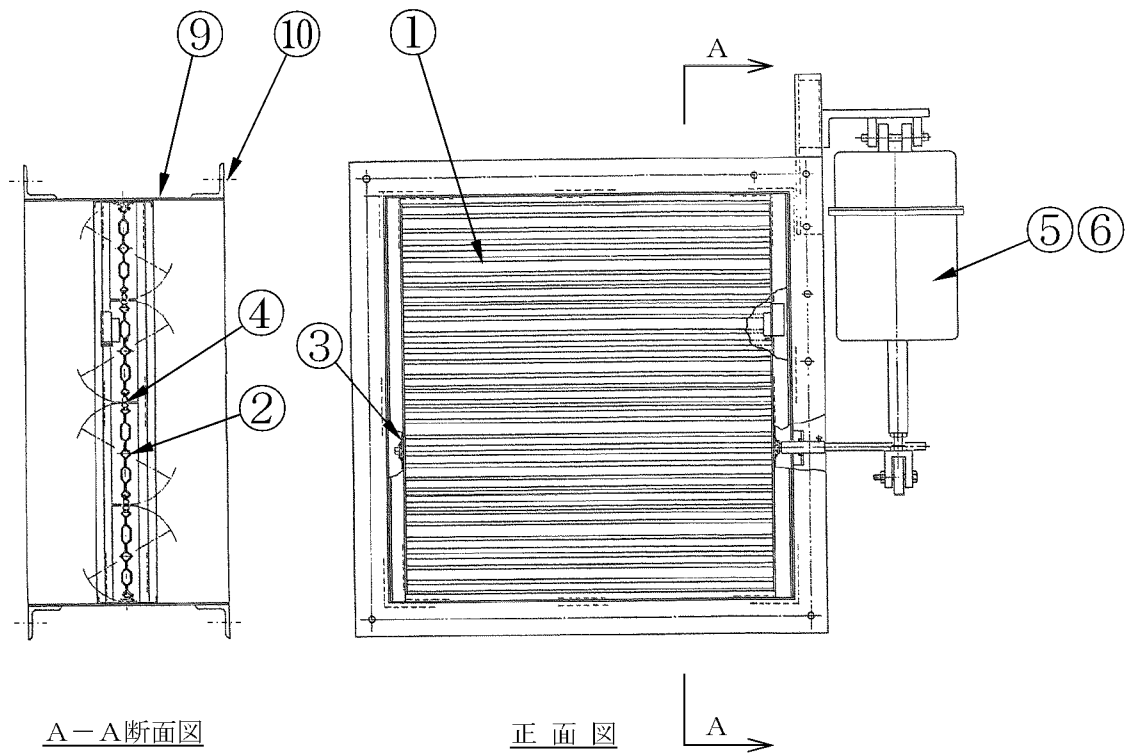
川内1号炉のディーゼル発電機室排気ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト、駆動装置（ハウジング、ばね）等で構成される。

ダンパ羽根及びダンパシャフトは炭素鋼を使用している。

川内1号炉のディーゼル発電機室排気ダンパの構造図を図2.1-1に示す。

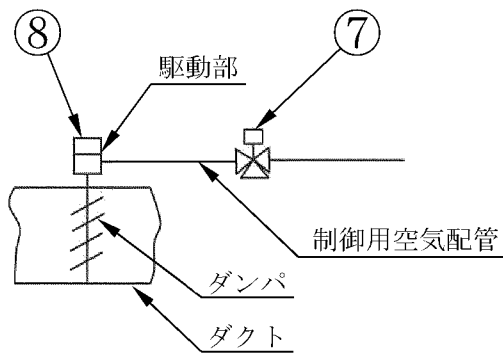
(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のディーゼル発電機室排気ダンパ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-A断面図

正面図



No.	部 位
①	ダンパ羽根
②	ダンパシャフト
③	軸受 (すべり)
④	シール
⑤	ハウジング
⑥	ばね
⑦	電磁弁
⑧	ポジションスイッチ
⑨	ケーシング
⑩	接続ボルト

図2.1-1 川内1号炉 ディーゼル発電機室排気ダンパ構造図

表2.1-1 川内1号炉 ディーゼル発電機室排気ダンパ主要部位の使用材料

部 位	材 料
ダンパ羽根	炭 素 鋼
ダンパシャフト	炭 素 鋼
軸受 (すべり)	合成樹脂
シ ー ル	消耗品・定期取替品
ハウジング	アルミ合金
ば ね	ばね鋼
電 磁 弁	消耗品・定期取替品
ポジションスイッチ	炭素鋼、銀
ケーシング	炭 素 鋼
接続ボルト	炭 素 鋼

表2.1-2 川内1号炉 ディーゼル発電機室排気ダンパの使用条件

サ イ ズ	4,250×2,127 (mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.1.2 1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパ

(1) 構造

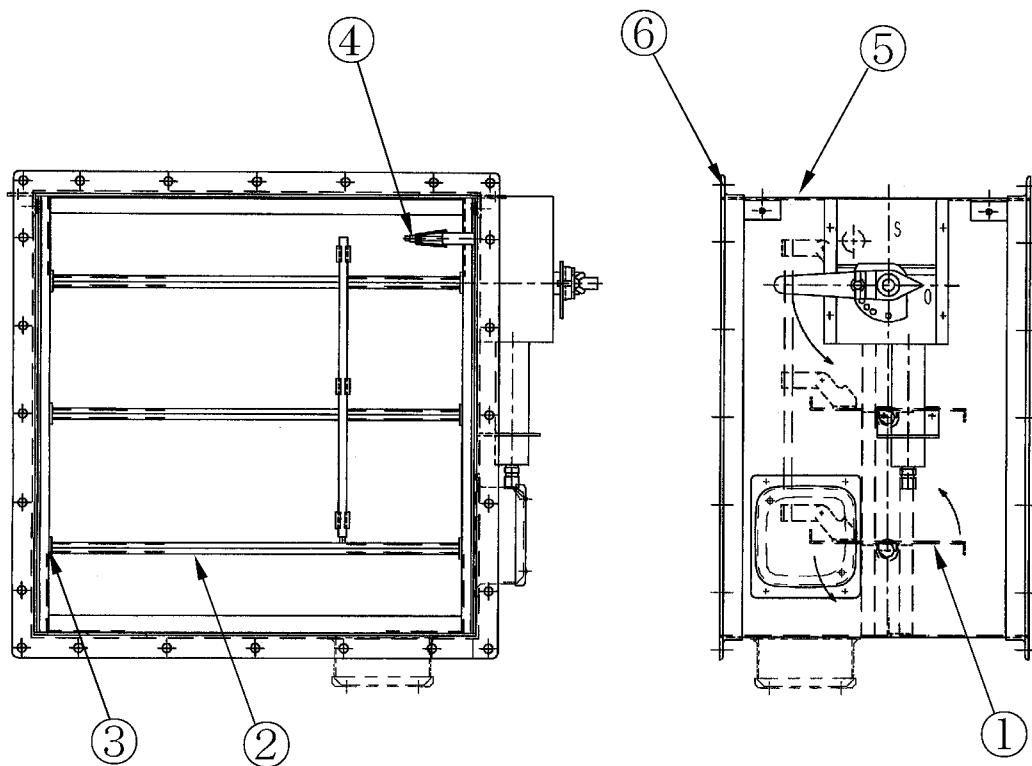
川内1号炉の1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパは、火災の延焼を防止するためダクトに設置されており、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト、ヒューズ等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根及びダンパシャフトには炭素鋼を使用している。

川内1号炉の1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパ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	ダンパ羽根
②	ダンパシャフト
③	軸受 (すべり)
④	ヒューズ
⑤	ケーシング
⑥	接続ボルト

図2.1-2 川内1号炉 1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパ構造図

表2.1-3 川内1号炉 1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパ主要部位の使用材料

部 位	材 料
ダンパ羽根	炭 素 鋼
ダンパシャフト	炭 素 鋼
軸受 (すべり)	ステンレス鋼
ヒューズ	消耗品・定期取替品
ケーシング	炭 素 鋼
接続ボルト	炭 素 鋼

表2.1-4 川内1号炉 1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパの使用条件

サ イ ズ	900×700(mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.1.3 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

(1) 構造

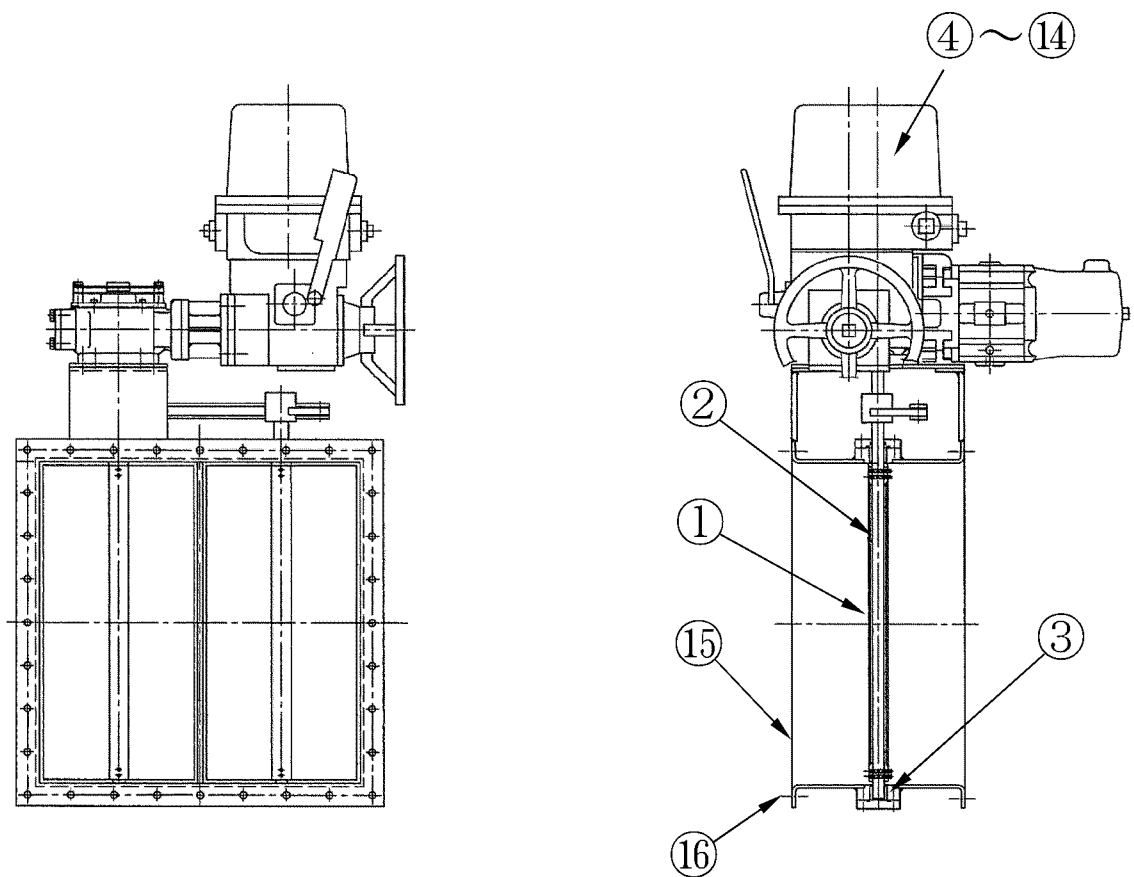
川内1号炉の緊急時対策所非常用空気浄化設備電気加熱コイル入口電動ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト、電動機等で構成されている。

ケーシング及びダンパ羽根には炭素鋼、ダンパシャフトにはステンレスを使用している。

川内1号炉の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	ダンパ羽根	⑨	主軸
②	ダンパシャフト	⑩	ブラケット
③	軸受 (すべり)	⑪	軸受 (ころがり)
④	固定子コア	⑫	シールリング
⑤	フレーム	⑬	Oリング
⑥	固定子コイル	⑭	ガスケット
⑦	口出線・接続部品	⑮	ケーシング
⑧	回転子コア	⑯	接続ボルト

図2.1-3 川内1号炉 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
構造図

表2.1-5 川内1号炉 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
主要部位の使用材料

部 位		材 料
ダンパ羽根		炭 素 鋼
ダンパシャフト		ステンレス鋼
軸受（すべり）		プラスチックーポリオキシメチレン
電動機	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	銅、ポリアミドイミド銅線
	口出線・接続部品	銅、シリコンゴム
	回転子コア	珪素鋼板
	主軸	低合金鋼
	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	
ケーシング		炭 素 鋼
接続ボルト		炭 素 鋼

表2.1-6 川内1号炉 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
の使用条件

サ イ ズ	558×558(mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.1.4 緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパ

(1) 構造

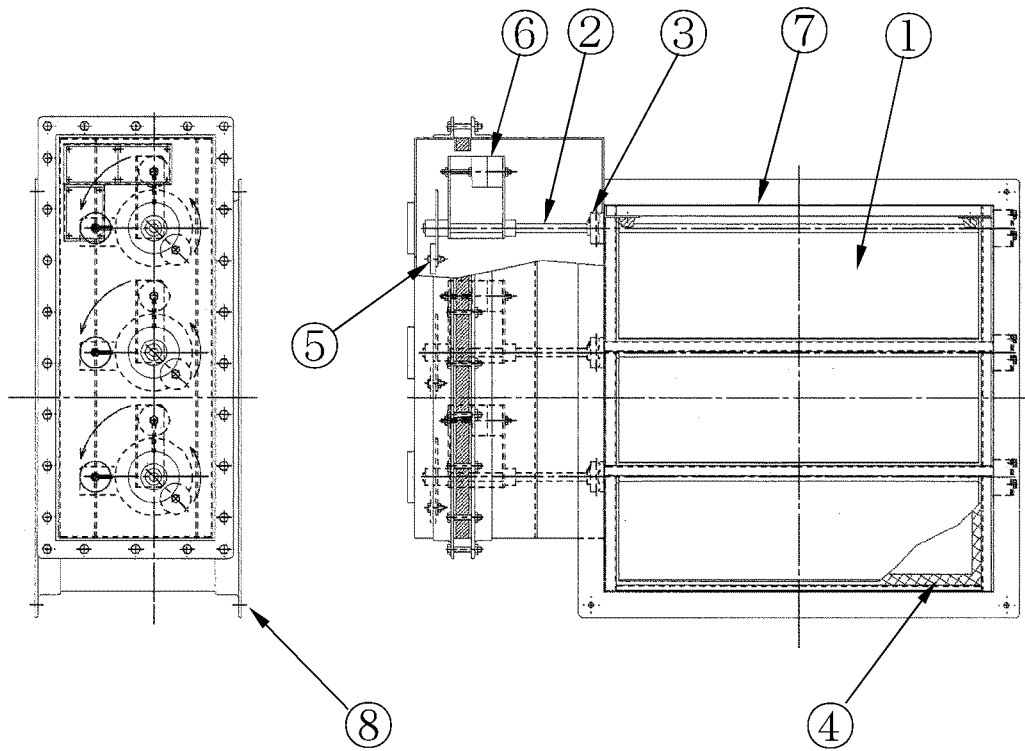
川内1号炉の緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根及びダンパシャフトには炭素鋼を使用している。

川内1号炉の緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパ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	ダンパ羽根
②	ダンパシャフト
③	軸受 (ころがり)
④	パッキン
⑤	閉鎖ウェイト
⑥	バランスウェイト
⑦	ケーシング
⑧	接続ボルト

図2.1-4 川内1号炉 緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパ構造図

表2.1-7 川内1号炉 緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパ主要部位の使用材料

部 位	材 料
ダンパ羽根	炭 素 鋼
ダンパシャフト	炭 素 鋼
軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
閉鎖ウェイト	炭 素 鋼
バランスウェイト	炭 素 鋼
ケーシング	炭 素 鋼
接続ボルト	炭 素 鋼

表2.1-8 川内1号炉 緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパの使用条件

サ イ ズ	558×558 (mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.1.5 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

(1) 構造

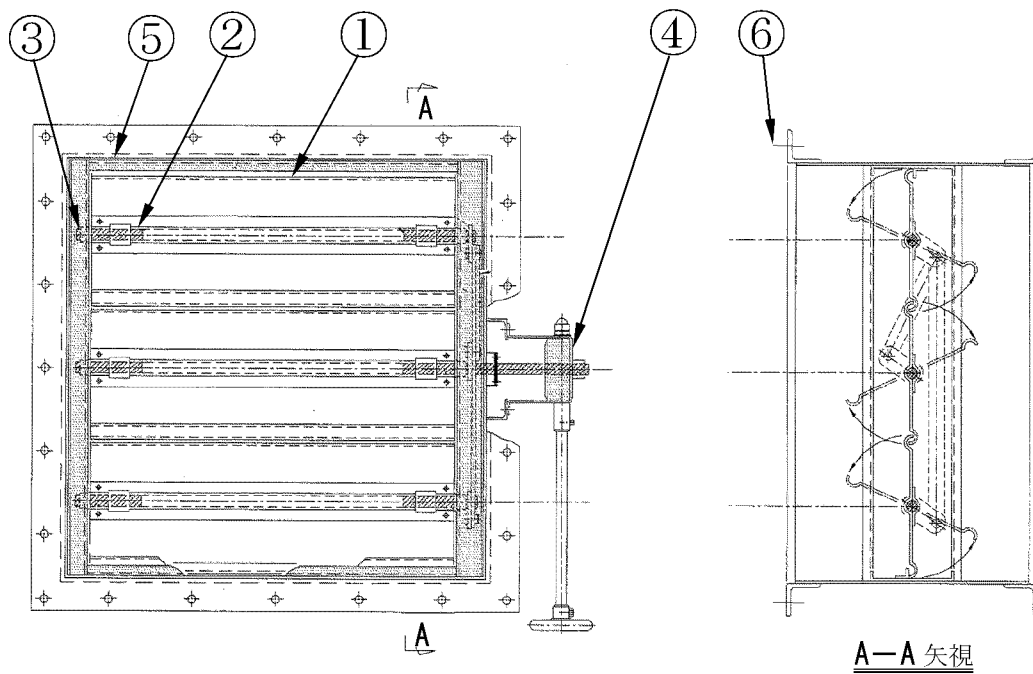
川内1号炉の緊急時対策所非常用空気浄化設備電気加熱コイル入口手動ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根及びダンパ羽根を動作させるダンパシャフト等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根及びダンパシャフトには炭素鋼を使用している。

川内1号炉の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の構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の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。



No.	部 位
①	ダンパ羽根
②	ダンパシャフト
③	軸受 (すべり)
④	駆動装置
⑤	ケーシング
⑥	接続ボルト

図2.1-5 川内1号炉 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
構造図

表2.1-9 川内1号炉 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
主要部位の使用材料

部 位	材 料
ダンパ羽根	炭 素 鋼
ダンパシャフト	炭 素 鋼
軸受 (すべり)	ステンレス鋼
駆動装置	炭 素 鋼
ケーシング	炭 素 鋼
接続ボルト	炭 素 鋼

表2.1-10 川内1号炉 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
の使用条件

サ イ ズ	558×558 (mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ダンパの機能である風量調整機能及び系統隔離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 開閉機能の維持
- 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

ダンパ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、材料及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1～表2.2-5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2.2-5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、口出線・接続部品の絶縁低下

[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]

固定子コイル、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、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2.2-5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) ダンパ羽根及びケーシング等の腐食（全面腐食）〔共通〕

ダンパ羽根及び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) ダンパシャフトの固着 [共通]

ダンパシャフトは炭素鋼であり、潤滑油が不足した場合、長期間の使用による腐食により固着することが想定される。

しかしながら、ダンパシャフトの表面はクロムメッキ又は亜鉛メッキを施し腐食を防止しており、腐食による固着の可能性は小さい。

また、分解点検時のダンパ作動確認により、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) ダンパシャフト、主軸及び軸受の摩耗 [ディーゼル発電機室排気ダンパ、1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパ、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、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]

ダンパシャフト、主軸及び軸受はダンパの開閉による摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時のダンパ作動確認により、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。

(4) ばねの変形（応力緩和） [ディーゼル発電機室排気ダンパ]

ばねは応力状態にて長期間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

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

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

なお、分解点検時のダンパ作動確認により、機器の健全性を維持している。

(5) ポジションスイッチの導通不良 [ディーゼル発電機室排気ダンパ]

ポジションスイッチ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、ポジションスイッチの接点部分はケース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。

また、分解点検時の動作確認により、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。

(6) 接続ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

接続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) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

[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]

固定子コア、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、回転子コアはエポキシモールドにより、腐食を防止している。さらに同様の施工である他の機器では、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、分解点検時に目視確認により、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

シール、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、ヒューズ、軸受（すべり）及び軸受（ころがり）は目視確認結果により取り替える消耗品である。また、電磁弁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。

表2.2-1 川内1号炉 ディーゼル発電機室排気ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△						*1：固着 *2：変形（応力緩和） *3：導通不良
	ダンパシャフト		炭素鋼	△						△*1	
	軸受（すべり）		合成樹脂	△							
	シール	◎	—								
	ハウジング		アルミ合金								
	ばね		ばね鋼							△*2	
	電磁弁	◎	—								
	ポジションスイッチ		炭素鋼、銀							△*3	
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	接続ボルト		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 1次系継電器室排気系第2ガス圧連動ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△						*1：固着
	ダンパシャフト		炭素鋼	△						△*1	
	軸受（すべり）		ステンレス鋼	△							
	ヒューズ	◎	—								
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	接続ボルト		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 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			
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△						*1：固着 *2：絶縁低下	
	ダンパシャフト		炭素鋼	△						△*1		
	軸受（すべり）		ステンレス鋼	△								
	電動機	固定子コア		珪素鋼板		△						
		フレーム		鋳 鉄		△						
		固定子コイル		銅、ポリアミドイミド銅線								○*2
		口出線・接続部品		銅、シリコンゴム								○*2
		回転子コア		珪素鋼板		△						
		主軸		低合金鋼	△							
		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	◎	—										
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△							
機器の支持	接続ボルト		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2.2-4 川内1号炉 緊急時対策所非常用空気浄化ファン出口逆止ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△						*1：固着
	ダンパシャフト		炭素鋼							△*1	
	軸受（ころがり）	◎	—								
	パッキン	◎	—								
	閉鎖ウェイト		炭素鋼		△						
	バランスウェイト		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	接続ボルト		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 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

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		
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△						*1：固着
	ダンパシャフト		炭素鋼	△						△*1	
	軸受（すべり）		ステンレス鋼	△							
	駆動装置		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	接続ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下

[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]

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線の絶縁低下の事象は、弁の電動装置と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境は同様であることから、弁の技術評価書のうち「電動装置」の電動機の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

事故時雰囲気内で機能要求のない電動ダンパについて、固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価は、弁の電動装置と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境は同様であることから、弁の技術評価書のうち「電動装置」の事故時機能要求のない電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応は、弁の電動装置と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境は同様であることから、弁の技術評価書のうち「電動装置」の電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

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

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 換気空調系統 空気作動ダンパ
- ② 換気空調系統 防火ダンパ
- ③ 換気空調系統 電動ダンパ
- ④ 換気空調系統 手動ダンパ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下 [電動ダンパ共通]

電圧区分、絶縁仕様及び使用環境は代表機器と同様であることから、弁の技術評価書のうち「電動装置」の電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下事象の評価を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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 ダンパ羽根及びケーシング等の腐食（全面腐食） [共通]

ダンパ羽根及び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 ダンパシャフトの固着 [共通]

炭素鋼のダンパシャフトは、潤滑油が不足した場合、長期間の使用による腐食により固着することが想定される。

しかしながら、ダンパシャフトの表面はクロムメッキを施し腐食を防止しており、腐食による固着の可能性は小さい。

また、分解点検時のダンパ作動確認により、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。

3.2.3 ダンパシャフト、主軸及び軸受の摩耗 [共通]

ダンパシャフト、主軸及び軸受はダンパの開閉による摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時のダンパ作動確認により、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。

3.2.4 ばねの変形（応力緩和） [空気作動ダンパ共通]

ばねは応力状態にて長期間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

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

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

なお、分解点検時のダンパ作動確認により、機器の健全性を維持している。

3.2.5 ポジションスイッチの導通不良 [空気作動ダンパ共通]

ポジションスイッチ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、ポジションスイッチの接点部分はケース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。

また、分解点検時の動作確認により、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。

3.2.6 接続ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

接続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 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）〔電動ダンパ共通〕

固定子コア、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、回転子コアはエポキシモールドにより、腐食を防止している。さらに同様の施工である他の機器では、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、分解点検時に目視確認により、機器の健全性を確認している。

川内原子力発電所 1 号炉

機 械 設 備 の 技 術 評 価 書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

九州電力株式会社

川内1号炉の重機器サポート、空気圧縮装置、燃料取扱設備、原子炉容器上部ふた付属設備、原子炉容器内挿物、濃縮減容設備、スチームコンバータ及び水素濃度制御装置（以上の総称として以下、「機械設備」という。）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設置場所、型式、材料等でグループ化し、同一グループ内の複数の機器の存在を考慮して、重要度、構造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。また、基礎ボルトについては各機器の基礎ボルトをまとめて9章で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える。

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

機械設備及び基礎ボルトは以下の9つに分類している。

- 1 重機器サポート
- 2 空気圧縮装置
- 3 燃料取扱設備
- 4 原子炉容器上部ふた付属設備
- 5 原子炉容器内挿物
- 6 濃縮減容設備
- 7 スチームコンバータ
- 8 水素濃度制御装置
- 9 基礎ボルト

なお、空気圧縮装置、濃縮減容設備及びスチームコンバータの弁に分類されるものについては、「弁の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含まれていない。

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機械設備については、「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。

表 1 (1/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 重機器サポート

機 器 名 称	重要度*1	部 位 名 称	使用条件
			最高使用温度 (°C)
原子炉容器サポート	PS-1	原子炉容器サポート	約170
蒸気発生器サポート	PS-1	上部胴サポート	約 49
		上部胴サポート オイルスナバ	約270
		中間胴サポート	約280
		中間胴サポート オイルスナバ	約210
		下部サポート	約230
		支 持 脚	約310
1 次冷却材ポンプサポート	PS-1	上部サポート	約 49
		オイルスナバ	約 49
		下部サポート	約160
		支 持 脚	約140
加圧器サポート	PS-1	上部サポート	約190
		下部サポート (スカート)	約320

*1：機能は最上位の機能を示す

表 1 (2/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 空気圧縮装置

機 器 名 称 (台 数)	仕 様 (容量)	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)
制御用空気圧縮装置 (2)	約17.5m ³ /min	MS-1	連 続	約0.83*2	約250*3

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：制御用空気圧縮機の最高使用圧力を示す

*3：制御用空気除湿装置除湿塔の最高使用温度を示す

表 1 (3/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 燃料取扱設備

分離基準	機器名称 (台数)	選 定 基 準			選定	選定理由	
		重要度*1	仕 様	使 用 条 件			
型 式					運 転	使 用 温 度	
クレーン	燃料取替クレーン (1)	PS-2	容量×揚程：約7.3kN×約8.2m	一 時	気中：約45℃ 水中：約43℃	◎	使用温度
	使用済燃料 ピットクレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約19.6kN×約9.5m (No.1ホスト) 約19.6kN×約9.5m (No.2ホスト)	一 時	気中：約30℃ 水中：約43℃		
—	燃料移送装置 (1)	PS-2	容量×移送距離：約7.3kN×約18.9m	一 時	気中*2：約45℃ 約30℃ 水中：約43℃	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：上段は原子炉格納容器内、下段は燃料取扱建屋内を示す

表 1 (4/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 原子炉容器上部ふた付属設備

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準			選定	選定理由
			重要度*1	使用条件			
設置場所	材料			最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
原子炉容器上部ふた上	ステンレス鋼	制御棒クラスタ駆動装置 (48)	PS-1	約17.2	約343	◎	構造 (駆動機能あり)
		炉内熱電対用ハウジング (3)	PS-1	約17.2	約343		

*1：機能は最上位の機能を示す

表 1 (5/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 原子炉容器内挿物

機 器 名 称 (体 数)	重要度*1	使 用 条 件	
		最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
制御棒クラスタ (48)	MS-1、重*2	約17.2	約343

*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 (6/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準					選定	選定理由
減容方式	流体	材料		重要度*1	使用条件*3					
					運転	最高使用圧力*4 (MPa [gage])	最高使用温度*4 (°C)	内部流体 (塩化物イオン濃度)		
蒸発減容	廃液	耐食耐熱合金鋼	洗浄排水高濃縮装置(1)	高*2	一時	約0.09	約120	約10,000ppm	◎	
	廃液	ステンレス鋼	洗浄排水処理装置(1)	高*2	一時	約0.1/約0.93	約150/約185	約1,000ppm	◎	内部流体
	廃液		A廃液蒸発装置(1)	高*2	一時	約0.93/約0.1	約185/約150	約100ppm		
	廃液		B廃液蒸発装置(1)	高*2	一時	約0.1/約0.93	約150/約185	約350ppm		
	ほう酸水		ほう酸回収装置(1)	高*2	一時	約0.93/約0.1	約185/約150	約0.15ppm		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：加熱器又は蒸発器の使用条件を示す

*4：管側/胴側を示す

表 1 (7/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 スチームコンバータ

機 器 名 称 (台 数)	重要度*1	使 用 条 件*3				
		運 転	最高使用圧力 (MPa [gage])		最高使用温度 (°C)	
スチームコンバータ (1)	高*2	連 続 (運転時)	一 次 側	二 次 側	一 次 側	二 次 側
			約2.8	約0.93	約235	約185

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：スチームコンバータ本体の使用条件を示す

表 1 (8/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 水素濃度制御装置

分離基準	機 器 名 称 (台 数)	選 定 基 準			選定	選定理由
		重要度*1	使 用 条 件			
型 式				運 転	最高使用温度 (°C)	
水素濃度制御装置	静的触媒式水素再結合装置 (5)	重*2	一 時	約500*3	◎	温度
	電気式水素燃焼装置 (13)	重*2	一 時	約150		

*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：水素反応の筐体（排気）温度を示す

表 2 (1/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 重機器サポートの機能

機器名称	部位名称	機能
原子炉容器サポート	原子炉容器サポート	原子炉容器の自重を支持し、地震時の水平方向の変位を拘束する。
蒸気発生器サポート	上部胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	上部胴サポート オイルスナバ	上部胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	中間胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	中間胴サポート オイルスナバ	中間胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	下部サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	支持脚	蒸気発生器の自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。
1次冷却材ポンプサポート	上部サポート	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。
	オイルスナバ	上部サポートを構成しており、1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。
	下部サポート	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。
	支持脚	1次冷却材ポンプの自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。
加圧器サポート	上部サポート	加圧器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	下部サポート (スカート)	加圧器の自重を支持し、地震時の水平鉛直方向の変位を拘束する。

表 2 (2/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 空気圧縮装置の機能

機 器 名 称	機 能
制御用空気圧縮装置	プラント出力運転中（停止中も含む）の制御に必要な空気作動弁、空気式計器等に清浄で乾燥した圧縮空気を供給する空気圧縮装置である。

表 2 (3/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 燃料取扱設備の機能

機 器 名 称	機 能
燃料取替クレーン	原子炉格納容器内原子炉キャビティで炉心内燃料集合体の交換のため、炉心と燃料移送装置の間での燃料集合体及び燃料内挿物の移送に使用される燃料取扱設備である。
使用済燃料ピットクレーン	燃料取扱建屋内使用済燃料ピットで燃料集合体及び燃料内挿物の移送に使用される燃料取扱設備である。
燃料移送装置	原子炉格納容器と燃料取扱建屋内燃料移送チャンネル間の燃料集合体及び燃料内挿物の移送に使用される燃料取扱設備である。

表 2 (4/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 原子炉容器上部ふた付属設備の機能

機 器 名 称	機 能
制御棒クラスタ駆動装置	炉心制御のための制御棒クラスタを駆動する装置である。
炉内熱電対用ハウジング	原子炉容器炉内温度計測のための熱電対を原子炉容器から引き出す管台である。

表 2 (5/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 原子炉容器内挿物の機能

機 器 名 称	機 能
制御棒クラスタ	通常運転中の反応度変化を補償すること及び停止の際、炉心の余剰反応度を吸収するための原子炉容器内挿物である。

表 2 (6/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備の機能

機 器 名 称	機 能
洗浄排水高濃縮装置	洗浄排水を電気ヒータにより加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。
洗浄排水処理装置	洗浄排水を補助蒸気により加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。
A 廃液蒸発装置	液体廃棄物を補助蒸気により加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。
B 廃液蒸発装置	液体廃棄物を補助蒸気により加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。
ほう酸回収装置	余剰ほう酸水を補助蒸気により加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。

表 2 (7/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 スチームコンバータの機能

機 器 名 称	機 能
スチームコンバータ	給水を高圧タービン抽気又は主蒸気により加熱して補助蒸気を発生させ各機器へ供給する。

表 2 (8/8) 川内 1 号炉 主要な機械設備 水素濃度制御装置の機能

機 器 名 称	機 能
静的触媒式水素再結合装置	触媒の働きにより原子炉格納容器内の水素を低減させる装置である。
電気式水素燃焼装置	電気ヒータで燃焼させることにより原子炉格納容器内の水素を低減させる装置である。

1 重機器サポート

[対象機器]

- ① 原子炉容器サポート
- ② 蒸気発生器サポート
- ③ 1次冷却材ポンプサポート
- ④ 加圧器サポート

目 次

1. 対象機器	1
2. 重機器サポートの技術評価	2
2.1 構造及び材料	2
2.2 経年劣化事象の抽出	28
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	50

1. 対象機器

川内1号炉で使用されている重機器サポートの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 重機器サポートの主な仕様

機器名称	重要度*1	部位名称	機能	使用条件
				最高使用温度(°C)
原子炉容器サポート	PS-1	原子炉容器サポート	原子炉容器の自重を支持し、地震時の水平方向の変位を拘束する。	約170
蒸気発生器サポート	PS-1	上部胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約49
		上部胴サポート オイルスナバ	上部胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約270
		中間胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約280
		中間胴サポート オイルスナバ	中間胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約210
		下部サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約230
		支持脚	蒸気発生器の自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。	約310
1次冷却材ポンプサポート	PS-1	上部サポート	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約49
		オイルスナバ	上部サポートを構成しており、1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約49
		下部サポート	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約160
		支持脚	1次冷却材ポンプの自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。	約140
加圧器サポート	PS-1	上部サポート	加圧器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約190
		下部サポート (スカート)	加圧器の自重を支持し、地震時の水平鉛直方向の変位を拘束する。	約320

*1：機能は最上位の機能を示す

2. 重機器サポートの技術評価

本章では、1章で対象とした以下の4種類の重機器サポートについて技術評価を実施する。

- ① 原子炉容器サポート
- ② 蒸気発生器サポート
- ③ 1次冷却材ポンプサポート
- ④ 加圧器サポート

2.1 構造及び材料

2.1.1 原子炉容器サポート

(1) 構造

川内1号炉の原子炉容器サポートは、1次冷却材出入口管台パッド部に付けられており、サポートブラケット(サポートシュ、サポートリブ)、シムプレート及び基礎ボルトにより、自重を支持するとともに地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

なお、鉛直方向変位は、原子炉容器の転倒モーメントにより発生する可能性があるが、原子炉容器本体の自重により相殺されることから上向きの変位は生じないため、上方を拘束する支持構造物は設けていない構造としている。

川内1号炉の原子炉容器サポートの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料

川内1号炉の原子炉容器サポートの使用材料を表2.1-1に示す。

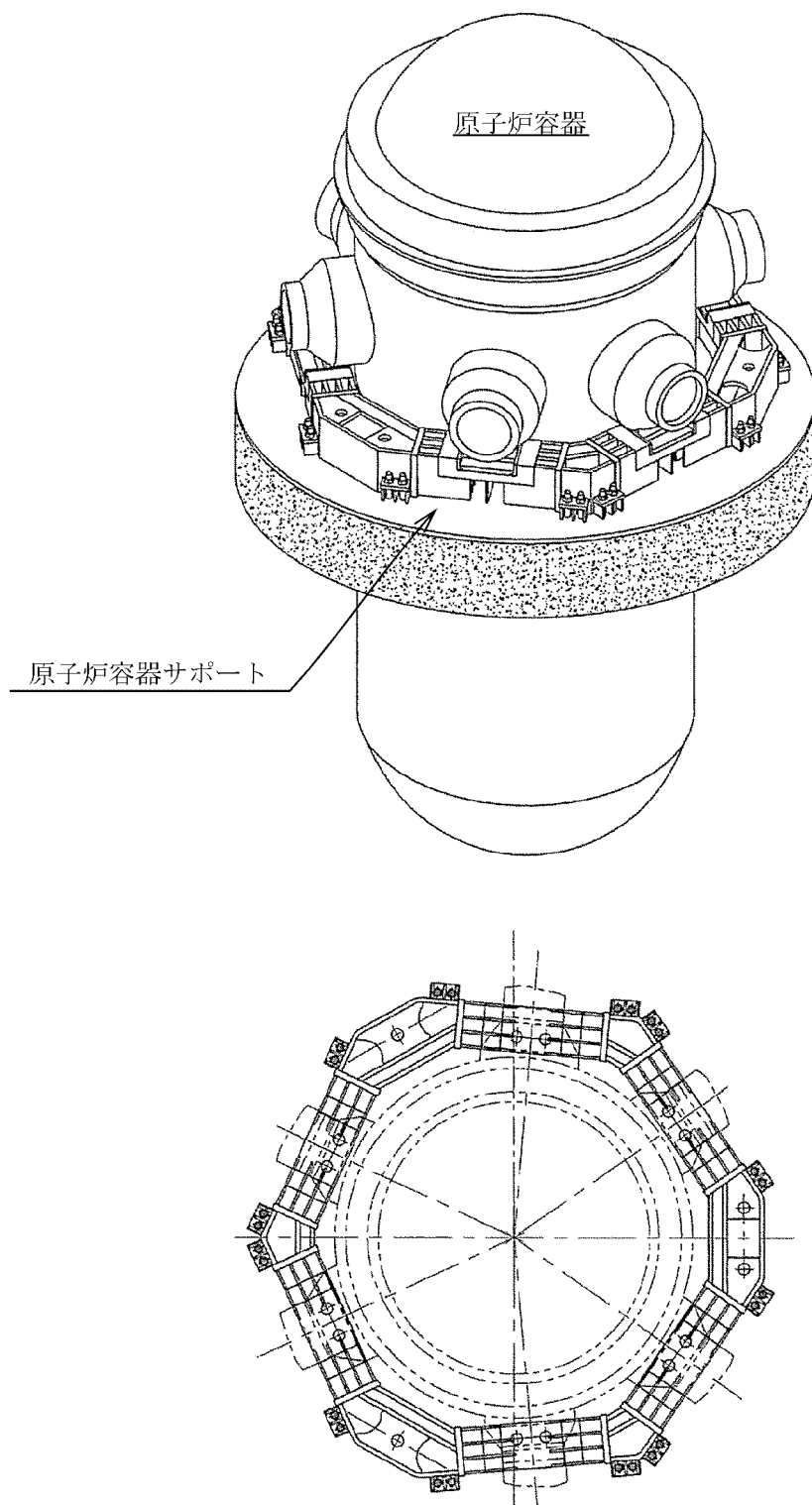
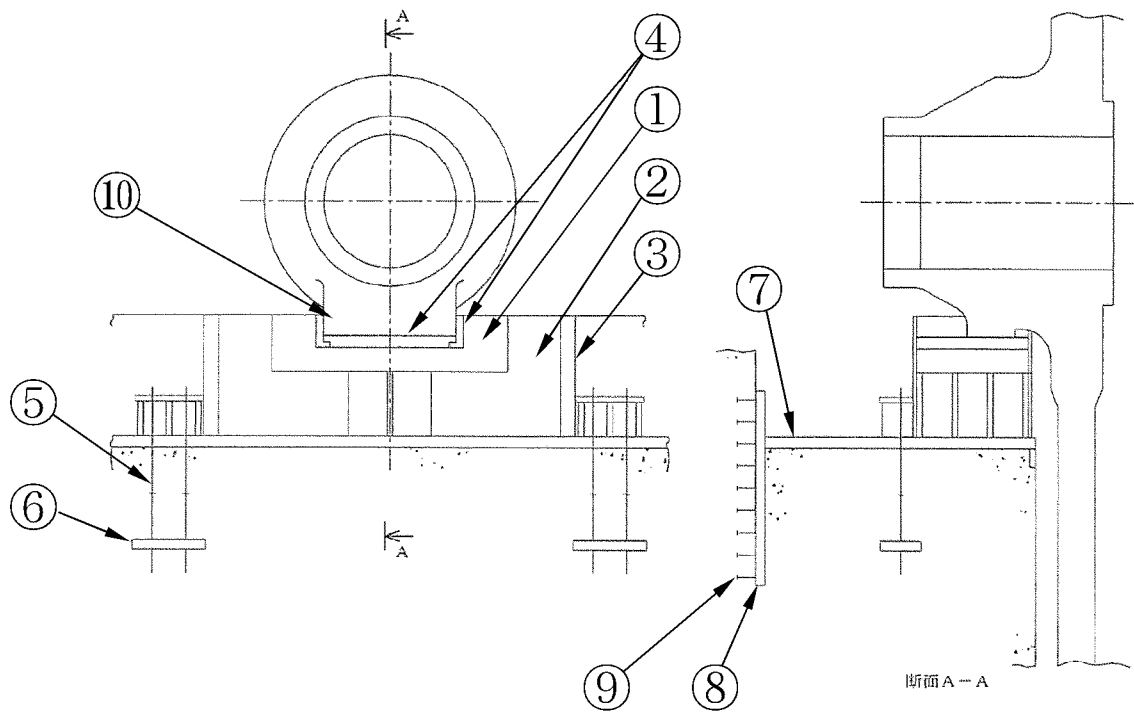


図2.1-1(1/2) 川内1号炉 原子炉容器サポート構造図



No.	部 位
①	サポートブラケット (サポートシュ)
②	サポートブラケット (サポートリブ)
③	サポートブラケット (側板)
④	シムプレート
⑤	基礎ボルト
⑥	埋込金物
⑦	ベースプレート
⑧	外周プレート
⑨	埋込補強材
⑩	パッド (原子炉容器本体)

図2.1-1(2/2) 川内1号炉 原子炉容器サポート構造図

表2.1-1 川内1号炉 原子炉容器サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートブラケット (サポートシュ)	低合金鋼
サポートブラケット (サポートリブ)	炭 素 鋼
サポートブラケット (側板)	炭 素 鋼
シムプレート	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼
ベースプレート	炭 素 鋼
外周プレート	炭 素 鋼
埋込補強材	炭 素 鋼
パッド (原子炉容器本体)	低合金鋼

2.1.2 蒸気発生器サポート

(1) 構造

川内1号炉の蒸気発生器サポートは、上部胴サポート、中間胴サポート、下部サポート及び支持脚の4種類が設置されている。

上部胴サポートは、蒸気発生器本体上部胴部に設置されたビームブラケット、サポートビーム、サポートコラム、オイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

中間胴サポートは、蒸気発生器本体中間胴部に吊り金物により吊り下げられた8角形のリングフレーム、バックバンパ、オイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。オイルスナバは、抵抗力発生媒体にオイルを使用している。

下部サポートは、蒸気発生器水室のパッド部に設置されたサポートビーム、サポートブロック等により、地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

支持脚は、蒸気発生器水室のパッド部に4本取り付けられており、サポートパイプ、支持脚ブラケット、ヒンジ、押え金物、支持脚ベースプレート、ベースプレート、これらを接続する支持脚ピン等により自重を支持するとともに地震時の鉛直方向の変位を拘束する構造である。

川内1号炉の蒸気発生器サポートの構造図を図2.1-2～図2.1-6に示す。

(2) 材料

川内1号炉の蒸気発生器サポートの使用材料を表2.1-2～表2.1-5に示す。

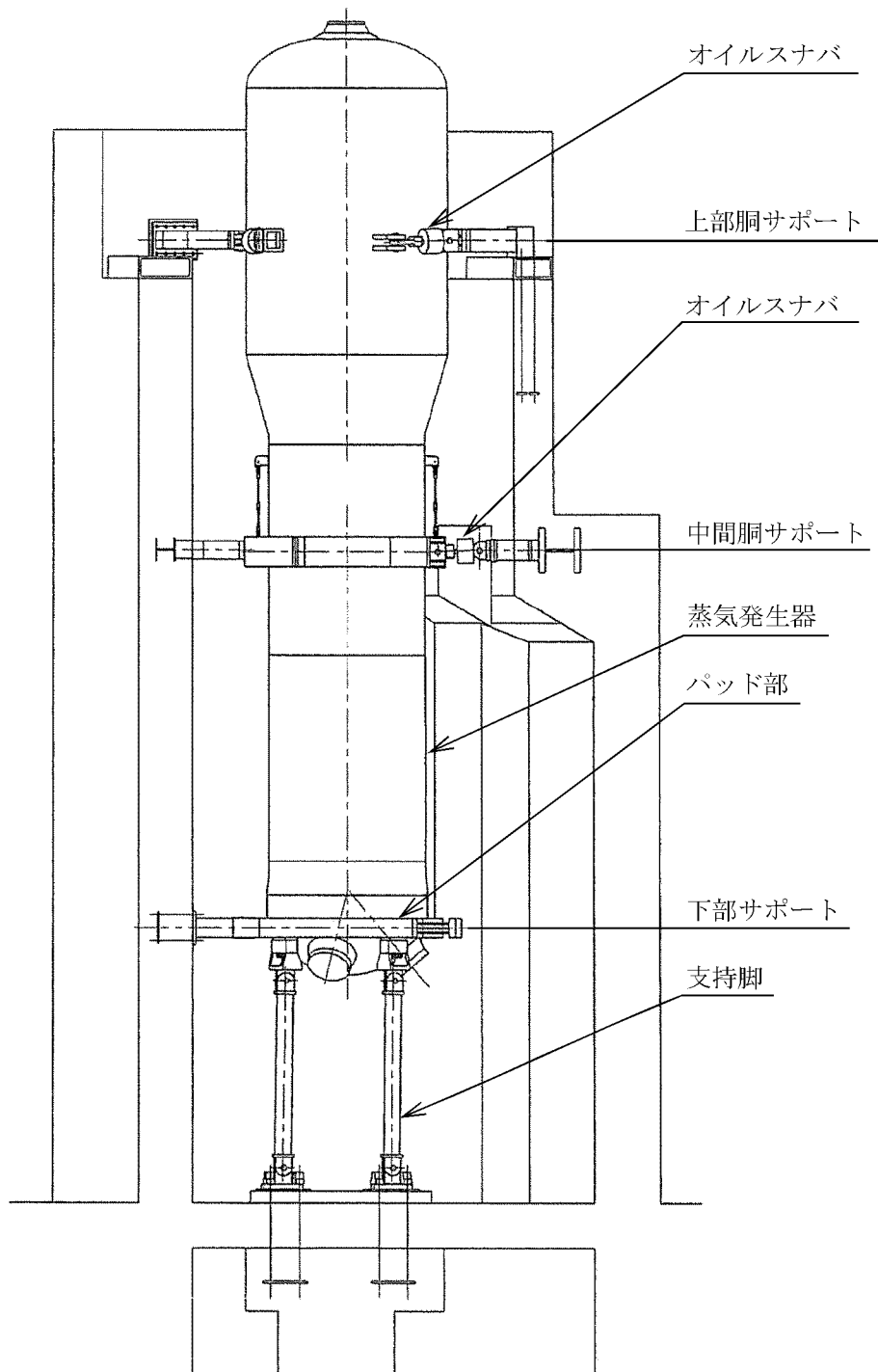
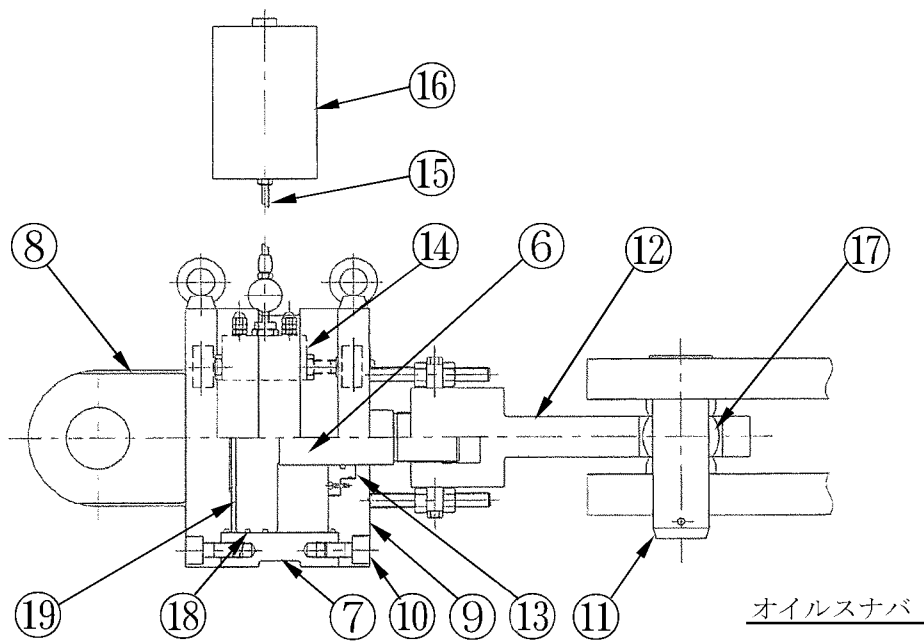
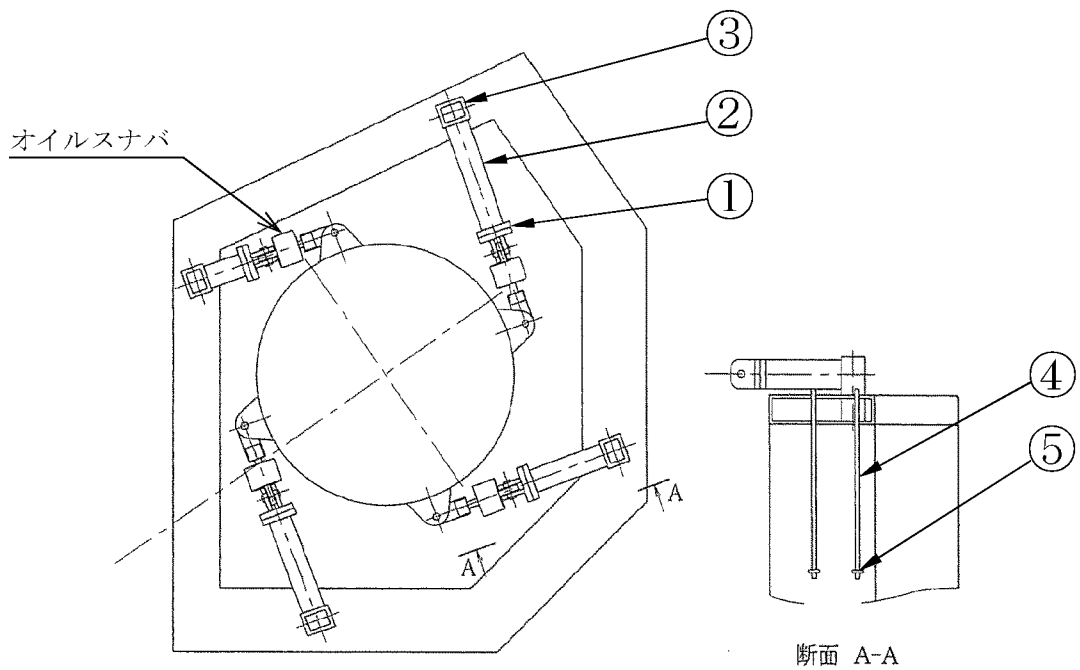


図2.1-2 川内1号炉 蒸気発生器サポート構造図

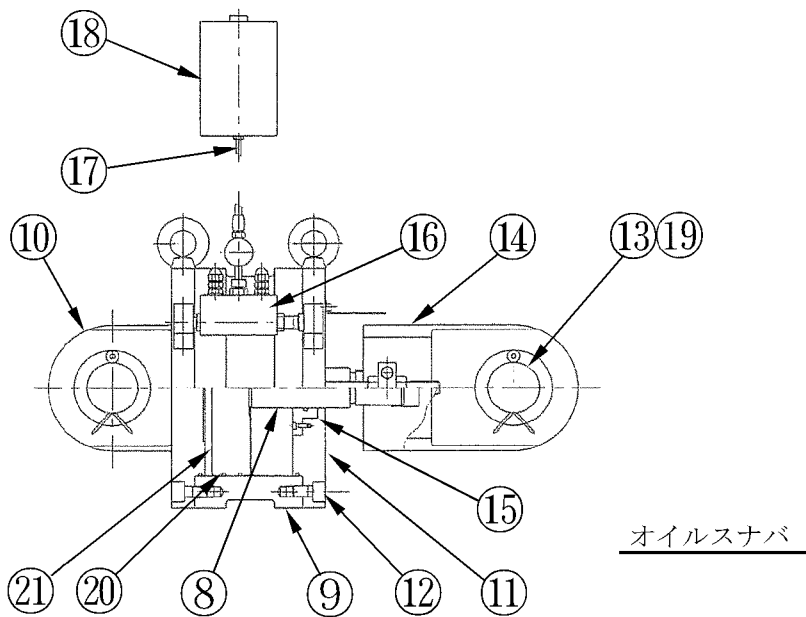
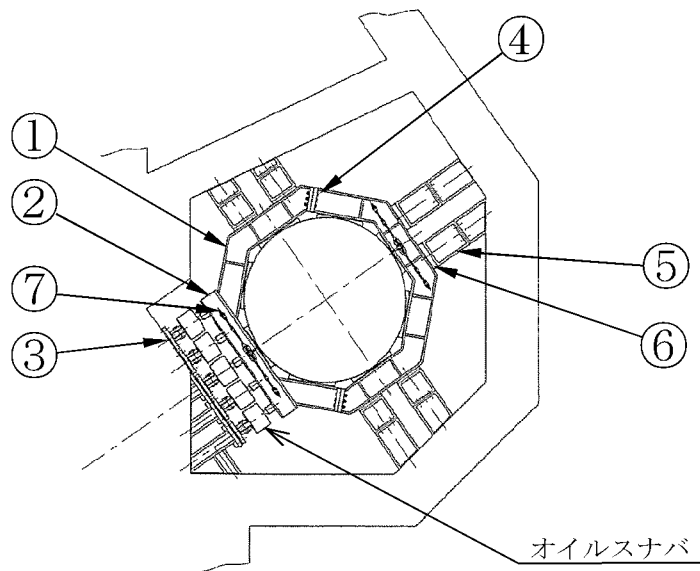


No.	部 位	No.	部 位
①	ビームブラケット	⑪	ピ ン
②	サポートビーム	⑫	コネクティングラグイーヤ
③	サポートコラム	⑬	ブッシュ
④	基礎ボルト	⑭	コントロールバルブ
⑤	埋込金物	⑮	給 油 管
⑥	ピストンロッド	⑯	オイルリザーバ
⑦	シリンダチューブ	⑰	球面軸受
⑧	シリンダカバーイーヤ	⑱	オイルシール
⑨	ロッドカバー	⑲	オ イ ル
⑩	タイボルト		

図2.1-3 川内1号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポート構造図

表2.1-2 川内1号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポート主要部位の使用材料

部 位		材 料
ビームブラケット		炭 素 鋼
サポートビーム		炭 素 鋼
サポートコラム		炭 素 鋼
基礎ボルト		低合金鋼
埋込金物		炭 素 鋼
オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバーイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	ピ ン	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	コントロールバルブ	炭 素 鋼
	給 油 管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	球面軸受	軸 受 鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
	オ イ ル	消耗品・定期取替品

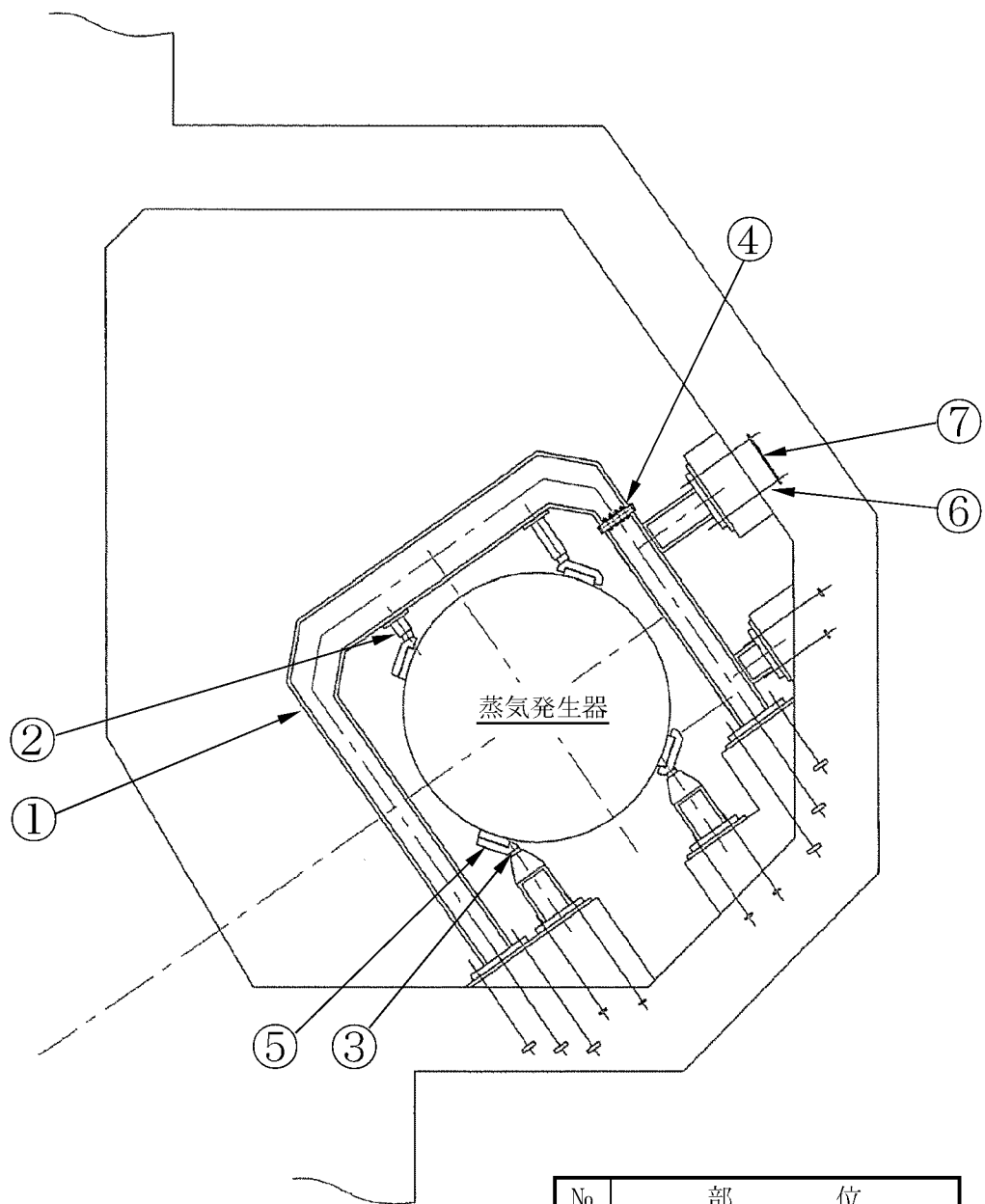


No.	部 位	No.	部 位
①	リングフレーム	⑫	タイボルト
②	リングフレームスナバ取付部	⑬	ピ ン
③	スナバブラケット	⑭	コネクティングラグイーヤ
④	リングフレーム組立ボルト	⑮	ブッシュ
⑤	バックバンパ	⑯	コントロールバルブ
⑥	シ ム	⑰	給 油 管
⑦	吊り金物	⑱	オイルリザーバ
⑧	ピストンロッド	⑲	球面軸受
⑨	シリンダチューブ	⑳	オイルシール
⑩	シリンダカバーイーヤ	㉑	オ イ ル
⑪	ロッドカバー		

図 2.1-4 川内 1 号炉 蒸気発生器サポート 中間胴サポート構造図

表2.1-3 川内1号炉 蒸気発生器サポート 中間胴サポート主要部位の使用材料

部 位		材 料
リングフレーム		炭 素 鋼
リングフレームスナバ取付部		炭 素 鋼
スナバブラケット		炭 素 鋼
リングフレーム組立ボルト		低合金鋼
バックバンパ		炭 素 鋼
シ ム		炭 素 鋼
吊り金物		低合金鋼
オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバーイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	ピ ン	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	コントロールバルブ	炭 素 鋼
	給 油 管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	球面軸受	軸 受 鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
	オ イ ル	消耗品・定期取替品

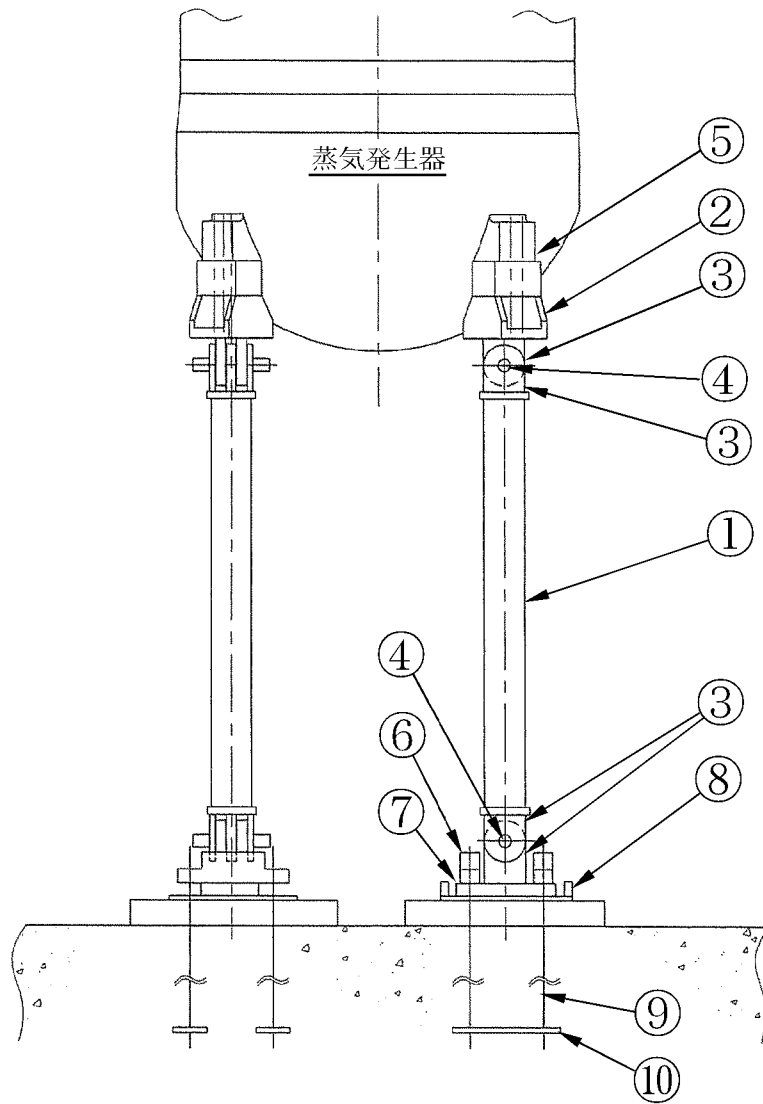


No.	部 位
①	サポートビーム
②	サポートブロック
③	シ ム
④	サポートビーム組立ボルト
⑤	パ ッ ド
⑥	基礎ボルト
⑦	埋込金物

図2.1-5 川内1号炉 蒸気発生器サポート 下部サポート構造図

表2.1-4 川内1号炉 蒸気発生器サポート 下部サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートビーム	炭 素 鋼
サポートブロック	低合金鋼
シ ム	炭 素 鋼
サポートビーム組立ボルト	低合金鋼
パ ッ ド	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼



No.	部 位
①	サポートパイプ
②	支持脚ブラケット
③	ヒンジ
④	支持脚ピン
⑤	植込ボルト
⑥	押え金物
⑦	支持脚ベースプレート
⑧	ベースプレート
⑨	基礎ボルト
⑩	埋込金物

図2.1-6 川内1号炉 蒸気発生器サポート 支持脚構造図

表2.1-5 川内1号炉 蒸気発生器サポート 支持脚主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートパイプ	炭 素 鋼
支持脚ブラケット	炭 素 鋼 低合金鋼
ヒ ン ジ	炭 素 鋼
支持脚ピン	低合金鋼
植込ボルト	低合金鋼
押え金物	低合金鋼
支持脚ベースプレート	低合金鋼
ベースプレート	炭 素 鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼

2.1.3 1次冷却材ポンプサポート

(1) 構造

川内1号炉の1次冷却材ポンプサポートは、上部サポート、下部サポート及び支持脚の3種類が設置されている。

上部サポートは、ポンプ電動機フランジ部の水平面内に取り付けたサポートビーム、オイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

下部サポートは、ポンプケーシングラグ部3ヶ所に設置されたタイロッド、ブラケット等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

支持脚はポンプケーシングラグ部に3本取り付けられており、サポートパイプ、支持脚ブラケット、ヒンジ、押え金物、支持脚ベースプレート、ベースプレート、これらを接続する支持脚ピン等により、自重を支持するとともに地震時の鉛直方向の変位を拘束する構造である。

川内1号炉の1次冷却材ポンプサポートの構造図を図2.1-7～図2.1-10に示す。

(2) 材料

川内1号炉の1次冷却材ポンプサポートの使用材料を表2.1-6～表2.1-8に示す。

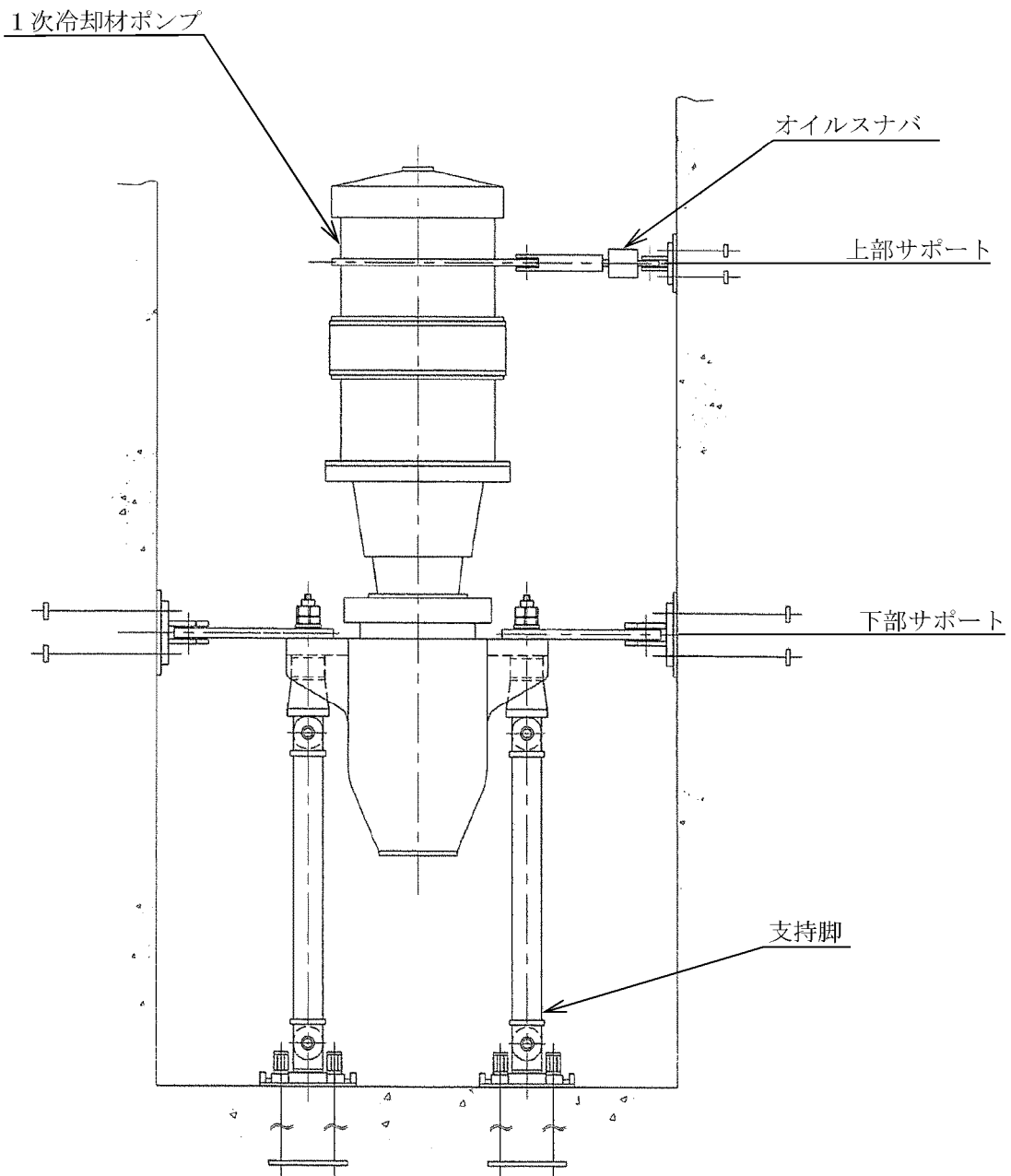


図2.1-7 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート構造図

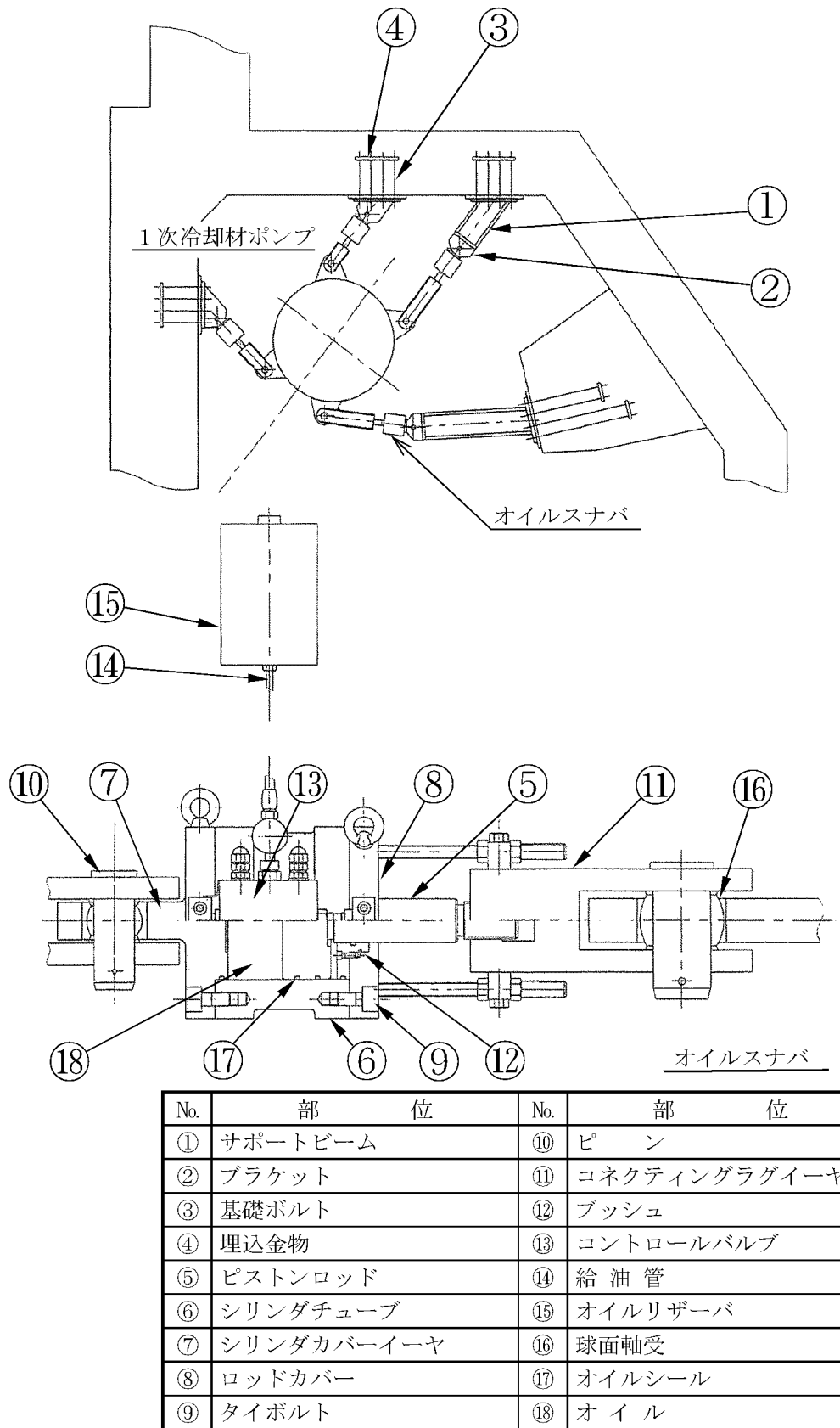
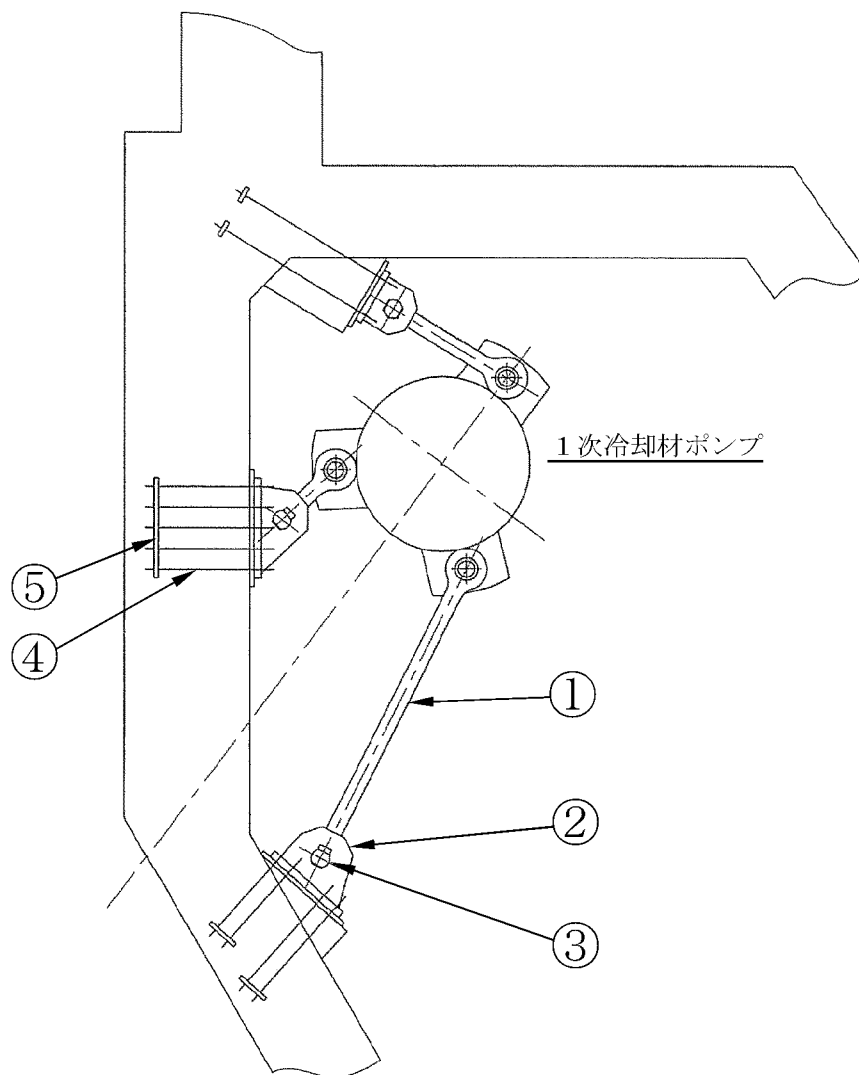


図2.1-8 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポート構造図

表 2.1-6 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポート主要部位の使用材料

部 位		材 料
サポートビーム		炭 素 鋼
ブラケット		炭 素 鋼
基礎ボルト		低合金鋼
埋込金物		炭 素 鋼
オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバーイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	ピ ン	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	コントロールバルブ	炭 素 鋼
	給 油 管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	球面軸受	軸 受 鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
	オ イ ル	消耗品・定期取替品

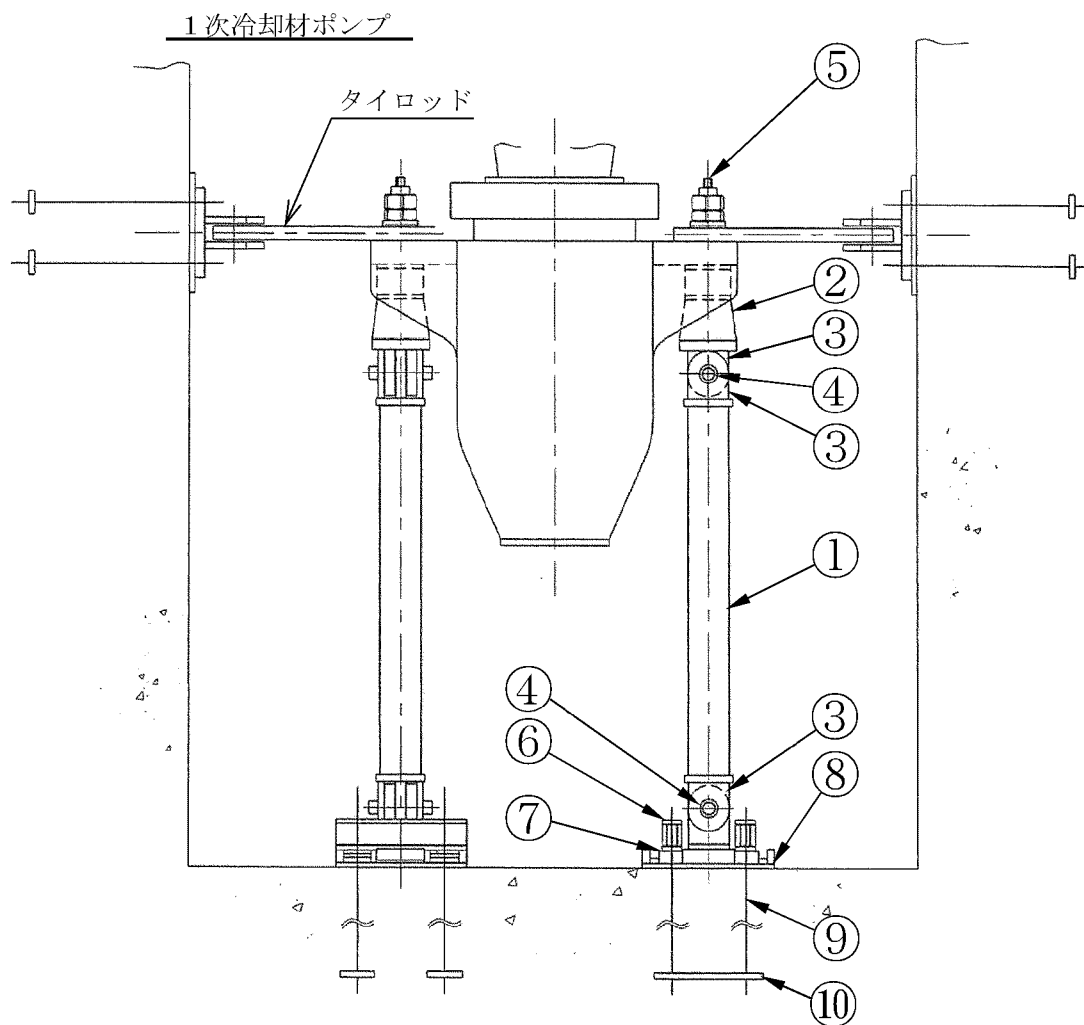


No.	部	位
①	タイロッド	
②	ブラケット	
③	タイロッドピン	
④	基礎ボルト	
⑤	埋込金物	

図2.1-9 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 下部サポート構造図

表2.1-7 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 下部サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
タイロッド	低合金鋼
ブラケット	低合金鋼
タイロッドピン	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼



No.	部 位
①	サポートパイプ
②	支持脚ブラケット
③	ヒンジ
④	支持脚ピン
⑤	支持脚取付ピン
⑥	押え金物
⑦	支持脚ベースプレート
⑧	ベースプレート
⑨	基礎ボルト
⑩	埋込金物

図2.1-10 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚構造図

表2.1-8 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートパイプ	炭 素 鋼
支持脚ブラケット	炭 素 鋼
ヒ ン ジ	低合金鋼
支持脚ピン	低合金鋼
支持脚取付ピン	低合金鋼
押え金物	炭 素 鋼
支持脚ベースプレート	低合金鋼
ベースプレート	炭 素 鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭 素 鋼

2.1.4 加圧器サポート

(1) 構造

川内1号炉の加圧器サポートは、上部サポート及び下部サポートの2種類が設置されている。

上部サポートは、加圧器胴部の水平面内に取り付けたサポートブラケット及び組立ボルトにより地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

下部サポートは、加圧器胴下部に溶接したスカート、基礎ボルト及び埋込金物により地震時の水平及び鉛直方向の変位を拘束する構造である。

川内1号炉の加圧器サポートの構造図を図2.1-11～図2.1-13に示す。

(2) 材料

川内1号炉の加圧器サポートの使用材料を表2.1-9及び表2.1-10に示す。

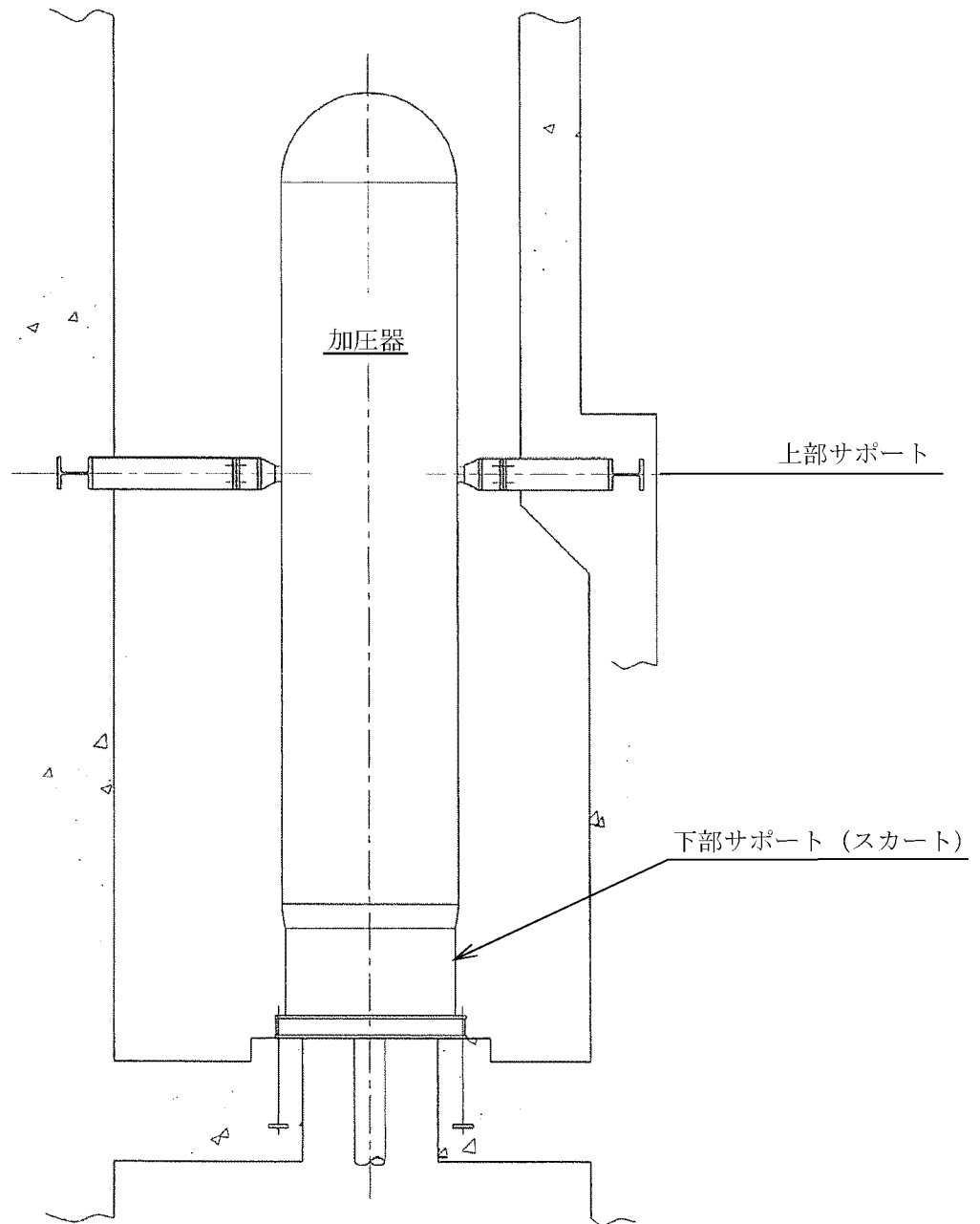
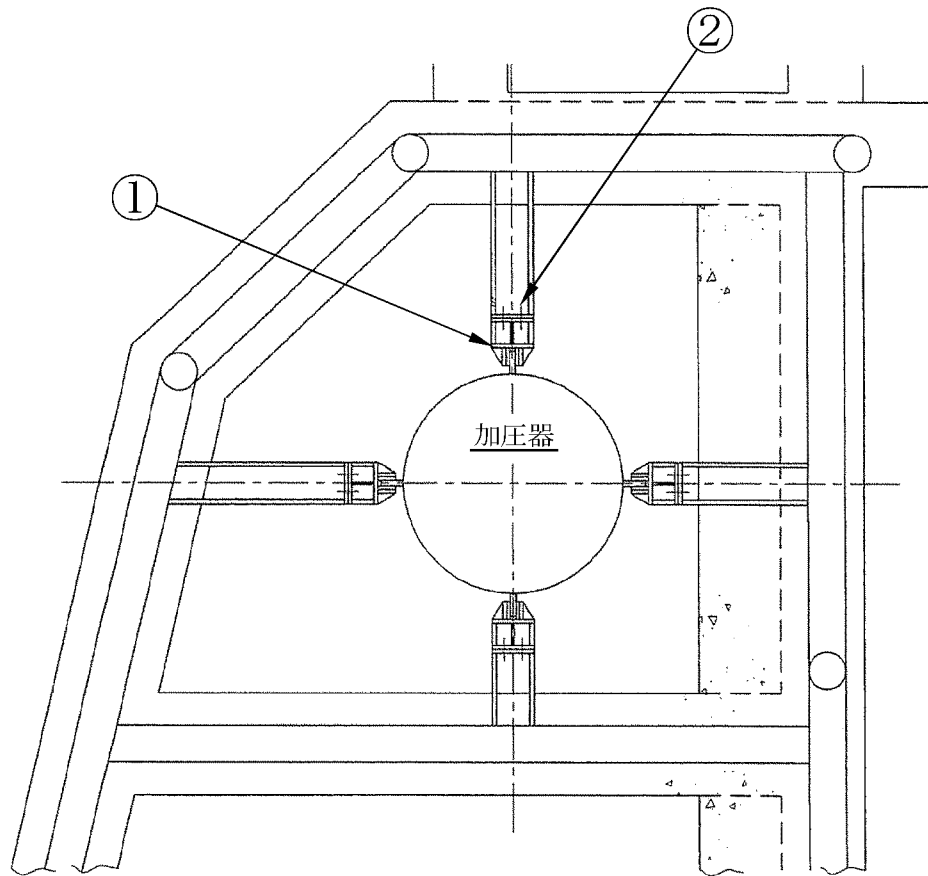


図2.1-11 川内1号炉 加圧器サポート構造図

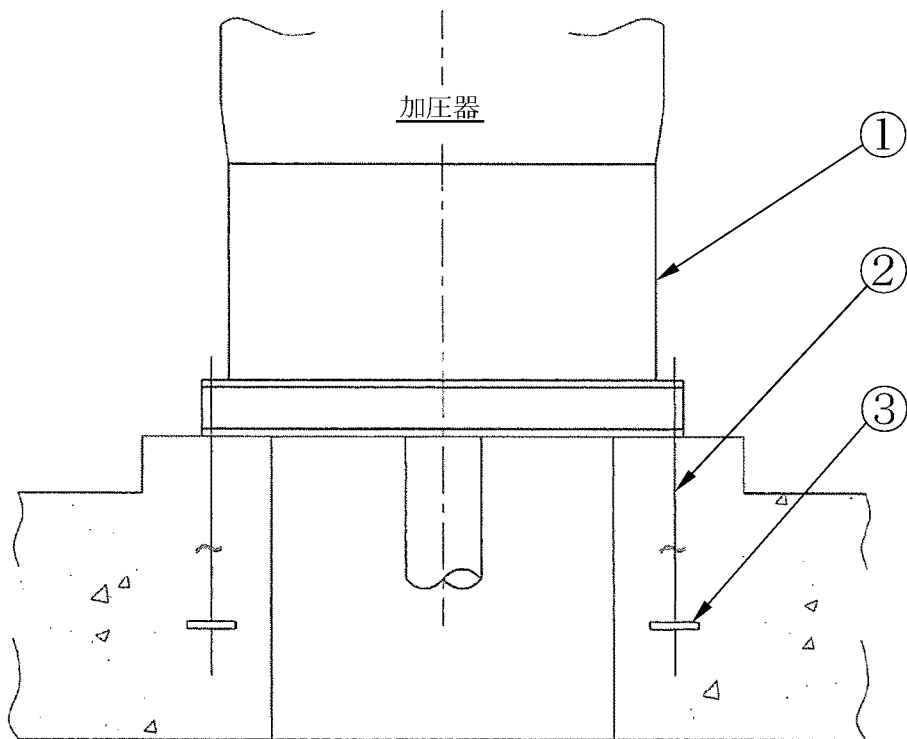


No.	部 位
①	サポートブラケット
②	組立ボルト

図2.1-12 川内1号炉 加圧器サポート 上部サポート構造図

表2.1-9 川内1号炉 加圧器サポート 上部サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートブラケット	炭 素 鋼
組立ボルト	低合金鋼



No.	部 位
①	スカート
②	基礎ボルト
③	埋込金物

図2.1-13 川内1号炉 加圧器サポート 下部サポート（スカート）構造図

表2.1-10 川内1号炉 加圧器サポート 下部サポート（スカート）主要部位の使用材料

部 位	材 料
スカート	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭素鋼

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

原子炉容器、蒸気発生器、1次冷却材ポンプ及び加圧器の機能を維持するために重機器サポートは、次の項目が必要である。

① 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

重機器サポート個々について、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（温度、中性子及びγ線照射等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-3～表2.2-6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2.2-3～表2.2-6で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 加圧器スカート溶接部の疲労割れ [加圧器サポート]

プラントの起動・停止時等に発生する加圧器本体の熱膨張により、繰返し荷重を受けるスカートの溶接部においては、材料に疲労が蓄積することから、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2.2-3～表2.2-6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) サポートブラケット等大気接触部の腐食（全面腐食）〔共通〕

サポートブラケット等は炭素鋼及び低合金鋼を使用しており、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。

摺動部及び蒸気発生器パッドと下部サポートシムとの接触面の摺動部には潤滑材を塗布しており、腐食が発生し難い環境である。

サポートブラケット等は、これまでに摺動部等を含めて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、サポートブラケット等は摺動部等を含めて、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 原子炉容器炉心近傍部材（サポートリブ）の照射脆化 [原子炉容器サポート]

原子炉容器サポートは他の重機器サポートに比べ原子炉容器炉心近傍に設置されており、中性子及びγ線照射により材料の靱性が低下することが想定される。

図2.2-1に照射脆化評価を行った評価部位を示す。

評価部位は原子炉容器サポートのうちせん断荷重が大きいサポートリブとし、当該部の運転開始後60年時点における照射脆化評価を行った。

評価は、運転開始後60年時点においてS_s地震力を受けたとしてもサポートの健全性が保たれることを破壊力学評価を用いて検討した。

応力拡大係数及び破壊靱性値の計算は、電力共同研究「原子炉容器支持構造物の照射脆化に関する研究」及びASME Section III Appendix Gに基づいて実施した。

まず、破壊靱性値の評価式としては、供試材を用いた静的破壊靱性試験及び動的破壊靱性試験から、電力共同研究実施当時のASME Section III Appendix Gに記載されていた K_{IR} 式が図2.2-2に示すとおり供試材を包絡することから原子炉容器サポート使用部材に適用できることを確認した。電力共同研究実施当時のASME Section III Appendix Gに記載されていた K_{IR} 式を以下に示す。なお、初期関連温度（推定 T_{MDT} ）は国内PWRプラントの建設時のミルシートや同種供試材の試験結果等を基に推定した。

$$K_{IR} = 29.43 + 1.344 \exp(0.0261(T - T_{MDT} + 88.9))$$

K_{IR} : 破壊靱性値 [MPa√m]

T : 最低使用温度 [°C]

T_{MDT} : 関連温度 [°C]

原子炉容器サポート廻りの中性子照射量は米国オークリッジ国立研究所（以下、「ORNL」という）で開発改良された2次元輸送解析コード“DORT”を用いて全エネルギー領域にわたって算定し、この値を基に図2.2-3に示すNUREG-1509（“Radiation Effects on Reactor Pressure Vessel Supports” R. E. Johnson, R. E. Lipinski NRC 1996 P14）に記載されているORNLのHFIR炉のサーベイランスデータ及び米国 SHIPPINGPORT（Shippingport）炉の材料試験データ等の上限を包絡する曲線を基にした脆化予測曲線を用いて脆化度（遷移温度：脆化量推定値（ ΔT_{NDT} ） $^{\circ}\text{C}$ ）を推定した。

評価は、原子炉容器サポートの最低使用温度を基準としてS_s地震が発生したとき、製造時又は溶接時の欠陥を想定した場合に脆性破壊が発生するか否かを破壊力学評価を基に検討した。

評価に用いた欠陥寸法は、「日本電気協会 原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法（JEAC4206-2007）」に準拠し、板厚の1/4として、き裂のアスペクト比（深さと表面長さの比率）はASME Sec. III Appendix Gに準拠して1/6とした。

なお、破壊力学評価に用いる応力拡大係数は、サポートリブに対しては平板要素としてRaju-Newmanの次式を使用した。

$$K_I = F \sigma \sqrt{(\pi a/Q)}$$

$$F = (M_1 + M_2 \cdot (a/t)^2 + M_3 \cdot (a/t)^4) g \cdot f_\phi \cdot f_w$$

0 < a/c ≤ 1 の場合

$$Q = 1 + 1.464 (a/c)^{1.65}$$

$$M_1 = 1.13 - 0.09 \cdot (a/c)$$

$$M_2 = -0.54 + 0.89 / (0.2 + a/c)$$

$$M_3 = 0.5 - 1 / (0.65 + a/c) + 14(1 - a/c)^{24}$$

$$f_\phi = ((a/c)^2 \cos^2 \phi + \sin^2 \phi)^{1/4}$$

$$g = 1 + (0.1 + 0.35 \cdot (a/t)^2) (1 - \sin \phi)^2$$

$$f_w = \left(\sec \left(\frac{\pi c}{2b} \sqrt{(a/t)} \right) \right)^{1/2}$$

1 < a/c < 2 の場合

$$Q = 1 + 1.464 (c/a)^{1.65}$$

$$M_1 = \sqrt{(c/a)} \cdot (1 + 0.04 \cdot c/a)$$

$$M_2 = 0.2 \cdot (c/a)^4$$

$$M_3 = -0.11 \cdot (c/a)^4$$

$$f_\phi = ((c/a)^2 \sin^2 \phi + \cos^2 \phi)^{1/4}$$

$$g = 1 + (0.1 + 0.35 \cdot (c/a) (a/t)^2) (1 - \sin \phi)^2$$

$$f_w = \left(\sec \left(\frac{\pi c}{2b} \sqrt{(a/t)} \right) \right)^{1/2}$$

ここで、

a : き裂深さ

c : 表面長さの半長

t : 平板の厚さ

b : 平板の幅の半長

φ : き裂前縁の位置を表す角度

表2.2-1に評価結果を示す。

評価結果よりサポートリブは劣化が進展すると仮定した場合におけるプラント運転開始後60年時点を想定し原子炉容器サポートの最低使用温度でS_s地震が発生したとしても、破壊靱性値(K_{IR})が応力拡大係数(K_I)を上回っていることから、原子炉容器サポートの健全性は保たれることを確認した。

さらに、キャビティシール据付時の隙間計測に原子炉容器とキャビティに有意な高低差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。

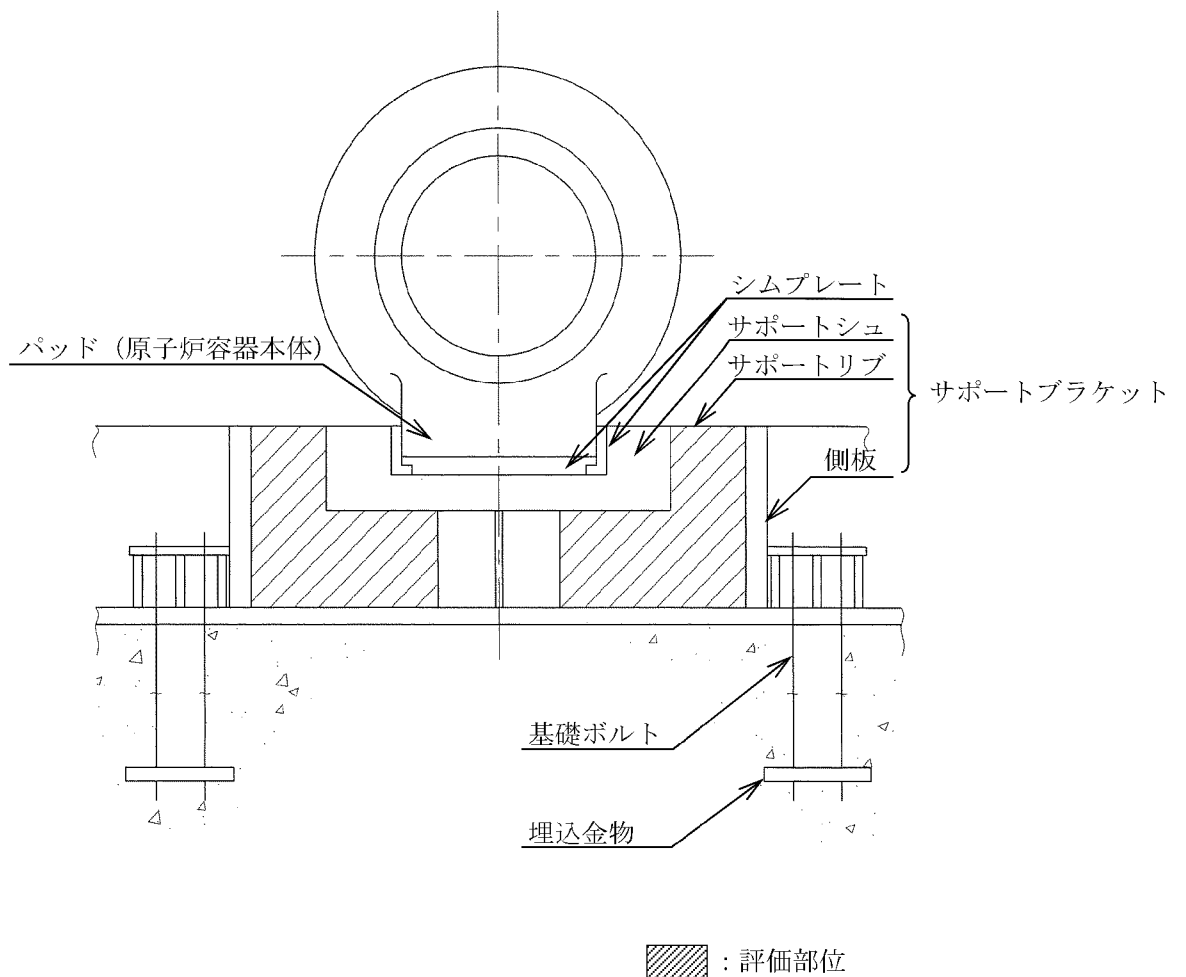


図2.2-1 川内1号炉 原子炉容器サポートの照射脆化評価部位

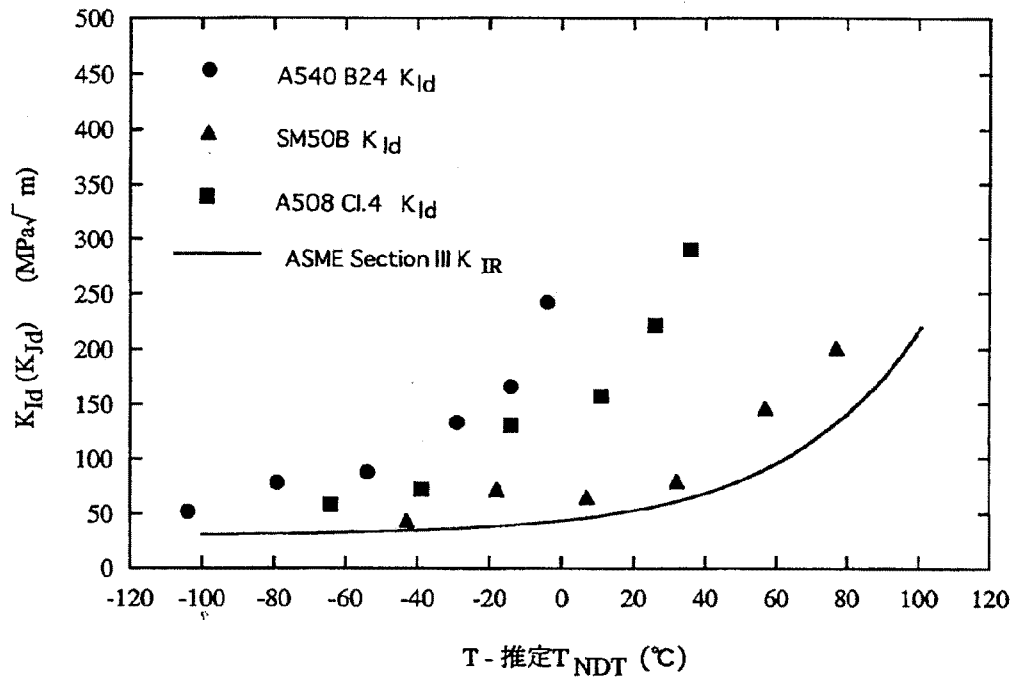


図2.2-2 動的破壊靱性と (T-推定 T_{NDT}) の関係

[出典：電力共通研究「原子炉容器支持構造物の照射脆化に関する研究」1999年度]

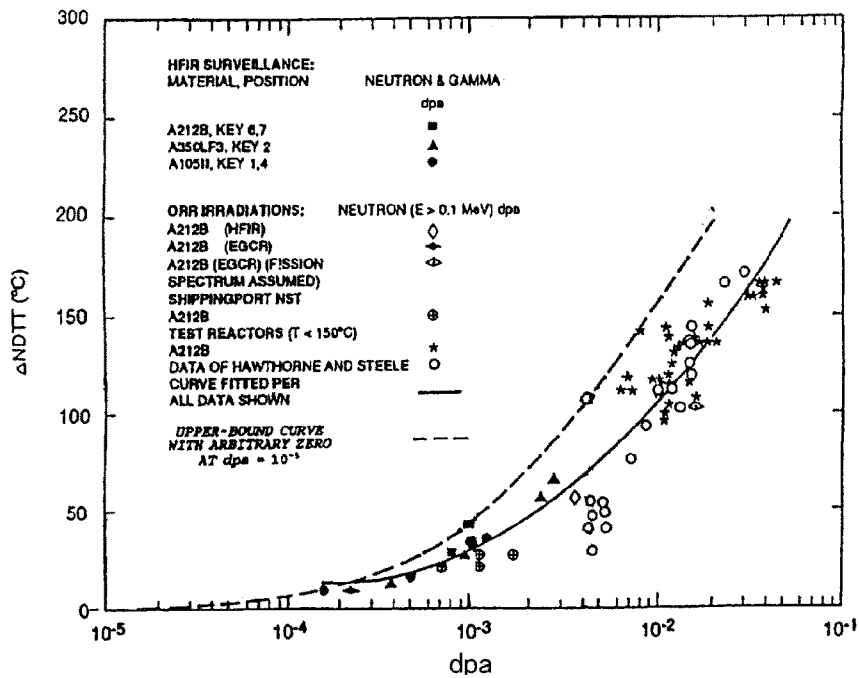


図2.2-3 原子炉容器サポートの脆化予測曲線

[出典：NUREG-1509 (“Radiation Effects on Reactor Pressure Vessel Supports”

R. E. Johnson, R. E. Lipinski NRC 1996 P14)]

表2.2-1 川内1号炉 サポートブラケット（サポートリブ）の脆化評価結果

評価部位 (材料名)	サポートブラケット（サポートリブ） (SM50B)
K_I/K_{TR}	0.15
評価	○

(3) パッド、ヒンジ等摺動部の摩耗

[原子炉容器サポート、蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート]

機器の移動を許容するサポートの摺動部材（パッド、ヒンジ等、ただしピンは除く）は、機器の熱移動や振動により摩耗が想定される。

摩耗が想定される代表部位として原子炉容器サポートの摺動部を図2.2-4に、蒸気発生器支持脚及び1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部を図2.2-5に示す。

原子炉容器サポート、蒸気発生器支持脚及び1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部は、重機器の自重を支えていることから当該部に発生する荷重は小さいとは言えないため、運転開始後60年時点における推定摩耗量を評価した。

摩耗量については、現在定量的に評価する理論が確立されていないが、ここではホルム (Holm) の理論式（機械工学便覧（(社)日本機械学会））により、概略の摩耗量の推定を行った。

$$\text{ホルムの式： } W = K \cdot S \cdot P / P_m$$

W : 摩耗量 [m³]

K : 摩耗係数 [-]

S : すべり距離 [m]

P : 荷重 [N]

P_m : かたさ [N/m²]

なお、評価にあたっては、通常運転時における評価対象サポートに加わる荷重を算出した。すべり距離については計算により求めた熱移動量を基に運転状態Ⅰ及び運転状態Ⅱの過渡条件とその回数から算出した。

摩耗係数及び硬さについては、J. F. Archard&W. Hirst, Proc. Roy. Soc., 236, A, (1956), 397より使用温度での硬さの変化を考慮しても安全側の評価となるよう、実機より柔らかい材料である潤滑材なしの軟鋼-軟鋼のデータを引用した。

評価結果を表2. 2-2に示す。

評価結果より運転開始後60年時点の推定摩耗深さ(推定減肉量)は許容値に比べ小さい。また、原子炉容器パッドについてはキャビティシール据付時に偏りが無いことを定期的に確認しており、これまでに有意な偏りは認められないことから、長期運転にあっても支持機能に影響を及ぼす可能性はないと考える。

また、パッドの摩耗に対しては、定期的に原子炉容器とキャビティに有意な高低差が無いことをキャビティシール据付時の隙間計測により確認し、ヒンジ等摺動部の摩耗に対しては、外観点検時にかみ合い深さ(ヒンジ先端からそれとかみ合うヒンジ底部まで)を目視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。

表2. 2-2 川内1号炉 重機器サポート摺動部の摩耗量評価結果

評価部位	運転開始後60年時点での推定摩耗深さ / 許容値
原子炉容器パッド	約1/3
蒸気発生器支持脚ヒンジ	約1/500
1次冷却材ポンプ支持脚ヒンジ	約1/200

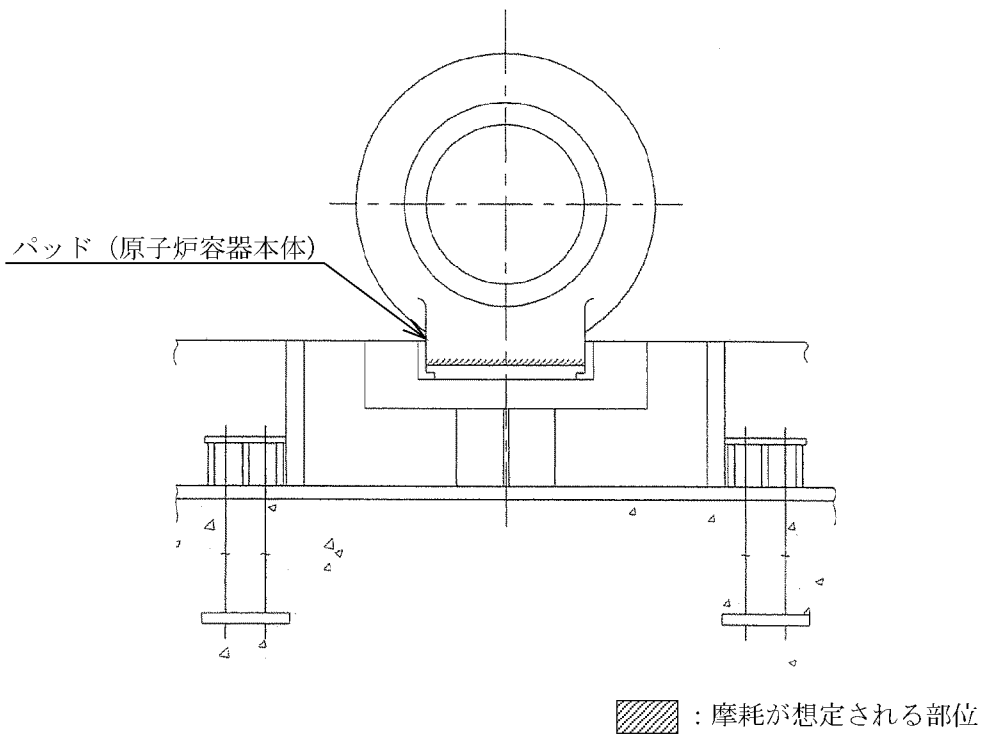


図2.2-4 川内1号炉 原子炉容器サポートの摺動部 (パッド)

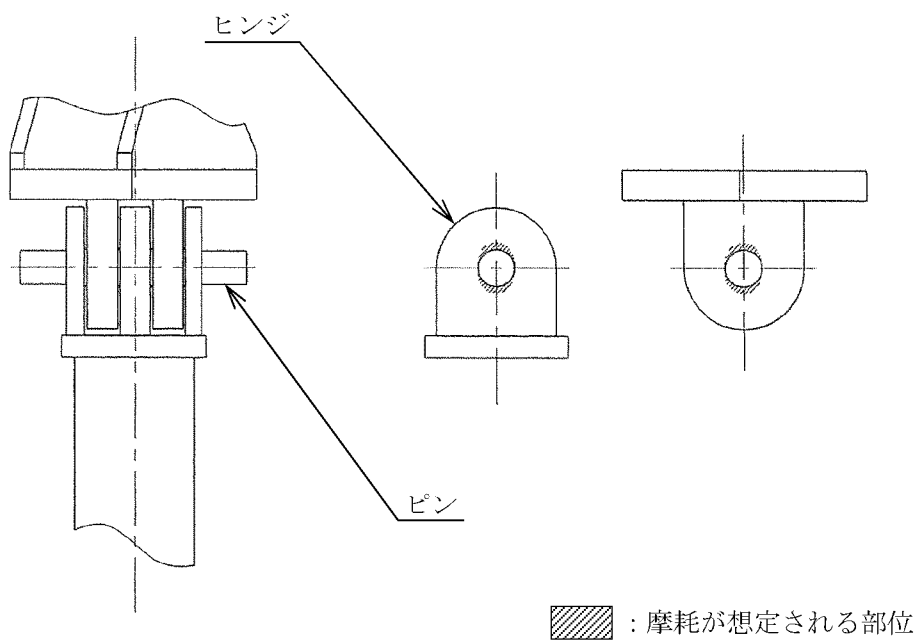


図2.2-5 川内1号炉 蒸気発生器支持脚及び1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部 (ヒンジ)

(4) ピン等の摩耗 [蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート]

機器の移動を許容するサポートの摺動部材は、機器の熱移動や振動により摩耗が想定される。

しかしながら、蒸気発生器及び1次冷却材ポンプのオイルスナバは地震時の水平方向変位を拘束するものであり、蒸気発生器の上部胴サポート、中間胴サポート及び1次冷却材ポンプの上部サポート及び下部サポートにかかる荷重は小さい。

通常運転における熱移動はサイクル数が少ない(最大変位が想定されるのはプラント起動・停止時)ため、著しい摩耗が生じる可能性は小さい。

振動による摩耗については発生荷重が小さく、可動部を摺動させるほどの力は生じないと考える。

ピン(材料:SNB23-3)については、ヒンジ(材料:SM490B、SFVV3)及びタイロッド(材料:SNCM630)よりも硬質な材料を使用しており、オイルスナバのピストンロッド(材料:SNCM630)については、ブッシュ(材料:BC6)よりも硬質な材料を使用している。

一方、オイルスナバのピンについては、運転時有意な荷重がかからない。

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、外観点検時の目視確認により、ピンのかみ合い部及びオイルの漏れ等の異常がないことを確認することにより、機器の健全性を確認している。

(5) ヒンジ溶接部の疲労割れ [蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート]

支持脚はプラント起動・停止時等に発生する機器の熱移動によるスライド方向以外の繰り返し荷重により、ヒンジ溶接部において疲労割れが想定される。

しかしながら、スライド方向以外に発生する荷重はわずかであり、有意な応力変動を受けない。

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、外観点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

基礎ボルトは低合金鋼であり、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。

(7) 埋込金物の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物、原子炉容器サポートの外周プレート（コンクリート埋設部）及び埋込補強材は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、コンクリート埋設部にあり、コンクリートが中性化に至るには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

オイルスナバに使用しているオイルシール及びオイル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2.2-3 川内1号炉 原子炉容器サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	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		
機器の支持	サポートブラケット (サポートシュ)		低合金鋼		△					*1:照射脆化 *2:大気接触部 *3:コンクリート埋設部	
	サポートブラケット (サポートリップ)		炭素鋼		△				△*1		
	サポートブラケット (側板)		炭素鋼		△						
	シムプレート		低合金鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						
	ベースプレート		炭素鋼		△						
	外周プレート		炭素鋼		△*2 ▲*3						
	埋込補強材		炭素鋼		▲						
	パッド(原子炉容器本体)		低合金鋼	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着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(1/4) 川内1号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	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			
機器の支持	ビームブラケット		炭素鋼	△	△							
	サポートビーム		炭素鋼		△							
	サポートコラム		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		低合金鋼		△							
	埋込金物		炭素鋼		▲							
	オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△						
		シリンダチューブ		低合金鋼		△						
		シリンダカバー イヤ		低合金鋼		△						
		ロッドカバー		低合金鋼		△						
		タイボルト		低合金鋼		△						
		ピ ン		低合金鋼	△	△						
		コネクティングラグ イヤ		低合金鋼		△						
		ブッシュ		銅合金鋳物	△							
		コントロールバルブ		炭素鋼		△						
		給油管		ステンレス鋼								
		オイルリザーバ		ステンレス鋼								
		球面軸受		軸受鋼								
		オイルシール	◎	—								
オ イ ル	◎	—										

△：高経年化対策上着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(2/4) 川内1号炉 蒸気発生器サポート 中間胴サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	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	リングフレーム		炭素鋼		△							
	リングフレームスナバ取付部		炭素鋼	△	△							
	スナバブラケット		炭素鋼	△	△							
	リングフレーム組立ボルト		低合金鋼		△							
	バックバンパ		炭素鋼		△							
	シ ム		炭素鋼		△							
	吊り金物		低合金鋼		△							
	オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△						
		シリンダチューブ		低合金鋼		△						
		シリンダカバー イヤ		低合金鋼		△						
		ロッドカバー		低合金鋼		△						
		タイボルト		低合金鋼		△						
		ピ ン		低合金鋼	△	△						
		コネクティングラグ イヤ		低合金鋼		△						
		ブッシュ		銅合金鋳物	△							
		コントロールバルブ		炭素鋼		△						
		給油管		ステンレス鋼								
		オイルリザーバ		ステンレス鋼								
		球面軸受		軸受鋼								
		オイルシール	◎	—								
オ イ ル	◎	—										

△：高経年化対策上着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2.2-4(3/4) 川内1号炉 蒸気発生器サポート 下部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	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	サポートビーム		炭 素 鋼		△						
	サポートブロック		低合金鋼		△						
	シ ム		炭 素 鋼		△						
	サポートビーム組立ボルト		低合金鋼		△						
	パ ッ ド		低合金鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭 素 鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着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(4/4) 川内1号炉 蒸気発生器サポート 支持脚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	サポートパイプ		炭素鋼		△						
	支持脚ブラケット		炭素鋼 低合金鋼		△						
	ヒンジ		炭素鋼	△	△	△					
	支持脚ピン		低合金鋼	△	△						
	植込ボルト		低合金鋼		△						
	押え金物		低合金鋼		△						
	支持脚 ベースプレート		低合金鋼		△						
	ベースプレート		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着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2.2-5(1/3) 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	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			
機器の支持	サポートビーム		炭素鋼		△							
	ブラケット		炭素鋼	△	△							
	基礎ボルト		低合金鋼		△							
	埋込金物		炭素鋼		▲							
	オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△						
		シリンダチューブ		低合金鋼		△						
		シリンダカバー イヤ		低合金鋼		△						
		ロッドカバー		低合金鋼		△						
		タイボルト		低合金鋼		△						
		ピ ン		低合金鋼	△	△						
		コネクティングラグ イヤ		低合金鋼		△						
		ブッシュ		銅合金鋳物	△							
		コントロールバルブ		炭素鋼		△						
		給油管		ステンレス鋼								
		オイルリザーバ		ステンレス鋼								
		球面軸受		軸受鋼								
オイルシール		◎	—									
オイル		◎	—									

△：高経年化対策上着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2.2-5(2/3) 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 下部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	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	タイロッド		低合金鋼	△	△						
	ブラケット		低合金鋼	△	△						
	タイロッドピン		低合金鋼	△	△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭 素 鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着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2.2-5(3/3) 川内1号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚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		
機器の支持	サポートパイプ		炭素鋼		△						
	支持脚ブラケット		炭素鋼		△						
	ヒンジ		低合金鋼	△	△	△					
	支持脚ピン		低合金鋼	△	△						
	支持脚取付ピン		低合金鋼		△						
	押え金物		炭素鋼		△						
	支持脚ベースプレート		低合金鋼		△						
	ベースプレート		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着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2.2-6(1/2) 川内1号炉 加圧器サポート 上部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	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	サポートブラケット		炭 素 鋼		△						
	組立ボルト		低合金鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-6(2/2) 川内1号炉 加圧器サポート 下部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	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	スカート		低合金鋼		△	○					
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 加圧器スカート溶接部の疲労割れ [加圧器サポート]

a. 事象の説明

加圧器本体の熱膨張によりスカートは繰返し荷重を受け、図2.3-1に示すようなスカートの溶接部においては、疲労が蓄積する。

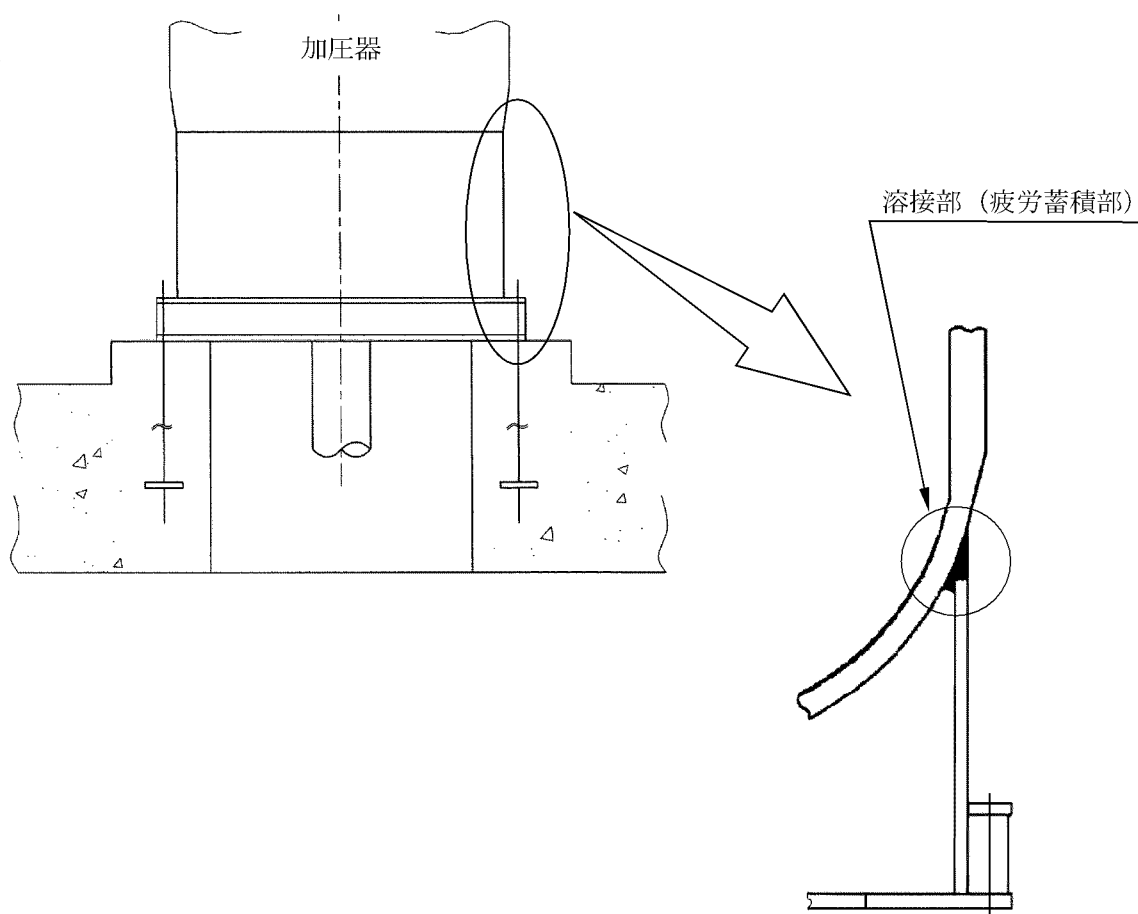


図2.3-1 川内1号炉 加圧器スカート部の疲労蓄積部

b. 技術評価

① 健全性評価

プラント運転時の加圧器本体の熱膨張により発生する応力が大きいと考えられる加圧器スカート溶接部を対象として「(社)日本機械学会設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」に基づき評価を行った。

評価対象部位を図2.3-1に示す。

疲労評価に用いた過渡回数を表2.3-1に示す。

なお、2019年度末までの運転実績に基づき推定した2020年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し、より保守的に設定した過渡回数とした。

評価結果を表2.3-2に示すが、許容値を満足する結果が得られている。

表2.3-1 川内1号炉 加圧器スカート溶接部の疲労評価に用いた過渡回数

運転状態Ⅰ

過 渡 項 目	運転実績に基づく過渡回数	
	2020年3月末時点	運転開始後60年 時点での推定値
起動（温度上昇率55.6℃/h）	38	69
停止（温度下降率55.6℃/h）	36	69
負荷上昇（負荷上昇率5%/min）	335	809
負荷減少（負荷減少率5%/min）	324	798
90%から100%へのステップ状負荷上昇	3	5
100%から90%へのステップ状負荷減少	4	6
100%からの大きいステップ状負荷減少	1	3
定常負荷運転時の変動*1	—	—
燃料交換	25	62
0%から15%への負荷上昇	39	72
15%から0%への負荷減少	30	61
1 ループ停止 / 1 ループ起動		
Ⅰ) 停 止	0	2
Ⅱ) 起 動	0	2

運転状態Ⅱ

過 渡 項 目	運転実績に基づく過渡回数	
	2020年3月末時点	運転開始後60年 時点での推定値
負荷の喪失	5	7
外部電源喪失	1	4
1次冷却材流量の部分喪失	0	2
100%からの原子炉トリップ		
Ⅰ) 不注意な冷却を伴わないトリップ	3	6
Ⅱ) 不注意な冷却を伴うトリップ	0	2
Ⅲ) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	0	2
1次冷却系の異常な減圧	0	2
制御棒クラスターの落下	0	2
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	0	2
1次冷却系停止ループの誤起動	0	2
タービン回転試験	2	2
1次系漏えい試験	31	61

*1：設計評価においては、1次冷却材温度±1.7℃、1次冷却材圧力±0.34MPaの変動があるものとしているが、この過渡項目の疲労累積係数への寄与は小さく、また、実際には通常運転中のゆらぎとして、このような変動は生じていない

表2.3-2 川内1号炉 加圧器スカート溶接部の疲労評価結果

評価部位	疲労累積係数 (許容値：1以下)
加圧器スカート溶接部	0.145

② 現状保全

加圧器スカート溶接部の疲労割れに対しては、定期的に浸透探傷検査を実施し有意な欠陥のないことを確認している。

さらに、高経年化技術評価に合わせて、実績過渡回数に基づく評価を実施することとしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、疲労割れ発生の可能性はないと考える。

ただし、疲労評価は、実績過渡回数に依存するため、今後、実績過渡回数を把握し、評価する必要がある。

また、疲労割れは浸透探傷検査により検知可能であり、また、割れが発生するとすれば応力の観点から考えて溶接部であると判断されることから、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

加圧器スカート溶接部の疲労割れについては、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

2 空気圧縮装置

[対象機器]

- ① 制御用空気圧縮装置

目 次

1. 対象機器	1
2. 空気圧縮装置の技術評価	2
2.1 制御用空気圧縮装置全体構成	2
2.2 構造、材料及び使用条件	4
2.3 経年劣化事象の抽出	32
2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	54

1. 対象機器

川内1号炉で使用されている空気圧縮装置の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 空気圧縮装置の主な仕様

機器名称 (台数)	仕 様 (容量)	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)
制御用空気圧縮装置 (2)	約17.5m ³ /min	MS-1	連 続	約0.83*2	約250*3

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：制御用空気圧縮機の最高使用圧力を示す

*3：制御用空気除湿装置除湿塔の最高使用温度を示す

2. 空気圧縮装置の技術評価

2.1 制御用空気圧縮装置全体構成

川内1号炉の制御用空気圧縮機は、プラント通常運転時には1台が常時運転状態であり、外部電源喪失時及び安全注入時に自動起動（2台）する。

制御用空気圧縮機は大気を吸入し、2段階の圧縮により約0.69MPaの圧縮空気を吐出する。

圧縮空気は、第1段圧縮（低圧側）後に制御用空気圧縮機インタークーラ、第2段圧縮（高圧側）後に制御用空気圧縮機アフタークーラで冷却し、制御用空気ドレンセパレータでドレン水を分離後、制御用空気だめに貯蔵される。

制御用空気だめに貯蔵された圧縮空気は、制御用空気除湿装置に送られ、乾燥した制御用空気となる。

制御用空気除湿装置から出た制御用空気は、制御用空気除湿装置アフターフィルタで洗浄後に制御用空気系統に送られ、空気作動弁等に供給される。

制御用空気圧縮装置の全体構成図を図2.1-1に示す。

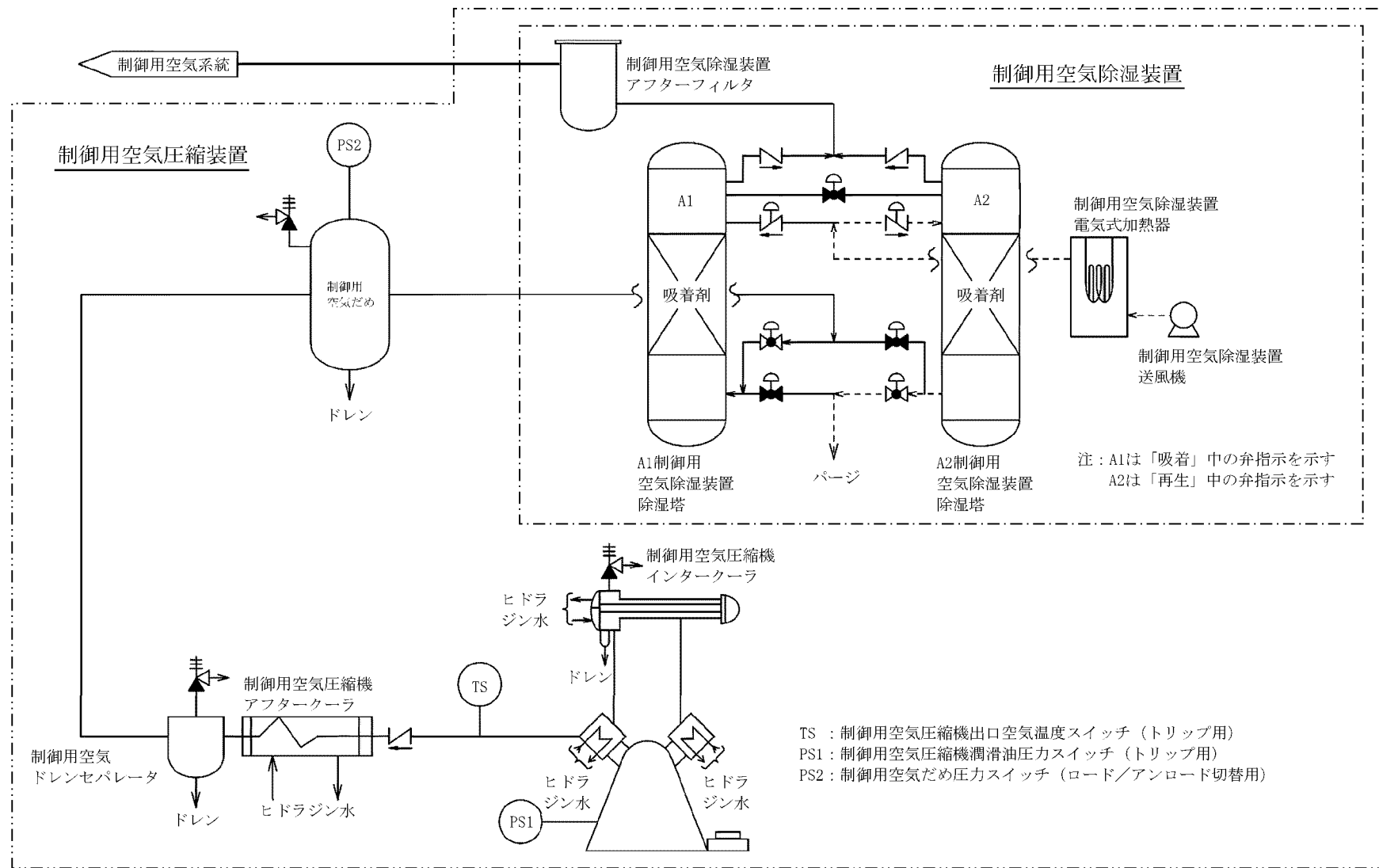


図2.1-1 川内1号炉 制御用空気圧縮装置 全体構成図

2.2 構造、材料及び使用条件

2.2.1 制御用空気圧縮機

(1) 構造

川内1号炉の制御用空気圧縮機は水冷2段無給油式であり、低圧側及び高圧側はシリンダ直径等の寸法は異なるが、同一の構造・材料を使用している。低圧側及び高圧側には、吸入弁と吐出弁が取付けられており、シリンダの中を往復するピストンの動作により吸入弁から空気（大気圧）が吸入され、圧縮された空気が吐出される。

ケーシング及びシリンダは鋳鉄であり、ピストンはアルミ合金鋳物で、主軸は低合金鋼である。

制御用空気圧縮機用電動機は、定格出力120kW、定格電圧440V、定格回転数1,770rpmの全閉屋内形三相誘導電動機（低圧用電動機）である。

電動機の主軸には炭素鋼を使用しており、回転子コアが配置されている。

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り付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受（ころがり）を備えている。

制御用空気圧縮機インタークーラは横置直管式であり、低圧側での圧縮により加熱された空気を冷却する。

伝熱管には銅合金、胴板には炭素鋼を使用しており、それぞれヒドラジン水（防錆剤注入水）、空気に接している。

制御用空気圧縮機アフタークーラは横置直管式であり、高圧側での圧縮により加熱された空気を冷却する。

伝熱管には銅合金、胴板には炭素鋼を使用しており、それぞれヒドラジン水（防錆剤注入水）、空気に接している。

制御用空気ドレンセパレータは炭素鋼製のたて置円筒形であり、圧縮空気を冷却した時に生じる水分を除去する。

制御用空気圧縮機の構成機器の外形図及び構造図を図2.2-1～図2.2-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の制御用空気圧縮機の構成機器の使用材料及び使用条件を表2.2-1及び表2.2-2に示す。

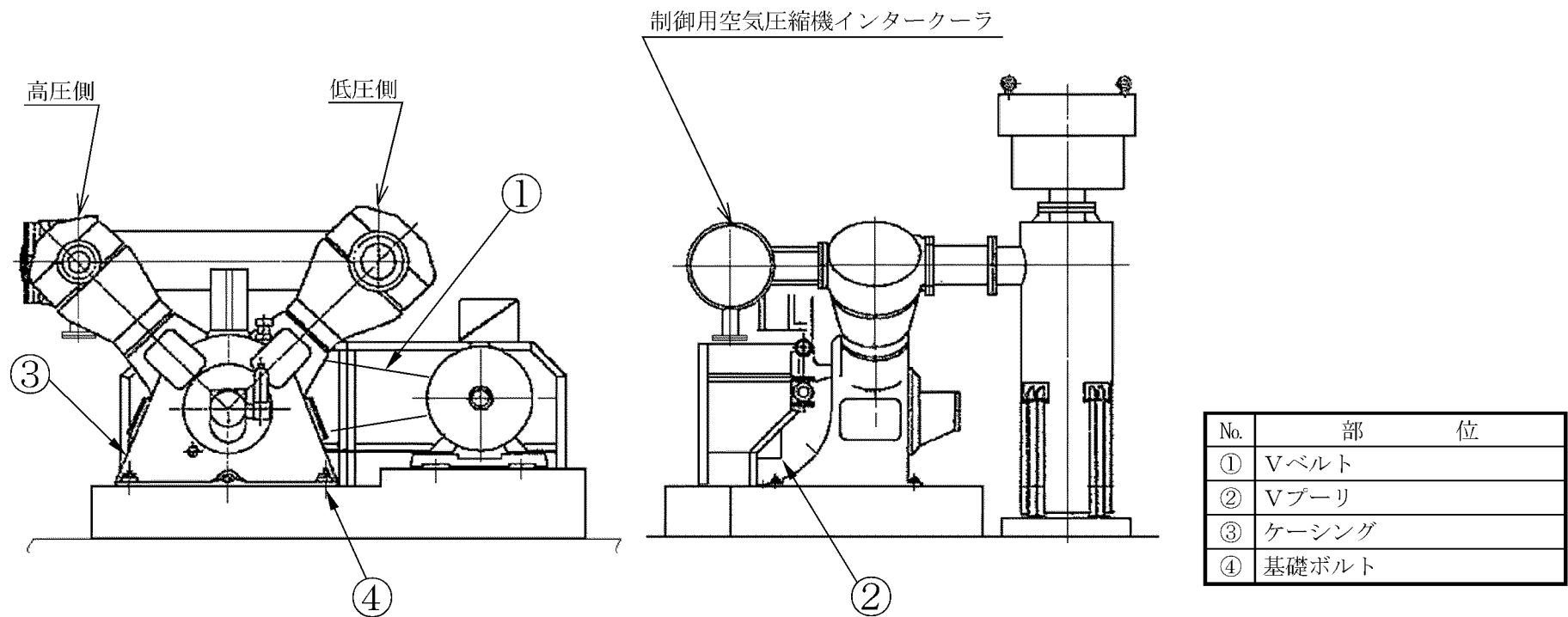


図2.2-1 川内1号炉 制御用空気圧縮機外形図

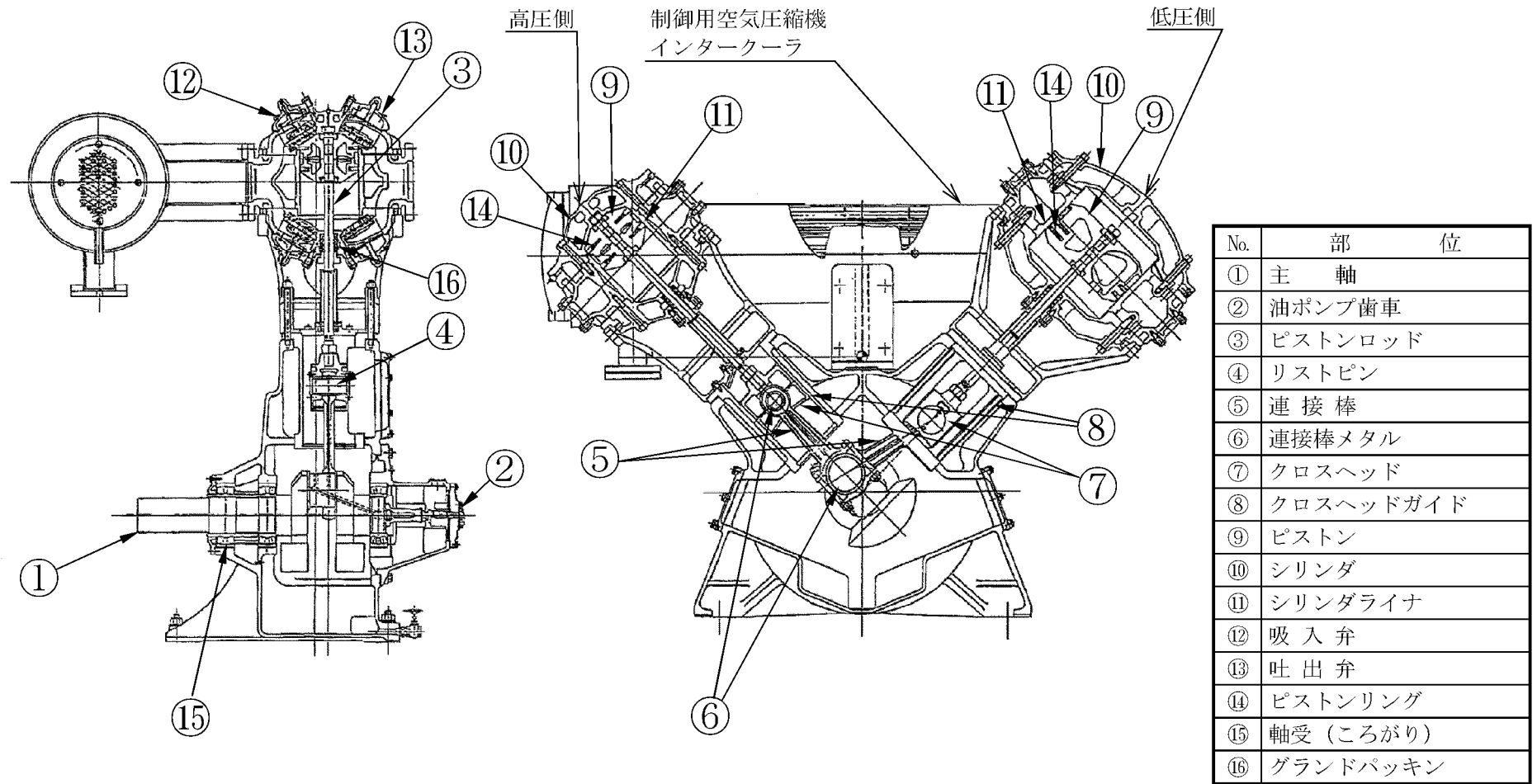
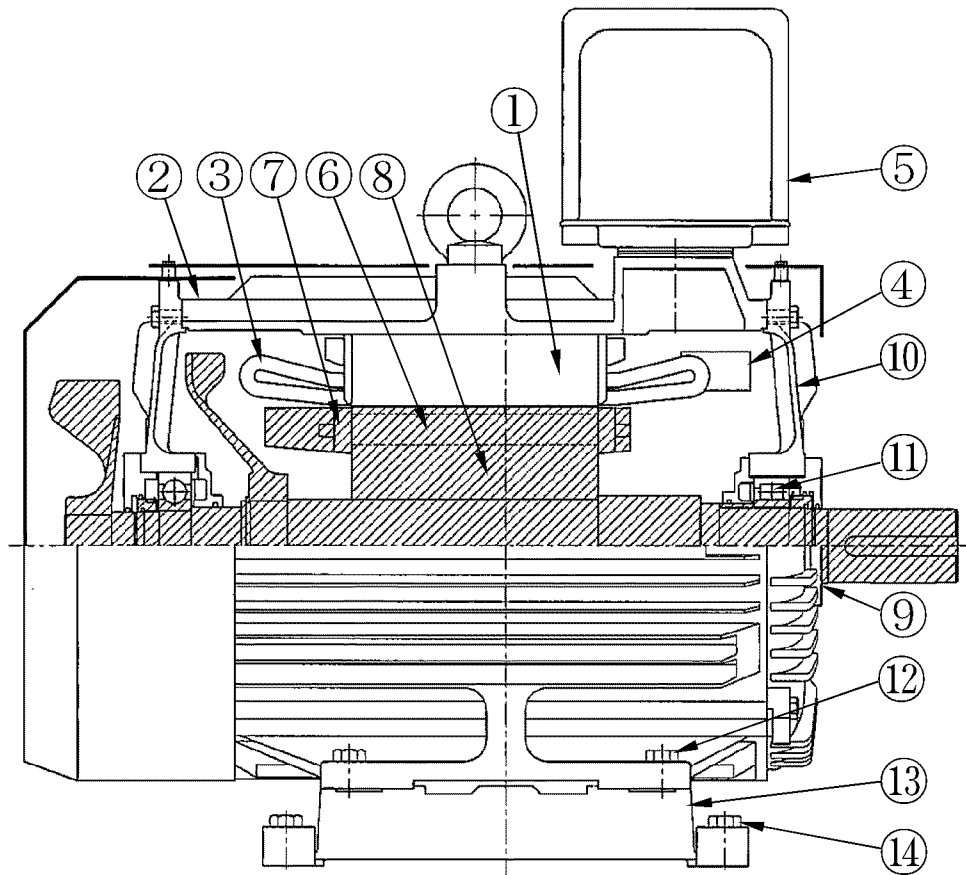


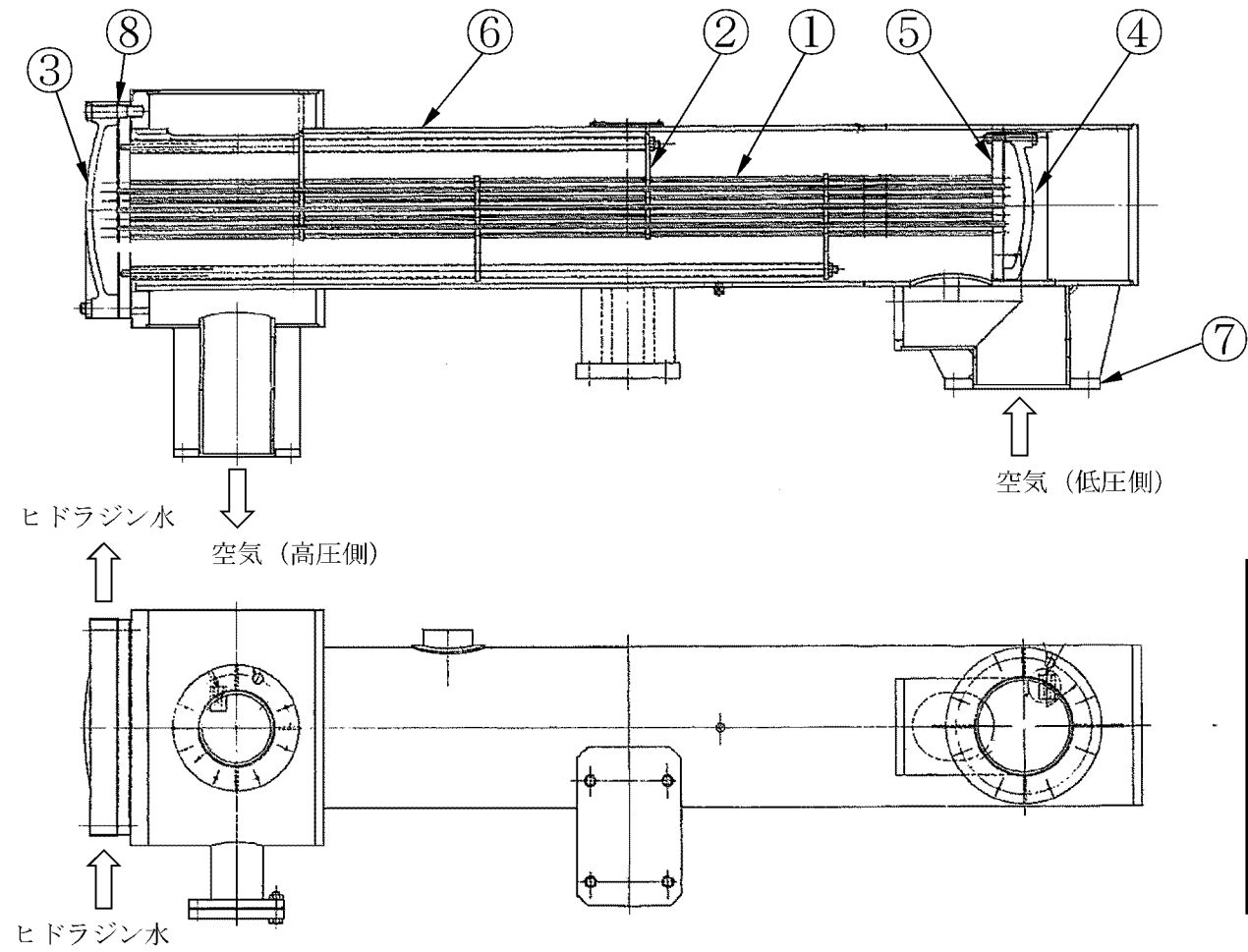
図2.2-2 川内1号炉 制御用空気圧縮機構造図



注：斜線部が回転部を示す

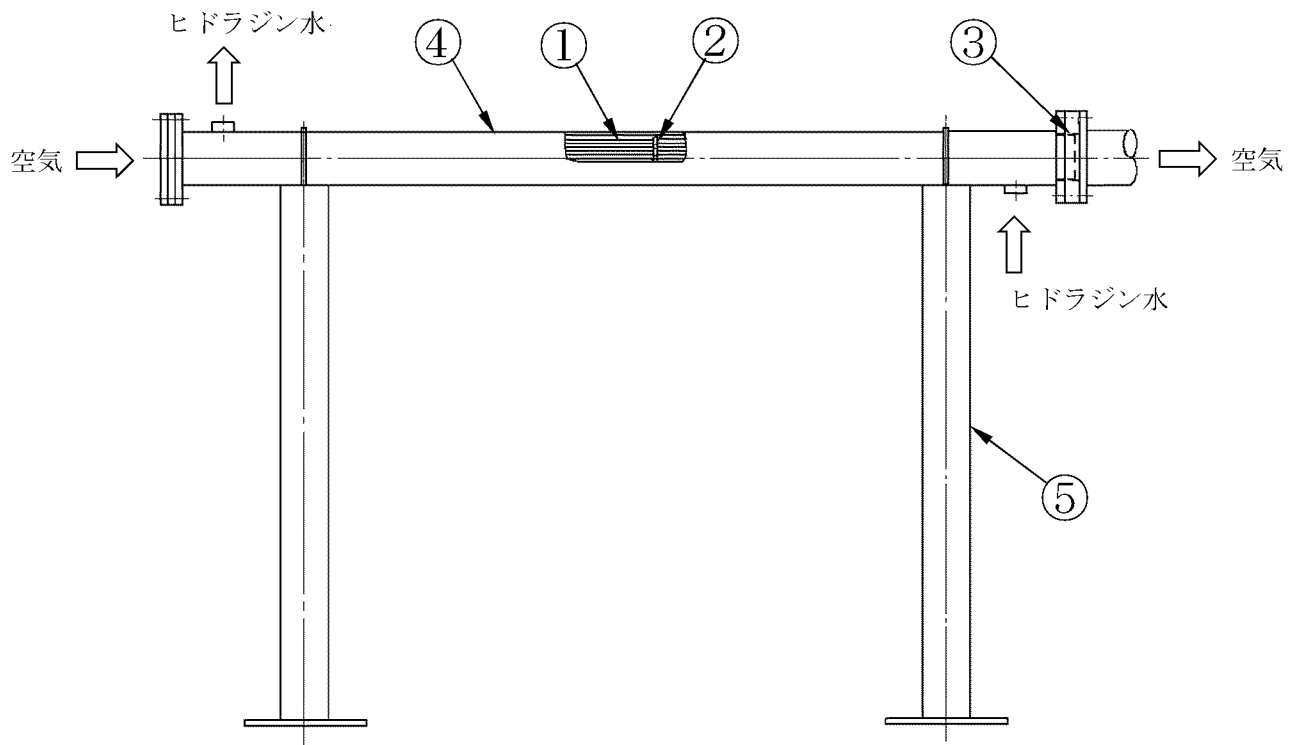
No.	部 位
①	固定子コア
②	フレーム
③	固定子コイル
④	口出線
⑤	端子箱
⑥	回転子棒
⑦	エンドリング
⑧	回転子コア
⑨	主 軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受 (ころがり)
⑫	取付ボルト
⑬	台 板
⑭	基礎ボルト

図2.2-3 川内1号炉 制御用空気圧縮機用電動機構造図



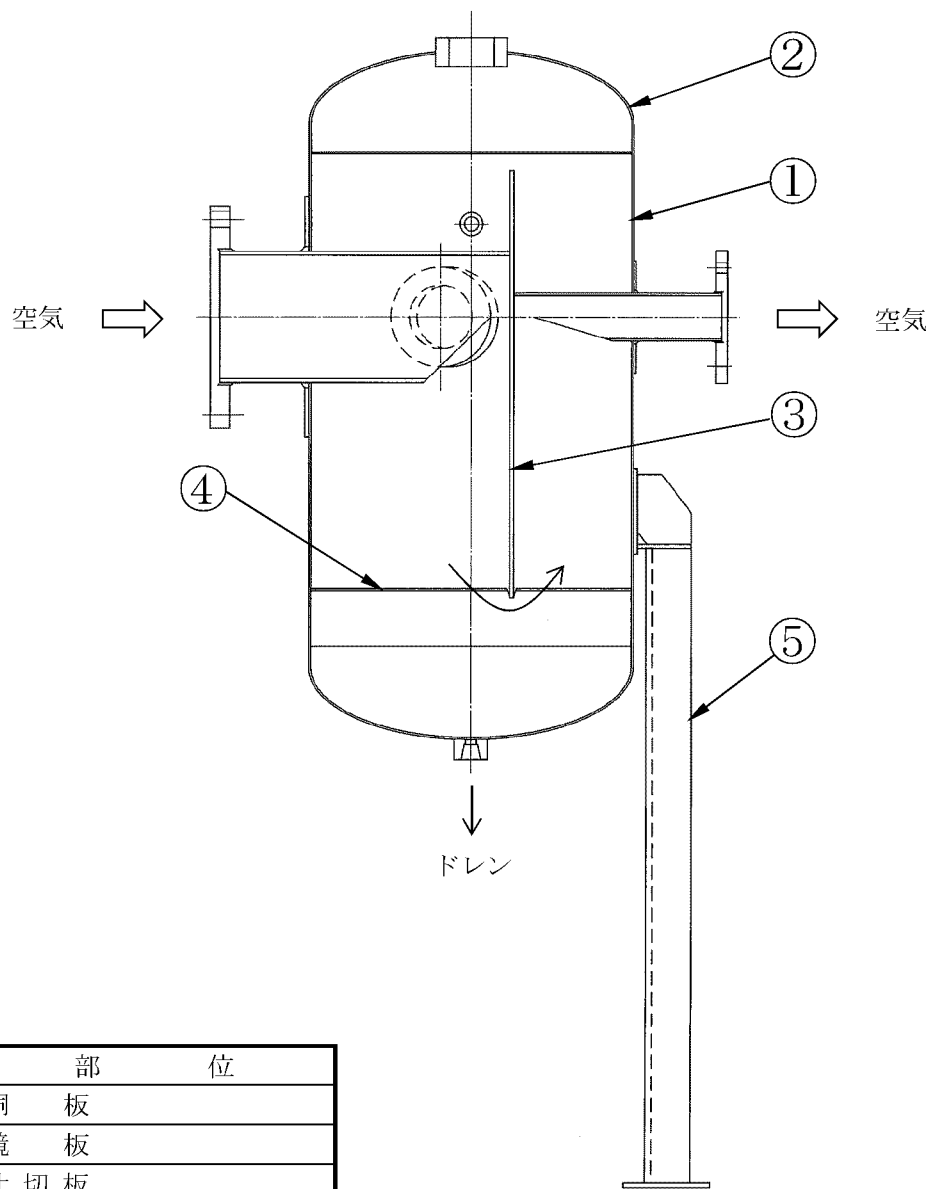
No.	部 位
①	伝 熱 管
②	邪 魔 板
③	メインプレートカバー
④	フローティングプレートカバー
⑤	管 板
⑥	胴 板
⑦	フランジ
⑧	ガスケット

図2.2-4 川内1号炉 制御用空気圧縮機インタークーラ構造図



No.	部 位
①	伝 熱 管
②	管支持板
③	管 板
④	胴 板
⑤	支 持 脚

図2.2-5 川内1号炉 制御用空気圧縮機アフタークーラ構造図



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	仕 切 板
④	多 孔 板
⑤	支 持 脚

図2.2-6 川内1号炉 制御用空気ドレンセパレータ構造図

表2.2-1(1/2) 川内1号炉 制御用空気圧縮機の主要部位の使用材料

部 位	材 料	
制御用空気圧縮機	Vベルト	消耗品・定期取替品
	Vプーリ	鋳 鉄
	主 軸	低合金鋼
	油ポンプ歯車	炭 素 鋼
	ピストンロッド	低合金鋼 (クロムメッキ)
	リストピン	低合金鋼
	連 接 棒	炭 素 鋼
	連接棒メタル	消耗品・定期取替品
	クロスヘッド	鋳 鉄
	クロスヘッドガイド	鋳 鉄
	ピストン	アルミ合金鋳物
	シリンダ	鋳 鉄
	シリンダライナ	鋳 鉄 (クロムメッキ)
	吸 入 弁	消耗品・定期取替品
	吐 出 弁	消耗品・定期取替品
	ピストンリング	消耗品・定期取替品
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	グランドパッキン	消耗品・定期取替品
	ケーシング	鋳 鉄
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気圧縮機 用電動機	固定子コア	珪素鋼板 (ワニス処理)
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	銅、エステルイミド線 (B種絶縁)
	口 出 線	銅、エチレンプロピレンゴム (B種絶縁)
	端 子 箱	炭 素 鋼
	回転子棒	アルミニウム

表2.2-1(2/2) 川内1号炉 制御用空気圧縮機の主要部位の使用材料

部 位		材 料
制御用空気圧縮機 用電動機	エンドリング	アルミニウム
	回転子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	主 軸	炭 素 鋼
	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭 素 鋼
	台 板	鋳 鉄
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気圧縮機 インタークーラ	伝 熱 管	銅 合 金
	邪 魔 板	炭 素 鋼
	メインプレートカバー	鋳 鉄
	フローティングプレートカバー	鋳 鉄
	管 板	炭 素 鋼
	胴 板	炭 素 鋼
	フランジ	炭 素 鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
制御用空気圧縮機 アフタークーラ	伝 熱 管	銅 合 金
	管支持板	フェノール樹脂
	管 板	銅 合 金
	胴 板	炭 素 鋼
	支持脚	炭 素 鋼
制御用空気ドレン セパレータ	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	仕 切 板	炭 素 鋼
	多 孔 板	炭 素 鋼
	支持脚	炭 素 鋼

表2.2-2 川内1号炉 制御用空気圧縮機の使用条件

部 位		条 件	
制御用空気圧縮機	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]	
	最高使用温度	約170℃	
	定 格 容 量	約17.5m ³ /min	
	内 部 流 体	空 気	
制御用空気圧縮機 用電動機	定 格 出 力	120kW	
	周 围 温 度	約40℃*1	
	定 格 電 圧	440V	
	定 格 回 転 数	1,770rpm	
制御用空気圧縮機 インタークーラ	最高使用圧力	(管側) 約0.98MPa[gage]	(胴側) 約0.22MPa[gage]
	最高使用温度	(管側) 約95℃	(胴側) 約170℃
	内 部 流 体	(管側) ヒドラジン水	(胴側) 空 気
制御用空気圧縮機 アフタークーラ	最高使用圧力	(管側) 約0.83MPa[gage]	(胴側) 約0.98MPa[gage]
	最高使用温度	(管側) 約170℃	(胴側) 約95℃
	内 部 流 体	(管側) 空 気	(胴側) ヒドラジン水
制御用空気ドレン セパレータ	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]	
	最高使用温度	約50℃	
	内 部 流 体	空 気	

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.2 制御用空気だめ

(1) 構造

川内1号炉の制御用空気だめは炭素鋼のたて置円筒形であり、圧縮空気を貯蔵する。

川内1号炉の制御用空気だめの構造図を図2.2-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の制御用空気だめの使用材料及び使用条件を表2.2-3及び表2.2-4に示す。

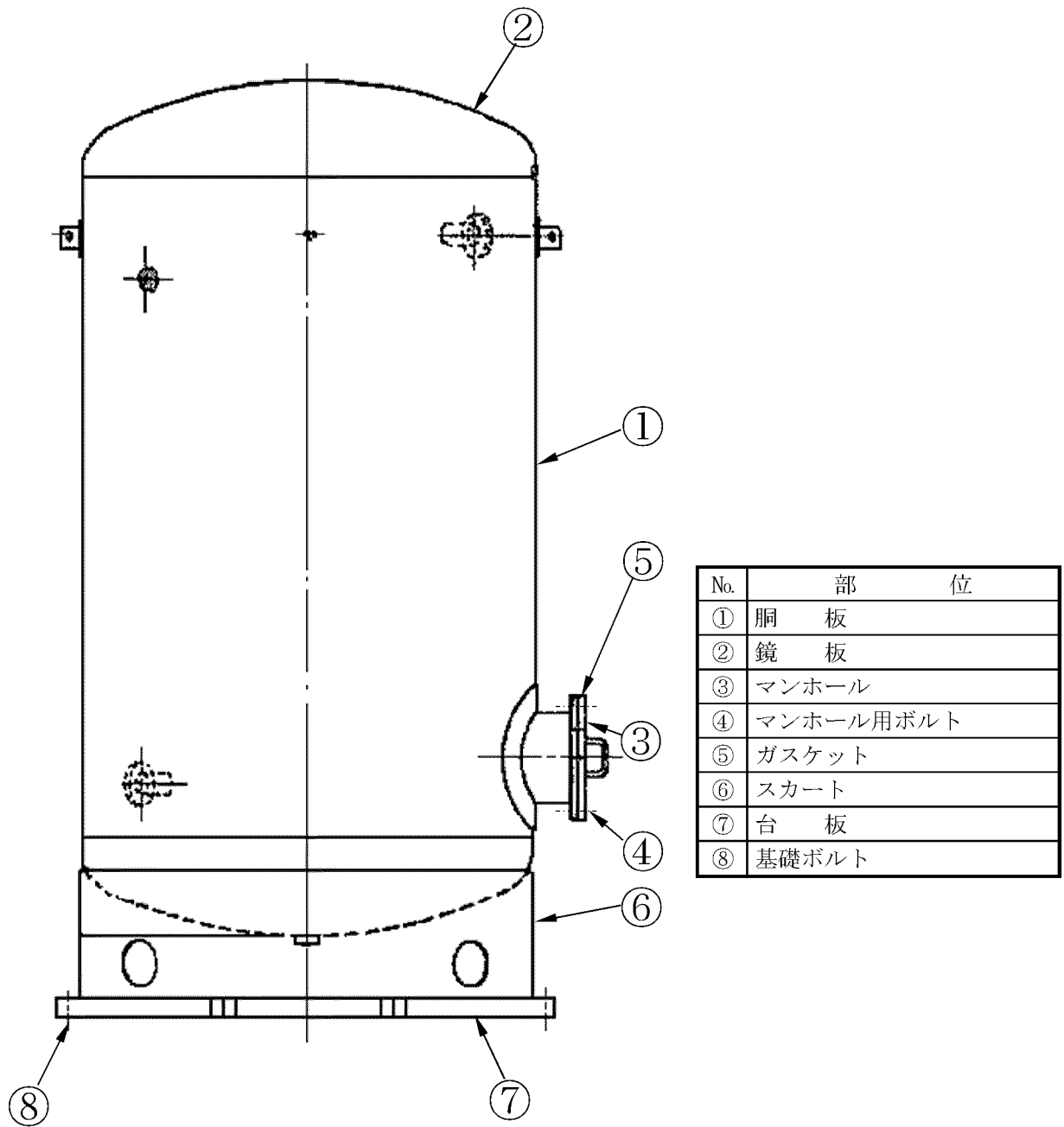


図2.2-7 川内1号炉 制御用空気だめ構造図

表2.2-3 川内1号炉 制御用空気だめの主要部位の使用材料

部 位		材 料
制御用空気だめ	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	マンホール	炭 素 鋼
	マンホール用ボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	スカート	炭 素 鋼
	台 板	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-4 川内1号炉 制御用空気だめの使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	空 気

2.2.3 制御用空気除湿装置

(1) 構造

川内1号炉制御用空気除湿装置は、吸着剤を充填した除湿塔2塔を備え、装置内の空気作動弁が自動的に切り替わることで、「吸着」と「再生」工程を両塔交互に行い、圧縮空気を連続して乾燥する構造である。

「再生」工程は「加熱」と「冷却」モードに分けられ、「加熱」モードでは制御用空気除湿装置送風機で圧送された外気を制御用空気除湿装置電気式加熱器で加熱させ、高温空気を再生側の制御用空気除湿装置除湿塔に送り、水分を含んだ吸着剤を加熱し、吸着された水分を水蒸気状にして加熱空気とともに機外へ排出する。また、「冷却」モードでは冷却弁が開き「吸着」工程中の制御用空気除湿装置除湿塔の乾燥空気の一部を使用して「加熱」モードで熱くなった吸着剤を冷却し、次回の「吸着」工程に備える。

この一連の「再生」工程を行っている間、もう一方の塔では連続して空気を乾燥する「吸着」工程を行っている。

「吸着」工程は約8時間であり、一方「再生」工程の「加熱」モードと「冷却」モードは、それぞれ約4時間で自動的にタイマー運転される。

制御用空気除湿装置除湿塔、制御用空気除湿装置電気式加熱器(ヒータ除く)、制御用空気除湿装置送風機及び制御用空気除湿装置アフターフィルタには鋳鉄又は炭素鋼を使用している。

制御用空気除湿装置送風機用電動機は、定格出力5.5kW、定格電圧440V、定格回転数1,740rpmの全閉屋内形三相誘導電動機(低圧用電動機)である。

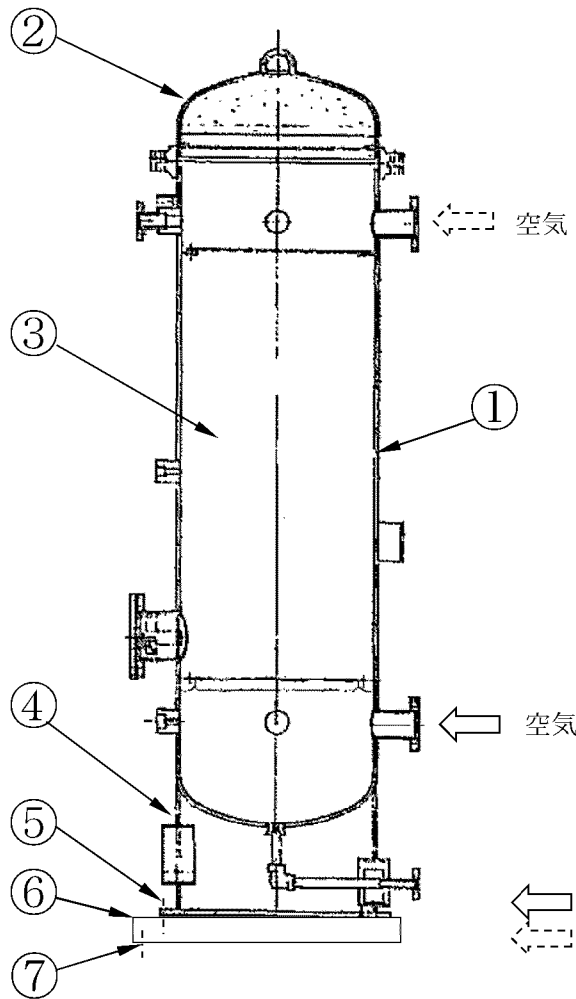
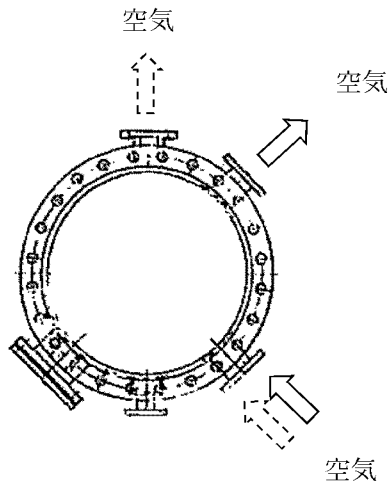
電動機の主軸には炭素鋼を使用しており、回転子コアが配置されている。

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り付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受(ころがり)を備えている。

制御用空気除湿装置の構成機器の構造図を図2.2-8～図2.2-12に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の制御用空気除湿装置の使用材料及び使用条件を表2.2-5及び表2.2-6に示す。



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	吸 着 剤
④	脚
⑤	取付ボルト
⑥	台 板
⑦	基礎ボルト

は、「吸着」工程の空気の流れ
 は、「再生」工程の空気の流れを示す

図2.2-8 川内1号炉 制御用空気除湿装置除湿塔構造図

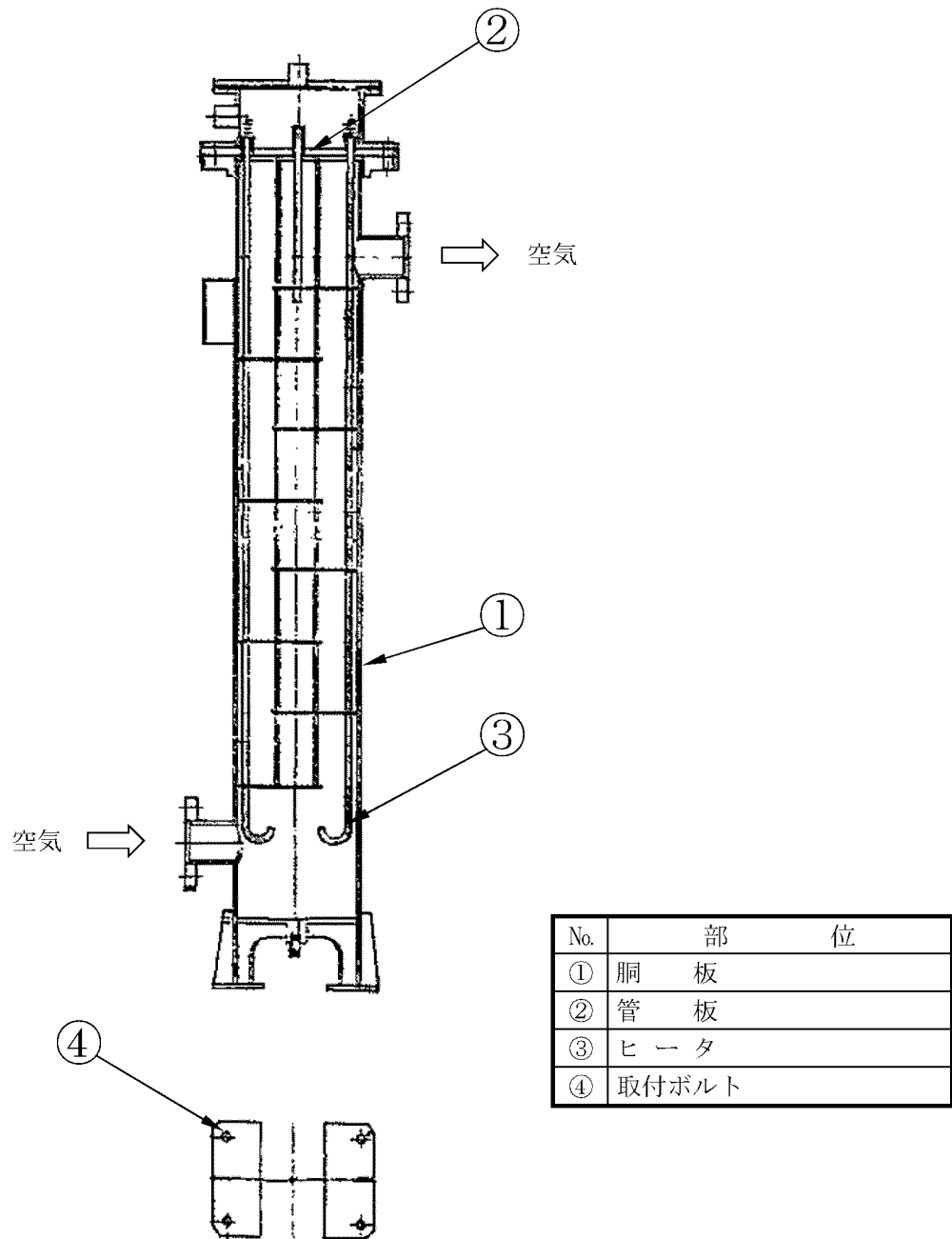
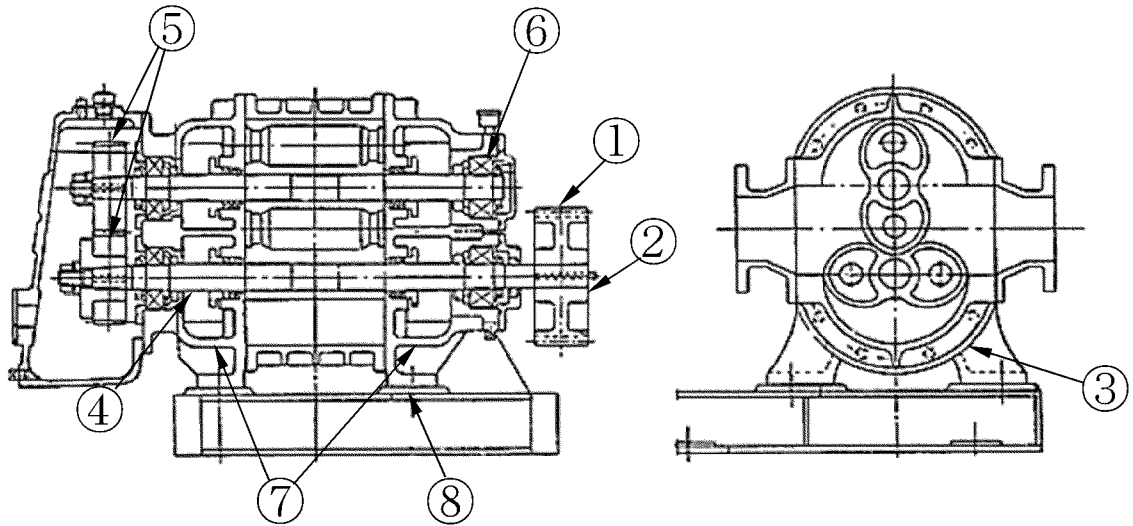
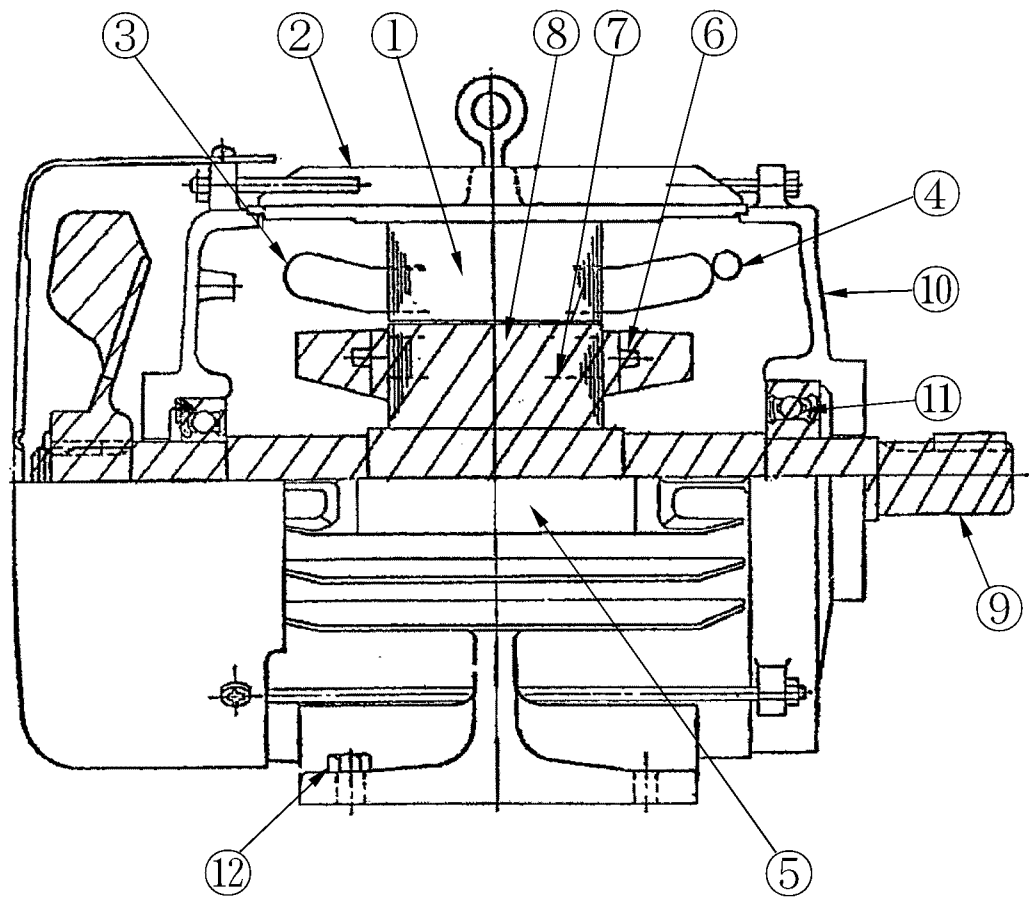


図2.2-9 川内1号炉 制御用空気除湿装置電気式加熱器構造図



No.	部 位
①	Vベルト
②	Vプーリ
③	ケーシング
④	主 軸
⑤	歯 車
⑥	軸受 (ころがり)
⑦	サイドフレーム
⑧	取付ボルト

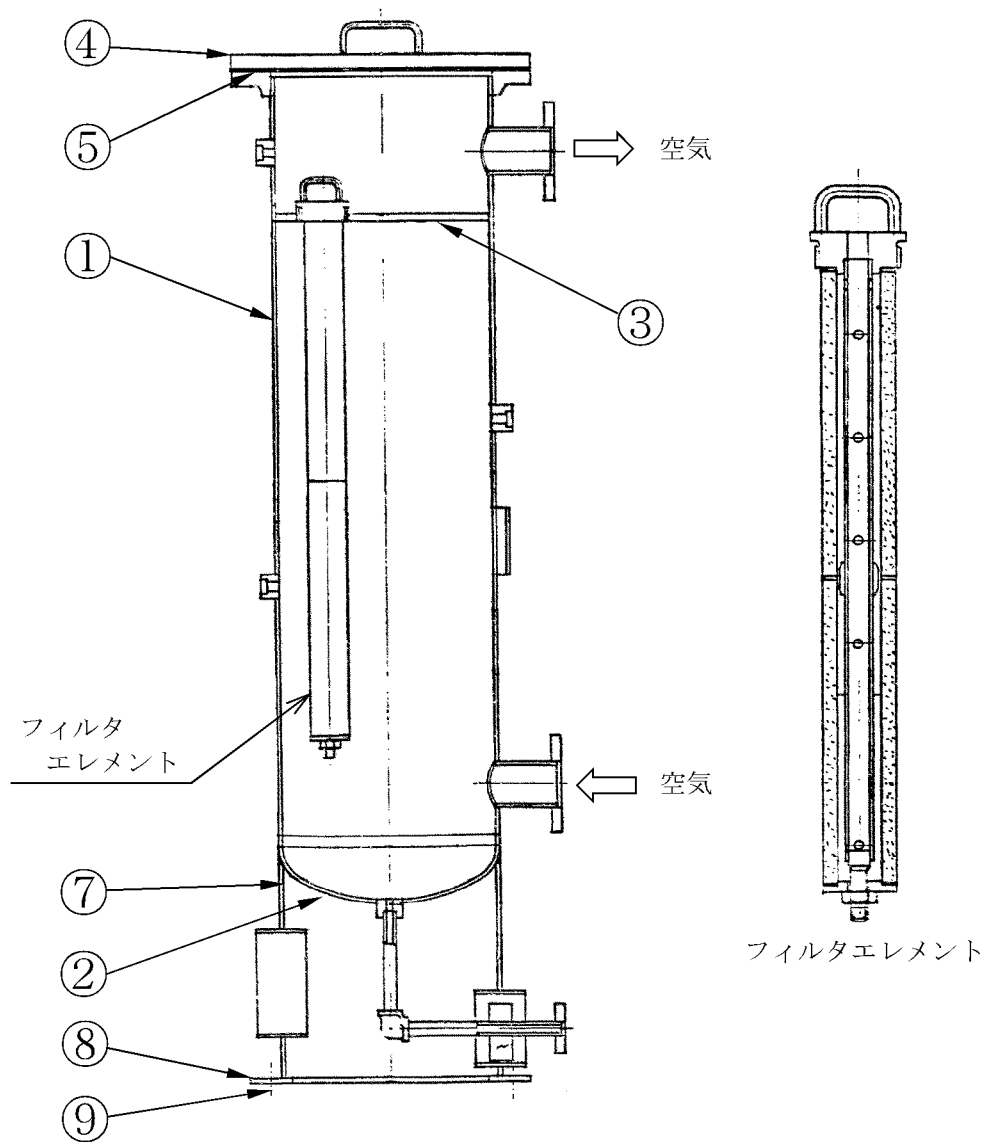
図2.2-10 川内1号炉 制御用空気除湿装置送風機構造図



注：斜線部が回転部を示す

No.	部 位
①	固定子コア
②	フレーム
③	固定子コイル
④	口出線・接続部品
⑤	端子箱
⑥	エンドリング
⑦	回転子棒
⑧	回転子コア
⑨	主 軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受（ころがり）
⑫	取付ボルト

図2. 2-11 川内1号炉 制御用空気除湿装置送風機用電動機構造図



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	管 板
④	ふたフランジ
⑤	ガスケット
⑥	フィルタエレメント
⑦	スカート
⑧	ベースプレート
⑨	取付ボルト

図2.2-12 川内1号炉 制御用空気除湿装置アフターフィルタ構造図

表2.2-5(1/3) 川内1号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

部 位		材 料
制御用空気除湿装置 除湿塔	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	吸 着 剤	消耗品・定期取替品
	脚	炭 素 鋼
	取付ボルト	炭 素 鋼
	台 板	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気除湿装置 電気式加熱器	胴 板	炭 素 鋼
	管 板	炭 素 鋼
	ヒ ー タ	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭 素 鋼

表2.2-5(2/3) 川内1号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

部 位	材 料	
制御用空気除湿装置 送風機	Vベルト	消耗品・定期取替品
	Vプーリ	鋳 鉄
	ケーシング	鋳 鉄
	主 軸	炭 素 鋼
	歯 車	低合金鋼
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	サイドフレーム	鋳 鉄
	取付ボルト	炭 素 鋼
制御用空気除湿装置 送風機用電動機	固定子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	銅、ポリエステルフィルム ポリエステル樹脂（B種絶縁）
	口出線・接続部品	銅、エチレンプロピレンゴム （B種絶縁）
	端 子 箱	炭 素 鋼
	エンドリング	アルミニウム
	回転子棒	アルミニウム
	回転子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	主 軸	炭 素 鋼
	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭 素 鋼

表2.2-5(3/3) 川内1号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

部	位	材 料
制御用空気除湿装置 アフターフィルタ	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	管 板	炭 素 鋼
	ふたフランジ	炭 素 鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	フィルタエレメント	消耗品・定期取替品
	スカート	炭 素 鋼
	ベースプレート	炭 素 鋼
	取付ボルト	炭 素 鋼

表2.2-6 川内1号炉 制御用空気除湿装置の使用条件

部 位	条 件	
制御用空気除湿装置 除湿塔	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
	最高使用温度	約250℃
	内 部 流 体	空 気
制御用空気除湿装置 電気式加熱器	最高使用圧力	約0.05MPa[gage]
	最高使用温度	約300℃
	内 部 流 体	空 気
制御用空気除湿装置 送風機	定 格 容 量	約6.6m ³ /min
	内 部 流 体	空 気
制御用空気除湿装置 送風機用電動機	定 格 出 力	5.5kW
	周 囲 温 度	約40℃*1
	定 格 電 圧	440V
	定 格 回 転 数	1,740rpm
制御用空気除湿装置 アフターフィルタ	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
	最高使用温度	約60℃
	内 部 流 体	空 気

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.4 制御用空気圧縮装置計器

川内1号炉の制御用空気圧縮装置計器は、圧縮機運転モードの自動切替や圧縮機異常時に自動停止させる目的で、制御用空気圧縮機潤滑油圧カスイッチ、制御用空気圧縮機出口空気温度スイッチ及び制御用空気だめ圧カスイッチを設置している。

(1) 構造

川内1号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧カスイッチは、制御用空気圧縮機の潤滑油圧力が異常に低下した場合に圧縮機自動停止信号を発信する機能を有している。

制御用空気圧縮機出口空気温度スイッチは、制御用空気圧縮機の出口空気温度が異常に上昇した場合に圧縮機自動停止信号を発信する機能を有している。

制御用空気だめ圧カスイッチは、制御用空気だめ圧力が設定値に達した場合に圧縮機ロード／アンロード運転切替信号を発信する機能を有している。

川内1号炉の制御用空気圧縮装置計器の主要構成図を図2.2-13に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧カスイッチ、制御用空気圧縮機出口空気温度スイッチ及び制御用空気だめ圧カスイッチの使用材料及び使用条件を表2.2-7及び表2.2-8に示す。

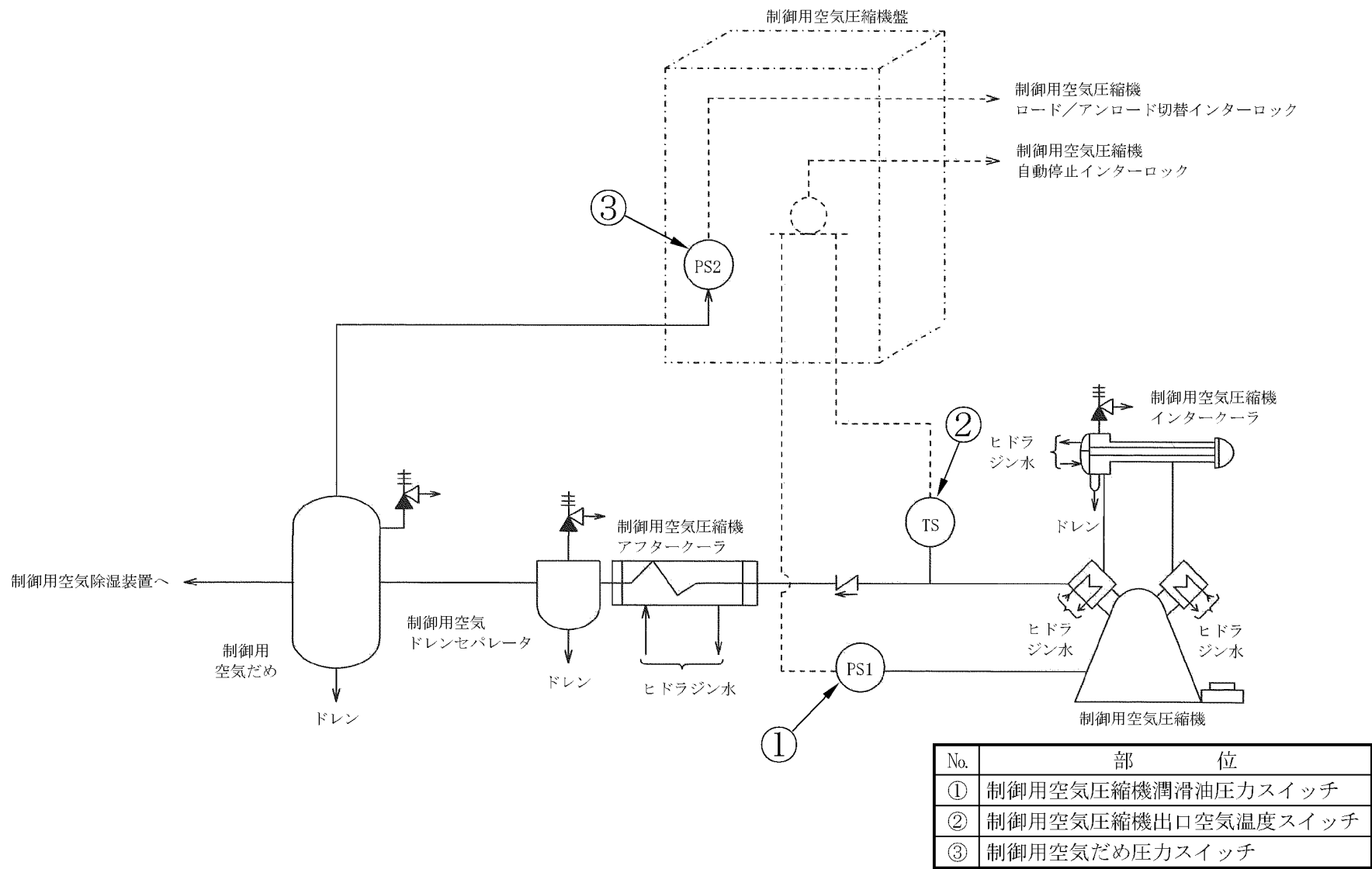


図2.2-13 川内1号炉 制御用空気圧縮装置計器主要構成図

表2.2-7 川内1号炉 制御用空気圧縮装置計器の主要部位の使用材料

部 位	材 料
制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ	銀、金メッキ
制御用空気圧縮機出口空気温度スイッチ	金メッキ
制御用空気だめ圧力スイッチ	銀酸化カドニウム+銅

表2.2-8 川内1号炉 制御用空気圧縮装置計器の使用条件

設 置 場 所	中間建屋
周 囲 温 度	約40℃*1

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.5 制御用空気圧縮装置配管

(1) 構造

川内1号炉制御用空気圧縮装置の配管は、母管及びフランジボルトで構成されている。

母管には炭素鋼を使用しており空気に接している。

また、各配管はフランジ又は溶接により他の配管及び機器に接続されている。

川内1号炉の制御用空気圧縮装置全体構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の制御用空気圧縮装置配管の使用材料及び使用条件を表2.2-9及び表2.2-10に示す。

表2.2-9 川内1号炉 制御用空気圧縮装置配管の主要部位の使用材料

部 位	材 料
母 管	炭 素 鋼
フランジボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.2-10 川内1号炉 制御用空気圧縮装置配管の使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約170℃*1 約 50℃*2 約250℃*3
内 部 流 体	空 気

*1：制御用空気圧縮機アフタークーラ出口まで

*2：制御用空気圧縮機アフタークーラ出口より制御用空気
除湿装置除湿塔入口まで

*3：制御用空気除湿装置除湿塔入口より

2.3 経年劣化事象の抽出

2.3.1 機能達成に必要な項目

制御用空気圧縮装置の機能である空気の圧縮、乾燥、容量（空気流量）確保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 空気の圧縮、容量（空気流量）の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持
- ④ 空気の乾燥
- ⑤ 駆動機能の確保

2.3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御用空気圧縮装置について、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2.3-2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（表2.3-2で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の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ことから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.3.3 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2.3-2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) Vプーリの摩耗

制御用空気圧縮機及び制御用空気除湿装置送風機のVプーリは、Vベルトとの接触により摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時にVベルトの張力管理及びVプーリの目視確認を実施し、有意な摩耗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。

(2) 制御用空気圧縮機等の外面からの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機等、制御用空気ドレンセパレータ、制御用空気だめ、制御用空気除湿装置及び配管は鋳鉄又は炭素鋼を使用しており、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) 主軸等の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機及び制御用空気除湿装置送風機の主軸等は、低合金鋼、炭素鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、油雰囲気下にあり、腐食が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。

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、ピストンロッド等の摩耗

制御用空気圧縮機の主軸（連接棒メタルとの接触部）、ピストンロッド、リストピン、クロスヘッド及びクロスヘッドガイドについては、摺動部に摩耗が発生する可能性がある。

しかしながら、分解点検時に目視確認又は寸法計測を実施し、有意な摩耗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) 主軸の摩耗

制御用空気圧縮機、制御用空気圧縮機用電動機、制御用空気除湿装置送風機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の軸受はころがり軸受を使用しており、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又は寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(6) 主軸等の高サイクル疲労割れ

制御用空気圧縮機の主軸、ピストンロッド、連接棒、ピストン、制御用空気圧縮機用電動機、制御用空気除湿装置送風機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の主軸には、運転時に発生する応力により、疲労が蓄積し、高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、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、分解点検時の目視確認又は浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(7) 歯車の摩耗

制御用空気圧縮機の油ポンプ及び制御用空気除湿装置送風機の歯車は、接触部があることから摩耗が想定される。

しかしながら、潤滑油を供給し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。

(8) シリンダ、シリンダライナ、インタークーラプレートカバー及びアフタークーラ胴板の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機のシリンダ、シリンダライナ、制御用空気圧縮機インタークーラのメインプレートカバー、フローティングプレートカバー及び制御用空気圧縮機アフタークーラ胴板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、内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、腐食が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。

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) シリンダライナの摩耗

制御用空気圧縮機のシリンダライナはピストンリングとの摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、シリンダライナは内面をクロムメッキし、摺動するピストンリングは、定期的に交換しており、シリンダライナに急激な摩耗が進展する可能性はないと考える。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。

(10) シリンダライナ及びインタークーラ胴板等の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機のシリンダライナ内面等、制御用空気圧縮機インタークーラ胴板等、制御用空気除湿装置電気式加熱器、アフターフィルタ内面等及び除湿塔出口以降の配管は鋳鉄、炭素鋼及び低合金鋼を使用しており、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は空気であり、内面の腐食が発生し難い環境にある。これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の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。

(12) フレーム、ブラケット、端子箱及び台板の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機のフレーム、ブラケット及び台板は鋳鉄、端子箱は炭素鋼であり、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進行の可能性は小さい。また、分解点検等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。

(13) 回転子棒・エンドリングの疲労割れ

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、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の間に隙間を生じることなく、疲労割れは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。

(14) 伝熱管の高サイクル疲労割れ

制御用空気圧縮機インタークーラ及び制御用空気圧縮機アフタークーラは管側又は胴側流体により、伝熱管に振動が発生した場合、管支持板部で伝熱管に高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、共振を起こさない固有振動数となるような伝熱管支持スパンとしている。これまでに有意な割れがないことを確認しており、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

(15) 胴板等耐圧構成品の内面からの腐食（全面腐食）

制御用空気ドレンセパレータ、制御用空気だめ、制御用空気除湿装置除湿塔及び配管の湿り空気雰囲気中で炭素鋼を使用している部位は長期使用により腐食が想定される。

酸素含有水中における炭素鋼の腐食挙動が放物線則に従うとして、運転開始後60年間の腐食量を評価した。その結果、表2.3-1に示すとおり運転開始後60年時点での推定腐食量は、設計上の腐れ代に対して小さいことから、急激な腐食の進行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。

また、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

表2.3-1 川内1号炉 制御用空気だめ腐食評価結果

運転開始後60年時点 での推定腐食量	腐れ代
約2/3	

(16) フランジボルトの腐食（全面腐食）

制御用空気だめのマンホール用ボルト及び制御用空気圧縮装置配管フランジボルトは、ガスケットからの漏えいにより、内部流体による腐食が想定される。

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。

(17) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機、制御用空気除湿装置送風機用電動機、制御用空気除湿装置送風機、制御用空気除湿装置除湿塔、制御用空気除湿装置電気式加熱器及び制御用空気除湿装置アフターフィルタの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。

(18) 制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ、出口空気温度スイッチ及び空気だめ圧力スイッチの特性変化

圧力・温度スイッチは、長期間の使用に伴い、検出特性が変化し、長期間校正を実施しない場合、実際のプロセス値に対し、動作値の誤差が大きくなることが想定される。

しかしながら、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、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さいと考える。

また、定期的な模擬信号での校正試験・調整により、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。

(19) 制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ、出口空気温度スイッチ及び空気だめ圧力スイッチの導通不良

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

しかしながら、接点部分はケース内に収納されており、塵埃の付着による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、定期的な作動確認により、機器の健全性を維持している。

(20) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

2.3.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット、電動機軸受（ころがり）、吸着剤、吸入弁、吐出弁、Vベルト、ピストンリング、フィルタエレメント及びグランドパッキンは分解点検時に取替えている消耗品であり、軸受（ころがり）、連接棒メタルは分解点検時の寸法計測により、ヒータは分解点検時の絶縁抵抗測定結果により取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2.3-2(1/13) 川内1号炉 制御用空気圧縮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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
空気の圧縮、容量(空気流量)の確保	制御用 空気圧縮機	Vベルト	◎	—							*1：接続棒メタル摺動部 *2：軸受部 *3：高サイクル疲労割れ	
		Vプーリ		鋳鉄	△	△						
		主 軸		低合金鋼	△ ^{*1} △ ^{*2}	△	△ ^{*3}					
		油ポンプ歯車		炭素鋼	△	△						
		ピストンロッド		低合金鋼(クロムメッキ)	△	△	△ ^{*3}					
		リストピン		低合金鋼	△	△						
		連 接 棒		炭素鋼		△	△ ^{*3}					
		接続棒メタル	◎	—								
		クロスヘッド		鋳鉄	△	△						
		クロスヘッドガイド		鋳鉄	△	△						
		ピストン		アルミ合金鋳物			△ ^{*3}					
		シリンダ		鋳鉄		△(内面) △(外面)						
		シリンダライナ		鋳鉄(クロムメッキ)	△	△(内面) △(外面)						
		吸 入 弁	◎	—								
		吐 出 弁	◎	—								
		ピストンリング	◎	—								
軸受(ころがり)	◎	—										
バウンダリの維持		◎	—									
機器の支持		ケーシング		鋳鉄		△(内面) △(外面)						
		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2.3-2(2/13) 川内1号炉 制御用空気圧縮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		
駆動機能の確保	制御用 空気圧縮機 用電動機	固定子コア		珪素鋼板		△					*1：絶縁低下 *2：高サイクル 疲労割れ	
		フレーム		鋳 鉄		△						
		固定子コイル		銅 エステルイミト [®] 線 (B種絶縁)						○*1		
		口 出 線		銅 エチレンプロピレンゴム (B種絶縁)						○*1		
		端 子 箱		炭 素 鋼		△						
		回転子棒		アルミニウム			△					
		エンドリング		アルミニウム			△					
		回転子コア		珪素鋼板		△						
		主 軸		炭 素 鋼	△		△*2					
		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		△						
		台 板		鋳 鉄		△						
		基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(3/13) 川内1号炉 制御用空気圧縮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		
空気の圧縮、容量（空気流量）の確保	制御用空気圧縮機インタークーラ		銅合金			△*1					*1：高サイクル疲労割れ
			炭素鋼		△						
			鋳鉄		△(内面) △(外面)						
			鋳鉄		△(内面) △(外面)						
			炭素鋼		△						
			炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			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2.3-2(4/13) 川内1号炉 制御用空気圧縮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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気圧縮機 アフタークーラ	伝熱管		銅合金			△*1					*1：高サイクル疲労割れ
		管支持板		フェノール樹脂								
		管 板		銅合金								
		胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
機器の支持	支持脚		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2.3-2(5/13) 川内1号炉 制御用空気圧縮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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気ドレン セパレータ	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		鏡 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
空気の乾燥		仕 切 板		炭 素 鋼		△						
		多 孔 板		炭 素 鋼		△						
機器の支持		支 持 脚		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2.3-2(6/13) 川内1号炉 制御用空気だめ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	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	鏡 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール用ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	スカート		炭素鋼		△						
	台 板		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2.3-2(7/13) 川内1号炉 制御用空気除湿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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気除湿装置 除湿塔	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		鏡 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
空気の乾燥		吸 着 剤	◎	—								
機器の支持		脚		炭 素 鋼		△						
		取付ボルト		炭 素 鋼		△						
		台 板		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2.3-2(8/13) 川内1号炉 制御用空気除湿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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気除湿装置 電気式加熱器	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		管 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
空気の乾燥		ヒ ー タ	◎	—								
機器の支持		取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(9/13) 川内1号炉 制御用空気除湿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		
空気の乾燥	制御用 空気除湿装置 送風機	Vベルト	◎	—								*1：軸受部 *2：高サイクル 疲労割れ
		Vプーリ		鑄 鉄	△	△						
		ケーシング		鑄 鉄	△	△						
		主 軸		炭 素 鋼	△*1	△	△*2					
		歯 車		低合金鋼	△	△						
		軸受(ころがり)	◎	—								
バウダリの維持		サイドフレーム		鑄 鉄		△(内面) △(外面)						
機器の支持		取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(10/13) 川内1号炉 制御用空気除湿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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化				
駆動機能の確保	制御用 空気除湿装置 送風機用電動機		固定子コア			△						*1：絶縁低下 *2：高サイクル疲労割れ	
			フレーム			△							
			固定子コイル		銅 ポリエステルフィルム ポリエステル樹脂 (B種絶縁)								○*1
			口出線・接続部品		銅 エチレンプロピレンゴム (B種絶縁)								○*1
			端子箱		炭素鋼			△					
			エンドリング		アルミニウム				△				
			回転子棒		アルミニウム				△				
			回転子コア		珪素鋼板			△					
			主 軸		炭素鋼	△			△*2				
			ブラケット		鋳 鉄			△					
	軸受（ころがり）	◎	—										
機器の支持			取付ボルト			△							

○：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2.3-2(11/13) 川内1号炉 制御用空気除湿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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気除湿装置 アフター フィルタ	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		鏡 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		管 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		ふたフランジ		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		ガスケット	◎	—								
空気の乾燥		フィルタエレメント	◎	—								
機器の支持		スカート		炭 素 鋼		△						
		ベースプレート		炭 素 鋼		△						
		取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(12/13) 川内1号炉 制御用空気圧縮装置計器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
空気の圧縮、容量 (空気流量)の確保	制御用空気圧縮機潤滑油 圧力スイッチ		銀 金メッキ							△ ^{*1,2}	*1：特性変化 *2：導通不良
	制御用空気圧縮機出口空気 温度スイッチ		金メッキ							△ ^{*1,2}	
	制御用空気だめ圧力スイッチ		銀酸化カド ニウム+銅							△ ^{*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）

表2.3-2(13/13) 川内1号炉 制御用空気圧縮装置配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		炭素鋼		△*1(内面) △*2(内面) △(外面)						*1：制御用空気圧縮機～制御用空気除湿装置除湿塔 *2：制御用空気除湿装置除湿塔出口以降
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.4.1 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の事象は、空調用の電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であることから、空調設備の技術評価書のうち「電動機」の低圧電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下の事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対する技術評価は、空調用の電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であることから、空調設備の技術評価書のうち「電動機」の低圧電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

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対する高経年化への対応は、空調用の電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であることから、空調設備の技術評価書のうち「電動機」の低圧電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応を参照のこと。

3 燃料取扱設備

- 3.1 燃料取扱設備（クレーン関係）
- 3.2 燃料移送装置

本技術評価書は、川内1号炉で使用されている燃料取扱設備の高経年化に係る技術評価についてまとめたものである。

川内1号炉で使用されている燃料取扱設備は、クレーン関係及び装置関係に大きく分かれ、型式でグループ化すると2つのグループに分類されるため、本評価書においては、これら対象設備2種類についての技術評価を行う。

本評価書では、燃料取扱設備の型式を基に、以下の2つに分類している。

- 3.1 燃料取扱設備（クレーン関係）
- 3.2 燃料移送装置

3. 1 燃料取扱設備（クレーン関係）

[対象機器]

- ① 燃料取替クレーン
- ② 使用済燃料ピットクレーン

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	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	21
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	39
3. 代表機器以外への展開	43
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	43
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	45

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燃料取扱設備（クレーン関係）の主な仕様を表1-1に示す。

これらの燃料取扱設備（クレーン関係）を型式の観点からグループ化し、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に示す燃料取扱設備（クレーン関係）について、同様の構造を有していることから、1つのグループにまとめられる。

1.2 代表機器の選定

使用条件として使用温度が高い燃料取替クレーンを代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 燃料取扱設備（クレーン関係）の主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	選 定 基 準			選定	選定理由	
		重要度*1	仕 様 (容量×揚程)	使 用 条 件			
型 式					運 転	使 用 温 度	
クレーン	燃料取替クレーン (1)	PS-2	約7.3kN×約8.2m	一 時	気中：約45℃ 水中：約43℃	◎	使用温度
	使用済燃料ピットクレーン (1)	PS-2	約19.6kN×約9.5m (No.1ホスト) 約19.6kN×約9.5m (No.2ホスト)	一 時	気中：約30℃ 水中：約43℃		

*1：機能は最上位の機能を示す

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燃料取扱設備（クレーン関係）について技術評価を実施する。

① 燃料取替クレーン

2.1 構造、材料及び使用条件

(1) 構造

川内1号炉の燃料取替クレーンはトロリ上で操作を行う橋形クレーンであり、原子炉格納容器内での燃料交換に供される装置で、原子炉キャビティ上をまたいで設置されている。

走行レール上を走行するブリッジ、ブリッジ上を横行するトロリ、トロリ上に据付けたアップストラクチャ、マストチューブ、マストチューブ内に取り付けられた燃料集合体を取り扱うグリッパチューブ及びグリッパより構成される。

ブリッジの車輪は4輪で、うち2輪で駆動する構造である。また、車輪近傍には燃料取替クレーンの浮き上がり防止のため、走行レール頭部を抱き込む形状の転倒防止金具を設けている。制御設備は補助継電器等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体、チャンネルベース及び取付ボルトから構成される。

川内1号炉の燃料取替クレーンの構造を図2.1-1～図2.1-12に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の燃料取替クレー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。

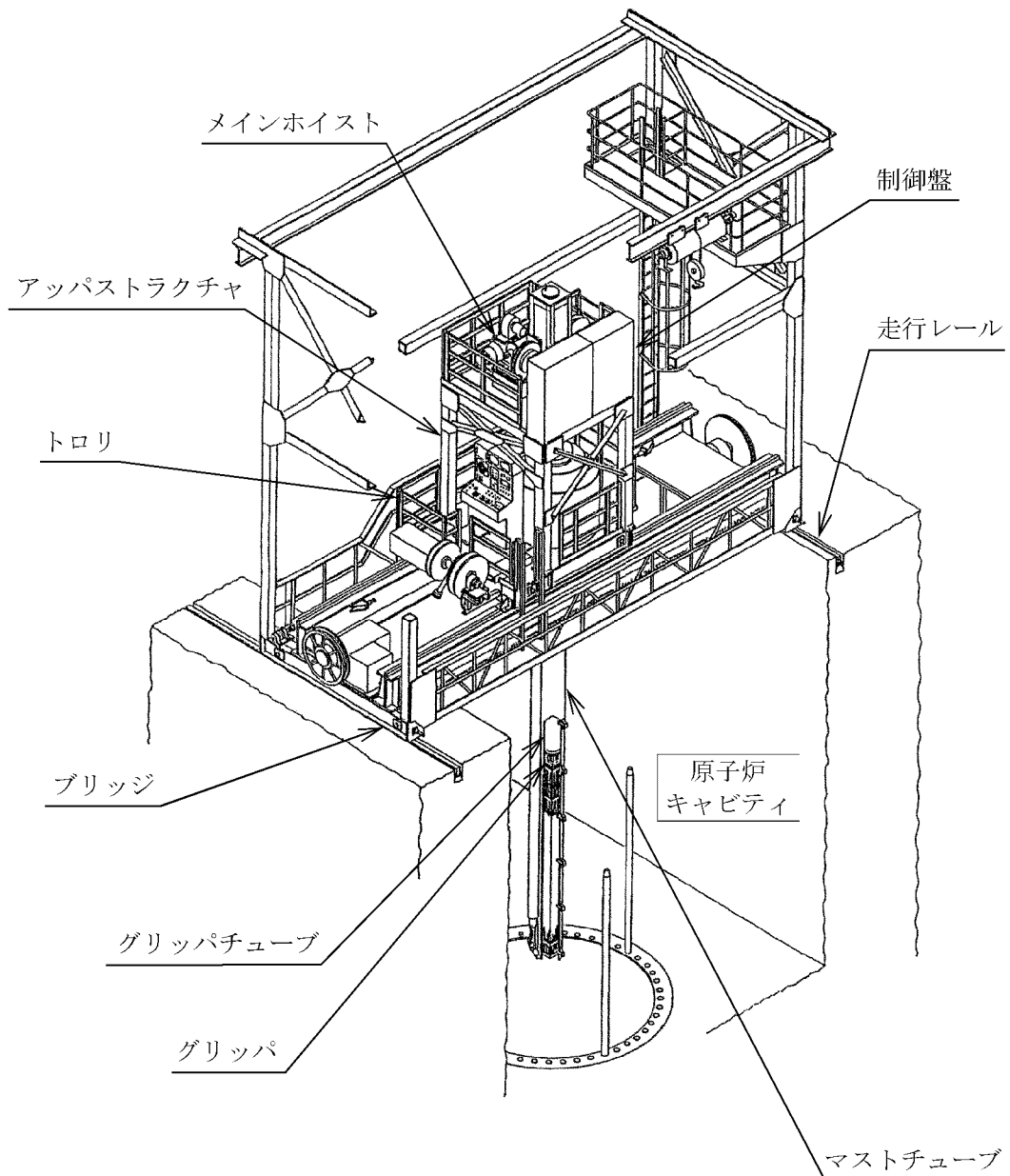
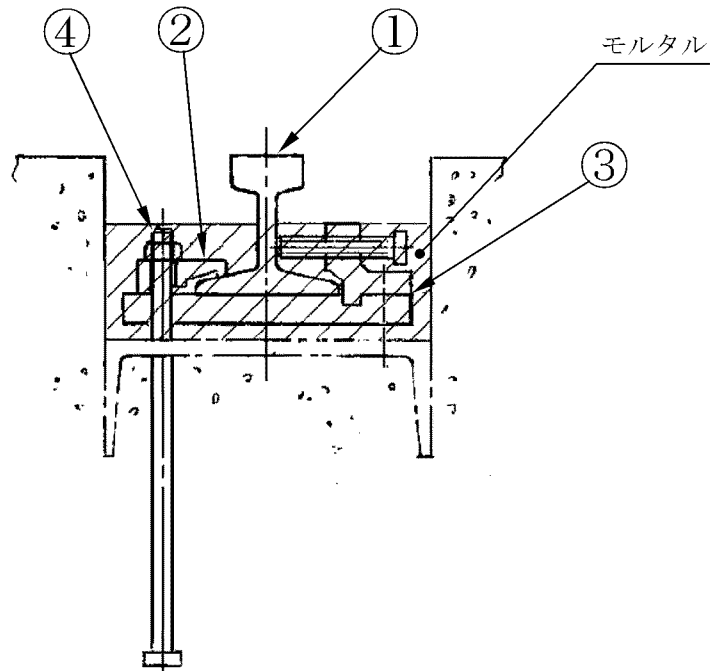
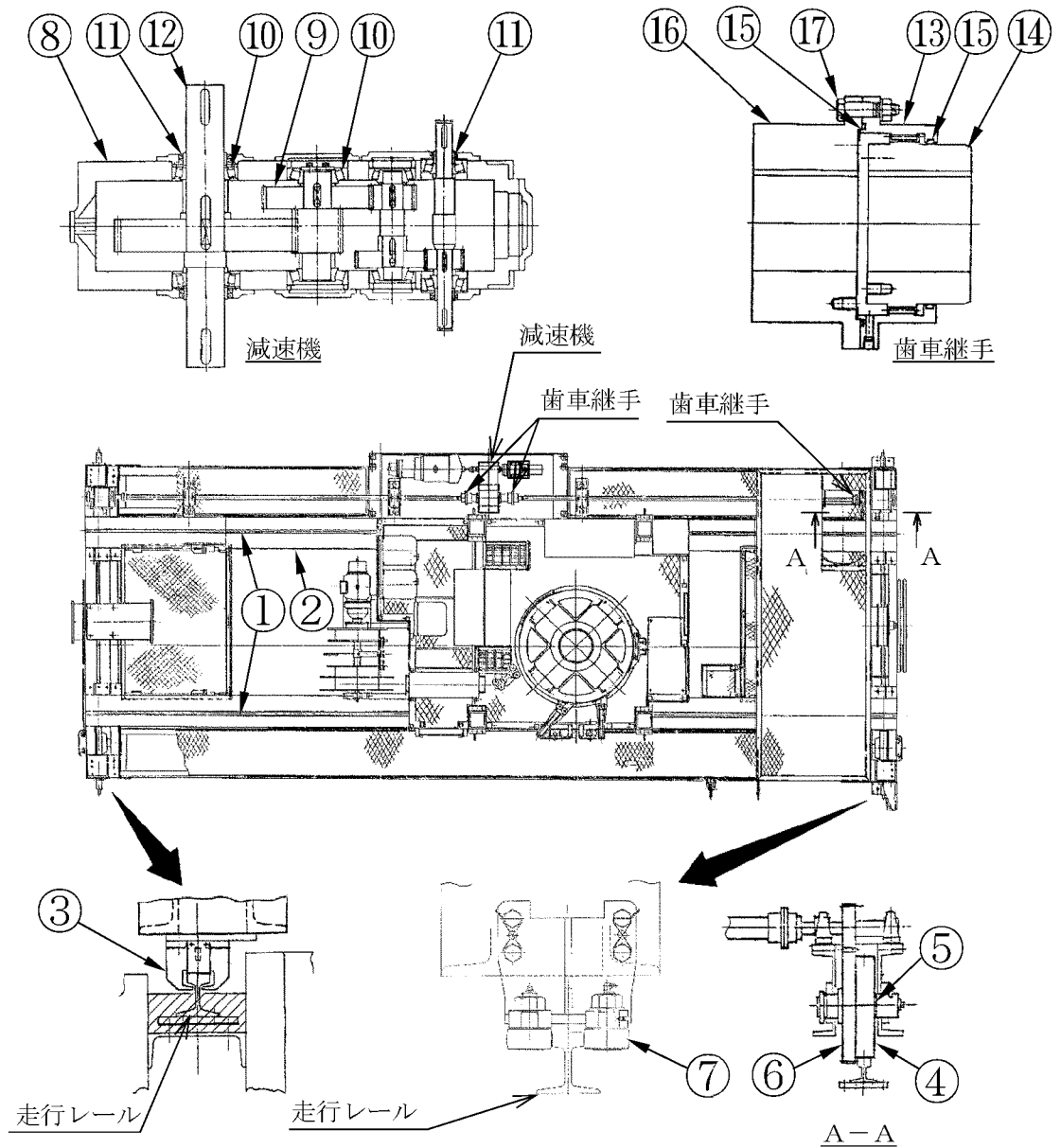


図2.1-1 川内1号炉 燃料取替クレーン全体構成図



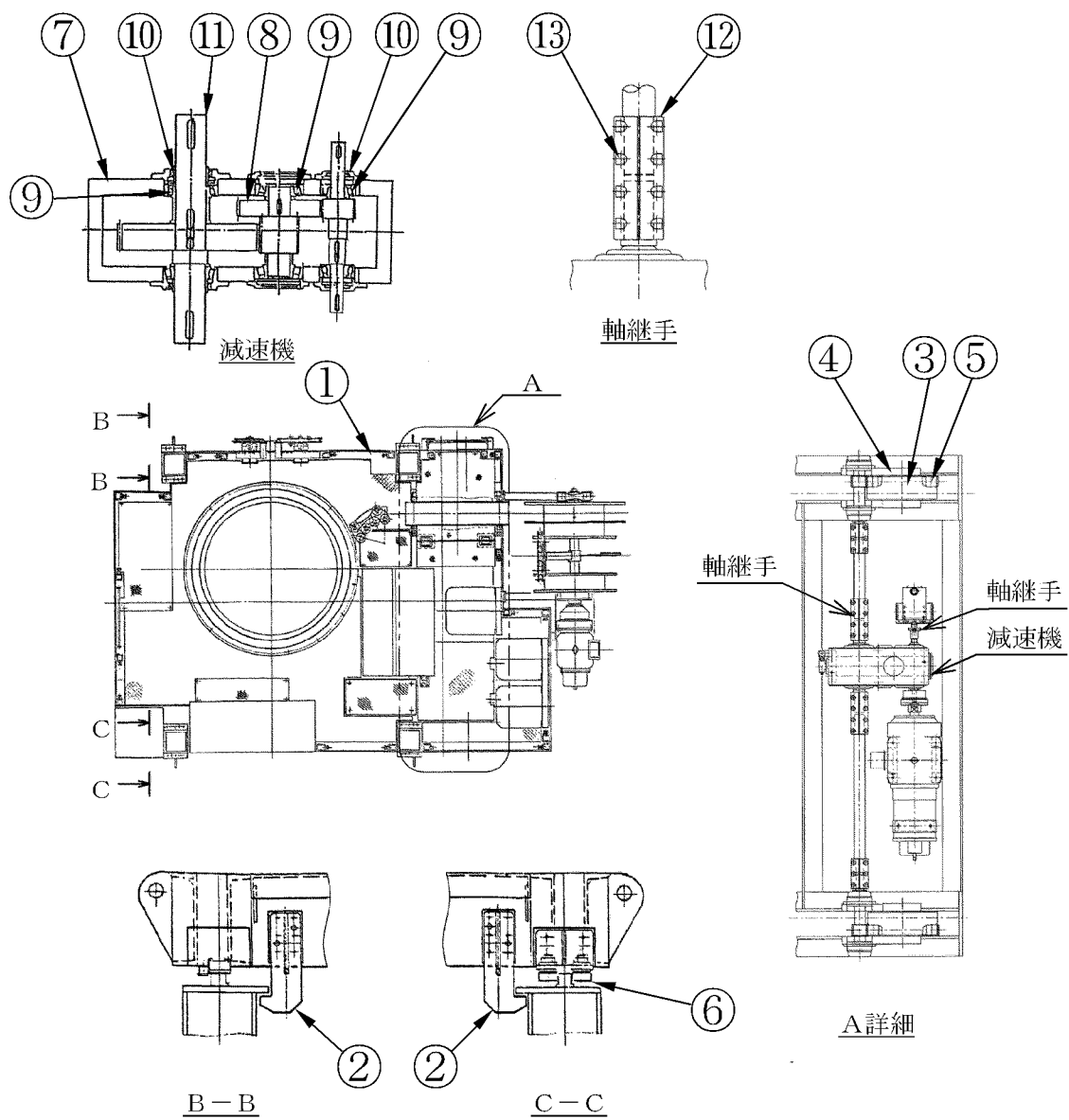
No.	部 位
①	走行レール
②	レール押さえ
③	埋込金物
④	基礎ボルト

図2.1-2 川内1号炉 燃料取替クレーン 走行レール図



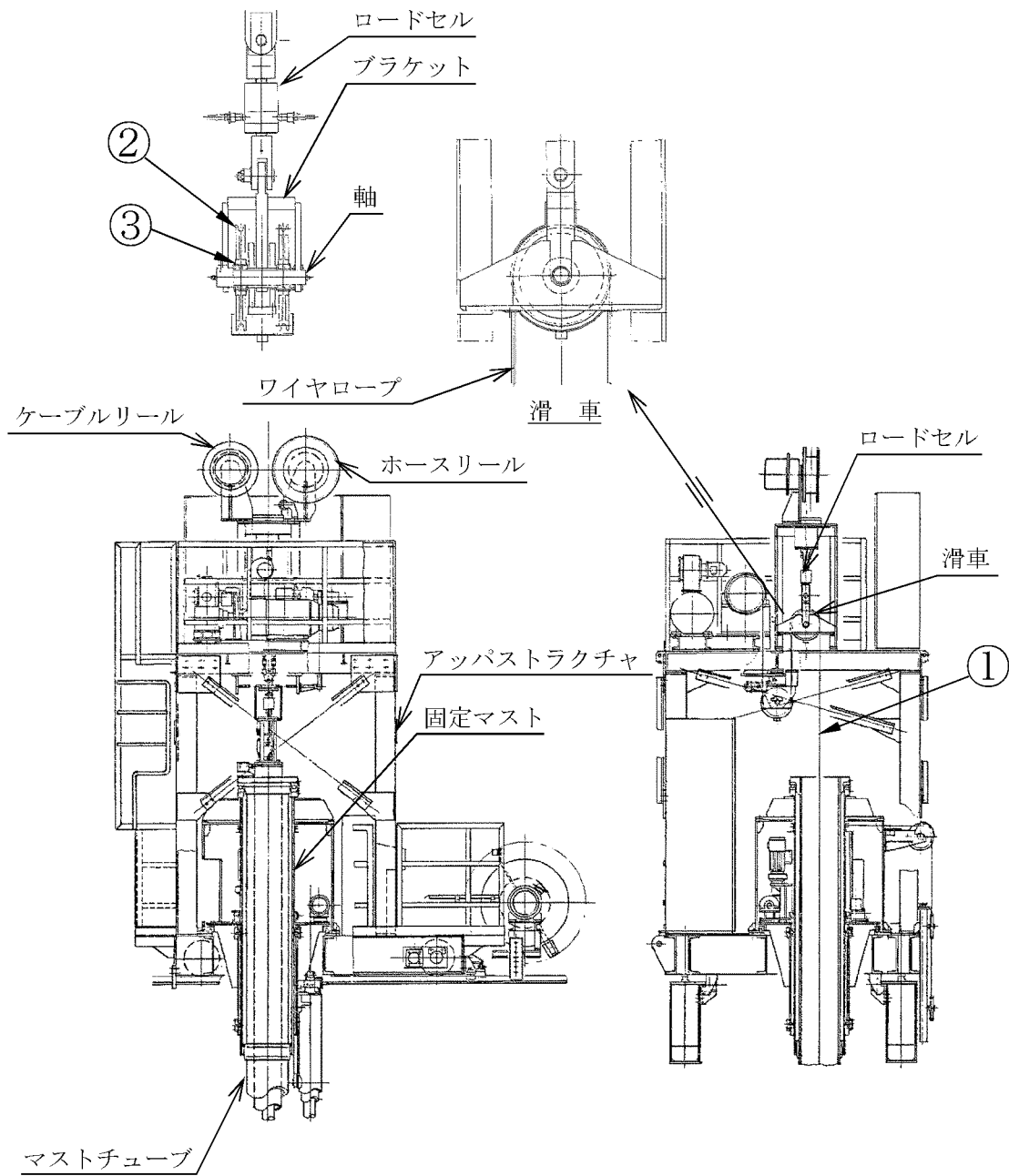
No.	部 位	No.	部 位
①	横行レール	⑩	軸受 (ころがり)
②	ブリッジガータ	⑪	オイルシール
③	転倒防止金具	⑫	軸
④	車 輪	⑬	スリーブ
⑤	車輪軸受 (ころがり)	⑭	ハ ブ
⑥	車輪部歯車	⑮	Oリング
⑦	ガイドローラ	⑯	フランジ
⑧	ケーシング	⑰	六角ボルト
⑨	歯 車		

図2.1-3 川内1号炉 燃料取替クレーン ブリッジ構造図



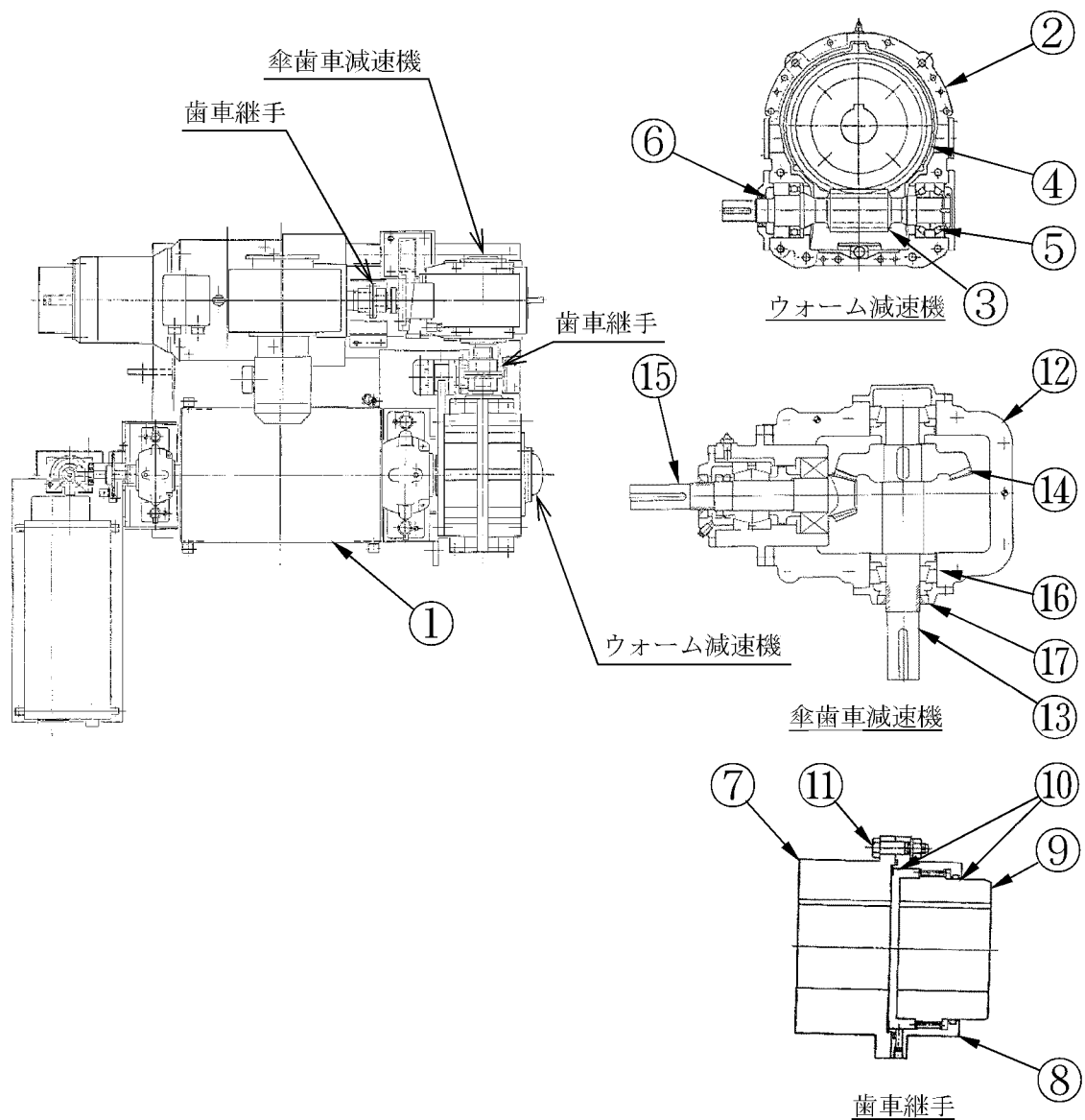
No.	部 位	No.	部 位
①	トロリ架台	⑧	歯 車
②	転倒防止金具	⑨	軸受 (ころがり)
③	車 輪	⑩	オイルシール
④	車輪軸受 (ころがり)	⑪	軸
⑤	車輪部歯車	⑫	ボ デ ィ
⑥	ガイドローラ	⑬	六角穴付ボルト
⑦	ケーシング		

図2.1-4 川内1号炉 燃料取替クレーン トロリ構造図



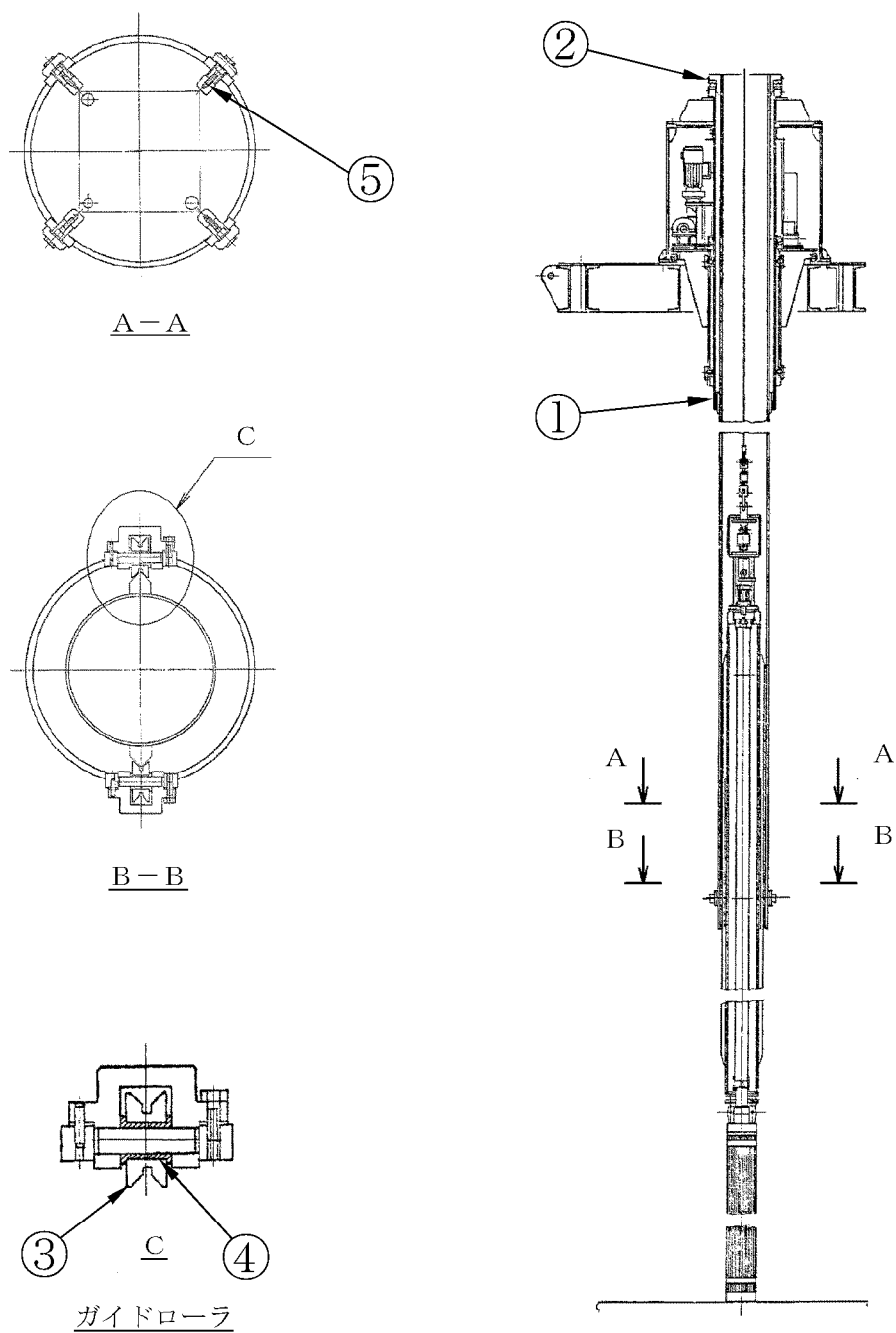
No.	部 位
①	ワイヤロープ
②	シーブ
③	軸受 (ころがり)

図2.1-5 川内1号炉 燃料取替クレーン アップストラクチャ構造図



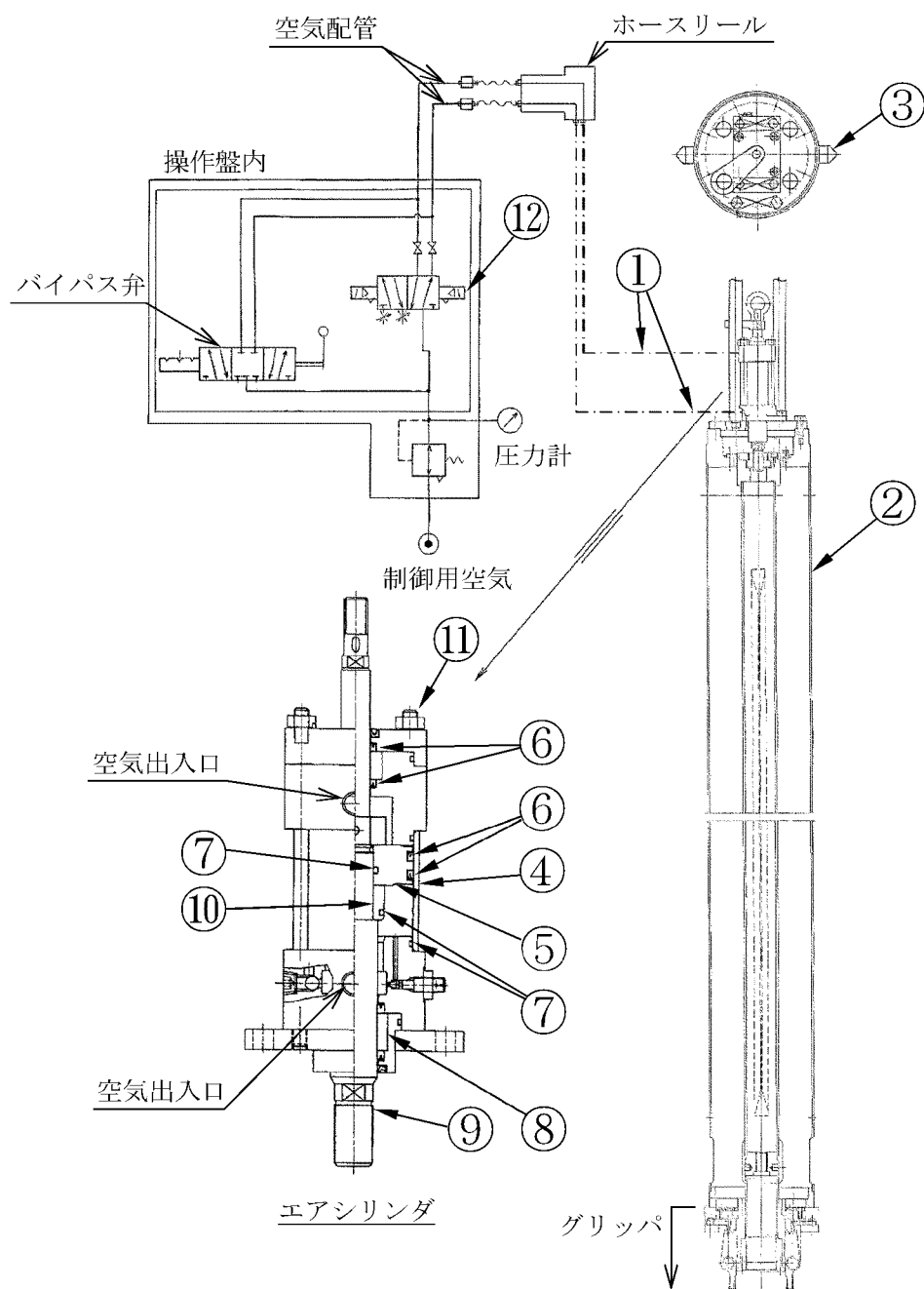
No.	部 位	No.	部 位
①	ワイヤドラム	⑩	Oリング
②	ケーシング	⑪	六角ボルト
③	ウォーム	⑫	ケーシング
④	ウォームホイール	⑬	軸
⑤	軸受 (ころがり)	⑭	歯 車
⑥	オイルシール	⑮	軸
⑦	フランジ	⑯	軸受 (ころがり)
⑧	スリーブ	⑰	オイルシール
⑨	ハブ		

図2.1-6 川内1号炉 燃料取替クレーン メインホイスト構造図



No.	部 位
①	固定マスト
②	スラスト軸受 (ころがり)
③	ローラ
④	軸受 (すべり)
⑤	燃料ガイドバー

図2.1-7 川内1号炉 燃料取替クレーン マストチューブ構造図



No.	部 位	No.	部 位
①	エアホース	⑦	○リング
②	グリッパチューブ	⑧	軸受 (すべり)
③	ガイドレール	⑨	ピストンロッド
④	シリンダチューブ	⑩	クッションリング
⑤	ピストン	⑪	タイロッド
⑥	パッキン	⑫	電 磁 弁

図2.1-8 川内1号炉 燃料取替クレーン グリッパチューブ構造図

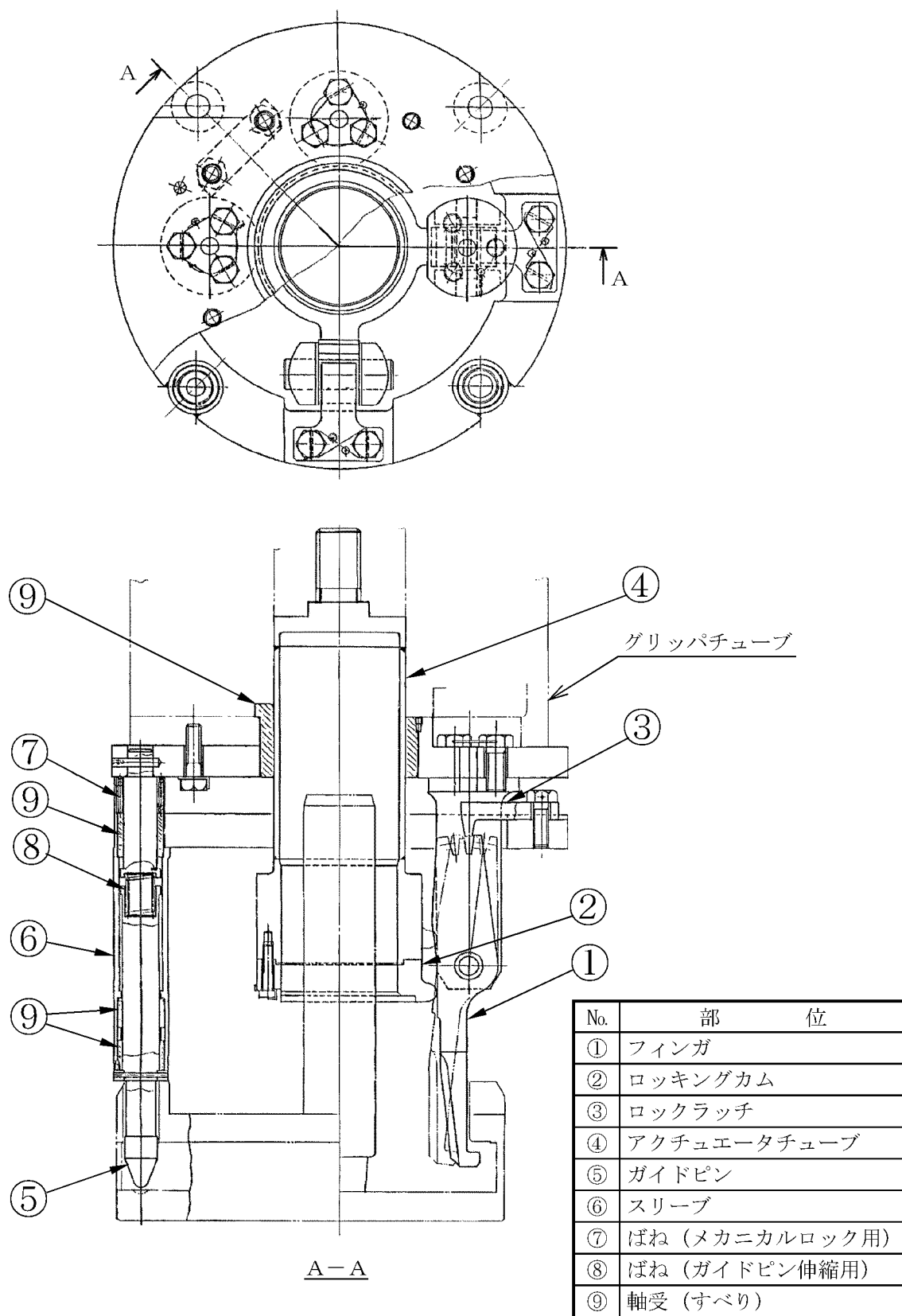
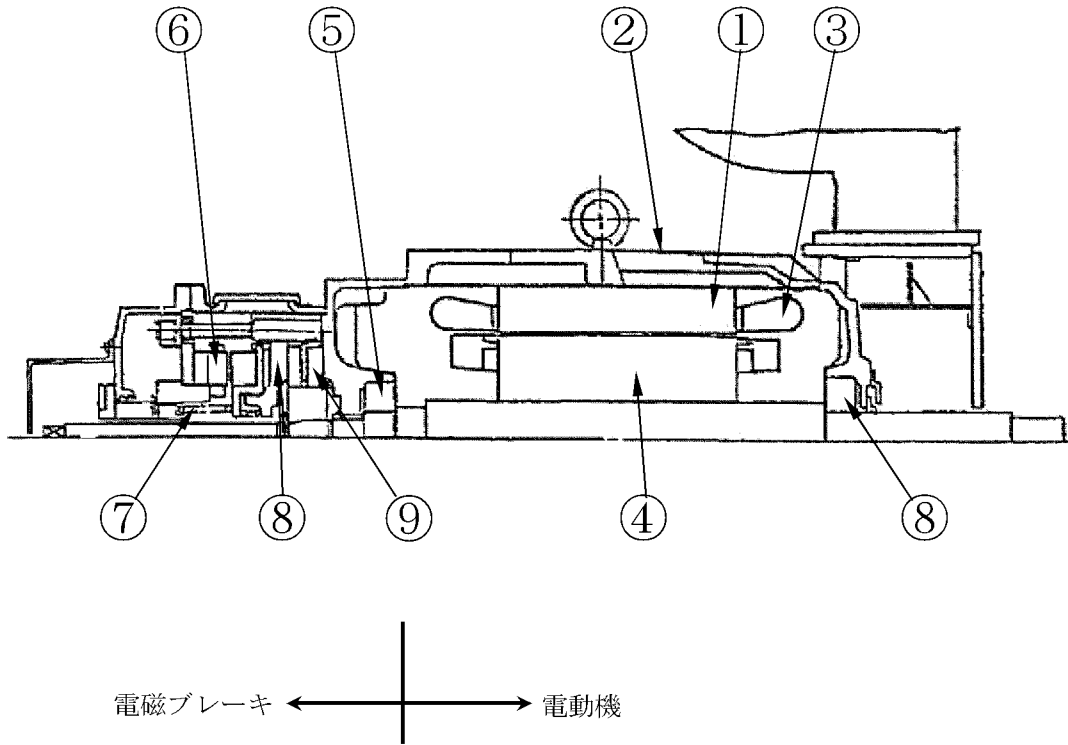
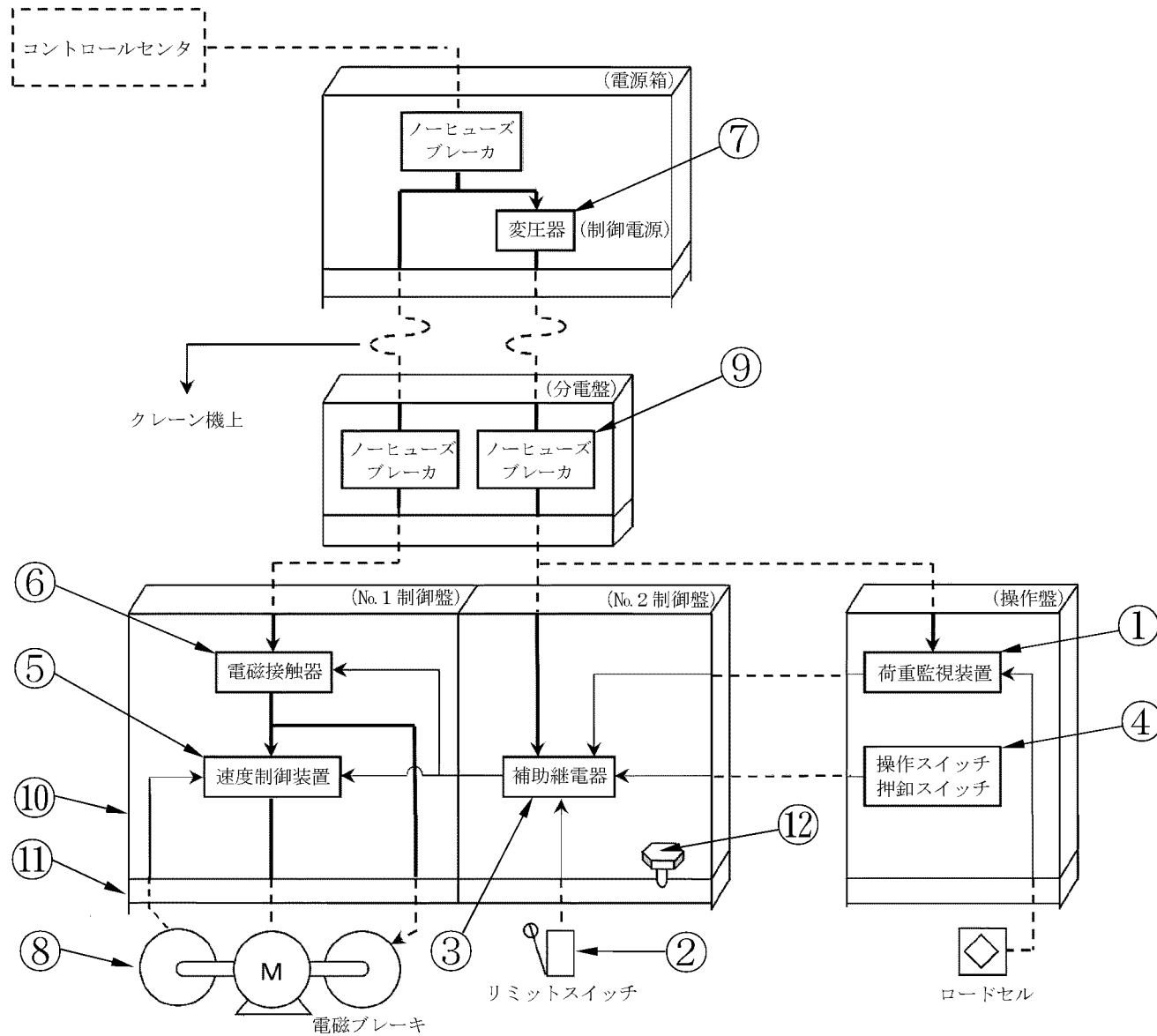


図2.1-9 川内1号炉 燃料取替クレーン グリッパ構造図



No.	部 位
①	電動機 固定子コア
②	電動機 フレーム
③	電動機 固定子コイル
④	電動機 回転子コア
⑤	電動機 軸受 (ころがり)
⑥	電磁ブレーキ 固定鉄心
⑦	電磁ブレーキ ばね
⑧	電磁ブレーキ ブレーキ板
⑨	電磁ブレーキ ライニング

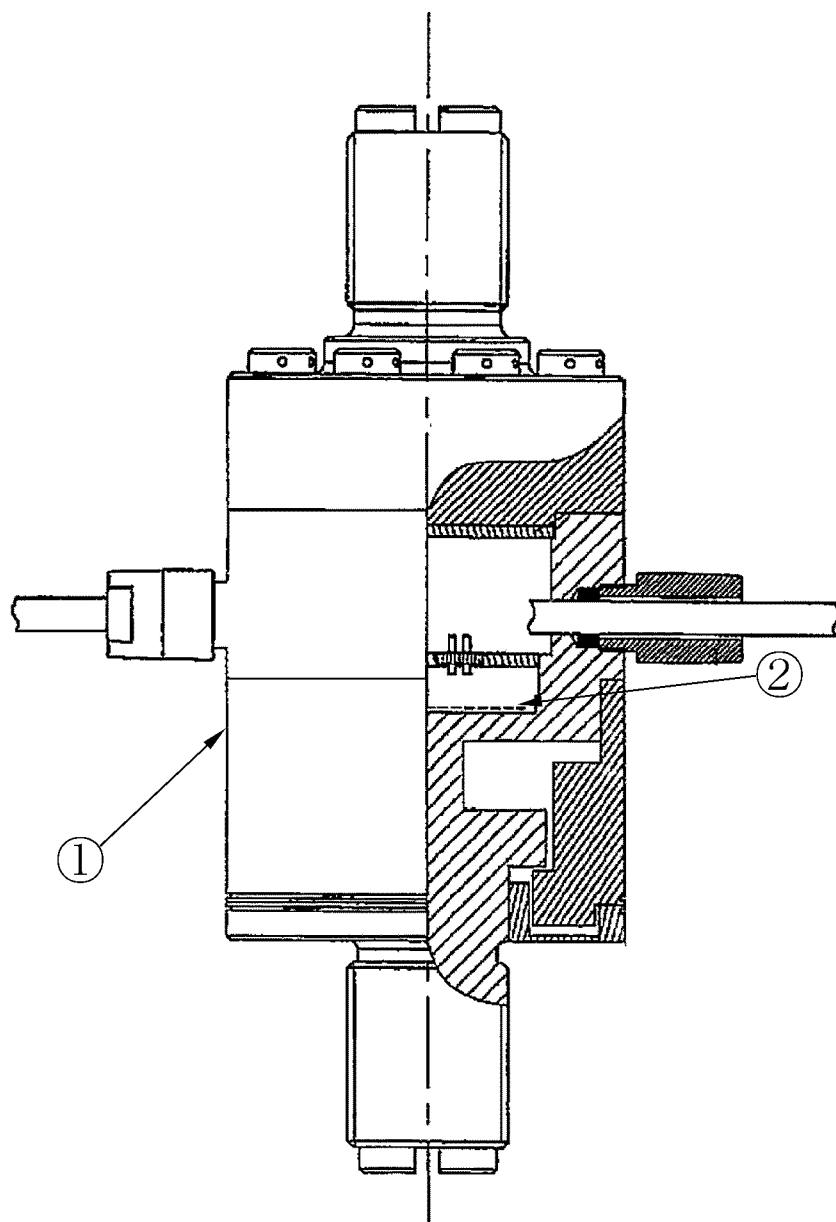
図2.1-10 川内1号炉 燃料取替クレーン 駆動電動機 (メインホイスト) 構造図



No.	部 位
①	荷重監視装置
②	リミットスイッチ
③	補助継電器
④	操作スイッチ、押釦スイッチ
⑤	速度制御装置
⑥	電磁接触器
⑦	変 圧 器
⑧	回転数発電機
⑨	ノーヒューズブレーカ
⑩	管 体
⑪	チャンネルベース
⑫	取付ボルト

———→ 信号ライン
 ———→ 電源ライン
 - - - - -→ 他章で評価

図2.1-11 川内1号炉 燃料取替クレーン 制御設備の主要機器構成図



No.	部 位
①	本 体
②	荷重変換部

図2.1-12 川内1号炉 燃料取替クレーン ロードセル構造図

表2.1-1(1/4) 川内1号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部 位		材 料	
走行レール部	走行レール	炭素鋼	
	レール押さえ	炭素鋼	
	埋込金物	炭素鋼	
	基礎ボルト	炭素鋼	
ブリッジ	横行レール	炭素鋼	
	ブリッジガータ	炭素鋼	
	転倒防止金具	低合金鋼	
	車 輪	低合金鋼鋳鋼	
	車輪軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品	
	車輪部歯車	炭素鋼	
	ガイドローラ	消耗品・定期取替品	
	減速機	ケーシング	鋳 鉄
		歯 車	低合金鋼
		軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
		軸	低合金鋼
	歯車継手	スリーブ	炭素鋼
		ハ ブ	炭素鋼
		Oリング	消耗品・定期取替品
		フランジ	炭素鋼
		六角ボルト	低合金鋼
	トロリ	トロリ架台	炭素鋼
		転倒防止金具	炭素鋼
車 輪		低合金鋼鋳鋼	
車輪軸受（ころがり）		消耗品・定期取替品	
車輪部歯車		低合金鋼	
ガイドローラ		消耗品・定期取替品	

表2.1-1(2/4) 川内1号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部 位		材 料	
ト ロ リ	減 速 機	ケーシング	鋳 鉄
		歯 車	低合金鋼
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
		軸	低合金鋼
	軸 継 手	ボ デ ィ	炭 素 鋼
六角穴付ボルト		低合金鋼	
ア ッ パ ス ト ラ ク チ ャ	ワイヤロープ		ステンレス鋼
	滑 車	シ ー ブ	ステンレス鋼
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
メ イン ホ イ ス ト	ワイヤドラム		ステンレス鋼
	ウ ォ ー ム 減 速 機	ケーシング	鋳 鉄
		ウ ォ ー ム	低合金鋼
		ウ ォ ー ム ホ イ ール	高力黄銅鋳物
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
	歯 車 継 手	フ ラ ン ジ	炭 素 鋼
		ス リ ー ブ	炭 素 鋼
		ハ ブ	炭 素 鋼
		〇 リ ン グ	消耗品・定期取替品
		六角ボルト	低合金鋼
	傘 歯 車 減 速 機	ケーシング	鋳 鉄
		軸	炭 素 鋼
		歯 車	低合金鋼
		軸	低合金鋼
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品

表2.1-1(3/4) 川内1号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部 位		材 料	
マストチューブ	固定マスト	炭 素 鋼	
	スラスト軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品	
	ガイドローラ	ロ ー ラ	ステンレス鋼
		軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
	燃料ガイドバー	ステンレス鋼	
グリッパチューブ	エアホース	消耗品・定期取替品	
	グリッパチューブ	ステンレス鋼	
	ガイドレール	ステンレス鋼	
	エアシリンダ	シリンダチューブ	ステンレス鋼 内面硬質クロムメッキ
		ピストン	銅合金鋳物
		パッキン	消耗品・定期取替品
		Oリング	消耗品・定期取替品
		軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
		ピストンロッド	ステンレス鋼 硬質クロムメッキ
		クッションリング	炭 素 鋼 硬質クロムメッキ
		タイロッド	ステンレス鋼
電 磁 弁	消耗品・定期取替品		
グリッパ	フィンガ	ステンレス鋼	
	ロッキングカム	ステンレス鋼	
	ロックラッチ	ステンレス鋼	
	アクチュエータチューブ	ステンレス鋼	
	ガイドピン	ステンレス鋼	
	スリーブ	ステンレス鋼	
	ばね (メカニカルロック用)	ステンレス鋼	
	ばね (ガイドピン伸縮用)	ステンレス鋼	
	軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	

表2.1-1(4/4) 川内1号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部 位		材 料	
駆動用 電動装置	電動機	固定子コア	珪素鋼板
		フレーム	鋳 鉄
		固定子コイル	銅、ポリエステルイミド+ポリアミドイミド (H種絶縁)
		回転子コア	珪素鋼板
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	電磁 ブレーキ	固定鉄心	珪素鋼板、銅 ポリエステル (B種絶縁)
		ば ね	ばね 鋼
		ブレーキ板	鋳 鉄
		ライニング	耐熱性有機化学繊維
	回転数発電機		銅、ポリエステル (B種絶縁)
制御設備	荷重監視装置		半 導 体
	リミットスイッチ		銀、銅
	補助継電器		消耗品・定期取替品
	操作スイッチ・押釦スイッチ		銅、銀
	速度制御装置		半導体、リレー
	電磁接触器		消耗品・定期取替品
	変 圧 器		銅、アラミド繊維、エポキシ樹脂 (F種絶縁)
	ノーヒューズブレーカ		消耗品・定期取替品
ロードセル	本 体	ステンレス鋼	
	荷重変換部	ひずみゲージ	
筐 体		炭 素 鋼	
チャンネルベース		炭 素 鋼	
取付ボルト		炭 素 鋼	

表2.1-2 川内1号炉 燃料取替クレーンの使用条件

運 転 荷 重		容量：約7.3kN
温 度	気 中	約45℃
	水 中	約43℃
設 置 場 所		原子炉格納容器内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

燃料取替クレーンの機能である燃料移送機能を維持するためには、次の6つの項目が必要である。

- ① クレーンの支持機能
- ② 走・横行機能
- ③ 昇降機能
- ④ 燃料把持機能
- ⑤ 機器の監視・操作・駆動・制御保護の維持
- ⑥ 盤の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

燃料取替クレーンについて、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（表2.2-1で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 電動機の固定子コイルの絶縁低下

電動機の固定子コイルの絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、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) 電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下

電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、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。

(3) 回転数発電機の絶縁低下

回転数発電機の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、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。

(4) 変圧器の絶縁低下

制御設備の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。

2.2.3 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) 走行・横行レール及び車輪の摩耗

走横行レール及び車輪はクレーンの走横行により摩耗が想定される。また、レール側面はガイドローラとのすべりで摩耗が想定される。

しかしながら、レール上面、側面及び車輪は、ガイドローラにより横すべりを防止しており、ころがり接触であることから摩耗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、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 走行・横行レール及びブリッジガータ等の腐食（全面腐食）

走行レール、横行レール、ブリッジガータ、トロリ架台、転倒防止金具（ブリッジ、トロリ）、車輪、ブリッジの減速機（ケーシング、軸）、歯車継手（スリーブ、ハブ、フランジ、六角ボルト）、トロリの減速機（ケーシング、軸）、軸継手（ボディ、六角穴付ボルト）、メインホイストのウォーム減速機（ケーシング）、歯車継手（フランジ、スリーブ、ハブ、六角ボルト）、傘歯車減速機（ケーシング、軸）、マストチューブの固定マスト及び電動機（低圧）のフレームは炭素鋼、低合金鋼、鋳鉄又は低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、走行レール及び横行レールとの車輪接触部の腐食については、定期的な目視確認により、機器の健全性を維持している。

走行レール及び横行レールとの車輪接触部以外の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) 走行・横行レール及びブリッジガータの疲労割れ

走行レール、横行レール及びブリッジガータには、トロリ等の荷重が常時かかる状態となることから、疲労割れが想定される。

しかしながら、有意な応力変動が発生しないように設計されており、疲労割れが発生する可能性は小さく、これまでにき裂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、機器の健全性を確認している。

(4) 歯車及び軸継手等の摩耗

ブリッジ及びトロリの車輪部歯車、減速機（歯車）、歯車継手（スリーブ、ハブ、六角ボルト）、軸継手（六角穴付ボルト）及びメインホイストのウォーム減速機（ウォーム、ウォームホイール）、歯車継手（スリーブ、ハブ、六角ボルト）及び傘歯車減速機（歯車）は摩擦により、摩耗が想定される。

しかしながら、歯車は常に潤滑油が供給されており、摩耗し難い環境であり、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、定期的な異音確認や目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) ワイヤロープの摩耗及び素線切れ

アッパストラクチャのワイヤロープはドラムへの巻き取り、シーブ通過時のロープの曲げ及び機械的要因により、摩耗及び素線切れが想定される。

しかしながら、定期的なワイヤロープ径の寸法確認及び目視確認により、摩耗及び素線切れを確認し、有意な摩耗等が確認された場合は適切に対処することにより、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) シーブ及びワイヤドラムの摩耗

アッパストラクチャのシーブ及びメインホイストのワイヤドラムはワイヤロープと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、シーブはワイヤロープの巻き取りにそって回転し、また、ワイヤドラムはドラムの回転にあわせてワイヤロープが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗し難い構造であり、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、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(7) ガイドローラ及びガイドレールの摩耗

マストチューブのガイドローラは、グリッパチューブ昇降時にガイドレールと接触しながら、グリッパチューブを案内するため、摩耗が想定される。

しかしながら、ガイドローラとガイドレールの間は、転がり接触であることより摩耗量は軽微であると考えられ、これまでに異常な動き等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、使用前の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(8) 燃料ガイドバーの摩耗

マストチューブの燃料ガイドバーは、燃料昇降時に燃料集合体支持格子と滑り接触するため、摩耗が想定される。

しかしながら、燃料対角方向に数mmの隙間を有しているため、接触面圧が小さいこと及び燃料ガイドバーは硬度の高いステンレス鋼（SUS630）で製作されており、摩耗量は軽微であると考えられる。

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、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) エアシリンダの摩耗

グリッパチューブのエアシリンダのシリンダチューブ、ピストン及びピストンロッドは機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、シリンダチューブとピストン及びピストンロッドと軸受（すべり）はパッキン及びグリスにより隔てられており、摩耗し難い構造であり、これまでに異常な動き等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、使用前の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(10) ロッキングカムの摩耗

グリッパのロッキングカムはフィンガとの機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、定期的にグリッパの作動確認及び隙間計測にて異常がないことを確認しており、必要に応じて取替えることにより、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。

(11) ロックラッチの摩耗

グリッパのロックラッチはフィンガとの機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、燃料取扱時にロックラッチがフィンガの上部溝に嵌合することから、ロックラッチの摩耗の発生の可能性はあるが、これまでの点検実績から発生の可能性は小さい。

また、定期的にフィンガの面間寸法を計測することにより、有意な摩耗が発生していないことを確認しており、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) フィンガ及びガイドピンの摩耗

グリッパのフィンガは、ロッキングカムとの摺動及び燃料ラッチ時のこすれにより摩耗が想定される。

しかしながら、ロッキングカム（SUS630）に比べて、フィンガはさらに耐摩耗性に優れたSUS630（熱処理方法が異なる）を使用し摩耗し難くしている。

また、グリッパのガイドピンは、燃料への挿入時に燃料集合体上部ノズル（SUS304）との接触により摩耗が想定される。

しかしながら、材料をSUS630として、摩耗し難くしている。

フィンガ及びガイドピンについては、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、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

(13) ばねの変形（応力緩和）

グリッパ（メカニカルロック用及びガイドピン伸縮用）及び電磁ブレーキのばねは、応力状態にて長期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、当該ばねは同等か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。

(14) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

電動機（低圧）の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。

(15) 固定鉄心の腐食（全面腐食）

電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板及び銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心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。

(16) ブレーキ板の摩耗

電磁ブレーキのブレーキ板は制動時にブレーキライニングを押し付けられることにより摩耗が想定される。

しかしながら、材料をライニングより硬い鋳鉄として摩耗を抑制しており、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。

(17) ライニングの摩耗

電磁ブレーキのライニングは制動操作により摩耗が想定される。

しかしながら、ブレーキライニングの許容摩耗量から算出される最大動作回数に対する1定期検査あたりの動作回数の割合は十分小さいと評価しており、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。

(18) 荷重監視装置及び速度制御装置の特性変化

制御設備の荷重監視装置及び速度制御装置は、長時間の使用に伴い特性変化が想定される。

しかしながら、荷重監視装置及び速度制御装置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、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。

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等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。

また、速度制御装置及び荷重監視装置は、定期的な機能・性能試験により、機器の健全性を確認している。

さらに、プラント運転中は基板を取り外し、格納容器外に保管することとしている。

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。

(19) 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

制御設備の操作スイッチ及び押釦スイッチは、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、操作スイッチ及び押釦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。

(20) 荷重変換部の特性変化

制御設備のロードセルは、長時間の使用に伴う荷重変換部（ひずみゲージ）のはがれ等による特性変化が想定される。

しかしながら、ひずみゲージ貼り付け部は、不活性（窒素）ガスを封入した気密構造になっており、ひずみゲージの酸化を防止しているため、ひずみゲージ貼り付け部が腐食してはがれが発生する可能性は小さい。

また、定期的な初期不平衡測定により、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。

(21) 筐体、チャンネルベース及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御設備の筐体、チャンネルベース及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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。

(22) リミットスイッチの導通不良

リミットスイッチは、浮遊塵埃の接点部分への付着による導通不良が想定される。

しかしながら、接点部分は密閉されたハウジング内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生する可能性は小さい。また、定期的な動作確認により導通不良がないことを確認していることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(23) 走行レール用基礎ボルトの腐食（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。

(24) 走行レール用レール押さえ及び埋込金物の腐食（全面腐食）

レール押さえ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、走行レールはモルタルに埋設され、モルタルが大気接触部表面から中性化が進行した場合には腐食環境となるが、中性化に至るには長期間を要し、腐食が急速に進行して基礎ボルト等の健全性を阻害する可能性はないと考えられることから、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

各種電動機、減速機の軸受（ころがり）、オイルシール、歯車継手のＯリング及び滑車の軸受（ころがり）は、分解点検時に取り替えている消耗品である。

また、ブリッジ及びトロリの車輪軸受（ころがり）、ガイドローラ、マストチェーンのスラスト軸受（ころがり）、ガイドローラの軸受（すべり）、グリッパチェーンのエアホース及び電磁弁、エアシリンダのパッキン、Ｏリング、軸受（すべり）及びグリッパの軸受（すべり）は、作動確認の結果に基づき取り替えている消耗品である。なお、補助継電器、電磁接触器及びノーヒューズブレーカは、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。

表2.2-1(1/6) 川内1号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	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		
クレーンの 支持機能	走行 レール部	走行レール		炭素鋼	△	△	△					
		レール押さえ		炭素鋼		▲						
		埋込金物		炭素鋼		▲						
		基礎ボルト		炭素鋼		△						
走行機能	ブリッジ	横行レール		炭素鋼	△	△	△					
		ブリッジガータ		炭素鋼		△	△					
		転倒防止金具		低合金鋼		△						
		車 輪		低合金鋼鋳鋼	△	△						
		車輪軸受（ころがり）	◎	—								
		車輪部歯車		炭素鋼	△							
		ガイドローラ	◎	—								
		減 速 機	ケーシング		鋳 鉄		△					
			歯 車		低合金鋼	△						
			軸受（ころがり）	◎	—							
			オイルシール	◎	—							
			軸		低合金鋼		△					
		歯車継手	スリーブ		炭素鋼	△	△					
			ハ プ		炭素鋼	△	△					
			〇リング	◎	—							
フランジ			炭素鋼		△							
六角ボルト			低合金鋼	△	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(2/6) 川内1号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	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		
横行機能	ト ロ リ	トロリ架台		炭素鋼		△					*1:素線切れ	
		転倒防止金具		炭素鋼		△						
		車 輪		低合金鋼鋳鋼	△	△						
		車輪軸受 (ころがり)	◎	—								
		車輪部歯車		低合金鋼	△							
		ガイドローラ	◎	—								
		減 速 機	ケーシング		鋳 鉄		△					
			歯 車		低合金鋼	△						
			軸受 (ころがり)	◎	—							
			オイルシール	◎	—							
			軸		低合金鋼		△					
軸 継 手	ボ デ ィ		炭素鋼		△							
	六角穴付ボルト		低合金鋼	△	△							
昇降機能	アッパスト ラクチャ	ワイヤロープ		ステンレス鋼	△					△*1		
		滑 車	シ ー プ		ステンレス鋼	△						
			軸受 (ころがり)	◎	—							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/6) 川内1号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	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				
昇降機能	メイン ホイスト	ワイヤドラム			ステンレス鋼	△								
		ウォーム 減速機	ケーシング			鋳 鉄		△						
			ウォーム			低合金鋼	△							
			ウォームホイール			高力黄銅鋳物	△							
			軸受 (ころがり)		◎	—								
			オイルシール		◎	—								
		歯車継手	フランジ			炭 素 鋼		△						
			スリーブ			炭 素 鋼	△	△						
			ハ ブ			炭 素 鋼	△	△						
			Oリング		◎	—								
			六角ボルト			低合金鋼	△	△						
		傘歯車 減速機	ケーシング			鋳 鉄		△						
			軸			炭 素 鋼		△						
			歯 車			低合金鋼	△							
			軸			低合金鋼		△						
	軸受 (ころがり)		◎	—										
	オイルシール		◎	—										
	マスト チューブ	固定マスト			炭 素 鋼		△							
		スラスト軸受 (ころがり)		◎	—									
		ガイド ローラ	ローラ			ステンレス鋼	△							
			軸受 (すべり)		◎	—								
		燃料ガイドバー			ステンレス鋼	△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(4/6) 川内1号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	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		
昇降機能	グリップ チューブ	エアホース	◎	—							*1:変形 (応力緩和)	
		グリップチューブ		ステンレス鋼								
		ガイドレール		ステンレス鋼	△							
		エア シリンダ	シリンダチューブ		ステンレス鋼 内面硬質クロムメッキ	△						
			ピストン		銅合金鋳物	△						
			パッキン	◎	—							
			Oリング	◎	—							
		軸受(すべり)	◎	—								
		ピストンロッド		ステンレス鋼 硬質クロムメッキ	△							
		クッションリング		炭 素 鋼 硬質クロムメッキ								
タイロッド		ステンレス鋼										
電 磁 弁	◎	—										
燃料把持機能	グリップ	フィンガ		ステンレス鋼	△							
		ロッキングカム		ステンレス鋼	△							
		ロックラッチ		ステンレス鋼	△							
		アクチュエータチューブ		ステンレス鋼								
		ガイドピン		ステンレス鋼	△							
		スリーブ		ステンレス鋼								
		ばね(メカニカルロック用)		ステンレス鋼						△*1		
		ばね(ガイドピン伸縮用)		ステンレス鋼						△*1		
		軸受(すべり)	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(5/6) 川内1号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
					減 肉		割 れ		絶 縁	導 通	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		
機器の監視・操作・駆動・制御保護の維持	電 動 機	固定子コア		珪素鋼板		△						*1:変形(応力緩和)	
		フレーム		鋳 鉄		△							
		固定子コイル		銅 ポリエステルイミト ⁺ ポリアミト ⁺ イミト ⁺ (H種絶縁)					○				
		回転子コア		珪素鋼板		△							
		軸受(ころがり)	◎	—									
	電磁ブレーキ	固定鉄心		珪素鋼板、銅 ポリエステル (B種絶縁)		△			○				
		ば ね		ばね鋼							△*1		
		ブレーキ板		鋳 鉄	△								
		ライニング		耐熱性有機化学繊維	△								
	回転数発電機			銅 ポリエステル (B種絶縁)					○				

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(6/6) 川内1号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
					減 肉		割 れ		絶 縁	導 通	特 性		その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
機器の監視・操作・駆動・制御保護の維持	制御設備	荷重監視装置		半 導 体							△		
		リミットスイッチ		銀、銅						△			
		補助継電器	◎	—									
		操作スイッチ、押釦スイッチ		銅、銀						△			
		速度制御装置		半導体、リレー							△		
		電磁接触器	◎	—									
		変圧器		銅 アミド繊維 エポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
		ノーヒューズブレーカ	◎	—									
	ロードセル	本 体		ステンレス鋼									
	荷重変換部		ひずみゲージ							△			
盤の支持	筐 体			炭素鋼		△							
	チャンネルベース			炭素鋼		△							
	取付ボルト			炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 電動機の固定子コイルの絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイルの絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電気的、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。

b. 技術評価

① 健全性評価

固定子コイルの絶縁低下については、絶縁仕様が低圧ポンプ用電動機に比べて同等以上であるため、低圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から、固定子コイルの絶縁耐力を保有する運転期間は16年と考えられる。

しかしながら、低圧ポンプ用電動機と設置場所が異なることから、長期間の運転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。

② 現状保全

固定子コイル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、予防保全のためトルリ駆動用電動機については、第16回定期検査時（2004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、固定子コイルの絶縁低下については、16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。

2.3.2 電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下

a. 事象の説明

電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下は、熱による絶縁物の特性変化、絶縁物に付着する塵埃又は内部の微小ボイド等による放電等、熱的、電氣的、環境的要因で経年的な変化が進行し、外表面、内部等から絶縁低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

電磁ブレーキは、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（E種～B種：許容最高温度120℃～130℃）を選択して使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により、管理値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、電磁ブレーキの固定鉄心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。

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

電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

2.3.3 回転数発電機の絶縁低下

a. 事象の説明

回転数発電機の絶縁低下は、熱による絶縁物の特性変化、絶縁物に付着する塵埃又は内部の微小ボイド等による放電等、熱的、電氣的、環境的要因で経年的な変化が進行し、外表面、内部等から絶縁低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

回転数発電機は、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、回転数発電機の絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（B種：許容最高温度130℃）を選択して使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

回転数発電機の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により、管理値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、回転数発電機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。

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

回転数発電機の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

2.3.4 変圧器の絶縁低下

a. 事象の説明

制御設備の変圧器は通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁性能の低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器は盤内に内蔵されているため、環境の変化の程度は小さく、塵埃が付着しにくい環境にある。

また、変圧器の通電時の使用温度に比べ十分余裕のある絶縁種（F種：許容最高温度155℃）を選択して使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下を生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

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、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、変圧器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。

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

変圧器の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

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 使用済燃料ピットクレーン

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 電動機（低圧）の固定子コイルの絶縁低下

代表機器と同様に固定子コイルは、長期間の運転を想定すると絶縁低下を生ずる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応じて洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替を実施していく。

3.1.2 電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下

代表機器と同様に電磁ブレーキは通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁低下を生じる可能性がある。

電磁ブレーキは、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、電磁ブレーキの絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（E種～B種：許容最高温度120℃～130℃）を選択して使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

現状保全としては、定期的な絶縁抵抗測定により、管理値以上であることの確認を行っている。

また、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、電磁ブレーキの絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

3.1.3 変圧器の絶縁低下

制御設備の変圧器は通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁性能の低下を生じる可能性がある。

変圧器は盤内に内蔵されているため、環境変化の程度は小さく塵埃が付着しにくい環境にある。

また、変圧器の通電時の使用温度に比べ十分余裕のある絶縁種（A種：許容最高温度105℃）を選択して使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下を生じる可能性は否定できない。

現状保全としては、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。

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ことから、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。

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 走行レール及び車輪の摩耗

走行レール及び車輪はクレーンの走行により摩耗が想定される。

しかしながら、レール上面はガイドローラ及びつば付車輪にて横すべりを防止しており、ころがり接触であることから摩耗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、定期的な目視確認により有意な摩耗等のないことを確認することにより、機器の健全性を確認している。

3.2.2 走行レール及びホイスト等の腐食（全面腐食）

走行レール、クレーン構造部（ブリッジ、転倒防止金具）、減速機（ケーシング、軸）、車輪、歯車継手（スリーブ、ハブ、六角ボルト）、ホイスト（ワイヤドラム、ケーシング、歯車、フック、シーブ）及び電動機（低圧）のフレームは炭素鋼等であり、腐食が想定される。

しかしながら、走行レール車輪接触部の腐食については、定期的な目視確認により、機器の健全性を維持している。

走行レール車輪接触部以外の大気接触部は、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。

3.2.3 走行レールの疲労割れ

走行レールには、ブリッジ等の荷重が常時かかる状態となることから疲労割れが想定される。

しかしながら、有意な応力変動が発生しないように設計されており、疲労割れが発生する可能性は小さく、これまでにき裂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、機器の健全性を確認している。

3.2.4 歯車及び継手等の摩耗

減速機（歯車）、歯車継手（スリーブ、ハブ、六角ボルト）及びホイスト（歯車、フック）は摩擦により、摩耗が想定される。

しかしながら、運転中、歯車は常に潤滑油が供給されており、摩耗し難い環境であり、これまでに有意な摩耗が認められておらず、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、定期的な異音確認や目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 ワイヤロープの摩耗及び素線切れ

ワイヤロープは、ドラムへの巻き取り、シーブ通過時のロープの曲げ及び機械的要因により、摩耗及び素線切れが想定される。

しかしながら、定期的にワイヤロープ径の寸法確認及び目視確認により摩耗及び素線切れを確認し、有意な摩耗等が確認された場合は適切に対処することにより、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。

3.2.6 シーブ及びワイヤドラムの摩耗

シーブ及びワイヤドラムはワイヤロープと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、シーブはワイヤロープの巻取りにそって回転し、ワイヤドラムはドラムの回転にあわせてワイヤロープが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗し難い構造であり、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、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 ロッキングカム及びフィンガの摩耗

ロッキングカム（アクチュエータ）及びフィンガは、燃料ラッチ時の摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、ロッキングカムは硬質クロムメッキを施工し、フィンガは材料をSUS630として摩耗し難くしており、これまでに異常のないことを確認していることから、今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、定期的なグリッパの作動確認及びフィンガ開閉寸法計測により、機器の健全性を確認している。

3.2.8 ガイドピンの摩耗

ガイドピンは、燃料への挿入時に燃料トップノズル（SUS304）との接触により摩耗する可能性が想定される。

しかしながら、材料をSUS630として摩耗し難くしており、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、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.9 ばねの変形（応力緩和）

グリップ（ガイドピン伸縮用）及び電磁ブレーキのばねは、応力状態にて長期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、当該ばねは同等か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。

3.2.10 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

電動機の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。

3.2.11 固定鉄心の腐食（全面腐食）

電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板及び銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心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。

3.2.12 ブレーキ板の摩耗

電磁ブレーキのブレーキ板は制動時にブレーキライニングを押し付けられることにより摩耗が想定される。

しかしながら、材料をライニングより硬い炭素鋼として摩耗を抑制しており、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。

3.2.13 ライニングの摩耗

電磁ブレーキのライニングは制動操作により摩耗が想定される。

しかしながら、ブレーキライニングの許容摩耗量から算出される最大動作回数に対する1定期検査あたりの動作回数の割合は十分小さいと評価しており、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。

3.2.14 ライニングのはく離

電磁ブレーキのライニングは高湿度環境での長期間の使用によりはく離が想定される。

2008年7月、敦賀2号炉のタービン動補助給水ポンプ起動入口弁の直流電動機用電磁ブレーキにおいて、電磁ブレーキのライニングのはく離が発生しているが、この事象は、当該弁が外気の影響を受ける高湿度エリアに設置されていたことに伴い発生した結露水がライニングの接着面に浸透し、接着力を低下させたものである。

しかしながら、川内1号炉については、使用済燃料ピットクレーンは、空調により換気された環境にあり、且つ、ブレーキ内部が閉鎖されていることから結露水が発生しがたい構造である。また、これまでに有意なはく離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。

3.2.15 荷重監視装置の特性変化

制御設備の荷重監視装置は、長時間の使用に伴い特性変化が想定される。

しかしながら、荷重監視装置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、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。

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等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。

さらに、定期的な機能・性能試験により、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。

3.2.16 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

操作スイッチ及び押釦スイッチは接点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、操作スイッチ及び押釦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。

3.2.17 荷重変換部の特性変化

ロードセルの荷重変換部が特性変化する主要因としては、ひずみゲージのはがれ等による抵抗の変化が想定される。

しかしながら、ひずみゲージ貼り付け部は、熱硬化型接着剤により固定されているため、ひずみゲージ貼り付け部が腐食してはがれが発生する可能性は小さい。

また、定期的な抵抗測定により、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。

3.2.18 筐体及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御設備の筐体及び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進行の可能性は小さい。

また、定期的な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。

3.2.19 リミットスイッチの導通不良

リミットスイッチは、浮遊塵埃の接点部分への付着による導通不良が想定される。

しかしながら、接点部分は密閉されたハウジング内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生する可能性は小さい。また、定期的な動作確認により導通不良がないことを確認していることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.20 走行レール基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは低合金鋼であり、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。

3. 2 燃料移送装置

[対象機器]

- ① 燃料移送装置

目 次

1. 対象機器	1
2. 燃料移送装置の技術評価	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	13
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	24

1. 対象機器

川内1号炉で使用されている燃料移送装置の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 燃料移送装置の主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	仕 様 (容量×移送距離)	使 用 条 件	
			運 転	使 用 温 度
燃料移送装置 (1)	PS-2	約7.3kN×約18.9m	一 時	気中*2 : 約45℃ 約30℃ 水中 : 約43℃

*1 : 機能は最上位の機能を示す

*2 : 上段は原子炉格納容器内、下段は燃料取扱建屋内を示す

2. 燃料移送装置の技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 燃料移送装置

(1) 構造

川内1号炉の燃料移送装置は、燃料取替用チャンネル底面に設置されており、トラックフレーム、燃料コンテナ、コンベアカー、走行駆動装置、リフティングアーム、水圧ユニット、制御盤等により構成されている。

トラックフレームは溶接構造物であり、レールは原子炉キャビティ及び燃料取替用チャンネルに設置されている。

燃料コンテナは、燃料集合体を移送する時に収納する箱型の容器で、ピボット支持によりコンベアカーに取り付けられている。コンベアカーは、両側に取り付けられた車輪が回転してトラックフレーム上を走行する。

走行駆動装置は、コンベアカーを水平移動するための装置で、チェーン、スプロケット、ラインシャフト等にて電動機の動力をコンベアカーに伝えている。

リフティングアームは、レールをまたぐように設置され、一端がピボット支持によりトラックフレームに取り付けられた構造である。

水圧ユニットの水圧シリンダからの給水にてリフティングアームを駆動し、燃料コンテナが旋回して直立する。また、水圧シリンダを元の位置に戻すことにより、燃料コンテナは水平位置に復帰する。

制御設備は、補助継電器等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体、チャンネルベース、取付ボルト及び基礎金物から構成される。

川内1号炉の燃料移送装置の構造を図2.1-1～図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の燃料移送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。

原子炉格納容器側

燃料取扱建屋側

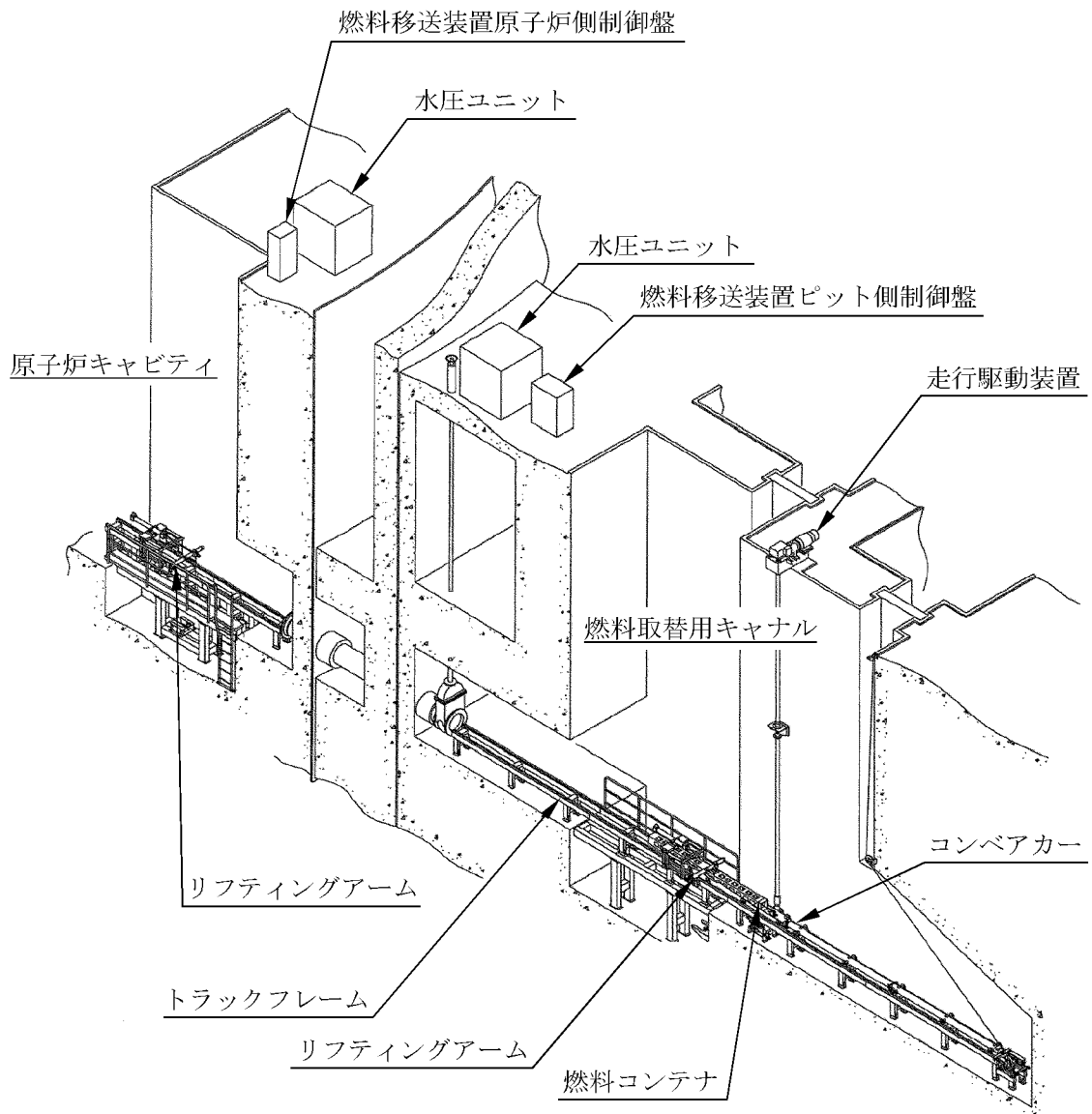
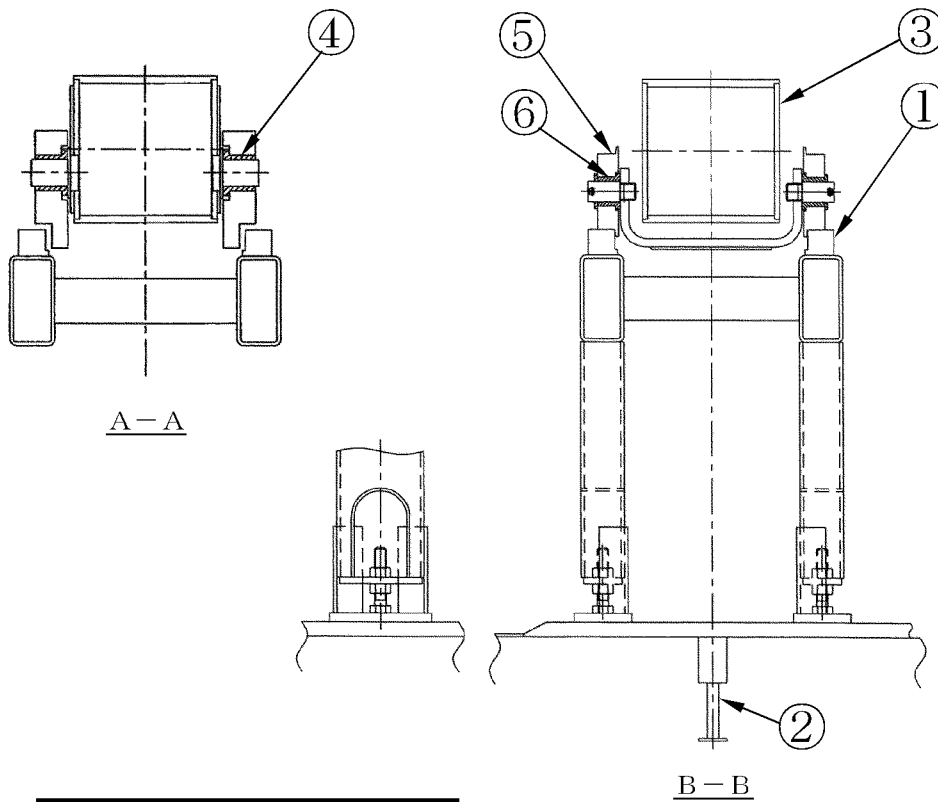
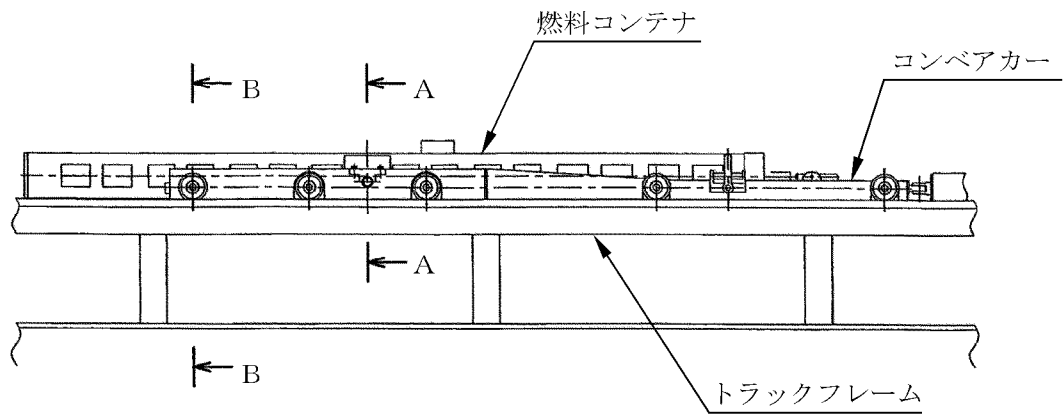
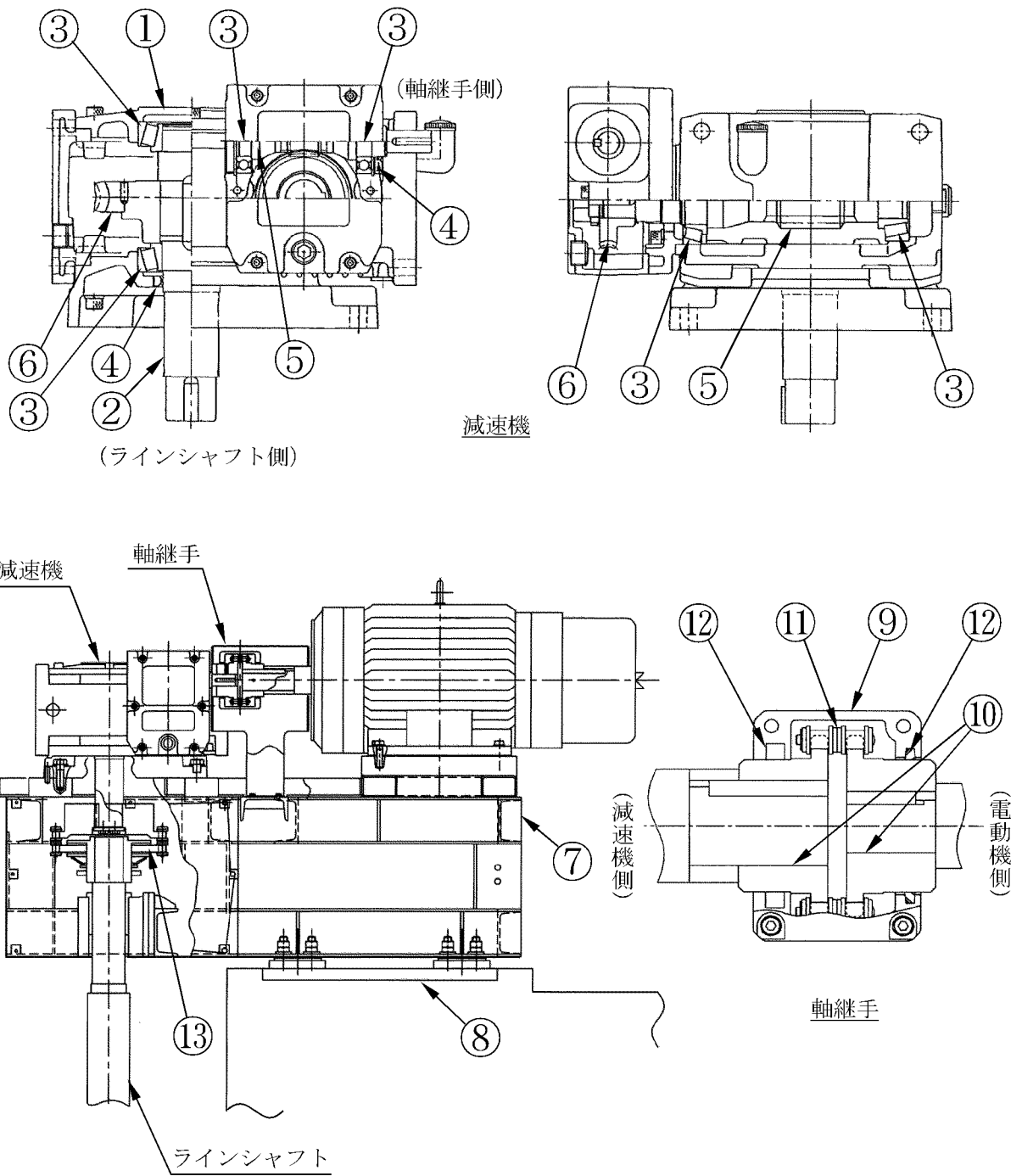


図2.1-1 川内1号炉 燃料移送装置全体構成図



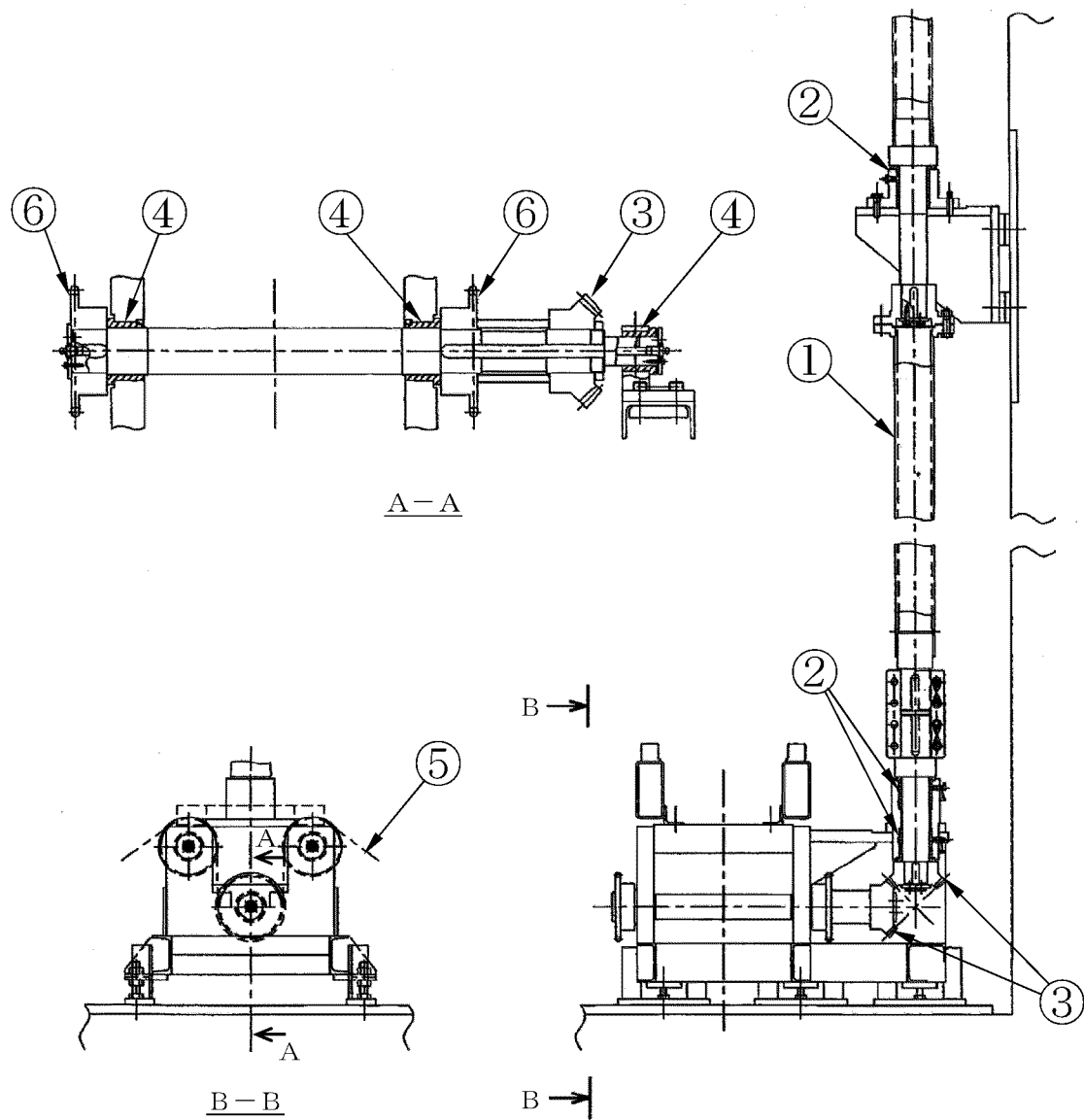
No.	部 位
①	レール
②	基礎金物
③	燃料コンテナ
④	ピボット軸受 (すべり)
⑤	車輪
⑥	車輪軸受 (すべり)

図2.1-2 川内1号炉 燃料移送装置 トラックフレーム、燃料コンテナ
及びコンベアカー構造図



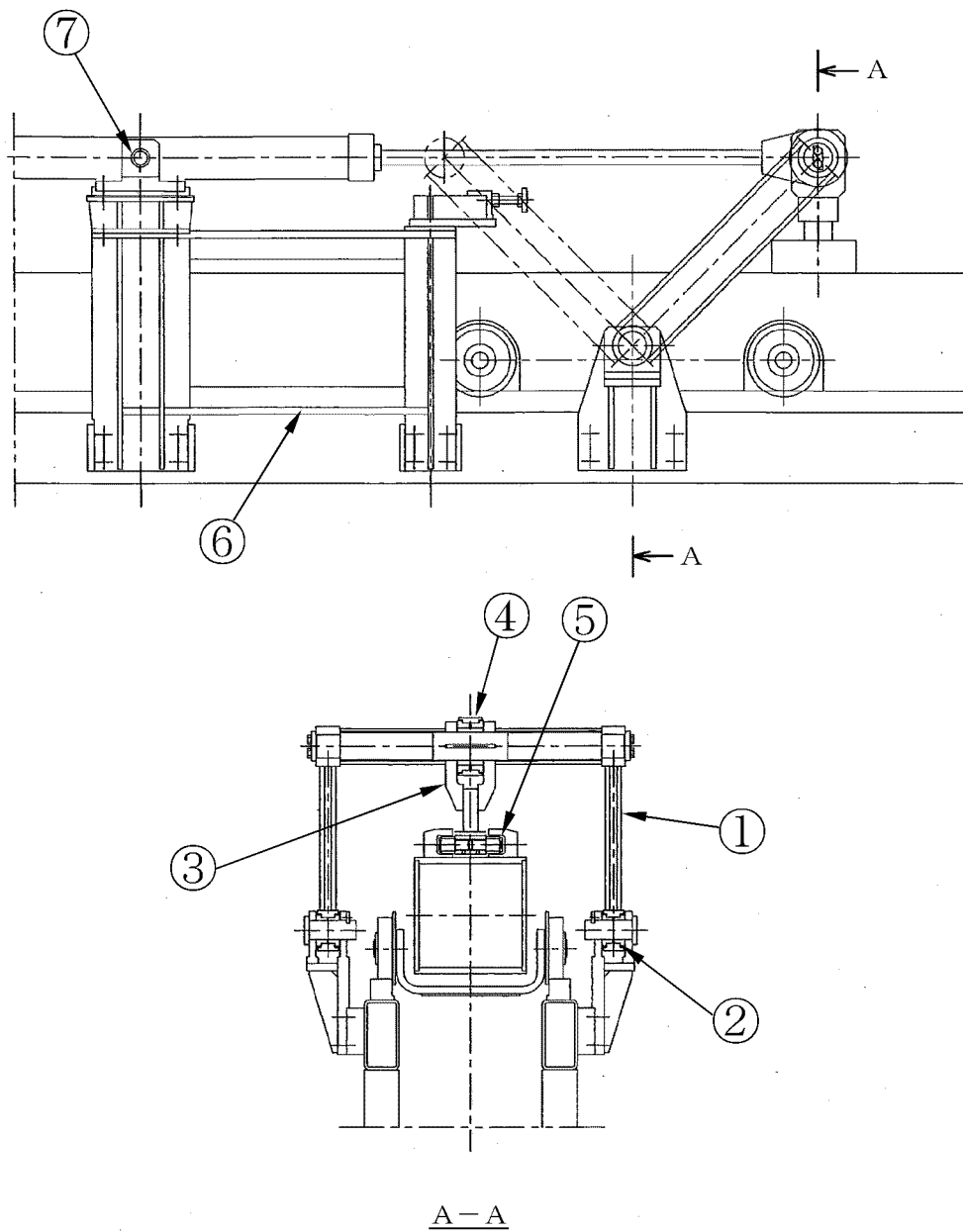
No.	部 位	No.	部 位	No.	部 位
①	ケーシング	⑥	ウォームホイール	⑪	チェーン
②	軸	⑦	架 台	⑫	オイルシール
③	軸受 (ころがり)	⑧	基礎金物	⑬	トルクリミッタ (摩擦板)
④	オイルシール	⑨	ケーシング		
⑤	ウォーム	⑩	スプロケット		

図2.1-3 川内1号炉 燃料移送装置 走行駆動装置構造図 (上部)



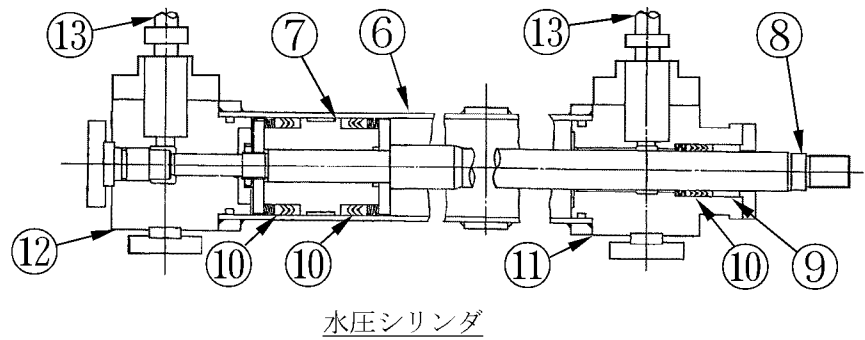
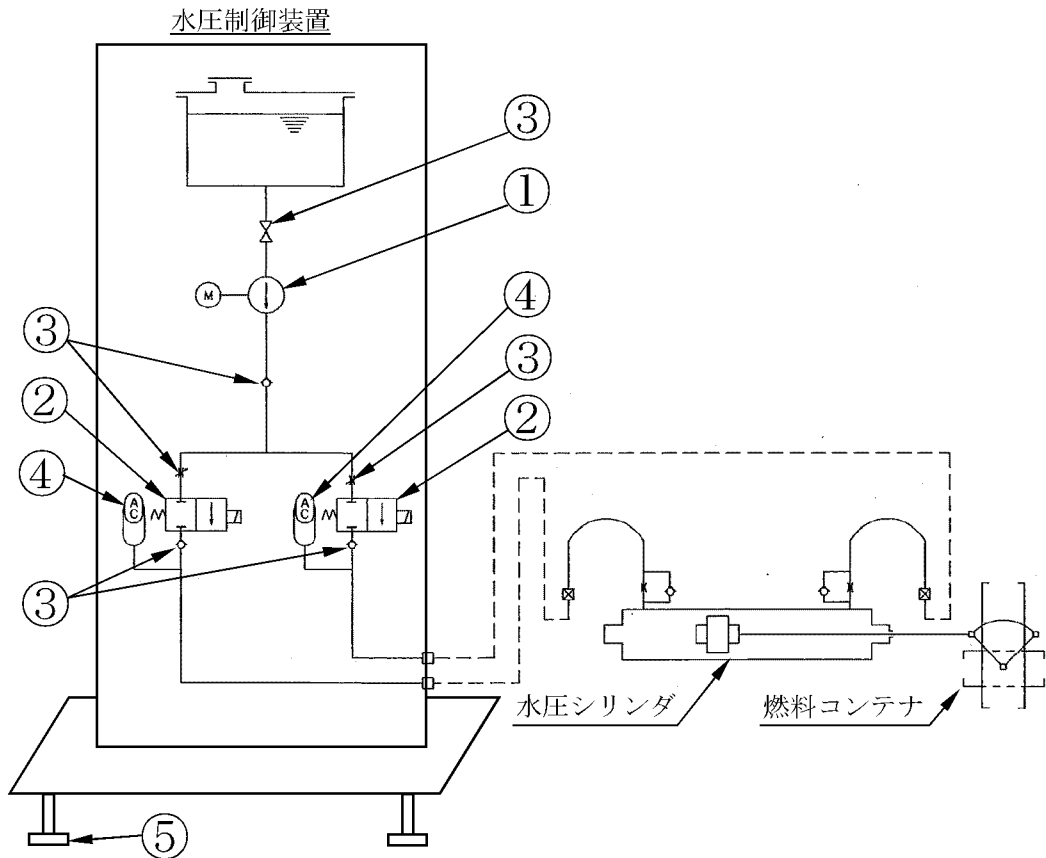
No.	部 位
①	ラインシャフト
②	ラインシャフト部軸受 (すべり)
③	かさ歯車
④	かさ歯車部軸受 (すべり)
⑤	チェーン
⑥	スプロケット

図2.1-4 川内1号炉 燃料移送装置 走行駆動装置構造図 (下部)



No.	部 位
①	リフティングアーム
②	ピボット軸受 (すべり)
③	ホーク
④	ホーク部軸受 (すべり)
⑤	リフティングローラ
⑥	架 台
⑦	シリンダ部軸受 (すべり)

図2.1-5 川内1号炉 燃料移送装置 リフティングアーム構造図



No.	部 位	No.	部 位
①	水圧ポンプ (軸受、パッキン)	⑧	ピストンロッド
②	電磁弁 (パッキン)	⑨	軸受 (すべり)
③	仕切弁、切替弁、圧力調整弁 (パッキン)	⑩	パッキン
④	アキュムレータ	⑪	ロッド側本体
⑤	基礎金物	⑫	ヘッド側本体
⑥	シリンダチューブ	⑬	高圧ホース
⑦	ピストン		

図2.1-6 川内1号炉 燃料移送装置 水圧ユニット構造図

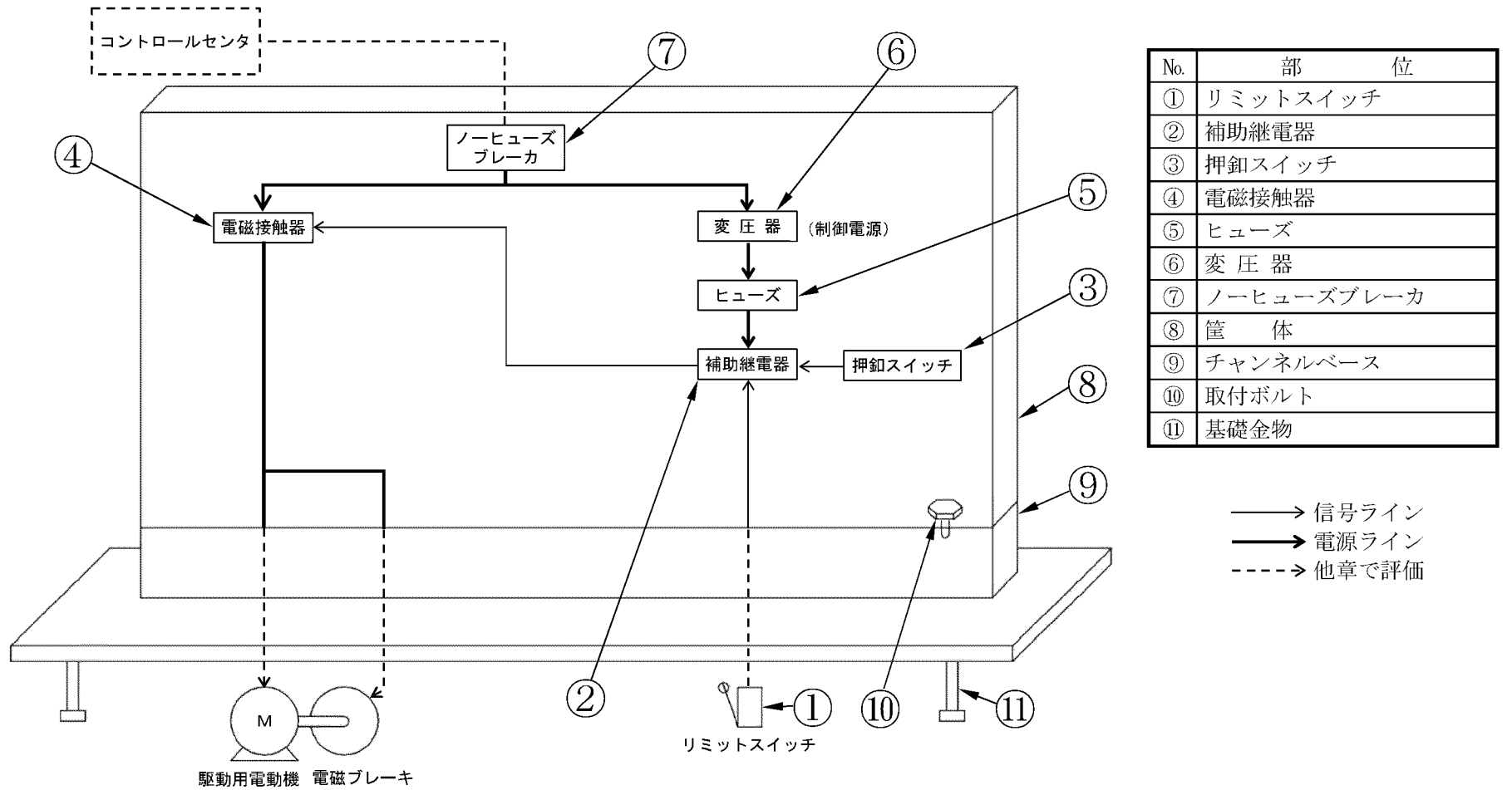


図2.1-7 川内1号炉 燃料移送装置 制御設備主要機器構成図

表2.1-1(1/2) 川内1号炉 燃料移送装置主要部位の使用材料

部 位		材 料	
トラックフレーム	レール	ステンレス鋼	
	基礎金物	ステンレス鋼	
燃料コンテナ	燃料コンテナ	ステンレス鋼	
	ピボット軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	
コンベアカー	車 輪	ステンレス鋼	
	車輪軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	
走行駆動装置	減速機	ケーシング	消耗品・定期取替品
		軸	消耗品・定期取替品
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
		ウォーム	消耗品・定期取替品
		ウォームホイール	消耗品・定期取替品
	架 台	炭素鋼	
	基礎金物	炭素鋼	
	軸継手	ケーシング	アルミダイカスト
		スプロケット	炭素鋼
		チェーン	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
	トルクリミッタ (摩擦板)	タンフリック (ノンアスベスト材)	
	ラインシャフト	ステンレス鋼	
	ラインシャフト部軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	
	かさ歯車	ステンレス鋼	
	かさ歯車部軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	
	チェーン	ステンレス鋼	
	スプロケット	ステンレス鋼	
	リフティング アーム	リフティングアーム	ステンレス鋼
ピボット軸受 (すべり)		消耗品・定期取替品	
ホーク		ステンレス鋼	
ホーク部軸受 (すべり)		消耗品・定期取替品	
リフティングローラ		消耗品・定期取替品	

表2.1-1(2/2) 川内1号炉 燃料移送装置主要部位の使用材料

部 位		材 料	
リフティング アーム	架 台	ステンレス鋼	
	シリンダ部軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	
水圧ユニット	水圧制御装置	水圧ポンプ (軸受、パッキン)	消耗品・定期取替品
		電磁弁 (パッキン)	消耗品・定期取替品
		仕切弁、切替弁、 圧力調整弁 (パッキン)	消耗品・定期取替品
		アキュムレータ	消耗品・定期取替品
		基礎金物	炭 素 鋼
	水圧シリンダ	シリンダチューブ	ステンレス鋼 (硬質クロムメッキ)
		ピストン	ステンレス鋼
		ピストンロッド	ステンレス鋼 (硬質クロムメッキ)
		軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
		パッキン	消耗品・定期取替品
		ロッド側本体	ステンレス鋼
		ヘッド側本体	ステンレス鋼
	高圧ホース	消耗品・定期取替品	
	制御設備	リミットスイッチ	銀、銅
補助継電器		消耗品・定期取替品	
押釦スイッチ		銅、銀	
電磁接触器		消耗品・定期取替品	
ヒューズ		消耗品・定期取替品	
変 圧 器		銅、アラミド繊維 絶縁ワニス (H種絶縁)	
ノーヒューズブレーカ		消耗品・定期取替品	
筐 体	炭 素 鋼		
チャンネルベース	炭 素 鋼		
取付ボルト	炭 素 鋼		
基礎金物	炭 素 鋼		

表2.1-2 川内1号炉 燃料移送装置の使用条件

移 送 荷 重		定格荷重：約7.3kN	
使用温度	気 中	原子炉格納容器内	約45℃
		燃料取扱建屋内	約30℃
	水 中		約43℃
設 置 場 所		原子炉格納容器内 燃料取扱建屋内	

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

燃料移送装置の機能である燃料移送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 装置の支持機能
- ② 走行機能
- ③ リフティング機能
- ④ 機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持
- ⑤ 盤の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

燃料移送装置について、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（表2.2-1で○となっているもの）としては、以下の事象がある。

(1) 変圧器の絶縁低下

制御設備の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。

2.2.3 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) レール及び車輪の摩耗

トラックフレームのレール及びコンペアカーの車輪は、機械的要因で摩耗が想定される。

しかしながら、水中での水潤滑であり、また、ころがり接触のため摩耗し難い構造となっており、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、使用前の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) 架台等の腐食（全面腐食）

走行駆動装置の架台及び軸継手（ケーシング、スプロケット）は炭素鋼又はアルミダイカストであり、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。

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、使用前の点検時等の異音確認や目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) トルクリミッタ（摩擦板）の摩耗

走行駆動装置のトルクリミッタ（摩擦板）は機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、使用前の点検時の目視確認により状態を確認し、有意な摩耗が確認された場合は適切に対処することにより、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) かさ歯車の摩耗

走行駆動装置のかさ歯車は機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、かさ歯車は水中での水潤滑であり、摩耗し難い構造となっており、これまでに有意な摩耗が認められておらず、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、使用前の点検時の異音確認や目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) チェーン（ブッシュ部）の摩耗

走行駆動装置のチェーンのブッシュ部は、機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、使用前の点検時にチェーンの伸び計測を実施し、伸びの傾向を監視しており、有意な伸びが確認された場合は、必要に応じて取替えることにより、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) スプロケット及びチェーン（ローラ外面）の摩耗

走行駆動装置のスプロケットとチェーンのローラ外面は相互の接触により、摩耗が想定される。

しかしながら、ころがり接触のため摩耗し難い構造となっており、これまでに有意な摩耗が認められておらず、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、使用前の点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(7) シリンダチューブ、ピストン及びピストンロッドの摩耗

水圧シリンダのシリンダチューブ、ピストン及びピストンロッドは機械的要因により、摩耗が想定される。

しかしながら、シリンダチューブとピストン及びピストンロッドと軸受（すべり）はパッキン及びグリスにより隔てられて摩耗し難い構造となっており、これまでに異常な動き等が認められておらず、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、使用前の点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。

(8) 基礎金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

走行駆動装置、水圧ユニットの水圧制御装置及び基礎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、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。

(9) 押釦スイッチの導通不良

制御設備の押釦スイッチ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、押釦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。

(10) 筐体、チャンネルベース及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

筐体、チャンネルベース及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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、定期的な目視確認で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。

(11) リミットスイッチの導通不良

リミットスイッチは、浮遊塵埃の接点部分への付着による導通不良が想定される。

しかしながら、接点部分は密閉されたハウジング内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生する可能性は小さい。また、定期的な動作確認により導通不良がないことを確認していることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

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。

(12) 基礎金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

走行駆動装置、水圧ユニットの水圧制御装置及び基礎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、コンクリートが大気接触部表面から中性化が進行した場合には腐食環境となるが、中性化に至るには長期間を要し、腐食が急速に進行して基礎金物の健全性を阻害する可能性はないと考えられることから、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

オイルシールは分解点検時等に取り替えている消耗品である。

また、燃料コンテナのピボット軸受（すべり）、コンベアカーの車輪軸受（すべり）、軸継手のチェーン、ラインシャフト部軸受（すべり）、かさ歯車部軸受（すべり）、リフティングアームのピボット軸受（すべり）、リフティングローラ、シリンダ部軸受（すべり）、ホーク部軸受（すべり）、水圧制御装置の水圧ポンプ（軸受、パッキン）、電磁弁等（パッキン）及びアキュムレータは、作動確認等の結果に基づき取り替えている消耗品である。なお、走行駆動装置の減速機、水圧シリンダのパッキン及び軸受（すべり）、高圧ホース、補助継電器、電磁接触器、ヒューズ及びノーヒューズブレーカは、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。

表2.2-1(1/5) 川内1号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
						減 肉		割 れ		材質変化			その他
						摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
装置の支持機能	トラックフレーム	レール			ステンレス鋼	△						*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部	
		基礎金物			ステンレス鋼								
走行機能	燃料コンテナ	燃料コンテナ			ステンレス鋼								
		ピボット軸受(すべり)	◎	—									
	コンベアカー	車輪			ステンレス鋼	△							
		車輪軸受(すべり)	◎	—									
	走行駆動装置	減速機	ケーシング	◎	—								
			軸	◎	—								
			軸受(ころがり)	◎	—								
			オイルシール	◎	—								
			ウォーム	◎	—								
			ウォームホイール	◎	—								
架台				炭素鋼			△						
基礎金物				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2.2-1(2/5) 川内1号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	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			
走行機能	走行駆動装置	軸継手	ケーシング		アルミ合金		△							
			スプロケット		炭素鋼		△							
			チェーン	◎	—									
			オイルシール	◎	—									
		トルクリミッタ (摩擦板)		タンフリック (ノアスベスト材)	△									
		ラインシャフト		ステンレス鋼										
		ラインシャフト部軸受 (すべり)	◎	—										
		かさ歯車		ステンレス鋼	△									
		かさ歯車部軸受 (すべり)	◎	—										
		チェーン		ステンレス鋼		△ (フック部) △ (ローラ外面)								
スプロケット		ステンレス鋼	△											

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/5) 川内1号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	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		
リフティング機能	リフティングアーム	リフティングアーム			ステンレス鋼							*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部	
		ピボット軸受（すべり）		◎	—								
		ホーク			ステンレス鋼								
		ホーク部軸受（すべり）		◎	—								
		リフティングローラ		◎	—								
		架 台			ステンレス鋼								
		シリンダ部軸受（すべり）		◎	—								
	水圧ユニット	水圧制御装置	水圧ポンプ（軸受、パッキン）		◎	—							
			電磁弁（パッキン）		◎	—							
			仕切弁、切替弁、圧力調整弁（パッキン）		◎	—							
			アキュムレータ		◎	—							
基礎金物				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2.2-1(4/5) 川内1号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	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	熱時効	劣 化		
リフティング機能	水圧ユニット	水圧シリンダ	シリンダチューブ		ステンレス鋼 (硬質加ムメッキ)	△							
			ピストン		ステンレス鋼	△							
			ピストンロッド		ステンレス鋼 (硬質加ムメッキ)	△							
			軸受(すべり)	◎	—								
			パッキン	◎	—								
			ロッド側本体		ステンレス鋼								
			ヘッド側本体		ステンレス鋼								
			高圧ホース	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(5/5) 川内1号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
					減 肉		割 れ		絶 縁	導 通	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		
機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持	制御設備	リミットスイッチ		銀、銅						△		*1: 大気接触部 *2: コンクリート埋設部	
		補助継電器	◎	—									
		押釦スイッチ		銅、銀						△			
		電磁接触器	◎	—									
		ヒューズ	◎	—									
		変圧器		銅 アラミト [®] 繊維 絶縁ワニス (H種絶縁)					○				
		ノーヒューズブレーカ	◎	—									
盤の支持	筐 体			炭素鋼		△							
	チャンネルベース			炭素鋼		△							
	取付ボルト			炭素鋼		△							
	基礎金物			炭素鋼		△ ^{*1} ▲ ^{*2}							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 変圧器の絶縁低下

a. 事象の説明

制御設備の変圧器は通電による発熱や周囲環境条件の影響を受け、絶縁材料の変化により、絶縁性能の低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器は盤内に内蔵されているため、環境変化の程度は小さく、塵埃が付着しにくい環境にある。

また、変圧器の通電時の使用温度に比べ十分余裕のある絶縁種（H種：許容最高温度180℃）を選択して使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下を生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

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、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、変圧器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。

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

変圧器の絶縁低下に対しては、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

4 原子炉容器上部ふた付属設備

[対象機器]

- ① 制御棒クラスタ駆動装置
- ② 炉内熱電対用ハウジング

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	11
3. 代表機器以外への展開	17
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	17
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	17

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原子炉容器上部ふた付属設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらの機器を設置場所、材料の観点からグループ化し、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に示す原子炉容器上部ふた付属設備について、設置場所、材料を分離基準として考えると、いずれの機器も同様であることからグループとしては1つとなる。

1.2 代表機器の選定

制御棒の駆動機能を有しているのは、制御棒クラスタ駆動装置であることから、制御棒クラスタ駆動装置を代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 原子炉容器上部ふた付属設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準		選定	選定理由	
			重要度*1	使用条件			
設置場所	材料			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
原子炉容器上部ふた上	ステンレス鋼	制御棒クラスタ駆動装置 (48)	PS-1	約17.2	約343	◎	構造 (駆動機能あり)
		炉内熱電対用ハウジング (3)	PS-1	約17.2	約343		

*1：機能は最上位の機能を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の機器について技術評価を実施する。

① 制御棒クラスタ駆動装置

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 制御棒クラスタ駆動装置

(1) 構造

川内1号炉の制御棒クラスタ駆動装置は、炉心の制御を行う制御棒の引き抜き・挿入動作を操作する装置であり、圧力ハウジング、ラッチ機構、サーマルスリーブ及び駆動軸の組立体から構成され、圧力バウンダリとして原子炉容器頂部に取り付けられている。

圧力ハウジングは、駆動軸ハウジングとラッチハウジング、ラッチハウジングとふた管台は溶接され、ふた管台は原子炉容器上部ふたに溶接されている。圧力ハウジングの内側には、ラッチ機構が取り付けられている。

ラッチ機構は磁気ジャック式と呼ばれ、圧力ハウジング外側に設置した制御棒クラスタ駆動装置作動コイルに通電することによって、発生する電磁石の原理を利用してラッチ機構のラッチアームを動作させる。

ラッチアームは駆動軸を把持し、さらに駆動軸と結合された制御棒を操作する動作を行う。駆動軸は駆動軸下端の接手により制御棒との結合・切離しを行うもので駆動軸中央部にはラッチアームとの結合用の溝山がある。

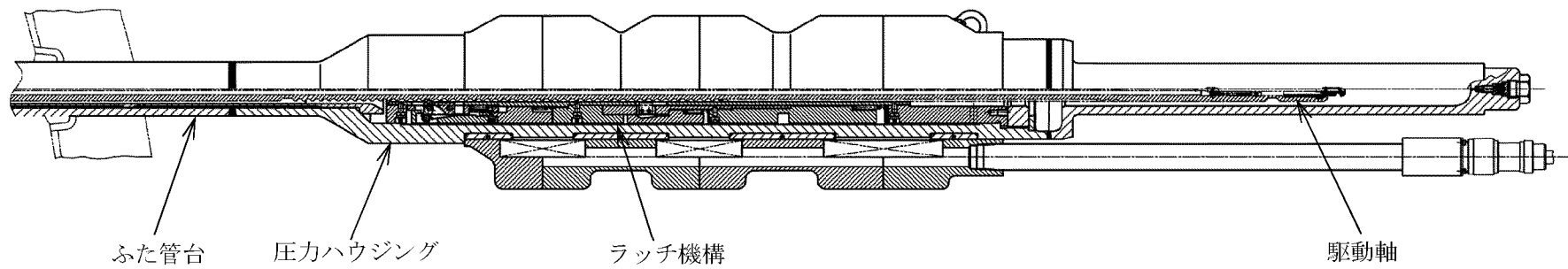
また、原子炉容器上部ふたの上側に制御棒クラスタ駆動装置耐震サポートが設置されており、地震時の制御棒クラスタ駆動装置の水平方向の動きを抑制している。

なお、川内1号炉の制御棒クラスタ駆動装置については、第19回定期検査時(2008年度)に取替えを実施している。

川内1号炉の制御棒クラスタ駆動装置の構造図を図2.1-1～図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の制御棒クラスタ駆動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。



- 4 -

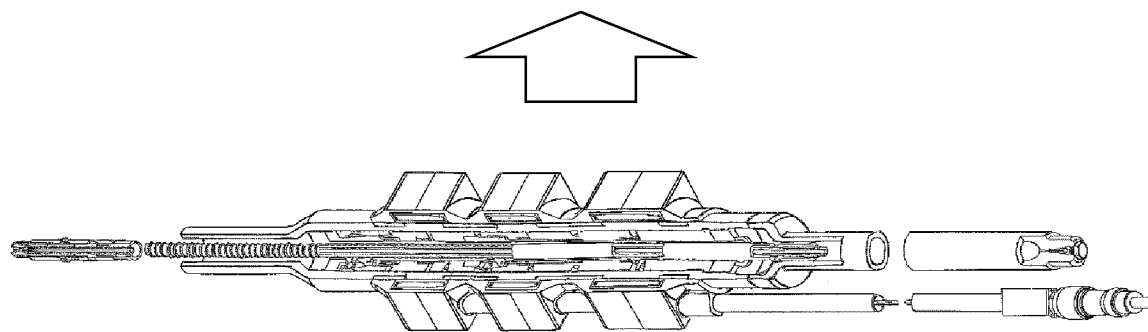


図2.1-1 川内1号炉 制御棒クラスター駆動装置全体図

No.	部 位
①	ラッチハウジング
②	駆動軸ハウジング

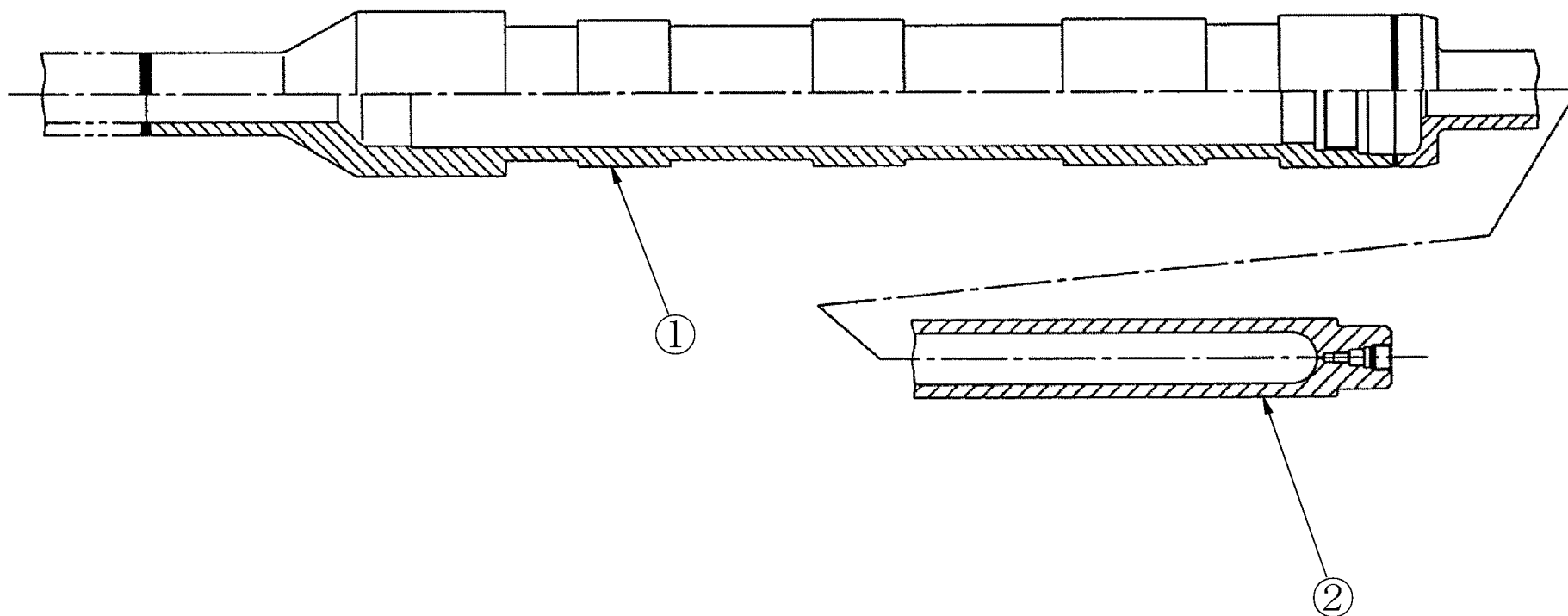
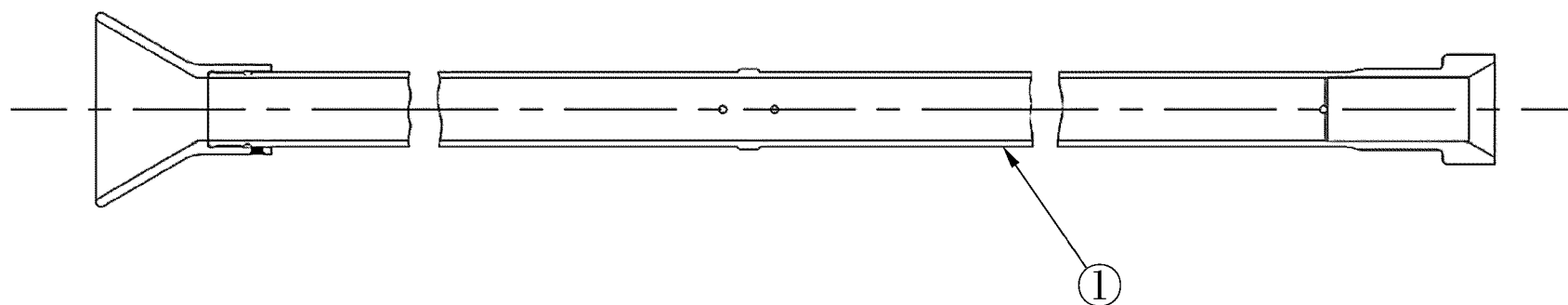


図2.1-2 川内1号炉 制御棒クラスタ駆動装置 圧力ハウジング構造図



No.	部 位
①	サーマルスリーブ

図2.1-3 川内1号炉 制御棒クラスター駆動装置 サーマルスリーブ構造図

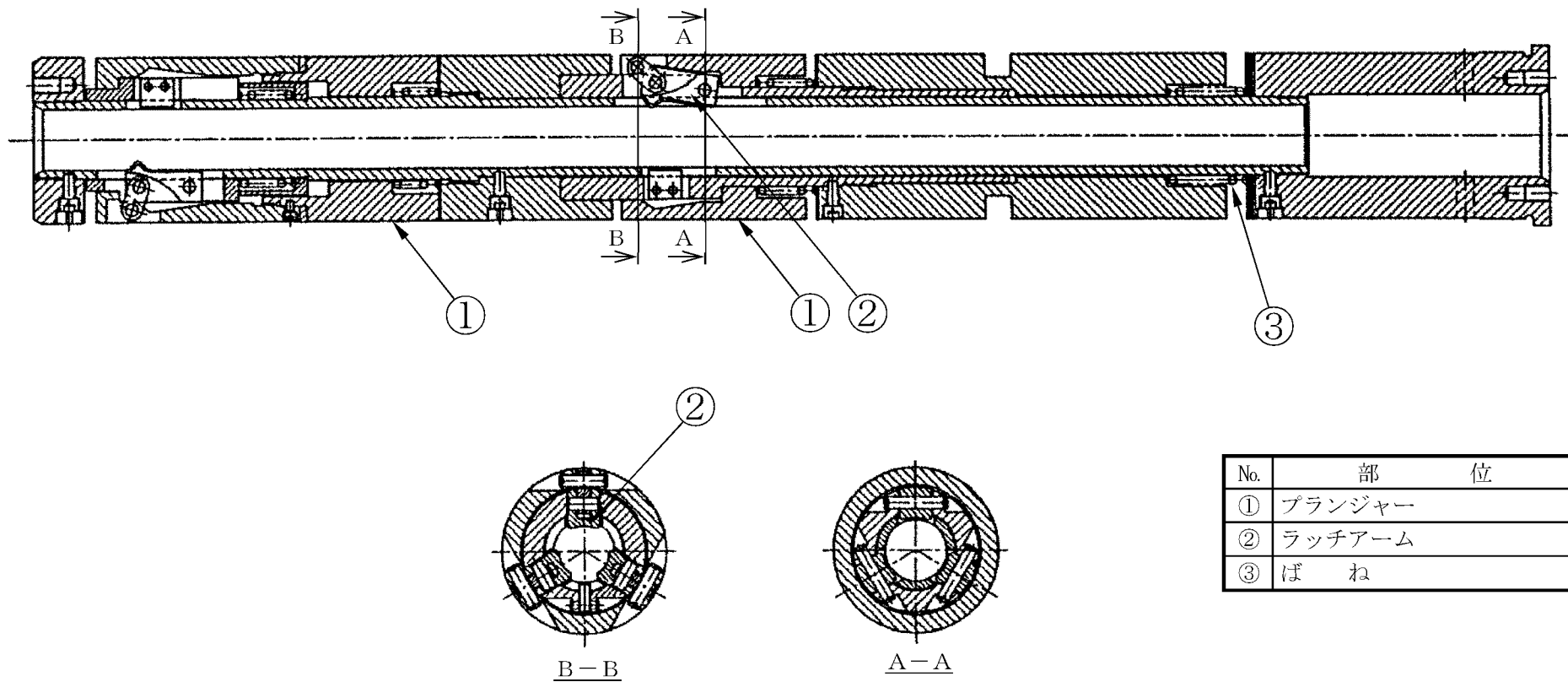
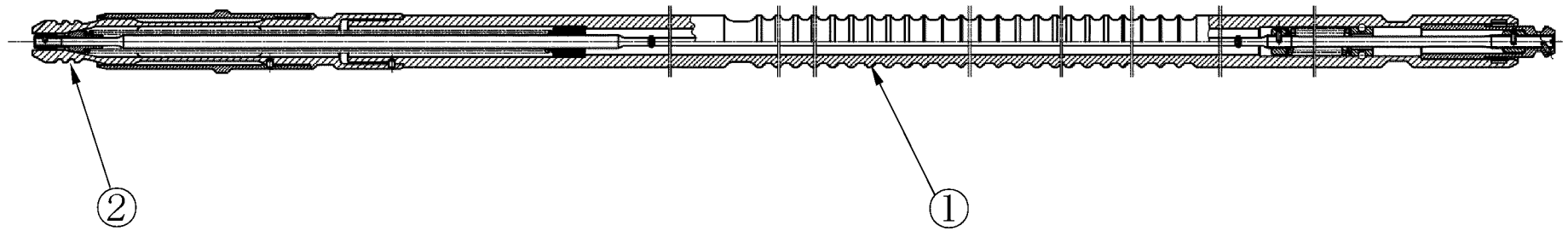
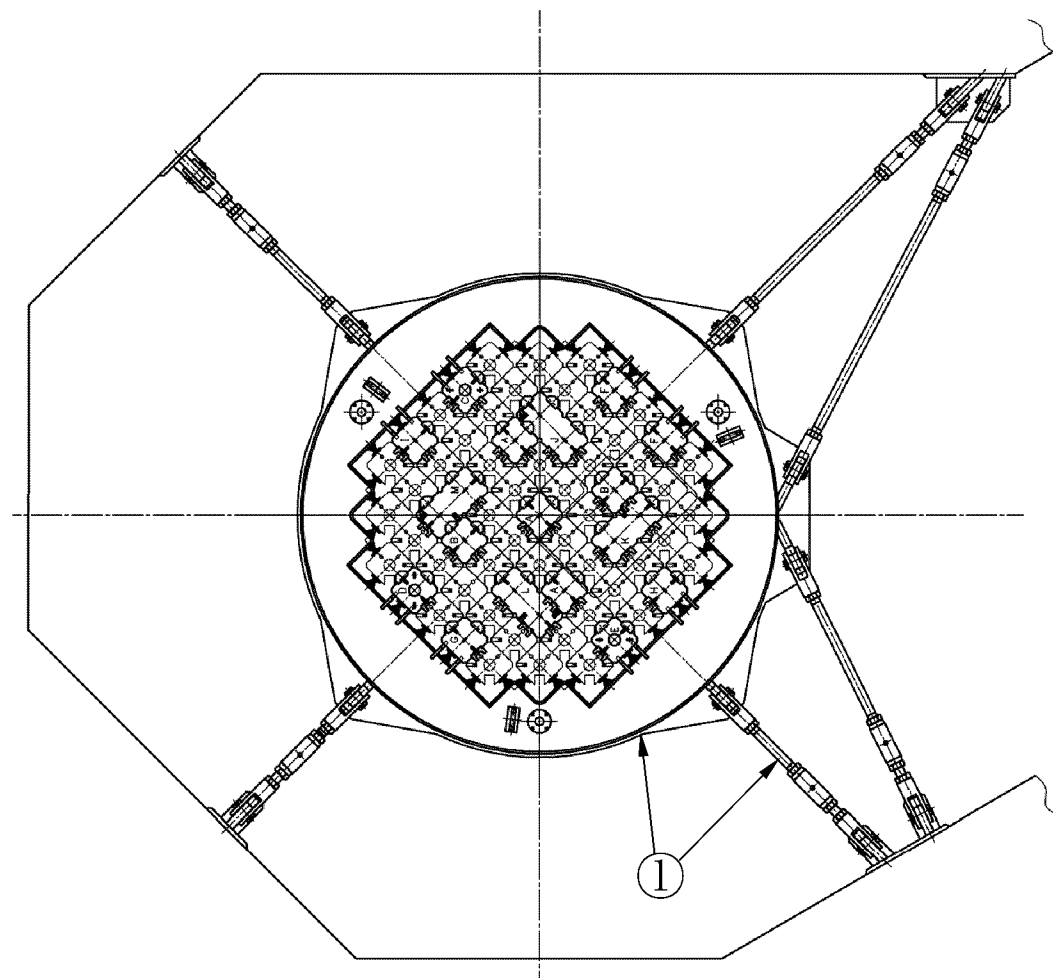


図2.1-4 川内1号炉 制御棒クラスター駆動装置 ラッチ機構構造図



No.	部 位
①	駆 動 軸
②	接 手

図2. 1-5 川内1号炉 制御棒クラスター駆動装置 駆動軸構造図



No.	部 位
①	耐震サポート

図2.1-6 川内1号炉 制御棒クラスター駆動装置 耐震サポート構造図

表2.1-1 川内1号炉 制御棒クラスタ駆動装置主要部位の使用材料

部 位		材 料
圧力ハウジング	ラッチハウジング	ステンレス鋼
	駆動軸ハウジング	ステンレス鋼
サーマルスリーブ		ステンレス鋼
ラッチ機構	プランジャー	ステンレス鋼
	ラッチアーム	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
	ばね	750系ニッケル基合金
駆動軸	駆動軸	ステンレス鋼
	接手	ステンレス鋼
耐震サポート		炭素鋼 低合金鋼

表2.1-2 川内1号炉 制御棒クラスタ駆動装置の使用条件

最高使用圧力	約17.2MPa[gage]
最高使用温度	約343℃
内部流体	1次冷却材

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

制御棒クラスタ駆動装置の機能である反応度制御機能を達成させるためには次の2つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 制御棒作動信頼性の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御棒クラスタ駆動装置について、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) 圧力ハウジング（ラッチハウジング及び駆動軸ハウジング）の疲労割れ

圧力ハウジングは、プラントの起動・停止時等による熱過渡を繰り返し受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、起動・停止時等に発生する荷重はわずかであり、有意な応力変動を受けない構造となっており、疲労割れが発生し難い。

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

なお、定期的な漏えい検査を実施し、漏えいのないことを目視にて確認することにより、機器の健全性を確認している。

(2) プランジャーの摩耗

制御棒の引き抜き・挿入動作を行うプランジャーは、その構造上、摺動部で摩耗が想定される。

しかしながら、制御棒位置指示装置による指示確認及びコイル電流によるラッチ機構動作確認、制御棒落下試験によるトリップ時のプランジャー動作に伴うラッチアーム開放動作の確認により、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) ラッチアーム及び駆動軸の摩耗

ラッチアームと駆動軸は互いに接触しあう部位であり、摺動部で摩耗が想定される。

しかしながら、制御棒位置指示装置による指示確認及びコイル電流によるラッチ機構動作確認により、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。

(4) ばねの変形（応力緩和）

ばねは、応力状態にて長期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、当該ばねは同等か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、制御棒位置指示装置による指示確認及びコイル電流によるラッチ機構動作確認により、機器の健全性を確認している。

(5) 耐震サポートの腐食（全面腐食）

耐震サポー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進行の可能性は小さい。

また、外観点検時の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。

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。

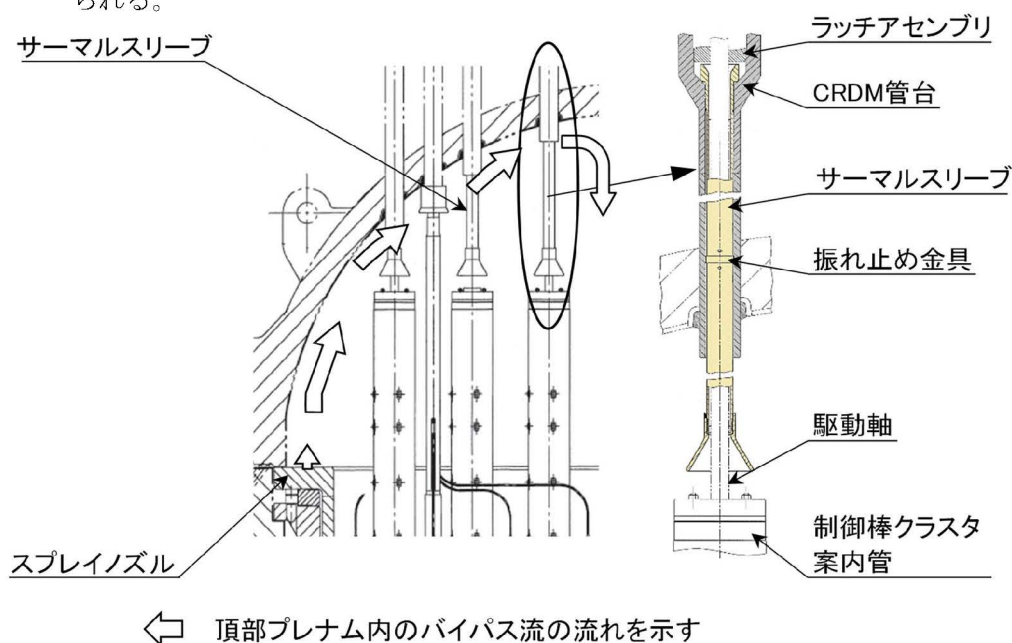
(6) サーマルスリーブの摩耗

サーマルスリーブは、原子炉容器上部ふた管台との接触部における摩耗が想定される。

2017年12月、フランスのベルビル(Belleville)発電所2号炉において、サーマルスリーブが摩耗により落下し、制御棒落下試験時に全挿入できない事象が発生している。

サーマルスリーブは原子炉容器上部ふたの制御棒クラスタ駆動装置管台の内側に設置され、管台とは固定されておらず、管台のテーパ部にサーマルスリーブのフランジ部が自重を預ける構造となっている。

サーマルスリーブが設置される頂部プレナム内では、図 2.2-1 に示すようにスプレインズルから噴出する1次冷却材の流れ（頂部バイパス流）が原子炉容器上部ふたに沿って上昇し、頂部付近で合流した後に下降する流れが存在する。この流れが作用することでサーマルスリーブに流体励起振動が生じ、サーマルスリーブのフランジ面と管台内面のテーパ面が摺動することで、摩耗が進展すると考えられる。そのため、頂部プレナム内のバイパス流の流れが大きく上部ふた頂部の温度が低いプラント（T-Coldプラント）が摩耗に対する感受性が大きいと考えられる。



◁ 頂部プレナム内のバイパス流の流れを示す

図 2.2-1 サーマルスリーブの構造と頂部プレナム内の流況

しかしながら、国内PWRプラントにおいては、2019年に、頂部プレナムへのバイパス流量比が大きく、ワークレート（摺動速さと接触荷重の積）が大きい標準型4ループプラントのうち、上部ふたの供用年数が比較的長いプラントを代表プラントとして、サーマルスリーブの摩耗状況の確認のためにサーマルスリーブの下降量を計測しているが、直ちにフランジ部の破断に至るような摩耗の進展は認められておらず、川内1号炉については、第19回定期検査時(2008年度)に原子炉容器の上部ふた取替にあわせてサーマルスリーブも取替えられており、摩耗状況を確認した国内代表プラントよりも供用期間が短く、ワークレートも小さいことから、直ちにフランジ部の破断に至るような摩耗が生じる可能性は小さい。

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。

(7) 接手の摩耗

接手は、制御棒クラスタのスパイダーの溝に接手の山がかみあう構造になっており、ステッピング及び制御棒クラスタとの取付け、取外しによる接手山部の摩耗が想定される。

しかしながら、接手の山とスパイダーの溝は隙間なくかみ込み一体となっており、ステッピング時の摩耗は生じないと考えられること、及びスパイダー材と接手の硬さは同程度であり比摩耗量も同程度と考えられ、接手山部についても有意な摩耗はないと考えられる。

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。

表2.2-1 川内1号炉 制御棒クラスタ駆動装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	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	圧力ハウジング	ラッチハウジング		ステンレス鋼			△				*1: 変形 (応力緩和)	
		駆動軸ハウジング		ステンレス鋼			△					
制御棒作動信頼性の維持	サーマルスリーブ			ステンレス鋼	▲							
	ラッチ機構	プランジャー		ステンレス鋼	△							
		ラッチアーム		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
		ばね		750系ニッケル 基合金							△*1	
	駆動軸	駆動軸		ステンレス鋼	△							
		接 手		ステンレス鋼	▲							
	耐震サポート				炭素鋼 低合金鋼			△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器に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 炉内熱電対用ハウジング

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（水質、圧力、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 圧力ハウジングの疲労割れ

圧力ハウジングは、プラントの起動・停止時等による熱過渡を繰り返し受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、起動・停止時等に発生する荷重はわずかであり、有意な応力変動を受けない構造となっており、疲労割れが発生し難い。

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

なお、定期的な漏えい検査を実施し、漏えいのないことを目視にて確認することにより、機器の健全性を確認している。

3.2.2 コノシールガスケット取付部の摩耗

炉内熱電対用ハウジングには、上部シール材としてコノシールガスケットが用いられている。

炉内熱電対用ハウジングのコノシールガスケットは、定期的に取り替えを行っており、取付部で摩耗が想定される。

しかしながら、コノシールガスケット取替時における接触面の目視確認及び定期的な漏えい検査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。

3.2.3 ヘリコフレックスシール取付部の腐食（隙間腐食）

炉内熱電対用ハウジングには、下部シール材としてヘリコフレックスシールが用いられている。炉内熱電対用ハウジングのヘリコフレックスシールの接触部は隙間構造となり、隙間腐食が想定される。

しかしながら、プラントが一度運転にはいると高温状態となり、シール部のステンレス鋼表面に強固な酸化皮膜が形成されるため、有意な腐食の進展は考えられない。

また、ヘリコフレックスシール取付部については、ヘリコフレックスシールの取替時には接触面の目視確認を実施するとともに、定期的な漏えい検査を実施し、漏えいの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 原子炉容器内挿物

[対象機器]

- ① 制御棒クラスタ

目 次

1. 対象機器	1
2. 制御棒クラスタの技術評価	2
2.1 構造、材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	6

1. 対象機器

川内1号炉で使用されている原子炉容器内挿物の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 原子炉容器内挿物の主な仕様

機器名称 (体数)	重要度*1	使用条件	
		最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
制御棒クラスター (48)	MS-1、重*2	約17.2	約343

*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. 制御棒クラスタの技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

(1) 構造

川内1号炉の制御棒はクラスタ形で、原子炉の緊急停止は制御棒クラスタの重力落下によって行っている。制御棒クラスタは、目的により制御グループ及び停止グループに分けられる。制御グループの制御棒クラスタは、通常運転中、出力、温度等原子炉の運転条件の変化による反応度変化を補償するために使用する。停止グループの制御棒クラスタは、原子炉停止の際、制御グループの制御棒クラスタとともに、炉心の余剰反応度を吸収するために用いている。制御棒クラスタは、最も反応度効果の大きい制御棒クラスタ1体が炉心に挿入できない場合でも、余裕を持って原子炉を停止できる制御能力を持つよう設計している。

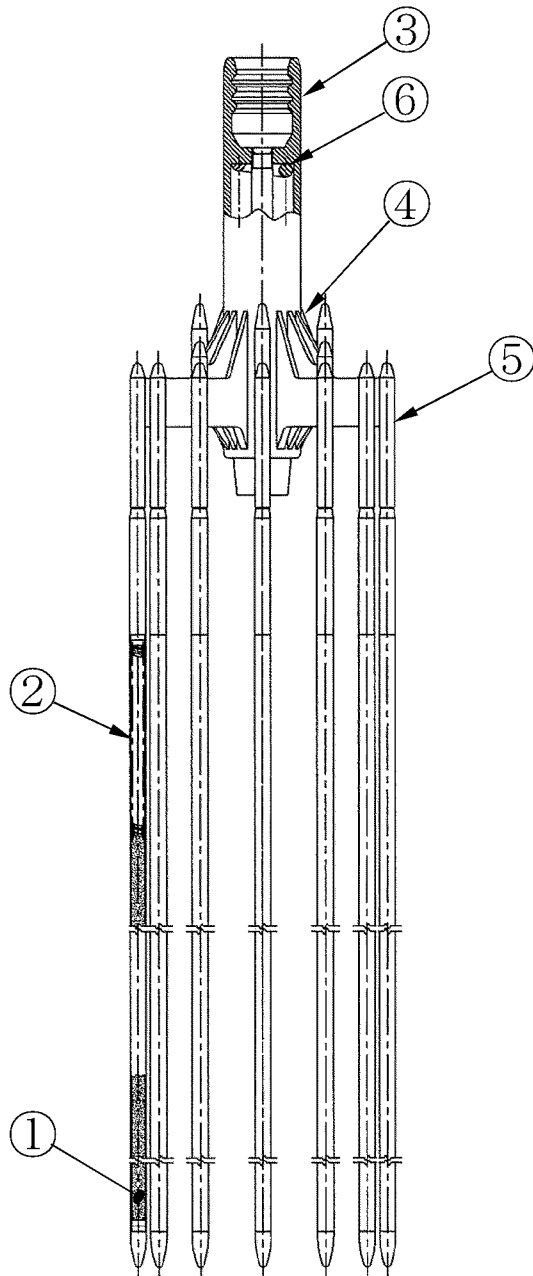
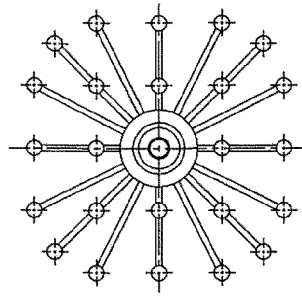
制御棒クラスタは、24本の制御棒をベーンとフィンガにより軸対称位置に配置する構造をしており、原子炉容器内で48体使用されている。制御棒駆動軸と切り離すことにより炉心から取り出すことができる。1次冷却材に接する部分はステンレス鋼で構成されており、中性子吸収体である銀・インジウム・カドミウム合金を被覆した制御棒をクラスタ状に維持している。また原子炉停止のため制御棒クラスタを重力落下させた際の衝撃を緩和するためにニッケル基合金製のばねを有している。

川内1号炉の制御棒クラスタの構造図を図2.1-1に示す。

なお、制御棒クラスタについては、表2.1-1に示すとおり取替えを実施している。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の制御棒クラスタの使用材料及び使用条件を表2.1-2及び表2.1-3にそれぞれ示す。



No.	部 位
①	中性子吸収体
②	制御棒被覆管（制御棒）
③	スパイダー*1
④	ベ ー ン*1
⑤	フィンガ*1
⑥	ば ね

*1：スパイダー、ベーン、フィンガは一体構造

図2.1-1 川内1号炉 制御棒クラスタ構造図

表2.1-1 川内1号炉 制御棒クラスタの取替実績

時 期	体数 (体)
第6回定期検査時 (1991年度)	14
第7回定期検査時 (1992年度)	12
第8回定期検査時 (1993年度)	12
第9回定期検査時 (1995年度)	10
第17回定期検査時 (2005年度)	8
第18回定期検査時 (2007年度)	8
第19回定期検査時 (2008年度)	8
第20回定期検査時 (2009年度～2010年度)	8
第21回定期検査時 (2011年度～2015年度)	8
第22回定期検査時 (2016年度)	8
第25回定期検査時 (2019年度～2020年度)	1

(注) 全数改良型(制御棒被覆管(制御棒)へのCrメッキ及び中性子吸収体先端部の細径化)への取替え済み

表2.1-2 川内1号炉 制御棒クラスタ主要部位の使用材料

部 位	材 料
中性子吸収体	銀・インジウム・カドミウム合金
制御棒被覆管（制御棒）	ステンレス鋼
スパイダー ベーン フィンガ	ステンレス鋼 ステンレス鋼鋳鋼
ばね	ニッケル基合金

表2.1-3 川内1号炉 制御棒クラスタの使用条件

最高使用圧力	約17.2MPa[gage]
最高使用温度	約343℃
使用環境	1次冷却材水中

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

制御棒クラスタの機能である炉心の制御機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 反応度変化の補償及び緊急停止時の停止余裕の確保

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御棒クラスタについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、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) 中性子吸収体の中性子吸収能力の低下

中性子吸収体は中性子吸収により、その成分元素が中性子吸収断面積の小さな元素へと変換されるため、中性子吸収能力は徐々に低下する。中性子吸収能力が低下すると制御機能が満足できない可能性が考えられる。

しかしながら、運転中制御棒クラスタは炉心から引き抜かれているために照射量はわずかである。

また、制御棒の取替基準の照射を受けた場合でも、個々の制御棒の核的損耗は0.07%と核安全設計の余裕の範囲（10%）内にあることから、制御能力としては十分余裕がある。

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。

なお、制御棒クラスタは、中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことにより、機器の健全性を確認している。

(2) 制御棒被覆管の摩耗

通常運転時の1次冷却材の流れにより、制御棒クラスタ案内管内等で制御棒が流体振動を起こす。その結果、制御棒と制御棒クラスタ案内管案内板等との間で摩耗が生じる可能性がある。

制御棒クラスタの構造と挿入位置関係を図2.2-1に示す。

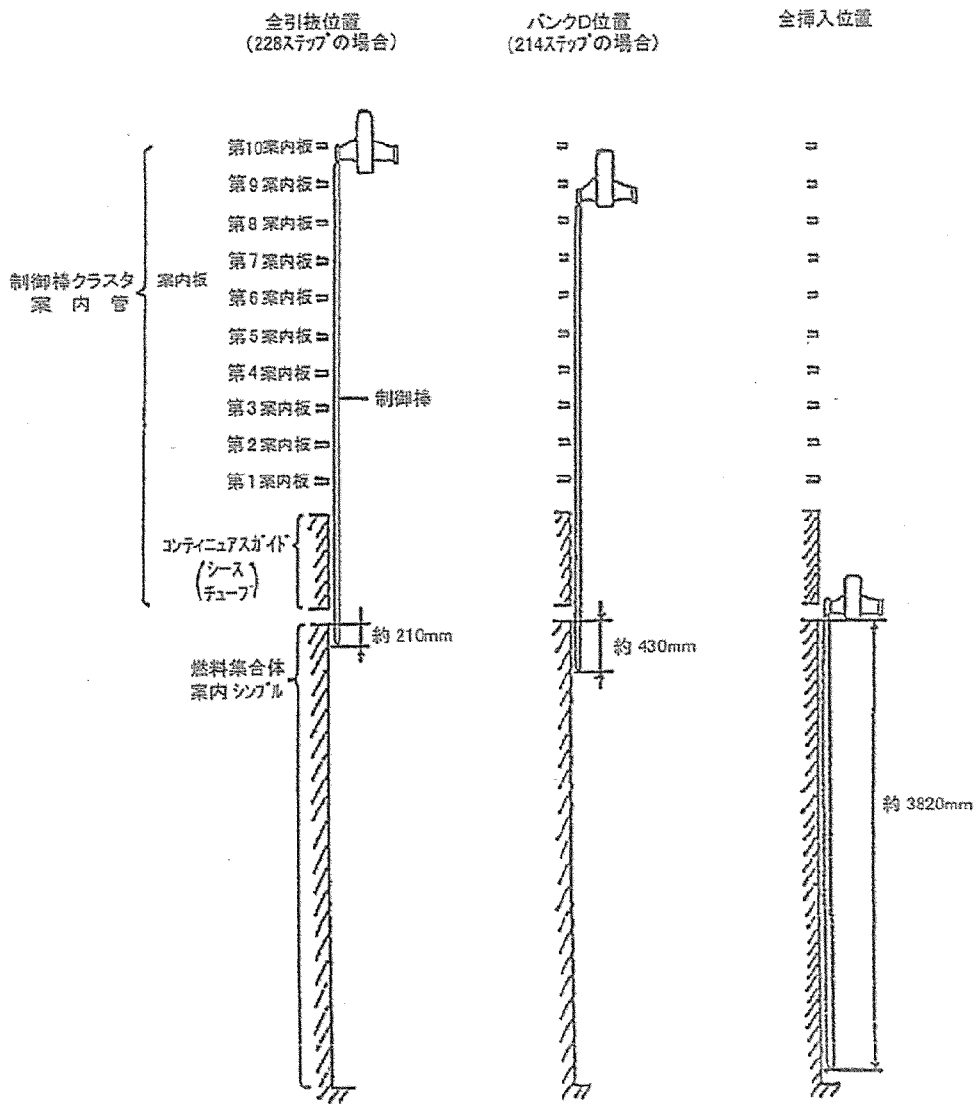


図2.2-1 川内1号炉 制御棒クラスターの構造と挿入位置関係

米国ポイントビーチ(Point Beach)発電所2号炉で制御棒被覆管の摩耗が認められたという報告が、1984年3月にされたため、国内プラントでも検討を行い、摩耗測定結果から摩耗の進行を評価しており、予防保全的に摩耗深さが肉厚を超えないよう定期的に取り替えを行っている。

なお、万一制御棒被覆管が減肉により貫通しても直ちに制御棒クラスタの機能に与える影響は小さいことを確認している。

- ・制御棒被覆管強度 : 摩耗減肉後、さらに貫通した状態で、最も条件が厳しいステッピング荷重を考慮しても、応力や疲労評価上問題なく、制御棒被覆管強度は保たれる。
- ・中性子吸収体の溶出 : 制御棒被覆管に穴が開いても、中性子吸収体が1次冷却材中に溶出する量は微量であり、制御能力にはほとんど影響ない。
- ・挿入性、挿入時間への影響 : 制御棒被覆管が貫通しても挿入性は確保される。

具体的には、制御棒クラスタ案内管案内板部については摩耗が制御棒被覆管肉厚に達するまでに、制御棒引抜き位置をステップ変更することにより（原子炉停止余裕や反応度の補償機能への影響は問題ない）制御棒と制御棒クラスタ案内管案内板との干渉範囲をずらし、さらに同じ時間経過するまでに取替えを実施している。

また、定期的に全制御棒クラスタの落下試験を実施し、挿入性に問題ないことを確認している。

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) 制御棒被覆管の照射誘起型応力腐食割れ

制御棒クラスタは被覆管の照射誘起型応力腐食割れが想定される。

しかしながら、照射誘起型応力腐食割れの感受性を呈する中性子照射量を超す高照射領域は、制御棒被覆管においては先端部のみであるが、当該部位では、使用初期には内外差圧による小さな応力しか発生しない。

また、国内他プラントでの照射後試験の結果からは、有意な応力腐食割れは認められていない。

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、制御棒クラスタは、中性子照射量に応じた取替えを計画的に行うことにより、機器の健全性を確認している。

(4) 制御棒被覆管先端部の照射誘起割れ

被覆管先端部は外径増加によるクラックが想定される。

中性子吸収体が、中性子照射量の比較的大きな制御棒被覆管先端部において照射スウェリングを起こし外径が増加することにより、次第に制御棒被覆管に内圧を付加するようになる。一方、制御棒被覆管先端部は照射されるにつれて一様伸びが低下し、割れの発生限界ひずみが低下する。

これらの事象の相乗効果により、照射量が大きな領域に入ると、内圧を付加された制御棒被覆管先端部に発生するひずみが大きくなり、割れ発生限界ひずみ量に達することによって、クラックが発生する可能性がある。

しかしながら、予防保全的に、クラックが制御棒被覆管先端部に発生する可能性がある」と評価される中性子照射量に達する時期までに制御棒クラスタを取り替えることとしている。

また、定期的に全制御棒クラスタの落下試験を実施し、挿入性に問題ないことを確認している他、水中テレビカメラを用いた目視確認を実施し、有意な損傷及び変形がないことを確認している。

したがって、今後も現状保全を継続することで、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) 制御棒被覆管の照射スウェリング

制御棒クラスタは被覆管の照射スウェリングが想定される。

しかしながら、照射スウェリング量は、制御棒先端部の照射誘起割れに対する照射量取替基準に達した時点で微量であり、燃料集合体内に制御棒を導く制御棒案内シンプル細径部（ダッシュポット部）と制御棒とのギャップは確保される。

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、制御棒クラスタは、中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことにより、機器の健全性を確認している。

(6) 制御棒被覆管の照射下クリープ

制御棒被覆管先端部は照射下クリープの発生が想定される。

しかしながら、中性子吸収体によって変形が制限され、外観検査にて有意な変形のないことを確認し、制御棒クラスタは中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことにより、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) スパイダー溝の駆動軸接手との干渉部の摩耗

駆動軸とのラッチの際にはスパイダー溝内に駆動軸の接手が挿入される構造になっており、ステッピング及び制御棒クラスタのラッチ、アンラッチによる干渉部の摩耗が想定される。

しかしながら、国内他プラントの駆動軸接手干渉部の点検の結果、有意な摩耗は認められておらず、スパイダー材と接手内の硬さは同程度であり比摩耗量も同程度と考えられることから、スパイダー溝についても有意な摩耗はないと考える。

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、制御棒クラスタは、計画的に取替を行うことにより、機器の健全性を確認している。

(8) スパイダー、ベーン及びフィンガの熱時効

スパイダー、ベーン及びフィンガはステンレス鋼鋳鋼であり、高温での長時間の使用に伴い靱性の低下を起こす可能性がある。

しかしながら、HIP（熱間等方加圧）処理により内部欠陥をなくしており、外観検査にて異常のないことを確認し、制御棒クラスタは計画的に取替えを行うことにより、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) 照射によるばねの変形（応力緩和）

ばねは制御棒クラスタのスパイダー内にあり、中性子照射により応力緩和してばね力が徐々に低下する可能性が考えられる。

しかしながら、運転中制御棒クラスタは炉心から引き抜かれているため、照射量がわずかであり、ばねの応力緩和が発生し難い。

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、制御棒クラスタは、計画的に取替えを行うことにより、機器の健全性を確認している。

表2.2-1 川内1号炉 制御棒クラスタに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
反応度変化の補償及び緊急停止時の停止余裕の確保	中性子吸収体		銀・インジウム・カドミウム合金							△*1	*1：中性子吸収能力低下 *2：照射誘起型応力腐食割れ *3：照射誘起割れ *4：照射スウェリング *5：照射下クリープ *6：鋳造品のみ *7：照射による変形（応力緩和）
	制御棒被覆管（制御棒）		ステンレス鋼	△			△*2		△*3	△*4,5	
	スパイダー		ステンレス鋼 ステンレス鋼鋳鋼	△					△*6		
	ベ ー ン		ステンレス鋼 ステンレス鋼鋳鋼						△*6		
	フィンガ		ステンレス鋼 ステンレス鋼鋳鋼						△*6		
	ば ね		ニッケル基合金							△*7	

△：高経年化対策上着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 濃縮減容設備

[対象機器]

- ① 洗淨排水高濃縮装置
- ② 洗淨排水処理装置
- ③ A廃液蒸発装置
- ④ B廃液蒸発装置
- ⑤ ほう酸回収装置

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	26
3. 代表機器以外への展開	46
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	46
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	46

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濃縮減容設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらの濃縮減容設備を減容方式、流体及び材料の観点からグループ化し、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に示す濃縮減容設備について、減容方式、流体及び材料を分離基準として考えると、合計2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 減容方式：蒸発減容、流体：廃液、材料：耐食耐熱合金鋼

このグループには洗浄排水高濃縮装置のみが属するため、代表機器は洗浄排水高濃縮装置とする。

(2) 減容方式：蒸発減容、流体：廃液又はほう酸水、材料：ステンレス鋼

このグループには洗浄排水処理装置、A廃液蒸発装置、B廃液蒸発装置及びほう酸回収装置が属するが、内部流体の塩化物イオン濃度が高い洗浄排水処理装置を代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 濃縮減容設備の主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準					選定	選定理由
				重要度*1	使用条件*3					
減容方式	流体	材料			運転	最高使用圧力*4 (MPa[gage])	最高使用温度*4 (°C)	内部流体 (塩化物イオン濃度)		
蒸発減容	廃液	耐食耐熱合金鋼	洗浄排水高濃縮装置 (1)	高*2	一時	約0.09	約120	約10,000ppm	◎	
	廃液	ステンレス鋼	洗浄排水処理装置 (1)	高*2	一時	約0.1 / 約0.93	約150 / 約185	約1,000ppm	◎	内部流体
	廃液		A廃液蒸発装置 (1)	高*2	一時	約0.93 / 約0.1	約185 / 約150	約100ppm		
	廃液		B廃液蒸発装置 (1)	高*2	一時	約0.1 / 約0.93	約150 / 約185	約350ppm		
	ほう酸水		ほう酸回収装置 (1)	高*2	一時	約0.93 / 約0.1	約185 / 約150	約0.15ppm		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：加熱器又は蒸発器の使用条件を示す

*4：管側／胴側を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の2種類の濃縮減容設備について技術評価を実施する。

- ① 洗浄排水高濃縮装置
- ② 洗浄排水処理装置

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 洗浄排水高濃縮装置

(1) 構造

川内1号炉の洗浄排水高濃縮装置は、電気ヒータにより廃液を加熱・蒸発する蒸発器、蒸発器で発生した蒸気を凝縮するコンデンサ、濃縮廃液を移送するための高濃縮液ポンプ及び配管から構成されている。

川内1号炉の洗浄排水高濃縮装置の全体構成図を図2.1-1に、各機器の構造図を図2.1-2～図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の洗浄排水高濃縮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。

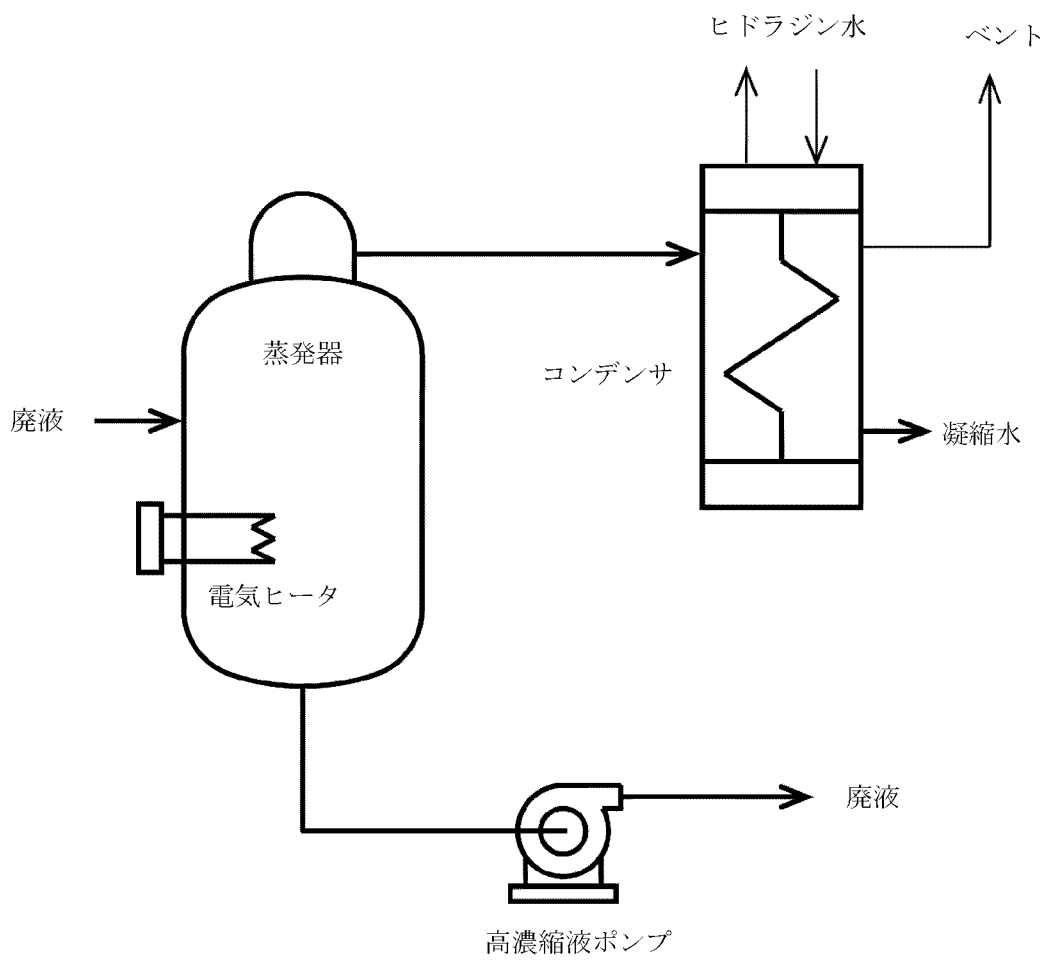
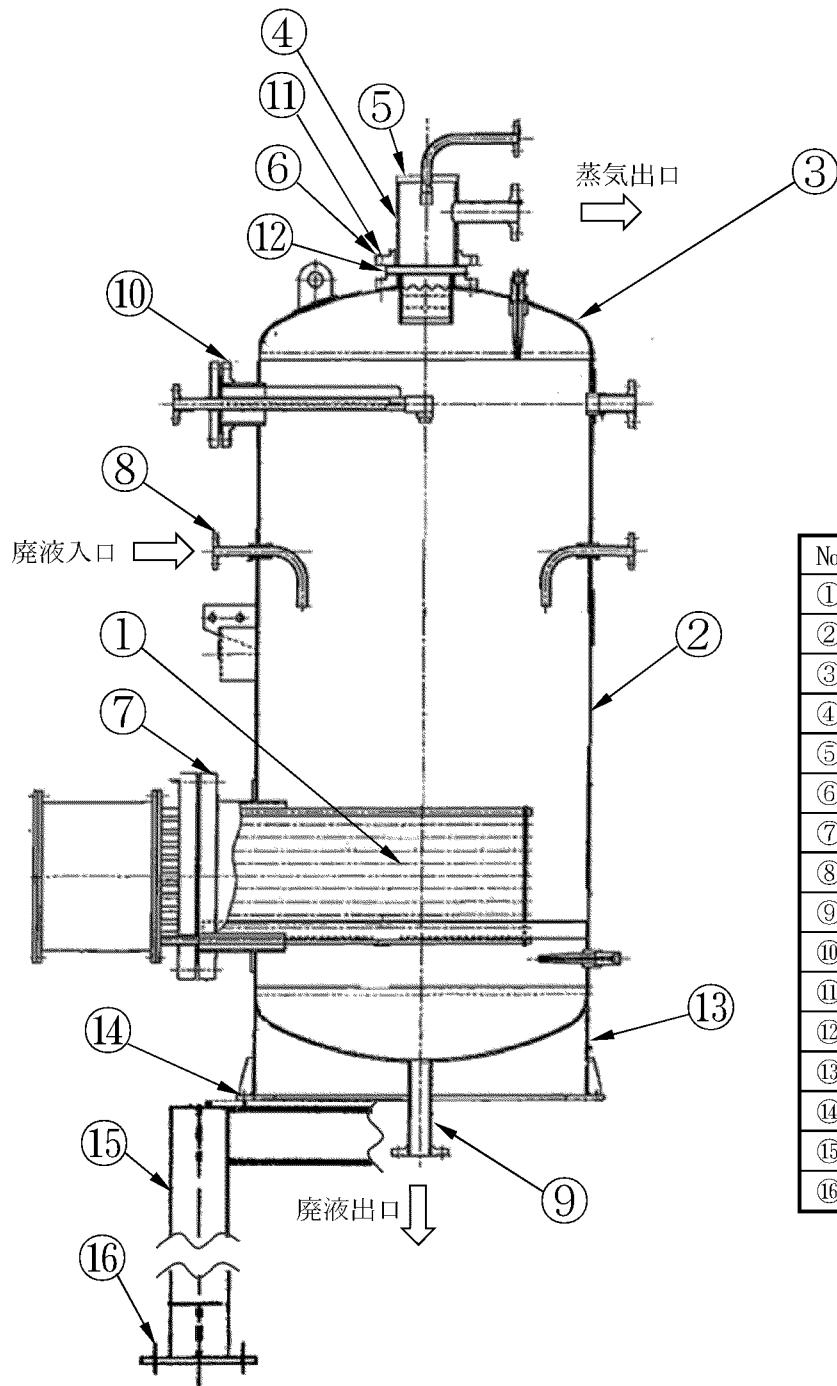
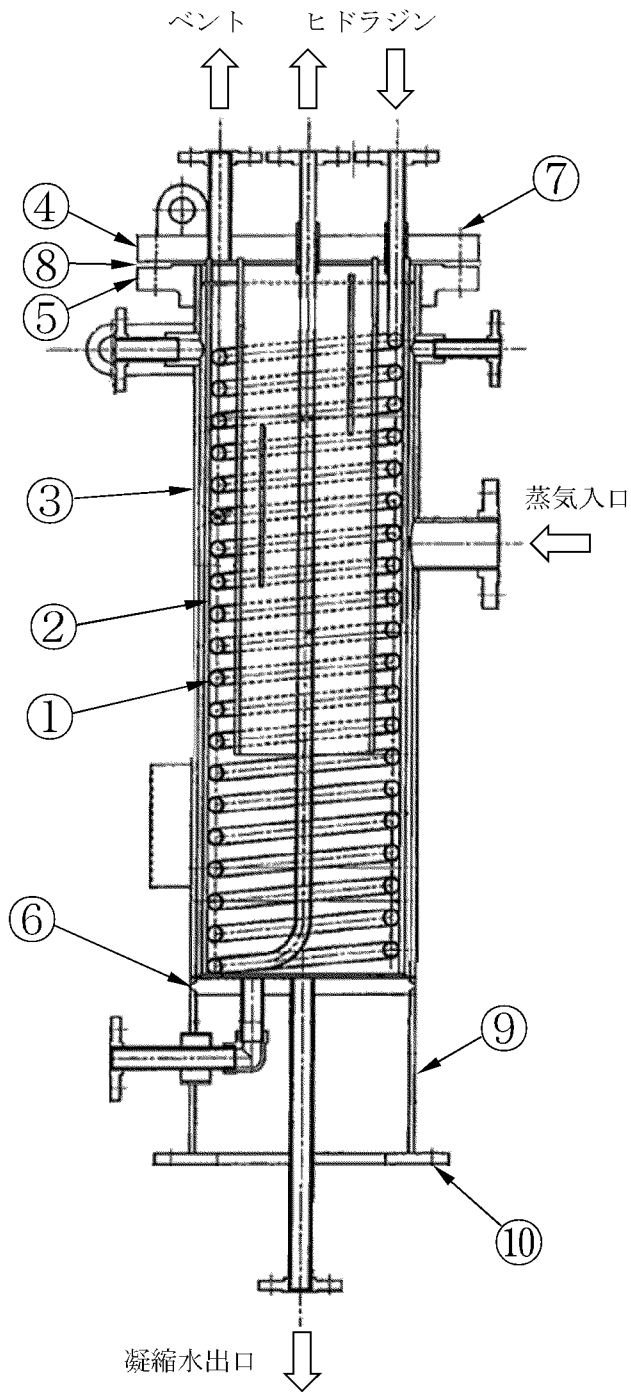


図2.1-1 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置 全体構成図



No.	部 位
①	電気ヒータ
②	胴 板
③	鏡 板
④	蒸気室胴板
⑤	蒸気室平板
⑥	蒸気室胴フランジ
⑦	ヒータ取付管台
⑧	洗浄排水濃縮液入口管台
⑨	洗浄排水高濃縮液出口管台
⑩	循環液入口管台
⑪	フランジボルト
⑫	ガスケット
⑬	スカート
⑭	取付ボルト
⑮	装置架台
⑯	基礎ボルト (ケミカルアンカ)

図2.1-2 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置 蒸発器構造図



No.	部 位
①	伝 熱 管
②	支 持 材
③	胴 板
④	上部平板
⑤	上部フランジ
⑥	下部平板
⑦	フランジボルト
⑧	ガスケット
⑨	スカート
⑩	取付ボルト

図2.1-3 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置 コンデンサ構造図

No.	部 位
①	主 軸
②	羽 根 車
③	軸受 (すべり)
④	ケーシング
⑤	ケーシングボルト
⑥	ガスケット
⑦	メカニカルシール
⑧	台 板
⑨	取付ボルト

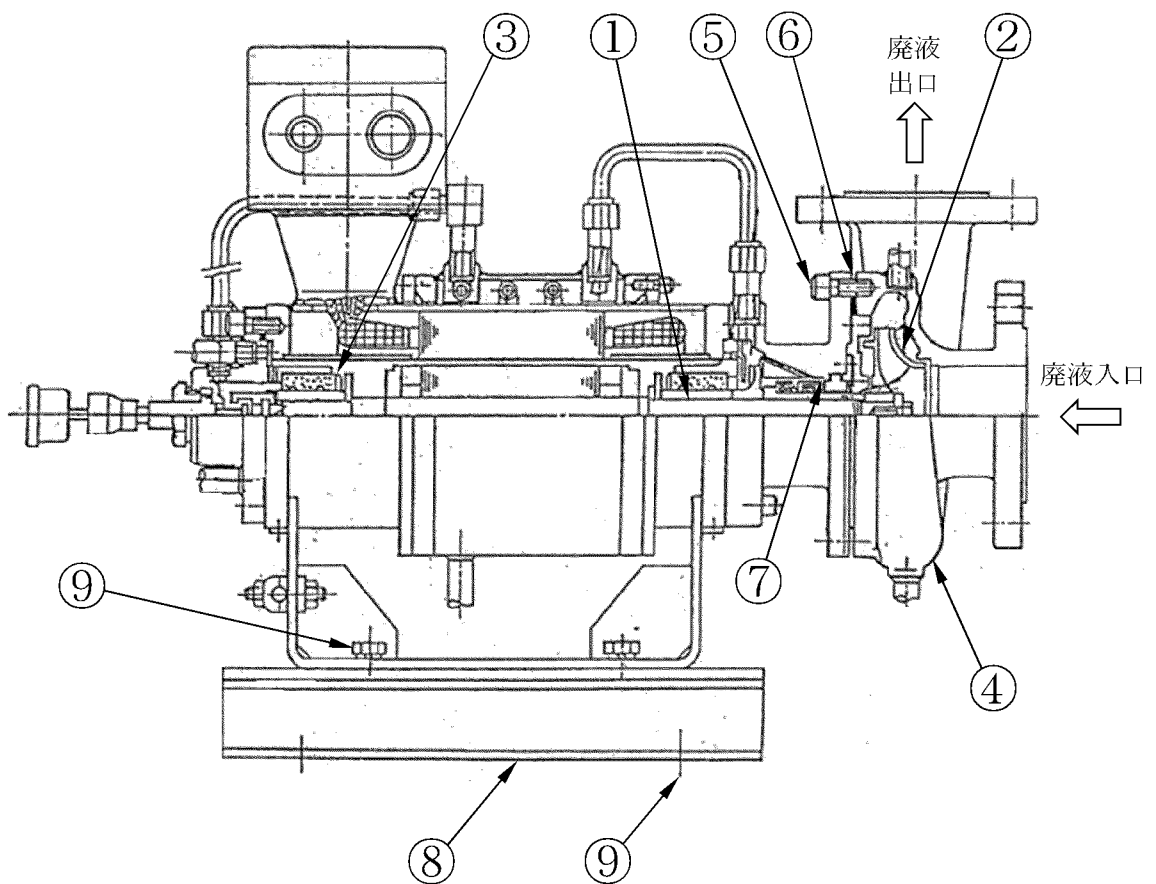


図2.1-4 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置 高濃縮ポンプ構造図

表2.1-1(1/2) 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
蒸発器	電気ヒータ	耐食耐熱合金鋼、酸化マグネシウム
	胴板	耐食耐熱合金鋼
	鏡板	耐食耐熱合金鋼
	蒸気室胴板	ステンレス鋼
	蒸気室平板	ステンレス鋼
	蒸気室胴フランジ	ステンレス鋼
	ヒータ取付管台	耐食耐熱合金鋼 ステンレス鋼
	洗浄排水濃縮液入口管台	耐食耐熱合金鋼
	洗浄排水高濃縮液出口管台	耐食耐熱合金鋼
	循環液入口管台	耐食耐熱合金鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	スカート	耐食耐熱合金鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	装置架台	炭素鋼
基礎ボルト (ケミカルアンカ)	炭素鋼 不飽和ポリエステル樹脂	

表2.1-1(2/2) 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置主要部位の使用材料

構成機器	部 位	材 料
コンデンサ	伝熱管	ステンレス鋼
	支持材	ステンレス鋼
	胴板	ステンレス鋼
	上部平板	ステンレス鋼
	上部フランジ	ステンレス鋼
	下部平板	ステンレス鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	スカート	ステンレス鋼
	取付ボルト	炭素鋼
高濃縮液ポンプ	主 軸	耐食耐熱合金鋼
	羽根車	耐食耐熱合金鋼鋳鋼
	軸受(すべり)	消耗品・定期取替品
	ケーシング	耐食耐熱合金鋼鋳鋼
	ケーシングボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	メカニカルシール	消耗品・定期取替品
	台 板	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
配 管*1	母 管	耐食耐熱合金鋼
	フランジ	耐食耐熱合金鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品

*1：表中には、高濃縮液ポンプ吐出ライン配管の材料を代表として記載

表2.1-2 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置の使用条件

蒸 発 器	最高使用圧力	約0.09MPa[gage]	
	最高使用温度	約120℃	
	内 部 流 体	廃 液	
コンデンサ	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]*1	約0.09MPa[gage]*2
	最高使用温度	約95℃*1	約120℃*2
	内 部 流 体	ヒドラジン水*1	蒸 気*2
高濃縮液 ポンプ	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]	
	最高使用温度	約120℃	
	内 部 流 体	廃 液	
配 管*3	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]	
	最高使用温度	約120℃	
	内 部 流 体	廃 液	

*1：管側の使用条件

*2：胴側の使用条件

*3：表中には、高濃縮液ポンプ吐出ライン配管の使用条件を代表として記載

2.1.2 洗浄排水処理装置

(1) 構造

川内1号炉の洗浄排水処理装置は、蒸気により廃液を加熱する加熱器、加熱器より送られた廃液を蒸気と廃液に分離する蒸発器、発生蒸気から蒸気と同伴した揮発性物質を除去する精留塔、精留塔を通過した発生蒸気より蒸留水を凝縮回収するコンデンサ、蒸留水を冷却する蒸留水冷却器、廃液を循環・移送するための濃縮液ポンプ、蒸留水を移送するための蒸留水ポンプ及び配管から構成されている。

川内1号炉の洗浄排水処理装置の全体構成図を図2.1-5に、各機器の構造図を図2.1-6～図2.1-12に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の洗浄排水処理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。

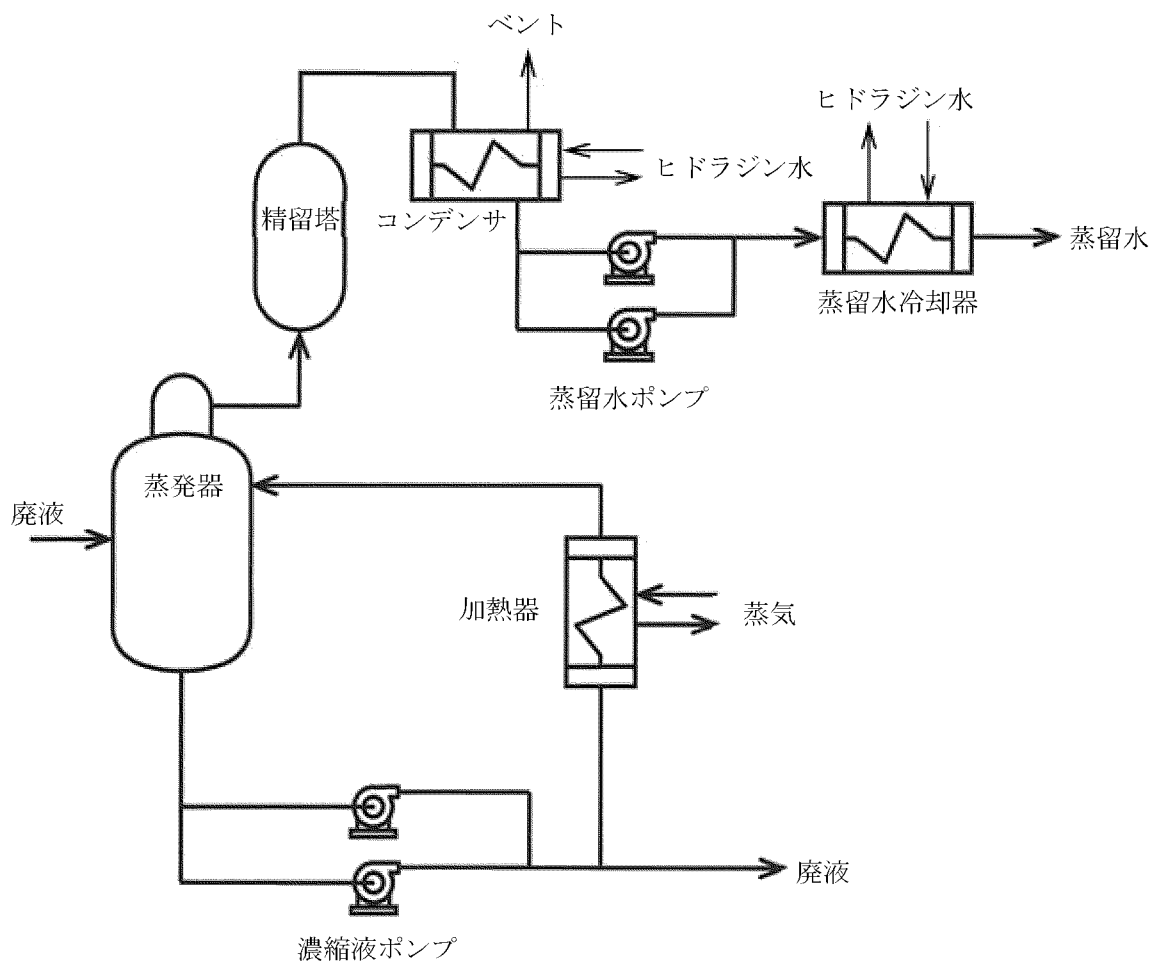
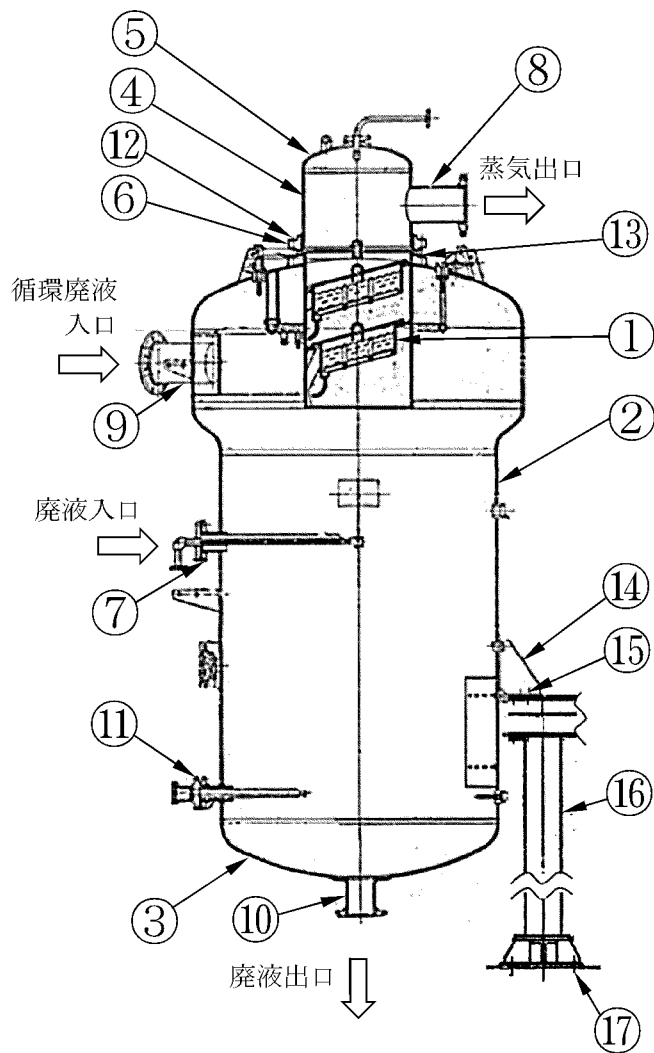
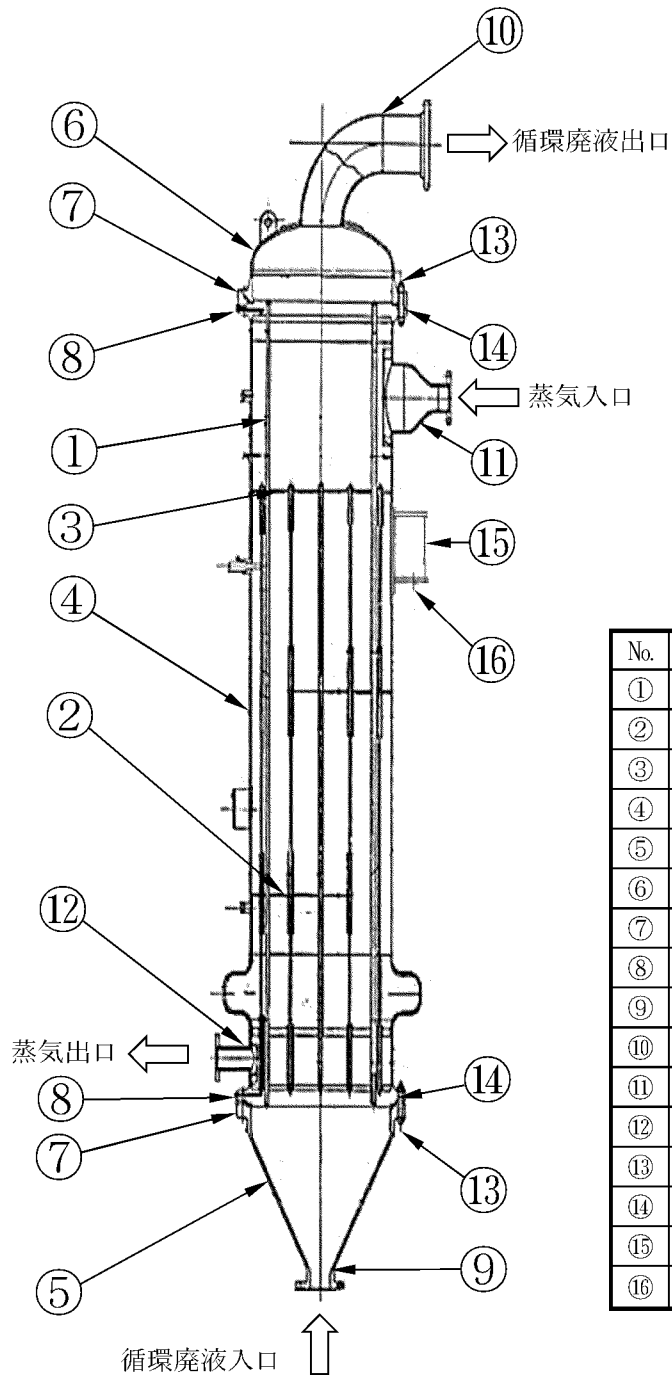


図2.1-5 川内1号炉 洗浄排水処理装置 全体構成図



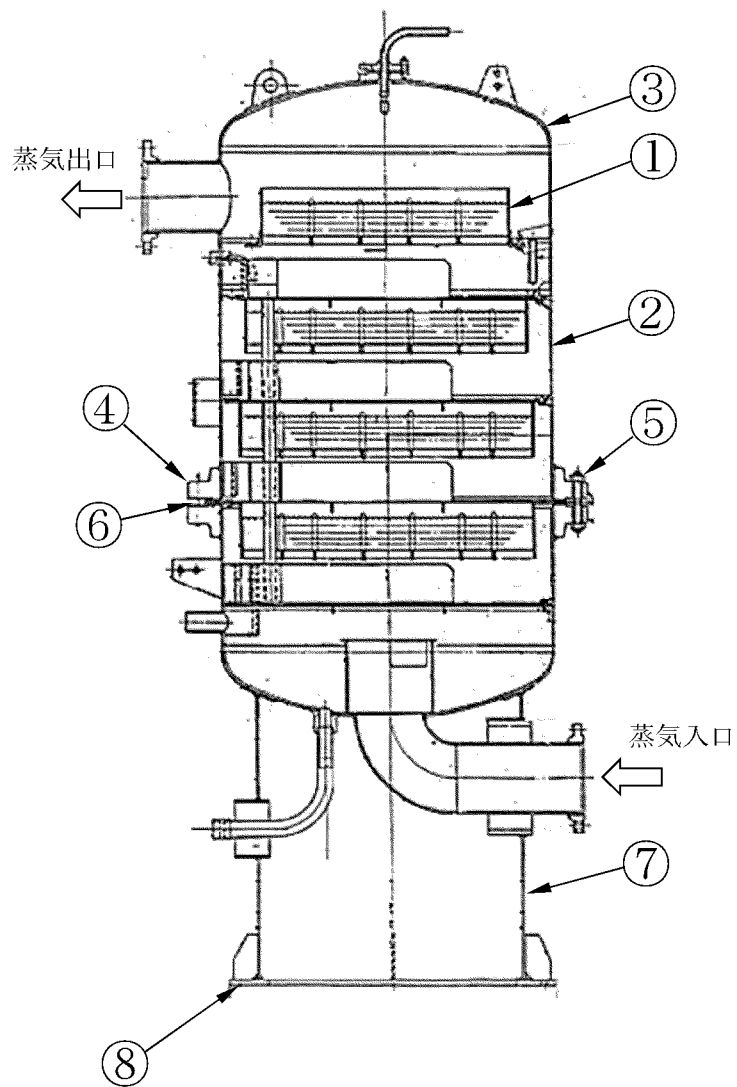
No.	部 位
①	デミスタ
②	胴 板
③	鏡 板
④	蒸気室胴板
⑤	蒸気室鏡板
⑥	蒸気室胴フランジ
⑦	処理液入口管台
⑧	蒸気出口管台
⑨	循環液入口管台
⑩	循環液出口管台
⑪	電気ヒータ管台
⑫	フランジボルト
⑬	ガスケット
⑭	支 持 脚
⑮	取付ボルト
⑯	装置架台
⑰	基礎ボルト

図2.1-6 川内1号炉 洗浄排水処理装置 蒸発器構造図



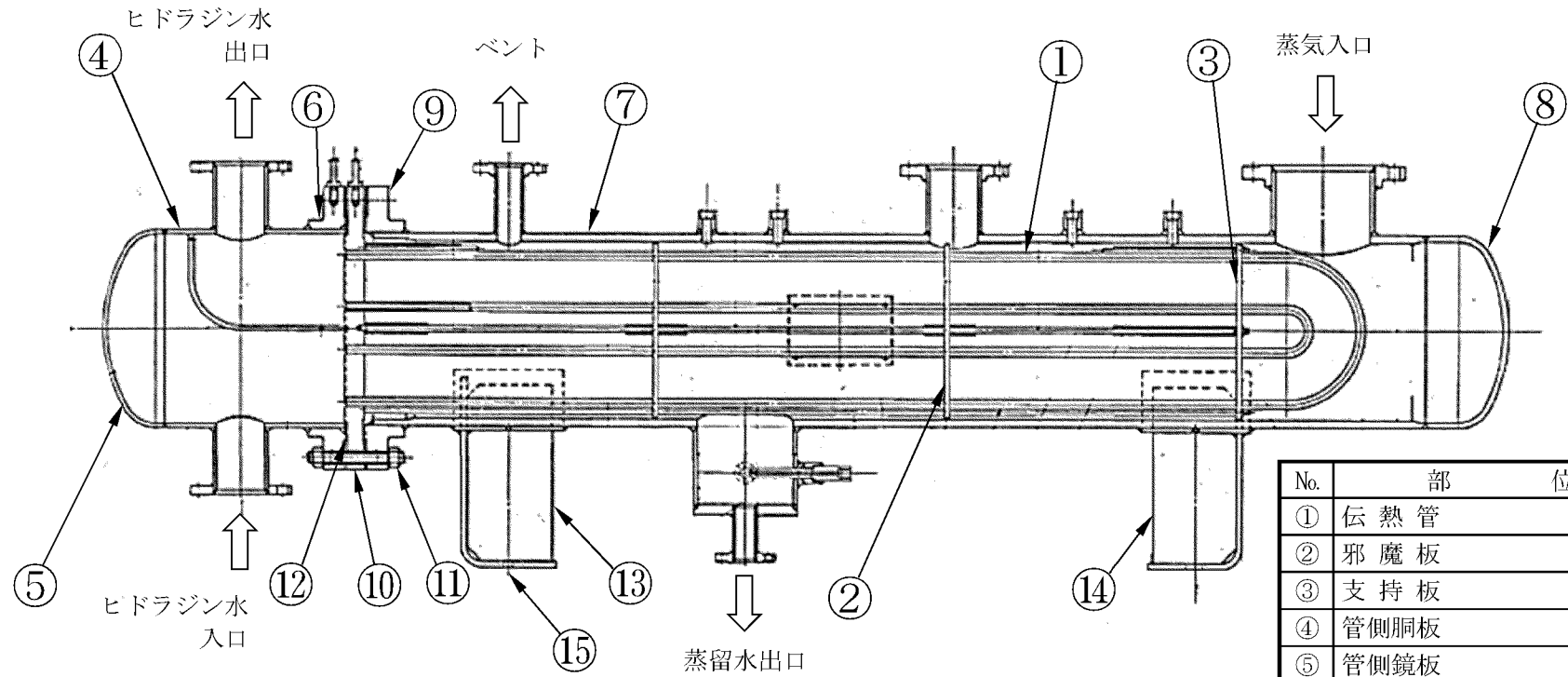
No.	部 位
①	伝熱管
②	邪魔板
③	支持板
④	胴側胴板
⑤	円すい胴板
⑥	管側鏡板
⑦	管側フランジ
⑧	管板
⑨	循環液入口管台
⑩	循環液出口管台
⑪	蒸気入口管台
⑫	復水出口管台
⑬	フランジボルト
⑭	ガスケット
⑮	支持脚
⑯	取付ボルト

図2.1-7 川内1号炉 洗浄排水処理装置 加熱器構造図



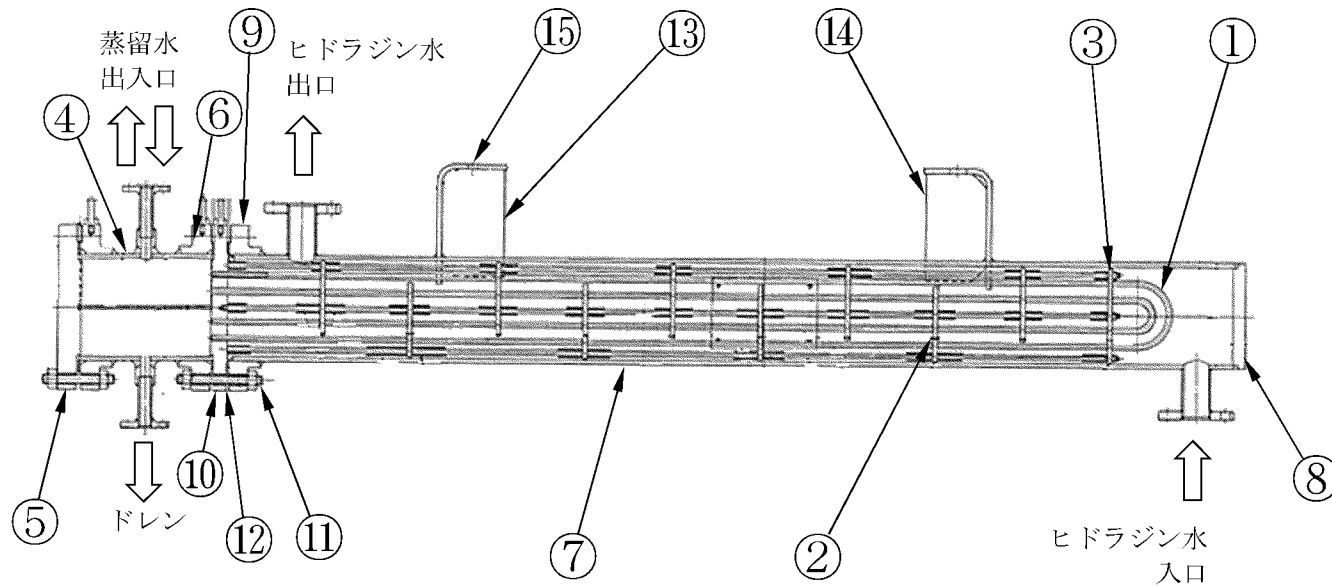
No.	部 位
①	デミスタ
②	胴 板
③	鏡 板
④	胴フランジ
⑤	フランジボルト
⑥	ガスケット
⑦	スカート
⑧	取付ボルト

図2.1-8 川内1号炉 洗浄排水処理装置 精留塔構造図



No.	部 位
①	伝 熱 管
②	邪 魔 板
③	支 持 板
④	管側胴板
⑤	管側鏡板
⑥	管側フランジ
⑦	胴側胴板
⑧	胴側鏡板
⑨	胴側フランジ
⑩	管 板
⑪	フランジボルト
⑫	ガスケット
⑬	支 持 脚
⑭	支持脚 (スライド脚)
⑮	取付ボルト

図2.1-9 川内1号炉 洗浄排水処理装置 コンデンサ構造図



No.	部 位
①	伝熱管
②	邪魔板
③	支持板
④	管側胴板
⑤	管側平板
⑥	管側フランジ
⑦	胴側胴板
⑧	胴側平板
⑨	胴側フランジ
⑩	管 板
⑪	フランジボルト
⑫	ガスケット
⑬	支 持 脚
⑭	支持脚 (スライド脚)
⑮	取付ボルト

図2.1-10 川内1号炉 洗浄排水処理装置 蒸留水冷却器構造図

No.	部 位
①	主 軸
②	羽 根 車
③	軸受 (すべり)
④	ケーシング
⑤	ケーシングボルト
⑥	ガスケット
⑦	台 板
⑧	取付ボルト

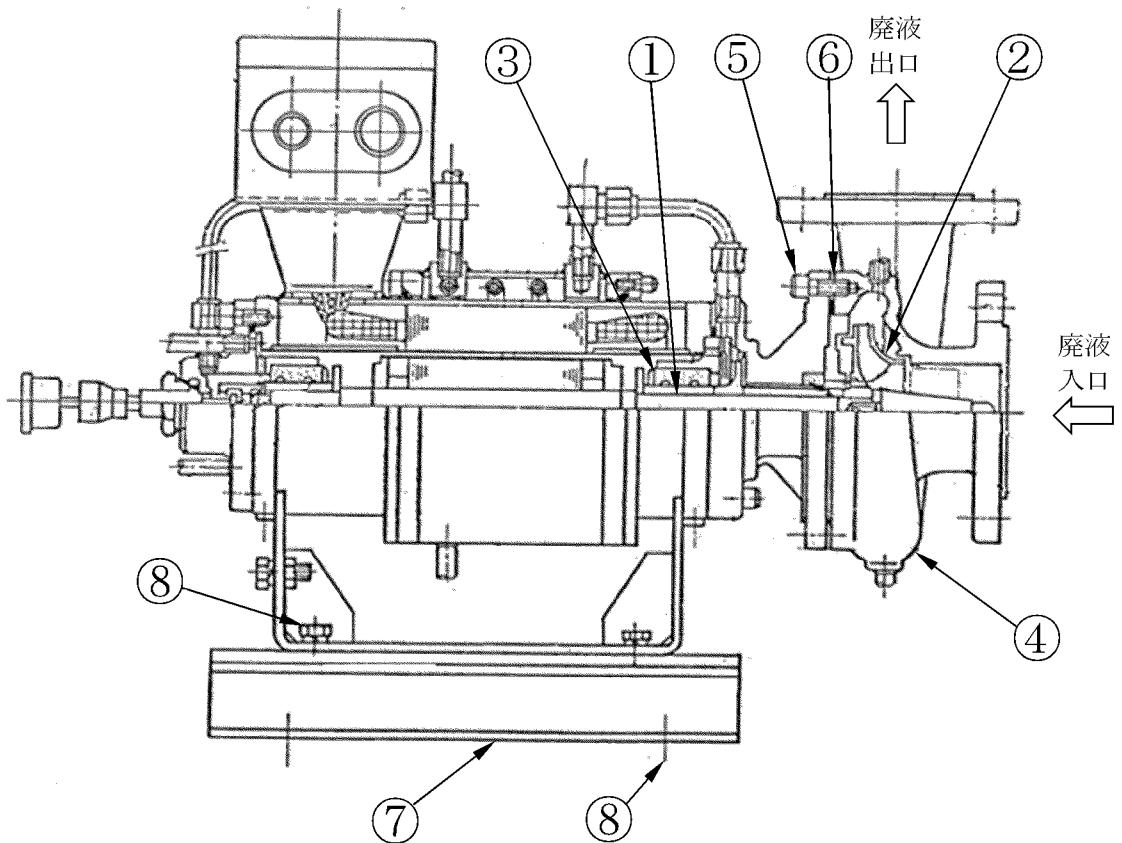


図2. 1-11 川内 1 号炉 洗淨排水処理装置 濃縮液ポンプ構造図

No.	部 位
①	主 軸
②	羽 根 車
③	軸受 (すべり)
④	ケーシング
⑤	ケーシングボルト
⑥	ガスケット
⑦	台 板
⑧	取付ボルト

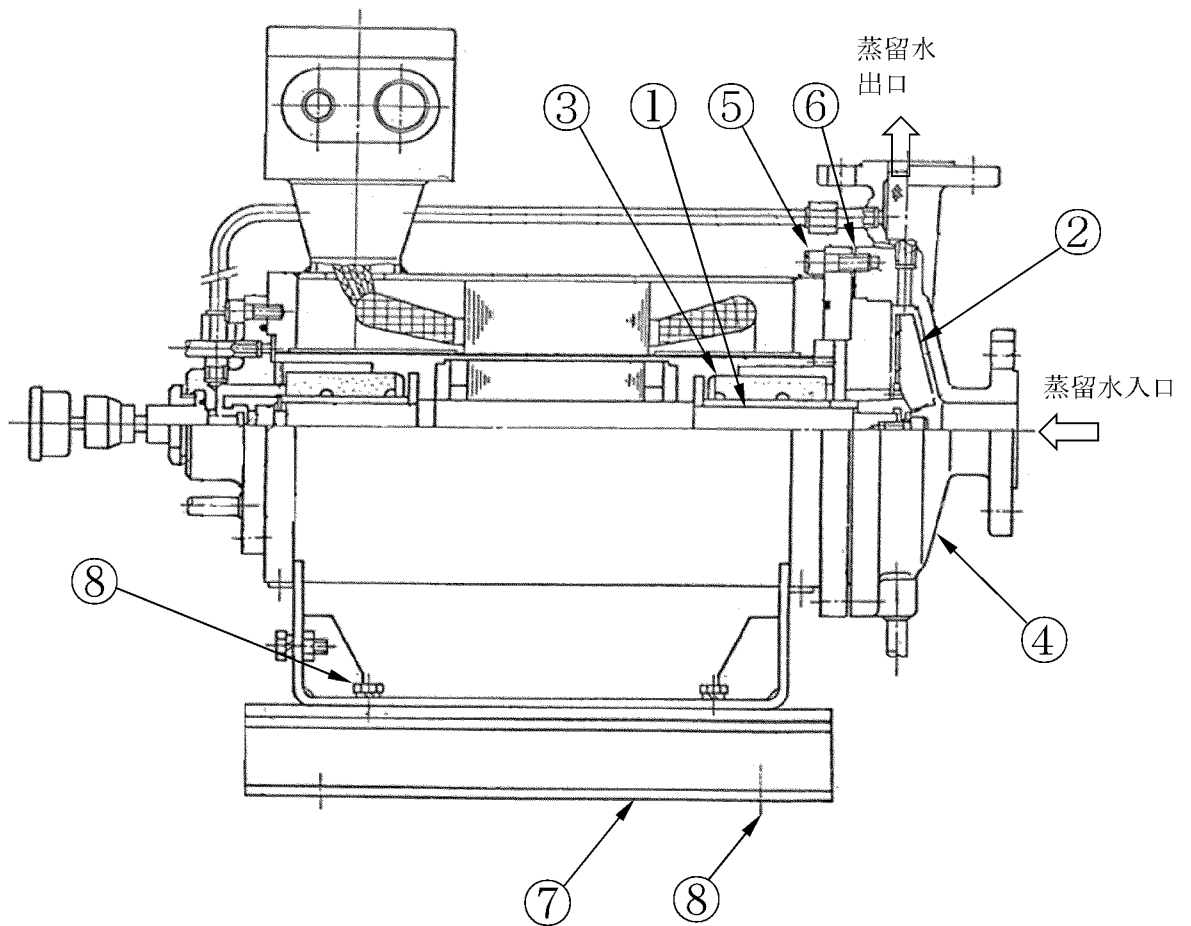


図2.1-12 川内1号炉 洗浄排水処理装置 蒸留水ポンプ構造図

表2.1-3(1/5) 川内1号炉 洗浄排水処理装置主要部位の使用材料

構成機器	部 位	材 料
蒸 発 器	デミスタ	ステンレス鋼
	胴 板	ステンレス鋼
	鏡 板	ステンレス鋼
	蒸気室胴板	ステンレス鋼
	蒸気室鏡板	ステンレス鋼
	蒸気室胴フランジ	ステンレス鋼
	処理液入口管台	ステンレス鋼
	蒸気出口管台	ステンレス鋼
	循環液入口管台	ステンレス鋼
	循環液出口管台	ステンレス鋼
	電気ヒータ管台	ステンレス鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	支 持 脚	炭 素 鋼
	取付ボルト	炭 素 鋼
	装置架台	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼	

表2.1-3(2/5) 川内1号炉 洗浄排水処理装置主要部位の使用材料

構成機器	部 位	材 料
加熱器	伝熱管	ステンレス鋼
	邪魔板	ステンレス鋼
	支持板	ステンレス鋼
	胴側胴板	炭素鋼
	円すい胴板	ステンレス鋼
	管側鏡板	ステンレス鋼
	管側フランジ	ステンレス鋼
	管 板	ステンレス鋼
	循環液入口管台	ステンレス鋼
	循環液出口管台	ステンレス鋼
	蒸気入口管台	炭素鋼
	復水出口管台	炭素鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	支持脚	炭素鋼
	取付ボルト	低合金鋼

表2.1-3(3/5) 川内1号炉 洗浄排水処理装置主要部位の使用材料

構成機器	部 位	材 料
精留塔	デミスタ	ステンレス鋼
	胴 板	ステンレス鋼
	鏡 板	ステンレス鋼
	胴フランジ	ステンレス鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	スカート	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
コンデンサ	伝熱管	ステンレス鋼
	邪魔板	ステンレス鋼
	支持板	ステンレス鋼
	管側胴板	炭素鋼
	管側鏡板	炭素鋼
	管側フランジ	炭素鋼
	胴側胴板	ステンレス鋼
	胴側鏡板	ステンレス鋼
	胴側フランジ	ステンレス鋼
	管 板	ステンレス鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	支持脚	炭素鋼
	支持脚(スライド脚)	炭素鋼
	取付ボルト	低合金鋼

表2.1-3(4/5) 川内1号炉 洗浄排水処理装置主要部位の使用材料

構成機器	部 位	材 料
蒸留水冷却器	伝熱管	ステンレス鋼
	邪魔板	ステンレス鋼
	支持板	ステンレス鋼
	管側胴板	ステンレス鋼
	管側平板	ステンレス鋼
	管側フランジ	ステンレス鋼
	胴側胴板	炭素鋼
	胴側平板	炭素鋼
	胴側フランジ	炭素鋼
	管 板	ステンレス鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	支持脚	炭素鋼
	支持脚（スライド脚）	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
濃縮液ポンプ	主 軸	ステンレス鋼
	羽根車	ステンレス鋼鋳鋼
	軸受（すべり）	消耗品・定期取替品
	ケーシング	ステンレス鋼鋳鋼
	ケーシングボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	台 板	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-3(5/5) 川内1号炉 洗浄排水処理装置主要部位の使用材料

構成機器	部 位	材 料
蒸留水ポンプ	主 軸	ステンレス鋼
	羽 根 車	ステンレス鋼鋳鋼
	軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
	ケーシング	ステンレス鋼鋳鋼
	ケーシングボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	台 板	炭 素 鋼
	取付ボルト	炭 素 鋼
配 管*1	母 管	ステンレス鋼
	フランジ	ステンレス鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品

*1：表中には、濃縮液ポンプ吐出ライン配管の材料を代表として記載

表2.1-4 川内1号炉 洗浄排水処理装置の使用条件

蒸発器	最高使用圧力	約0.1MPa[gage]	
	最高使用温度	約150℃	
	内部流体	廃液	
加熱器	最高使用圧力	約0.1MPa[gage]*1	約0.93MPa[gage]*2
	最高使用温度	約150℃*1	約185℃*2
	内部流体	廃液*1	蒸気*2
精留塔	最高使用圧力	約0.1MPa[gage]	
	最高使用温度	約150℃	
	内部流体	蒸気	
コンデンサ	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]*1	約0.1MPa[gage]*2
	最高使用温度	約95℃*1	約150℃*2
	内部流体	ヒドラジン水*1	蒸気*2
蒸留水冷却器	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]*1	約0.98MPa[gage]*2
	最高使用温度	約150℃*1	約95℃*2
	内部流体	蒸留水*1	ヒドラジン水*2
濃縮液ポンプ	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]	
	最高使用温度	約150℃	
	内部流体	廃液	
蒸留水ポンプ	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]	
	最高使用温度	約150℃	
	内部流体	蒸留水	
配管*3	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]	
	最高使用温度	約150℃	
	内部流体	廃液	

*1：管側の使用条件

*2：胴側の使用条件

*3：表中には、濃縮液ポンプ吐出ライン配管の使用条件を代表として記載

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

濃縮減容設備の機能である濃縮減容機能を維持するためには、次の4つの項目が必要である。

- ① 蒸発濃縮機能の維持
- ② 濃縮減容機能の確保
- ③ バウンダリの維持
- ④ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

濃縮減容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（水質、圧力、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) 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ [共通]

洗浄排水処理装置加熱器、コンデンサ、蒸留水冷却器及び洗浄排水高濃縮装置
コンデンサの伝熱管は伝熱管振動により摩耗及び高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、伝熱管は外表面の流体によって発生するカルマン渦による振動と共振せず、流力弾性振動も発生しない構造となっており、摩耗及び高サイクル疲労割れ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、開放点検時の目視確認や漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

(2) 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食） [共通]

加熱器、コンデンサ及び蒸留水冷却器の伝熱管には流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼の伝熱管を使用しており、流れ加速型腐食の発生がし難い環境である。

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。

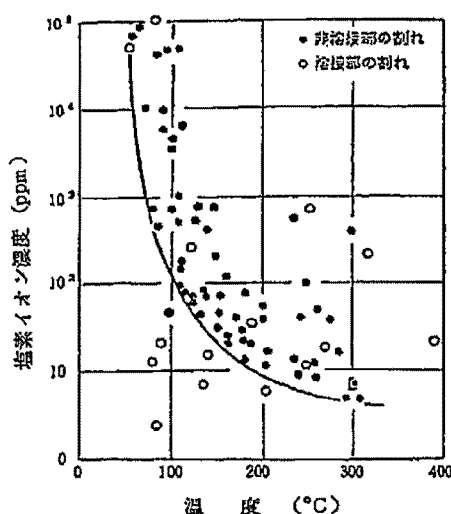
なお、開放点検時の目視確認や漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

(3) 蒸発器胴板等耐食耐熱合金鋼及びステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ [共通]

蒸発器胴側、加熱器管側、高濃縮液ポンプ、濃縮液ポンプ及び配管の内部流体は濃縮廃液であり、蒸発器等の内部では廃液が蒸発濃縮することにより、塩化物イオン濃度が上昇することとなり、温度も約100℃となることから、応力腐食割れが想定される。

応力腐食割れの発生要因は、腐食環境、材料及び残留応力の3つが考えられる。

腐食環境としては、塩化物イオン濃度及び流体温度が支配的であり、304系ステンレス鋼の応力腐食割れ発生の関係を図2.2-1に示す。



注：下記出典では、「曲線は非溶接部の応力腐食割れの起こる下限」とされている。

図2.2-1 18Cr-8Ni系ステンレス鋼の応力腐食割れ

に関する温度と塩化物イオン濃度との関係

[出典：(株)総合技術センター「プラントの損傷事例と経年劣化・寿命予測法」]

しかしながら、洗浄排水処理装置の蒸発器胴板、加熱器管側等については、耐応力腐食割れ性に優れている316L系ステンレス鋼を使用し、また、洗浄排水高濃縮装置の蒸発器胴板等については、ステンレス鋼より耐応力腐食割れ性に優れている耐食耐熱合金鋼を使用している。さらに、蒸発器胴側、加熱器管側、高濃縮液ポンプ、濃縮液ポンプ及び配管の耐食耐熱合金鋼及びステンレス鋼使用部位の応力腐食割れについては開放点検時又は分解点検時に内面の目視確認や試運転時の漏えい試験等により、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) 電気ヒータ及び加熱器伝熱管のスケール付着 [共通]

電気ヒータ外面及び加熱器管側の内部流体である廃液の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認や清掃又は運転中の処理流量及び温度等のパラメータ監視により、機器の安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) 伝熱管のスケール付着 [共通]

加熱器胴側は胴側流体、コンデンサ及び蒸留水冷却器は管側及び胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら、内部流体は蒸気、蒸留水又はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されており、スケール付着による伝熱性能低下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、開放点検時の目視確認や清掃又は運転中の処理流量及び温度等のパラメータ監視により、機器の健全性を確認している。

(6) 電気ヒータの絶縁低下 [洗淨排水高濃縮装置]

電気ヒータの絶縁物は、ヒータエレメントの発熱によりエレメントの成分（Ni, Cr）が拡散し、純度が低下することによる絶縁低下を起こすことが想定される。

しかしながら、電気ヒータはエポキシ樹脂でシールしており、外部の湿気がヒータケース内部に侵入しない構造としており、定期的な絶縁抵抗測定により、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。

(7) 主軸の摩耗 [共通]

すべり軸受を使用している高濃縮液ポンプ、濃縮液ポンプ及び蒸留水ポンプは軸受と主軸の接触面で摺動摩耗が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(8) 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

高濃縮液ポンプ、濃縮液ポンプ及び蒸留水ポンプはポンプの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、巡視点検時の振動確認（通常運転時の振動状態と差異のないことの触診による確認）、試運転時における振動確認（変位の測定）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。

(9) 羽根車の腐食（キャビテーション） [共通]

高濃縮液ポンプ、濃縮液ポンプ及び蒸留水ポンプは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、キャビテーションを起こさない条件はポンプ及び機器配置設計段階において考慮しており、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。

- (10) 加熱器胴側胴板等の内面からの腐食（流れ加速型腐食）〔洗浄排水処理装置〕
加熱器の胴側胴板等は炭素鋼を使用しており、流れが乱れる部位では流れ加速型腐食により減肉が想定される。
しかしながら、これまでに有意な減肉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、開放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) コンデンサ管側耐圧構成品等の内面からの腐食（全面腐食）
〔洗浄排水処理装置〕
コンデンサ管側及び蒸留水冷却器胴側の耐圧構成品は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。
しかしながら、内部流体がヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、腐食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、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。
- (12) 炭素鋼製耐圧構成品の外表面からの腐食（全面腐食）〔洗浄排水処理装置〕
加熱器胴側、コンデンサ管側及び蒸留水冷却器胴側の耐圧構成品は炭素鋼であり、外表面からの腐食が想定される。
しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食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。

(13) フランジボルト等の腐食（全面腐食）〔共通〕

フランジボルト及びケーシングボルトは低合金鋼であり、ガスケット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、開放点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認している。

(14) 支持脚等の腐食（全面腐食）〔共通〕

支持脚、装置架台、スカート、台板及び取付ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(15) 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）〔洗淨排水処理装置〕

横置き熱交換器であるコンデンサ及び蒸留水冷却器には、支持脚（スライド脚）が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期使用により腐食による固着が想定される。

しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、機器の健全性を維持している。

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

(16) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）及び樹脂の劣化〔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。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット、軸受（すべり）及びメカニカルシール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(1/4) 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置 蒸発器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
蒸発濃縮機能の維持	電気ヒータ		耐食耐熱合金鋼 酸化マグネシウム				△			△ ^{*1} △ ^{*2}	*1：スケール付着 *2：絶縁低下 *3：樹脂の劣化
バウンダリの維持	胴 板		耐食耐熱合金鋼				△				
	鏡 板		耐食耐熱合金鋼				△				
	蒸気室胴板		ステンレス鋼								
	蒸気室平板		ステンレス鋼								
	蒸気室胴フランジ		ステンレス鋼								
	ヒータ取付管台		耐食耐熱合金鋼 ステンレス鋼				△				
	洗浄排水濃縮液 入口管台		耐食耐熱合金鋼				△				
	洗浄排水高濃縮液 出口管台		耐食耐熱合金鋼				△				
	循環液入口管台		耐食耐熱合金鋼				△				
	フランジボルト		低合金鋼		△						
ガスケット	◎	—									
機器の支持	スカート		耐食耐熱合金鋼								
	取付ボルト		炭 素 鋼		△						
	装置架台		炭 素 鋼		△						
	基礎ボルト (ケミカルアンカ)		炭 素 鋼 不飽和ポリエステル樹脂		△				△ ^{*3}		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/4) 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置 コンデンサ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		
蒸発濃縮機能の維持	伝熱管		ステンレス鋼	△*1	△*2	△*1				△*3	*1：摩耗及び高サイクル疲労割れ *2：流れ加速型腐食 *3：スケール付着
	支持材		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	胴板		ステンレス鋼								
	上部平板		ステンレス鋼								
	上部フランジ		ステンレス鋼								
	下部平板		ステンレス鋼								
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	スカート		ステンレス鋼								
	取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/4) 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置 高濃縮液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		
蒸発濃縮機能の維持	主 軸		耐食耐熱合金鋼	△		△*1	△				*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション
	羽 根 車		耐食耐熱合金鋼鋳鋼		△*2		△				
	軸受（すべり）	◎	—								
バウンダリの維持	ケーシング		耐食耐熱合金鋼鋳鋼				△				
	ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	メカニカルシール	◎	—								
機器の支持	台 板		炭 素 鋼		△						
	取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(4/4) 川内1号炉 洗浄排水高濃縮装置 配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		耐食耐熱合金鋼				△				
	フランジ		耐食耐熱合金鋼				△				
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(1/8) 川内1号炉 洗浄排水処理装置 蒸発器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
濃縮減容機能の確保	デミスタ		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	胴 板		ステンレス鋼				△				
	鏡 板		ステンレス鋼				△				
	蒸気室胴板		ステンレス鋼								
	蒸気室鏡板		ステンレス鋼								
	蒸気室胴フランジ		ステンレス鋼								
	処理液入口管台		ステンレス鋼				△				
	蒸気出口管台		ステンレス鋼								
	循環液入口管台		ステンレス鋼				△				
	循環液出口管台		ステンレス鋼				△				
	電気ヒータ管台		ステンレス鋼				△				
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	支 持 脚		炭 素 鋼		△						
	取付ボルト		炭 素 鋼		△						
	装置架台		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(2/8) 川内1号炉 洗浄排水処理装置 加熱器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
濃縮減容機能の確保	伝熱管		ステンレス鋼	△*1	△*2	△*1	△			△*3(内面) △*3(外面)	*1：摩耗及び高サイクル疲労割れ *2：流れ加速型腐食 *3：スケール付着
	邪魔板		ステンレス鋼								
	支持板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	胴側胴板		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	円すい胴板		ステンレス鋼				△				
	管側鏡板		ステンレス鋼				△				
	管側フランジ		ステンレス鋼				△				
	管 板		ステンレス鋼				△				
	循環液入口管台		ステンレス鋼				△				
	循環液出口管台		ステンレス鋼				△				
	蒸気入口管台		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	復水出口管台		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	フランジボルト		低合金鋼		△						
ガスケット	◎	—									
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	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ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(3/8) 川内1号炉 洗浄排水処理装置 精留塔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		
濃縮減容機能の確保	デミスタ		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	胴 板		ステンレス鋼								
	鏡 板		ステンレス鋼								
	胴フランジ		ステンレス鋼								
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	スカート		炭 素 鋼		△						
	取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(4/8) 川内1号炉 洗浄排水処理装置 コンデンサ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		
濃縮減容機能の確保	伝熱管		ステンレス鋼	△*1	△*2	△*1				△*3	*1：摩耗及び高サイクル疲労割れ *2：流れ加速型腐食 *3：スケール付着 *4：スライド部の腐食
	邪魔板		ステンレス鋼								
	支持板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	管側胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	管側鏡板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	管側フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	胴側胴板		ステンレス鋼								
	胴側鏡板		ステンレス鋼								
	胴側フランジ		ステンレス鋼								
	管 板		ステンレス鋼								
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚 (スライド脚)		炭素鋼		△*1 △						
	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ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(5/8) 川内1号炉 洗浄排水処理装置 蒸留水冷却器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
濃縮減容機能の確保	伝熱管		ステンレス鋼	△*1	△*2	△*1				△*3	*1：摩耗及び高サイクル疲労割れ *2：流れ加速型腐食 *3：スケール付着 *4：スライド部の腐食
	邪魔板		ステンレス鋼								
	支持板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	管側胴板		ステンレス鋼								
	管側平板		ステンレス鋼								
	管側フランジ		ステンレス鋼								
	胴側胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	胴側平板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	胴側フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	管 板		ステンレス鋼								
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚 (スライド脚)		炭素鋼		△*4 △						
	取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(6/8) 川内1号炉 洗浄排水処理装置 濃縮液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		
濃縮減容機能の確保	主 軸		ステンレス鋼	△		△*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		△				
	軸受（すべり）	◎	—								
バウダリの維持	ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼				△				
	ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	台 板		炭 素 鋼		△						
	取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(7/8) 川内1号炉 洗浄排水処理装置 蒸留水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		
濃縮減容機能の確保	主 軸		ステンレス鋼	△		△*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						
	軸受（すべり）	◎	—								
バウンダリの維持	ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼								
	ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	台 板		炭 素 鋼		△						
	取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(8/8) 川内1号炉 洗浄排水処理装置 配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		ステンレス鋼				△				
	フランジ		ステンレス鋼				△				
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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 A廃液蒸発装置
- ② B廃液蒸発装置
- ③ ほう酸回収装置

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（水質、圧力、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 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ [共通]

蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサ、蒸留水冷却器及び加熱器の伝熱管は、伝熱管振動により摩耗及び高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、伝熱管は、外表面の流体によって発生するカルマン渦による振動と共振せず、流力弾性振動も発生しない構造となっており、摩耗及び高サイクル疲労割れ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、開放点検時の目視確認や漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

3.2.2 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）〔共通〕

蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサ、蒸留水冷却器及び加熱器の伝熱管には流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼の伝熱管を使用しており、流れ加速型腐食の発生がし難い環境である。

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、開放点検時の目視確認や漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 蒸発器胴側胴板等ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ〔B廃液蒸発装置〕

蒸発器胴側、加熱器管側、濃縮液ポンプ及び配管の内部流体は濃縮廃液であり、蒸発器等の内部では廃液が蒸発濃縮することにより、塩化物イオン濃度が上昇することとなり、温度も約100℃となることから、応力腐食割れが想定される。

応力腐食割れの発生要因は、腐食環境、材料及び残留応力の3つが考えられる。

腐食環境としては、塩化物イオン濃度及び流体温度が支配的であり、304系ステンレス鋼の応力腐食割れ発生の関係を図2.2-1に示す。

しかしながら、B廃液蒸発装置の蒸発器胴板及び加熱器管側等については、耐応力腐食割れ性に優れている316L系ステンレス鋼を使用しており、蒸発器胴側、加熱器管側、濃縮液ポンプ及び配管のステンレス鋼使用部位の応力腐食割れについては開放点検時又は分解点検時に内面の目視確認や試運転時の漏えい試験等により、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 蒸発器胴側胴板等ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ

[A廃液蒸発装置、ほう酸回収装置]

蒸発器胴側、脱ガス塔、予熱器、濃縮液ポンプ及び配管のステンレス鋼使用部位については、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、水質を適切に管理しているため、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

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

なお、開放点検時又は分解点検時に内面の目視確認や試運転時の漏えい確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 伝熱管のスケール付着 [A廃液蒸発装置、B廃液蒸発装置]

蒸発器胴側及び加熱器管側の内部流体である廃液の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認及び清掃や運転中の処理流量及び温度等のパラメータ監視により、機器の安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。

3.2.6 伝熱管のスケール付着 [共通]

蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサ、蒸留水冷却器及び加熱器は管側及び胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら、内部流体は、ほう酸水、蒸気、蒸留水又はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されており、スケール付着による伝熱性能低下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、開放点検時の目視確認及び清掃や運転中の処理流量及び温度等のパラメータ監視により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 主軸の摩耗 [共通]

すべり軸受を使用している濃縮液ポンプ及び蒸留水ポンプは軸受と主軸の接触面で摺動摩耗が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

3.2.8 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

濃縮液ポンプ及び蒸留水ポンプはポンプの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、巡視点検時の振動確認（通常運転時の振動状態と差異のないことの触診による確認）、試運転時における振動確認（変位の測定）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。

3.2.9 羽根車の腐食（キャビテーション） [共通]

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

しかしながら、キャビテーションを起こさない条件はポンプ及び機器配置設計段階において考慮しており、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。

3.2.10 蒸発器管側等の内面からの腐食（流れ加速型腐食）〔共通〕

蒸発器管側鏡板、胴板、予熱器胴側平板、胴板及び加熱器胴側胴板は炭素鋼を使用しており、流れが乱れる部位では、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

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、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.11 コンデンサ管側耐圧構成品等の内面からの腐食（全面腐食）〔共通〕

コンデンサ管側、ベントコンデンサ管側、蒸留水冷却器胴側の耐圧構成品は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体がヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、腐食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、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.12 炭素鋼製耐圧構成品の外表面からの腐食（全面腐食）〔共通〕

コンデンサ管側、ベントコンデンサ管側、蒸発器管側、加熱器胴側、蒸留水冷却器胴側、予熱器胴側の耐圧構成品は炭素鋼であり、外表面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食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。

3.2.13 フランジボルト等の腐食（全面腐食）〔共通〕

フランジボルト及びケーシングボルトは低合金鋼であり、ガスケット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、開放点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認している。

3.2.14 支持脚等の腐食（全面腐食）〔共通〕

支持脚、装置架台、台板、スカート及び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。

3.2.15 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）〔共通〕

横置き熱交換器である蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサ及び蒸留水冷却器には、支持脚（スライド脚）が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期使用により、腐食による固着が想定される。

しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、機器の健全性を維持している。

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

3.2.16 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。

7 スチームコンバータ

[対象機器]

- ① スチームコンバータ本体
- ② スチームコンバータドレンクーラ
- ③ スチームコンバータ給水ポンプ
- ④ スチームコンバータドレンタンク
- ⑤ スチームコンバータ給水タンク

目 次

1. 対象機器	1
2. スチームコンバータの技術評価	2
2.1 スチームコンバータの全体構成	2
2.2 構造、材料及び使用条件	3
2.3 経年劣化事象の抽出	19

1. 対象機器

川内1号炉で使用されているスチームコンバータの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 スチームコンバータの主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件*3				
		運 転	最高使用圧力 (MPa [gage])		最高使用温度 (°C)	
スチームコンバータ (1)	高*2	連 続 (運転時)	一次側	二次側	一次側	二次側
			約2.8	約0.93	約235	約185

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：スチームコンバータ本体の使用条件を示す

2. スチームコンバータの技術評価

2.1 スチームコンバータの全体構成

(1) 構造

川内1号炉のスチームコンバータは、スチームコンバータ本体を主設備とし、加熱蒸気ライン、熱交換後のスチームコンバータドレンタンク、スチームコンバータドレンクーラ及びスチームコンバータ本体に給水するための、スチームコンバータ給水タンク、スチームコンバータ給水ポンプの給水ラインから構成され、発生蒸気を各機器に供給する。

川内1号炉のスチームコンバータの全体構成図を図2.1-1に示す。

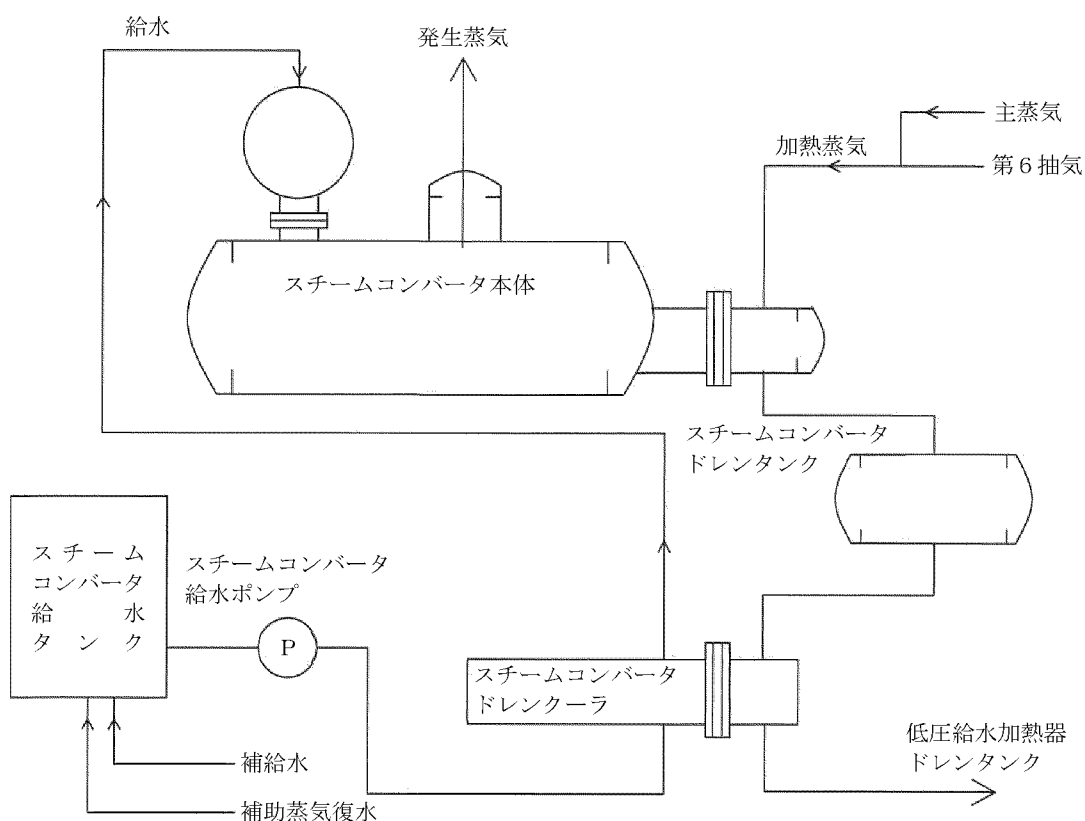


図2.1-1 川内1号炉 スチームコンバータ全体構成図

2.2 構造、材料及び使用条件

2.2.1 スチームコンバータ本体

(1) 構造

川内1号炉のスチームコンバータ本体は、横置U字管式の熱交換器である。

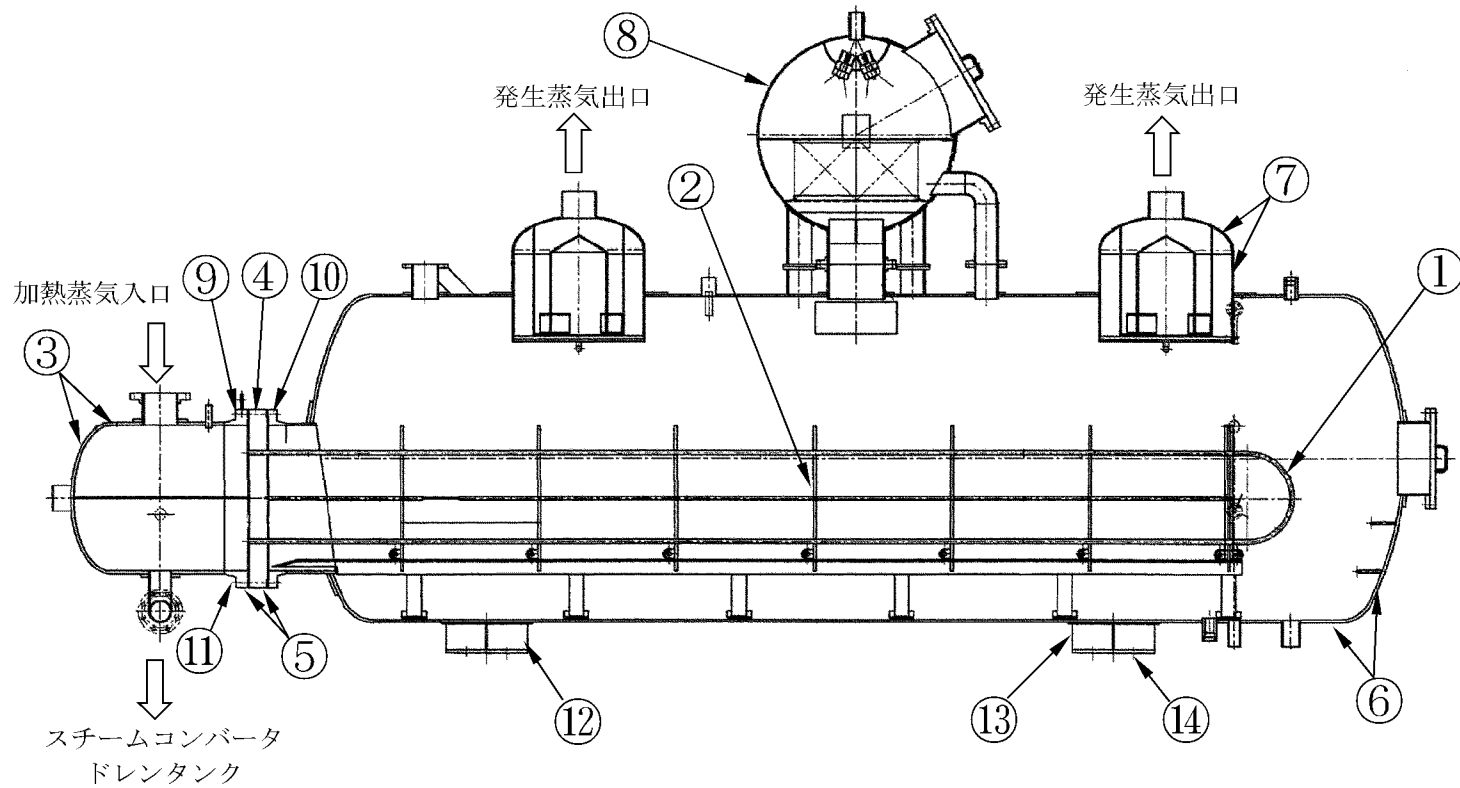
加熱管にはステンレス鋼を使用しており、加熱蒸気及び給水に接液している。

一次側耐圧構成品には炭素鋼を使用しており加熱蒸気及び給水に、二次側耐圧構成品には炭素鋼を使用しており、発生蒸気及び給水に接液している。

川内1号炉のスチームコンバータ本体の構造図を図2.2-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のスチームコンバータ本体の使用材料及び使用条件を表2.2-1及び表2.2-2に示す。



No.	部 位
①	加 熱 管
②	管 支 持 板
③	加 熱 蒸 気 室 胴 板 ・ 鏡 板
④	管 板
⑤	ガ ス ケ ッ ト
⑥	発 生 蒸 気 室 胴 板 ・ 鏡 板
⑦	分 離 室 胴 板 ・ 鏡 板
⑧	脱 気 器 胴 板 ・ 鏡 板
⑨	加 熱 蒸 気 室 フ ラ ン ジ
⑩	発 生 蒸 気 室 フ ラ ン ジ
⑪	フ ラ ン ジ ボ ル ト
⑫	支 持 脚
⑬	支 持 脚 (ス ラ イ ド 脚)
⑭	基 礎 ボ ル ト

図2.2-1 川内1号炉 スチームコンバータ本体構造図

表2.2-1 川内1号炉 スチームコンバータ本体主要部位の使用材料

部 位		材 料
熱交換伝熱構成品	加 熱 管	ステンレス鋼
流路構成品	管支持板	炭 素 鋼
一次側耐圧構成品	加熱蒸気室胴板・鏡板	炭 素 鋼
	管 板	炭素鋼（ステンレス鋼肉盛）
	ガスケット	消耗品・定期取替品
二次側耐圧構成品	発生蒸気室胴板・鏡板	炭 素 鋼
	分離室胴板・鏡板	炭 素 鋼
	脱気器胴板・鏡板	炭 素 鋼
	加熱蒸気室フランジ	炭 素 鋼
	発生蒸気室フランジ	炭 素 鋼
	フランジボルト	低合金鋼
支持構造物組立品	支 持 脚	炭 素 鋼
	支持脚（スライド脚）	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-2 川内1号炉 スチームコンバータ本体の使用条件

最高使用圧力	（一次側）約2.8MPa[gage]	（二次側）約0.93MPa[gage]
最高使用温度	（一次側）約235℃	（二次側）約185℃
内 部 流 体	（一次側）蒸 気	（二次側）給水・蒸気

2.2.2 スチームコンバータドレンクーラ

(1) 構造

川内1号炉のスチームコンバータドレンクーラは、横置U字管式の熱交換器である。

冷却管にはステンレス鋼を使用しており、給水に接液している。

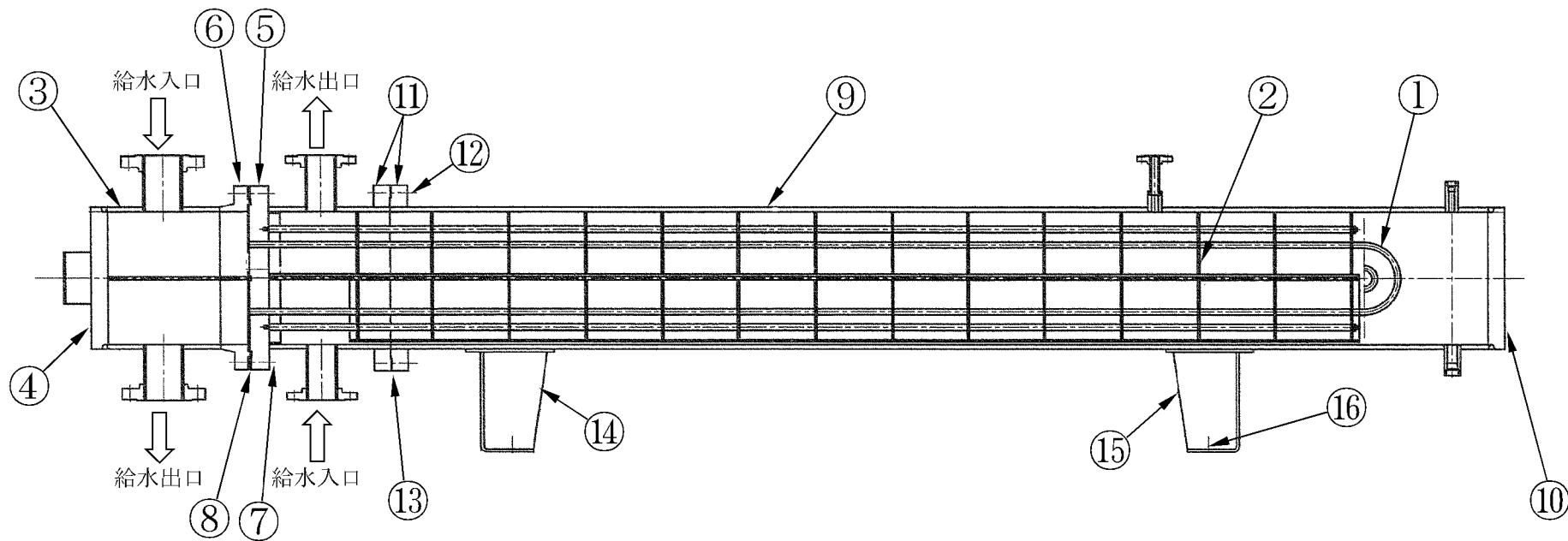
一次側耐圧構成品には炭素鋼を使用しており凝縮された給水に接液している。

二次側耐圧構成品には炭素鋼を使用しており、スチームコンバータ本体への給水に接液している。

川内1号炉のスチームコンバータドレンクーラの構造図を図2.2-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のスチームコンバータドレンクーラの使用材料及び使用条件を表2.2-3及び表2.2-4に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	冷 却 管	⑨	胴 板
②	邪 魔 板	⑩	胴 蓋
③	水室胴板	⑪	胴フランジ
④	水 室 蓋	⑫	胴フランジボルト
⑤	管 板	⑬	ガスケット
⑥	水室フランジ	⑭	支 持 脚
⑦	水室フランジボルト	⑮	支持脚 (スライド脚)
⑧	ガスケット	⑯	基礎ボルト

図2.2-2 川内1号炉 スチームコンバータドレンクーラ構造図

表2.2-3 川内1号炉 スチームコンバータドレンクーラ主要部位の使用材料

部 位		材 料
熱交換伝熱構成品	冷 却 管	ステンレス鋼
流路構成品	邪 魔 板	炭 素 鋼
一次側耐圧構成品	水室胴板	炭 素 鋼
	水 室 蓋	炭 素 鋼
	管 板	炭素鋼（ステンレス鋼肉盛）
	水室フランジ	炭 素 鋼
	水室フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
二次側耐圧構成品	胴 板	炭 素 鋼
	胴 蓋	炭 素 鋼
	胴フランジ	炭 素 鋼
	胴フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
支持構造物組立品	支 持 脚	炭 素 鋼
	支持脚（スライド脚）	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-4 川内1号炉 スチームコンバータドレンクーラの使用条件

最高使用圧力	（一次側）約2.8MPa [gage]	（二次側）約1.6MPa [gage]
最高使用温度	（一次側）約235℃	（二次側）約185℃
内 部 流 体	（一次側）給 水	（二次側）給 水

2.2.3 スチームコンバータ給水ポンプ

(1) 構造

川内1号炉のスチームコンバータ給水ポンプは、横置多段うず巻式のポンプである。

羽根車には銅合金を使用しており、給水に接液している。

軸封部には、給水の漏れを防止するためグランドパッキンを使用している。

川内1号炉のスチームコンバータ給水ポンプの構造図を図2.2-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のスチームコンバータ給水ポンプの使用材料及び使用条件を表2.2-5及び表2.2-6に示す。

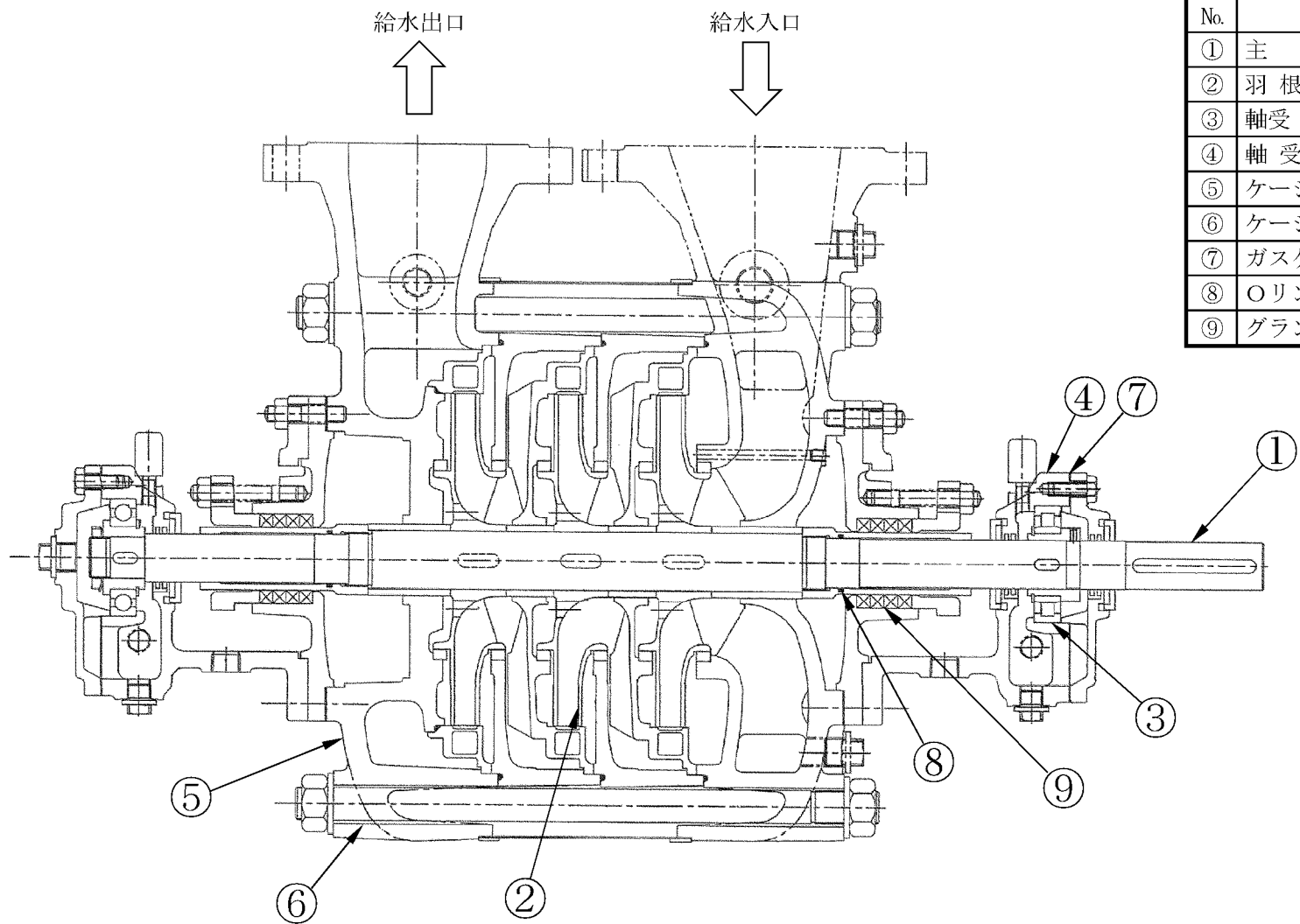


図2.2-3(1/2) 川内1号炉 スチームコンバータ給水ポンプ構造図

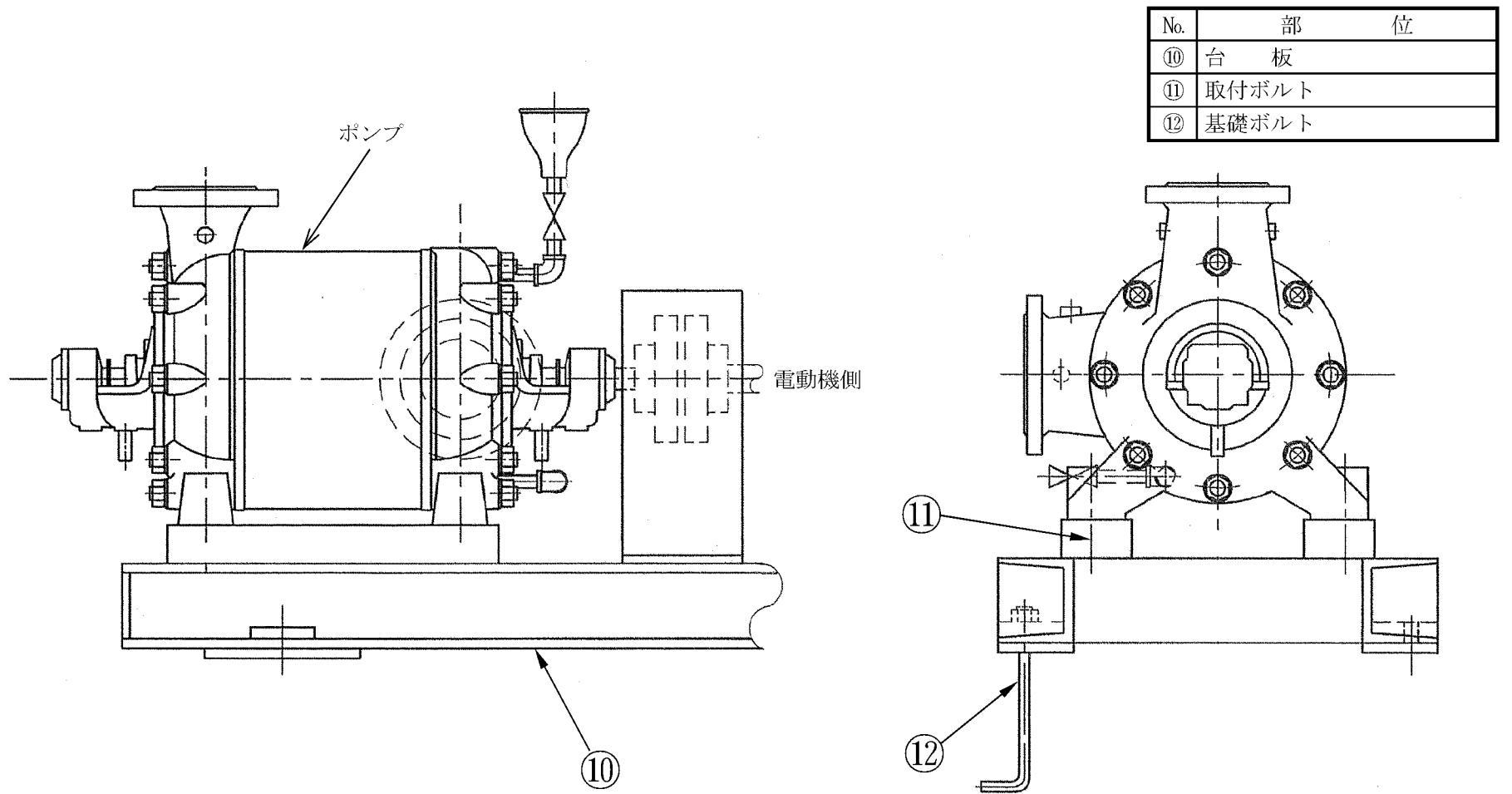


図2.2-3(2/2) 川内1号炉 スチームコンバータ給水ポンプ構造図

表2.2-5 川内1号炉 スチームコンバータ給水ポンプ主要部位の使用材料

部 位	材 料
主 軸	炭 素 鋼
羽 根 車	銅 合 金
軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
軸 受 箱	鋳 鉄
ケーシング	鋳 鉄
ケーシングボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
Oリング	消耗品・定期取替品
グラントパッキン	消耗品・定期取替品
台 板	炭 素 鋼
取付ボルト	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-6 川内1号炉 スチームコンバータ給水ポンプの使用条件

最高使用圧力	約1.6MPa[gage]
最高使用温度	約100℃
内 部 流 体	給 水

2.2.4 スチームコンバータドレンタンク

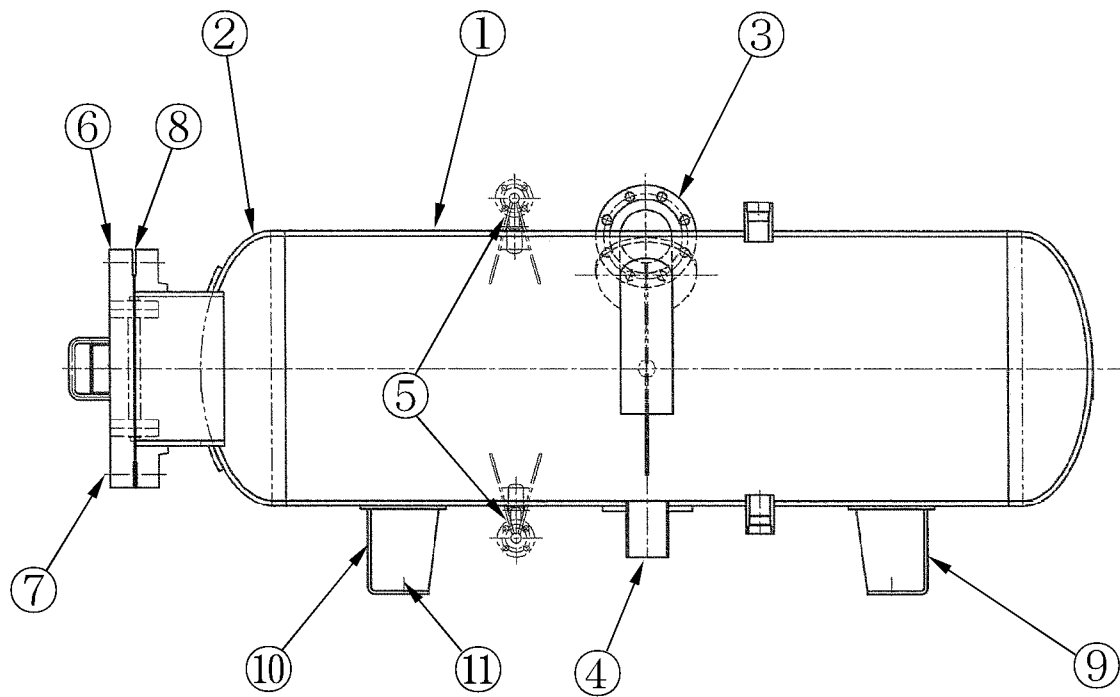
(1) 構造

川内1号炉のスチームコンバータドレンタンクは、横置円筒形のタンクである。胴板、鏡板等には炭素鋼を使用しており、スチームコンバータ本体加熱蒸気が熱交換後凝縮された給水に接液している。

川内1号炉のスチームコンバータドレンタンクの構造図を図2.2-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のスチームコンバータドレンタンクの使用材料及び使用条件を表2.2-7及び表2.2-8に示す。



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	ドレン入口管台
④	ドレン出口管台
⑤	管 台
⑥	マンホール
⑦	マンホール用ボルト
⑧	ガスケット
⑨	支 持 脚
⑩	支持脚 (スライド脚)
⑪	基礎ボルト

図2.2-4 川内1号炉 スチームコンバータドレンタンク構造図

表2.2-7 川内1号炉 スチームコンバータドレンタンク主要部位の使用材料

部 位	材 料
胴 板	炭 素 鋼
鏡 板	炭 素 鋼
ドレン入口管台	炭 素 鋼
ドレン出口管台	炭 素 鋼
管 台	炭 素 鋼
マンホール	炭 素 鋼
マンホール用ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
支 持 脚	炭 素 鋼
支持脚（スライド脚）	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-8 川内1号炉 スチームコンバータドレンタンクの使用条件

最高使用圧力	約2.8MPa[gage]
最高使用温度	約235℃
内 部 流 体	給 水

2.2.5 スチームコンバータ給水タンク

(1) 構造

川内1号炉のスチームコンバータ給水タンクは、大気開放円筒型タンクである。

タンクの胴板には炭素鋼を使用しており、給水に接液している。

川内1号炉のスチームコンバータ給水タンクの構造図を図2.2-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のスチームコンバータ給水タンクの使用材料及び使用条件を表2.2-9及び表2.2-10に示す。

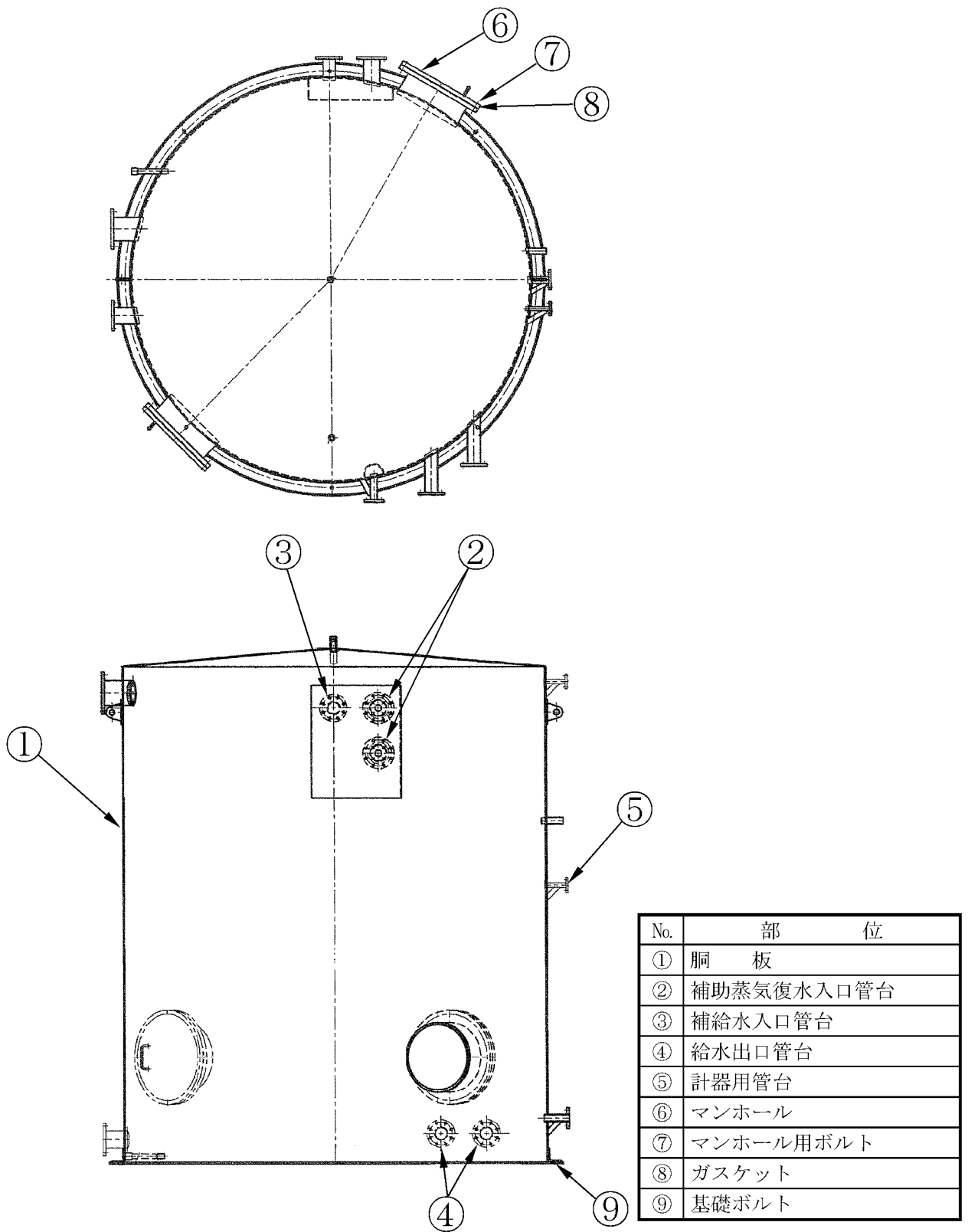


図2.2-5 川内1号炉 スチームコンバータ給水タンク構造図

表2.2-9 川内1号炉 スチームコンバータ給水タンク主要部位の使用材料

部 位	材 料
胴 板	炭 素 鋼
補助蒸気復水入口管台	炭 素 鋼
補給水入口管台	炭 素 鋼
給水出口管台	炭 素 鋼
計器用管台	炭 素 鋼
マンホール	炭 素 鋼
マンホール用ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-10 川内1号炉 スチームコンバータ給水タンクの使用条件

最高使用圧力	大 気 圧
最高使用温度	約100℃
内 部 流 体	給 水

2.3 経年劣化事象の抽出

2.3.1 機能達成に必要な項目

スチームコンバータの機能である蒸気発生機能を維持するためには、次の4つの項目が必要である。

- ① 伝熱性能の確保
- ② ポンプの容量－揚程確保
- ③ バウンダリの維持
- ④ 機器の支持

2.3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

スチームコンバータについて、機能達成に必要な項目を考慮して、主要な部位に展開した上で、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2.3-1～表2.3-5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。

2.3.3 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2.3-1～表2.3-5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) 加熱管及び冷却管の摩耗及び高サイクル疲労割れ

[スチームコンバータ本体、スチームコンバータドレンクーラ]

一次側及び二次側流体により加熱管及び冷却管に振動が発生した場合、管支持板部又は邪魔板部で加熱管及び冷却管に摩耗又は高サイクル疲労割れが想定される。

また、管外表面を流れる流体による振動で伝熱管の強度上想定される振動形態としては、カルマン渦による振動と流力弾性振動がある。

しかしながら、分解点検時の渦流探傷検査、漏えい試験又は目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(2) 加熱管及び冷却管内外面の腐食（流れ加速型腐食）

[スチームコンバータ本体、スチームコンバータドレンクーラ]

スチームコンバータ本体の加熱管内面及びスチームコンバータドレンクーラの冷却管内外面については、内部流体により流れ加速型腐食の発生が想定される。

しかしながら、耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼の加熱管及び冷却管を使用しており、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、分解点検時の渦流探傷検査、漏えい試験又は目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) 加熱管及び冷却管の応力腐食割れ

[スチームコンバータ本体、スチームコンバータドレンクーラ]

加熱管及び冷却管はステンレス鋼を使用しており、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、水質を適切に管理しているため、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

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

なお、分解点検時の渦流探傷検査、漏えい試験又は目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 加熱管のスケール付着 [スチームコンバータ本体]

一次側及び二次側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら、熱交換器通水時（運転時）の流体温度、流量等のパラメータの監視やエアブローにて管内面の洗浄を定期的実施することで、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) 冷却管のスケール付着 [スチームコンバータドレンクーラ]

一次側及び二次側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら、一次側及び二次側流体は給水であり、飽和溶存酸素濃度の環境下であるが、濁度管理により適切な水質管理を行っており不純物の流入は抑制されていることから、スケール付着の可能性は小さい。

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、熱交換器通水時（運転時）の流体温度、流量等のパラメータの監視やエアブローにて管内面の洗浄を定期的実施することで、機器の健全性を確認している。

(6) 一次側、二次側の耐圧構成品等の腐食（流れ加速型腐食）

[スチームコンバータ本体、スチームコンバータドレンクーラ、スチームコンバータ給水ポンプ]

蒸気、給水及び2相流体を内包する発生蒸気室胴板等の炭素鋼使用部位には、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

また、内部流体が給水及び高温、高速の流体の場合には、炭素鋼又は鋳鉄の耐圧構成品等は内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、一次側及び二次側耐圧構成品等の腐食については、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(7) 主軸の摩耗 [スチームコンバータ給水ポンプ]

ころがり軸受を使用しているポンプについては、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。

軸受の定期取替え時の軸受引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、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や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(8) 胴板、ケーシング等の外面からの腐食（全面腐食） [共通]

スチームコンバータは屋外に設置されており、胴板、ケーシング等の構成品は炭素鋼又は鋳鉄であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装や防水措置（保温）により腐食を防止しており、塗装や防水措置（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や防水措置（保温）の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(9) 主軸の高サイクル疲労割れ [スチームコンバータ給水ポンプ]

ポンプ運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下で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、巡視点検時の振動確認（通常運転時の振動状態と差異のないことの触診や目視による確認）、試運転時における振動確認（変位の測定）なら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。

(10) ケーシングと羽根車の摩耗 [スチームコンバータ給水ポンプ]

スチームコンバータ給水ポンプでは、ケーシングと羽根車との摺動部に摩耗が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(11) 羽根車の腐食（キャビテーション） [スチームコンバータ給水ポンプ]

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、キャビテーションを起こさない条件はポンプ及び機器配置設計段階において考慮しており、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、今後も機器の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(12) 軸受箱内面からの腐食（全面腐食）〔スチームコンバータ給水ポンプ〕

軸受箱は鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、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。

(13) 胴板等耐圧構成品の内面からの腐食（全面腐食）

〔スチームコンバータドレンタンク、スチームコンバータ給水タンク〕

胴板等耐圧構成品は炭素鋼であるため、長期使用により、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、開放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。

(14) フランジボルト等の腐食（全面腐食）

〔スチームコンバータ本体、スチームコンバータドレンクーラ、スチームコンバータドレンタンク、スチームコンバータ給水タンク〕

フランジボルト及びマンホール用ボルトは、炭素鋼及び低合金鋼であり、ガスケット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、分解点検時又は開放点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認している。

(15) 支持脚及び台板の腐食（全面腐食）

[スチームコンバータ本体、スチームコンバータドレンクーラ、スチームコンバータ給水ポンプ、スチームコンバータドレンタンク]

支持脚及び台板は炭素鋼であり、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。

(16) 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）

[スチームコンバータ本体、スチームコンバータドレンクーラ、スチームコンバータドレンタンク]

スチームコンバータ本体、スチームコンバータドレンクーラ及びスチームコンバータドレンタンクには、支持脚（スライド脚）が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり長期使用により、腐食による固着が想定される。

しかしながら、巡視点検等で目視によりスライド部に異常のないことを確認し、機器の健全性を維持している。

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

(17) 取付ボルトの腐食（全面腐食） [スチームコンバータ給水ポンプ]

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。

(18) 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。

2.3.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）、ガスケット、Oリング、グランドパッキン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2.3-1 川内1号炉 スチームコンバータ本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
伝熱性能の確保	加 熱 管		ステンレス鋼	△*1	△*2	△*1	△			△*3	*1：摩耗・高サイクル疲労割れ *2：流れ加速型腐食 *3：スケール付着 *4：スライド部の腐食
	管支持板		炭素鋼		△*2						
バウンダリの維持	加熱蒸気室胴板・鏡板		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	管 板		炭素鋼 (ステンレス鋼肉盛)		△*2(内面) △(外面)						
	ガスケット	◎	—								
	発生蒸気室胴板・鏡板		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	分離室胴板・鏡板		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	脱気器胴板・鏡板		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	加熱蒸気室フランジ		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	発生蒸気室フランジ		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
フランジボルト		低合金鋼		△							
機器の支持	支 持 脚		炭素鋼		△						
	支持脚(スライド脚)		炭素鋼		△*1 △						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着日すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2 川内1号炉 スチームコンバータドレンクーラに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		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		
伝熱性能の確保	冷 却 管		ステンレス鋼	△*1	△*2	△*1	△			△*3	*1：摩耗・高サイクル疲労割れ *2：流れ加速型腐食 *3：スケール付着 *4：スライド部の腐食
	邪 魔 板		炭 素 鋼		△*2						
バウンダリの維持	水室胴板		炭 素 鋼		△*2(内面) △(外面)						
	水 室 蓋		炭 素 鋼		△*2(内面) △(外面)						
	管 板		炭素鋼 (ステンレス鋼肉盛)		△*2(内面) △(外面)						
	水室フランジ		炭 素 鋼		△*2(内面) △(外面)						
	水室フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	胴 板		炭 素 鋼		△*2(内面) △(外面)						
	胴 蓋		炭 素 鋼		△*2(内面) △(外面)						
	胴フランジ		炭 素 鋼		△*2(内面) △(外面)						
	胴フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	支 持 脚		炭 素 鋼		△						
	支持脚(スライド脚)		炭 素 鋼		△*4 △						
	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2.3-3 川内1号炉 スチームコンバータ給水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 一揚程確保	主 軸		炭 素 鋼	△	△	△*2					*1：流れ加速型 腐食 *2：高サイクル疲労 割れ *3：キャビテーション
	羽 根 車		銅 合 金	△	△*3						
	軸受（ころがり）	◎	—								
	軸 受 箱		鑄 鉄		△（内面） △（外面）						
バウンダリの維持	ケーシング		鑄 鉄	△	△*1（内面） △（外面）						
	ケーシングボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	Oリング	◎	—								
	グランドパッキン	◎	—								
機器の支持	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2.3-4 川内1号炉 スチームコンバータドレンタンクに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						*1：スライド部の腐食
	鏡 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	ドレン入口管台		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	ドレン出口管台		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	管 台		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール用ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	支 持 脚		炭 素 鋼		△						
	支持脚 (スライド脚)		炭 素 鋼		△*1 △						
	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2.3-5 川内1号炉 スチームコンバータ給水タンクに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	補助蒸気復水入口管台		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	補給水入口管台		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	給水出口管台		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	計器用管台		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール用ボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
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）

8 水素濃度制御装置

[対象機器]

- ① 静的触媒式水素再結合装置
- ② 電気式水素燃焼装置

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	6
3. 代表機器以外への展開	9
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	9
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	9

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水素濃度制御装置の主な仕様を表1-1に示す。

これらの水素濃度制御装置を型式の観点からグループ化し、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に示す水素濃度制御装置について、型式の観点から1つのグループにまとめられる。

1.2 代表機器の選定

最高使用温度の高い静的触媒式水素再結合装置を代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 水素濃度制御装置の主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	選定基準			選定	選定理由
		重要度*1	使用条件			
型式				運転	最高使用温度 (°C)	
水素濃度制御装置	静的触媒式水素再結合装置 (5)	重*2	一時	約500*3	◎	温度
	電気式水素燃焼装置 (13)	重*2	一時	約150		

*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：水素反応の管体（排気）温度を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の水素濃度制御装置について技術評価を実施する。

① 静的触媒式水素再結合装置

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 静的触媒式水素再結合装置

(1) 構造

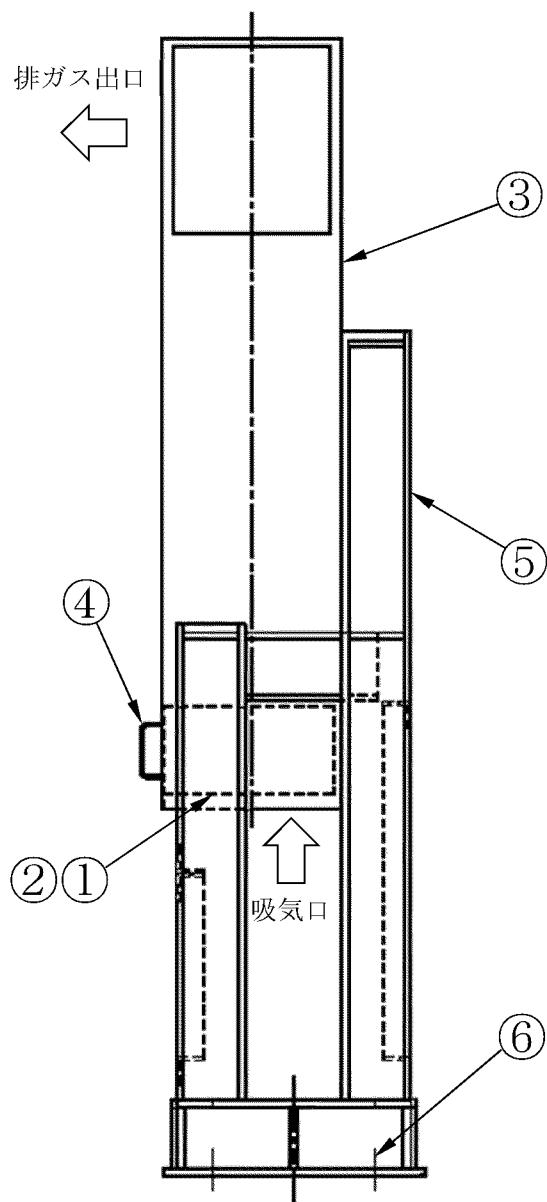
川内1号炉の静的触媒式水素再結合装置は触媒式であり、触媒プレートには母材として高耐熱性ステンレス鋼、触媒として白金系金属を使用しており、原子炉格納容器内（5箇所）に設置されている。

触媒プレートは、胴板内の引出部で保持されている構造となっている。

川内1号炉の静的触媒式水素再結合装置の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の静的触媒式水素再結合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。



No.	部 位
①	触媒プレート (母材)
②	触媒プレート (触媒)
③	胴 板
④	引 出 部
⑤	支持架台
⑥	取付ボルト

図2.1-1 川内1号炉 静的触媒式水素再結合装置構造図

表2.1-1 川内1号炉 静的触媒式水素再結合装置主要部位の使用材料

部 位	材 料
触媒プレート（母材）	高耐熱性ステンレス鋼
触媒プレート（触媒）	白金系金属
胴 板	ステンレス鋼
引 出 部	ステンレス鋼
支持架台	炭素鋼、ステンレス鋼
取付ボルト	炭素鋼、ステンレス鋼

表2.1-2 川内1号炉 静的触媒式水素再結合装置の使用条件

最高使用温度	約500℃
内 部 流 体	空 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

静的触媒式水素再結合装置の機能である水素処理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 水素反応機能の維持
- ② 流路の確保
- 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

静的触媒式水素再結合装置について、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) 触媒プレート（触媒）の水素反応機能低下

触媒プレート（触媒）は、常時原子炉格納容器内の空気と接触しているため、水素反応機能の低下が想定される。

しかしながら、触媒プレート（触媒）は、定期的な目視確認や機能検査により、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。

(2) 支持架台及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

支持架台及び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。

表2.2-1 川内1号炉 静的触媒式水素再結合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		
水素反応機能の維持	触媒プレート(母材)		高耐熱性 ステンレス鋼							*1：水素反応機能 低下	
	触媒プレート(触媒)		白金系金属						△*1		
流路の確保	胴 板		ステンレス鋼								
	引 出 部		ステンレス鋼								
機器の支持	支持架台		炭 素 鋼 ステンレス鋼		△						
	取付ボルト		炭 素 鋼 ステンレス鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器に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 電気式水素燃焼装置

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（流体、温度）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 ヒータエレメントの絶縁低下

ヒータエレメントはニッケル基合金を使用しており、長期間の使用により絶縁低下が想定される。

しかしながら、ヒータエレメントは通常時は通電していないことから、絶縁低下の可能性は小さいと考える。

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 ヒータエレメントの導通不良

発熱線等はヒータON-OFF時に発生する熱伸縮により繰り返し応力を受けるため、材料に疲労が蓄積され、疲労割れによるヒータエレメントの導通不良が想定される。

しかしながら、ヒータエレメントは、MgO絶縁の吸湿防止のため、セラミック絶縁及び溶接でシールしており、外部の湿気がヒータエレメント内部に侵入しない構造としている。

また、ヒータエレメントの導通不良に対しては、定期的な抵抗測定により、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。

3.2.3 端子台の絶縁低下

端子台の絶縁物は無機物であり、劣化等の可能性はないが長期間の使用により表面の汚損による絶縁低下が想定される。

しかしながら、端子台は気密された接続箱内に設置されており、塵埃の付着により表面が汚損しない環境であり、これまでに絶縁低下の進行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。

3.2.4 据付架台及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

支持架台及び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。

3.2.5 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。

9 基礎ボルト

[評価対象]

- ① スタッドボルト
- ② メカニカルアンカ
- ③ ケミカルアンカ

目 次

1. はじめに	1
2. 基礎ボルトの技術評価	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	20

1. はじめに

本章では、各機器の技術評価書で抽出された基礎ボルトの評価をまとめて記載している。各機器の基礎ボルトの使用条件、機器支持位置等についての詳細については、各機器の技術評価書を参照のこと。

2. 基礎ボルトの技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

川内1号炉で使用されている基礎ボルトの主な仕様を表2.1-1に示す。

これらの基礎ボルトについては、型式ごとに各々対象とし、技術評価を実施する。

表2.1-1 川内1号炉 基礎ボルトの主な仕様

型 式	仕 様
スタッドボルト	ベースプレートに取り付けた炭素鋼、低合金鋼及びステンレス鋼製のボルトをあらかじめ、コンクリート基礎に埋設しているもので、主として大型機器や機械振動を考慮するような機器の支持に用いている。
メカニカルアンカ	施工後の基礎に穿孔し、炭素鋼及びステンレス鋼製のテーパボルトにより、炭素鋼及びステンレス鋼製のシールドをコンクリートに打ち込むもので、主として小口径の配管、盤等の機器の支持に用いている。
ケミカルアンカ	施工後の基礎に穿孔し、炭素鋼、低合金鋼及びステンレス鋼製のアンカボルトを樹脂（不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、ビニルウレタン樹脂）で固定しているもので、主として小口径の配管、盤等の機器の支持に用いている。

また、各機器に使用している基礎ボルトの代表的な構造図を図2.1-1～図2.1-3に、使用材料を表2.1-2～表2.1-4に、設置場所及びボルト型式を表2.1-5に示す。

No.	部 位
①	スタッドボルト

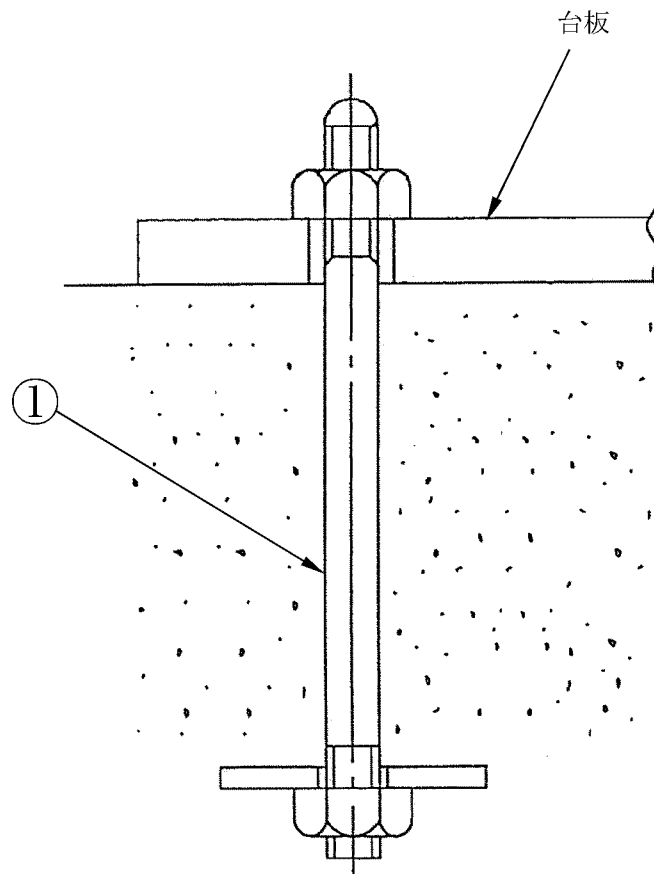


図2. 1-1 (1/2) 川内 1 号炉 スタッドボルト構造図

No.	部 位
①	スタッドボルト

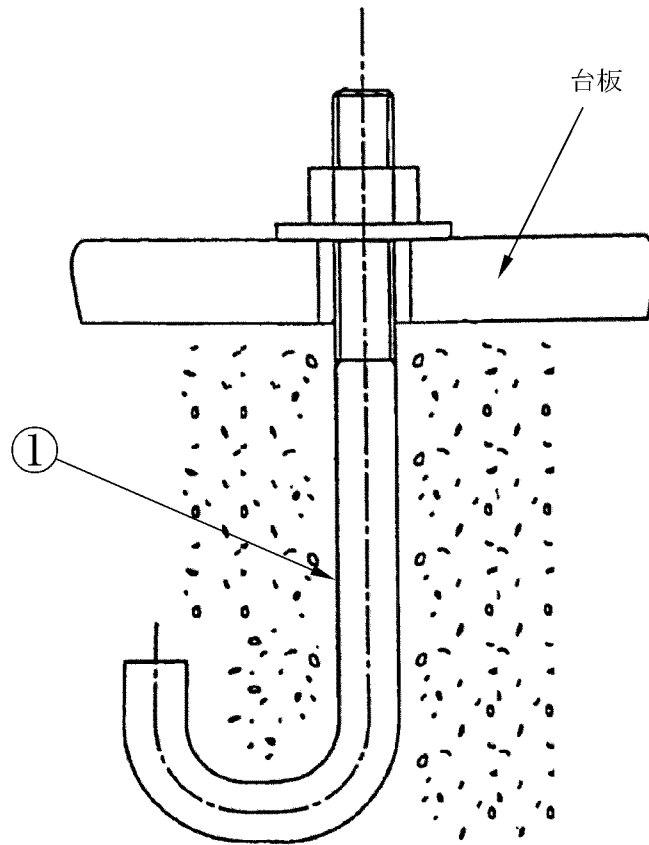


図 2.1-1(2/2) 川内1号炉 スタッドボルト構造図 (先端曲げ加工の例)

表2.1-2 川内1号炉 スタッドボルトの使用材料

部 位	材 料
スタッドボルト	炭素鋼 低合金鋼 ステンレス鋼

No.	部 位
①	シールド
②	テーパボルト

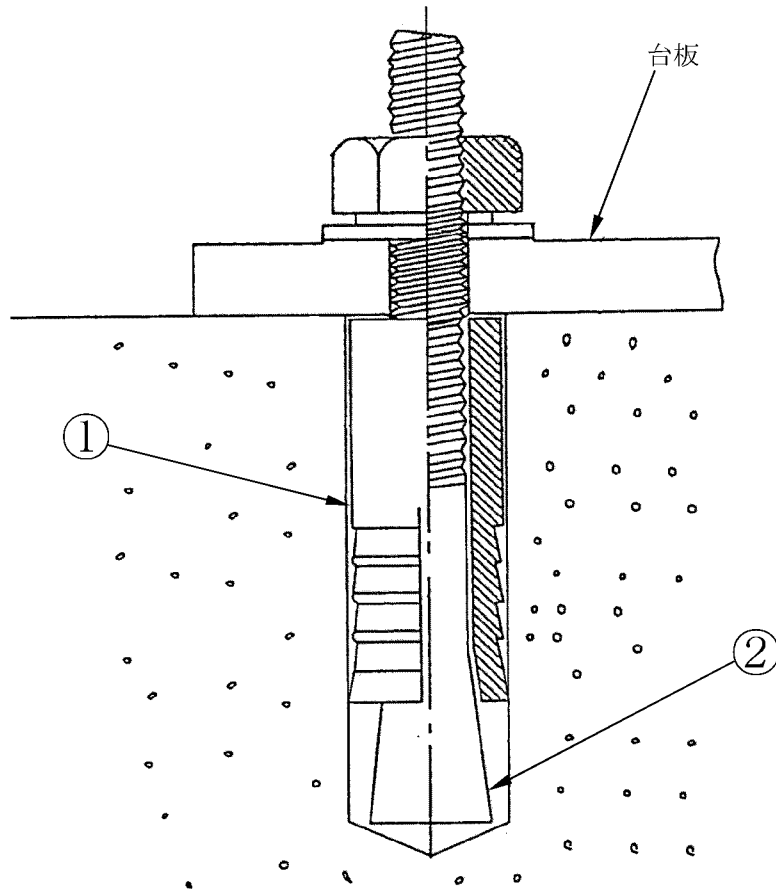


図2.1-2 川内1号炉 メカニカルアンカ構造図

表2.1-3 川内1号炉 メカニカルアンカの使用材料

部 位	材 料
シールド	炭素鋼 ステンレス鋼
テーパボルト	炭素鋼 ステンレス鋼

No.	部 位
①	樹 脂
②	アンカボルト

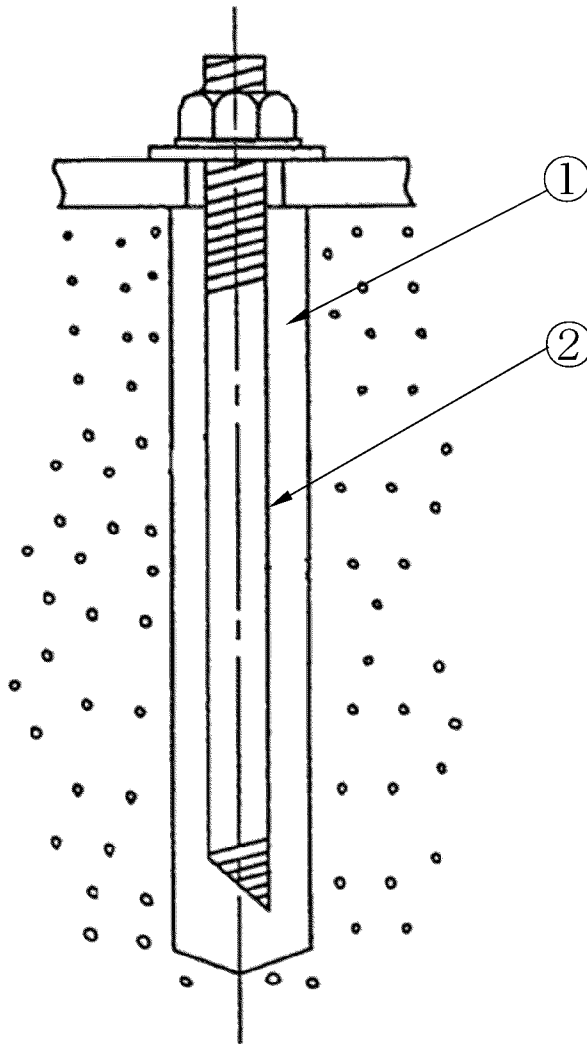


図2.1-3 川内1号炉 ケミカルアンカ構造図

表2.1-4 川内1号炉 ケミカルアンカの使用材料

部 位	材 料
樹 脂	不飽和ポリエステル樹脂 ビニルエステル樹脂 ビニルウレタン樹脂
アンカボルト	炭 素 鋼 低合金鋼 ステンレス鋼

表2.1-5(1/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分	機 器 名 称	設置場所		ボルト型式
			屋内	屋外	
ポ ン プ	ターボポンプ	海水ポンプ		○	スタッドボルト
		充てん/高圧注入ポンプ	○		スタッドボルト
		余熱除去ポンプ	○		スタッドボルト
		格納容器スプレイポンプ	○		スタッドボルト
		原子炉補機冷却水ポンプ	○		スタッドボルト
		1次系補助蒸気復水ポンプ	○		スタッドボルト
		補助蒸気復水回収ポンプ	○		スタッドボルト
		タービン動補助給水ポンプ	○		スタッドボルト
		電動補助給水ポンプ	○		スタッドボルト
		電動主給水ポンプ	○		スタッドボルト
		タービン動主給水ポンプ	○		スタッドボルト
		復水ブースタポンプ	○		スタッドボルト
		湿水分離器ドレンポンプ	○		スタッドボルト
		湿水分離加熱器ドレンポンプ	○		スタッドボルト
		常設電動注入ポンプ	○		ケミカルアンカ
		緊急時対策所用発電機車用給油ポンプ		○	スタッドボルト
		給水ブースタポンプ	○		スタッドボルト
低圧給水加熱器ドレンポンプ	○		スタッドボルト		

表2.1-5(2/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分	機 器 名 称	設置場所		ボルト型式
			屋内	屋外	
熱交換器	多管円筒形熱交換器	再生熱交換器	○		スタッドボルト
		非再生冷却器	○		スタッドボルト
		格納容器スプレイ冷却器	○		スタッドボルト
		封水冷却器	○		スタッドボルト
		余熱除去冷却器	○		スタッドボルト
		余剰抽出冷却器	○		スタッドボルト
		原子炉補機冷却水冷却器	○		スタッドボルト
	直接接触式熱交換器	脱 気 器		○	スタッドボルト
ポンプ用電動機	高圧ポンプ用電動機	充てん／高圧注入ポンプ用電動機	○		スタッドボルト

表2.1-5(3/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分	機 器 名 称	設置場所		ボルト型式
			屋内	屋外	
容 器	補機タンク	蓄圧タンク	○		スタッドボルト
		ほう酸注入タンク	○		スタッドボルト
		体積制御タンク	○		スタッドボルト
		ほう酸タンク	○		スタッドボルト
		ガス減衰タンク	○		スタッドボルト
		原子炉補機冷却水サージタンク	○		スタッドボルト
		よう素除去薬品タンク	○		スタッドボルト ケミカルアンカ
		1次系補助蒸気復水タンク	○		スタッドボルト
		補助蒸気復水回収タンク	○		スタッドボルト
		燃料取替用水タンク		○	スタッドボルト
		復水タンク		○	スタッドボルト
		緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンク		○	スタッドボルト
	フィルタ	冷却材フィルタ	○		スタッドボルト
		封水注入フィルタ	○		スタッドボルト
		封水フィルタ	○		スタッドボルト
		ほう酸フィルタ	○		スタッドボルト
		格納容器再循環サンプスクリーン	○		スタッドボルト
	脱 塩 塔	冷却材混床式脱塩塔	○		スタッドボルト
		冷却材陽イオン脱塩塔	○		スタッドボルト
		ほう酸除去脱塩塔	○		スタッドボルト

表2.1-5(4/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機種	区分		機器名称	設置場所		ボルト型式
				屋内	屋外	
配管	配管サポート		配管サポート	○		スタッドボルト メカニカルアンカ ケミカルアンカ
					○	スタッドボルト メカニカルアンカ
弁	バタフライ弁 (補助蒸気系統)		FWPT排気弁	○		スタッドボルト
	特殊弁		主蒸気止め弁	○		スタッドボルト
ケーブル	ケーブルトレイ等		ケーブルトレイ	○		メカニカルアンカ
			電線管	○	○	メカニカルアンカ
	ケーブル接続部		気密端子箱接続	○		メカニカルアンカ
電気設備	配電設備	メタルクラッド 開閉装置 (メタクラ)	代替電源接続盤	○		ケミカルアンカ
		動力変圧器	動力変圧器 (安全系)	○		スタッドボルト
			重大事故等対処用変圧器盤	○		ケミカルアンカ
		コントロールセン タ	ディーゼル発電機コント ロールセンタ	○		ケミカルアンカ
タービン 設備	高圧タービン		高圧タービン	○		スタッドボルト
	低圧タービン		低圧タービン	○		スタッドボルト
	タービン動主給水ポンプ駆 動タービン		タービン動主給水ポンプ駆 動タービン	○		スタッドボルト
	調速装置・保安装置		高圧油供給ユニット	○		スタッドボルト
			EHアキュムレータタンク	○		スタッドボルト

表2.1-5(5/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分	機 器 名 称	設置場所		ボルト型式	
			屋内	屋外		
計測制御設備	プロセス計測制御設備	プロセス計測制御設備	○	○	スタッドボルト メカニカルアンカ ケミカルアンカ	
	制御設備	保護・シーケンス盤	原子炉安全保護盤	○		スタッドボルト
		リレーラック	リレーラック	○		スタッドボルト
	監視・操作盤	中央制御室外原子炉停止盤	中央制御室外原子炉停止盤	○		スタッドボルト
		使用済燃料ピット状態監視カメラ	使用済燃料ピット状態監視カメラ	○		ケミカルアンカ
		重大事故等対処用制御盤	重大事故等対処用制御盤	○		メカニカルアンカ
		衛星携帯電話設備	衛星携帯電話設備	○	○	スタッドボルト
		統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備	○		ケミカルアンカ
		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	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	○		ケミカルアンカ
		制御盤	ディーゼル発電機盤	○		スタッドボルト
	制御盤	制御用空気圧縮機盤	○		スタッドボルト	
	制御盤	空調用冷凍機制御盤	○		スタッドボルト	
	制御盤	補助給水ポンプ電動弁盤	○		スタッドボルト	
	制御盤	RCP母線計測盤	○		ケミカルアンカ	
	制御盤	ヒートトレーシング温度調節盤	○	○	メカニカルアンカ	

表2.1-5(6/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分	機 器 名 称	設置場所		ボルト型式
			屋内	屋外	
空調設備	ファン	中央制御室空調ファン	○		スタッドボルト
		安全補機開閉器室空調ファン	○		スタッドボルト
		中央制御室非常用循環ファン	○		スタッドボルト
		安全補機室給気ファン	○		スタッドボルト
		安全補機室排気ファン	○		スタッドボルト
		制御用空気圧縮機室給気ファン	○		スタッドボルト
		制御用空気圧縮機室排気ファン	○		スタッドボルト
		中央制御室循環ファン	○		スタッドボルト
		緊急時対策所非常用空気浄化ファン	○		スタッドボルト
	空調ユニット	中央制御室空調ユニット	○		スタッドボルト ケミカルアンカ
		安全補機開閉器室空調ユニット	○		スタッドボルト
		安全補機室給気ユニット	○		スタッドボルト
		格納容器再循環ユニット	○		スタッドボルト ケミカルアンカ
		アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット	○		スタッドボルト
		アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット	○		スタッドボルト
		中央制御室非常用循環フィルタユニット	○		スタッドボルト
		安全補機室排気フィルタユニット	○		スタッドボルト ケミカルアンカ
		緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット	○		スタッドボルト
	冷水設備	空調用冷凍機	○		スタッドボルト
		空調用冷水ポンプ	○		スタッドボルト
		空調用冷水膨張タンク	○		スタッドボルト

表2.1-5(7/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分	機 器 名 称	設置場所		ボルト型式
			屋内	屋外	
空調設備	ダクト	中央制御室空調・排気系ダクト	○		メカニカルアンカ
		中央制御室非常用循環系ダクト	○		メカニカルアンカ ケミカルアンカ
		安全補機開閉器室空調系ダクト	○		メカニカルアンカ
		安全補機室給・排気系ダクト	○		メカニカルアンカ
		電動補助給水ポンプ室給・排気系ダクト	○		メカニカルアンカ
		ディーゼル発電機室給・排気系ダクト	○		メカニカルアンカ
		アニュラス空気浄化系ダクト	○		メカニカルアンカ
		制御用空気圧縮機室給・排気系ダクト	○		メカニカルアンカ
		格納容器給・排気系ダクト	○		メカニカルアンカ ケミカルアンカ
		補助建屋給・排気系ダクト	○		メカニカルアンカ
		格納容器再循環系ダクト	○		メカニカルアンカ

表2.1-5(8/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分	機 器 名 称	設置場所		ボルト型式
			屋内	屋外	
機械設備	重機器サポート	原子炉容器サポート	○		スタッドボルト
		蒸気発生器サポート	○		スタッドボルト
		1次冷却材ポンプサポート	○		スタッドボルト
		加圧器サポート	○		スタッドボルト
	空気圧縮装置	制御用空気圧縮機	○		スタッドボルト
		制御用空気圧縮機用電動機	○		スタッドボルト
		制御用空気だめ	○		スタッドボルト
		制御用空気除湿装置	○		スタッドボルト
	燃料取扱設備	燃料取替クレーン	○		スタッドボルト
		使用済燃料ピットクレーン	○		スタッドボルト
	濃縮減容設備	洗浄排水高濃縮装置	○		ケミカルアンカ
		洗浄排水処理装置	○		スタッドボルト
		A廃液蒸発装置	○		スタッドボルト
		B廃液蒸発装置	○		スタッドボルト
		ほう酸回収装置	○		スタッドボルト
	スチームコンバータ	スチームコンバータ本体		○	スタッドボルト
		スチームコンバータドレンクーラ		○	スタッドボルト
		スチームコンバータ給水ポンプ		○	スタッドボルト
		スチームコンバータドレンタンク		○	スタッドボルト
		スチームコンバータ給水タンク		○	スタッドボルト
	水素濃度制御装置	電気式水素燃焼装置	○		メカニカルアンカ

表2.1-5(9/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分	機 器 名 称	設置場所		ボルト型式	
			屋内	屋外		
電源設備	ディーゼル発電機	ディーゼル発電機	○		スタッドボルト	
	非常用ディーゼル発電機機関本体	非常用ディーゼル発電機機関本体	○		スタッドボルト メカニカルアンカ	
	非常用ディーゼル 発電機機関本体付 属設備	ポ ン プ	温水循環ポンプ	○		スタッドボルト
			燃料弁冷却水ポンプ	○		スタッドボルト
			潤滑油プライミングポンプ	○		スタッドボルト
			燃料油移送ポンプ	○		スタッドボルト
			空気圧縮機	○		スタッドボルト
	熱交換器	清水冷却器	○		スタッドボルト	
		燃料弁冷却水冷却器	○		スタッドボルト	
		潤滑油冷却器	○		スタッドボルト	
		清水加熱器	○		スタッドボルト	
	容 器	潤滑油タンク	○		スタッドボルト	
		空気だめ	○		スタッドボルト	
		燃料油貯油そう		○	スタッドボルト	
		燃料油貯蔵タンク		○	スタッドボルト	
		潤滑油主こし器	○		スタッドボルト	
		燃料油第1こし器	○		スタッドボルト	
		燃料油第2こし器	○		スタッドボルト	

表2.1-5(10/10) 川内1号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機 種	区 分		機 器 名 称	設置場所		ボルト型式		
				屋内	屋外			
電源設備	直流電源設備		蓄電池（安全防護系用）	○		スタッドボルト		
			蓄電池（重大事故等対処用）	○		ケミカルアンカ		
			蓄電池（3系統目）	○		ケミカルアンカ		
			ドロップ盤	○		スタッドボルト		
			充電器盤 （3系統目蓄電池用）	○		ケミカルアンカ		
	計器用電源設備		無停電電源	計装用電源装置	○		スタッドボルト	
				計装用電源装置 （3系統目蓄電池用）	○		ケミカルアンカ	
				緊急時対策棟計装用電源装置	○		スタッドボルト	
			計器用分電盤	計装用交流分電盤	○		メカニカルアンカ	
				自動切換／後備分電盤	○		メカニカルアンカ	
				計装用後備電源装置代替所内電源分電盤	○		メカニカルアンカ	
				緊急時対策棟計装用電源装置電源切替盤	○		メカニカルアンカ	
				緊急時対策棟計装用分電盤	○		メカニカルアンカ	
			制御棒駆動装置用電源設備	原子炉トリップ遮断器盤		○		スタッドボルト
				大容量空冷式発電機		大容量空冷式発電機用燃料タンク		○
	大容量空冷式発電機用給油ポンプ		○			スタッドボルト		

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

基礎ボルトの機能である自重及び地震時荷重を支持するためには、次の項目が必要である。

① 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

各機器の基礎ボルトについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料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△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) 大気接触部の腐食（塗装あり部）（全面腐食）[共通]

基礎ボルトは炭素鋼又は低合金鋼を使用しており、腐食が想定される。

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

また、巡視点検等の目視により塗装や防水措置の状態を確認し、はく離等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) 大気接触部の腐食（塗装なし部）（全面腐食）〔屋内の基礎ボルト共通〕

基礎ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり、コンクリート直上部等は大気接触部であることから腐食が想定される。

しかしながら、基礎ボルト代表箇所ナットの取外しによるコンクリート直上部の大気接触部を目視確認したところ腐食は認められていない。

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、巡視点検で目視により異常のないことを確認し、機器の健全性を確認している。

(3) 大気接触部の腐食（塗装なし部）（全面腐食）〔屋外の基礎ボルト共通〕

コンクリート直上部は、大気接触部であり、基礎ボルトには、炭素鋼又は低合金鋼を使用していることから、腐食を起こす可能性があり、その場合には、基礎ボルトの腐食減肉により支持機能の低下が懸念される。

また、メカニカルアンカの場合、コンクリートに埋設されているテーパボルトとシールドには大気に接触している部分があるため、シールド及びテーパボルトの腐食の進行により支持機能の低下が懸念される。

しかしながら、60年時点での推定腐食量を考慮した健全性評価の結果、機器の支持機能が喪失する可能性は低い。

また、巡視点検で目視により異常のないことを確認し、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。

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。

(4) コンクリート埋設部の腐食 [共通]

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が進行した場合には腐食環境となる。

しかしながら、中性化に至るには長期間を要することから、腐食が進行して基礎ボルトの健全性を阻害する可能性は小さい。

ケミカルアンカのアンカボルトは、コンクリート埋設部のボルト本体が樹脂に覆われているため、腐食の発生の可能性は小さい。

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。

(5) 機器支持部の疲労割れ [共通]

プラント起動・停止時等の熱応力等により、疲労割れが想定される。

しかしながら、熱応力が大きく付与する機器には、熱応力が基礎ボルトに直接付与されないサポート（オイルスナバ、メカニカルスナバ、スライドサポート）を使用している。さらに、これまで基礎ボルトの疲労割れによる不適合事象は経験していない。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(6) 基礎ボルトの付着力の低下 [共通]

基礎ボルト（特に先端を曲げ加工しているスタッドボルト）の耐力は、主にコンクリートとの付着力に担保されることから、付着力低下を起こした場合、支持機能の喪失が想定される。

しかしながら、これについては「コンクリート及び鉄骨構造物の技術評価書」にて健全性評価を実施しており、付着力低下につながるコンクリートの割れ等の発生の可能性は小さいと考えられる。

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。

(7) ケミカルアンカ樹脂の劣化 [ケミカルアンカ]

ケミカルアンカは、樹脂とコンクリート及びアンカボルトの接着力により強度を維持しているものであり、樹脂が劣化した場合、接着力が低下し、支持機能への影響が想定される。

しかしながら、メーカー試験や実機調査での引抜試験結果から有意な引抜力の低下は認められていない。

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。

表2.2-1 川内1号炉 スタッドボルトに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	スタッドボルト		炭素鋼 低合金鋼 ステンレス鋼		△*1 △*2 △*3 ▲*4	▲				▲*5	*1：大気接触部（基礎ボルト塗装あり部） *2：大気接触部（屋内基礎ボルト塗装なし部） *3：大気接触部（屋外基礎ボルト塗装なし部） *4：コンクリート埋設部 *5：付着力低下

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-2 川内1号炉 メカニカルアンカに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化		その他		
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化			
機器の支持	シールド		炭素鋼 ステンレス鋼		△ ^{*2} △ ^{*3} ▲ ^{*4}	▲					▲ ^{*5}	*1：大気接触部（基礎ボルト塗装あり部） *2：大気接触部（屋内基礎ボルト塗装なし部）
	テーパボルト		炭素鋼 ステンレス鋼		△ ^{*1} △ ^{*2} △ ^{*3}	▲						*3：大気接触部（屋外基礎ボルト塗装なし部） *4：コンクリート埋設部 *5：付着力低下

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-3 川内1号炉 ケミカルアンカに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	樹 脂		不飽和ポリエステル樹脂 ビニルエステル樹脂 ビニルウレタン樹脂						▲		*1：大気接触部（基礎ボルト塗装あり部） *2：大気接触部（屋内基礎ボルト塗装なし部）
	アンカボルト		炭 素 鋼 低合金鋼 ステンレス鋼		△*1 △*2 △*3 ▲*4	▲				▲*5	*3：大気接触部（屋外基礎ボルト塗装なし部） *4：コンクリート埋設部 *5：付着力低下

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

川内原子力発電所 1 号炉

電源設備の技術評価書

[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号炉の電源設備のうち、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機種、機能等でグループ化し、同一グループ内の複数の機器の存在を考慮して、重要度、温度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られる。

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

本評価書では電源設備の目的・機能を基に、以下の機器に分類している。

1. 非常用ディーゼル発電設備
 - 1.1 ディーゼル発電機
 - 1.2 非常用ディーゼル発電機機関本体
 - 1.3 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
2. 直流電源設備
3. 計器用電源設備
 - 3.1 無停電電源
 - 3.2 計器用分電盤
4. 制御棒駆動装置用電源設備
5. 大容量空冷式発電機

なお、非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の弁に分類されるもののうち、「弁の技術評価書」の一般弁（本体）に分類可能な弁については、「弁の技術評価書」にて評価を実施するものとする。また、非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の配管に分類されるもののうち、配管サポートについては「配管の技術評価書」にて評価を実施するものとし、いずれも本評価書には含まれていない。

表 1 (1/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 ディーゼル発電機

機 器 名 称 (台 数)	仕 様 (定格出力×定格回転数) (kVA×rpm)	重要度*1	使 用 条 件		
			運 転	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)
ディーゼル発電機 (2)	7,125×400	MS-1、重*2	一 時	6,900	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

表 1 (2/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 非常用ディーゼル発電機機関本体

機 器 名 称 (台 数)	仕 様 (出力×回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使 用 条 件		
			運 転	最大燃焼ガス圧力 (定格出力時) (MPa[gage])	周囲温度 (°C)
非常用ディーゼル発電機機関本体 (2)	5,700×400	MS-1、重*2	一 時	約11.8	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

表 1 (3/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備ポンプ

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準				選定	選定理由
				重要度*1	使用条件				
型式	内部流体	材料			運転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
横置渦巻	純水	鋳鉄*1	温水循環ポンプ (2)	MS-1	連続 (機関運転時停止)	約0.49	約90	◎	温度
		鋳鉄*2	燃料弁冷却水ポンプ (2)	MS-1	一時 (機関運転時運転)	約0.49	約60		
横置歯車	潤滑油	鋳鉄*3	潤滑油プライミングポンプ (2)	MS-1	連続 (機関運転時停止)	約0.78	約80	◎	
	燃料油	鋳鉄*3	燃料油移送ポンプ (2)	MS-1、重*6	一時 (タンク補給時運転)	約0.49	約40	◎	
往復式	空気	鋳鉄	空気圧縮機 (2)	高*5	一時 (空気だめ補給時運転)	約 3.2	約50	◎	

*1：ケーシングは鋳鉄、主軸はステンレス鋼、羽根車はステンレス鋼鋳鋼

*2：ケーシングは鋳鉄、主軸はステンレス鋼、羽根車は銅合金鋳物

*3：ケーシングは鋳鉄、主軸及び駆動歯車は炭素鋼

*4：機能は最上位の機能を示す

*5：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

*6：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 (4/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備熱交換器

分離基準					機器名称 (台数)	選定基準				選定	選定理由
型式	内部流体 (管側/胴側)	材 料				重要度*1	使用条件 (管側/胴側)				
		胴 板	水 室	伝 熱 管			運 転	最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
直管式	海水/純水	炭素鋼	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)	銅合金	清水冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.69/約0.49	約50/約 90	◎	温度
					燃料弁冷却水冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.69/約0.49	約50/約 60		
	海水/潤滑油	炭素鋼	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)	銅合金	潤滑油冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.69/約0.78	約50/約 80	◎	
U字管式	純水/蒸気	炭素鋼	炭素鋼鋳鋼	ステンレス鋼	清水加熱器 (2)	MS-1	連続	約0.5 /約 1.0	約90/約260	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：機関運転時にのみ運転。ただし、管側（海水）は常時通水

表 1 (5/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備容器

分離基準				機器名称 (台数)	選定基準			選定	選定理由
分類	設置場所 型式	内部流体	材 料		重要度*1	使用条件			
						最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
タンク	屋内・ たて置円筒形	純 水	炭 素 鋼	シリンダ冷却水タンク (2)	MS-1	大 気 圧	約90	◎	温度
				燃料弁冷却水タンク (2)	MS-1	大 気 圧	約50		
		潤 滑 油	炭 素 鋼	潤滑油タンク (2)	MS-1	大 気 圧	約80	◎	温度
				シリンダ油サービスタンク (2)	MS-1	大 気 圧	約40		
		燃 料 油	炭 素 鋼	燃料油サービスタンク (2)	MS-1、重*2	大 気 圧	約40	◎	
		空 気	炭 素 鋼	空気だめ (4)	MS-1、重*2	約 3.2	約50	◎	
	屋外・ 横置円筒形	燃 料 油	炭 素 鋼	燃料油貯油そう (2)	MS-1、重*2	大 気 圧	約40	◎	使用状況
				燃料油貯蔵タンク (2)	MS-1、重*2	大 気 圧	約40		
フィルタ	屋内・ たて置円筒形	潤 滑 油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油主こし器 (2)	MS-1	約0.78	約80	◎	
		燃 料 油	炭素鋼鋳鋼	燃料油第 1 こし器 (2)	MS-1、重*2	約0.49	約40	◎	通常運転圧力
				燃料油第 2 こし器 (2)	MS-1、重*2	約0.49	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

表 1 (6/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備配管

分離基準			機器名称	選定基準			選定	選定理由
				重要度*1	使用条件			
設置場所	内部流体	材 料			最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
屋内	純 水	炭 素 鋼	シリンダ冷却水系統配管	MS-1	約0.49	約 90	◎	温度 (通常 運転)
			シリンダウォーミング水系統配管	MS-1	約0.49	約 90		
			燃料弁冷却水系統配管	MS-1	約0.49	約 60		
	海 水	炭 素 鋼 (ライニング)	海水系統配管	MS-1	約0.69	約 50	◎	
	潤 滑 油	炭 素 鋼	潤滑油系統配管	MS-1	約0.78	約 80	◎	温度
			シリンダ油系統配管	MS-1	約0.49	約 40		
	蒸 気	ステンレス鋼	蒸気系統配管	高*2	約 1.0	約260	◎	
	空 気	ステンレス鋼	始動空気系統配管	MS-1	約 3.2	約 50	◎	
屋内・屋外	蒸 気	炭 素 鋼	蒸気系統配管	高*2	約 1.0	約260	◎	
	燃 料 油	炭 素 鋼	燃料油系統配管	MS-1、重*3	約0.49	約 40	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：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 (7/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備弁

分離基準			機器名称 (台数)	口径 (B)	選定基準			選定	選定理由
設置場所	内部流体	材 料			重要度*1	使用条件			
						最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
屋 内	純 水	炭素鋼鋳鋼	清水冷却器温度調整弁 (2)	6	MS-1	約0.49	約90	◎	口径
			燃料弁冷却水冷却器温度調整弁 (2)	1・1/2	MS-1	約0.49	約60		
	潤 滑 油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油冷却器温度調整弁 (2)	6	MS-1	約0.78	約80	◎	
	空 気	炭 素 鋼	主始動弁 (4)	1・1/2	MS-1	約 3.2	約50	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す

表 1 (8/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 直流電源設備

分離基準			機器名称 (台(群)数)	仕様	選定基準			選定	選定理由	
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件				
			運転	定格電圧 (V)		周囲温度 (°C)				
低 圧	蓄電池	屋 内	蓄電池 (安全防護系用) (2)	C S 形、60セル 1,200Ah(10時間率)	MS-1、重*2	連 続	129	約40	◎	重要度
			蓄電池 (重大事故等対処用) (1)	C S 形、60セル 2,400Ah(10時間率)	重*2	連 続	129	約40		
			蓄電池 (3系統目) (1)	S N S 形、62セル 3,000Ah(10時間率)	重*2	連 続	138	約40		
	盤		ドロップ盤 (2)	電圧変動範囲 129.0~145.0V	MS-1	連 続	125	約40	◎	重要度、主要 構成機器
			直流コントロールセンタ (2)	定格電圧125V 母線定格電流800A	MS-1	連 続	125	約35		
			直流分電盤 (4)	定格電圧125V	MS-1	連 続	125	約26		
			重大事故等対処用直流コントロールセンタ (1)	定格電圧125V 母線定格電流800A	重*2	連 続	125	約40		
			直流コントロールセンタ電源盤 (2)	定格電圧125V 母線定格電流800A	重*2	連 続	125	約35		
			充電器盤 (3系統目蓄電池用) (1)	浮動充電電圧138V 定格電流400A	重*2	連 続	138	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

表 1 (9/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 無停電電源

分離基準		機器名称 (台数)	仕様 (定格出力) (kVA)	選定基準			選定	選定理由
				重要度*1	使用条件			
電圧区分	設置場所				運 転	定格電圧 (V)		
低 圧	屋 内	計装用電源装置 (4)	18	MS-1	連 続	115	約35	◎ 重要度
		計装用電源装置 (3系統目蓄電池用) (1)	10	重*2	連 続	115	約40	
		緊急時対策棟計装用電源装置 (1)	25	重*2	連 続	100	約28	

*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 (10/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 計器用分電盤

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準					選定	選定理由
			仕様	重要度*1	使用条件				
電圧区分	設置場所				運 転	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)		
低 圧	屋 内	計装用交流分電盤 (4)	屋内自立形 定格電流600A	MS-1	連 続	115	約35	◎	重要度 定格電流
		計装用交流分電盤 (3)	屋内壁掛形 定格電流10A	MS-1	連 続	115	約40		
		自動切換/後備分電盤 (4)	屋内壁掛形 定格電流225/50A	MS-1	連 続	115	約35		
		計装用後備電源装置代替所内電源分電盤 (1)	屋内壁掛形 定格電流250A	重*2	一 時	440	約40		
		緊急時対策棟計装用電源装置電源切替盤 (1)	屋内壁掛形 定格電流100A	重*2	連 続	440	約28		
		緊急時対策棟計装用電源切替盤 (1)	屋内自立形 定格電流800A	重*2	連 続	100	約28		
		緊急時対策棟計装用分電盤 (1)	屋内壁掛形 定格電流400A	重*2	連 続	100	約28		
		緊急時対策棟指揮所内分電盤 (1)	屋内壁掛形 定格電流250A	重*2	連 続	100	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 (11/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 制御棒駆動装置用電源設備

機 器 名 称 (台 数)	仕 様	重要度*1	使 用 条 件			内 蔵 遮 断 器		
			運 転	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)	投入方式	定格電流 (A) (最大)	遮断電流 (kA)
原子炉トリップ遮断器盤 (1)	気中遮断器内蔵 低圧閉鎖形 母線定格電流1,000A	MS-1、重*2	連 続	260	約35	ば ね	1,600	50

*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 (12/12) 川内 1 号炉 主要な電源設備 大容量空冷式発電機

機 器 名 称 (台 数)	仕 様 (定格出力×定格回転数) (kVA×rpm)	重要度*1	使 用 条 件		
			運 転	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)
大容量空冷式発電機 (1)	4,000×1,800	重*2	一 時	6,600	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

表2 川内1号炉 主要な電源設備の機能

機 器 名 称	機 能
ディーゼル発電機	非常用電源母線電圧が喪失した場合、又は非常用炉心冷却設備が作動した場合に自動起動し、非常用機器設備への電源供給を行うことを目的とする発電機。
非常用ディーゼル発電機 機関本体	非常用電源母線電圧が喪失した場合、又は非常用炉心冷却設備が作動した場合に自動起動し、非常用機器設備への電源供給を行うことを目的とする発電機の動力源となる内燃機関。
非常用ディーゼル発電機 機関本体付属設備	機関待機時は暖機を含む始動条件を確保し、機関運転中は機関へ熱交換を含む必要流体の供給を行う機関本体付属設備。
直流電源設備	コントロールセンタから供給される交流を直流に変換し、直流負荷に電力を供給するとともに、蓄電池への充電を行う装置。コントロールセンタ停電時は、蓄電池より負荷に給電する。
無停電電源	コントロールセンタ電源の擾乱や停電発生時においても計装設備に安定した電源供給を行う装置。
計器用分電盤	計装用電源系統を構成する装置であり、計器用ラック、計装盤等への電源供給と短絡保護を行う。
制御棒駆動装置用電源設備	原子炉トリップ遮断器を内蔵した盤で、同遮断器により緊急時に制御棒駆動装置への電源を遮断する。
大容量空冷式発電機	全交流電源喪失等の重大事故等が発生した場合において、炉心損傷、原子炉格納容器破損等を防止するために必要な機器に交流電源を供給する。

1 非常用ディーゼル発電設備

- 1.1 ディーゼル発電機
- 1.2 非常用ディーゼル発電機機関本体
- 1.3 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備

本技術評価書は川内1号炉で使用されている非常用ディーゼル発電設備の高経年化に係る技術評価についてまとめたものである。

川内1号炉で使用されている非常用ディーゼル発電設備は、発電機、発電機機関本体及び発電機機関本体付属設備に大きく分類されるため、本評価書においては、以下の3つに分類し、技術評価を行う。

- 1.1 ディーゼル発電機
- 1.2 非常用ディーゼル発電機機関本体
- 1.3 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備

1. 1 ディーゼル発電機

[対象機器]

- ① ディーゼル発電機

目 次

1. 対象機器	1
2. ディーゼル発電機の技術評価	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
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	11

1. 対象機器

川内1号炉で使用されているディーゼル発電機の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 ディーゼル発電機の主な仕様

機器名称 (台数)	仕様 (定格出力×定格回転数) (kVA×rpm)	重要度*1	使用条件		
			運 転	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)
ディーゼル発電機 (2)	7,125×400	MS-1 重*2	一 時	6,900	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

2. ディーゼル発電機の技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 ディーゼル発電機

(1) 構造

川内1号炉のディーゼル発電機は、定格出力7,125kVA、定格電圧6,900V、定格回転数400rpmの開放屋内形同期発電機である。

ディーゼル発電機関に直結している主軸には炭素鋼を使用しており、回転子コア及び回転子コイルが配置されている。

反機関側には、発電機回転子を支えるために軸受を備えており、オイルリングにより潤滑油を供給し、軸受表面に油膜を形成させる構造となっている。

また、主軸には界磁発生に必要な電力を回転子コイルに供給するためのスリップリング及びブラシを備えている。

固定子は固定子コア及び固定子コイルにより構成され、固定子口出線・接続部品を通じ、外部に電力を供給している。さらに、主軸端部に取付けられたインダクタ式回転計で回転数の監視をしている。

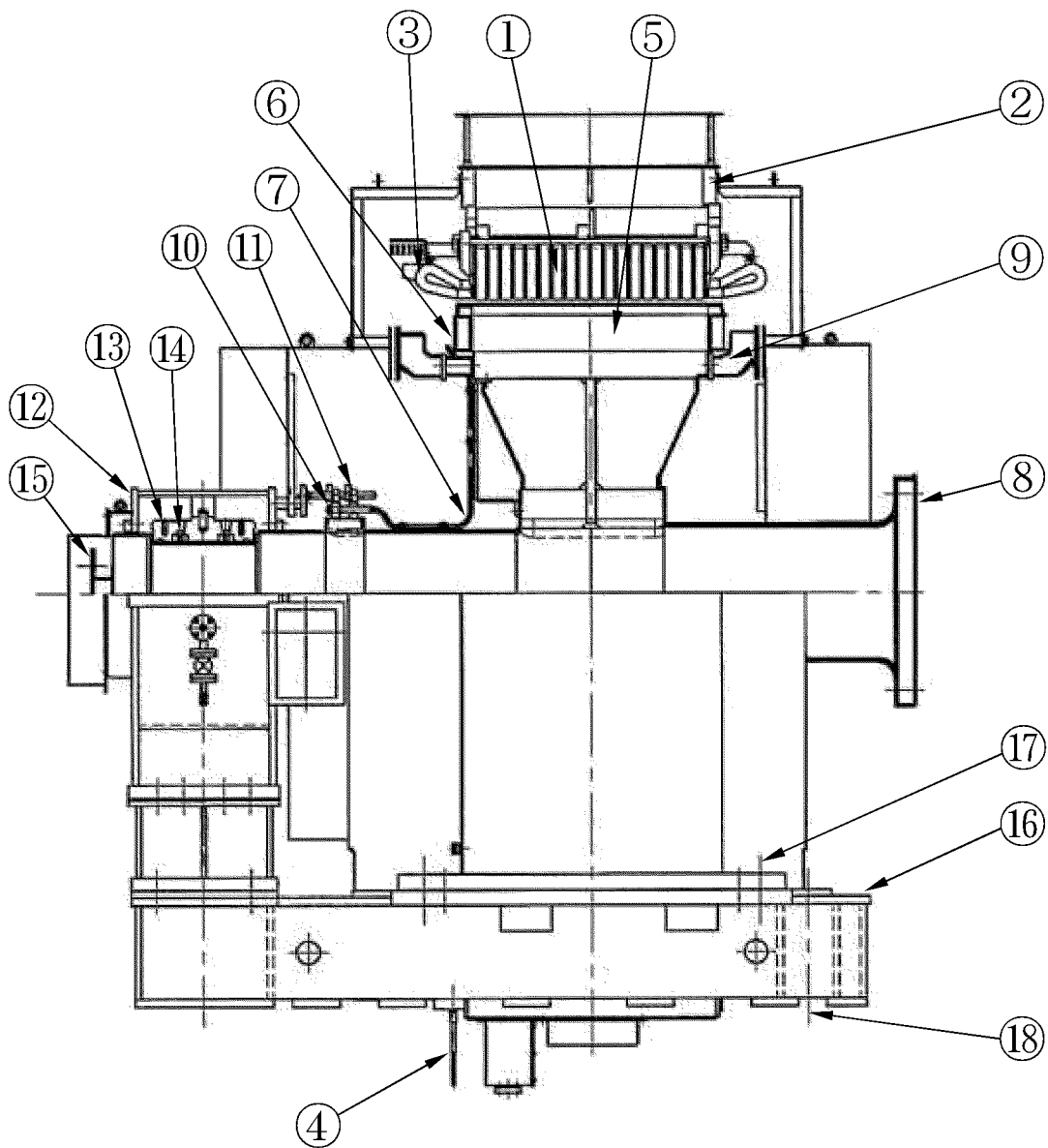
また、フレーム、ブラケット間の取付ボルトを緩め、ブラケットを取り外して、回転子（主軸を含む）を外に取り出すことにより、固定子や主軸は点検手入れが可能である。

川内1号炉のディーゼル発電機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉のディーゼル発電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。

No.	部 位	No.	部 位
①	固定子コア	⑩	スリップリング
②	フレーム	⑪	ブ ラ シ
③	固定子コイル (高圧)	⑫	ブラケット
④	固定子口出線・接続部品 (高圧)	⑬	軸受 (すべり)
⑤	回転子コア	⑭	オイルリング
⑥	回転子コイル (低圧)	⑮	インダクタ
⑦	回転子口出線・接続部品 (低圧)	⑯	ベ ッ ド
⑧	主 軸	⑰	取付ボルト
⑨	冷却ファン	⑱	基礎ボルト



注：太線部が回転部を示す

図2.1-1 川内1号炉 ディーゼル発電機構造図

表2.1-1 川内1号炉 ディーゼル発電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	炭 素 鋼
	固定子コイル (高圧)	銅 マイカ、エポキシ樹脂 (F種絶縁)
	固定子口出線・接続部品 (高圧)	銅 マイカ、エポキシ樹脂 (F種絶縁)
回転子組立品	回転子コア	炭 素 鋼
	回転子コイル (低圧)	銅 マイカ、エポキシ樹脂 (F種絶縁)
	回転子口出線・接続部品 (低圧)	銅 架橋ポリエチレン、マイカ、エポキシ樹脂 (F種絶縁)
	主 軸	炭 素 鋼
	冷却ファン	炭 素 鋼
	スリップリング	ステンレス鋼
	ブ ラ シ	消耗品・定期取替品
軸受組立品	ブラケット	鋳 鉄
	軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
	オイルリング	消耗品・定期取替品
付 属 品	インダクタ	炭素鋼 (亜鉛メッキ)
支持組立品	ベ ッ ド	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 ディーゼル発電機の使用条件

定 格 出 力	7,125kVA
周 囲 温 度	約40℃*1
定 格 電 圧	6,900V
定 格 回 転 数	400rpm

*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

ディーゼル発電機の機能である電源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 発電機能の維持
- ② 通電・絶縁機能の維持
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ディーゼル発電機について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件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（表2.2-1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）及び固定子口出線・接続部品（高圧）の絶縁低下

固定子コイル及び固定子口出線・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ことから、経年劣化に対する評価が必要である。

(2) 回転子コイル（低圧）及び回転子口出線・接続部品（低圧）の絶縁低下

回転子コイル及び回転子口出線・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、回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コアは珪素鋼板、回転子コアは炭素鋼であり、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、冷却ファン、ブラケット、インダクタ及びベッドの腐食（全面腐食）

フレーム、冷却ファン、インダクタ及びベッドは炭素鋼、ブラケットは鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、フレーム、冷却ファン、ブラケット及びベッドは内外面とも塗装により、インダクタ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。

(3) 主軸の摩耗

主軸は、軸受（すべり）との摺動による摩耗が想定される。

しかしながら、主軸については油潤滑のすべり軸受を使用しており、主軸と軸受間に潤滑油が供給され油膜が形成されるため、摺動摩耗の生じる可能性は小さい。

また、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) 主軸の高サイクル疲労割れ

発電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、発電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。

(5) スリップリングの摩耗

スリップリングは、発電機運転時にブラシと摺動しながら回転子コイルに電力を供給しているため、スリップリングとブラシの接触面において摩耗が想定される。

しかしながら、運転時間が短く、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。

(6) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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）

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

ブラシ、オイルリングは分解点検時の目視確認や寸法計測、軸受（すべり）は分解点検時の目視確認や寸法計測、浸透探傷検査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 ディーゼル発電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		
発電機能の維持 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		炭素鋼		△							
	固定子コイル(高圧)		銅 マカ、ポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
	固定子口出線・接続部品(高圧)		銅 マカ、ポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
	回転子コア		炭素鋼		△							
	回転子コイル(低圧)		銅 マカ、ポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
	回転子口出線・接続部品(低圧)		銅 架橋ポリエチレン マカ、ポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
	主 軸		炭素鋼	△		△*1						
	冷却ファン		炭素鋼		△							
	スリップリング		ステンレス鋼	△								
	ブラシ	◎	—									
	ブラケット		鋳 鉄		△							
	軸受(すべり)	◎	—									
	オイルリング	◎	—									
インダクタ		炭素鋼		△								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/2) 川内1号炉 ディーゼル発電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		
機器の支持	ベ ッ ド		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）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

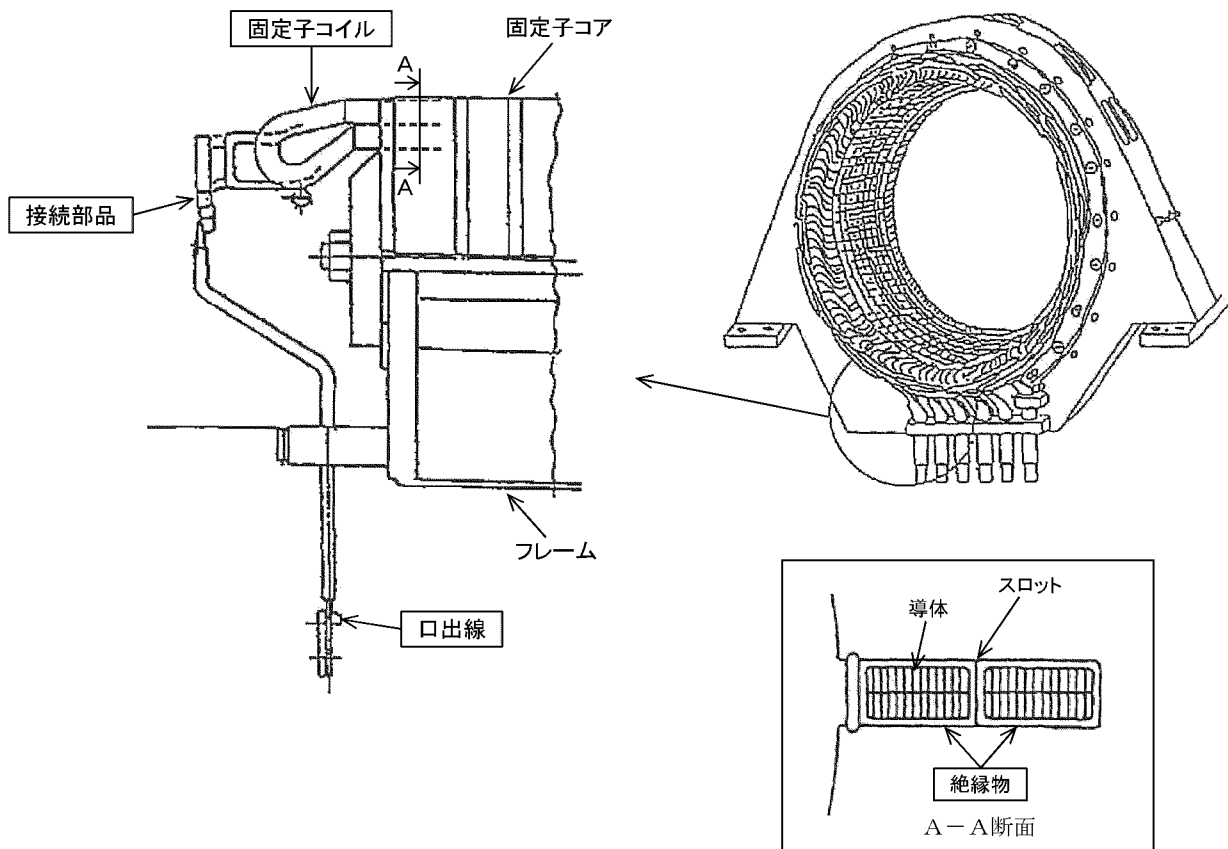
2.3.1 固定子コイル（高圧）及び固定子口出線・接続部品（高圧）の絶縁低下

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、各々の銅線に絶縁が施されている。口出線は、発生した電力を系統へ供給するためのもので、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が施されている。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、電気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。



□: 絶縁低下が生じる可能性のある部位

図2.3-1 川内1号炉 ディーゼル発電機 固定子コイル（高圧）及び
固定子口出線・接続部品（高圧）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ディーゼル発電機固定子コイル及び口出線・接続部品は、高圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線・接続部品と電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は同様であり、高圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から、ディーゼル発電機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。

また、ディーゼル発電機の運転時間は年間約30時間であり、必要な絶縁耐力を保有する期間はさらに長くなると考えるが、長期間の運転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。

なお、健全性評価は、「ポンプ用電動機の技術評価書」高圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

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、定期的な絶縁診断（直流吸収試験、 $\tan \delta$ 試験、部分放電試験）により、許容値を満たし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。さらに、絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。

また、絶縁抵抗測定、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。

なお、予防保全のため1Bディーゼル発電機用電動機については、第23回定期検査時（2017年度～2018年度）に、1Aディーゼル発電機用電動機については、第25回定期検査時（2019年度～2020年度）に絶縁更新を行っている。

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、引き続き定期的に絶縁抵抗測定及び絶縁診断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。

2.3.2 回転子コイル（低圧）及び回転子口出線・接続部品（低圧）の絶縁低下

a. 事象の説明

回転子コイルは、回転子コアの廻りに配置され、各々の銅線に絶縁が施されている。なお、口出線・接続部品は、回転子コイル間及びスリップリングを接続するものであり、回転子コイルと同様に銅線に絶縁が施されている。

回転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2.3-2に示す。

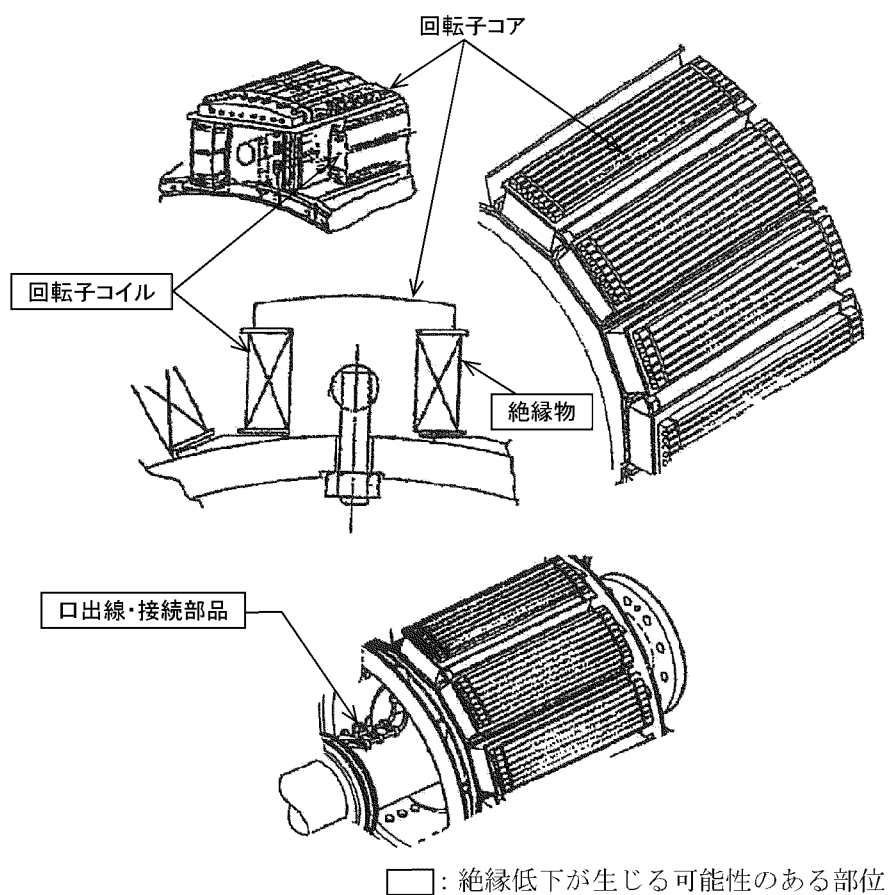


図2.3-2 川内1号炉 ディーゼル発電機回転子コイル（低圧）及び
回転子口出線・接続部品（低圧）の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ディーゼル発電機回転子コイル及び口出線・接続部品は、低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であり、低圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から、ディーゼル発電機回転子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、16年と判断する。

また、ディーゼル発電機の運転時間は年間約30時間であり、必要な絶縁耐力を保有する期間はさらに長くなると考えるが、長期間の運転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。

なお、健全性評価は、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

また、ヒートサイクル試験方法及び旧機のコイル破壊電圧による評価を用いた供試体にはともに接続部品が含まれていることから、接続部品の運転に必要な絶縁耐力は、固定子コイル及び口出線の評価と同様とする。

② 現状保全

回転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により、許容値以上であることの確認を行っている。

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。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、回転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。

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

回転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、乾燥及び絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

1. 2 非常用ディーゼル発電機機関本体

[対象機器]

- ① 非常用ディーゼル発電機機関本体

目 次

1. 対象機器	1
2. 非常用ディーゼル発電機機関本体の技術評価	3
2.1 構造、材料及び使用条件	6
2.2 経年劣化事象の抽出	99

1. 対象機器

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体は、4サイクル、水冷、V形トランクピストン形、空気冷却器付過給ディーゼル機関で、ピストンやシリンダ等から構成されている。

非常用ディーゼル発電機機関本体の主な仕様を表1-1に示す。また、全体構造図を図1-1に示す。

表1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体の主な仕様

機 器 名 称 (台 数)	仕 様 (出力×回転数) (kW×rpm)	重要度*1	運 転
非常用ディーゼル発電機機関本体 (2)	5,700×400	MS-1、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

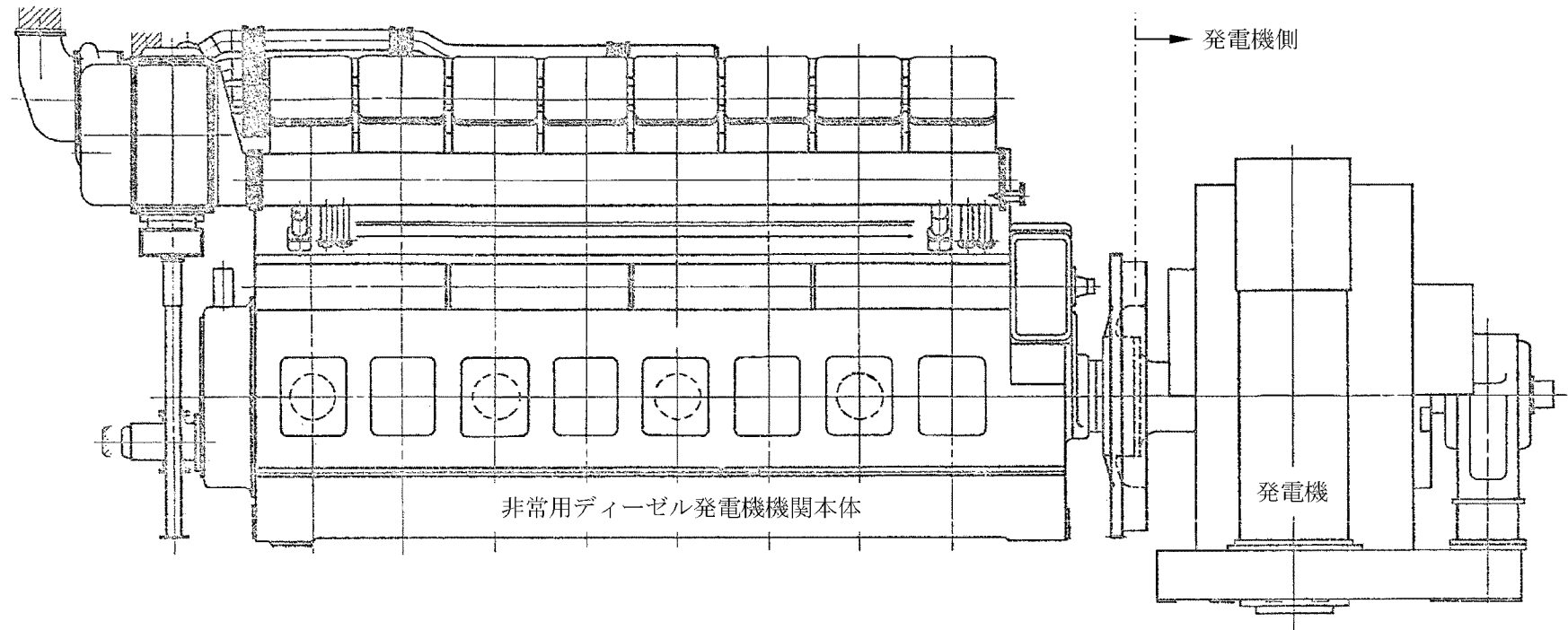


図 1-1 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 全体構造図

2. 非常用ディーゼル発電機機関本体の技術評価

非常用ディーゼル発電機機関本体は、多数のサブシステムに分類され、これらのサブシステムは、さらに組立品単位に分類される。本章では、表2-1に示す13種類のサブシステムに分類した上で、各々の組立品について技術評価を実施する。

主な組立品を図2-1に示す。

表2-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体の主要機能及び構成

主要機能	サブシステム	構成
100%負荷耐力 保有	爆発力伝達サブシステム	ピストン組立品
		ピストン接続棒組立品
	回転運動サブシステム	クランク軸組立品
		カム軸駆動装置組立品
		カム軸組立品
	燃焼室構成サブシステム	シリンダライナ組立品
		シリンダカバー組立品
	冷却水供給サブシステム	シリンダ冷却水ポンプ組立品
	吸排気系サブシステム	吸気弁組立品
		吸気管組立品
		空気冷却器組立品
		過給機組立品
		排気管組立品
排気弁組立品		
吸排気弁駆動サブシステム	吸・排気弁駆動装置組立品	
支持サブシステム	シリンダブロック及びフレーム組立品	
その他	クランク室安全弁組立品	
	シリンダ安全弁組立品	
時間内起動	燃料油供給サブシステム	燃料油供給ポンプ組立品
		燃料噴射ポンプ組立品
		燃料噴射弁組立品
		燃料油供給ポンプ調圧弁組立品
	潤滑油供給サブシステム	潤滑油ポンプ組立品
		潤滑油調圧弁組立品
	始動空気供給サブシステム	始動弁組立品
		インターロック弁組立品
		始動空气管制弁組立品
速度制御・保持	回転数制御サブシステム	调速機組立品
		燃料噴射ポンプ調整装置組立品
		非常用停止装置組立品
保護	プロセス値の検出・信号変換サブシステム	圧力・温度スイッチ

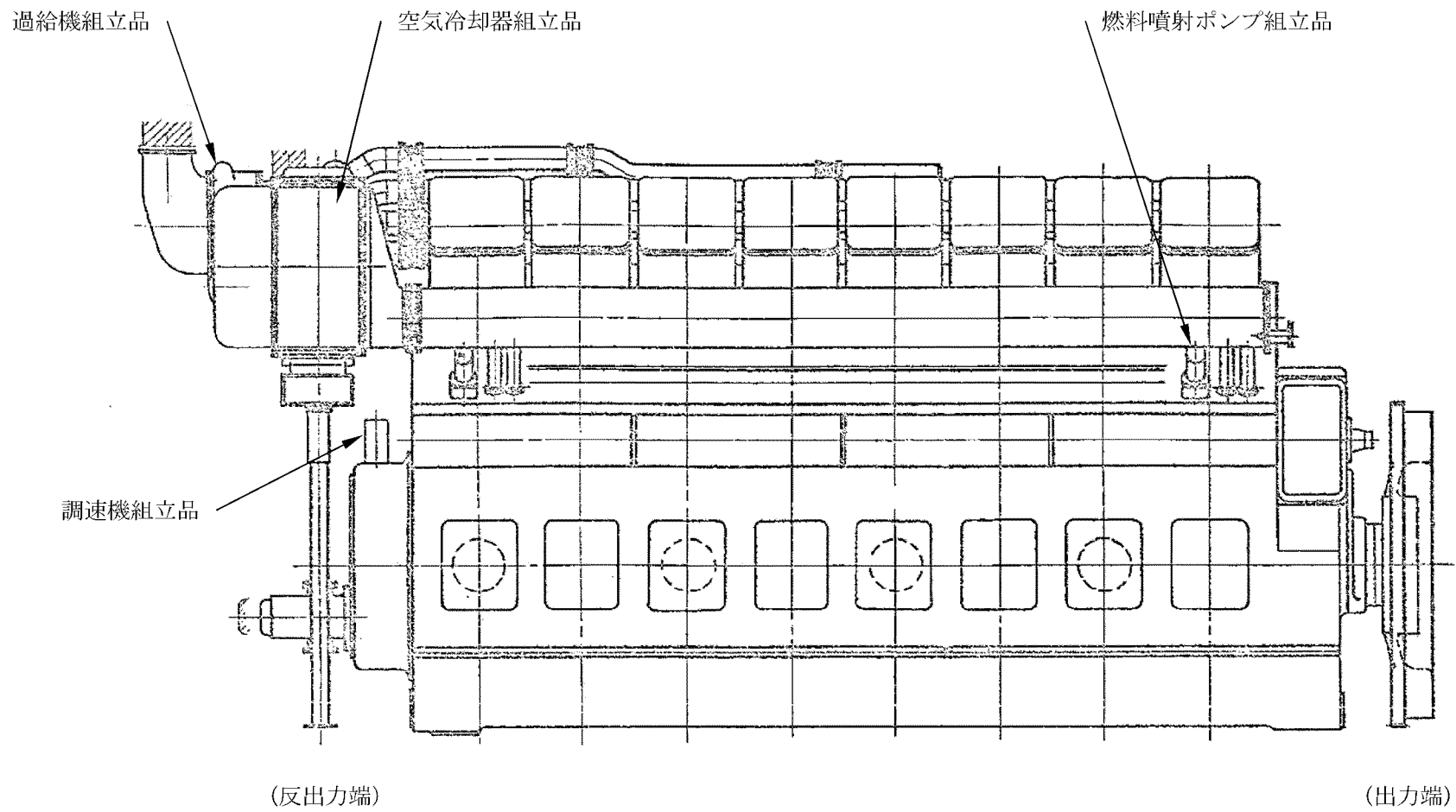


図 2-1(1/2) 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体の主要部位

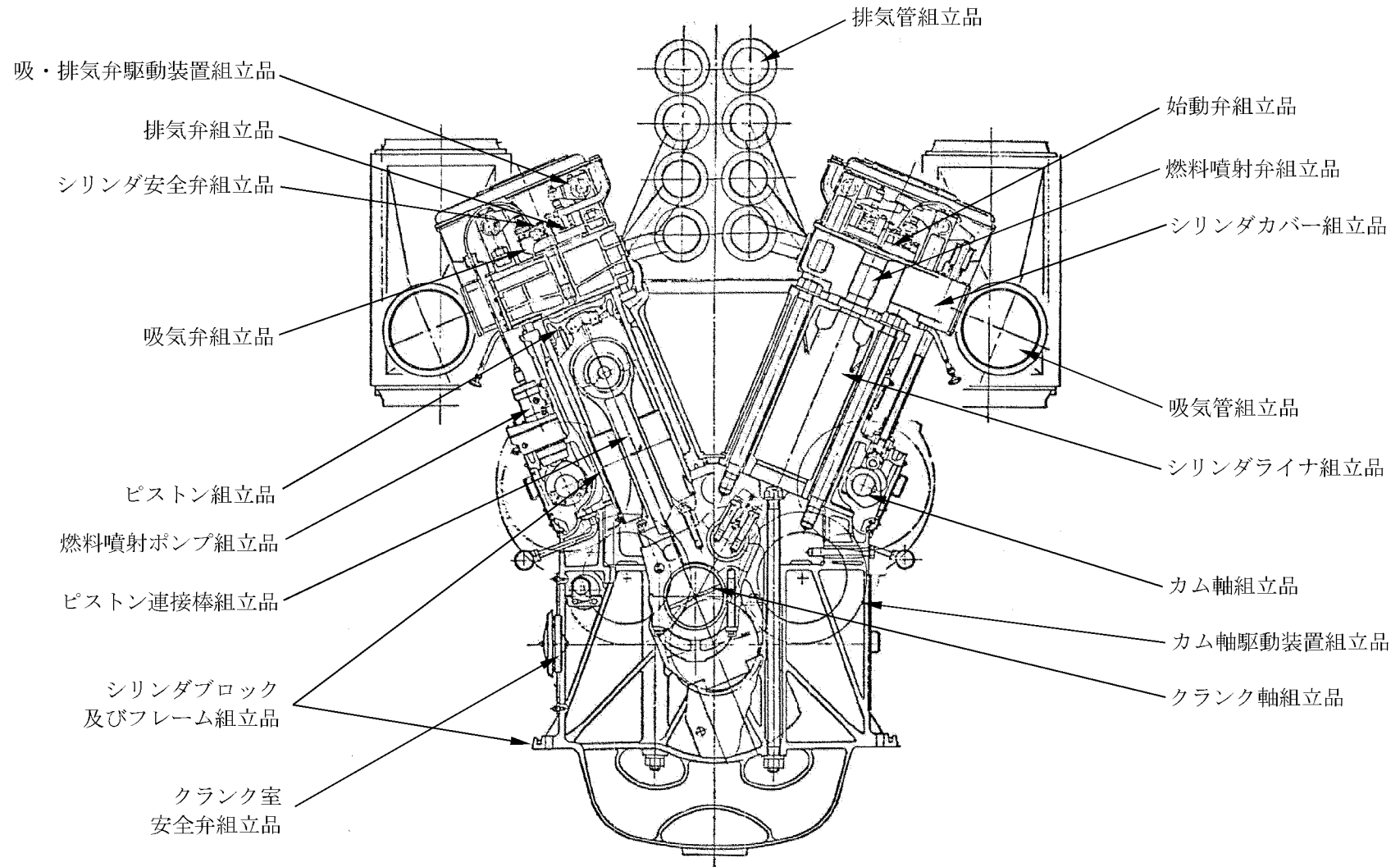


図 2-1(2/2) 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体の主要部位

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 爆発力伝達サブシステム

(1) ピストン組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき16個のピストンが組み込まれており、機能としてはシリンダ内の爆発エネルギーを受け、ピストン接続棒を介してクランク軸に回転力を与える役目を果たす。

ピストン組立品は、燃焼エネルギーを直接受けるピストン上部とエネルギーを受けてピストン接続棒へ力を伝えながらシリンダライナ内での上下摺動を受持つピストン下部、その間にあつてピストン上部背面冷却用潤滑油をシールするOリング及び燃焼空気ガスの下部クランク室への漏れを防ぎながら、ピストンの熱をシリンダライナに伝達して温度を適切に保ち、かつ摺動部への潤滑油の量をコントロールするピストンリングから構成されている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のピストン組立品の構造図を図2.1-1に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のピストン組立品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。

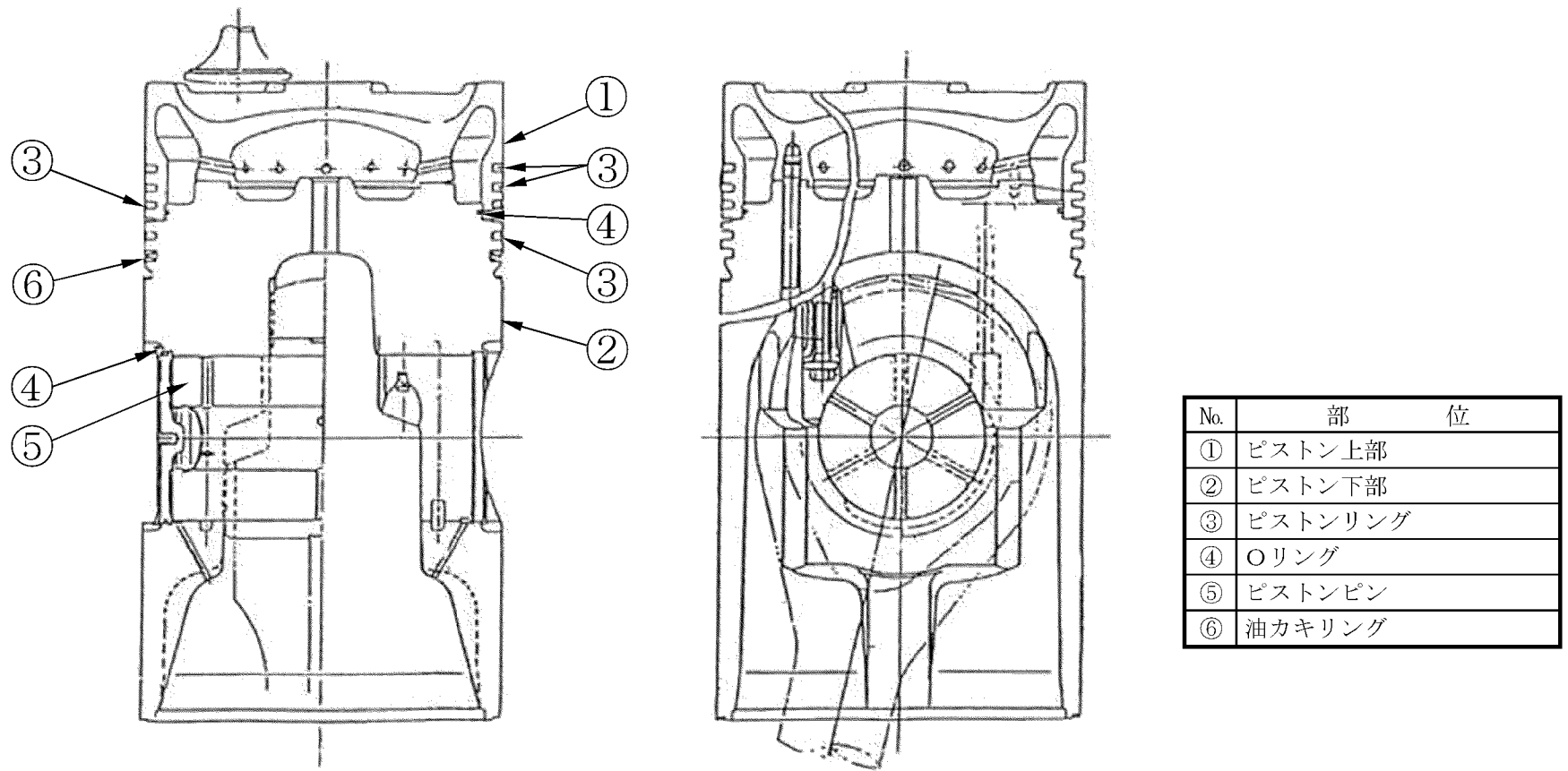


図 2.1-1 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 ピストン組立品構造図

表2.1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
ピストン組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
ピストン上部	低合金鋼
ピストン下部	アルミニウム合金
ピストンリング	消耗品・定期取替品
Oリング	消耗品・定期取替品
ピストンピン	低合金鋼
油カキリング	消耗品・定期取替品

表2.1-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
ピストン組立品の使用条件

機 関 回 転 数	400rpm
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

(2) ピストン連接棒組立品

a. 構造

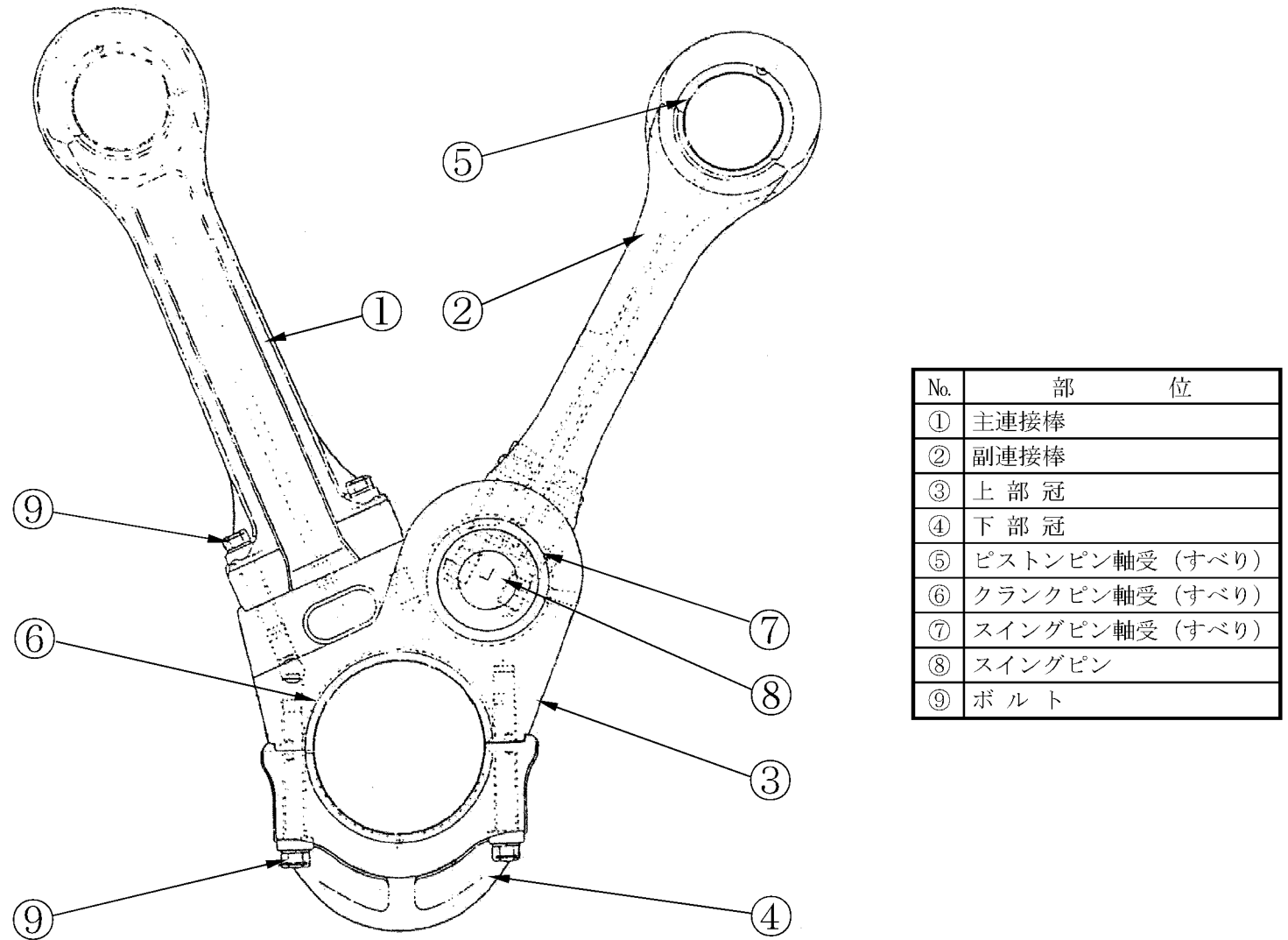
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき16個のピストン連接棒が組み込まれており、機能としてはピストンからの爆発荷重を受け、往復運動を回転運動に変換しながらクランク軸に伝達する役目を持っている。

ピストン連接棒組立品は、揺動しながら爆発力を受け伝えるピストンピン軸受、主連接棒、副連接棒、スイングピン軸受、クランクピン軸受、スイングピン、上部冠及び下部冠をピストン連接棒に結合するボルトより構成されている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のピストン連接棒組立品の構造図を図2.1-2に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のピストン連接棒組立品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	主連接棒
②	副連接棒
③	上 部 冠
④	下 部 冠
⑤	ピストンピン軸受 (すべり)
⑥	クランクピン軸受 (すべり)
⑦	スイングピン軸受 (すべり)
⑧	スイングピン
⑨	ボルト

図 2.1-2 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 ピストン連接棒組立品構造図

表2.1-3 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
ピストン連接棒組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
主連接棒	低合金鋼
副連接棒	低合金鋼
上 部 冠	炭 素 鋼
下 部 冠	炭 素 鋼
ピストンピン軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
クランクピン軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
スイングピン軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
スイングピン	低合金鋼
ボ ル ト	低合金鋼

表2.1-4 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
ピストン連接棒組立品の使用条件

機 関 回 転 数	400rpm
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

2.1.2 回転運動サブシステム

(1) クランク軸組立品

a. 構造

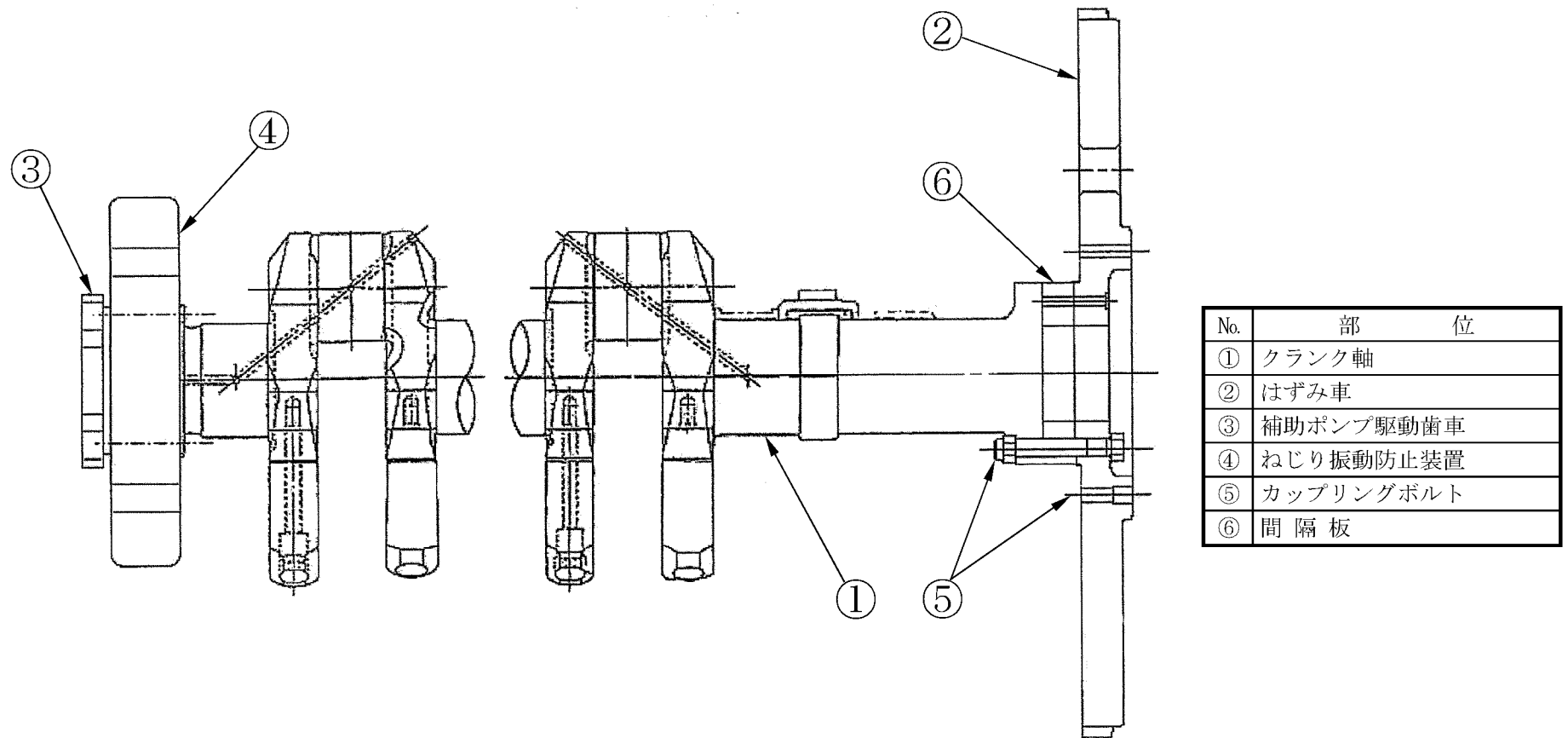
クランク軸はピストン、ピストン連接棒より伝えられる爆発荷重(往復運動)を回転運動に変え、それら各シリンダより個々に発生した回転力を1サイクル(クランク2回転)中に均等に集合し、出力端に伝達する。

出力端には変動回転力を平滑化するためにはずみ車を装備し、反出力端(前端)には軸系に発生するねじり振動を防止するため、ねじり振動防止装置を装着している。一方回転運動系として出力端側にはカム軸駆動装置を設け、カム軸を駆動し、反出力端側には各供給ポンプ類(冷却水、潤滑油、燃料油)を駆動するための補助ポンプ駆動歯車を装着している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のクランク軸組立品の構造図を図2.1-3に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のクランク軸組立品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	クランク軸
②	はずみ車
③	補助ポンプ駆動歯車
④	ねじり振動防止装置
⑤	カップリングボルト
⑥	間 隔 板

図 2.1-3 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 クランク軸組立品構造図

表2.1-5 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

クランク軸組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
クランク軸	低合金鋼
はずみ車	炭 素 鋼
補助ポンプ駆動歯車	低合金鋼
ねじり振動防止装置	炭 素 鋼 鑄 鉄 ば ね 鋼
カップリングボルト	炭 素 鋼
間 隔 板	炭 素 鋼

表2.1-6 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

クランク軸組立品の使用条件

機 関 回 転 数	400rpm
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

(2) カム軸駆動装置組立品

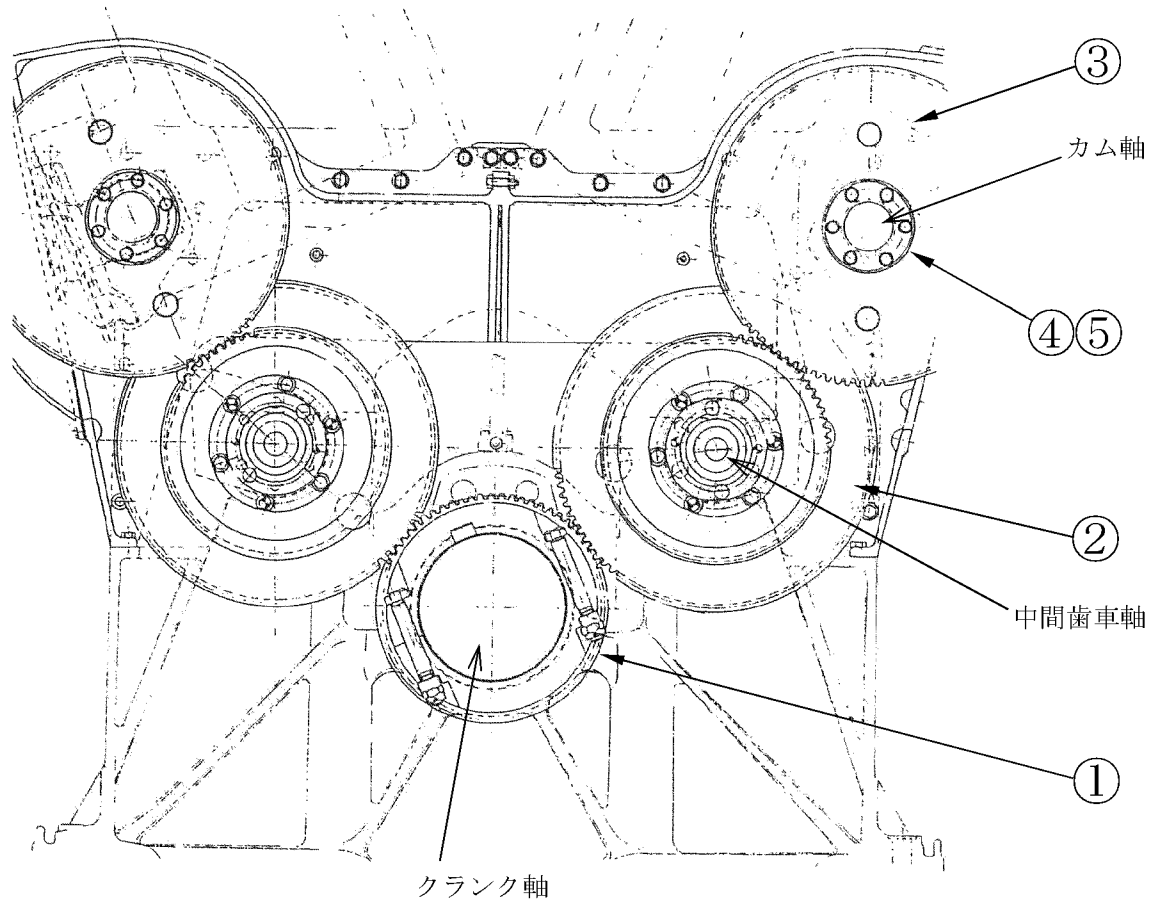
a. 構造

カム軸駆動装置部は機関後部の出力端側にあり、クランク軸に装着されたクランク軸付歯車から中間歯車を介して、カム軸付歯車によりカム軸を駆動するものである。なお、中間歯車はフレーム後端に取付けられた中間歯車軸を介して取付けられている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のカム軸駆動装置組立品の構造図を図2.1-4に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のカム軸駆動装置組立品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	クランク軸付歯車
②	中間歯車
③	カム軸付歯車
④	カム軸端部軸受
⑤	軸受ブッシュ

図 2.1-4 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 カム軸駆動装置組立品構造図

表2.1-7 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
カム軸駆動装置組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
クランク軸付歯車	低合金鋼
中間歯車	低合金鋼 炭 素 鋼
カム軸付歯車	炭 素 鋼
カム軸端部軸受	消耗品・定期取替品
軸受ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-8 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
カム軸駆動装置組立品の使用条件

機 関 回 転 数	400rpm
カ ム 軸 回 転 数	200rpm

(3) カム軸組立品

a. 構造

カム軸は機関後部のカム軸付歯車によって駆動され、各気筒ごとに燃料カム、排気カム、吸気カム及び始動カムの4つのカム山を有し、カム軸受で支えられている。

燃料カムは、燃料噴射ポンプを駆動して高圧燃料をシリンダ内へ送り、排気、吸気カムはシリンダカバーにある排気、吸気弁を決まったタイミングで開閉して、シリンダ内の吸気－圧縮－爆発－排気の行程をつかさどる。また、始動カムは、始動用の空気をシリンダ内へ送り込む。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のカム軸組立品の構造図を図2.1-5に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のカム軸組立品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。

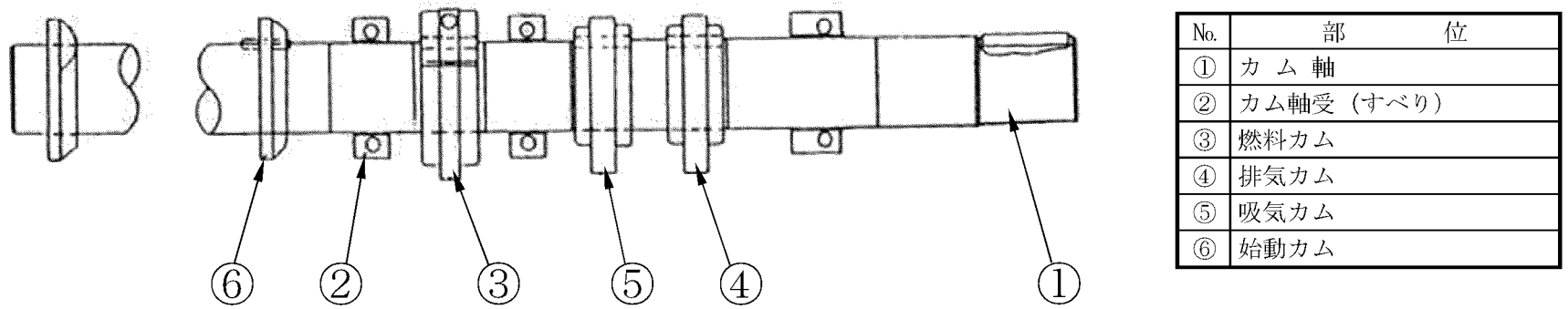


図 2.1-5 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 カム軸組立品構造図

表2.1-9 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
カム軸組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
カム軸	炭素鋼
カム軸受(すべり)	消耗品・定期取替品
燃料カム	低合金鋼
排気カム	低合金鋼
吸気カム	低合金鋼
始動カム	低合金鋼

表2.1-10 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
カム軸組立品の使用条件

機 関 回 転 数	400rpm
カム軸回転数	200rpm

2.1.3 燃焼室構成サブシステム

(1) シリンダライナ組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき16個のシリンダライナが組み込まれている。シリンダライナはピストンが上下運動する時の摺動面となり、シリンダカバー及びピストンとともに燃焼室を形成している。

シリンダライナとシリンダカバーの間のガスシールを行う気密リング及びシリンダライナの外側にあるシリンダブロックとの間に冷却水室を形成するためのゴムリングから構成されている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダライナ組立品の構造図を図2.1-6に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダライナ組立品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	シリンダライナ
②	気密リング
③	ゴムリング

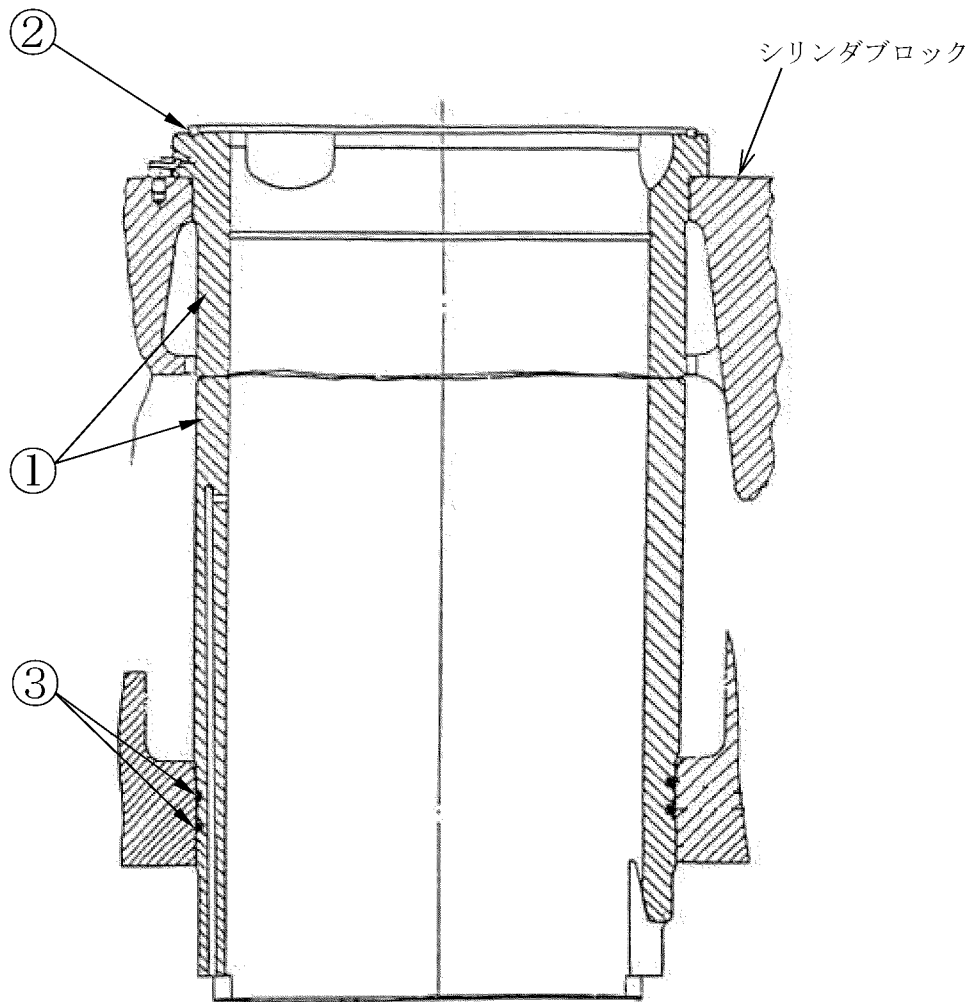


図 2.1-6 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 シリンダライナ組立品構造図

表2.1-11 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

シリンダライナ組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
シリンダライナ	鋳 鉄
気密リング	消耗品・定期取替品
ゴムリング	消耗品・定期取替品

表2.1-12 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

シリンダライナ組立品の使用条件

機 関 回 転 数	400rpm
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]
冷 却 水	純 水

(2) シリンダカバー組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき16個のシリンダカバーが組み込まれている。シリンダカバーはシリンダライナ及びピストンとともに燃焼室を形成しており、内部に吸入空気と排気ガスの通路を有している。燃焼ガス圧力及び燃焼温度に耐えられる機能を有するとともに、燃料噴射弁、吸気弁、排気弁、シリンダ安全弁及び始動弁を収納する構造になっている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダカバー組立品の構造図を図2.1-7に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダカバー組立品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。

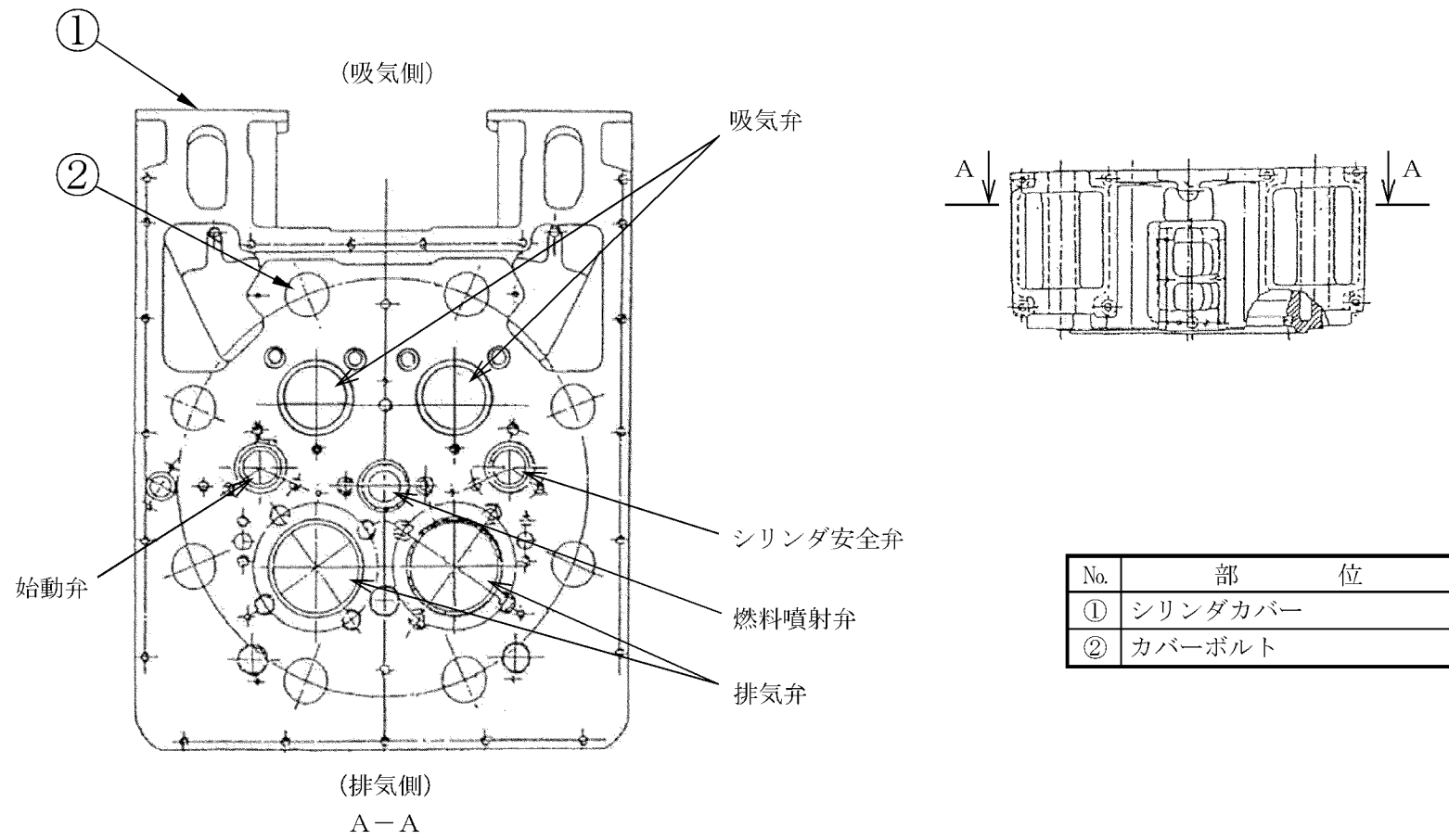


図 2.1-7 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 シリンダカバー組立品構造図

表2.1-13 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

シリンダカバー組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
シリンダカバー	鋳 鉄
カバーボルト	低合金鋼

表2.1-14 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

シリンダカバー組立品の使用条件

最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]
冷 却 水	純 水

2.1.4 冷却水供給サブシステム

冷却水供給サブシステムは、清水冷却器からの冷却水をシリンダ冷却水ポンプにより、機関冷却水入口主管を経て機関内部に供給し、熱を奪って高温になった冷却水を清水冷却器に戻し循環する。

(1) シリンダ冷却水ポンプ組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には1台につき1個のシリンダ冷却水ポンプが組み込まれており、機能としては、機関の回転に連動して冷却水を機関内部の冷却を要する部分へ供給する。

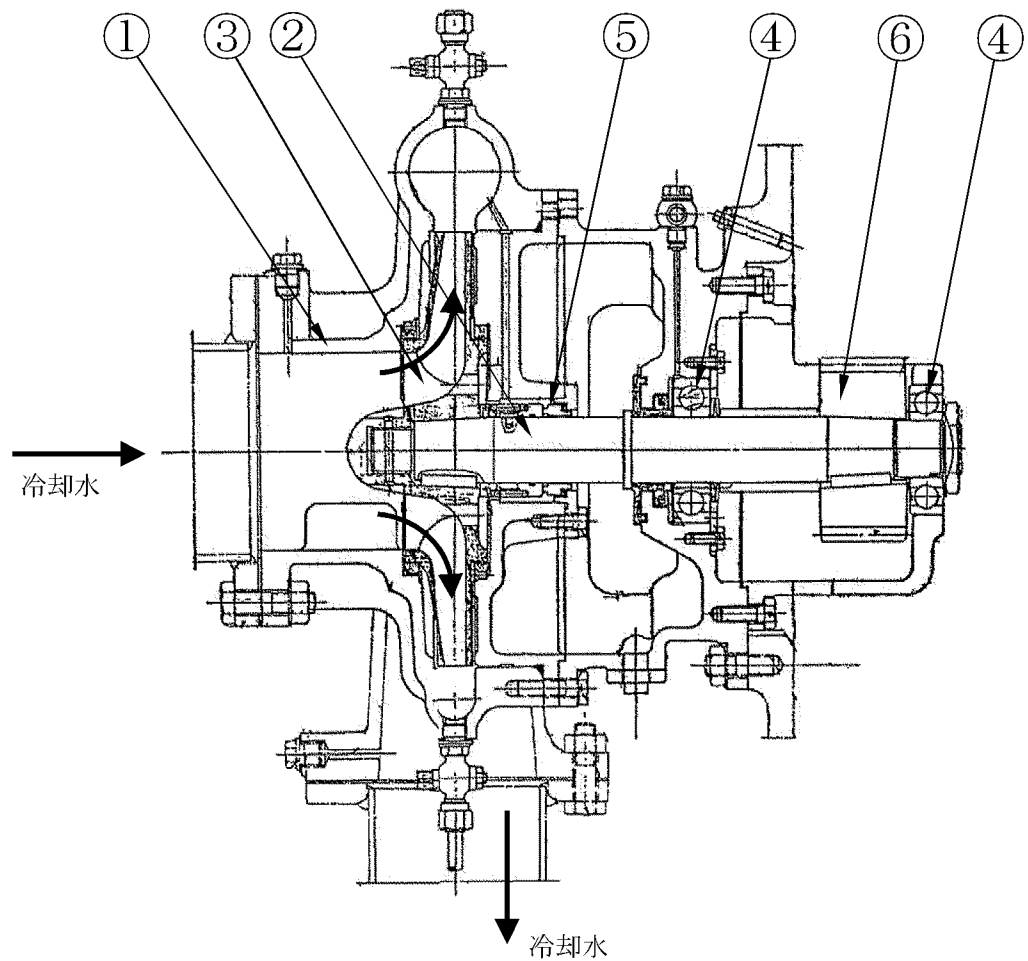
シリンダ冷却水ポンプ組立品は、軸に取付けられた羽根車と駆動歯車及びこれを支持する軸受、そして全体を収納するケーシングより構成されている。

また、冷却水のシールのためにメカニカルシールを装着している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダ冷却水ポンプ組立品の構造図を図2.1-8に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダ冷却水ポンプ組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-15及び表2.1-16に示す。



No.	部 位
①	ケーシング
②	軸
③	羽根車
④	軸受 (ころがり)
⑤	メカニカルシール
⑥	駆動歯車

図 2.1-8 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 シリンダ冷却水ポンプ組立品構造図

表2.1-15 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

シリンダ冷却水ポンプ組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
ケーシング	鋳 鉄
軸	ステンレス鋼
羽 根 車	銅合金鋳物
軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
メカニカルシール	消耗品・定期取替品
駆動歯車	低合金鋼

表2.1-16 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

シリンダ冷却水ポンプ組立品の使用条件

最高使用圧力	約0.25MPa[gage]
最高使用温度	約85℃
容 量	約140m ³ /h
内 部 流 体	純 水

2.1.5 吸排気系サブシステム

吸気系は機関の燃焼用空気を大気中から取り入れ、燃焼室（シリンダ）に供給する装置であり、過給機により大気中から空気を取り入れ、空気を圧縮し、高密度化する。その際、圧縮により温度が上昇するため空気冷却器により燃焼空気として必要な温度に冷却し、吸気室に送り、各シリンダの吸気弁を経由して燃焼室（シリンダ）に供給する。

排気系は、排気弁を経由して排出される排気ガスを過給機に導入する。

(1) 吸気弁組立品

a. 構造

吸気弁の機能は、燃焼用空気を決められたタイミングで各シリンダ内に供給するものであり、開閉する吸気弁棒と吸気弁箱及び吸気弁棒の案内をするブッシュ、弁の閉止を確実にするばねから構成されている。

また、弁体を適度に回転させてシート部のあたりを均一にして摩耗や吹き抜けを防ぐためにロートキャップが装着されている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の吸気弁組立品の構造図を図2.1-9に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の吸気弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-17及び表2.1-18に示す。

No.	部 位
①	吸気弁棒
②	吸気弁座
③	吸気弁箱
④	ブッシュ
⑤	ばね
⑥	ロートキャップ

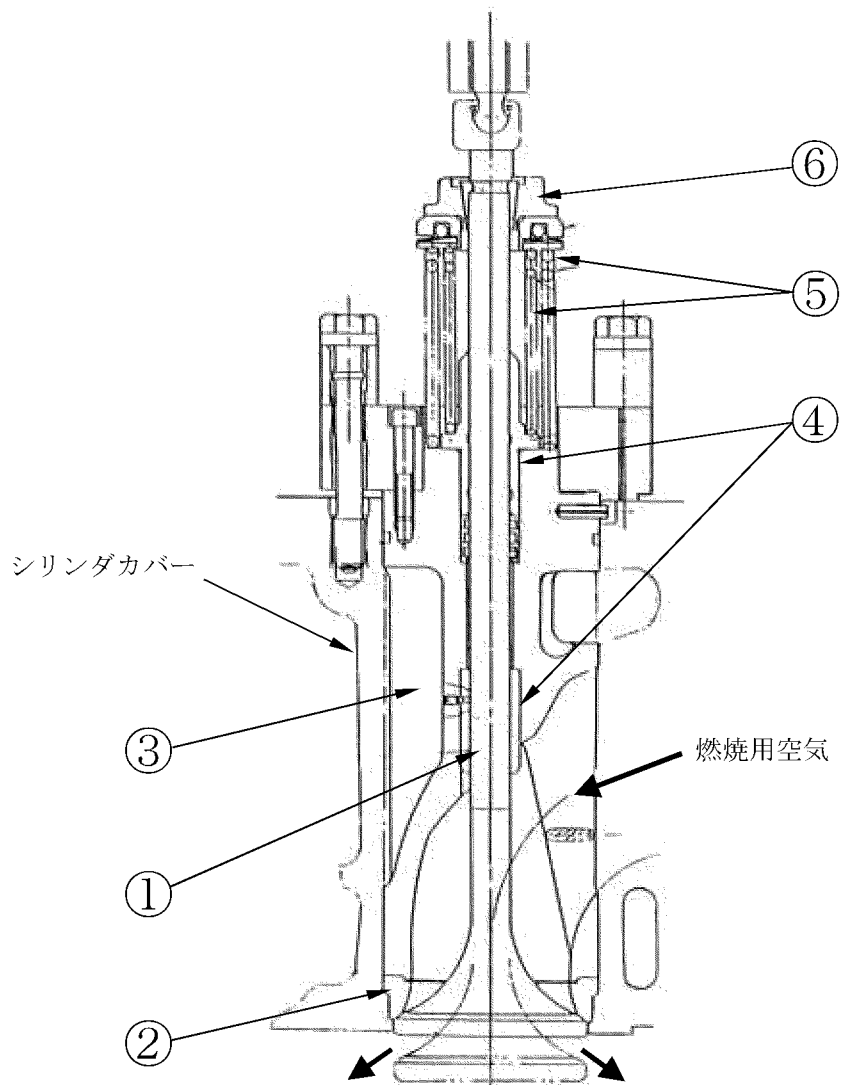


図 2.1-9 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 吸気弁組立品構造図

表2.1-17 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
吸気弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
吸気弁棒	耐熱鋼（ステライト肉盛）
吸気弁座	鋳 鉄
吸気弁箱	鋳 鉄
ブッシュ	消耗品・定期取替品
ば ね	ピアノ線
ロートキャップ	消耗品・定期取替品

表2.1-18 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
吸気弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約11.8MPa[gage]
最高使用温度	約530℃
内 部 流 体	空 気

(2) 吸気管組立品

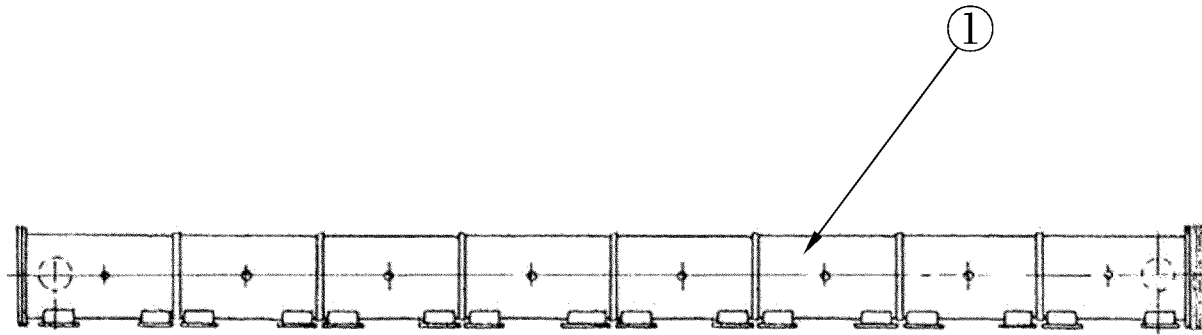
a. 構造

吸気管は過給機にて圧縮された空気を空気冷却器へ導き、空気冷却器を出た空気をシリンダカバーの吸気室に導くものである。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の吸気管組立品の構造図を図2.1-10に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の吸気管組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-19及び表2.1-20に示す。



No.	部	位
①	吸	気 管

図 2.1-10 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 吸気管組立品構造図

表2.1-19 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
吸気管組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
吸 気 管	炭 素 鋼

表2.1-20 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
吸気管組立品の使用条件

吸 気 圧 力	約0.16MPa[gage]
吸 気 温 度 (定格出力時)	約45°C (機関入口)

(3) 空気冷却器組立品

a. 構造

空気冷却器は、過給機により圧縮され高温になった空気を海水により所定の温度に冷却するもので、伝熱管の外面を空気が通過することによって空気の温度を下げるものである。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の空気冷却器組立品の構造図を図2.1-11に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の空気冷却器組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-21及び表2.1-22に示す。

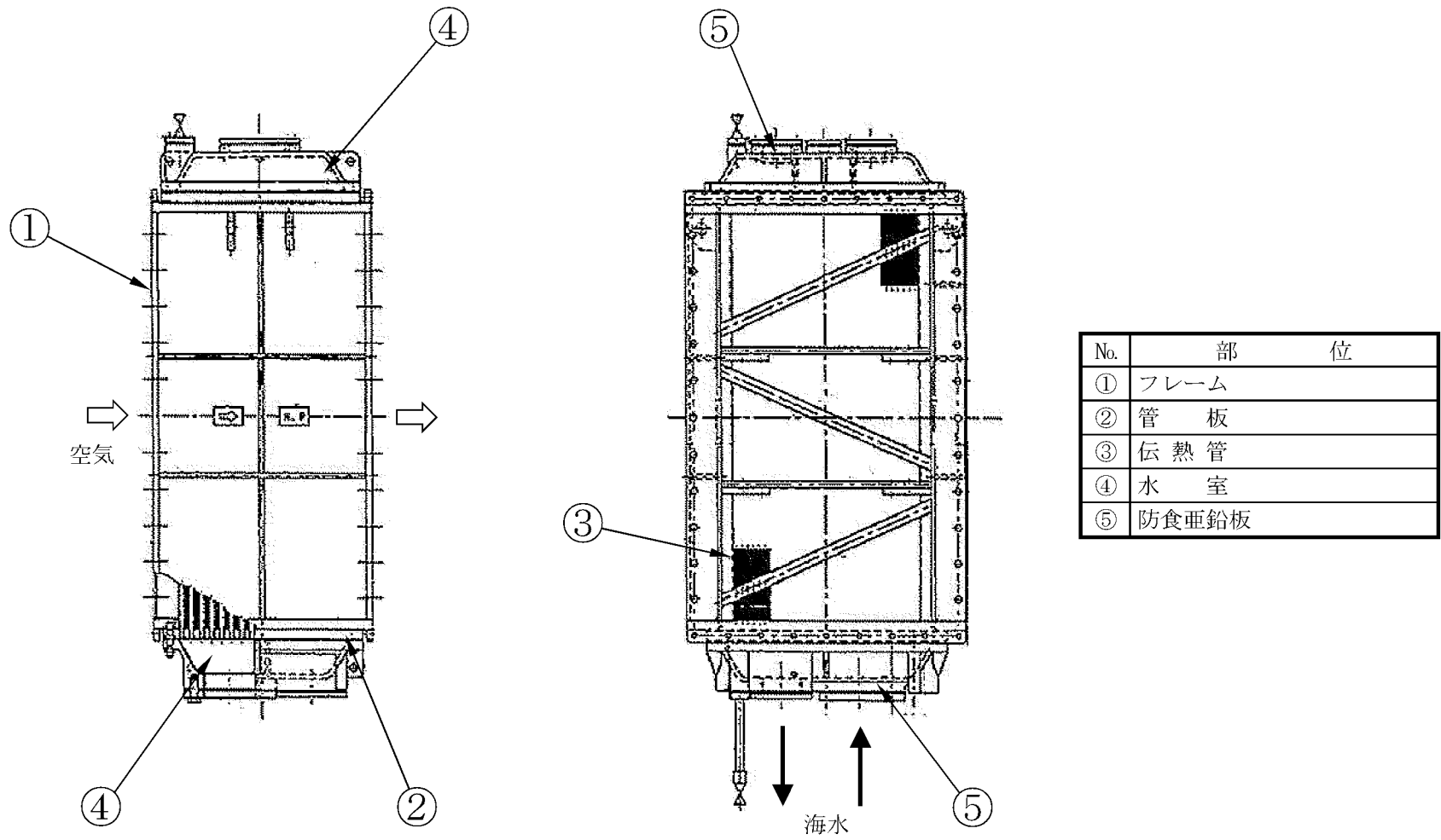


図 2.1-11 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 空気冷却器組立品構造図

表2.1-21 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
 空気冷却器組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
フレーム	炭 素 鋼
管 板	銅 合 金
伝 熱 管	銅 合 金
水 室	炭素鋼鋳鋼（ライニング）
防食亜鉛板	消耗品・定期取替品

表2.1-22 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
 空気冷却器組立品の使用条件

最高使用圧力	(管側) 約0.69MPa[gage]	(胴側) 約0.20MPa[gage]
最高使用温度	(管側) 約75℃	(胴側) 約200℃
内 部 流 体	(管側) 海 水	(胴側) 空 気

(4) 過給機組立品

a. 構造

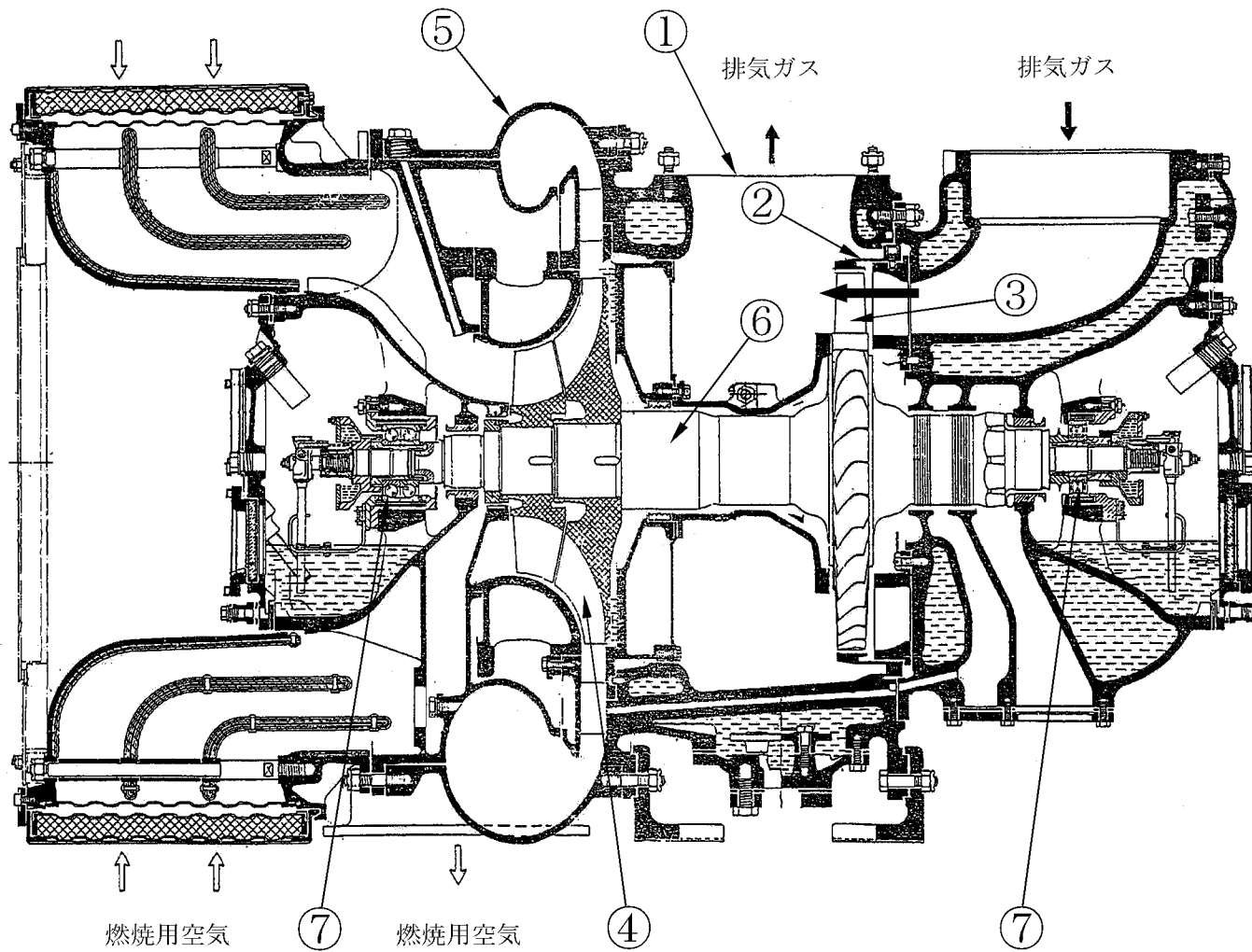
過給機は各シリンダより排出される排気ガスによりタービンを回し、同軸に取付られているコンプレッサにより大気中から燃焼用空気を取り入れ、圧縮高密度にして燃焼室に供給する。

タービンブレードを軸端に有するタービンロータの他端にコンプレッサホイールが取付けられ、それぞれにタービンハウジングとコンプレッサケースが装着されて排気ガス及び燃焼用空気の通路を形成する。また、このタービンロータは2ヶ所の軸受により支持されている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の過給機組立品の構造図を図2.1-12に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の過給機組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-23及び表2.1-24に示す。



No.	部 位
①	タービンハウジング
②	タービンノズル
③	タービンブレード
④	コンプレッサホイール
⑤	コンプレッサケース
⑥	タービンロータ
⑦	軸受 (ころがり)

図 2.1-12 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 過給機組立品構造図

表2.1-23 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
過給機組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
タービンハウジング	鋳 鉄
タービンノズル	ステンレス鋼 鋳 鉄
タービンブレード	低合金鋼
コンプレッサホイール	アルミニウム合金
コンプレッサケース	鋳 鉄 アルミニウム合金鋳物
タービンロータ	低合金鋼
軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品

表2.1-24 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
過給機組立品の使用条件

最高使用圧力	約0.25MPa [gage]
最高使用温度	約650°C
容 量	約4.9m ³ /s
内 部 流 体	空 気

(5) 排気管組立品

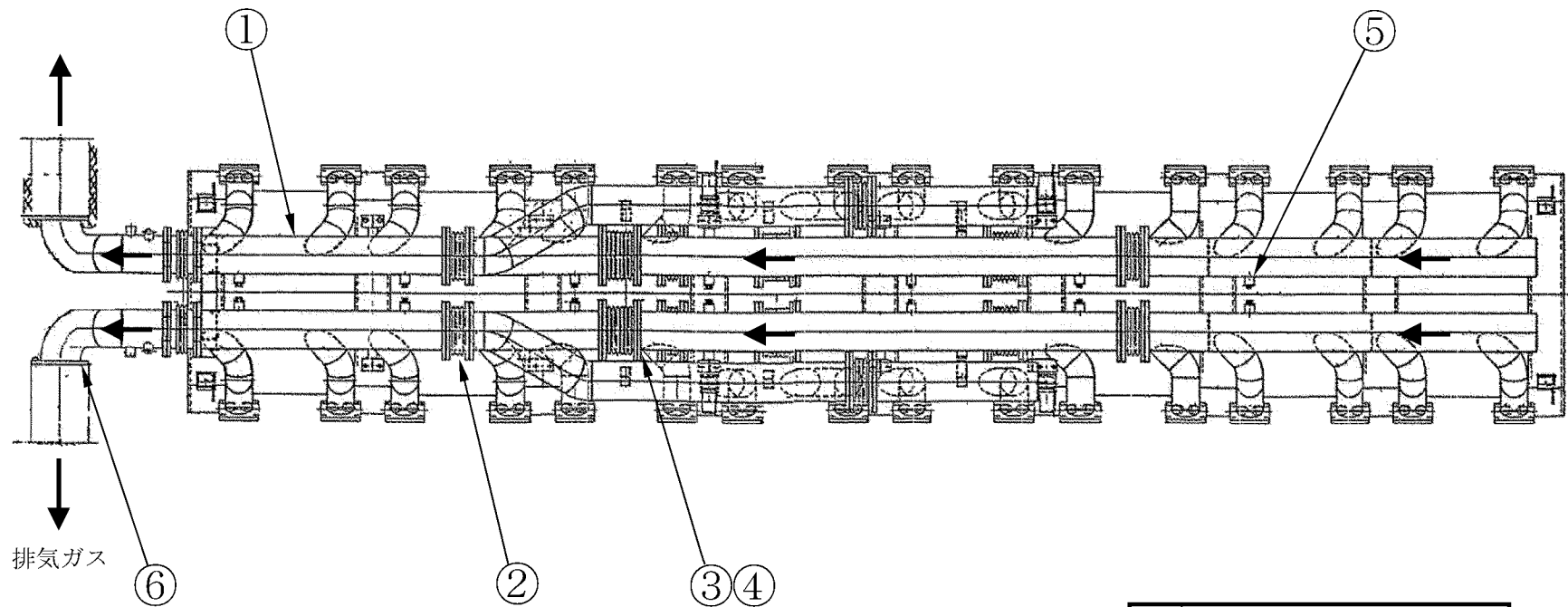
a. 構造

排気管は各シリンダより排出される排気ガスを過給機に導入する働きを有するが、各シリンダからの排気ガスの熱による熱膨張により生じる熱応力を避けるために伸縮継手を設置している。また、高温に耐えられるパッキンとボルトを使用している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の排気管組立品の構造図を図2.1-13に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の排気管組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-25及び表2.1-26に示す。



No.	部 位
①	排 気 管
②	伸 縮 継 手
③	パ ッ キ ン
④	ボ ル ト
⑤	排 気 管 サ ポ ー ト
⑥	ガ ス ケ ッ ト

図 2.1-13 川内 1 号 炉 非 常 用 デ ィ ー ゼ ル 発 電 機 機 関 本 体 排 気 管 組 立 品 構 造 図

表2.1-25 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
排気管組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
排 気 管	炭 素 鋼
伸縮継手	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
ボ ル ト	ステンレス鋼
排気管サポート	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-26 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
排気管組立品の使用条件

排 気 圧 力	約0.25MPa[gage]
排 気 温 度	約650℃（過給機入口）
排 気 流 量	約10m ³ /s

(6) 排気弁組立品

a. 構造

排気弁の機能は、燃焼ガスを各シリンダから決められたタイミングで排出するもので、開閉する排気弁棒と排気弁箱及び排気弁棒の案内をするブッシュ、弁の閉止を確実にするばねから構成されている。

また、排気弁棒を適度に回転させてシート部のあたりを均一にし、摩耗や吹き抜けを防ぐためにロートキャップが装着されている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の排気弁組立品の構造図を図2.1-14に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の排気弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-27及び表2.1-28に示す。

No.	部 位
①	排気弁棒
②	排気弁座
③	排気弁箱
④	ブッシュ
⑤	ばね
⑥	ロートキャップ

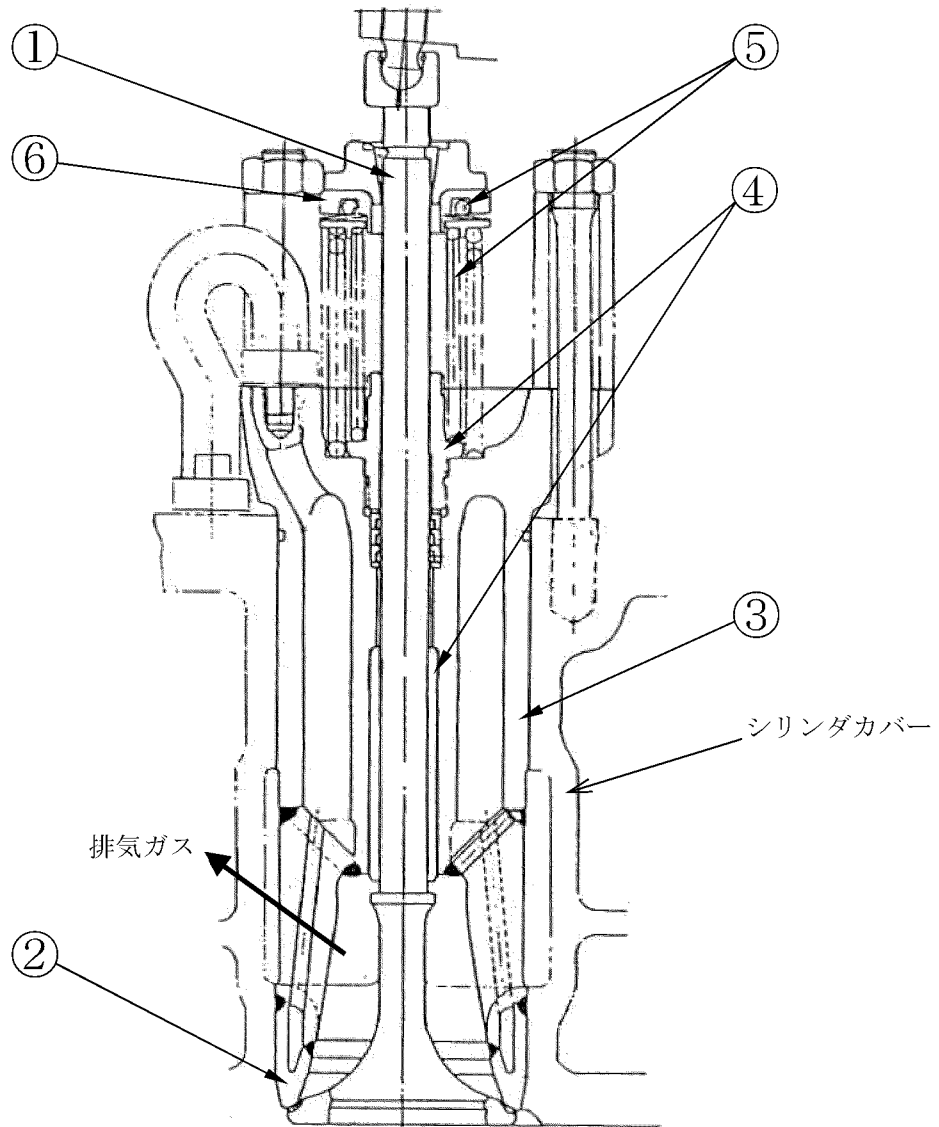


図 2.1-14 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 排気弁組立品構造図

表2.1-27 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
排気弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
排気弁棒	耐熱鋼（ステライト肉盛）
排気弁座	ステンレス鋼
排気弁箱	炭素鋼鋳鋼 ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品
ばね	ピアノ線
ロートキャップ	消耗品・定期取替品

表2.1-28 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
排気弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約11.8MPa[gage]
最高使用温度	約530℃
内部流体	空 気

2.1.6 吸排気弁駆動サブシステム

(1) 吸・排気弁駆動装置組立品

a. 構造

吸排気弁駆動装置は、タイミングと揚程が定められた吸・排気カムによって駆動され、カム軸の回転運動を押棒を通じて往復運動に変えつつ、定められた順番どおりに吸気弁及び排気弁の開閉を行うものである。

主要部位はカムに接触して回るローラを支え、往復運動を伝える押棒及び球端付ネジ棒、これを支える軸とブッシュから構成されている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の吸・排気弁駆動装置組立品の構造図を図2.1-15に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の吸・排気弁駆動装置組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-29及び表2.1-30に示す。

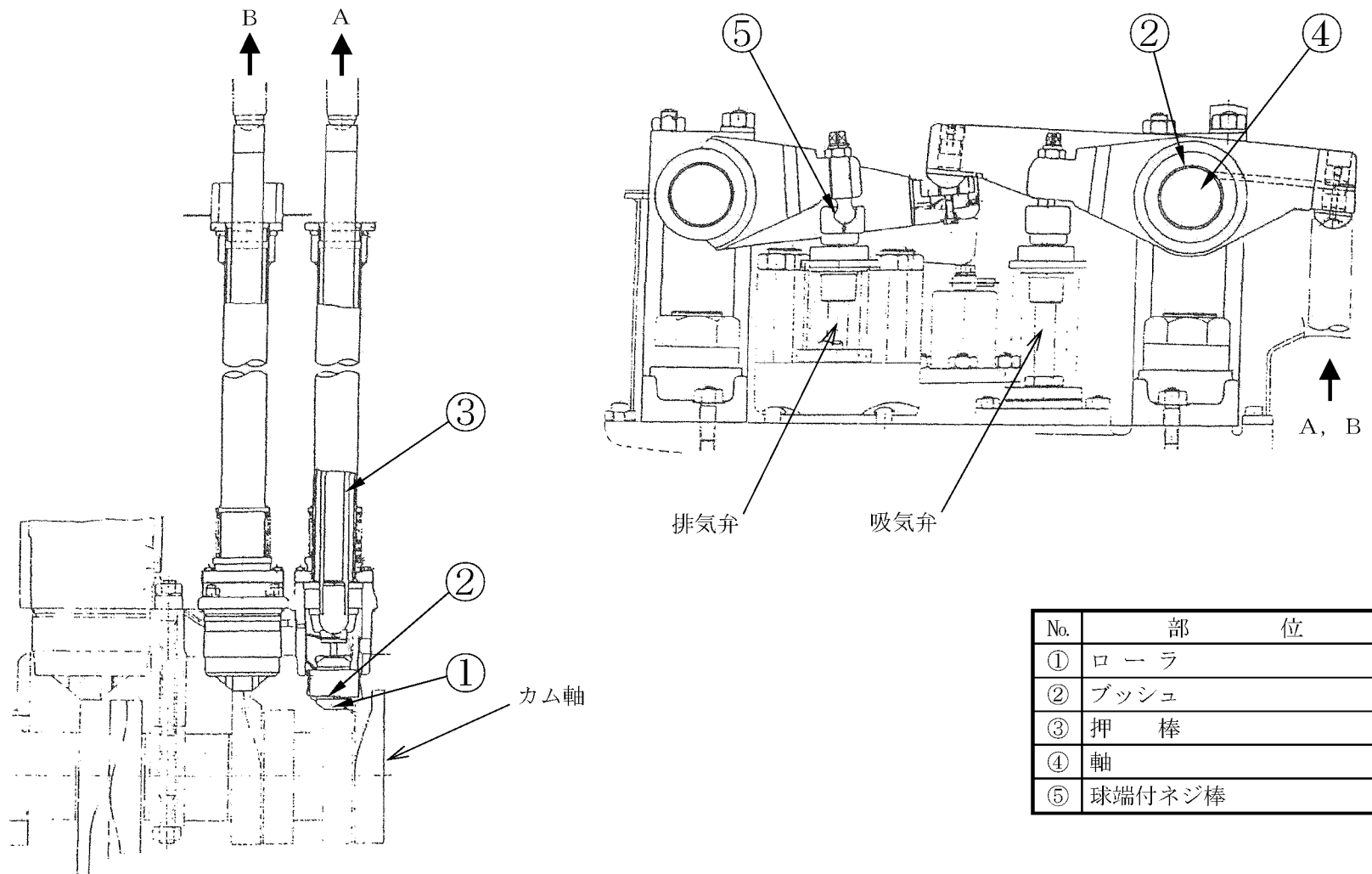


図 2.1-15 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 吸・排気弁駆動装置組立品構造図

表2.1-29 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

吸・排気弁駆動装置組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
ローラ	低合金鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品
押 棒	炭 素 鋼
軸	炭 素 鋼
球端付ネジ棒	炭 素 鋼

表2.1-30 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

吸・排気弁駆動装置組立品の使用条件

機 関 回 転 数	400rpm
カム軸回転数	200rpm

2.1.7 支持サブシステム

(1) シリンダブロック及びフレーム組立品

a. 構造

シリンダブロック及びフレーム組立品は、クランク軸を支える軸受を保持している。フレームの下部には機関台に固定する基礎ボルトがある。

シリンダブロック及びフレームの機能は、シリンダライナを支持し、その周囲に水室を形成して冷却水を流してシリンダライナを冷却するとともに、シリンダカバーが受けた爆発荷重をシリンダブロック及びフレームで支持し、クランク軸に加わる荷重と回転運動は軸受を介して支持する。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダブロック及びフレーム組立品の構造図を図2.1-16に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダブロック及びフレーム組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-31及び表2.1-32に示す。

No.	部 位
①	シリンダブロック
②	軸受 (すべり)
③	フレーム
④	基礎ボルト

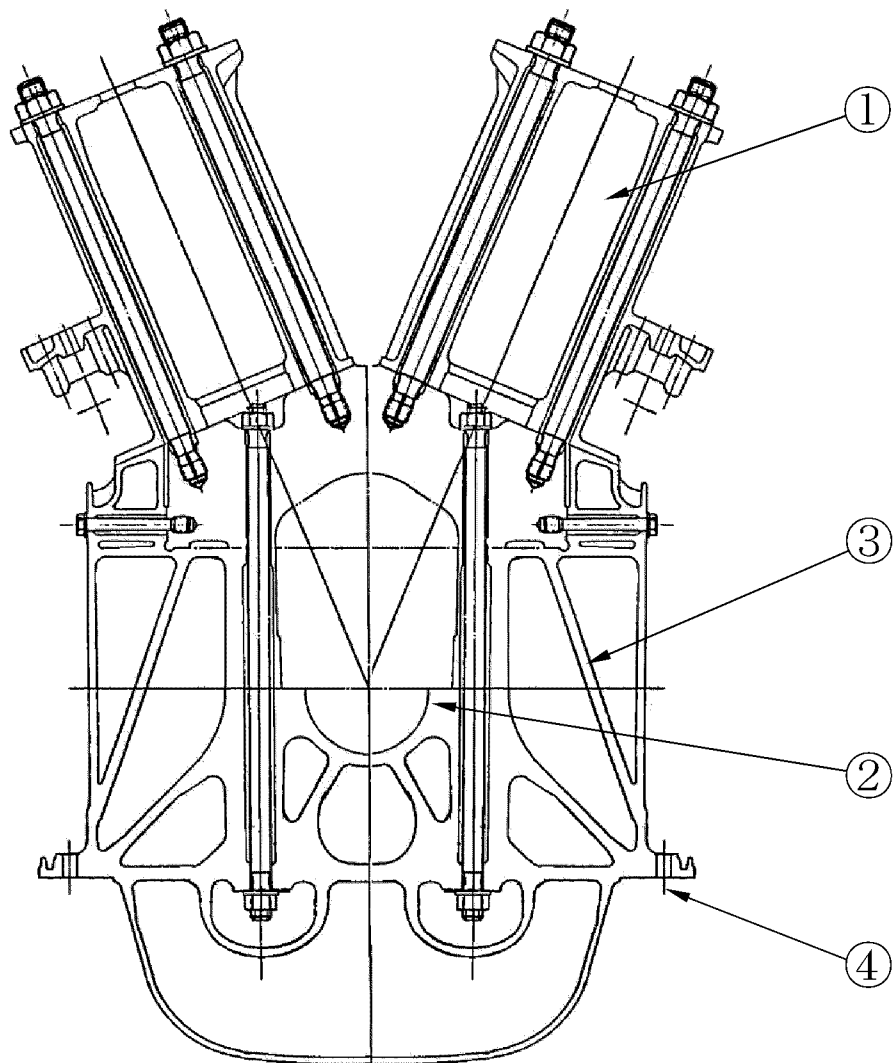


図2.1-16 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
シリンダブロック及びフレーム組立品構造図

表2.1-31 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

シリンダブロック及びフレーム組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
シリンダブロック	鋳 鉄
軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
フレーム	鋳 鉄
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-32 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

シリンダブロック及びフレーム組立品の使用条件

機 関 回 転 数	400rpm
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

2.1.8 その他

(1) クランク室安全弁組立品

a. 構造

クランク室安全弁は、弁体とこれを一定の力で押さえつけるばねから構成され、クランク室側面に1台につき4個取付けられている。

クランク室内の圧力が設定圧力を超えると、弁体をばねの押し付け力に打ち勝って押し開き、クランク室内のガスを外部に排気し、クランク室内の圧力の異常上昇を防止する。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のクランク室安全弁組立品の構造図を図2.1-17に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のクランク室安全弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-33及び表2.1-34に示す。

No.	部 位
①	弁 体
②	ば ね
③	プレート

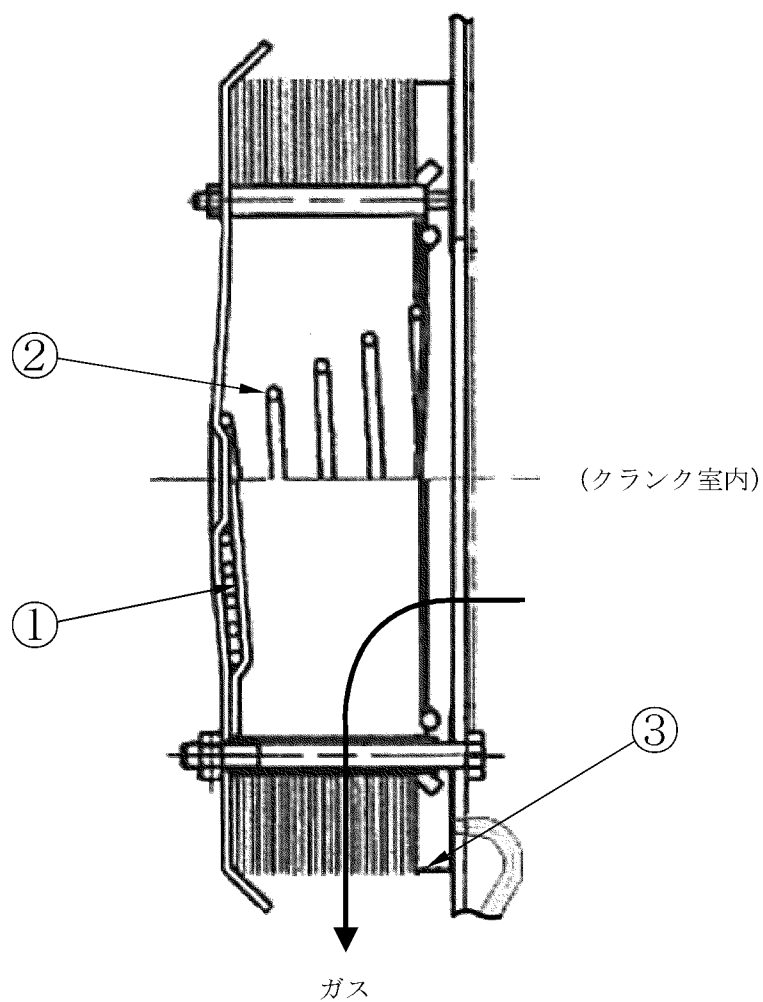


図2.1-17 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
クランク室安全弁組立品構造図

表2.1-33 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

クランク室安全弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 体	炭 素 鋼
ば ね	ピアノ線
プレート	炭 素 鋼

表2.1-34 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

クランク室安全弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約0.01MPa[gage]
最高使用温度	約70℃
内 部 流 体	ガ ス

(2) シリンダ安全弁組立品

a. 構造

シリンダ安全弁は、弁箱、弁棒及びばねから構成され、シリンダカバーに組み込まれている。

シリンダ内の圧力が設定圧力を超えるとシリンダ内の燃焼ガスを外部に排气し、シリンダ内圧力の異常上昇を防止する。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダ安全弁組立品の構造図を図2.1-18に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダ安全弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-35及び表2.1-36に示す。

No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 棒
③	ば ね
④	弁 体
⑤	弁 座

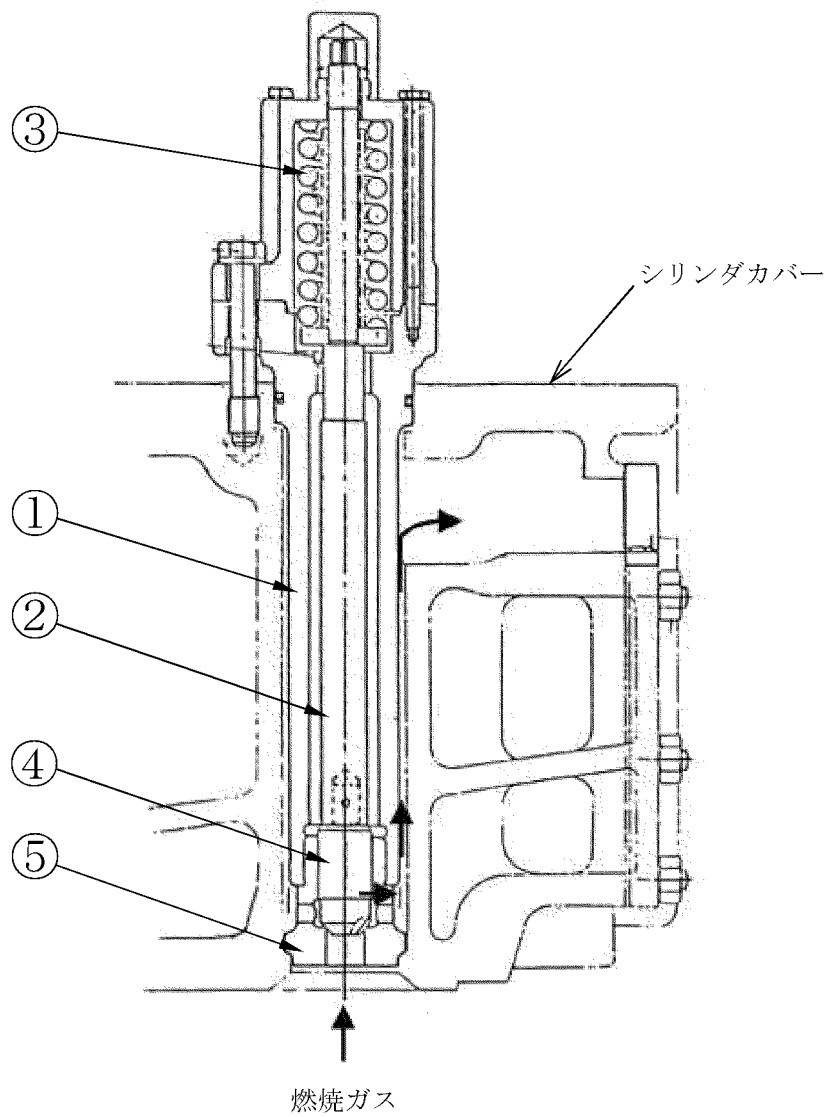


図2. 1-18 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 シリンダ安全弁組立品構造図

表2.1-35 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
シリンダ安全弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	鋳 鉄
弁 棒	炭 素 鋼
ば ね	ば ね 鋼
弁 体	耐熱鋼（ステライト肉盛）
弁 座	ステンレス鋼

表2.1-36 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
シリンダ安全弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約13.7MPa[gage]
最高使用温度	約530℃
内 部 流 体	空 気

2.1.9 燃料油供給サブシステム

燃料油供給サブシステムは、燃料油サービスタンクから燃焼室までの燃料油ラインを構成する。燃料油中の異物を取り除くこし器を経由し、燃料油供給ポンプにて加圧し燃料噴射ポンプに導き、燃焼室内に噴射する。

(1) 燃料油供給ポンプ組立品

a. 構造

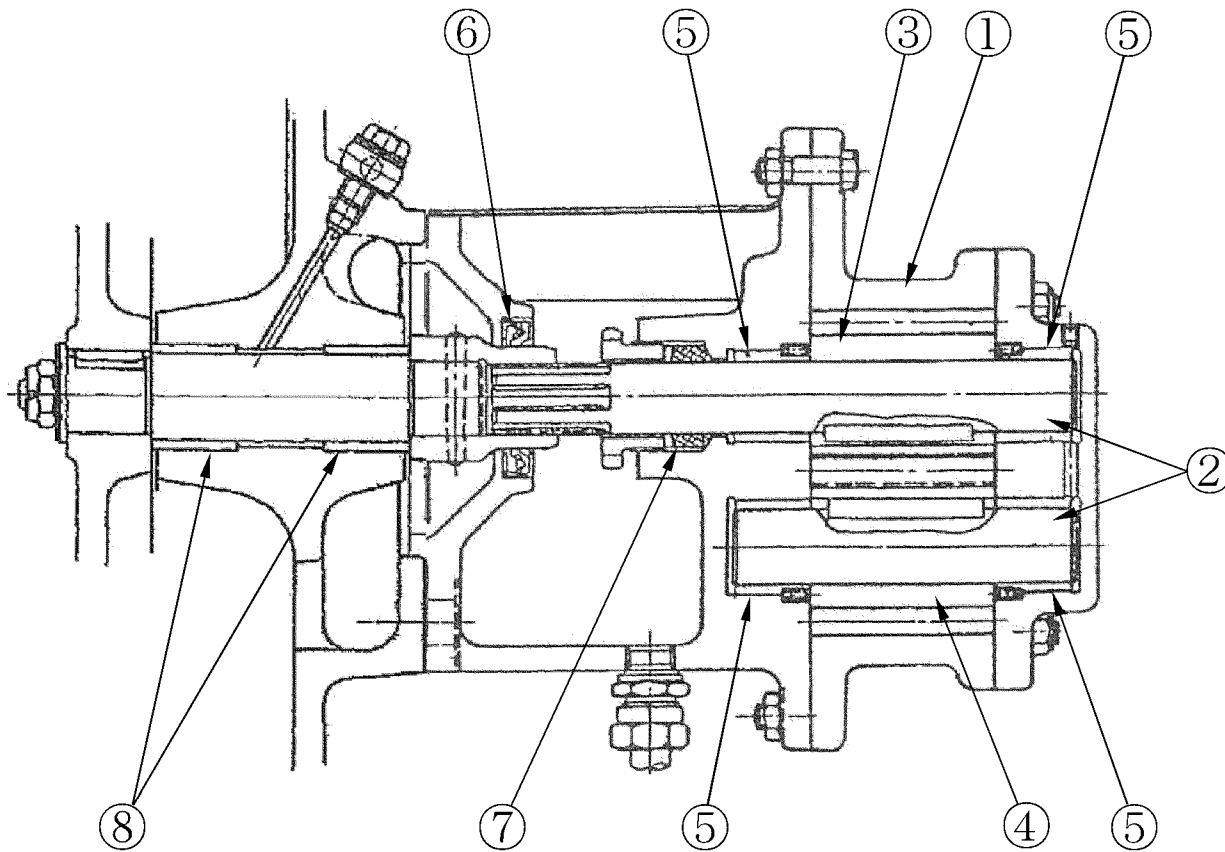
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき1個の燃料油供給ポンプが組み込まれており、機能としては各シリンダごとに取付けられている燃料噴射ポンプに燃料を供給する役目を果たす。

燃料油供給ポンプは、一對の駆動歯車と被駆動歯車からなり、ケーシング内部で軸受に支持され回転することにより、燃料を供給している。駆動歯車軸受部にはオイルシールが組み込まれ、外部へ燃料油がもれ出さない構造になっている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料油供給ポンプ組立品の構造図を図2.1-19に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料油供給ポンプ組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-37及び表2.1-38に示す。



No.	部 位
①	ケーシング
②	軸
③	駆動歯車
④	被駆動歯車
⑤	軸受 (すべり)
⑥	オイルシール
⑦	グランドパッキン
⑧	軸スリーブ

図2.1-19 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 燃料油供給ポンプ組立品構造図

表2.1-37 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
燃料油供給ポンプ組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
ケーシング	鋳 鉄
軸	炭 素 鋼
駆動歯車	炭 素 鋼
被駆動歯車	炭 素 鋼
軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品
オイルシール	消耗品・定期取替品
グランドパッキン	消耗品・定期取替品
軸スリーブ	銅合金鋳物

表2.1-38 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
燃料油供給ポンプ組立品の使用条件

最高使用圧力	約0.20MPa[gage]
最高使用温度	約35℃
容 量	約5m ³ /h
内 部 流 体	燃 料 油

(2) 燃料噴射ポンプ組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、シリンダごとに1個ずつ、すなわち1台に合計16個の燃料噴射ポンプが組み込まれている。機能としては必要な出力に応じて燃料油を調量し、高圧化してシリンダカバー内に組み込まれている燃料噴射弁に燃料を供給する役目を果たす。

機関の燃料カムによりローラが上下に動かされ、ローラピンを介して滑筒が上下に動く。滑筒に接続されたプランジャがスリーブの中で上下に動いて燃料油の調量と昇圧を行い、加圧された燃料油は弁に供給される。

燃料噴射管を除く全体はケーシング内に納められ、スリーブの燃料給油孔にはデフレクタが設けられている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料噴射ポンプ組立品の構造図を図2.1-20に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料噴射ポンプ組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-39及び表2.1-40に示す。

No.	部 位
①	ケーシング
②	プランジャ
③	スリーブ
④	デフレクタ
⑤	燃料噴射管
⑥	ローラ
⑦	滑 筒
⑧	ローラピン
⑨	弁
⑩	ば ね

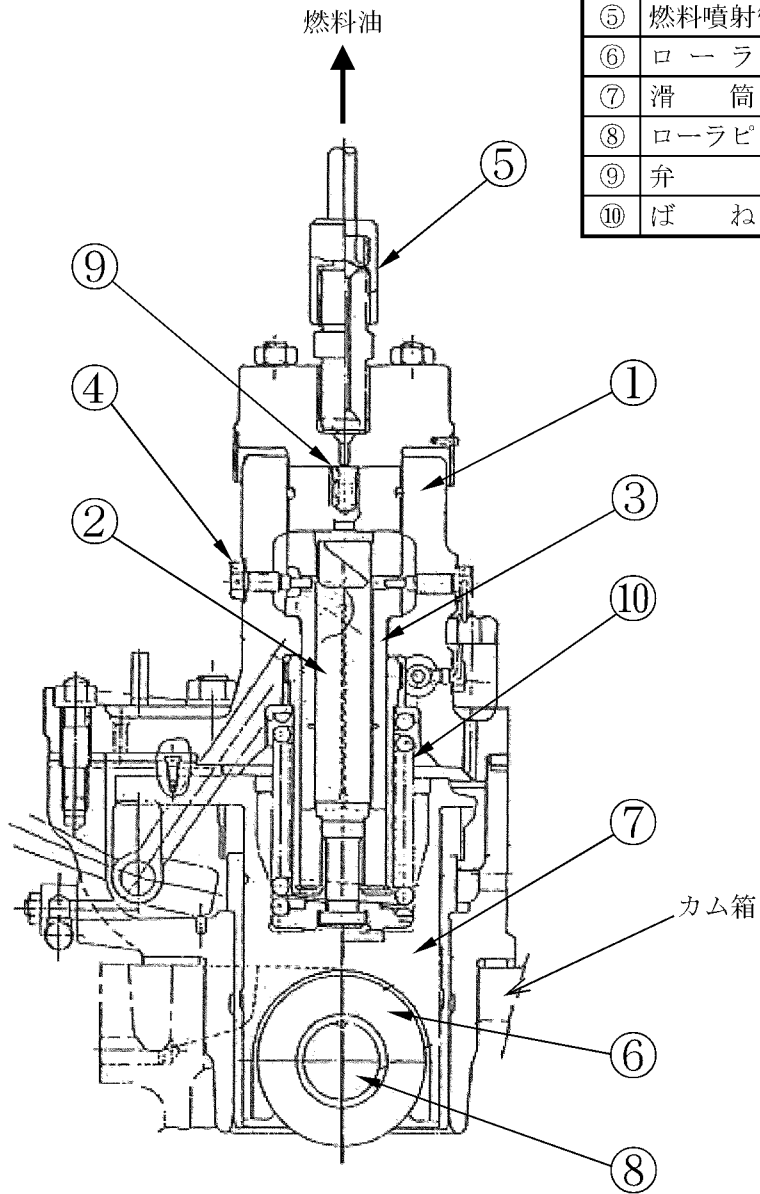


図2. 1-20 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 燃料噴射ポンプ組立品構造図

表2.1-39 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
燃料噴射ポンプ組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
ケーシング	鋳 鉄
プランジャ	低合金鋼
スリーブ	低合金鋼
デフレクタ	合 金 鋼
燃料噴射管	消耗品・定期取替品
ローラ	低合金鋼
滑 筒	炭素鋼鋳鋼
ローラピン	低合金鋼
弁	低合金鋼
ば ね	ピアノ線

表2.1-40 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
燃料噴射ポンプ組立品の使用条件

最高使用圧力	約73.5MPa[gage]
最高使用温度	約35℃
容 量	約4.9m ³ /h
内 部 流 体	燃 料 油

(3) 燃料噴射弁組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のシリンダカバーには、シリンダごとに1個ずつ、すなわち1台に合計16個の燃料噴射弁が組み込まれている。機能としては、燃料噴射ポンプから燃料噴射管を経由して、供給された燃料油を燃焼室内に噴射する役目を果たす。

燃料油を燃焼室内に噴射するノズル、ノズルの開弁圧を設定するばね及び関連部位を保持して燃料通路を形成する弁本体から構成されている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料噴射弁組立品の構造図を図2.1-21に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料噴射弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-41及び表2.1-42に示す。

No.	部 位
①	弁 本 体
②	ノ ズ ル
③	ば ね

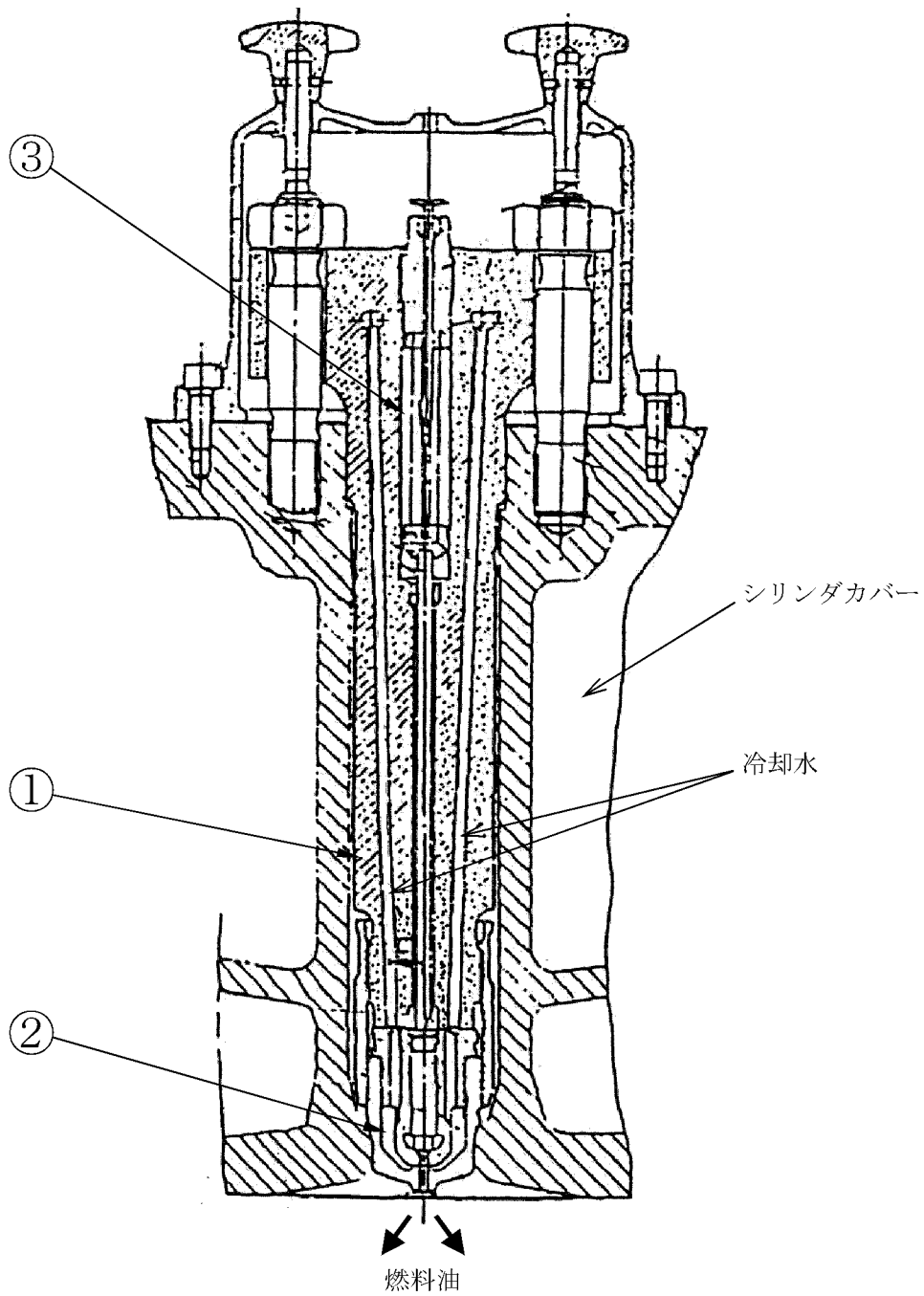


図 2.1-21 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 燃料噴射弁組立品構造図

表2.1-41 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
燃料噴射弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁本体	炭素鋼
ノズル	消耗品・定期取替品
ばね	ばね鋼

表2.1-42 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
燃料噴射弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約73.5MPa[gage]
最高使用温度	約530℃
内部流体	燃料油

(4) 燃料油供給ポンプ調圧弁組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき1個の燃料油供給ポンプが組み込まれており、このポンプに燃料圧力を所定の圧力に調整する燃料油供給ポンプ調圧弁が設置されている。

本体内を滑動する弁体が弁シート部にばね荷重により着座している。弁体頭部に燃料油調整圧力以上の圧力が加わると弁体が開き、燃料油を逃がし燃料油を規定の圧力に保つ機能を有している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料油供給ポンプ調圧弁組立品の構造図を図2.1-22に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料油供給ポンプ調圧弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-43及び表2.1-44に示す。

No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 体
③	弁 座
④	弁 棒
⑤	ブッシュ
⑥	ば ね
⑦	Ｏリング
⑧	ガスケット

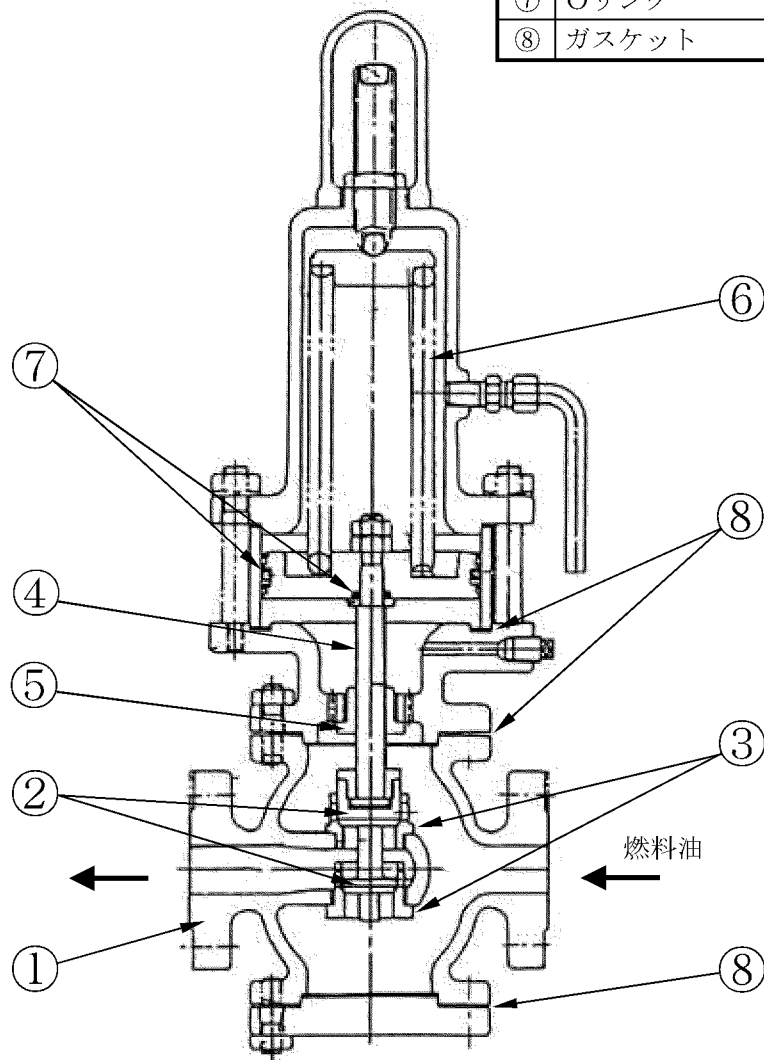


図2.1-22 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
燃料油供給ポンプ調圧弁組立品構造図

表2.1-43 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

燃料油供給ポンプ調圧弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 体	ステンレス鋼
弁 座	ステンレス鋼
弁 棒	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品
ば ね	ばね用オイルテンパー線
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

表2.1-44 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

燃料油供給ポンプ調圧弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約0.20MPa[gage]
最高使用温度	約35℃
内 部 流 体	燃 料 油

2.1.10 潤滑油供給サブシステム

潤滑油供給サブシステムは、潤滑油タンク内の潤滑油を潤滑油ポンプにより潤滑油冷却器及び潤滑油主こし器を経由して機関に供給する。機関に供給された潤滑油は各潤滑部位及びピストン冷却ラインに各々分岐される。

(1) 潤滑油ポンプ組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき1個の潤滑油ポンプが組み込まれており、機能としては機関内部の摺動部に潤滑油を供給する役目を果たす。一對の駆動歯車と被駆動歯車からなり、ケーシング内部で回転することにより、潤滑油を供給している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の潤滑油ポンプ組立品の構造図を図2.1-23に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の潤滑油ポンプ組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-45及び表2.1-46に示す。

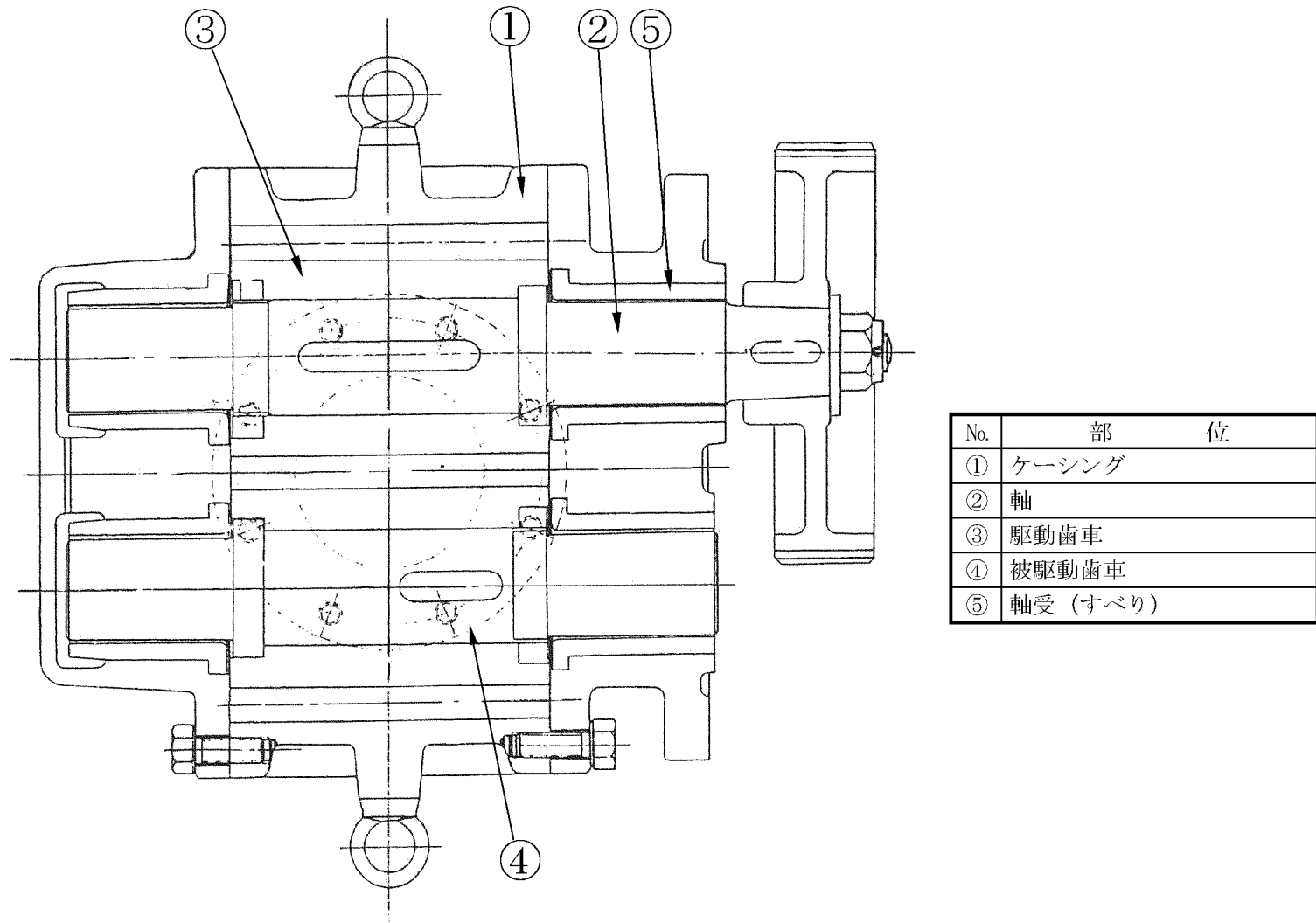


図 2.1-23 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 潤滑油ポンプ組立品構造図

表2.1-45 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
潤滑油ポンプ組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
ケーシング	鋳 鉄
軸	炭 素 鋼
駆動歯車	炭 素 鋼
被駆動歯車	炭 素 鋼
軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品

表2.1-46 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
潤滑油ポンプ組立品の使用条件

最高使用圧力	約0.78MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
容 量	約140m ³ /h
内 部 流 体	潤 滑 油

(2) 潤滑油調圧弁組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき1個の潤滑油ポンプが組み込まれている。潤滑油は、ポンプにより潤滑油冷却器、潤滑油主こし器を経て機関本体に供給されるが、潤滑油圧力を所定の圧力に調整する潤滑油調圧弁が設置されている。

本体内を滑動する弁体が本体弁シート部にばね荷重により着座している。弁体頭部に潤滑油調整圧力以上の圧力が加わると、弁体が開き潤滑油を逃がし、潤滑油を規定の圧力に保つ機能を有している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の潤滑油調圧弁組立品の構造図を図2.1-24に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の潤滑油調圧弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-47及び表2.1-48に示す。

No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 体
③	弁 座
④	弁 棒
⑤	プッシュ
⑥	ば ね
⑦	Ｏリング
⑧	ガスケット

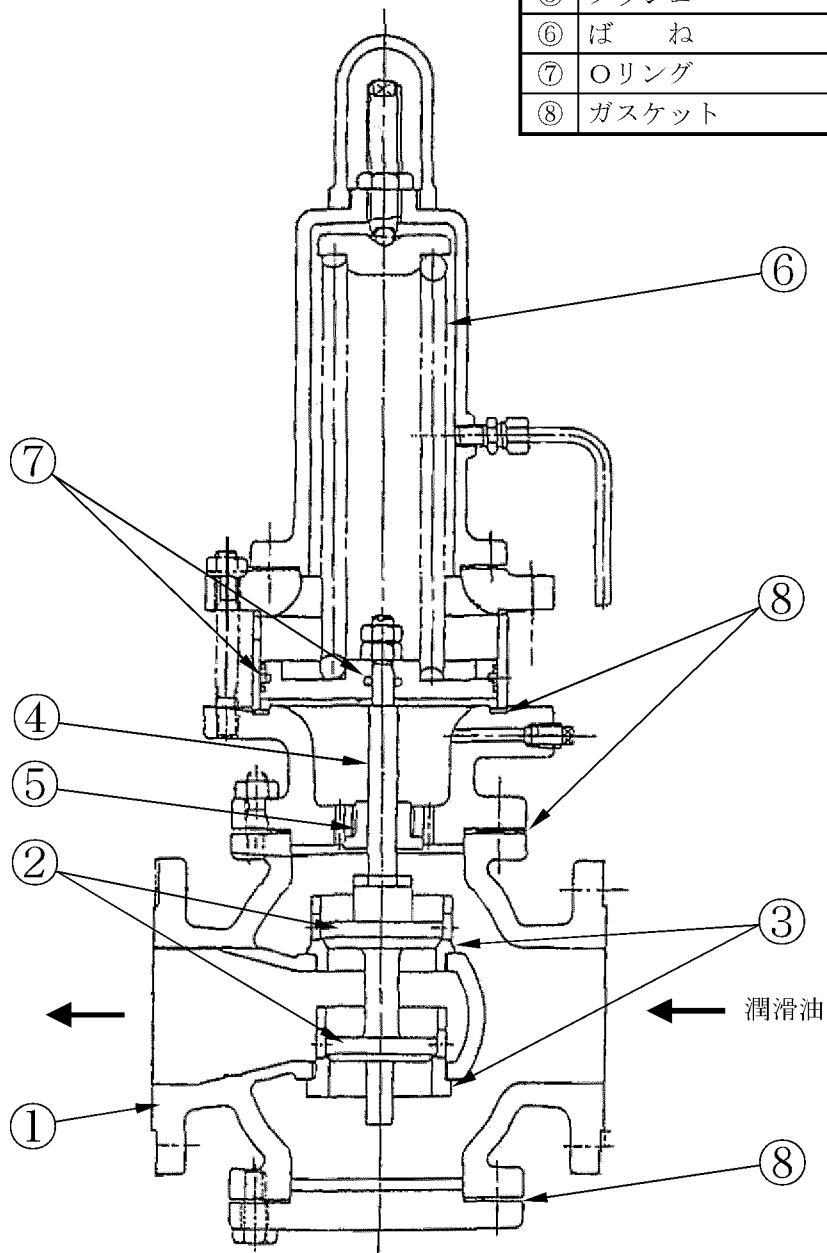


図 2.1-24 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 潤滑油調圧弁組立品構造図

表2.1-47 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
潤滑油調圧弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 体	ステンレス鋼
弁 座	ステンレス鋼
弁 棒	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品
ば ね	ばね鋼
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

表2.1-48 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
潤滑油調圧弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約0.54MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	潤 滑 油

2.1.11 始動空気供給サブシステム

始動空気供給サブシステムは、始動指令を受け、始動のための空気信号を各機器に与える管制空気系、その空気信号を受け実際に各シリンダに始動空気を投入し、機関を始動（回転）させる始動空気系の二つに大別される。

管制空気系には始動空気管制弁及びインターロック弁が、始動空気系には始動弁がそれぞれ設置されている。

(1) 始動弁組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき16個の始動弁が組み込まれており、機能としてはシリンダ内に始動空気を供給し、機関を始動（回転）させる。

弁を開閉させる管制ピストン、始動空気の投入をつかさどる弁棒とそれらを収納する弁箱からなり、案内筒及びボルトによって各シリンダカバーに取付けられている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の始動弁組立品の構造図を図2.1-25に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の始動弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-49及び表2.1-50に示す。

No.	部 位
①	弁 箱
②	管制ピストン
③	Oリング
④	弁 棒
⑤	ば ね
⑥	案内筒
⑦	ボルト

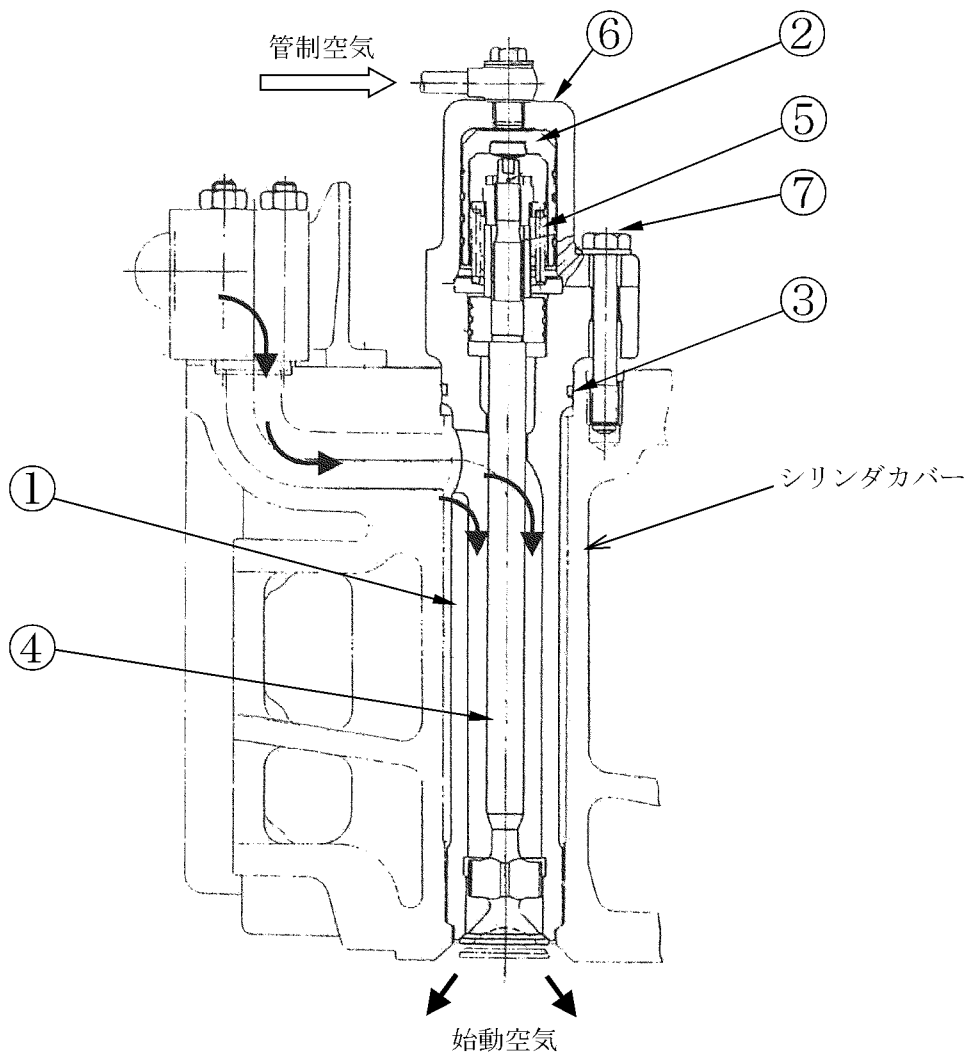


図 2.1-25 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 始動弁組立品構造図

表2.1-49 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
始動弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	鋳 鉄
管制ピストン	銅 合 金
Oリング	消耗品・定期取替品
弁 棒	炭 素 鋼
ば ね	ピアノ線
案内筒	鋳 鉄
ボルト	低合金鋼

表2.1-50 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
始動弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約2.9MPa[gage]
最高使用温度	約530℃
内 部 流 体	空 気

(2) インターロック弁組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき1個のインターロック弁が組み込まれており、ターニング装置がはずみ車に嵌入されているときには、始動空気管制弁への送気ラインを閉鎖し、機関が起動しないようにしている。

軸方向に動いて送気ラインを開閉する弁体と空気通路を形成し弁体を収納する弁箱からなる。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のインターロック弁組立品の構造図を図2.1-26に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体のインターロック弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-51及び表2.1-52に示す。

No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 体
③	弁 座
④	弁 棒
⑤	ば ね

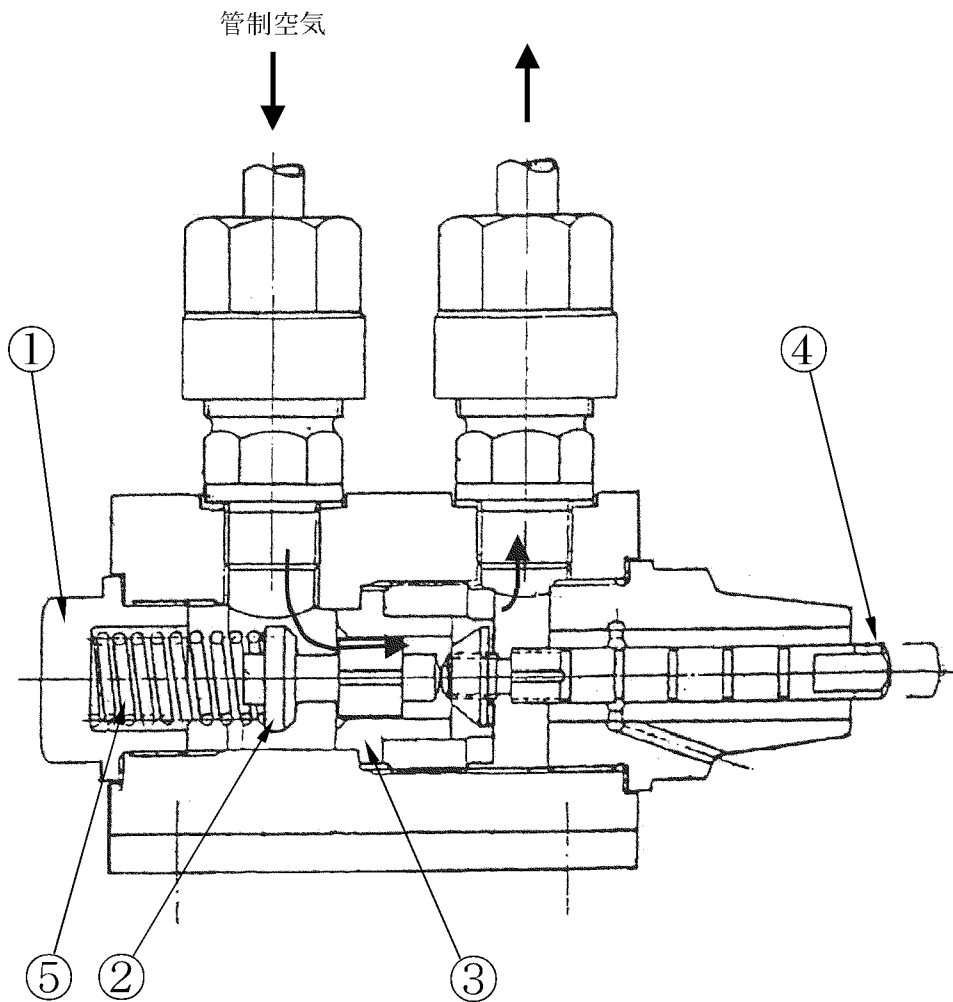


図2.1-26 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
インターロック弁組立品構造図

表2.1-51 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
インターロック弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭 素 鋼
弁 体	銅 合 金
弁 座	銅 合 金
弁 棒	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
ば ね	ピアノ線

表2.1-52 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
インターロック弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約2.9MPa[gage]
最高使用温度	約40℃
内 部 流 体	空 気

(3) 始動空気管制弁組立品

a. 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体には、1台につき16個の始動空気管制弁が組み込まれており、機能としては各シリンダの始動弁の開閉を制御する管制空気を供給する。

ピストン弁が管制空気通路を形成する弁箱に収納されている。ピストン弁はカム軸により駆動される。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の始動空気管制弁組立品の構造図を図2.1-27に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の始動空気管制弁組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-53及び表2.1-54に示す。

No.	部 位
①	弁 箱
②	ピストン弁
③	ば ね

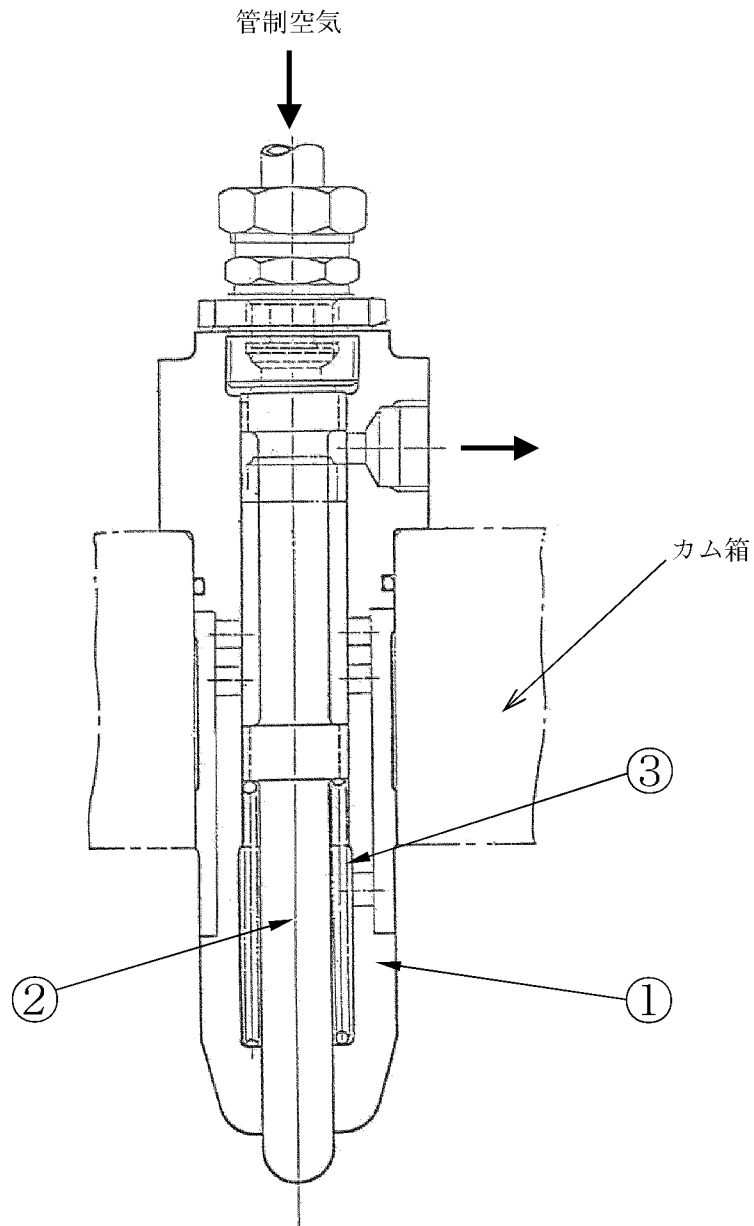


図2.1-27 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 始動空气管制弁組立品構造図

表2.1-53 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
始動空気管制弁組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	鋳 鉄
ピストン弁	銅 合 金 炭 素 鋼
ば ね	ピアノ線

表2.1-54 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
始動空気管制弁組立品の使用条件

最高使用圧力	約2.9MPa[gage]
最高使用温度	約70℃
内 部 流 体	空 気

2.1.12 回転数制御サブシステム

回転数制御サブシステムは、必要とされる回転数指令を调速機に与えると、调速機は負荷変動に対して指令された回転数を保持するよう、燃料噴射ポンプ調整装置を介して燃料噴射ポンプの噴射量を制御する。

また、緊急停止信号により非常用停止装置を作動させ、燃料噴射ポンプ調整装置のリンク機構を介して燃料噴射ポンプの噴射を止め、機関を停止させる。

(1) 调速機組立品

a. 構造

调速機は、调速機本体とその上部カバーに取付けられた调速機電動機から構成される。调速機本体のケーシング内には、機関の回転検出機構と燃料調節機構が内蔵されている。

機関の回転数検出は、機関歯車列から调速機本体下部の駆動軸を介して内部の回転検出機構に伝えることにより行われる。燃料調節は调速機本体側面の出力軸の回転角度の変化として出力され、この出力軸に燃料噴射ポンプ調整装置を結合することによって燃料噴射ポンプからの燃料の増減が行われる。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の调速機組立品の構造図を図2.1-28に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の调速機組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-55及び表2.1-56に示す。

No.	部 位
①	调速機本体
②	调速機電動機

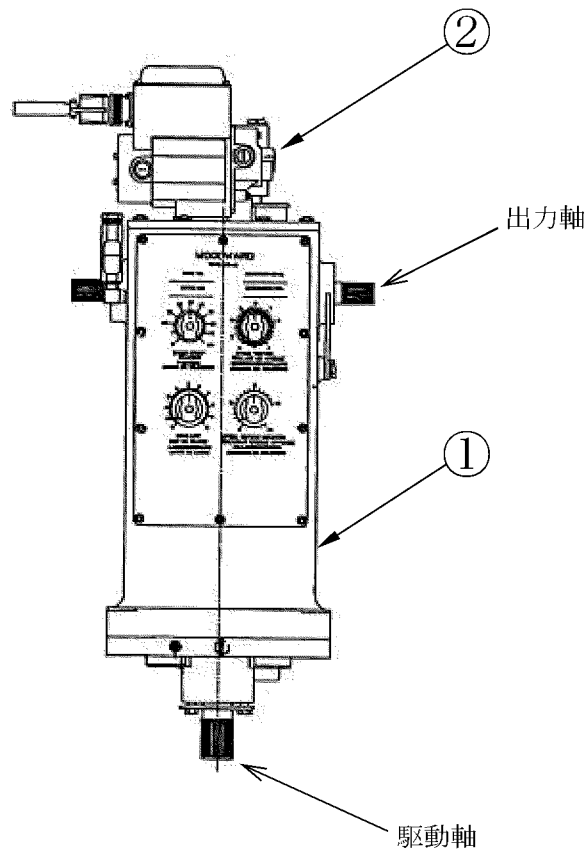


図2. 1-28 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 调速机组立品構造図

表2.1-55 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
調速機組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
調速機本体	鋳 鉄
調速機電動機	消耗品・定期取替品

表2.1-56 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
調速機組立品の使用条件

調速機回転数	約960rpm
電 圧	DC125V

(2) 燃料噴射ポンプ調整装置組立品

a. 構造

燃料噴射ポンプ調整装置は、调速機出力軸に接続する调速機出力軸周りリンク、燃料噴射ポンプの燃料調整レバーを作動させる側面の燃料噴射ポンプ周りリンク及びこれらのリンク間を連結し16台の各燃料噴射ポンプを同時に作動させる端面連結部周りリンクから構成されている。

本装置は、调速機からの燃料増減指示を各燃料噴射ポンプに伝達し、燃料噴射量を制御する機械的なリンクである。

リンクの主な構成要素は回転を伝えるシャフト、回転を水平運動に変えるレバー、そして水平運動を伝えるバネ靴、これらを接続する腕及びシャフトを支える軸受である。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料噴射ポンプ調整装置組立品の構造図を図2.1-29に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の燃料噴射ポンプ調整装置組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-57及び表2.1-58に示す。

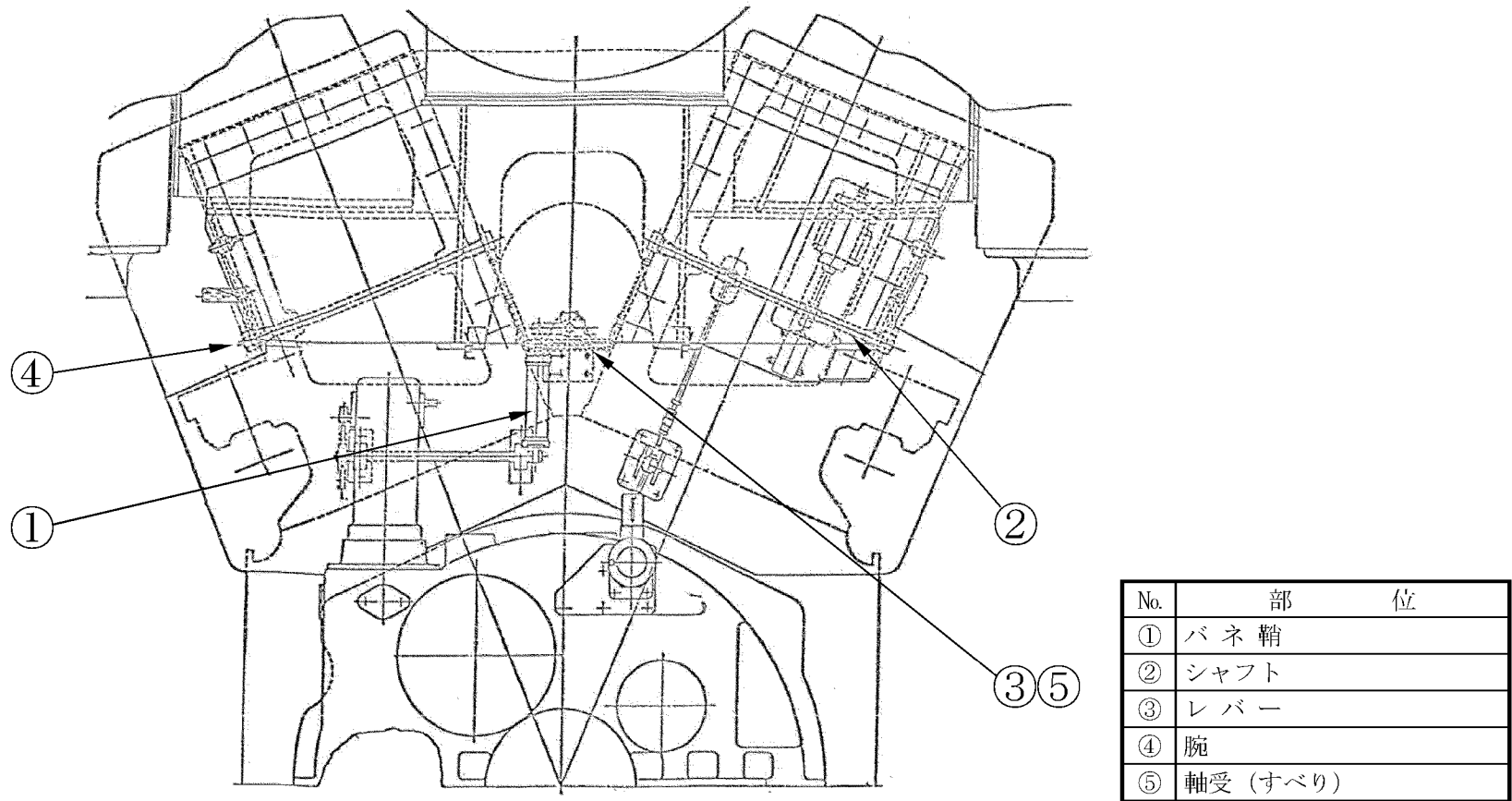


図 2.1-29 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 燃料噴射ポンプ調整装置組立品構造図

表2.1-57 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

燃料噴射ポンプ調整装置組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
バネ鞘	炭素鋼
シャフト	炭素鋼
レバー	炭素鋼
腕	炭素鋼
軸受(すべり)	消耗品・定期取替品

表2.1-58 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体

燃料噴射ポンプ調整装置組立品の使用条件

周 囲 温 度	約75℃
---------	------

(3) 非常用停止装置組立品

a. 構造

非常用停止装置は、ピストン、ピストン案内及びレバーから構成されており、作動空気によりピストンを作動させることによって、燃料噴射ポンプ調整装置が動作し、機関を停止させる。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の非常用停止装置組立品の構造図を図2.1-30に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の非常用停止装置組立品の使用材料及び使用条件を表2.1-59及び表2.1-60に示す。

No.	部 位
①	ピストン
②	ピストン案内
③	レバ ー
④	ば ね

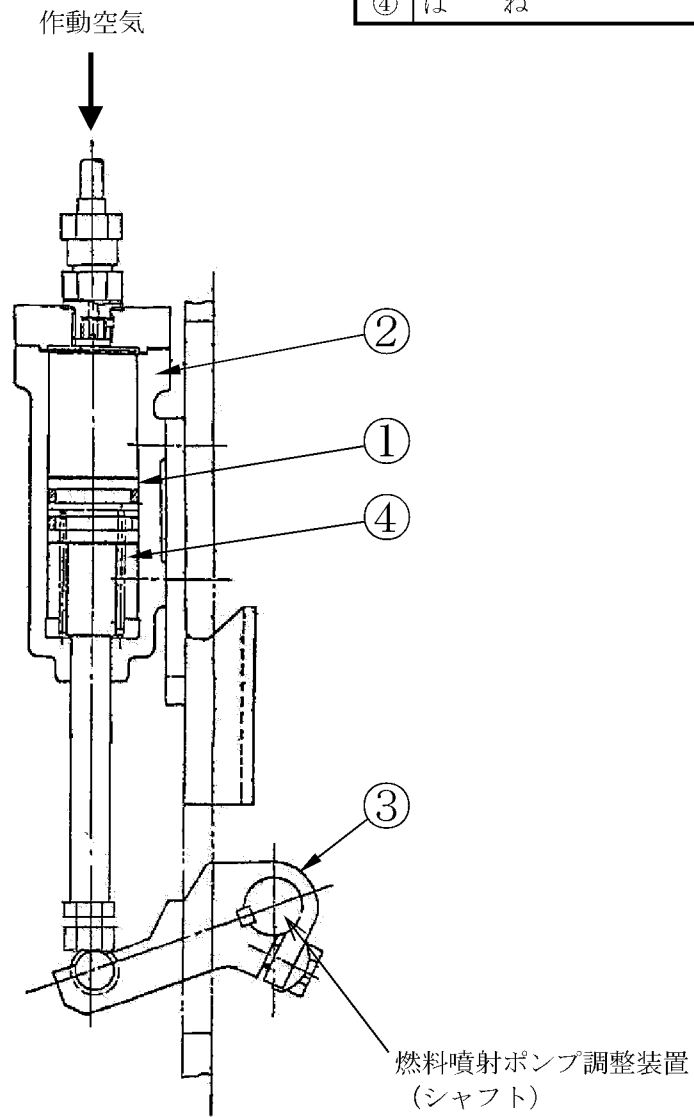


図2.1-30 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 非常用停止装置組立品構造図

表2.1-59 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
非常用停止装置組立品主要部位の使用材料

部 位	材 料
ピストン	ステンレス鋼
ピストン案内	鋳 鉄
レバ ー	炭 素 鋼
ば ね	ピアノ線

表2.1-60 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
非常用停止装置組立品の使用条件

空 気 圧 力	約2.9MPa[gage]
---------	---------------

2.1.13 プロセス値の検出・信号変換サブシステム

プロセス値の検出・信号変換サブシステムは、非常用ディーゼル発電機機関本体の運転に影響を与える状態を検知し、非常用ディーゼル発電機機関本体の運転を停止させる。

(1) 圧力・温度スイッチ

a. 構造

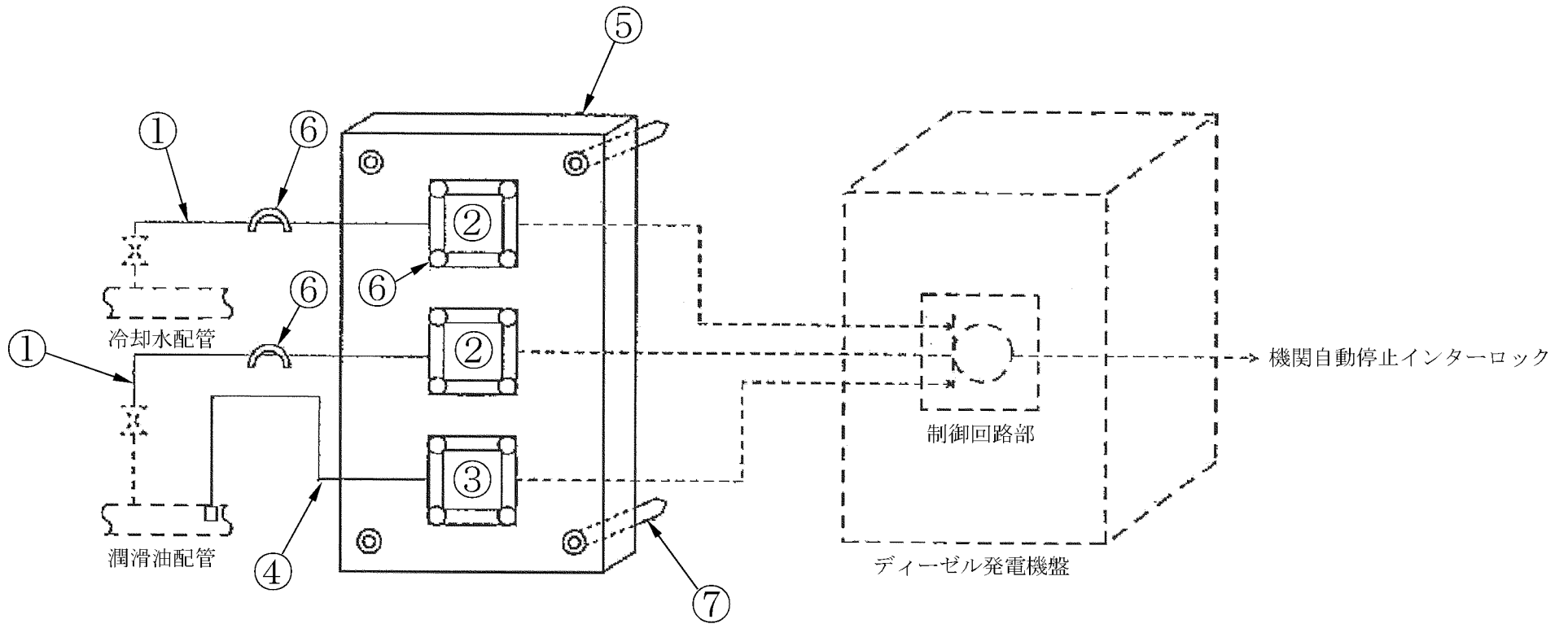
圧力スイッチは、非常用ディーゼル発電機機関本体の冷却水又は潤滑油の圧力が異常に低下した場合に、非常用ディーゼル発電機機関本体を自動停止させる信号を発信する機能を有している。

温度スイッチは、非常用ディーゼル発電機機関本体の潤滑油の温度が異常に高くなった場合に、非常用ディーゼル発電機機関本体を自動停止させる信号を発信する機能を有している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の圧力・温度スイッチの主要機器構成図を図2.1-31に示す。

b. 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体の圧力・温度スイッチの使用材料及び使用条件を表2.1-61及び表2.1-62に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	計装配管	⑤	計器盤
②	圧カスイッチ	⑥	取付ボルト (計装配管・スイッチ)
③	温度スイッチ	⑦	基礎ボルト (メカニカルアンカ)
④	キャピラリーチューブ		

図 2.1-31 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体 圧力・温度スイッチ主要機器構成図

表2.1-61 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
 圧力・温度スイッチ主要部位の使用材料

部 位	材 料
計装配管	炭素鋼、銅合金
圧力スイッチ	消耗品・定期取替品
温度スイッチ	ステンレス鋼他
キャピラリーチューブ	ステンレス鋼他 有機液体
計器盤	炭 素 鋼
取付ボルト（計装配管・スイッチ）	炭素鋼、ステンレス鋼
基礎ボルト（メカニカルアンカ）	炭 素 鋼

表2.1-62 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体
 圧力・温度スイッチの使用条件

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

非常用ディーゼル発電機機関本体の機能である発電機の駆動機能を維持するためには、次の4つの項目が必要である。

- ① 100%負荷耐力保有
- ② 時間内起動
- ③ 速度制御・保持
- ④ 保 護

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

非常用ディーゼル発電機機関本体について、機能達成に必要な項目をサブシステムに分類、主要な機器又は組立品に分解し、さらにこれらを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) ピストンピン穴等の摺動部の摩耗

ピストンピン穴等の摺動部については、摩耗が想定される。

しかしながら、当該部は油雰囲気下で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や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(2) シリンダライナ等燃焼室面の腐食（全面腐食）

燃料が燃焼する過程で燃料油中に含有されている硫黄が燃焼し二酸化硫黄になる。機関停止後シリンダ内及び排気管内に燃焼ガスが残留し、この燃焼ガス中の二酸化硫黄と水分とが結合すると硫酸になる。このため、シリンダライナ及び排気管内等は腐食が想定される。

しかしながら、機関停止時に燃焼室内及び排気管内等に残留する燃焼ガスは、停止後に行われるエアークリーンにより燃焼室及び排気管内等から排出され、新しい空気が吸入されることにより腐食発生の要因が取り除かれることから、腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) シリンダカバー等の疲労割れ

シリンダカバー等には、機関の始動・停止に伴い燃焼室構成部位等が常温から高温になり、再び常温に戻ることによる疲労割れが想定される。

しかしながら、シリンダカバー等は有意な応力変動を受けないように設計されており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお、分解点検時の目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(4) 燃焼室構成部位へのカーボン堆積

燃焼室構成部位であるピストン上部頂面、ピストン側面、ピストンリング溝、シリンダカバー及びシリンダライナは、カーボンを主とする燃焼残渣物が堆積すると、燃焼が悪化することが想定される。

しかしながら、これまでに有意なカーボンの堆積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) クランク軸等の高サイクル疲労割れ

機関運転時には、クランク軸等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、クランク軸等は有意な応力変動を受けないように設計されており、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、試運転時等の振動確認や分解点検時の目視確認又は応力集中部に対する浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(6) はずみ車等の外面からの腐食（全面腐食）

クランク軸のはずみ車、排気管、非常用停止装置のピストン案内等は炭素鋼、炭素鋼鋳鋼、低合金鋼又は鋳鉄であり、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。

(7) ねじり振動防止装置の摩耗

クランク軸のねじり振動防止装置は、機関運転時にクランク軸に働くねじり振動に対し、内蔵の駆動輪と慣性円盤の相対的なモーメントを、内蔵ばねの摩擦と潤滑油の移動により振動エネルギーを吸収し、クランク軸のねじり振幅及びこれによるねじり応力を抑制する機能を有している。このため接触部の摩耗が想定される。

しかしながら、当該部は油雰囲気下で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により、機器の健全性を確認している。

(8) ねじり振動防止装置の腐食（全面腐食）

ねじり振動防止装置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、当該部は油霧囲気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) カップリングボルトの疲労割れ

機関本体のクランク軸と発電機の主軸との結合は、クランク軸と主軸との間に間隔板及びはずみ車をはさみカップリングボルトで結合されている。

起動・運転時にはカップリングボルト部の応力が変動することから、疲労割れが想定される。

しかしながら、カップリングボルトは有意な応力変動を受けないように設計されており、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。

(10) シリンダ冷却水ポンプケーシング等接液部の腐食（全面腐食）

シリンダ冷却水ポンプケーシング、シリンダ冷却水ポンプ羽根車、過給機タービンハウジング、シリンダライナ、シリンダブロック、燃料噴射弁本体等は炭素鋼、炭素鋼鋳鋼、鋳鉄又は銅合金鋳物であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(11) シリンダ冷却水ポンプ羽根車の腐食（キャビテーション）

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(12) 吸気弁・排気弁の弁箱、弁棒等の摩耗

弁箱、弁棒等は弁の開閉による摩耗が想定される。

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。

(13) ばねの変形（応力緩和）

ばねはある一定の応力状態にて長期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、当該ばねは同等か余裕のある環境で使用している。

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

なお、分解点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(14) 空気冷却器管側構成品の海水による腐食（異種金属接触腐食含む）

空気冷却器の管板は銅合金であり、長期使用により海水接液部において腐食が想定される。

また、空気冷却器の水室は炭素鋼鋳鋼であり、海水接液面にライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により炭素鋼鋳鋼に海水が接液した場合は、管板が銅合金であるため、炭素鋼鋳鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認で腐食やライニングの状況を確認し、機器の健全性を維持している。

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

(15) 空気冷却器伝熱管内面の腐食（流れ加速型腐食）

空気冷却器の伝熱管は銅合金であり、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。

銅合金は腐食電位の高い貴な金属であり、耐食性が良いが、高速の流水中で使用すると、流れ加速型腐食が発生することがある。

当該機器は管側流体が海水であり、貝等の異物の付着により局所的に流速が増大し、流れ加速型腐食が発生する場合があるが、貝等の混入物の大きさ、形態及び付着状態は不確定であることから、流速と腐食量について、一律で定量的な評価は困難である。

しかしながら、開放点検時に渦流探傷検査及び漏えい試験により、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。

(16) 空気冷却器伝熱管のスケール付着

管側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認や清掃により、機器の健全性を維持している。

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

(17) 過給機タービンハウジング等へのカーボン堆積

シリンダ内の燃焼により発生したカーボンが排気管を經由し、過給機のタービンハウジング内に堆積し、機関性能を低下させることが想定される。

しかしながら、負荷運転時に排気温度、過給圧力が正常であることを確認しており、これまでに有意なカーボンの堆積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。

(18) 過給機タービンロータのクリープ

過給機のタービンロータは機関運転時、高温になり、かつ遠心力等が作用することから、使用材料によってクリープによる損傷が想定される。

しかしながら、プラント運転開始後60年時点の予測累積運転時間(2,000時間未満)は金属材料研究所データにおいて示されたクリープ破損寿命(100,000時間以上)と比較して短い。

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浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(19) 燃料油供給ポンプケーシング等接液部の腐食(全面腐食)

燃料油供給ポンプケーシング等は炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、当該部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。

(20) 燃料油供給ポンプ軸スリーブの固着

燃料油供給ポンプの軸スリーブ内面の油溝に潤滑油の残渣が堆積していくと潤滑油の流れが妨げられ、駆動軸と軸スリーブの摺動部の接触抵抗が増大することが想定される。

しかしながら、分解点検時に潤滑油残渣のないことを目視にて確認し、作動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。

(21) 燃料噴射ポンプデフレクタの腐食（キャビテーション）

燃料噴射ポンプデフレクタでは燃料の噴射過程における圧力変動が大きく、キャビテーションによるエロージョンが想定される。

しかしながら、燃料噴射ポンプデフレクタはキャビテーションの発生を抑制する構造としており、プラント運転開始後60年時点の予測累積運転時間（2,000時間未満）に対し、同型のディーゼル発電機関で十分な使用実績（14,000時間程度）もある。

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。

(22) 始動弁弁箱等の摺動部の摩耗

始動弁、インターロック弁及び始動空気管制弁の弁箱等は弁等の作動により、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。

(23) 燃料噴射ポンプ調整装置組立品各リンクの固着

燃料噴射ポンプ調整装置組立品のバネ鞘、シャフト、レバー、腕は長期にわたって使用した場合、機関外部に露出しているシャフトや腕に潤滑油の変質及び塵埃の堆積による摩擦の増加により、リンクの摺動抵抗が増大することが想定される。

しかしながら、分解点検時の摺動抵抗測定及び負荷運転時の動作確認により、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。

(24) 温度スイッチ接点部の導通不良

温度スイッチは接点部分に浮遊塵埃が付着することによる導通不良が想定される。

しかしながら、接点部分はケース内に収納されており、塵埃の付着による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、定期的な作動確認により、機器の健全性を確認している。

(25) 温度スイッチの特性変化

温度スイッチは長期間の使用に伴い、特性の変化が想定される。

しかしながら、温度スイッチは測定対象ごとに耐圧性、耐食性等を考慮した材料を選定し設計しており、屋内に設置されていることから環境変化の程度が小さく、短時間で特性が変化する可能性は小さい。

また、定期的な作動確認により、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。

(26) 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。

(27) 排気管のクリープ

排気管は、運転中高温になりクリープによる損傷が想定される。

しかしながら、排気管の熱膨張により発生する応力は、伸縮継手により吸収されクリープによる排気管の損傷が発生し難い。

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。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ピストンリング、Oリング、油カキリング、気密リング、ゴムリング、軸受（ころがり）、メカニカルシール、オイルシール、グランドパッキン、防食亜鉛板、パッキン及びガスケットは、分解点検時に取り替えている消耗品である。また、ブッシュ、ロートキャップ、カム軸端部軸受、軸受ブッシュ、軸受（すべり）、燃料噴射管、ノズル及び伸縮継手は分解点検時の目視確認、調速機電動機は分解点検時の絶縁抵抗測定の結果に基づき取り替えている消耗品である。なお、圧力スイッチ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。

表2.2-1(1/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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			
100%負荷耐力保有	爆発力伝達サブシステム	ピストン組立品	ピストン上部		低合金鋼	△	△	△(頂部)				△*1	*1:カーボン堆積	
			ピストン下部		アルミニウム合金	△(ピン穴)		△				△*1		
			ピストンリング	◎	—									
			Oリング	◎	—									
			ピストンピン		低合金鋼	△								
			油カキリング	◎	—									
		ピストン連接棒組立品	主連接棒		低合金鋼				△					
			副連接棒		低合金鋼									
			上部冠		炭素鋼									
			下部冠		炭素鋼									
			ピストンピン軸受(すべり)	◎	—									
			クランクピン軸受(すべり)	◎	—									
			スイングピン軸受(すべり)	◎	—									
			スイングピン		低合金鋼	△								
ボルト		低合金鋼												

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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			
100%負荷耐力保有	回転運動サブシステム	クランク軸組立品	クランク軸		低合金鋼	△		△*1					*1:高サイクル疲労割れ	
			はずみ車		炭素鋼		△							
			補助ポンプ駆動歯車		低合金鋼	△								
			ねじり振動防止装置		炭素鋼 鋳鉄 ばね鋼	△	△							
			カップリングボルト		炭素鋼			△						
			間 隔 板		炭素鋼		△							
		カム軸駆動装置組立品	クランク軸付歯車		低合金鋼	△								
			中間歯車		低合金鋼 炭素鋼	△								
			カム軸付歯車		炭素鋼	△								
			カム軸端部軸受	◎	—									
			軸受ブッシュ	◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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		
100%負荷耐力保有	回転運動サブシステム	カム軸組立品	カム軸		炭素鋼	△						*1:カーボン堆積	
			カム軸受(すべり)	◎	—								
			燃料カム		低合金鋼	△							
			排気カム		低合金鋼	△							
			吸気カム		低合金鋼	△							
			始動カム		低合金鋼	△							
	燃焼室構成サブシステム	シリンダライナ組立品	シリンダライナ		鋳 鉄	△	△ (接液部) △ (燃焼室面)	△				△*1	
			気密リング	◎	—								
			ゴムリング	◎	—								
		シリンダカバー組立品	シリンダカバー		鋳 鉄		△ (接液部) △ (燃焼室面) △ (外面)	△				△*1	
	カバーボルト		低合金鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(4/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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		
100%負荷 耐力保有	冷却水供給 サブシステム	シリンダ冷 却水ポンプ 組立品	ケーシング		鑄 鉄		△ (接液部) △ (外面)					*1:キャビテーション *2:高サイクル 疲労割れ	
			軸		ステンレス鋼			△*2					
			羽 根 車		銅合金鑄物	△	△ △*1						
			軸受(ころがり)	◎	—								
			メカニカルシール	◎	—								
			駆動歯車		低合金鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(5/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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		
100%負荷 耐力保有	吸排気系サブシステム	吸気弁組立品	吸気弁棒		耐熱鋼 (ストレイト肉盛)	△						*1:流れ加速型腐食 *2:スケール付着 *3:変形(応力緩和) *4:異種金属接触腐食	
			吸気弁座		鑄鉄	△	△						
			吸気弁箱		鑄鉄	△							
			ブッシュ	◎	—								
			ばね		ピアノ線						△*3		
			ロートキャップ	◎	—								
		吸気管組立品	吸気管		炭素鋼		△(外面)						
		空気冷却器組立品	フレーム		炭素鋼		△(外面)						
			管板		銅合金		△						
			伝熱管		銅合金		△*1(内面)				△*2		
			水室		炭素鋼鑄鋼 (ライニング)		△*4						
			防食亜鉛板	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(6/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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			
100%負荷耐力保有	吸排気系サブシステム	過給機組立品	タービンハウジング		鑄 鉄	△ (ノズル部)	△ (接液部) △ (燃焼室面) △ (外面)					△*3 (ノズル部)	*1:クリープ *2:高サイクル疲労割れ *3:カーボン堆積	
			タービンノズル		ステンレス鋼 鑄 鉄	△						△*3		
			タービンブレード		低合金鋼									
			コンプレッサホイール		アルミニウム合金									
			コンプレッサケース		鑄 鉄 アルミニウム合金鑄物									
			タービンロータ		低合金鋼	△		△*2						△*1
			軸受(ころがり)	◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(7/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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			
100%負荷耐力保有	吸排気系サブシステム	排気管組立品	排 気 管		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)					▲*1	*1:クリープ *2:変形 (応力緩和)	
			伸縮継手	◎	—									
			パッキン	◎	—									
			ボ ル ト		ステンレス鋼									
			排気管サポート		炭 素 鋼		△							
			ガスケット	◎	—									
		排気弁組立品	排気弁棒		耐 熱 鋼 (ステライト肉盛)		△							
			排気弁座		ステンレス鋼		△							
			排気弁箱		炭素鋼 ステンレス鋼		△	△ (接液部)						
			ブッシュ	◎	—									
			ば ね		ピアノ線							△*2		
ロートキャップ	◎	—												

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(8/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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		
100%負荷耐力保有	吸排気弁駆動サブシステム	吸・排気弁駆動装置組立品	ローラ		低合金鋼	△							
			ブッシュ	◎	—								
			押 棒		炭素鋼								
			軸		炭素鋼	△							
			球端付ネジ棒		炭素鋼	△							
	支持サブシステム	シリンダブロック及びフレーム組立品	シリンダブロック		鋳 鉄		△ (接液部)						
			軸受(すべり)	◎	—								
			フレーム		鋳 鉄		△(内面) △(外面)						
			基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(9/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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		
100%負荷 耐力保有	そ の 他	クランク室 安全弁組立 品	弁 体		炭 素 鋼		△(外面)						*1:変形 (応力緩和)
			ば ね		ピアノ線						△*1		
			プレート		炭 素 鋼		△(外面)						
		シリンダ 安全弁組立 品	弁 箱		鋳 鉄	△	△(外面)						
			弁 棒		炭 素 鋼	△							
			ば ね		ばね鋼							△*1	
			弁 体		耐 熱 鋼 (ステイト肉盛)	△							
			弁 座		ステンレス鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(10/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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			
時間内起動	燃料油供給サブシステム	燃料油供給ポンプ組立品	ケーシング		鋳 鉄	△	△(内面) △(外面)						*1:高サイクル疲労割れ *2:固着	
			軸		炭素鋼			△*1						
			駆動歯車		炭素鋼	△								
			被駆動歯車		炭素鋼	△								
			軸受(すべり)	◎	—									
			オイルシール	◎	—									
			グランドパッキン	◎	—									
			軸スリーブ		銅合金鋳物									△*2

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(11/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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		
時間内起動	燃料油供給サブシステム	燃料噴射ポンプ組立品	ケーシング		鋳 鉄		△(内面) △(外面)						*1:キャビテーション *2:変形(応力緩和) *3:高サイクル疲労割れ
			プランジャ		低合金鋼	△							
			スリーブ		低合金鋼	△							
			デフレクタ		合 金 鋼		△*1						
			燃料噴射管	◎	—								
			ローラ		低合金鋼	△							
			滑 筒		炭素鋼鋳鋼	△							
			ローラピン		低合金鋼	△		△*3					
			弁		低合金鋼	△							
			ば ね		ピアノ線							△*2	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(12/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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			
時間内起動	燃料油供給 サブシステム	燃料噴射弁 組立品	弁 本 体		炭 素 鋼		△ (接液部) △ (外面)						*1:変形 (応力緩和)	
			ノ ズ ル	◎	—									
			ば ね		ばね鋼							△*1		
		燃料油供給 ポンプ調圧 弁組立品	弁 箱		炭素鋼鋳鋼	△	△(内面) △(外面)							
			弁 体		ステンレス鋼	△								
			弁 座		ステンレス鋼	△								
			弁 棒		ステンレス鋼	△								
			ブッシュ	◎	—									
			ば ね		ばね用 オイルテンパー線									△*1
			Ｏリング	◎	—									
			ガスケット	◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(13/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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			
時間内起動	潤滑油供給サブシステム	潤滑油ポンプ組立品	ケーシング		鋳 鉄	△	△(内面) △(外面)						*1:変形 (応力緩和) *2:高サイクル 疲労割れ	
			軸		炭素鋼			△*2						
			駆動歯車		炭素鋼	△								
			被駆動歯車		炭素鋼	△								
			軸受(すべり)	◎	—									
		潤滑油調圧弁組立品	弁 箱		炭素鋼鋳鋼	△	△(内面) △(外面)							
			弁 体		ステンレス鋼	△								
			弁 座		ステンレス鋼	△								
			弁 棒		ステンレス鋼	△								
			ブッシュ	◎	—									
			ば ね		ばね鋼							△*1		
			○リング	◎	—									
			ガスケット	◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(14/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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		
時間内起動	始動空気供給サブシステム	始動弁組立品	弁 箱		鋳 鉄	△						*1:変形 (応力緩和)	
			管制ピストン		銅 合 金	△							
			〇リング	◎	—								
			弁 棒		炭 素 鋼	△							
			ば ね		ピアノ線						△*1		
			案内筒		鋳 鉄	△	△(外面)						
			ボルト		低合金鋼		△						
		インターロック弁組立品	弁 箱		炭 素 鋼	△							
			弁 体		銅 合 金	△							
			弁 座		銅 合 金	△							
			弁 棒		ステンレス鋼 (ストレイト肉盛)	△							
			ば ね		ピアノ線						△*1		
		始動空気管制弁組立品	弁 箱		鋳 鉄	△							
			ピストン弁		銅 合 金 炭 素 鋼	△							
			ば ね		ピアノ線						△*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(15/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	組立品	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			
速度制御・保持	回転数制御サブシステム	調速機組立品	調速機本体		鋳 鉄	△	△(外面)						*1:固着 *2:変形 (応力緩和)	
			調速機電動機	◎	—									
		燃料噴射ポンプ調整装置組立品	バネ鞘		炭素鋼			△						△*1
			シャフト		炭素鋼			△						△*1
			レバー		炭素鋼			△						△*1
			腕		炭素鋼			△						△*1
			軸受(すべり)	◎	—									
		非常用停止装置組立品	ピストン		ステンレス鋼									
			ピストン案内		鋳 鉄			△(内面) △(外面)						
			レバー		炭素鋼			△						
			ばね		ピアノ線									△*2

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(16/16) 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	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		
保 護	プロセス値 の検出・信号 変換サブシ ステム	計装配管		炭素鋼 銅合金		△(内面) △(外面)							
		圧力スイッチ	◎	—									
		温度スイッチ		ステンレス鋼他						△	△		
		キャピラリーチ ューブ		ステンレス鋼他 有機液体									
		計器盤		炭素鋼		△							
		取付ボルト (計装配管・スイ ッチ)		炭素鋼 ステンレス鋼		△							
		基礎ボルト (メカニカルア ンカ)		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）

1. 3 非常用ディーゼル発電機機関本体 付属設備

[対象設備]

1.3.1 ポンプ

1.3.2 熱交換器

1.3.3 容器

1.3.4 配管

1.3.5 弁

川内1号炉で使用されている非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備は、大きく5つの設備に分類されるため、本評価書においては、これらの対象設備5種類について技術評価を行う。

本評価書では、以下の5つに分類している。

1.3.1 ポンプ

1.3.2 熱交換器

1.3.3 容器

1.3.4 配管

1.3.5 弁

1. 3. 1 ポンプ

[対象機器]

- ① 温水循環ポンプ
- ② 燃料弁冷却水ポンプ
- ③ 潤滑油プライミングポンプ
- ④ 燃料油移送ポンプ
- ⑤ 空気圧縮機

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	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	22
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	37
3. 代表機器以外への展開	38
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	38
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	39

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備で使用されている主要なポンプの主な仕様を表1-1に示す。

これらのポンプを型式、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループから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に示すポンプについて、型式、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計4つのグループに分離される。

1.2 代表機器の選定

(1) 型式：横置渦巻、内部流体：純水、材料：鋳鉄

このグループには、温水循環ポンプ及び燃料弁冷却水ポンプが属するが、最高使用温度が高い温水循環ポンプを代表機器とする。

(2) 型式：横置歯車、内部流体：潤滑油、材料：鋳鉄

このグループには、潤滑油プライミングポンプのみが属するため、代表機器は潤滑油プライミングポンプとする。

(3) 型式：横置歯車、内部流体：燃料油、材料：鋳鉄

このグループには、燃料油移送ポンプのみが属するため、代表機器は燃料油移送ポンプとする。

(4) 型式：往復式、内部流体：空気、材料：鋳鉄

このグループには、空気圧縮機のみが属するため、代表機器は空気圧縮機とする。

表1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 ポンプの主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準				選定	選定理由
				重要度*1	使用条件				
型式	内部流体	材料			運転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
横置渦巻	純水	鋳鉄*1	温水循環ポンプ (2)	MS-1	連続 (機関運転時停止)	約0.49	約90	◎	温度
		鋳鉄*2	燃料弁冷却水ポンプ (2)	MS-1	一時 (機関運転時運転)	約0.49	約60		
横置歯車	潤滑油	鋳鉄*3	潤滑油プライミングポンプ (2)	MS-1	連続 (機関運転時停止)	約0.78	約80	◎	
	燃料油	鋳鉄*3	燃料油移送ポンプ (2)	MS-1、重*6	一時 (タンク補給時運転)	約0.49	約40	◎	
往復式	空気	鋳鉄	空気圧縮機 (2)	高*5	一時 (空気だめ補給時運転)	約 3.2	約50	◎	

*1：ケーシングは鋳鉄、主軸はステンレス鋼、羽根車はステンレス鋼鋳鋼

*2：ケーシングは鋳鉄、主軸はステンレス鋼、羽根車は銅合金鋳物

*3：ケーシングは鋳鉄、主軸及び駆動歯車は炭素鋼

*4：機能は最上位の機能を示す

*5：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

*6：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4種類のポンプについて技術評価を実施する。

- ① 温水循環ポンプ
- ② 潤滑油プライミングポンプ
- ③ 燃料油移送ポンプ
- ④ 空気圧縮機

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 温水循環ポンプ

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の温水循環ポンプは、横置渦巻である。

ポンプの主軸及び羽根車にはステンレス鋼及びステンレス鋼鋳鋼を使用しており、純水に接液している。

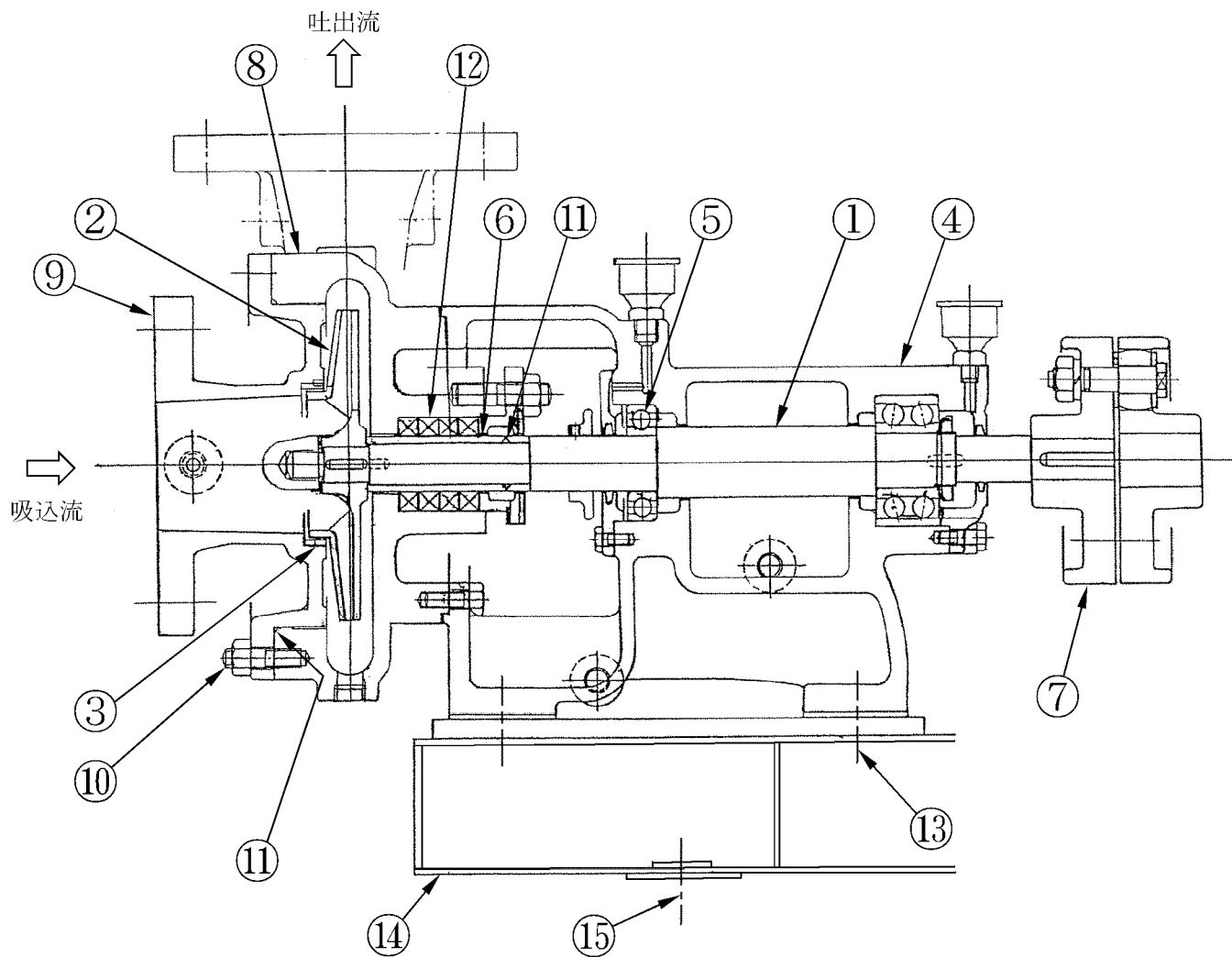
軸封部には、純水の漏れを防止するため、グランドパッキンを使用している。

電動機は、全閉屋内形三相誘導電動機（低圧ポンプ用電動機）であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の温水循環ポンプ及び温水循環ポンプ用電動機の構造図を図2.1-1及び図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の温水循環ポンプ及び温水循環ポンプ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。



No.	部 位
①	主 軸
②	羽 根 車
③	ケーシングリング
④	軸 受 箱
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	スリーブ
⑦	軸 継 手
⑧	ケーシング
⑨	ケーシングカバー
⑩	ケーシングボルト
⑪	Ｏリング
⑫	グランドパッキン
⑬	取付ボルト
⑭	台 板
⑮	基礎ボルト

図 2.1-1 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 温水循環ポンプ構造図

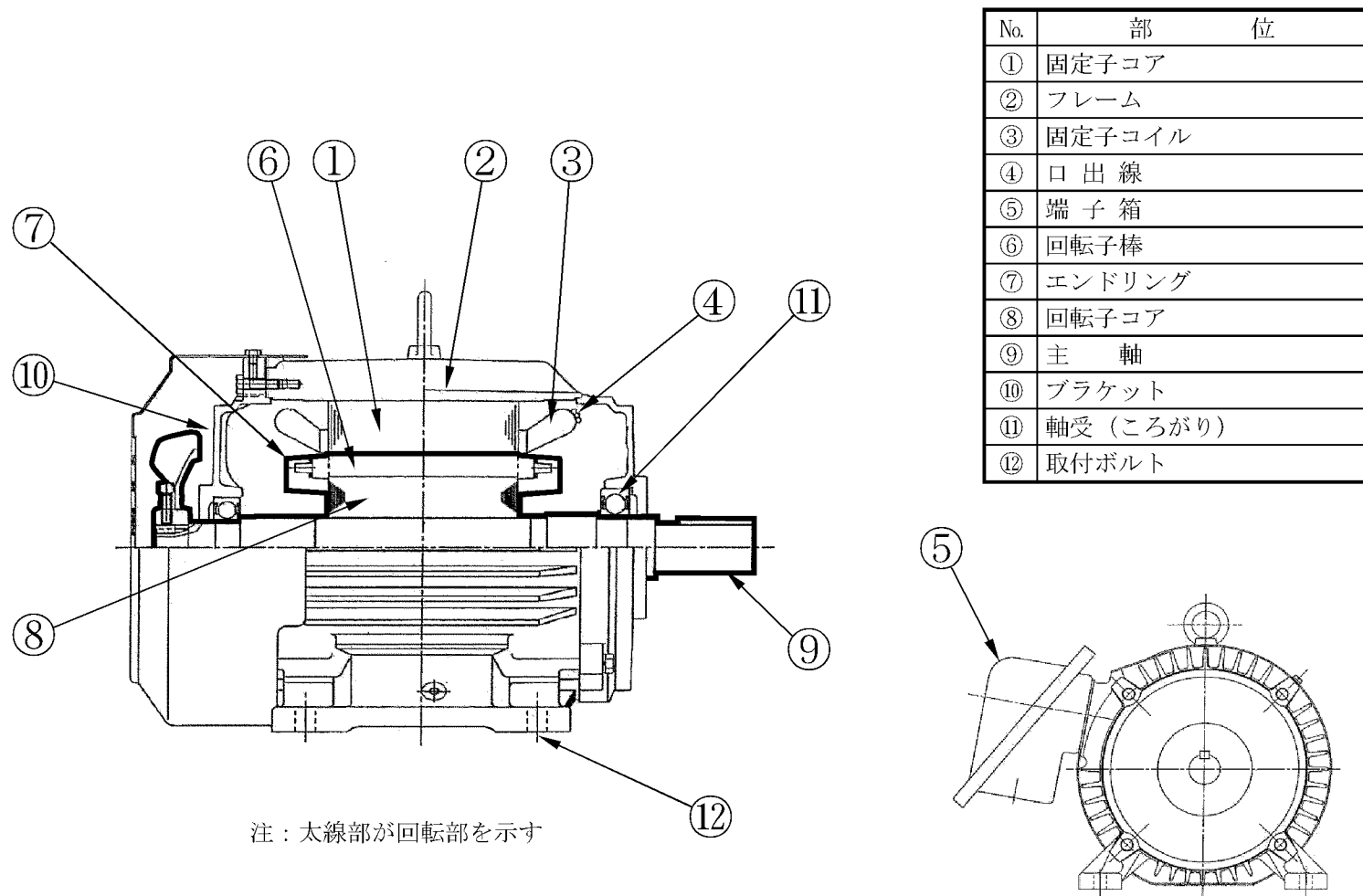


図 2.1-2 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 温水循環ポンプ用電動機構造図

表2.1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 温水循環ポンプ
及び温水循環ポンプ用電動機主要部位の使用材料

	部 位	材 料
ポ ン プ	主 軸	ステンレス鋼
	羽 根 車	ステンレス鋼鋳鋼
	ケーシングリング	消耗品・定期取替品
	軸 受 箱	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	スリーブ	消耗品・定期取替品
	軸 継 手	鋳 鉄
	ケーシング	鋳 鉄
	ケーシングカバー	鋳 鉄
	ケーシングボルト	炭 素 鋼
	Oリング	消耗品・定期取替品
	グラウンドパッキン	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭 素 鋼
	台 板	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼
電 動 機	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	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（A号機：B種絶縁、B 号機：F種絶縁）
	口 出 線	銅、シリコーンゴム（A号機：B種絶縁、B 号機：F種絶縁）
	端 子 箱	炭 素 鋼
	回転子棒	アルミニウム
	エンドリング	アルミニウム
	回転子コア	珪素鋼板
	主 軸	炭 素 鋼
	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
取付ボルト	炭 素 鋼	

表2.1-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 温水循環ポンプ
及び温水循環ポンプ用電動機の使用条件

ポンプ	最高使用圧力	約0.49MPa[gage]
	最高使用温度	約90℃
	容 量	約25m ³ /h
	内 部 流 体	純 水
電動機	定 格 出 力	3.7kW
	定 格 電 圧	440V
	定 格 回 転 数	A号機 : 3,470rpm B号機 : 3,490rpm
	周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所		屋 内

2.1.2 潤滑油プライミングポンプ

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油プライミングポンプは、横置歯車である。

ポンプの主軸、駆動歯車、従動軸及び従動歯車には炭素鋼、ケーシング及びケーシングカバーには鋳鉄を使用しており、潤滑油に接液している。

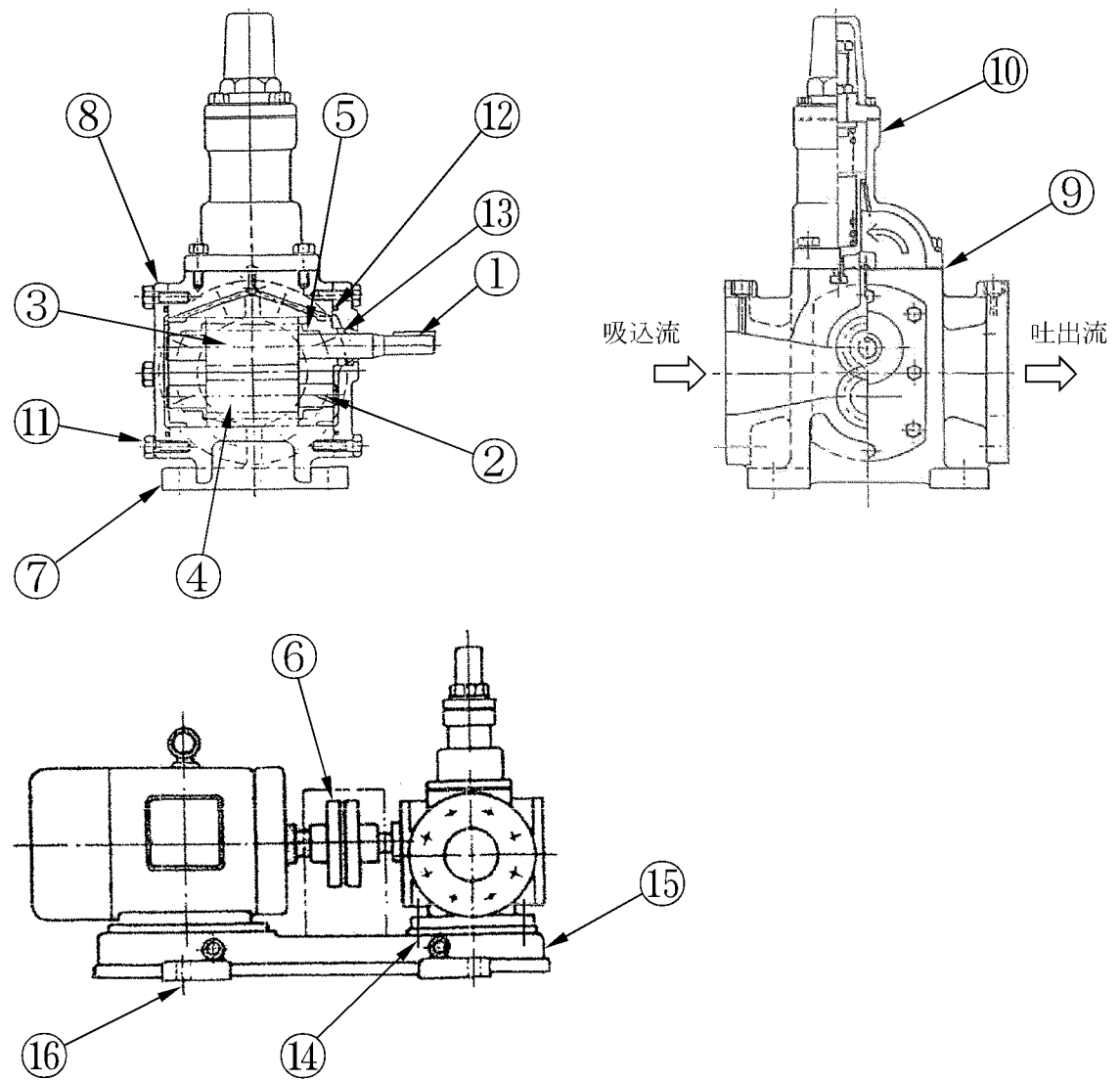
軸封部には潤滑油の漏れを防止するため、オイルシールを使用している。

電動機は全閉屋内形三相誘導電動機（低圧ポンプ用電動機）であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油プライミングポンプ及び潤滑油プライミングポンプ用電動機の構造図を図2.1-3及び図2.1-4に示す。

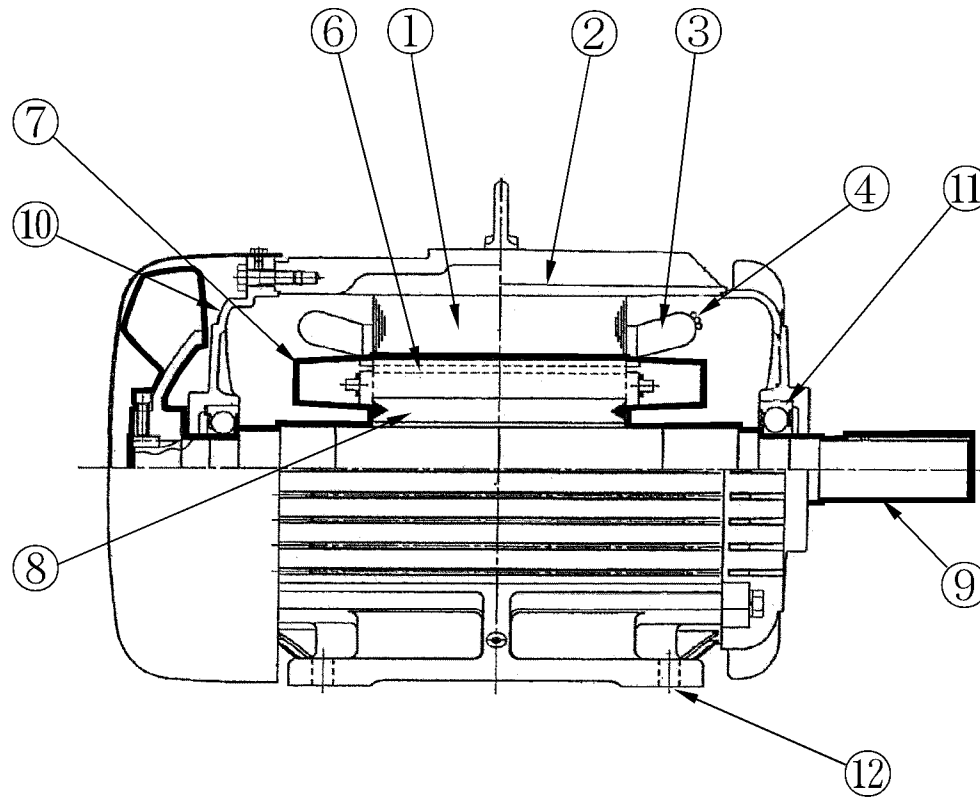
(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油プライミングポンプ及び潤滑油プライミングポンプ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。



No.	部 位
①	主 軸
②	従 動 軸
③	駆動歯車
④	従動歯車
⑤	軸受 (すべり)
⑥	軸 継 手
⑦	ケーシング
⑧	ケーシングカバー
⑨	ガスケット
⑩	リリーフ弁
⑪	ケーシングボルト
⑫	Oリング
⑬	オイルシール
⑭	取付ボルト
⑮	台 板
⑯	基礎ボルト

図 2.1-3 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油プライミングポンプ構造図



注：太線部が回転部を示す

No.	部 位
①	固定子コア
②	フレーム
③	固定子コイル
④	口出線
⑤	端子箱
⑥	回転子棒
⑦	エンドリング
⑧	回転子コア
⑨	主 軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受 (ころがり)
⑫	取付ボルト

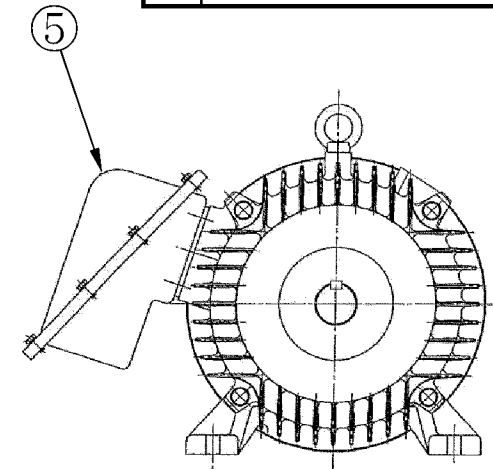


図 2.1-4 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油プライミングポンプ用電動機構造図

表2.1-3 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油プライミングポンプ
及び潤滑油プライミングポンプ用電動機主要部位の使用材料

部 位		材 料	
ポンプ	主 軸	炭 素 鋼	
	従 動 軸	炭 素 鋼	
	駆動歯車	炭 素 鋼	
	従動歯車	炭 素 鋼	
	軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	
	軸 継 手	鋳 鉄	
	ケーシング	鋳 鉄	
	ケーシングカバー	鋳 鉄	
	ガスケット	消耗品・定期取替品	
	リリース弁	本 体	鋳 鉄
		ば ね	ピアノ線
	ケーシングボルト	炭 素 鋼	
	Oリング	消耗品・定期取替品	
	オイルシール	消耗品・定期取替品	
	取付ボルト	炭 素 鋼	
	台 板	鋳 鉄	
	基礎ボルト	炭 素 鋼	
電 動 機	固定子コア	珪素鋼板	
	フレーム	鋳 鉄	
	固定子コイル	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 (A号機：B種絶縁、B 号機：F種絶縁)	
	口 出 線	銅、シリコーンゴム (A号機：B種絶縁、B 号機：F種絶縁)	
	端 子 箱	炭 素 鋼	
	回転子棒	アルミニウム	
	エンドリング	アルミニウム	
	回転子コア	珪素鋼板	
	主 軸	炭 素 鋼	
	ブラケット	鋳 鉄	
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品	
	取付ボルト	炭 素 鋼	

表2.1-4 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油プライミングポンプ
及び潤滑油プライミングポンプ用電動機の使用条件

ポンプ	最高使用圧力	約0.78MPa[gage]
	最高使用温度	約80℃
	容 量	約45m ³ /h
	内 部 流 体	潤 滑 油
電動機	定 格 出 力	15kW
	定 格 電 圧	440V
	定 格 回 転 数	A号機 : 1,760rpm B号機 : 1,750rpm
	周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所		屋 内

2.1.3 燃料油移送ポンプ

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油移送ポンプは、横置歯車である。

ポンプの主軸、駆動歯車、従動軸及び従動歯車には炭素鋼、ケーシング及びケーシングカバーには鋳鉄を使用しており、燃料油に接液している。

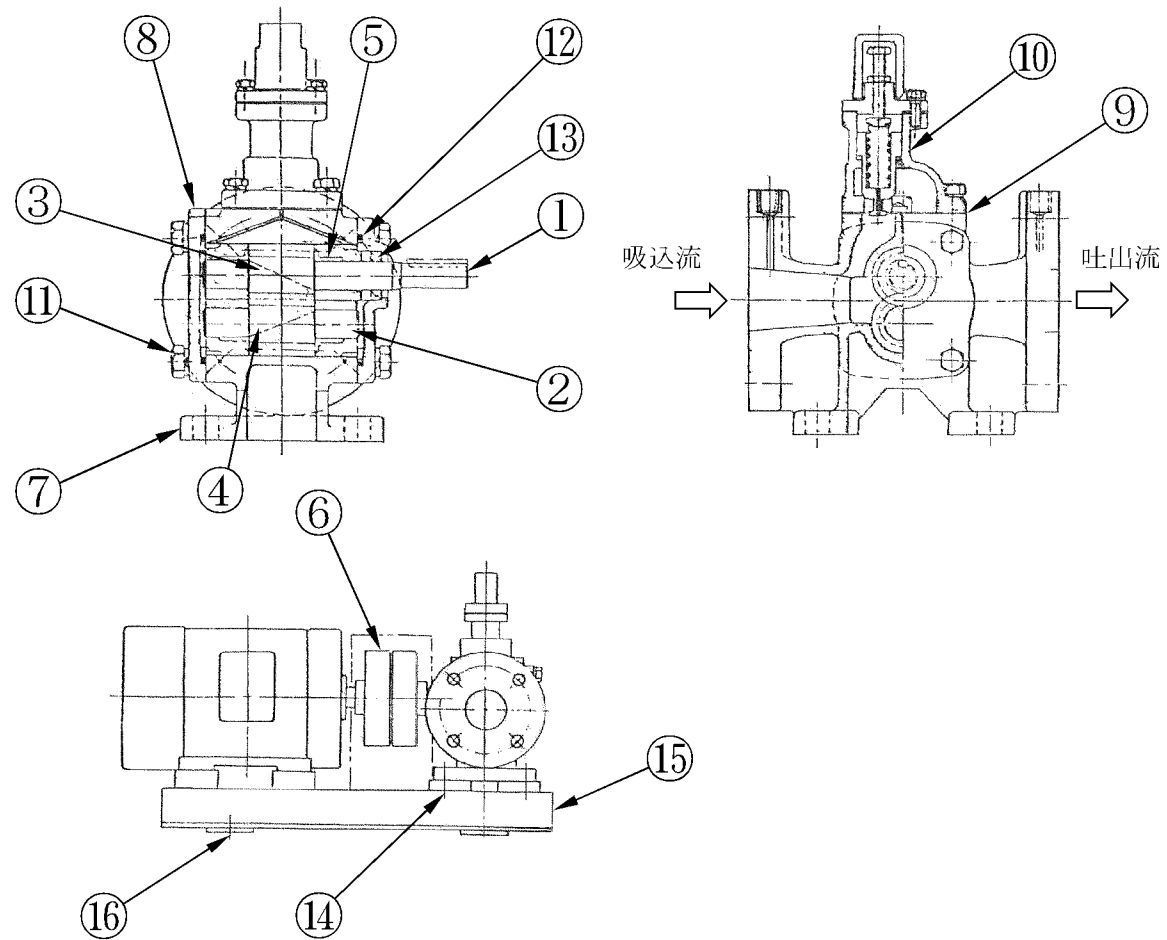
軸封部には燃料油の漏れを防止するため、オイルシールを使用している。

電動機は全閉屋内形三相誘導電動機（低圧ポンプ用電動機）であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油移送ポンプ及び燃料油移送ポンプ用電動機の構造図を図2.1-5及び図2.1-6に示す。

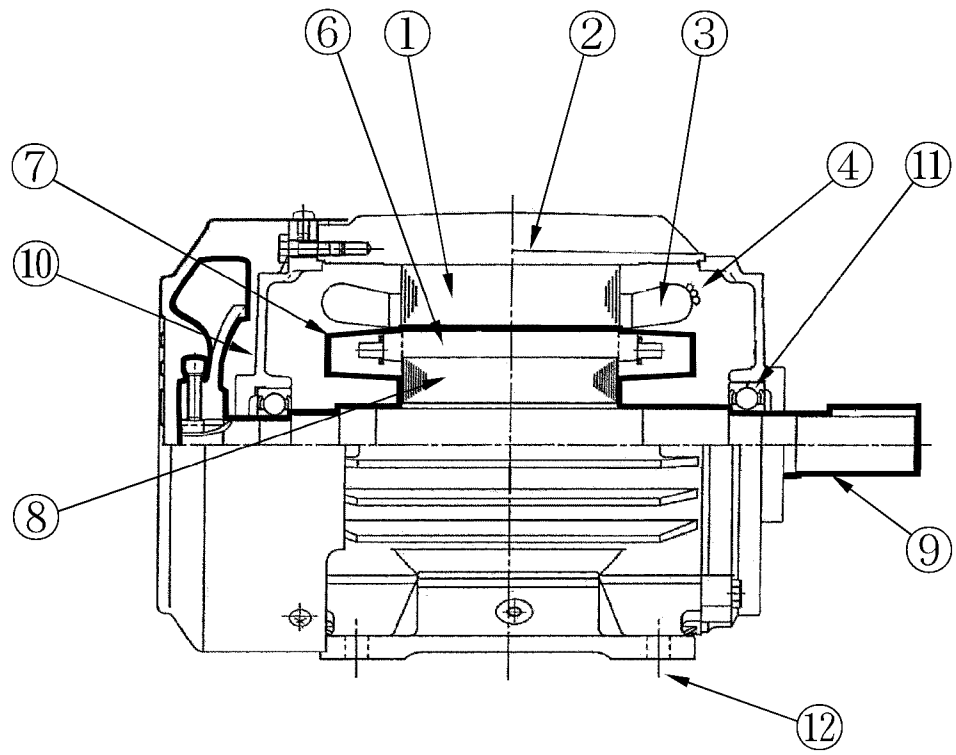
(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油移送ポンプ及び燃料油移送ポンプ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。



No.	部 位
①	主 軸
②	従 動 軸
③	駆動歯車
④	従動歯車
⑤	軸受 (すべり)
⑥	軸 継 手
⑦	ケーシング
⑧	ケーシングカバー
⑨	ガスケット
⑩	リリース弁
⑪	ケーシングボルト
⑫	Oリング
⑬	オイルシール
⑭	取付ボルト
⑮	台 板
⑯	基礎ボルト

図2.1-5 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油移送ポンプ構造図



注：太線部が回転部を示す

No.	部 位
①	固定子コア
②	フレーム
③	固定子コイル
④	口 出 線
⑤	端 子 箱
⑥	回転子棒
⑦	エンドリング
⑧	回転子コア
⑨	主 軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受 (ころがり)
⑫	取付ボルト

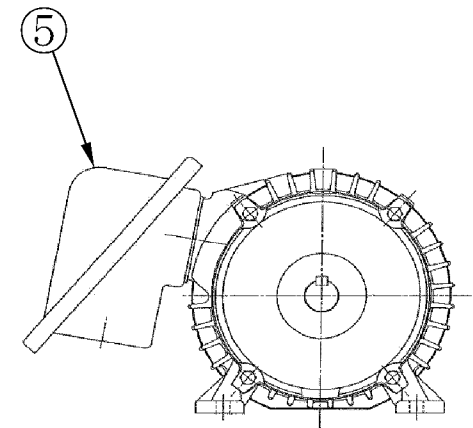


図2.1-6 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油移送ポンプ用電動機構造図

表2.1-5 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油移送ポンプ
及び燃料油移送ポンプ用電動機主要部位の使用材料

部 位		材 料	
ポ ン プ	主 軸	炭 素 鋼	
	従 動 軸	炭 素 鋼	
	駆動歯車	炭 素 鋼	
	従動歯車	炭 素 鋼	
	軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品	
	軸 継 手	鋳 鉄	
	ケーシング	鋳 鉄	
	ケーシングカバー	鋳 鉄	
	ガスケット	消耗品・定期取替品	
	リリース弁	本 体	鋳 鉄
		ば ね	ピアノ線
	ケーシングボルト	炭 素 鋼	
	Oリング	消耗品・定期取替品	
	オイルシール	消耗品・定期取替品	
	取付ボルト	炭 素 鋼	
	台 板	炭 素 鋼	
	基礎ボルト	炭 素 鋼	
電 動 機	固定子コア	珪素鋼板	
	フレーム	鋳 鉄	
	固定子コイル	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	銅、シリコーンゴム (B種絶縁)	
	端 子 箱	炭 素 鋼	
	回転子棒	アルミニウム	
	エンドリング	アルミニウム	
	回転子コア	珪素鋼板	
	主 軸	炭 素 鋼	
	ブラケット	鋳 鉄	
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品	
	取付ボルト	炭 素 鋼	

表2.1-6 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油移送ポンプ
及び燃料油移送ポンプ用電動機の使用条件

ポンプ	最高使用圧力	約0.49MPa[gage]
	最高使用温度	約40℃
	容 量	約5m ³ /h
	内 部 流 体	燃 料 油
電動機	定 格 出 力	1.5kW
	定 格 電 圧	440V
	定 格 回 転 数	1,710rpm
	周 围 温 度	約40℃
設 置 場 所		屋 内

2.1.4 空気圧縮機

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の空気圧縮機は、往復式である。

空気圧縮機を構成する主要部位のクランクケース、シリンダ及びピストンは鋳鉄で、クランク軸は炭素鋼である。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の空気圧縮機の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の空気圧縮機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。

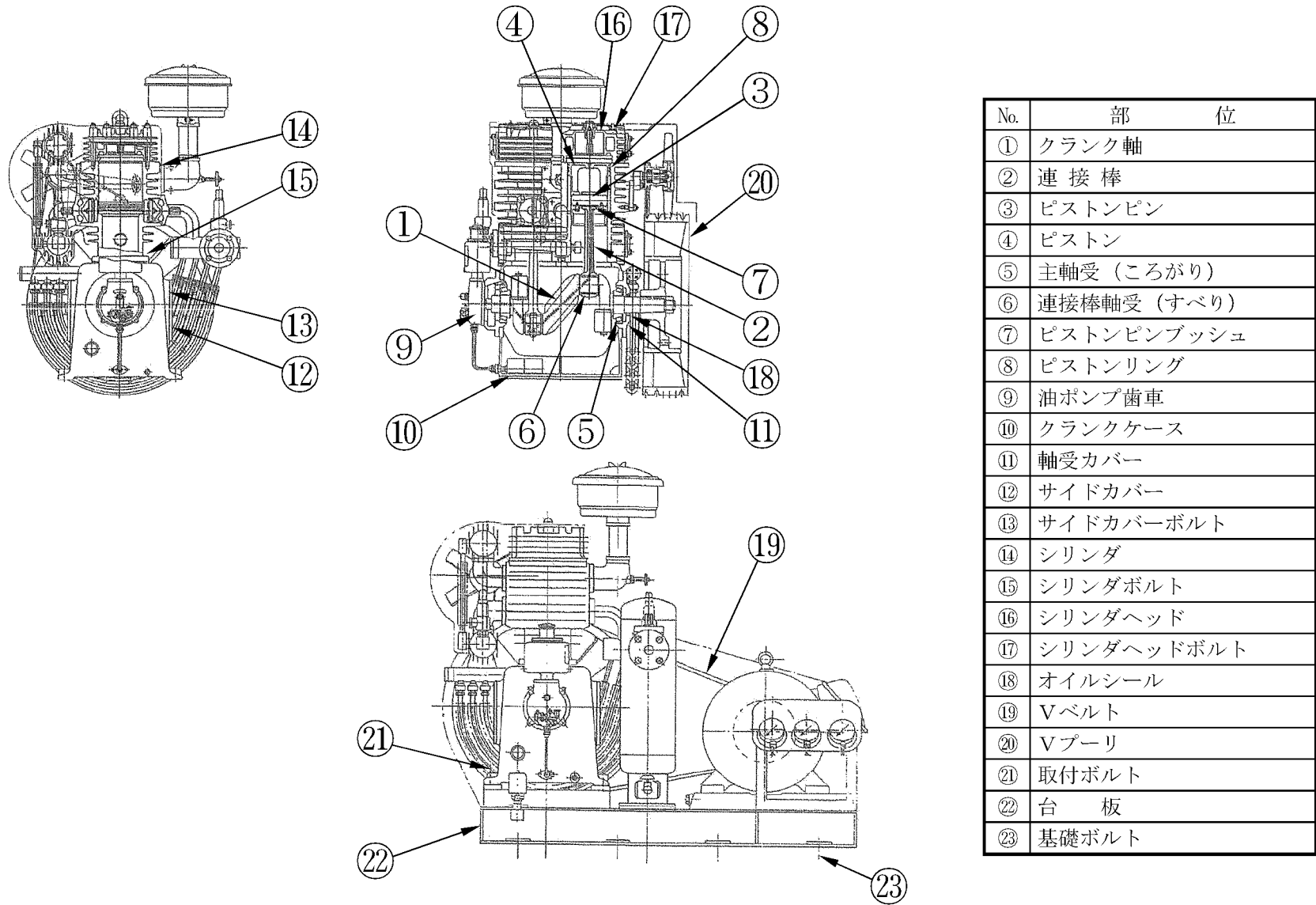


図2.1-7 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 空気圧縮機構造図

表2.1-7 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
 空気圧縮機主要部位の使用材料

部 位	材 料	
空気圧縮機	クランク軸	炭 素 鋼
	連 接 棒	炭 素 鋼
	ピストンピン	低合金鋼
	ピストン	鋳 鉄
	主軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	連接棒軸受（すべり）	消耗品・定期取替品
	ピストンピンブッシュ	消耗品・定期取替品
	ピストンリング	消耗品・定期取替品
	油ポンプ歯車	炭 素 鋼
	クランクケース	鋳 鉄
	軸受カバー	鋳 鉄
	サイドカバー	鋳 鉄
	サイドカバーボルト	炭 素 鋼
	シリンダ	鋳 鉄
	シリンダボルト	炭 素 鋼
	シリンダヘッド	鋳 鉄
	シリンダヘッドボルト	炭 素 鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
	Vベルト	消耗品・定期取替品
	Vプーリ	鋳 鉄
	取付ボルト	炭 素 鋼
	台 板	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-8 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
空気圧縮機の使用条件

最高使用圧力	約3.2MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
容 量	約2Nm ³ /min
内 部 流 体	空 気
設 置 場 所	屋 内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ポンプ（空気圧縮機）の機能である送水（送気）機能を維持するためには、次の4つの項目が必要である。

- ① ポンプ容量－揚程の確保（空気圧縮機容量－圧力の確保）
- ② バウンダリの維持
- ③ 駆動機能の確保
- ④ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ポンプ（空気圧縮機）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（水質（空気）、圧力、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2.2-5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2.2-5で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 固定子コイル及び口出線の絶縁低下 [電動機共通]

固定子コイル及び口出線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2.2-5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) 主軸（クランク軸）、従動軸の摩耗 [共通]

ころがり軸受を使用している温水循環ポンプ、空気圧縮機及び各電動機については、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。

すべり軸受を使用している潤滑油プライミングポンプ、燃料油移送ポンプ及び空気圧縮機については、軸受と主軸の接触面で摺動摩耗が想定される。

しかしながら、設計段階において、主軸（クランク軸）及び従動軸と軸受間に潤滑剤（潤滑油又は燃料油）を供給し、油膜を形成させて流体潤滑状態となるように考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(2) 主軸及び従動軸の高サイクル疲労割れ [共通]

ポンプ（空気圧縮機）及び電動機の運転時には主軸（クランク軸、従動軸を含む）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、ポンプ（空気圧縮機）及び電動機の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）並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認又は浸透探傷検査により、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）〔温水循環ポンプ〕

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 軸受箱の腐食（全面腐食）〔温水循環ポンプ〕

軸受箱は鋳鉄であり、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。

一方、内面については軸受を潤滑するための潤滑油により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。

(5) ケーシング等の腐食（全面腐食）

[潤滑油プライミングポンプ、燃料油移送ポンプ、空気圧縮機]

ポンプ（空気圧縮機）のケーシング等（空気圧縮機はクランクケース等）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。

一方、内面については内部流体が潤滑油プライミングポンプ及び燃料油移送ポンプが油（潤滑油及び燃料油）、空気圧縮機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。

(6) ケーシング等の腐食（全面腐食）[温水循環ポンプ]

ポンプのケーシング等は鋳鉄であり、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。

一方、内面については内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により腐食が想定されるが、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(7) ケーシングボルトの腐食（全面腐食）〔温水循環ポンプ〕

ケーシングボルトは炭素鋼であり、Ｏリング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。

(8) 台板及び取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

台板及び取付ボルト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。

(9) 歯車及びケーシングの摩耗〔潤滑油プライミングポンプ、燃料油移送ポンプ〕

潤滑油プライミングポンプ及び燃料油移送ポンプは歯車ポンプであるため、歯車又はケーシングは接触による摩耗が想定される。

しかしながら、内部流体は潤滑油又は燃料油で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や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(10) ばねの変形（応力緩和）〔潤滑油プライミングポンプ、燃料油移送ポンプ〕

リリーフ弁ばねには、常時内部流体圧力に相当する荷重が加わっており、長期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、当該ばねは同等か余裕のある環境で使用している。

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

なお、分解点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(11) 接続棒、ピストンピンの腐食（全面腐食）〔空気圧縮機〕

空気圧縮機の接続棒及びピストンピンは炭素鋼又は低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、接続棒及びピストンピンはクランクケース内の油霧囲気下で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(12) ピストンピン等の摩耗〔空気圧縮機〕

ピストンピン、ピストン及びシリンダの摺動部については、摩耗が想定される。

しかしながら、当該部は油霧囲気下で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。

(13) ピストンの腐食（全面腐食）〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のピストンは鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、内面はクランクケース内で油雰囲気下であり、外面は圧縮された高温空気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。

(14) Vプーリの摩耗〔空気圧縮機〕

Vプーリは、回転によりVベルトとの接触部に摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時等のVベルトの張力確認及びVプーリの目視確認により、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。

(15) シリンダ、シリンダヘッドの腐食（全面腐食）〔空気圧縮機〕

空気圧縮機のシリンダ及びシリンダヘッドは鋳鉄であり、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。

一方、内面については吸入空気を圧縮した高温空気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。

(16) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）〔電動機共通〕

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等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。

(17) フレーム、端子箱及びブラケットの腐食（全面腐食）〔電動機共通〕

フレーム及びブラケットは鋳鉄、端子箱は炭素鋼であり、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、分解点検時の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。

(18) 回転子棒・エンドリングの疲労割れ〔電動機共通〕

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、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の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。

(19) 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。

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。

(20) 油ポンプ歯車の摩耗〔空気圧縮機〕

油ポンプは歯車ポンプであり、歯車には摩擦による摩耗が想定される。

しかしながら、歯車には、潤滑油を供給し摩耗を防止していることから、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

Oリング、グラندパッキン、軸受（ころがり）、ガスケット、オイルシール及びVベルトは分解点検時に取り替えている消耗品であり、ケーシングリング、スリーブ、軸受（すべり）、ピストンリング及びピストンピンブッシュは分解点検時に目視確認や寸法計測の結果に基づき取り替えている消耗品である。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。

表2.2-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 温水循環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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
ポンプ容量一揚程の確保	主 軸		ステンレス鋼	△		△*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						
	ケーシングリング	◎	—								
	軸受箱		鋳 鉄		△						
	軸受（ころがり）	◎	—								
	スリーブ	◎	—								
	軸継手		鋳 鉄								
バウンダリの維持	ケーシング		鋳 鉄		△						
	ケーシングカバー		鋳 鉄		△						
	ケーシングボルト		炭素鋼		△						
	Oリング	◎	—								
	グランドパッキン	◎	—								
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	台 板		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）

*温水循環ポンプ用電動機については、各ポンプ共通であるため表2.2-5にまとめて記載

表2.2-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油プライミング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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
ポンプ容量一揚程の確保	主 軸		炭素鋼	△		△*2				*1：変形 (応力緩和) *2：高サイクル疲労割れ	
	従 動 軸		炭素鋼	△		△*2					
	駆動歯車		炭素鋼	△							
	従動歯車		炭素鋼	△							
	軸受(すべり)	◎	—								
	軸継手		鋳鉄								
バウダリの維持	ケーシング		鋳鉄	△	△						
	ケーシングカバー		鋳鉄		△						
	ガスケット	◎	—								
	リリース弁	本 体		鋳鉄		△					
		ばね		ピアノ線					△*1		
	ケーシングボルト		炭素鋼		△						
	Oリング	◎	—								
オイルシール	◎	—									
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	台 板		鋳鉄		△						
	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）

*潤滑油プライミングポンプ用電動機については、各ポンプ共通であるため表2.2-5にまとめて記載

表2.2-3 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油移送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	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
ポンプ容量一揚程 の確保	主 軸		炭素鋼	△		△*2				*1：変形 (応力緩和) *2：高サイクル疲労割れ	
	従 動 軸		炭素鋼	△		△*2					
	駆動歯車		炭素鋼	△							
	従動歯車		炭素鋼	△							
	軸受(すべり)	◎	—								
	軸継手		鋳鉄								
バウダリの維持	ケーシング		鋳鉄	△	△						
	ケーシングカバー		鋳鉄		△						
	ガスケット	◎	—								
	リリース弁	本 体		鋳鉄		△					
		ばね		ピアノ線					△*1		
	ケーシングボルト		炭素鋼		△						
	Oリング	◎	—								
オイルシール	◎	—									
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	台 板		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）

*燃料油移送ポンプ用電動機については、各ポンプ共通であるため表2.2-5にまとめて記載

表2.2-4 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 空気圧縮機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
空気圧縮機容量－圧力の確保	クランク軸		炭素鋼	△		△*1				*1：高サイクル疲労割れ	
	連 接 棒		炭素鋼		△						
	ピストンピン		低合金鋼	△	△						
	ピストン		鋳 鉄	△	△						
	主軸受（ころがり）	◎	－								
	連接棒軸受（すべり）	◎	－								
	ピストンピンブッシュ	◎	－								
	ピストンリング	◎	－								
油ポンプ歯車			炭素鋼	▲	△						
バウダリの維持	クランクケース		鋳 鉄		△						
	軸受カバー		鋳 鉄		△						
	サイドカバー		鋳 鉄		△						
	サイドカバーボルト		炭素鋼		△						
	シリンダ		鋳 鉄	△	△						
	シリンダボルト		炭素鋼		△						
	シリンダヘッド		鋳 鉄		△						
	シリンダヘッドボルト		炭素鋼		△						
オイルシール	◎	－									
駆動機能の確保	Vベルト	◎	－								
	Vプーリ		鋳 鉄	△	△						
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	台 板		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）

表2.2-5 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 電動機に想定される経年劣化事象
(温水循環ポンプ用電動機、潤滑油プライミングポンプ用電動機、燃料油移送ポンプ用電動機)

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		
駆動機能の確保	固定子コア		珪素鋼板		△						*1：高サイクル疲労割れ *2：A温水循環ポンプ用電動機、A潤滑油プライミングポンプ用電動機、A/B燃料油移送ポンプ用電動機 *3：B温水循環ポンプ用電動機、B潤滑油プライミングポンプ用電動機	
	フレーム		鋳 鉄		△							
	固定子コイル		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 ^{*2} 、 F種絶縁 ^{*3})					○				
	口出線		銅 シリコンゴム (B種絶縁 ^{*2} 、 F種絶縁 ^{*3})					○				
	端子箱		炭素鋼		△							
	回転子棒		アルミニウム			△						
	エンドリング		アルミニウム			△						
	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 固定子コイル及び口出線の絶縁低下 [電動機共通]

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線の絶縁低下の事象は、空調用の電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境は同様であることから、空調設備の技術評価書のうち「電動機」の低圧電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下の事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価は、空調用の電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境は同様であることから、空調設備の技術評価書のうち「電動機」の低圧電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応は、空調用の電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境は同様であることから、空調設備の技術評価書のうち「電動機」の低圧電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応を参照のこと。

3. 代表機器以外への展開

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

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 燃料弁冷却水ポンプ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 固定子コイル及び口出線の絶縁低下

電圧区分、絶縁仕様及び使用環境は代表機器と同様であることから、空調設備の技術評価書のうち「電動機」の低圧電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下事象の評価を参照のこと。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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 主軸の摩耗

ころがり軸受を使用している燃料弁冷却水ポンプ及び電動機については、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。

3.2.2 主軸の高サイクル疲労割れ

ポンプ及び電動機の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、ポンプ及び電動機の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）並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認又は浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 羽根車の腐食（キャビテーション）

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 軸受箱の腐食（全面腐食）

軸受箱は鋳鉄であり、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。

一方、内面については軸受を潤滑するための潤滑油により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。

3.2.5 ケーシング等の腐食（全面腐食）

ポンプのケーシング等は鋳鉄であり、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。

一方、内面については内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により腐食が想定されるが、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。

3.2.6 ケーシングボルトの腐食（全面腐食）

ケーシングボルトは炭素鋼であり、Oリング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。

3.2.7 台板及び取付ボルトの腐食（全面腐食）

台板及び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。

3.2.8 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、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。

3.2.9 フレーム、端子箱及びブラケットの腐食（全面腐食）

フレーム及びブラケットは鋳鉄、端子箱は炭素鋼であり、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、分解点検時の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 回転子棒・エンドリングの疲労割れ

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、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の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。

3.2.11 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。

1. 3. 2 熱交換器

[対象機器]

- ① 清水冷却器
- ② 燃料弁冷却水冷却器
- ③ 潤滑油冷却器
- ④ 清水加熱器

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	12
3. 代表機器以外への展開	21
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	21
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	22

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備で使用されている熱交換器の主な仕様を表1-1に示す。

これらの熱交換器を型式、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループから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に示す熱交換器を型式及び内部流体を分離基準として考えると、表1-1に示すとおり、合計3つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 型式：直管式、内部流体：(管側) 海水 (胴側) 純水

このグループには、清水冷却器及び燃料弁冷却水冷却器が属するが、最高使用温度が高い清水冷却器を代表機器とする。

- (2) 型式：直管式、内部流体：(管側) 海水 (胴側) 潤滑油

このグループには、潤滑油冷却器のみが属するため、代表機器は潤滑油冷却器とする。

- (3) 型式：U字管式、内部流体：(管側) 純水 (胴側) 蒸気

このグループには、清水加熱器のみが属するため、代表機器は清水加熱器とする。

表1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 熱交換器の主な仕様

分離基準					機器名称 (台数)	選定基準				選定	選定理由
型式	内部流体 (管側/胴側)	材 料				重要度*1	使用条件 (管側/胴側)				
		胴 板	水 室	伝 熱 管			運 転	最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
直管式	海水/純水	炭素鋼	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)	銅合金	清水冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.69/約0.49	約50/約90	◎	温度
					燃料弁冷却水冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.69/約0.49	約50/約60		
	海水/潤滑油	炭素鋼	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)	銅合金	潤滑油冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.69/約0.78	約50/約80	◎	
U字管式	純水/蒸気	炭素鋼	炭素鋼鋳鋼	ステンレス鋼	清水加熱器 (2)	MS-1	連続	約0.5 /約1.0	約90/約260	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：機関運転時にのみ運転。ただし、管側（海水）は常時通水

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の3種類の熱交換器について技術評価を実施する。

- ① 清水冷却器
- ② 潤滑油冷却器
- ③ 清水加熱器

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 清水冷却器

(1) 構造

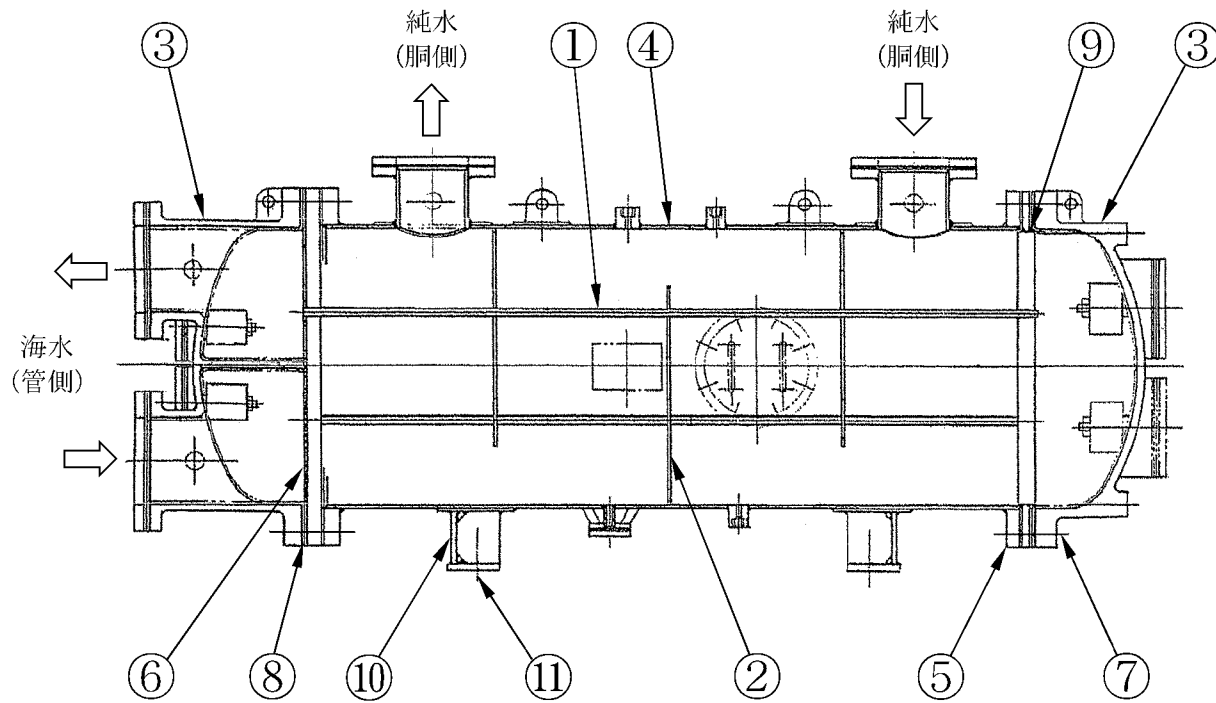
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の清水冷却器は、直管式である。

伝熱管には銅合金を使用しており、海水及び純水に接液している。海水に接液する管側耐圧構成品には、ライニングされた炭素鋼鋳鋼を使用している。また、胴側耐圧構成品には炭素鋼を使用しており、純水に接液している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の清水冷却器の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の清水冷却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	伝熱管
②	邪魔板
③	水 室
④	胴 板
⑤	胴フランジ
⑥	管 板
⑦	フランジボルト
⑧	ガスケット
⑨	〇リング
⑩	支持脚
⑪	基礎ボルト

図 2.1-1 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 清水冷却器構造図

表2.1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
清水冷却器主要部位の使用材料

部 位		材 料
熱交換伝熱構成品	伝熱管	銅合金
流路構成品	邪魔板	炭素鋼
管側耐圧構成品	水室	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)
胴側耐圧構成品	胴板	炭素鋼
	胴フランジ	炭素鋼
管側/胴側 バウンダリ構成品	管板	銅合金
	フランジボルト	炭素鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	Oリング	消耗品・定期取替品
支持構造物組立品	支持脚	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
清水冷却器の使用条件

最高使用圧力	(管側) 約0.69MPa[gage]	(胴側) 約0.49MPa[gage]
最高使用温度	(管側) 約50℃	(胴側) 約90℃
内部流体	(管側) 海水	(胴側) 純水

2.1.2 潤滑油冷却器

(1) 構造

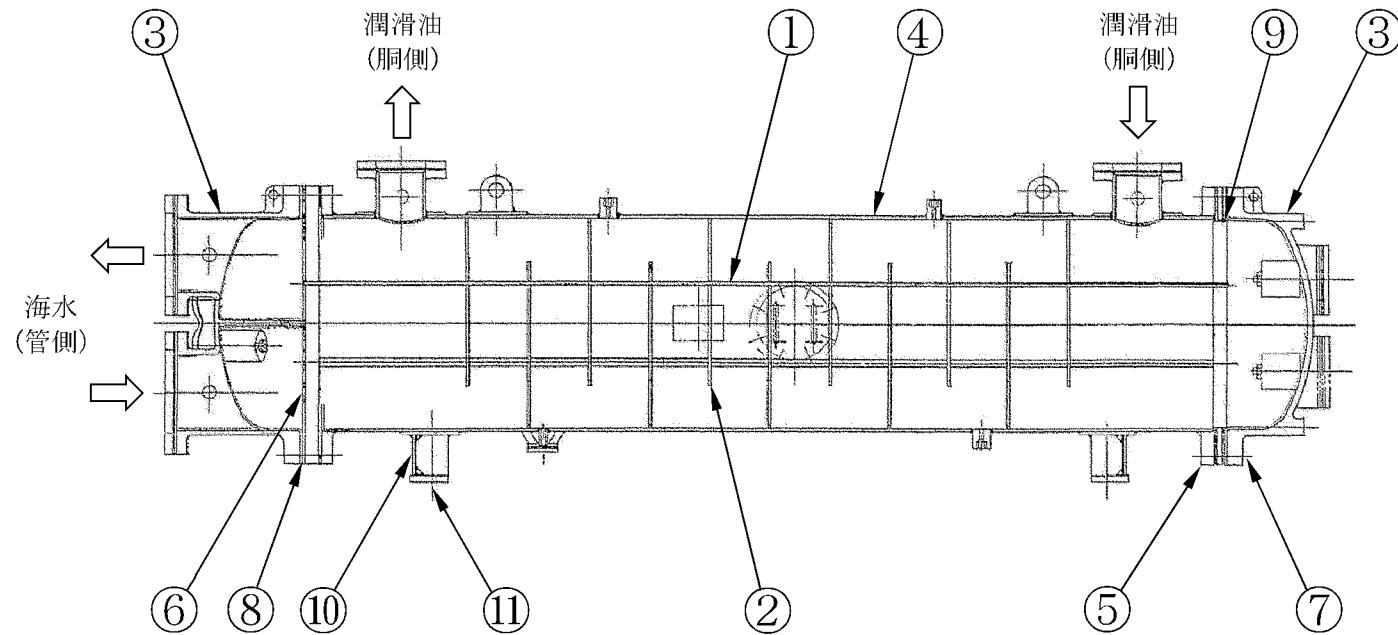
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油冷却器は、直管式である。

伝熱管には銅合金を使用しており、海水及び潤滑油に接液している。海水に接液する管側耐圧構成品には、ライニングされた炭素鋼鋳鋼を使用している。また、胴側耐圧構成品には炭素鋼を使用しており、潤滑油に接液している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油冷却器の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油冷却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	伝熱管
②	邪魔板
③	水室
④	胴板
⑤	胴フランジ
⑥	管板
⑦	フランジボルト
⑧	ガスケット
⑨	Oリング
⑩	支持脚
⑪	基礎ボルト

図2.1-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油冷却器構造図

表2.1-3 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
潤滑油冷却器主要部位の使用材料

部 位		材 料
熱交換伝熱構成品	伝熱管	銅合金
流路構成品	邪魔板	炭素鋼
管側耐圧構成品	水室	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)
胴側耐圧構成品	胴板	炭素鋼
	胴フランジ	炭素鋼
管側/胴側 バウンダリ構成品	管板	銅合金
	フランジボルト	炭素鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	Oリング	消耗品・定期取替品
支持構造物組立品	支持脚	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-4 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
潤滑油冷却器の使用条件

最高使用圧力	(管側) 約0.69MPa[gage]	(胴側) 約0.78MPa[gage]
最高使用温度	(管側) 約50℃	(胴側) 約80℃
内部流体	(管側) 海水	(胴側) 潤滑油

2.1.3 清水加熱器

(1) 構造

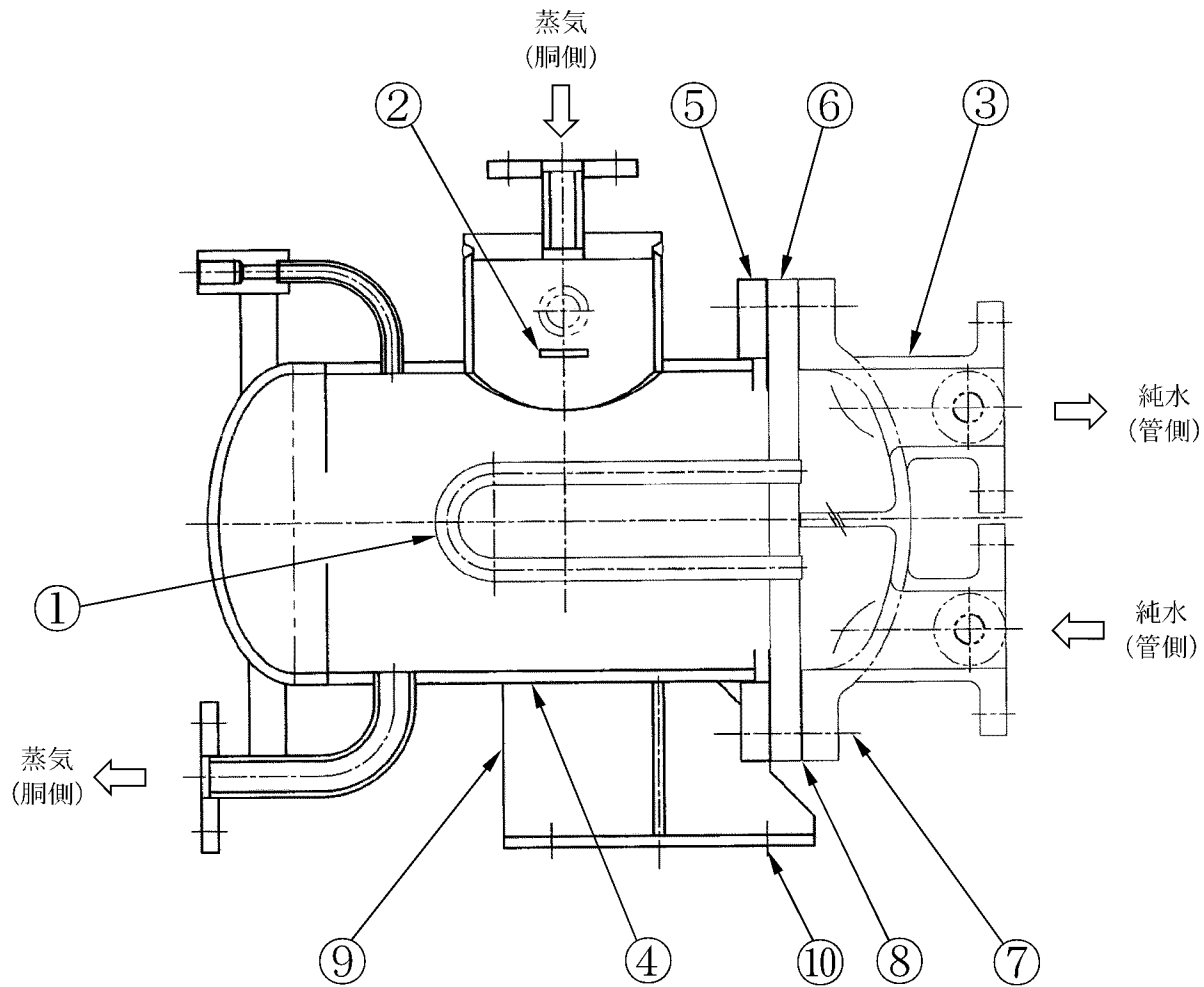
川内1号炉非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の清水加熱器は、U字管式である。

伝熱管にはステンレス鋼を使用しており、純水及び蒸気に接液している。管側耐圧構成品及び胴側耐圧構成品は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼を使用しており、それぞれ、純水及び蒸気に接液している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の清水加熱器の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の清水加熱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	伝熱管
②	緩衝板
③	水室
④	胴板
⑤	胴フランジ
⑥	管板
⑦	フランジボルト
⑧	ガスケット
⑨	支持脚
⑩	基礎ボルト

図 2.1-3 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 清水加熱器構造図

表2.1-5 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
清水加熱器主要部位の使用材料

部 位		材 料
熱交換伝熱構成品	伝熱管	ステンレス鋼
	緩衝板	炭素鋼
管側耐圧構成品	水室	炭素鋼鋳鋼
胴側耐圧構成品	胴板	炭素鋼
	胴フランジ	炭素鋼
管側／胴側 バウンダリ構成品	管板	炭素鋼
	フランジボルト	炭素鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
支持構造物組立品	支持脚	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-6 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
清水加熱器の使用条件

最高使用圧力	(管側) 約0.5MPa [gage]	(胴側) 約1.0MPa [gage]
最高使用温度	(管側) 約90℃	(胴側) 約260℃
内部流体	(管側) 純水	(胴側) 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

熱交換器の機能である熱除去機能（冷却器の場合）及び加熱機能（加熱器の場合）を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① 伝熱性能の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

熱交換器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（流体、圧力、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) 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ [清水冷却器、潤滑油冷却器]

胴側流体及び管側流体により伝熱管振動が発生した場合、邪魔板部等で伝熱管に摩耗又は高サイクル疲労割れが想定される。

また、管外表面を流れる流体による振動で伝熱管の強度上想定される振動形態としては、カルマン渦による振動と流力弾性振動がある。

しかしながら、開放点検時の渦流探傷検査等により、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) 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）〔清水冷却器、潤滑油冷却器〕

伝熱管は銅合金であり、管側の内部流体である海水により流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、開放点検時の渦流探傷検査により、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。

一方、胴側の内部流体は純水又は潤滑油であり、流速が遅いことから流れ加速型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、開放点検時の目視確認や渦流探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(3) 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）〔清水加熱器〕

伝熱管は内部流体により、流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、胴側流体は蒸気であるが、入口側蒸気は緩衝板により直接伝熱管にあたらない構造であり、また、管側流体は純水であるが、伝熱管は耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼の伝熱管を使用しているため、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、開放点検時の漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

(4) 伝熱管のスケール付着 [共通]

管側及び胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

清水冷却器、潤滑油冷却器の管側の内部流体である海水の不純物持ち込みによるスケール付着が想定されるが、開放点検時の目視確認や伝熱管の洗浄により、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、清水冷却器の胴側流体は純水、潤滑油冷却器の胴側流体は潤滑油、清水加熱器の胴側及び管側流体は蒸気、純水であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されており、スケール付着による伝熱性能低下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、開放点検時の目視確認や伝熱管の洗浄により、機器の健全性を確認している。

(5) 管側耐圧構成品等の海水による腐食（異種金属接触腐食を含む）

[清水冷却器、潤滑油冷却器]

管側流体が海水であり、接液部に銅合金を使用しているため、長期使用により腐食が想定される。また、海水に接する水室の炭素鋼鋳鋼部位にはライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により炭素鋼鋳鋼に海水が接した場合、管板が銅合金であるため、炭素鋼鋳鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認より、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) 管側耐圧構成品等の内面からの腐食（全面腐食） [清水加熱器]

管側耐圧構成品等が炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(7) 胴側耐圧構成品等の腐食（流れ加速型腐食）〔清水加熱器〕

蒸気中に湿分が存在する 2 相流体を内包する胴板等の炭素鋼使用部位には、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認により、有意な腐食がないことを確認し、機器の健全性を維持している。

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

(8) 胴側耐圧構成品等の内面からの腐食（全面腐食）〔清水冷却器、潤滑油冷却器〕

胴側耐圧構成品等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

清水冷却器の内部流体は飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により腐食が想定されるが、開放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。

また、潤滑油冷却器の内部流体は潤滑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、開放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) 胴板等の外面からの腐食（全面腐食）〔共通〕

胴板等は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、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) フランジボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

フランジボルトは炭素鋼であり、ガスケット又はOリング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、開放点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認している。

(11) 支持脚の腐食（全面腐食）〔共通〕

支持脚は炭素鋼であり、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。

(12) 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

ガスケット及びOリングは開放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 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 清水冷却器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
伝熱性能の確保	伝熱管		銅合金	△ ^{*1}	△ ^{*3}	△ ^{*1}				△ ^{*2}	*1：摩耗・高サイクル疲労割れ *2：スケール付着 *3：流れ加速型腐食 *4：異種金属接触腐食を含む
	邪魔板		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	水 室		炭素鋼鑄鋼 (ライニング)		△ ^{*4} (内面) △(外面)						
	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	胴フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	管 板		銅合金		△ ^{*4}						
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	Oリング	◎	—								
機器の支持	支持脚		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 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油冷却器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
伝熱性能の確保	伝熱管		銅合金	△*1	△*3	△*1				△*2	*1：摩耗・高サイクル疲労割れ *2：スケール付着 *3：流れ加速型腐食 *4：異種金属接触腐食を含む
	邪魔板		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	水 室		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△*4(内面) △(外面)						
	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	胴フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	管 板		銅合金		△*4						
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	Oリング	◎	—								
機器の支持	支持脚		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 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 清水加熱器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
伝熱性能の確保	伝熱管		ステンレス鋼		△*2					△*1	*1：スケール付着 *2：流れ加速型腐食
	緩衝板		炭素鋼		△*2						
バウンダリの維持	水 室		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	胴 板		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	胴フランジ		炭素鋼		△*2(内面) △(外面)						
	管 板		炭素鋼		△(内面) △*2(内面) △(外面)						
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

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

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 燃料弁冷却水冷却器

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（流体、圧力、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 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ

胴側流体及び管側流体により伝熱管振動が発生した場合、邪魔板部等で伝熱管に摩耗又は高サイクル疲労割れが想定される。

また、管外表面を流れる流体による振動で伝熱管の強度上想定される振動形態としては、カルマン渦による振動と流力弾性振動がある。

しかしながら、開放点検時の渦流探傷検査等により、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 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）

伝熱管は銅合金であり、管側の内部流体である海水により流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、開放点検時の渦流探傷検査により、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。

一方、胴側の内部流体は純水であり、流速が遅いことから流れ加速型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、開放点検時の目視確認や渦流探傷検査により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 伝熱管のスケール付着

管側及び胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能に影響を及ぼすことが想定される。

管側の内部流体である海水の不純物持ち込みによるスケール付着が想定されるが、開放点検時の目視確認や伝熱管の洗浄により、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、胴側流体は純水であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されており、スケール付着による伝熱性能低下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、開放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 管側耐圧構成品等の海水による腐食（異種金属接触腐食を含む）

管側流体が海水であり、接液部に銅合金を使用しているため、長期使用により腐食が想定される。また、海水に接する水室の炭素鋼鋳鋼部位にはライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により炭素鋼鋳鋼に海水が接した場合、管板が銅合金であるため、炭素鋼鋳鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認より、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 胴側耐圧構成品等の内面からの腐食（全面腐食）

胴側耐圧構成品等は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、開放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。

3.2.6 胴板等の外面からの腐食（全面腐食）

胴板等は炭素鋼であり、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 フランジボルトの腐食（全面腐食）

フランジボルトは炭素鋼であり、ガスケット又はOリング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、開放点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認している。

3.2.8 支持脚の腐食（全面腐食）

支持脚は炭素鋼であり、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。

3.2.9 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。

1. 3. 3 容 器

[対象機器]

- ① シリンダ冷却水タンク
- ② 燃料弁冷却水タンク
- ③ 潤滑油タンク
- ④ シリンダ油サービスタンク
- ⑤ 燃料油サービスタンク
- ⑥ 空気だめ
- ⑦ 燃料油貯油そう
- ⑧ 燃料油貯蔵タンク
- ⑨ 潤滑油主こし器
- ⑩ 燃料油第1こし器
- ⑪ 燃料油第2こし器

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	25
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	38
3. 代表機器以外への展開	39
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	39
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	40

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備で使用されている主要な容器の主な仕様を表1-1に示す。

これらの容器をタンク及びフィルタに分類した上で、設置場所・型式、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループから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に示す容器は、タンク及びフィルタに分類されるが、さらに設置場所・型式、内部流体及び材料を分離基準として考えると、表1-1に示すとおりタンクは合計5つ、フィルタは合計2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

1.2.1 タンク

- (1) 設置場所・型式：屋内・たて置円筒形、内部流体：純水、材料：炭素鋼

このグループには、シリンダ冷却水タンク及び燃料弁冷却水タンクが属するが、最高使用温度が高い、シリンダ冷却水タンクを代表機器とする。

- (2) 設置場所・型式：屋内・たて置円筒形、内部流体：潤滑油、材料：炭素鋼

このグループには、潤滑油タンク及びシリンダ油サービスタンクが属するが、最高使用温度が高い、潤滑油タンクを代表機器とする。

- (3) 設置場所・型式：屋内・たて置円筒形、内部流体：燃料油、材料：炭素鋼

このグループには、燃料油サービスタンクのみが属するため、代表機器は燃料油サービスタンクとする。

- (4) 設置場所・型式：屋内・たて置円筒形、内部流体：空気、材料：炭素鋼

このグループには、空気だめのみが属するため、代表機器は空気だめとする。

- (5) 設置場所・型式：屋外・横置円筒形、内部流体：燃料油、材料：炭素鋼

このグループには、燃料油貯油そう及び燃料油貯蔵タンクが属するが、使用年数が長いことから経年劣化評価上厳しくなる燃料油貯油そうを代表機器とする。

1.2.2 フィルタ

- (1) 設置場所・型式：屋内・たて置円筒形、内部流体：潤滑油、材料：炭素鋼鋳鋼
このグループには、潤滑油主こし器のみが属するため、代表機器は潤滑油主こし器とする。

- (2) 設置場所・型式：屋内・たて置円筒形、内部流体：燃料油、材料：炭素鋼鋳鋼
このグループには、燃料油第1こし器及び燃料油第2こし器が属するが、通常運転圧力が高い、燃料油第2こし器を代表機器とする。

表1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 容器の主な仕様

分離基準				機器名称 (台数)	選定基準			選定	選定理由
分類	設置場所 型式	内部流体	材 料		重要度*1	使用条件			
						最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
タンク	屋内・ たて置円筒形	純 水	炭 素 鋼	シリンダ冷却水タンク (2)	MS-1	大 気 圧	約90	◎	温度
				燃料弁冷却水タンク (2)	MS-1	大 気 圧	約50		
		潤 滑 油	炭 素 鋼	潤滑油タンク (2)	MS-1	大 気 圧	約80	◎	温度
				シリンダ油サービスタンク (2)	MS-1	大 気 圧	約40		
		燃 料 油	炭 素 鋼	燃料油サービスタンク (2)	MS-1、重*2	大 気 圧	約40	◎	
		空 気	炭 素 鋼	空気だめ (4)	MS-1、重*2	約 3.2	約50	◎	
	屋外・ 横置円筒形	燃 料 油	炭 素 鋼	燃料油貯油そう (2)	MS-1、重*2	大 気 圧	約40	◎	使用状況
				燃料油貯蔵タンク (2)	MS-1、重*2	大 気 圧	約40		
フィルタ	屋内・ たて置円筒形	潤 滑 油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油主こし器 (2)	MS-1	約0.78	約80	◎	
		燃 料 油	炭素鋼鋳鋼	燃料油第1こし器 (2)	MS-1、重*2	約0.49	約40	◎	通常運転圧力
				燃料油第2こし器 (2)	MS-1、重*2	約0.49	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

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種類の容器について技術評価を実施する。

- ① シリンダ冷却水タンク
- ② 潤滑油タンク
- ③ 燃料油サービスタンク
- ④ 空気だめ
- ⑤ 燃料油貯油そう
- ⑥ 潤滑油主こし器
- ⑦ 燃料油第2こし器

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 シリンダ冷却水タンク

(1) 構造

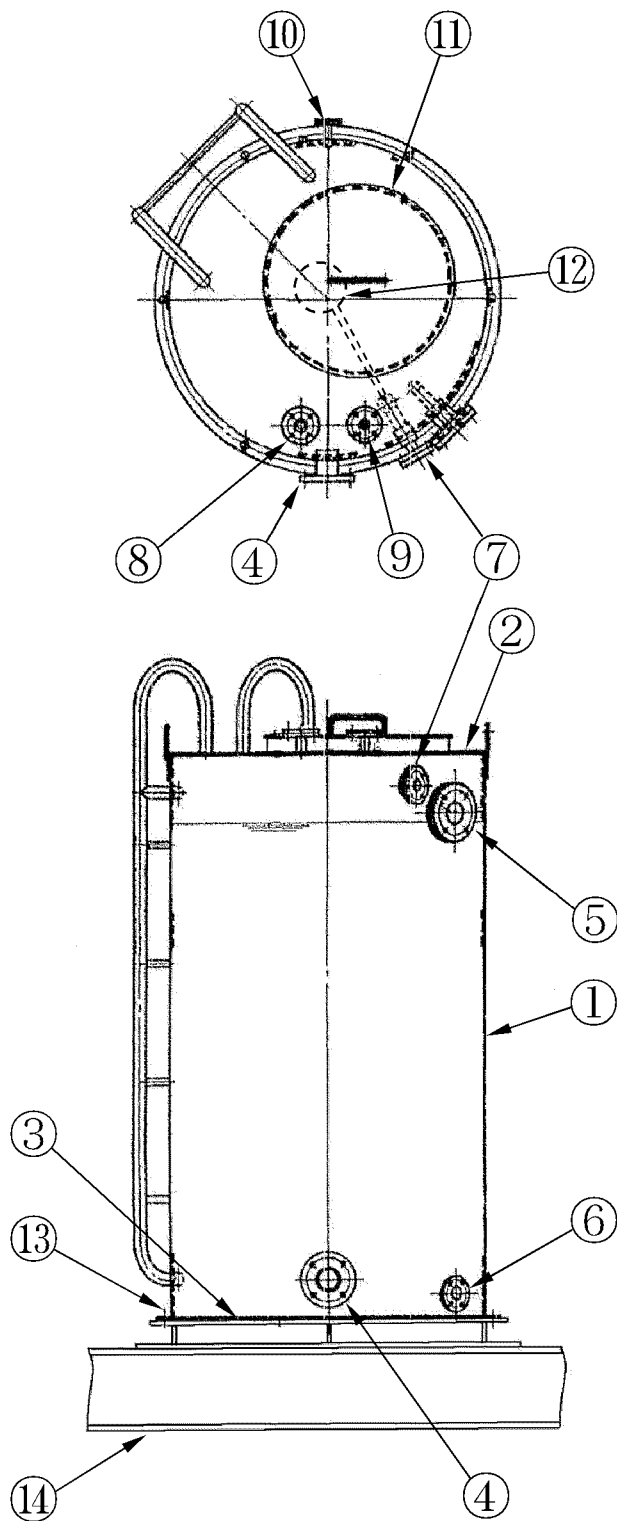
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備のシリンダ冷却水タンクは、たて置円筒形である。

胴板及び底板等には炭素鋼を使用しており、純水に接液している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備のシリンダ冷却水タンクの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備のシリンダ冷却水タンク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	胴 板
②	天 板
③	底 板
④	シリンダ冷却水出口管台
⑤	オーバーフロー管台
⑥	ドレン管台
⑦	補給水管台
⑧	清水加熱器出口戻り管台
⑨	機関出口戻り管台
⑩	液位計取付管台
⑪	マンホール
⑫	フロート弁
⑬	取付ボルト
⑭	タンク架台

図2.1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
シリンダ冷却水タンク構造図

表2.1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
シリンダ冷却水タンク主要部位の使用材料

部 位	材 料
胴 板	炭 素 鋼
天 板	炭 素 鋼
底 板	炭 素 鋼
シリンダ冷却水出口管台	炭 素 鋼
オーバーフロー管台	炭 素 鋼
ドレン管台	炭 素 鋼
補給水管台	炭 素 鋼
清水加熱器出口戻り管台	炭 素 鋼
機関出口戻り管台	炭 素 鋼
液位計取付管台	炭 素 鋼
マンホール	炭 素 鋼
フロート弁	ステンレス鋼
取付ボルト	炭 素 鋼
タンク架台	炭 素 鋼

表2.1-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
シリンダ冷却水タンクの使用条件

最高使用圧力	大 気 圧
最高使用温度	約90℃
内 部 流 体	純 水

2.1.2 潤滑油タンク

(1) 構造

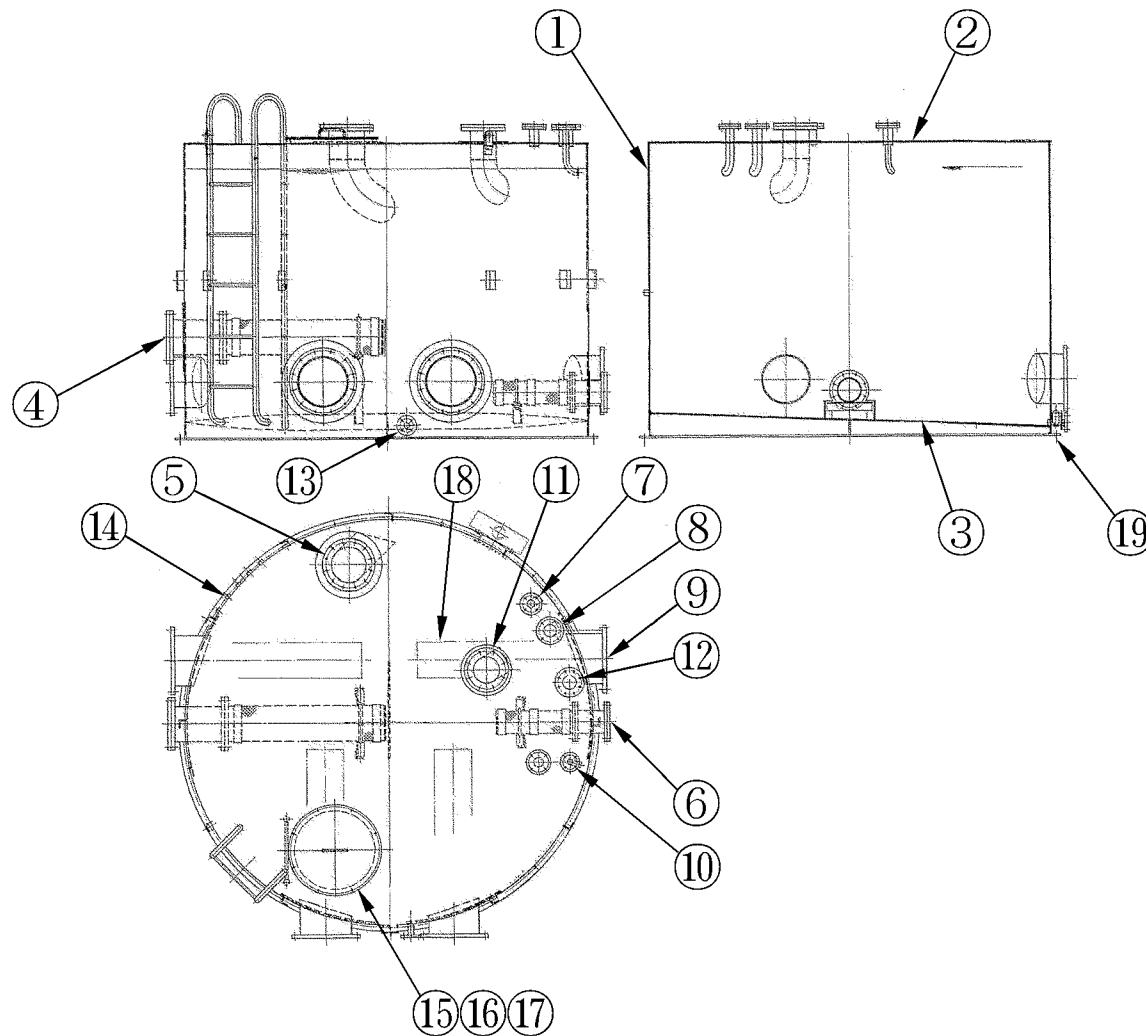
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油タンクは、たて置円筒形である。

胴板、底板等には炭素鋼を使用しており、潤滑油に接液している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油タンクの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油タンク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	胴 板
②	天 板
③	底 板
④	潤滑油出口管台
⑤	機関戻り管台
⑥	プライミングポンプ用出口管台
⑦	動弁油戻り管台
⑧	発電機戻り管台
⑨	ヒータ取付管台
⑩	こし器逆洗油戻り管台
⑪	調圧弁戻り管台
⑫	ガス抜き管台
⑬	ドレン管台
⑭	温度スイッチ管台
⑮	マンホール
⑯	マンホール用ボルト
⑰	ガスケット
⑱	ヒ ー タ
⑲	基礎ボルト

図 2.1-2 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油タンク構造図

表2.1-3 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
潤滑油タンク主要部位の使用材料

部 位	材 料
胴 板	炭 素 鋼
天 板	炭 素 鋼
底 板	炭 素 鋼
潤滑油出口管台	炭 素 鋼
機関戻り管台	炭 素 鋼
プライミングポンプ用出口管台	炭 素 鋼
動弁油戻り管台	炭 素 鋼
発電機戻り管台	炭 素 鋼
ヒータ取付管台	炭 素 鋼
こし器逆洗油戻り管台	炭 素 鋼
調圧弁戻り管台	炭 素 鋼
ガス抜き管台	炭 素 鋼
ドレン管台	炭 素 鋼
温度スイッチ管台	炭 素 鋼
マンホール	炭 素 鋼
マンホール用ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
ヒ ー タ	炭素鋼、ニクロム線、酸化マグネシウム
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-4 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
潤滑油タンクの使用条件

最高使用圧力	大 気 圧
最高使用温度	約80℃
内 部 流 体	潤 滑 油

2.1.3 燃料油サービスタンク

(1) 構造

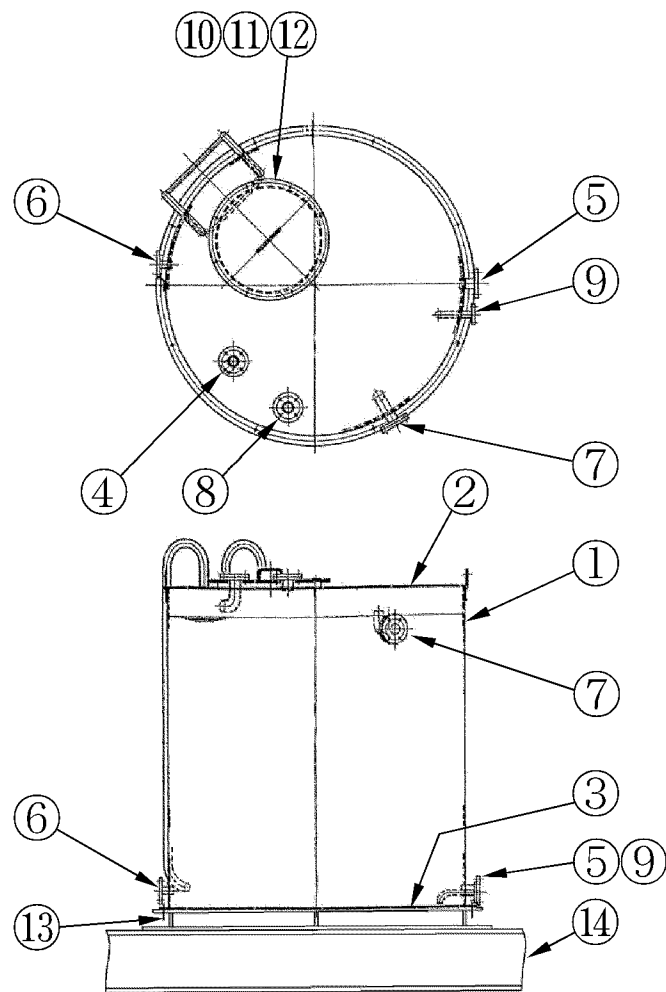
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油サービスタンクは、たて置円筒形である。

胴板及び底板等には炭素鋼を使用しており、燃料油に接液している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油サービスタンクの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油サービスタンク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	胴 板
②	天 板
③	底 板
④	燃料油入口管台
⑤	燃料油出口管台
⑥	充油用管台
⑦	オーバーフロー管台
⑧	ベント管台
⑨	ドレン管台
⑩	マンホール
⑪	マンホール用ボルト
⑫	ガスケット
⑬	取付ボルト
⑭	タンク架台

図2.1-3 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油サービスタンク構造図

表2.1-5 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
燃料油サービスタンク主要部位の使用材料

部 位	材 料
胴 板	炭 素 鋼
天 板	炭 素 鋼
底 板	炭 素 鋼
燃料油入口管台	炭 素 鋼
燃料油出口管台	炭 素 鋼
充油用管台	炭 素 鋼
オーバーフロー管台	炭 素 鋼
ベント管台	炭 素 鋼
ドレン管台	炭 素 鋼
マンホール	炭 素 鋼
マンホール用ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
取付ボルト	炭 素 鋼
タンク架台	炭 素 鋼

表2.1-6 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
燃料油サービスタンクの使用条件

最高使用圧力	大 気 圧
最高使用温度	約40℃
内 部 流 体	燃 料 油

2.1.4 空気だめ

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の空気だめは、たて置円筒形である。

胴板及び鏡板等には炭素鋼を使用しており、圧縮空気に接している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の空気だめの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の空気だめ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。

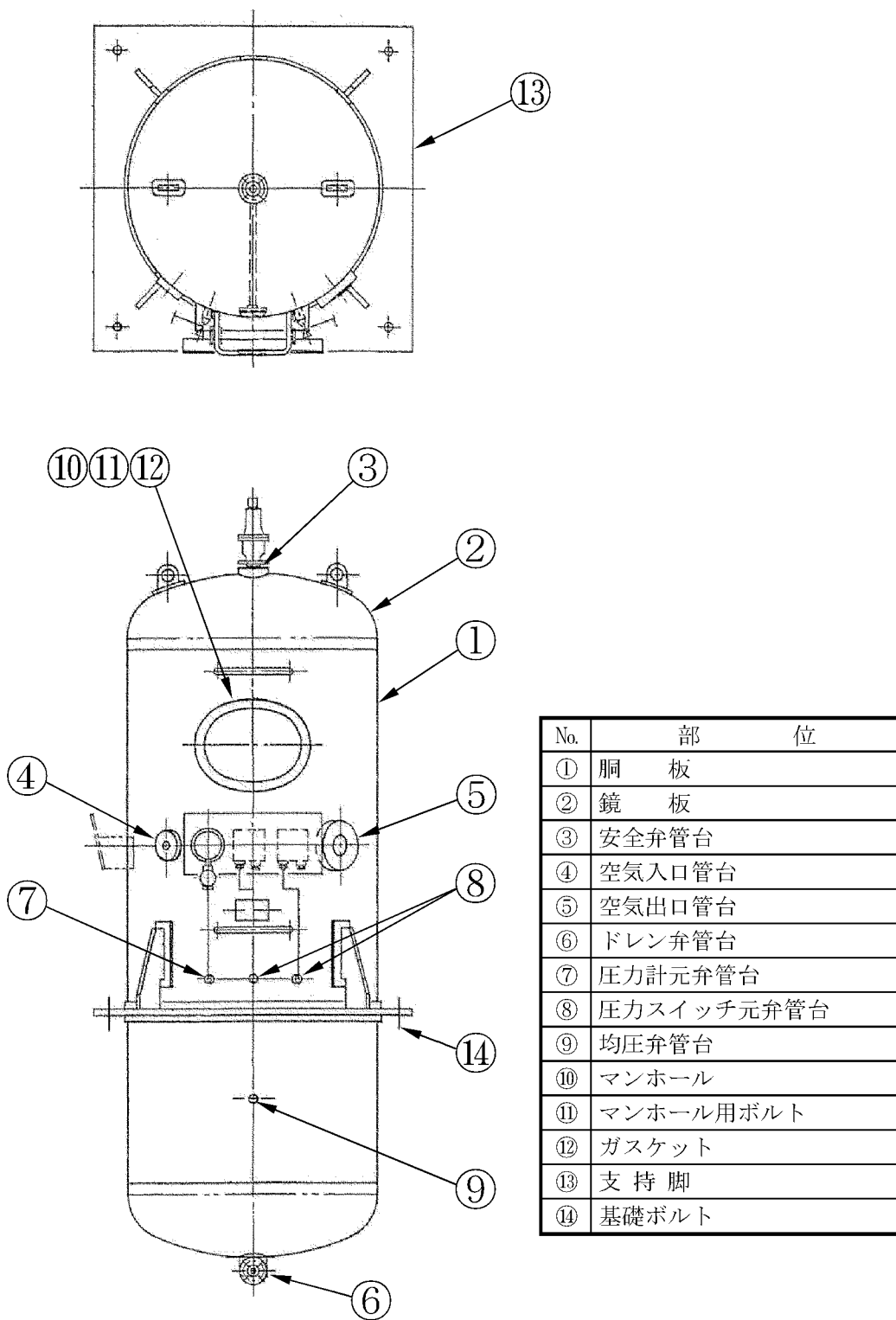


図 2.1-4 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 空気だめ構造図

表2.1-7 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
 空気だめ主要部位の使用材料

部 位	材 料
胴 板	炭 素 鋼
鏡 板	炭 素 鋼
安全弁管台	炭 素 鋼
空気入口管台	炭 素 鋼
空気出口管台	炭 素 鋼
ドレン弁管台	炭 素 鋼
圧力計元弁管台	炭 素 鋼
圧カスイッチ元弁管台	炭 素 鋼
均圧弁管台	炭 素 鋼
マンホール	炭 素 鋼
マンホール用ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
支 持 脚	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-8 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
 空気だめの使用条件

最高使用圧力	約3.2MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	空 気

2.1.5 燃料油貯油そう

(1) 構造

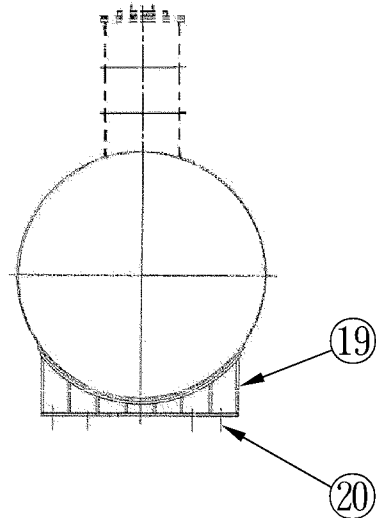
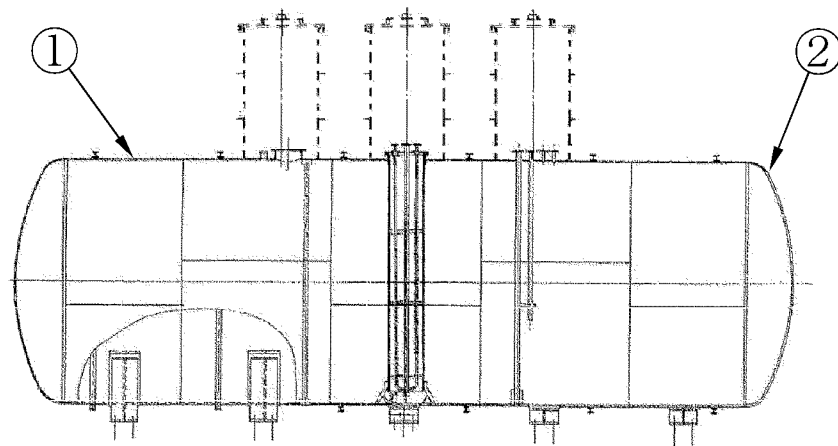
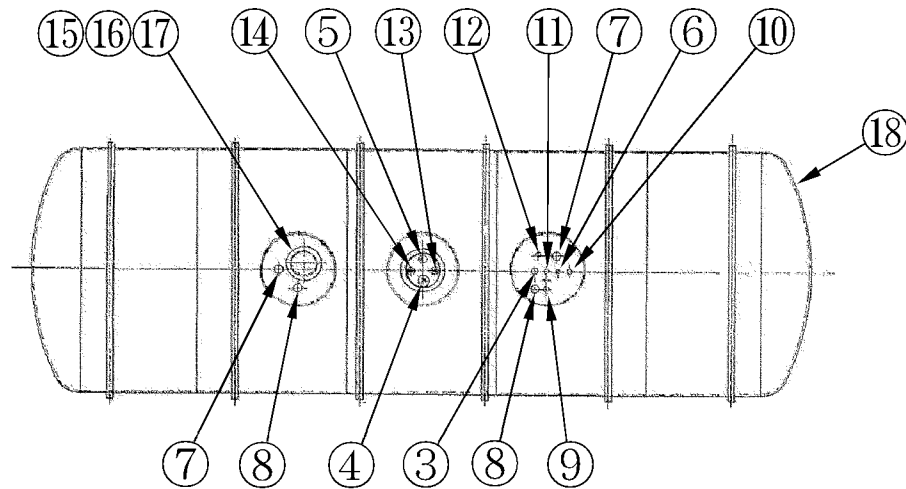
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油貯油そうは、横置円筒形であり、屋外の土中に埋設されている。

胴板及び鏡板等には炭素鋼を使用しており、燃料油に接液している。消防法により外面は塗装し、その上にアスファルト及びモルタルをコーティングしている。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油貯油そうの構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油貯油そう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。



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	給油口管台
④	燃料油出口管台
⑤	燃料油戻り管台
⑥	通気口ノズル
⑦	火災検知器管台
⑧	消火配管管台
⑨	感温筒挿入口管台
⑩	液面計ノズル
⑪	計量棒ノズル
⑫	温度計感温筒座
⑬	蒸気入口管台
⑭	蒸気出口管台
⑮	マンホール
⑯	マンホール用ボルト
⑰	ガスケット
⑱	補 強 材
⑲	支 持 脚
⑳	基礎ボルト

図 2.1-5 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油貯油そう構造図

表2.1-9 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
燃料油貯油そう主要部位の使用材料

部 位	材 料
胴 板	炭 素 鋼
鏡 板	炭 素 鋼
給油口管台	炭 素 鋼
燃料油出口管台	炭 素 鋼
燃料油戻り管台	炭 素 鋼
通気口ノズル	炭 素 鋼
火災検知器管台	炭 素 鋼
消火配管管台	炭 素 鋼
感温筒挿入口管台	炭 素 鋼
液面計ノズル	炭 素 鋼
計量棒ノズル	炭 素 鋼
温度計感温筒座	炭 素 鋼
蒸気入口管台	炭 素 鋼
蒸気出口管台	炭 素 鋼
マンホール	炭 素 鋼
マンホール用ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
補 強 材	炭 素 鋼
支 持 脚	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-10 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
燃料油貯油そうの使用条件

最高使用圧力	大 気 圧
最高使用温度	約40℃
内 部 流 体	燃 料 油

2.1.6 潤滑油主こし器

(1) 構造

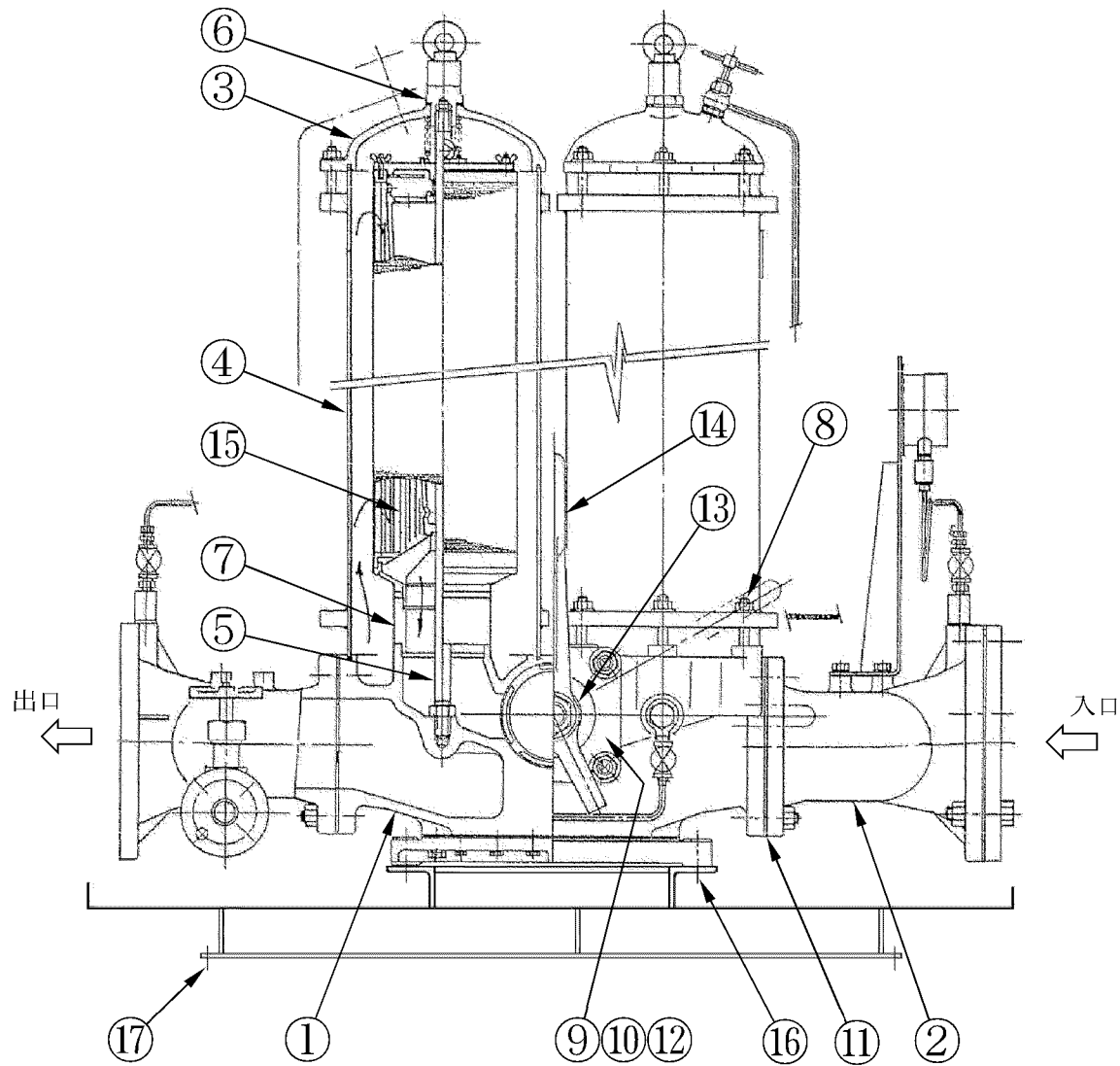
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油主こし器は、たて置円筒形である。

本体、マニホールド、上蓋及び切替コックには炭素鋼鑄鋼を、ケースには炭素鋼を、エレメントにはステンレス鋼をそれぞれ使用しており、潤滑油に接液している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油主こし器の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油主こし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	本 体
②	マニホールド
③	上 蓋
④	ケ ー ス
⑤	軸 (内装品)
⑥	締付ナット
⑦	エレメント取付筒
⑧	ケーシングボルト
⑨	コック押え蓋
⑩	パッキン
⑪	ガスケット
⑫	Ｏリング
⑬	切替コック
⑭	切替ハンドル
⑮	エレメント
⑯	取付ボルト
⑰	基礎ボルト

図 2.1-6 川内 1 号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油主こし器構造図

表2.1-11 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
潤滑油主こし器主要部位の使用材料

部 位	材 料
本 体	炭素鋼鋳鋼
マニホールド	炭素鋼鋳鋼
上 蓋	炭素鋼鋳鋼
ケ ー ス	炭 素 鋼
軸（内装品）	炭 素 鋼
締付ナット	炭 素 鋼
エレメント取付筒	アルミニウム合金鋳物
ケーシングボルト	炭 素 鋼
コック押え蓋	炭素鋼鋳鋼
パッキン	消耗品・定期取替品
ガスケット	消耗品・定期取替品
Oリング	消耗品・定期取替品
切替コック	炭素鋼鋳鋼
切替ハンドル	鋳 鉄
エレメント	ステンレス鋼
取付ボルト	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-12 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
潤滑油主こし器の使用条件

最高使用圧力	約0.78MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
内 部 流 体	潤 滑 油

2.1.7 燃料油第2こし器

(1) 構造

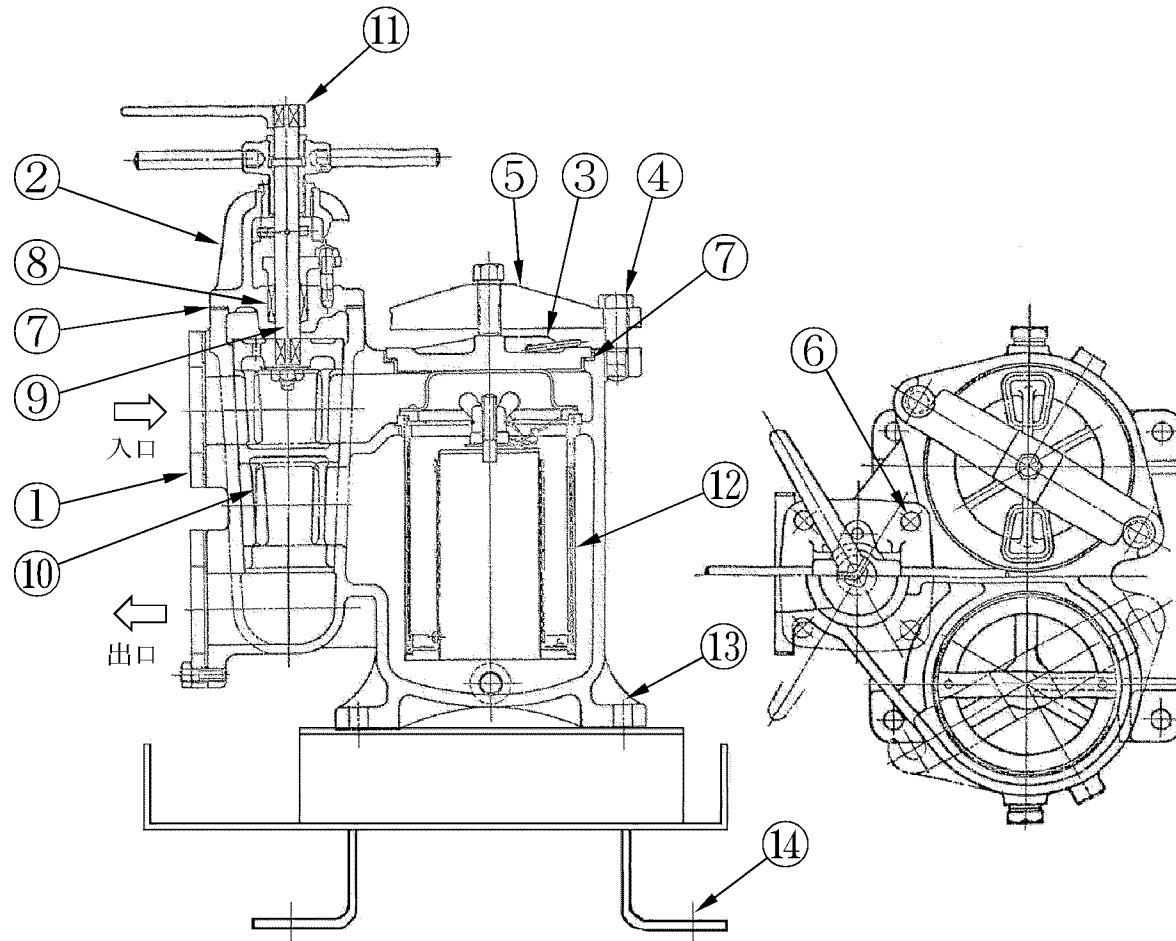
川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油第2こし器は、たて置円筒形である。

本体、本体蓋及びこし筒蓋には炭素鋼鋳鋼を、切替コックにはステンレス鋼鋳鋼を、エレメントにはステンレス鋼をそれぞれ使用しており、燃料油に接液している。

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油第2こし器の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油第2こし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。



No.	部 位
①	本 体
②	本 体 蓋
③	こし筒蓋
④	蓋押えボルト
⑤	蓋 押 え
⑥	ケーシングボルト
⑦	ガスケット
⑧	グランドパッキン
⑨	コック棒
⑩	切替コック
⑪	切替ハンドル
⑫	エレメント
⑬	取付ボルト
⑭	基礎ボルト

図2.1-7 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油第2こし器構造図

表2.1-13 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
燃料油第2こし器主要部位の使用材料

部 位	材 料
本 体	炭素鋼鋳鋼
本 体 蓋	炭素鋼鋳鋼
こし筒蓋	炭素鋼鋳鋼
蓋押えボルト	炭 素 鋼
蓋 押 え	炭 素 鋼
ケーシングボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
グランドパッキン	消耗品・定期取替品
コック棒	炭 素 鋼
切替コック	ステンレス鋼鋳鋼
切替ハンドル	炭 素 鋼
エレメント	ステンレス鋼
取付ボルト	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-14 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
燃料油第2こし器の使用条件

最高使用圧力	約0.49MPa[gage]
最高使用温度	約40℃
内 部 流 体	燃 料 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

容器の機能である貯蔵機能（タンク）及び浄化機能（フィルタ）を維持するためには、次の4つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 液位の調整
- ③ 浄化機能の確保
- ④ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

容器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（流体、圧力、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2.2-7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（表2.2-1～表2.2-7で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) ヒータの絶縁低下〔潤滑油タンク〕

潤滑油タンクに取付けられているヒータの絶縁物は、熱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2.2-7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) 胴板等の腐食（全面腐食）

[シリンダ冷却水タンク、潤滑油タンク、燃料油サービスタンク、空気だめ、潤滑油主こし器、燃料油第2こし器]

胴板等は炭素鋼、炭素鋼鋳鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。

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

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離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、内面については、シリンダ冷却水タンクの内部流体は飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体、空気だめの容器内面は圧縮空気から発生する凝縮水により、腐食が想定されるが、内面には塗装が施され、開放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。

また、潤滑油タンク、燃料油サービスタンク、潤滑油主こし器、燃料油第2こし器の内部流体は潤滑油又は燃料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、開放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) 胴板等の内面からの腐食（全面腐食）[燃料油貯油そう]

胴板等は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は燃料油であり、腐食が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。

なお、開放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) 胴板等の外面からの腐食（全面腐食）〔燃料油貯油そう〕

燃料油貯油そうは屋外の土中に埋設されており、炭素鋼を使用している胴板等は外面の状況を把握できず、腐食が想定される。

しかしながら、胴板等の外面は、消防法の規制に基づいた塗装がされたうえ乾燥砂で覆われており、腐食が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。

なお、消防法に基づく気密試験により、機器の健全性を確認している。

(4) マンホール等の外面からの腐食（全面腐食）〔燃料油貯油そう〕

マンホール等は炭素鋼であり、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。

(5) エレメント（フィルタ）の目詰り〔潤滑油主こし器、燃料油第2こし器〕

エレメント（フィルタ）は、長期使用により目詰りが想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認や清掃により、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) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

[シリンダ冷却水タンク、燃料油サービスタンク、潤滑油主こし器、燃料油第2こし器]

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) タンク架台の腐食（全面腐食）

[シリンダ冷却水タンク、燃料油サービスタンク]

タンク架台は炭素鋼であり、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。

(8) 支持脚の腐食（全面腐食）[空気だめ]

支持脚は炭素鋼であり、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。

(9) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

[潤滑油タンク、空気だめ、燃料油貯油そう、潤滑油主こし器、燃料油第2こし器]

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

ガスケット、パッキン、Oリング及びグラウンドパッキンは開放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 非常用ディーゼル発電機機関本体附属設備 シリンダ冷却水タンクに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	胴 板		炭素鋼		△						
	天 板		炭素鋼		△						
	底 板		炭素鋼		△						
	管 台	シリンダ冷却水出口 オーバーフロー ドレン 補給水 清水加熱器出口戻り 機関出口戻り 液位計取付		炭素鋼		△					
	マンホール		炭素鋼		△						
液位の調整	フロート弁		ステンレス鋼								
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	タンク架台		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油タンクに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	胴 板		炭素鋼		△					*1：絶縁低下	
	天 板		炭素鋼		△						
	底 板		炭素鋼		△						
	管 台	潤滑油出口 機関戻り ブライミングポンプ用出口 動弁油戻り 発電機戻り ヒータ取付 こし器逆洗油戻り 調圧弁戻り ガス抜き ドレン 温度スイッチ		炭素鋼		△					
	マンホール		炭素鋼		△						
	マンホール用ボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	ヒ ー タ		炭素鋼 ニクロム線 酸化マグネシウム		△				○*1		
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

△：高経年化対策上着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 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油サービスタンクに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	胴 板		炭素鋼		△						
	天 板		炭素鋼		△						
	底 板		炭素鋼		△						
	管 台	燃料油入口 燃料油出口 充油用 オーバーフロー ベント ドレン		炭素鋼		△					
	マンホール		炭素鋼		△						
	マンホール用ボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	タンク架台		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-4 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 空気だめ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		
バウンダリの維持	胴 板		炭素鋼		△						
	鏡 板		炭素鋼		△						
	管 台	安全弁 空気入口 空気出口 ドレン弁 圧力計元弁 圧力スイッチ元弁 均 圧 弁		炭素鋼		△					
	マンホール		炭素鋼		△						
	マンホール用ボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	支 持 脚		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 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油貯油そう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		
バウンダリの維持	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	鏡 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	管 台	給油口 燃料油出口 燃料油戻り 通気口ノズル 火災検知器 消火配管 感温筒挿入口 液面計ノズル 計量棒ノズル 温度計感温筒座 蒸気入口 蒸気出口		炭素鋼		△(内面) △(外面)					
	マンホール		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール用ボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	補強材		炭素鋼		△						
	機器の支持	支持脚		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2.2-6 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油主こし器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	本 体		炭素鋼鋳鋼		△					*1：目詰り	
	マニホールド		炭素鋼鋳鋼		△						
	上 蓋		炭素鋼鋳鋼		△						
	ケ ー ス		炭 素 鋼		△						
	軸（内装品）		炭 素 鋼		△						
	締付ナット		炭 素 鋼		△						
	エレメント取付筒		アルミニウム合金鋳物								
	ケーシングボルト		炭 素 鋼		△						
	コック押え蓋		炭素鋼鋳鋼		△						
	パッキン	◎	—								
	ガスケット	◎	—								
	Oリング	◎	—								
	切替コック		炭素鋼鋳鋼		△						
	切替ハンドル		鋳 鉄		△						
浄化機能の確保	エレメント		ステンレス鋼						△*1		
機器の支持	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2.2-7 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油第2こし器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	本 体		炭素鋼鋳鋼		△					*1：目詰り	
	本 体 蓋		炭素鋼鋳鋼		△						
	こし筒蓋		炭素鋼鋳鋼		△						
	蓋押えボルト		炭 素 鋼		△						
	蓋 押 え		炭 素 鋼		△						
	ケーシングボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	グラウンドパッキン	◎	—								
	コック棒		炭 素 鋼		△						
	切替コック		ステンレス鋼鋳鋼								
	切替ハンドル		炭 素 鋼		△						
浄化機能の確保	エレメント		ステンレス鋼						△*1		
機器の支持	取付ボルト		炭 素 鋼		△						
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 ヒータの絶縁低下 [潤滑油タンク]

a. 事象の説明

潤滑油タンクに取付けられているヒータの絶縁物は、熱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

潤滑油タンクに取付けられているヒータの絶縁物は、熱等で経年劣化が進行することから、絶縁性能の低下が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

ヒータの絶縁低下に対しては、定期的に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。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、潤滑油タンクに取付けられているヒータに対しては、絶縁低下の可能性は否定できないが、ヒータの絶縁低下は、絶縁抵抗測定により検知可能であり、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

ヒータの絶縁低下については、引き続き定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

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 燃料弁冷却水タンク
- ② シリンダ油サービスタンク
- ③ 燃料油貯蔵タンク
- ④ 燃料油第1こし器

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（流体、圧力、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 胴板等の腐食（全面腐食）

[燃料弁冷却水タンク、シリンダ油サービスタンク、燃料油第1こし器]

胴板等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、内面については、燃料弁冷却水タンクの内部流体は飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、腐食が想定されるが、内面には塗装が施され、開放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。

また、シリンダ油サービスタンク、燃料油第1こし器の内部流体は潤滑油又は燃料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、開放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 胴板等の内面からの腐食（全面腐食）[燃料油貯蔵タンク]

胴板等は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は燃料油であり、腐食が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。

なお、開放点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 胴板等の外面からの腐食（全面腐食）〔燃料油貯蔵タンク〕

燃料油貯蔵タンクは屋外の土中に埋設されており、炭素鋼を使用している胴板等は外面の状況を把握できず、腐食が想定される。

しかしながら、胴板等の外面は、消防法の規制に基づいた塗装がされたうえ乾燥砂で覆われており、腐食が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。

なお、消防法に基づく気密試験により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 マンホール等の外面からの腐食（全面腐食）〔燃料油貯蔵タンク〕

マンホール等は炭素鋼であり、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。

3.2.5 エレメント（フィルタ）の目詰り〔燃料油第1こし器〕

エレメント（フィルタ）は、長期使用により目詰りが想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認や清掃により、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。

3.2.6 取付ボルトの腐食（全面腐食）

[燃料弁冷却水タンク、シリンダ油サービスタンク、燃料油第1こし器]

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 タンク架台の腐食（全面腐食）

[燃料弁冷却水タンク、シリンダ油サービスタンク]

タンク架台は炭素鋼であり、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。

3.2.8 基礎ボルトの腐食（全面腐食） [燃料油貯蔵タンク、燃料油第1こし器]

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。

1. 3. 4 配 管

[対象機器]

- ① シリンダ冷却水系統配管
- ② シリンダウォーミング水系統配管
- ③ 燃料弁冷却水系統配管
- ④ 海水系統配管
- ⑤ 潤滑油系統配管
- ⑥ シリンダ油系統配管
- ⑦ 蒸気系統配管
- ⑧ 始動空気系統配管
- ⑨ 燃料油系統配管

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	16
3. 代表機器以外への展開	27
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	27
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	28

1. 対象機器及び代表機器の選定

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備で使用されている主要な配管の主な仕様を表1-1に示す。

これらの配管を設置場所、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループから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に示す配管について、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計7つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 設置場所：屋内、内部流体：純水、材料：炭素鋼

このグループにはシリンダ冷却水系統配管、シリンダウォーミング水系統配管及び燃料弁冷却水系統配管が属するが、通常運転温度の高いシリンダ冷却水系統配管を代表機器とする。

- (2) 設置場所：屋内、内部流体：海水、材料：炭素鋼（ライニング）

このグループには海水系統配管のみが属するため、代表機器は海水系統配管とする。

- (3) 設置場所：屋内、内部流体：潤滑油、材料：炭素鋼

このグループには潤滑油系統配管及びシリンダ油系統配管が属するが、最高使用温度が高い潤滑油系統配管を代表機器とする。

- (4) 設置場所：屋内、内部流体：蒸気、材料：ステンレス鋼

このグループには蒸気系統配管のみが属するため、代表機器は蒸気系統配管とする。

- (5) 設置場所：屋内、内部流体：空気、材料：ステンレス鋼

このグループには始動空気系統配管のみが属するため、代表機器は始動空気系統配管とする。

(6) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：蒸気、材料：炭素鋼

このグループには蒸気系統配管のみが属するため、代表機器は蒸気系統配管とする。

(7) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：燃料油、材料：炭素鋼

このグループには燃料油系統配管のみが属するため、代表機器は燃料油系統配管とする。

表1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 配管の主な仕様

分離基準			機器名称	選定基準			選定	選定理由
				重要度*1	使用条件			
設置場所	内部流体	材 料			最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
屋内	純 水	炭 素 鋼	シリンダ冷却水系統配管	MS-1	約0.49	約 90	◎	温度 (通常 運転)
			シリンダウォーミング水系統配管	MS-1	約0.49	約 90		
			燃料弁冷却水系統配管	MS-1	約0.49	約 60		
	海 水	炭 素 鋼 (ライニング)	海水系統配管	MS-1	約0.69	約 50	◎	
	潤 滑 油	炭 素 鋼	潤滑油系統配管	MS-1	約0.78	約 80	◎	温度
			シリンダ油系統配管	MS-1	約0.49	約 40		
	蒸 気	ステンレス鋼	蒸気系統配管	高*2	約 1.0	約260	◎	
	空 気	ステンレス鋼	始動空気系統配管	MS-1	約 3.2	約 50	◎	
屋内・屋外	蒸 気	炭 素 鋼	蒸気系統配管	高*2	約 1.0	約260	◎	
	燃 料 油	炭 素 鋼	燃料油系統配管	MS-1、重*3	約0.49	約 40	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：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6種類の配管について技術評価を実施する。

- ① シリンダ冷却水系統配管
- ② 海水系統配管
- ③ 潤滑油系統配管
- ④ 蒸気系統配管
- ⑤ 始動空気系統配管
- ⑥ 燃料油系統配管

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 シリンダ冷却水系統配管

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備のシリンダ冷却水系統配管は、母管、小口径管台等で構成されている。

母管及び小口径管台には炭素鋼を使用しており、それぞれ純水に接液している。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備のシリンダ冷却水系統配管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。

表2.1-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
シリンダ冷却水系統配管主要部位の使用材料

部 位	材 料
母 管	炭 素 鋼
小口径管台	炭 素 鋼
フランジボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
シリンダ冷却水系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.49MPa[gage]
最高使用温度	約90℃
内 部 流 体	純 水

2.1.2 海水系統配管

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の海水系統配管は、母管、小口径管台等で構成されている。

海水に接液する母管及び小口径管台には、ライニング施工した炭素鋼が使用されている。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の海水系統配管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。

表2.1-3 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
海水系統配管主要部位の使用材料

部 位	材 料
母 管	炭素鋼（ライニング）
小口径管台	炭素鋼（ライニング）
フランジボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-4 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
海水系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.69MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	海 水

2.1.3 潤滑油系統配管

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油系統配管は、母管、小口径管台等で構成されている。

母管及び小口径管台には炭素鋼を使用しており、それぞれ潤滑油に接液している。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の潤滑油系統配管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。

表2.1-5 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
潤滑油系統配管主要部位の使用材料

部 位	材 料
母 管	炭 素 鋼
小口径管台	炭 素 鋼
フランジボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-6 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
潤滑油系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.78MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
内 部 流 体	潤 滑 油

2.1.4 蒸気系統配管

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の蒸気系統配管は、母管等で構成されている。

母管にはステンレス鋼及び炭素鋼を使用しており、それぞれ蒸気に接している。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の蒸気系統配管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。

表2.1-7 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
蒸気系統配管主要部位の使用材料

部 位	材 料
母 管	ステンレス鋼 炭 素 鋼
フランジボルト	ステンレス鋼 炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-8 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
蒸気系統配管の使用条件

最高使用圧力	約1.0MPa[gage]
最高使用温度	約260℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.5 始動空気系統配管

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の始動空気系統配管は、母管、小口径管台等で構成されている。

母管及び小口径管台にはステンレス鋼を使用しており、それぞれ空気に接している。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の始動空気系統配管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 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
始動空気系統配管主要部位の使用材料

部 位	材 料
母 管	ステンレス鋼
小口径管台	ステンレス鋼
フランジボルト	ステンレス鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-10 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
始動空気系統配管の使用条件

最高使用圧力	約3.2MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	空 気

2.1.6 燃料油系統配管

(1) 構造

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油系統配管は、母管、小口径管台等で構成されている。

母管及び小口径管台には炭素鋼を使用しており、それぞれ燃料油に接液している。

(2) 材料及び使用条件

川内1号炉の非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備の燃料油系統配管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。

表2.1-11 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
燃料油系統配管主要部位の使用材料

部 位	材 料
母 管	炭 素 鋼
小口径管台	炭 素 鋼
フランジボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-12 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備
燃料油系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.49MPa[gage]
最高使用温度	約40℃
内 部 流 体	燃 料 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

配管の機能である内部流体の流路形成機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① バウンダリの維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

配管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（流体、圧力、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2.2-7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△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) 母管の内面からの腐食（全面腐食）[シリンダ冷却水系統配管、海水系統配管]
シリンダ冷却水系統配管は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により内面からの腐食が想定される。
また、海水系統配管には海水が接するため、内部にライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により海水が接した場合は、内面からの腐食が想定される。
しかしながら、シリンダ冷却水系統配管については、機器の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。また、海水系統配管については、ライニング点検（目視確認）を実施し、機器の健全性を維持している。
したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(2) 母管の内面からの腐食（全面腐食）〔潤滑油系統配管、燃料油系統配管〕

母管は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は潤滑油系統配管が潤滑油、燃料油系統配管が燃料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、機器の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) 母管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）〔蒸気系統配管〕

炭素鋼配管では蒸気が衝突する部位や、局所的に流速の速くなる部位では、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、蒸気系統配管の炭素鋼使用箇所は、使用時間が短く、流れ加速型腐食による減肉傾向は極めて小さい。また、機器の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。

(4) 母管等の外面からの腐食（全面腐食）

〔シリンダ冷却水系統配管、海水系統配管、潤滑油系統配管、蒸気系統配管、燃料油系統配管〕

母管等は炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装等を施しており、塗装等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等の状態を確認し、はく離等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) 小口径管台の高サイクル疲労割れ

[シリンダ冷却水系統配管、海水系統配管、潤滑油系統配管、始動空気系統配管、燃料油系統配管]

小口径分岐管の中で、剛性が低い片持ち型式のベント・ドレン管台の分岐管は、機械振動や流体振動による共振や強制振動が発生し、ソケット溶接部のような応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、小口径管台設計時には高サイクル疲労を考慮している。

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、機関運転時の目視等で有意な振動のないことを確認することにより、機器の健全性を確認している。

(6) フランジボルトの腐食（全面腐食）

[シリンダ冷却水系統配管、海水系統配管、蒸気系統配管]

フランジボルトは炭素鋼であり、ガスケット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、巡視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。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガスケットは分解点検時等に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 シリンダ冷却水系統配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						*1：高サイクル疲労割れ
	小口径管台		炭 素 鋼			△*1					
	フランジボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 海水系統配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		炭素鋼 (ライニング)		△(内面) △(外面)					*1：高サイクル疲労割れ	
	小口径管台		炭素鋼 (ライニング)			△*1					
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 潤滑油系統配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)					*1：高サイクル疲労割れ	
	小口径管台		炭 素 鋼			△*1					
	フランジボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-4 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 蒸気系統配管（ステンレス鋼配管）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		ステンレス鋼								
	フランジボルト		ステンレス鋼								
	ガスケット	◎	—								

表2.2-5 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 蒸気系統配管（炭素鋼配管）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		炭 素 鋼		△ ^{*1} (内面) △(外面)					*1：流れ加速型腐食	
	フランジボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-6 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 始動空気系統配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		ステンレス鋼								*1：高サイクル疲労割れ
	小口径管台		ステンレス鋼			△*1					
	フランジボルト		ステンレス鋼								
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-7 川内1号炉 非常用ディーゼル発電機機関本体付属設備 燃料油系統配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	母 管		炭素鋼		△(内面) △(外面)					*1：高サイクル疲労割れ	
	小口径管台		炭素鋼			△*1					
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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 シリンダウォーミング水系統配管
- ② 燃料弁冷却水系統配管
- ③ シリンダ油系統配管

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（流体、圧力、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 母管の内面からの腐食（全面腐食）

[シリンダウォーミング水系統配管、燃料弁冷却水系統配管]

シリンダウォーミング水系統配管及び燃料弁冷却水系統配管は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）の流体であるため、長期使用により内面からの腐食が想定される。

しかしながら、機器の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。

3.2.2 母管の内面からの腐食（全面腐食）[シリンダ油系統配管]

母管は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は潤滑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、機器の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。

3.2.3 母管等の外面からの腐食（全面腐食）[共通]

母管等は炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装等を施しており、塗装等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等の状態を確認し、はく離等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 小口径管台の高サイクル疲労割れ [共通]

小口径分岐管の中で、剛性が低い片持ち型式のベント・ドレン管台の分岐管は、機械振動や流体振動による共振や強制振動が発生し、ソケット溶接部のような応力集中部に高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、小口径管台設計時には高サイクル疲労を考慮している。

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、機関運転時の目視等で有意な振動のないことを確認することにより、機器の健全性を確認している。

3.2.5 フランジボルトの腐食 (全面腐食)

[シリンダウォーミング水系統配管、燃料弁冷却水系統配管]

フランジボルトは炭素鋼であり、ガスケット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、巡視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。