

伊方発電所 3 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]

四国電力株式会社

伊方3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の機器および常設重大事故等対処設備に属する機器を型式、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、構造等の観点から代表機器を選定した。

これらの一覧表を表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技術評価を展開している。本評価書における技術評価結果で現状保全を継続すべき項目としたものについては、現状保全の点検手法の適切性を確認しており、現状保全を継続することで健全性の維持は可能であると考ええる。

なお、本評価書における分解点検には、定期的を実施する分解点検に加え、状態監視や傾向監視等の結果に基づき計画、実施する分解点検を含んでいる。

また、点検等で確認した結果、異常が認められた場合は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 モータ
- 3 空調ユニット
- 4 冷凍機
- 5 ダクト
- 6 ダンパ

なお、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、本評価書には含んでいない。

表 1 (1/8) 伊方3号炉 ファンの主な仕様

分機基準		選定基準				代表機器の選定			
型式	駆動方式	設置場所	機器名称 (台数)	仕様 容量×全圧 (m ³ /min) × (Pa [gauge])	重要度*1	使用条件		代表 機器	選定理由
						運転状態	回転数 (rpm)		
遠心式	一体型	屋内	安全補機室冷却ファン(2)	約 280×約1,079	MS-1	一時	約1,200	約40	◎ 重要度
			安全補機閉閉器室空調ファン(2)	約2,750×約2,255	MS-2	連続	約900	約40	
軸流式	カップリング 駆動	屋内	中央制御室空調ファン(2)	約 500×約1,422	MS-1、重*2	連続	約1,200	約40	◎ 容量、運転状態
			アニュラス排気ファン(2)	約 250×約3,138	MS-1、重*2	一時	約1,800	約40	
			中央制御室非常用給気ファン(2)	約 120×約2,108	MS-1、重*2	一時	約1,800	約40	
			安全補機室排気ファン(2)	約 56×約3,089	MS-1	一時	約3,500	約40	
			電動補助給水ポンプ室給気ファン(2)	約 350×約 686	MS-2	一時	約1,800	約40	
			中央制御室再循環ファン(2)	約 500×約 539	MS-1、重*2	連続	約1,800	約40	
軸流式	一体型	屋内	ディーゼル発電機室給気ファン(4)	約1,150×約 686	MS-2	一時	約1,200	約40	◎ 重要度
			制御用空気圧縮機室給気ファン(2)	約 160×約 539	MS-2	一時	約1,800	約40	
			タービン動補助給水ポンプ室給気ファン(2)	約 210×約 441	MS-2	一時	約1,800	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および構造物であることを示す。

表 1 (2/8) 伊方 3 号炉 モータの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様 (定格出力× 定格回転数) (kW×rpm)	選定基準			代表機器の選定		
電圧 区分	型式			設置 場所	重要度*1	運転 状態	電圧 (V)	周囲温度 (°C)	代表 機器
低圧	開放	安全補機開閉器室空調ファンモータ (2)	200×875	MS-2	連続	440	約40	◎	
		空調用冷水ポンプモータ (4)	37×3,540	MS-1	連続	440	約40	◎	重要度、 出力
	全閉	安全補機室排気ファンモータ (2)	5.5×3,500	MS-1	一時	440	約40		
		安全補機室冷却ファンモータ (2)	11×1,170	MS-1	一時	440	約40		
		アユラス排気ファンモータ (2)	30×1,770	MS-1、 重*2	一時	440	約40		
		中央制御室空調ファンモータ (2)	22×1,170	MS-1、 重*2	連続	440	約40		
		中央制御室非常用給気ファンモータ (2)	7.5×1,770	MS-1、 重*2	一時	440	約40		
		中央制御室再循環ファンモータ (2)	11×1,770	MS-1、 重*2	連続	440	約40		
		電動補助給水ポンプ室給気ファンモータ (2)	11×1,770	MS-2	一時	440	約40		
		制御用空気圧縮機室給気ファンモータ (2)	5.5×1,770	MS-2	一時	440	約40		
		タービン動補給水ポンプ室給気ファンモータ (2)	5.5×1,770	MS-2	一時	440	約40		
		ディーゼル発電機室給気ファンモータ (4)	30×1,150	MS-2	一時	440	約40		
		空調用冷凍機モータ (4)	190×3,540	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および構造物であることを示す。

表 1 (3/8) 伊方3号炉 空調ユニットの主な仕様

分離基準 型式	機器名称 (台数)	仕様 容量 (m ³ /min)	選定基準			代表機器の選定	
			重要度 ^{*1}	運転状態	構成品	代表 機器	選定理由
空調ユニット	安全補機閉閉器室空調ユニット (2)	約2,750	MS-2	連続	冷水冷却コイル、粗フィルタ	◎	重要度、容量
	アニュラス排気フィルタユニット (2)	約 250	MS-1、重 ^{*2}	一時	電気ヒータ、微粒子フィルタ、 よう素フィルタ、除湿フィルタ		
	中央制御室非常用給気フィルタユニット (1)	約 120	MS-1、重 ^{*2}	一時	電気ヒータ、微粒子フィルタ、 よう素フィルタ		
	安全補機室冷却ユニット (2)	約 280	MS-1	一時	冷水冷却コイル、粗フィルタ		
	安全補機室排気フィルタユニット (1)	約 56	MS-1	一時	電気ヒータ、微粒子フィルタ、 よう素フィルタ、除湿フィルタ		
	中央制御室空調ユニット (2)	約 500	MS-1、重 ^{*2}	連続	冷水冷却コイル、粗フィルタ		
	格納容器再循環ユニット (2) ^{*3}	約2,800	重 ^{*2}	連続	補機冷却水冷却コイル、粗フィルタ		

*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および構造物であることを示す。

*3：格納容器再循環ユニットは全4台あるが、常設重大事故等対処設備に属する機器は2台である。

表 1 (4/8) 伊方 3 号炉 冷凍機的主要仕様

機器名称 (台数)	仕様 (冷凍能力)	重要度*1	使用条件		構成品
			運転状態		
空調用冷凍機 (4)	553,000kcal/h	MS-1	連続	本体	圧縮機、凝縮器、蒸発器、モータ*2、冷媒配管
				冷水系統	空調用冷水膨張タンク、空調用冷水ポンプ、モータ*2、配管

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：モータについては、本評価書のモータにて評価している。

表 1 (5/8) 伊方3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		代表機器の選定	
			重要度*1	運転状態	代表 機器	選定理由
排気筒	格納容器排気筒	約2,420	MS-1、重*2	一時	◎	
	安全補機開閉器室空調系統ダクト	約2,750	MS-2	連続		
ダクト	安全補機室排気系統ダクト	約 56	MS-1	一時		
	安全補機室冷却系統ダクト	約 280	MS-1	一時		
	中央制御室空調系統ダクト	約 500	MS-1、重*2	連続	◎	重要度、容量
	アニュラス空気浄化系統ダクト	約 250	MS-1、重*2	一時		
	中央制御室非常用給気系統ダクト	約 120	MS-1、重*2	一時		
	電動補助給水ポンプ室給換気系統ダクト	約 350	MS-2	一時		
	タービン動補助給水ポンプ室換気系統ダクト	約 210	MS-2	一時		
	ディーゼル発電機室換気系統ダクト	約1,150	MS-2	一時		
	制御用空気圧縮機室換気系統ダクト	約 160	MS-2	一時		
	格納容器再循環系統ダクト	約2,800	重*2	連続		

*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および構造物であることを示す。

表 1 (6/8) 伊方3号炉 ダンパの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準		代表機器の選定	
形式	駆動方法 (作動原理)		重要度*1	選定理由	代表機器	選定理由
ダンパ	空気作動	格納容器排気ファン出口ダンパ (2)	MS-1	◎ 重要度		
		燃料取扱棟排気隔離ダンパ (2)	MS-2			
		燃料取扱棟排気隔離ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機室排気隔離ダンパ (4)	MS-1			
		安全補機室排気隔離ダンパ (4)	MS-1			
		ディーゼル発電機室排気ダンパ (4)	MS-2			
		ディーゼル発電機制御盤室排気ダンパ (2)	MS-2			
		ディーゼル発電機制御盤室排気ダンパ (2)	MS-2			
		電動補助給水ポンプ室排気ダンパ (2)	MS-2			
		タービン動補助給水ポンプ室排気ダンパ (2)	MS-2			
		制御用空気圧縮機室排気ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機閉閉器室外気取入ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機閉閉器室循環連絡ダクト隔離ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機閉閉器室空調ユニット入口ダンパ (4)	MS-2			
		安全補機閉閉器室空調ファン出口ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機閉閉器室給気連絡ダクト隔離ダンパ (2)	MS-2			
		中央制御室外気取入ダンパ (6)	MS-1、重*2			
		中央制御室非常用給気ファン入口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室非常用給気ファン出口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室空調ユニット入口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室空調ファン出口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室再循環ファン入口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室排気隔離ダンパ (2)	MS-1			
		中央制御室循環調整ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室排気調整ダンパ (2)	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および構造物であることを示す。

表 1 (7/8) 伊方3号炉 ダンパの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準		代表機器の選定	
形式	駆動方法 (作動原理)		重要度*1	代表機器	選定理由	選定理由
ダンパ	逆止	安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ (2)	MS-1	◎		重要度
		安全補機室排気逆止ダンパ (2)	MS-1			
		ディーゼル発電機室給気ファン出口逆止ダンパ (4)	MS-2			
		電動補助給水ポンプ室給気ファン出口逆止ダンパ (2)	MS-2			
		タービン動補助給水ポンプ室給気ファン出口逆止ダンパ (2)	MS-2			
		胴御用空気圧縮機室給気ファン出口逆止ダンパ (2)	MS-2			
		アニュラス排気フィルタユニット室出口防火ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		アニュラス排気フィルタユニット室外気取入れ側防火ダンパ (2)	MS-2			
		燃料取扱棟防火ダンパ (2)	MS-2			
		格納容器スプレイポンプ室防火ダンパ (6)	MS-1			
	高圧注入ポンプ室防火ダンパ (2)	MS-1				
	安全補機排気フィルタユニット室防火ダンパ (2)	MS-1				
	ディーゼル発電機室防火ダンパ (6)	MS-2				
	ディーゼル発電機制御盤室防火ダンパ (2)	MS-2				
	ディーゼル発電機サービスタング室防火ダンパ (4)	MS-2				
	電動補助給水ポンプ室防火ダンパ (4)	MS-2				
	タービン動補助給水ポンプ室防火ダンパ (4)	MS-2				
胴御用空気圧縮機室防火ダンパ (4)	MS-2					
1次系計装盤室天井防火ダンパ (4)	MS-2					
安全補機開閉器室防火ダンパ (7)	MS-2					
インバータ室防火ダンパ (2)	MS-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および構造物であることを示す。

表 1 (8/8) 伊方3号炉 ダンパの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準		代表機器の選定	
形式	駆動方法 (作動原理)		重要度*1	選定理由	代表機器	選定理由
ダンパ	防火	中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパ (2)	MS-1、重*2	◎	重要度	
		中央制御室関連連防火ダンパ (4)	MS-1、重*2			
		格納容器再循環ユニットダクト開放機構(6)	重*2			
		緊急時対策所 (3.2 m) 室防火ダンパ (3)	重*2			
		高圧注入ポンプ室ハロゲンガス圧連動ダンパ (4)	MS-1			
		格納容器スプレイポンプ室ハロゲンガス圧連動ダンパ (4)	MS-1			
	防火 (ハロゲンガス 圧連動)	余熱除去ポンプ室ハロゲンガス圧連動ダンパ (5)	MS-1	◎	重要度	
		充電器3N室ハロゲンガス圧連動ダンパ (1)	MS-2			
		安全補機閉器室ハロゲンガス圧連動ダンパ (5)	MS-2			
		インバータ室ハロゲンガス圧連動ダンパ (5)	MS-2			
		1次系計装盤室ハロゲンガス圧連動ダンパ (4)	MS-2			
		ディーゼル発電機制御盤室ハロゲンガス圧連動ダンパ (4)	MS-2			
手動	電動補助給水ポンプ室ハロゲンガス圧連動ダンパ (4)	MS-2	◎	重要度		
	タービン動補助給水ポンプ室ハロゲンガス圧連動ダンパ (4)	MS-2				
	制御用空気圧縮機室ハロゲンガス圧連動ダンパ (4)	MS-2				
	安全補機室空調系手動ダンパ (11)	MS-1				
	中央制御室空調系手動ダンパ (3)	MS-1、重*2				
	安全補機閉器室空調系手動ダンパ (3)	MS-2				
ディーゼル発電機室給気系手動ダンパ (2)	MS-2	◎	重要度			
緊急時対策所 (3.2 m) 空調系手動ダンパ (5)	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および構造物であることを示す。

表 2 (1/3) 伊方 3 号炉 主要な空調設備の機能

	空調設備	機能
ファン・モータ	安全補機室冷却ファン	安全補機室に安全補機室冷却ユニットで冷却された空気を給気する装置。
	安全補機開閉器室空調ファン	安全補機開閉器室に調整した空気を給気する装置。
	中央制御室空調ファン	中央制御室に中央制御室給気ユニットで冷却された空気を給気する装置。
	アニュラス排気ファン	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の空気を循環および排気する装置。
	中央制御室非常用給気ファン	1 次冷却材喪失事故時等に閉回路循環運転となる中央制御室空調系を浄化するために、中央制御室非常用給気フィルタユニット出た空気を中央制御室空調ユニット入口側へ循環する装置。
	安全補機室排気ファン	1 次冷却材喪失事故時に安全補機室の室内空気を排気して、微負圧に維持する装置。
	電動補助給水ポンプ室給気ファン	電動補助給水ポンプ室に外気を給気する装置。
	タービン動補助給水ポンプ室給気ファン	タービン動補助給水ポンプ室に外気を給気する装置。
	中央制御室再循環ファン	中央制御室内を換気および浄化するために、中央制御室内の空気を循環するための装置。
	ディーゼル発電機室給気ファン	ディーゼル発電機室を冷却するために、外気をディーゼル発電機室に給気する装置。
	制御用空気圧縮機室給気ファン	制御用空気圧縮機室を冷却するために、外気を制御用空気圧縮機室に給気する装置。

表 2 (2/3) 伊方 3 号炉 主要な空調設備の機能

空調設備		機能
空調 ユニット	安全補機開閉器室空調ユニット	安全補機開閉器室等の温度の調整を行う装置。
	アニュラス排気フィルタユニット	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。
	中央制御室非常用給気フィルタユニット	1 次冷却材喪失事故時等に閉回路循環運転となる中央制御室非常用空調系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。
	安全補機室冷却ユニット	安全補機室の冷却を行う装置。
	安全補機室排気フィルタユニット	安全補機室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。
	中央制御室空調ユニット	中央制御室内の温度の調整を行う装置。
	格納容器再循環ユニット	格納容器内の循環空気を冷却する装置。
冷凍機	空調用冷凍機	安全補機開閉器室空調ユニット等に冷水を供給する装置。

表 2 (3/3) 伊方 3 号炉 主要な空調設備の機能

空調設備	機能
格納容器排気筒	事故時に、アニュラス内等の空気を屋外へ排気するための流路を構成する。
ダクト	原子炉格納容器内外および建屋内の送排気のための空気の流路を構成する。
ダンパ	ダクト内に設置され、空気の流路を構成する機器である。

1 ファン

[対象機器]

- ① 安全補機室冷却ファン
- ② 安全補機開閉器室空調ファン
- ③ 中央制御室空調ファン
- ④ アニュラス排気ファン
- ⑤ 中央制御室非常用給気ファン
- ⑥ 安全補機室排気ファン
- ⑦ 電動補助給水ポンプ室給気ファン
- ⑧ 中央制御室再循環ファン
- ⑨ ディーゼル発電機室給気ファン
- ⑩ 制御用空気圧縮機室給気ファン
- ⑪ タービン動補助給水ポンプ室給気ファン

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	12
3. 代表機器以外への展開	19
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	19

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている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、駆動方式および設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方および結果

表1-1に示すファンを型式、駆動方式およ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 遠心式一体型ファン（屋内設置）

羽根車の遠心力を利用して送風。ファンの軸とモーターが一体。

② 遠心式カップリング駆動ファン（屋内設置）

羽根車の遠心力を利用して送風。ファンの軸とモーターが軸継手で接続。

③ 軸流式一体型ファン（屋内設置）

羽根車の翼揚力を利用して軸方向に送風。ファンの軸とモーターが一体。

1.2 代表機器の選定

(1) 遠心式一体型ファン（屋内設置）

このグループには安全補機室冷却ファンおよび安全補機開閉器室空調ファンが属するが、重要度の高い安全補機室冷却ファンを代表機器とする。

(2) 遠心式カップリング駆動ファン（屋内設置）

このグループには中央制御室空調ファン、アニュラス排気ファン、中央制御室非常用給気ファンおよび安全補機室排気ファンが属するが、容量が大きく連続運転である中央制御室空調ファンを代表機器とする。

(3) 軸流式一体型ファン（屋内設置）

このグループには、電動補助給水ポンプ室給気ファン、中央制御室再循環ファン、ディーゼル発電機室給気ファン、制御用空気圧縮機室給気ファンおよびタービン動補助給水ポンプ室給気ファンが属するが、重要度の高い中央制御室再循環ファンを代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 ファン(台数)の主な仕様

分離基準			選定基準					代表機器の選定		
型式	駆動方式	設置場所	機器名称(台数)	仕様 容量×全圧 (m ³ /min)×(Pa [gage])	重要度*1	使用条件			代表 機器	選定理由
						運転状態	回転数 (rpm)	周囲温度 (°C)		
遠心式	一体型	屋内	安全補機室冷却ファン(2)	約 280×約1,079	MS-1	一時	約1,200	約40	◎	重要度
			安全補機開閉器室空調ファン(2)	約2,750×約2,255	MS-2	連続	約900	約40		
	カップリング 駆動	屋内	中央制御室空調ファン(2)	約 500×約1,422	MS-1、重*2	連続	約1,200	約40	◎	容量、運転状態
			アニュラス排気ファン(2)	約 250×約3,138	MS-1、重*2	一時	約1,800	約40		
			中央制御室非常用給気ファン(2)	約 120×約2,108	MS-1、重*2	一時	約1,800	約40		
			安全補機室排気ファン(2)	約 56×約3,089	MS-1	一時	約3,500	約40		
軸流式	一体型	屋内	電動補助給水ポンプ室給気ファン(2)	約 350×約 686	MS-2	一時	約1,800	約40	◎	重要度
			中央制御室再循環ファン(2)	約 500×約 539	MS-1、重*2	連続	約1,800	約40		
			ディーゼル発電機室給気ファン(4)	約1,150×約 686	MS-2	一時	約1,200	約40		
			制御用空気圧縮機室給気ファン(2)	約 160×約 539	MS-2	一時	約1,800	約40		
			タービン動機補助給水ポンプ室給気ファン(2)	約 210×約 441	MS-2	一時	約1,800	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および構造物であることを示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の3種類のファンについて技術評価を実施する。

- ① 安全補機室冷却ファン
- ② 中央制御室空調ファン
- ③ 中央制御室再循環ファン

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 安全補機室冷却ファン

(1) 構造

伊方3号炉の安全補機室冷却ファンは、遠心式一体型ファンであり、2台設置されている。

ケーシング、羽根車には炭素鋼を使用している。

羽根車はモータの主軸に直接取付けており、モータ軸と一体で駆動し回転する。

伊方3号炉の安全補機室冷却ファンの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の安全補機室冷却ファンの使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

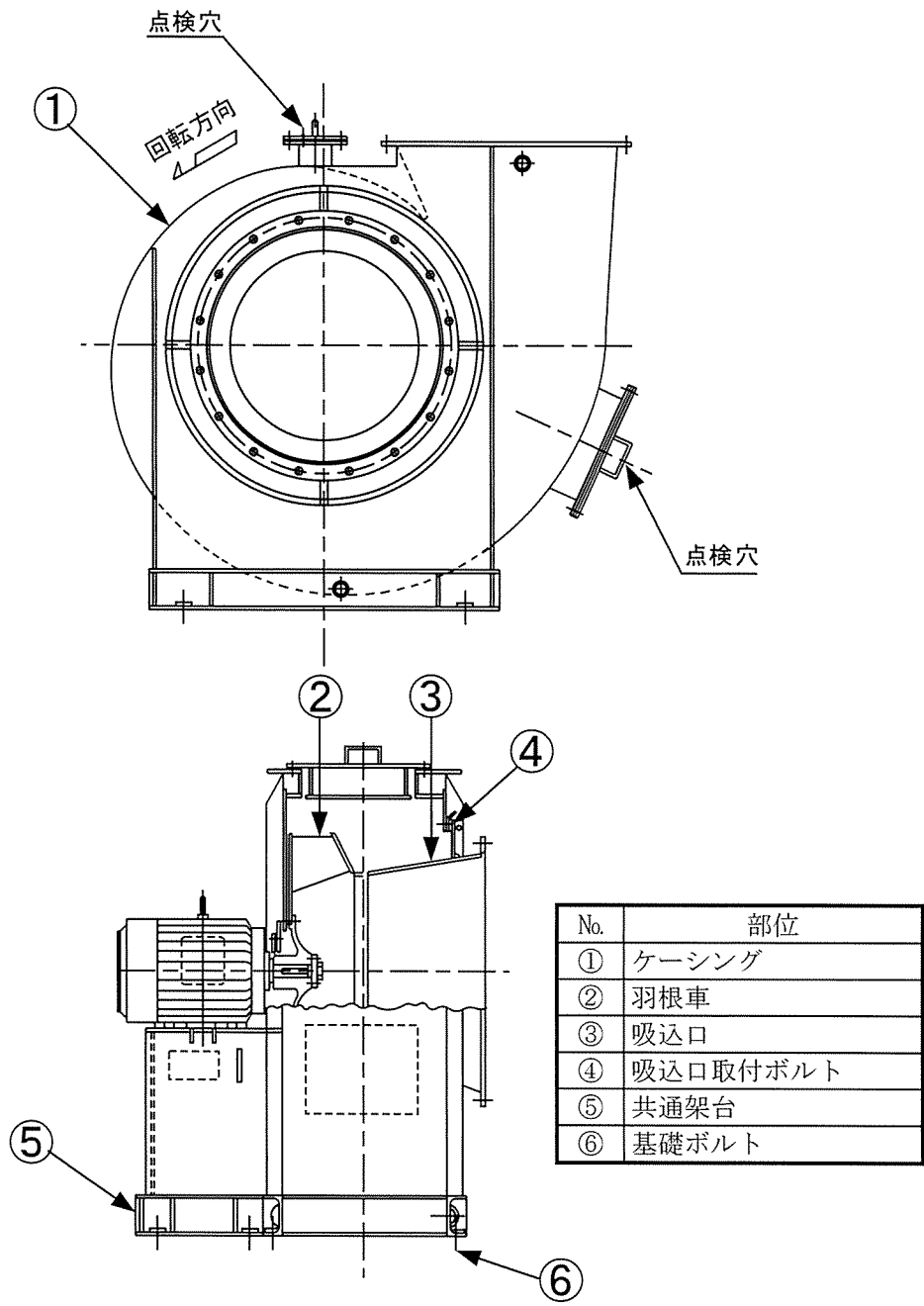


図2.1-1 伊方3号炉 安全補機室冷却ファン構造図

表2.1-1 伊方3号炉 安全補機室冷却ファン主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
ファン本体	ケーシング	炭素鋼
	羽根車	炭素鋼
	吸込口	炭素鋼
	吸込口取付ボルト	炭素鋼
支持・固定	共通架台	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 安全補機室冷却ファンの使用条件

容量	約280m ³ /min
全圧	約1,079Pa[gage]
回転数	約1,200rpm
設置場所	屋内
周囲温度	約40℃

2.1.2 中央制御室空調ファン

(1) 構造

伊方3号炉の中央制御室空調ファンは、遠心式カップリング駆動ファンであり、2台設置されている。

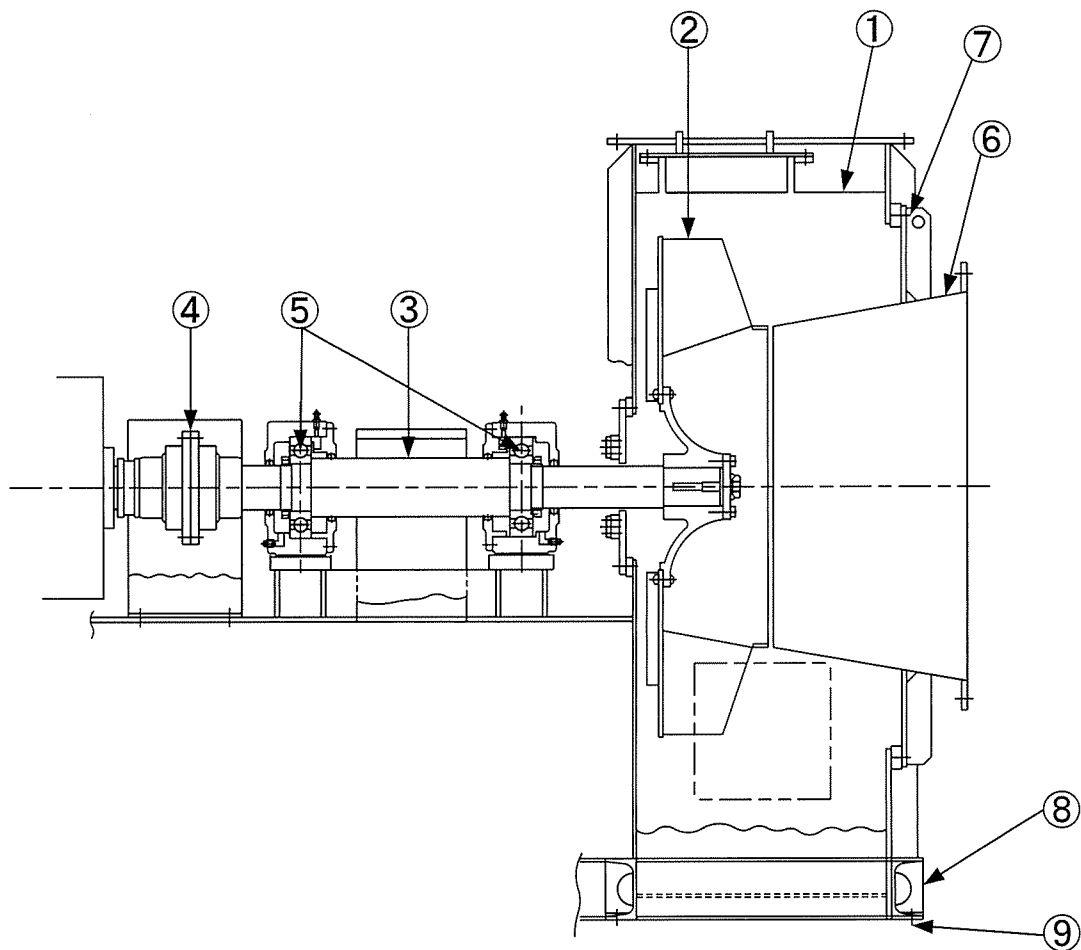
ケーシング、主軸、羽根車には炭素鋼を使用している。

羽根車はケーシング側面に設置された軸継手で接続されたモータ軸により駆動し回転する。

伊方3号炉の中央制御室空調ファンの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の中央制御室空調ファンの使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	羽根車
③	主軸
④	軸継手
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	吸込口
⑦	吸込口取付ボルト
⑧	共通架台
⑨	基礎ボルト

図2.1-2 伊方3号炉 中央制御室空調ファン構造図

表2.1-3 伊方3号炉 中央制御室空調ファン主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
ファン本体	ケーシング	炭素鋼
	羽根車	炭素鋼
	主軸	炭素鋼
	軸継手	炭素鋼
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	吸込口	炭素鋼
	吸込口取付ボルト	炭素鋼
支持・固定	共通架台	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-4 伊方3号炉 中央制御室空調ファンの使用条件

容量	約500m ³ /min
全圧	約1,422Pa[gage]
回転数	約1,200rpm
設置場所	屋内
周囲温度	約40℃

2.1.3 中央制御室再循環ファン

(1) 構造

伊方3号炉の中央制御室再循環ファンは、軸流式一体型ファンであり、2台設置されている。

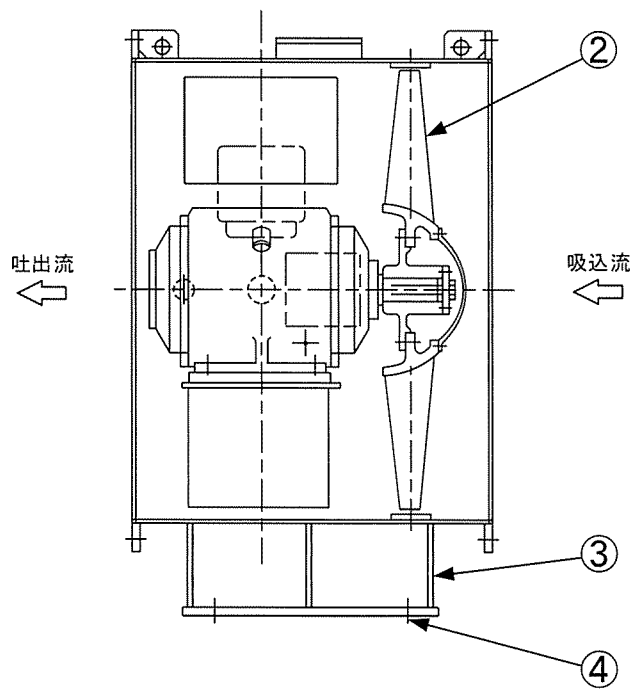
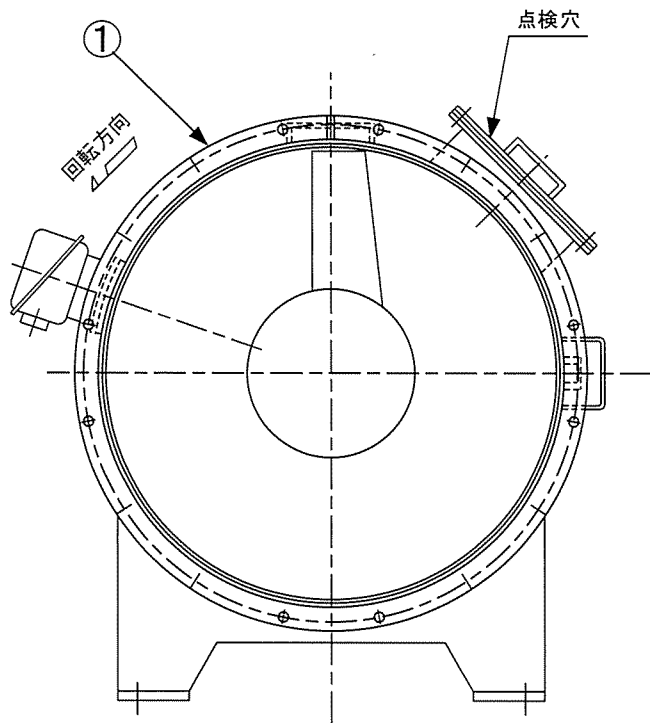
ケーシングには炭素鋼、羽根車にはアルミ合金鋳物を使用している。

羽根車はモータの主軸に直接取付けており、モータ軸と一体で駆動し回転する。

伊方3号炉の中央制御室再循環ファンの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の中央制御室再循環ファンの使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	羽根車
③	共通架台
④	基礎ボルト

図2.1-3 伊方3号炉 中央制御室再循環ファン構造図

表2.1-5 伊方3号炉 中央制御室再循環ファン主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
ファン本体	ケーシング	炭素鋼
	羽根車	アルミ合金鋳物
支持・固定	共通架台	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-6 伊方3号炉 中央制御室再循環ファンの使用条件

容量	約500m ³ /min
全圧	約539Pa [gage]
回転数	約1,800rpm
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）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) ケーシングの腐食（全面腐食）〔共通〕および吸込口等の腐食（全面腐食）
〔安全補機室冷却ファン、中央制御室空調ファン〕

ケーシング、吸込口および吸込口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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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) 羽根車の腐食（全面腐食）〔共通〕

安全補機室冷却ファンおよび中央制御室空調ファンの羽根車は炭素鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、分解点検時に目視により塗膜の状態を確認し、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。

また、中央制御室再循環ファンの羽根車はアルミ合金鋳物で耐食性に優れる材料であり、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がたい。

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。

軸受の定期取替時の軸受を引き抜いた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、主軸と軸受間に微小すき間が生じることから、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、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。

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。

(4) 主軸および軸継手の腐食（全面腐食） [中央制御室空調ファン]

主軸および軸継手は炭素鋼であり、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。

(5) 主軸の高サイクル疲労割れ [中央制御室空調ファン]

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

しかしながら、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、定期的な振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認）、試運転時および機能確認時における振動確認（変位、速度、加速度の測定等）、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) 共通架台の腐食（全面腐食）〔共通〕

共通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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(7) 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

2.2.4 消耗品および定期取替品

軸受（ころがり）は分解点検時に取替える消耗品であり、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(1/3) 伊方3号炉 安全補機室冷却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	ケーシング		炭素鋼		△								
	羽根車		炭素鋼		△								
	吸込口		炭素鋼		△								
	吸込口取付ボルト		炭素鋼		△								
機器の支持	共通架台		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) 伊方3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	ケーシング		炭素鋼		△								*1：高サイクル疲労割れ
	羽根車		炭素鋼		△								
	主軸		炭素鋼	△	△	△ ^{*1}							
	軸継手		炭素鋼		△								
	軸受（ころがり）	◎	—										
	吸込口		炭素鋼		△								
	吸込口取付ボルト		炭素鋼		△								
	共通架台		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）

表2.2-1(3/3) 伊方3号炉 中央制御室再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	ケーシング		炭素鋼		△									
	羽根車		アルミニウム合金 鋳物		△									
機器の支持	共通架台		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）

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ファン
- ② アニュラス排気ファン
- ③ 中央制御室非常用給気ファン
- ④ 安全補機室排気ファン
- ⑤ 電動補助給水ポンプ室給気ファン
- ⑥ ディーゼル発電機室給気ファン
- ⑦ 制御用空気圧縮機室給気ファン
- ⑧ タービン動補助給水ポンプ室給気ファン

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3の1)または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。

3.1.1 ケーシングの腐食（全面腐食）〔共通〕および吸込口等の腐食（全面腐食）

〔安全補機開閉器室空調ファン、アニュラス排気ファン、中央制御室非常用給気ファン、安全補機室排気ファン〕

ケーシング、吸込口および吸込口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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

3.1.2 羽根車の腐食（全面腐食）〔共通〕

安全補機開閉器室空調ファン、アニュラス排気ファン、中央制御室非常用給気ファンおよび安全補機室排気ファンの羽根車は炭素鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、分解点検時に目視により塗膜の状態を確認し、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。

また、電動補助給水ポンプ室給気ファン、ディーゼル発電機室給気ファン、制御用空気圧縮機室給気ファンおよびタービン動補助給水ポンプ室給気ファンの羽根車はアルミ合金鋳物であり、腐食が想定される。

しかしながら、耐食性に優れる材料を使用しており、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がたい。

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。

3.1.3 主軸の摩耗〔アニュラス排気ファン、中央制御室非常用給気ファン、安全補機室排気ファン〕

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。

軸受の定期取替時の軸受を引き抜いた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、主軸と軸受間に微小すき間が生じることから、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、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。

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。

3.1.4 主軸および軸継手の腐食（全面腐食）〔アニュラス排気ファン、中央制御室非常用給気ファン、安全補機室排気ファン〕

主軸および軸継手は炭素鋼であり、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。

3.1.5 主軸の高サイクル疲労割れ〔アニュラス排気ファン、中央制御室非常用給気ファン、安全補機室排気ファン〕

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、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、定期的な振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認）、試運転時および機能確認時における振動確認（変位、速度、加速度の測定等）、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。

3.1.6 共通架台の腐食（全面腐食）〔共通〕

共通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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.7 支持金物、取付ボルト等の腐食（全面腐食）〔電動補助給水ポンプ室給気ファン、タービン動補助給水ポンプ室給気ファン、制御用空気圧縮機室給気ファン〕
支持金物、取付ボルトおよび埋込金物（大気接触部およびコンクリート埋設部以外）は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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。

3.1.8 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔安全補機開閉器室空調ファン、アニュラス排気ファン、中央制御室非常用給気ファン、安全補機室排気ファン、ディーゼル発電機室給気ファン〕

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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

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。

3.1.9 埋込金物の腐食（全面腐食）〔電動補助給水ポンプ室給気ファン、タービン動補助給水ポンプ室給気ファン、制御用空気圧縮機室給気ファン〕

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。

2 モーター

[対象機器]

- ① 安全補機開閉器室空調ファンモーター
- ② 空調用冷水ポンプモーター
- ③ 安全補機室排気ファンモーター
- ④ 安全補機室冷却ファンモーター
- ⑤ アニュラス排気ファンモーター
- ⑥ 中央制御室空調ファンモーター
- ⑦ 中央制御室非常用給気ファンモーター
- ⑧ 中央制御室再循環ファンモーター
- ⑨ 電動補助給水ポンプ室給気ファンモーター
- ⑩ 制御用空気圧縮機室給気ファンモーター
- ⑪ タービン動補助給水ポンプ室給気ファンモーター
- ⑫ ディーゼル発電機室給気ファンモーター
- ⑬ 空調用冷凍機モーター

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	12
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	19
3. 代表機器以外への展開	26
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. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されているモータの主な仕様を表1-1に示す。

これらのモータを電圧区分、型式および設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方および結果

表1-1に示すモータを電圧区分、型式および設置場所に分類すると3つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 電圧区分：低圧、型式：開放形（屋内設置）

このグループには、安全補機開閉器室空調ファンモータのみが属するため、安全補機開閉器室空調ファンモータを代表機器とする。

(2) 電圧区分：低圧、型式：全閉形（屋内設置）

このグループには、空調用冷水ポンプモータ、安全補機室排気ファンモータ、安全補機室冷却ファンモータ、アニュラス排気ファンモータ、中央制御室空調ファンモータ、中央制御室非常用給気ファンモータ、中央制御室再循環ファンモータ、電動補助給水ポンプ室給気ファンモータ、制御用空気圧縮機室給気ファンモータ、タービン動補助給水ポンプ室給気ファンモータ、ディーゼル発電機室給気ファンモータが属するが、重要度が高く、出力が高い空調用冷水ポンプモータを代表機器とする。

(3) 電圧区分：低圧、型式：密閉形（屋内設置）

このグループには、空調用冷凍機モータのみが属するため、空調用冷凍機モータを代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 モータの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様 (定格出力× 定格回転数) (kW×rpm)	選定基準			代表機器の選定				
電圧 区分	型式			設置 場所	重要度*1	運転 状態	電圧 (V)	周囲温度 (°C)	代表 機器	選定 理由	
低圧	開放	屋内	安全補機開閉器空調ファンモータ (2)	200×875	MS-2	連続	440	約40	◎		
	全閉		空調用冷水ポンプモータ (4)	37×3,540	MS-1	連続	440	約40	◎	重要度、 出力	
			安全補機室排気ファンモータ (2)	5.5×3,500	MS-1	一時	440	約40			
			安全補機室冷却ファンモータ (2)	11×1,170	MS-1	一時	440	約40			
			アニュラス排気ファンモータ (2)	30×1,770	MS-1、 重*2	一時	440	約40			
			中央制御室空調ファンモータ (2)	22×1,170	MS-1、 重*2	連続	440	約40			
			中央制御室非常用給気ファンモータ (2)	7.5×1,770	MS-1、 重*2	一時	440	約40			
			中央制御室再循環ファンモータ (2)	11×1,770	MS-1、 重*2	連続	440	約40			
			電動補助給水ポンプ室給気ファンモータ (2)	11×1,770	MS-2	一時	440	約40			
			制御用空気圧縮機室給気ファンモータ (2)	5.5×1,770	MS-2	一時	440	約40			
			タービン動補助給水ポンプ室給気ファンモータ (2)	5.5×1,770	MS-2	一時	440	約40			
			ディーゼル発電機室給気ファンモータ (4)	30×1,150	MS-2	一時	440	約40			
			空調用冷凍機モータ (4)	190×3,540	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および構造物であることを示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の3種類のモータについて技術評価を実施する。

- ① 安全補機開閉器室空調ファンモータ
- ② 空調用冷水ポンプモータ
- ③ 空調用冷凍機モータ

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 安全補機開閉器室空調ファンモータ

(1) 構造

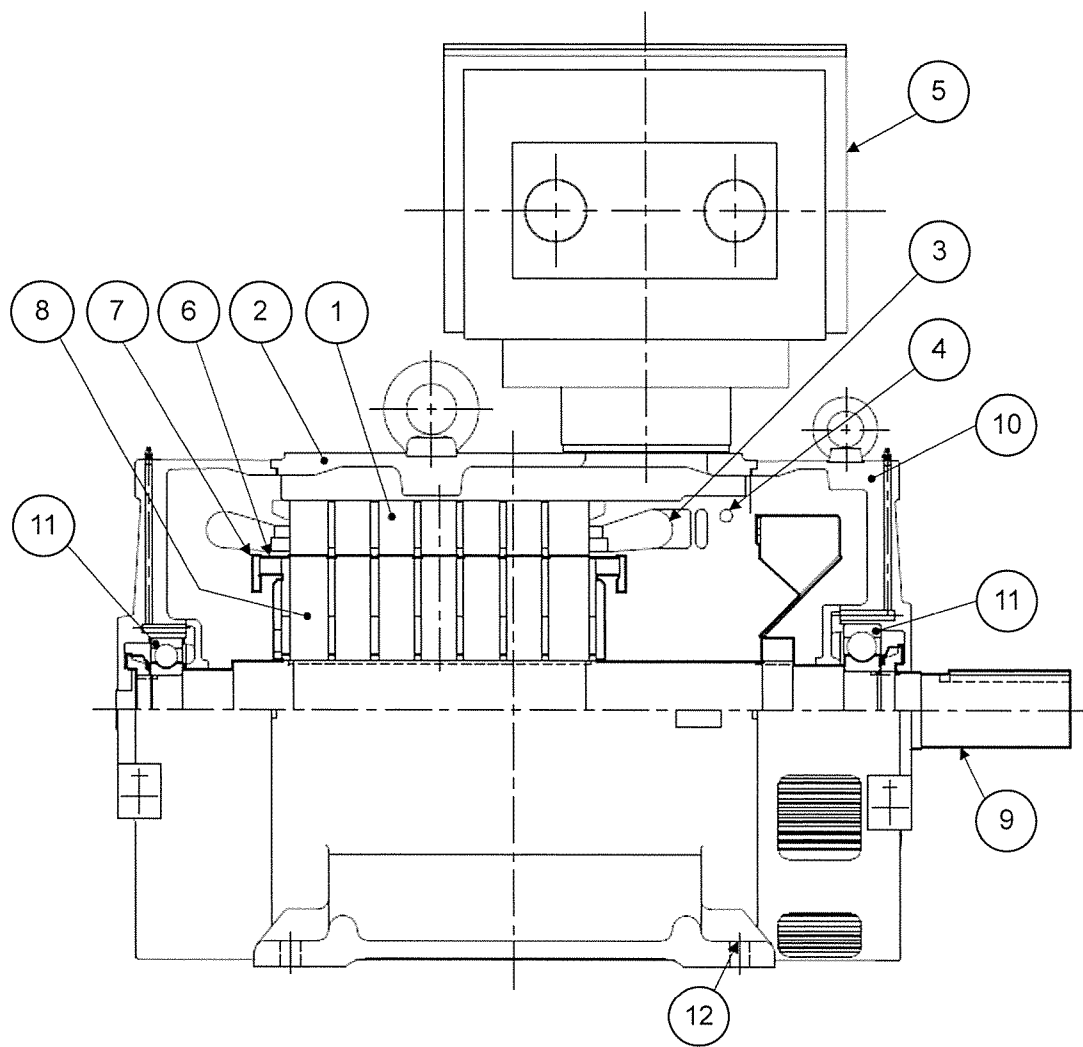
伊方3号炉の安全補機開閉器室空調ファンモータは、定格出力200kW、定格回転数875rpmの開放屋内形三相誘導モータであり、2台設置されている。

ファンにカップリングで直結されている主軸は炭素鋼が使用されており、負荷側およ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、内側にはモータ回転子重量を支えるための軸受を備えている。

伊方3号炉の安全補機開閉器室空調ファンモータの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の安全補機開閉器室空調ファンモータの使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	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	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2.1-1 伊方3号炉 安全補機開閉器室空調ファンモータ構造図

表2.1-1 伊方3号炉 安全補機開閉器室空調ファンモータ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	銅、マイカ、エポキシ樹脂(F種絶縁)
	口出線・接続部品	銅、シリコンゴム、マイカ、エポキシ樹脂(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
軸受組立品	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
支持組立品	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 安全補機開閉器室空調ファンモータの使用条件

定格出力	200kW
周囲温度	約40℃*1
定格電圧	440V
定格回転数	875rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.2 空調用冷水ポンプモータ

(1) 構造

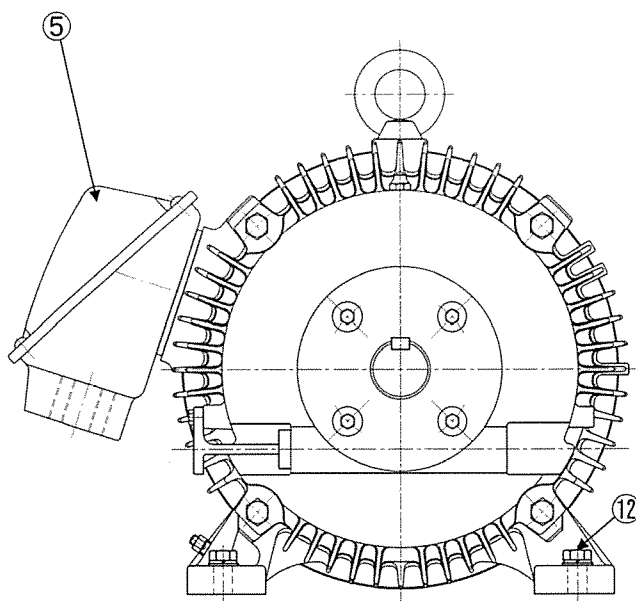
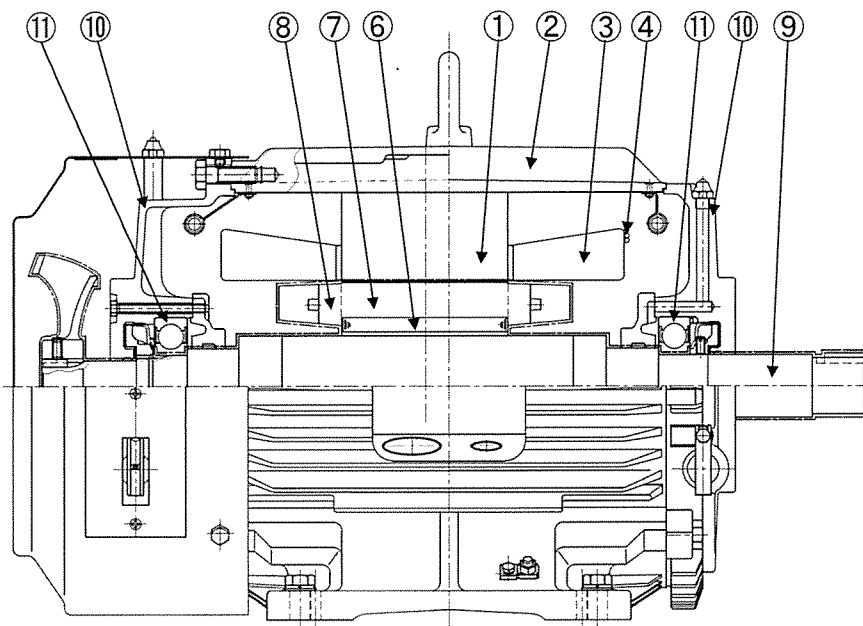
伊方3号炉の空調用冷水ポンプモータは、定格出力37kW、同期回転数3,540rpmの全閉屋内形三相誘導モータであり、4台設置されている。

主軸は炭素鋼が使用されており、負荷側およ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、内側にはモータ回転子重量を支えるための軸受を備えている。

伊方3号炉の空調用冷水ポンプモータの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の空調用冷水ポンプモータの使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



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	回転子コア
⑦	回転子棒
⑧	エンドリング
⑨	主軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受 (ころがり)
⑫	取付ボルト

図2.1-2 伊方3号炉 空調用冷水ポンプモータ構造図

表2.1-3 伊方3号炉 空調用冷水ポンプモータ主要部位の使用材料

部位		材料
固定子組立品	固定子コア	電磁鋼板
	フレーム	鋳鉄
	固定子コイル	銅、ポリエステル、ポリアミドイミド(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
回転子組立品	回転子棒・エンドリング	アルミニウム
	回転子コア	電磁鋼板
	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 伊方3号炉 空調用冷水ポンプモータの使用条件

定格出力	37kW
周囲温度	約40°C*1
定格電圧	440V
定格回転数	3,540rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.3 空調用冷凍機モータ

(1) 構造

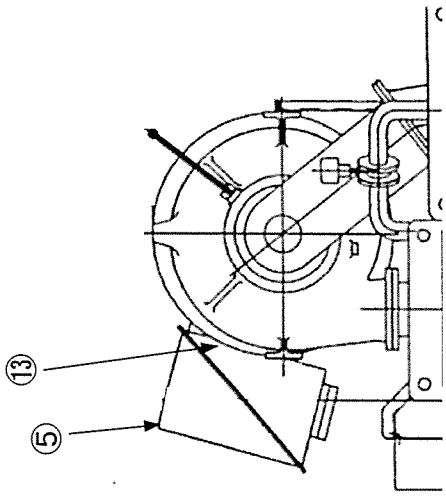
伊方3号炉の空調用冷凍機モータは、定格出力190kW、定格回転数3,540rpmの密閉屋内形三相誘導モータであり、4台設置されている。

主軸は低合金鋼が使用されており、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、モータ回転子重量を支えている。

伊方3号炉の空調用冷凍機モータの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の空調用冷凍機モータの使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。



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	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 (すべり)
⑫	シールリング
⑬	Oリング
⑭	取付ボルト

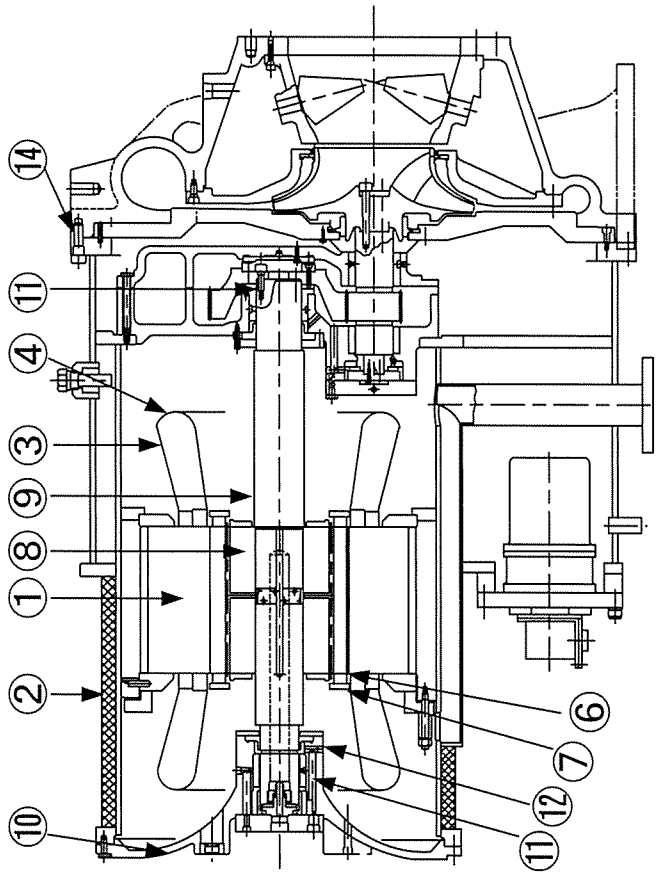


図2.1-3 伊方3号炉 空調用冷凍機モータ構造図

表2.1-5 伊方3号炉 空調用冷凍機モータ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	銅、マイカ、エポキシ樹脂（B種絶縁）
	口出線・接続部品	銅、シリコンゴム、マイカ、エポキシ樹脂（B種絶縁）
	端子箱	炭素鋼
	Oリング	消耗品・定期取替品
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	低合金鋼
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
	シールリング	消耗品・定期取替品
支持組立品	取付ボルト	低合金鋼

表2.1-6 伊方3号炉 空調用冷凍機モータの使用条件

定格出力	190kW
周囲温度	約40℃*1
定格電圧	440V
定格回転数	3,540rpm

*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

モータの機能であるファン等の駆動機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 駆動機能の確保
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

モータ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）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1の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) 固定子コイルおよび口出線〔共通〕、接続部品〔安全補機開閉器室空調ファンモータ、空調用冷凍機モータ〕の絶縁低下

固定子コイル、口出線および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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕

固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼板または珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コアはワニス処理、回転子コアはワニス処理また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がたい。

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、端子箱およびブラケットの腐食（全面腐食）〔共通〕

フレーム、端子箱およびブラケットは炭素鋼または鋳鉄であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(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、モータ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、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。

(4) 主軸の摩耗 [共通]

安全補機開閉器室空調ファンモータおよび空調用冷水ポンプモータはころがり軸受を使用しており、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。

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すき間が生じ、運転中にフレッチングによる摩耗が発生する可能性がある。

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

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および寸法計測により、機器の健全性を確認している。

空調用冷凍機モータは、油潤滑のすべり軸受を使用しており、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、主軸と軸受間に潤滑油が供給され膜が形成されるため、摺動摩耗が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がたい。

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および寸法計測により、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]

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

しかしながら、モータ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およ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または低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜またはメッキ面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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

2.2.4 消耗品および定期取替品

軸受（ころがりおよびすべり）、Oリングおよびシールリングは分解点検時に取替える消耗品であり、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 (1/3) 伊方3号炉 安全補機閉器室空調ファンモータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考		
				減肉		割れ		絶縁	導通	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
	フレーム		铸铁		△								
	固定子コイル		銅、マイカ、エポキシ樹脂					○					
	口出線・接続部品		銅、シリコーンゴム、マイカ、エポキシ樹脂					○					
	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		铸铁			△							
	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2.2-1 (2/3) 伊方3号炉 空調用冷水ポンプモータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		絶縁		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		電磁鋼板	△									*1：高サイクル疲労割れ
	フレーム		鋳鉄	△									
	固定子コイル		銅、ポリエステル、ポリアミドイミド				○						
	口出線		銅、シリコンゴム				○						
	端子箱		炭素鋼	△									
	回転子棒・エンドリング		アルミニウム				△						
	回転子コア		電磁鋼板	△									
	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2.2-1 (3/3) 伊方3号炉 空調用冷凍機モータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	特性		その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ					
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
	フレーム		炭素鋼	△								
	固定子コイル		銅、マイカ、エポキシ樹脂				○					
	口出線・接続部品		銅、シリコーンゴム、マイカ、エポキシ樹脂				○					
	端子箱		炭素鋼		△							
	○リング	◎	—									
	回転子棒・エンドリング		銅合金					△				
	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(すべり)	◎	—										
シールリング	◎	—										
取付ボルト			低合金鋼		△							
機器の支持												

○：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 固定子コイルおよび口出線〔共通〕、接続部品〔安全補機開閉器室空調ファンモータ、空調用冷凍機モータ〕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を施している。口出線は、モータ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、固定子コイルおよび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。

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電気的、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。

絶縁低下を生ずる可能性のある部位を図2.3-1に示す。

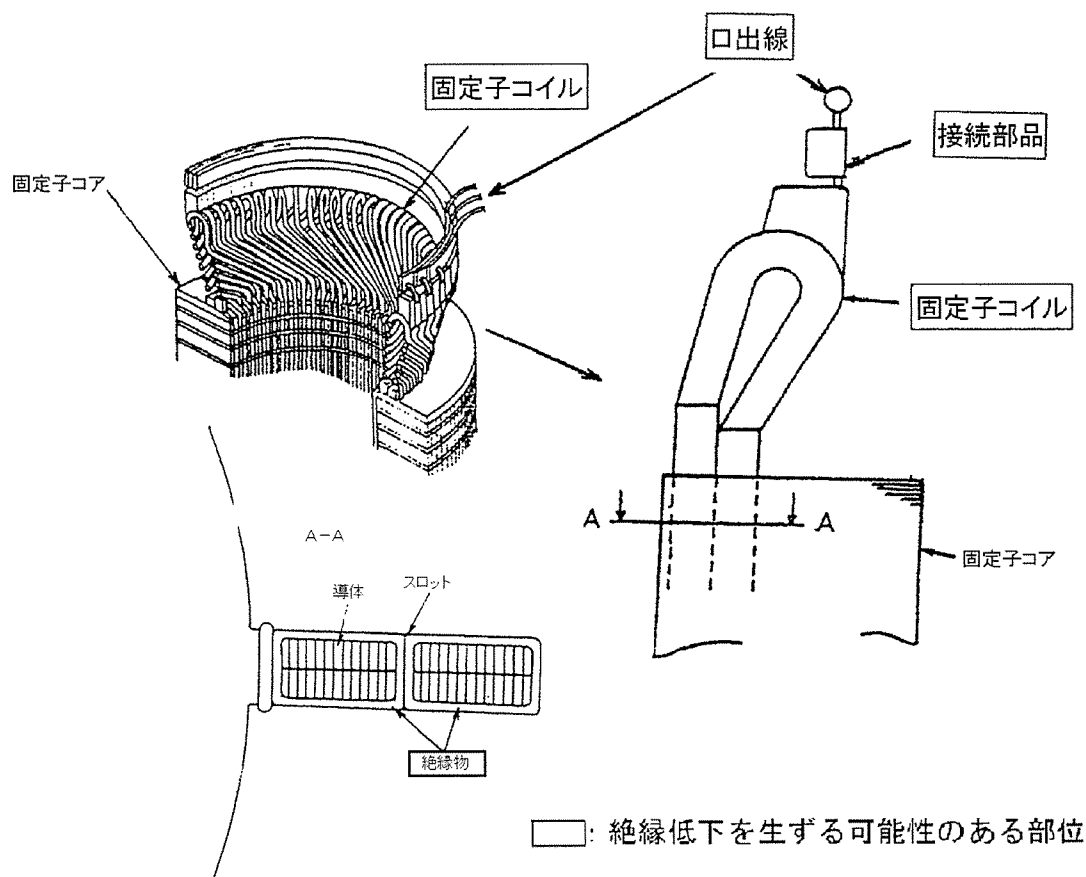


図2.3-1 伊方3号炉 固定子コイルおよび口出線〔共通〕、接続部品〔安全補機開閉器室空調ファンモータ、空調用冷凍機モータ〕の絶縁低下の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

低圧のモータ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。）の規格に基づき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、機械、環境および電気の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、モータ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。

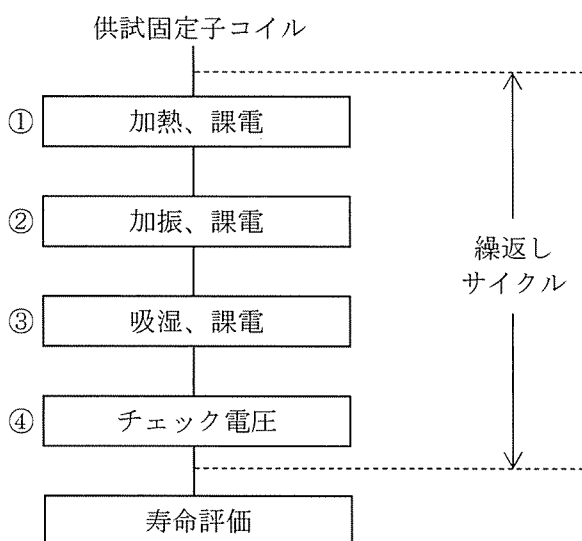


図2.3-2 固定子コイル長期健全性評価手順

図2.3-2の評価手順①、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返し、190℃および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

$$\log Y = -A + \frac{B}{273+t} \quad (1)$$

Y：寿命時間 (hr)
 t：運転温度 (℃)
 A、B：定数
 logY：自然対数

この耐熱寿命曲線は、モータに適用している絶縁固有の特性を表す。
 この(1)式に当該モータの運転温度*2 tを代入して、寿命を求める。
 この寿命で絶縁寿命を決定する。

*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＋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）および20年（B種絶縁）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	190℃-7日	220℃-1日	最大145℃
	電圧	440V-常時印加	440V-常時印加	440V
②	振動	1.5G-1時間 (at 140℃)	1.5G-1時間 (at 140℃)	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℃)	95~100%RH-2日 (at 40℃)	最大 100%RH (at 40℃)
	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)

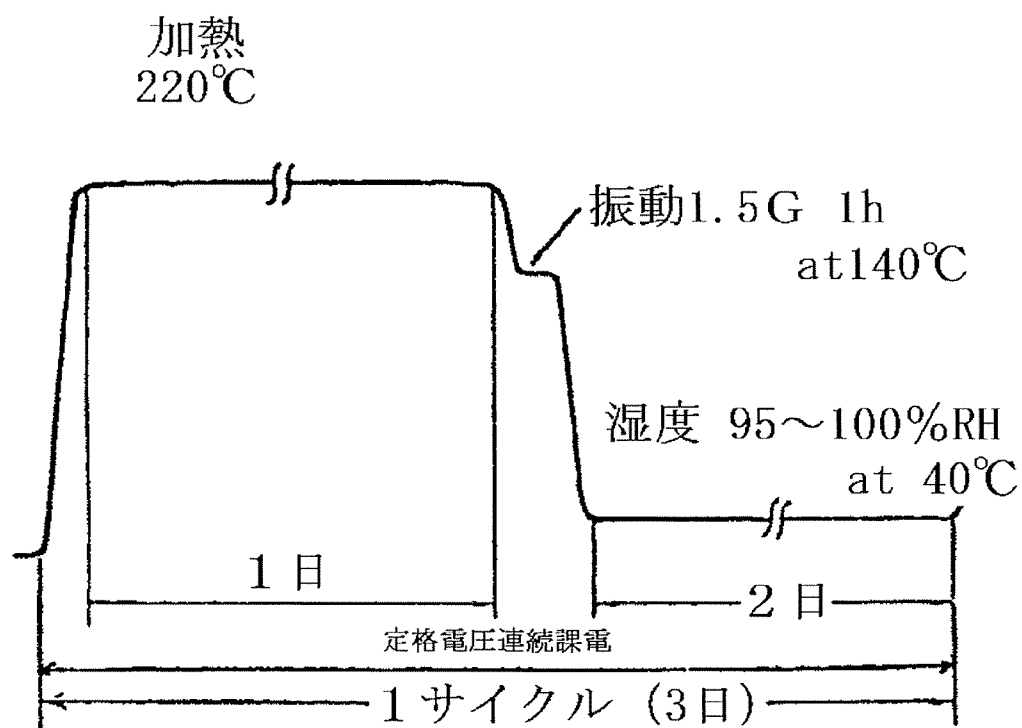


図2.3-3 ヒートサイクル方法例 (試験条件 2)

次に、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、機器の運転年数と絶縁破壊値の関係として、図2.3-4に示すよう求められる。

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： $1.5E=1.5 \times 440 \text{ [V]} = 660 \text{ [V]}$ ）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、機器の運転年数で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およ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。

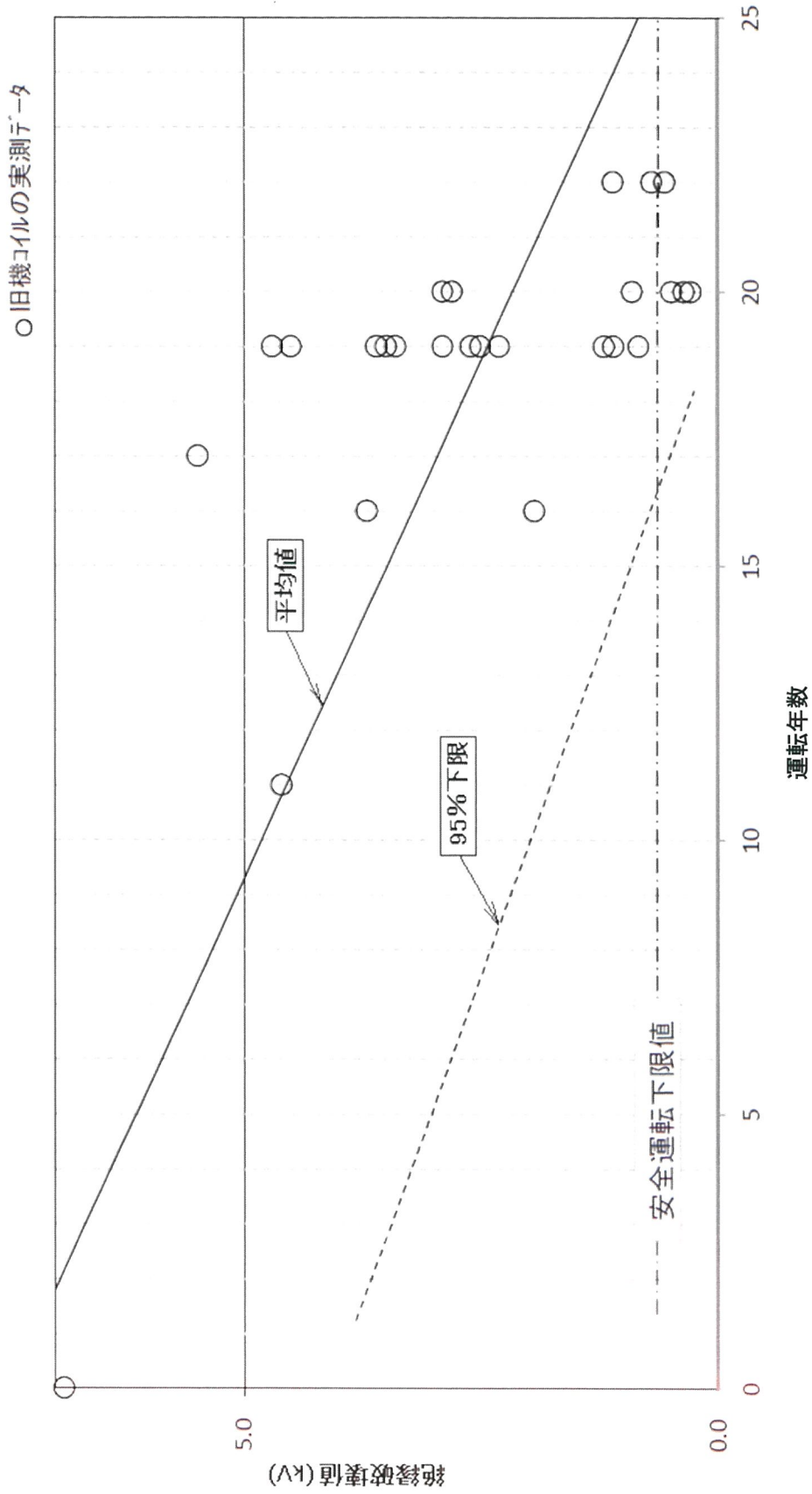


図2.3-4 機器の運転年数と絶縁破壊値の関係

[出典：メーカーデータ]

② 現状保全

固定子コイルおよび口出線・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、管理値以上であることの確認を行っている。

また、過去の絶縁抵抗測定の結果に基づき、監視強化としての絶縁抵抗測定の実施頻度の見直しを実施するとともに、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修もしくは取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、固定子コイルおよび口出線・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。

c. 高経年化への対応

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下については、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。

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当たっては、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 安全補機室排気ファンモータ
- ② 安全補機室冷却ファンモータ
- ③ アニュラス排気ファンモータ
- ④ 中央制御室空調ファンモータ
- ⑤ 中央制御室非常用給気ファンモータ
- ⑥ 中央制御室再循環ファンモータ
- ⑦ 電動補助給水ポンプ室給気ファンモータ
- ⑧ 制御用空気圧縮機室給気ファンモータ
- ⑨ タービン動補助給水ポンプ室給気ファンモータ
- ⑩ ディーゼル発電機室給気ファンモータ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 固定子コイルおよび口出線の絶縁低下 [共通]

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および口出線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、固定子コイルおよび口出線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、監視強化としての絶縁抵抗測定の実施頻度の見直しおよび必要に応じて洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替を実施していく。

3.2 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 1)または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 固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕

固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼板または珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理また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がたい。

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、端子箱およびブラケットの腐食（全面腐食）〔共通〕

フレーム、端子箱およびブラケットは鋳鉄または炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

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、モータ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、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はなく、疲労割れが発生しがたい構造である。

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]

ころがり軸受を使用しているモータについては、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すき間が生じ、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、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。

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および寸法計測により、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]

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

しかしながら、モータ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およ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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3 空調ユニット

[対象機器]

- ① 安全補機開閉器室空調ユニット
- ② アニュラス排気フィルタユニット
- ③ 中央制御室非常用給気フィルタユニット
- ④ 安全補機室冷却ユニット
- ⑤ 安全補機室排気フィルタユニット
- ⑥ 中央制御室空調ユニット
- ⑦ 格納容器再循環ユニット

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	7
3. 代表機器以外への展開	10
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	10

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている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、以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方および結果

表1-1に示す空調ユニット（フィルタユニットを含む）は、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

このグループには、安全補機開閉器室空調ユニット、アニュラス排気フィルタユニット、中央制御室非常用給気フィルタユニット、安全補機室冷却ユニット、安全補機室排気フィルタユニット、中央制御室空調ユニットおよ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。

表1-1 伊方3号炉 空調ユニットの主な仕様

分艦基準 型式	機器名称 (台数)	仕様 容量 (m ³ /min)	選定基準			代表機器の選定	
			重要度*1	運転状態	構成品	代表 機器	選定理由
空調ユニット	安全補機開閉器空調ユニット (2)	約2,750	MS-2	連続	冷水冷却コイル、粗フィルタ	◎	重要度、容量
	アニュラス排気フィルタユニット (2)	約 250	MS-1、重*2	一時	電気ヒータ、微粒子フィルタ、 よう素フィルタ、除湿フィルタ		
	中央制御室非常用給気フィルタユニット (1)	約 120	MS-1、重*2	一時	電気ヒータ、微粒子フィルタ、 よう素フィルタ		
	安全補機室冷却ユニット (2)	約 280	MS-1	一時	冷水冷却コイル、粗フィルタ		
	安全補機室排気フィルタユニット (1)	約 56	MS-1	一時	電気ヒータ、微粒子フィルタ、 よう素フィルタ、除湿フィルタ		
	中央制御室空調ユニット (2)	約 500	MS-1、重*2	連続	冷水冷却コイル、粗フィルタ		
	格納容器再循環ユニット (2) *3	約2,800	重*2	連続	補機冷却水冷却コイル、粗フィルタ		

*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および構造物であることを示す。

*3：格納容器再循環ユニットは全4台あるが、常設重大事故等対処設備に属する機器は2台である。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の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

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 中央制御室空調ユニット

(1) 構造

伊方3号炉の中央制御室空調ユニットは、冷却機能を有する冷却コイル、空気浄化機能を有する粗フィルタを内蔵しており、バウンダリを形成するユニット骨組鋼材、外板等で構成されている。

伊方3号炉の中央制御室空調ユニットの構成図および構造図を図2.1-1および図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の中央制御室空調ユニット主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

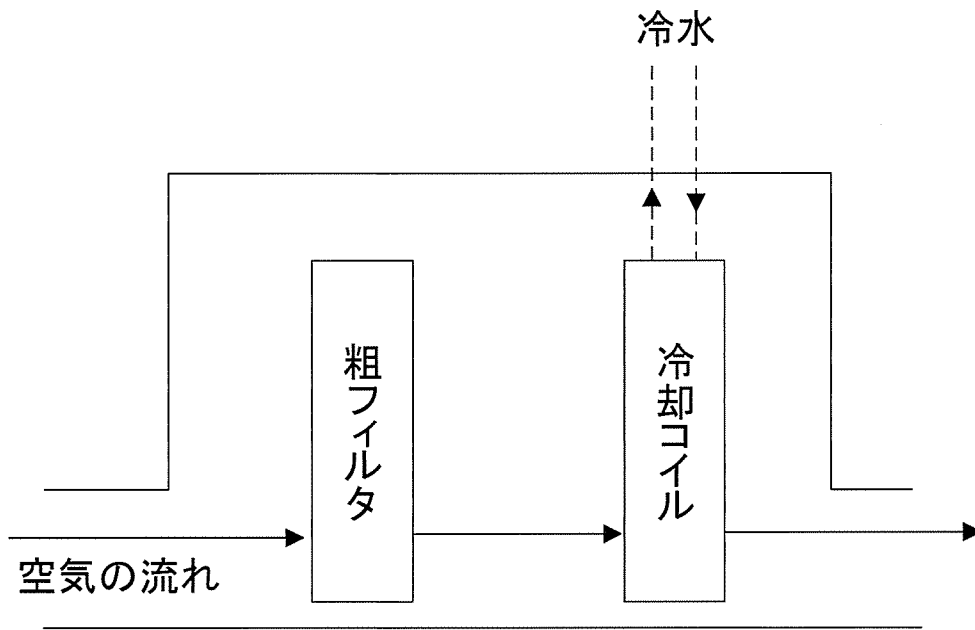
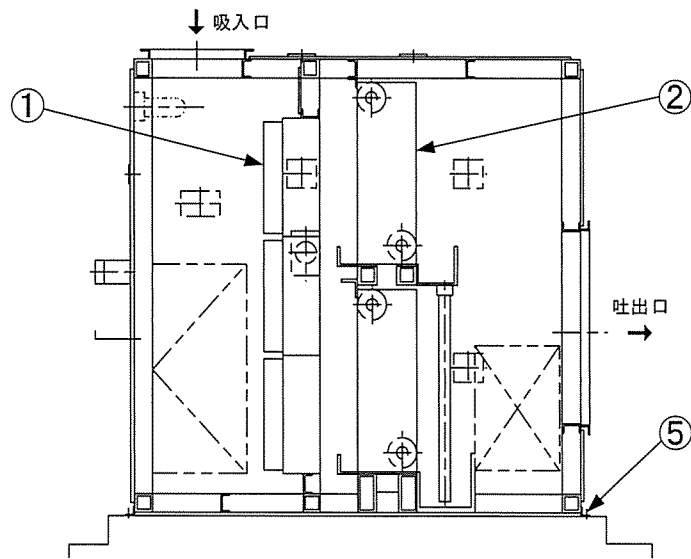
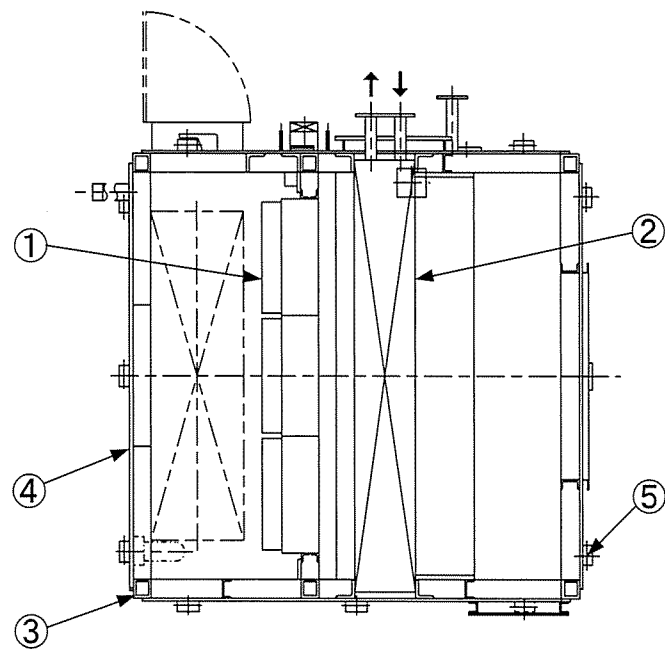


図2.1-1 伊方3号炉 中央制御室空調ユニットの構成図



No.	部位
①	粗フィルタ
②	冷却コイル
③	ユニット骨組鋼材
④	外板
⑤	基礎ボルト

図2.1-2 伊方3号炉 中央制御室空調ユニット構造図

表2.1-1 伊方3号炉 中央制御室空調ユニット主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
ユニット内蔵品	粗フィルタ	消耗品・定期取替品
	冷却コイル	銅合金
ユニット構造部	ユニット骨組鋼材	炭素鋼
	外板	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 中央制御室空調ユニットの使用条件

容量	約500m 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

中央制御室空調ユニットの機能である空調機能を持続するためには、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

中央制御室空調ユニットについて、機能達成に必要な項目を考慮して、主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) ユニット骨組鋼材および外板の腐食（全面腐食）

ユニット骨組鋼材および外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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) 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

(3) 冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食）

冷却コイルは銅合金であり、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、内部流体は純水であるが、耐食性に優れた銅合金を使用していることから、腐食が発生しがたい。

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、開放点検時の目視によりコイル外面等の腐食の状況を確認し、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品および定期取替品

粗フィルタは試運転時等のフィルタ差圧目視確認結果に基づき取替える消耗品であり、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 伊方3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				
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他		
加熱・冷却機能、空気浄化機能の確保	粗フィルタ	◎	—									
	冷却コイル		銅合金		△(内面)							
	ユニット骨組鋼材		炭素鋼		△							
	外板		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 安全補機開閉器室空調ユニット
- ② アニュラス排気フィルタユニット
- ③ 中央制御室非常用給気フィルタユニット
- ④ 安全補機室冷却ユニット
- ⑤ 安全補機室排気フィルタユニット
- ⑥ 格納容器再循環ユニット

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3 1)または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。

3.1.1 ユニット骨組鋼材、外板の腐食（全面腐食）〔共通〕

ユニット骨組鋼材、外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

3.1.2 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、安全補機室冷却ユニット〕

冷却コイルは銅合金であり、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、内部流体は純水であるが耐食性に優れた銅合金を使用していることから、腐食が発生しがたい。

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、開放点検時の目視によりコイル外面等の腐食の状況を確認し、機器の健全性を確認している。

3.1.3 電気ヒータの絶縁低下〔アニュラス排気フィルタユニット、中央制御室非常用給気フィルタユニット、安全補機室排気フィルタユニット〕

電気ヒータの絶縁物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、電気ヒータは通常時は通電していないことから急激に絶縁低下の進行がしがたい。

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。

3.1.4 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕および樹脂の劣化〔安全補機開閉器室空調ユニット、アニュラス排気フィルタユニット〕

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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

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。

3.1.5 冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食）〔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、内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、腐食が発生しがたい環境であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

4 冷凍機

[対象機器]

- ① 空調用冷凍機

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. 空調用冷凍機の技術評価	2
2.1 構造、材料および使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	11

1. 技術評価対象機器

伊方3号炉で使用されている冷凍機的主要仕様を表1-1に示す。

表1-1 伊方3号炉 冷凍機的主要仕様

機器名称 (台数)	仕様 (冷凍能力)	重要度*1	使用条件		構成品
			運転状態		
空調用冷凍機 (4)	553,000kcal/h	MS-1	連続	本体	圧縮機、凝縮器、蒸発器、モータ*2、冷媒配管
				冷水系統	空調用冷水膨張タンク、空調用冷水ポンプ、モータ*2、配管

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：モータについては、本評価書のモータにて評価している。

2. 空調用冷凍機の技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 空調用冷凍機

(1) 構造

伊方3号炉の空調用冷凍機は4台設置されている。

本ユニットは、安全補機開閉器室空調ユニット等に冷水（純水）を供給することを目的としており、圧縮機、凝縮器、蒸発器等で構成されている。

圧縮機はターボ式であり、凝縮器および蒸発器は横置のシェルアンドチューブ式である。

圧縮機のケーシングには鋳鉄を使用し、羽根車にはアルミニウム合金鋳物を使用しており、冷媒（フルオロカーボン）に接している。凝縮器伝熱管には銅合金を使用しており、海水、冷媒（フルオロカーボン）に接している。蒸発器伝熱管には銅合金を使用しており、冷水（純水）、冷媒（フルオロカーボン）に接している。

また、冷水システムの配管等には炭素鋼を使用している。

伊方3号炉の空調用冷凍機および冷水システムの構成図等を図2.1-1～図2.1-6に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の空調用冷凍機および冷水システムの使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

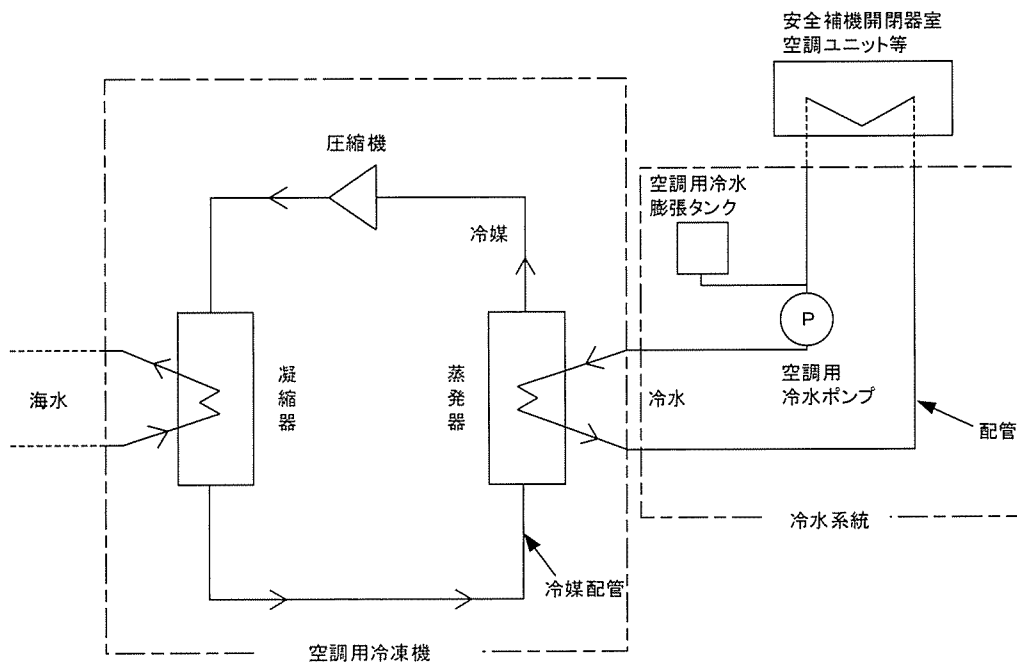
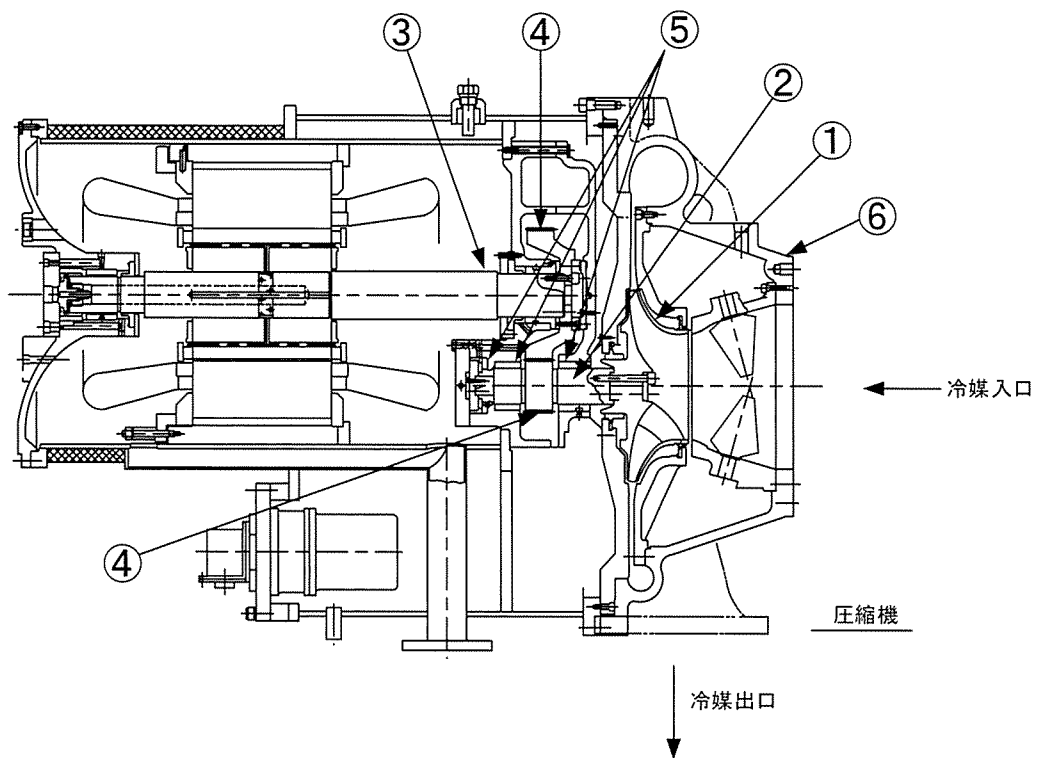
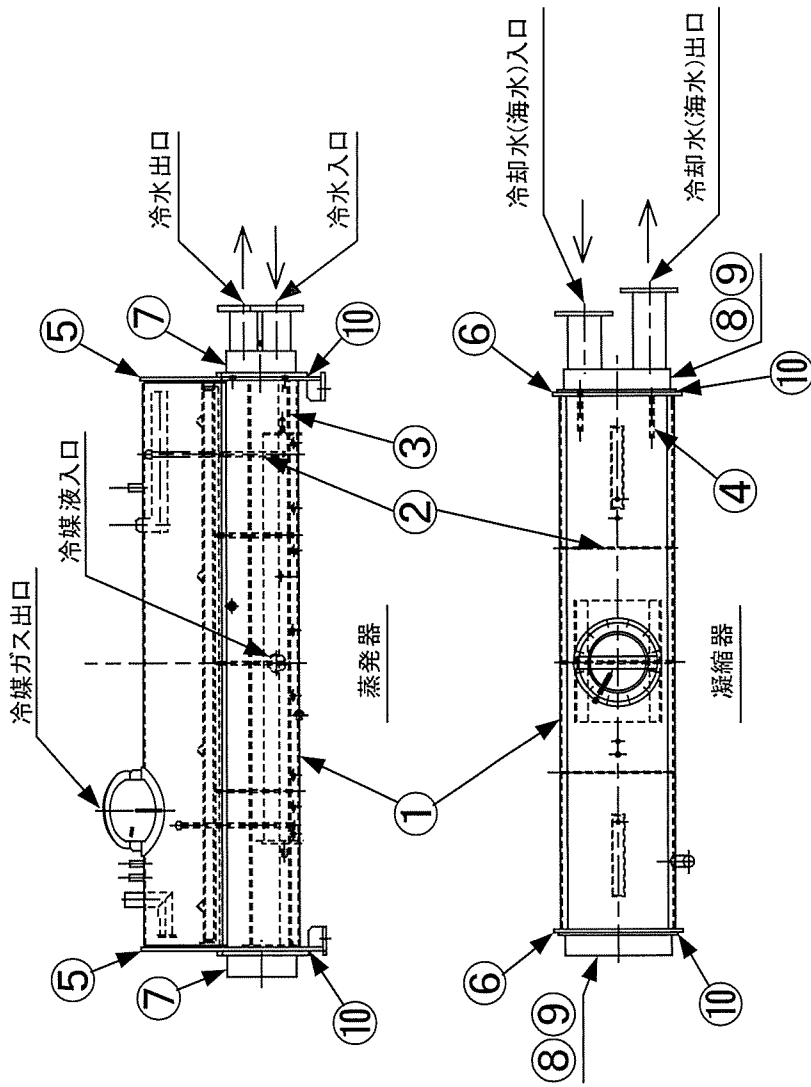


図2.1-1 伊方3号炉 空調用冷凍機および冷水系統構成図



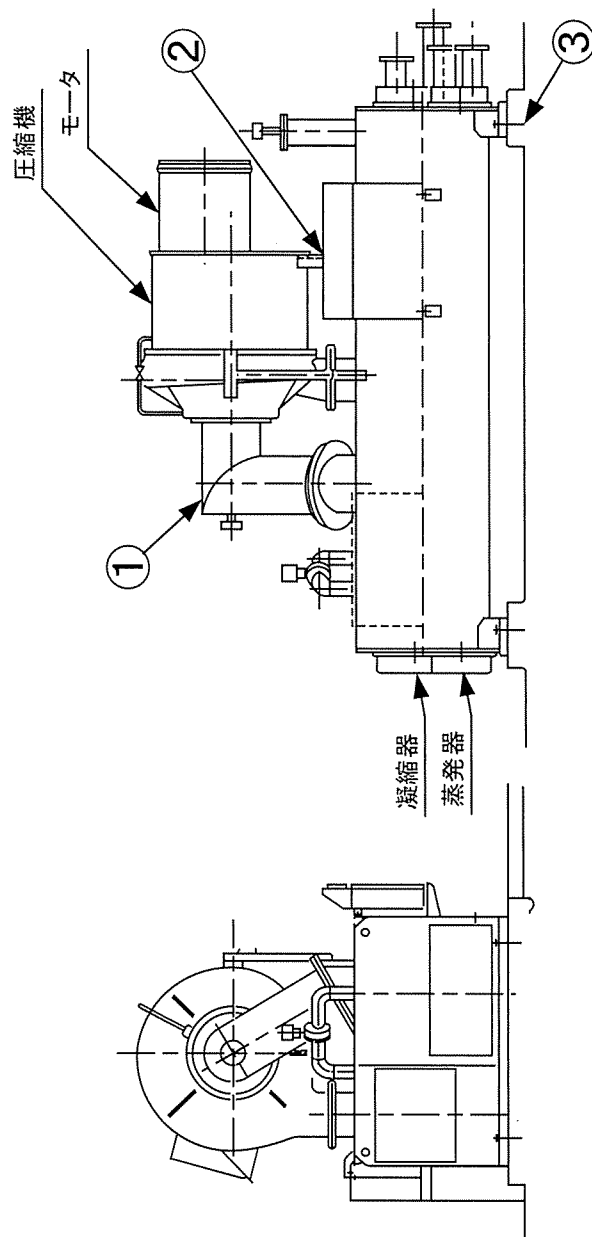
No.	部位
①	羽根車
②	主軸 (羽根車側)
③	主軸 (モータ側)
④	歯車
⑤	軸受(すべり)
⑥	ケーシング

図2.1-2 伊方3号炉 空調用冷凍機 圧縮機構造図



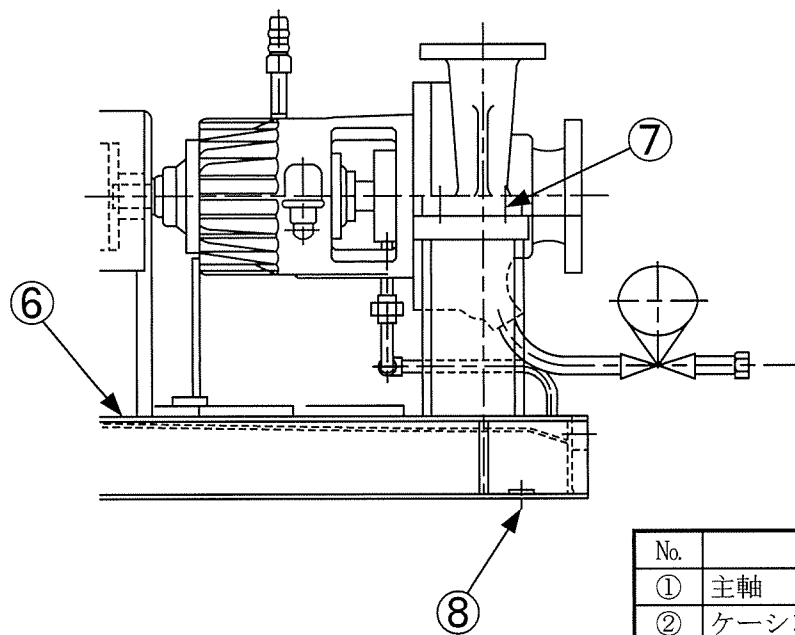
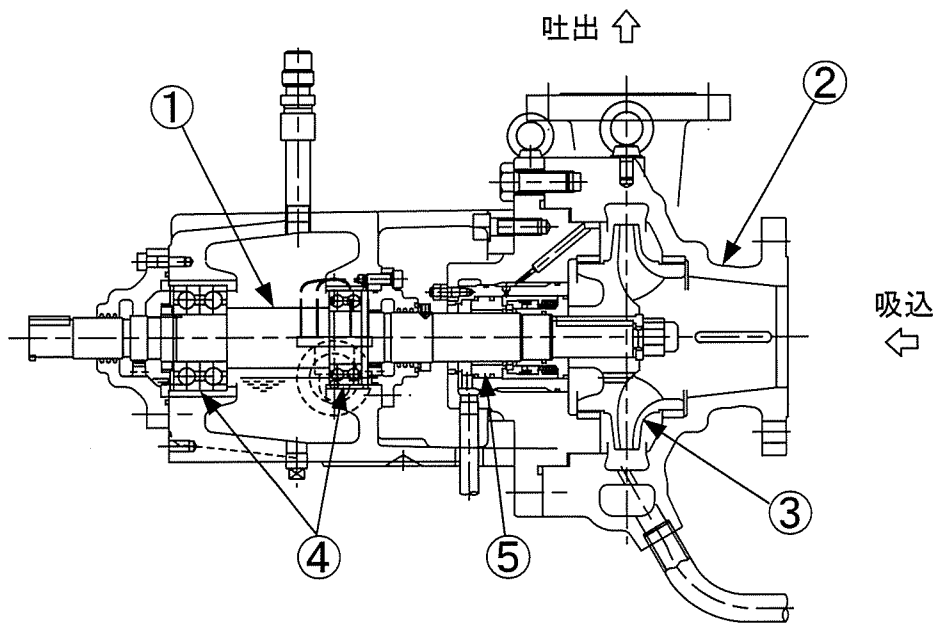
No.	部位
①	胴板
②	支持板
③	蒸発器伝熱管
④	凝縮器伝熱管
⑤	蒸発器管板
⑥	凝縮器管板
⑦	蒸発器水室
⑧	凝縮器水室
⑨	防食亜鉛板
⑩	ガスケット

図2.1-3 伊方3号炉 空調用冷凍機 熱交換器構造図



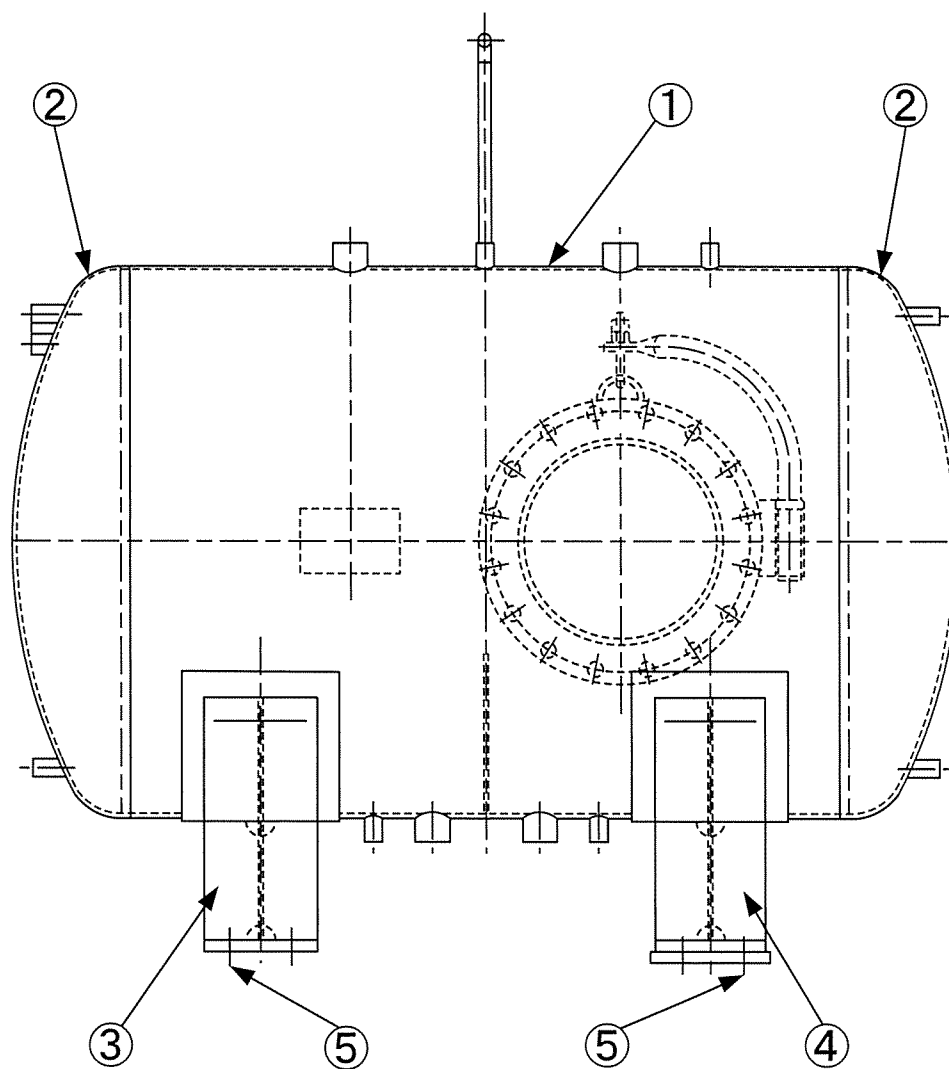
No.	部位
①	冷媒配管
②	架台
③	基礎ボルト

図2.1-4 伊方3号炉 空調用冷凍機 全体図



No.	部位
①	主軸
②	ケーシング
③	羽根車
④	軸受 (ころがり)
⑤	メカニカルシール
⑥	台板
⑦	取付ボルト
⑧	基礎ボルト

図2.1-5 伊方3号炉 冷水系統 空調用冷水ポンプ構造図



No.	部位
①	胴板
②	鏡板
③	支持脚
④	支持脚 (スライド脚)
⑤	基礎ボルト

図2.1-6 伊方3号炉 冷水系統 空調用冷水膨張タンク構造図

表2.1-1 伊方3号炉 空調用冷凍機および冷水系統主要部位の使用材料

部位		材料	
圧縮機	羽根車	アルミニウム合金鋳物	
	主軸（羽根車側）	低合金鋼	
	主軸（モータ側）	低合金鋼	
	歯車	低合金鋼	
	軸受（すべり）	消耗品・定期取替品	
	ケーシング	鋳鉄	
熱交換器	胴板	炭素鋼	
	支持板	炭素鋼	
	凝縮器伝熱管	銅合金	
	蒸発器伝熱管	銅合金	
	凝縮器管板	炭素鋼（銅合金クラッド）	
	蒸発器管板	炭素鋼	
	凝縮器水室	炭素鋼（ゴムライニング）	
	蒸発器水室	炭素鋼	
	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	
冷媒配管		炭素鋼	
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
		ケーシング	炭素鋼鋳鋼
		羽根車	ステンレス鋼鋳鋼
		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
	空調用冷水膨張タンク	胴板	炭素鋼
		鏡板	炭素鋼
支持・固定	架台	炭素鋼	
	基礎ボルト	炭素鋼	
	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	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2.1-2 伊方3号炉 空調用冷凍機の使用条件

冷媒	フルオロカーボン
冷水	純水
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

空調用冷凍機の機能である冷凍機能を持続するためには、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

空調用冷凍機について、機能達成に必要な項目を考慮して、主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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）

圧縮機の羽根車はアルミニウム合金鋳物であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は冷媒（フルオロカーボン）で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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) 圧縮機主軸（羽根車側、モータ側）および歯車の摩耗

圧縮機の主軸（羽根車側、モータ側）およ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、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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) 圧縮機および空調用冷水ポンプ主軸の高サイクル疲労割れ

圧縮機および空調用冷水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、圧縮機およ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がないことの触診による確認）、試運転時および機能確認時における振動確認（変位、速度、加速度の測定等）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。

(4) 圧縮機ケーシングの腐食（全面腐食）

圧縮機のケーシングは鋳鉄であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

一方、内面については、内部流体が冷媒（フルオロカーボン）で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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) 熱交換器胴板および冷媒配管の外面からの腐食（全面腐食）

熱交換器の胴板および冷媒配管は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態を確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

(6) 凝縮器伝熱管の内面腐食（流れ加速型腐食）

凝縮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、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腐食（流れ加速型腐食）

蒸発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。

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。

(8) 凝縮器および蒸発器伝熱管の外表面腐食（全面腐食）

凝縮器および蒸発器の伝熱管は銅合金であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、胴側流体は冷媒（フルオロカーボン）で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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により、機器の健全性を確認している。

(9) 熱交換器耐圧構成品および冷水系統の炭素鋼使用部位の腐食（全面腐食）

熱交換器の管板（水室側）および水室、冷水系統配管ならびに空調用冷水膨張タンクの胴板および鏡板は炭素鋼、空調用冷水ポンプのケーシング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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

一方、熱交換器耐圧構成品および冷水系統の炭素鋼使用部位の内面については内部流体が純水であり（凝縮器内面側を除く）、長期間の使用により腐食が想定される。

しかしながら、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年の腐食量を評価した結果より、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。

また、開放点検時または分解点検時の目視確認等により、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。

(10) 凝縮器および蒸発器伝熱管内面のスケール付着

凝縮器および蒸発器の伝熱管は、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、伝熱性能低下が想定される。

しかしながら、伝熱管内面のスケール付着に対しては、分解点検時の渦流探傷検査前に洗浄及び目視確認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。

(11) 凝縮器水室等の海水による腐食（異種金属接触腐食含む）

凝縮器管板は炭素鋼（銅合金クラッド）であり、長期間の使用により海水接液部において腐食が想定される。

また、凝縮器水室は炭素鋼であり、海水が接するため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に海水が接した場合、管板の接液部が銅合金クラッド鋼であるため、炭素鋼使用部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、分解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。

(12) 空調用冷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、キャビテーションを起こさない条件はポンプおよ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。

(13) 架台、台板、取付ボルトおよび支持脚の腐食（全面腐食）

架台、台板、取付ボルトおよび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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(14) 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）

空調用冷水膨張タンクは横置きであり、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、長期間の使用により、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。

(15) 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

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。

(16) 冷媒配管の内面からの腐食（全面腐食）

冷媒配管は炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体が水質管理された冷媒（フルオロカーボン）で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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。

(17) 凝縮器伝熱管および蒸発器伝熱管外面のスケール付着

凝縮器伝熱管および蒸発器伝熱管は、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、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。

(18) 熱交換器胴板内面等の腐食（全面腐食）

熱交換器胴板内面、管板（胴側）および支持板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は水質管理された冷媒（フルオロカーボン）であり、腐食の発生がしがたい環境である。

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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

軸受（すべり）、軸受（ころがり）、防食亜鉛板、ガスケットおよびメカニカルシールは分解点検時に取替える消耗品であり、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(1/2) 伊方3号炉 空調用冷凍機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考		
				減肉		割れ		材質変化			その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
冷水冷却機能の確保	羽根車		アルミニウム合金鋳物		△						*1：高サイクル疲労割れ *2：流れ加腐食 *3：異種金属接触を含まむ *4：スケール付着	
	圧縮機	主軸(羽根車側)		低合金鋼	△		△ ^{*1}					
		主軸(モータ側)		低合金鋼	△		△ ^{*1}					
		菌車		低合金鋼	△							
		軸受(すべり)	◎	—								
	ケーシング		铸铁		△(内面) △(外面)							
	熱交換器	胴板		炭素鋼		▲(内面) △(外面)						
		支持板		炭素鋼		▲						
		凝縮器伝熱管		銅合金		△(内面) ^{*2} △(外面)				△(内面) ^{*4} ▲(外面) ^{*4}		
		蒸発器伝熱管		銅合金		△(内面) ^{*2} △(外面)				△(内面) ^{*4} ▲(外面) ^{*4}		
		凝縮器管板		炭素鋼 (銅合金クランプ)		△(内面) ^{*3} △(外面)						
		蒸発器管板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		凝縮器水室		炭素鋼 (ゴムライニング)		△(内面) ^{*3} △(外面)						
		蒸発器水室		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		防食亜鉛板	◎	—								
ガスケット		◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(2/2) 伊方3号炉 空調用冷凍機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考		
				減肉		割れ		材質変化			その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
冷水冷却機能の確保	冷媒配管		炭素鋼		▲(内面) △(外面)						*1：高サイクル疲労割れ	
	配管		炭素鋼		△(内面) △(外面)						*2：キヤビテーション	
		主軸		ステンレス鋼			△*1					*3：スライド部の腐食
	冷水系統	ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
		羽根車		ステンレス鋼鋳鋼								
		軸受(ころがり)	◎	—								
		メカニカルシール	◎	—								
	機器の支持	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)						
		架台		炭素鋼		△						
基礎ボルト				炭素鋼		△						
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		支持脚		炭素鋼		△						
		支持脚(スライド脚)		炭素鋼		△*3 △						
		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）

5 ダクト

[対象機器]

- ① 格納容器排気筒
- ② 安全補機開閉器室空調系統ダクト
- ③ 安全補機室排気系統ダクト
- ④ 安全補機室冷却系統ダクト
- ⑤ 中央制御室空調系統ダクト
- ⑥ アニュラス空気浄化系統ダクト
- ⑦ 中央制御室非常用給気系統ダクト
- ⑧ 電動補助給水ポンプ室換気系統ダクト
- ⑨ タービン動補助給水ポンプ室換気系統ダクト
- ⑩ ディーゼル発電機室換気系統ダクト
- ⑪ 制御用空気圧縮機室換気系統ダクト
- ⑫ 格納容器再循環系統ダクト

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	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ではない事象	15

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されているダクトの主な仕様を表1-1に示す。

これらのダク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および結果

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、安全補機開閉器室空調系統ダクト、安全補機室排気系統ダクト、安全補機室冷却系統ダクト、中央制御室空調系統ダクト、アニュラス空気浄化系統ダクト、中央制御室非常用給気系統ダクト、電動補助給水ポンプ室換気系統ダクト、タービン動補助給水ポンプ室換気系統ダクト、ディーゼル発電機室換気系統ダクト、制御用空気圧縮機室換気系統ダクトおよび格納容器再循環系統ダクトが属するが構造は同様であり、重要度が高く、容量が大きい中央制御室空調系統ダクトを代表機器とする。

表1-1 伊方3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		代表機器の選定	
			重要度*1	運転状態	代表 機器	選定理由
排気筒	格納容器排気筒	約2,420	MS-1、重*2	一時	◎	
	安全補機閉閉器室空調系統ダクト	約2,750	MS-2	連続		
ダクト	安全補機室排気系統ダクト	約 56	MS-1	一時		
	安全補機室冷却系統ダクト	約 280	MS-1	一時		
	中央制御室空調系統ダクト	約 500	MS-1、重*2	連続	◎	重要度、容量
	アニュラス空気浄化系統ダクト	約 250	MS-1、重*2	一時		
	中央制御室非常用給気系統ダクト	約 120	MS-1、重*2	一時		
	電動補助給水ポンプ室給換気系統ダクト	約 350	MS-2	一時		
	タービン動補助給水ポンプ室換気系統ダクト	約 210	MS-2	一時		
	ディーゼル発電機室換気系統ダクト	約1,150	MS-2	一時		
	制御用空気圧縮機室換気系統ダクト	約 160	MS-2	一時		
	格納容器再循環系統ダクト	約2,800	重*2	連続		

*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および構築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 中央制御室空調系統ダクト

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 格納容器排気筒

(1) 構造

伊方3号炉の格納容器排気筒は、外板、接続鋼材、補強鋼材等で構成されている。

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

伊方3号炉の格納容器排気筒の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の格納容器排気筒の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

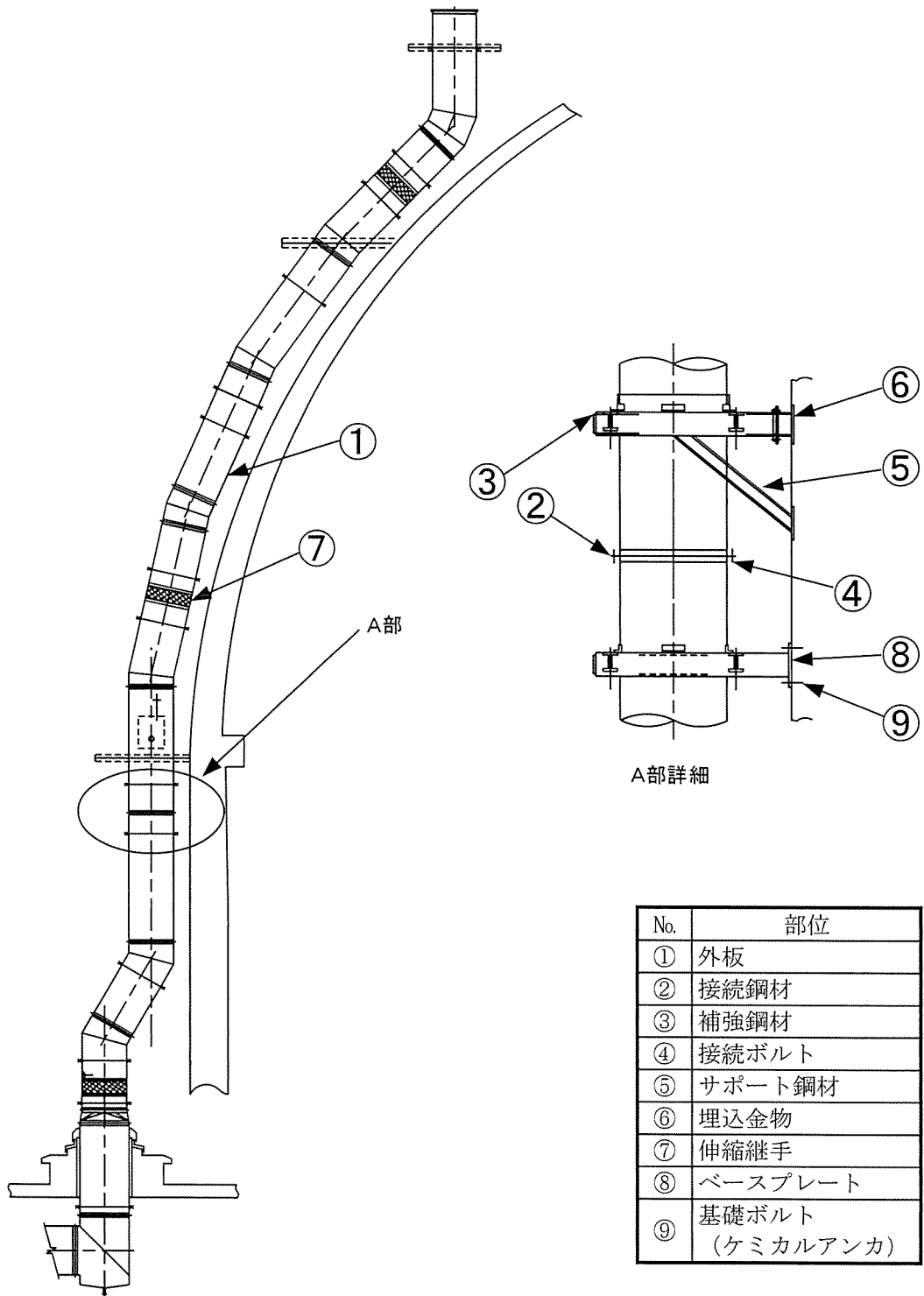


図2.1-1 伊方3号炉 格納容器排気筒構造図

表2.1-1 伊方3号炉 格納容器排気筒主要部位の使用材料

部位	材料
外板	ステンレス鋼
接続鋼材	炭素鋼
補強鋼材	炭素鋼
接続ボルト	炭素鋼
サポート鋼材	炭素鋼
埋込金物	炭素鋼
伸縮継手	合成ゴム+ガラスクロス
ベースプレート	炭素鋼
基礎ボルト (ケミカルアンカ)	炭素鋼 樹脂

表2.1-2 伊方3号炉 格納容器排気筒の使用条件

設置場所	屋外
容量	約2,420m ³ /min

2.1.2 中央制御室空調系統ダクト

(1) 構造

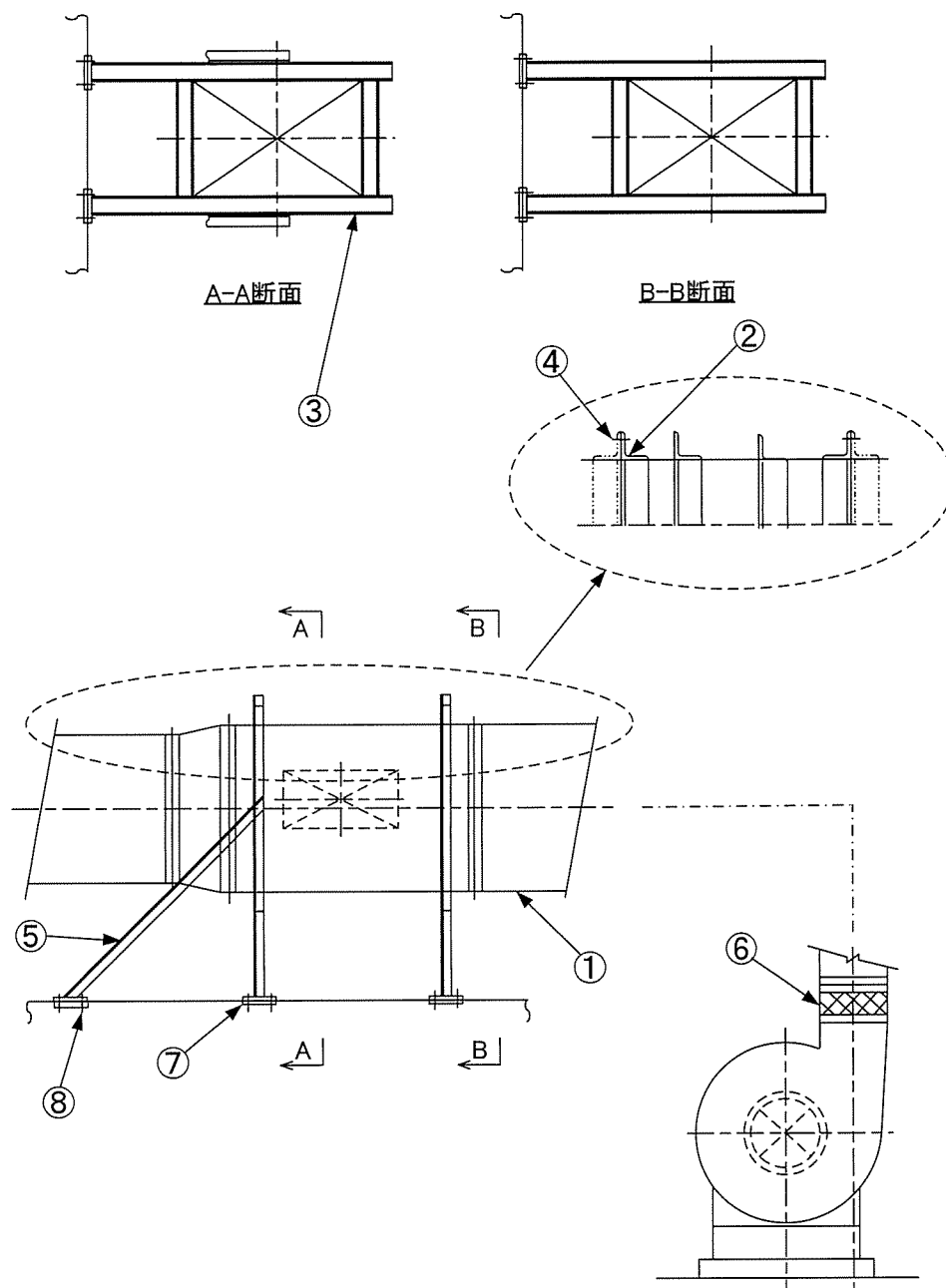
伊方3号炉の中央制御室空調系統ダクトは、外板、接続鋼材、補強鋼材等で構成されている。

外板、接続鋼材、補強鋼材等には炭素鋼を使用しており、ファン出口には合成ゴム（+ガラスクロス）製の伸縮継手を設置している。

伊方3号炉の中央制御室空調系統ダクトの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の中央制御室空調系統ダクトの使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



中央制御室空調ファン

No.	部位
①	外板
②	接続鋼材
③	補強鋼材
④	接続ボルト
⑤	サポート鋼材
⑥	伸縮継手
⑦	埋込金物
⑧	基礎ボルト

図2.1-2 伊方3号炉 中央制御室空調系統ダクト構造図

表2.1-3 伊方3号炉 中央制御室空調系統ダクト主要部位の使用材料

部位	材料
外板	炭素鋼
接続鋼材	炭素鋼
補強鋼材	炭素鋼
接続ボルト	炭素鋼
サポート鋼材	炭素鋼
伸縮継手	合成ゴム+ガラスクロス
埋込金物	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-4 伊方3号炉 中央制御室空調系統ダクトの使用条件

設置場所	屋内
容量	約500m 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、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1のとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 外板および接続鋼材等の外面からの応力腐食割れ [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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

(2) 外板の腐食（全面腐食） [中央制御室空調系統ダクト]

外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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) 外板内面の海塩粒子等付着による腐食（腐食孔） [中央制御室空調系統ダクト]

外気取入部の外板内面に海塩粒子等が付着することによる腐食（腐食孔）が想定される。

2016年12月、島根2号炉において、中央制御室空調換気系の外気取入ダクトから再循環ライン合流部において海塩粒子等の付着による腐食（腐食孔）が発生している。

しかしながら、伊方3号炉については外気取入口に常時通気のフィルタを設置し、海塩粒子等の侵入を考慮した設計となっており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

また、当該系統の外気取入部から再循環ライン合流部について内面の目視確認をした結果、有意な腐食（腐食孔）は認められなかった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。

なお、空調設備点検時の内面目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 接続鋼材および補強鋼材等の腐食（全面腐食）〔共通〕

接続鋼材、補強鋼材、サポート鋼材、ベースプレートおよび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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、外観点検等で目視により塗膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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) 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がたい。

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。

(6) 埋込金物（コンクリート埋設部以外）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物（コンクリート埋設部以外）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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

(7) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕および樹脂の劣化〔格納容器排気筒〕

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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

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） [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(1/2) 伊方3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	外板		ステンレス鋼				△ ^{*1}					*1：外面からの応力腐食割れ
	接続鋼材		炭素鋼		△							*2：コンクリート埋設部以外
	補強鋼材		炭素鋼		△							*3：コンクリート埋設部
	伸縮継手		合成ゴム+ガラスクロス						△			*4：樹脂の劣化
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		△ ^{*2}							
	ベースプレート		炭素鋼		△							
	基礎ボルト (ケミカルアンカ)		炭素鋼、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2.2-1(2/2) 伊方3号炉 中央制御室空調系統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	外板		炭素鋼		△							*1：コンクリート埋設部以外 *2：コンクリート埋設部
	接続鋼材		炭素鋼		△							
	補強鋼材		炭素鋼		△							
	伸縮継手		合成ゴム+ガラスクロス						△			
	接続ボルト		炭素鋼		△							
機器の支持	サポート鋼材		炭素鋼		△							
	埋込金物		炭素鋼		△ ^{*1} ▲ ^{*2}							
	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）

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系統ダクト
- ② 安全補機室排気系統ダクト
- ③ 安全補機室冷却系統ダクト
- ④ アニュラス空気浄化系統ダクト
- ⑤ 中央制御室非常用給気系統ダクト
- ⑥ 電動補助給水ポンプ室換気系統ダクト
- ⑦ タービン動補助給水ポンプ室換気系統ダクト
- ⑧ ディーゼル発電機室換気系統ダクト
- ⑨ 制御用空気圧縮機室換気系統ダクト
- ⑩ 格納容器再循環系統ダクト

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3の1)または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。

3.1.1 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、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

3.1.2 外板内面の海塩粒子等付着による腐食（腐食孔）〔中央制御室非常用給気系統ダクト〕

外気取入部の外板内面に海塩粒子等が付着することによる腐食（腐食孔）が想定される。

2016年12月、島根2号炉において、中央制御室空調換気系の外気取入ダクトから再循環ライン合流部において海塩粒子等の付着による腐食（腐食孔）が発生している。

しかしながら、伊方3号炉については外気取入口に常時通気のフィルタを設置し、海塩粒子等の侵入を考慮した設計となっており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

また、当該系統の外気取入部から再循環ライン合流部について内面の目視確認をした結果、有意な腐食（腐食孔）は認められなかった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。

なお、空調設備点検時の内面目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.1.3 接続鋼材および補強鋼材等の腐食（全面腐食）〔共通〕

接続鋼材、補強鋼材、サポート鋼材、ベースプレートおよび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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

3.1.4 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がたい。

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。

3.1.5 埋込金物（コンクリート埋設部以外）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物（コンクリート埋設部以外）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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、外観点検等で目視により塗膜の状態を確認し、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。

3.1.6 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔安全補機室排気系統ダクト、安全補機室冷却系統ダクト、アニュラス空気浄化系統ダクト〕および樹脂の劣化〔安全補機室排気系統ダクト、アニュラス空気浄化系統ダクト〕

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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

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。

3.1.7 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。

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 逆止ダンパ
- ③ 換気空調系統 防火ダンパ
- ④ 換気空調系統 防火ダンパ (ハロンガス圧連動)
- ⑤ 換気空調系統 手動ダンパ

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	5
2.2 経年劣化事象の抽出	20
3. 代表機器以外への展開	29
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	29

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている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および結果

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つのグループに分類される。

- ① 空気作動ダンパ
- ② 逆止ダンパ
- ③ 防火ダンパ
- ④ 防火ダンパ（ハロンガス圧連動）
- ⑤ 手動ダンパ

1.2 代表機器の選定

- ① 空気作動ダンパ

重要度が高い安全補機室排気隔離ダンパを代表機器とする。

- ② 逆止ダンパ

重要度が高い安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパを代表機器とする。

- ③ 防火ダンパ

重要度が高い中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパを代表機器とする。

- ④ 防火ダンパ（ハロンガス圧連動）

重要度が高い格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパを代表機器とする。

- ⑤ 手動ダンパ

重要度が高い安全補機室空調系手動ダンパを代表機器とする。

表1-1 (1/3) 伊方3号炉 ダンパの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準		代表機器の選定	
形式	駆動方法 (作動原理)		重要度*1	選定理由	代表機器	選定理由
ダンパ	空気作動	格納容器排気ファン出口ダンパ (2)	MS-1	◎ 重要度		
		燃料取扱棟排気隔離ダンパ (2)	MS-2			
		燃料取扱棟排気隔離ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機室給気隔離ダンパ (4)	MS-1			
		安全補機室排気隔離ダンパ (4)	MS-1			
		ディーゼル発電機室排気ダンパ (4)	MS-2			
		ディーゼル発電機制御盤室排気ダンパ (2)	MS-2			
		ディーゼル発電機制御盤室給気ダンパ (2)	MS-2			
		電動補助給水ポンプ室排気ダンパ (2)	MS-2			
		タービン動補助給水ポンプ室排気ダンパ (2)	MS-2			
		制御用空気圧縮機室排気ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機閉器室外気取入ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機閉器室循環連絡ダクト隔離ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機閉器室空調ユニット入口ダンパ (4)	MS-2			
		安全補機閉器室空調ファン出口ダンパ (2)	MS-2			
		安全補機閉器室給気連絡ダクト隔離ダンパ (2)	MS-2			
		中央制御室外気取入ダンパ (6)	MS-1、重*2			
		中央制御室非常用給気ファン入口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室非常用給気ファン出口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室空調ユニット入口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室空調ファン出口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室再循環ファン入口ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室排気隔離ダンパ (2)	MS-1			
		中央制御室循環調整ダンパ (2)	MS-1、重*2			
		中央制御室排気調整ダンパ (2)	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および構造物であることを示す。

表1-1 (2/3) 伊方3号炉 ダンプの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準		代表機器の選定	
形式	駆動方法 (作動原理)		重要度*1	代表機器	選定理由	選定理由
ダンプ	逆止	安全補機室冷却ファン出口逆止ダンプ (2)	MS-1	◎		重要度
		安全補機室排気逆止ダンプ (2)	MS-1			
		ディーゼル発電機室給気ファン出口逆止ダンプ (4)	MS-2			
		電動補助給水ポンプ室給気ファン出口逆止ダンプ (2)	MS-2			
		タービン動補助給水ポンプ室給気ファン出口逆止ダンプ (2)	MS-2			
		制御用空気圧縮機室給気ファン出口逆止ダンプ (2)	MS-2			
		アニュラス排気ファン出口逆止ダンプ (2)	MS-1、重*2			
		アニュラス排気ファン出口逆止ダンプ (2)	MS-2			
		燃料取扱棟防火ダンプ (2)	MS-2			
	防火	格納容器スプレイポンプ室防火ダンプ (6)	MS-1			
		高圧注入ポンプ室防火ダンプ (2)	MS-1			
		安全補機排気ファン出口逆止ダンプ (2)	MS-1			
		ディーゼル発電機室防火ダンプ (6)	MS-2			
		ディーゼル発電機制御盤室防火ダンプ (2)	MS-2			
		ディーゼル発電機サービスタング室防火ダンプ (4)	MS-2			
		電動補助給水ポンプ室防火ダンプ (4)	MS-2			
		タービン動補助給水ポンプ室防火ダンプ (4)	MS-2			
制御用空気圧縮機室防火ダンプ (4)	MS-2					
1次系計装盤室天井防火ダンプ (4)	MS-2					
安全補機開閉器室防火ダンプ (7)	MS-2					
インバータ室防火ダンプ (2)	MS-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および構造物であることを示す。

表1-1 (3/3) 伊方3号炉 ダンパの主な仕様

分機基準		機器名称 (台数)	選定基準		代表機器の選定	
形式	駆動方法 (作動原理)		重要度*1	選定理由	代表機器	選定理由
ダンパ	防火	中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパ (2)	MS-1、重*2	◎	重要度	
		中央制御室関連連防火ダンパ (4)	MS-1、重*2			
		格納容器再循環ユニットダクト開放機構 (6)	重*2			
		緊急時対策所 (3 2 m) 室防火ダンパ (3)	重*2			
		高圧注入ポンプ室ハロングラス圧連動ダンパ (4)	MS-1			
		格納容器スプレイポンプ室ハロングラス圧連動ダンパ (4)	MS-1			
	防火 (ハロングラス 圧連動)	余熱除去ポンプ室ハロングラス圧連動ダンパ (5)	MS-1			
		充電器3N室ハロングラス圧連動ダンパ (1)	MS-2			
		安全補機開閉器室ハロングラス圧連動ダンパ (5)	MS-2			
		インバータ室ハロングラス圧連動ダンパ (5)	MS-2			
		1次系計装盤室ハロングラス圧連動ダンパ (4)	MS-2			
		ディーゼル発電機制御盤室ハロングラス圧連動ダンパ (4)	MS-2			
		電動補助給水ポンプ室ハロングラス圧連動ダンパ (4)	MS-2			
		タービン動補給水ポンプ室ハロングラス圧連動ダンパ (4)	MS-2			
手動	胴御用空気圧縮機室ハロングラス圧連動ダンパ (4)	MS-2				
	安全補機室空調系手動ダンパ (11)	MS-1				
	中央制御室空調系手動ダンパ (3)	MS-1、重*2				
	安全補機開閉器室空調系手動ダンパ (3)	MS-2				
	ディーゼル発電機室給気系手動ダンパ (2)	MS-2				
	緊急時対策所 (3 2 m) 空調系手動ダンパ (5)	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および構造物であることを示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の5種類のダンパについて技術評価を実施する。

- ① 安全補機室排気隔離ダンパ
- ② 安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ
- ③ 中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパ
- ④ 格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパ
- ⑤ 安全補機室空調系手動ダンパ

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 安全補機室排気隔離ダンパ

(1) 構造

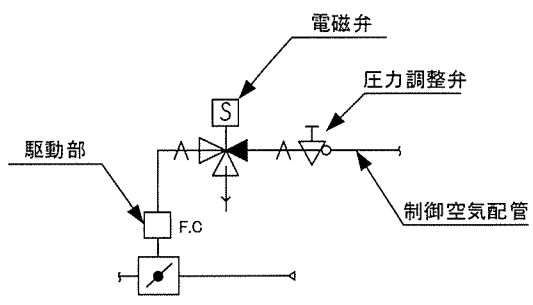
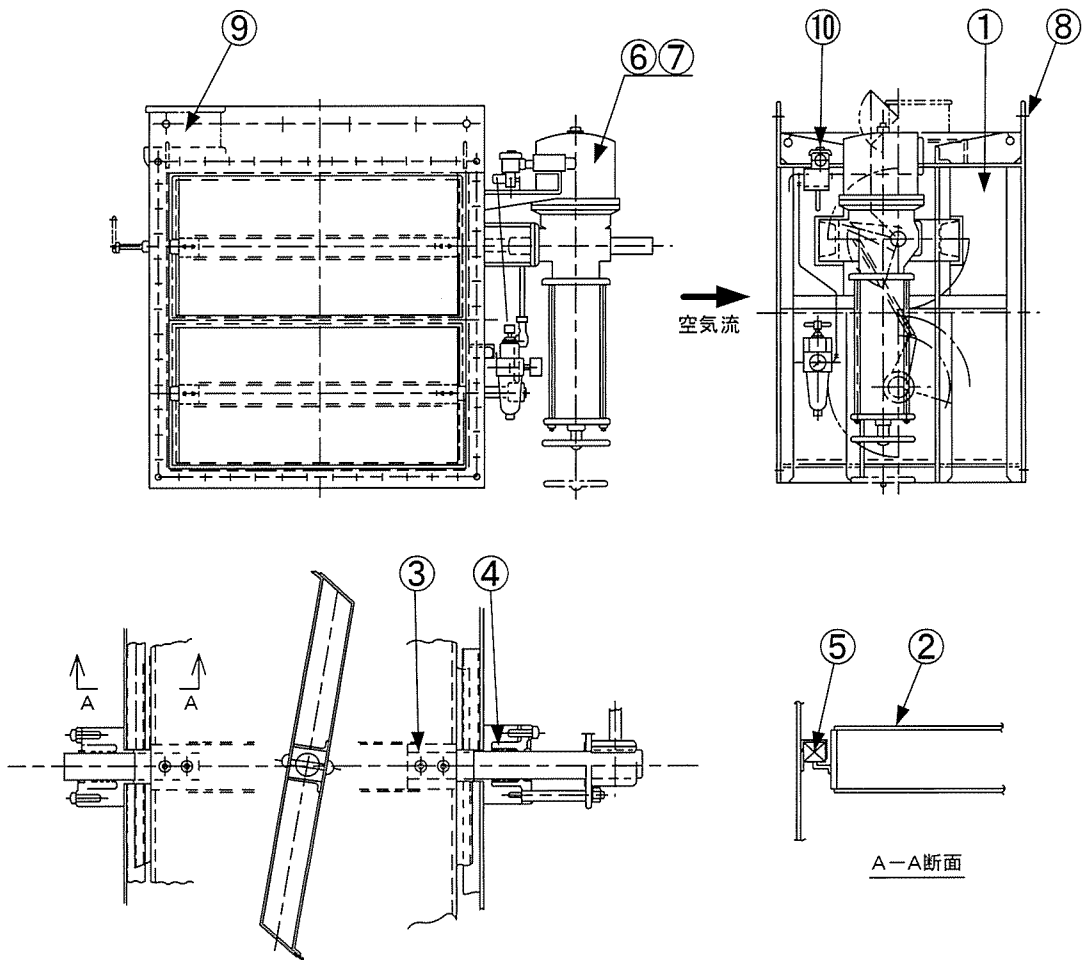
伊方3号炉の安全補機室排気隔離ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフトおよび駆動装置（ハウジング、ばね）等で構成されている。

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

伊方3号炉の安全補機室排気隔離ダンパの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の安全補機室排気隔離ダンパの使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



空気作動ダンパ制御系統図(凡例)

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

図2.1-1 伊方3号炉 安全補機室排気隔離ダンパ構造図

表2.1-1 伊方3号炉 安全補機室排気隔離ダンパ主要部位の使用材料

部位	材料
ケーシング	炭素鋼
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)	合成樹脂
シール	消耗品・定期取替品
ハウジング	鋳鉄
ばね	ばね鋼
接続ボルト	炭素鋼
ポジションスイッチ	炭素鋼、銅合金、ステンレス鋼
電磁弁	消耗品・定期取替品

表2.1-2 伊方3号炉 安全補機室排気隔離ダンパの使用条件

サイズ	905×905 (mm)
最高使用温度	約40℃
設置場所	屋内

2.1.2 安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ

(1) 構造

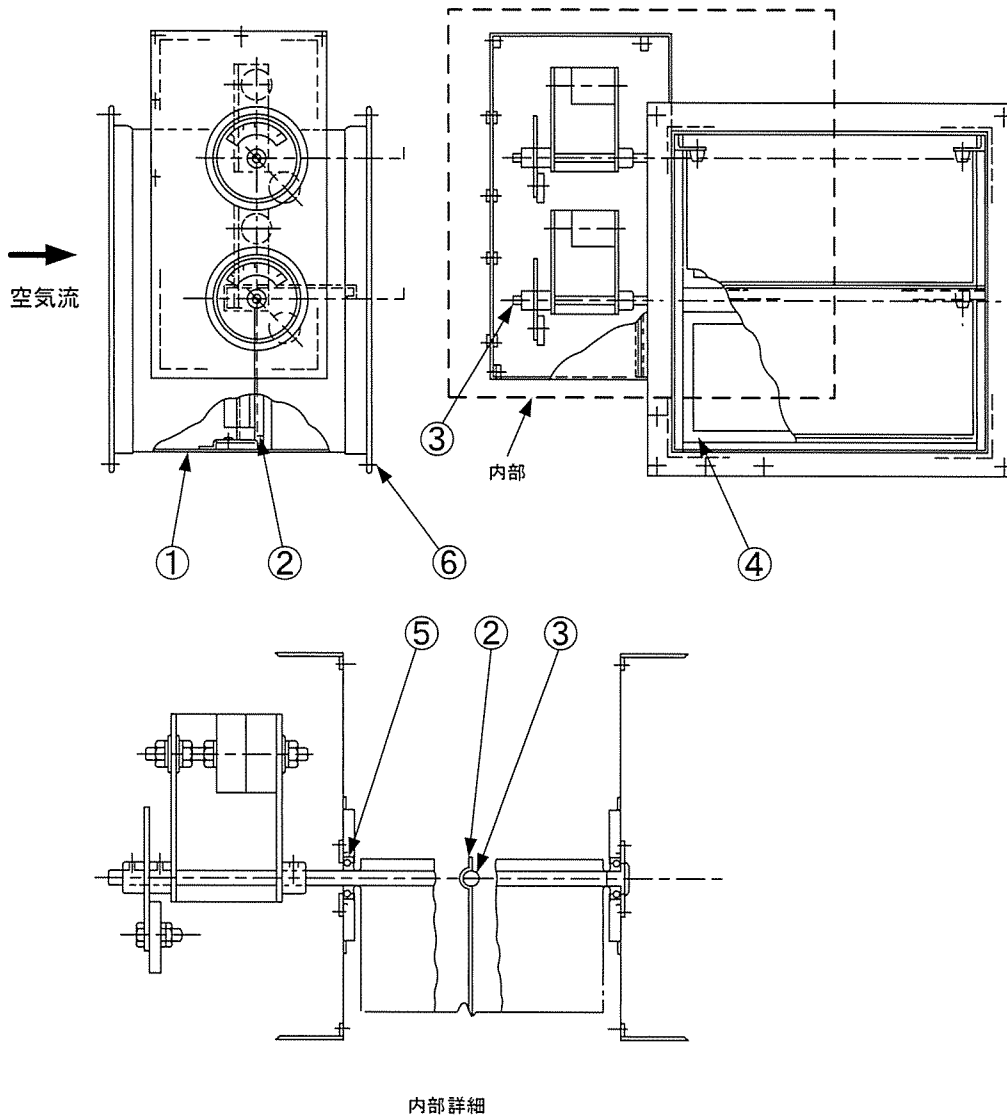
伊方3号炉の安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根およびダンパシャフトには炭素鋼を使用している。

伊方3号炉の安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパの使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	ダンパ羽根
③	ダンパシャフト
④	シール
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	接続ボルト

図2.1-2 伊方3号炉 安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ構造図

表2.1-3 伊方3号炉 安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ主要部位の使用材料

部位	材料
ケーシング	炭素鋼
ダンパ羽根	炭素鋼
ダンパシャフト	炭素鋼
シール	消耗品・定期取替品
軸受（ころがり）	軸受鋼
接続ボルト	炭素鋼

表2.1-4 伊方3号炉 安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパの使用条件

サイズ	705×705 (mm)
最高使用温度	約60℃
設置場所	屋内

2.1.3 中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパ

(1) 構造

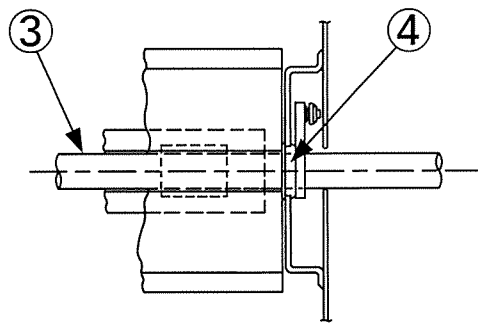
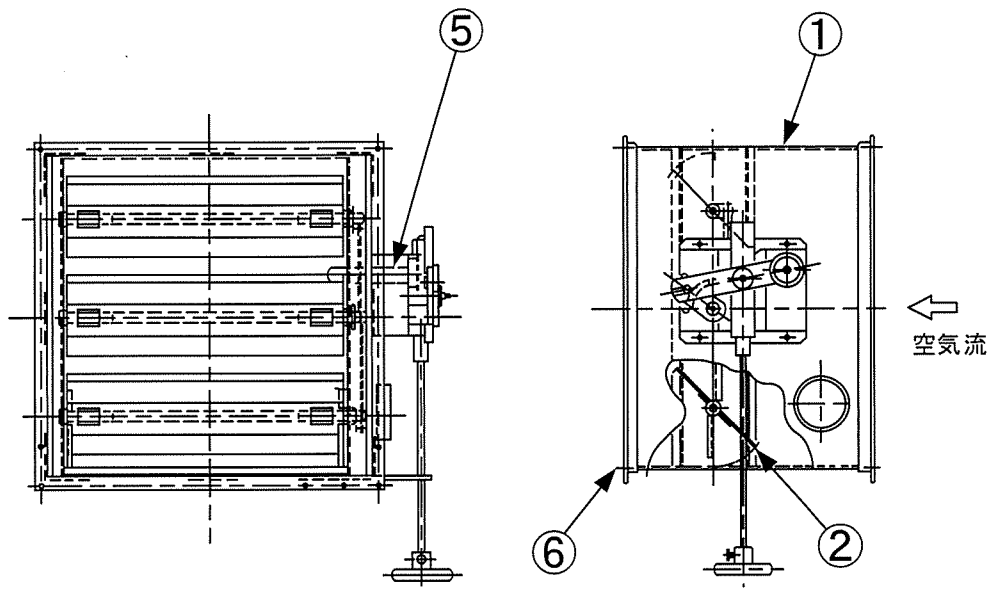
伊方3号炉の中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根およびダンパシャフトには炭素鋼を使用している。

伊方3号炉の中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパの使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。



軸受部詳細

No.	部位
①	ケーシング
②	ダンパ羽根
③	ダンパシャフト
④	軸受 (すべり)
⑤	ヒューズ
⑥	接続ボルト

図2.1-3 伊方3号炉 中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパ構造図

表2.1-5 伊方3号炉 中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパ
主要部位の使用材料

部位	材料
ケーシング	炭素鋼
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
接続ボルト	炭素鋼

表2.1-6 伊方3号炉 中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火ダンパの使用条件

サイズ	605×605 (mm)
最高使用温度	約60℃
設置場所	屋内

2.1.4 格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパ

(1) 構造

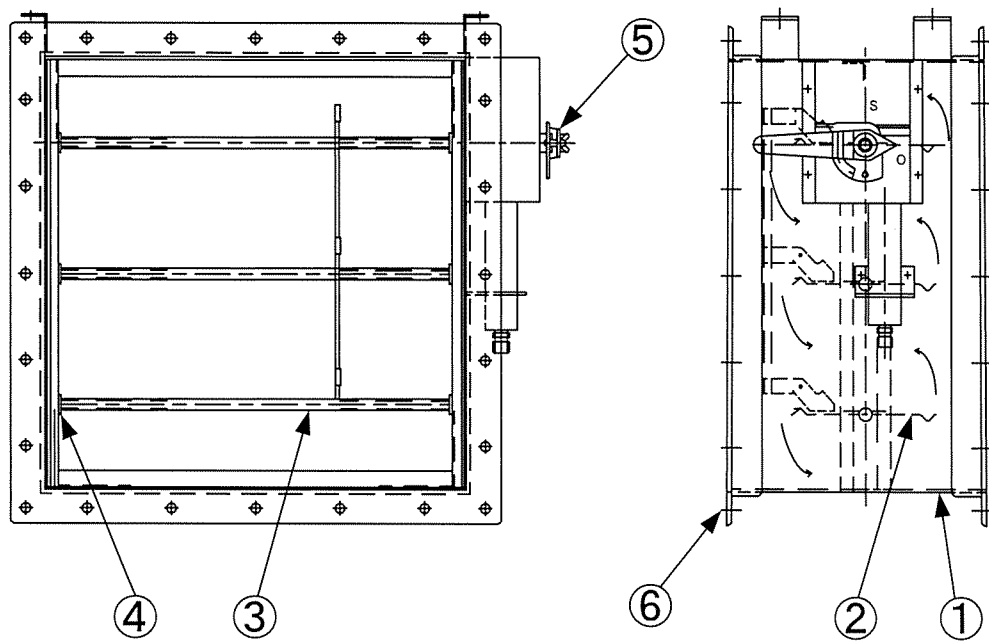
伊方3号炉の格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根およびダンパシャフトには炭素鋼を使用している。

伊方3号炉の格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパの使用材料および使用条件を表2.1-7および表2.1-8に示す。



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

図2.1-4 伊方3号炉 格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパ構造図

表2.1-7 伊方3号炉 格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパ
主要部位の使用材料

部位	材料
ケーシング	炭素鋼
ダンパ羽根	炭素鋼
ダンパシャフト	炭素鋼
軸受（すべり）	銅合金
駆動装置	炭素鋼
接続ボルト	炭素鋼

表2.1-8 伊方3号炉 格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパの使用条件

サイズ	400×300 (mm) 550×550 (mm)
最高使用温度	約55℃
設置場所	屋内

2.1.5 安全補機室空調系手動ダンパ

(1) 構造

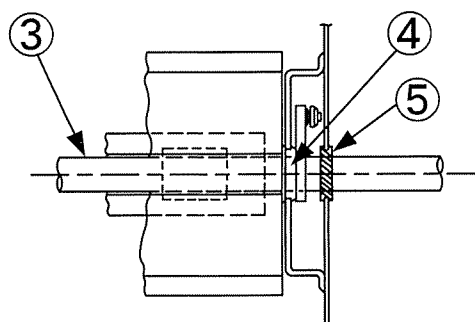
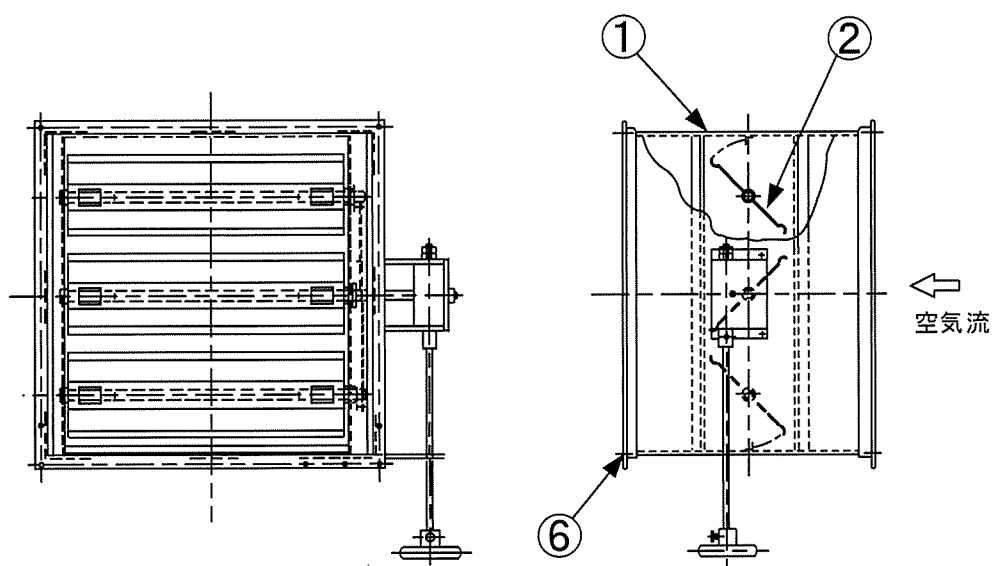
伊方3号炉の安全補機室空調系手動ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根およびダンパシャフトには炭素鋼を使用している。

伊方3号炉の安全補機室空調系手動ダンパの構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の安全補機室空調系手動ダンパの使用材料および使用条件を表2.1-9および表2.1-10に示す。



軸受部詳細

No.	部位
①	ケーシング
②	ダンパ羽根
③	ダンパシャフト
④	軸受 (すべり)
⑤	シール
⑥	接続ボルト

図2.1-5 伊方3号炉 安全補機室空調系手動ダンパ構造図

表2.1-9 伊方3号炉 安全補機室空調系手動ダンパ主要部位の使用材料

部位	材料
ケーシング	炭素鋼
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
シール	消耗品・定期取替品
接続ボルト	炭素鋼

表2.1-10 伊方3号炉 安全補機室空調系手動ダンパの使用条件

サイズ	355～905×355～1005 (mm) φ148～φ605 (mm)
最高使用温度	約55℃
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およ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 バウンダリの維持
- ② 開閉機能の維持
- 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

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、材料および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) ケーシングおよびダンパ羽根の腐食（全面腐食） [共通]

ケーシングおよびダンパ羽根は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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、巡視点検および軸受給脂時に目視により塗膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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) ダンパシャフトの固着 [共通]

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、炭素鋼のダンパシャフト表面はメッキを施し腐食を防止しており、ステンレス鋼のダンパシャフト表面は腐食進行の可能性は小さいことから、腐食による固着の可能性は小さい。

また、軸受給脂時の給油により、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) ハウジングの腐食（全面腐食） [安全補機室排気隔離ダンパ]

ハウジングは鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装またはクロムメッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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。

(4) ばねの変形（応力緩和）〔安全補機室排気隔離ダンパ〕

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、軸受給脂時のダンパ作動確認により、機器の健全性を確認している。

(5) 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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(6) 駆動装置の腐食（全面腐食）〔格納容器スプレイポンプ室ハロンガス圧連動ダンパ〕

駆動装置は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

- (7) ダンパシャフトおよび軸受（すべり）の摩耗 [安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパを除く]

ダンパシャフトおよび軸受（すべり）は、摺動による摩耗が想定される。

しかしながら、軸受給脂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。

- (8) ポジションスイッチの導通不良 [安全補機室排気隔離ダンパ]

ポジションスイッチは、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、接点部分は筐体に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

また、定期的に機器の動作確認を実施し、機器の動作に異常の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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

シールは目視確認結果により取替える消耗品、ヒューズは目視確認または軸受給脂時の目視点検結果より取替える消耗品、電磁弁は定期取替品であり、いずれも長期使用はせず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 (1/5) 伊方3号炉 安全補機室排気隔離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		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				
バウンダリの維持 開閉機能の維持	ケーシング		炭素鋼		△									*1：固着 *2：変形 (応力緩和)
	ダンパ羽根		炭素鋼		△									
	ダンパシャフト		ステンレス鋼	△								△ ^{*1}		
	軸受(すべり)		合成樹脂	△										
	シール		○	-										
	ハウジング			鑄鉄		△								
	ばね			ばね鋼									△ ^{*2}	
	ポジションスイッチ			炭素鋼、銅合金、ステンレス鋼							△			
	電磁弁		○	-										
	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2.2-1 (2/5) 伊方3号炉 安全補機室冷却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		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			
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△								*1：固着
	ダンパ羽根		炭素鋼		△								
開閉機能の維持	ダンパシヤフト		炭素鋼									△*1	
	シール	◎	—										
	軸受(ころがり)		軸受鋼										
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2.2-1 (3/5) 伊方3号炉 中央制御室非常用給気フィルタユニット室防火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		絶縁		導通			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			
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△								*1：固着
	ダンパ羽根		炭素鋼		△								
閉閉機能の維持	ダンパシヤフト		炭素鋼	△								△*1	
	軸受(すべり)		ステンレス鋼	△									
	ヒューズ	◎	—										
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2.2-1 (4/5) 伊方3号炉 格納容器スプレイポンプ室ハロソングス圧運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		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			
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△								*1：固着
	ダンパ羽根		炭素鋼		△								
開閉機能の維持	ダンパシャフト		炭素鋼	△							△*1		
	軸受(すべり)		銅合金	△									
機器の支持	駆動装置		炭素鋼		△								
	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2.2-1 (5/5) 伊方3号炉 安全補機室空調系手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		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			
バウイングの維持	ケーシング		炭素鋼		△								*1：固着
	ダンパ羽根		炭素鋼		△								
開閉機能の維持	ダンパシャフト		炭素鋼	△								△*1	
	軸受(すべり)		ステンレス鋼	△									
	シール	◎	—										
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）

3. 代表機器以外への展開

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

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 逆止ダンパ
- ③ 換気空調系統 防火ダンパ
- ④ 換気空調系統 防火ダンパ (ハロンガス圧連動ダンパ)
- ⑤ 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ではない事象

2.2.3 1)または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。

3.1.1 ケーシングおよびダンパ羽根の腐食（全面腐食） [共通]

ケーシングおよびダンパ羽根は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装または亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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、巡視点検および軸受給脂時に目視により塗膜またはメッキ面の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

3.1.2 ダンパシャフトの固着 [共通]

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、炭素鋼のダンパシャフト表面はメッキを施し腐食を防止しており、ステンレス鋼のダンパシャフト表面は腐食進行の可能性は小さいことから、腐食による固着の可能性は小さい。

また、軸受給脂時の給油により、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。

3.1.3 ハウジングの腐食（全面腐食） [空気作動ダンパ]

ハウジングは炭素鋼または鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装またはクロムメッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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。

3.1.4 ばねの変形（応力緩和） [空気作動ダンパ]

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、ダンパ作動確認により、機器の健全性を確認している。

3.1.5 駆動装置の腐食（全面腐食）〔ハロンガス圧連動ダンパ〕

駆動装置は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.6 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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.7 ダンパシャフトおよび軸受（すべり）の摩耗〔軸受（すべり）を使用しているダンパ共通〕

ダンパシャフトおよび軸受（すべり）は、ダンパの開閉による摺動による摩耗が想定される。

しかしながら、軸受給脂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。

伊方発電所 3 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]

四国電力株式会社

伊方3号炉で使用されている重機器サポート、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、非核燃料炉心構成品、濃縮減容設備、水素再結合装置、セメント固化設備、雑固体焼却設備および高圧圧縮減容装置（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の機器および常設重大事故等対処設備を設置場所、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、構造等の観点から代表機器を選定した。

これらの一覧表を表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の技術評価を行うとともに、代表機器以外の機器について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11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られる。

なお、本評価書における分解点検には、定期的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は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。

機械設備および基礎ボルトは以下の11章に分類している。

- 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 非核燃料炉心構成品
- 6 濃縮減容設備
- 7 水素再結合装置
- 8 セメント固化設備
- 9 雑固体焼却設備
- 10 高圧圧縮減容装置
- 11 基礎ボルト

なお、空気圧縮装置、濃縮減容設備、水素再結合装置およびセメント固化設備の弁のうち、「弁の技術評価書」の一般弁（本体部）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し、本評価書には含んでいない。

表 1 (1/10) 伊方 3 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	使用条件
			最高使用温度 (°C)
原子炉容器サポート	PS-1、重*2	原子炉容器サポート	約170
蒸気発生器サポート	PS-1、重*2	上部胴サポート	約280
		中間胴サポート	約280
		オイルスナバ	約210
		下部サポート	約150
		支持脚	約300
1次冷却材ポンプ サポート	PS-1、重*2	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、重*2	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。

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

表 1 (2/10) 伊方3号炉 空気圧縮装置の主な仕様

設置場所 型式	分離基準		機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定		
	流体	材料		仕様 (容量)	重要度*1	運転状態	使用条件 最高使用圧力 (MPa [Gage])	最高使用温度 (°C)	代表 機器	選定理由
屋内 往復式	空気	鋳鉄	制御用空気圧縮装置 (2)	約17.0Nm ³ /min	MS-1	連続	約0.8	約200	◎	重要度
			ディーゼル発電機設備起動空気圧縮機 (2)	約1.25Nm ³ /min	高*2	一時	約2.9	約90		
			格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置 (1)	約2Nm ³ /hr	MS-2、重*3	一時	約1.4*4	約132*5		

*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、または最高使用圧力が1900kPa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および構造物であることを示す。

*4：格納容器雰囲気ガスサンプリング冷却器側の最高使用圧力を示す。

*5：格納容器雰囲気ガスサンプリング冷却器側の最高使用温度を示す。

表 1 (3/10) 伊方 3 号炉 燃料取扱設備の主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定	
		重要度*1	仕様	運転状態	使用条件 使用温度	代表 機器	選定理由
クレーン	燃料取替クレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 燃料集合体 1 体分×約 8.2m	一時	気中：約 49℃ 水中：約 52℃	◎	使用温度
	使用済燃料ピットクレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約 18.6kN×約 9.4m (No. 1) 約 9.8kN×約 9.4m (No. 2)	一時	気中：約 40℃		
	燃料取扱棟クレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約 1226kN×約 21.3m (主巻) 約 196kN×約 21.3m (補巻)	一時	気中：約 40℃		
—	燃料移送装置 (1)	PS-2	容量×移送距離： 燃料集合体 1 体分×約 15.4m	一時	気中*2：約 49℃ 約 40℃ 水中：約 52℃	◎	
—	新燃料ラック (1)	PS-2	容量：154セル	—	常温	◎	

*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、下段は燃料取扱棟内を示す。

表 1 (4/10) 伊方 3 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			代表機器の選定	
設置場所	材料		重要度*1	使用条件		代表機器	選定理由
				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 (52) (予備用4台含む)	PS-1	約17.2	約343	◎	構造 (駆動機構あり)
		炉内温度計装用フランジ (3)	PS-1	約17.2	約343		

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (5/10) 伊方 3 号炉 非核燃料炉心構成品の主な仕様

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および構造物であることを示す。

表 1 (6/10) 伊方 3 号炉 濃縮減容設備の主な仕様

分離基準			選定基準				代表機器の選定	
減容方式	流体	材料	機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件*2		代表機器	選定理由
					最高使用圧力*3 (MPa [Gage])	最高使用温度*3 (°C)		
蒸発減容	廃液	ステンレス鋼	廃液蒸発装置 (2)	高*4	一時	約0.1/約0.9	約150/約185	◎ 内部流体
	1次冷却材	ステンレス鋼	ほう酸回収装置 (1)	高*4	一時	約0.9/約0.1	約185/約150	

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：廃液蒸発装置は加熱器、ほう酸回収装置は蒸発器の使用条件を示す。

*3：管側/胴側を示す。

*4：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

表 1 (7/10) 伊方 3 号炉 水素再結合装置の主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定	
		重要度*1	運転状態	使用条件 最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)	代表機器	選定理由
水素再結合装置	静的触媒式水素再結合装置 (5)	重*2	一時	—	500*3	◎	重要度
	イグナイタ (13)	重*2	一時	約0.5	約150		
	水素再結合装置 (1)	高*4	一時	約0.98	約650*5		

*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およ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。

*4：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

*5：反応器の使用条件を示す。

表 1 (8/10) 伊方 3 号炉 セメント 固化設備 構成機器の主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定		
機能	型式	流体		容量	重要度*	運転状態	使用条件		代表機器	選定理由
							最高使用圧力 (MPa [gagel])	最高使用温度 (°C)		
熱交換器	たて置直管形	管側：濃縮廃液 胴側：蒸気	濃縮器加熱器 (1)	—	高 ^{*2}	一時	管側：約1.0 胴側：約0.9	管側：約120 胴側：約185	◎	
	よこ置J字管形	管側：ヒドランジン水 胴側：凝縮水	濃縮器コンデンサ (1)	—	高 ^{*2}	一時	管側：約1.4 胴側：約0.1	管側：約95 胴側：約120	◎	
容器	蒸発缶、 ミストセパレータ	濃縮廃液、蒸気	濃縮器蒸発缶 (1)	—	高 ^{*2}	一時	約0.1	約120	◎	内部流体
	タンク (たて置円筒形)	蒸気	濃縮器ミストセパレータ (1)	—	高 ^{*2}	一時	約0.1	約120		
ポンプ	キャンドポンプ	濃縮廃液	予備濃縮液タンク (1)	10m ³	高 ^{*2}	一時	大気圧	約120	◎	容量
		濃縮廃液	濃縮液タンク (1)	1m ³	高 ^{*2}	一時	大気圧	約120		
配管	—	濃縮廃液	濃縮器循環ポンプ (1)	—	高 ^{*2}	一時	約1.0	約120	◎	
		濃縮廃液、蒸気	耐食耐熱合金鋼およびステンレス銅配管	—	高 ^{*2}	一時	約0.9～約1.0	約120～約185	◎	
		蒸気	炭素鋼配管	—	高 ^{*2}	一時	約0.9	約185	◎	
		管側：オフガス 胴側：蒸気	オフガス加熱管	—	高 ^{*2}	一時	管側：大気圧 胴側：約0.9	管側：約95 胴側：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、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

表 1 (9/10) 伊方 3 号炉 雑固体焼却設備 構成機器の主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準				代表機器の選定	
				重要度*1	運転状態	最高使用圧力 (MPa [Gage])	最高使用温度 (°C)	代表機器	選定理由
機能	主な材料								
焼却炉	炭素鋼、耐火物	焼却炉 (1)	約75kg/h (雑固体) 約50kg/h (廃油)	高*2	一時	大気圧	約1,100	◎	
熱風発生器	ステンレス鋼、炭素鋼	空気予熱器 (1)	発生熱量 約0.58MW	高*2	一時	約0.02	約1,000	◎	
セラミック フィルタ	炭素鋼、耐火物	1次セラミックフィルタ (3)	容量 約700Nm ³ /h	高*2	一時	大気圧	約950	◎	使用温度
		2次セラミックフィルタ (3)	容量 約700Nm ³ /h	高*2	一時	大気圧	約550	◎	
微粒子 フィルタ	ステンレス鋼	排ガスフィルタ (2)	容量 約3,960Nm ³ /h	高*2	一時	大気圧	約250	◎	容量
		排ガス補助フィルタ (1)	容量 約2,400m ³ /h	高*2	一時	約-0.04	約250	◎	
ブロア	炭素鋼	排ガスブロア (1)	容量 約7,920Nm ³ /h	高*2	一時	約-0.04	約250	◎	容量
		排ガス補助ブロア (2)	容量 約600Nm ³ /h	高*2	一時	約-0.04	約250	◎	
配管および 弁	炭素鋼、耐火物 ステンレス鋼	炭素鋼配管および弁	—	高*2	一時	大気圧	約1,000	◎	
		ステンレス鋼配管および弁	—	高*2	一時	大気圧	約300	◎	

*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、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

表 1 (10/10) 伊方 3 号炉 高压圧縮減容装置の主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運転 状態	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
高压圧縮減容装置 (1)	高*2	一時	約31.9*3	約60*4

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1900kPa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：油圧系統の最高使用圧力

*4：油圧系統の最高使用温度

表 2 (1/10) 伊方 3 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。
	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。
	オイルスナバ	上部胴サポートおよび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 (2/10) 伊方 3 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。
ディーゼル発電機起動空気圧縮機	ディーゼル機関の始動に必要な圧縮空気を供給する空気圧縮装置である。
格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮機	事故後の原子炉格納容器雰囲気ガスの放射性物質の種類と量を把握するための試料を供給する空気圧縮機である。

表 2 (3/10) 伊方 3 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	燃料取扱棟内使用済燃料ピットで燃料集合体および燃料内挿物の移送に使用される燃料取扱設備である。
燃料取扱棟クレーン	燃料取扱棟内でキャスク等の移動に使用される燃料取扱設備である。
燃料移送装置	原子炉格納容器内キャビティ、チャンネルと燃料取扱棟内チャンネル、使用済燃料ピット間の燃料集合体の移送に使用される燃料取扱設備である。
新燃料ラック	原子力発電所に搬入される新燃料を一時貯蔵するために使用される燃料取扱設備である。

表 2 (4/10) 伊方 3 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を駆動する装置である。
炉内温度計装用フランジ	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 (5/10) 伊方 3 号炉 主要な機械設備 非核燃料炉心構成品の機能

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および停止の際炉心の余剰反応度を吸収するための非核燃料炉心構成品である。

表 2 (6/10) 伊方 3 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備の機能

機器名称	機能
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。発生蒸気は冷却水により蒸留水にする装置である。
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ため、予熱により脱ガス効果を促す装置である。

表 2 (7/10) 伊方 3 号炉 主要な機械設備 水素再結合装置の機能

機器名称	機能
静的触媒式水素再結合装置	炉心損傷に伴うジルコニウム-水反応等により原子炉格納容器内に発生する水素と、事故後の長期にわたり緩やかに発生する水の放射線分解による水素の除去を行う設備である。
イグナイタ	炉心損傷に伴うジルコニウム-水反応等により原子炉格納容器内に発生する水素を計画的に燃焼させることで、初期の水素発生量のピークを抑える設備である。
水素再結合装置	体積制御タンクからパージした水素廃ガス等に酸素を加えて反応させ水素を除去する装置である。

表 2 (8/10) 伊方 3 号炉 主要な機械設備 セメント固化設備の機能

機器名称	機能
セメント固化設備	管理区域内で発生した液体廃棄物を濃縮し、混練機でセメントと混ぜ、ドラム缶に詰めて固化する設備である。

表 2 (9/10) 伊方 3 号炉 主要な機械設備 雑固体焼却設備の機能

機器名称	機能
雑固体焼却設備	廃固体または廃油を焼却減容する設備である。なお、焼却灰は炉底から排出してドラム詰にし、排気ガス中に含まれる浮遊塵灰は一次セラミックフィルタおよび二次セラミックフィルタにて除去する。

表 2 (10/10) 伊方 3 号炉 主要な機械設備 高圧圧縮減容装置の機能

機器名称	機能
高圧圧縮減容装置	不燃性の低レベル放射性固体廃棄物を圧縮減容する油圧プレス機である。

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. 技術評価対象機器	1
2. 重機器サポートの技術評価	2
2.1 構造および材料	2
2.2 経年劣化事象の抽出	33
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	54

1. 技術評価対象機器

伊方3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 伊方3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、重*2	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、重*2	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280
		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
		オイルスナバ	上部胴サポートおよび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150
		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300
1次冷却材ポンプサポート	PS-1、重*2	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、重*2	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：重要度クラスとは別に常設重大事故等対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

2. 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 構造および材料

2.1.1 原子炉容器サポート

(1) 構造

伊方3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取り付けられており、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。

伊方3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

伊方3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。

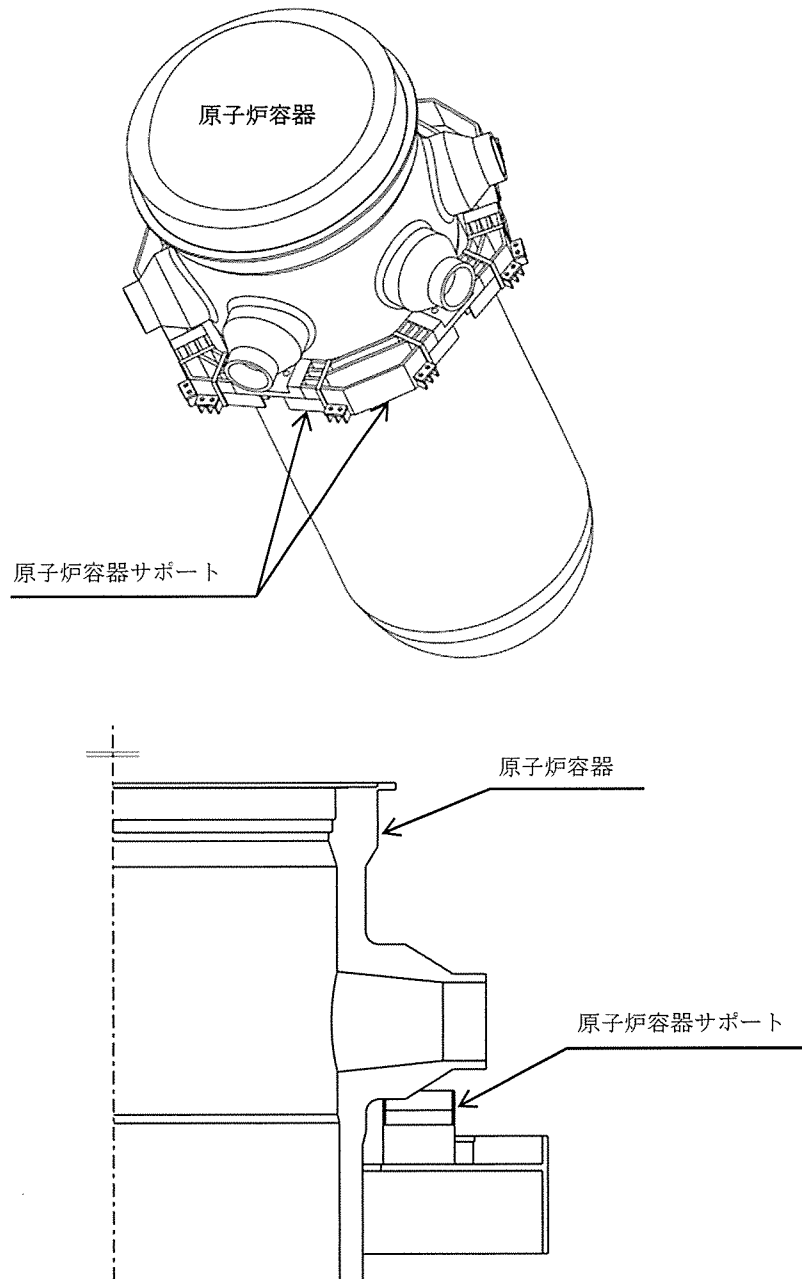
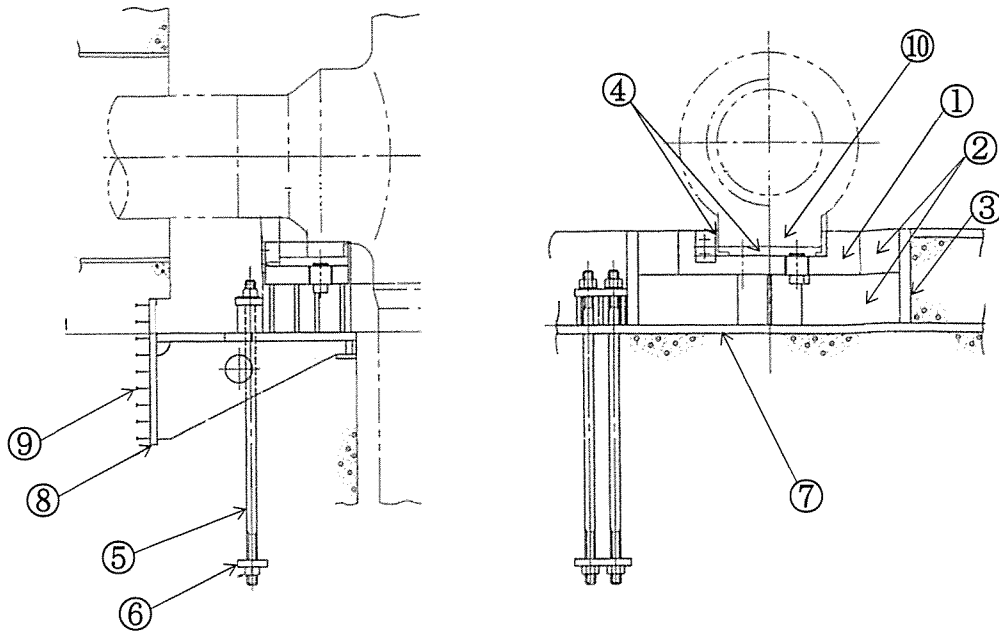


図 2.1-1 (1/2) 伊方 3 号炉 原子炉容器サポート構造図



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 (サポートリップ)
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

図 2.1-1 (2/2) 伊方3号炉 原子炉容器サポート構造図

表2.1-1 伊方3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	低合金鋼

2.1.2 蒸気発生器サポート

(1) 構造

伊方3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、下部サポートおよび支持脚が設置されている。

上部胴サポート、中間胴サポートおよび下部サポートは、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패드部に取り付けられており、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。

伊方3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

伊方3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。

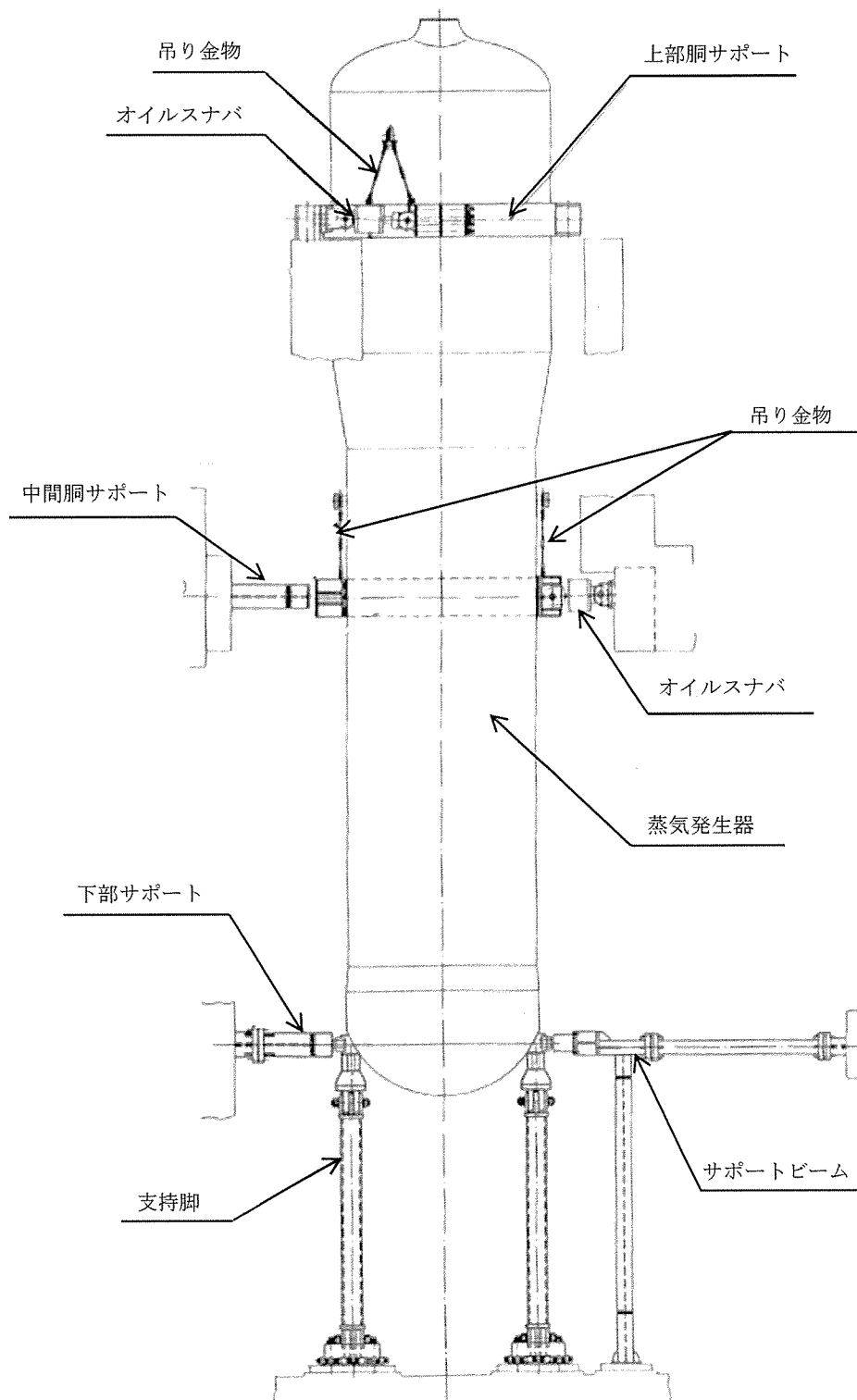
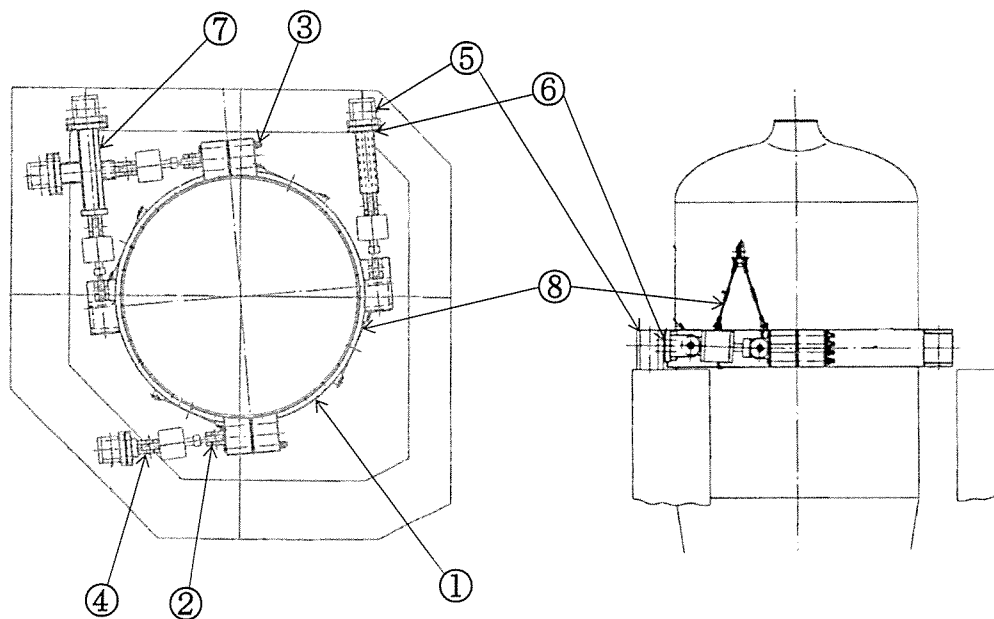
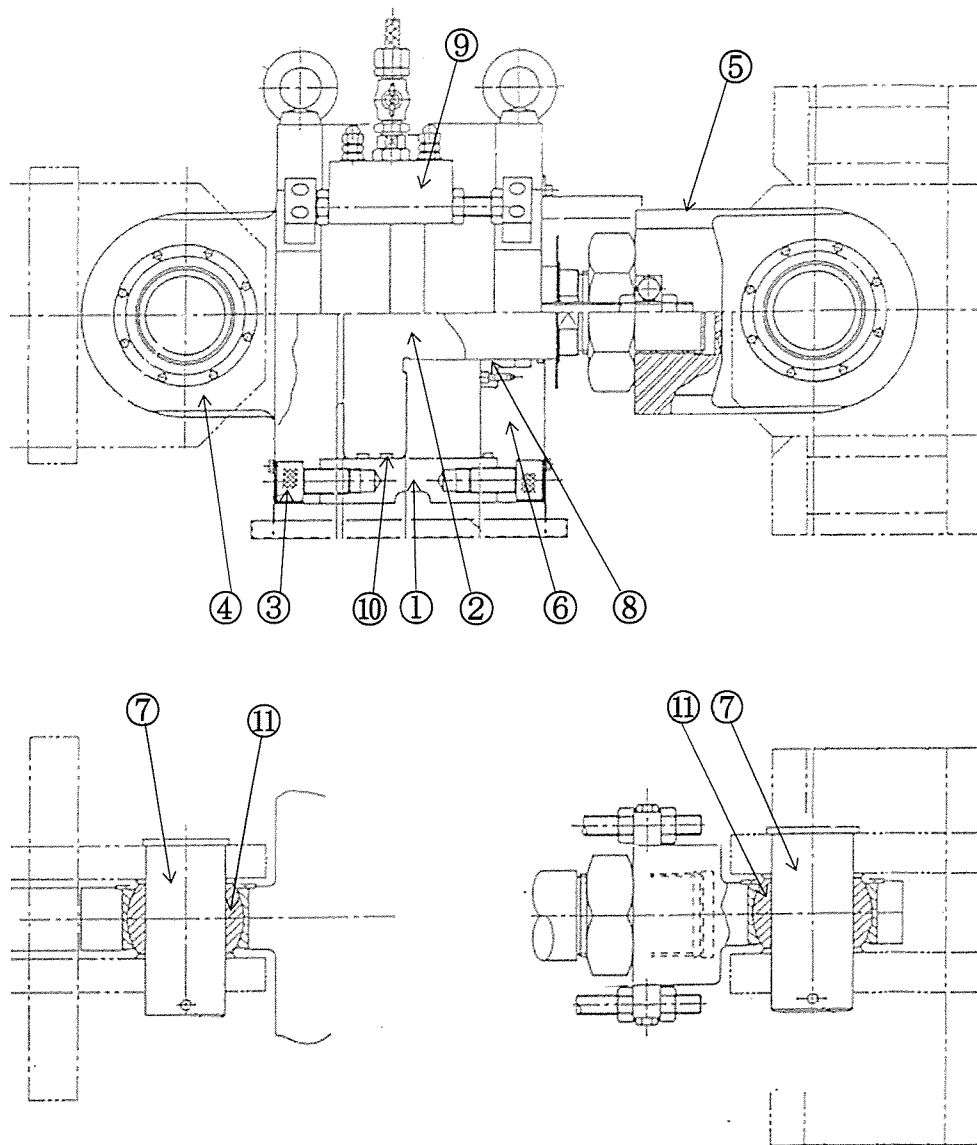


図 2.1-2 伊方 3 号炉 蒸気発生器サポート全体図



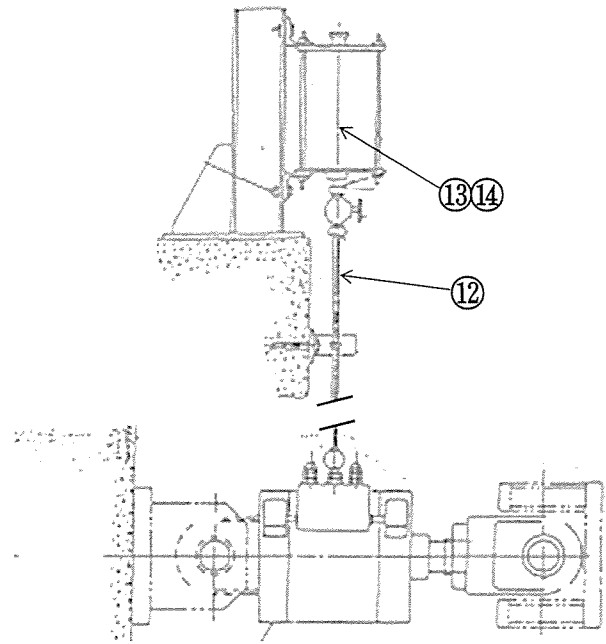
No.	部位
①	バンド
②	バンド側スナバ取付ラグ
③	バンド組立ボルト
④	ブラケット
⑤	サポートコラム
⑥	ブラケット取付ボルト
⑦	サポートビーム
⑧	吊り金物

図 2.1-3(1/3) 伊方 3 号炉 蒸気発生器上部胴サポート構造図



No.	部位
①	オイルスナバ シリンダーチューブ
②	オイルスナバ ピストンロッド
③	オイルスナバ タイボルト
④	オイルスナバ シリンダーカバーイーヤ
⑤	オイルスナバ コネクティングラグイーヤ
⑥	オイルスナバ ロッドカバー
⑦	オイルスナバ コッタピン
⑧	オイルスナバ ブッシュ
⑨	オイルスナバ コントロールバルブ
⑩	オイルスナバ オイルシール
⑪	オイルスナバ 球面軸受

図 2.1-3(2/3) 伊方3号炉 蒸気発生器上部胴および中間胴サポートオイルスナバ構造図

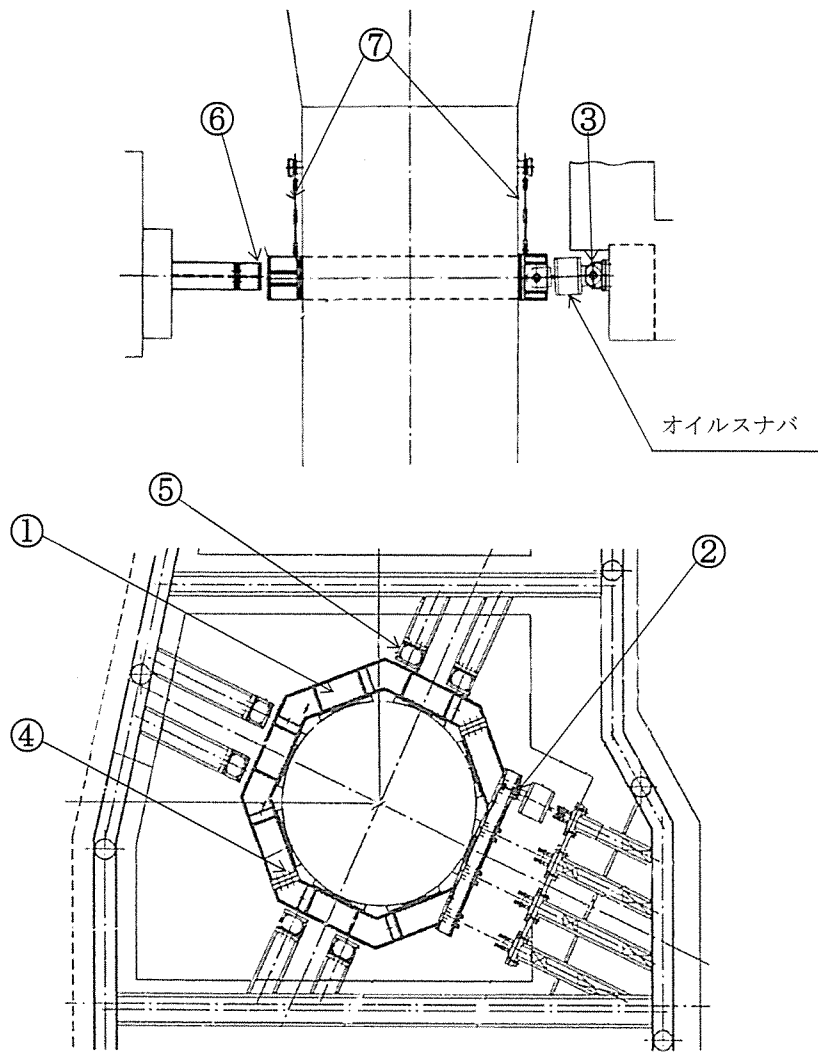


No.	部位
⑫	オイルスナバ 給油管
⑬	オイルスナバ オイルリザーバ
⑭	オイルスナバ オイル

図 2. 1-3(3/3) 伊方 3 号炉 蒸気発生器上部胴および中間胴サポートオイルスナバ構造図

表2.1-2 伊方3号炉 蒸気発生器上部胴サポート主要部位の使用材料

部位		材料
バンド		炭素鋼
バンド側スナバ取付ラグ		炭素鋼
バンド組立ボルト		低合金鋼
ブラケット		炭素鋼
サポートコラム		炭素鋼
ブラケット取付ボルト		低合金鋼
サポートビーム		炭素鋼
吊り金物		低合金鋼
オイル スナ バ	シリンダーチューブ	低合金鋼
	ピストンロッド	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	シリンダーカバーイーヤ	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	炭素鋼
	コッタピン	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

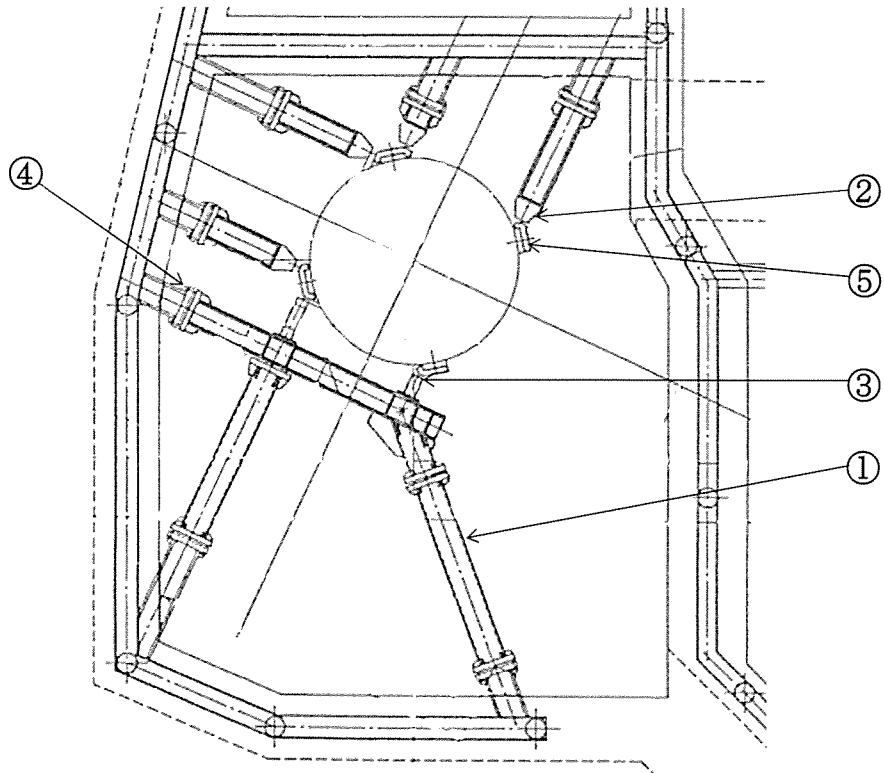


No.	部位
①	リングフレーム
②	リングフレームスナバ取付部
③	スナバブラケット
④	リングフレーム組立ボルト
⑤	バックバンパ
⑥	シム
⑦	吊り金物

図2.1-4 伊方3号炉 蒸気発生器中間胴サポート構造図

表2.1-3 伊方3号炉 蒸気発生器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	シリンダーチューブ	低合金鋼
	ピストンロッド	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	シリンダーカバーイーヤ	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	炭素鋼
	コッタピン	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

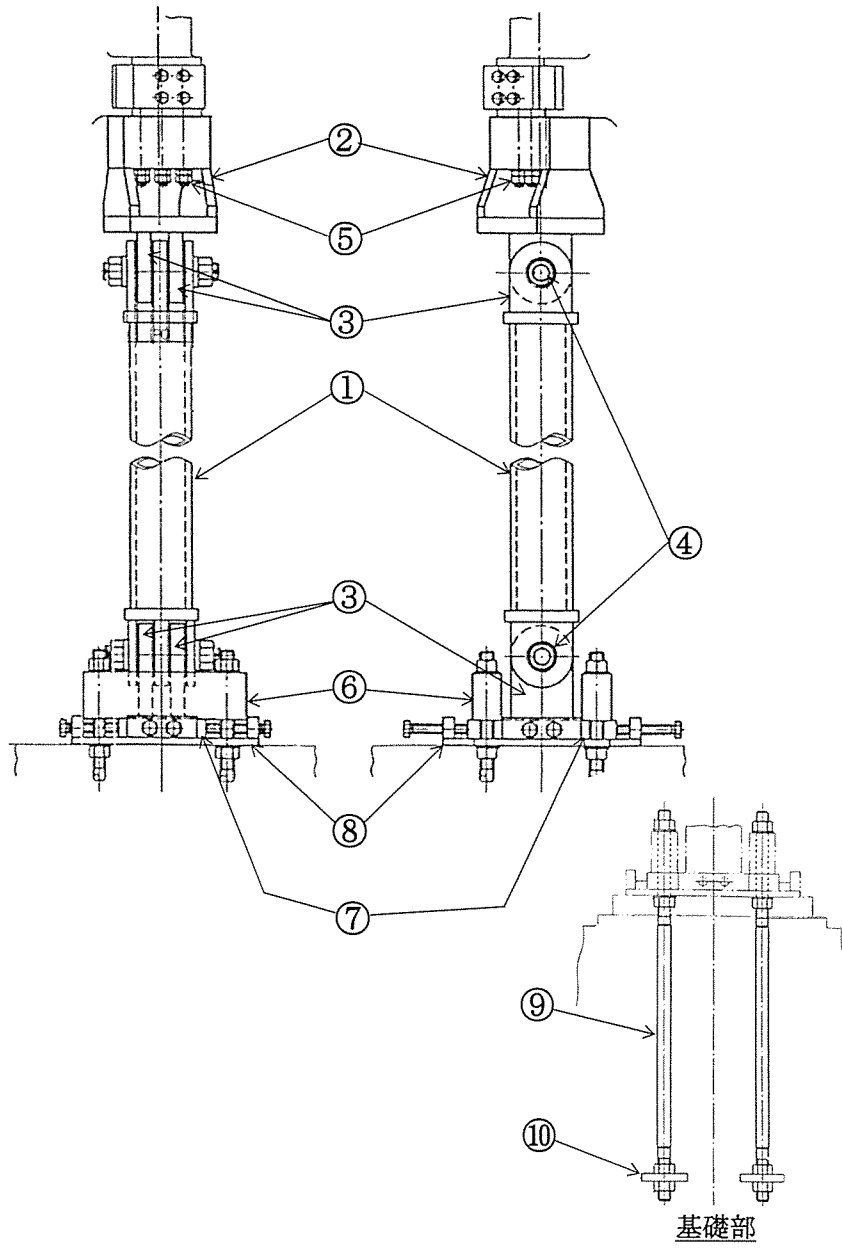


No.	部位
①	サポートビーム
②	サポートブロック
③	シム
④	サポートビーム組立ボルト
⑤	パッド

図 2. 1-5 伊方 3 号炉 蒸気発生器下部サポート構造図

表2.1-4 伊方3号炉 蒸気発生器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



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

図 2.1-6 伊方 3 号炉 蒸気発生器支持脚構造図

表2.1-5 伊方3号炉 蒸気発生器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

伊方3号炉の1次冷却材ポンプサポートは、上部サポート、下部サポートおよび支持脚が設置されている。

上部サポートおよび下部サポートは、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取り付けられており、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。

伊方3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2.1-11に示す。

(2) 材料

伊方3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。

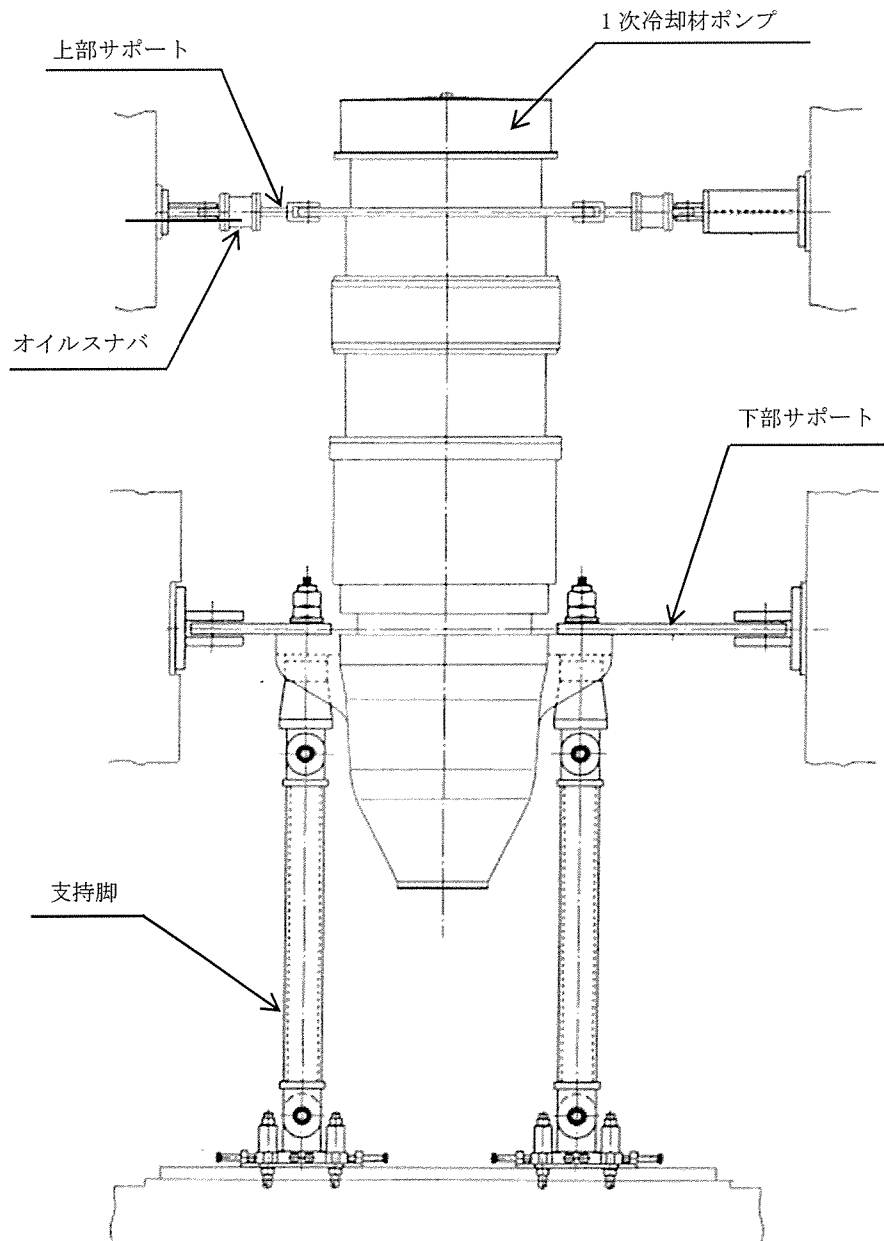
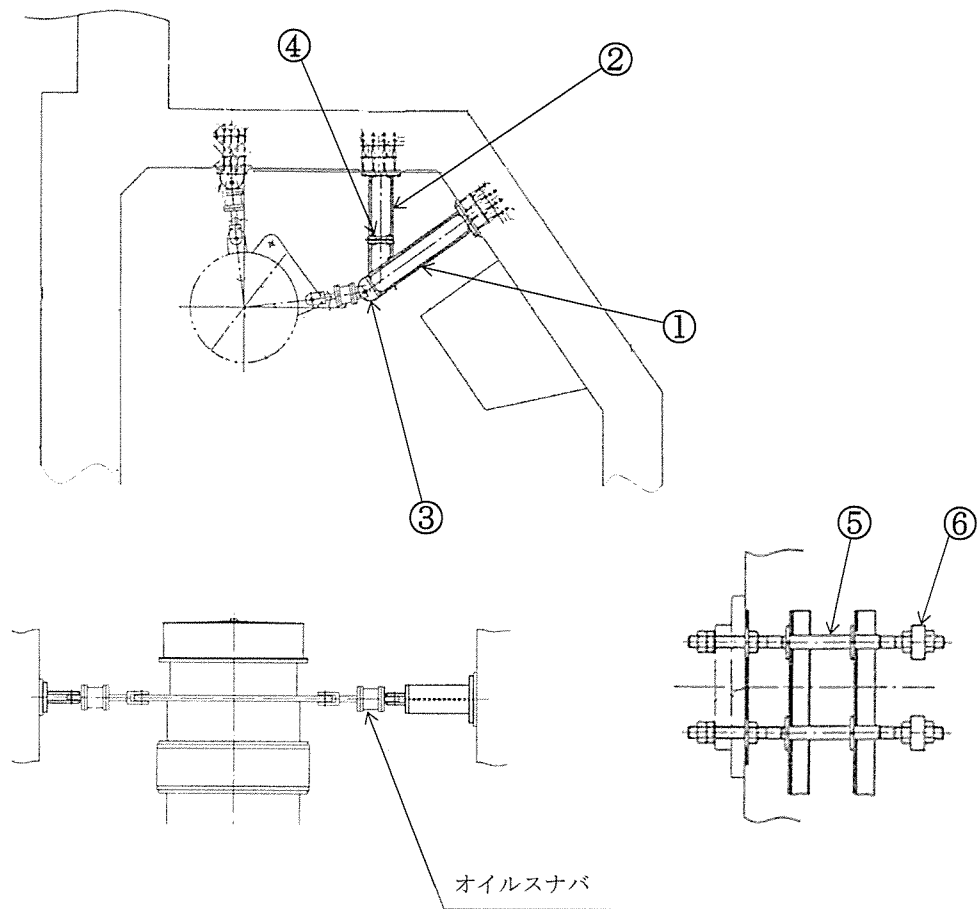
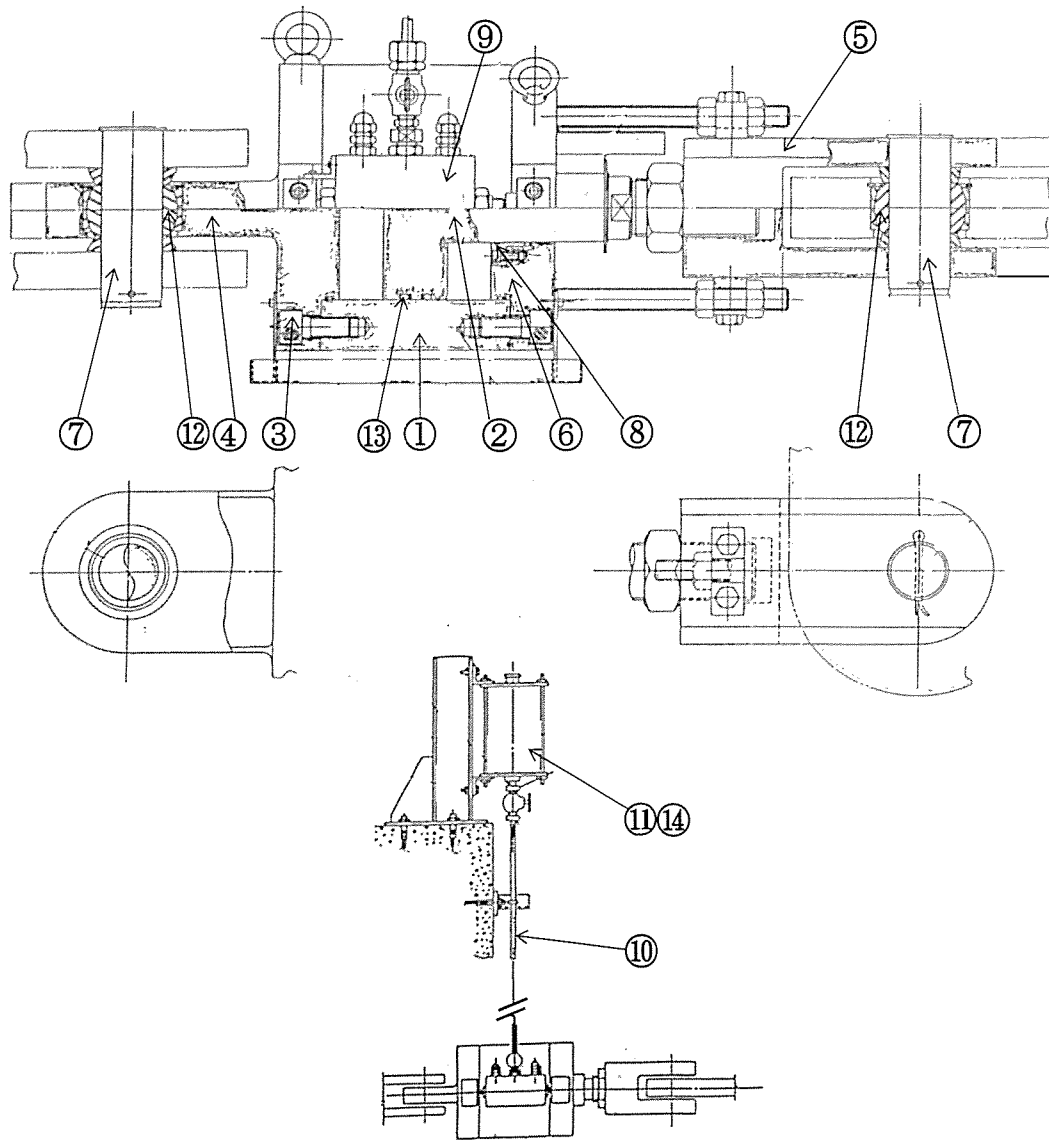


図 2.1-7 伊方 3 号炉 1 次冷却材ポンプサポート全体図



No.	部位
①	サポートビーム
②	サポートビーム斜材
③	ブラケット
④	サポートビーム斜材組立ボルト
⑤	基礎ボルト
⑥	埋込金物

図 2.1-8 伊方 3 号炉 1 次冷却材ポンプ上部サポート構造図

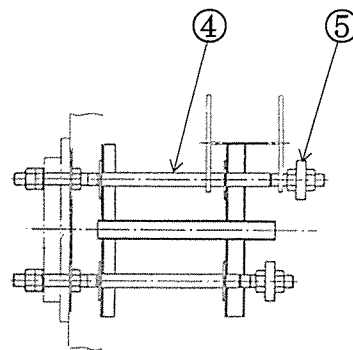
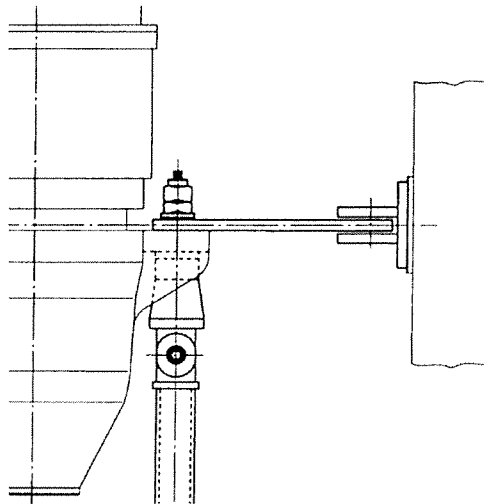
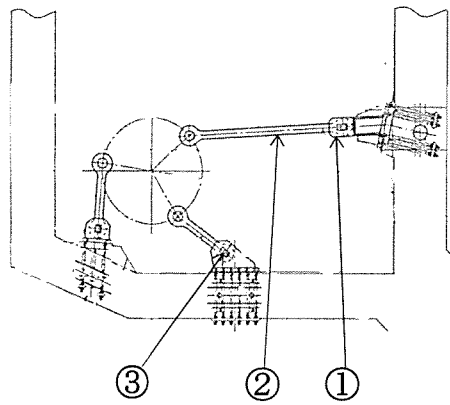


No.	部位	No.	部位
①	オイルスナバ シリンダーチューブ	⑧	オイルスナバ ブッシュ
②	オイルスナバ ピストンロッド	⑨	オイルスナバ コントロールバルブ
③	オイルスナバ タイボルト	⑩	オイルスナバ 給油管
④	オイルスナバ シリンダーカバーイーヤ	⑪	オイルスナバ オイルリザーバ
⑤	オイルスナバ コネクティングラグイーヤ	⑫	オイルスナバ 球面軸受
⑥	オイルスナバ ロッドカバー	⑬	オイルスナバ オイルシール
⑦	オイルスナバ コッタピン	⑭	オイルスナバ オイル

図 2.1-9 伊方 3 号炉 1 次冷却材ポンプ上部サポートオイルスナバ構造図

表2.1-6 伊方3号炉 1次冷却材ポンプ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
サポートビーム斜材		炭素鋼
ブラケット		炭素鋼
サポートビーム斜材組立ボルト		低合金鋼
基礎ボルト		低合金鋼
埋込金物		炭素鋼
オイルスナバ	シリンダーチューブ	低合金鋼
	ピストンロッド	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	シリンダーカバーイーヤ	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	炭素鋼
	コッタピン	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

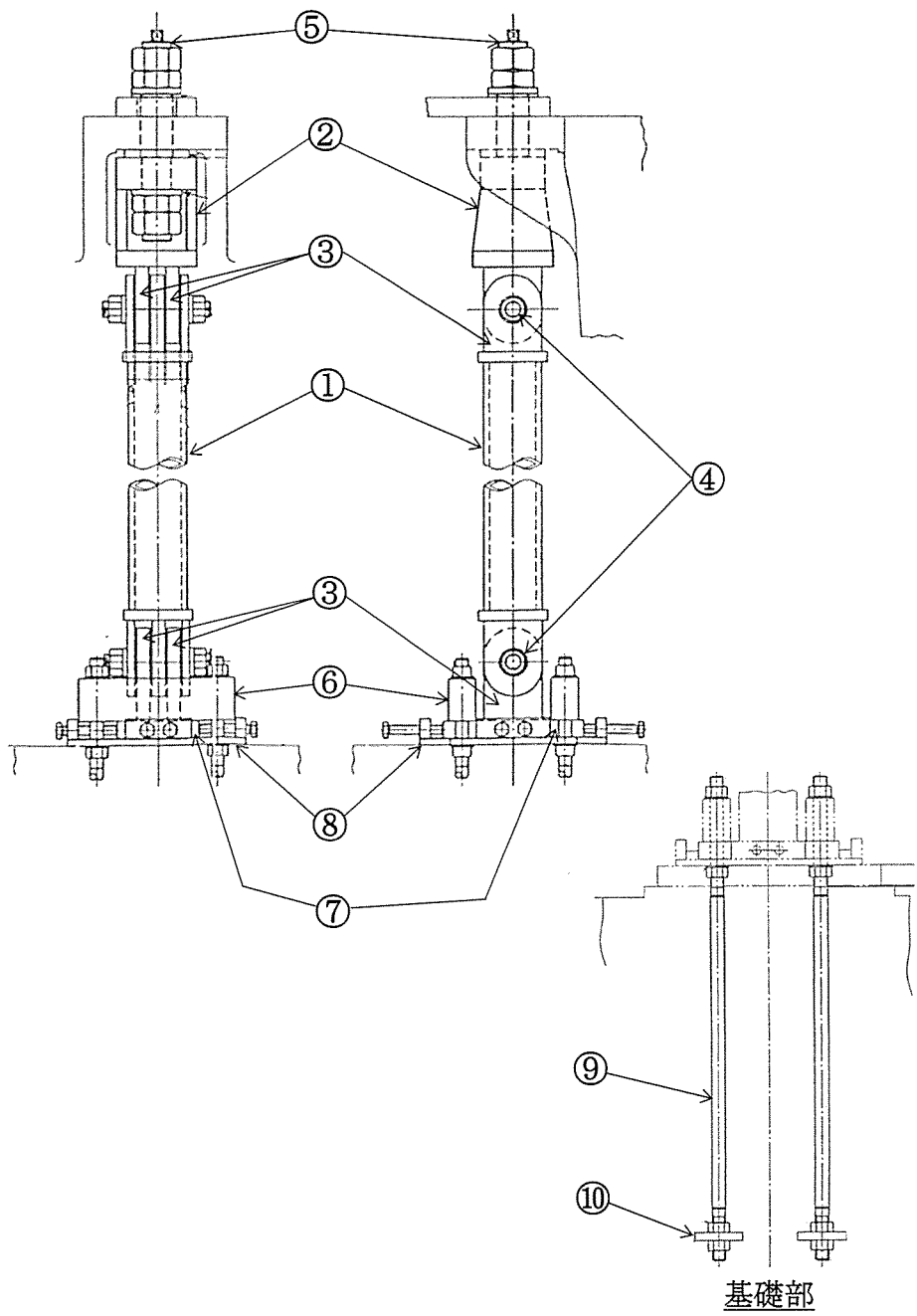


No.	部位
①	ブラケット
②	タイロッド
③	タイロッドピン
④	基礎ボルト
⑤	埋込金物

図2.1-10 伊方3号炉 1次冷却材ポンプ下部サポート構造図

表2.1-7 伊方3号炉 1次冷却材ポンプ下部サポート主要部位の使用材料

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

図 2.1-11 伊方 3 号炉 1 次冷却材ポンプ支持脚構造図

表2.1-8 伊方3号炉 1次冷却材ポンプ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
支持脚取付ピン	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

2.1.4 加圧器サポート

(1) 構造

伊方3号炉の加圧器サポートは、上部サポートおよび下部サポート（スカート）が設置されている。

上部サポートは、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、地震時の水平および鉛直方向の変位を拘束する構造である。

伊方3号炉の加圧器サポートの構造図を図2.1-12～図2.1-14に示す。

(2) 材料

伊方3号炉の加圧器サポートの使用材料を、表2.1-9および表2.1-10に示す。

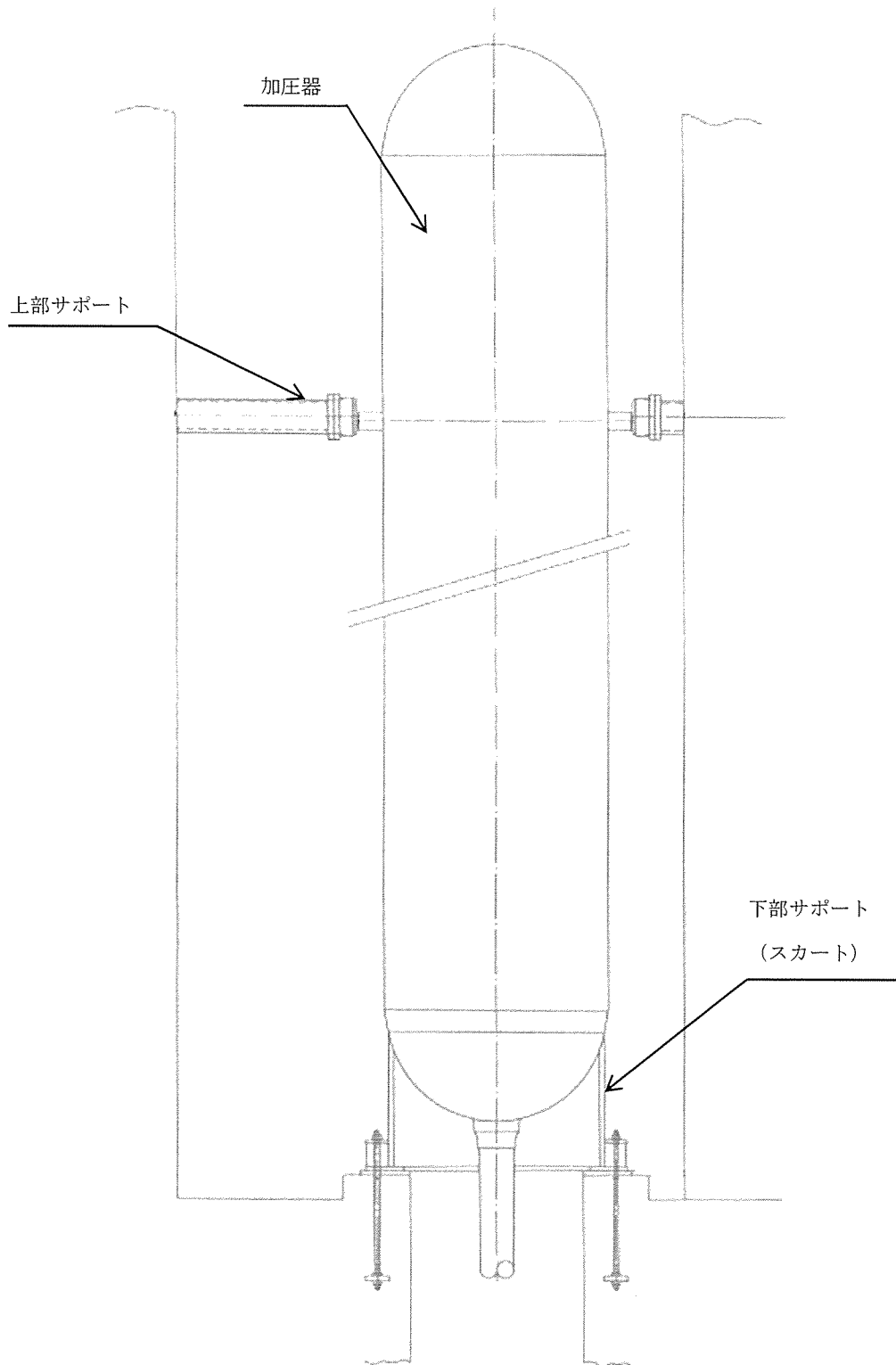
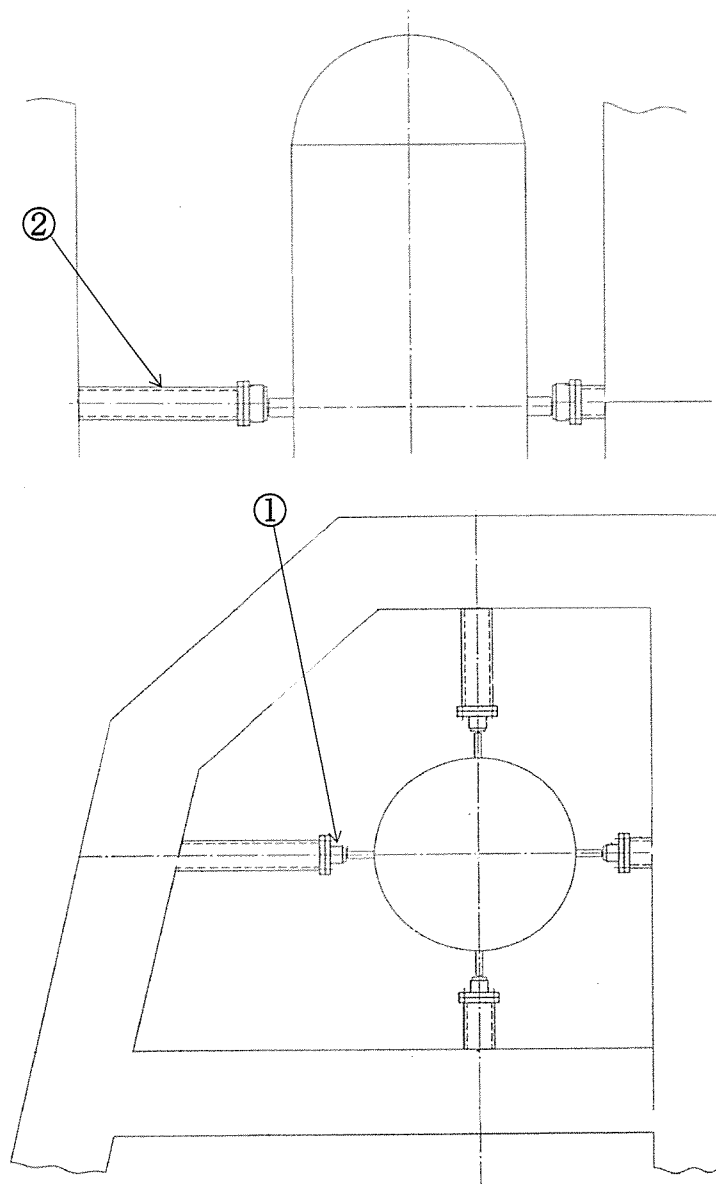


図 2.1-12 伊方 3 号炉 加圧器サポート全体図

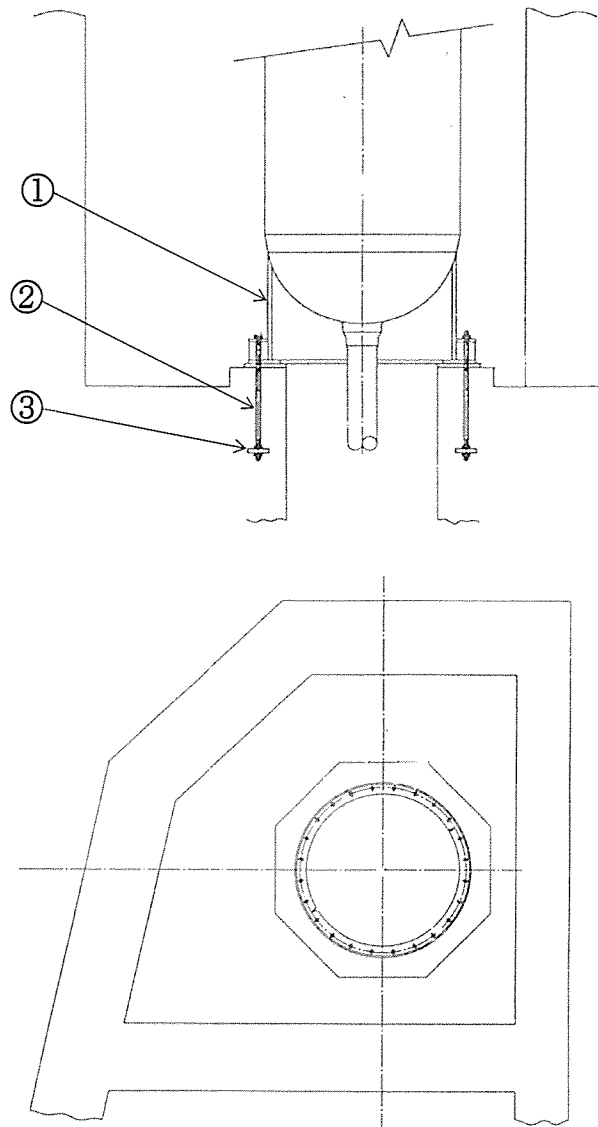


No.	部位
①	サポートブロック
②	サポートパイプ

図 2.1-13 伊方 3 号炉 加圧器上部サポート構造図

表2.1-9 伊方3号炉 加圧器上部サポート主要部位の使用材料

部位	材料
サポートブロック	低合金鋼
サポートパイプ	炭素鋼



No.	部位
①	スカート
②	基礎ボルト
③	埋込金物

図 2.1-14 伊方 3 号炉 加圧器下部サポート（スカート）構造図

表2.1-10 伊方3号炉 加圧器下部サポート（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、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、中性子およびγ線照射等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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) 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2.2-1で△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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または低合金鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

(2) サポートブラケット（サポートリブ）の中性子およびγ線照射脆化 [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、中性子および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。

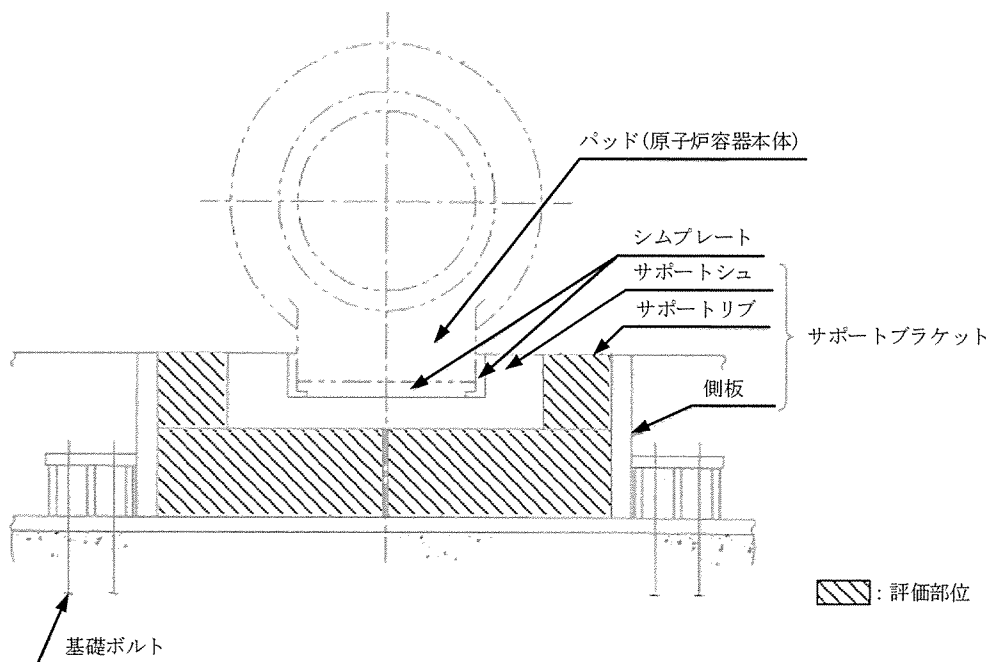


図2.2-1 伊方3号炉 原子炉容器サポートの照射脆化評価部位

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。

応力拡大係数およ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」および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およ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_{NDT}）は伊方3号炉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。

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

K_{IR} : 破壊靱性値 [MPa√m]

T : 最低使用温度 [°C]

T_{NDT} : 関連温度 [°C]

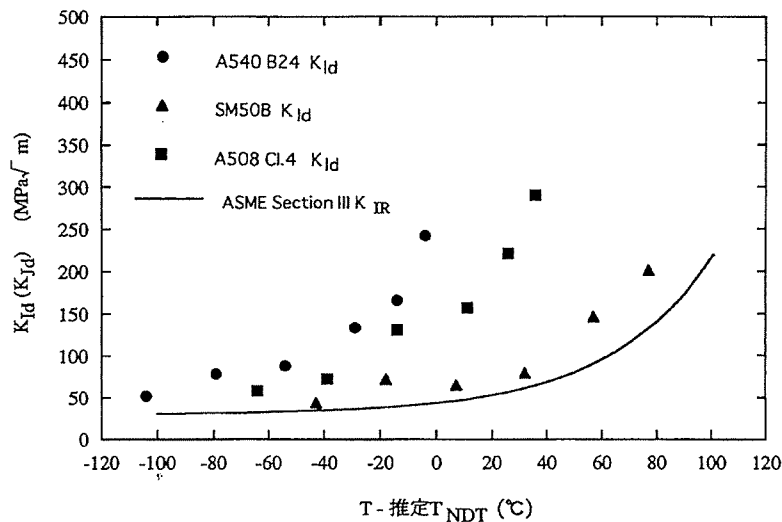


図2.2-2 動的破壊靱性と (T-推定T_{NDT}) の関係

[出典：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」1999年度]

原子炉容器サポート回りの中性子照射量は米国オークリッジ国立研究所（以降ORNLと呼ぶ）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および米国 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Ss地震が発生したとき、製造時また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。

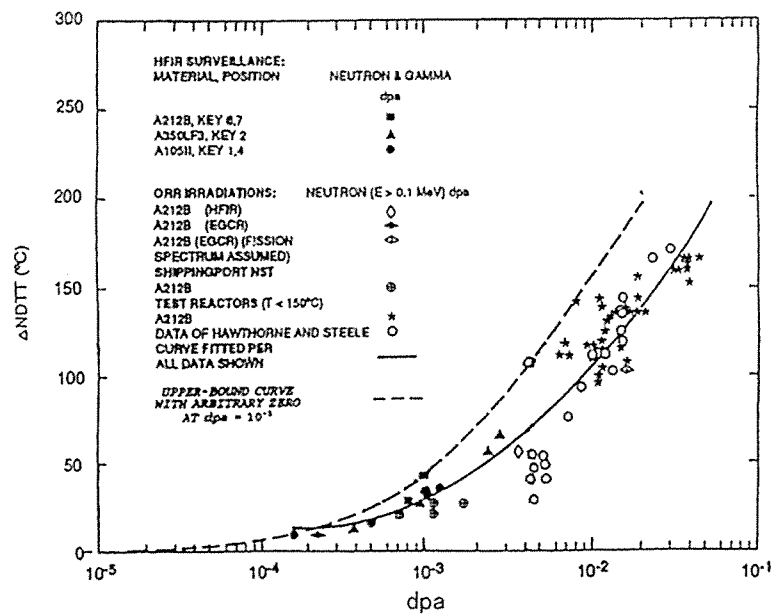


図2.2-3 原子炉容器サポートの脆化予測曲線

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

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

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、亀裂のアスペクト比 (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

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

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

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

$$M_3 = 0.5 - 1 / (0.65 + a/c) + 14(1 - a/c)^{2.1}$$

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

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

$$f_W = (\sec(\pi c \sqrt{(a/t)/2b}))^{1/2}$$

1 < a / c < 2 の場合

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

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

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

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

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

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

$$f_W = (\sec(\pi c \sqrt{(a/t)/2b}))^{1/2}$$

ここで、

a : 亀裂深さ

c : 表面長さの半長

t : 平板の厚さ

b : 平板の幅の半長

φ : 亀裂前縁の位置を表す角度

表2.2-2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、キャビティシールリング据付時の隙間計測で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。

表2.2-2 伊方3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_{IR}	0.19
評価	○

- (3) パッド、ヒンジ摺動部の摩耗 [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]

機器の移動を許容し、重機器の自重を支えている原子炉容器サポート、蒸気発生器支持脚および1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部は、機器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、蒸気発生器支持脚および1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部を図2.2-5に示す。

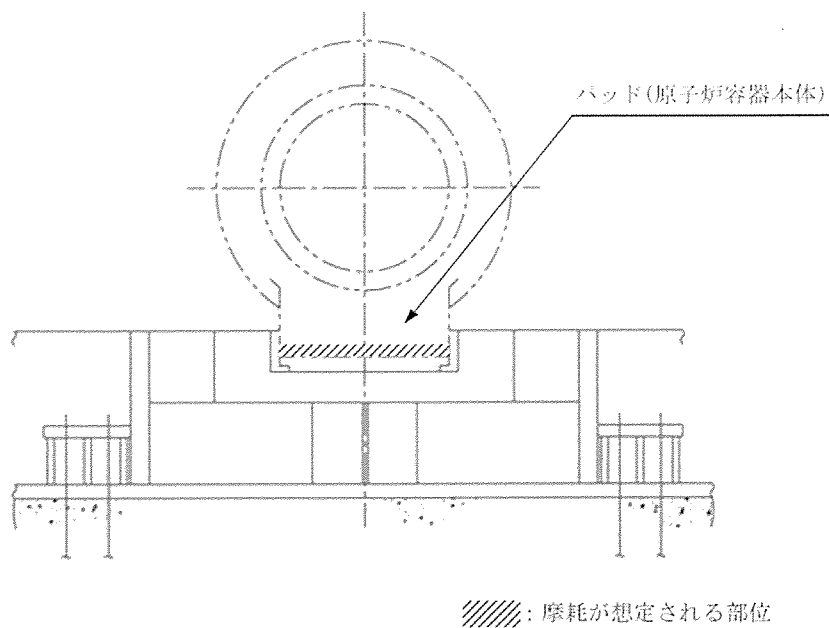


図2.2-4 伊方3号炉 原子炉容器サポートの摺動部 (パッド) (概念図)

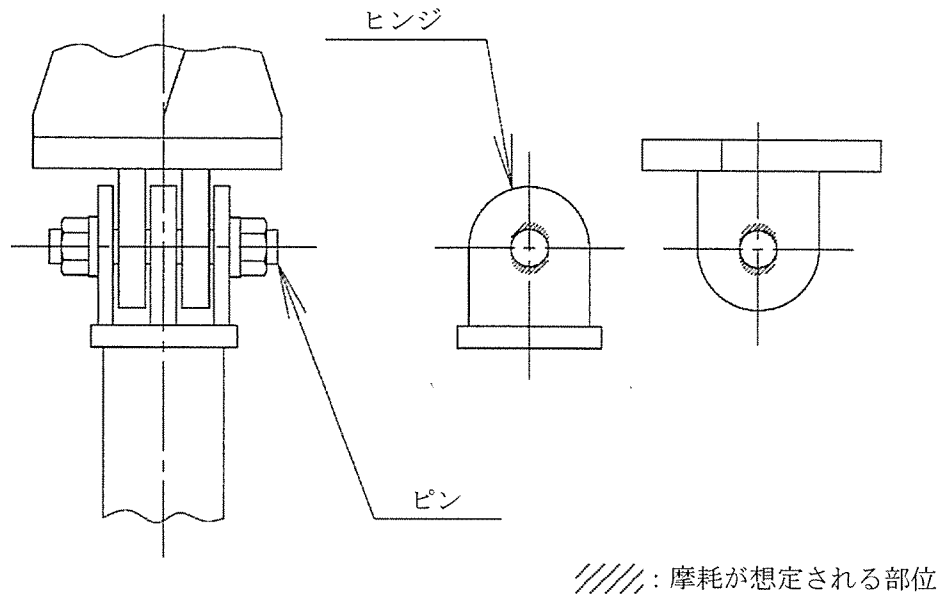


図2.2-5 伊方3号炉 蒸気発生器支持脚および1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部（ヒンジ）（概念図）

原子炉容器サポート、蒸気発生器支持脚および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手法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（日本機械学会編））により、概略の摩耗量の推定を行った。

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および運転状態Ⅱの過渡条件とその回数から算出した。

摩耗係数および硬さについては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。

それぞれの評価結果を表2. 2-3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）は微少であり、許容値に比べ十分小さいことから、長期運転にあたっても支持機能に影響を及ぼす可能性はない。

さらに、ヒンジ摺動部の摩耗に対しては外観点検等で目視によりかみ合い部を確認し、パッドの摩耗についてもキャビティシールリング据付時の隙間計測で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。

表2. 2-3 伊方3号炉 重機器サポート摺動部の摩耗量評価結果

部位	運転開始後60年時点 の推定摩耗深さ / 許容値
原子炉容器サポート パッド	約 1/3
蒸気発生器支持脚 ヒンジ	約 1/1,666
1次冷却材ポンプ 支持脚ヒンジ	約 1/2,500

(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、蒸気発生器サポートおよび1次冷却材ポンプサポート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、通常運転時の蒸気発生器の上部胴サポートおよび中間胴サポート、1次冷却材ポンプの上部サポートおよび下部サポートに作用する荷重は小さい。

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ヒートアップ・クールダウンの年2回）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十分小さく、可動部を摺動させるほどの力は生じないと考えられる。

支持脚ピン（材料：SNB23-3）については、ヒンジ部（材料：SM50B）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：SNB23-4）については、ブッシュ（材料：BC-6C）よりも硬質な材料を使用している。

一方、オイルスナバのコッタピンについては、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、外観点検時等で目視によりピンのかみ合い部およ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) 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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

(6) 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、外観点検時等の目視確認により、機器の健全性を確認している。

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) 埋込金物等の腐食（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）およ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、埋込金物等に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品および定期取替品

オイルスナバに使用しているオイルシール、オイルは分解点検時に取替える消耗品であり、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(1/10) 伊方3号炉 原子炉容器サポーターに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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	サポーターブラケット (サポーターシユ)		低合金鋼	△								*1：中性子およびγ線照射脆化 *2：大気接触部 *3：コンクリート埋設部
	サポーターブラケット (サポータートリブ)		炭素鋼	△				△ ^{*1}				
	サポーターブラケット (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		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(2/10) 伊方3号炉 蒸気発生器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	応力腐食割れ	熱時効	劣化											
機器の支持	バンド		炭素鋼		△															
	バンド側スナバ取付ラグ		炭素鋼		△															
	バンド組立ボルト		低合金鋼																	
	ブラケット		炭素鋼		△															
	サポートコラム		炭素鋼																	
	ブラケット取付ボルト		低合金鋼																	
	サポートビーム		炭素鋼																	
	吊り金物		低合金鋼																	
	シリンダチューブ		低合金鋼																	
	ピストンロッド		低合金鋼		△															
	タイボルト		低合金鋼																	
	シリンダーカバーイヤー		低合金鋼																	
	コネクティングラグイヤー		低合金鋼																	
	ロッドカバー		炭素鋼																	
	コッタピン		低合金鋼		△															
	ブッシュ		銅合金 casting		△															
	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2.2-1(3/10) 伊方3号炉 蒸気発生器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		△						
	シリンダチューブ		低合金鋼		△						
	ピストンロッド		低合金鋼	△							
	タイボルト		低合金鋼		△						
	シリンダーカバーイヤ		低合金鋼		△						
	コネクティングラグイヤ		低合金鋼		△						
	ロッドカバー		炭素鋼		△						
	コッタピン		低合金鋼	△							
	ブッシュ		銅合金铸件	△							
	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2.2-1(4/10) 伊方3号炉 蒸気発生器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		△								

△：高経年化対策上着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(5/10) 伊方3号炉 蒸気発生器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2.2-1(6/10) 伊方3号炉 1次冷却材ポンプ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	サポートビーム		炭素鋼		△								
	サポートビーム斜材		炭素鋼		△								
	ブラケット		炭素鋼	△									
	サポートビーム斜材組立ボルト		低合金鋼		△								
	基礎ボルト		低合金鋼		△								
	埋込金物		炭素鋼		▲								
	シリンドラチューブ		低合金鋼		△								
	ピストンロッド		低合金鋼	△									
	タイボルト		低合金鋼		△								
	シリンドラカバーイヤー		低合金鋼		△								
	コネクティングラグイヤー		低合金鋼		△								
	ロッドカバー		炭素鋼		△								
	コッタピン		低合金鋼	△									
	ブッシュ		銅合金铸件	△									
	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2.2-1(7/10) 伊方3号炉 1次冷却材ポンプ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	ブラケット		炭素鋼	△	△							
	タイロッド		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2.2-1(8/10) 伊方3号炉 1次冷却材ポンプ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	その他						
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	△	△											
	支持脚取付ピン		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2.2-1(9/10) 伊方3号炉 加圧器上部サポー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			
機器の支持	サポータブロック		低合金鋼		△							
	サポータパイプ		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(10/10) 伊方3号炉 加圧器下部サポート（スカート）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		
スカート			低合金鋼		△		○				
機器の支持	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。

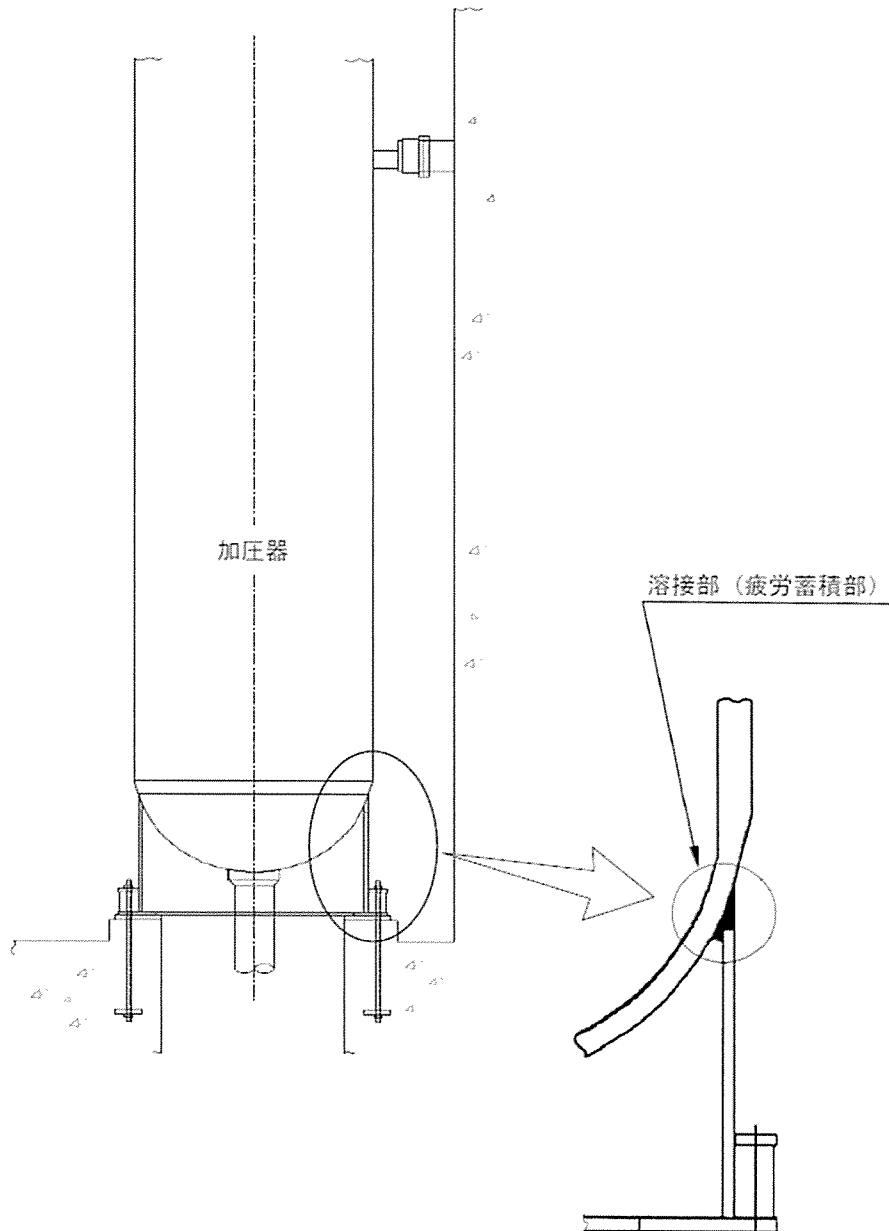


図2.3-1 伊方3号炉 加圧器スカート部の疲労蓄積部

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「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2.3-2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。

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、現時点の知見において、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。

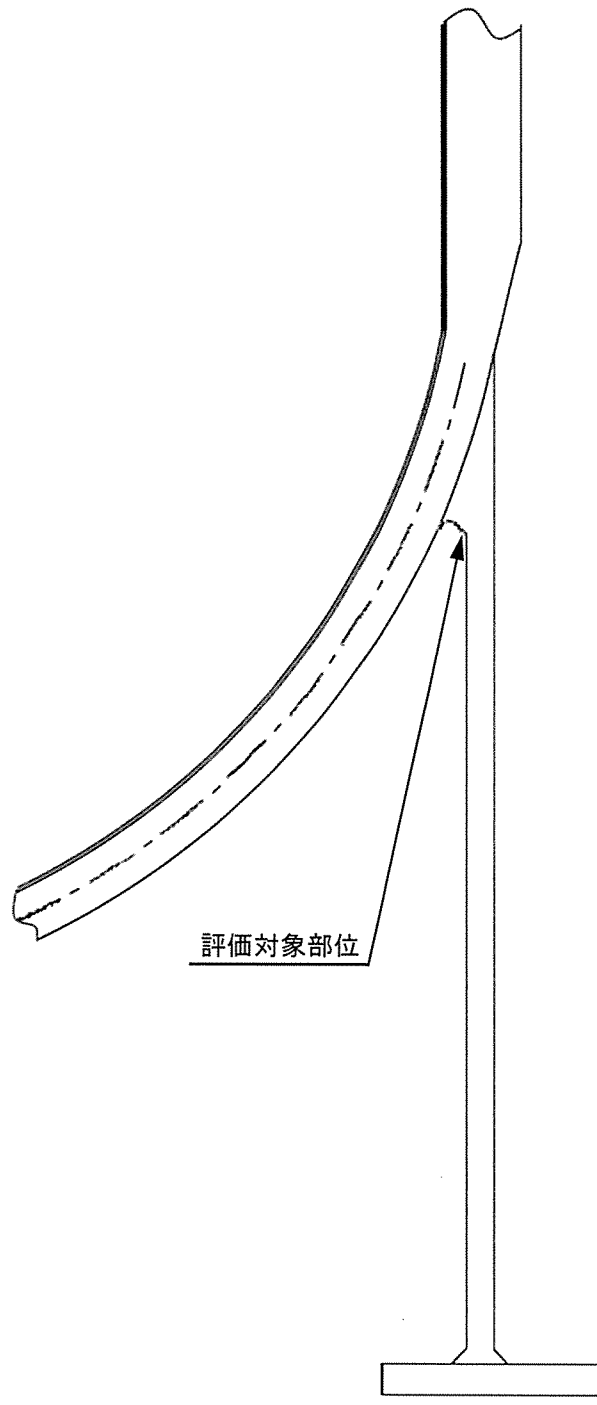


図2.3-2 伊方3号炉 加圧器スカート部の疲労評価対象部位

表2.3-1 伊方3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	
	2019年度末時点	運転開始後60年時点の推定値
起動(温度上昇率 55.6°C/h)	25	69
停止(温度下降率 55.6°C/h)	25	69
負荷上昇(負荷上昇率 5%/min)	164	843
負荷減少(負荷減少率 5%/min)	157	836
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	3	5
100%からの大きいステップ状負荷減少	2	5
定常負荷運転時の変動*1	-	-
燃料交換	16	69
0%から15%への負荷上昇	25	67
15%から0%への負荷減少	19	64
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	
	2019年度末時点	運転開始後60年時点の推定値
負荷の喪失	4	7
外部電源喪失	1	5
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	1	8
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
制御棒クラスタの落下	0	3
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	5	5
1次系漏えい試験	21	61

*1: 設計評価においては、1次冷却材温度は $\pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 、1次冷却材圧力は $\pm 0.34\text{MPa}$ 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 伊方3号炉 加圧器スカート溶接部の疲労評価結果

部位	疲労累積係数 (許容値：1以下)
加圧器スカート溶接部 (低合金鋼)	0.261

2 空気圧縮装置

[対象機器]

- ① 制御用空気圧縮装置
- ② ディーゼル発電機設備空気圧縮機
- ③ 格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 制御用空気圧縮装置全体構成	3
2.2 構造、材料および使用条件	5
2.3 経年劣化事象の抽出	43
2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	64
3. 代表機器以外への展開	65
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	65
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	65

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3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。

これらの空気圧縮装置を設置場所、型式、内部流体およ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および結果

表1-1に示す空気圧縮装置について、設置場所、型式、流体および材料を分離基準として考えると、いずれの空気圧縮装置も同様であることから、1つのグループとして分類される。

1.2 代表機器の選定

重要度が高い制御用空気圧縮装置を代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 空気圧縮装置の主な仕様

分離基準			選定基準					代表機器の選定		
設置場所 型式	流体	材料	機器名称 (台数)	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件		代表 機器	選定理由	
						運転状態	最高使用圧力 (MPa [gauge])			最高使用温度 (°C)
屋内 往復式	空気	鋳鉄	制御用空気圧縮装置 (2)	約17.0Nm ³ /min	MS-1	連続	約0.8	約200	◎	重要度
			ディーゼル発電機設備空気圧縮機 (2)	約1.25Nm ³ /min	高*2	一時	約2.9	約90		
			格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置 (1)	約2Nm ³ /h	MS-2、重*3	一時	約1.4*4	約132*5		

*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、または最高使用圧力が1900kPa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および構造物であることを示す。

*4：格納容器雰囲気ガスサンプリング冷却器側の最高使用圧力を示す。

*5：格納容器雰囲気ガスサンプリング冷却器管側の最高使用温度を示す。

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空気圧縮装置について技術評価を実施する。

① 制御用空気圧縮装置

2.1 制御用空気圧縮装置全体構成

伊方3号炉の制御用空気圧縮装置の吐出容量は約17.0Nm³/min、プラント通常運転時には1台が常時運転状態であり、外部電源喪失時および安全注入時に自動起動(2台)する。

制御用空気圧縮装置から送り出される制御用空気は、空気作動弁の駆動源等として供給される。

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0.7MPaの圧縮空気を吐出する。圧縮空気は、第1段圧縮後に制御用空気圧縮機中間冷却器、第2段圧縮後に制御用空気圧縮機アフタクーラで冷却し、制御用空気圧縮機アフタクーラ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、湿度が高いため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、制御用空気系統に送られ、空気作動弁ほかに供給される。

制御用空気圧縮装置の全体構成図を図2.1-1に示す。

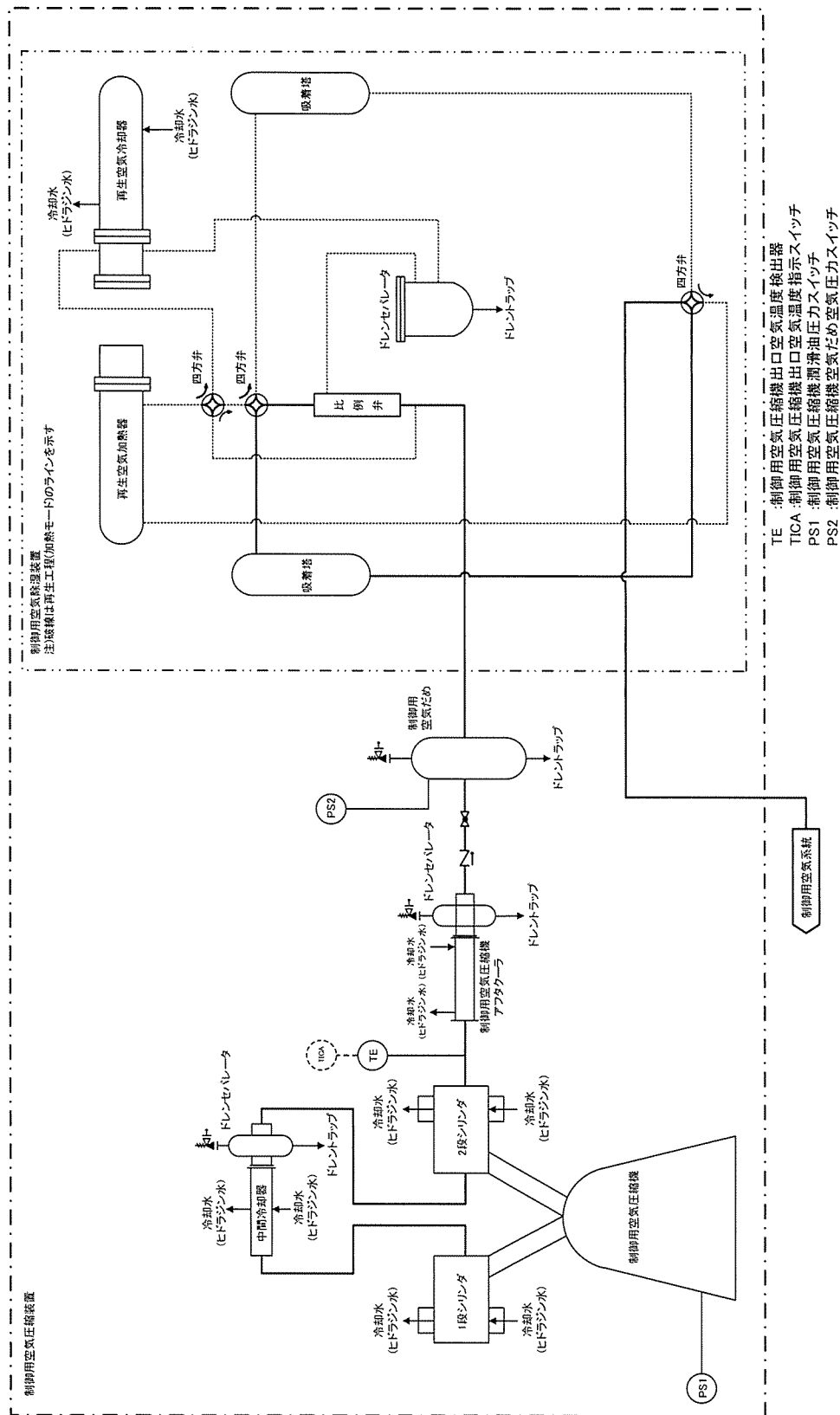


図2.1-1 伊方3号炉 制御用空気圧縮装置 全体構成図

2.2 構造、材料および使用条件

2.2.1 制御用空気圧縮機

(1) 構造

伊方3号炉の制御用空気圧縮機は、原子炉建屋内の空気を取り入れ、所定の圧力まで圧縮するために設置され、往復動型無給油式でV型2気筒2段圧縮構造である。

シリンダは、吸入弁と吐出弁が取付けられたシリンダヘッドおよびシリンダライナから構成されており、シリンダの中を往復するピストンの動作により大気圧の空気が吸入弁より吸入され、約0.7MPaに圧縮された空気が第2段側吐出弁から約17.0Nm³/minで吐出される。

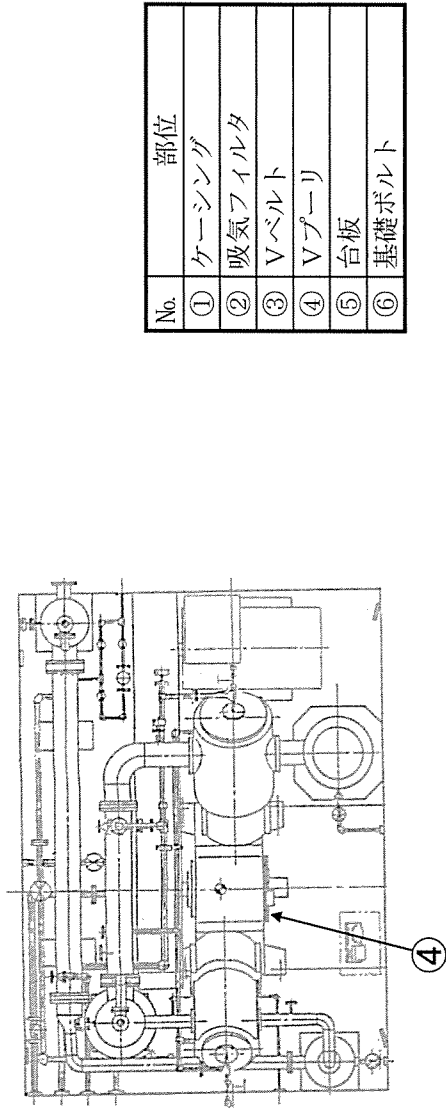
制御用空気圧縮機を構成する主要部位のケーシング（クランク室）およびシリンダは鋳鉄であり、ピストンはアルミニウム合金、鋳鉄で、主軸（クランク軸）は鋳鉄である。

また、圧縮空気をシールするピストンリングにはテフロンを使用し、シリンダ軸封部にはグランドパッキンを使用している。

伊方3号炉の制御用空気圧縮機の外形図および構造図を図2.2-1および図2.2-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気圧縮機の使用材料および使用条件を表2.2-1および表2.2-2に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	吸気フィルタ
③	Vベルト
④	Vプーリ
⑤	台板
⑥	基礎ボルト

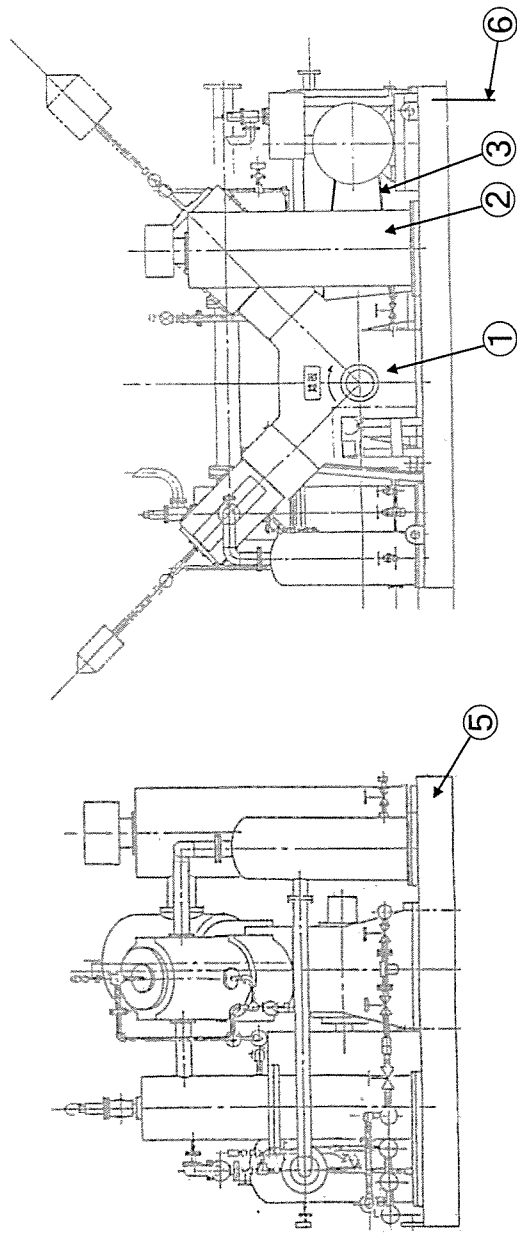


図2.2-1 伊方3号炉 制御用空気圧縮機外形図

No.	部位
①	主軸
②	油ポンプ歯車
③	ピストンロッド
④	ピストンピン
⑤	連接棒
⑥	連接棒メタル
⑦	クロスヘッド
⑧	クロスヘッドガイド
⑨	ピストン
⑩	シリンダ
⑪	シリンダライナ
⑫	吸込弁
⑬	吐出弁
⑭	ピストンリング
⑮	軸受 (ころがり)
⑯	グラインドパッキン

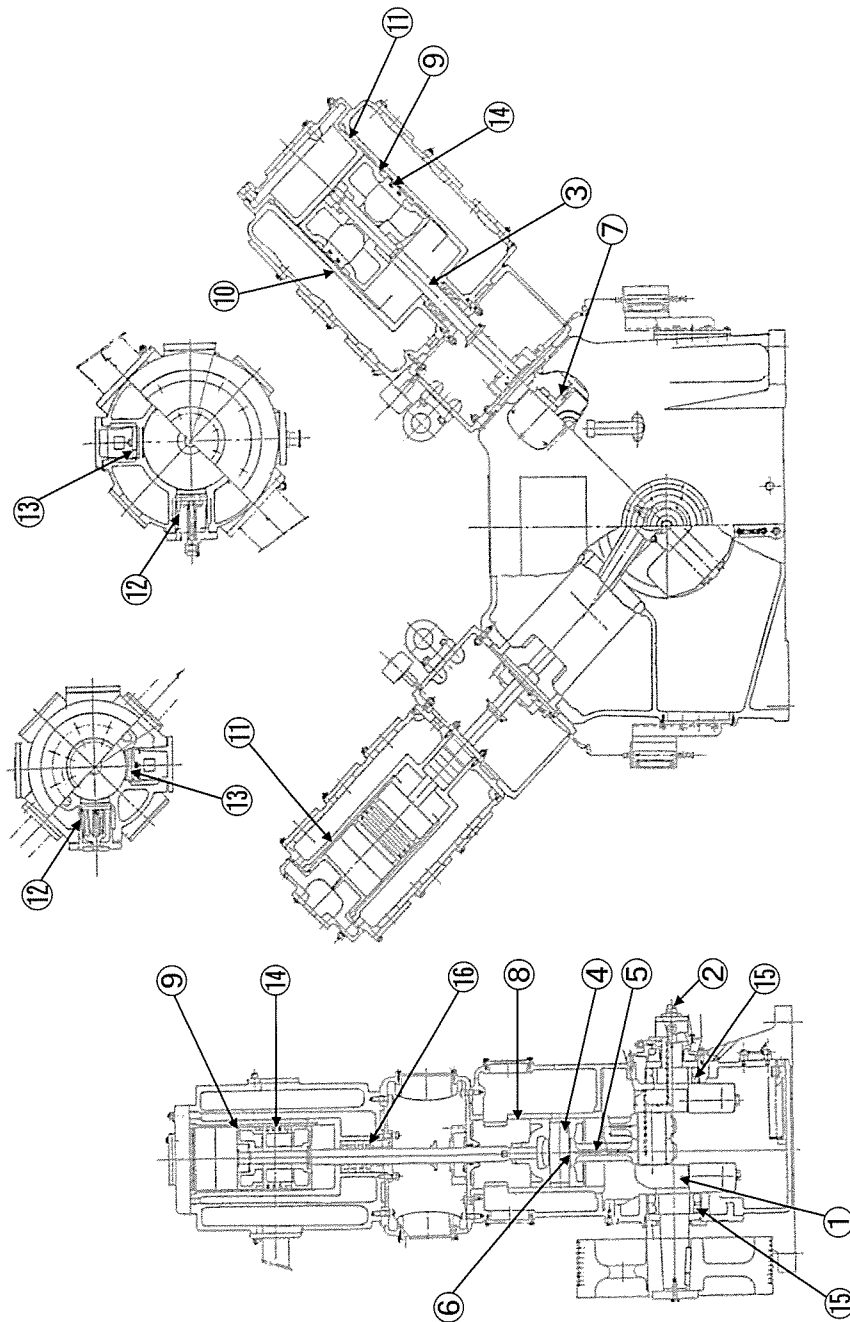


図2.2-2 伊方3号炉 制御用空気圧縮機構造図

表2.2-1 伊方3号炉 制御用空気圧縮機主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
制御用空気圧縮機	ケーシング	鋳鉄
	吸気フィルタ	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
	主軸	鋳鉄
	油ポンプ歯車	消耗品・定期取替品
	ピストンロッド	消耗品・定期取替品
	ピストンピン	消耗品・定期取替品
	接続棒	消耗品・定期取替品
	接続棒メタル	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	アルミニウム合金、鋳鉄
	シリンダ	鋳鉄
	シリンダライナ	消耗品・定期取替品
	吸込弁	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
	台板	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼	

表2.2-2 伊方3号炉 制御用空気圧縮機の使用条件

最高使用圧力	約0.8MPa[gage]
最高使用温度	約200℃
定格容量	約17.0Nm ³ /min
内部流体	空気

2.2.2 制御用空気圧縮機中間冷却器

(1) 構造

伊方3号炉の制御用空気圧縮機中間冷却器は制御用空気圧縮機で圧縮により加熱された空気を冷却するために設置され、横置直管式構造である。

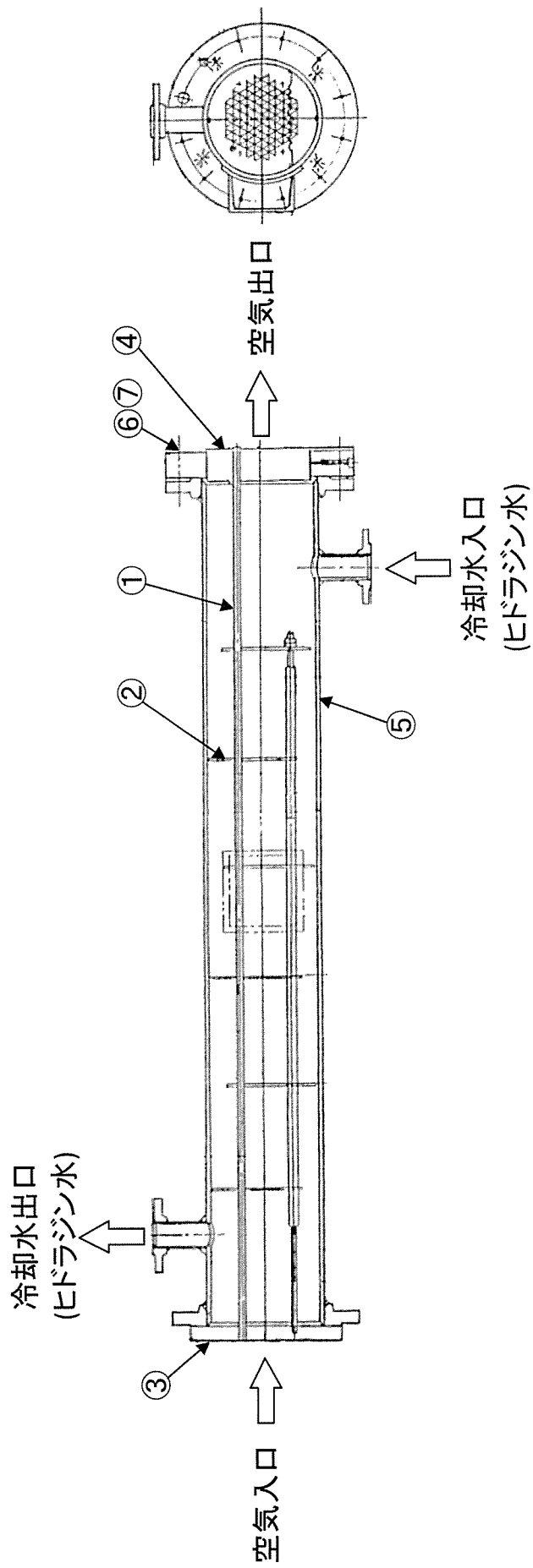
内部流体は管側が圧縮空気、胴側が冷却水（ヒドラジン水）である。

制御用空気圧縮機中間冷却器を構成する主要部位の伝熱管は銅合金、胴板は炭素鋼である。

伊方3号炉の制御用空気圧縮機中間冷却器の構造図を図2.2-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気圧縮機中間冷却器の使用材料および使用条件を表2.2-3および表2.2-4に示す。



No.	部位
①	伝熱管
②	邪魔板
③	管板 (上流側)
④	管板 (下流側)
⑤	胴板
⑥	フランジボルト
⑦	ガスケット

図2.2-3 伊方3号炉 制御用空気圧縮機中間冷却器構造図

表2.2-3 伊方3号炉 制御用空気圧縮機中間冷却器主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
制御用空気圧縮機 中間冷却器	伝熱管	銅合金
	邪魔板	炭素鋼
	管板（上流側）	炭素鋼
	管板（下流側）	ステンレス鋼
	胴板	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

表2.2-4 伊方3号炉 制御用空気圧縮機中間冷却器の使用条件

最高使用圧力	胴側：約1.4MPa[gage]	管側：約0.4MPa[gage]
最高使用温度	胴側：約95℃	管側：約200℃
内部流体	胴側：ヒドラジン水	管側：空気

2.2.3 制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータ

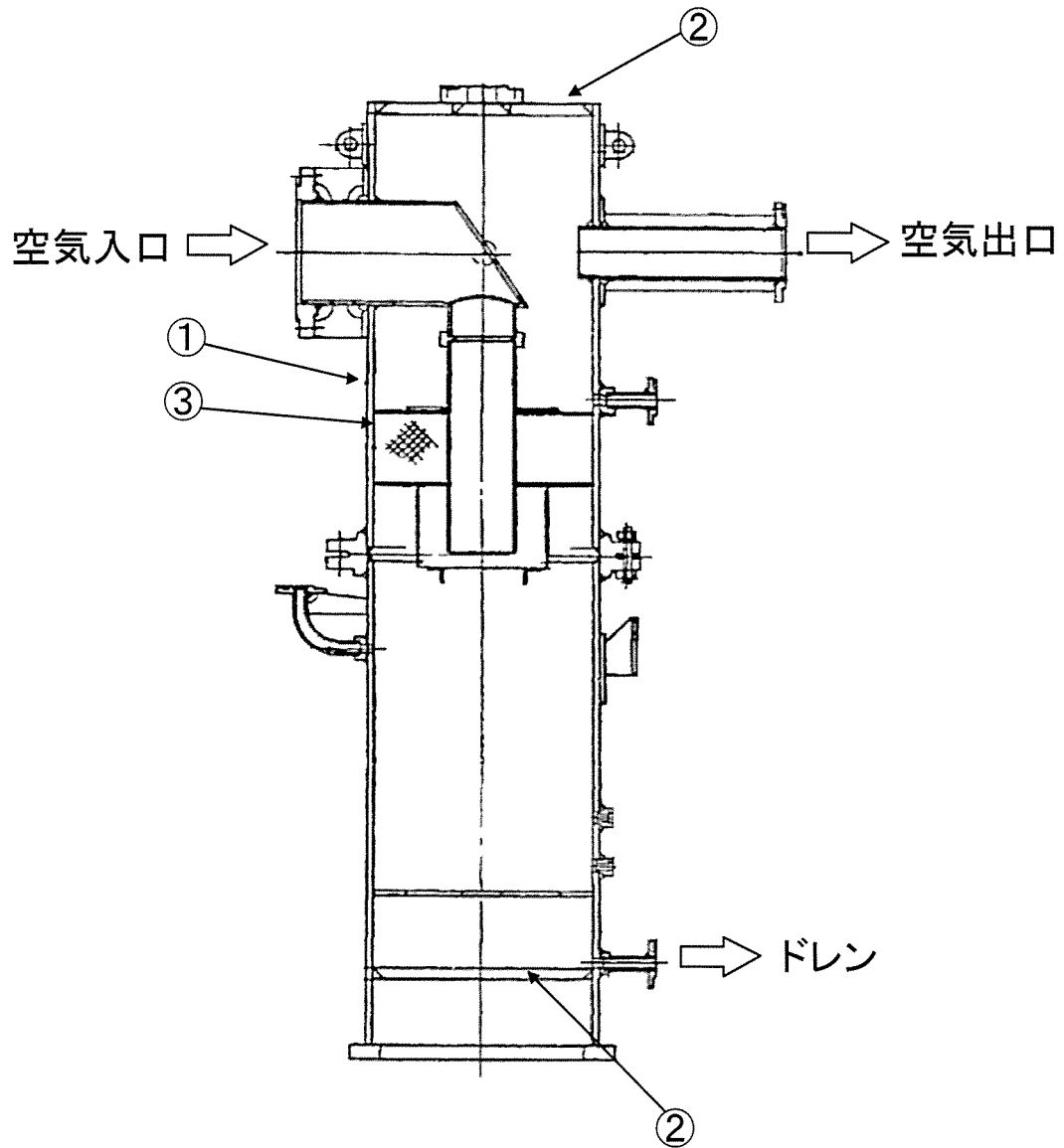
(1) 構造

伊方3号炉の制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータは、圧縮空気を冷却した時に生じる水分（ドレン）を除去するために設置され、たて置円筒形の構造で炭素鋼およびステンレス鋼を使用している。

伊方3号炉の制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータの構造図を図2.2-4に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータの使用材料および使用条件を表2.2-5および表2.2-6に示す。



No.	部位
①	胴板
②	平板
③	デミスタ

図2.2-4 伊方3号炉 制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータ構造図

表2.2-5 伊方3号炉 制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータ
 主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータ	胴板	炭素鋼
	平板	炭素鋼
	デミスタ	ステンレス鋼

表2.2-6 伊方3号炉 制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータの使用条件

最高使用圧力	約0.4MPa [gage]
最高使用温度	約50℃
定格容量	約0.256m ³
内部流体	空気

2.2.4 制御用空気圧縮機モータ

(1) 構造

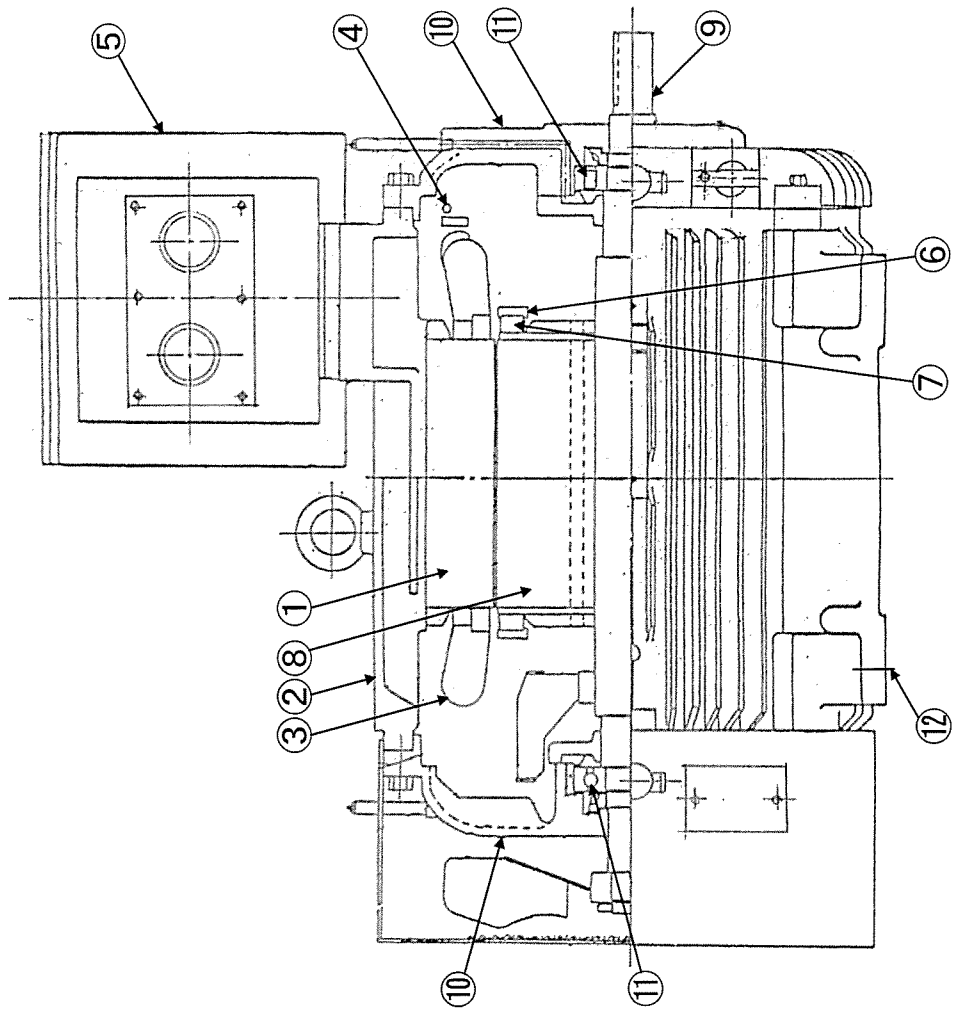
伊方3号炉の制御用空気圧縮機モータは、定格出力140kW、定格回転数1,755rpmの全閉屋内形三相誘導モータ（低圧モータ）であり、2台設置されている。

主軸は炭素鋼を使用しており、負荷側およ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、内側にはモータ回転子重量を支えるための軸受を備えている。

伊方3号炉の制御用空気圧縮機モータの構造図を図2.2-5に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気圧縮機モータの使用材料および使用条件を表2.2-7および表2.2-8に示す。



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2.2-5 伊方3号炉 制御用空気圧縮機モータ構造図

表2.2-7 伊方3号炉 制御用空気圧縮機モータ主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
制御用空気圧縮機モータ	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳鉄
	固定子コイル	銅、マイカ、エポキシ樹脂
	口出線・接続部品	銅、シリコンゴム、マイカ エポキシ樹脂
	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
	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2.2-8 伊方3号炉 制御用空気圧縮機モータの使用条件

定格出力	140kW
周囲温度	約40℃
定格電圧	440V
定格回転数	1,755rpm

2.2.5 制御用空気圧縮機アフタクーラ

(1) 構造

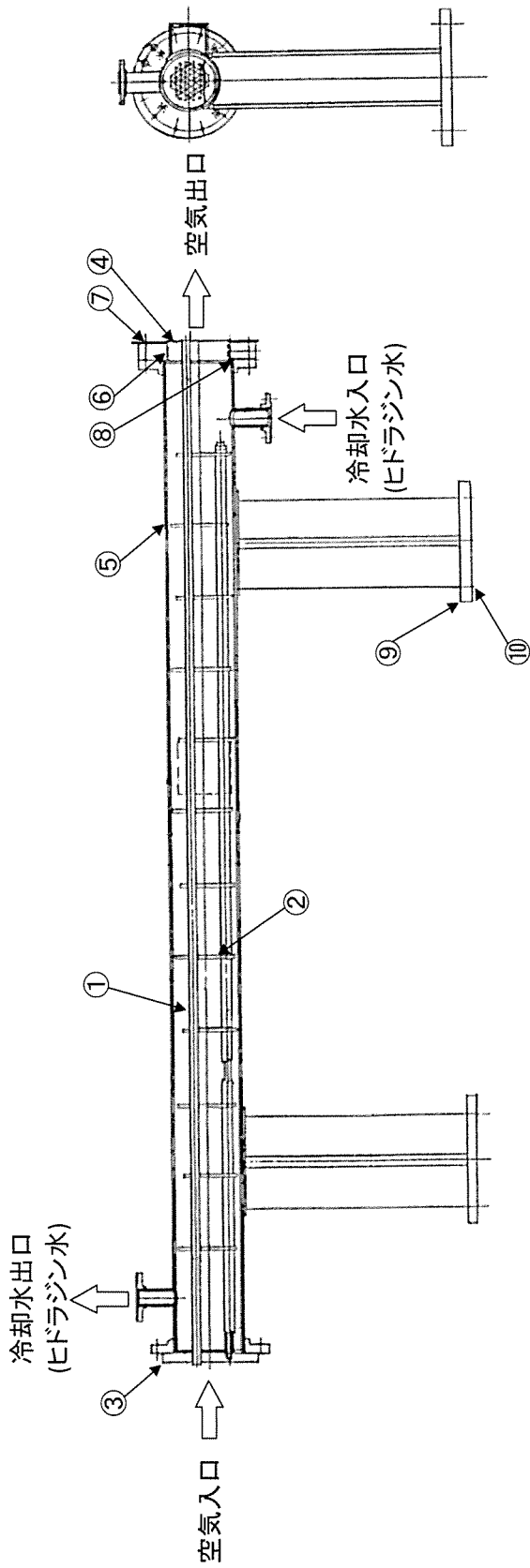
伊方3号炉の制御用空気圧縮機アフタクーラは制御用空気圧縮機で圧縮により加熱された空気を冷却するために設置され、横置直管式構造である。

内部流体は管側が圧縮空気、胴側がヒドラジン水である。

伊方3号炉の制御用空気圧縮機アフタクーラの構造図を図2.2-6に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気圧縮機アフタクーラの使用材料および使用条件を表2.2-9および表2.2-10に示す。



No.	部位
①	伝熱管
②	邪魔板
③	管板 (上流側)
④	管板 (下流側)
⑤	胴板
⑥	Oリング
⑦	フランジボルト
⑧	ガスケット
⑨	台板
⑩	取付ボルト

図2.2-6 伊方3号炉 制御用空気圧縮機アフタクーラー構造図

表2.2-9 伊方3号炉 制御用空気圧縮機アフタクーラ主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
制御用空気圧縮機 アフタクーラ	伝熱管	銅合金
	邪魔板	炭素鋼
	管板（上流側）	炭素鋼
	管板（下流側）	ステンレス鋼
	胴板	炭素鋼
	Oリング	消耗品・定期取替品
	フランジボルト	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2.2-10 伊方3号炉 制御用空気圧縮機アフタクーラの使用条件

最高使用圧力	管側：約0.8MPa[gage]	胴側：約1.4MPa[gage]
最高使用温度	管側：約200℃	胴側：約95℃
内部流体	管側：空気	胴側：ヒドラジン水

2.2.6 制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータ

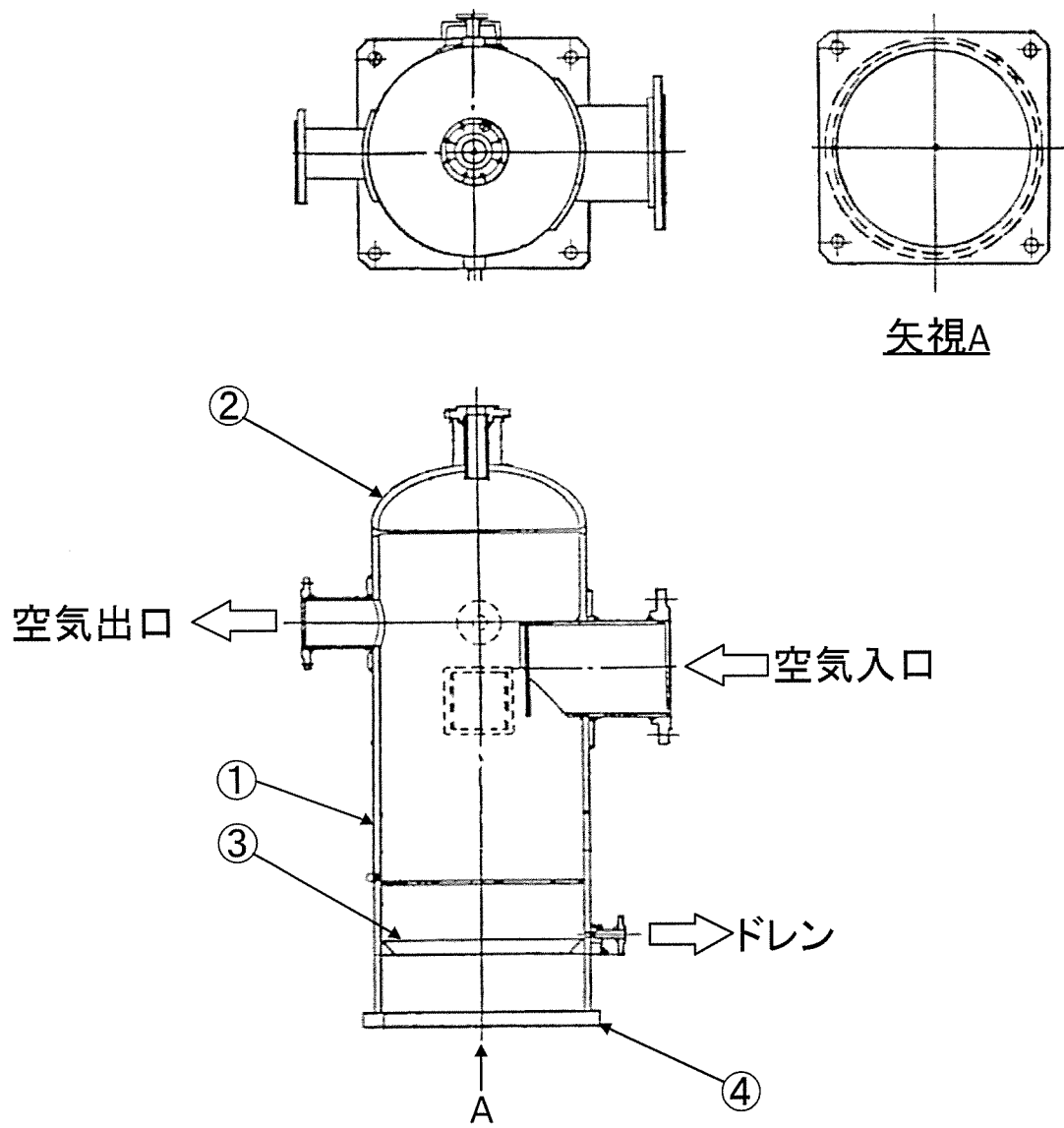
(1) 構造

伊方3号炉の制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータは、圧縮空気を冷却した時に生じる水分（ドレン）を除去するために設置され、たて置円筒形の構造で炭素鋼を使用している。

伊方3号炉の制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータの構造図を図2.2-7に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータの使用材料および使用条件を表2.2-11および表2.2-12に示す。



No.	部位
①	胴板
②	鏡板
③	バツフル
④	台板

図2.2-7 伊方3号炉 制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータ構造図

表2.2-11 伊方3号炉 制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータ
主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
制御用空気圧縮機アフタ クーラドレンセパレータ	胴板	炭素鋼
	鏡板	炭素鋼
	バッフル	炭素鋼
	台板	炭素鋼

表2.2-12 伊方3号炉 制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータの使用条件

最高使用圧力	約0.8MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
定格容量	約0.16m ³
内部流体	空気

2.2.7 制御用空気だめ

(1) 構造

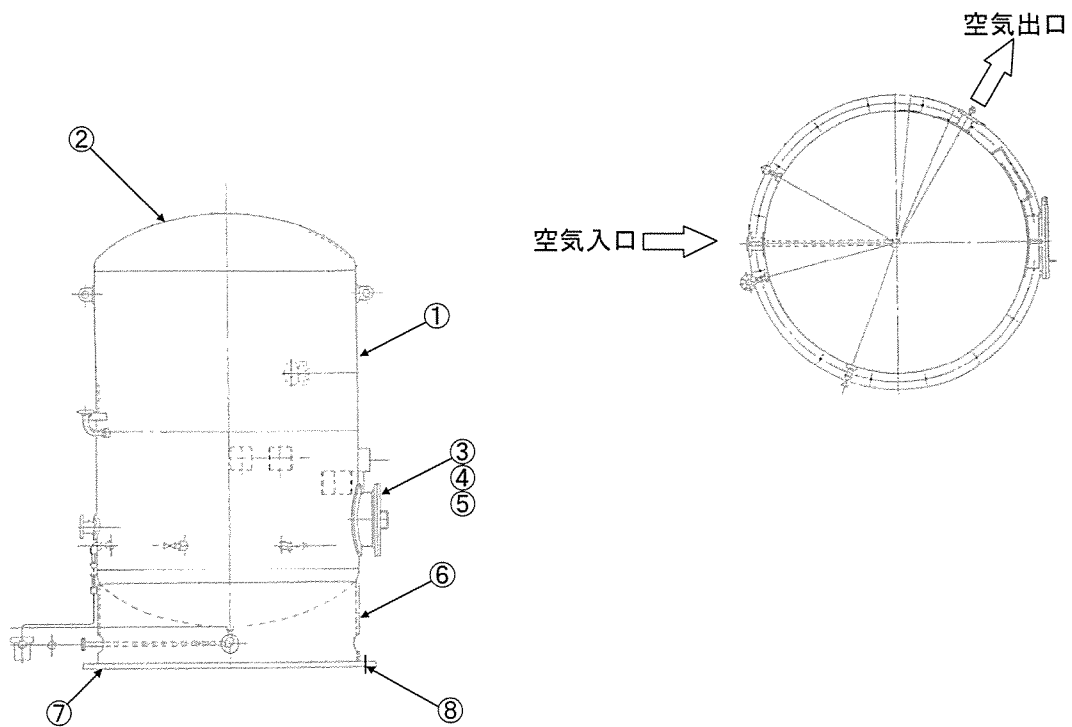
伊方3号炉の制御用空気だめは、圧縮空気を貯蔵するために設置され、たて置円筒形の構造で炭素鋼製である。

制御用空気だめはスカートにより支持され、基礎ボルトで固定されている。

伊方3号炉の制御用空気だめの構造図を図2.2-8に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気だめの使用材料および使用条件を表2.2-13および表2.2-14に示す。



No.	部位
①	胴板
②	鏡板
③	マンホール
④	マンホール用ボルト
⑤	ガスケット
⑥	スカート
⑦	台板
⑧	基礎ボルト

図2. 2-8 伊方3号炉 制御用空気だめ構造図

表2.2-13 伊方3号炉 制御用空気だめ主要部位の使用材料

構成機器	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2.2-14 伊方3号炉 制御用空気だめの使用条件

最高使用圧力	約0.8MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
定格容量	約12m ³
内部流体	空気

2.2.8 制御用空気圧縮機計器

伊方3号炉の制御用空気圧縮機計器は、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力スイッチ、制御用空気圧縮機出口空気温度検出器および制御用空気圧縮機空気だめ空気圧力スイッチを設置している。

(1) 構造

伊方3号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチは、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。

伊方3号炉の制御用空気圧縮機出口空気温度検出器は、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の圧縮機自動停止信号を発信する機能を有している。

伊方3号炉の制御用空気圧縮機空気だめ空気圧力スイッチは、制御用空気だめ空気圧力が設定値に達した場合の制御用空気圧縮機ロード／アンロード運転切替信号を発信する機能を有している。

伊方3号炉の制御用空気圧縮装置配管、弁および計器主要機器構成図を図2.2-9に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ、制御用空気圧縮機出口空気温度検出器および制御用空気圧縮機空気だめ空気圧力スイッチの使用材料および使用条件を表2.2-15および表2.2-16に示す。

No.	部位
①	制御用空気圧縮機
②	潤滑油圧カススイッチ
③	制御用空気圧縮機出口 空気温度検出器
④	制御用空気圧縮機
⑤	空気だめ空気圧カススイッチ

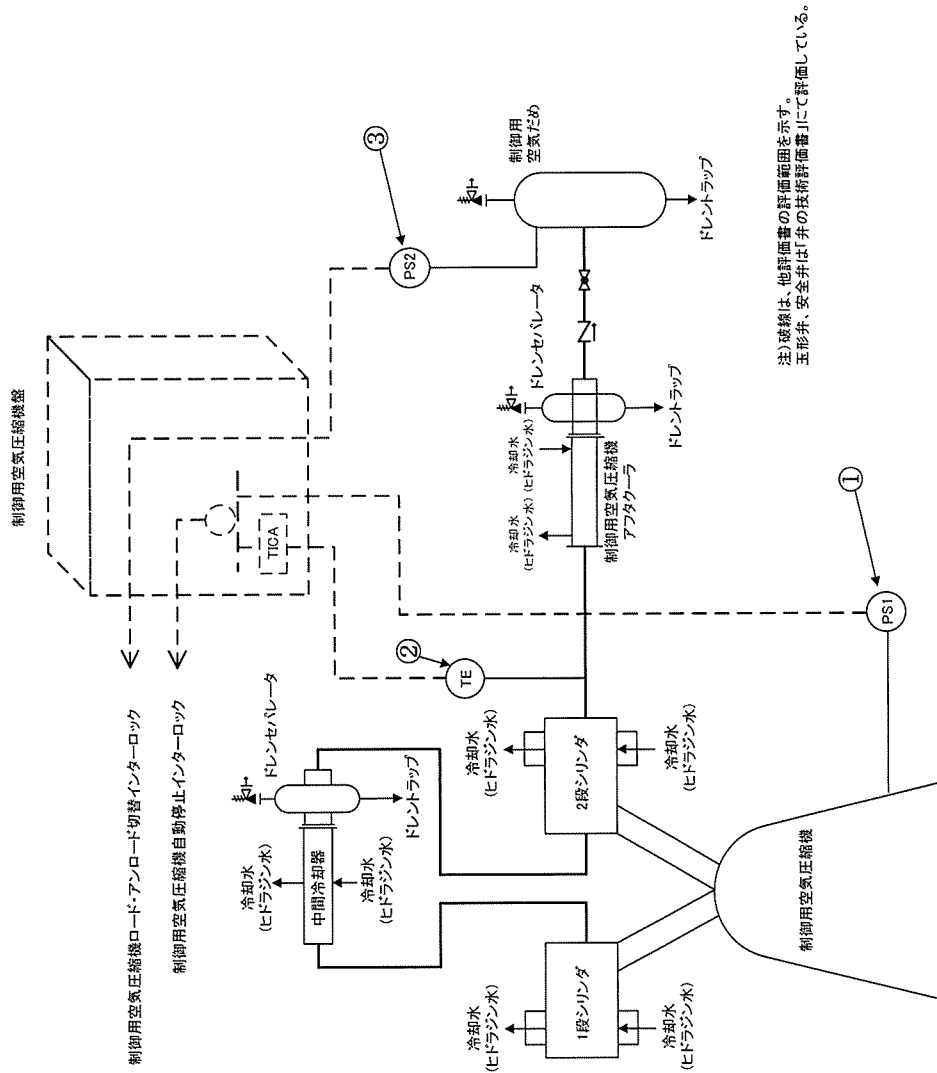


図2.2-9 伊方3号炉 制御用空気圧縮装置配管、弁および計器主要機器構成図

表2.2-15 伊方3号炉 制御用空気圧縮機計器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カスイッチ	消耗品・定期取替品
制御用空気圧縮機出口空気温度検出器	ステンレス鋼他
制御用空気圧縮機空気だめ空気圧カスイッチ	消耗品・定期取替品

表2.2-16 伊方3号炉 制御用空気圧縮機計器の使用条件

設置場所	原子炉建屋
温度	約40℃

2.2.9 制御用空気圧縮装置配管

(1) 構造

伊方3号炉の制御用空気圧縮装置配管には、炭素鋼を使用している。

また、各配管はフランジまたは溶接によりほかの配管、機器に接続している。

なお、制御用空気だめ以降の配管および制御用空気除湿装置内の機器は、2.2.10章で評価する。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気圧縮装置配管の使用材料および使用条件を表2.2-17および表2.2-18に示す。

表2.2-17 伊方3号炉 制御用空気圧縮装置配管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2.2-18 伊方3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0.8MPa[gage]
最高使用温度	高温側*1	約200℃
	低温側*2	約50℃
内部流体		空気

*1：制御用空気圧縮機アフタクーラより上流側

*2：制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータより下流側

2.2.10 制御用空気除湿装置

(1) 構造

伊方3号炉の制御用空気除湿装置は、吸着剤を充てんした吸着塔2塔を備え、器内の弁（四方弁）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」モードでは圧縮空気の一部を再生空気加熱器を通過させることにより、高温空気を作り、先の「吸着」工程で吸着剤に吸着された水分を水蒸気状にして再生空気冷却器で冷却後、ドレンセパレータでドレン水を分離し器外へ排出する。また、「冷却」モードではヒータは切られ、「加熱」モードで熱くなった吸着剤を冷却し、次の「吸着」工程に備える運転状態である。

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。

制御用空気除湿装置を構成する主要部位の吸着塔、再生空気加熱器および再生空気冷却器は炭素鋼を使用している。

伊方3号炉の制御用空気除湿装置の各機器の構造図を図2.2-10～図2.2-15に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御用空気除湿装置の使用材料および使用条件を表2.2-19および表2.2-20に示す。

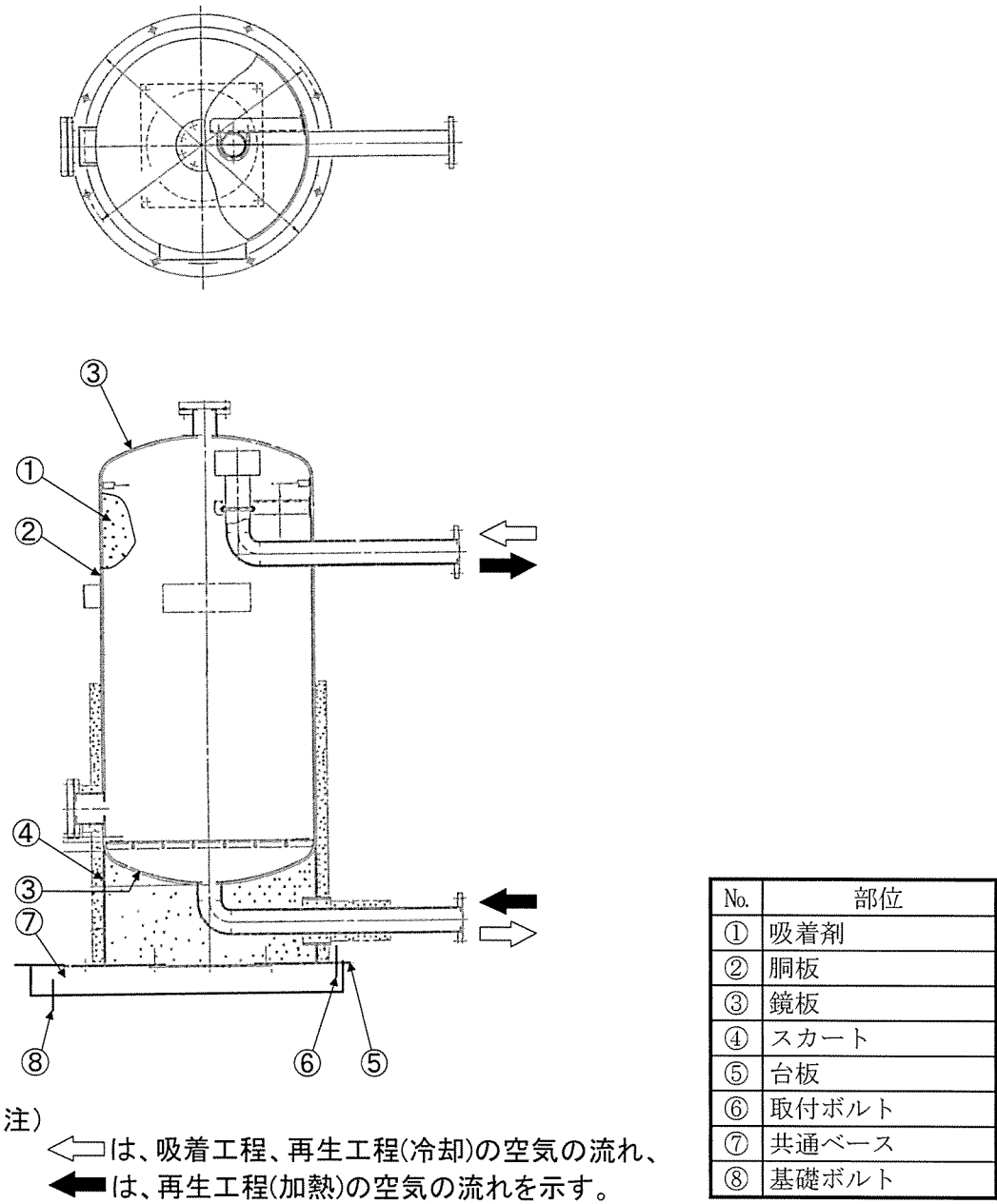


図2.2-10 伊方3号炉 制御用空気除湿装置 吸着塔構造図

No.	部位
①	電気ヒータ
②	胴板
③	管板
④	台板
⑤	取付ボルト

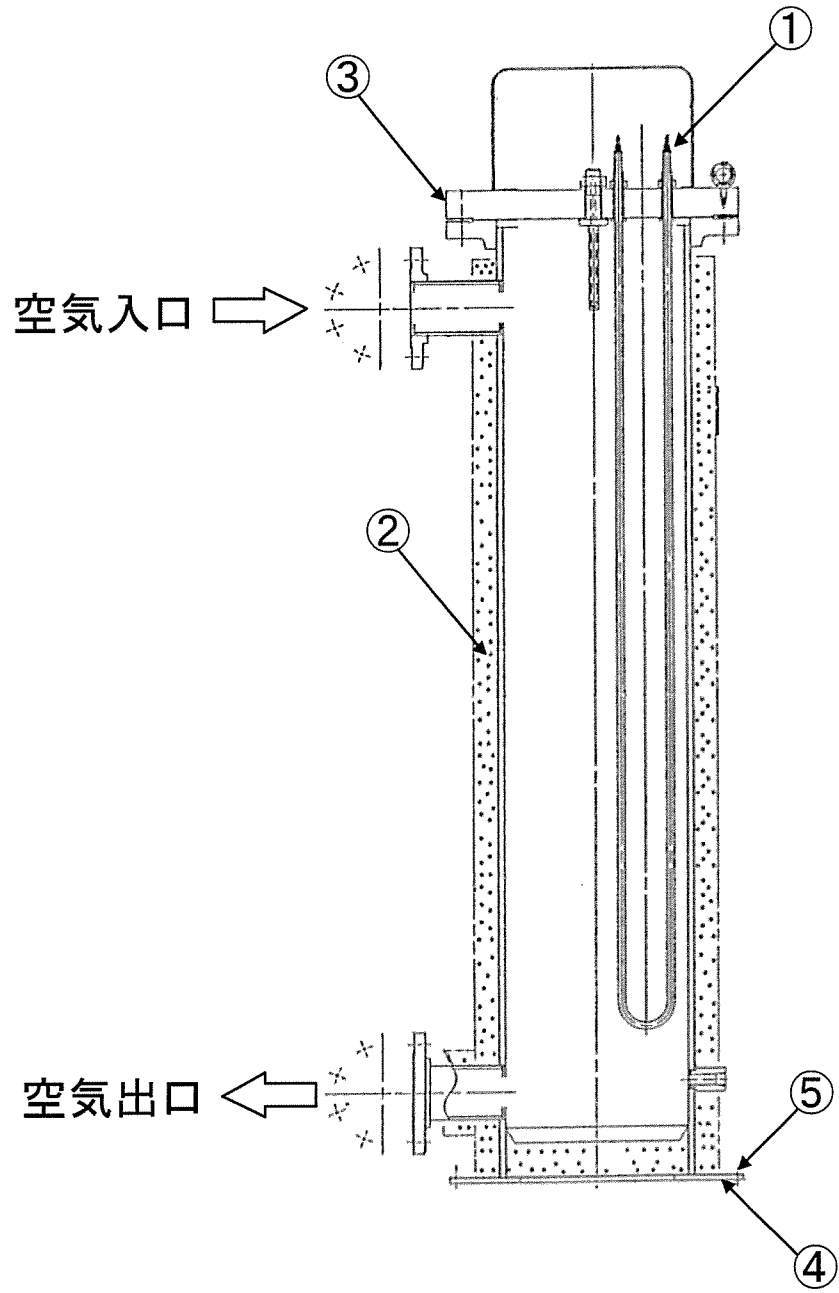
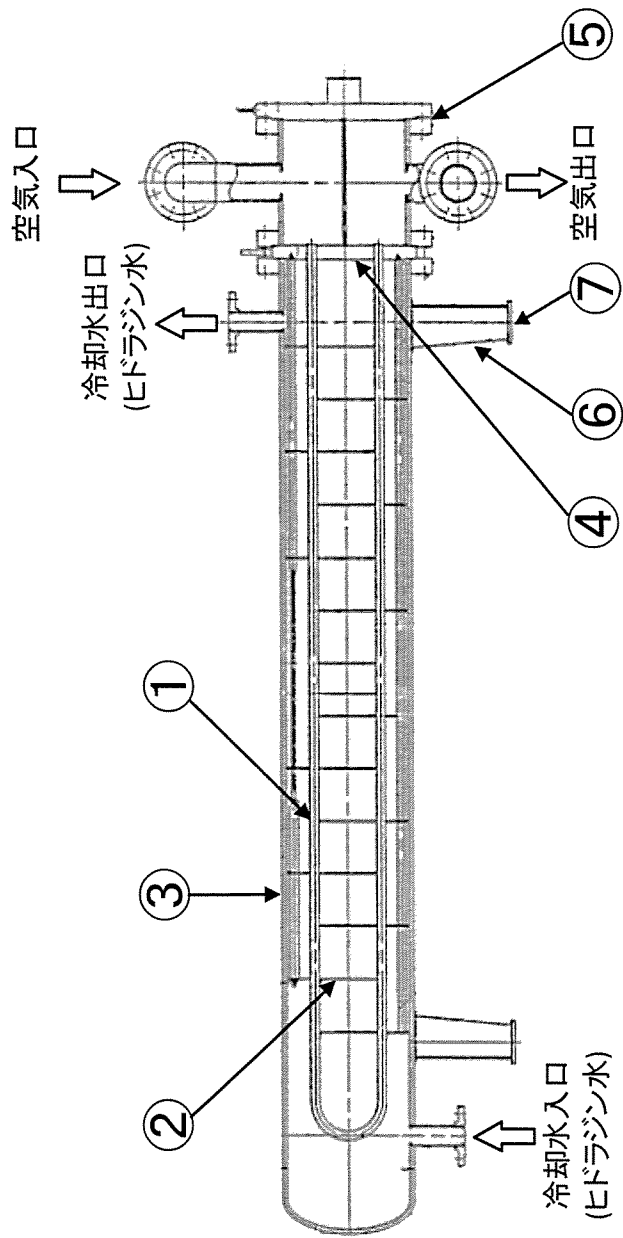
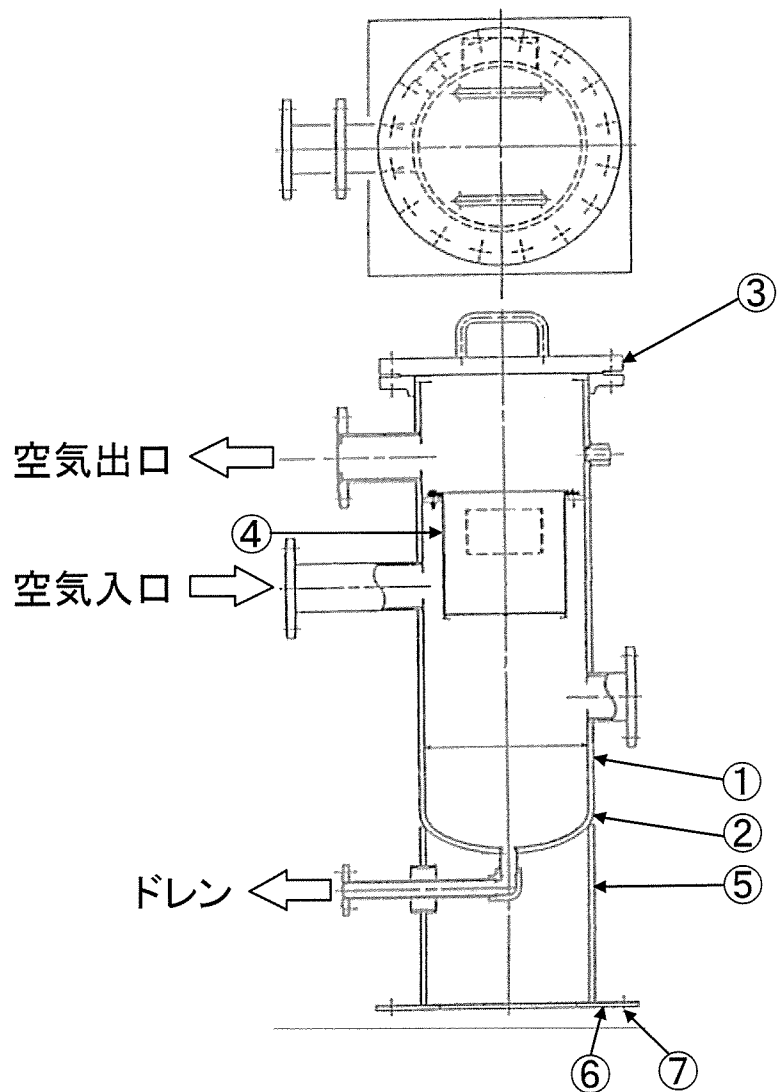


図2.2-11 伊方3号炉 制御用空気除湿装置 再生空気加熱器構造図



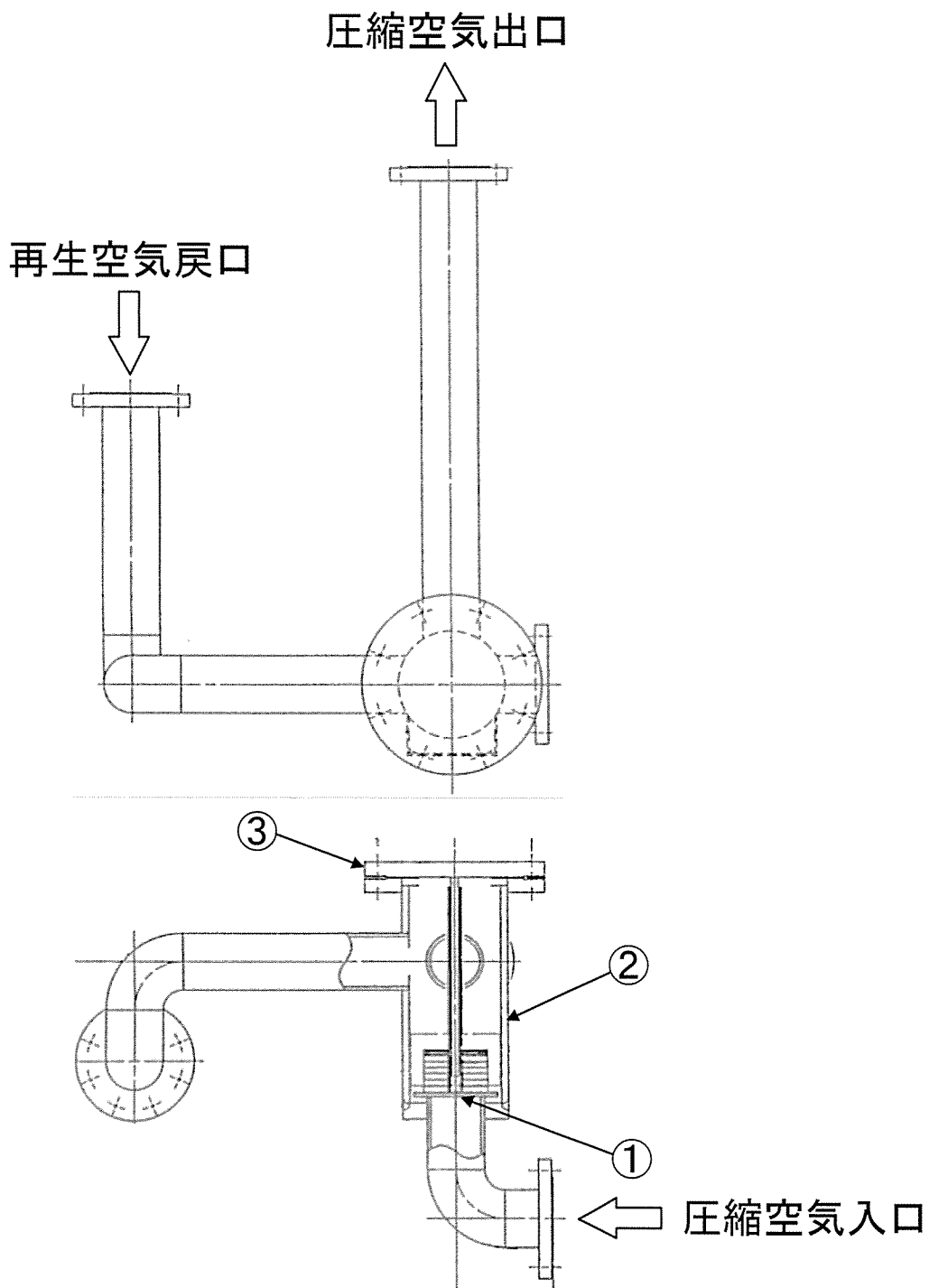
No.	部位
①	伝熱管
②	管支持板
③	胴板
④	管板
⑤	カバー
⑥	支持脚
⑦	取付ボルト

図2.2-12 伊方3号炉 制御用空気除湿装置 再生空気冷却器構造図



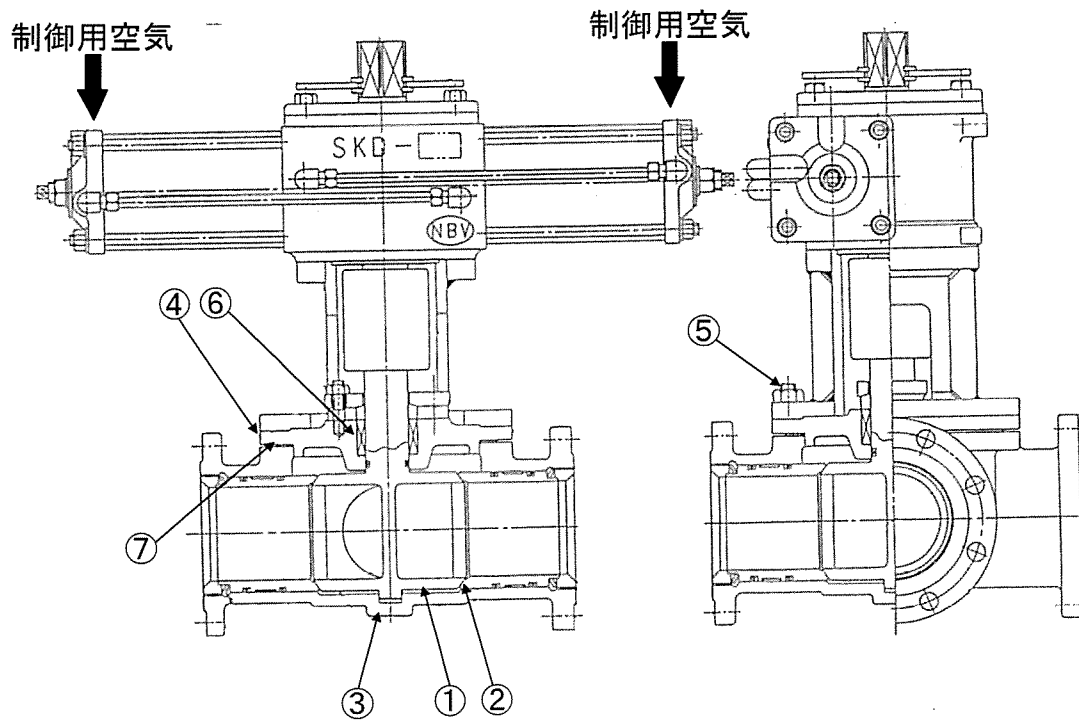
No.	部位
①	胴板
②	円錐板
③	蓋板
④	デミスタ
⑤	スカート
⑥	台板
⑦	取付ボルト

図2.2-13 伊方3号炉 制御用空気除湿装置 ドレンセパレータ構造図



No.	部位
①	弁体
②	弁箱
③	フランジ

図2. 2-14 伊方3号炉 制御用空気除湿装置 比例弁構造図



No.	部位
①	弁体
②	弁座
③	弁箱
④	弁蓋
⑤	弁蓋ボルト
⑥	グランドパッキン
⑦	ガスケット

図2.2-15 伊方3号炉 制御用空気除湿装置 四方弁構造図

表2. 2-19(1/3) 伊方3号炉 制御用空気除湿装置主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
吸着塔	吸着剤	消耗品・定期取替品
	胴板	炭素鋼
	鏡板	炭素鋼
	スカート	炭素鋼
	台板	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
再生空気加熱器	電気ヒータ	消耗品・定期取替品
	胴板	炭素鋼
	管板	ステンレス鋼
	台板	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
再生空気冷却器	伝熱管	ステンレス鋼
	管支持板	ステンレス鋼
	胴板	炭素鋼
	管板	ステンレス鋼
	カバー	炭素鋼
	支持脚	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2.2-19(2/3) 伊方3号炉 制御用空気除湿装置主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
ドレンセパレータ	胴板	炭素鋼
	円錐板	炭素鋼
	蓋板	炭素鋼
	デミスタ	ステンレス鋼
	スカート	炭素鋼
	台板	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2.2-19(3/3) 伊方3号炉 制御用空気除湿装置主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
配管	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
比例弁	弁体	ステンレス鋼
	弁箱	炭素鋼
	フランジ	炭素鋼
四方弁	弁体	ステンレス鋼鋳鋼
	弁座	ステンレス鋼
	弁箱	ステンレス鋼鋳鋼
	弁蓋	ステンレス鋼鋳鋼
	弁蓋ボルト	ステンレス鋼
	グランドパッキン	消耗品・定期取替品
	ガスケット	消耗品・定期取替品
支持構造物組立品	共通ベース	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.2-20 伊方3号炉 制御用空気除湿装置の使用条件

	制御用空気除湿装置 (再生空気冷却器管側)	再生空気冷却器胴側
最高使用圧力	約0.8MPa[gage]	約1.4MPa[gage]
最高使用温度	約300℃	約95℃
内部流体	空気	ヒドラジン水

2.3 経年劣化事象の抽出

2.3.1 機能達成に必要な項目

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）確保の達成に必要な項目としては、次の5つの項目がある。

- ① 空気の圧縮、容量（空気流量）の確保
- ② 空気の乾燥
- ③ バウンダリの維持
- ④ 駆動機能の確保
- ⑤ 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

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、材料および使用条件（内部流体、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.3-2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) 制御用空気圧縮機モータ固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下

制御用空気圧縮機モータ固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電気的およ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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 制御用空気圧縮機ケーシングおよび制御用空気だめ外面等の大気接触部の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機ケーシング等、制御用空気圧縮機中間冷却器胴板等、制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータ胴板等、制御用空気圧縮機アフタクーラ胴板等、制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータ胴板等、制御用空気だめ胴板等、制御用空気圧縮装置配管および制御用空気除湿装置外面の大気接触部で鋳鉄または炭素鋼を使用している部位は、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(2) 制御用空気圧縮機ケーシング（内面）等の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機ケーシング（内面）、ピストン、シリンダ（内面）および制御用空気圧縮機中間冷却器邪魔板、管板（上流側）、胴板（内面）および制御用空気圧縮機アフタクーラ邪魔板、管板（上流側）、胴板（内面）および制御用空気除湿装置再生空気冷却器の胴板（内面）および制御用空気除湿装置配管の吸着塔下流（内面）の鋳鉄または炭素鋼を使用している部位は、腐食が想定される。

しかしながら、制御用空気圧縮機ケーシング（内面）は油霧囲気であり、制御用空気圧縮機シリンダ（内面）および制御用空気圧縮機中間冷却器邪魔板、管板（上流側）（冷却水側）、胴板（内面）および制御用空気圧縮機アフタクーラ邪魔板、管板（上流側）（冷却水側）、胴板（内面）および制御用空気除湿装置再生空気冷却器の胴板（内面）の内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、制御用空気圧縮機ピストンおよび制御用空気除湿装置配管の吸着塔下流（内面）の内部流体は空気であり、腐食が発生しがたい環境である。

また、制御用空気圧縮機中間冷却器伝熱管（冷却水側）および制御用空気圧縮機アフタクーラ伝熱管（冷却水側）は銅合金であり、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、腐食が発生しがたい環境である。

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。

(3) 制御用空気圧縮機主軸等の摩耗

制御用空気圧縮機主軸（接続棒メタルおよび軸受との接触部）、クロスヘッド、クロスヘッドガイド、ピストンおよび制御用空気圧縮機モータ主軸（軸受との接触部）については、摺動部に摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の寸法計測または目視確認により状況を確認し、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。

(4) 制御用空気圧縮機主軸等の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機主軸、クロスヘッドおよびクロスヘッドガイドは鋳鉄であり、腐食が想定される。

しかしながら、油霧囲気であり、腐食が発生しがたい環境にある。

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。

(5) 制御用空気圧縮機主軸、ピストンおよび制御用空気圧縮機モータ主軸の高サイクル疲労割れ

制御用空気圧縮機主軸、ピストンおよび制御用空気圧縮機モータ主軸には、制御用空気圧縮機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) 制御用空気圧縮機Vプーリの摩耗

制御用空気圧縮機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、Vベルトの張力管理および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。

- (7) 制御用空気圧縮機中間冷却器伝熱管、制御用空気圧縮機アフタクーラ伝熱管および制御用空気除湿装置再生空気冷却器伝熱管の高サイクル疲労割れ

制御用空気圧縮機中間冷却器伝熱管、制御用空気圧縮機アフタクーラ伝熱管および制御用空気除湿装置再生空気冷却器伝熱管は外側を流れる冷却水により、伝熱管振動による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スパンで支持されている。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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および漏えい確認により、機器の健全性を確認している。

- (8) フランジボルト等の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機中間冷却器フランジボルト、制御用空気圧縮機アフタクーラフランジボルト、制御用空気圧縮装置配管フランジボルト、制御用空気除湿装置配管フランジボルトおよび制御用空気だめマンホール用ボルトは低合金鋼または炭素鋼であり、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がたい。

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。

- (9) 制御用空気圧縮機モータ固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機モータ固定子コアおよ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、回転子コアと固定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がたい。

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) 制御用空気圧縮機モータフレーム、端子箱およびブラケットの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機モータ端子箱は炭素鋼、制御用空気圧縮機モータフレームおよび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、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(11) 制御用空気圧縮機モータ回転子棒・エンドリングの疲労割れ

制御用空気圧縮機モータ回転子棒・エンドリングについては、モータの起動時に発生する電磁力による繰り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、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。

(12) 制御用空気だめ等の腐食（全面腐食）

制御用空気だめ等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。

制御用空気だめの内面は塗装を施しているが、安全側に塗装がないと仮定して、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。

表2.3-1 伊方3号炉 制御用空気だめの腐食評価結果

運転開始後60年時点での推定腐食量	腐れ代
約2/3以下	

また、制御用空気だめ、制御用空気圧縮機中間冷却器、制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレータ、制御用空気圧縮機アフタクーラ、制御用空気圧縮機アフタクーラドレンセパレータ、制御用空気圧縮装置配管、制御用空気除湿装置吸着塔、制御用空気除湿装置再生空気加熱器、制御用空気除湿装置再生空気冷却器、制御用空気除湿装置ドレンセパレータ、制御用空気除湿装置比例弁、制御用空気除湿装置配管（吸着塔上流）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。

(13) 制御用空気圧縮機出口空気温度検出器の特性変化

制御用空気圧縮機出口空気温度検出器は長期間の使用に伴い、検出特性および信号伝達特性の変化が想定される。

しかしながら、検出器は、耐食性等を考慮した材料を選定し設計しており、また屋内に設置されていることから環境変化の程度が小さく、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、抵抗測定および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。

(14) 制御用空気除湿装置比例弁および四方弁の弁体等の摩耗

制御用空気除湿装置比例弁の弁体、四方弁の弁体および弁座については、内部流体中の異物との衝突および開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、制御用空気圧縮機入口には吸込フィルタを設置し異物を除去している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機モータ、制御用空気圧縮機アフタクーラ、制御用空気除湿装置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。

(16) 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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

2.3.4 消耗品および定期取替品

吸気フィルタ、吸込弁、吐出弁、軸受（ころがり）、グランドパッキン、ガスケット、Oリングおよび吸着剤は分解点検時に取替える消耗品であり、接続棒、接続棒メタル、ピストンピン、ピストンリング、ピストンロッド、シリンダライナおよび電気ヒータは分解点検時の目視確認、摺動部の寸法計測または絶縁抵抗測定の結果に基づき取替える消耗品である。また、Vベルト、油ポンプ歯車、制御用空気圧縮機空気だめ空気圧力スイッチおよび制御用空気圧縮機潤滑油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) 伊方3号炉 制御用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 食割れ	熱時効	劣化										
空気の圧縮、 容量(空気流 量)の確保	ケーシング		铸铁																*1: 連接棒メタルとの接触部 *2: 軸受部との接触部 *3: 高サイクル疲労割れ
	吸気フィルタ	◎	—																
	主軸		铸铁	△ ^{*1} △ ^{*2}	△	△ ^{*3}													
	油ポンプ歯車	◎	—																
	ピストンロッド	◎	—																
	ピストンピン	◎	—																
	連接棒	◎	—																
	連接棒メタル	◎	—																
	クロスヘッド	◎	铸铁	△															
	クロスヘッドガイド	◎	铸铁	△															
	ピストン		アルミニウム合金、铸铁	△	△	△ ^{*3}													
	シリンダ		铸铁		△(外面) △(内面)														
	シリンダライナ	◎	—																
	吸込弁	◎	—																
吐出弁	◎	—																	
ピストンリング	◎	—																	
軸受(ころがり)	◎	—																	
グラインドパッキン	◎	—																	
Vベルト	◎	—																	
Vプーリ		铸铁	△																
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(2/13) 伊方3号炉 制御用空気圧縮機中間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		
空気の圧縮、容量(空気流量)の確保	伝熱管		銅合金		△(空気側) △(冷却水側)	△ ^{*1}					*1: 高サイクル疲労割れ
	邪魔板		炭素鋼		△						
	管板(上流側)		炭素鋼		△(空気側) △(冷却水側)						
	管板(下流側)		ステンレス鋼								
	胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)						
	フランジボルト ガスケット		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2.3-2(3/13) 伊方3号炉 制御用空気圧縮機中間冷却器ドレンセパレー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				
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		その他	
空気の乾燥	デミスタ		ステンレス鋼									
バウンダリの維持	胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)							
	平板		炭素鋼		△(外面) △(内面)							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(4/13) 伊方3号炉 制御用空気圧縮機モー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			
駆動機能の確保	固定子コア		珪素鋼板	△								*1:絶縁低下 *2:高サイクル
	フレーム		鋳鉄	△								ル疲労割れ
	固定子コイル		銅、マイカ、エポキシ樹脂							○*1		
	口出線・接続部品		銅、シリコンゴム、マイカ、エポキシ樹脂							○*1		
	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	△			△*2					
	ブラケット		鋳鉄	△								
	軸受(ころがり)	◎		—								
	取付ボルト			炭素鋼	△							
	機器の支持											

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着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) 伊方3号炉 制御用空気圧縮機アフタクタ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	応力腐食割れ	熱時効	劣化				
空気の圧縮、容量(空気流量)の確保	伝熱管		銅合金		△(空気側) △(冷却水側)	△*1							*1: 高サイクル疲労割れ
	邪魔板		炭素鋼		△								
	管板(上流側)		炭素鋼		△(空気側) △(冷却水側)								
	管板(下流側)		ステンレス鋼										
	胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)								
	フランジボルト		低合金鋼		△								
機器の支持	ガスケット	◎	—										
	Oリング	◎	—										
	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2.3-2(6/13) 伊方3号炉 制御用空気圧縮機アタクローラドレンセパレー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					
空気の乾燥	バップル		炭素鋼		△									
バウンダリの維持	胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
	鏡板		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
機器の支持	台板		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) 伊方3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				
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		その他	
バウンダリの維持	胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)							
	鏡板		炭素鋼		△(外面) △(内面)							
	マンホール		炭素鋼		△(外面) △(内面)							
	ガスケット	◎	—									
機器の支持	マンホール用ボルト		低合金鋼		△							
	スカーフト		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) 伊方3号炉 制御用空気圧縮機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 食割れ	熱時効	劣化		
空気の圧縮、 容量(空気流量) の確保	制御用空気圧縮機潤滑 油圧カスケット	◎	—								
	制御用空気圧縮機出口 空気温度検出器		ステンレス鋼他						△*1		
	制御用空気圧縮機空気 だめ空気圧カスケット	◎	—								

△：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2.3-2(9/13) 伊方3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				
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化	その他		
バウンダリの 維持	母管		炭素鋼		△(外面) △(内面)							
	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2.3-2(10/13) 伊方3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象(1/4)

機能達成に必要な項目	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	吸着塔・吸着剤	◎	-							*1:高サイクル疲労割れ	
	再生空気加熱器・電気ヒータ	◎	-								
	再生空気冷却器・伝熱管		ステンレス鋼								
	再生空気冷却器・管支持板		ステンレス鋼								
	ドレンセパレータ・デミスタ		ステンレス鋼								
	比例弁・弁体		ステンレス鋼								
	四方弁・弁体		ステンレス鋼	△							
四方弁・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2.3-2(11/13) 伊方3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象(2/4)

機能達成に必要な項目	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					
										△(外面)			△(内面)	
バウンダリの維持	吸着塔・胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
	吸着塔・鏡板		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
	再生空気加熱器・胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
	再生空気加熱器・管板		ステンレス鋼											
	再生空気冷却器・胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
	再生空気冷却器・管板		ステンレス鋼											
	再生空気冷却器・カバー		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
	ドレンセパレーター・胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
	ドレンセパレーター・円錐板		炭素鋼		△(外面) △(内面)									
ドレンセパレーター・蓋板		炭素鋼		△(外面) △(内面)										

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(12/13) 伊方3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象(3/4)

機能達成に必要な項目	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					
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化	その他			
バウンダリ の維持	配管・母管		炭素鋼		△(外面) △(内面)*1 △(内面)*2								*1:吸着塔上流 *2:吸着塔下流
	配管・フランジボルト		炭素鋼		△								
	配管・ガスケット	◎	—										
	比例弁・弁箱		炭素鋼			△(外面) △(内面)							
	比例弁・フランジ		炭素鋼			△(外面) △(内面)							
	四方弁・弁箱		ステンレス鋼 鋳鋼										
	四方弁・弁蓋		ステンレス鋼 鋳鋼										
	四方弁・弁蓋ボルト		ステンレス鋼										
	四方弁・グランドパッキン	◎	—										
	四方弁・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2.3-2(13/13) 伊方3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象(4/4)

機能達成に必要な項目	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					
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他			
機器の支持	吸着塔・スカート		炭素鋼		△								
	吸着塔・台板		炭素鋼		△								
	吸着塔・取付ボルト		炭素鋼		△								
	再生空気加熱器・台板		炭素鋼		△								
	再生空気加熱器・取付ボルト		炭素鋼		△								
	再生空気冷却器・支持脚		炭素鋼		△								
	再生空気冷却器・取付ボルト		炭素鋼		△								
	ドレンセパレータ・スカート		炭素鋼		△								
	ドレンセパレータ・台板		炭素鋼		△								
	ドレンセパレータ・取付ボルト		炭素鋼		△								
	共通ベース		炭素鋼		△								
	基礎ボルト		炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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 制御用空気圧縮機モータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下については、低圧ポンプモータと同様であることから、「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下の事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

制御用空気圧縮機モータの電圧区分、使用環境等は、低圧ポンプモータと同様であることから、固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下に対する技術評価については、「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁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

制御用空気圧縮機モータの電圧区分、使用環境等は、低圧ポンプモータと同様であることから、固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下に対する高経年化への対応については、「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁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 ディーゼル発電機設備空気圧縮機
- ② 格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 固定子コイルおよび口出線の絶縁低下 [格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置]

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および口出線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、固定子コイルおよび口出線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、監視強化としての絶縁抵抗測定の実施頻度の見直しおよび必要に応じて洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替を実施していく。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.3.3 1)または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 ケーシング等大気接触部の腐食（全面腐食） [共通]

ケーシング等の大気接触部で鋳鉄または炭素鋼を使用している部位は、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.2.2 ケーシング（内面）等の腐食（全面腐食）〔共通〕

ディーゼル発電機設備空気圧縮機、格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮機のケーシング（内面）、主軸、油ポンプ歯車、連接棒、シリンダヘッド（内面）およびシリンダ（内面）の鋳鉄、炭素鋼または炭素鋼鋳鋼を使用している部位は、腐食が想定される。

しかしながら、ケーシング（内面）等は油雰囲気であり、腐食が発生しがたい環境である。

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、ディーゼル発電機設備空気圧縮機については、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

また、ディーゼル発電機設備空気圧縮機のクーラ（1段、2段）伝熱部はアルミニウム、クーラ（3段）伝熱管は銅、ドレンセパレータ（1段、2段）およびクーラ（3段）の伝熱管接続部は炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定される。

しかしながら、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後も機能の維持は可能であることから、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。

3.2.3 主軸等の摩耗〔共通〕

主軸（クランクピンメタルおよび軸受との接触部）、シリンダ、クロスヘッドおよびクランクケース、ピストンロッド、ピストンおよびピストンピンについては、摺動部に摩耗が想定される。

しかしながら、機能・性能検査時や巡視点検時および試運転時における振動確認または分解点検時の寸法計測により、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。

クランク軸およびモータの主軸受部は、ころがり軸受を使用しているため、軸受分解時に軸受を引き抜いた際に主軸表面にわずかな線形模様が生じる。これをサンドペーパーで仕上げる場合、主軸表面にはわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受間に微小すき間が生じることから、主軸にはフレットによる摩耗が想定される。

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

要因があるとは考えがたい。

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、機能・性能検査時や巡視点検時、試運転時における振動確認または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。

すべり軸受を使用しているディーゼル発電機設備空気圧縮機のクランク軸とコネクティングロッドベアリングおよびピストンピンブッシュとの摺動部については、軸受と主軸の接触面において摺動による摩耗が想定される。

しかしながら、設計段階において、主軸と軸受間が流体潤滑状態となるように潤滑剤を供給することを考慮しており、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 主軸等の高サイクル疲労割れ [共通]

主軸、連接棒およびピストンには、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、機能・性能検査時や巡視点検時、試運転時における振動確認または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 空気圧縮機Vプーリの摩耗 [共通]

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、Vベルトの張力管理、Vプーリの目視確認および寸法計測により、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 フランジボルトの腐食（全面腐食） [格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置]

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がたい。

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、漏えい試験時の目視確認等により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食） [格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置]

固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、回転子コアと固定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がたい。

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。

3.2.8 フレーム、端子箱およびブラケットの腐食（全面腐食） [格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置]

フレーム、端子箱および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、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.2.9 回転子棒・エンドリングの疲労割れ [格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置]

回転子棒・エンドリングについては、モータ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はなく、疲労割れが発生しがたい構造である。

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。

3.2.10 台板および取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

台板、ベース、ベースプレート、支持脚および取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.2.11 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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

2.3.3 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。

3.2.12 油ポンプ歯車の摩耗〔ディーゼル発電機設備空気圧縮機〕

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。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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 伝熱管および胴管の腐食（流れ加速型腐食）〔格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置〕

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器の伝熱管および胴管は、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、伝熱管および胴管は流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼を

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。

3.2.14 伝熱管の高サイクル疲労割れ [格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置]

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器は内部流体により振動が発生した場合、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、構造上、伝熱管と接触する部位がなく、有意な振動が発生する可能性はない。

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。

3.2.15 伝熱管の応力腐食割れ [格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置]

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器の伝熱管はステンレス鋼であり、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、内部流体は空気であり、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。

3.2.16 伝熱管および胴管のスケール付着 [格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置]

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器の伝熱管および胴管は不純物の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、伝熱管の内部流体は空気、胴管の内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、適切な水室管理によ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。

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
- 3. 3 新燃料貯蔵設備

本技術評価書は、伊方3号炉で使用されている燃料取扱設備の高経年化に係わる技術評価についてまとめたものである。

伊方3号炉で使用されている燃料取扱設備は、クレーン関係および装置関係に大きく分かれ、型式等でグループ化すると3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3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等を基に、以下の3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. 3 新燃料貯蔵設備

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
- ③ 燃料取扱棟クレーン

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	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	35
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	41

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている燃料取扱設備（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および結果

表1-1に示す燃料取扱設備（クレーン関係）について、いずれの燃料取扱設備（クレーン関係）も同様の構造を有していることから、1つのグループとして分類される。

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 伊方3号炉 燃料取扱設備の主な仕様

型式	機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定		
		重要度*1	仕様	運転状態	使用条件		代表機器	選定理由
					使用温度			
クレーン	燃料取替クレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 燃料集合体 1 体分×約8.2m	一時	気中：約49℃ 水中：約52℃	◎	使用温度	
	使用済燃料ピットクレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約18.6kN×約9.4m (No. 1) 約 9.8kN×約9.4m (No. 2)	一時	気中：約40℃			
	燃料取扱棟クレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約1226kN×約21.3m (主巻) 約 196kN×約21.3m (補巻)	一時	気中：約40℃			

*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、材料および使用条件

2.1.1 燃料取替クレーン

(1) 構造

伊方3号炉の燃料取替クレーンはトロリ上で操作を行う炉停止時水中燃料取替式クレーンであり、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、グリッパおよび制御盤より構成される。

伊方3号炉の燃料取替クレーンの構造を図2.1-1～12に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の燃料取替クレーンの使用材料および使用条件を表2.1-1、表2.1-2に示す。

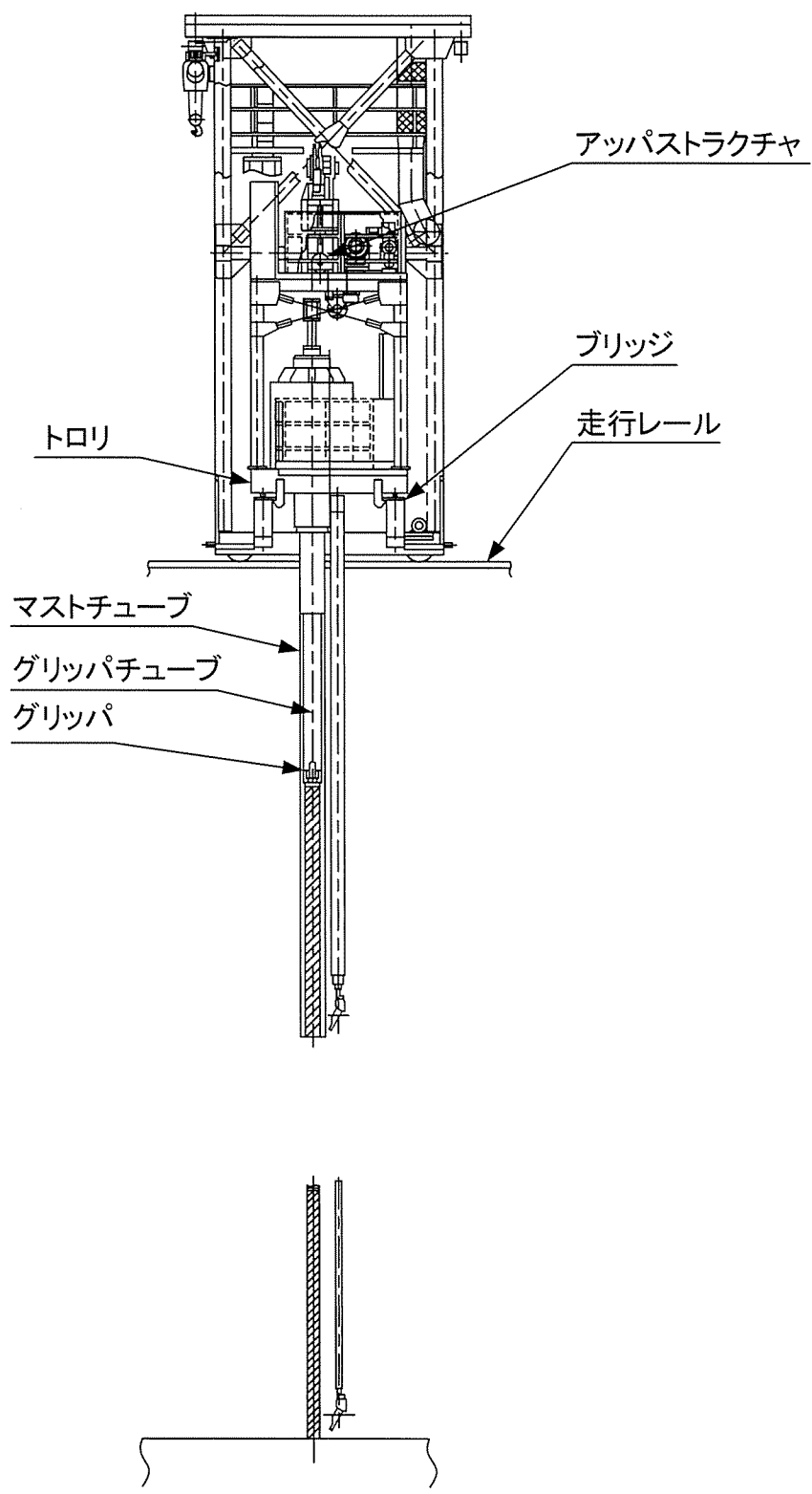
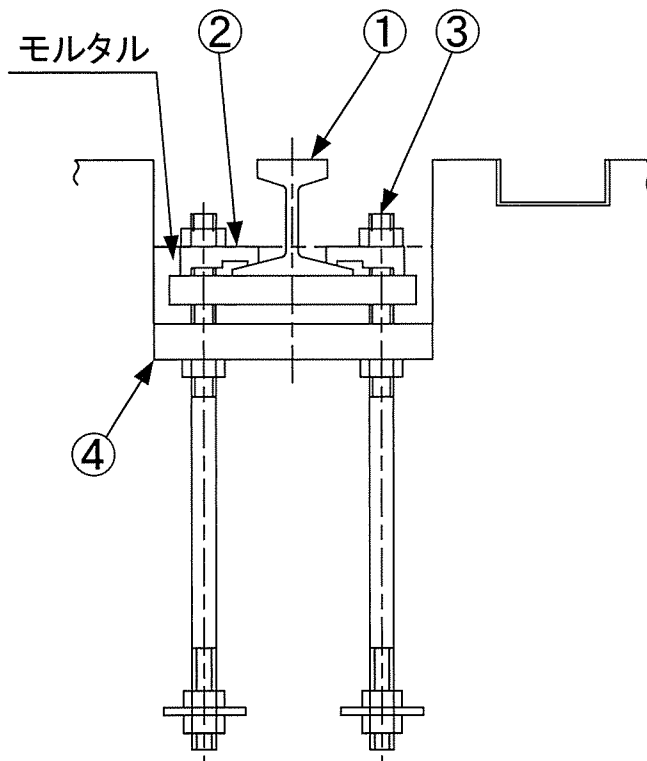
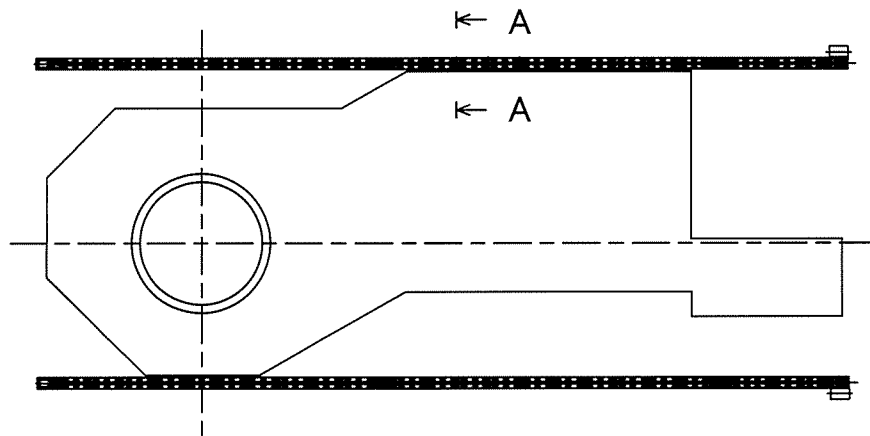


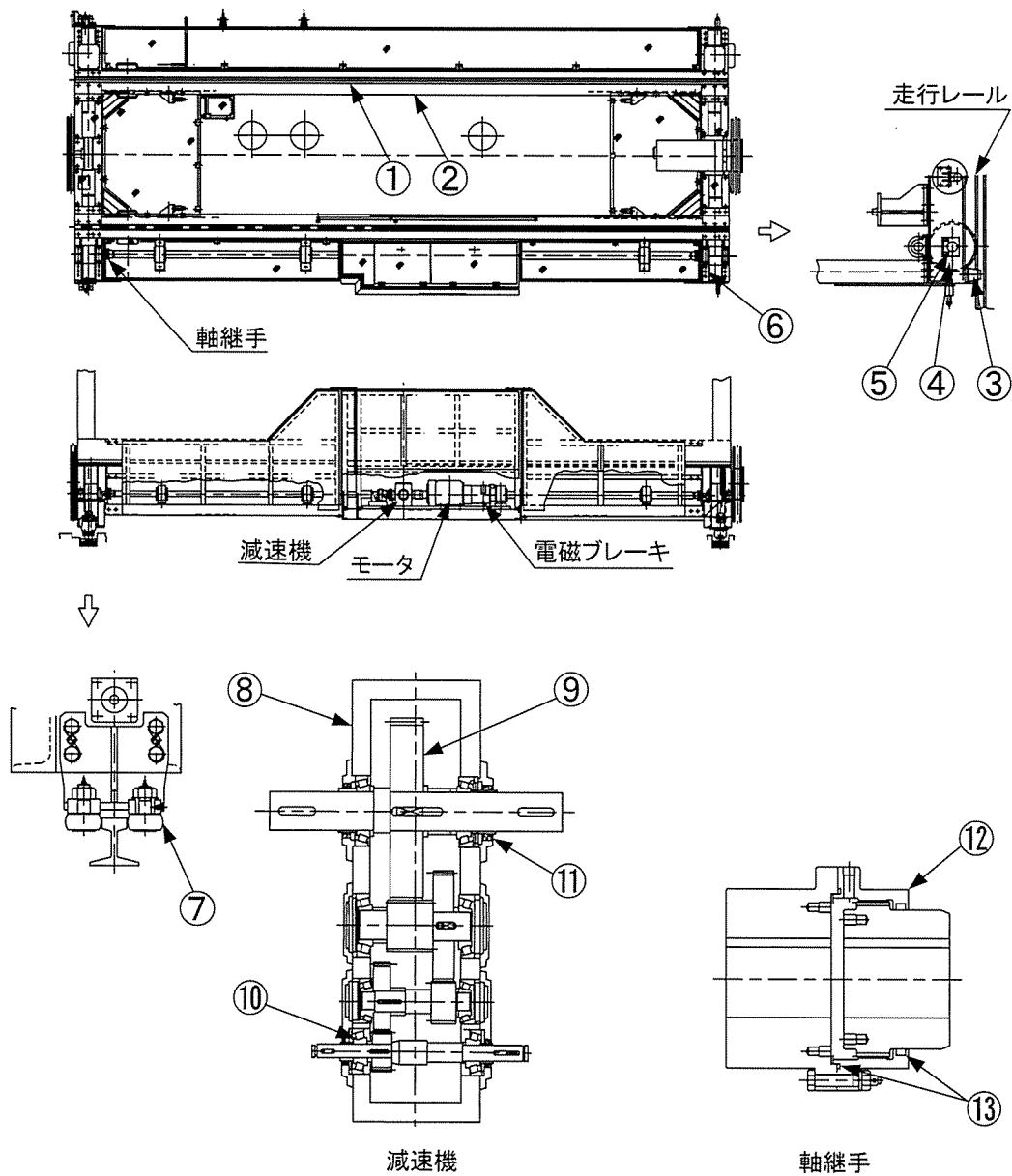
図2.1-1 伊方3号炉 燃料取替クレーン 全体構成図



A-A矢視図

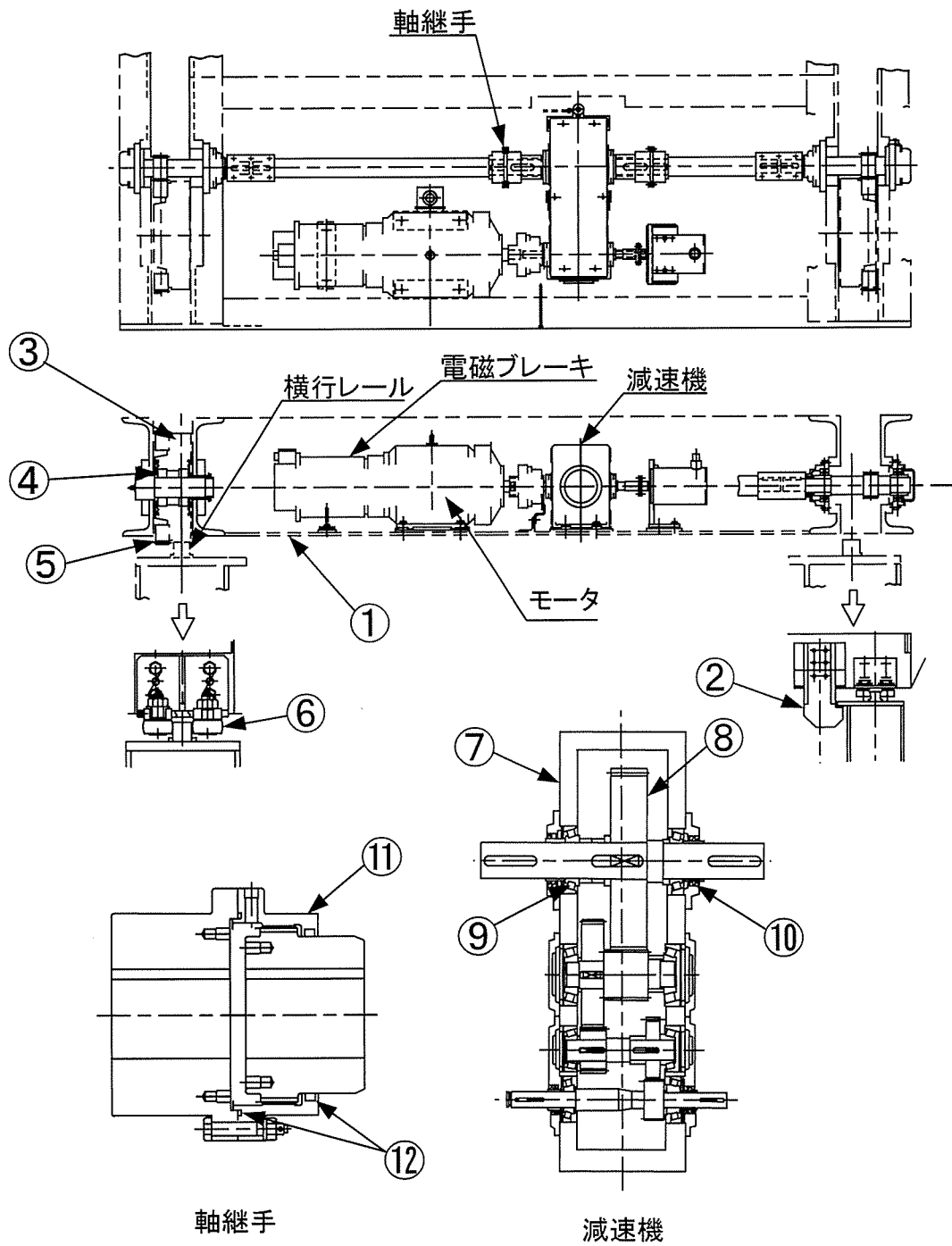
No.	部位
①	走行レール
②	レール押さえ
③	基礎ボルト
④	埋込金物

図2.1-2 伊方3号炉 燃料取替クレーン 走行レール構造図



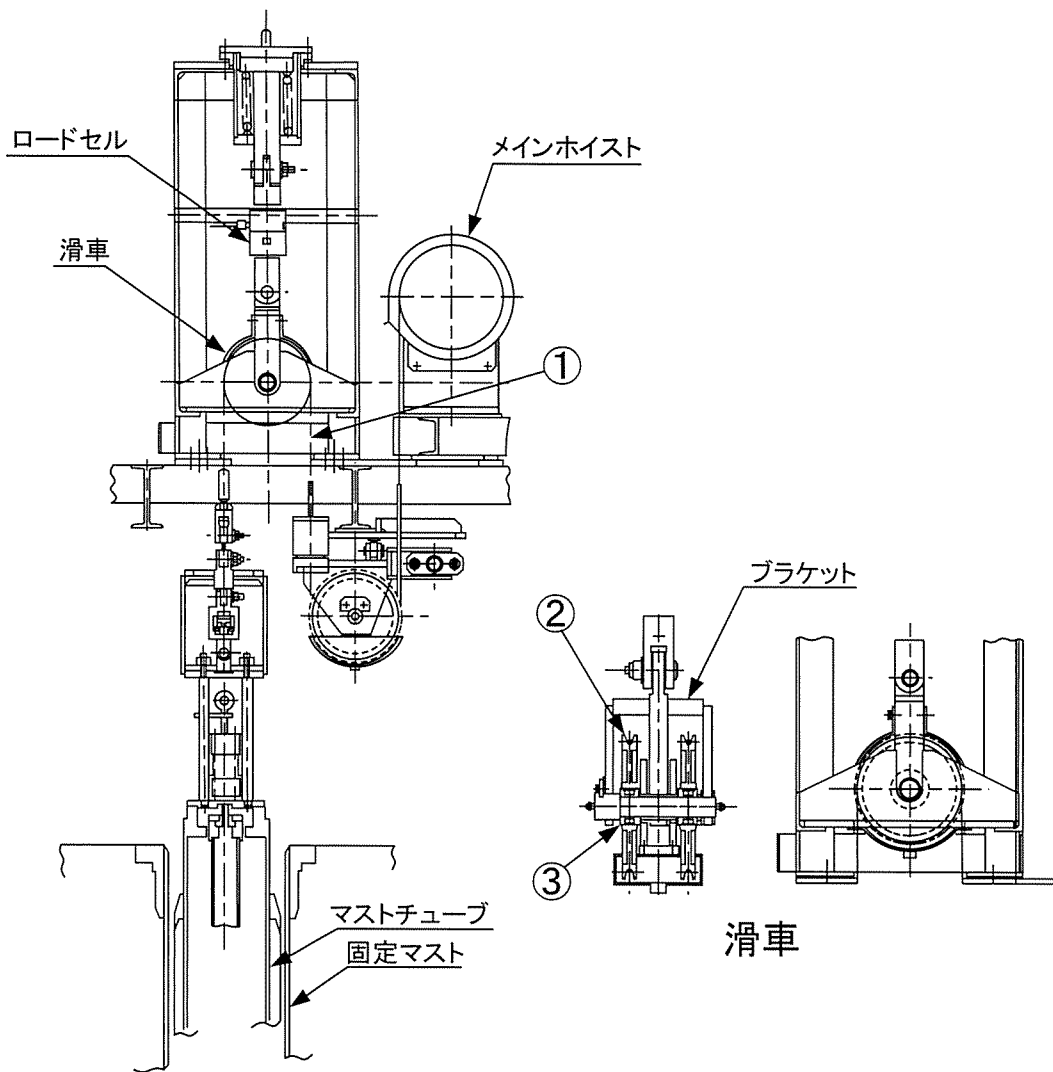
No.	部位	No.	部位
①	横行レール	⑧	ケーシング
②	ブリッジガータ	⑨	歯車
③	転倒防止金具	⑩	軸受(ころがり)
④	車輪	⑪	オイルシール
⑤		⑫	ケーシング(歯車)
⑥		⑬	Oリング
⑦	ガイドローラ		

図2.1-3 伊方3号炉 燃料取替クレーン ブリッジ構造図



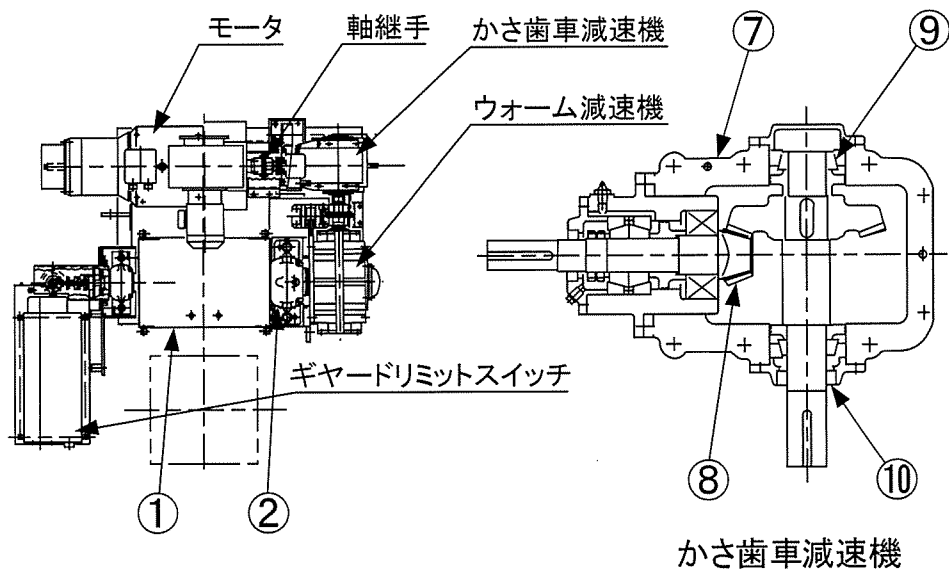
No.	部位	No.	部位
①	トロリ架台	⑦	ケーシング
②	転倒防止金具	⑧	歯車
③	車輪	⑨	軸受(ころがり)
④		軸受(ころがり)	
⑤		車輪部歯車	
⑥		ガイドローラ	
		⑩	オイルシール
		⑪	ケーシング(歯車)
		⑫	Oリング

図2.1-4 伊方3号炉 燃料取替クレーン トロリ構造図

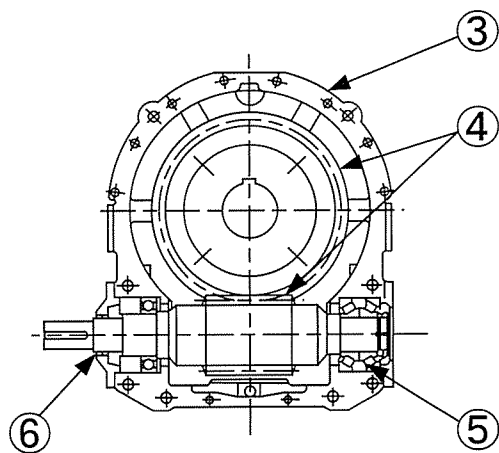


No.	部位	
①	ワイヤロープ	
②	滑車	シーブ
③		軸受(ころがり)

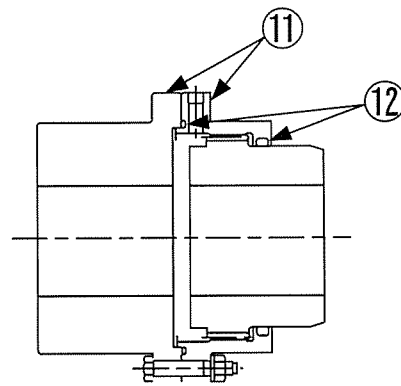
図2.1-5 伊方3号炉 燃料取替クレーン アップストラクチャ構造図



かさ歯車減速機



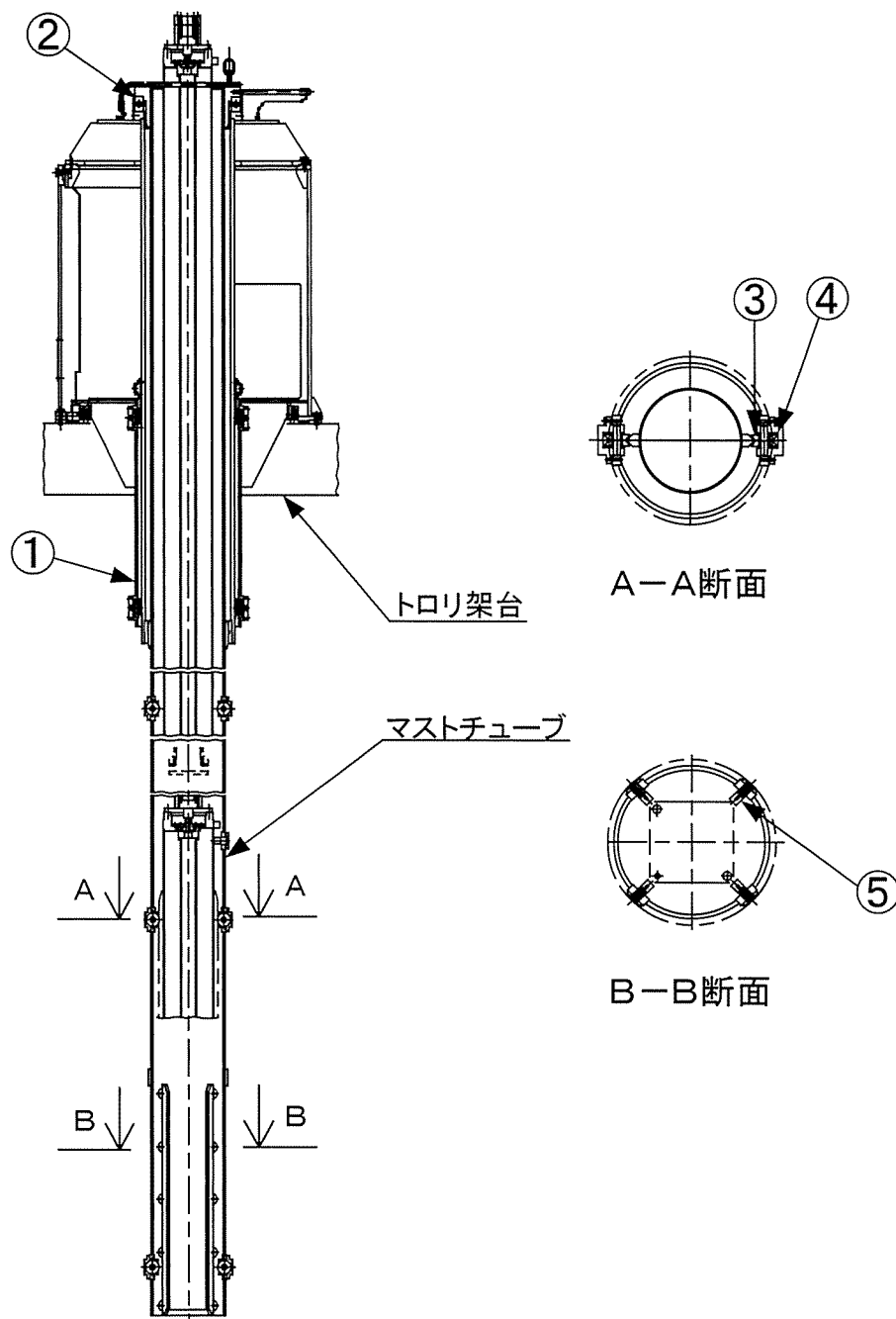
ウォーム減速機



軸継手

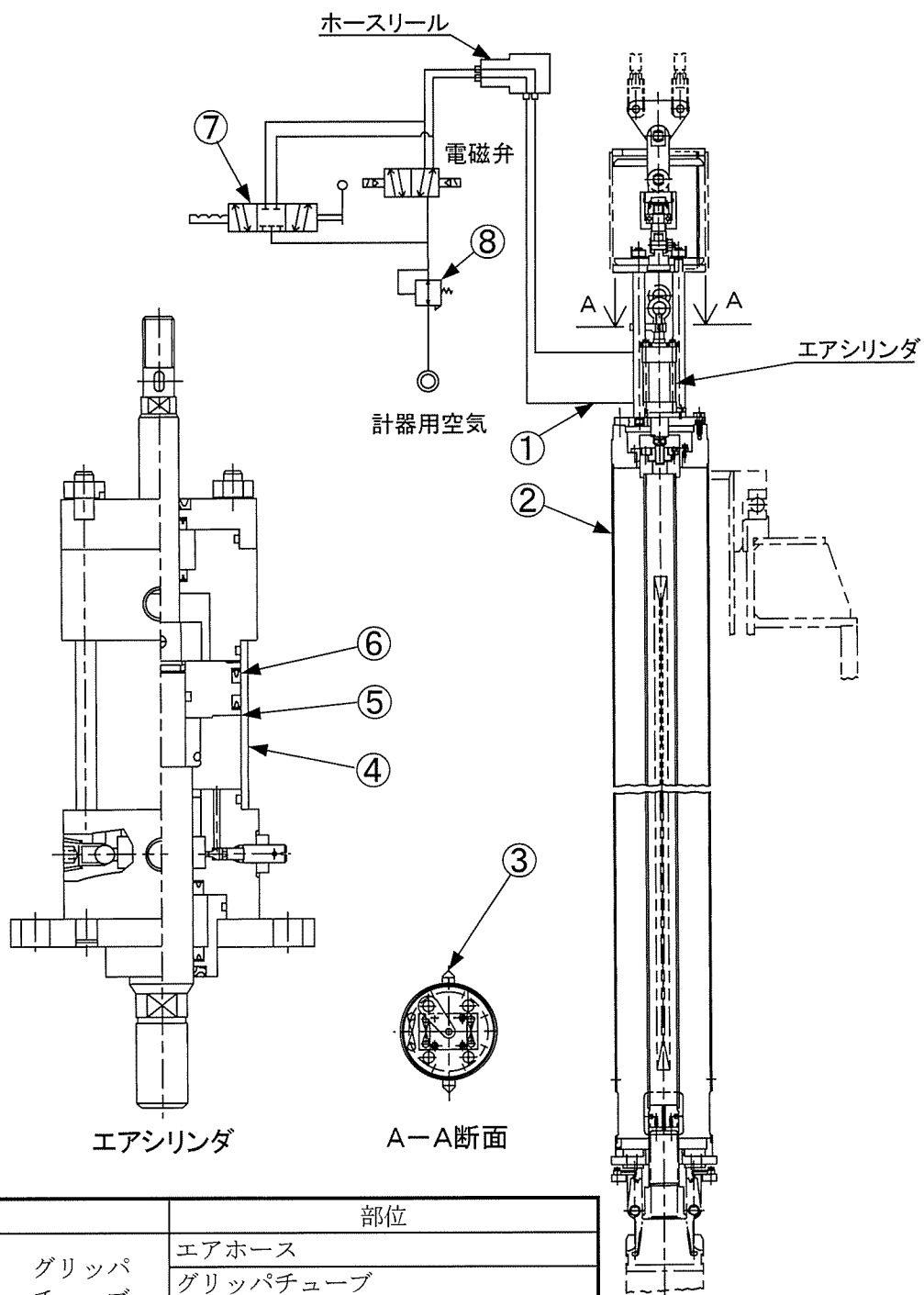
No.	部位	No.	部位
①	ワイヤドラム	⑦	ケーシング
②	軸受(ころがり)	⑧	かさ歯車 減速機
③	ケーシング	⑨	歯車
④	ウォーム	⑩	軸受(ころがり)
⑤	減速機	⑪	オイルシール
⑥	オイルシール	⑫	軸継手
			ケーシング(歯車)
			○リング

図2.1-6 伊方3号炉 燃料取替クレーン メインホイスト構造図



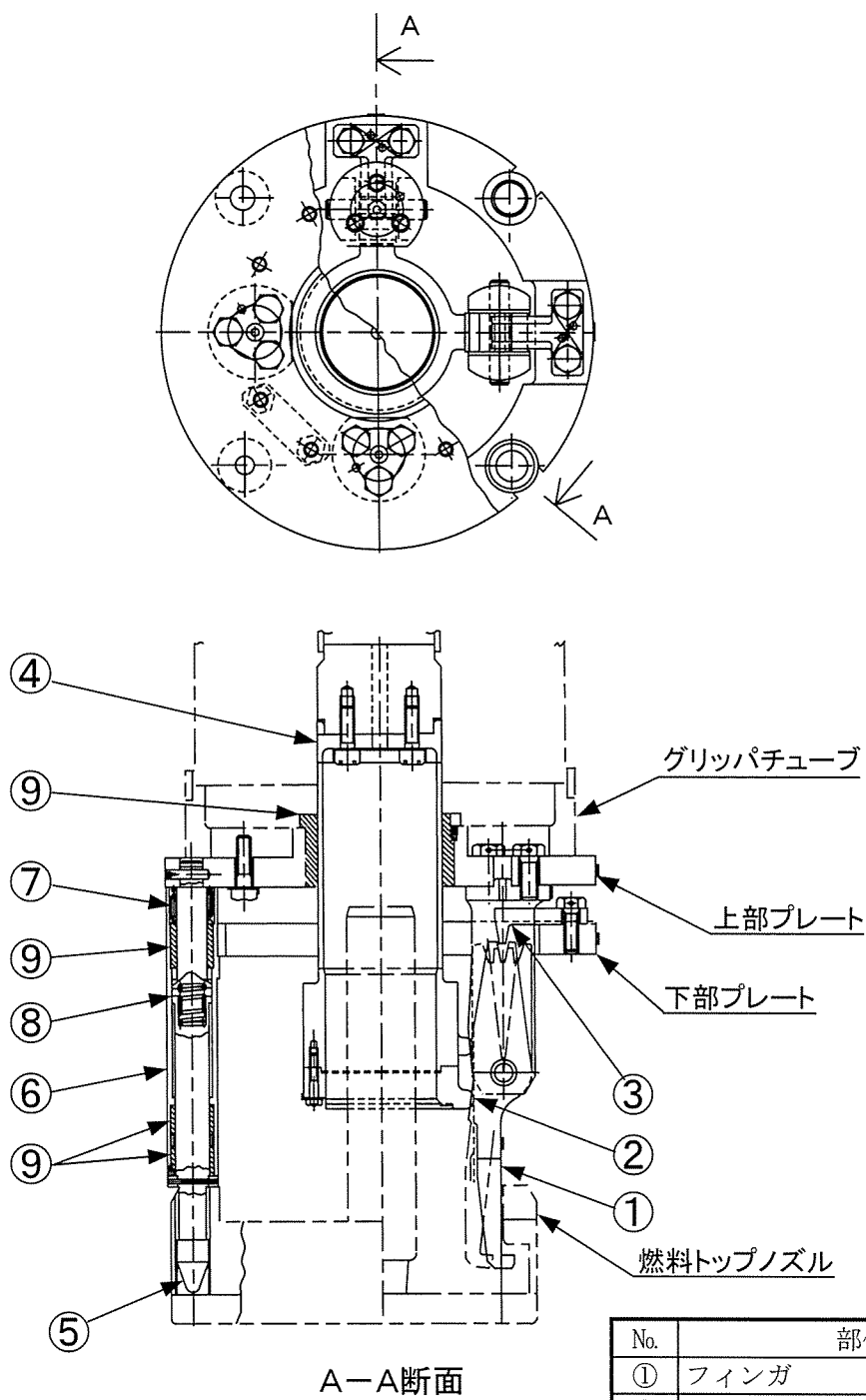
No.	部位	
①	固定マスト	
②	スラスト軸受(ころがり)	
③	ガイドローラ	ローラ
④		軸受(すべり)
⑤	燃料ガイドバー	

図2.1-7 伊方3号炉 燃料取替クレーン マストチューブ構造図



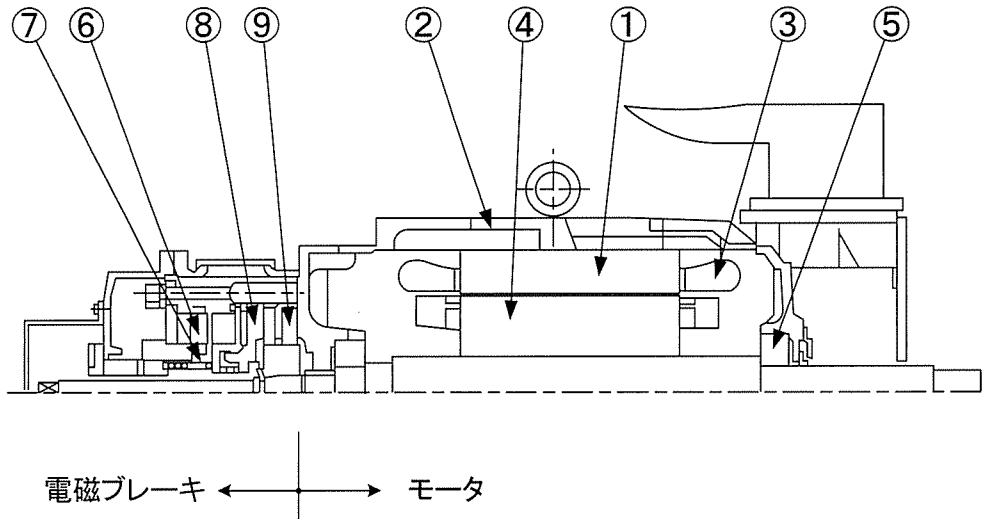
No.	部位	
①	グリップチューブ	エアホース
②		グリップチューブ
③		ガイドレール
④	グリップ駆動部	シリンダケース
⑤		エアシリンダ
⑥		ピストン
⑦		パッキン
⑦		手動切替弁
⑧		減圧弁

図2.1-8 伊方3号炉 燃料取替クレーン グリップチューブおよびグリップ駆動部構造図



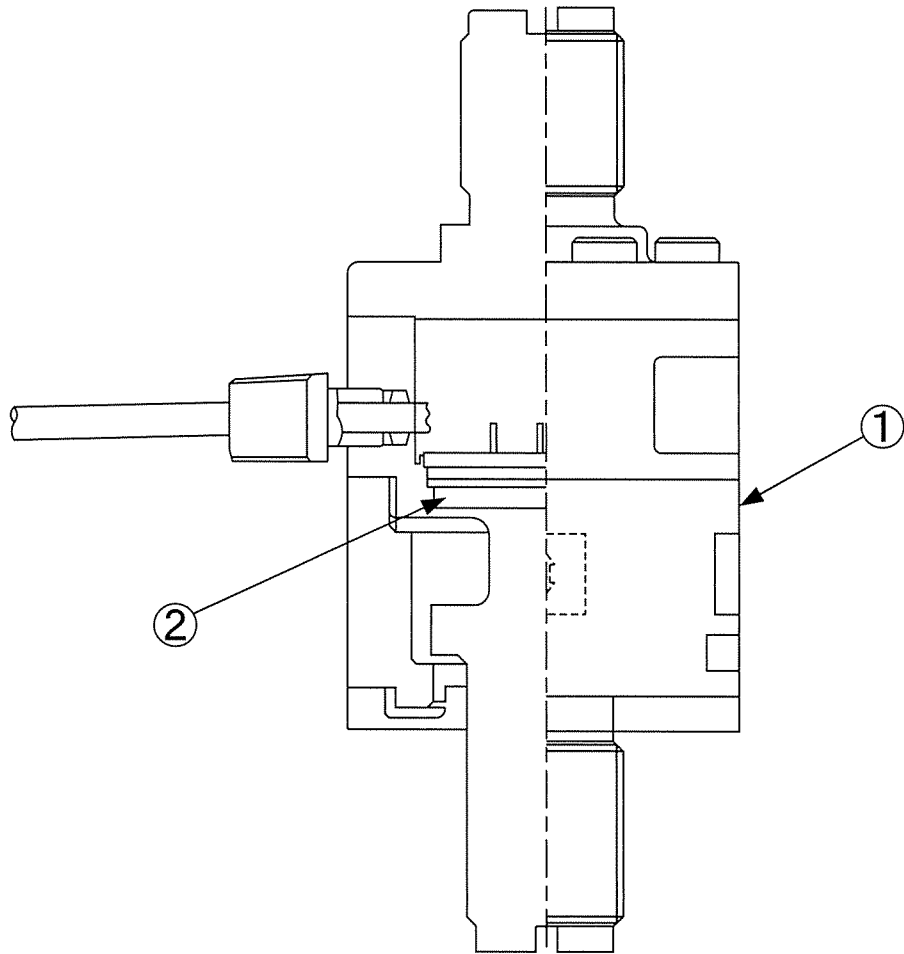
No.	部位	
①	フィンガ	
②	ロッキングカム	
③	ロックラッチ	
④	アクチュエータチューブ	
⑤	ガイドピン	
⑥	スリーブ	
⑦	ばね	メカニカルロック用
⑧		ガイドピン伸縮用
⑨	軸受(すべり)	

図2.1-9 伊方3号炉 燃料取替クレーン グリッパ構造図



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

図2.1-10 伊方3号炉 燃料取替クレーン モータ・電磁ブレーキ構造図



No.	部位
①	本体
②	荷重変換部

図2.1-11 伊方3号炉 燃料取替クレーン ロードセル構造図

No.	部位
①	荷重監視装置(電解コンデンサ含む)
②	リミットスイッチ
③	補助リレー
④	操作スイッチ・押釦スイッチ
⑤	速度制御装置(電解コンデンサ含む)
⑥	電磁接触器
⑦	指速発電機
⑧	変圧器
⑨	ノーヒューズブレーカ
⑩	筐体
⑪	チャンネルベース
⑫	取付ボルト
⑬	基礎ボルト

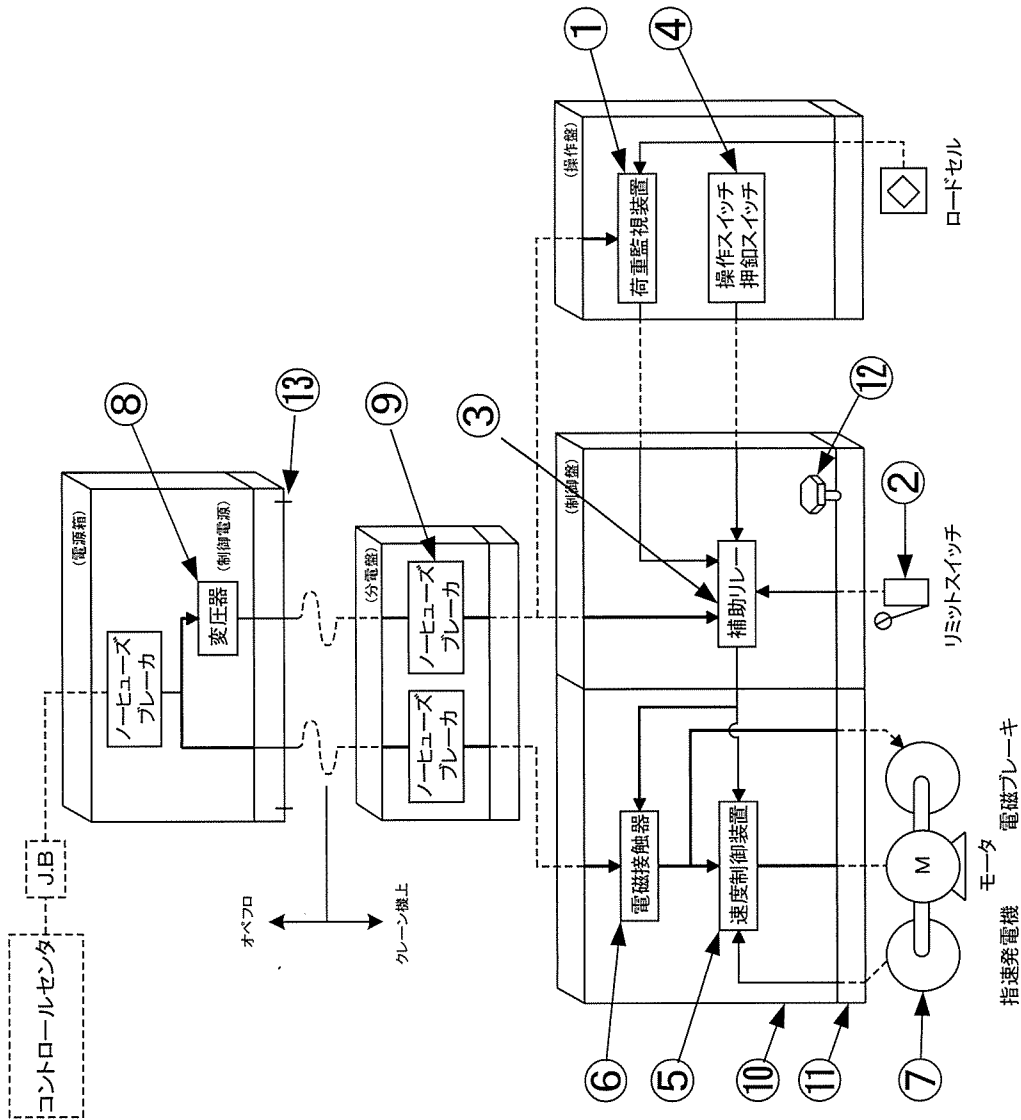


図2.1-12 伊方3号炉 燃料取替クレーン 制御盤・操作盤の主要機器構成図

表2.1-1(1/4) 伊方3号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部位		材料	
走横行レール部	走行レール	炭素鋼	
	横行レール	炭素鋼	
	レール押さえ	炭素鋼	
	基礎ボルト	低合金鋼	
	埋込金物	炭素鋼	
クレーン構造部	ブリッジガータ	炭素鋼	
	トロリ架台	炭素鋼	
	転倒防止金具	ブリッジ	炭素鋼
		トロリ	炭素鋼
走行駆動部 (ブリッジ)	車輪	車輪	高炭素鍛鋼
		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
	軸継手	ケーシング(歯車)	炭素鋼
		リング	消耗品・定期取替品

表2.1-1(2/4) 伊方3号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部位		材料	
横行駆動部 (トロリ)	車輪	車輪	高炭素鍛鋼
		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
	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
	軸継手	ケーシング(歯車)	炭素鋼
		Oリング	消耗品・定期取替品
アップストラクチャ	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
	軸受(ころがり)		消耗品・定期取替品
	ウォーム 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
	かさ歯車 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
	軸継手	ケーシング(歯車)	炭素鋼
		Oリング	消耗品・定期取替品

表2.1-1(3/4) 伊方3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、ステンレス鋼	
	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	
グリッパ駆動部	エアシリンダ	シリンダケース	ステンレス鋼
		ピストン	銅合金鋳物
		パッキン	消耗品・定期取替品
	手動切替弁	消耗品・定期取替品	
	減圧弁	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
		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) 伊方3号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部位			材料	
制御盤・操作盤 主要構成機器	駆動用電動装置	モータ (低圧)	固定子コア	珪素鋼板
			フレーム	鋳鉄
			固定子コイル	銅、絶縁物(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、絶縁物(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
		指速発電機		銅、絶縁物(B種絶縁)
	ロードセル	本体	ステンレス鋼	
		荷重変換部	ひずみゲージ	
	制御盤・ 操作盤 他	荷重監視装置		半導体、電解コンデンサ他
		リミットスイッチ		消耗品・定期取替品
		補助リレー		消耗品・定期取替品
		操作スイッチ・押釦スイッチ		銅、銀他
		速度制御装置		半導体、電解コンデンサ、リレー他
		電磁接触器		消耗品・定期取替品
		変圧器		銅、絶縁物(F種絶縁)
		ノーヒューズブレーカ		消耗品・定期取替品
制御盤・操作盤 支持構造物	筐体		炭素鋼	
	チャンネルベース		炭素鋼	
	取付ボルト		炭素鋼	
	基礎ボルト		炭素鋼	

表2.1-2 伊方3号炉 燃料取替クレーンの使用条件

運転荷重		燃料集合体1体分
使用温度	水中	約52℃ (約60℃) *1
	気中	約49℃
設置場所		原子炉格納容器内

*1: () は最高使用温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

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 制御盤・操作盤の支持

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、材料および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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) モータ（低圧）の固定子コイルの絶縁低下

モータ（低圧）の固定子コイルの絶縁物は有機物であり、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、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) 指速発電機の絶縁低下

指速発電機の絶縁物は有機物であり、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

変圧器の絶縁物は有機物であり、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で△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 走横行レールおよび車輪の摩耗

走横行レールおよび車輪はクレーンの走横行により摩耗が想定される。

しかしながら、レール上面、側面および車輪はガイドローラにより横滑りを防止しており、ころがり接触であることから摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。

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、クレーン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) 走横行レールおよび車輪の腐食（全面腐食）

走横行レールおよび車輪は炭素鋼または高炭素鍛鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、走横行レールと車輪の接触部は、屋内に設置されており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、クレーン点検時等の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(3) 走横行レールおよびブリッジガータの疲労割れ

走横行レールおよ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、これまでに有意な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がたい。

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、クレーン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。

(4) レール押さえおよびブリッジガータ等の腐食（全面腐食）

レール押さえ、ブリッジガータ、転倒防止金具、トロリ架台、各種減速機のケーシング、軸継手のケーシング、固定マスト、モータ（低圧）フレーム、筐体およびチャンネルベースは炭素鋼または鋳鉄であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、クレーン点検時等に目視により塗膜の状態を確認し、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。

(5) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは低合金鋼または炭素鋼であり、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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

(6) 歯車の摩耗

車輪部、各種減速機および軸継手の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、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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、各種減速機は潤滑油診断により、機器の健全性を確認している。

(7) ワイヤロープの摩耗および素線切れ

ワイヤロープはワイヤドラムおよびシーブと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。

ワイヤドラムへの巻取りおよびシーブ通過時にロープが曲げられるため、素線切れが想定される。

しかしながら、クレーン点検時にワイヤロープ径の寸法計測や目視確認を行い、必要に応じて取替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。

(8) シーブおよびワイヤドラムの摩耗

シーブおよ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、シーブはワイヤの巻取りにそって回転し、また、ドラムの回転に合わせてワイヤが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。

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、クレーン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) マストチューブガイドローラ、グリッパチューブおよ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同チューブ外周またはガイドレールと接触しながら、同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、ガイドローラとグリッパチューブおよびガイドレールの間は、ころ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がたい。

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、クレーン点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(10) 燃料ガイドバーの摩耗

燃料ガイドバーは燃料昇降時に燃料グリッド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の隙間を有し接触面圧が小さいことおよ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、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がたい。

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、クレーン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) シリンダケースおよびピストンの摩耗

エアシリンダのシリンダケースおよびピストンはピストンの動作により摩耗が想定される。

しかしながら、シリンダケースとピストンはパッキンおよびグリスにより隔てられており、摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。

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、クレーン点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(12) フィンガおよ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および燃料ラッチ時のこすれにより摩耗が想定される。また、グリッパのガイドピンは、燃料への挿入時に燃料上部ノズル（SUS304）との接触により摩耗が想定される。

しかしながら、フィンガおよびガイドピンは、ロッキングカムおよび燃料上部ノズルに比べて耐摩耗性に優れた材料（SUS630）を使用し、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がたい。

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、クレーン点検時の寸法計測や浸透探傷検査および作動確認により、機器の健全性を確認している。

(13) ロッキングカムの摩耗

グリップ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、クレーン点検時の寸法計測および作動確認により、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。

(14) ロックラッチの摩耗

グリップ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、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がたい。

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、クレーン点検時の寸法計測および作動確認により、機器の健全性を確認している。

(15) モータ（低圧）固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）

モータ（低圧）の固定子コアおよ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、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理また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がたい。

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) 電磁ブレーキ固定鉄心の腐食（全面腐食）

電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板および銅であり、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がたい。

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) グリップおよび電磁ブレーキのばねの変形（応力緩和）

グリップおよ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、クレーン点検時の作動確認や機能・性能試験時の制動確認により、機器の健全性を確認している。

(18) 電磁ブレーキブレーキ板の摩耗

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がたい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(19) 電磁ブレーキライニングの摩耗

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定期検査当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がたい。

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) 電磁ブレーキ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、伊方3号炉の燃料取替クレーンは、高湿度環境にはなく、結露水が発生しがたい環境であり、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がたい。

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。

(21) ロードセル荷重変換部の特性変化

ロードセルは長期間の使用に伴い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、機能・性能試験により、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。

(22) 荷重監視装置および速度制御装置の特性変化

荷重監視装置および速度制御装置は長期間の使用に伴い入出力特性の変化やマイグレーションが想定される。

しかしながら、荷重監視装置および速度制御装置を構成している電気回路部は定格値（定格電力・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、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さい。

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、速度制御装置は機器点検時の作動確認、荷重監視装置は機能・性能試験により、機器の健全性を維持している。

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。

(23) 操作スイッチおよび押釦スイッチの導通不良

操作スイッチおよび押釦スイッチは接点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、接点部分は筐体または盤内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生しがたい。

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、機能・性能試験時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(24) 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。

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。

(25) 埋込金物の腐食（全面腐食）

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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

オイルシール、Oリング、エアシリンダのパッキン、メインホイストの軸受（ころがり）、減速機軸受（ころがり）、アップストラクチャの滑車の軸受（ころがり）、ウォーム減速機の軸受（ころがり）、かさ歯車減速機の軸受（ころがり）、モータ（低圧）の軸受（ころがり）、グリッパチューブのエアホース、手動切替弁、減圧弁、車輪軸受（ころがり）、走横行駆動部のガイドローラ、マストチューブのスラスト軸受（ころがり）、ガイドローラの軸受（すべり）およびグリッパの軸受（すべり）は、クレーン点検や作動確認の結果に基づき取替える消耗品、制御盤および操作盤他のリミットスイッチ、補助リレー、電磁接触器およびノーヒューズブレーカは定期取替品であり、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(1/4) 伊方3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	走横行レール部	走横行レール		炭素鋼	△	△	△							
		レール押さえ		炭素鋼		△								
		基礎ボルト		低合金鋼		△								
クレーン構造部	クレーン構造部	埋込金物		炭素鋼		▲								
		ブリッジガータ		炭素鋼		△								
		トロリ架台		炭素鋼		△								
		転倒防止金具(ブリッジ、トロリ)		炭素鋼		△								
		車輪		高炭素鍛鋼		△								
		軸受(ころがり)	◎	—										
		車輪部歯車		炭素鋼、低合金鋼		△								
減速機(ブリッジ、トロリ)	減速機(ブリッジ、トロリ)	ガイドローラ	◎	—										
		ケーシング		铸铁										
		歯車		低合金鋼		△								
		軸受(ころがり)	◎	—										
		オイルシール	◎	—										
		ケーシング(歯車)		炭素鋼		△								
		オリング	◎	—										
走・横行機能	軸継手(ブリッジ、トロリ)	軸継手		炭素鋼		△								
		オリング	◎	—										

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2. 2-1(2/4) 伊方3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	アッパストラクチャ	ワイヤロープ		ステンレス鋼	△						△*1	*1:素線切れ	
		滑車	シープ		ステンレス鋼	△							
	軸受(ころがり)		◎	-									
	ワイヤドラム	軸受(ころがり)	◎	ステンレス鋼	△								
		軸受(ころがり)	◎	-									
	ウオーム減速機	ケーシング	ケーシング		鋳鉄					△			
			歯車		低合金鋼	△							
		軸受(ころがり)	軸受(ころがり)	◎	-								
			オイルシール	◎	-								
	かさ歯車減速機	ケーシング	ケーシング		鋳鉄					△			
			歯車		低合金鋼	△							
		軸受(ころがり)	軸受(ころがり)	◎	-								
			オイルシール	◎	-								
	軸継手	ケーシング(歯車)	ケーシング(歯車)		炭素鋼	△				△			
オリング			◎	-									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/4) 伊方3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	マスト チューブ	固定マスト		炭素鋼		△						*1:変形(応力緩和)
		スラスト軸受(ころがり)	◎	ステンレス鋼								
		ガイドローラ		ステンレス鋼		△						
		軸受(すべり)	◎	—								
	グリッパ チューブ	燃料ガイドバー			ステンレス鋼		△					
		エアホース		◎	—							
		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			ステンレス鋼		△					
		シリンダケース ピストン パッキン			銅合金鋳物		△					
燃料把持 機能	グリッパ 駆動部	手動切替弁	◎	—								
		減圧弁	◎	—								
		フィンガ			ステンレス鋼		△					
		ロックングカム			ステンレス鋼		△					
	グリッパ	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			ステンレス鋼						△*1	
		軸受(すべり)	◎		ステンレス鋼						△*1	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(4/4) 伊方3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								
機能達成に必要な項目 機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持	駆動用電動装置	◎	珪素鋼板、銅、絶縁物	固定子コア	△										*1:変形(応力緩和) *2:はく離			
				フレーム														
				固定子コイル					○									
				回転子コア														
				軸受(ころがり)														
				固定鉄心														
				ばね														
				ブレイキ板	△												△*1	
				ライニング	△													△*2
				指発電機														
				ロードセル														
				荷重変換部														
				荷重監視装置														
				制御盤・操作盤	リミットスイッチ	◎	—											
補助リレー	◎	—																
操作スイッチ・押釦スイッチ			銅、銀他															
速度制御装置			半導体、電解コンデンサ、リレー他															
電磁接触器		◎	—															
変圧器			銅、絶縁物															
ノーマルブレーカ		◎	—															
筐体			炭素鋼															
制御盤・操作盤の支持	チャネルベース		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

△：高経年化対策上着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 モータ（低圧）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。

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モータに比べて同等以上であるため、低圧ポンプ用モータ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、低圧ポンプ用モータ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により、管理値以上であることの確認を行っている。

また、過去の絶縁抵抗測定の結果に基づき、監視強化としての絶縁抵抗測定の実施頻度の見直しを実施するとともに、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替を実施している。

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。

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、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 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また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（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、60年間の供用を想定すると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。

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、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。

2.3.3 指速発電機の絶縁低下

a. 事象の説明

指速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また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

指速発電機は、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、指速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、60年間の供用を想定すると絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

指速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、指速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。

c. 高経年化への対応

指速発電機の絶縁低下に対しては、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。

2.3.4 変圧器の絶縁低下

a. 事象の説明

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考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器は、屋内に設置された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。

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、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。

c. 高経年化への対応

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。

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
- ② 燃料取扱棟クレーン

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 モータ（低圧）の固定子コイルの絶縁低下 [共通]

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 [共通]

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（F種：許容最高温度155℃、B種：許容最高温度130℃）を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 指速発電機の絶縁低下 [燃料取扱棟クレーン]

代表機器と同様に指速発電機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。

指速発電機は、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、指速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、指速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。

3.1.4 変圧器の絶縁低下 [共通]

代表機器と同様に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考えられる。

変圧器は、屋内に設置された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。

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（B種：許容最高温度130℃、E種：許容最高温度120℃）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、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。

3.2 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)または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 走横行レールおよび車輪の摩耗 [共通]

走横行レールおよび車輪はクレーンの走横行により摩耗が想定される。

しかしながら、レール上面、側面および車輪はガイドローラまたは車輪のフランジにより横滑りを防止しており、ころがり接触であることから摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。

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、クレーン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。

3.2.2 走横行レールおよび車輪の腐食（全面腐食） [共通]

走横行レールおよび車輪は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、走横行レールと車輪の接触部は、屋内に設置されており、腐食が発生する可能性は小さい。

また、クレーン点検時等の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.3 走横行レールおよびブリッジガータの疲労割れ [共通]

走横行レールおよ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、これまでに有意な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がたい。

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、クレーン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。

3.2.4 レール押さえおよびブリッジガータ等の腐食（全面腐食）〔共通〕

レール押さえ、レール部取付ボルト、ブリッジガータ、転倒防止金具、トロリ架台、各種減速機のケーシング、軸継手のケーシング、モータ（低圧）フレームおよび筐体は炭素鋼、低合金鋼または鋳鉄であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、クレーン点検時等で目視により塗膜の状態を確認し、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。

3.2.5 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔使用済燃料ピットクレーン〕

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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

3.2.6 歯車の摩耗〔共通〕

車輪部、各種減速機および軸継手の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、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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および機能確認時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 ワイヤロープの摩耗および素線切れ [共通]

ワイヤロープはワイヤドラムおよびシーブと接するため、機械的要因により摩耗が想定される。

ワイヤドラムへの巻取りおよびシーブ通過時にロープが曲げられるため、素線切れが想定される。

しかしながら、クレーン点検時にワイヤロープ径の寸法計測や目視確認を行い、必要に応じて取替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。

3.2.8 シーブおよびワイヤドラムの摩耗 [共通]

シーブおよ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、シーブはワイヤの巻取りにそって回転し、また、ドラムの回転に合わせてワイヤが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。

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、クレーン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 モータ（低圧）固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食） [共通]

モータ（低圧）の固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼板または珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理また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がたい。

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 電磁ブレーキ固定鉄心の腐食（全面腐食） [共通]

電磁ブレーキの固定鉄心は電磁鋼板、珪素鋼板、鋳鉄および銅であり、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がたい。

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 電磁ブレーキのばねの変形（応力緩和） [共通]

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、機能確認時の作動確認や機能・性能試験時の制動確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.12 電磁ブレーキブレーキ板の摩耗 [共通]

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または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がたい。

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、クレーン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 電磁ブレーキライニングの摩耗 [共通]

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定期検査当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がたい。

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、クレーン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 電磁ブレーキライニングのはく離 [共通]

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、伊方3号炉については、使用済燃料ピットクレーンおよび燃料取扱棟クレーンは、高湿度環境にはなく、結露水が発生しがたい環境であり、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がたい。

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、クレーン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 ロードセル荷重変換部の特性変化 [共通]

ロードセルは長期間の使用に伴い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、使用済燃料ピットクレーンのひずみゲージ貼付け部は、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、ひずみゲージ貼付け部が腐食してはがれが発生する可能性は小さい。

一方、燃料取扱棟クレーンのひずみゲージ貼付け部は、熱硬化型接着剤により接着後、シリコン系接着ゴムにより固定されており、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、機能・性能試験により、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。

3.2.16 荷重監視装置および速度制御装置の特性変化 [共通]

荷重監視装置および速度制御装置は長期間の使用に伴い入出力特性の変化やマイグレーションが想定される。

しかしながら、荷重監視装置および速度制御装置を構成している電気回路部は定格値（定格電力・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、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さい。

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、速度制御装置は機器点検時の作動確認、荷重監視装置は機能・性能試験により、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。

3.2.17 操作スイッチおよび押釦スイッチの導通不良 [共通]

操作スイッチおよ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、接点部分は筐体または盤内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生しがたい。

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、機能・性能試験時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.18 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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.2 燃料移送装置

[対象機器]

- ① 燃料移送装置

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. 燃料移送装置の技術評価	2
2.1 構造、材料および使用条件	2
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	27

1. 技術評価対象機器

伊方3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 伊方3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	使用条件	
			運転状態	使用温度
燃料移送装置 (1)	PS-2	容量×移送距離： 燃料集合体1体分 ×約15.4m	一時	気中*2：約49℃ 約40℃ 水中：約52℃

*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、下段は燃料取扱棟内を示す。

2. 燃料移送装置の技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

(1) 構造

伊方3号炉の燃料移送装置は、燃料移送チャンネル底面に設置されており、リフティングアーム、燃料コンテナ、移送台車、トラックフレーム等より構成されている。

リフティングアームは、レールをまたぐように設置され、先端がピボット支持によりトラックフレームに取付けられた構造である。リフティングアームの駆動は水圧シリンダにより立て起こしている。

燃料コンテナは、燃料集合体を移送するときに収納する箱型の容器で、中央がピボット支持により移送台車に取付けられている。移送台車は、燃料コンテナを移送させるための装置で、駆動電動機、減速機等から構成される駆動ユニットにより移送台車に接続されたワイヤロープを巻き取ることによりトラックフレーム上を走行させる。なお、ワイヤロープを引き回すためのシーブがトラックフレーム両端に設置されている。

制御盤は自立盤2面より構成されており、補助リレー等の主要構成機器および機器を支持するための筐体、取付ボルト等から構成されている。

伊方3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) 材料および使用条件

伊方3号炉の燃料移送装置の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

燃料取扱棟側

原子炉格納容器側

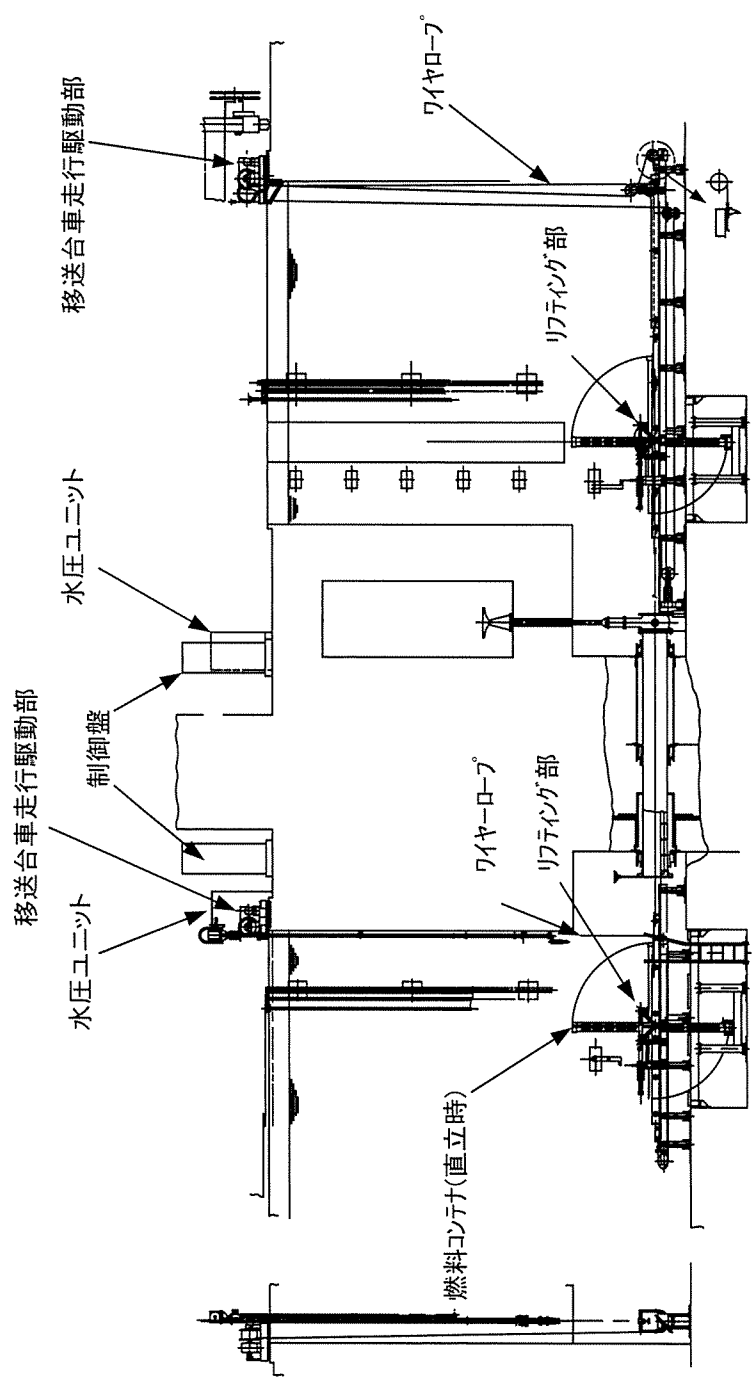
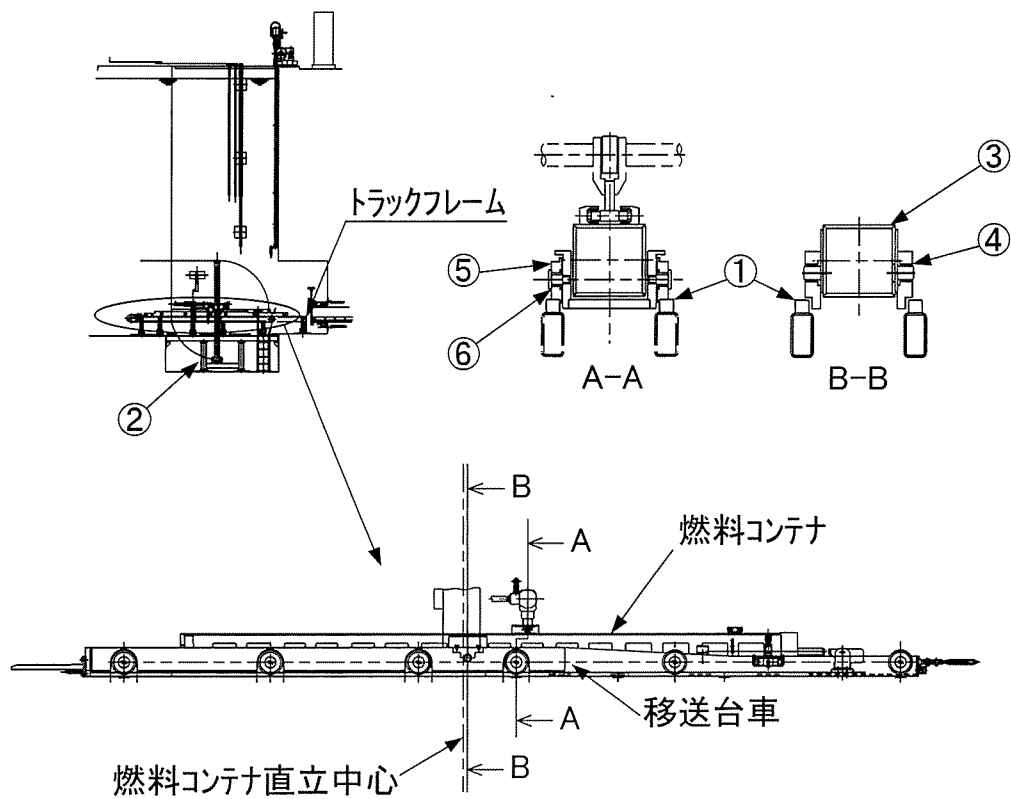
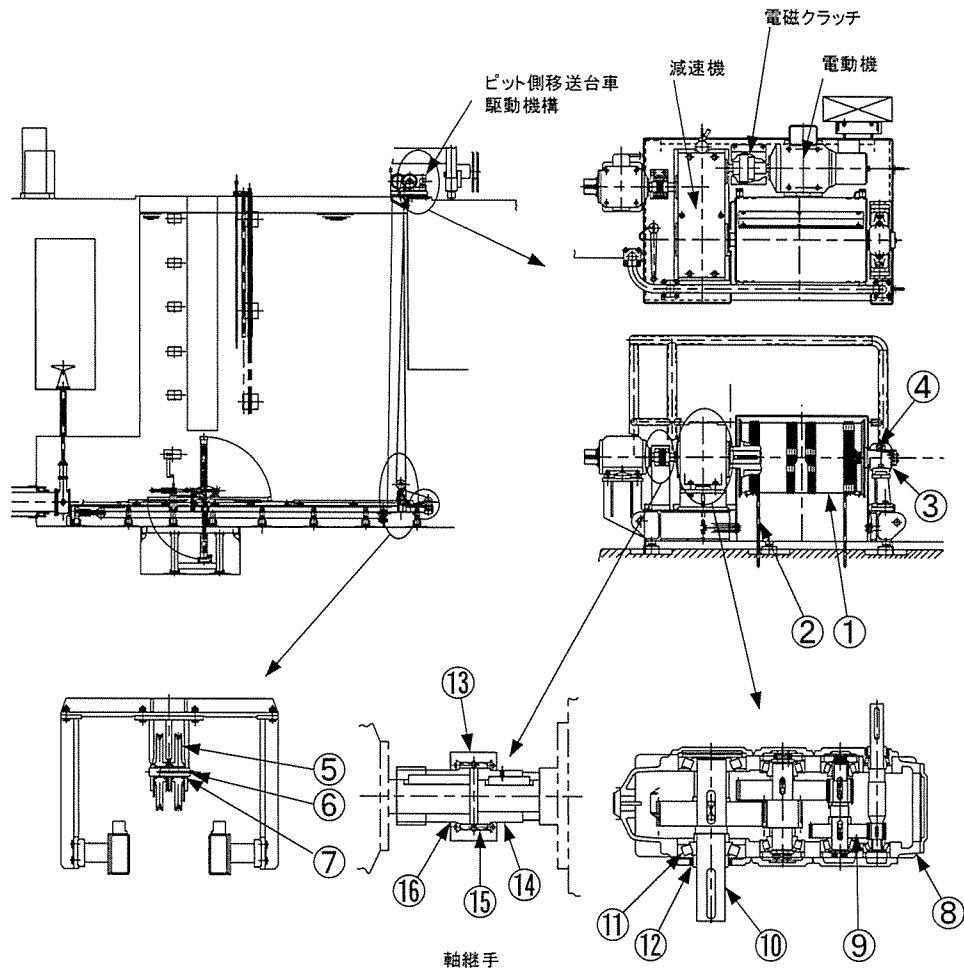


図2.1-1 伊方3号炉 燃料移送装置 全体構成図



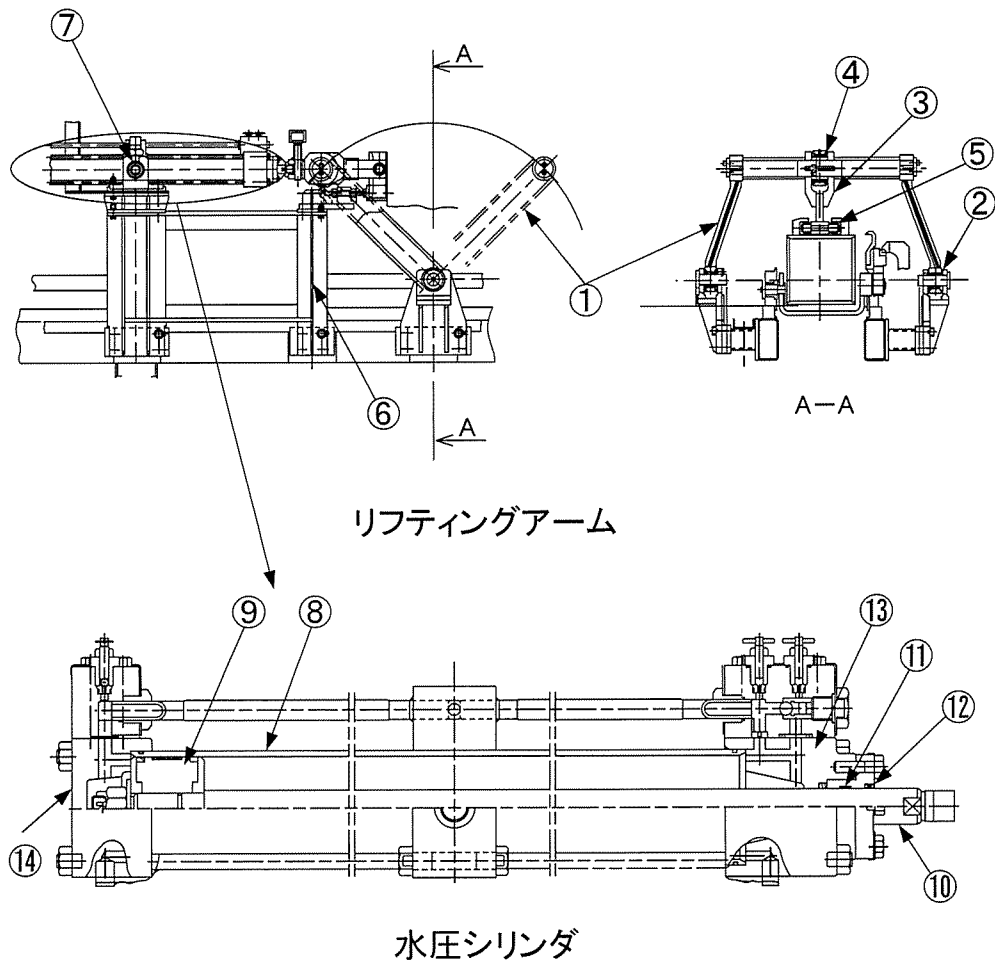
No.	部位
①	レール
②	基礎金物
③	燃料コンテナ
④	軸受(すべり)
⑤	車輪
⑥	車輪軸受(すべり)

図2.1-2 伊方3号炉 燃料移送装置
トラックフレーム、燃料コンテナおよび移送台車構造図



No.	部位	No.	部位
①	ドラム	⑧	ケーシング
②	ワイヤロープ	⑨	歯車
③	軸受箱	⑩	軸
④	軸受(ころがり)	⑪	軸受(ころがり)
⑤	シーブ	⑫	オイルシール
⑥	軸	⑬	ケーシング
⑦	軸受(すべり)	⑭	軸(スプロケット)
		⑮	チェーン
		⑯	オイルシール

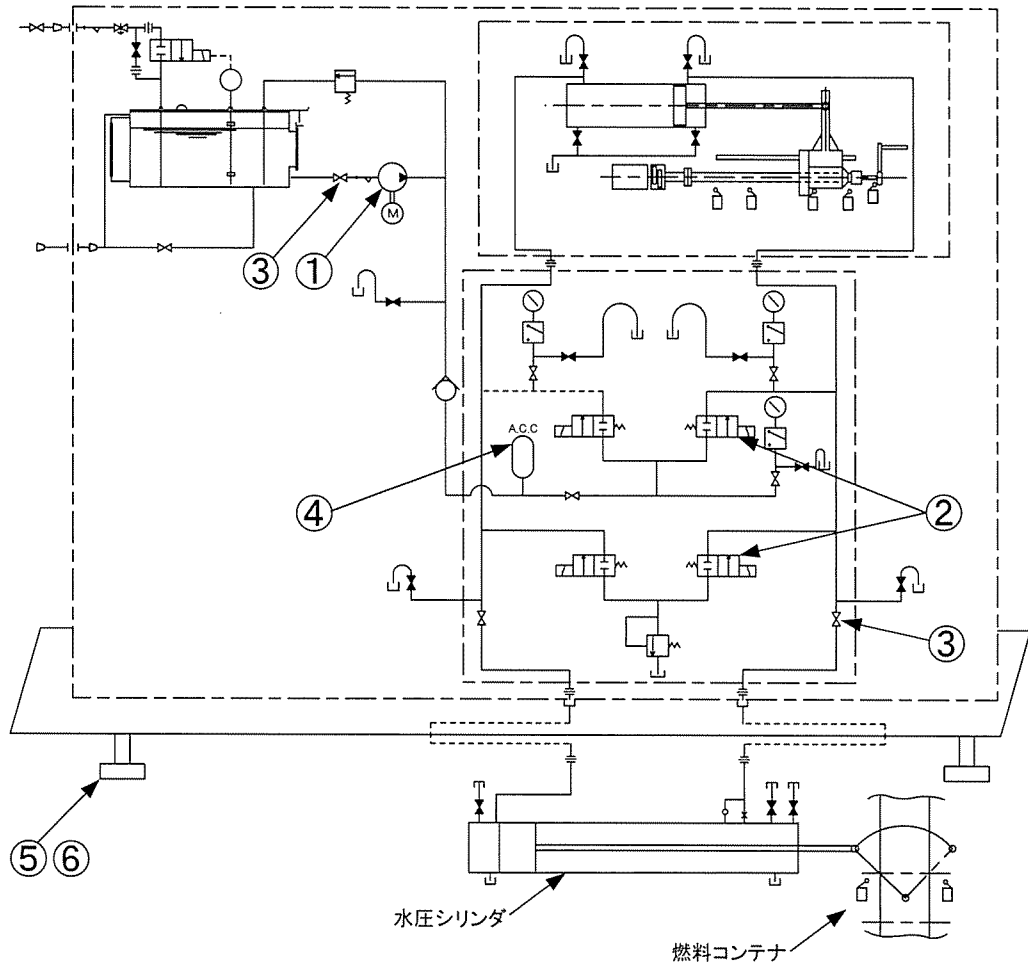
図2.1-3 伊方3号炉 燃料移送装置 走行駆動部構造図



No.	部位	No.	部位
①	リフティングアーム	⑧	シリンダチューブ
②	軸受(すべり)	⑨	ピストン
③	ホーク	⑩	ピストンロッド
④	リフティング アーム ホーク部軸受(すべり)	⑪	軸受(すべり)
⑤	リフティングローラ	⑫	パッキン
⑥	架台	⑬	ロッド側本体
⑦	シリンダ部軸受(すべり)	⑭	ヘッド側本体

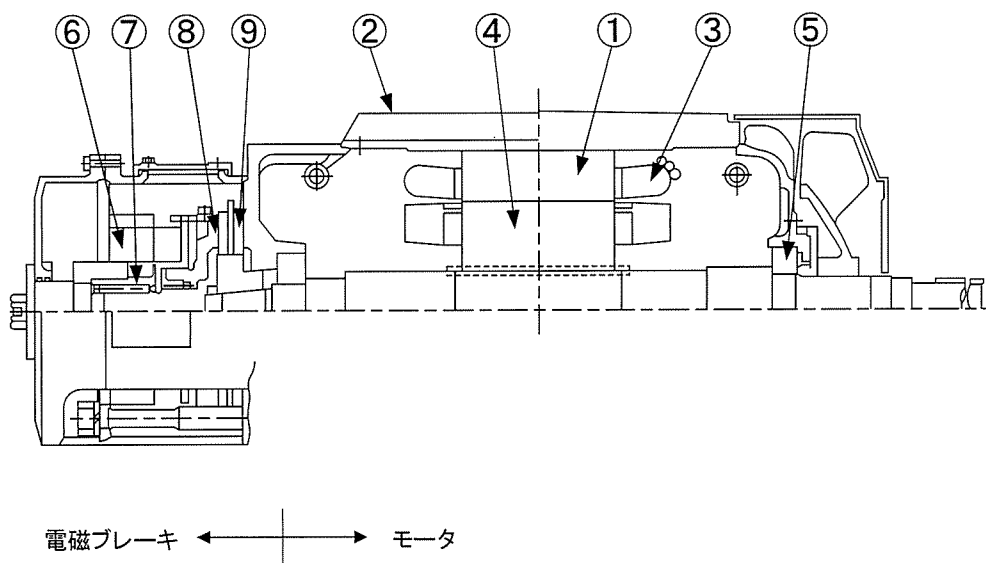
図2.1-4 伊方3号炉 燃料移送装置 リフティング部構造図

水圧ユニット



No.	部位
①	水圧ポンプ
②	電磁弁
③	手動弁、逆止弁、圧力調整弁
④	アキュムレータ
⑤	基礎金物
⑥	基礎ボルト

図2.1-5 伊方3号炉 燃料移送装置 水圧ユニット構成図



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

図2.1-6 伊方3号炉 燃料移送装置 モータ(低圧)・電磁ブレーキ構造図

No.	部位
①	リミットスイッチ
②	補助リレー
③	押卸スイッチ
④	電磁接触器
⑤	変圧器
⑥	ノーヒューズブレーカ
⑦	筐体
⑧	チャンネルベース
⑨	取付ボルト
⑩	基礎ボルト

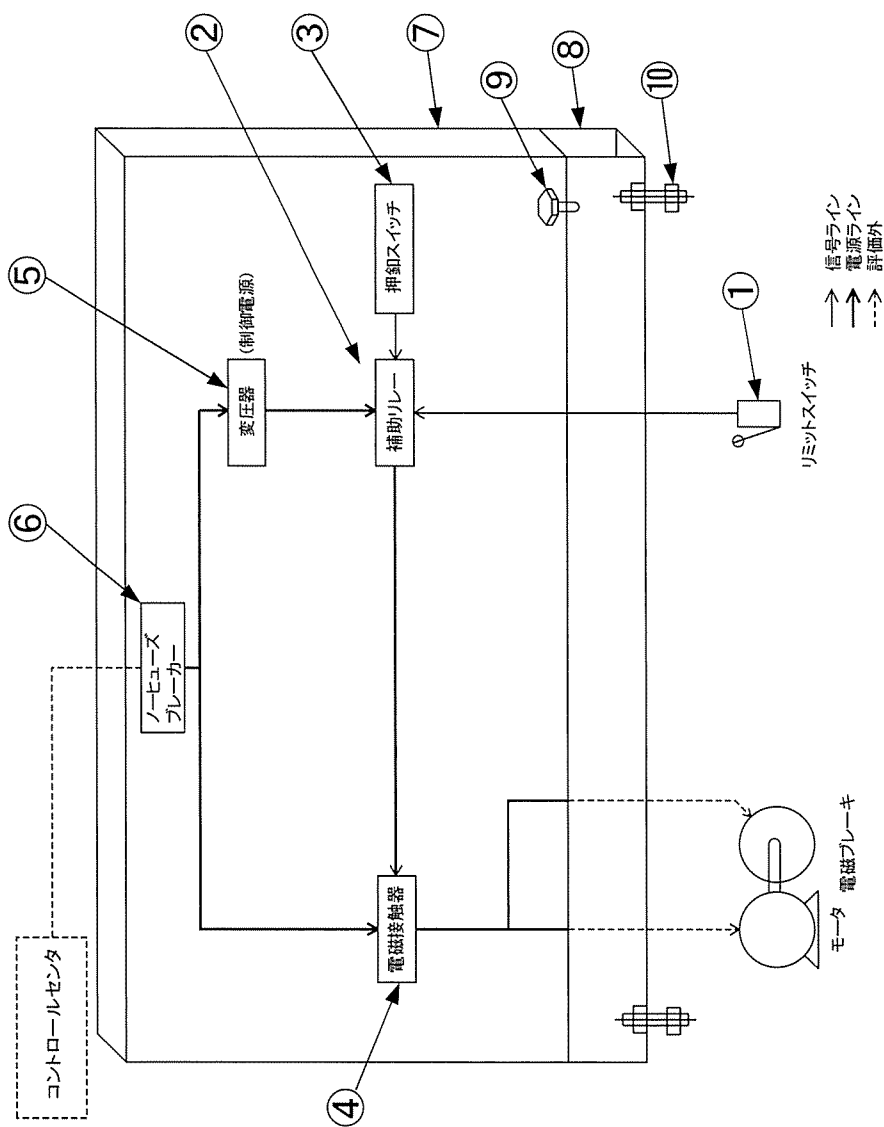


図2.1-7 伊方3号炉 燃料移送装置 制御盤の主要機器構成図

表2.1-1(1/3) 伊方3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	
	軸受(すべり)	消耗品・定期取替品	
移送台車	車輪	ステンレス鋼	
	車輪軸受(すべり)	消耗品・定期取替品	
走行駆動部	ドラム	ステンレス鋼	
	ワイヤロープ	消耗品・定期取替品	
	軸受箱	炭素鋼鋳鋼	
	軸受(ころがり)	消耗品・定期取替品	
	シーブ	ステンレス鋼	
	軸	ステンレス鋼	
	軸受(すべり)	消耗品・定期取替品	
	減速機	ケーシング	鋳鉄
		歯車	炭素鋼
		軸	炭素鋼
		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
	軸継手	ケーシング	アルミニウム合金鋳物
		軸(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

表2.1-1(2/3) 伊方3号炉 燃料移送装置主要部位の使用材料

部位		材料	
リフティング部	リフティングアーム	リフティングアーム	ステンレス鋼
		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
		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
	水圧シリンダ	シリンダチューブ	ステンレス鋼
		ピストン	ステンレス鋼
		ピストンロッド	ステンレス鋼
		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
	水圧ユニット	水圧ポンプ(軸受、パッキン)	消耗品・定期取替品
		電磁弁、手動弁、逆止弁、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
		基礎ボルト	ステンレス鋼

表 2.1-1(3/3) 伊方3号炉 燃料移送装置主要部位の使用材料

部位			材料	
制御盤主要 構成機器	駆動用 電動装置	モータ (低圧)	固定子コア	珪素鋼板
			フレーム	鋳鉄
			固定子コイル	銅、絶縁物 (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、絶縁物(B種絶縁)
			ばね	ピアノ線
			ブレーキ板	鋳鉄
			ライニング	耐熱性有機化学繊維
		リミットスイッチ		
	制御盤	補助リレー		消耗品・定期取替品
		押釦スイッチ		銅、銀他
		電磁接触器		消耗品・定期取替品
		変圧器		銅、絶縁物 (E種、F種絶縁)
ノーヒューズブレーカ		消耗品・定期取替品		
制御盤支持 構造物	筐体		炭素鋼	
	チャンネルベース		炭素鋼	
	取付ボルト		炭素鋼	
	基礎ボルト		炭素鋼	

表2.1-2 伊方3号炉 燃料移送装置の使用条件

移送荷重		定格荷重：燃料集合体1体分
温度	水中	
	気中	原子炉格納容器内
		燃料取扱棟内
設置場所		原子炉格納容器内 燃料取扱棟内

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 制御盤の支持

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、材料および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1の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) モータ（低圧）の固定子コイルの絶縁低下

モータ（低圧）の固定子コイルの絶縁物は、有機物であり、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、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) 変圧器の絶縁低下

変圧器の絶縁物は有機物であり、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で△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) レールおよび車輪の摩耗

レールおよび車輪は機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、水中での水潤滑によるころがり接触であることから摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。

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、燃料移送装置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) 減速機ケーシング等の腐食（全面腐食）

減速機のケーシングおよび軸、軸継手のケーシングおよび軸（スプロケット）、走行駆動部の軸受箱およびモータ（低圧）のフレームは鋳鉄、炭素鋼、炭素鋼またはアルミニウム合金鋳物であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(3) 歯車等の摩耗

減速機の歯車、軸継手の軸(スプロケット)は機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、歯車等は常に潤滑油が供給されており、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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、燃料移送装置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) シリンダチューブ、ピストンおよ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、ピストンおよ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およびピストンロッドと軸受(すべり)はパッキンおよびグリスにより隔てられた摩耗しがたい構造となっており、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がたい。

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、燃料移送装置点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。

(5) シーブおよびドラムの摩耗

シiebおよび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iebはワイヤの巻取りにそって回転し、また、ドラムの回転に合わせてワイヤが巻き取られるため、すべりが発生せず、摩耗が発生しがたい構造であり、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がたい。

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、燃料移送装置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) モータ（低圧）の固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コアおよび回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理また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がたい。

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。

(7) 電磁ブレーキ固定鉄心の腐食（全面腐食）

電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板および銅であり、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がたい。

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) 電磁ブレーキのばねの変形（応力緩和）

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、機能・性能試験時の制動確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 電磁ブレーキブレーキ板の摩耗

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がたい。

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) 電磁ブレーキライニングの摩耗

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定期検査当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がたい。

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) 電磁ブレーキ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、伊方3号炉の燃料移送装置は、高湿度環境にはなく、結露水が発生しがたい環境であり、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がたい。

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) 押釦スイッチの導通不良

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、接点部分は筐体または盤内に収納されており、塵埃の付着による導通不良が発生しがたい。

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、機能・性能試験時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(13) 筐体、チャンネルベースおよび基礎金物等の腐食（全面腐食）

水圧ユニットの基礎金物（大気接触部）ならびに制御盤の筐体、チャンネルベースおよ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、大気接触部は塗装またはメッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、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。

(14) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

制御盤の基礎ボルトは、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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

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

(15) 基礎金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

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

2.2.4 消耗品および定期取替品

燃料コンテナの軸受（すべり）、移送台車の車輪軸受（すべり）、走行駆動部の軸受（すべり、ころがり）、オイルシール、ワイヤロープ、チェーン、リフティング部の軸受（すべり）、リフティングローラ、パッキン、水圧制御装置の弁、アキュムレータ、水圧ポンプは燃料移送装置点検等の結果に基づき取替える消耗品である。

また、モータ（低圧）の軸受（ころがり）、リミットスイッチ、補助リレー、電磁接触器およびノーヒューズブレーカは定期取替品である。

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

表2.2-1(1/6) 伊方3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	△								
		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									
		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)	◎	-									
	走行駆動部	ワイヤロープ	ドラム		ステンレス鋼	△							
			軸受箱	◎	-								
シープ		軸受(ころがり)	◎	-									
		軸		ステンレス鋼	△								
	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(2/6) 伊方3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				
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他		
走行機能	減速機	ケーシング		铸铁		△							
		歯車		炭素鋼	△								
		軸		炭素鋼		△							
		軸受(ころがり)	◎	—									
		オイルシール	◎	—									
	軸継手	ケーシング			アルミニウム合金鋳物		△						
		軸(スプロケット)			炭素鋼	△							
		チェーン	◎	—									
		オイルシール	◎	—									

△：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2.2-1(3/6) 伊方3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									
		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)	◎	—									
		シリンダチューブ		ステンレス鋼		△							
		ピストン		ステンレス鋼		△							
		ピストンロッド		ステンレス鋼		△							
水圧シリンダ		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									

△：高経年化対策上着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) 伊方3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	水圧ユニット	水圧ポンプ (軸受、パッキン)	◎	—							*1:大気接触部 *2:コンクリート埋設部	
		電磁弁、手動弁、逆止弁、圧力調整弁 (パッキン)	◎	—								
装置の支持機能	水圧ユニット	アキユムレータ	◎	—								
		基礎金物		炭素鋼		△ ^{*1} ▲ ^{*2}						
		基礎ボルト		ステンレス鋼								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(6/6) 伊方3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				
機能達成に必要な項目 機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持	補助リレー	◎	—											
	制御盤	押釦スイッチ		銅、銀他						△				
		電磁接触器	◎	—										
		変圧器		銅、絶縁物							○			
	ノーヒューズブレーカ	◎	—											
制御盤の支持	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 モータ（低圧）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。

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モータに比べて同等以上であるため、低圧ポンプ用モータ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、低圧ポンプ用モータ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により、管理値以上であることの確認を行っている。

また、過去の絶縁抵抗測定の結果に基づき、監視強化としての絶縁抵抗測定の実施頻度の見直しを実施するとともに、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替を実施している。

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。

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、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 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また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（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、60年間の供用を想定すると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。

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。

2.3.3 変圧器の絶縁低下

a. 事象の説明

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考えられる。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器は、屋内に設置された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。

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（E種：許容最高温度120℃、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、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。

c. 高経年化への対応

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。

3.3 新燃料貯蔵設備

[対象機器]

- ① 新燃料ラック

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. 新燃料ラックの技術評価	2
2.1 構造、材料および使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	5

1. 技術評価対象機器

伊方3号炉で使用されている新燃料ラックの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 伊方3号炉 新燃料ラックの主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	容量
新燃料ラック (1)	PS-2	154セル

*1：機能は最上位の機能を示す。

2. 新燃料ラックの技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

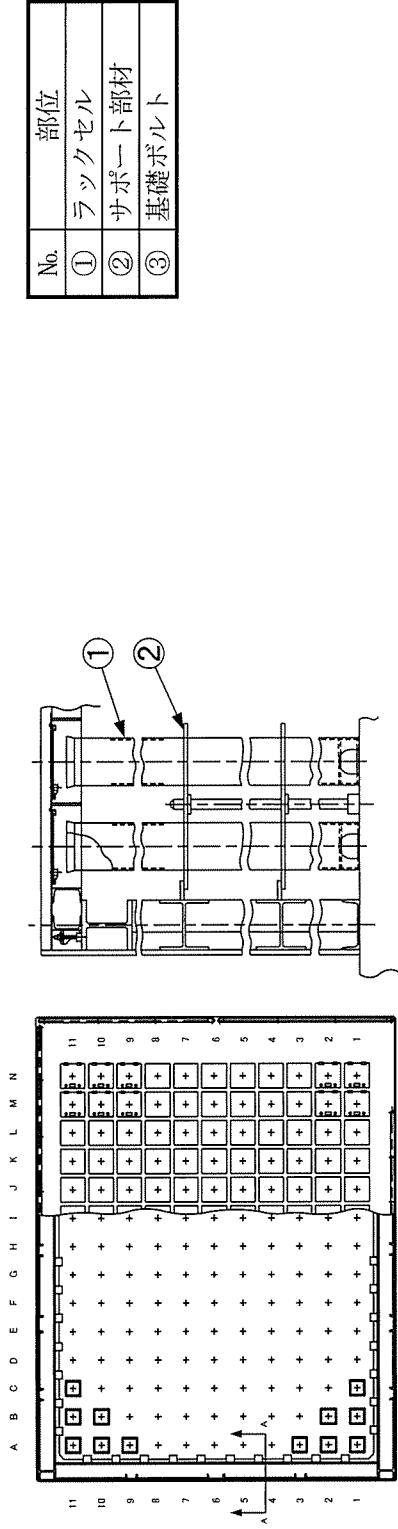
(1) 構造

伊方3号炉の新燃料ラックは建屋内に設置されており、新燃料を保持する構造となっている。

伊方3号炉の新燃料ラックの構造図を図2.1-1に示す。

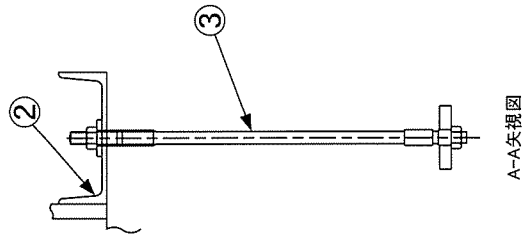
(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の新燃料ラックの使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	ラックセル
②	サポート部材
③	基礎ボルト

伊方: A~N(14) x 11列 = 154セル



A-A矢視図

図2.1-1 伊方3号炉 新燃料ラック構造図

表2.1-1 伊方3号炉 新燃料ラック主要部位の使用材料

部位	材料
ラックセル	ステンレス鋼
サポート部材	ステンレス鋼、炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 新燃料ラックの使用条件

容量	154セル
設置場所	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

新燃料ラックの機能である臨界防止機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 燃料保持
- ② ラック保持
- 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

新燃料ラックについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) サポート部材の腐食（全面腐食）

サポート部材の一部は炭素鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

(2) 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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

表2.2-1 伊方3号炉 新燃料ラックに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象						備考	
				減肉		割れ		材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐食 割れ	熱時効	劣化		
燃料保持	ラックセル		ステンレス鋼								
ラック保持	サポータ部材		ステンレス鋼 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）

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 炉内温度計装用フランジ

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	11
3. 代表機器以外への展開	16
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	16

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている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および結果

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、1つのグループとして分類される。

1.2 代表機器の選定

炉内温度計装用フランジに使用している圧力ハウジングは頂部のシール構造を除き制御棒クラスタ駆動装置のハウジングとほぼ同様である。

制御棒の駆動機構を有している制御棒クラスタ駆動装置を代表機器とする。

表1-1 伊方3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			代表機器の選定	
設置場所	材料		重要度 ^{*1}	使用条件		代表機器	選定理由
				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 (52) (予備用4台含む)	PS-1	約17.2	約343	◎	構造 (駆動機構あり)
		炉内温度計装用フランジ (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、材料および使用条件

2.1.1 制御棒クラスタ駆動装置

(1) 構造

伊方3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、サーマルスリーブおよ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が溶接で接合され、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、伊方3号炉の制御棒クラスタ駆動装置については、第14回定期検査時(2017～2018年度)に取替えを実施している。

伊方3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) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御棒クラスタ駆動装置の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

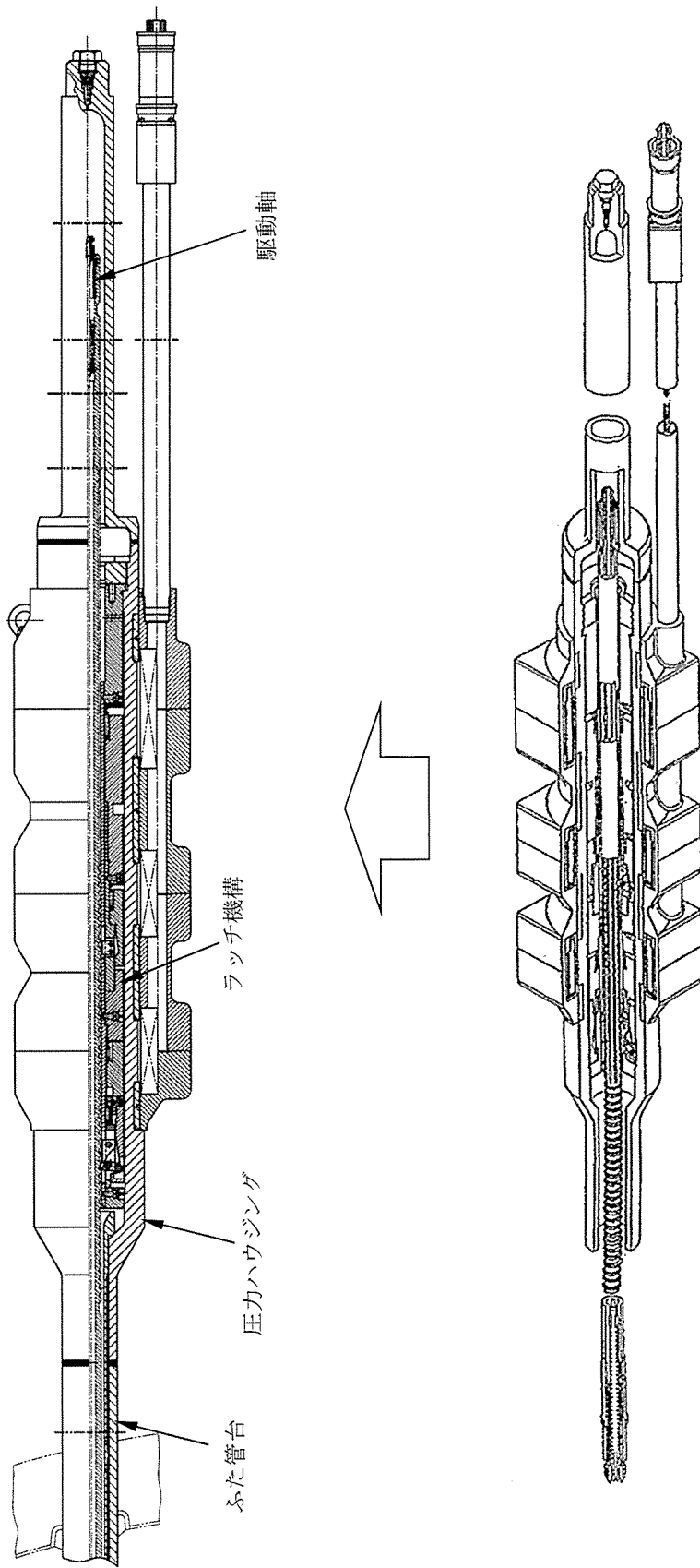
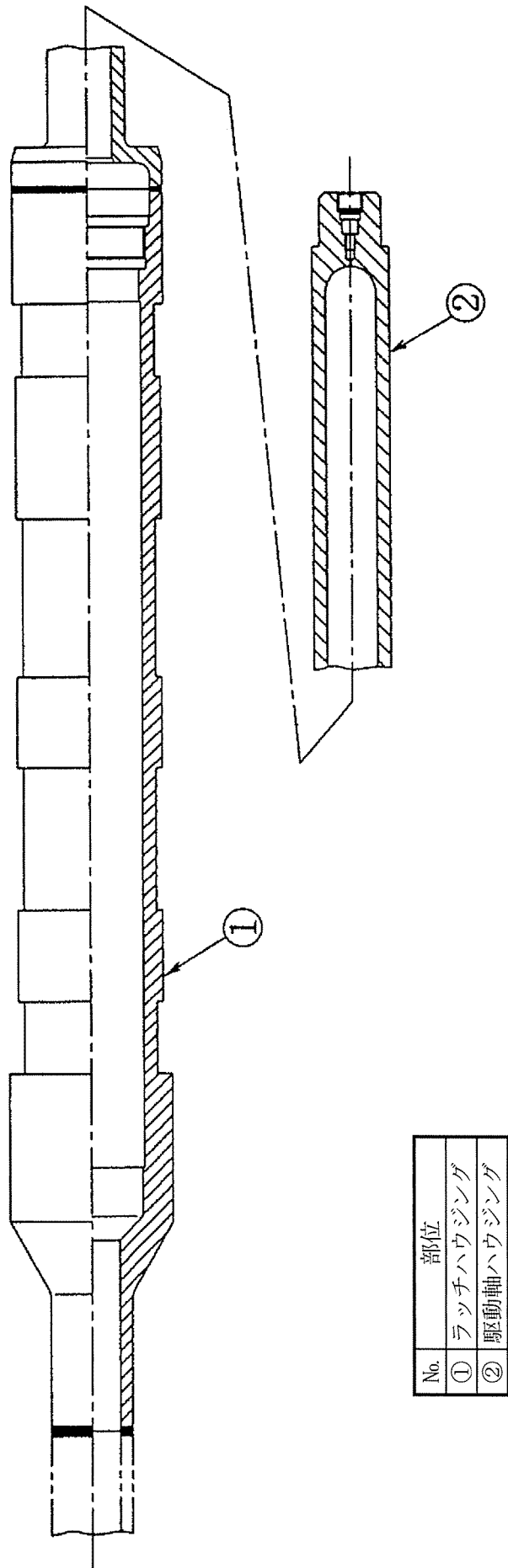
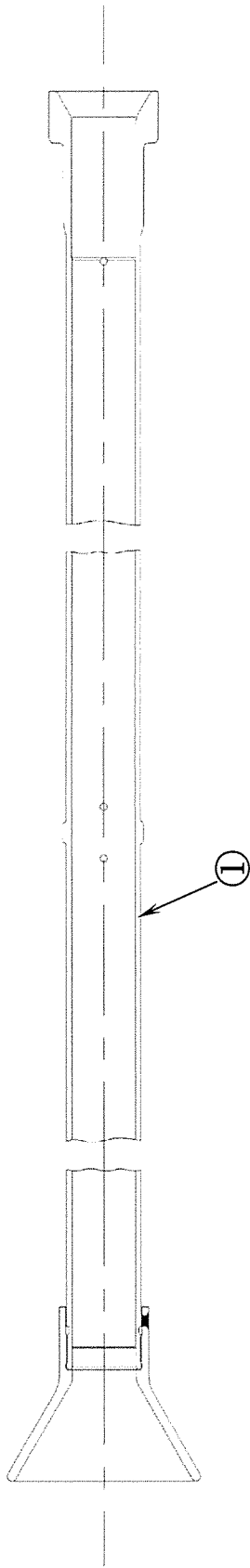


図2.1-1 伊方3号炉 制御棒クラスト駆動装置全体構造図



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 伊方3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 伊方3号炉 制御棒クラスタ駆動装置 サーマルスリーブ構造図

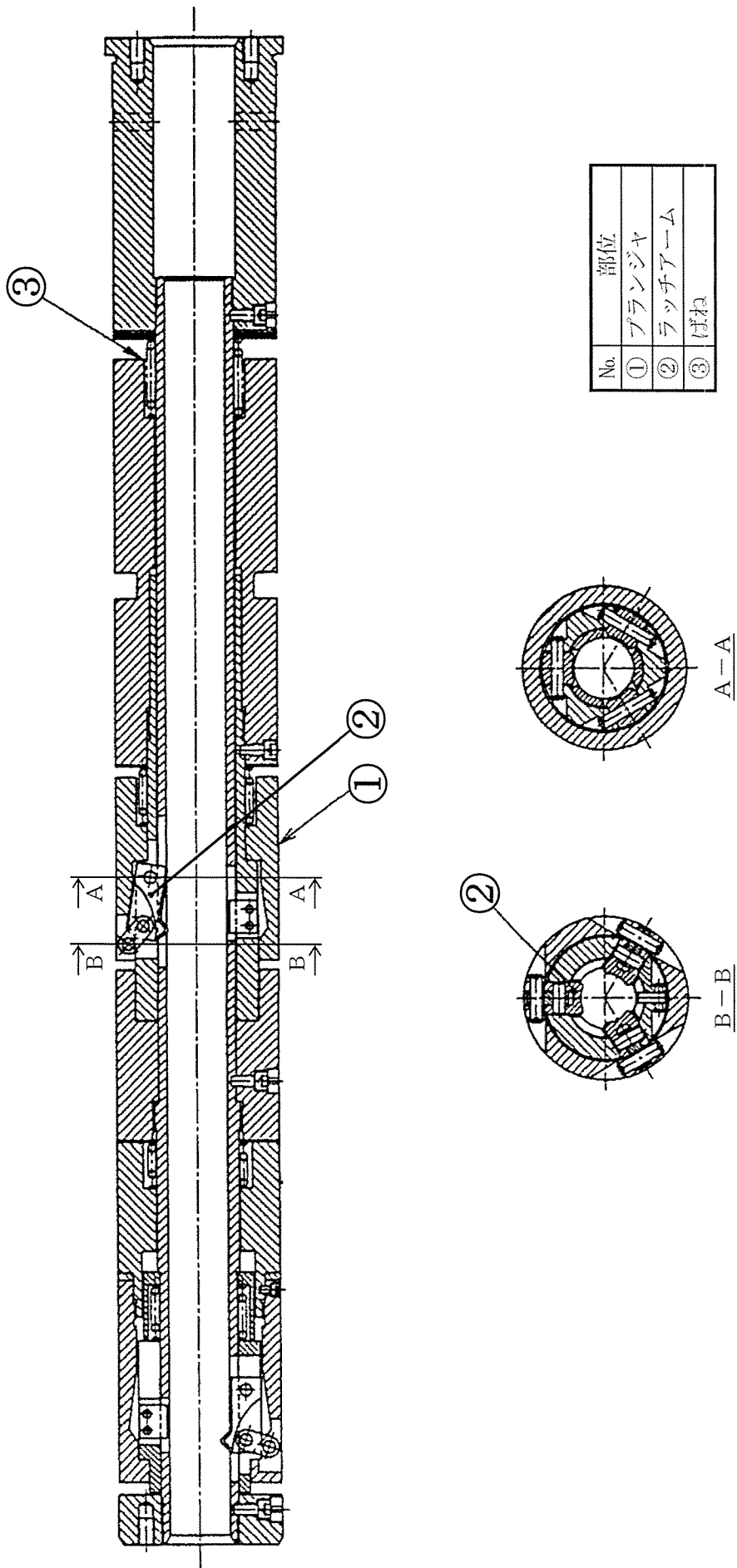
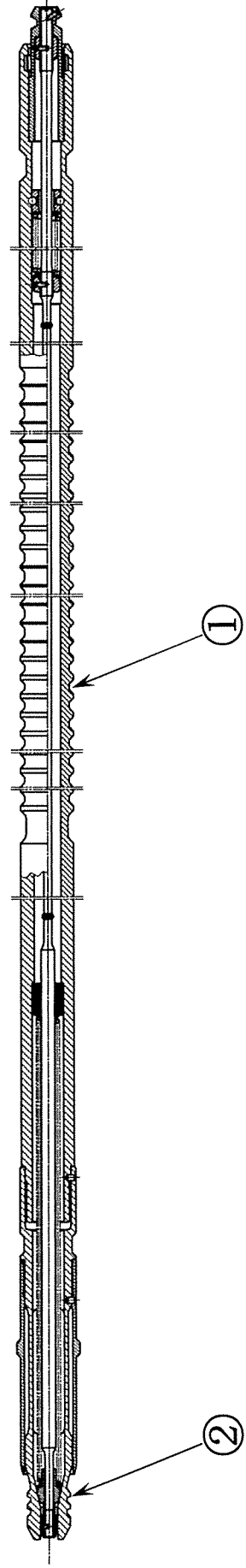


図2.1-4 伊方3号炉 制御棒クラスタ駆動装置 ラッチ機構構造図



No.	部位
①	駆動軸
②	接手

図2.1-5 伊方3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

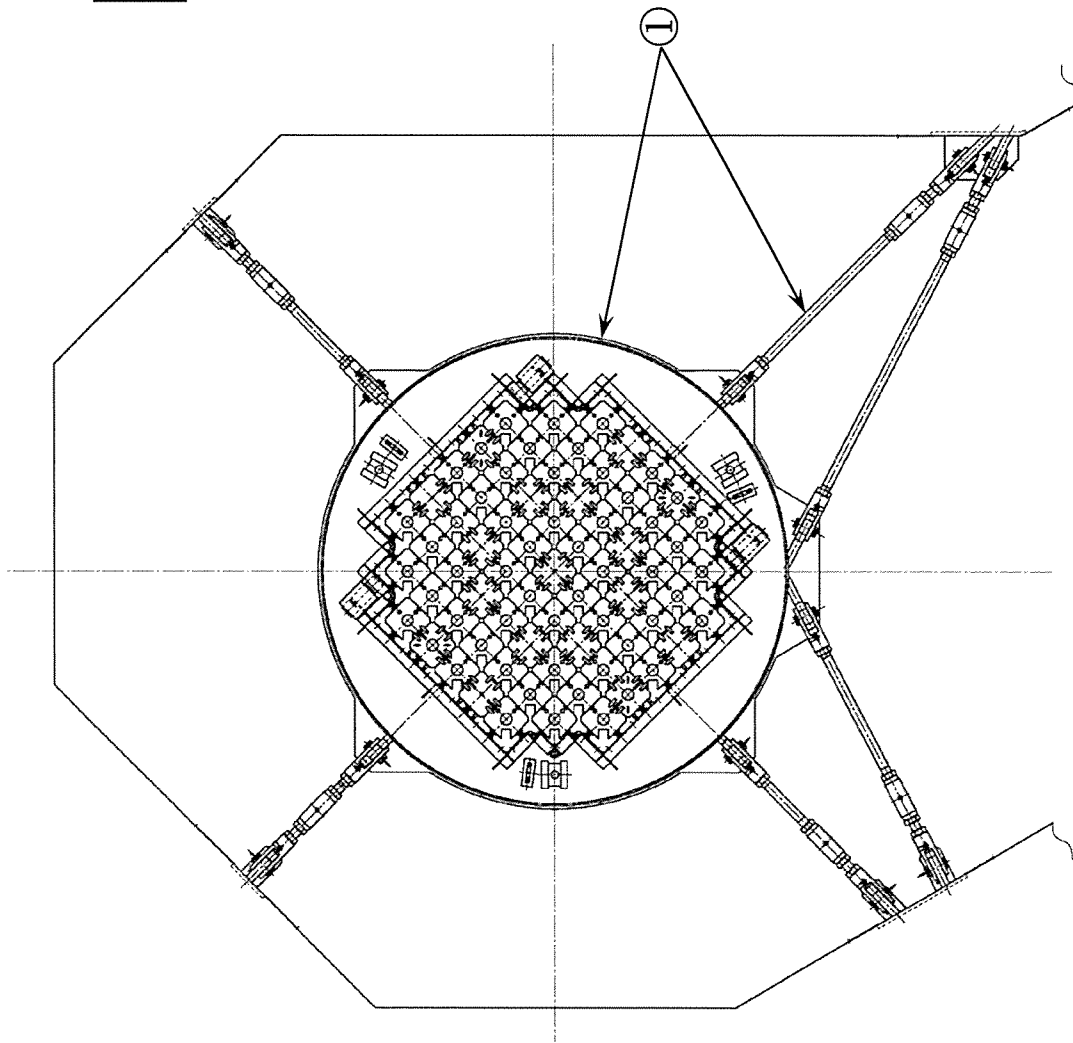


図2.1-6 伊方3号炉 制御棒クラスタ駆動装置 耐震サポート構造図

表2.1-1 伊方3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
ハウジング 圧力	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	ステンレス鋼
	ラッチアーム	ステンレス鋼
	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		低合金鋼、炭素鋼

表2.1-2 伊方3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の達成に必要な項目としては、次の2つの項目がある。

- 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）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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、疲労割れが発生しがたい。

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、漏えい確認により、機器の健全性を確認している。

(2) プランジヤの摩耗

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

しかしながら、コイル電流によるラッチ機構作動確認および制御棒落下試験によるスクラム時のプランジヤ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) ラッチアームおよび駆動軸の摩耗

ラッチアームおよび駆動軸は互いに接触する部位であり、摺動部で摩耗が想定される。

しかしながら、コイル電流によるラッチ機構作動確認により、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）

制御棒クラスタ駆動装置に使用しているばねは、圧縮荷重が常時加わった状態で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、機能確認時の作動確認により、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）

耐震サポートは低合金鋼および炭素鋼であり、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、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、外観点検時等の目視確認により塗膜の状態を確認し、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。

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ノズルから噴出する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。

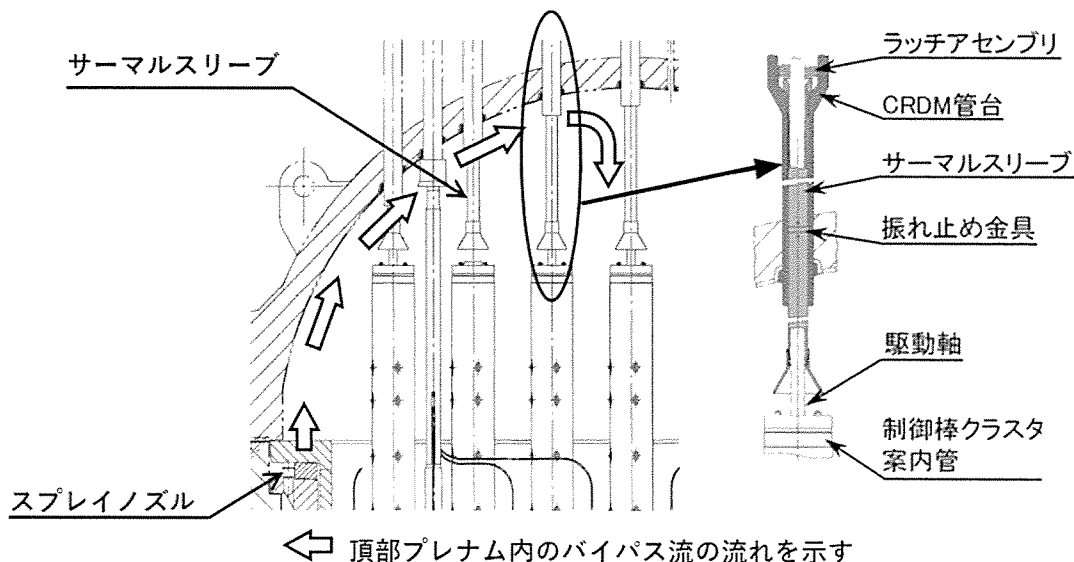


図2.2-1 サーマルスリーブの構造と頂部プレナム内の流況

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いない。

また、伊方3号炉については、第14回定期検査時（2017～2018年度）に原子炉容器上部ふたの取替えに合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、ステッピングおよ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、接手山とスパイダ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、およびスパイダ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ことから、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 伊方3号炉 制御棒クラスト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		絶縁	その他			
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	絶縁低下				
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	▲										
		プランジャ			ステンレス鋼				△						
			ラッチアーム			ステンレス鋼				△					
	駆動軸	ばね			750系ニッケル基合金									△*1	
			駆動軸			ステンレス鋼				△					
	耐震サポート	接手			ステンレス鋼	▲									
					低合金鋼、炭素鋼						△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価について、1章で実施したグループ化で代表機器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 炉内温度計装用フランジ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3の1)または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。

3.1.1 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、疲労割れが発生しがたい。

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、漏えい確認により、機器の健全性を確認している。

3.1.2 コノシールガスケット取付部の摩耗

炉内温度計装用フランジの圧力ハウジング頂部は、コノシールガスケットでシールされており、コノシールガスケットは定期的に取り替えを行っているため、取付部で摩耗が想定される。

しかしながら、目視確認や漏えい確認を実施することで、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。

3.1.3 ヘリコフレックスシール取付部の腐食（隙間腐食）

炉内温度計装用フランジ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、漏えい試験を実施することで、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 非核燃料炉心構成品

[対象機器]

- ① 制御棒クラスタ

内容

1. 技術評価対象機器	1
2. 制御棒クラスターの技術評価	2
2.1 構造、材料および使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	6

1. 技術評価対象機器

伊方3号炉で使用されている制御棒クラスターの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 伊方3号炉 非核燃料炉心構成品の主な仕様

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およ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、材料および使用条件

(1) 構造

伊方3号炉の制御棒はクラスタ方式で、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および停止グループに分けられる。制御グループは、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している。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、十分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。全長は約4m、質量は約68kgであり、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またはステンレス鋼鋳鋼で構成されており、吸収材である銀・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。

伊方3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に示すとおり取替を実施している。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の制御棒クラスタの使用材料および使用条件を表2.1-2および表2.1-3にそれぞれ示す。

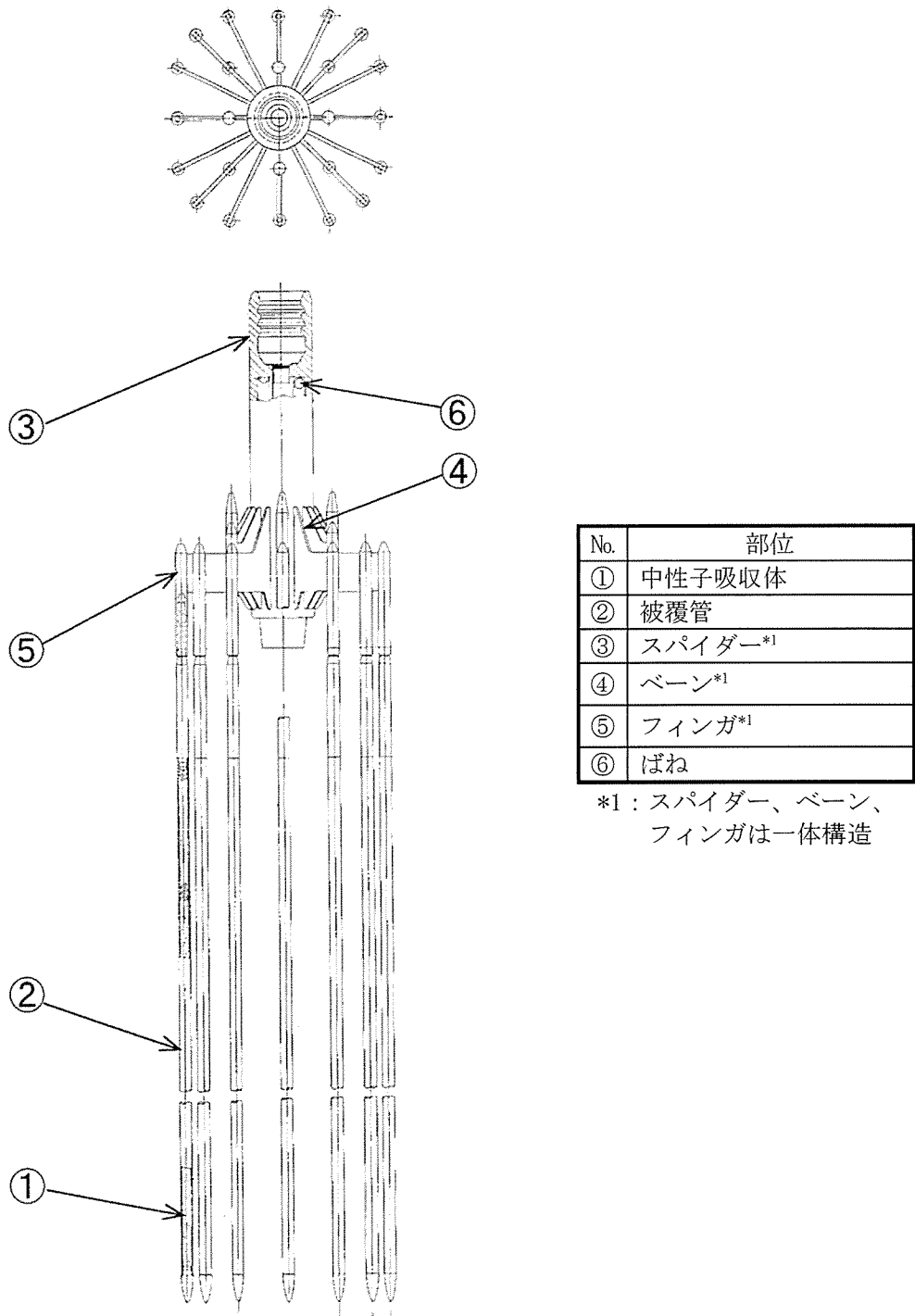


図2.1-1 伊方3号炉 制御棒クラスタ構造図

表2.1-1 伊方3号炉 制御棒クラスタの取替実績

時期	体数 (体)
第13回定期検査時 (2011～2016年度)	8
第14回定期検査時 (2017～2018年度)	24
第15回定期検査時 (2019～2021年度)	16

(注) 当初より全数改良型 (被覆管へのCrメッキおよび中性子吸収体先端部の細径化) を使用。

表2.1-2 伊方3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
被覆管	ステンレス鋼
スパイダー* ¹	ステンレス鋼またはステンレス鋼鋳鋼
ベーン* ¹	ステンレス鋼またはステンレス鋼鋳鋼
フィンガ* ¹	ステンレス鋼またはステンレス鋼鋳鋼
ばね	718系ニッケル基合金

*1：スパイダー、ベーンおよびフィンガは一体構造

表2.1-3 伊方3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の達成に必要な項目としては、次の項目が必要である。

- ① 反応度変化の補償およ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）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1で示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 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想定される。

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。

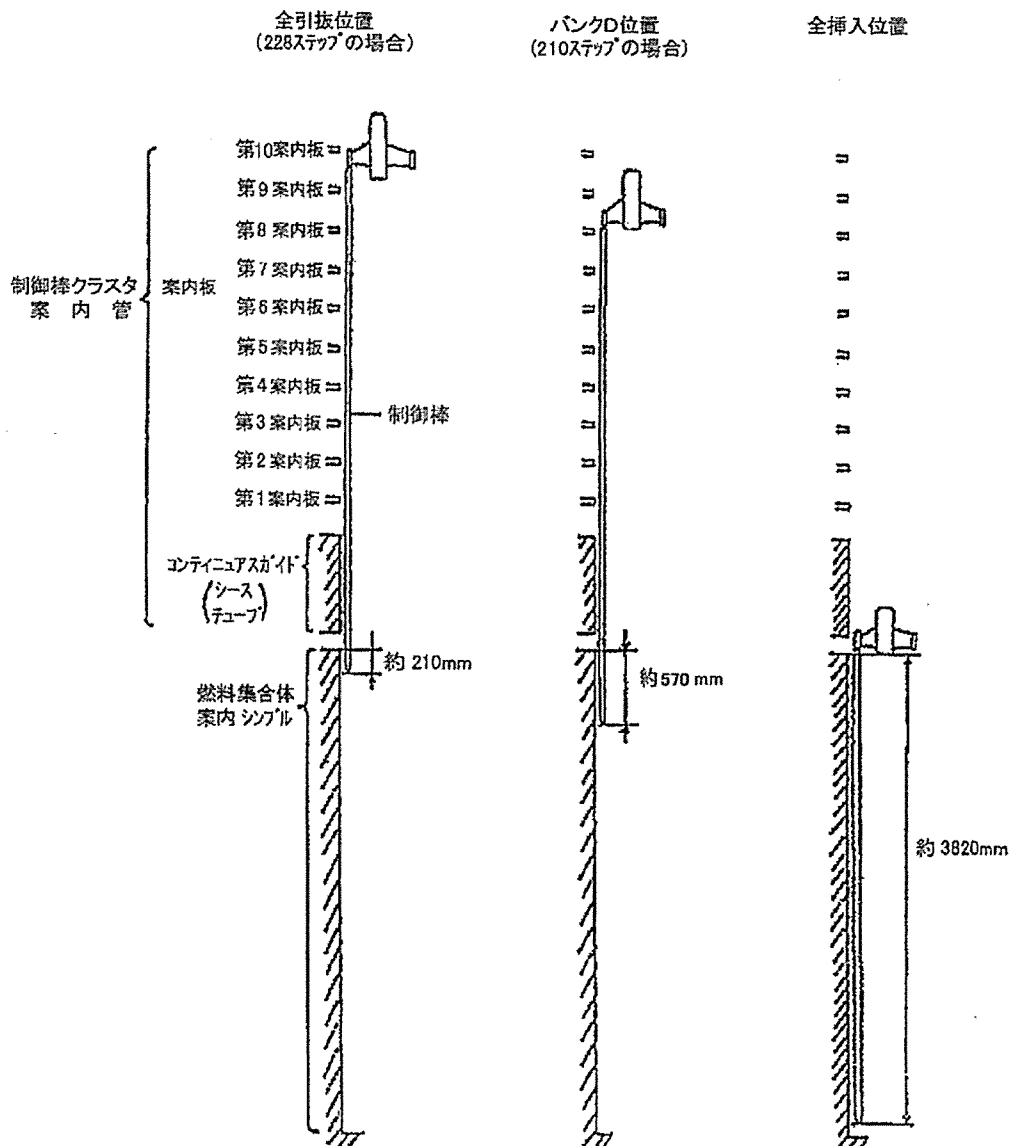


図2.2-1 伊方3号炉 制御棒クラスタの構造と挿入位置関係

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を行っている。

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被覆管肉厚に達するまでに、制御棒引抜き位置を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ようステップ変更することにより被覆管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を実施している。

なお、万一被覆管が減肉により貫通してもただ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。

- ・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、被覆管強度は保たれる。
- ・中性子吸収体の溶出 : 被覆管に穴が開いても、吸収材が 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 : 被覆管が貫通しても挿入性は確保される。

また、全制御棒クラスタの落下試験を実施し、挿入性に問題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。

(2) 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極小さな応力しか発生しない。

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。

(3) 被覆管先端部の照射誘起割れ（外径増加によるクラック）

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先端部においてスウェリングし、外径が増加することにより次第に被覆管に内圧を付加するようになる。

一方、被覆管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、内圧を付加された被覆管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、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。

(4) 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暫定取替基準に達した時点で微量であり、制御棒と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）間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。

(5) 被覆管の照射クリープ

被覆管先端部は照射クリープの発生が想定される。

しかしながら、吸収材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。

(6) 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ことが想定される。

しかしながら、運転中制御棒は制御棒案内管内へ引き抜かれているため、照射量はわずかである。

また、制御棒クラスタの暫定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%）内にあり、制御能力としては十分余裕がある。

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、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。

(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、ステッピングおよび制御棒クラスタのラッチ、アンラッチにより干渉部で摩耗が想定される。

しかしながら、国内他プラント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の硬さおよび比摩耗量も同程度と考えられることから、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。

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、ベーンおよびフィンガの熱時効

スパイダー、ベーンおよ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ことが想定される。

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、外観検査にて表面に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ことが想定される。

しかしながら、運転中制御棒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がたい。

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 伊方3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		
反応度変化の補償およ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：照射クレープ *6：鑄造品のみ *7：照射による変形(応力緩和)
	被覆管		ステンレス鋼	△			△*2		△*3	△*4 △*5	
	スパイダー		ステンレス鋼またはステンレス鋼鑄鋼	△							
	ベーン		ステンレス鋼またはステンレス鋼鑄鋼					△*6			
	フィンガ		ステンレス鋼またはステンレス鋼鑄鋼					△*6			
	ばね		718系ニッケル基合金						△*6		
										△*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 廃液蒸発装置
- ② ほう酸回収装置

目次

1.	技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1	グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2	経年劣化事象の抽出	19
3.	代表機器以外への展開	36
3.1	高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	36

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3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、流体およ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および結果

表1-1に示す濃縮減容設備について減容方式、流体および材料を分離基準として考えると、いずれの濃縮減容設備も同様であることから、1つのグループとして分類される。

1.2 代表機器の選定

このグループには廃液蒸発装置およ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廃液蒸発装置を代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 濃縮減容設備の主な仕様

分離基準			選定基準				代表機器の選定	
減容方式	流体	材料	機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件*2		代表機器	選定理由
					運転状態	最高使用圧力*3 (MPa [gage])		
蒸発減容	廃液	ステンレス鋼	廃液蒸発装置 (2)	高*4	一時	約0.1/約0.9	約150/約185	◎ 内部流体
	1次冷却材	ステンレス鋼	ほう酸回収装置 (1)	高*4	一時	約0.9/約0.1	約185/約150	

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：廃液蒸発装置は加熱器、ほう酸回収装置は蒸発器の使用条件を示す。

*3：管側/胴側を示す。

*4：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

2. 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濃縮減容設備について技術評価を実施する。

① 廃液蒸発装置

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 廃液蒸発装置

(1) 構造

伊方3号炉の廃液蒸発装置は、廃液を蒸発減容する蒸発器、発生蒸気中の不純物を取り除く精留塔、循環液を蒸気により加熱する加熱器、発生蒸気から蒸留水を凝縮回収するコンデンサ、コンデンサ器内の気体からさらに蒸留水を凝縮回収するベントコンデンサ、蒸留水を冷却する蒸留水冷却器、流体を循環するための濃縮液ポンプ、蒸留水ポンプおよび配管から構成されている。

伊方3号炉の廃液蒸発装置の全体構成図を図2.1-1に、全体構造図を図2.1-2に、各機器の構造図を図2.1-3～図2.1-10に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の廃液蒸発装置の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

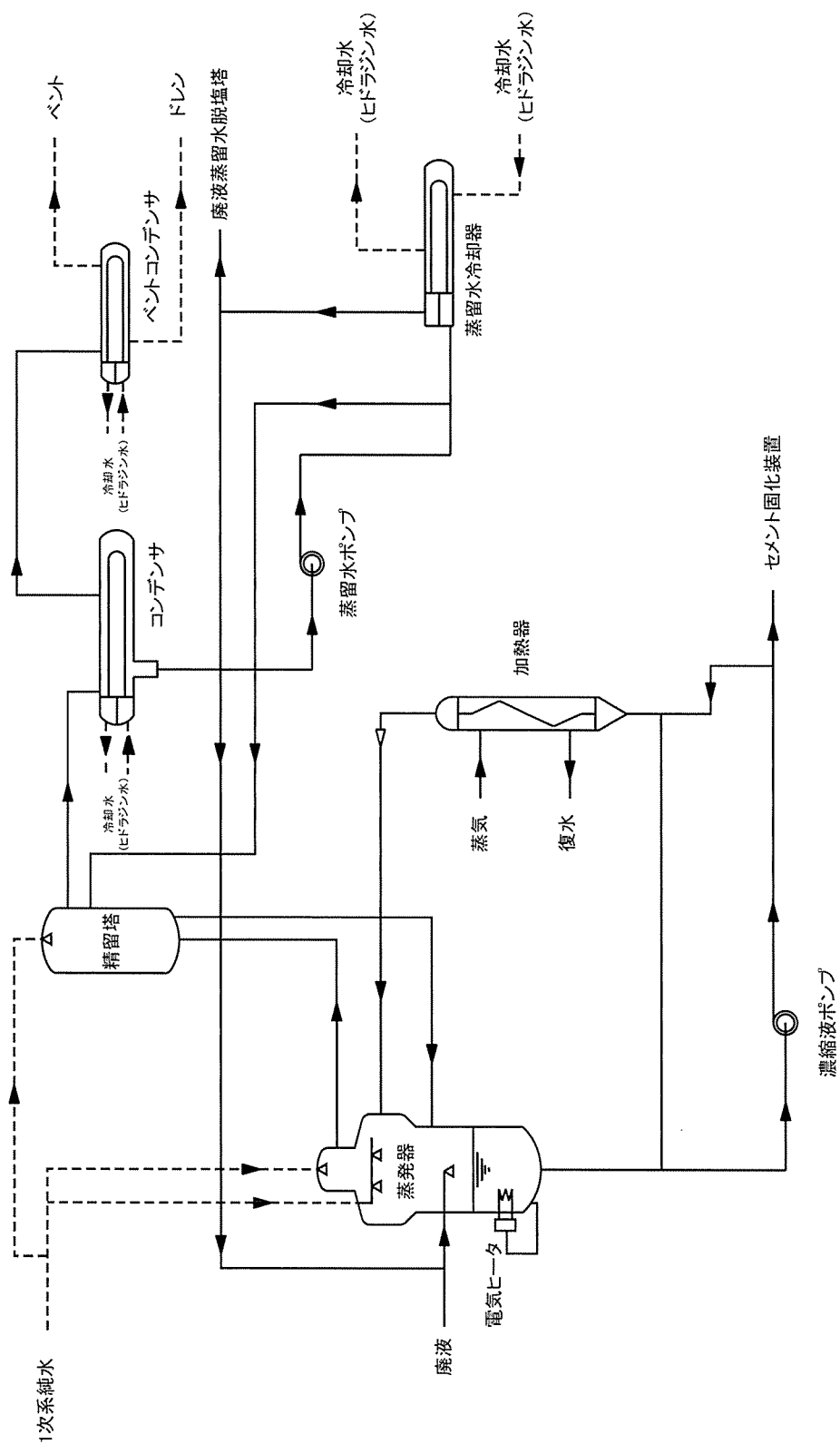


図2.1-1 伊方3号炉 廃液蒸発装置 全体構成図

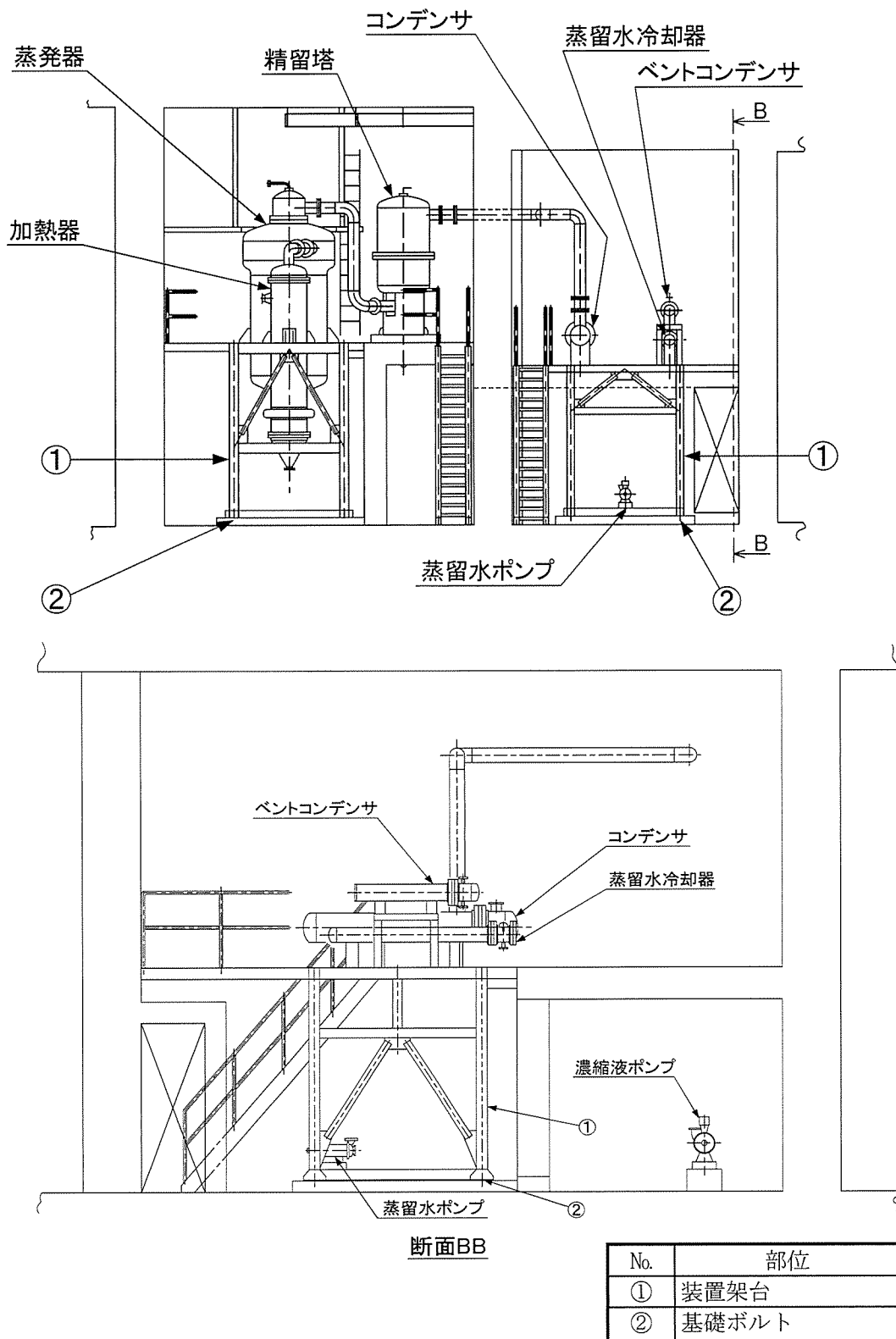
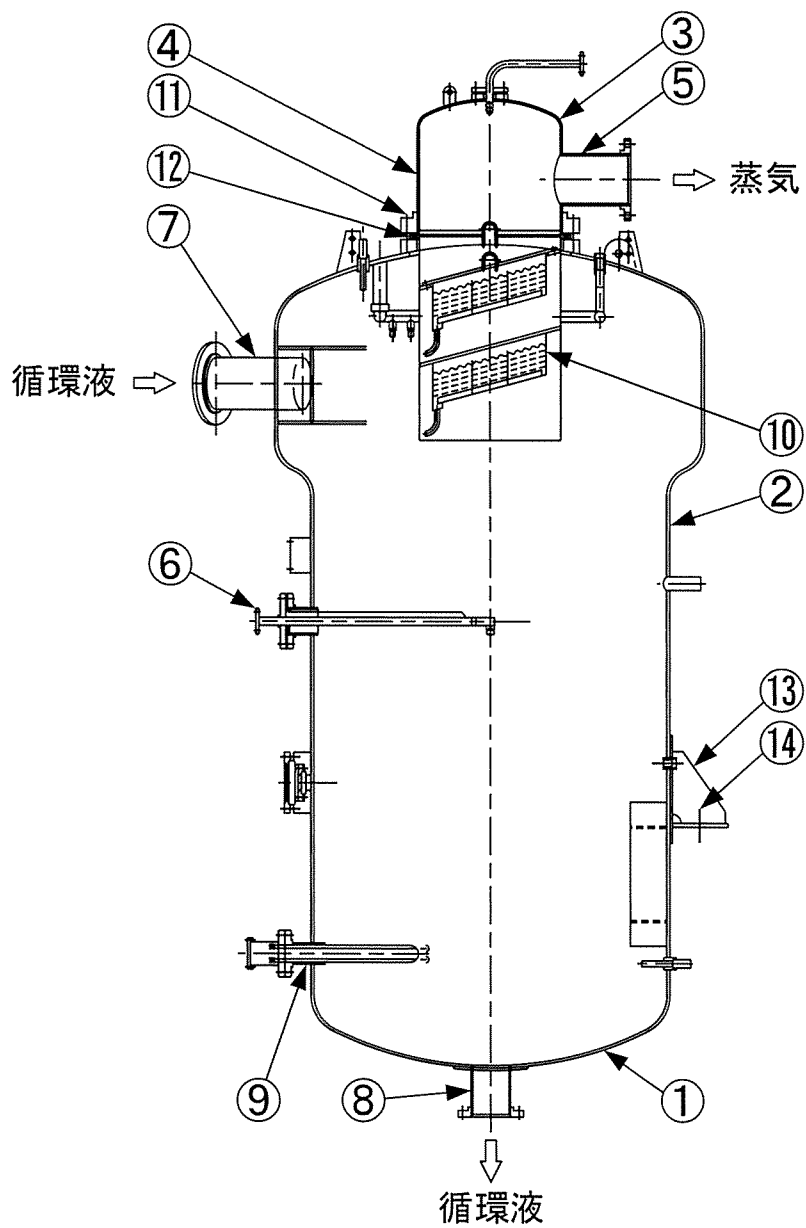
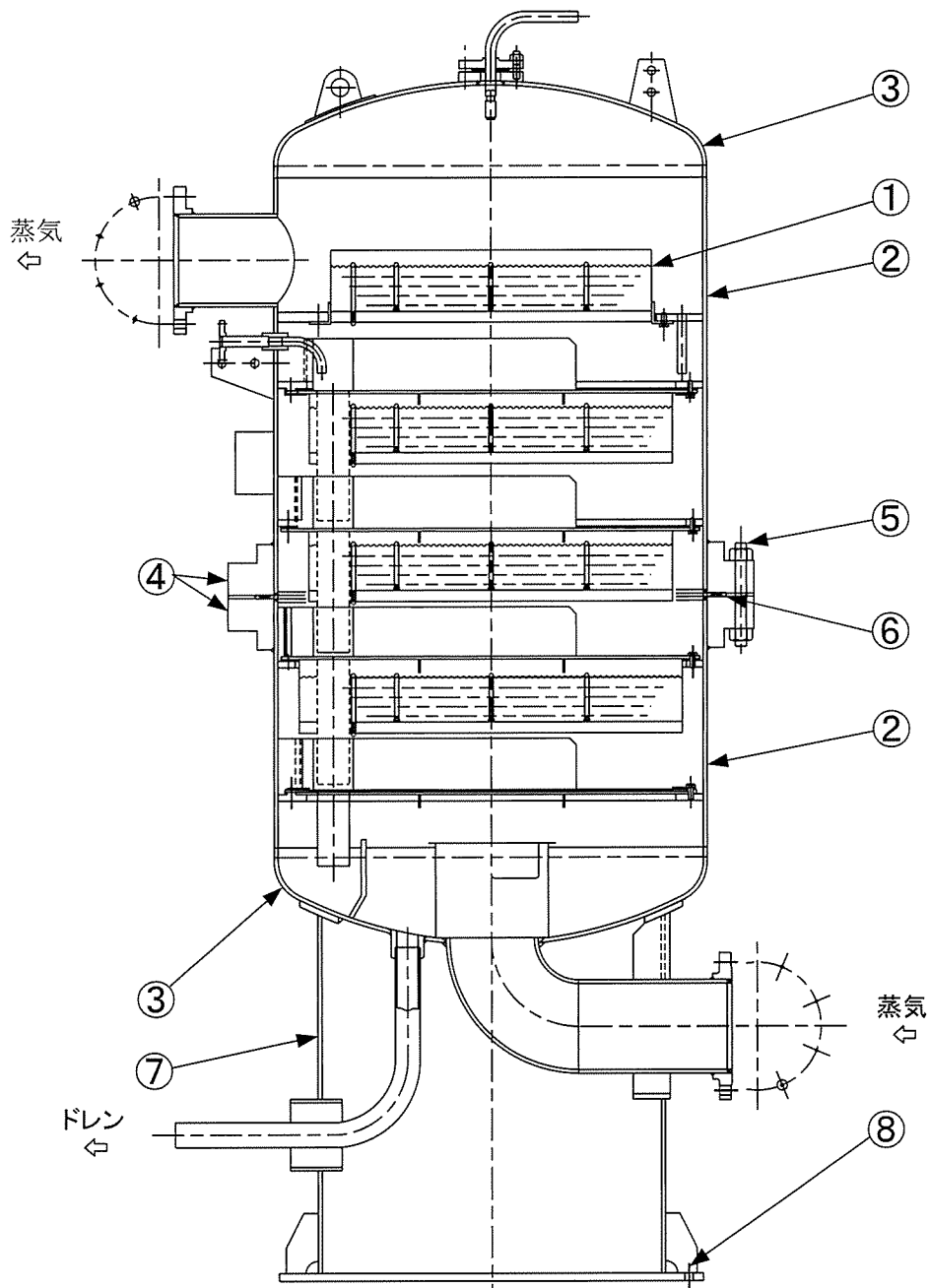


図2.1-2 伊方3号炉 廃液蒸発装置 全体構造図



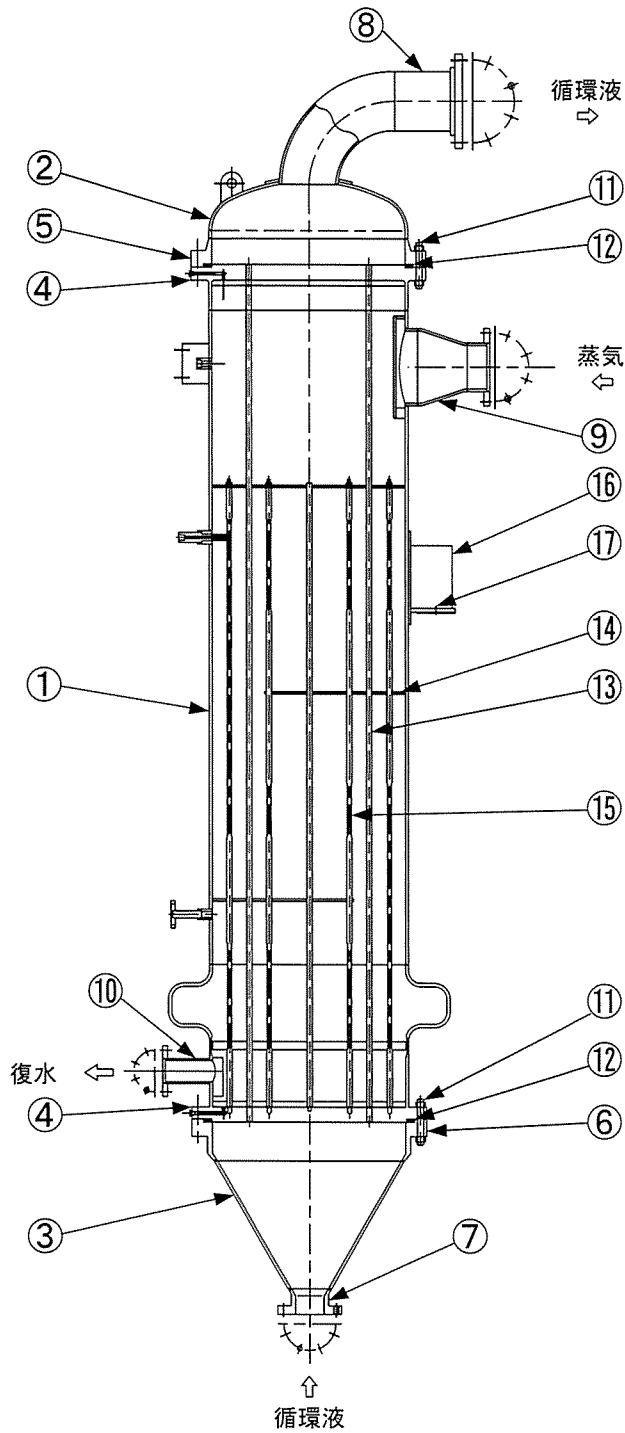
No.	部位	No.	部位
①	鏡板	⑧	循環液出口管台
②	胴板	⑨	電気ヒータ管台
③	蒸気室鏡板	⑩	デミスタ
④	蒸気室胴板	⑪	フランジボルト
⑤	蒸気出口管台	⑫	ガスケット
⑥	処理液入口管台	⑬	支持脚
⑦	循環液入口管台	⑭	取付ボルト

図2.1-3 伊方3号炉 廃液蒸発装置 蒸発器 構造図



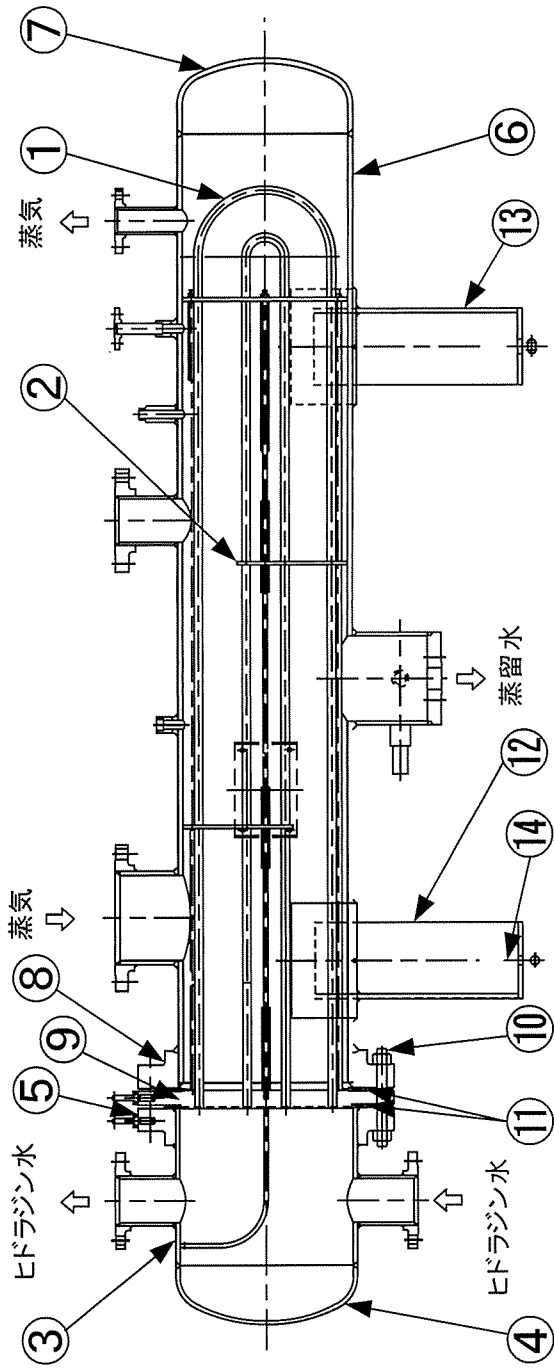
No.	部位	No.	部位
①	デミスタ	⑤	フランジボルト
②	胴板	⑥	ガスケット
③	鏡板	⑦	スカート
④	胴フランジ	⑧	基礎ボルト

図2.1-4 伊方3号炉 廃液蒸発装置 精留塔 構造図



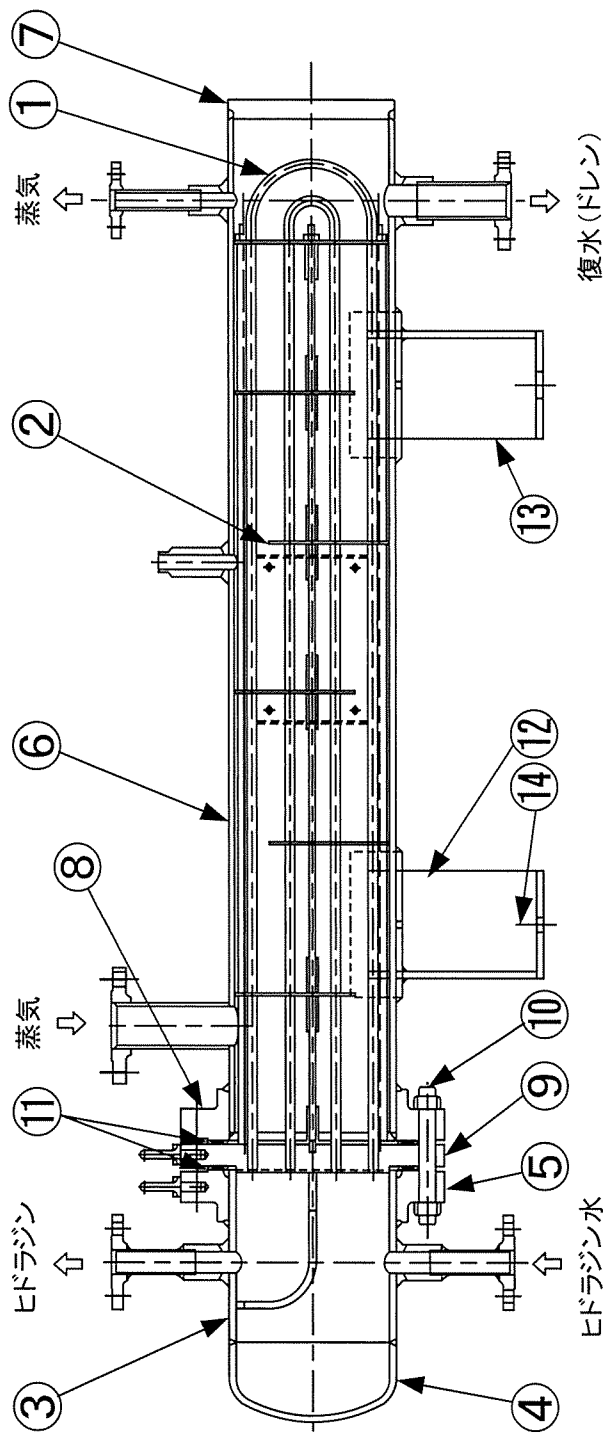
No.	部位
①	胴側胴板
②	鏡板
③	円すい胴板
④	管板
⑤	上部フランジ
⑥	下部フランジ
⑦	循環液入口管台
⑧	循環液出口管台
⑨	蒸気入口管台
⑩	復水出口管台
⑪	フランジボルト
⑫	ガスケット
⑬	伝熱管
⑭	邪魔板
⑮	支持棒
⑯	支持脚
⑰	取付ボルト

図2.1-5 伊方3号炉 廃液蒸発装置 加熱器 構造図



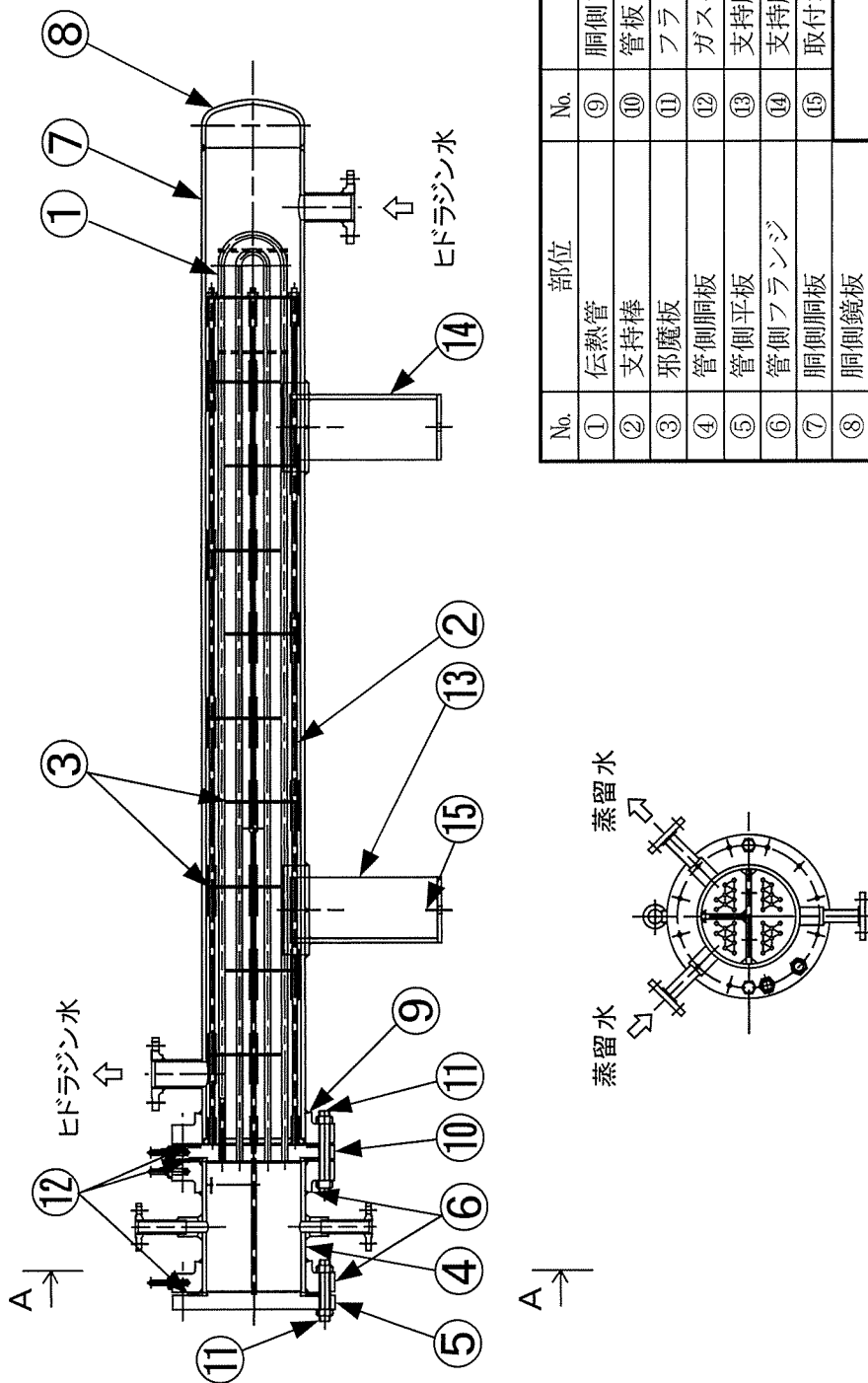
No.	部位	No.	部位
①	伝熱管	⑧	胴側フランジ
②	邪魔板	⑨	管板
③	管側胴板	⑩	フランジボルト
④	管側鏡板	⑪	ガスケット
⑤	管側フランジ	⑫	支持脚
⑥	胴側胴板	⑬	支持脚 (スライド脚)
⑦	胴側鏡板	⑭	取付ボルト

図2.1-6 伊方3号炉 廃液蒸発装置 コンデンサ 構造図



No.	部位	No.	部位
①	伝熱管	⑧	胴側フランジ
②	邪魔板	⑨	管板
③	管側胴板	⑩	フランジボルト
④	管側鏡板	⑪	ガスケット
⑤	管側フランジ	⑫	支持脚
⑥	胴側胴板	⑬	支持脚 (スライド脚)
⑦	胴側平板	⑭	取付ボルト

図2.1-7 伊方3号炉 廃液蒸発装置 ベントコンデンサ 構造図



No.	部位	No.	部位
①	伝熱管	⑨	胴側フランジ
②	支持棒	⑩	管板
③	邪魔板	⑪	フランジボルト
④	管側胴板	⑫	ガスケット
⑤	管側平板	⑬	支持脚
⑥	管側フランジ	⑭	支持脚 (スライド脚)
⑦	胴側胴板	⑮	取付ボルト
⑧	胴側鏡板		

図2.1-8 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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
⑨	基礎ボルト

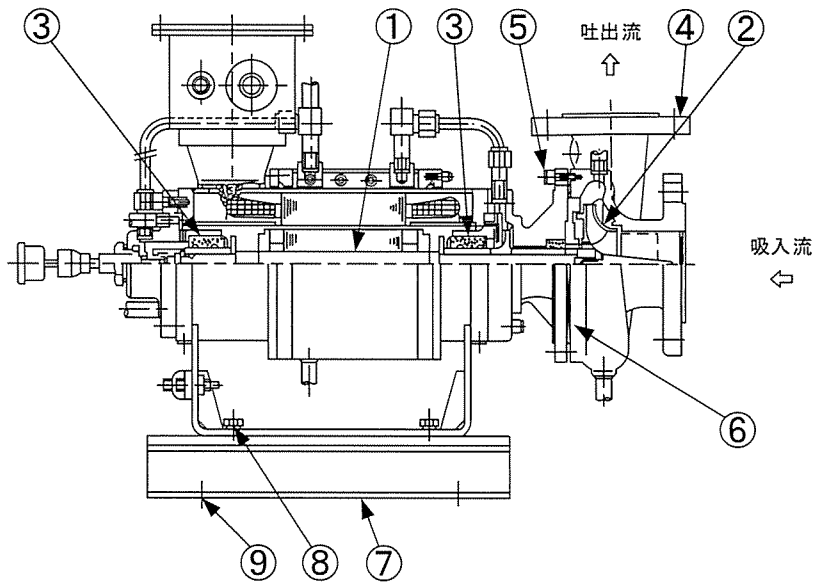


図2.1-9 伊方3号炉 廃液蒸発装置 濃縮液ポンプ 構造図

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

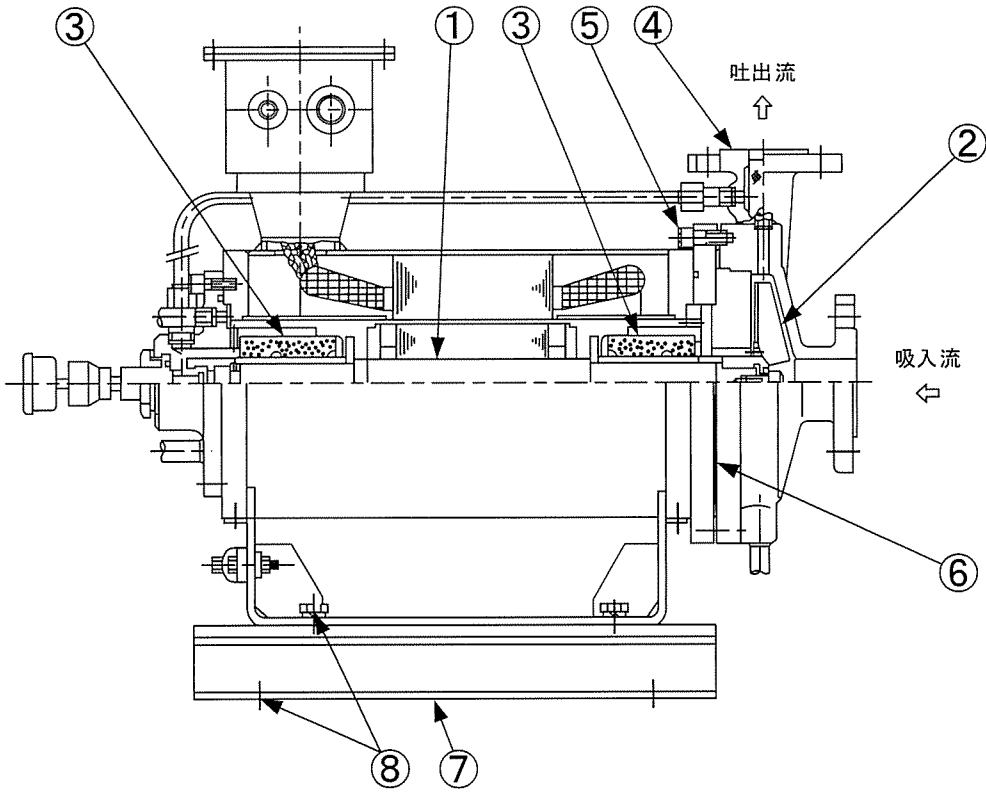


図2.1-10 伊方3号炉 廃液蒸発装置 蒸留水ポンプ 構造図

表2.1-1(1/3) 伊方3号炉 廃液蒸発装置主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
蒸発器	鏡板	ステンレス鋼
	胴板	ステンレス鋼
	蒸気室鏡板	ステンレス鋼
	蒸気室胴板	ステンレス鋼
	蒸気出口管台	ステンレス鋼
	処理液入口管台	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
	デミスタ	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
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
	基礎取付ボルト	炭素鋼
加熱器	胴側胴板	炭素鋼
	鏡板	ステンレス鋼
	円すい胴板	ステンレス鋼
	管板	ステンレス鋼
	上部フランジ	ステンレス鋼
	下部フランジ	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	炭素鋼鋳鋼
	復水出口管台	炭素鋼鋳鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	伝熱管	ステンレス鋼
	邪魔板	ステンレス鋼
	支持棒	ステンレス鋼
	支持脚	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-1(2/3) 伊方3号炉 廃液蒸発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
	邪魔板	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	炭素鋼
ベントコンデンサ	伝熱管	ステンレス鋼
	邪魔板	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
	胴側平板	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	炭素鋼

表2.1-1(3/3) 伊方3号炉 廃液蒸発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
	支持棒	炭素鋼
	邪魔板	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
	胴側鏡板	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
	基礎ボルト	炭素鋼
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	ステンレス鋼配管	ステンレス鋼（廃液ライン）
	炭素鋼配管	炭素鋼（蒸気ライン）
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
架台	架台	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2. 1-2(1/2) 伊方3号炉 廃液蒸発装置の使用条件

構成機器	項目	管側	胴側
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、蒸気
精留塔	最高使用圧力	—	約0.1 MPa[gage]
	最高使用温度	—	約150℃
	内部流体	—	蒸気、蒸留水
加熱器	最高使用圧力	約0.1MPa[gage]	約0.9MPa[gage]
	最高使用温度	約150℃	約185℃
	内部流体	廃液（循環液）	蒸気、復水
コンデンサ	最高使用圧力	約1.4MPa[gage]	約0.1MPa[gage]
	最高使用温度	約95℃	約150℃
	内部流体	ヒドラジン水	蒸気、復水（ドレン）
ベントコンデンサ	最高使用圧力	約1.4MPa[gage]	約0.1MPa[gage]
	最高使用温度	約95℃	約150℃
	内部流体	ヒドラジン水	蒸気、復水（ドレン）
蒸留水冷却器	最高使用圧力	約1.0MPa[gage]	約1.4MPa[gage]
	最高使用温度	約150℃	約95℃
	内部流体	蒸留水	ヒドラジン水

表2.1-2(2/2) 伊方3号炉 廃液蒸発装置の使用条件

構成機器	項目	使用条件
濃縮液ポンプ	最高使用圧力	約1.0MPa[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1.0MPa[gage]
	最高使用温度	約150℃
	内部流体	蒸留水
配管	最高使用圧力	廃液ライン：約1.0MPa[gage]
		蒸気ライン：約0.9MPa[gage]
	最高使用温度	廃液ライン：約150℃
		蒸気ライン：約185℃
	内部流体	廃液ライン：廃液、蒸留水
		蒸気ライン：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

廃液蒸発装置の機能である濃縮減容機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 濃縮減容機能の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化上着目すべき経年劣化事象

廃液蒸発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）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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2.2-2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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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。

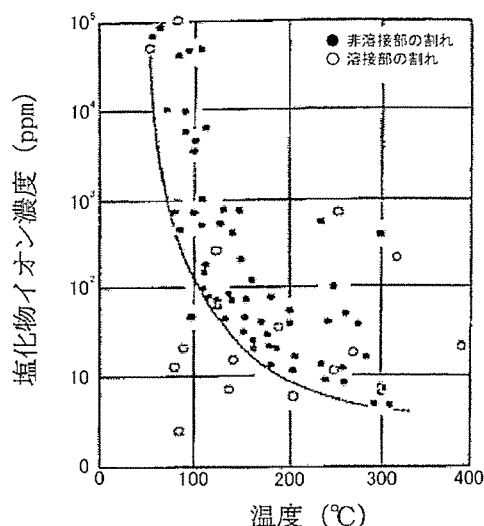
上記の1)または2)に該当する事象であるが保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ

蒸発器胴側、加熱器管側、濃縮液ポンプおよびステンレス鋼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105℃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、材料および残留応力の3つが考えられる。腐食環境としては、塩化物イオン濃度および流体温度が支配的であり、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：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、蒸発器胴側、加熱器管側、濃縮液ポンプおよ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また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) 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ

加熱器、コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器の伝熱管は伝熱管振動により摩耗およ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、摩耗および高サイクル疲労割れが発生しがたい環境である。

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確認等により、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）

加熱器、コンデンサ、ベントコンデンサおよ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しがたい環境である。

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確認等により、機器の健全性を確認している。

(4) 伝熱管のスケール付着

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、開放点検時の清掃や運転中の処理流量および温度等のパラメータ監視により、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。

加熱器胴側は胴側流体、コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器は管側およ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、またはヒドラジン水（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がたい環境である。

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、開放点検時の清掃や運転中の処理流量およ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。

(5) 加熱器胴側胴板の外側からの腐食（全面腐食）

加熱器の胴側胴板は炭素鋼であり、外側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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態を確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

(6) 加熱器胴側胴板の内側からの腐食（流れ加速型腐食）

加熱器の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がたい。

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。

(7) 炭素鋼耐圧構成品等の腐食（全面腐食）

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および支持棒は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

一方、内面および支持棒については内部流体がヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、腐食が発生しがたい環境である。

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等により、機器の健全性を確認している。

(8) 配管の腐食（エロージョン）〔炭素鋼配管〕

蒸気、凝縮水が流れる炭素鋼配管では、高減圧部で流速が大きくなるため、エロージョンにより減肉が想定される。

エロージョンによる減肉は、個々の肉厚測定結果による進展評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難である。

しかしながら、「2次系配管肉厚の管理指針*」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、減肉の管理を実施することにより機能を維持している。

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。

*：「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針（PWR）」（平成2年5月）に従い、社内管理方法を定めたもの。

(9) 主軸の摩耗

すべり軸受を使用している濃縮液ポンプおよ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等により、機器の健全性を確認している。

(10) 主軸の高サイクル疲労割れ

濃縮液ポンプおよび蒸留水ポンプは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がないことの触診による確認）、試運転時および機能確認時における振動確認（変位、速度、加速度の測定等）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。

(11) 羽根車の腐食（キャビテーション）

濃縮液ポンプおよ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およ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等により、機器の健全性を確認している。

(12) フランジボルトおよびケーシングボルトの腐食（全面腐食）

フランジボルトおよ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がたい。

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。

(13) 支持脚等の腐食（全面腐食）

支持脚、架台、スカート、台板およ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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(14) 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）

コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器は横置きであり、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、長期間の使用により、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。

(15) 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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

2.2.4 消耗品

ガスケットおよび軸受（すべり）は開放点検時または分解点検時、もしくは、巡視点検または振動診断の結果に基づき取り替える消耗品であり、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2.2-2(1/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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					
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他			
濃縮減容機能の確保	デミスタ		ステンレス鋼										
	鏡板		ステンレス鋼				△						
	胴板		ステンレス鋼				△						
	蒸気室鏡板		ステンレス鋼										
	蒸気室胴板		ステンレス鋼										
	蒸気出口管台		ステンレス鋼										
	処理液入口管台		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						△				
バウンダリの維持	フランジボルト		低合金鋼						△				
	ガスケット	◎	-										
	支持脚		炭素鋼						△				
	取付ボルト		炭素鋼						△				
機器の支持													

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(2/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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				
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他		
濃縮減容機能の確保	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									
バウンダリの維持	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				△					
	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(3/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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・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									
	支持棒		ステンレス鋼									
	胴側胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)*2							
	鏡板		ステンレス鋼				△					
	円すい胴板		ステンレス鋼				△					
	管板		ステンレス鋼				△					
	上部フランジ		ステンレス鋼				△					
	下部フランジ		ステンレス鋼				△					
	循環液入口管台		ステンレス鋼				△					
バウンダリの維持	循環液出口管台		ステンレス鋼				△					
	蒸気入口管台		炭素鋼鋳鋼		△(外面) △(内面)*2							
	復水出口管台		炭素鋼鋳鋼		△(外面) △(内面)*2							
	フランジボルト		低合金鋼		△							
	ガスケット	◎	—									
	支持脚		炭素鋼		△							
	取付ボルト		炭素鋼		△							
	機器の支持											

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(4/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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・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								
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)						
	胴側鏡板		ステンレス鋼								
	胴側胴板		ステンレス鋼								
	胴側フランジ		ステンレス鋼								
機器の支持	管板		ステンレス鋼								
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚 (スライド脚)		炭素鋼		△ ^{*1} △						
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(5/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 ベント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・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									
	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									
	胴側平板		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		△							
機器の支持	ガスケット	◎	—									
	支持脚		炭素鋼		△							
	支持脚 (スライド脚)		炭素鋼	△ △*1								
	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(6/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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・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	
	支持棒		炭素鋼		△						
	邪魔板		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)						
	胴側鏡板		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		△ ^{*1} △						
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(7/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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}					
バウンダリの維持	軸受(すべり)	◎	—									
	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				△					
	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(8/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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：キヤビテーション
	羽根車		ステンレス鋼鋳鋼				△ ^{*2}						
バウンダリの維持	軸受 (すべり)	◎	—										
	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(9/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 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	ステンレス銅配管		ステンレス鋼				△					*1：エロージョン
	炭素銅配管		炭素鋼		△*1							
	フレンジボルト		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(10/10) 伊方3号炉 廃液蒸発装置 架台に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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					
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他			
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）

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 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ではない事象

2.2.3の1)または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。

3.1.1 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ

蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器の伝熱管は伝熱管振動により摩耗およ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、摩耗および高サイクル疲労割れが発生しがたい環境である。

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確認等により、機器の健全性を確認している。

3.1.2 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）

蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサおよ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しがたい環境である。

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確認等により、機器の健全性を確認している。

3.1.3 伝熱管のスケール付着

蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器は管側およ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1次冷却材、蒸気、蒸留水またはヒドラジン水（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がたい環境である。

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、開放点検時の清掃や運転中の処理流量およ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。

3.1.4 蒸発器蒸気室鏡板等の外面からの腐食（全面腐食）

蒸発器蒸気室鏡板、胴板、予熱器胴側鏡板および胴板は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

3.1.5 蒸発器蒸気室鏡板等の内面からの腐食（流れ加速型腐食）

蒸発器蒸気室鏡板、胴板、予熱器胴側鏡板および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がたい。

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。

3.1.6 炭素鋼耐圧構成品等の腐食（全面腐食）

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および支持棒は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

一方、内面および支持棒については内部流体がヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、腐食が発生しがたい環境である。

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等により、機器の健全性を確認している。

3.1.7 配管の腐食（エロージョン）〔炭素鋼配管〕

蒸気、凝縮水が流れる炭素鋼配管では、高減圧部で流速が大きくなるため、エロージョンにより減肉が想定される。

エロージョンによる減肉は、個々の肉厚測定結果による進展評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難である。

しかしながら、「2次系配管肉厚の管理指針*」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、減肉の管理を実施することにより機能を維持している。

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。

*：「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針（PWR）」（平成2年5月）に従い、社内管理方法を定めたもの。

3.1.8 主軸の摩耗

すべり軸受を使用している濃縮液ポンプおよ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等により、機器の健全性を確認している。

3.1.9 主軸の高サイクル疲労割れ

濃縮液ポンプおよび蒸留水ポンプは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がないことの触診による確認）、試運転時および機能確認時における振動確認（変位、速度、加速度の測定等）により、機器の健全性を確認している。

3.1.10 羽根車の腐食（キャビテーション）

濃縮液ポンプおよ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およ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等により、機器の健全性を確認している。

3.1.11 フランジボルトおよびケーシングボルトの腐食

フランジボルトおよ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がたい。

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。

3.1.12 支持脚等の腐食（全面腐食）

支持脚、架台、台板およ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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.13 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）

蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサおよび蒸留水冷却器は横置きであり、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、長期間の使用により、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。

3.1.14 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

7 水素再結合装置

[対象機器]

- ① 静的触媒式水素再結合装置
- ② イグナイタ
- ③ 水素再結合装置

目次

1.	技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1	グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	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ではない事象	9

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている水素再結合装置の主な仕様を表1-1に示す。

これらの水素再結合装置を型式の観点から、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および結果

表1-1に示す水素再結合装置については、1つのグループとして分類される。

1.2 代表機器の選定

このグループには、静的触媒式水素再結合装置、イグナイタおよび水素再結合装置が属するが、重要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 伊方3号炉 水素再結合装置の主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定	
		重要度*1	運転状態	使用条件 最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)	代表機器	選定理由
水素再結合装置	静的触媒式水素再結合装置 (5)	重*2	一時	—	500*3	◎	重要度
	イグナイタ (13)	重*2	一時	約0.5	約150		
	水素再結合装置 (1)	高*4	一時	約0.98	約1650*5		

*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およ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。

*4：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

*5：反応器の使用条件を示す。

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再結合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、材料および使用条件

2.1.1 静的触媒式水素再結合装置

(1) 構造

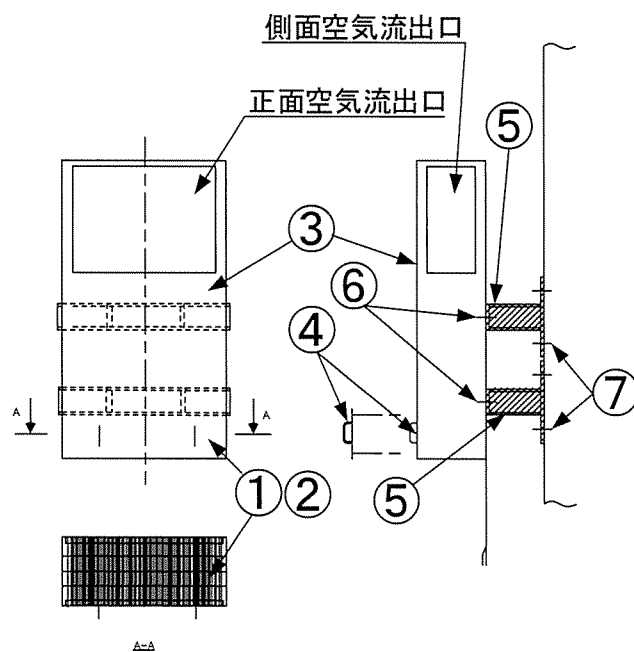
伊方3号炉の静的触媒式水素再結合装置は触媒式であり、触媒プレートには母材として高耐熱性ステンレス鋼、触媒として白金系金属を使用しており、原子炉格納容器内（5箇所）に設置されている。

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。

伊方3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) 材料および使用条件

伊方3号炉の静的触媒式水素再結合装置の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	触媒プレート (母材)
②	触媒プレート (触媒)
③	ハウジングケース
④	引出し
⑤	架台
⑥	取付ボルト
⑦	基礎ボルト (ケミカルアンカ)

図2. 1-1 伊方 3号炉 静的触媒式水素再結合装置構造図

表2.1-1 伊方3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
ハウジングケース	ステンレス鋼
引出し	ステンレス鋼
架台	炭素鋼
取付ボルト	ステンレス鋼
基礎ボルト（ケミカルアンカ）	炭素鋼、樹脂

表2.1-2 伊方3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	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達成に必要な項目としては、次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、材料および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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、機能・性能試験時の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) 架台の腐食（全面腐食）

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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(3) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）および樹脂の劣化

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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

表2.2-1 伊方3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 *2:樹脂の劣化
	触媒プレート (触媒)		白金系金属								△ ^{*1}		
流路の確保	ハウジングケース		ステンレス鋼										
	引出し		ステンレス鋼										
機器の支持	架台		炭素鋼				△						
	取付ボルト		ステンレス鋼										
	基礎ボルト(ケミカルアンカ)		炭素鋼、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

本章では第2章で実施した代表機器の技術評価結果について、第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 イグナイタ
- ② 水素再結合装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3の1)または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。

3.1.1 ヒータエレメントの導通不良 [共通]

発熱線等はヒータON-OFF時に発生する熱伸縮により繰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、機能確認時の目視確認や抵抗測定により、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。

3.1.2 ヒータエレメントの絶縁低下 [共通]

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急激に絶縁低下の進行がしがたい。

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、機能確認時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。

3.1.3 端子台の絶縁低下 [共通]

端子台の絶縁物は無機質であり、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がたい。

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、機能確認時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。

3.1.4 架台および取付ボルトの腐食 [共通]

架台および取付ボルトは炭素鋼または低合金鋼であり、腐食が想定される。

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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.5 基礎ボルトの腐食 [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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

8 セメント固化設備

[対象機器]

- ① 濃縮器加熱器
- ② 濃縮器蒸発缶
- ③ 濃縮器ミストセパレータ
- ④ 濃縮器コンデンサ
- ⑤ 濃縮器循環ポンプ
- ⑥ 予備濃縮液タンク
- ⑦ 濃縮液タンク
- ⑧ 耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管
- ⑨ 炭素鋼配管
- ⑩ オフガス加熱管

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 セメント固化設備全体構成	1
1.2 グループ化の考え方および結果	3
1.3 代表機器の選定	3
2. 代表機器の技術評価	5
2.1 構造、材料および使用条件	5
2.2 経年劣化事象の抽出	25
3. 代表機器以外への展開	40
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	40

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

1.1 セメント固化設備全体構成

伊方3号炉のセメント固化設備は、発生する濃縮廃液、洗浄排水濃縮廃液等をセメント固化体（固体廃棄物）にする機能を有している。

セメント固化設備の処理概要、系統構成を以下に示す。

濃縮廃液を所定量受入れた後、Na/Bモル比を調整し濃縮器にて予備濃縮させる。

予備濃縮後の廃液を前処理剤と反応させ、脱水機を用いてほう酸カルシウム塩（脱水ケーキ）と上澄水の固液分離を行う。

分離された、脱水ケーキおよび濃縮液タンクに貯蔵されている濃縮廃液、洗浄排水濃縮液等を混練機にて混練し、ドラム缶に充てんする。

なお、上澄水はモル比調整後に再濃縮させる。

セメント固化設備の全体構成図を図1-1に示す。

また、伊方3号炉で使用されているセメント固化設備の構成機器の主な仕様を表1-1に示す。

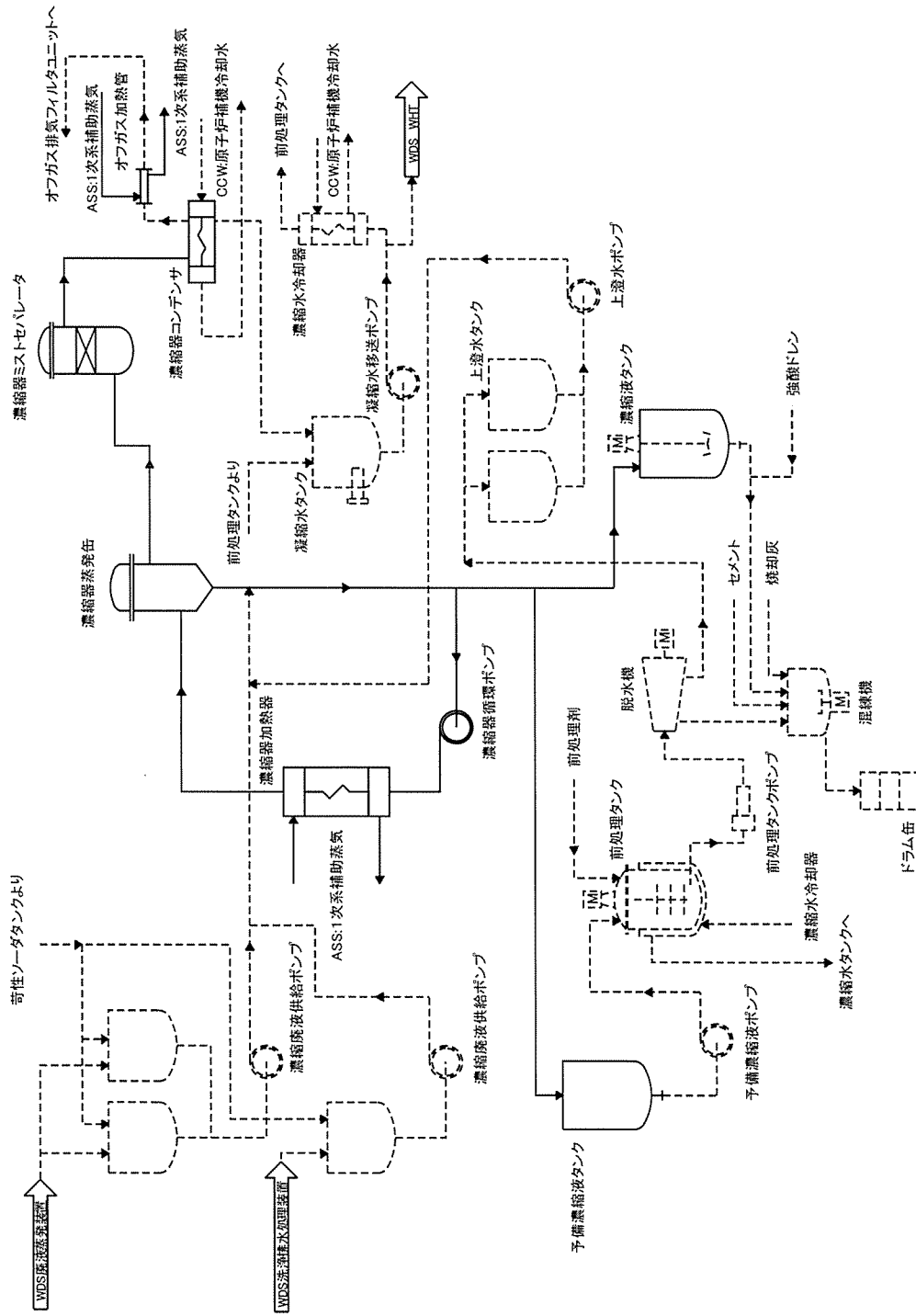


図1-1 伊方3号炉 セメント固化設備 全体構成

1.2 グループ化の考え方および結果

表1-1に示す構成機器について、型式および材料を分離基準として考えると、合計8つのグループに分類される。

1.3 代表機器の選定

(1) 熱交換器（たて置直管式）

このグループには濃縮器加熱器のみが属するため、濃縮器加熱器を代表機器とする。

(2) 熱交換器（よこ置U字管式）

このグループには濃縮器コンデンサのみが属するため、濃縮器コンデンサを代表機器とする。

(3) 容器（蒸発缶、ミストセパレータ）

このグループには濃縮器蒸発缶および濃縮器ミストセパレータが属するが、内部流体が濃縮廃液であり使用条件が厳しい濃縮器蒸発缶を代表機器とする。

(4) 容器（タンク（たて置円筒形））

このグループには予備濃縮液タンクおよび濃縮液タンクが属するが、容量の大きい予備濃縮液タンクを代表機器とする。

(5) ポンプ（キャンドポンプ）

このグループには濃縮器循環ポンプのみが属するため、濃縮器循環ポンプを代表機器とする。

(6) 耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管

このグループには耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管のみが属するため、耐食耐熱合金鋼・ステンレス鋼配管を代表機器とする。

(7) 炭素鋼配管

このグループには炭素鋼配管のみが属するため、炭素鋼配管を代表機器とする。

(8) オフガス加熱管

このグループにはオフガス加熱管のみが属するため、オフガス加熱管を代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 セメント固化設備 構成機器の主な仕様

分離基準			機器名称(台数)	選定基準				代表機器の選定		
機能	型式	流体		容量	重要度 ^{*1}	運転状態	使用条件		代表機器	選定理由
							最高使用圧力 (MPa [gauge])	最高使用温度 (°C)		
熱交換器	たて置直管形	管側：濃縮廃液 胴側：蒸気	濃縮器加熱器 (1)	—	高 ^{*2}	一時	管側：約1.0 胴側：約0.9	管側：約120 胴側：約185	◎	
	よこ置U字管形	管側：ヒドラジン水 胴側：凝縮水	濃縮器コondenサ (1)	—	高 ^{*2}	一時	管側：約1.4 胴側：約0.1	管側：約95 胴側：約120	◎	
容器	蒸発缶、ミストセパレータ	濃縮廃液、蒸気	濃縮器蒸発缶 (1)	—	高 ^{*2}	一時	約0.1	約120	◎	内部流体
	タンク (たて置円筒形)	蒸気	濃縮器ミストセパレータ (1)	—	高 ^{*2}	一時	約0.1	約120		
ポンプ	キャンドポンプ	濃縮廃液	予備濃縮液タンク (1)	10m ³	高 ^{*2}	一時	大気圧	約120	◎	容量
			濃縮液タンク (1)	1m ³	高 ^{*2}	一時	大気圧	約120		
配管	—	濃縮廃液	濃縮器循環ポンプ (1)	—	高 ^{*2}	一時	約1.0	約120	◎	
		濃縮廃液、蒸気	耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管	—	高 ^{*2}	一時	約0.9～約1.0	約120～約185	◎	
		蒸気	炭素鋼配管	—	高 ^{*2}	一時	約0.9	約185	◎	
		管側：オフガス 胴側：蒸気	オフガス加熱管	—	高 ^{*2}	一時	管側：大気圧 胴側：約0.9	管側：約95 胴側：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、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の8つの機器について技術評価を実施する。

- ① 濃縮器加熱器
- ② 濃縮器コンデンサ
- ③ 濃縮器蒸発缶
- ④ 予備濃縮液タンク
- ⑤ 濃縮器循環ポンプ
- ⑥ 耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管
- ⑦ 炭素鋼配管
- ⑧ オフガス加熱管

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 濃縮器加熱器

(1) 構造

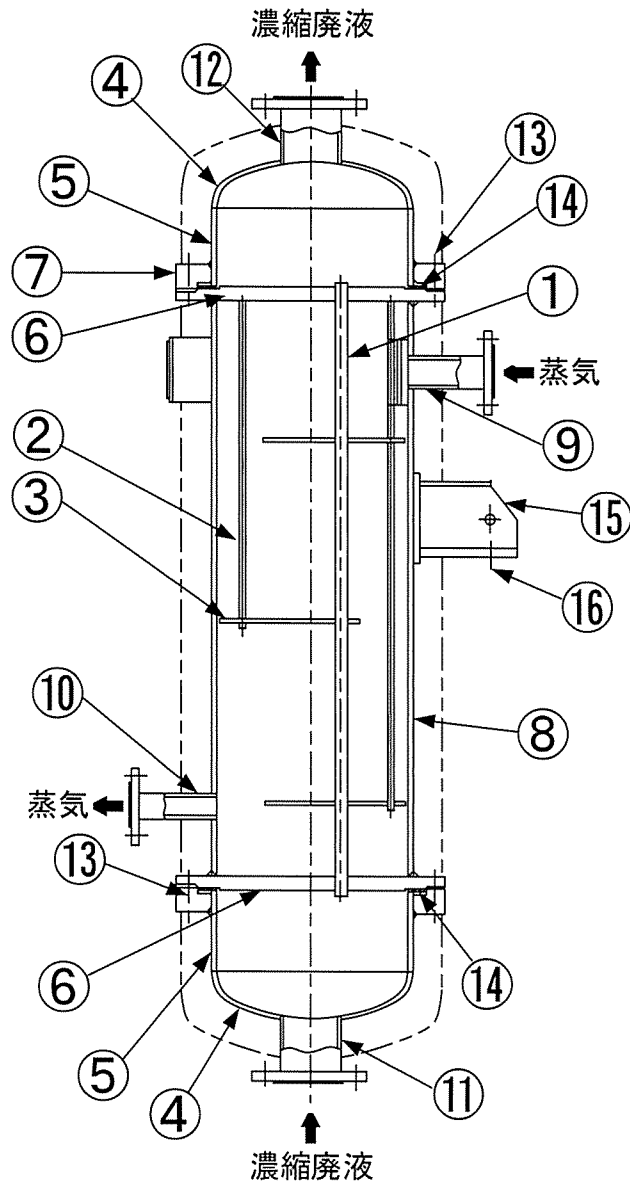
伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器加熱器は、高さ約1.8m、胴外径約0.4mのたて置直管形熱交換器であり、1台設置されている。

伝熱管には耐食耐熱合金鋼を使用しており、濃縮液、蒸気に接液している。管側耐圧構成品には耐食耐熱合金鋼を使用しており、濃縮廃液に接液している。胴側耐圧構成品には炭素鋼を使用しており、蒸気に接している。

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器加熱器の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器加熱器の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位	No.	部位
①	伝熱管	⑨	蒸気入口管台
②	タイロッド	⑩	復水出口管台
③	バップル	⑪	循環液入口管台
④	管側鏡板	⑫	循環液出口管台
⑤	管側胴板	⑬	フランジボルト
⑥	管板	⑭	ガスケット
⑦	管側フランジ	⑮	支持脚
⑧	胴側胴板	⑯	取付ボルト

図2.1-1 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器加熱器 構造図

表2.1-1 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器加熱器主要部位の使用材料

部位	材料
伝熱管	耐食耐熱合金鋼
タイロッド	ステンレス鋼
バップル	炭素鋼
管側鏡板	耐食耐熱合金鋼
管側胴板	耐食耐熱合金鋼
管板	耐食耐熱合金鋼
管側フランジ	ステンレス鋼 (耐食耐熱合金鋼内張り)
胴側胴板	炭素鋼
蒸気入口管台	炭素鋼
復水出口管台	炭素鋼
循環液入口管台	耐食耐熱合金鋼
循環液出口管台	耐食耐熱合金鋼
フランジボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
支持脚	炭素鋼
取付ボルト	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器加熱器の使用条件

	管側	胴側
最高使用圧力	約1.0MPa[gage]	約0.9MPa[gage]
最高使用温度	約120℃	約185℃
内部流体	濃縮廃液	蒸気

2.1.2 濃縮器コンデンサ

(1) 構造

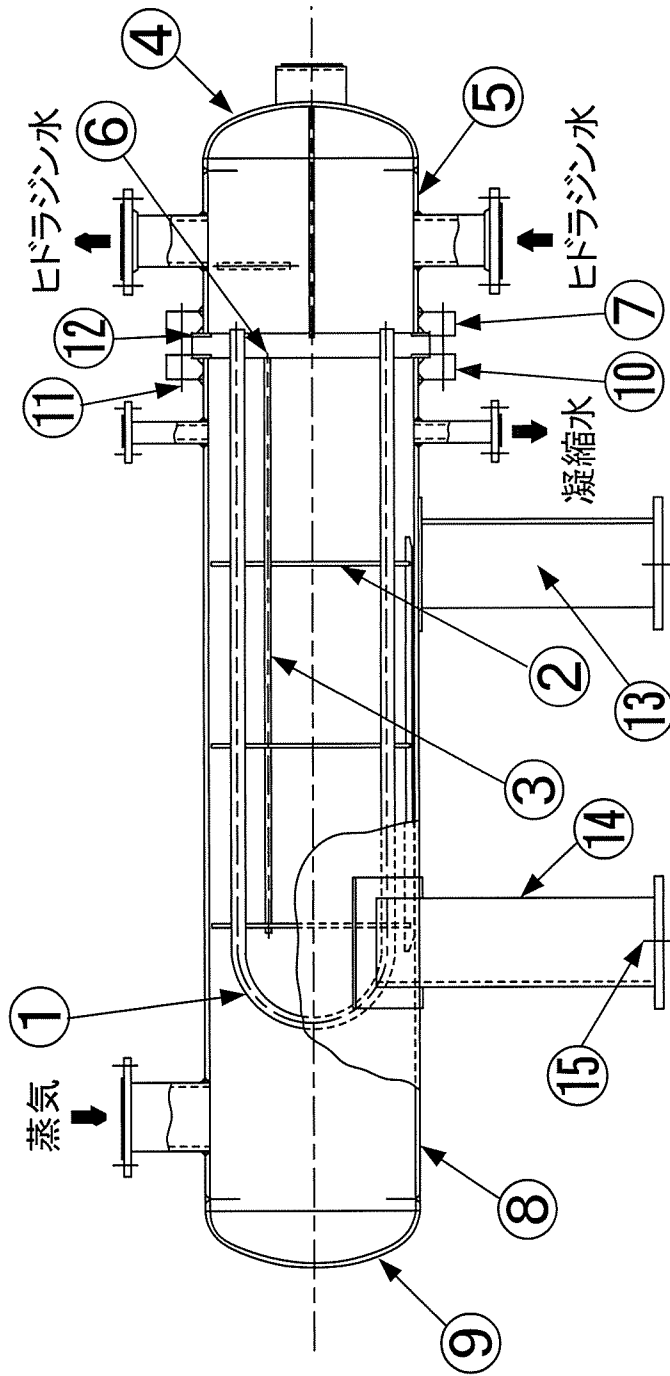
伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器コンデンサは、長さ約2.0m、胴外径約0.4mのよこ置U字管形熱交換器であり、1台設置されている。

伝熱管にはステンレス鋼を使用しており、ヒドラジン水、凝縮水に接液している。管側耐圧構成品にはステンレス鋼を使用しており、ヒドラジン水に接液している。胴側耐圧構成品にはステンレス鋼を使用しており、凝縮水に接液している。

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器コンデンサの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器コンデンサの使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



No.	部位	No.	部位
①	伝熱管	⑨	胴側鏡板
②	バツフル	⑩	胴側フランジ
③	タイロッド	⑪	フランジボルト
④	管側鏡板	⑫	ガスケット
⑤	管側胴板	⑬	支持脚
⑥	管板	⑭	支持脚 (スライド)
⑦	管側フランジ	⑮	取付ボルト
⑧	胴側胴板		

図2.1-2 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器コンデンサ構造図

表2.1-3 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器コンデンサ主要部位の使用材料

部位	材料
伝熱管	ステンレス鋼
バッフル	ステンレス鋼
タイロッド	ステンレス鋼
管側鏡板	ステンレス鋼
管側胴板	ステンレス鋼
管板	ステンレス鋼
管側フランジ	ステンレス鋼
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
フランジボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
支持脚	炭素鋼
支持脚（スライド）	炭素鋼
取付ボルト	炭素鋼

表2.1-4 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器コンデンサの使用条件

	管側	胴側
最高使用圧力	約1.4MPa[gage]	約0.1MPa[gage]
最高使用温度	約95℃	約120℃
内部流体	ヒドラジン水	凝縮水

2.1.3 濃縮器蒸発缶

(1) 構造

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器蒸発缶は、高さ約2.2m、胴外径約0.6mのたて置円筒形であり、1台設置されている。

胴板（下部）および円すい胴板には耐食耐熱合金鋼を使用しており、濃縮廃液に接液している。胴板（上部）および鏡板にはステンレス鋼を使用しており、蒸気に接している。

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器蒸発缶の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器蒸発缶の使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。

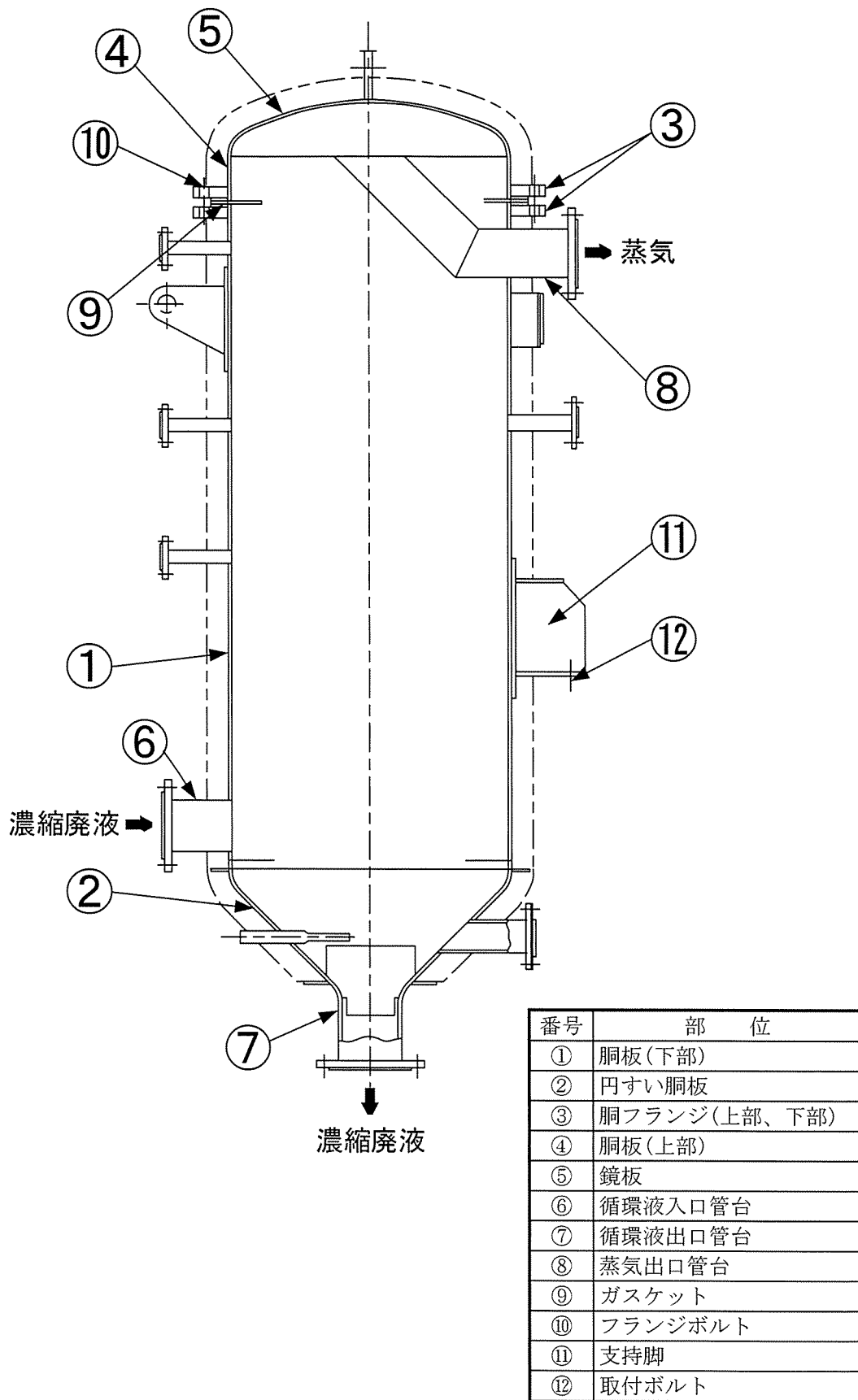


図2.1-3 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器蒸発缶構造図

表2.1-5 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器蒸発缶主要部位の使用材料

部位	材料
胴板(下部)	耐食耐熱合金鋼
円すい胴板	耐食耐熱合金鋼
胴フランジ(上部、下部)	ステンレス鋼
胴板(上部)	ステンレス鋼
鏡板	ステンレス鋼
循環液入口管台	耐食耐熱合金鋼
循環液出口管台	耐食耐熱合金鋼
蒸気出口管台	耐食耐熱合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
フランジボルト	炭素鋼
支持脚	炭素鋼
取付ボルト	炭素鋼

表2.1-6 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器蒸発缶の使用条件

容量 (水蒸気蒸発量)	約400kg/h (669m ³ /h)
最高使用圧力	約0.1MPa [gage]
最高使用温度	約120℃

2.1.4 予備濃縮液タンク

(1) 構造

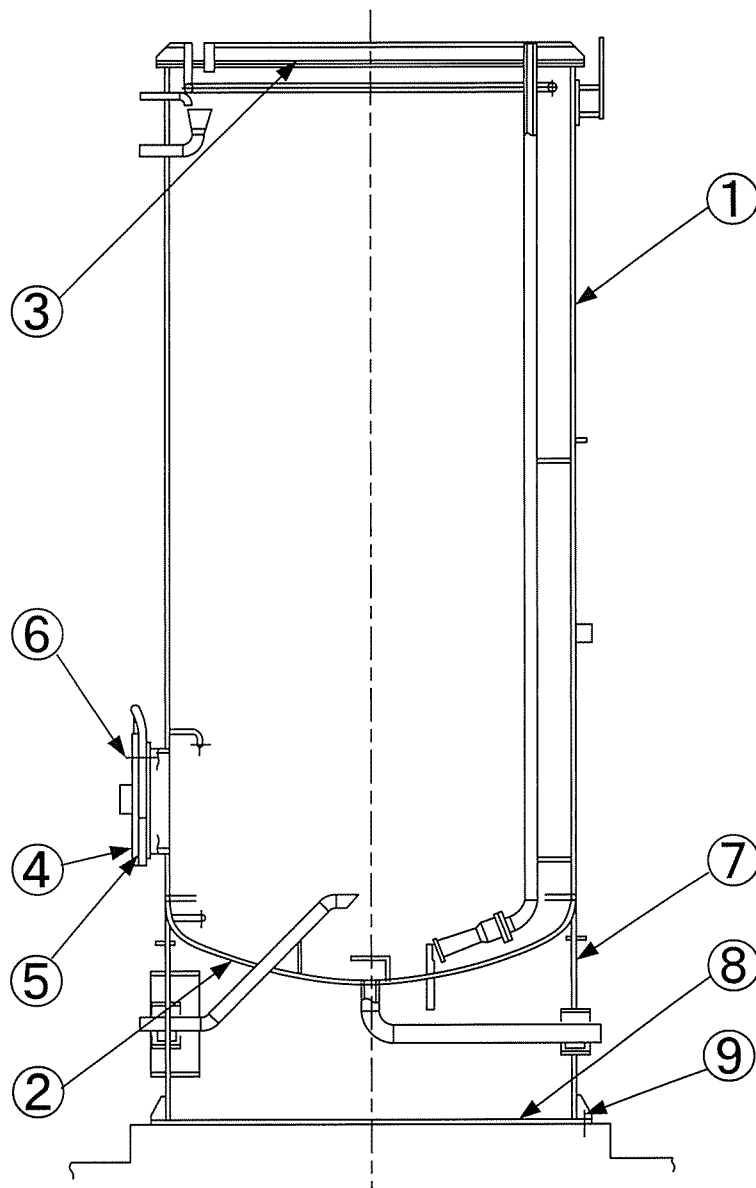
伊方3号炉のセメント固化設備の予備濃縮液タンクは、高さ約5.4m、胴外径約2.0mのたて置円筒形タンクであり、1台設置されている。

胴板および底板にはステンレス鋼を使用しており、濃縮廃液に接液している。

伊方3号炉のセメント固化設備の予備濃縮液タンクの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉のセメント固化設備の予備濃縮液タンクの使用材料および使用条件を表2.1-7および表2.1-8に示す。



番号	部 位
①	胴板
②	底板
③	屋根板
④	マンホール蓋
⑤	ガスケット
⑥	マンホール締付ボルト
⑦	スカート
⑧	ベースプレート
⑨	基礎ボルト

図2.1-4 伊方3号炉 セメント固化設備 予備濃縮液タンク構造図

表2.1-7 伊方3号炉 セメント固化設備 予備濃縮液タンク主要部位の使用材料

部位	材料
胴板	ステンレス鋼
底板	ステンレス鋼
屋根板	ステンレス鋼
マンホール蓋	ステンレス鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
マンホール締付ボルト	炭素鋼
スカート	ステンレス鋼
ベースプレート	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-8 伊方3号炉 セメント固化設備 予備濃縮液タンクの使用条件

最高使用圧力	大気圧
最高使用温度	約120℃
内部流体	濃縮廃液

2.1.5 濃縮器循環ポンプ

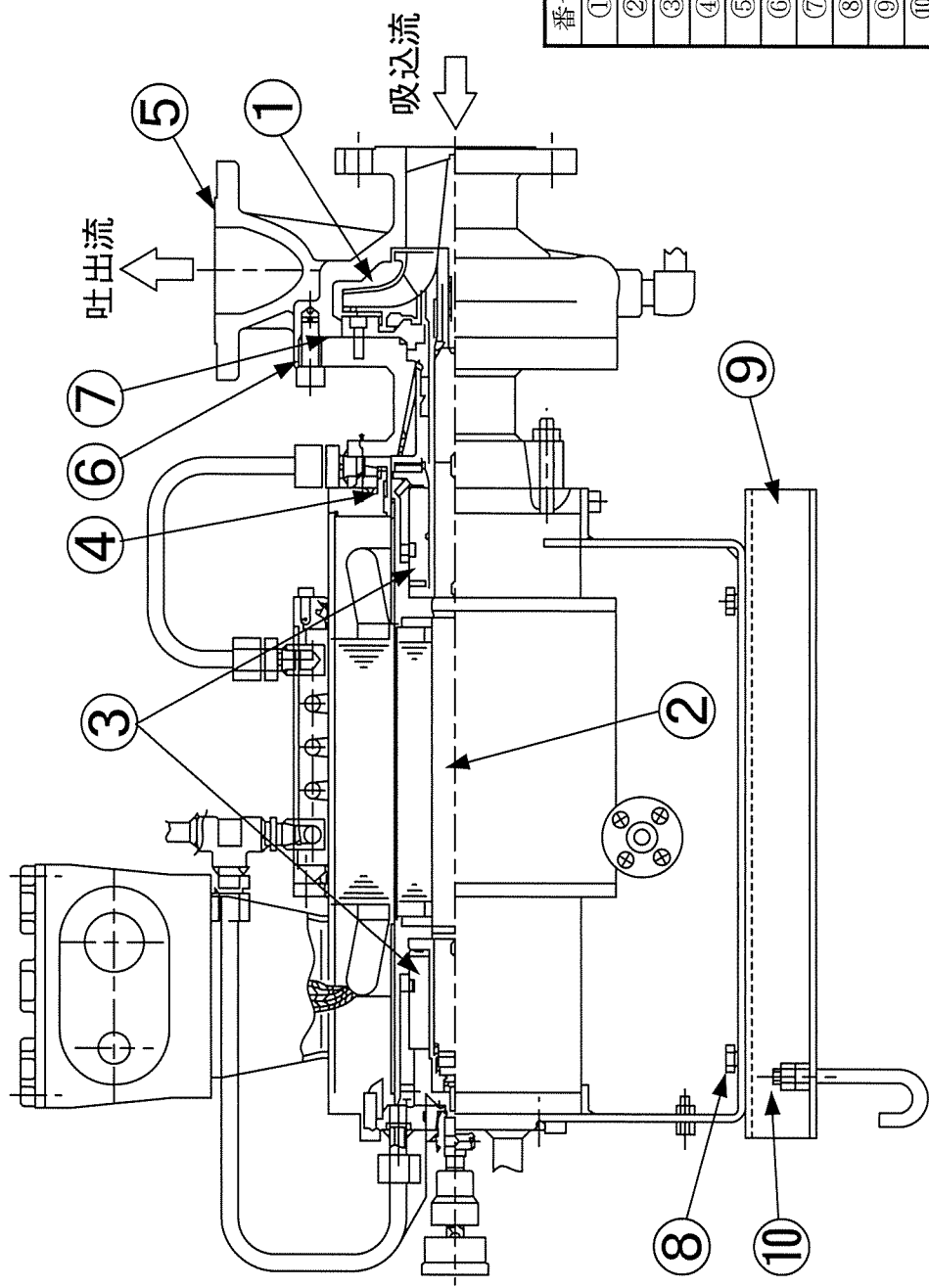
(1) 構造

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器循環ポンプは、横置キャンドモータポンプであり、1台設置されている。主軸はステンレス鋼、ケーシングおよび羽根車はステンレス鋼鋳鋼が使用されており、それぞれ濃縮廃液に接液している。

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器循環ポンプの構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮器循環ポンプの使用材料および使用条件を表2.1-9および表2.1-10に示す。



番号	部 位
①	羽根車
②	主軸
③	軸受 (すべり)
④	メカニカルシール
⑤	ケーシング
⑥	ケーシングボルト
⑦	ガスケット
⑧	取付ボルト
⑨	ベース
⑩	基礎ボルト

図2.1-5 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器循環ポンプ構造図

表2.1-9 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器循環ポンプ主要部位の使用材料

部位	材料
羽根車	ステンレス鋼鋳鋼
主軸	ステンレス鋼
軸受（すべり）	消耗品・定期取替品
メカニカルシール	消耗品・定期取替品
ケーシング	ステンレス鋼鋳鋼
ケーシングボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
取付ボルト	炭素鋼
ベース	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-10 伊方3号炉 セメント固化設備 濃縮器循環ポンプの使用条件

最高使用圧力	約1.0MPa[gage]
最高使用温度	約120℃
内部流体	濃縮廃液

2.1.6 耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管

(1) 構造

伊方3号炉のセメント固化設備の濃縮廃液系統には耐食耐熱合金鋼またはステンレス鋼配管を、補助蒸気系統の一部にステンレス鋼配管を使用している。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉のセメント固化設備の耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管の使用材料および使用条件を表2.1-11および表2.1-12に示す。

表2.1-11 伊方3号炉 セメント固化設備
耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管主要部位の使用材料

部位	材料
配管	耐食耐熱合金鋼、ステンレス鋼
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 伊方3号炉 セメント固化設備
耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管の使用条件

	濃縮廃液系統	補助蒸気系統
最高使用圧力	約1.0MPa[gage]	約0.9MPa[gage]
最高使用温度	約120℃	約185℃
設置場所	屋内	屋内

2.1.7 炭素鋼配管

(1) 構造

伊方3号炉のセメント固化設備の補助蒸気系統の一部については、炭素鋼配管を使用している。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉のセメント固化設備の炭素鋼配管の使用材料および使用条件を表2.1-13および表2.1-14に示す。

表2.1-13 伊方3号炉 セメント固化設備 炭素鋼配管の使用材料

部位	材料
配管	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2.1-14 伊方3号炉 セメント固化設備 炭素鋼配管の使用条件

最高使用圧力	約0.9MPa[gage]
最高使用温度	約185℃
設置場所	屋内

2.1.8 オフガス加熱管

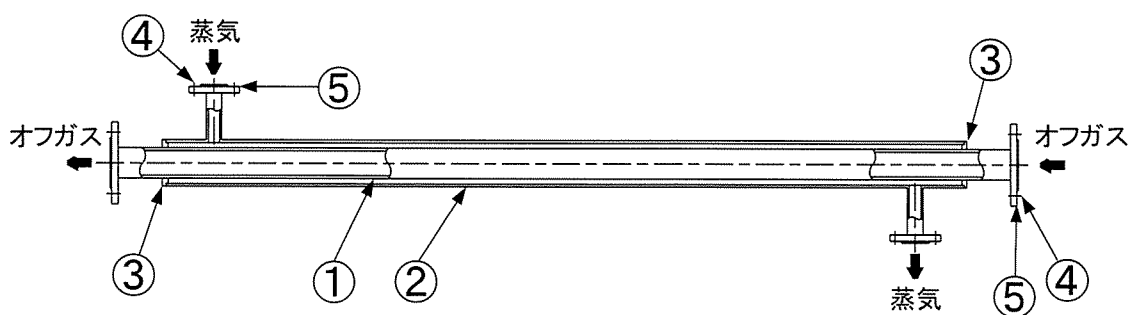
(1) 構造

伊方3号炉のセメント固化設備のオフガス加熱管については、よこ置二重管形でステンレス鋼を使用している。

伊方3号炉のセメント固化設備のオフガス加熱管の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉のセメント固化設備のオフガス加熱管の使用材料および使用条件を表2.1-15および表2.1-16に示す。



番号	部 位
①	内管
②	外管
③	平板
④	フランジボルト
⑤	ガスケット

図2.1-6 伊方3号炉 セメント固化設備 オフガス加熱管構造

表2.1-15 伊方3号炉 セメント固化設備 オフガス加熱管の使用材料

部位	材料
外管	ステンレス鋼
内管	ステンレス鋼
平板	ステンレス鋼
フランジボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-16 伊方3号炉 セメント固化設備 オフガス加熱管の使用条件

	管側	胴側
最高使用圧力	大気圧	約0.9MPa [gage]
最高使用温度	約95℃	約185℃
内部流体	オフガス	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

セメント固化設備の機能であるセメント固化機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 蒸発濃縮および固化機能の確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

セメント固化設備の代表機器の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）およ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に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

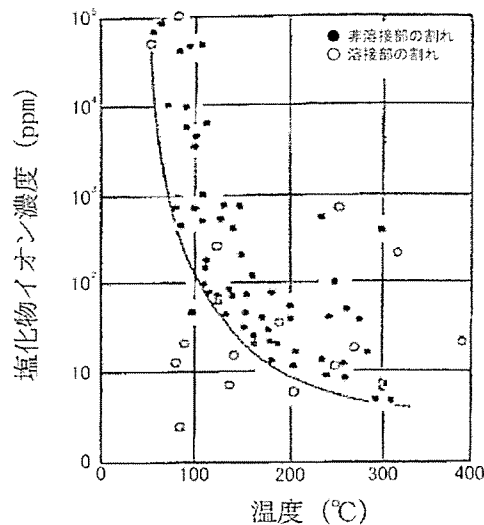
に該当するものについては、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断した。

上記の1)または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) ステンレス鋼使用部位の応力腐食割れ

蒸発缶、予備濃縮液タンクおよびステンレス鋼配管の内部流体は濃縮廃液であり、濃縮器蒸発缶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120℃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、材料および残留応力の3つが考えられる。腐食環境としては、塩化物イオン濃度および流体温度が支配的であり、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：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、濃縮器蒸発缶、予備濃縮液タンクおよびステンレス鋼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の目視確認や試運転時の漏えい確認等により、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) 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ

濃縮器加熱器および濃縮器コンデンサの伝熱管は伝熱管振動により摩耗およ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、摩耗および高サイクル疲労割れが発生しがたい環境である。

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試運転時の漏えい確認等により、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）

濃縮器加熱器および濃縮器コンデンサ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耐食耐熱合金鋼または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しがたい環境である。

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等や試運転時の漏えい確認等により、機器の健全性を確認している。

(4) 伝熱管のスケール付着

濃縮器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、運転中の処理流量および温度等のパラメータ監視により、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。

濃縮器加熱器胴側は胴側流体、濃縮器コンデンサは管側およ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、またはヒドラジン水（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がたい環境である。

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、開放点検時の清掃や運転中の処理流量およ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。

(5) 濃縮器加熱器胴側胴板の外側からの腐食（全面腐食）

濃縮器加熱器の胴側胴板は炭素鋼であり、外側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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態を確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

(6) 濃縮器加熱器胴側胴板等の内側からの腐食（流れ加速型腐食）

濃縮器加熱器の胴側胴板、バッフル、蒸気入口管台および復水出口管台は炭素鋼を使用しており、流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、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がたい。

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。

(7) フランジボルトおよびケーシングボルトの腐食（全面腐食）

フランジボルト、ケーシングボルト、マンホール締付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がたい。

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。

(8) 支持脚等の腐食（全面腐食）

支持脚、スカート、ベース、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、塗膜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膜の状態を確認し、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) 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）

濃縮器コンデンサは横置きであり、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、長期間の使用により、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。

(10) 配管の外表面からの応力腐食割れ

配管外表面に大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。

しかしながら、塩分の付着の可能性がある配管については付着塩分濃度を測定し、健全性を維持している。

また、巡視点検等で目視により保温材の状態を確認し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。

また、塩化ビニールテープの熱分解により生じた塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。

しかしながら、配管外表面の残存テープ有無について目視確認およびテープ痕部の浸透探傷検査を実施し、健全性を維持している。これらの点検は既に完了しており、今後、塩化ビニールテープの熱分解による外表面からの応力腐食割れ発生の可能性はないと考える。

(11) 炭素鋼配管の腐食（流れ加速型腐食）

2相流体を内包する炭素鋼配管では、エルボ部、分岐部、レギュレータ部等の流れの乱れが起きる箇所で流れ加速型腐食により減肉が想定される。

流れ加速型腐食による減肉は、流速、水質、温度、当該部の形状等の使用条件から発生する可能性は推定できるものの、個々の肉厚測定結果による進展評価以外に正確に定量的な評価を行うことは困難である。

しかしながら、「2次系配管肉厚検査計画*」に基づき、超音波を用いた肉厚測定を実施し、減肉の管理を実施することにより機能を維持している。

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。

*：「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針（PWR）」（平成2年5月）に従い、社内管理方法を定めたもの。

(12) 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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

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。

(13) 主軸の高サイクル疲労割れ

濃縮器循環ポンプは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割れを考慮しており、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。

(14) 羽根車の腐食（キャビテーション）

濃縮器循環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およ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。

(15) 主軸の摩耗

すべり軸受を使用している濃縮器循環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いる。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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

ガスケット、メカニカルシールおよび軸受（すべり）は開放点検時または巡視点検等で取替が必要と判断した場合に取替える消耗品であり、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(1/8) 伊方3号炉 セメント固化設備に想定される経年劣化事象 (濃縮器加熱器)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 耗	腐 食	割 れ		材 質 変 化			そ の 他
						摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ		
伝熱性能の確保	伝熱管		耐食耐熱合金鋼	△*1	△*2	△*1			△*3	*1：高サイクル・疲労割れ・摩耗 *2：流れ加速型腐食 *3：スケール付着	
	タイロッド		ステンレス鋼								
	バップル		炭素鋼		△*2						
	管側鏡板		耐食耐熱合金鋼								
	管側胴板		耐食耐熱合金鋼								
	管板		耐食耐熱合金鋼								
	管側フランジ		ステンレス鋼 (耐食耐熱合金鋼内張り)								
	蒸気入口管台		炭素鋼		(内面)△*2						
	復水出口管台		炭素鋼		(内面)△*2						
	循環液入口管台		耐食耐熱合金鋼								
循環液出口管台		耐食耐熱合金鋼									
バウダリの維持	胴側胴板		炭素鋼		(外面)△ (内面)△*2						
	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		△						
	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(2/8) 伊方3号炉 セメント固化設備に想定される経年劣化事象 (濃縮器コンデンサ)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材 質 変 化			そ の 他
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
伝熱性能の確保	伝熱管		ステンレス鋼	△*1	△*2	△*1			△*3	*1：高サイクル疲労割れ・ 摩耗 *2：流れ加速型 腐食 *3：スケール付 着 *4：スライド部の 腐食	
	バッフル		ステンレス鋼								
	タイロッド		ステンレス鋼								
	管側鏡板		ステンレス鋼								
	管側胴板		ステンレス鋼								
バウダダリの維持	管板		ステンレス鋼								
	管側フランジ		ステンレス鋼								
	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								
機器の支持	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚(スライド)		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(3/8) 伊方3号炉 セメント固化設備に想定される経年劣化事象 (濃縮器蒸発缶)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象								備 考	
				減 肉		割 れ		材 質 変 化		そ の 他			
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化				
バウンダリの維持	胴板(下部)		耐食耐熱合金鋼										
	円すい胴板		耐食耐熱合金鋼										
	胴フランジ(上部、下部)		ステンレス鋼										
	胴板(上部)		ステンレス鋼				△						
	鏡板		ステンレス鋼				△						
	循環液入口管台		耐食耐熱合金鋼										
	循環液出口管台		耐食耐熱合金鋼										
	蒸気出口管台		耐食耐熱合金鋼										
	ガスケット	◎	-										
	フランジボルト			炭素鋼						△			
機器の支持	支持脚		炭素鋼							△			
	取付ボルト		炭素鋼							△			

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表2.2-1(4/8) 伊方3号炉 セメント固化設備に想定される経年劣化事象（予備濃縮液タンク）

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						考 備	
				減 肉		割 れ		材 質 変 化			そ の 他
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
バウンダリの維持	胴板		ステンレス鋼				△				
	底板		ステンレス鋼				△				
	屋根板		ステンレス鋼				△				
	マンホール蓋		ステンレス鋼				△				
	ガスケット	◎	-								
機器の支持	マンホール 締付ボルト		炭素鋼				△				
	スカート		ステンレス鋼				△				
	ベアスプレート		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(5/8) 伊方3号炉 セメント固化設備に想定される経年劣化事象（濃縮器循環ポンプ）

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考		
				減 耗	肉 腐 食	割 れ		材 質 変 化			そ の 他	
						摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ			熱 時 効
ポンプの容量一揚程確保	羽根車		ステンレス鋼鋳鋼		▲ ^{*2}							*1：高サイクル疲労割れ *2：キヤビテーション
	主軸		ステンレス鋼	▲		▲ ^{*1}						
	軸受（すべり）	◎	—									
	メカニカルシール	◎	—									
	ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼									
バウングダリの維持	ケーシングボルト		炭素鋼				△					
	ガスケット	◎	—									
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼				△					
	ベース		炭素鋼				△					
	基礎ボルト		炭素鋼				△					

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(6/8) 伊方3号炉 セメント固化設備に想定される経年劣化事象 (耐食耐熱合金鋼およびステンレス鋼配管)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材 質 変 化			そ の 他
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化		
バウンダリの維持	配管		耐食耐熱合金鋼、 ステンレス鋼				△ (外面) △ (内面)				
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表2.2-1(7/8) 伊方3号炉 セメント固化設備に想定される経年劣化事象 (炭素鋼配管)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
				減 肉		割 れ		材 質 変 化		そ の 他		
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化			
バウンダリの維持	配管		炭素鋼		△*1							*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2.2-1(8/8) 伊方3号炉 セメント固化設備に想定される経年劣化事象 (オフガス加熱管)

機能達成に必要な項目	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				
				摩 耗	腐 食	疲 勞 割 れ	応 力 腐 食 割 れ	熱 時 効	劣 化	そ の 他		
バウンダリの維持	外管		ステンレス鋼				△*1					*1：外面からの応力 腐食割れ
	内管		ステンレス鋼				△*1					
	平板		ステンレス鋼				△*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 濃縮液タンク
- ② ミストセパレータ

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3の1)または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。

3.1.1 支持脚等の腐食（全面腐食）

濃縮液タンクの支持脚ならびにミストセパレータの支持脚、マンホール締付ボルト、取付ボルトおよびフランジ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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.2 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

濃縮液タンクの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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

9 雑固体焼却設備

[対象機器]

- ① 焼却炉
- ② 空気予熱器
- ③ 1次セラミックフィルタ
- ④ 2次セラミックフィルタ
- ⑤ 排ガスフィルタ
- ⑥ 排ガス補助フィルタ
- ⑦ 排ガスブロア
- ⑧ 排ガス補助ブロア
- ⑨ 炭素鋼配管および弁
- ⑩ ステンレス鋼配管および弁

目 次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 雑固体焼却設備全体構成	1
1.2 グループ化の考え方および結果	3
1.3 代表機器の選定	3
2. 代表機器の技術評価	5
2.1 構造、材料および使用条件	5
2.2 経年劣化事象の抽出	26
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ではない事象	39

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

1.1 雑固体焼却設備全体構成

伊方3号炉の雑固体焼却設備の処理能力は、焼却容量で約75kg/h（雑固体）、約50kg/h（廃油）である。

雑固体焼却炉上部から投入される雑固体または廃油は、雑固体焼却炉内で焼却減容され、焼却灰の固形物は雑固体焼却炉底部から排出させてドラム詰め（固体廃棄物）にする機能を有している。

一方、雑固体焼却炉排気ガス中に含まれる浮遊塵灰は、主に1次セラミックフィルタおよび2次セラミックフィルタにて除去され、清浄な排気ガスとなって排出される。

雑固体焼却設備の全体構成図を図1-1に示す。

また、伊方3号炉で使用されている雑固体焼却設備の構成機器の主な仕様を表1-1に示す。

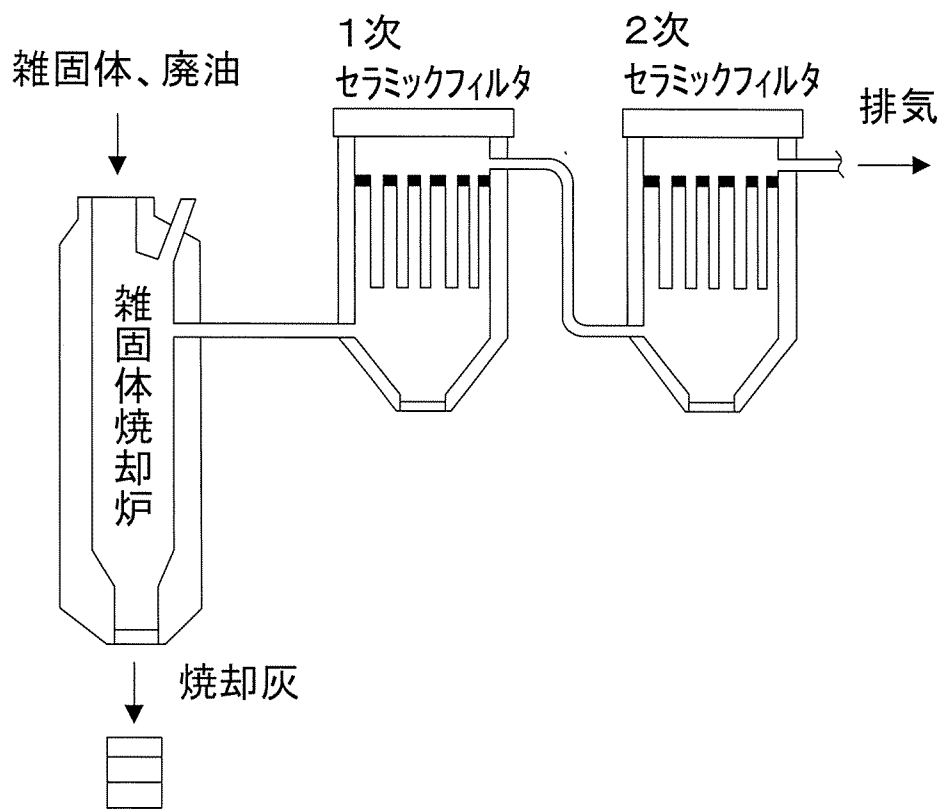


図1-1 伊方3号炉 雑固体焼却設備 全体構成

1.2 グループ化の考え方および結果

表1-1に示す構成機器について、機能およ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。

1.3 代表機器の選定

(1) 焼却炉

このグループには焼却炉のみが属するため、焼却炉を代表機器とする。

(2) 熱風発生器

このグループには空気予熱器のみが属するため、空気予熱器を代表機器とする。

(3) セラミックフィルタ

このグループには1次セラミックフィルタおよび2次セラミックフィルタが属するが、使用温度が高い1次セラミックフィルタを代表機器とする。

(4) 微粒子フィルタ

このグループには排ガスフィルタおよび排ガス補助フィルタが属するが、容量の大きい排ガスフィルタを代表機器とする。

(5) ブロア

このグループには排ガスブロアおよび排ガス補助ブロアが属するが、容量の大きい排ガスブロアを代表機器とする。

(6) 炭素鋼配管および弁

このグループには炭素鋼配管および弁のみが属するため、炭素鋼配管および弁を代表とする。

(7) ステンレス鋼配管および弁

このグループにはステンレス鋼配管および弁のみが属するため、ステンレス鋼配管および弁を代表とする。

表1-1 伊方3号炉 雑固体焼却設備 構成機器の主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	仕様	選定基準				代表機器の選定	
			重要度*	運転状態	最高使用圧力 (MPa [gauge])	最高使用温度 (°C)	代表機器	選定理由
機能	主な材料							
焼却炉	炭素鋼、耐火物	焼却炉 (1)	高*	一時	大気圧	約1,100	◎	
熱風発生器	ステンレス鋼、炭素鋼	空気予熱器 (1)	高*	一時	約0.02	約1,000	◎	
セラミックフィルター	炭素鋼、耐火物	1次セラミックフィルター (3) 2次セラミックフィルター (3)	高*	一時	大気圧	約950	◎	使用温度
微粒子フィルター	ステンレス鋼	排ガスフィルター (2) 排ガス補助フィルター (1)	高*	一時	大気圧	約250	◎	容量
ブロア	炭素鋼	排ガスブロア (1) 排ガス補助ブロア (2)	高*	一時	約-0.04	約250	◎	容量
配管および弁	炭素鋼、耐火物 ステンレス鋼	炭素鋼配管および弁 ステンレス鋼配管および弁	高*	一時	大気圧	約1,000	◎	
			高*	一時	大気圧	約300	◎	

*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、または最高使用圧力が1900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器。

2. 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つの機器について技術評価を実施する。

- ① 焼却炉
- ② 空気予熱器
- ③ 1次セラミックフィルタ
- ④ 排ガスフィルタ
- ⑤ 排ガスブロア
- ⑥ 炭素鋼配管および弁
- ⑦ ステンレス鋼配管および弁

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 焼却炉

(1) 構造

伊方3号炉の雑固体焼却設備の焼却炉は、たて置円筒形であり、1台設置されている。

雑固体は上部より投入され、下部円錐状炉床で燃焼する構造となっている。

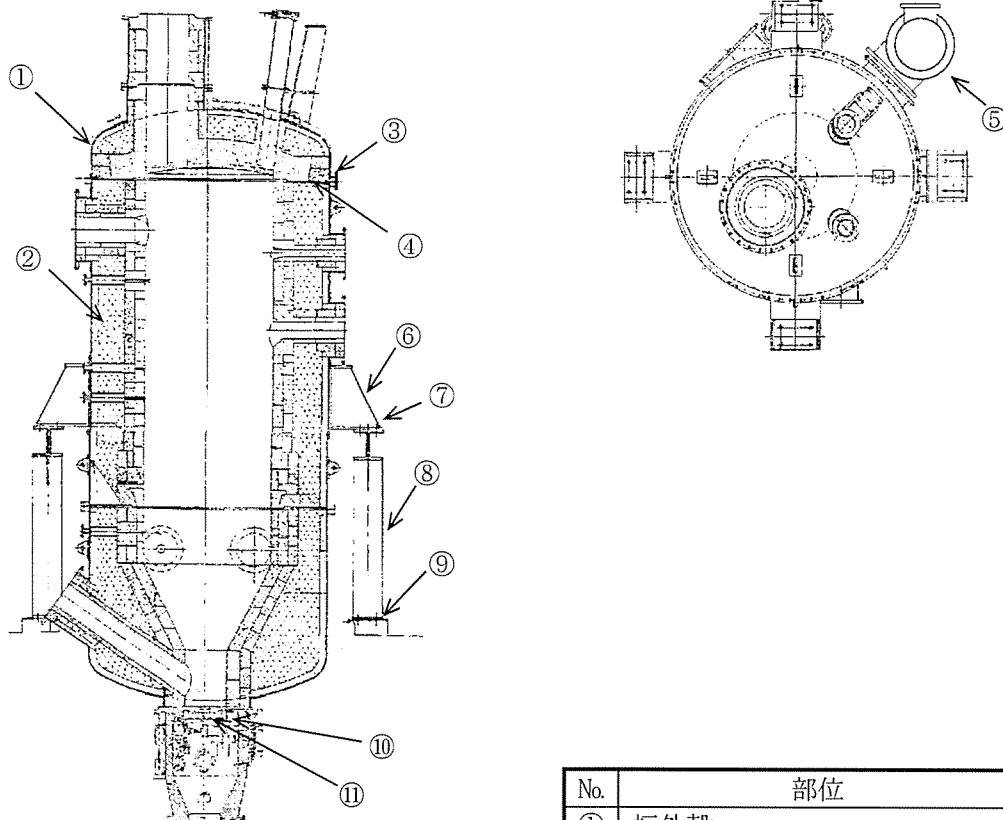
炉外殻は炭素鋼であるが、内部は雑固体の燃焼により高温となるため、耐火煉瓦および耐火キャストブルを内張りしている。

また、焼却炉底部には焼却灰を排出するための炉底ダンパを設置している。

伊方3号炉の雑固体焼却設備の焼却炉の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の雑固体焼却設備の焼却炉の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	炉外殻
②	耐火煉瓦、耐火キャストブル
③	ケーシングボルト
④	ガスケット
⑤	逃し弁
⑥	支持脚
⑦	取付ボルト
⑧	架台
⑨	基礎ボルト
⑩	炉底ダンパ
⑪	炉底ダンパガスケット

図2.1-1 伊方3号炉 雑固体焼却設備 焼却炉 構造図

表2.1-1 伊方3号炉 雑固体焼却設備 焼却炉主要部位の使用材料

部位	材料
炉外殻	炭素鋼
耐火煉瓦、耐火キャストブル	耐火物
ケーシングボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
逃し弁	炭素鋼
支持脚	炭素鋼
取付ボルト	炭素鋼
架台	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼
炉底ダンパ	ステンレス鋼
炉底ダンパパッキン	消耗品・定期取替品

表2.1-2 伊方3号炉 雑固体焼却設備 焼却炉の使用条件

焼却容量	約75kg/h (雑固体) 約50kg/h (廃油)
最高使用圧力	大気圧
最高使用温度	約1,100℃
設置場所	屋内

2.1.2 空気予熱器

(1) 構造

伊方3号炉の雑固体焼却設備の空気予熱器は、プロパン燃焼式であり、1台設置されている。本体は燃焼室部と混合室部から構成されている。

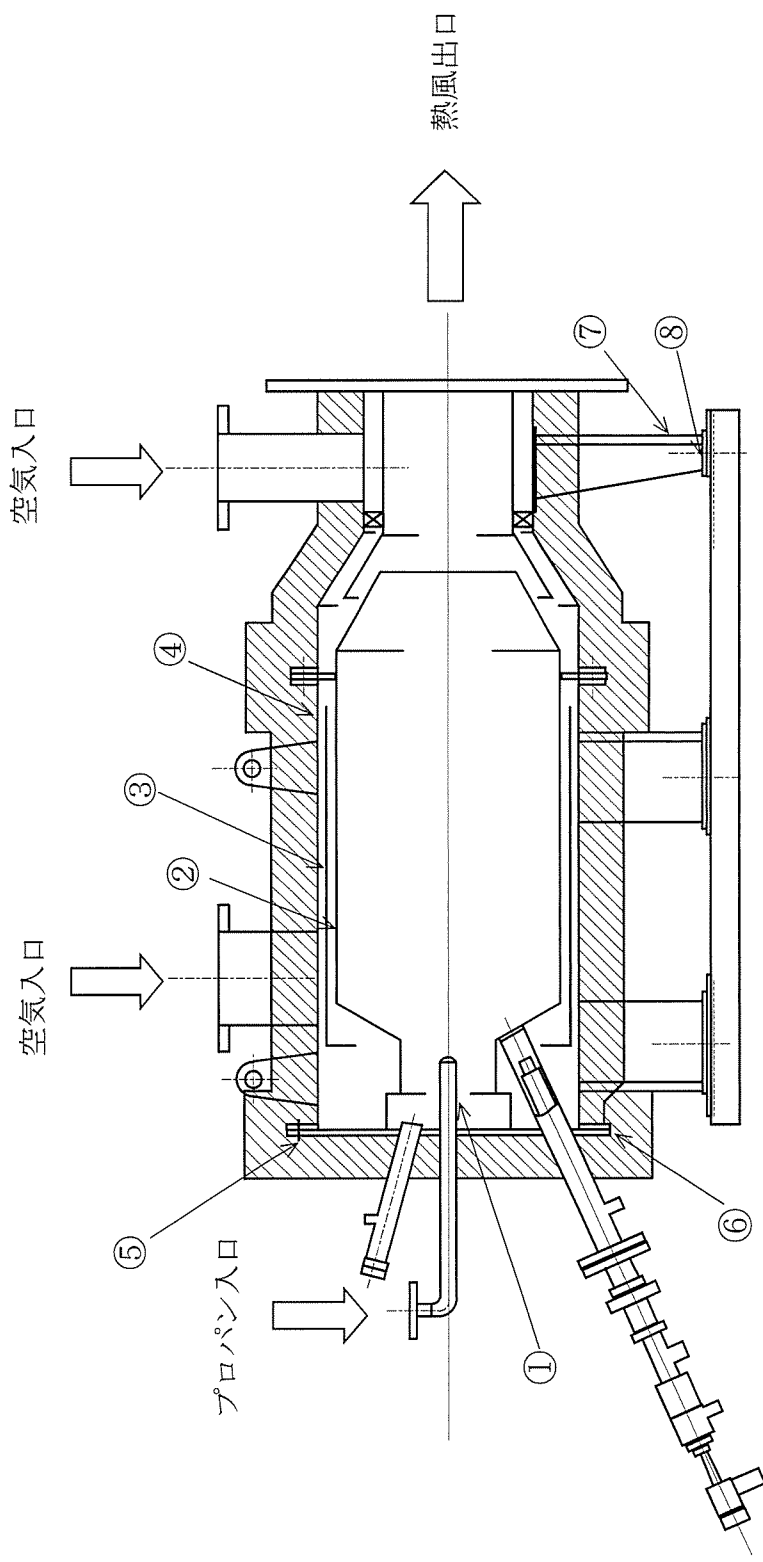
燃焼室部はステンレス鋼製のメインバーナ、内筒、外筒他から構成されている。燃焼用空気を燃焼室内に供給し、バーナより噴出されたプロパンとブタンの混合ガスと混合し燃焼する。

混合室部は内筒、外筒他から構成され、支持脚に支持されている。外筒、内筒の隙間に空気を流し、構成物が冷却されるように考慮している。燃焼室部から噴出された燃焼ガスは空気と混合し、熱風として噴出する。

伊方3号炉の雑固体焼却設備の空気予熱器の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の雑固体焼却設備の空気予熱器の使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



No.	部位	No.	部位
①	メインバーナ	⑤	フランジボルト
②	内筒	⑥	ガスケット
③	中間筒	⑦	支持脚
④	外筒	⑧	取付ボルト

図2.1-2 伊方3号炉 雑固体焼却設備 空気予熱器構造図

表2.1-3 伊方3号炉 雑固体焼却設備 空気予熱器主要部位の使用材料

部位	材料
メインバーナ	ステンレス鋼
内筒	ステンレス鋼
中間筒	ステンレス鋼
外筒	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
支持脚	ステンレス鋼
取付ボルト	炭素鋼

表2.1-4 伊方3号炉 雑固体焼却設備 空気予熱器の使用条件

容量	約0.58MW
容量	約1,450Nm ³ /h
最高使用圧力	約0.02MPa[gage]
最高使用温度	約1,000℃
バーナ燃料	プロパンとブタンの混合ガス

2.1.3 1次セラミックフィルタ

(1) 構造

伊方3号炉の雑固体焼却設備の1次セラミックフィルタは、フィルタエレメントを懸架したたて置のフィルタであり、3台設置されている。

外殻（ケーシング）は炭素鋼であるが、高温雰囲気での使用条件であることから、内部に耐火煉瓦および耐火キャストブルが内張りされている。

フィルタエレメントは、耐熱鋼製の支持プレートに懸架されている。

また、セラミックフィルタ上蓋はボルト取付となっており、フィルタエレメントの交換及びセラミックフィルタ内部の点検が可能である。

伊方3号炉の雑固体焼却設備の1次セラミックフィルタの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の雑固体焼却設備の1次セラミックフィルタの使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。

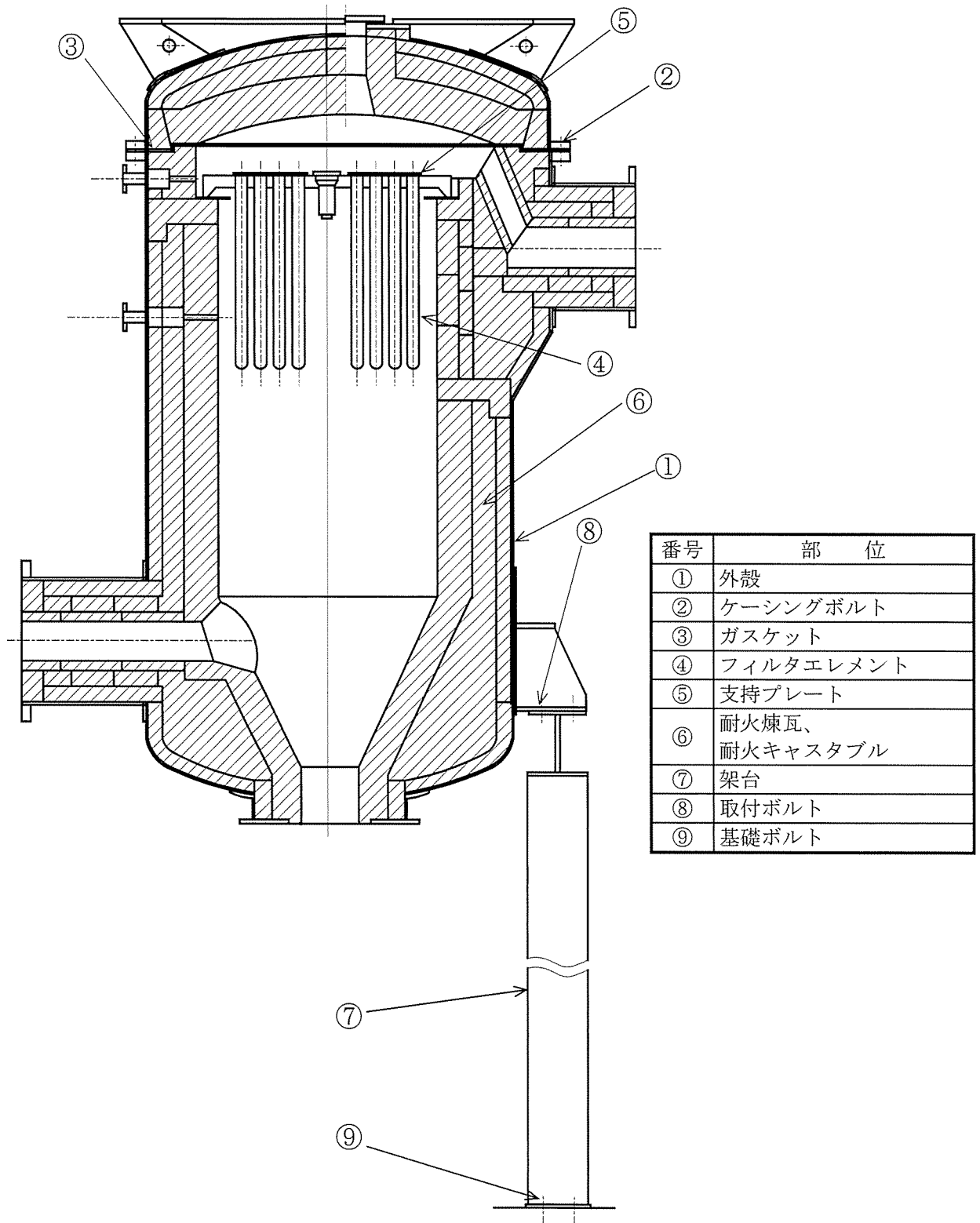


図2.1-3 伊方3号炉 雑固体焼却設備 1次セラミックフィルタ構造図

表2.1-5 伊方3号炉 雑固体焼却設備 1次セラミックフィルタ主要部位の使用材料

部位	材料
外殻	炭素鋼
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
フィルタエレメント	消耗品・定期取替品
支持プレート	耐熱鋼 (Ni-Cr 鋳鋼)
耐火煉瓦、 耐火キャスタブル	耐火物
架台	炭素鋼
取付ボルト	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-6 伊方3号炉 雑固体焼却設備 1次セラミックフィルタの使用条件

容量	約700Nm ³ /h
最高使用圧力	大気圧
最高使用温度	約950℃

2.1.4 排ガスフィルタ

(1) 構造

伊方3号炉の雑固体焼却設備の排ガスフィルタは、高温用微粒子フィルタを内蔵した角形のフィルタであり、2台設置されている。

ケーシングはステンレス鋼製であり、高温用微粒子フィルタが設置されている。

伊方3号炉の雑固体焼却設備の排ガスフィルタの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の雑固体焼却設備の排ガスフィルタの使用材料および使用条件を表2.1-7および表2.1-8に示す。

番号	部 位
①	ケーシング
②	ケーシングボルト
③	Oリング
④	微粒子フィルタ
⑤	支持脚
⑥	取付ボルト

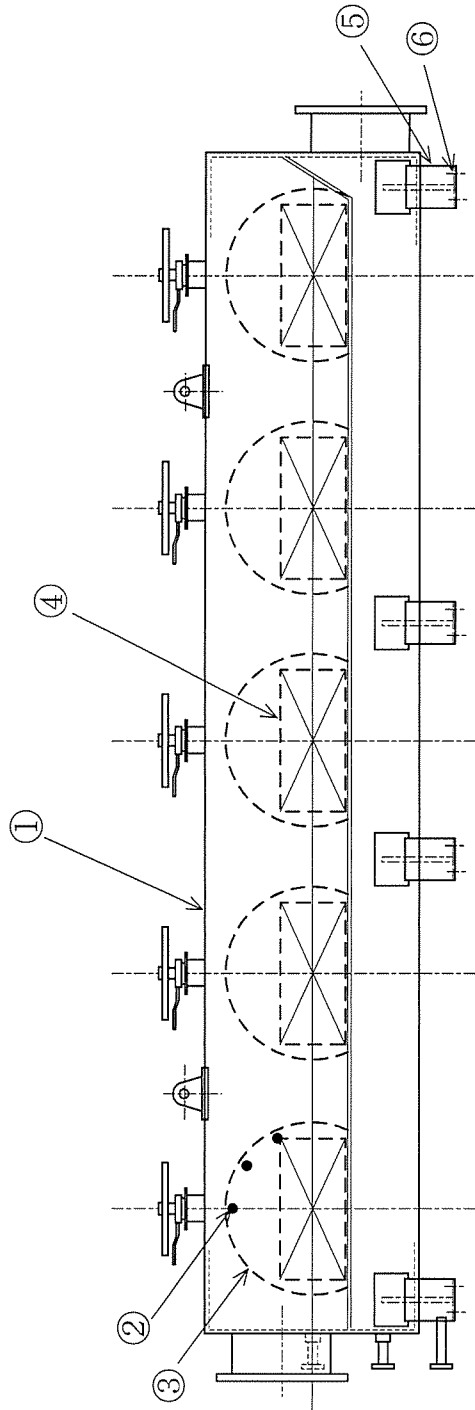


図2.1-4 伊方3号炉 雑固体焼却設備 排ガスフィルタ構造図

表2.1-7 伊方3号炉 雑固体焼却設備 排ガスフィルタ主要部位の使用材料

部位	材料
ケーシング	ステンレス鋼
ケーシングボルト	ステンレス鋼
Oリング	消耗品・定期取替品
微粒子フィルタ	消耗品・定期取替品
支持脚	ステンレス鋼
取付ボルト	炭素鋼

表2.1-8 伊方3号炉 雑固体焼却設備 排ガスフィルタの使用条件

容量	約3,960Nm ³ /h
最高使用圧力	大気圧
最高使用温度	約250℃

2.1.5 排ガスブロア

(1) 構造

伊方3号炉の雑固体焼却設備の排ガスブロアは、ターボ式ブロアであり、1台設置されている。主軸はステンレス鋼、ケーシングは炭素鋼であり、羽根車はステンレス鋼が使用されている。主軸、羽根車はケーシングボルトを緩め、ケーシングカバーを取り外すことにより、外に取り出し点検手入れが可能である。

伊方3号炉の雑固体焼却設備の排ガスブロアの構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の雑固体焼却設備の排ガスブロアの使用材料および使用条件を表2.1-9および表2.1-10に示す。

番号	部 位
①	羽根車
②	主軸
③	軸受 (ころがり)
④	ケーシング
⑤	ケーシングボルト
⑥	ベース
⑦	基礎ボルト

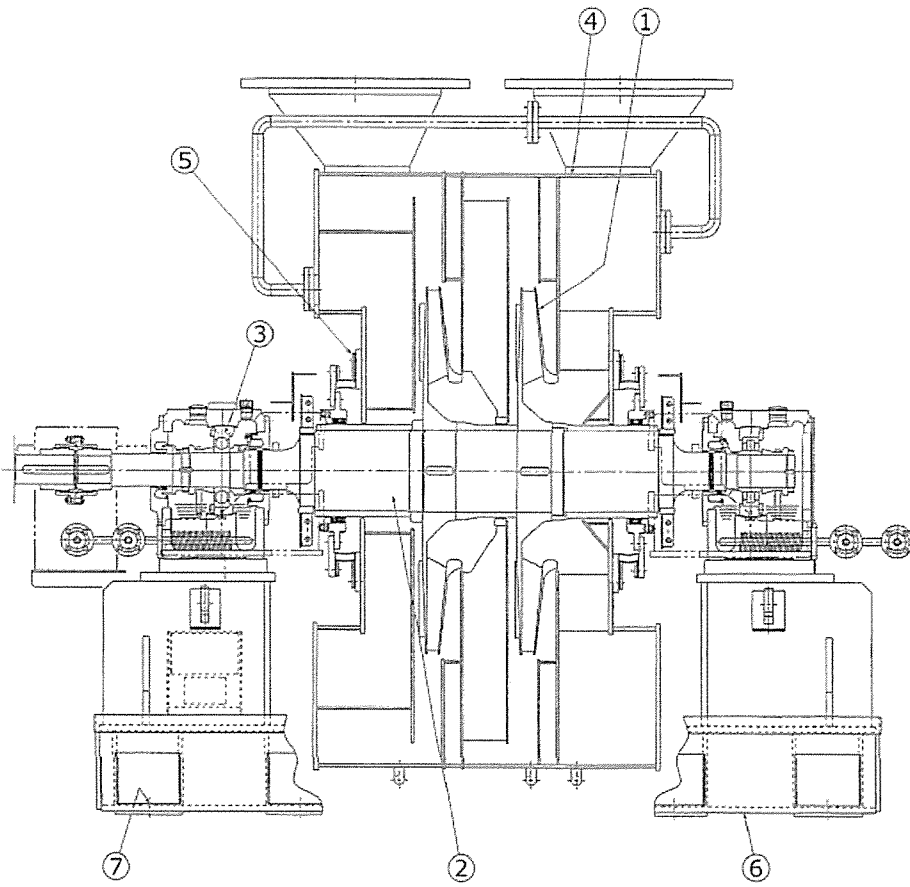


図2.1-5 伊方3号炉 雑固体焼却設備 排ガスブロー構造図

表2.1-9 伊方3号炉 雑固体焼却設備 排ガスブロア主要部位の使用材料

部位	材料
羽根車	ステンレス鋼
主軸	ステンレス鋼
軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
ケーシング	炭素鋼
ケーシングボルト	炭素鋼
ベース	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-10 伊方3号炉 雑固体焼却設備 排ガスブロアの使用条件

容量	約7,920Nm ³ /h
最高使用圧力	約-0.04MPa [gage]
最高使用温度	約250℃
定格回転数	約3,570rpm

2.1.6 炭素鋼配管および弁

(1) 構造

伊方3号炉の雑固体焼却設備の空気予熱系統及び排ガス系統のうち高温（約500℃以上）の箇所については、耐火煉瓦および耐火キャストブルを内張りした炭素鋼配管および弁を使用している。

伊方3号炉の雑固体焼却設備の炭素鋼配管および弁の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の雑固体焼却設備の炭素鋼配管および弁の使用材料および使用条件を表2.1-11および表2.1-12に示す。

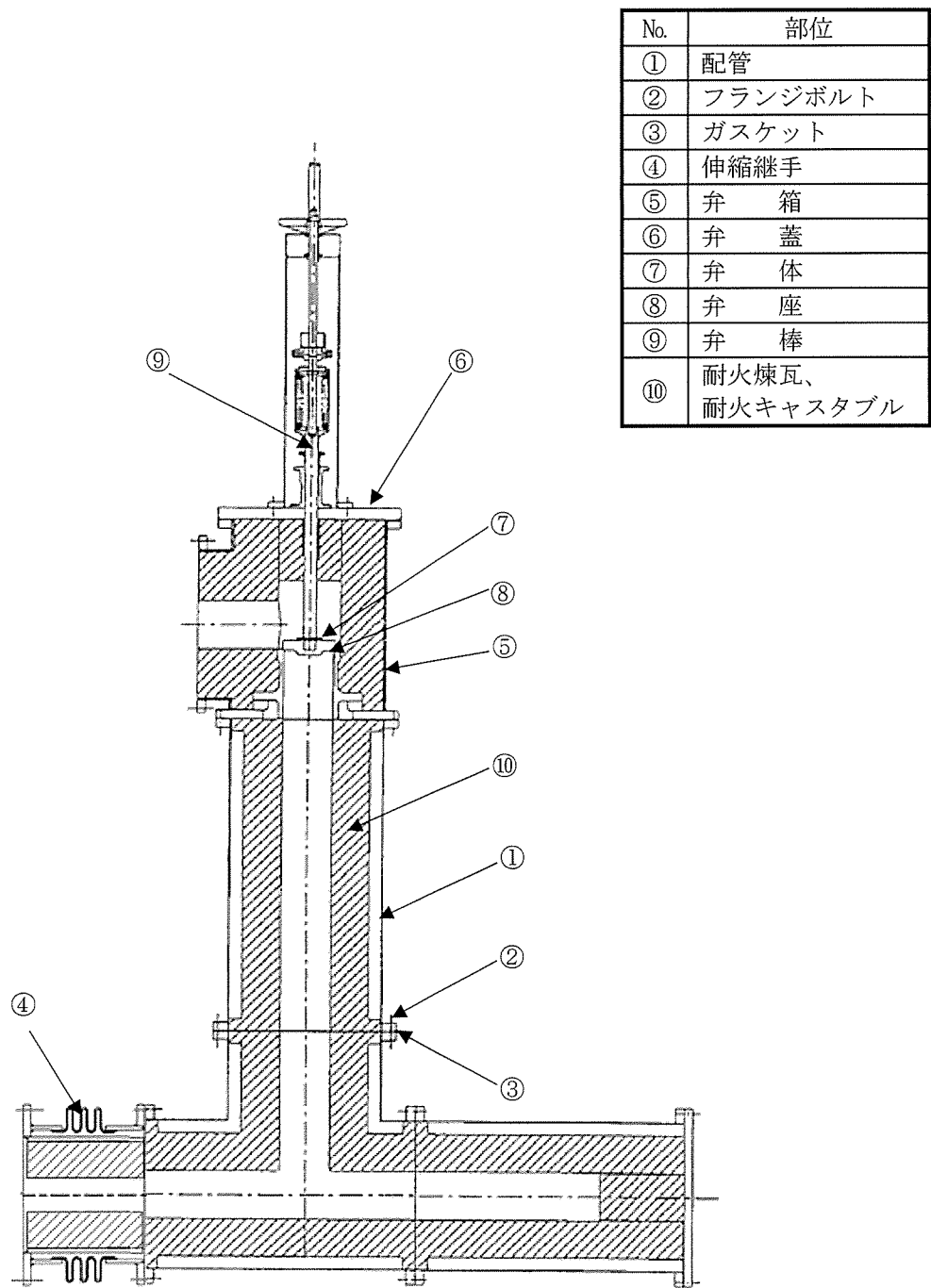


図2.1-6 伊方3号炉 雑固体焼却設備 炭素鋼配管および弁 構造図

表2.1-11 伊方3号炉 雑固体焼却設備 炭素鋼配管および弁主要部位の使用材料

部位	材料
配管	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
伸縮継手	ステンレス鋼
弁箱	炭素鋼
弁蓋	炭素鋼
弁体	耐熱鋼
弁座	耐熱鋼
弁棒	耐熱鋼
耐火煉瓦、耐火キャストブル	耐火物

表2.1-12 伊方3号炉 雑固体焼却設備 炭素鋼配管および弁の使用条件

最高使用圧力*1	大気圧
最高使用温度*1	約1,000℃
設置場所	屋内

*1：1次セラミックフィルタ出口配管の最高使用圧力および最高使用温度を示す。

2.1.7 ステンレス鋼配管および弁

(1) 構造

伊方3号炉の雑固体焼却設備の排ガスラインのうち、約300℃以下の部位にはステンレス鋼配管および弁を使用している。

伊方3号炉の雑固体焼却設備のステンレス鋼配管および弁の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の雑固体焼却設備のステンレス鋼配管および弁の使用材料および使用条件を表2.1-13および表2.1-14に示す。

番号	部 位
①	配管
②	フランジボルト
③	ガスケット
④	伸縮継手
⑤	弁箱
⑥	弁蓋
⑦	弁体
⑧	弁棒

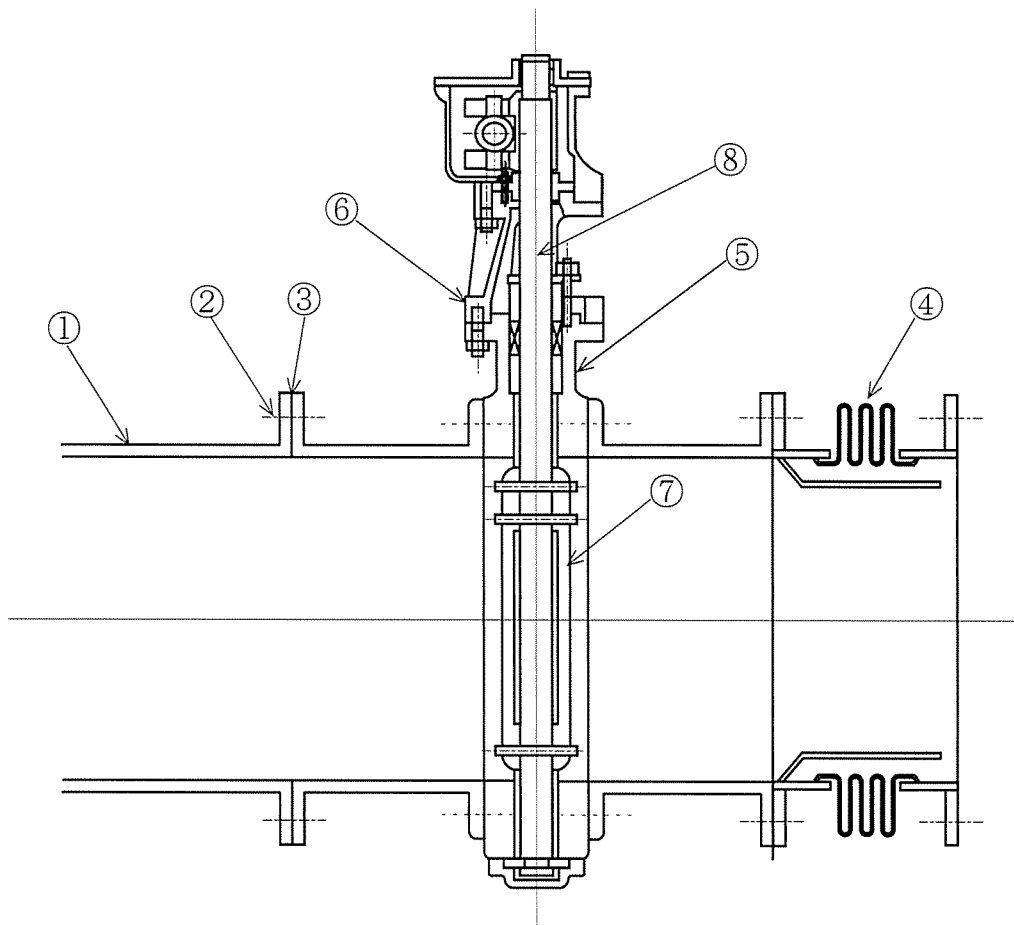


図2.1-7 伊方3号炉 雑固体焼却設備 ステンレス鋼配管および弁構造図

表2.1-13 伊方3号炉 雑固体焼却設備 ステンレス鋼配管および弁主要部位の使用材料

部位	材料
配管	ステンレス鋼
フランジボルト	ステンレス鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
伸縮継手	ステンレス鋼
弁箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁蓋	鋳鉄
弁体	ステンレス鋼鋳鋼
弁棒	ステンレス鋼鋳鋼

表2.1-14 伊方3号炉 雑固体焼却設備 ステンレス鋼配管および弁の使用条件

最高使用圧力	大気圧
最高使用温度	約300℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

雑固体焼却設備の機能である雑固体焼却機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 焼却、除塵機能の維持
- 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

雑固体焼却設備の代表機器の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）およ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に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 焼却炉の耐火煉瓦の減肉

高温で使用される焼却炉の耐火煉瓦は溶融・燃焼時の高温雰囲気下でハロゲンガス等による浸食減肉が想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認や寸法計測等により状態を確認し、必要に応じて耐火煉瓦を張替えることにより、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。

(2) 焼却炉等の耐火煉瓦および耐火キャストブルの割れ

焼却炉、一次セラミックフィルタ、炭素鋼配管および弁の内側には耐火煉瓦および耐火キャストブルが内張りされているが、起動・停止時の温度変化による割れが想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認等により状態を確認し、必要に応じて耐火煉瓦および耐火キャストブルを張替えることにより、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。

(3) 炉外殻等の腐食（全面腐食）

焼却炉の炉外殻、1次セラミックフィルタの外殻、炭素鋼配管および弁は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部の炉外殻等は耐熱塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

一方、内面については耐火煉瓦および耐火キャストブルが内張りされており、通常の使用条件では有意な腐食減肉は想定されないが、耐火煉瓦および耐火キャストブルに減肉、割れ等が発生した状況では、腐食性ガス（HCl、SO_xほか）が炉外殻等まで侵入することにより、内面からの酸露点腐食が想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認や肉厚測定等により、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) 炉底ダンパの固着

焼却炉の炉底ダンパは、1日分の雑固体焼却で発生する焼却灰を焼却灰取出装置に排出するためのものであるが、炉底に残った灰等により、ダンパが固着することが想定される。

しかしながら、炉底ダンパは定期的の開閉操作を行うため、容易に異常のないことを確認可能であること、また、定期的に清掃を実施しており、固着の生じる可能性は小さい。

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) 空気予熱器の内筒、中間筒、外筒の割れ

空気予熱器の内筒、中間筒および外筒は、ステンレス鋼であるが、使用時・停止時の温度変化等により割れが発生する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も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。

(6) 空気予熱器のメインバーナの溶損

空気予熱器のメインバーナはステンレス鋼であるが、使用条件が高温であるため、溶損が発生する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も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。

(7) 排ガスブロアの羽根車等のステンレス鋼、耐熱鋼使用部位の応力腐食割れ

排ガスブロアの羽根車および主軸、排ガスフィルタのケーシング、ステンレス鋼配管、ステンレス鋼配管の伸縮接手ならびにステンレス鋼の弁はステンレス鋼を使用しており、炭素鋼の弁の弁体、弁座および弁棒には耐熱鋼を使用しているため、排ガス中に含まれる腐食性ガス（HCl、SO_xほか）により、応力腐食割れが想定される。また、炭素鋼配管の伸縮接手はステンレス鋼であり、内面の耐火煉瓦および耐火キャスタブルに減肉、割れ等が発生した場合に応力腐食割れが想定される。

しかしながら、排ガスブロアについては、日常点検時の振動診断により、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、排ガスフィルタのケーシング、ステンレス鋼配管、ステンレス鋼配管の伸縮接手、ステンレス鋼の弁および炭素鋼の伸縮継手（ステンレス鋼）については、開放点検時の目視確認等により、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。

(8) 排ガスブロアの主軸の摩耗

軸受（ころがり）を採用している排ガスブロアについては、軸受取替時に軸受を引き抜いた際に主軸表面にわずかな線形模様が生じる。これをサンドペーパーで仕上げる場合、主軸表面にはわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間に微小すき間が生じることから、主軸にはフレットィングによる摩耗が想定される。

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

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、日常点検時の振動診断および潤滑油診断により、機器の健全性を確認している。

(9) 排ガスブロアのケーシングの腐食（全面腐食）

排ガスブロアのケーシングは炭素鋼であり、排ガス中の亜硫酸ガスや塩素ガスにより、腐食が発生する可能性がある。

しかしながら、日常点検時の振動診断および潤滑油診断により各部の腐食の有無を確認し、必要に応じて寸法計測により腐食進行程度の把握を行うことにより、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。

(10) ケーシングボルトおよびフランジボルトの腐食（全面腐食）

炭素鋼または低合金鋼を使用しているケーシングボルトまたはフランジボルトは、フランジ面または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がたい。

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、巡視点検等の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) 取付ボルト、支持脚、架台、ベースの腐食（全面腐食）

取付ボルト、支持脚、架台およびベースの炭素鋼使用部位には、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、塗膜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膜の状態を確認し、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、さらに防水措置（保温）が設置されている場合は防水措置（保温）の状態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。

(12) 弁等の炭素鋼、鋳鉄使用部位の腐食（全面腐食）

弁、逃がし弁のうち炭素鋼または鋳鉄を使用している使用部位は、排ガス中の亜硫酸ガスや塩素ガスにより、腐食が発生する可能性がある。

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がたい。

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等により、機器の健全性を確認している。

(13) 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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

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。

(14) 1次セラミックフィルタの支持プレートの変形

1次セラミックフィルタの支持プレートは耐熱鋼であるが、運転中の熱応力により、変形が発生する可能性がある。

しかしながら、支持プレートの変形に対しては、これまでに有意な変形は認められておらず、今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考えがたいことから、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 消耗品および定期取替品

ガスケット、パッキン、Oリング、微粒子フィルタ、軸受（ころがり）およびフィルタエレメントは開放点検時等に取替える消耗品であり、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(1/7) 伊方3号炉 雑固体焼却設備に想定される経年劣化事象 (焼却炉)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象						備考	
				減肉		割れ		材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
焼却、除塵機能の確保	耐火煉瓦		耐火物							△*1 △*2	*1：減肉 *2：割れ *3：固着
	耐火キヤスタブル		耐火物							△*2	
ハウンドリ の維持	炉外殻		炭素鋼		△						
	ケーシングボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	炉底ダンパ		ステンレス鋼							△*3	
	炉底ダンパパッキン	◎	—								
	逃し弁		炭素鋼		△						
	支持脚		炭素鋼		△						
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	架台		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						
			炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/7) 伊方3号炉 雑固体焼却設備に想定される経年劣化事象 (空気予熱器)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		材質変化				その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
焼却、除塵機能の確保	メインバーナー		ステンレス鋼								△*1	*1：溶損 *2：割れ
	内筒		ステンレス鋼								△*2	
	中間筒		ステンレス鋼								△*2	
	外筒		ステンレス鋼								△*2	
バウンダリの維持	フランジボルト		ステンレス鋼									
	ガスケット	◎	-									
機器の支持	支持脚		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(3/7) 伊方3号炉 雑固体焼却設備に想定される経年劣化事象（1次セラミックフィルタ）

機能達成に必要な項目	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	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
バウンダリの 維持	外殻		炭素鋼		△							*1：変形 *2：割れ
	ケーシングボルト		低合金鋼		△							
	ガスケット	◎	—									
	フィルタエレメント	◎	—									
焼却、除塵機能 の確保	支持プレート		耐熱鋼								▲*1	
	耐火煉瓦		耐火物								△*2	
	耐火キヤスタブル		耐火物								△*2	
機器の支持	架台		炭素鋼		△							
	取付ボルト		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼		△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着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(4/7) 伊方3号炉 雑固体焼却設備に想定される経年劣化事象 (排ガスフィルタ)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象						備考	
				減肉		割れ		材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの 維持	ケーシング		ステンレス鋼				△				
	ケーシングボルト		ステンレス鋼								
	オリング	◎	—								
焼却、除塵機能 の確保	微粒子フィルタ	◎	—								
	支持脚		ステンレス鋼								
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(5/7) 伊方3号炉 雑固体焼却設備に想定される経年劣化事象 (排ガスブローア)

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品 ・定期 取替品	材 料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		材質変化		その他			
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化				
焼却、除塵機能 の確保	羽根車		ステンレス鋼						△				
	主軸		ステンレス鋼	△					△				
	軸受 (ころがり)	◎	—										
パウングダリの 維持	ケーシング		炭素鋼		△								
	ケーシングボルト		炭素鋼		△								
機器の支持	ベース		炭素鋼		△								
	基礎ボルト		炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (日常劣化管理事象)

表2.2-1(6/7) 伊方3号炉 雑固体焼却設備に想定される経年劣化事象 (炭素鋼配管および弁)

機能達成に必要な項目	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	熱時効		劣化		
バウンダリの維持	配管		炭素鋼		△							*1：割れ
	フランジボルト		炭素鋼		△							
	ガスケット	◎	—									
	伸縮継手		ステンレス鋼					△				
	弁箱		炭素鋼		△							
	弁蓋		炭素鋼		△							
	弁体		耐熱鋼						△			
	弁座		耐熱鋼						△			
	弁棒		耐熱鋼						△			
	焼却、除塵機能の確保	耐火煉瓦		耐火物								
耐火キヤスタブル			耐火物								△*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(7/7) 伊方3号炉 雑固体焼却設備に想定される経年劣化事象（ステンレス鋼配管および弁）

機能達成に必要な項目	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	応力腐食割	熱時効	劣化				
バウンダリの 維持	配管		ステンレス鋼						△				
	フランジボルト		ステンレス鋼										
	ガスケット	◎	—										
	伸縮継手		ステンレス鋼						△				
	弁箱		ステンレス鋼 鋳鋼						△				
	弁蓋		鋳鉄						△				
	弁体		ステンレス鋼 鋳鋼						△				
	弁棒		ステンレス鋼 鋳鋼						△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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 2次セラミックフィルタ
- ② 排ガス補助フィルタ
- ③ 排ガス補助ブロア

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3の1)または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。

3.1.1 耐火煉瓦および耐火キャスタブルの割れ

2次セラミックフィルタの内側には耐火煉瓦および耐火キャスタブルが内張りされているが、起動・停止時の温度変化により割れが発生する可能性がある。しかしながら、開放点検時の目視確認等により状態を確認し、必要に応じて耐火煉瓦および耐火キャスタブルを張替えることにより、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。

3.1.2 2次セラミックフィルタの外殻の腐食（全面腐食）

2次セラミックフィルタの外殻は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部の外殻は耐熱塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

一方、内面については耐火煉瓦および耐火キャスタブルが内張りされており、通常の使用条件では有意な腐食減肉は想定されないが、耐火煉瓦および耐火キャスタブルに減肉、割れ等が発生した状況では、腐食性ガス（HCl、SO_xほか）が外殻まで侵入することにより、内面からの酸露点腐食が想定される。

しかしながら、開放点検時の目視確認や肉厚測定等により、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。

3.1.3 排ガス補助フィルタのケーシングの応力腐食割れ

排ガス補助フィルタのケーシングはステンレス鋼製であり、排ガス中に含まれる腐食性ガス（HCl、SO_xほか）により、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、排ガス補助フィルタのケーシングは、微粒子フィルタ取替時に目視確認を実施し、健全性を維持している。

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。

3.1.4 2次セラミックフィルタの架台等の腐食

2次セラミックフィルタの架台ならびに排ガス補助ブロアのベースおよびカップリングは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.5 排ガス補助ブロアの主軸の摩耗

軸受（ころがり）を採用している排ガス補助ブロアについては、軸受取替時に軸受を引き抜いた際に主軸表面にわずかな線形模様が生じる。これをサンドペーパーで仕上げる場合、主軸表面にはわずかな摩耗が発生し、主軸と軸受スリーブ間に微小すき間が生じることから、主軸にはフレットニングによる摩耗が想定される。

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

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、日常点検時の振動診断および潤滑油診断により、機器の健全性を確認している。

3.1.6 排ガス補助ブロアのケーシングボルトの腐食

排ガス補助ブロアのケーシングボルトは炭素鋼であり、フランジ部の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、ガスケットの締付管理により漏えい防止を図っている。

また、分解点検時にはボルトの状況を確認し手入れを行うとともに、組立前の焼付き防止剤塗布により腐食を抑制しており、今後も有意な腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.1.7 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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

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。

3.1.8 支持プレートの変形

2次セラミックフィルタ支持プレートは耐熱鋼であるが、運転中の熱応力により、変形が発生する可能性がある。

しかしながら、支持プレートの変形に対しては、これまでに有意な変形は認められておらず、今後もこれらの傾向が大きく変化する要因があるとは考えがたいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.1.9 羽根車、ケーシングの腐食（全面腐食）

排ガス補助ブロアの羽根車およびケーシングは炭素鋼であり、排ガス中に含まれる腐食性ガス（HCl、SO_xほか）により、腐食が発生する可能性がある。

しかしながら、羽根車、ケーシングの腐食に対しては、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大きく変化する要因があるとは考えがたいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

1 0 高压压缩减容装置

[対象機器]

- ① 高压压缩减容装置

目 次

1. 技術評価対象機器	1
2. 高圧圧縮減容装置の技術評価	2
2.1 構造、材料および使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	7

1. 技術評価対象機器

伊方3号炉で使用されている高圧圧縮減容装置の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 伊方3号炉 高圧圧縮減容装置の主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運転 状態	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
高圧圧縮減容装置 (1)	高*2	一時	約31.9*3	約60*4

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：最高使用温度が95°Cを超え、または最高使用圧力が1900kPa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：油圧系統の最高使用圧力

*4：油圧系統の最高使用温度

2. 高圧圧縮減容装置の技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 高圧圧縮減容装置

(1) 構造

伊方3号炉の高圧圧縮減容装置は、本体、油圧ユニットから構成されており、処理能力（垂直方向圧縮力）15,000kN（行程946mm）のペイラであり、1台設置されている。

本体については、作動油に接液する油圧系統配管は炭素鋼、シリンダおよびプランジヤは炭素鋼、圧縮金型は合金鋼を使用している。油圧系統配管等には、作動油の漏れを防止するため、オイルシール、Oリングを使用している。

一方、油圧ユニットは高圧圧縮減容装置（本体）の必要とする作動油圧まで加圧するためのポンプユニット、油圧系統配管および弁等で構成されている。

伊方3号炉の高圧圧縮減容装置構造図を図2.1-1に、高圧圧縮減容装置の全体構成図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の高圧圧縮減容装置の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

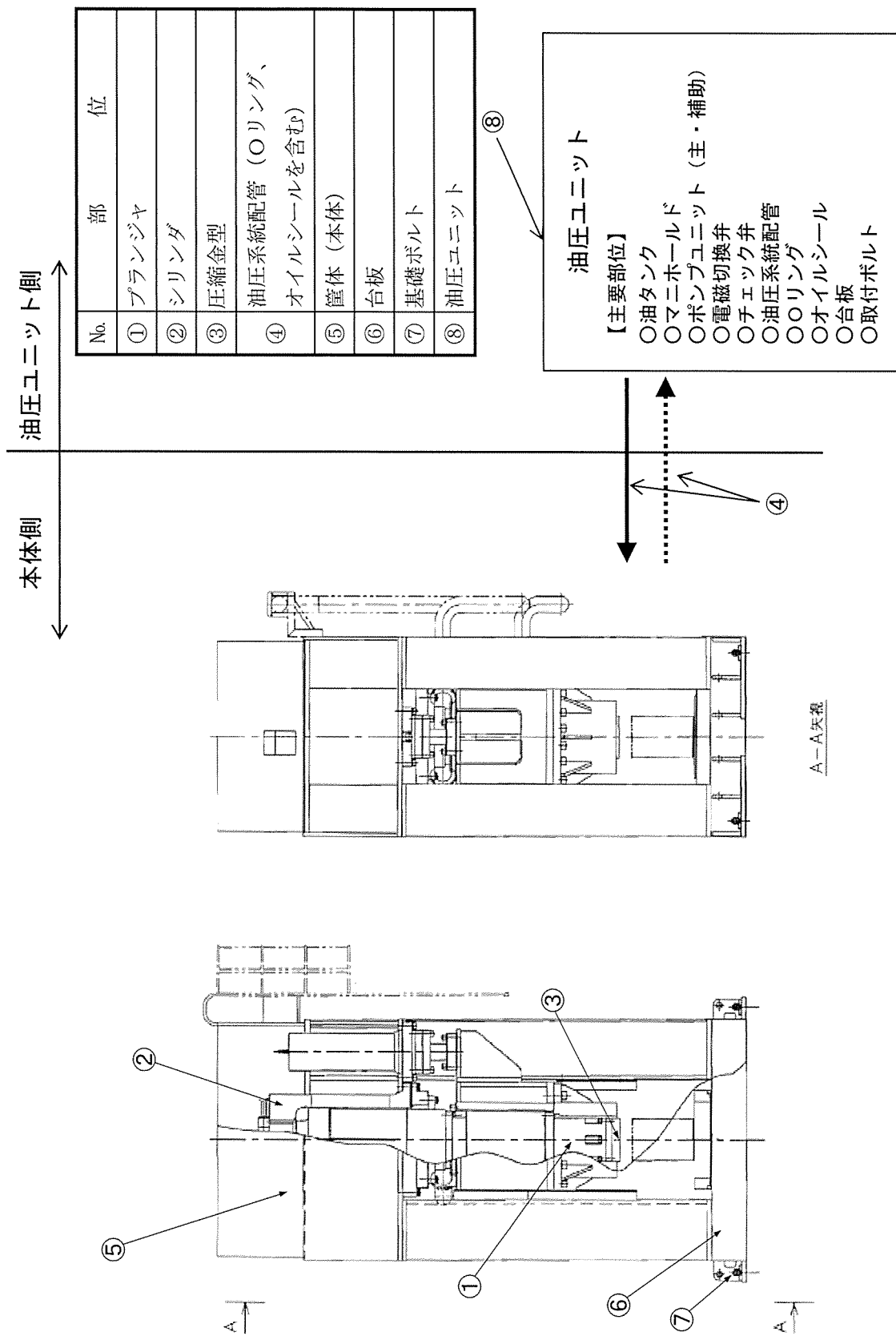


図2.1-1 伊方3号炉 高圧圧縮減容装置構造図

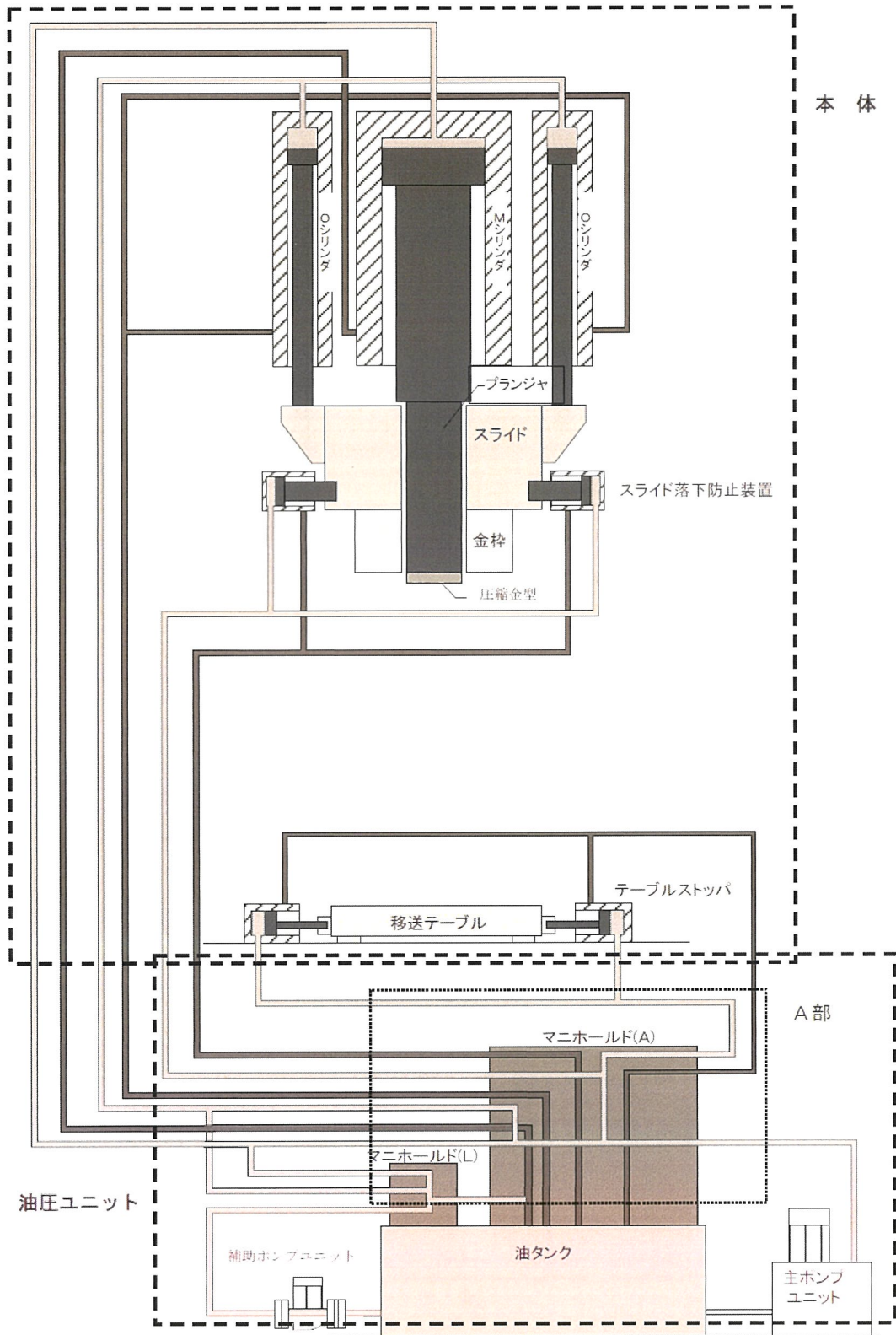
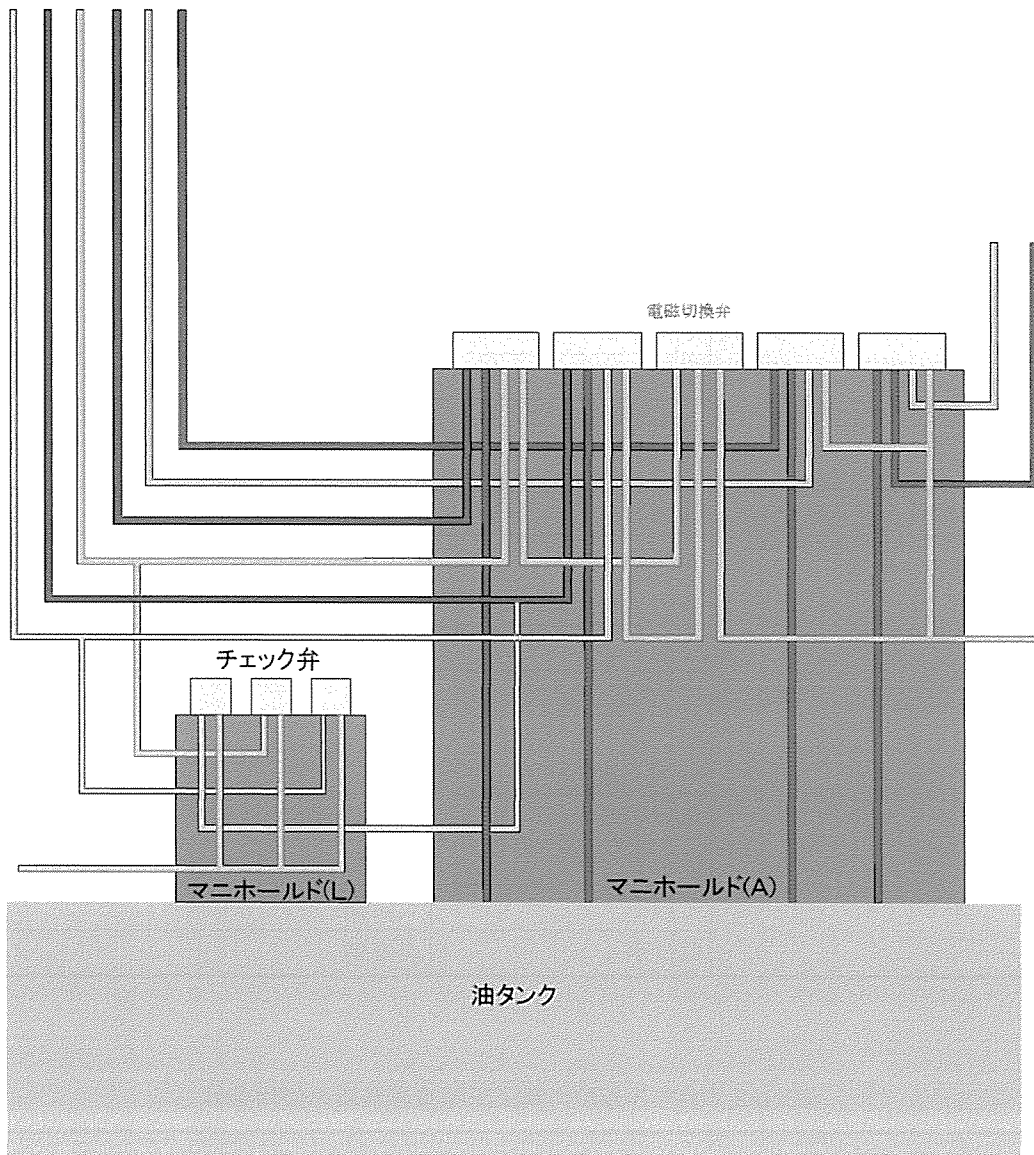


図2.1-2 伊方3号炉 高圧圧縮減容装置 全体構成図 (1/2)



A部詳細

図2.1-2 伊方3号炉 高圧圧縮減容装置 全体構成図 (2/2)

表2.1-1 伊方3号炉 高圧圧縮減容装置主要部位の使用材料

部 位	材 料	
本 体	プランジャ	炭素鋼
	シリンダ	炭素鋼
	圧縮金型	合金鋼
	油圧系統配管	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
	筐体	炭素鋼
	台板	炭素鋼鋳鋼
	基礎ボルト	炭素鋼
	油圧ユニット	油タンク
マニホールド		炭素鋼
油圧系統配管		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
ポンプユニット (主・補助)		消耗品・定期取替品
電磁切換弁		消耗品・定期取替品
チェック弁		消耗品・定期取替品
台板		炭素鋼
取付ボルト		炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 高圧圧縮減容装置の使用条件

最高使用圧力	約31.9MPa[gage] ^{*1}
最高使用温度	約60°C ^{*2}
処 理 能 力	垂直方向圧縮力 15,000kN (行程 946mm)
内 部 流 体	油

*1：油圧系統の最高使用圧力

*2：油圧系統の最高使用温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

高圧圧縮減容装置の機能である圧縮減容機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 圧縮機能の維持
- 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の抽出

高圧圧縮減容装置について、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）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△および▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 筐体、油圧系統配管、取付ボルトおよび台板等の大気接触部の腐食（全面腐食）
筐体、油圧系統配管等は炭素鋼また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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は、必要に応じて補修を実施することとしている。
したがって、今後も有意な腐食が発生する可能性は小さいことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(2) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔本体〕

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、本評価書の「基礎ボルト」にてまとめて評価を実施する。

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。

(3) シリンダおよびプランジャの摩耗〔本体〕

高圧圧縮減容装置は油圧ユニットで発生させた油圧でシリンダを駆動させ、プランジャを往復させることにより、圧縮金型に収納した雑固体廃棄物ドラム缶を圧縮・減容する。この往復運動に伴うシリンダおよびプランジャ部の摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、当該部は油霧囲気で摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

(4) 本体のプランジャ、シリンダ、油圧系統配管、油圧ユニット（大気接触部以外）の腐食（全面腐食）

本体のプランジャ、シリンダ、油圧系統配管及び油圧ユニット（大気接触部以外）は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は作動油であり、腐食が発生しがた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

オイルシール、Oリング、ポンプユニット（主、補助）、電磁切換弁およびチェック弁は、機能・性能試験時等に状態確認結果に基づき取替える消耗品である。

いずれも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 伊方3号炉 高压圧縮減容装置 (本体、油圧ユニット) 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			
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
圧縮機能の維持	プランジャ (本体)		炭素鋼	▲	▲						
	シリンダ (本体)		炭素鋼	▲	▲						
	圧縮金型 (本体)		合金鋼								
	油圧系統配管 (本体、油圧ユニット)		炭素鋼		△(外面) ▲(内面)						
	オリング (本体、油圧ユニット)	◎	—								
	オイルシール (本体、油圧ユニット)	◎	—								
	油タンク (油圧ユニット)		炭素鋼		△(外面) ▲(内面)						
	マニホールド (油圧ユニット)		炭素鋼		△(外面) ▲(内面)						
	ポンプユニット (主、補助) (油圧ユニット)	◎	—								
	電磁切換弁 (油圧ユニット)	◎	—								
機器の支持	チェック弁 (油圧ユニット)	◎	—								
	筐体 (本体)		炭素鋼		△						
	台板 (本体、油圧ユニット)		炭素鋼 炭素鋼		△						
	取付ボルト (油圧ユニット)		炭素鋼		△						
	基礎ボルト (本体)		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)

1 1 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、材料および使用環境	2
2.2 経年劣化事象の抽出	17

1. はじめに

本項では、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環境および機器支持位置等の詳細については、各機器の技術評価書を参照のこと。

2. 基礎ボルトの技術評価

2.1 構造、材料および使用環境

伊方3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、型式毎に各々対象とし、技術評価を実施する。

表2.1-1 伊方3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または低合金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、炭素鋼製のテーパボルトにより、炭素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や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、エポキシ樹脂）で固定しているもので、主として小口径の配管や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、設置場所およびボルト型式を表2.1-5に示す。

No.	部位
①	スタッドボルト

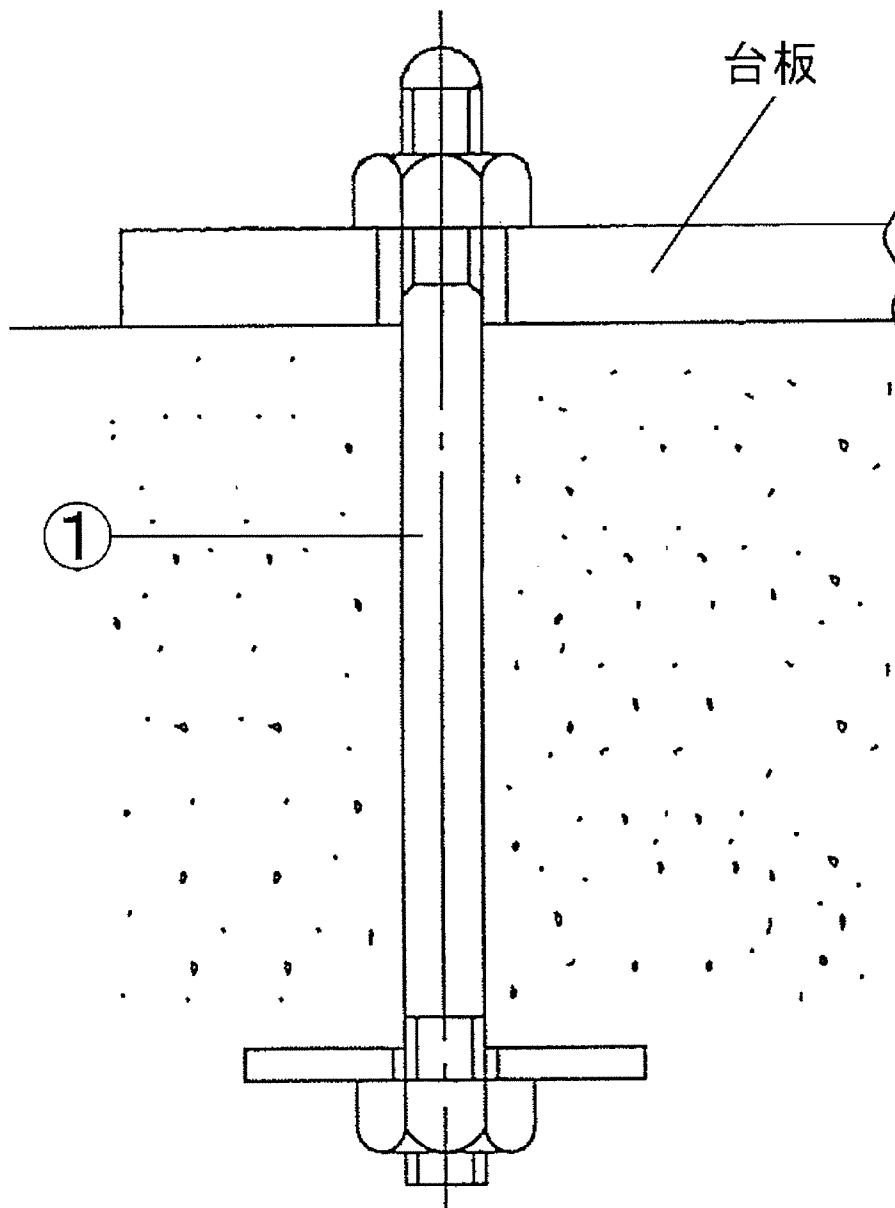


図2.1-1(1/2) 伊方3号炉 スタッドボルト構造図

No.	部位
①	スタッドボルト

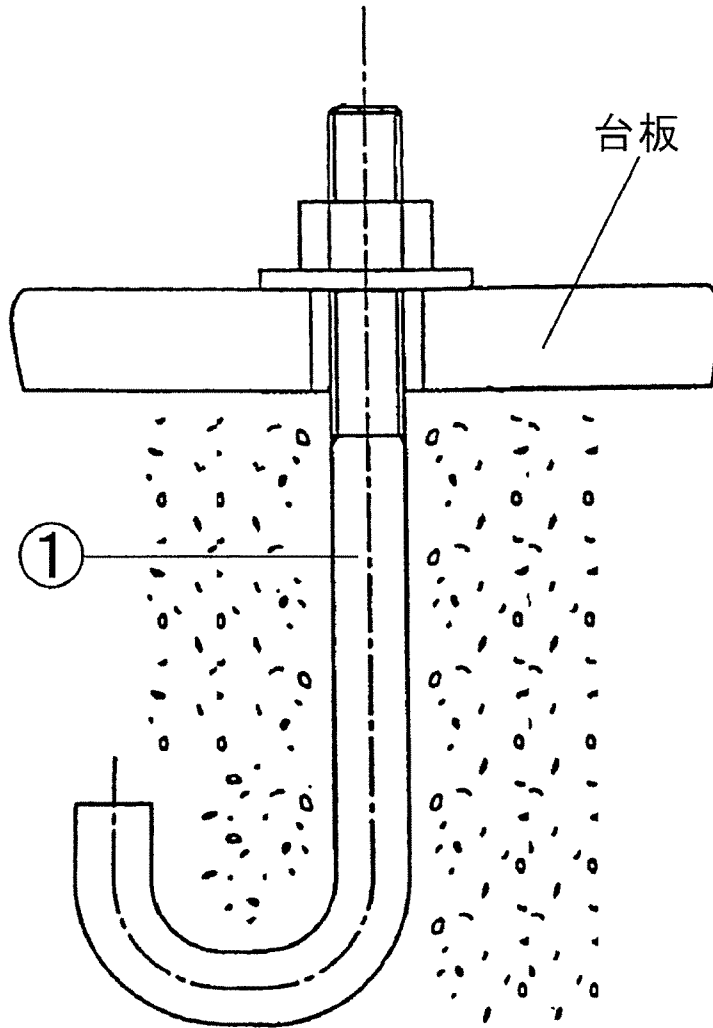


図2.1-1(2/2) 伊方3号炉 スタッドボルト構造図 (先端曲げ加工の例)

表2.1-2 伊方3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

No.	部位
①	テーパボルト
②	シールド

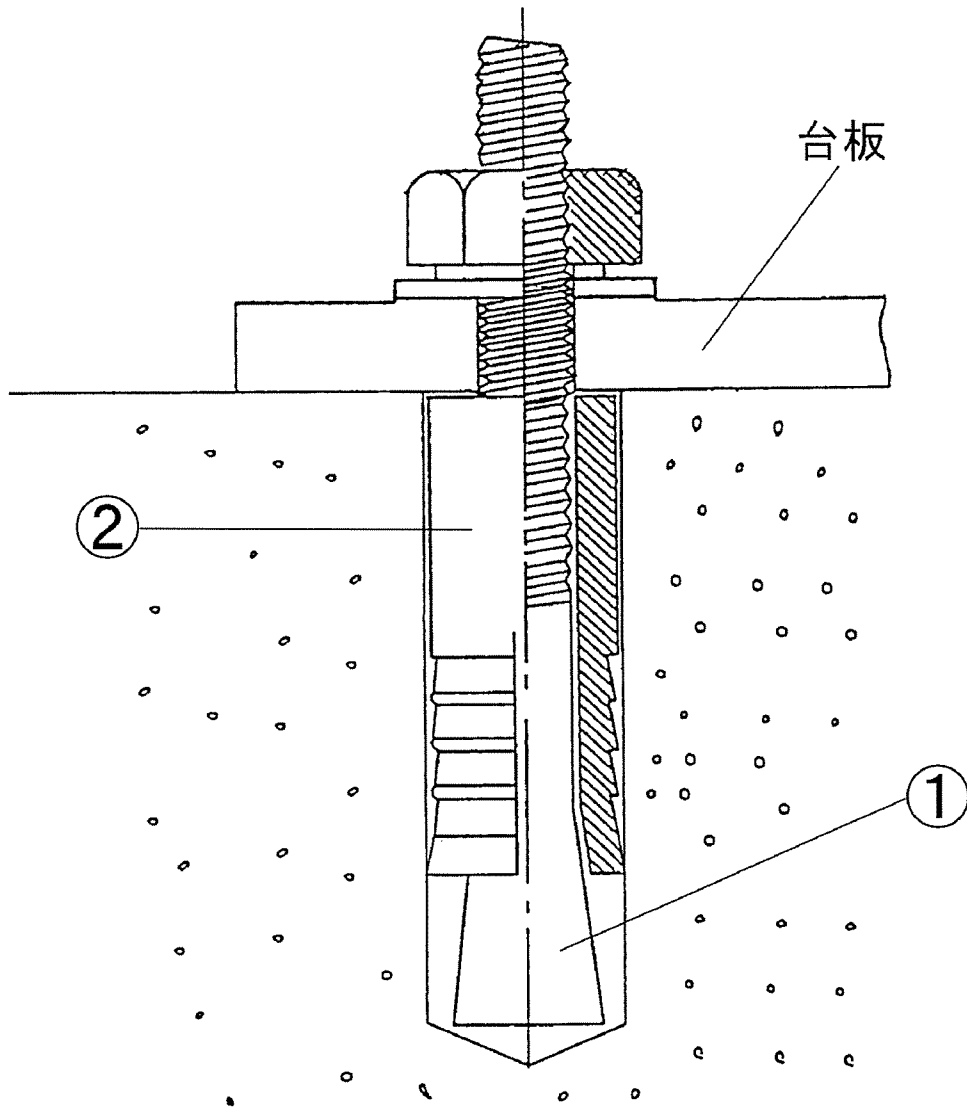


図2.1-2 伊方3号炉 メカニカルアンカ構造図

表2.1-3 伊方3号炉 メカニカルアンカの使用材料

部位	材料
テーパボルト	炭素鋼
シールド	炭素鋼

No.	部位
①	樹脂
②	アンカボルト

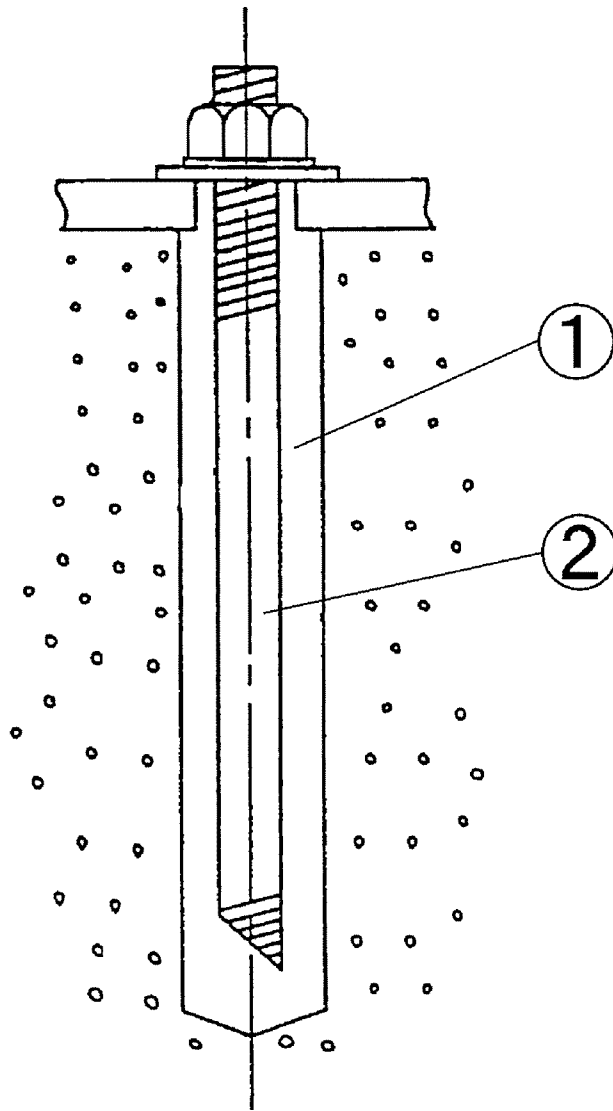


図2.1-3 伊方3号炉 ケミカルアンカ構造図

表2.1-4 伊方3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 エポキシ樹脂
アンカボルト	炭素鋼

表2.1-5 (1/7) 伊方3号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機種名	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	充てんポンプ	○		スタッドボルト
		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
		ほう酸ポンプ	○		スタッドボルト
		燃料取替用水タンクポンプ	○		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
		タービン動主給水ポンプ	○		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
		復水ブースタポンプ	○		スタッドボルト
		湿分分離器ドレンポンプ	○		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
		脱気器再循環ポンプ	○		スタッドボルト
		代替格納容器スプレイポンプ	○		ケミカルアンカ
		補助蒸気ドレンタンクポンプ	○		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
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
		余熱除去冷却器	○		スタッドボルト
		封水冷却器	○		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
		余剰抽出冷却器	○		スタッドボルト
		スチームコンバータドレン冷却器	○		スタッドボルト
		S G B D熱回収装置復水加熱器	○		スタッドボルト

表2.1-5 (2/7) 伊方3号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機種名	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	スチームコンバータ	○		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
	サンプルクーラ	サンプル冷却器	○		ケミカルアンカ
		ブローダウンサンプル冷却器	○		ケミカルアンカ
		格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器	○		ケミカルアンカ
ポンプ モータ	高圧ポンプモータ	充てんポンプモータ	○		スタッドボルト
容器	補機タンク	蓄圧タンク	○		スタッドボルト
		体積制御タンク	○		スタッドボルト
		燃料取替用水タンク	○		スタッドボルト
		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
		水素再結合ガス減衰タンク	○		スタッドボルト
		pH調整剤貯蔵タンク	○		スタッドボルト
		よう素除去薬品タンク	○		スタッドボルト
		原子炉補機冷却水サージタンク	○		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
		スチームコンバータドレンタンク	○		スタッドボルト
		補助蒸気ドレンタンク	○		スタッドボルト
		補助給水タンク		○	スタッドボルト
		フィルタ	ほう酸フィルタ	○	
	冷却材フィルタ		○		スタッドボルト
	冷却材脱塩塔入口フィルタ		○		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
	海水ストレーナ			○	スタッドボルト

表2.1-5 (3/7) 伊方3号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機種名	区分		機器名称	設置場所		ボルト型式
				屋内	屋外	
容器	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
			ほう素除去脱塩塔	○		スタッドボルト
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
弁	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 ケミカルアンカ
			電線管	○	○	メカニカルアンカ ケミカルアンカ
	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	メタルクラッド開閉装置 (メタクラ)		メタクラ (非常用ガスタービン 発電機)	○		ケミカルアンカ
	動力変圧器		代替動力変圧器	○		ケミカルアンカ
	コントロールセンタ		緊急時対策所 100V分電盤	○		メカニカルアンカ
			緊急時対策所空調用分電盤	○		メカニカルアンカ
			緊急時対策所用発電機中継端子 盤		○	ケミカルアンカ
			300kVA電源車中継端子盤		○	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
	タービン調速装置		高圧油供給装置	○		スタッドボルト
			高圧油供給装置アキュムレータ	○		スタッドボルト
	タービン動主給水ポンプ タービン		タービン動主給水ポンプタービン	○		スタッドボルト
鉄骨構造物	鉄骨構造物		原子炉補助建屋 (漏えい防止 堰)	○		メカニカルアンカ
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	安全保護系ロジック盤	○		スタッドボルト
			安全防護系シーケンス盤	○		スタッドボルト
			多様化自動作動盤 (ATWS緩和設 備)	○		スタッドボルト

表2.1-5 (4/7) 伊方3号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機種名	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	制御設備	監視・操作盤 通信設備	制御室退避時制御盤	○		スタッドボルト
			使用済燃料ピット監視カメラ	○		メカニカルアンカ
			安全パラメータ表示システム関連設備	○		ケミカルアンカ
			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
			衛星電話	○	○	ケミカルアンカ
			海面監視カメラ	○	○	ケミカルアンカ
	制御盤	ディーゼル発電機制御盤	○		スタッドボルト	
		重大事故等対処設備制御盤	○		メカニカルアンカ	
		非常用ガスタービン発電機制御盤	○		スタッドボルト	
		蓄圧タンク出口弁代替操作盤	○		ケミカルアンカ	
空調設備	ファン	安全補機室冷却ファン	○		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	
		中央制御室空調ファン	○		スタッドボルト	
		アニュラス排気ファン	○		スタッドボルト	
		中央制御室非常用給気ファン	○		スタッドボルト	
		安全補機室排気ファン	○		スタッドボルト	
		中央制御室再循環ファン	○		スタッドボルト	
		ディーゼル発電機室給気ファン	○		スタッドボルト	
	空調ユニット	アニュラス排気フィルタユニット	○		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 ケミカルアンカ	
		中央制御室非常用給気フィルタユニット	○		スタッドボルト	
		安全補機室冷却ユニット	○		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	
		中央制御室空調ユニット	○		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			

表2.1-5 (5/7) 伊方3号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機種名	区分	機器名称	設置場所		ボルト型式
			屋内	屋外	
空調設備	冷凍機	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
	ダクト	格納容器排気筒		○	ケミカルアンカ
		ダクト	○		メカニカルアンカ ケミカルアンカ
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
		ディーゼル発電機設備 空気圧縮機	○		スタッドボルト
		格納容器雰囲気ガスサンプリ ング圧縮装置	○		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
		燃料移送装置	○		スタッドボルト
		新燃料ラック	○		スタッドボルト
	濃縮減容設備	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
	水素再結合装置	水素再結合装置	○		スタッドボルト
		静的触媒式水素再結合装置	○		ケミカルアンカ
		イグナイタ	○		メカニカルアンカ
	セメント固化設備	セメント固化設備	○		スタッドボルト
	雑固体焼却設備	雑固体焼却設備	○		スタッドボルト
	高圧圧縮減容装置	高圧圧縮減容装置	○		スタッドボルト

表2.1-5 (6/7) 伊方3号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機種名	区分	機器名称	設置場所		ボルト型式	
			屋内	屋外		
電源設備	非常用発電設備 発電機	ディーゼル発電機	○		スタッドボルト	
	非常用発電設備 内燃機関	ディーゼル機関	○		スタッドボルト	
	内燃機関付属設備	燃料弁冷却水ポンプ	燃料弁冷却水ポンプ	○		スタッドボルト
		燃料油移送ポンプ	燃料油移送ポンプ	○		スタッドボルト
		潤滑油プライミングポンプ	潤滑油プライミングポンプ	○		スタッドボルト
		非常用ガスタービン発電機 燃料油移送ポンプ	非常用ガスタービン発電機 燃料油移送ポンプ	○		スタッドボルト
		清水冷却器	清水冷却器	○		スタッドボルト
		燃料弁冷却水冷却器	燃料弁冷却水冷却器	○		スタッドボルト
		潤滑油冷却器	潤滑油冷却器	○		スタッドボルト
		シリンダ冷却水タンク	シリンダ冷却水タンク	○		スタッドボルト
		燃料弁冷却水タンク	燃料弁冷却水タンク	○		スタッドボルト
		潤滑油タンク	潤滑油タンク	○		メカニカルアンカ
		シリンダ油サービスタンク	シリンダ油サービスタンク	○		スタッドボルト
		燃料油サービスタンク	燃料油サービスタンク	○		スタッドボルト
		始動空気だめ	始動空気だめ	○		スタッドボルト
		燃料油貯油槽	燃料油貯油槽		○	スタッドボルト
		潤滑油主コシ器	潤滑油主コシ器	○		スタッドボルト
		燃料油第1コシ器	燃料油第1コシ器	○		スタッドボルト
		燃料油第2コシ器	燃料油第2コシ器	○		スタッドボルト
		重油タンク	重油タンク		○	スタッドボルト
		軽油タンク	軽油タンク		○	スタッドボルト
		非常用ガスタービン発電機 燃料油貯油槽	非常用ガスタービン発電機 燃料油貯油槽		○	スタッドボルト
	非常用ガスタービン発電機 燃料油こし器	非常用ガスタービン発電機 燃料油こし器	○		スタッドボルト	

表2.1-5 (7/7) 伊方3号炉 基礎ボルト評価対象一覧

機種名	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	充電器盤	○		スタッドボルト
		予備充電器盤	○		スタッドボルト
		ドロップ盤	○		スタッドボルト
		蓄電池（3系統目）	○		スタッドボルト
		非常用ガスタービン発電機 制御用蓄電池	○		スタッドボルト
		非常用ガスタービン発電機 始動用蓄電池	○		スタッドボルト
		蓄電池切換盤	○		ケミカルアンカ
		蓄電池（3系統目）切換盤	○		ケミカルアンカ
		可搬型直流電源装置中継盤	○		ケミカルアンカ
		可搬型直流電源装置切換盤	○		ケミカルアンカ
	計器用電源設備	計装用インバータ盤	○		スタッドボルト
		代替計装用変圧器盤	○		ケミカルアンカ
		代替計装用分電盤	○		ケミカルアンカ

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およ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、材料および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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または低合金鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(2) 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、炭素鋼また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、シールドおよ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。

(3) 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または低合金鋼であり、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ナットを取外して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。

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（全面腐食）〔共通〕

コンクリート埋設部では、コンクリートの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、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と考える。

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]

基礎ボルトは、プラントの起動・停止時等の熱過渡により、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「コンクリート構造物およ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ことから、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およ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 (1/3) 伊方3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		△ ^{*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（屋外基礎ボルト塗装なし部） *3：大気接触部（屋内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2.2-1 (2/3) 伊方3号炉 メカニカルアラ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	テーパーボルト		炭素鋼		△ ^{*1} △ ^{*2} △ ^{*3}		▲					*1：大気接触部（基礎ボルト 塗装あり部） *2：大気接触部（屋外基礎ボ ルト塗装なし部） *3：大気接触部（屋内基礎ボ ルト塗装なし部） *4：コンクリート埋設部 *5：付着力低下
	シールド		炭素鋼		△ ^{*2} △ ^{*3} ▲ ^{*4}		▲				▲ ^{*5}	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1 (3/3) 伊方3号炉 ケミカルアノ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	樹脂		不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂						▲	*1：大気接触部（基礎ボルト塗装あり部） *2：大気接触部（屋外基礎ボルト塗装なし部） *3：大気接触部（屋内基礎ボルト塗装なし部）	
	アノカボルト		炭素鋼		△ ^{*1} △ ^{*2} △ ^{*3} ▲ ^{*4}	▲				*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）

伊方発電所 3 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]

四国電力株式会社

伊方3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の機器およ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、圧力、温度等の観点から代表機器を選定した。

これらの一覧表を表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. 非常用発電設備
 - 1.1 非常用発電設備 発電機
 - 1.2 非常用発電設備 内燃機関
 - 1.3 非常用発電設備 内燃機関付属設備
2. 直流電源設備
3. 計器用電源設備
 - 3.1 無停電電源
 - 3.2 計装用分電盤
4. 制御棒駆動装置用電源設備

また、非常用発電設備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、非常用発電設備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んでいない。

表 1 (1/13) 伊方 3 号炉 主要な電源設備 発電機

分離基準	機器名称 (台数)	仕様 定格出力×定格回転数 (kVA × rpm)	選定基準				代表機器の選定	
			重要度*1	使用条件		代表機器	選定理由	
				運転状態	定格電圧 (V)			周囲温度 (°C)
三相同期発電機	ディーゼル発電機 (2)	7,750×400	MS-1、 重*2	一時	6,900	約50	◎	重要度
	空冷式非常用発電装置 (発電機) (2)	1,825×1,800	重*2	一時	6,600	約40		
	非常用ガスタービン発電機 (1)	6,000×1,800	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および構造物であることを示す。

表 1 (2/13) 伊方3号炉 主要な電源設備 内燃機関

型式	機器名称 (台数)	仕様 定格出力×定格回転数 (kW×rpm)	選定基準		代表機器の選定	
			重要度*1	運転状態	代表機器	選定理由
内燃機関	ディーゼル機関 (2)	6,200×400	MS-1、重*2	一時	◎	重要度
	非常用ガスタービン発電機 (1)	5,200×18,000*3	重*2	一時		
	空冷式非常用発電装置内燃機関 (2)	1,540×1,800	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および構造物であることを示す。

*3：ガスタービン主軸における値。

表 1 (3/13) 伊方3号炉 主要な電源設備 内燃機関付属設備 ポンプ

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運転状態	最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)
燃料弁冷却水ポンプ (2)	MS-1	一時 (機関運転時運転)	約0.3	約50
燃料油移送ポンプ (2)	MS-1、重*2	一時 (タンク補給時運転)	約0.3	約50
潤滑油ブライミングポンプ(2)	MS-1	連続 (機関停止時運転)	約0.5	約80
非常用ガスタービン発電機 燃料油移送ポンプ(1)	重*2	一時 (タンク補給時運転)	約0.5	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および構造物であることを示す。

表 1 (4/13) 伊方 3 号炉 主要な電源設備 内燃機関付属設備 熱交換器

型式	分離基準			機器名称 (台数)	仕様 〔熱交換量〕 : MW	重要度*1	選定基準			代表機器の選定	
	内部流体 (管側/胴側)	材料					運転状態	最高使用圧力 (MPa [gauge])	最高使用温度 (°C)	代表 機器	選定理由
		胴板	水室								
横置直管形	海水/純水	炭素鋼	炭素鋼	チタン	約1.91	MS-1	一時*2	約0.7/約0.5	約50/約90	◎	熱交換量
					約0.02	MS-1	一時*2	約0.7/約0.3	約50/約50		
	海水/潤滑油	炭素鋼	炭素鋼	チタン	約0.60	MS-1	一時*2	約0.7/約0.8	約50/約80	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：機関運転時のみ運転。ただし、管側（海水）は常時通水。

表 1 (5/13) 伊方3号炉 主要な電源設備 内燃機関付属設備 容器 (1/2)

分離基準		選定基準				代表機器の選定				
機能 設置場所	内部流体	材料	機器名称 (基数)	容量	重要度*1	使用条件		代表 機器	選定理由	
						最高使用圧力 (MPa [Gage])	最高使用温度 (°C)			
タンク・屋内	純水	炭素鋼	シリンダ冷却水タンク (2)	0.6m ³	MS-1	大気圧	約90	◎	容量	
			燃料弁冷却水タンク (2)	0.2m ³	MS-1	大気圧	約65			
	潤滑油	炭素鋼	潤滑油タンク (2)	8.0m ³	MS-1	大気圧	約80	◎	容量	
			シリンダ油サービスタンク (2)	0.8m ³	MS-1	大気圧	約50			
	燃料油	炭素鋼	燃料油サービスタンク (2)	2.5m ³	MS-1、重*2	大気圧	約50	◎	重要度	
			非常用ガスタタービン発電機 (燃料油サービスタンク) (1)	1.95m ³	重*2	大気圧	約40			
			空冷式非常用発電装置 (燃料油サービスタンク) (2)	1.66m ³	重*2	大気圧	約50			
			始動空気だめ (2)	2.5m ³	MS-1、重*2	約3.2	約90			
	タンク・屋外 (土中埋設含む)	燃料油	炭素鋼	燃料油貯油槽 (2)	142m ³	MS-1、重*2	大気圧	約40	◎	重要度、容量
				非常用ガスタタービン発電機 (燃料油貯油槽) (2)	200.0m ³	重*2	大気圧	約40		
重油タンク (3)				97m ³	MS-1、重*2	大気圧	約50			
軽油タンク (1)				60m ³	重*2	大気圧	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および構造物であることを示す。

表 1 (6/13) 伊方3号炉 主要な電源設備 内燃機関付属設備 容器(2/2)

分離基準			選定基準				代表機器の選定		
機能 設置場所	内部流体	材料	機器名称 (基数)	容量	重要度*1	使用条件		代表 機器	選定理由
						最高使用圧力 (MPa [gauge])	最高使用温度 (°C)		
フィルタ・屋内	潤滑油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油主コンシ器 (2)	73.9m ³ /h (流量)	MS-1	約0.8	約80	◎	
			燃料油第1コンシ器 (4)	5.0m ³ /h (流量)	MS-1、重 ^{*2}	大気圧	約50		
	燃料油	炭素鋼	燃料油第2コンシ器 (4)	5.0m ³ /h (流量)	MS-1、重 ^{*2}	約0.5	約50	◎	重要度、最高 使用圧力
			非常用ガスタービン発電機 (燃料油こし器) (2)	1.38m ³ /h (流量)	重 ^{*2}	大気圧	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および構造物であることを示す。

表 1 (7/13) 伊方 3 号炉 主要な電源設備 内燃機関係付属設備 配管

分離基準		機器名称	選定基準			代表機器の選定		
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)	代表 機器	選定理由
屋内	純水	炭素鋼	シリンドラ冷却水系統配管	MS-1、重 ^{*2}	約0.5	約90	◎	最高使用温度
				MS-1、重 ^{*2}	約0.3	約65		
	海水	炭素鋼 (ライニンング)	海水系統配管	MS-1、重 ^{*2}	約0.7	約50	◎	
			潤滑油系統配管	MS-1、重 ^{*2}	約0.8	約80	◎	最高使用温度
	空気	ステンレス鋼	シリンドラ油系統配管	MS-1、重 ^{*2}	約0.5	約50		
			始動空気系統配管	MS-1、重 ^{*2}	約3.2	約90	◎	
屋内外	燃料油	炭素鋼	燃料油系統配管	MS-1、重 ^{*2}	約0.5	約50	◎	最高使用温度
			非常用ガスタービン発電機設備 燃料油系統配管	重 ^{*2}	約0.5	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および構造物であることを示す。

表 1 (8/13) 伊方3号炉 主要な電源設備 内燃機関付属設備 弁

分離基準				選定基準			代表機器の選定			
弁型式	設置場所	内部流体	材料	該当系統 (弁台数)	重要度*1	使用条件		代表系統	代表弁 (台数)	選定理由
						最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)			
特殊弁	屋内	純水	炭素鋼鑄鋼	シリンドラダ冷却水系統 (2)	MS-1	約0.5	約90	◎	シリンドラダ冷却水温度制御弁 (2)	最高使用温度
				燃料弁冷却水系統 (2)	MS-1	約0.3	約50			
		潤滑油	炭素鋼鑄鋼	潤滑油系統 (2)	MS-1	約0.8	約80	◎	潤滑油温度制御弁 (2)	
	屋内	空気	炭素鋼	始動空気系統 (4)	MS-1	約3.2	約50	◎	主始動弁 (4)	

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (9/13) 伊方 3 号炉 主要な電源設備 直流電源設備 (1/2)

分離基準		機器名称 (台 (群) 数)	仕様	選定基準			代表機器の選定			
電圧 区分	型式			設置 場所	重要度*1	使用条件 運転 状態	定格 電圧 (V)	周囲 温度 (°C)	代表 機器	選定理由
低圧	バッテリー	屋内	蓄電池 (非常用) (2)	CS形、1,600Ah (10時間率) 60セル	MS-1、重*2	連続	129	約35	◎	重要度
			蓄電池 (重大事故等対処用) (2)	CS形、2,400Ah (10時間率) 60セル	重*2	連続	129	約35		
			蓄電池 (3系統目) (1)	MSE形、3,000Ah (10時間率) 62セル	重*2	連続	138	約25		
			非常用ガスタービン制御用蓄電池 (1)	MSE形、500Ah (10時間率) 60セル	重*2	連続	134	約25		
			非常用ガスタービン始動用蓄電池 (4)	MSE形、1,000Ah (10時間率) 30セル	重*2	連続	66.9	約25		

*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および構造物であることを示す。

表 1 (10/13) 伊方3号炉 主要な電源設備 直流電源設備 (2/2)

分離基準		機器名称 (台(群)数)	仕様	選定基準			代表機器の選定			
電圧区分	型式			設置場所	重要度*1	運転状態	定格電圧(V)	周囲温度(°C)	代表機器	選定理由
低圧	盤	屋内	直流コントローラセンタ(2)	母線定格電流 600A	MS-1、重*2	連続	125	約29	◎	重要度 主要構成機器
			充電器盤(2)	定格電流500A	MS-1	連続	129	約29		
			予備充電器盤(2)	定格電流400A	MS-1	一時	129	約29		
			ドロップス盤(2)	電圧変動範囲 129~144V	MS-1	連続	125	約29		
			蓄電池切換盤(2)	定格電流400A	重*2	連続	125	約29		
			蓄電池(3系統目) 切換盤(1)	定格電流400A	重*2	一時	125	約40		
			直流分電盤(2)	母線定格電流250A	MS-1	連続	125	約29		
			ソレノイド分電盤(8)	母線定格電流250A	MS-1	連続	125	約35		
			可搬型直流電源装置中継端子盤(1)	定格電流500A	重*2	一時	125	約40		
			可搬型直流電源装置切換盤(1)	定格電流400A	重*2	一時	125	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および構造物であることを示す。

表 1 (11/13) 伊方 3 号炉 主要な電源設備 計器用電源設備 無停電電源

機器名称 (台数)	仕様	重要度*1	使用条件		
			運転 状態	定格出力 電圧 (V)	周囲温度 (°C)
計装用インバータ盤 (4)	定格出力 15kVA	MS-1	連続	115	約29

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (12/13) 伊方 3 号炉 主要な電源設備 計器用電源設備 計装用分電盤

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定		
電圧区分	設置場所		仕様	重要度*1	運転状態	使用条件 定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)	代表機器	選定理由
低圧	屋内	計装用分電盤 (8)	屋内壁掛形 電流容量250A	MS-1	連続	115	約29	◎	電流容量
			屋内壁掛形 電流容量100A	MS-1	連続	115	約29		
		現場計装用分電盤 (4)	屋内壁掛形 電流容量32A	MS-1	連続	115	約40		
			屋内壁掛形 電流容量175A	重*2	一時	440/110	約40		
		代替計装用分電盤 (1)	屋内壁掛形 電流容量200A	重*2	一時	115	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対処設備に属する機器および構造物であることを示す。

表 1 (13/13) 伊方 3 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 (面数)	仕様	重要度*1	使用条件			内蔵遮断器		
			運転 状態	定格 使用 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 (1)	気中遮断器内蔵 低圧閉鎖形	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および構造物であることを示す。

表2 伊方3号炉 主要な電源設備の機能

機器名称	機能
非常用発電設備 発電機	非常用電源母線電圧が喪失した場合、または全交流電源喪失等の重大事故等が発生した場合に非常用機器等への電源供給を行うことを目的とする発電機。
非常用発電設備 内燃機関	非常用電源母線電圧が喪失した場合、または全交流電源喪失等の重大事故等が発生した場合に非常用機器等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。
非常用発電設備 内燃機関付属設備	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。
計装用分電盤	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。

1 非常用発電設備

- 1.1 非常用発電設備 発電機
- 1.2 非常用発電設備 内燃機関
- 1.3 非常用発電設備 内燃機関付属設備

伊方3号炉で使用されている非常用発電設備は、発電機、内燃機関および内燃機関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 非常用発電設備 発電機
- 1.2 非常用発電設備 内燃機関
- 1.3 非常用発電設備 内燃機関付属設備

1. 1 非常用発電設備 発電機

[対象機器]

- ① ディーゼル発電機
- ② 空冷式非常用発電装置（発電機）
- ③ 非常用ガスタービン発電機

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	11
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. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている非常用発電設備 発電機的主要仕様を表1-1に示す。

これらの非常用発電設備 発電機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および結果

表1-1に示す非常用発電設備 発電機を型式で分類すると1つのグループにまとめられる。

1.2 代表機器の選定

このグループの非常用発電設備 発電機の中で、重要度の観点からディーゼル発電機を代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 発電機の主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	仕様 定格出力×定格回転数 (kVA × rpm)	選定基準			代表機器の選定	
			重要度*1	使用条件		代表機器	選定理由
				運転状態	定格電圧 (V)		
三相同期発電機	ディーゼル発電機 (2)	7,750×400	MS-1、 重*2	一時	6,900	約50	◎ 重要度
	空冷式非常用発電装置 (発電機) (2)	1,825×1,800	重*2	一時	6,600	約40	
	非常用ガスタービン発電機(1)	6,000×1,800	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および構造物であることを示す。

2. 代表機器の技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 ディーゼル発電機

(1) 構造

伊方3号炉のディーゼル発電機は、定格出力7,750kVA、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り、2台設置されている。

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、回転子コアおよび回転子コイルが配置されている。

反機関側には、発電機回転子重量を支えるための軸受を備えており、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。

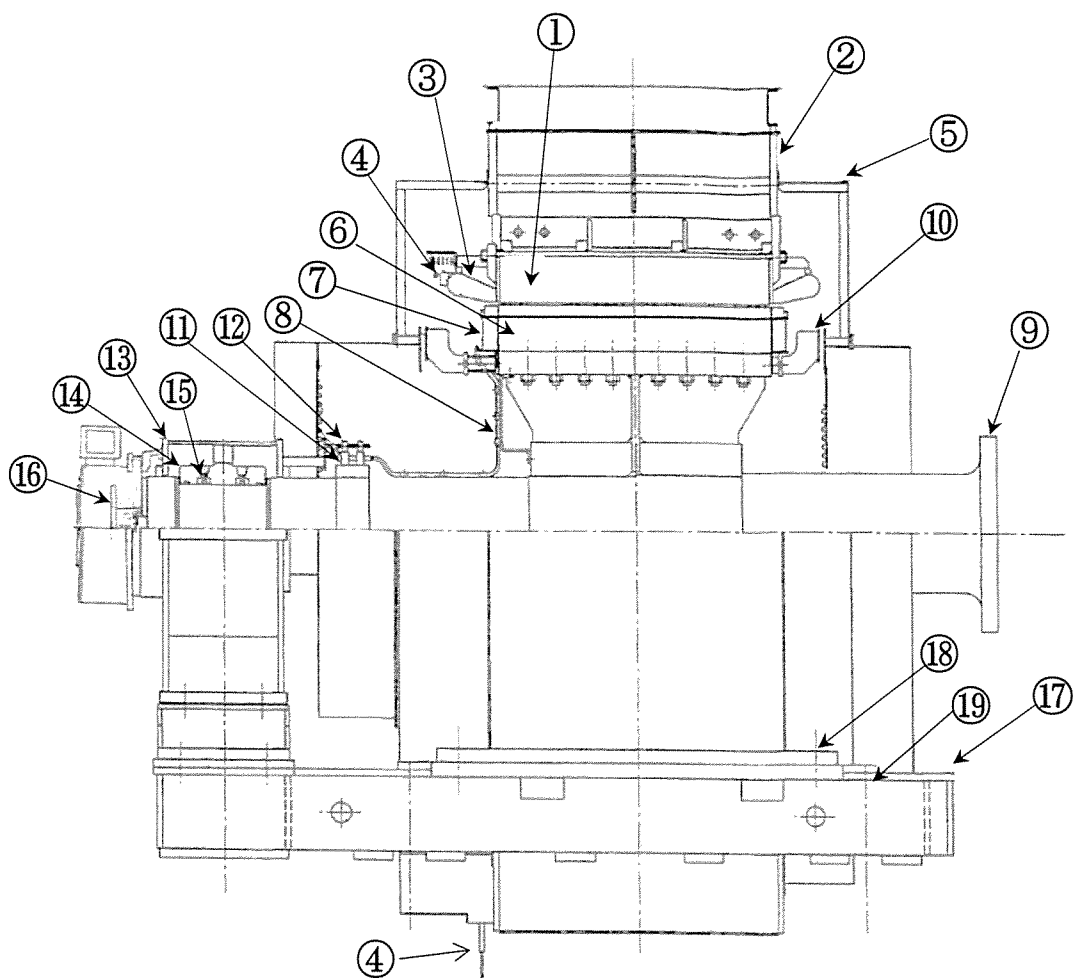
主軸には界磁発生に必要な電力を回転子コイルに供給するための、スリップリングおよびブラシを備えている。

固定子は固定子コアおよび固定子コイルにより構成され、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で回転数の監視をしている。

伊方3号炉のディーゼル発電機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル発電機の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No	部位	No	部位
①	固定子コア	⑪	スリップリング
②	フレーム	⑫	ブラシ
③	固定子コイル (高圧)	⑬	軸受台
④	口出線・接続部品 (高圧)	⑭	軸受 (すべり)
⑤	エンドカバー	⑮	オイルリング
⑥	回転子コア	⑯	インダクタ
⑦	回転子コイル (低圧)	⑰	ベッド
⑧	口出線・接続部品 (低圧)	⑱	取付ボルト
⑨	主軸	⑲	基礎ボルト
⑩	冷却ファン		

図2.1-1 伊方3号炉 ディーゼル発電機構造図

表2.1-1 伊方3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）
	口出線・接続部品（高圧）	銅、マイカ、エポキシ樹脂（F種絶縁）
	エンドカバー	電気亜鉛メッキ鋼板
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）
	口出線・接続部品（低圧）	銅、ケイ素ゴム、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	軸受台	炭素鋼
	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
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 伊方3号炉 ディーゼル発電機の使用条件

定格出力	7,750kVA
周囲温度	約50℃*1
定格電圧	6,900V
定格回転数	400rpm

*1：設置場所の設計最高温度

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、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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）および口出線・接続部品（高圧）の絶縁低下

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、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) 回転子コイル（低圧）および口出線・接続部品（低圧）の絶縁低下

回転子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) フレーム、エンドカバー、冷却ファン、軸受台、インダクタおよびベッドの腐食（全面腐食）

フレーム、冷却ファン、軸受台、インダクタおよびベッドは炭素鋼であり、腐食が想定される。エンドカバーは電気亜鉛メッキ鋼板であり、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、インダクタは亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜また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膜またはメッキ面の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(2) 固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コアおよび回転子コアは珪素鋼板または炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、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がたい。

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) 主軸の摩耗

ディーゼル発電機は、油潤滑のすべり軸受を使用しており、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、主軸と軸受間に潤滑油が供給され膜が形成されるため、摺動摩耗が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がたい。

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、高平均応力下で繰返し応力を受けると、段付部等の応力集中部において高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、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、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) 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、ブラシとスリップリングの接触面で摩耗が想定される。

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がたい。

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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(7) 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

2.2.4 消耗品および定期取替品

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替える消耗品、ブラシは定期取替品であり、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 伊方3号炉 デイジ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
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、マイカ、エポキシ樹脂					○					
	口出線・接続部品 (高圧)		銅、マイカ、エポキシ樹脂					○					
	エンドカバー		電気亜鉛メッキ鋼板		△								
	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					○					
	口出線・接続部品 (低圧)		銅、ケイ素ゴム、マイカ、エポキシ樹脂					○					
	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		—										
	軸受台		炭素鋼			△							
軸受 (すべり)		—											
オイルリング		—											
インダクタ		炭素鋼			△								
ベッド		炭素鋼			△								
取付ボルト		炭素鋼			△								
基礎ボルト		炭素鋼			△								
機器の支持													

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着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）および口出線・接続部品（高圧）の絶縁低下

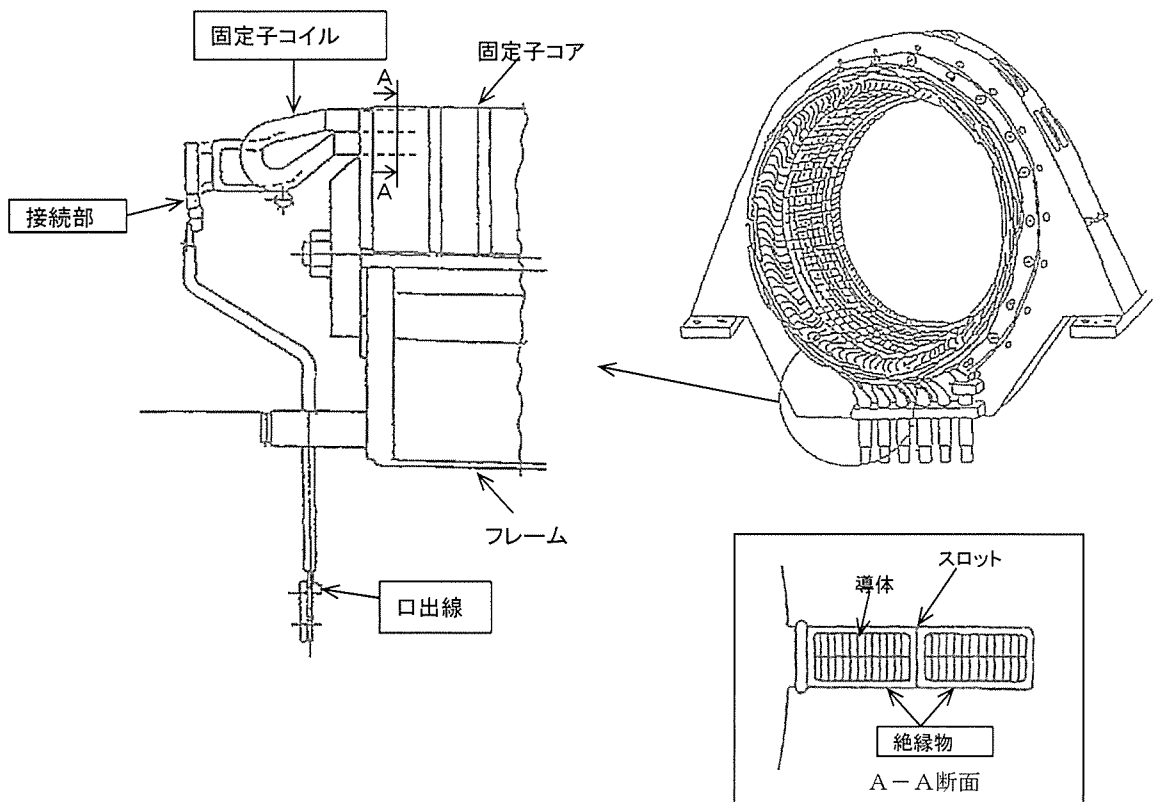
a. 事象の説明

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、各々の銅線に絶縁を施している。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を施している。

なお、接続部品は、固定子コイル間および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。

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、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。

絶縁低下を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 伊方3号炉 ディーゼル発電機
固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ディーゼル発電機の固定子コイルおよび口出線・接続部品の電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は、高圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品と同様であり、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運転期間の目安は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35時間であり、必要な絶縁耐力を保有する運転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、「ポンプモータの技術評価書」高圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

② 現状保全

固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁診断として絶縁抵抗測定、直流吸収試験、 $\tan \delta$ 試験および部分放電試験により、許容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、絶縁診断結果に基づき、必要により取替を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、固定子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁診断で検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

固定子コイルおよび口出線・接続部品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 回転子コイル（低圧）および口出線・接続部品（低圧）の絶縁低下

a. 事象の説明

回転子コイルは、回転子コアに納められており、各々の銅線に絶縁を施している。なお、口出線・接続部品は、回転子コイルおよ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を施している。

回転子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電気的、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。

絶縁低下を生じる可能性のある部位を図2.3-2に示す。

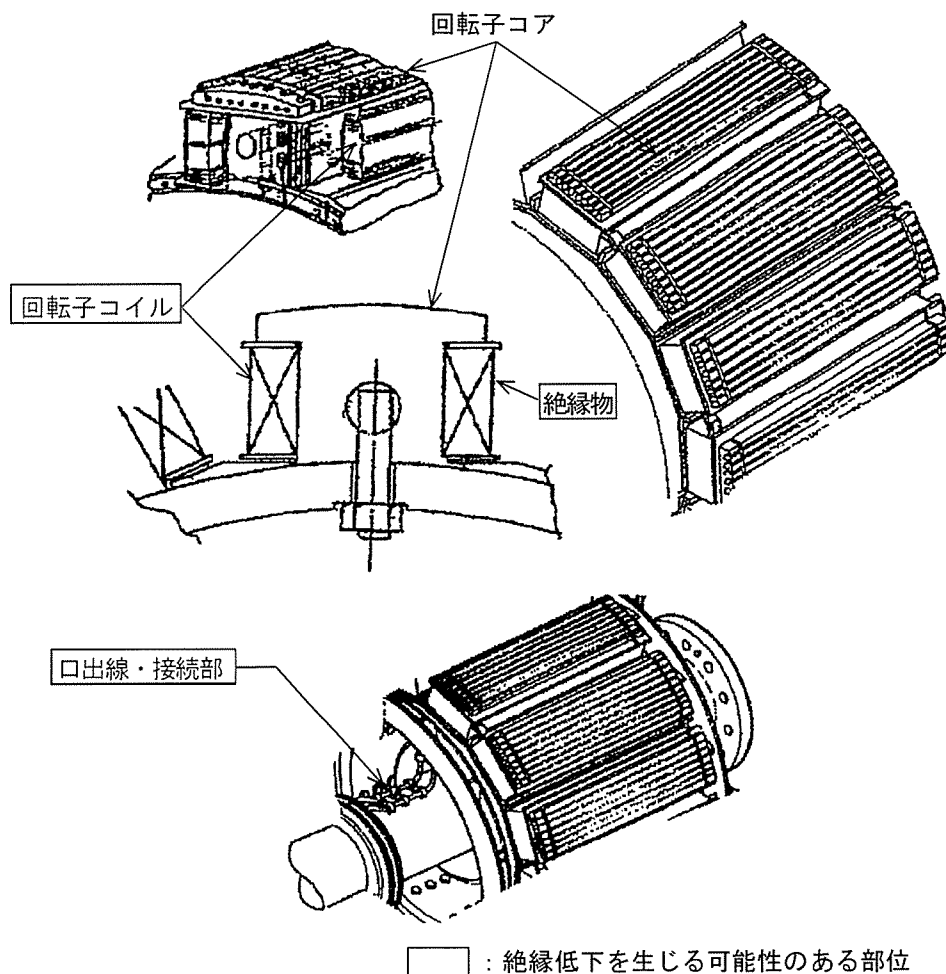


図2.3-2 伊方3号炉 ディーゼル発電機
回転子コイルおよび口出線・接続部品の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ディーゼル発電機の回転子コイルおよび口出線・接続部品の電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は、低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線と同様であることから、低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線において確認されている技術評価結果（詳細な技術評価の内容は、「ポンプモータの技術評価書」低圧ポンプモータの固定子コイルおよび口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照）により評価すると、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。

なお、ディーゼル発電機の運転時間は年間約35時間であり、必要な絶縁耐力を保有する運転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。

② 現状保全

回転子コイルおよび口出線・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、管理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を行うこととしている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、回転子コイルおよび口出線・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。

c. 高経年化への対応

回転子コイルおよび口出線・接続部品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。

3. 代表機器以外への展開

本章では第2章で実施した代表機器の技術評価結果について、第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 空冷式非常用発電装置（発電機）
- ② 非常用ガスタービン発電機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 [共通]

3.1.1 固定子コイル（高圧）および口出線・接続部品（高圧）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および口出線の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁診断で検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、固定子コイルおよび口出線の絶縁低下については、定期的に絶縁診断を実施していくとともに、点検結果に基づき、必要に応じて取替を実施していく。

3.1.2 回転子コイル（低圧）および口出線・接続部品（低圧）の絶縁低下 [共通]

代表機器と同様、長期間の運転を考慮すると回転子コイルおよび口出線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、回転子コイルおよび口出線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。

3.2 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 1)または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 フレーム等の腐食（全面腐食）〔共通〕

フレーム等は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.2.2 固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕

固定子コアおよ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、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理により腐食を防止している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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。

3.2.3 主軸の摩耗〔共通〕

空冷式非常用発電装置（発電機）および非常用ガスタービン発電機の主軸の軸受はころがり軸受を使用しており、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。

軸受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すき間が生じ、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、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用とすることで、今後も摩耗を防ぐこととしている。

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。

なお、軸受取替時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認することとしている。

3.2.4 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

しかしながら、発電機の主軸について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機能確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 スリップリングの摩耗 [非常用ガスタービン発電機]

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、ブラシとスリップリングの接触面で摩耗が想定される。

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がたい。

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することとしている。

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またはクロムモリブデン鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

1.2 非常用発電設備 内燃機関

[対象機器]

- ① ディーゼル機関
- ② 空冷式非常用発電装置内燃機関
- ③ 非常用ガスタービン発電機（ガスタービン）

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	8
2.2 経年劣化事象の抽出	101
3. 代表機器以外への展開	125
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	125

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている非常用発電設備 内燃機関の主な仕様を表 1-1 に示す。

これらの内燃機関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および結果

表1-1に示す内燃機関については、1つのグループとして分類される。

1.2 代表機器の選定

重要度が高いディーゼル機関を代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 内燃機関の主な仕様

型式	機器名称 (台数)	仕様 定格出力×定格回転数 (kW×rpm)	選定基準		代表機器の選定	
			重要度*1	運転状態	代表機器	選定理由
内燃機関	ディーゼル機関 (2)	6,200×400	MS-1、重*2	一時	◎	重要度
	非常用ガスタービン発電機 (ガスタービン) (1)	5,200×18,000*3	重*2	一時		
	空冷式非常用発電装置内燃機関 (2)	1,540×1,800	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および構造物であることを示す。

*3：ガスタービン主軸における値。

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内燃機関について技術評価を実施する。

① ディーゼル機関

伊方3号炉のディーゼル機関は、単動4サイクル水冷V型トランクピストン型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ライナ等から構成されており、2台設置されている。

ディーゼル機関は、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のディーゼル機関の主要機能および構成に示す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。

伊方3号炉のディーゼル発電設備の全体構造図を図2-1に、ディーゼル機関の主な組立品を図2-2に示す。

表2-1 伊方3号炉 内燃機関の主要機能および構成

主要機能	サブシステム	構成
100%負荷耐力保有	爆発力伝達	ピストン組立品
		連接棒組立品
	回転運動	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	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	シリンダ冷却水ポンプ組立品
	吸排気系	吸気管組立品
		吸気弁組立品
		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	吸排気弁駆動装置組立品	
支持	シリンダブロックおよびフレーム組立品	
その他	クランク室安全弁組立品	
	シリンダ安全弁組立品	
時間内始動	燃料油供給	燃料油供給ポンプ組立品
		燃料油供給ポンプ調圧弁組立品
		燃料噴射ポンプ組立品
		燃料噴射弁組立品
	潤滑油供給	潤滑油ポンプ組立品
		潤滑油ポンプ調圧弁組立品
	始動空気供給	始動弁組立品
		インターロック弁組立品
		始動空気管制弁組立品
速度制御・保持	回転数制御	調速機組立品
		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	圧力・温度スイッチ

ディーゼル機関

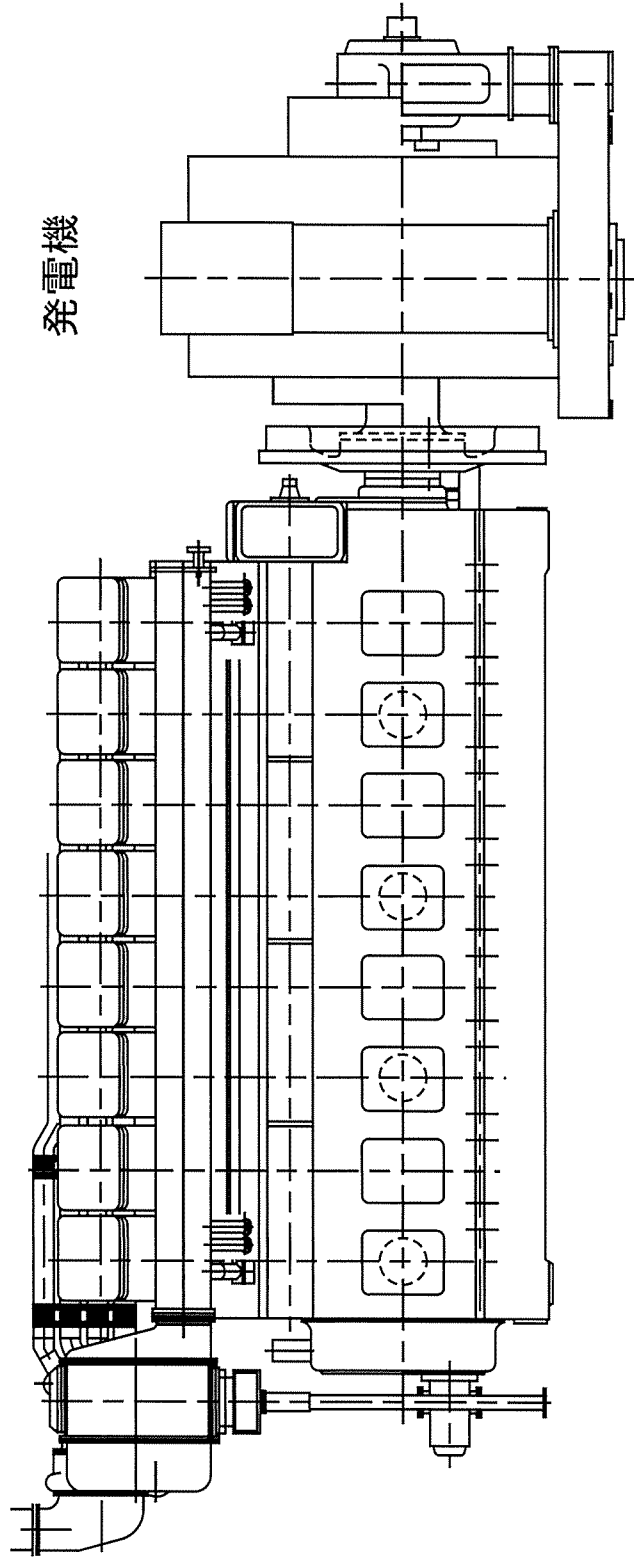


図2-1 伊方3号炉 ディーゼル発電設備 全体構造図

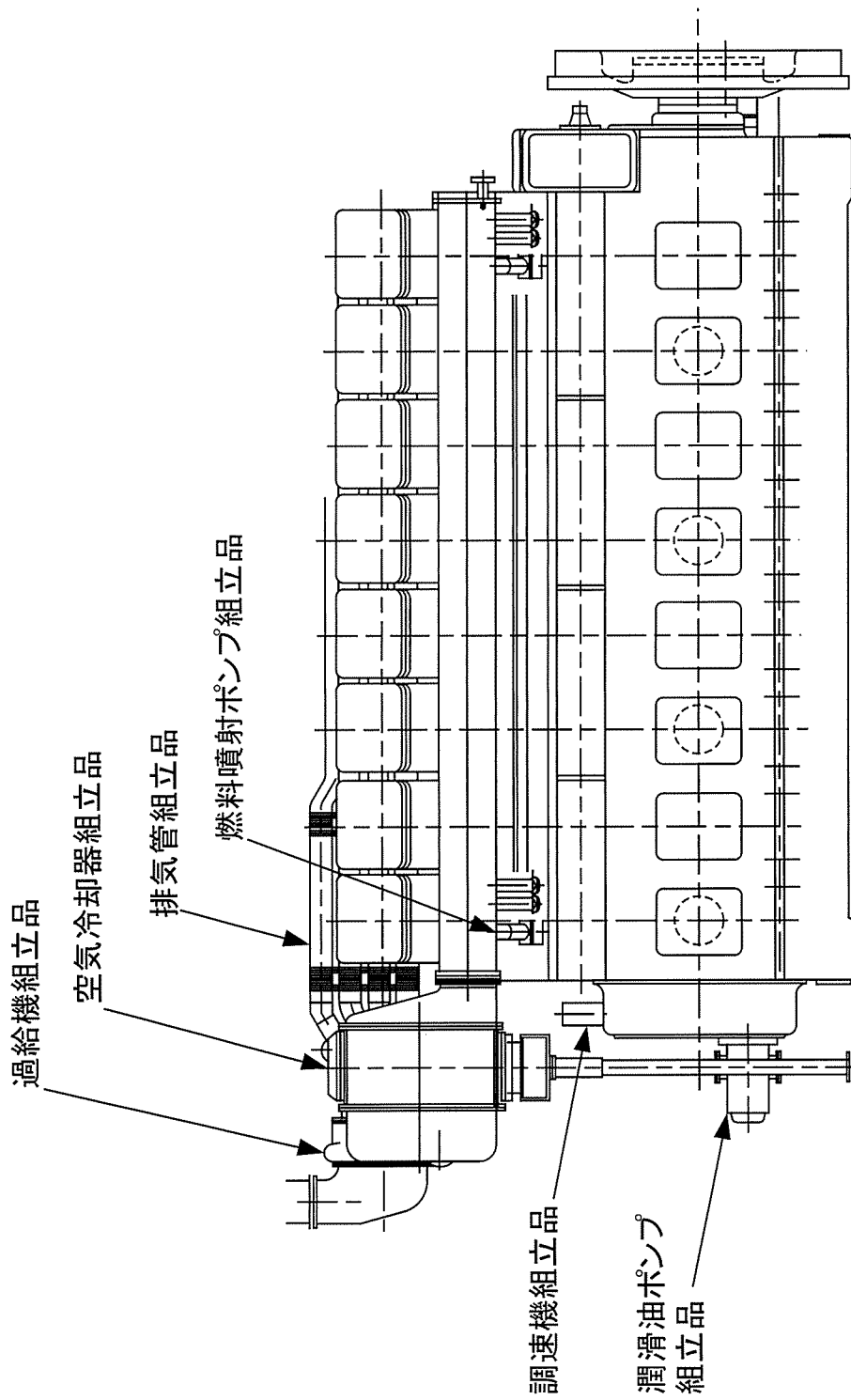


図2-2(1/2) 伊方3号炉 ディーゼル機関の主な組立品

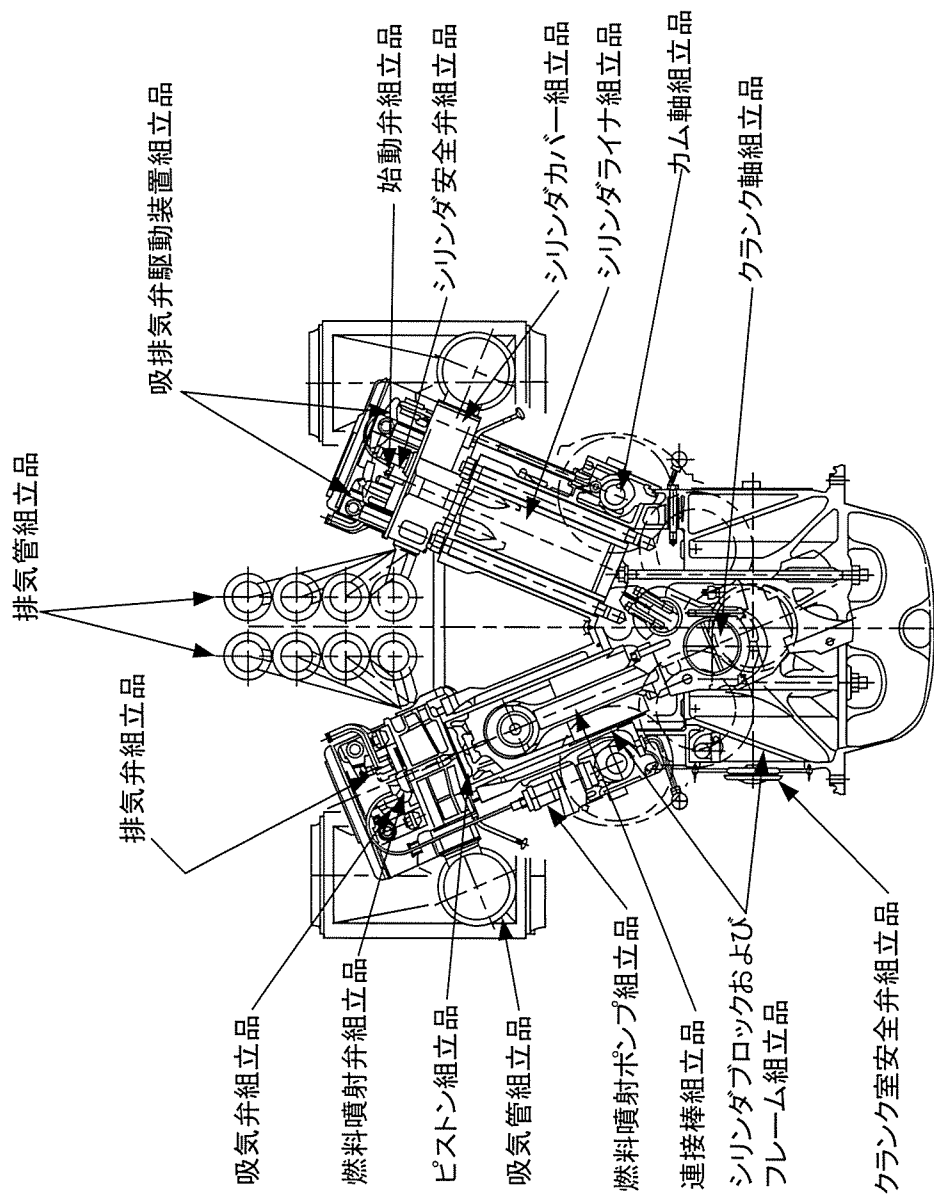


図2-2(2/2) 伊方3号炉 ディーゼル機関の主な組立品

2.1 構造、材料および使用条件

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

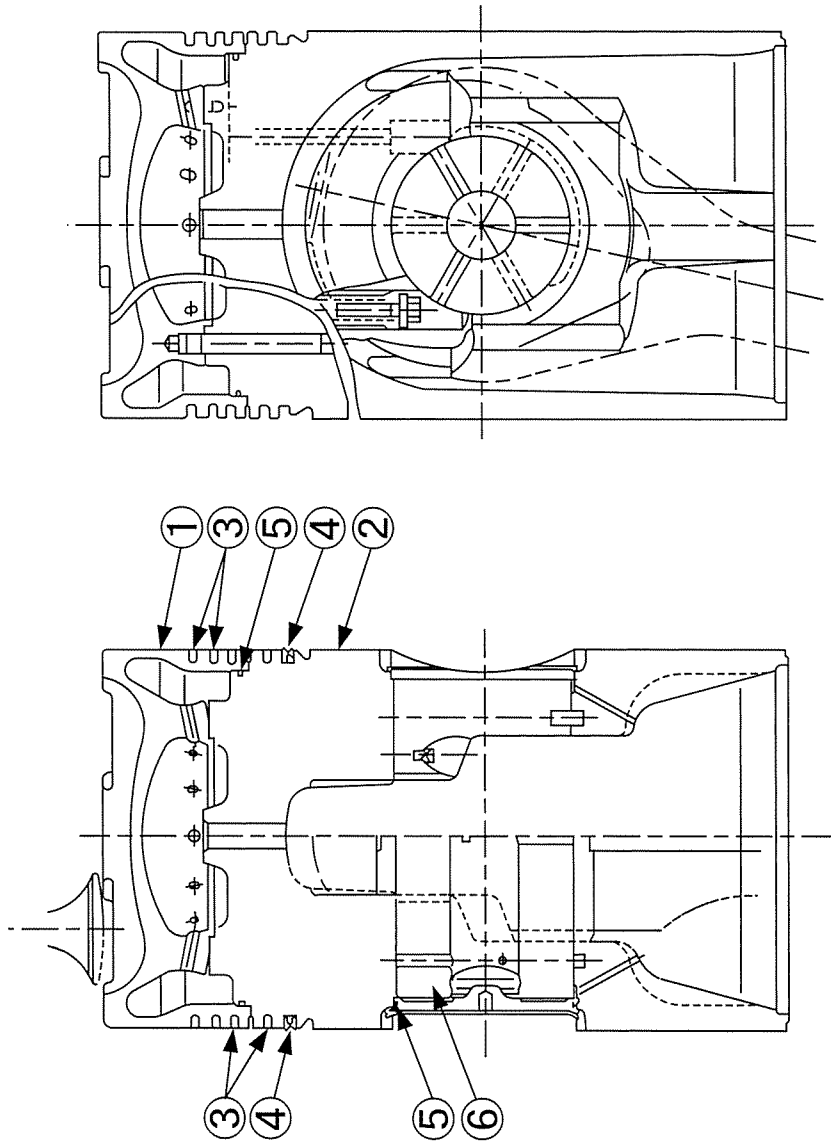
伊方3号炉のディーゼル機関には、1台につき16個のピストンが組込まれており、機能としてはシリンダ内の爆発エネルギーを受け、接続棒を介してクランク軸に回転力を与える役目を果たす。

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リングおよ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。

伊方3号炉のディーゼル機関ピストン組立品の構造図を図2.1-1に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関ピストン組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	ピストン上部
②	ピストン下部
③	ピストンリング
④	油かきリング
⑤	Oリング
⑥	ピストンピン

図2.1-1 伊方3号炉 ディーゼル機関 ピストン組立品構造図

表2.1-1 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	鍛造アルミ
ピストンリング	消耗品・定期取替品
油かきリング	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

表2.1-2 伊方3号炉 ディーゼル機関
ピストン組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
定格出力	6,200kW
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

(2) 接続棒組立品

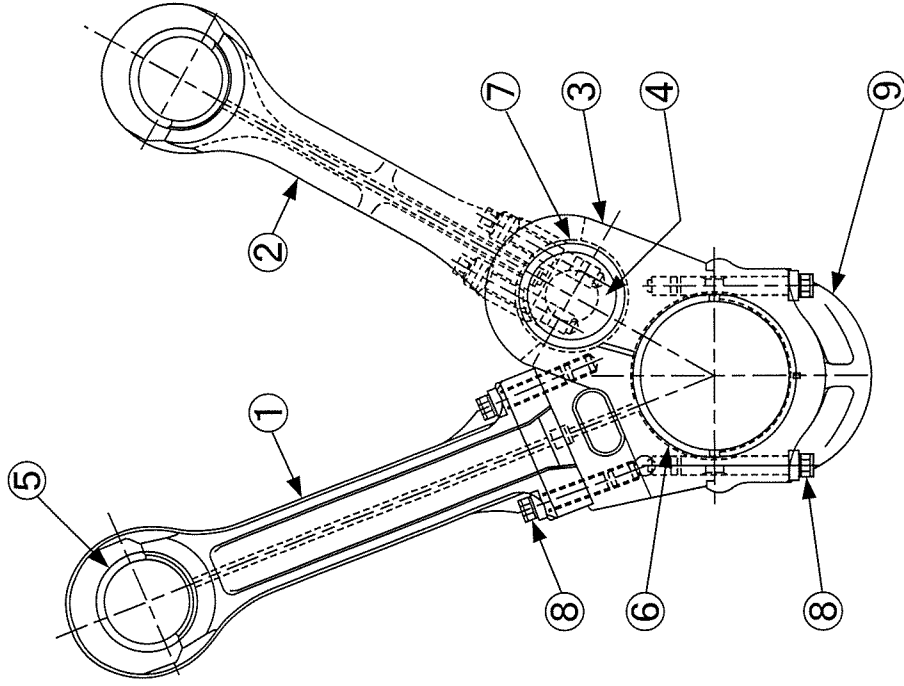
a. 構造

伊方3号炉のディーゼル機関には、1台につき16個の接続棒が組込まれており、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。揺動しながら爆発力を受け伝えるピストンピン軸受、主接続棒、副接続棒、スイングピン、スイングピン軸受、クランクピン軸受、上部冠および下部冠を接続棒に結合するボルトより構成されている。

伊方3号炉のディーゼル機関接続棒組立品の構造図を図2.1-2に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関接続棒組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



No.	部位
①	主連接棒
②	副連接棒
③	上部冠
④	スイングピン
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	ボルト
⑨	下部冠

図2.1-2 伊方3号炉 ディーゼル機関 連接棒組立品構造図

表2.1-3 伊方3号炉 ディーゼル機関
 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
スイングピン	低合金鋼
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
ボルト	低合金鋼
下部冠	炭素鋼

表2.1-4 伊方3号炉 ディーゼル機関
 連接棒組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
定格出力	6,200kW
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、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。

伊方3号炉のディーゼル機関クランク軸組立品の構造図を図2.1-3に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関クランク軸組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。

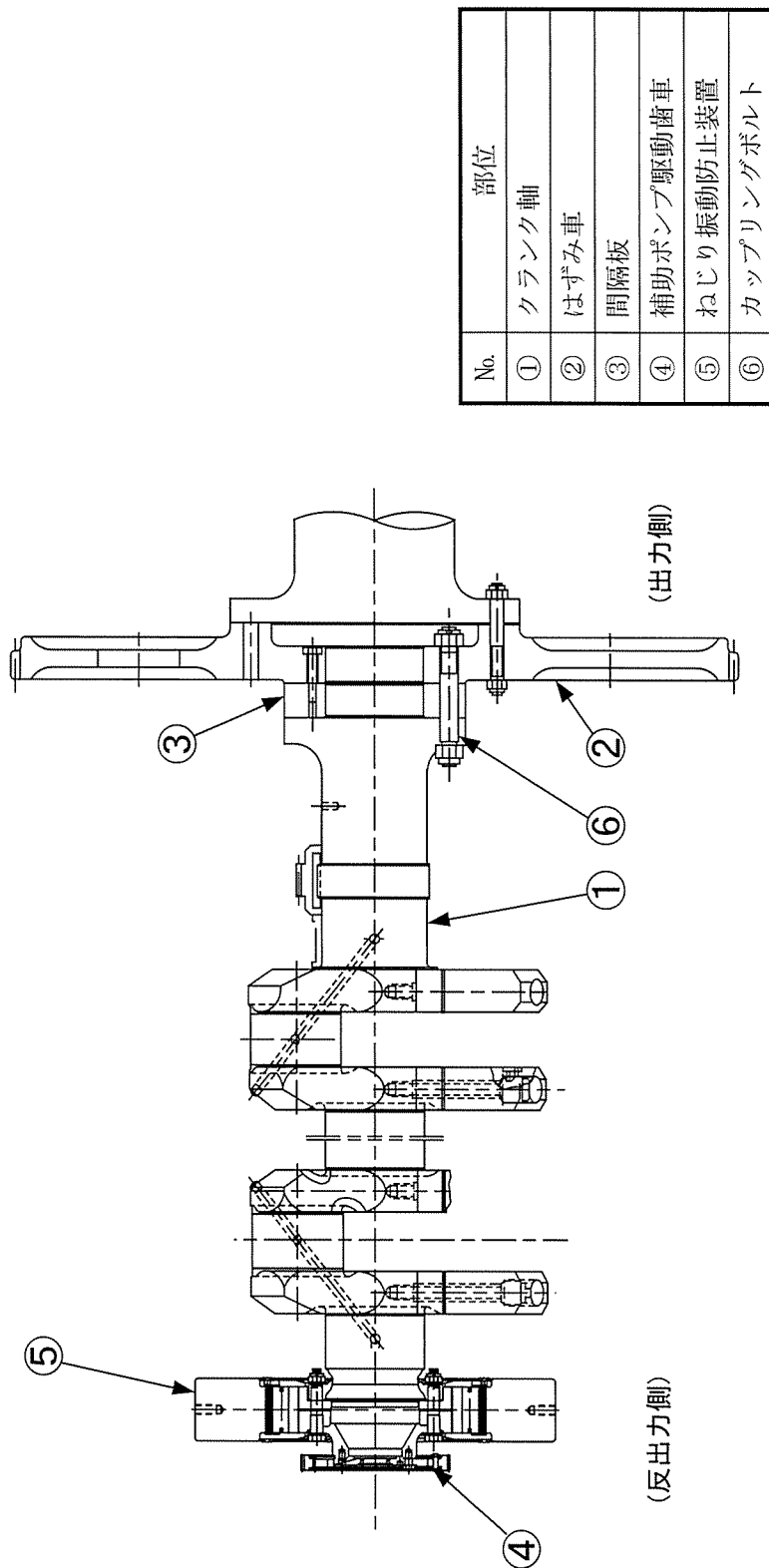


図2.1-3 伊方3号炉 ディーゼル機関 クランク軸組立品構造図

表2.1-5 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	炭素鋼鋳鋼
はずみ車	炭素鋼
間隔板	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
カップリングボルト	低合金鋼

表2.1-6 伊方3号炉 ディーゼル機関
クランク軸組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
定格出力	6,200kW
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に取付けられた中間歯車軸に取付けられている。

伊方3号炉のディーゼル機関カム軸駆動装置組立品の構造図を図2.1-4に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関カム軸駆動装置組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-7および表2.1-8に示す。

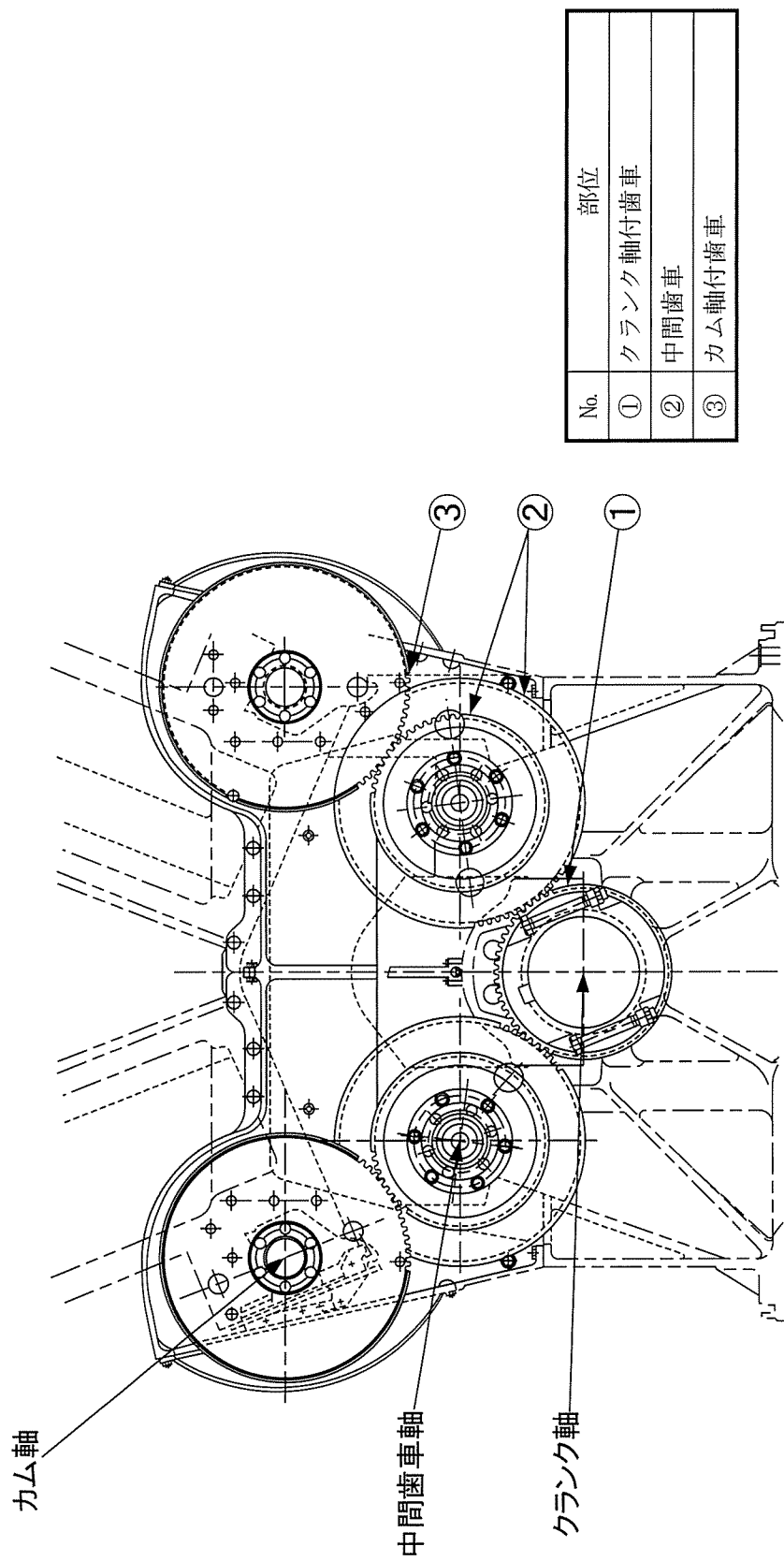


図2.1-4 伊方3号炉 ディーゼル機関 カム軸駆動装置組立品構造図

表2.1-7 伊方3号炉 ディーゼル機関
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
カム軸付歯車	低合金鋼

表2.1-8 伊方3号炉 ディーゼル機関
カム軸駆動装置組立品の使用条件

定格回転数 (クランク軸)	400rpm
カム軸回転数	200rpm
定格出力	6,200kW

(3) カム軸組立品

a. 構造

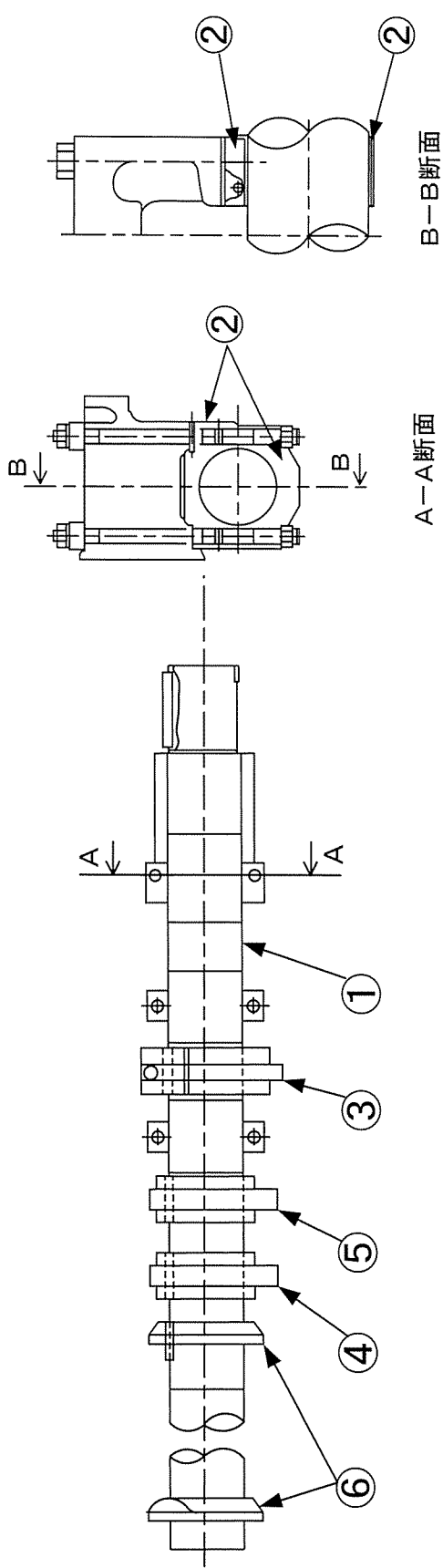
カム軸は機関後部のカム軸歯車によって駆動され、各気筒毎に燃料カム、排気カム、吸気カムおよび始動カムの四つのカム山を有し、カム軸受で支えられている。燃料カムは燃料噴射ポンプを駆動して高圧燃料をシリンダ内へ送り、排気、吸気カムはシリンダカバーにある排気、吸気弁を決まったタイミングで開閉してシリンダ内の吸気－圧縮－爆発－排気の行程をつかさどる。

また、始動カムは始動用の空気をシリンダ内へ送り込む。

伊方3号炉のディーゼル機関カム軸組立品の構造図を図2.1-5に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関カム軸組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-9および表2.1-10に示す。



No.	部位
①	カム軸
②	カム軸受 (すべり)
③	燃料カム
④	排気カム
⑤	吸気カム
⑥	始動カム

図2.1-5 伊方3号炉 ディーゼル機関 カム軸組立品構造図

表2.1-9 伊方3号炉 ディーゼル機関
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
カム軸組立品の使用条件

定格回転数 (クランク軸)	400rpm
カム軸回転数	200rpm
定格出力	6,200kW

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

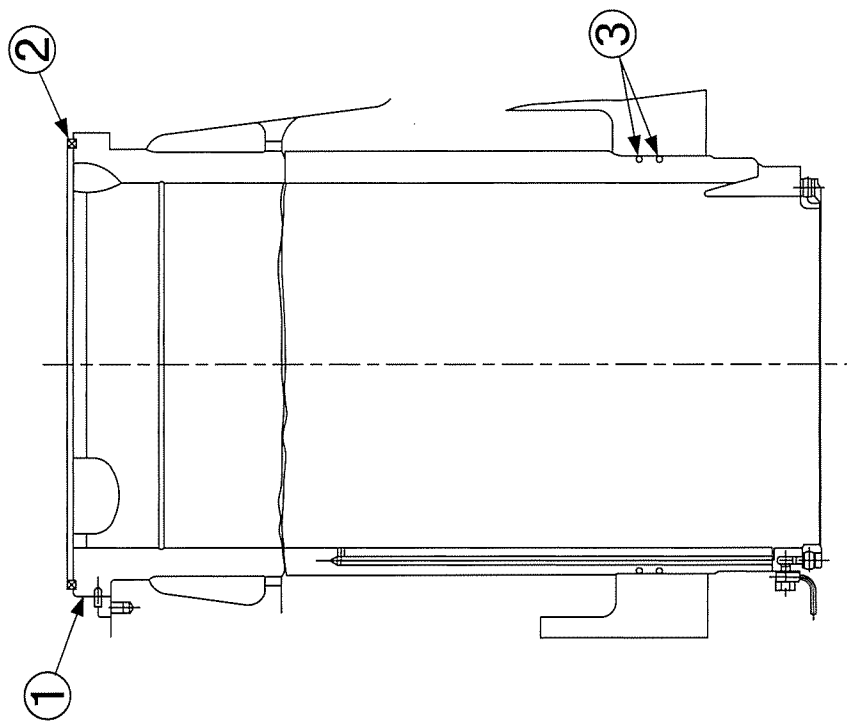
伊方3号炉のディーゼル機関には、1台につき16個のシリンダライナが組み込まれている。シリンダライナ組立品はピストンが上下運動するときの摺動面となり、シリンダカバーおよびピストンとともに燃焼室を形成している。

シリンダライナ、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およびシリンダライナの外側にあり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。

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダライナ組立品の構造図を図2.1-6に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダライナ組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-11および表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 伊方3号炉 ディーゼル機関 シリンダライナ組立品構造図

表2.1-11 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	特殊鋳鉄
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
シリンダライナ組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
定格出力	6,200kW
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

(2) シリンダカバー組立品

a. 構造

伊方3号炉のディーゼル機関には、1台につき16個のシリンダカバーが組み込まれている。シリンダカバー組立品はシリンダライナおよ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。

燃焼ガス圧力およ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・排気弁、シリンダ安全弁、始動弁を収納する構造になっている。

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダカバー組立品の構造図を図2.1-7に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダカバー組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-13および表2.1-14に示す。

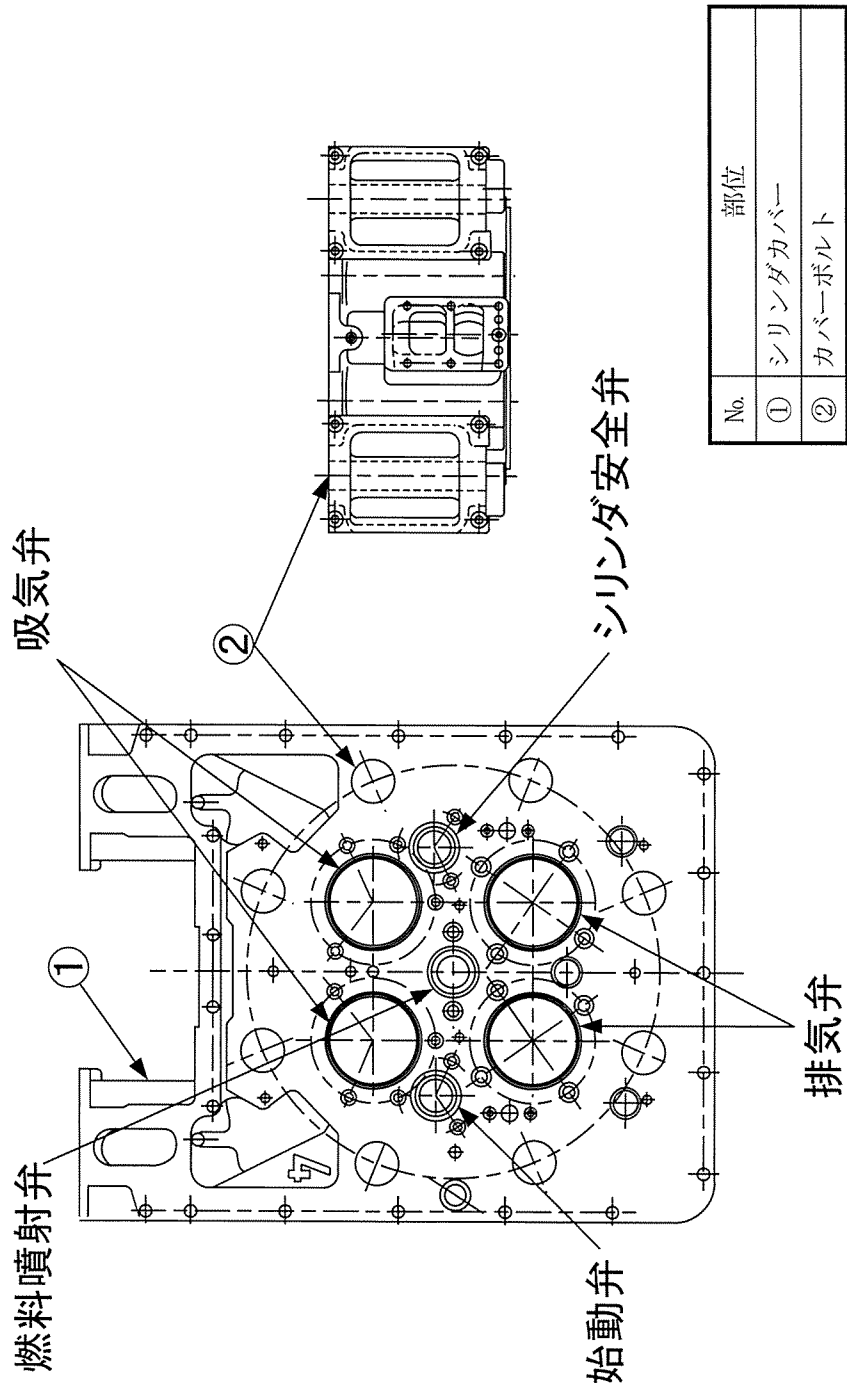


図2.1-7 伊方3号炉 ディーゼル機関 シリンダカバー組立構造図

表2.1-13 伊方3号炉 ディーゼル機関
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
シリンダカバー組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
定格出力	6,200kW
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

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、機関冷却水入口主管の上流の清水冷却器から、冷却水をシリンダ冷却水ポンプで吸い上げ加圧して、機関内部に供給し、熱を奪って高温になった冷却水を機関冷却水出口主管の下流の清水冷却器に圧送する。

(1) シリンダ冷却水ポンプ組立品

a. 構造

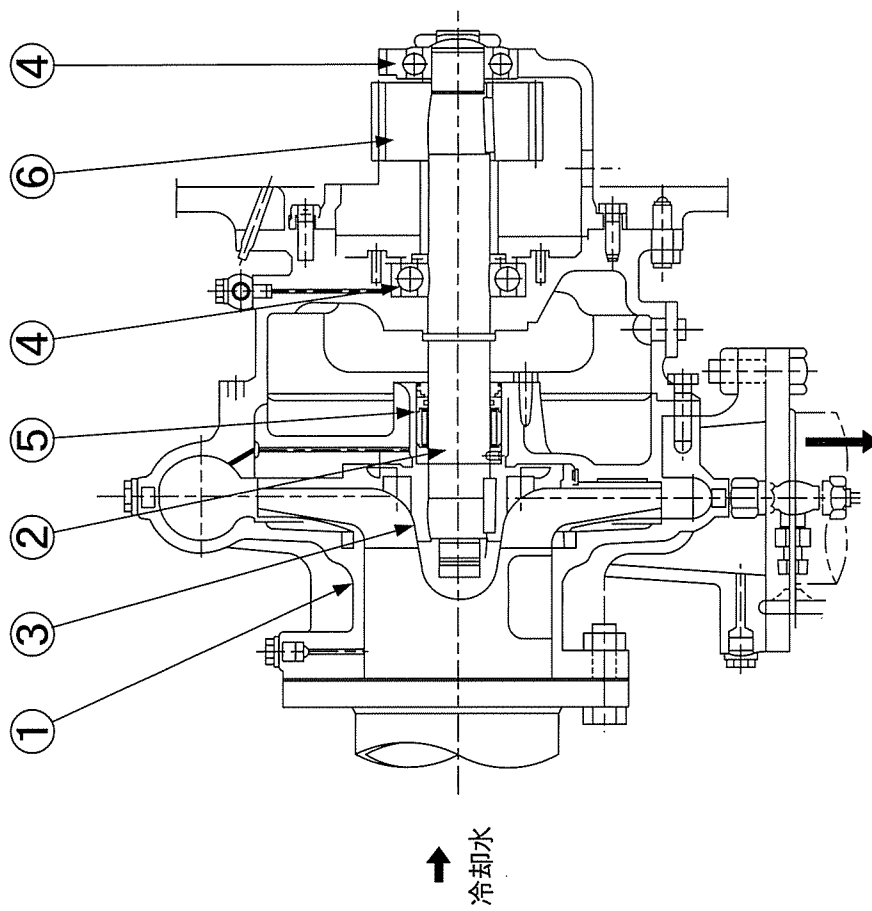
伊方3号炉のディーゼル機関には1台につき1個のシリンダ冷却水ポンプが組み込まれており、機能としては、機関の回転に連動し冷却水を機関内部の冷却を要する部分へ加圧圧送する。軸に取り付けられた羽根車と駆動歯車およびこれを支持する軸受そして全体を収納するケーシングより構成されている。

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。

伊方3号炉のディーゼル機関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. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダ冷却水ポンプ組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-15および表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 伊方3号炉 ディーゼル機関 シリンダ冷却水ポンプ組立品構造図

表2.1-15 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	炭素鋼鋳鋼
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
シリンダ冷却水ポンプ組立品の使用条件

ポンプ回転数	1,538rpm
定格流量	190m ³ /h
最高使用圧力	0.34MPa [gage]
最高使用温度	85℃
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より取り入れ、機関燃焼室（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適度な温度に冷却し、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) 吸気管組立品

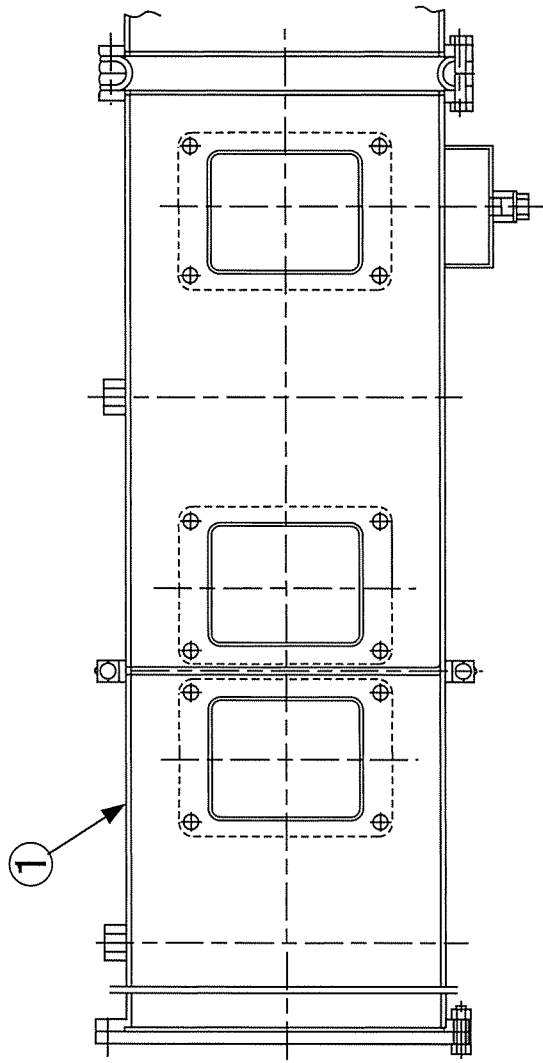
a. 構造

吸気管は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。

伊方3号炉のディーゼル機関吸気管組立品の構造図を図2.1-9に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関吸気管組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-17および表2.1-18に示す。



No.	部位
①	吸気管

図2.1-9 伊方3号炉 ディーゼル機関 吸気管組立品構造図

表2.1-17 伊方3号炉 ディーゼル機関
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2.1-18 伊方3号炉 ディーゼル機関
吸気管組立品の使用条件

最高吸気圧力	約0.19MPa[gage]
最高吸気温度	約50℃

(2) 吸気弁組立品

a. 構造

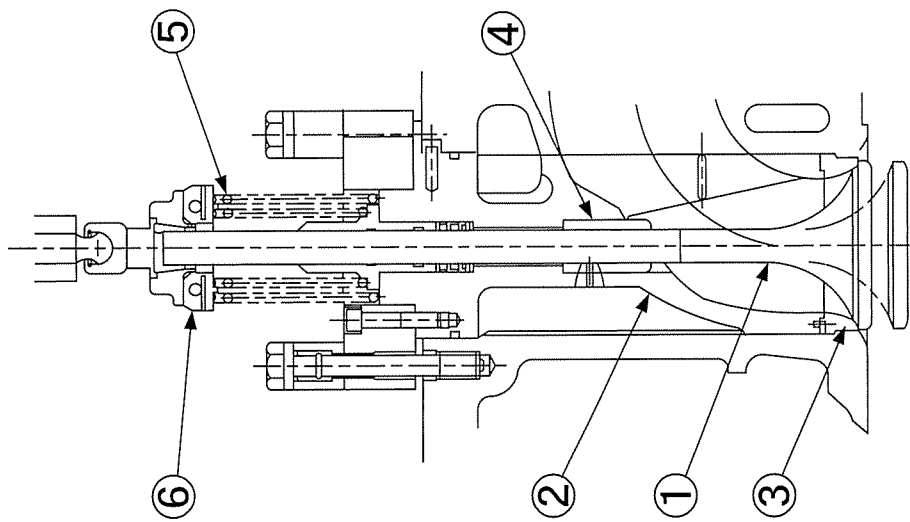
吸気弁組立品の機能は燃焼用空気を決められたタイミングで各シリンダ内に供給するものであり、開閉する吸気弁棒と吸気弁箱および吸気弁棒の案内をするブッシュ、吸気弁棒の閉止を確実にするばねから構成されている。

また、吸気弁棒を適度に回転させてシート部の当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。

伊方3号炉のディーゼル機関吸気弁組立品の構造図を図2.1-10に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関吸気弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-19および表2.1-20に示す。



No.	部位
①	弁棒
②	弁箱
③	弁座
④	ブッシュ
⑤	ばね
⑥	ロートキャップ

図2.1-10 伊方3号炉 ディーゼル機関 吸気弁組立品構造図

表2.1-19 伊方3号炉 ディーゼル機関
吸気弁組立品主要部位の使用材料

部位	材料
弁棒	耐熱鋼 (ステライト肉盛)
弁箱	鋳鉄
弁座	低合金鋼
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2.1-20 伊方3号炉 ディーゼル機関
吸気弁組立品の使用条件

定格回転数 (カム軸回転数)	400rpm (200rpm)
定格出力	6,200kW
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

(3) 空気冷却器組立品

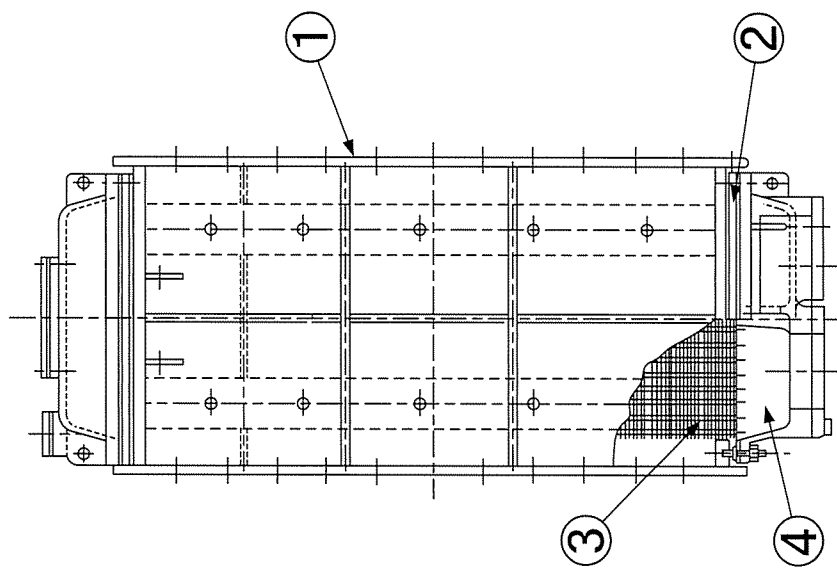
a. 構造

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所定の温度に冷却するもので、伝熱管の内面を海水が流れ、伝熱管の外表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。

伊方3号炉のディーゼル機関空気冷却器組立品の構造図を図2.1-11に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関空気冷却器組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-21および表2.1-22に示す。



No.	部位
①	フレーム
②	管板
③	伝熱管
④	水室

図2.1-11 伊方3号炉 ディーゼル機関 空気冷却器組立品構造図

表2.1-21 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	炭素鋼鑄鋼 (ライニング)

表2.1-22 伊方3号炉 ディーゼル機関
空気冷却器組立品の使用条件

空気流量	約23,463kg/h
海水流量	約82.5m ³ /h
入口海水温度	約30℃
入口空気温度	約163℃
出口空気温度	約40℃

(4) 過給機組立品

a. 構造

過給機は排気のエネルギーを有効に利用して排気タービンをまわし、同軸に取付け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。

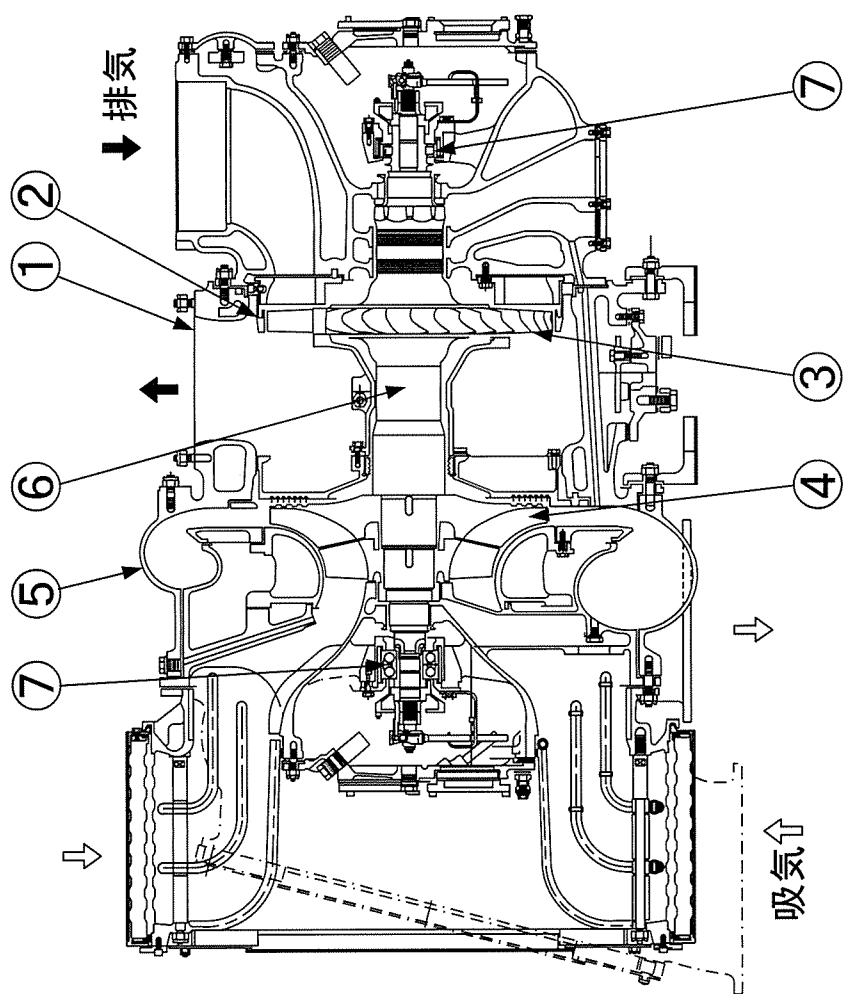
タービンブレードを軸端に有するタービンロータの他端にコンプレッサホイールが取り付けられ、それぞれにタービンハウジングとコンプレッサケースが装着されて排気ガスおよび燃焼用空気の通路を形成する。

また、このタービンロータは2個の軸受により支持されている。

伊方3号炉のディーゼル機関過給機組立品の構造図を図2.1-12に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関過給機組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-23および表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 伊方3号炉 ディーゼル機関 過給機組立品構造図

表2.1-23 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	鋳鉄、ステンレス鋼
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
過給機組立品の使用条件

空気流量	約6.1kg/s
過給圧力	約0.24MPa[abs]
排気温度	約560℃ (過給機入口)
過給機回転数	18,000rpm

(5) 排気管組立品

a. 構造

排気管は各気筒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、各気筒からの排気に加え、熱膨張による熱応力を避けるために適切な位置に伸縮継手を設置している。

また、高温に耐えられるようにフランジ間に特殊なパッキンとボルトを使用している。

伊方3号炉のディーゼル機関排気管組立品の構造図を図2.1-13に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関排気管組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-25および表2.1-26に示す。

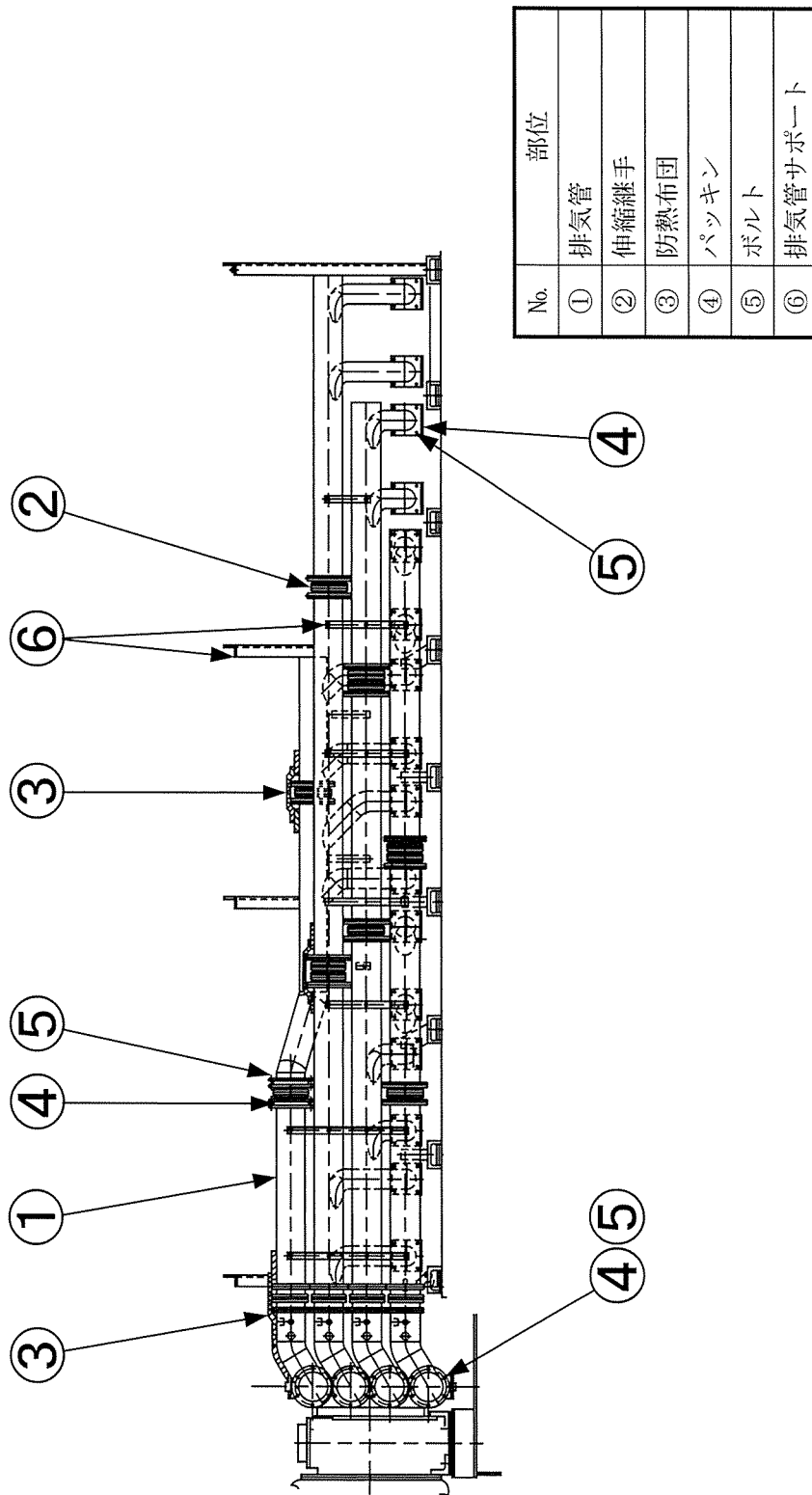


図2.1-13 伊方3号炉 ディーゼル機関 排気管組立品構造図

表2.1-25 伊方3号炉 ディーゼル機関
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
防熱布団	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

表2.1-26 伊方3号炉 ディーゼル機関
排気管組立品の使用条件

排気圧力	約1.18MPa[gage]
排気温度	約530℃ (排気ガスシリンダ出口)
排気流量	約6.3kg/s

(6) 排気弁組立品

a. 構造

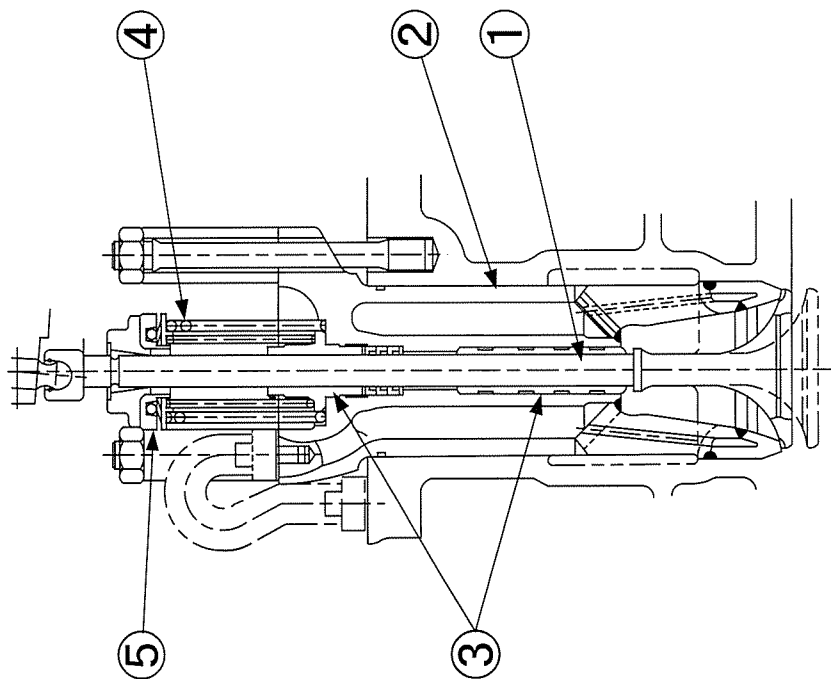
排気弁の機能は、燃焼ガスを各シリンダから決められたタイミングで排出するもので、開閉する弁棒と弁箱および弁棒の案内をするブッシュ、弁棒の閉止を確実にするばねから構成されている。

また、弁棒を適度に回転させてシート部の当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。

伊方3号炉のディーゼル機関排気弁組立品の構造図を図2.1-14に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関排気弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-27および表2.1-28に示す。



No.	部位
①	弁棒
②	弁箱
③	ブッシュ
④	ばね
⑤	ロートキヤップ

図2.1-14 伊方3号炉 ディーゼル機関 排気弁組立品構造図

表2.1-27 伊方3号炉 ディーゼル機関
排気弁組立品主要部位の使用材料

部位	材料
弁棒	耐熱鋼 (ステライト肉盛)
弁箱	特殊鋼
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
排気弁組立品の使用条件

定格回転数 (カム軸回転数)	400rpm (200rpm)
定格出力	6,200kW
排気温度	約530℃ (排気ガスシリンダ出口)
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

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

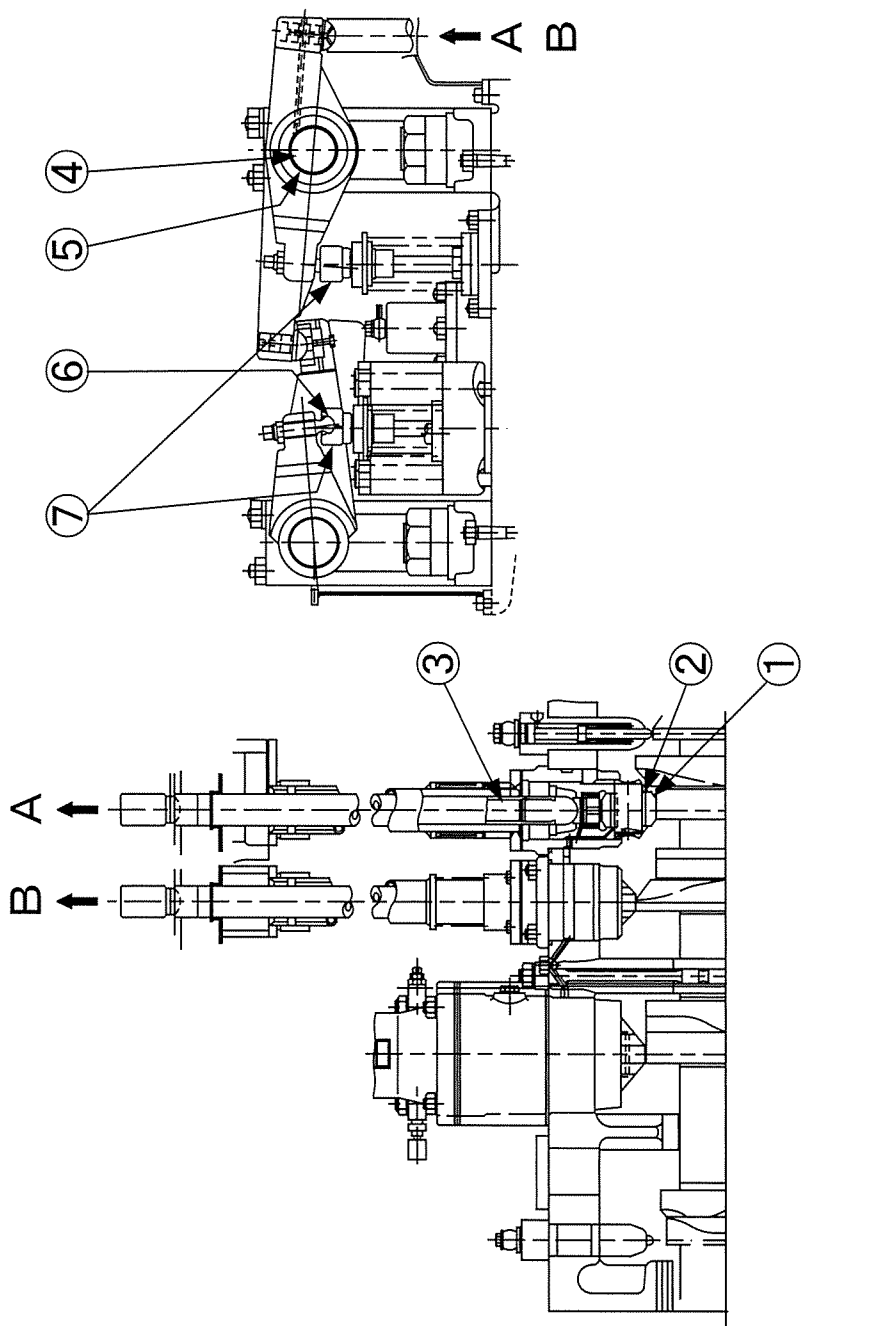
吸排気弁駆動装置はタイミングと揚程が定められた吸・排気カムによって駆動され、カム軸の回転運動を押棒を通じて往復運動に変えつつ、定められた順番とおりに吸・排気弁の開閉を行うものである。

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、球端付ネジ棒、これを支える軸と軸ブッシュから構成されている。

伊方3号炉のディーゼル機関吸排気弁駆動装置組立品の構造図を図2.1-15に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関吸排気弁駆動装置組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-29および表2.1-30に示す。



No.	部位
①	ローラ
②	ローラブッシュ
③	押棒
④	軸
⑤	軸ブッシュ
⑥	球端付ネジ棒
⑦	球端受

図2.1-15 伊方3号炉 ディーゼル機関 吸排気弁駆動装置組立品構造図

表2.1-29 伊方3号炉 ディーゼル機関
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
ローラブッシュ	消耗品・定期取替品
押棒	炭素鋼
軸	炭素鋼
軸ブッシュ	消耗品・定期取替品
球端付ネジ棒	炭素鋼
球端受	消耗品・定期取替品

表2.1-30 伊方3号炉 ディーゼル機関
吸排気弁駆動装置組立品の使用条件

定格回転数 (カム軸回転数)	400rpm (200rpm)
定格出力	6,200kW
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

2.1.7 支持サブシステム

(1) シリンダブロックおよびフレーム組立品

a. 構造

フレーム組立品は、クランク軸を支える主軸受を保持している。

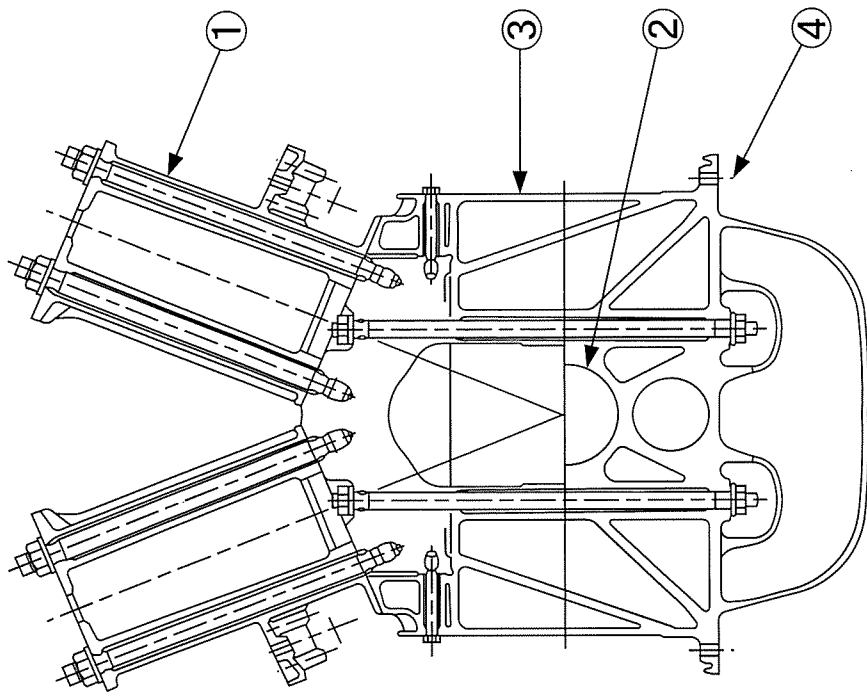
フレームの下部には機関台に固定する基礎ボルトがある。

シリンダブロックおよびフレーム組立品の機能は、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およ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を主軸受を介して支持する。

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダブロックおよびフレーム組立品の構造図を図2.1-16に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダブロックおよびフレーム組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-31および表2.1-32に示す。



No.	部位
①	シリンダブロック
②	主軸受 (すべり)
③	フレーム
④	基礎ボルト

図2.1-16 伊方3号炉 ディーゼル機関 シリンダブロックおよびフレーム組立品構造図

表2.1-31 伊方3号炉 ディーゼル機関
シリンダブロックおよ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
主軸受 (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 伊方3号炉 ディーゼル機関
シリンダブロックおよびフレーム組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

2.1.8 その他サブシステム

(1) クランク室安全弁組立品

a. 構造

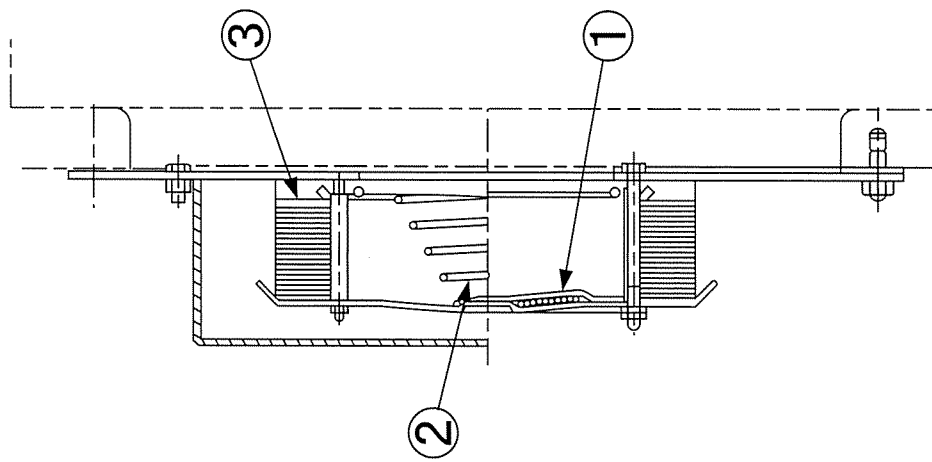
クランク室安全弁は、弁体とこれを一定の力で押さえつけるばねから構成され、フレーム側面に1台につき4個取付けられている。

クランク室内の圧力が設定圧力を超えると、ばねの押し付け力に打ち勝って弁体を押し開き、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。

伊方3号炉のディーゼル機関クランク室安全弁組立品の構造図を図2.1-17に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関クランク室安全弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-33および表2.1-34に示す。



No.	部位
①	弁体
②	ばね
③	プレート

図2.1-17 伊方3号炉 ディーゼル機関 クランク室安全弁組立品構造図

表2.1-33 伊方3号炉 ディーゼル機関
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
クランク室安全弁組立品の使用条件

開弁圧力	約0.005MPa [gage]
------	------------------

(2) シリンダ安全弁組立品

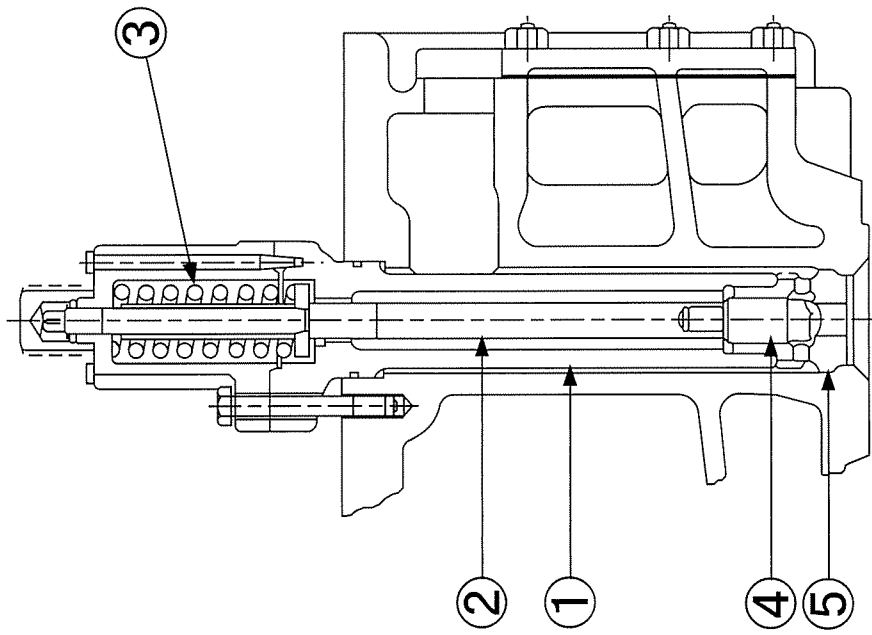
a. 構造

シリンダ安全弁の主要部位は、弁箱、弁棒およびばねなどから構成され、シリンダカバーに組み込まれており、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気し、シリンダ内圧力の異常上昇を防止する。

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダ安全弁組立品の構造図を図2.1-18に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関シリンダ安全弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-35および表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 伊方3号炉 ディーゼル機関 シリンダ安全弁組立品構造図

表2.1-35 伊方3号炉 ディーゼル機関
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
シリンダ安全弁組立品の使用条件

開弁圧力	約14.2MPa[gage]
------	----------------

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し、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

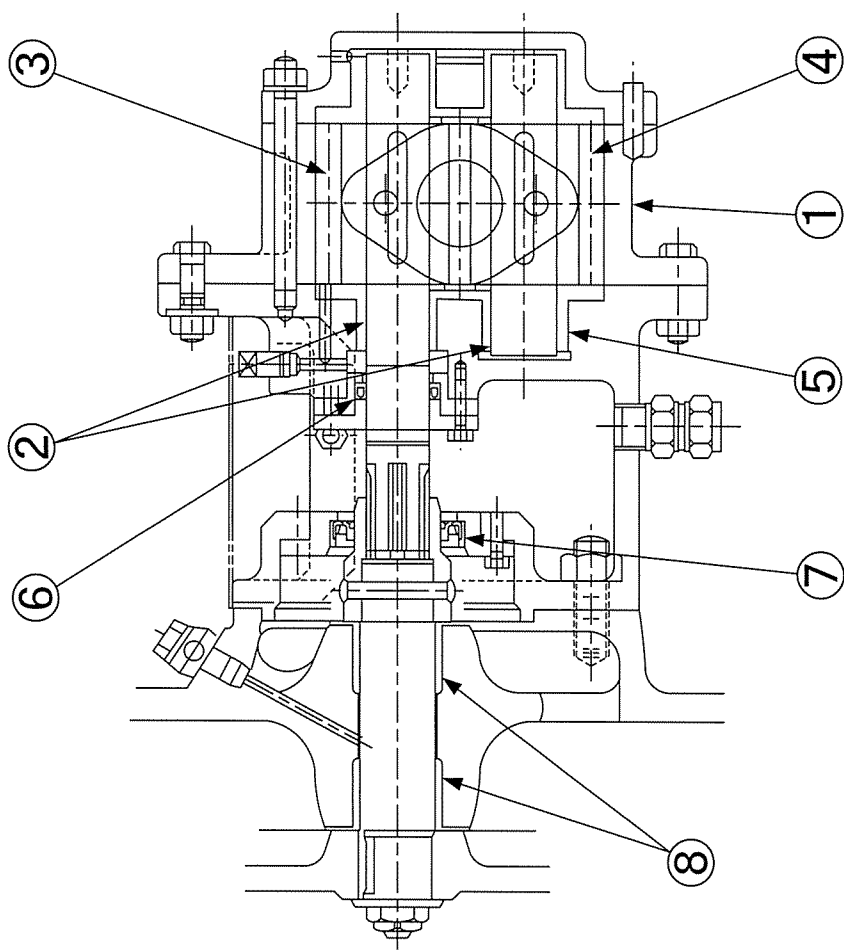
伊方3号炉のディーゼル機関には、1台につき1個の燃料油供給ポンプが組み込まれており、機能としては各シリンダ毎に取り付けられている燃料噴射ポンプに燃料を圧送する役目を果たす。

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、燃料を圧送している。ケーシングの軸貫通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。

伊方3号炉のディーゼル機関燃料油供給ポンプ組立品の構造図を図2.1-19に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関燃料油供給ポンプ組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-37および表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	テフロンスील
⑦	オイルシール
⑧	ブッシュ

図2.1-19 伊方3号炉 ディーゼル機関 燃料油供給ポンプ組立品構造図

表2.1-37 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	炭素鋼鋳鋼
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
テフロンシール	消耗品・定期取替品
オイルシール	消耗品・定期取替品
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-38 伊方3号炉 ディーゼル機関
燃料油供給ポンプ組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
ポンプ回転数	615rpm
内部流体	燃料油 (A重油)
定格容量	約4.2m ³ /h
最高使用圧力	約0.49MPa [gage]

(2) 燃料油供給ポンプ調圧弁組立品

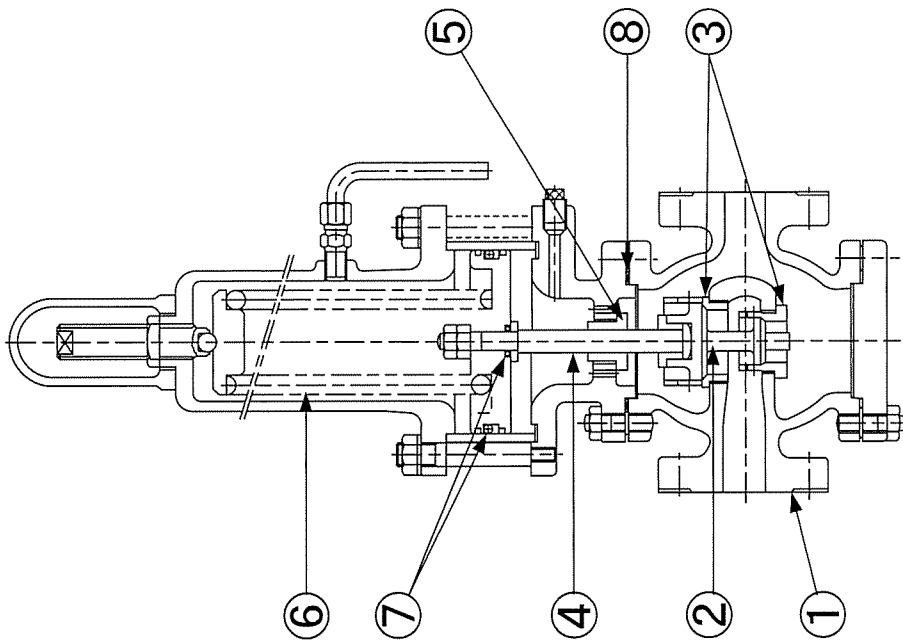
a. 構造

伊方3号炉のディーゼル機関には、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、このポンプの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座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。

伊方3号炉のディーゼル機関燃料油供給ポンプ調圧弁組立品の構造図を図2.1-20に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関燃料油供給ポンプ調圧弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-39および表2.1-40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2.1-20 伊方3号炉 ディーゼル機関 燃料油供給ポンプ調圧弁組立品構造図

表2.1-39 伊方3号炉 ディーゼル機関
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2.1-40 伊方3号炉 ディーゼル機関
燃料油供給ポンプ調圧弁組立品の使用条件

内部流体	燃料油 (A重油)
開弁圧力	約0.29MPa

(3) 燃料噴射ポンプ組立品

a. 構造

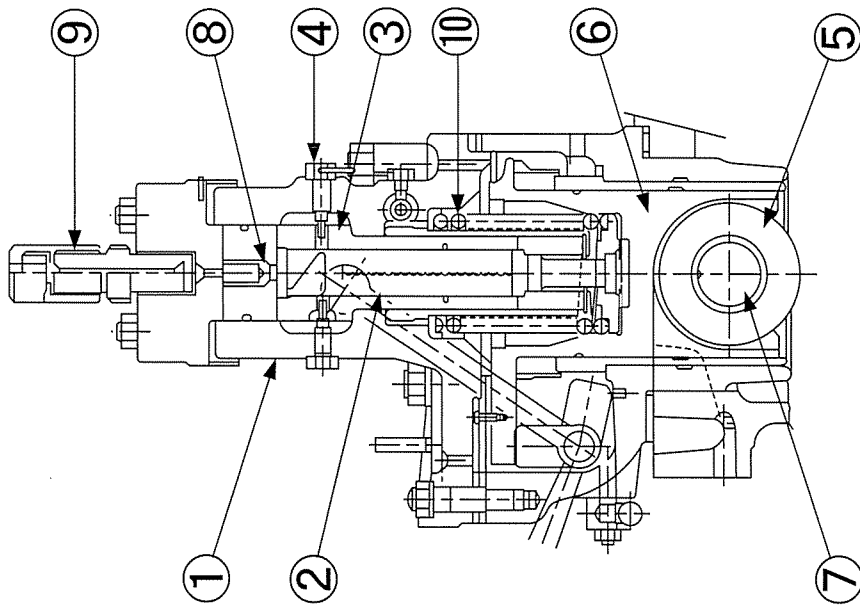
伊方3号炉のディーゼル機関には、シリンダ毎に1個ずつ、すなわち1台に合計16個の燃料噴射ポンプが組み込まれており、機能としては必要な出力に応じて燃料を調量し、高圧化してシリンダカバー内に組み込まれている燃料噴射弁に供給する役目を果たす。機関の燃料カムによりローラが上下に動かされ、ローラピンを介して滑筒が上下に動く。滑筒に接続されたプランジャがスリーブの中で上下に動いて燃料の調量と昇圧を行い、加圧された燃料は弁を経て燃料噴射管へ圧送される。

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。

伊方3号炉のディーゼル機関燃料噴射ポンプ組立品の構造図を図2.1-21に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関燃料噴射ポンプ組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-41および表2.1-42に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	プランジヤ
③	スリーブ
④	デフレクタ
⑤	ローラ
⑥	滑筒
⑦	ローラピン
⑧	弁
⑨	燃料噴射管
⑩	ばね

図2.1-21 伊方3号炉 ディーゼル機関 燃料噴射ポンプ組立品構造図

表2.1-41 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	合金工具鋼
スリーブ	低合金鋼
デフレクタ	合金工具鋼
ローラ	低合金鋼
滑筒	炭素鋼鋳鋼
ローラピン	低合金鋼
弁	合金工具鋼
燃料噴射管	消耗品・定期取替品
ばね	ばね鋼

表2.1-42 伊方3号炉 ディーゼル機関
燃料噴射ポンプ組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
カム軸回転数	200rpm
内部流体	燃料油 (A重油)
噴射量	約1.64m ³ /h
噴射圧力	約73.5MPa[gage]

(4) 燃料噴射弁組立品

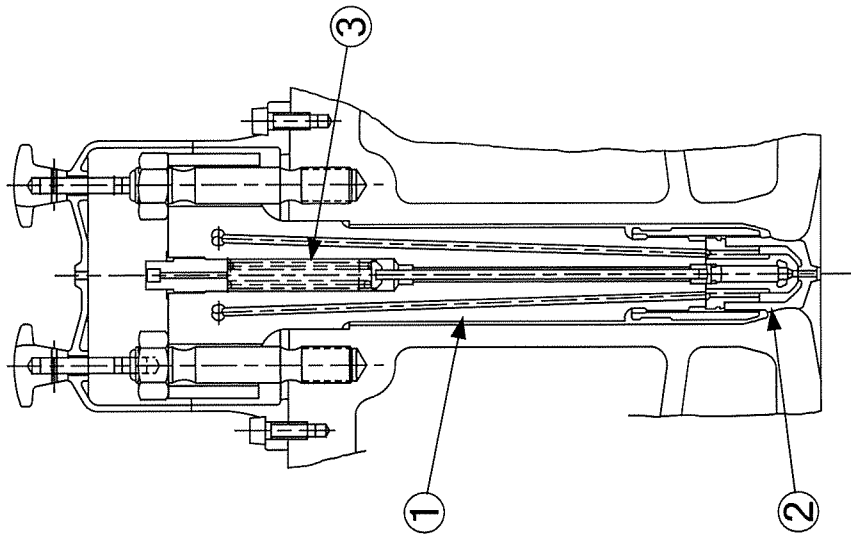
a. 構造

伊方3号炉のディーゼル機関には、シリンダ毎に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おり、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圧送された燃料を燃焼室内に噴射する役目を果たす。燃料を燃焼室内に噴射するノズルと、ノズルの開弁圧を設定するばねおよび関連部品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。

伊方3号炉のディーゼル機関燃料噴射弁組立品の構造図を図2.1-22に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関燃料噴射弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-43および表2.1-44に示す。



No.	部位
①	弁本体
②	ノズル
③	ばね

図2.1-22 伊方3号炉 ディーゼル機関 燃料噴射弁組立品構造図

表2.1-43 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	ピアノ線

表2.1-44 伊方3号炉 ディーゼル機関
燃料噴射弁組立品の使用条件

内部流体	燃料油（A重油）
噴射量	約1.64m ³ /h
噴射圧力	約24.5MPa[gage]
開弁圧力	73.5MPa[gage]

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で吸い上げ加圧して、潤滑油冷却器、潤滑油こし器を経由してエンジンに供給する。エンジンに供給された潤滑油は各潤滑部位およ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

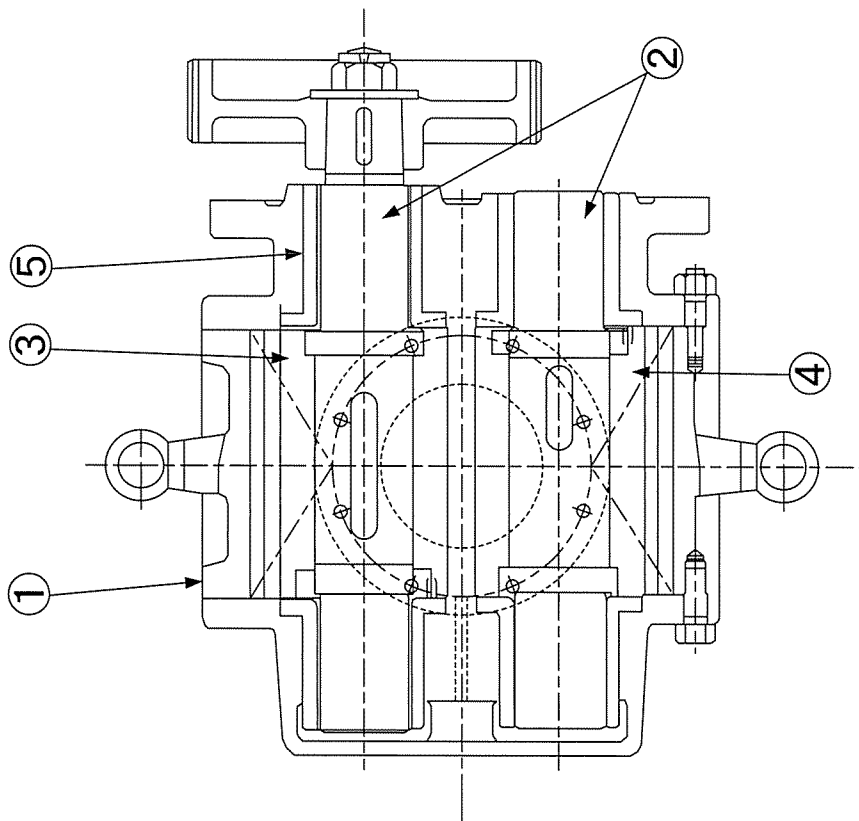
a. 構造

伊方3号炉のディーゼル機関には1台につき1個の潤滑油ポンプが組み込まれており、機能としてはエンジン内部の摺動部に潤滑油を圧送する役目を果たす。一对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、潤滑油を圧送している。

伊方3号炉のディーゼル機関潤滑油ポンプ組立品の構造図を図2.1-23に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関潤滑油ポンプ組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-45および表2.1-46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)

図2.1-23 伊方3号炉 ディーゼル機関 潤滑油ポンプ組立品構造図

表2.1-45 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	炭素鋼鋳鋼
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
潤滑油ポンプ組立品の使用条件

定格回転数	400rpm
ポンプ回転数	645rpm
内部流体	潤滑油
定格容量	約140m ³ /h
最高使用圧力	約0.78MPa[gage]
最高使用温度	約50℃

(2) 潤滑油ポンプ調圧弁組立品

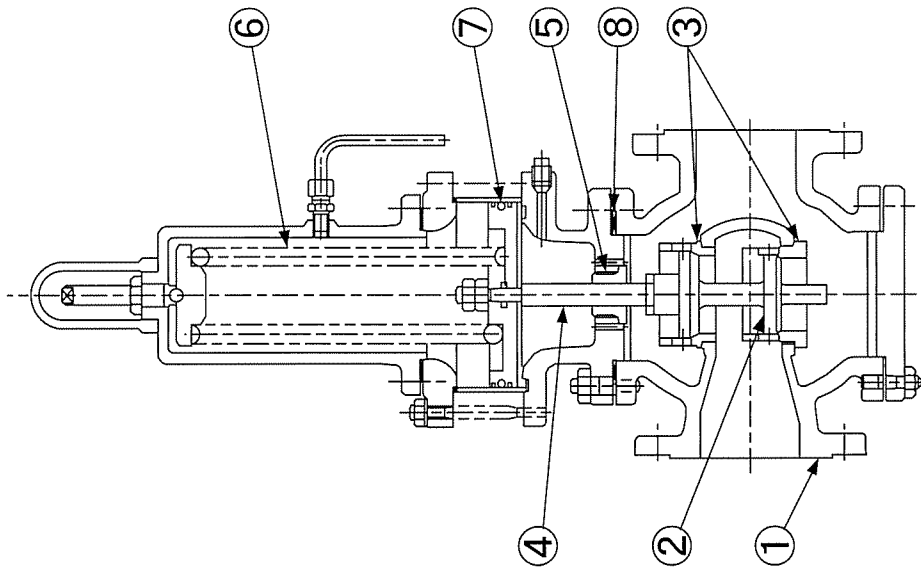
a. 構造

伊方3号炉のディーゼル機関には、1台につき1個の潤滑油ポンプが組み込まれており、このポンプの潤滑油圧力を所定の圧力に調整する潤滑油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。

伊方3号炉のディーゼル機関潤滑油ポンプ調圧弁組立品の構造図を図2.1-24に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関潤滑油ポンプ調圧弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-47および表2.1-48に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	弁座
④	弁棒
⑤	プッシュユ
⑥	ばね
⑦	Oリング
⑧	ガスケット

図2.1-24 伊方3号炉 ディーゼル機関 潤滑油ポンプ調圧弁組立品構造図

表2.1-47 伊方3号炉 ディーゼル機関
潤滑油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 伊方3号炉 ディーゼル機関
潤滑油ポンプ調圧弁組立品の使用条件

内部流体	潤滑油
開弁圧力	約0.54MPa[gage]
最高使用温度	約50℃

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と、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2つに大別される。

管制空気系には始動空気管制弁、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

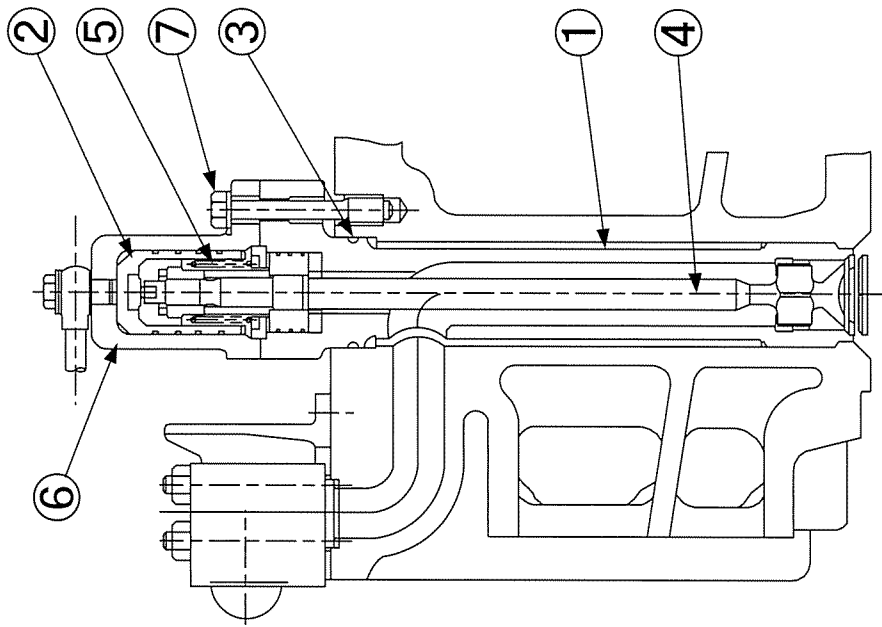
a. 構造

伊方3号炉のディーゼル機関には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、シリンダ内に始動用圧縮空気を供給し、機関を始動（回転）させる。弁を開閉させる管制ピストンと、始動空気の投入をつかさどる弁とそれらを収納する弁箱からなり、案内筒およ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。

伊方3号炉のディーゼル機関始動弁組立品の構造図を図2.1-25に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関始動弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-49および表2.1-50に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	管制ピストン
③	オリング
④	弁
⑤	ばね
⑥	案内筒
⑦	ボルト

図2.1-25 伊方3号炉 ディーゼル機関 始動弁組立品構造図

表2.1-49 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	炭素鋼、銅合金鋳物
ばね	ピアノ線
案内筒	鋳鉄
ボルト	低合金鋼

表2.1-50 伊方3号炉 ディーゼル機関
始動弁組立品の使用条件

空気圧力	約2.94MPa[gage]
最大燃焼ガス圧力	約11.8MPa[gage]

(2) インターロック弁組立品

a. 構造

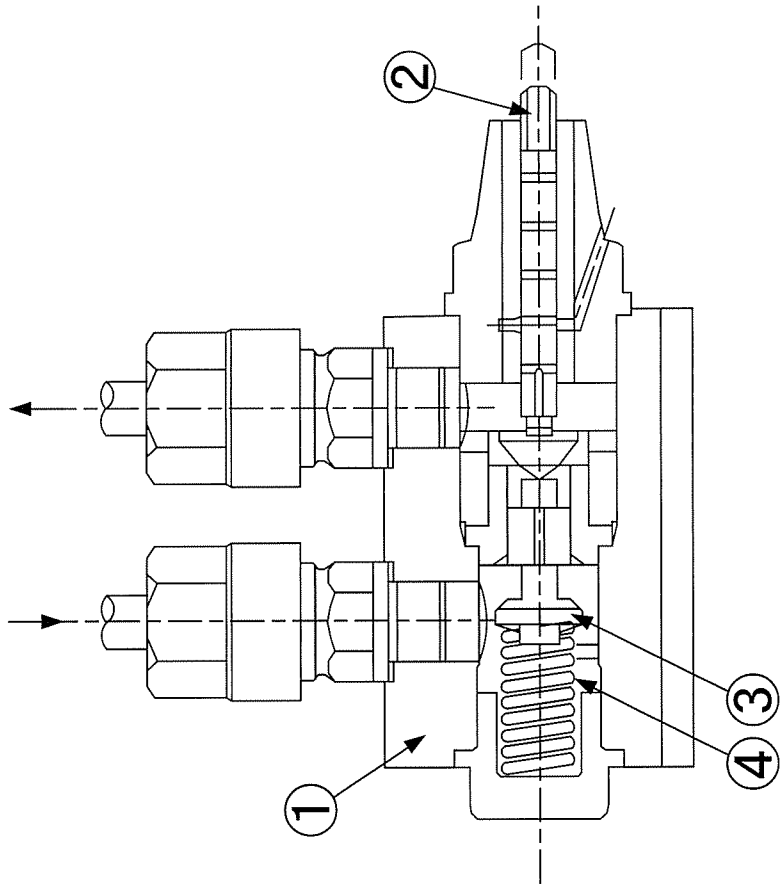
伊方3号炉のディーゼル機関には、1台につき1個のインターロック弁が組み込まれており、ターニング装置がはずみ車に嵌入されているときには、始動空気管制弁への送気ラインを閉鎖し、機関が始動しないようにしている。

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。

伊方3号炉のディーゼル機関インターロック弁組立品の構造図を図2.1-26に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関インターロック弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-51および表2.1-52に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁棒
③	弁体
④	ばね

図2.1-26 伊方3号炉 ディーゼル機関 インターローック弁組立品構造図

表2.1-51 伊方3号炉 ディーゼル機関
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
弁棒	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁体	銅合金
ばね	ピアノ線

表2.1-52 伊方3号炉 ディーゼル機関
インターロック弁組立品の使用条件

空気圧力	約2.94MPa [gage]
最大燃焼ガス圧力	約11.8MPa [gage]

(3) 始動空気管制弁組立品

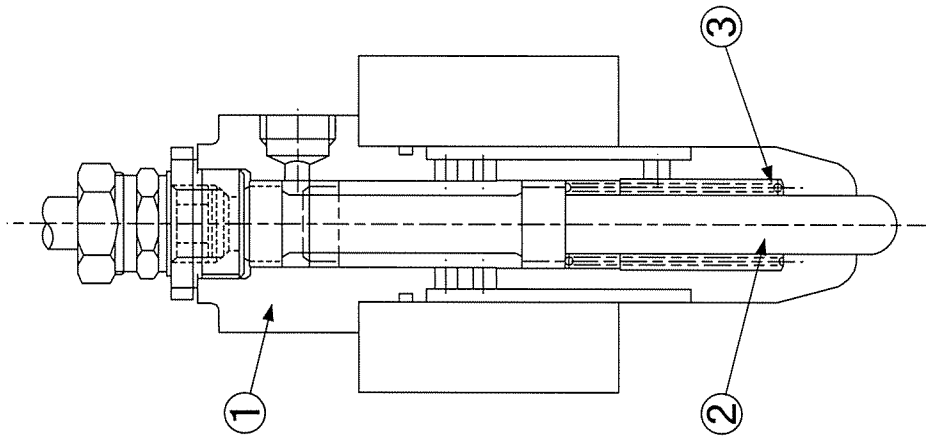
a. 構造

伊方3号炉のディーゼル機関には、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おり、ピストン弁はカム軸により駆動される。

伊方3号炉のディーゼル機関始動空気管制弁組立品の構造図を図2.1-27に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関始動空気管制弁組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-53および表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 伊方3号炉 ディーゼル機関 始動空管制弁組立品構造図

表2.1-53 伊方3号炉 ディーゼル機関
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	低合金鋼、銅合金鋳物
ばね	ピアノ線

表2.1-54 伊方3号炉 ディーゼル機関
始動空気管制弁組立品の使用条件

カム軸回転数	200rpm
空気圧力	約2.94MPa [gage]

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調速機に与えると、調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) 調速機組立品

a. 構造

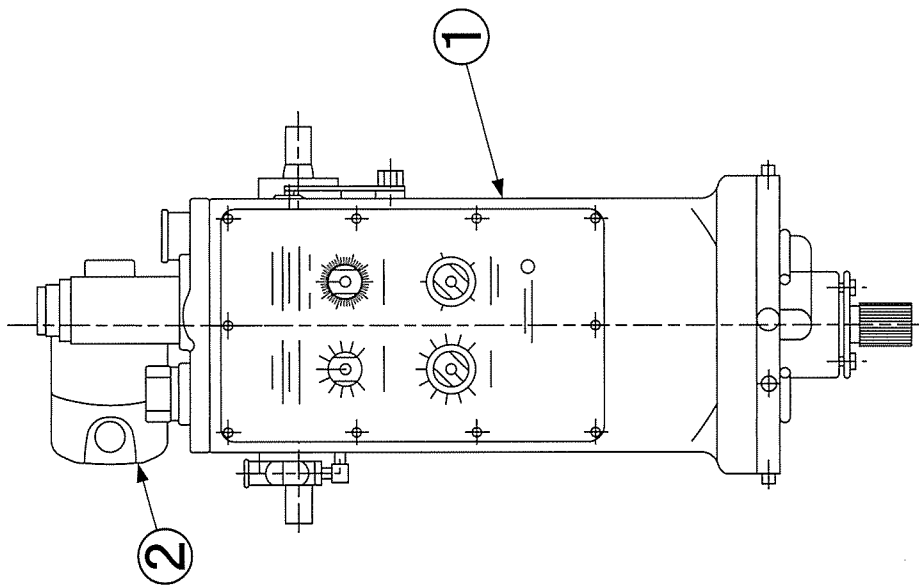
調速機は、調速機本体とその上部カバーに取付けられた調速機モータから構成される。調速機本体のケーシング内には機関の回転検出機構と燃料調節機構が内蔵されている。

機関の回転数検出は、機関歯車列から調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。燃料調節は調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。

伊方3号炉のディーゼル機関調速機組立品の構造図を図2. 1-28に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関調速機組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2. 1-55および表2. 1-56に示す。



No.	部位
①	調速機本体
②	調速機モータ

図2.1-28 伊方3号炉 ディーゼル機関 調速機組立品構造図

表2.1-55 伊方3号炉 ディーゼル機関
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
調速機モータ	消耗品・定期取替品

表2.1-56 伊方3号炉 ディーゼル機関
調速機組立品の使用条件

設定回転数	400rpm
調速機回転数	800rpm
電圧	約125V

(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、調速機出力軸に接続する調速機出力軸周りリンクと、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およ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。

本装置は調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ばね鞘、これらを接続する腕およびシャフトを支える軸受である。

伊方3号炉のディーゼル機関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. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関燃料噴射ポンプ調整装置組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-57および表2.1-58に示す。

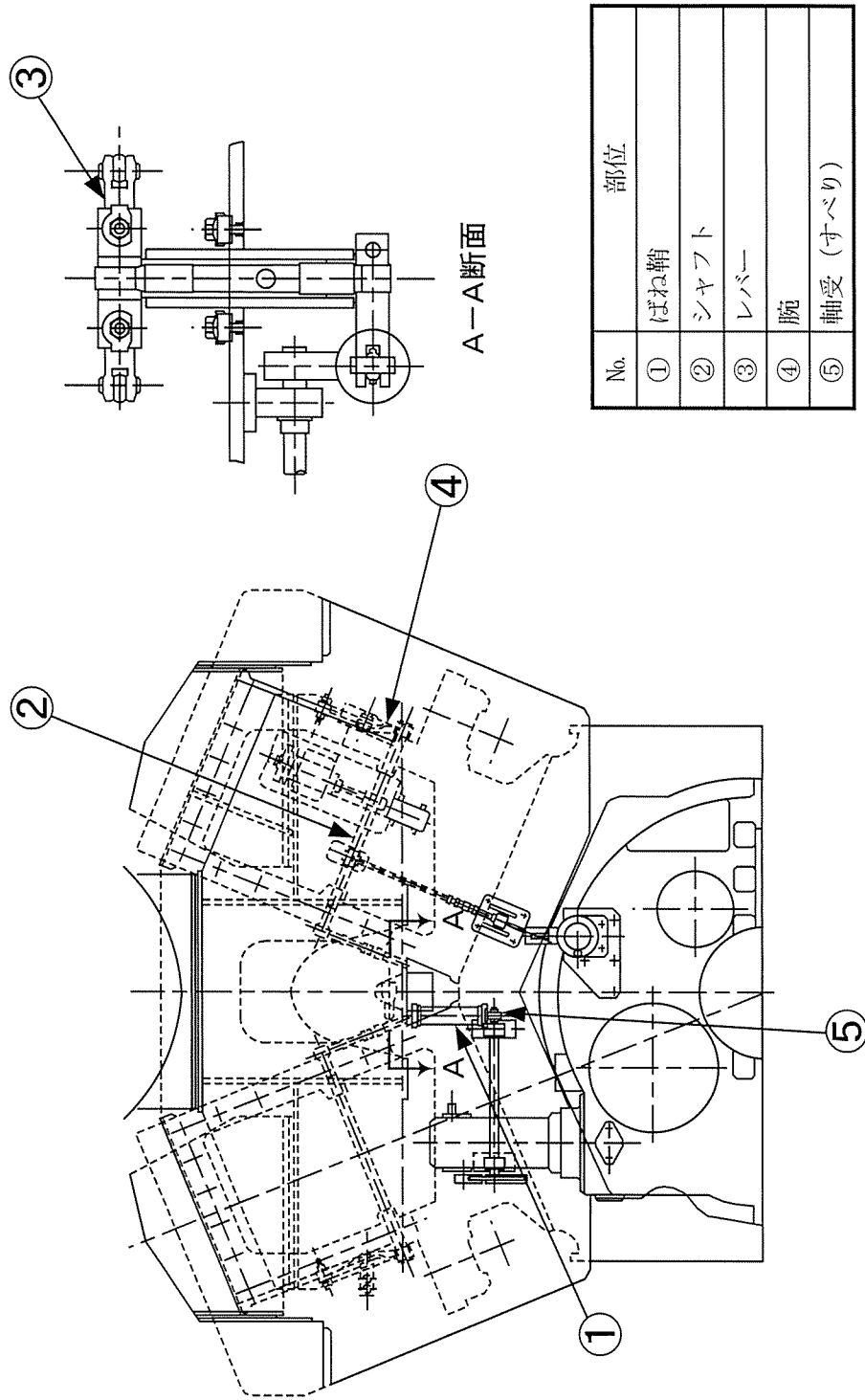


図2.1-29 伊方3号炉 ディーゼル機関 燃料噴射ポンプ調整装置組立品構造図

表2.1-57 伊方3号炉 ディーゼル機関
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
ばね鞘	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 伊方3号炉 ディーゼル機関
燃料噴射ポンプ調整装置組立品の使用条件

周囲温度	75℃
------	-----

(3) 非常用停止装置組立品

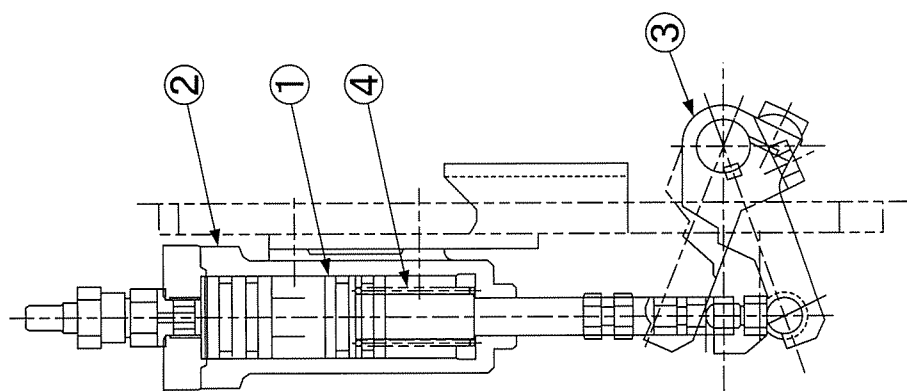
a. 構造

非常用停止装置は、ピストン、ピストン案内およ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、機関を停止させる。

伊方3号炉のディーゼル機関非常用停止装置組立品の構造図を図2.1-30に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関非常用停止装置組立品の主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-59および表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 伊方3号炉 ディーゼル機関 非常用停止装置組立品構造図

表2.1-59 伊方3号炉 ディーゼル機関
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 伊方3号炉 ディーゼル機関
非常用停止装置組立品の使用条件

空気圧力	約2.94MPa[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、ディーゼル機関の運転に影響を与える状態を検知し、ディーゼル機関の運転を停止させる。

(1) 圧力・温度スイッチ

a. 構造

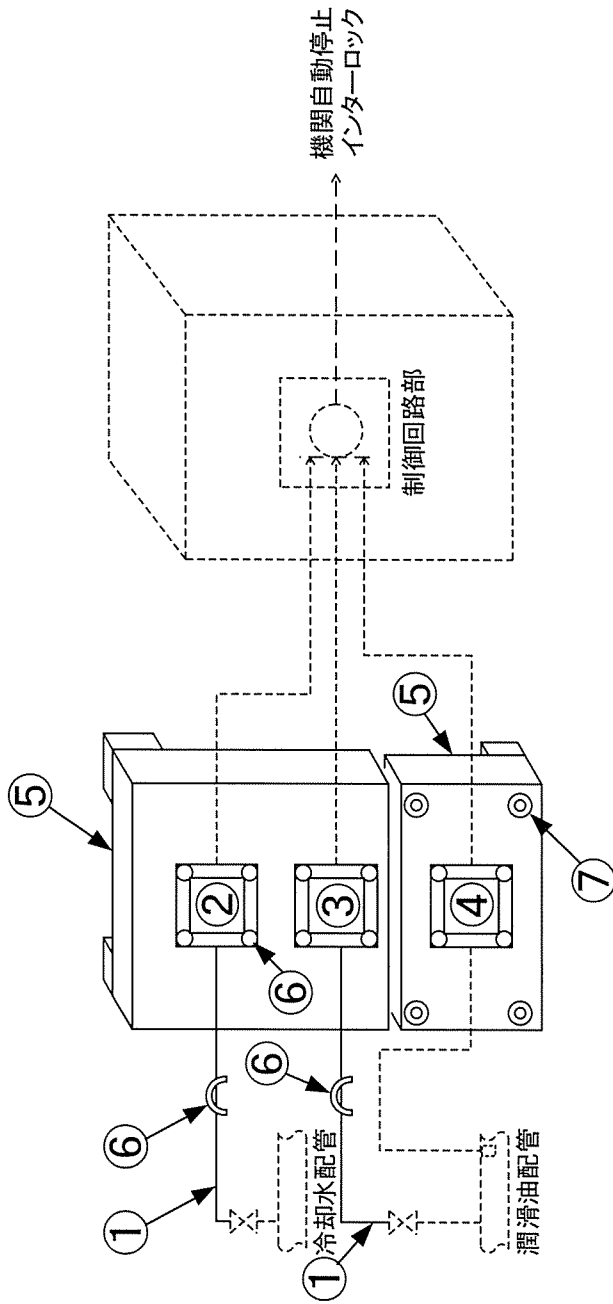
圧力スイッチは、ディーゼル機関の冷却水または、潤滑油の圧力が異常に低下した場合に、ディーゼル機関を自動停止させる信号を発信する機能を有している。

温度スイッチは、ディーゼル機関の潤滑油の温度が異常に高くなった場合に、ディーゼル機関を自動停止させる信号を発信する機能を有している。

伊方3号炉のディーゼル機関圧力・温度スイッチの主要機器構成図を図2.1-31に示す。

b. 材料および使用条件

伊方3号炉のディーゼル機関の圧力・温度スイッチの主要部位の使用材料および使用条件を表2.1-61および表2.1-62に示す。



No.	部位	No.	部位
①	計装配管	⑤	計器盤
②	冷却水圧カススイッチ	⑥	取付ボルト (計装配管・スイッチ)
③	潤滑油圧カススイッチ	⑦	取付ボルト (計器盤)
④	潤滑油温度スイッチ		

図2.1-31 伊方3号炉 デイゼル機関 圧力・温度スイッチ主要機器構成図

表2.1-61 伊方3号炉 ディーゼル機関
 圧力・温度スイッチ主要部位の使用材料

部位		材料
プロセスの伝達機能 構成品	計装配管	ステンレス鋼
プロセス値の検出・ 信号変換機能構成品	冷却水圧カスイッチ	ステンレス鋼他
	潤滑油圧カスイッチ	ステンレス鋼他
	潤滑油温度スイッチ	消耗品・定期取替品
機器の支持機能 構成品	計器盤	炭素鋼
	取付ボルト (計装配管・スイッチ)	ステンレス鋼
	取付ボルト (計器盤)	ステンレス鋼

表2.1-62 伊方3号炉 ディーゼル機関
 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

ディーゼル機関の機能である発電機の駆動機能の達成に必要な項目としては、次の項目が必要である。

- ① 100%負荷耐力保有
- ② 時間内始動
- 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

ディーゼル機関について機能達成に必要な項目をサブシステムに分類、主要な機器または組立品に分解し、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）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象以外）はなかった。

(1) ピストン等摺動部の摩耗

ピストンおよびピストンリングとシリンダライナ、ピストンピンとピストンピン軸受、スイングピンとスイングピン軸受、クランク軸とクランクピン軸受およびクランク軸と主軸受の各摺動部は摩耗が想定される。

しかしながら、当該部は油雰囲気で摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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等により、機器の健全性を確認している。

(2) ピストン上部燃焼室面等の腐食（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およ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、ピストン上部、シリンダライナ（燃焼室面）、シリンダカバー（燃焼室面）、過給機タービンハウジング（燃焼室面(全面)）および排気管（燃焼室面(全面)）の腐食が想定される。

しかしながら、機関停止時に燃焼室内および排気管内に残留する燃焼ガスは停止後に行われるターニングにより燃焼室および排気管内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、腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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等により、機器の健全性を確認している。

(3) ピストン上部（頂部）等の疲労割れ

ピストン上部（頂部）、シリンダライナおよびシリンダカバーは機関の始動・停止に伴い燃焼室構成品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、ピストン上部（頂部）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等により、機器の健全性を確認
している。

(4) ピストン上部頂面等燃焼室構成品のカーボン堆積

燃焼室構成品であるピストン上部、ピストン下部、シリンダライナおよび
シリンダカバーに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がたい。

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等により、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

ディーゼル機関運転時はクランク軸、シリンダ冷却水ポンプ軸、過給機ター
ビンロータ、燃料油供給ポンプ軸、燃料噴射ポンプローラピンおよび潤滑油ポ
ンプ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、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、分解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。

(6) はずみ車等外面からの腐食（全面腐食）

はずみ車、間隔板、シリンダカバー、カバーボルト、各種ポンプケーシング、吸気管、空気冷却器フレーム、過給機タービンハウジング、排気管、排気管サポート、シリンダブロック、フレーム、クランク室安全弁弁体およびプレート、各種弁弁箱、燃料噴射弁弁本体、始動弁案内筒およびボルト、調速機本体、燃料噴射ポンプ調整装置ばね鞘、シャフト、レバーおよび腕、非常用停止装置ピストン案内およびレバー、計器盤は低合金鋼、炭素鋼、鋳鉄また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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(7) 歯車および歯車ポンプケーシングの摩耗

各種ポンプ駆動・被駆動歯車およびカム駆動装置の各歯車は歯面により、トルクを伝達するため摩耗の発生が想定される。

燃料油供給ポンプ、潤滑油ポンプは歯車ポンプであり、歯車とケーシングの接触部は摩耗が想定される。

しかしながら、年間運転時間は短く、歯面およびケーシングは潤滑油または燃料油により摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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) ねじり振動防止装置の摩耗

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する。クランク軸のねじり振幅およびこれによるねじり応力を抑制する機能を有しており、接触部で摩耗が想定される。

しかしながら、当該部は油霧囲気で摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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) 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、当該部は油霧囲気で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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) カップリングボルトの疲労割れ

ディーゼル機関と発電機を結合するカップリング部はカップリングにはずみ車をはさみカップリングボルトで結合しているため、起動・運転時にはカップリングボルトに変動応力が作用することから、疲労割れが想定される。

しかしながら、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。

(11) カム軸等の摩耗

カム軸とカム軸受（すべり）、各種カムと吸排気弁駆動装置のローラ、軸と軸ブッシュおよび球端付ネジ棒と球端受は摺動またはころがり接触をしており、摩耗が想定される。

しかしながら、機関の運転時間は短く、潤滑油により摩耗防止を図っており、摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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等により、機器の健全性を確認している。

(12) シリンダライナ等接液部の腐食（全面腐食）

シリンダライナ、シリンダカバー、シリンダ冷却水ポンプケーシング、過給機タービンハウジング、排気弁弁箱、シリンダブロックおよび燃料噴射弁弁本体は特殊鋳鉄、鋳鉄、炭素鋼、特殊鋼または炭素鋼であり、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時等の目視確認等により、腐食の状態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。

(13) 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、キャビテーションを起こさない条件はポンプおよ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。

(14) 吸気弁、排気弁弁棒、弁座および弁箱の摩耗

吸気弁、排気弁の弁棒、弁座および弁箱は弁の開閉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がたい。

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状態を確認し、機器の健全性を確認している。

(15) 各種弁ばねの変形（応力緩和）

各種弁等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、分解点検時の目視確認や作動確認により、機器の健全性を確認している。

(16) 空気冷却器管板等の海水による腐食（異種金属接触腐食を含む）

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、空気冷却器水室は炭素鋼鋳鋼であり、海水が接するため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。

(17) 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場合があるが、貝等の混入物の大きさ、形態、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や漏えい検査により、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。

(18) 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。

(19) 過給機タービンハウジング等のカーボン堆積

過給機タービンハウジングおよびタービンノズルはシリンダ内の燃焼により発生したカーボンが排気管を経由して堆積し、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がたい。

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) 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ので、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により、機器の健全性を確認している。

(21) シリンダブロック等内面からの腐食（全面腐食）

シリンダブロック、フレイム、燃料油供給ポンプのケーシング、燃料油供給ポンプ調圧弁の弁箱、燃料噴射ポンプのケーシング、潤滑油ポンプのケーシング、潤滑油ポンプ調圧弁の弁箱および非常用停止装置のピストン案内は鋳鉄または炭素鋼鋳鋼であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は油で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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。

(22) 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

(23) シリンダ安全弁弁箱等摺動部の摩耗

シリンダ安全弁の弁箱および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、シリンダ内の異常昇圧時の保護目的で設置されており作動回数はほとんどない。

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。

(24) 燃料油供給ポンプ調圧弁弁体等の摩耗

燃料油供給ポンプ調圧弁の弁体等、燃料噴射ポンプのプランジャ等および潤滑油ポンプ調圧弁の弁体等は作動による摺動に伴い摩耗が想定される。

しかしながら、摺動部は燃料油または潤滑油中で摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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。

(25) 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。

(26) 始動弁弁箱等摺動部の摩耗

始動弁、インターロック弁およ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がたい。

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。

(27) 燃料噴射ポンプ調整装置組立品の固着

燃料噴射ポンプ調整装置組立品のばね鞘、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、塵埃の堆積による摩擦増加、固着等が発生し、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、分解点検時の目視確認やリンク機構抵抗計測により、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。

(28) 圧カスイッチ接点部の導通不良

圧カ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、機器点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(29) 圧カスイッチの特性変化

圧カ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、圧カスイッチは測定対象毎に耐圧性、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、機器点検時の校正試験・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。

(30) 排気管のクリープ

排気管は運転中高温になるため、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非常に小さく、クリープによる排気管の損傷が発生しがたい。

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、内部点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品および定期取替品

Ｏリング、パッキン、ガスケット、オイルシール、気密リング、ゴムリング、テフロンシール、メカニカルシールおよび軸受（ころがり）は分解点検時や開放点検時に取り替える消耗品である。

また、ピストンリング、油かきリング、軸受（すべり）、ブッシュ、ロートキャップ、伸縮継手、防熱布団、ローラブッシュ、軸ブッシュ、球端受、燃料噴射管、ノズルおよび調速機モータは分解点検時の目視確認や寸法計測等の結果に基づき取替える消耗品である。

温度スイッチについては定期取替品である。

いずれも長期使用はせず取替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(1/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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	ピストン	ピストン上部		低合金鋼	△	△	△*1				△*2	*1：頂部 *2：カーボン堆積	
			ピストン下部		鍛造アルミ	△								△*2
			ピストンリング	◎	—									
			油かきリング	◎	—									
			オリング	◎	—									
			ピストンピン		低合金鋼	△								
			主連接棒		低合金鋼									
			副連接棒		低合金鋼									
			上部冠		炭素鋼									
			スイングピン		低合金鋼	△								
			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)	◎	—									
			ボルト		低合金鋼									
下部冠		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(2/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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	カム軸装置駆動	クランク軸	炭素鋼鋳鋼	△			△*1					*1：高サイクル疲労割れ	
			はずみ車	炭素鋼			△							
			間隔板	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			△							
			カプリンググボルト	低合金鋼						△				
			クランク軸付歯車	低合金鋼			△							
			中間歯車	低合金鋼			△							
			カム軸歯車	低合金鋼			△							
			カム軸	炭素鋼			△							
			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			△										

△：高経年化対策上着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(3/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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	燃焼室構成	シリンダライナ	シリンダライナ		特殊鑄鉄	△	△ ^{*1} △ ^{*2}	△				△ ^{*3}	*1: 純水接液部 *2: 燃焼室面 *3: カーボン堆積 *4: 外面 *5: 高サイクル疲労割れ *6: キヤビテーション	
			気密リング	◎	-									
			ゴムリング	◎	-									
		シリンダカバー		鑄鉄		△ ^{*1} △ ^{*2} △ ^{*4}	△	△				△ ^{*3}		
		カバールボルト		低合金鋼			△							
		ケーシング		炭素鋼鑄鋼			△ ^{*1} △ ^{*4}							
	冷却水供給	シリンダ冷却水ポンプ	軸			ステンレス鋼			△ ^{*5}					
			羽根車			銅合金鑄物								
			軸受(ころがり)	◎	-									
		メカニカルシール	◎	-										
		駆動歯車			低合金鋼									
					駆動歯車				△					

△: 高経年化対策上着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(4/12) 伊方3号炉 デーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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(吸気系)	吸気管	吸気管		炭素鋼		△ ^{*1}						*1: 外面 *2: 変形(応力緩和) *3: 流れ加速型腐食 *4: スケール付着 *5: 異種金属接触腐食 *6: 純水接液部 *7: 燃焼室面(全面) *8: カーボン堆積 *9: 高サイクル疲労割れ *10: クリープ
			弁棒		耐熱鋼 (ステライト肉盛)	△							
			弁箱		铸铁		△ ^{*1}						
			弁座		低合金鋼	△							
			ブッシュ	◎	-								
			ばね		ピアノ線						△ ^{*2}		
			ロートキヤップ	◎	-								
			フレーム		炭素鋼		△ ^{*1}						
			管板		銅合金		△					△ ^{*4}	
			伝熱管		銅合金		△ ^{*3}						
過給機	吸排気系	過給機	水室		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△ ^{*5}						
			タービンハウジング		铸铁		△ ^{*1} △ ^{*6} △ ^{*7}				△ ^{*8}		
			タービンノズル		铸铁、 ステンレス鋼							△ ^{*8}	
			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		铸铁、 アルミニウム合金鋳物								
			タービンロータ		低合金鋼						△ ^{*9}	△ ^{*10}	
			軸受(ころがり)	◎	-								

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

表2.2-1(5/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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(排気系)	排気管	排気管		炭素鋼		△ ^{*1} △ ^{*2}						△ ^{*3}	*1：外面 *2：燃焼室面(全面) *3：クリープ *4：純水接液部 *5：変形(応力緩和)		
			伸縮継手	◎	-											
			防熱布団	◎	-											
			パッキン	◎	-											
			ボルト			ステンレス鋼										
			排気管サポート			炭素鋼		△								
			弁棒			耐熱鋼 (ステライト肉盛)		△								
			弁箱			特殊鋼		△	△ ^{*1} △ ^{*4}							
			ブッシュ		◎	-										
			ばね			ピアノ線									△ ^{*5}	
			ロートキヤップ		◎	-										
			ローラ			低合金鋼		△								
			ローラブッシュ		◎	-										
			押棒			炭素鋼										
			軸			炭素鋼		△								
軸ブッシュ		◎	-													
球端付ネジ棒			炭素鋼		△											
球端受		◎	-													

△：高経年化対策上着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(6/12) 伊方3号炉 デイジーセル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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	支持	シリンダブロック およびフレーム	シリンダブロック		铸铁		△ ^{*1} △ ^{*2} △ ^{*3}						*1：外面 *2：純水接液部 *3：内面(油環境) *4：変形(応力緩和)
			主軸受(すべり)	◎	—								
			フレーム		铸铁		△ ^{*1} △ ^{*3}						
			基礎ボルト		炭素鋼		△						
			弁体		炭素鋼		△						
			ばね		ピアノ線							△ ^{*4}	
	その他		シリンダ安全弁	プレート		炭素鋼		△ ^{*1}					
				弁箱		铸铁		△ ^{*1}					
				弁棒		炭素鋼		△					
				ばね		ばね鋼							△ ^{*4}
				弁体		耐熱鋼 (ステライト肉盛)		△					
				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(7/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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				
時間内始動	燃料油供給	燃料油供給ポンプ	ケーシング		炭素鋼鋳鋼	△	△ ^{*1} △ ^{*2}						*1：外面 *2：内面(油環境) *3：高サイクル疲労割れ *4：変形(応力緩和)		
			軸		炭素鋼				△ ^{*3}						
			駆動歯車		炭素鋼			△							
			被駆動歯車		炭素鋼			△							
			軸受(すべり)	◎	-										
			テフロシール	◎	-										
			オイルシール	◎	-										
			ブッシュ	◎	-										
			弁箱		炭素鋼鋳鋼			△ ^{*1} △ ^{*2}							
			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										△ ^{*4}
オリング	◎	-													
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(8/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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				
時間内始動	燃料油供給	燃料噴射ポンプ	ケーシング		鑄鉄		△ ^{*1} △ ^{*2}						*1：外面 *2：内面(油環境) *3：キヤビテーション *4：高サイクル疲労割れ *5：変形(応力緩和) *6：純水接液部		
			プランジヤ		合金工具鋼	△									
			スリーブ		低合金鋼	△									
			デフレクタ		合金工具鋼			△ ^{*3}							
			ローラ		低合金鋼	△									
			滑筒		炭素鋼鑄鋼	△									
			ローラピン		低合金鋼	△				△ ^{*4}					
			弁		合金工具鋼	△									
			燃料噴射管	◎	—										
			ばね		ばね鋼									△ ^{*5}	
			弁本体		炭素鋼				△ ^{*1} △ ^{*6}						
			ノズル	◎	—										
			ばね		ピアノ線										△ ^{*5}

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2. 2-1 (9/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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					
時間内始動	潤滑油供給	潤滑油ポンプ	ケーシング		炭素鋼鋳鋼	△	△ ^{*1} △ ^{*2}								*1：外面 *2：内面(油環境) *3：高サイクル疲労割れ *4：変形(応力緩和)	
			軸		炭素鋼				△ ^{*3}							
			駆動歯車		炭素鋼		△									
			被駆動歯車		炭素鋼		△									
			軸受(すべり)	◎	—											
			弁箱		炭素鋼鋳鋼				△ ^{*1} △ ^{*2}							
			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}
			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(10/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

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				
時間内始動	始動空気供給(始動空気系)	始動弁	弁箱		铸铁	△	△ ^{*2}						*1：変形(応力緩和) *2：外面		
			管制ピストン		銅合金	△									
			オリング	◎	—										
			弁		炭素鋼、銅合金铸件	△									
			ばね		ピアノ線									△ ^{*1}	
			案内筒		铸铁	△	△ ^{*2}								
			ボルト		低合金鋼			△	△						
			弁箱		炭素鋼	△	△ ^{*2}								
			弁棒		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△									
			弁体		銅合金	△									
			ばね		ピアノ線									△ ^{*1}	
			弁箱		铸铁	△	△ ^{*2}								
			ピストン弁		低合金鋼、銅合金铸件	△									
			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(11/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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	调速機	调速機本体		铸铁		△*1						*1：外面 *2：固着 *3：内面(油環境) *4：変形(応力緩和)		
			调速機モータ	◎	—										
		燃料噴射ポンプ調整装置	ばね鞘		炭素鋼		△*1					△*2			
			シヤフト		炭素鋼		△*1					△*2			
		非常用停止装置	レバー		炭素鋼		△*1					△*2			
			腕		炭素鋼		△*1					△*2			
		非	常	用	軸受(すべり)	◎	—								
					ピストン		ステンレス鋼								
					ピストン案内		铸铁		△*1 △*3						
					レバー		炭素鋼		△*1						
			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(12/12) 伊方3号炉 ディーゼル機関に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	サブシステム	構成品	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考		
						減肉		割れ		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・信号変換機能	プロセスの伝達機能	計装配管		ステンレス鋼								*1：外面	
			冷却水圧カススイッチ		ステンレス鋼他			△		△				
			潤滑油圧カススイッチ		ステンレス鋼他				△		△			
		潤滑油温度スイッチ	◎											
		計器盤		炭素鋼							△*1			
		計器盤 取付ボルト		ステンレス鋼										
			計装配管・スイッチ		ステンレス鋼									
			計器盤		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

本章では第2章で実施した代表機器の技術評価結果について、第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。代表機器となっていない機器のうち空冷式非常用発電装置内燃機関については、機関一式を定期取替品として設定しており、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。

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 非常用ガスタービン発電機（ガスタービン）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3の1)または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。

3.1.1 タービンノズル等の疲労割れ

タービンノズル、タービンプレード、燃焼器ライナおよびスクロールといった高温にさらされる部品は起動・停止による過渡時に高い熱負荷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、設計時には温度変化による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、外観点検時等の内視鏡による目視確認および分解点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認することとしている。

3.1.2 タービンプレード等のクリープ

タービンプレードは機関運転時、高温になりかつ遠心力等が作用するので、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、設計時には温度上昇や回転による応力上昇を考慮した冷却設計や強度設計を行っており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

さらに、本機器の年間運転時間は少ないため、クリープ損傷が発生しがたい。

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、外観点検時等の内視鏡による目視確認および分解点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認することとしている。

3.1.3 主軸等の高サイクル疲労割れ

ガスタービン機関運転時はガスタービン主軸や減速機歯車軸、圧縮機インペラ等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、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、機器点検時等の振動確認または分解点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認することとしている。

3.1.4 タービンハウジング等の腐食（全面腐食）

タービンハウジング、燃焼器ケーシング、圧縮機ケーシングは鋳鉄であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.5 減速機歯車の摩耗

減速機の歯車は歯面によりトルクを伝達するため、摩耗の発生が想定される。

しかしながら、機器点検時等の振動確認により、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。

3.1.6 減速機ケーシングの外面からの腐食

減速機ケーシングは鋳鉄であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.7 台板および取付ボルトの腐食（全面腐食）

台板およ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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.8 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

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。

3.1.9 減速機ケーシングの内面からの腐食（全面腐食）

減速機ケーシングは鋳鉄であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内面については歯車および軸受を潤滑するための潤滑油により油霧囲気で腐食が発生しがたい環境であり、今後もこれらの環境が変化する要因があるとは考えがたい。

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。

1.3 非常用発電設備 内燃機関附属設備

[対象機器]

- 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

伊方3号炉で使用されている非常用発電設備 内燃機関付属設備は、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 燃料弁冷却水ポンプ
- ② 燃料油移送ポンプ
- ③ 潤滑油プライミングポンプ
- ④ 非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプ

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. ポンプの技術評価	2
2.1 構造、材料および使用条件	2
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	33

1. 技術評価対象機器

伊方3号炉の内燃機関付属設備で使用されているポンプの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備 ポンプの主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運転状態	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
燃料弁冷却水ポンプ (2)	MS-1	一時 (機関運転時運転)	約0.3	約50
燃料油移送ポンプ (2)	MS-1、重*2	一時 (タンク補給時運転)	約0.3	約50
潤滑油プライミングポンプ (2)	MS-1	連続 (機関停止時運転)	約0.5	約80
非常用ガスタービン発電機 燃料油移送ポンプ (1)	重*2	一時 (タンク補給時運転)	約0.5	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および構造物であることを示す。

2. ポンプの技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 燃料弁冷却水ポンプ

(1) 構造

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料弁冷却水ポンプは、横置単段うず巻ポンプであり、2台設置されている。

主軸にはステンレス鋼を使用し、羽根車には銅合金鋳物を使用し、ケーシングおよびケーシングカバーには炭素鋼鋳鋼を使用しており、それぞれ純水に接液している。

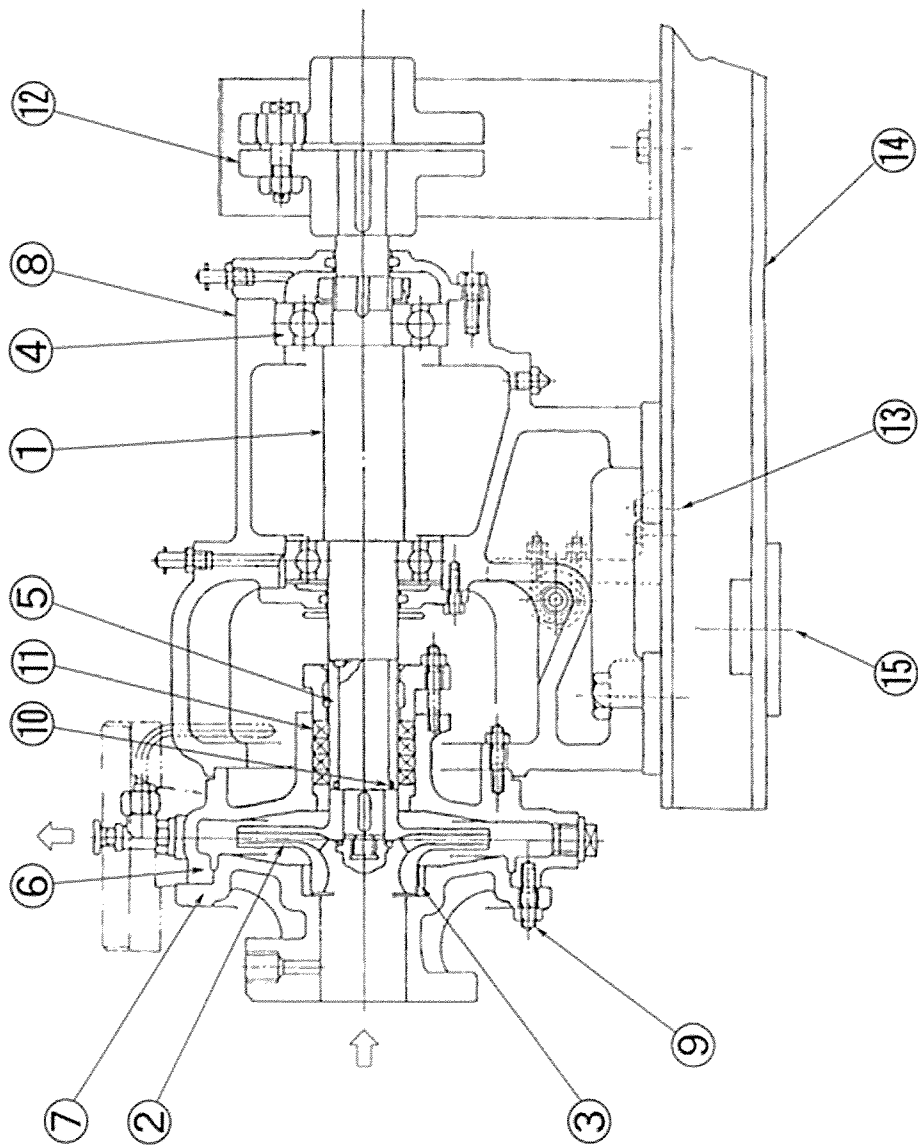
軸封部には漏れを防止するため、グランドパッキンを使用している。

ポンプ用モータは、全閉外扇形三相誘導モータ（低圧ポンプ用モータ）であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料弁冷却水ポンプの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料弁冷却水ポンプの使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	主軸
②	羽根車
③	ケーシングリング
④	軸受 (ころがり)
⑤	スリーブ
⑥	ケーシング
⑦	ケーシングカバー
⑧	軸受箱
⑨	ケーシングボルト
⑩	Oリング
⑪	グラインドパッキン
⑫	軸継手
⑬	取付ボルト
⑭	台板
⑮	基礎ボルト

図2.1-1 (1/2) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 燃料弁冷却水ポンプ構造図

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	回転子コア
⑦	回転子棒
⑧	エンドリング
⑨	主軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受 (ころがり)
⑫	取付ボルト

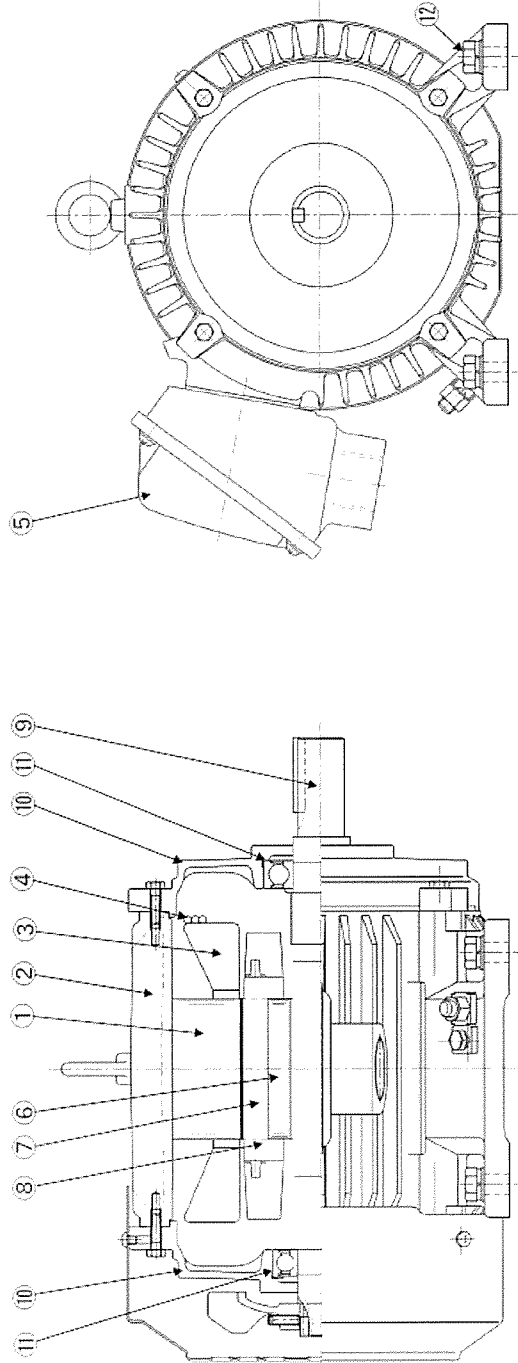


図2.1-1 (2/2) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 燃料弁冷却水ポンプ構造図 (モータ)

表2.1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備
燃料弁冷却水ポンプ主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
ポンプ	主軸	ステンレス鋼
	羽根車	銅合金鋳物
	ケーシングリング	消耗品・定期取替品
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	スリーブ	消耗品・定期取替品
	ケーシング、 ケーシングカバー	炭素鋼鋳鋼
	軸受箱	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
	グランドパッキン	消耗品・定期取替品
	軸継手	鋳鉄
	台板	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼
モータ	固定子コア	電磁鋼板
	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)
	口出線	銅、シリコンゴム (H種絶縁)
	端子箱	鋳鉄
	回転子コア	電磁鋼板
	回転子棒、エンドリング	アルミニウム
	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 伊方3号炉 内燃機関付属設備
燃料弁冷却水ポンプの使用条件

最高使用圧力	約0.3MPa [gage]
最高使用温度	約50°C
容量	約6m ³ /h
内部流体	純水
定格電圧	440V
定格出力	2.2kW
定格回転数	3,500rpm
周囲温度	約50°C
設置場所	屋内

2.1.2 燃料油移送ポンプ

(1) 構造

伊方3号炉の内燃機関附属設備燃料油移送ポンプは、横置歯車式ポンプであり、2台設置されている。

主軸と駆動歯車および従動軸と従動歯車には炭素鋼を使用し、ケーシングには炭素鋼鋳鋼、ケーシングカバー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。

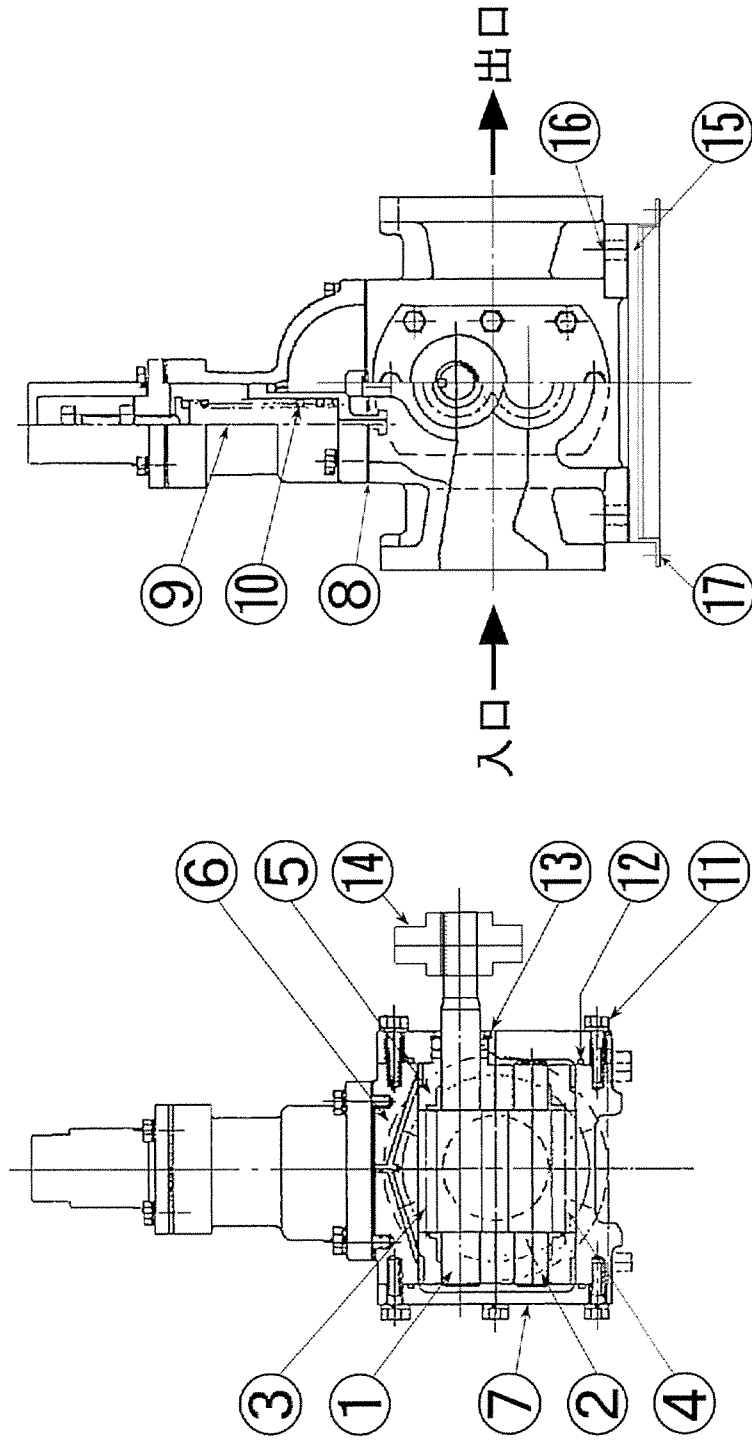
軸封部には、燃料油の漏れを防止するため、オイルシールを使用している。

ポンプ用モータは、全閉外扇形三相誘導モータ（低圧ポンプ用モータ）であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

伊方3号炉の内燃機関附属設備燃料油移送ポンプの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関附属設備燃料油移送ポンプの使用材料および使用条件を表2.1-3および表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	ケーシング
⑦	ケーシングカバー
⑧	ガスケット
⑨	リリーフ弁
⑩	リリーフ弁ばね
⑪	ケーシングボルト
⑫	Oリング
⑬	オイルシール
⑭	軸継手
⑮	台板
⑯	取付ボルト
⑰	基礎ボルト

図2.1-2 (1/2) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 燃料油移送ポンプ構造図

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	回転子コア
⑦	回転子棒
⑧	エンドリング
⑨	主軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受 (ころがり)
⑫	取付ボルト

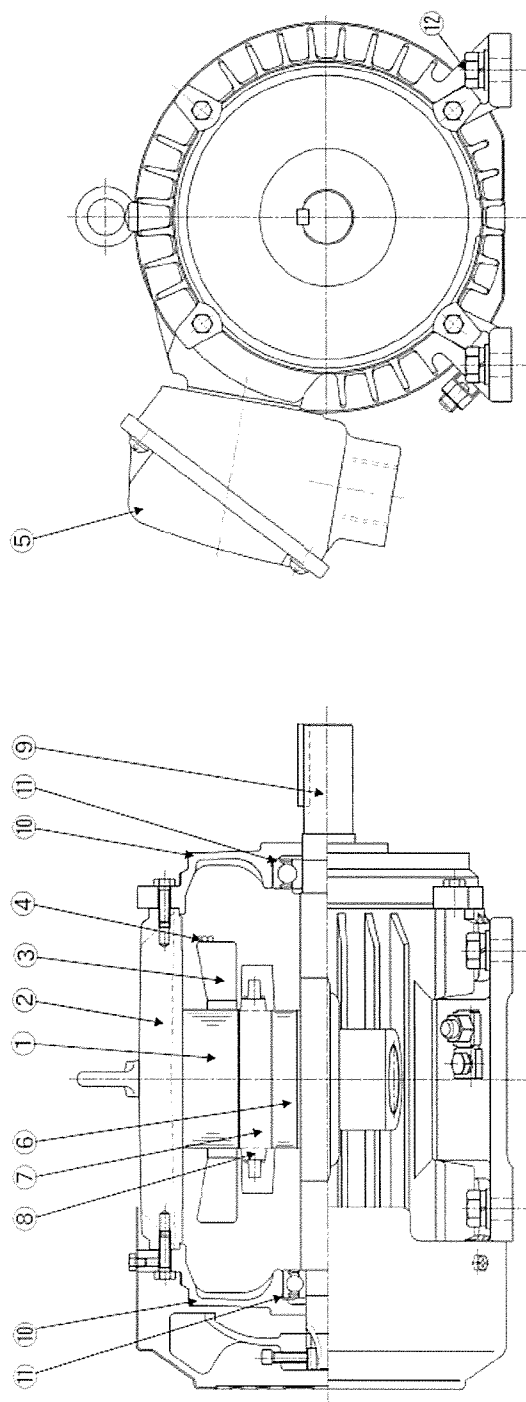


図2.1-2 (2/2) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 燃料油移送ポンプ構造図 (モータ)

表2.1-3 伊方3号炉 内燃機関付属設備
燃料油移送ポンプ主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
ポンプ	主軸、従動軸	炭素鋼
	駆動歯車、従動歯車	炭素鋼
	軸受（すべり）	消耗品・定期取替品
	ケーシング	炭素鋼鋳鋼
	ケーシングカバー	炭素鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	リリース弁	炭素鋼鋳鋼
	リリース弁ばね	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
	軸継手	炭素鋼
	台板、取付ボルト、基礎ボルト	炭素鋼
モータ	固定子コア	電磁鋼板
	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)
	口出線	銅、シリコンゴム (H種絶縁)
	端子箱	鋳鉄
	回転子コア	電磁鋼板
	回転子棒、エンドリング	アルミニウム
	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 伊方3号炉 内燃機関附属設備
燃料油移送ポンプの使用条件

最高使用圧力	約0.3MPa [gage]
最高使用温度	約50℃
容量	約5m ³ /h
内部流体	燃料油 (A重油)
定格電圧	440V
定格出力	1.5kW
定格回転数	1,800rpm
周囲温度	約50℃
設置場所	屋内

2.1.3 潤滑油プライミングポンプ

(1) 構造

伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油プライミングポンプは、横置歯車式ポンプであり、2台設置されている。

主軸と駆動歯車および従動軸と従動歯車には炭素鋼を使用し、ケーシングには炭素鋼鋳鋼、ケーシングカバー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。

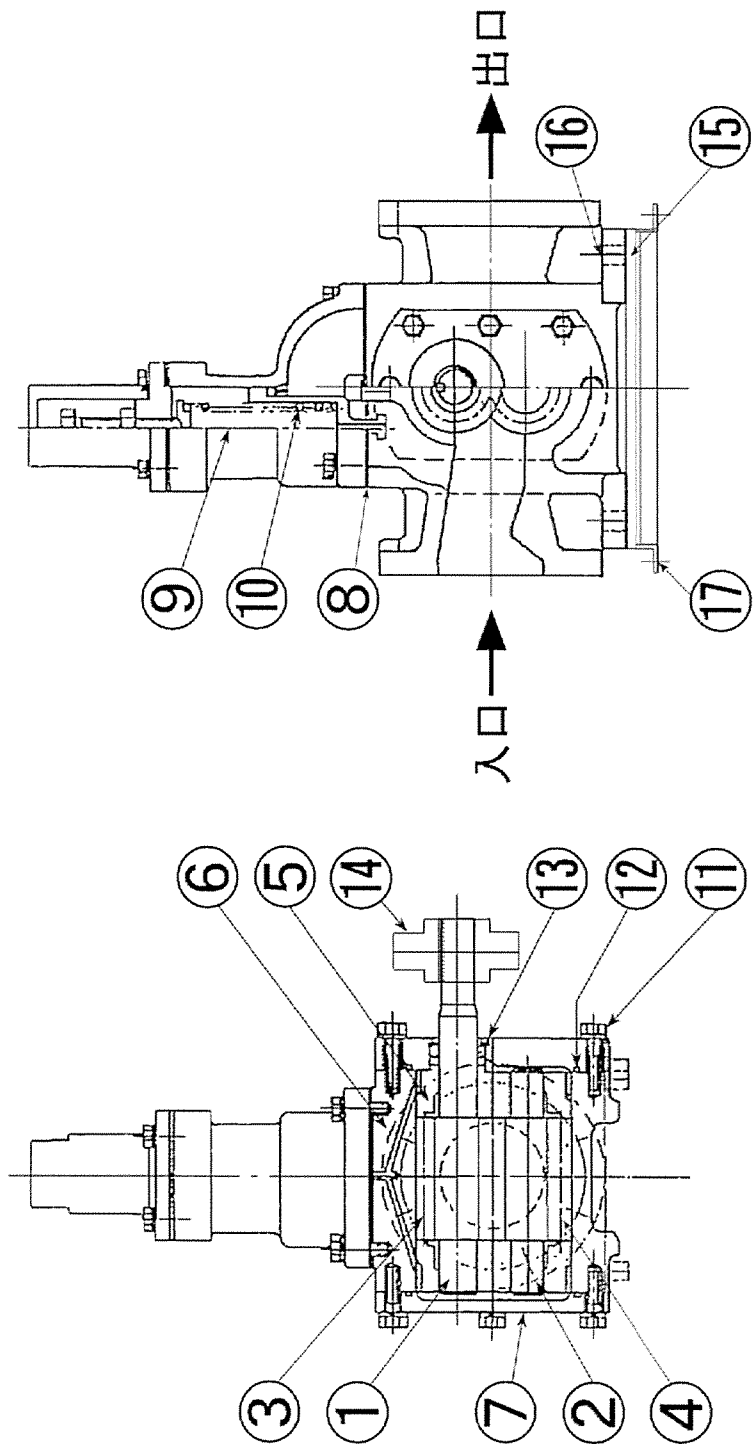
軸封部には、燃料油の漏れを防止するため、オイルシールを使用している。

ポンプ用モータは、全閉外扇形三相誘導モータ（低圧ポンプ用モータ）であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油プライミングポンプの構造図を図2.1-3に示す。

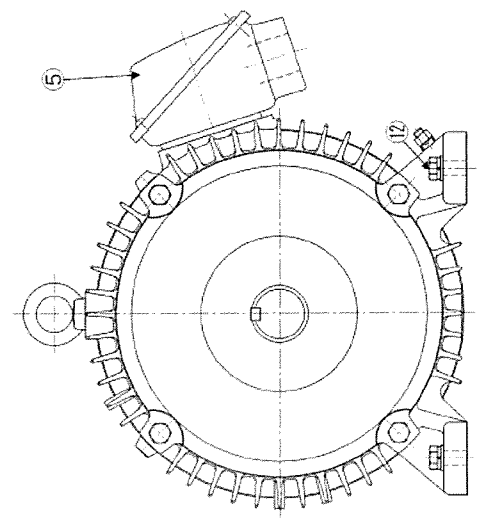
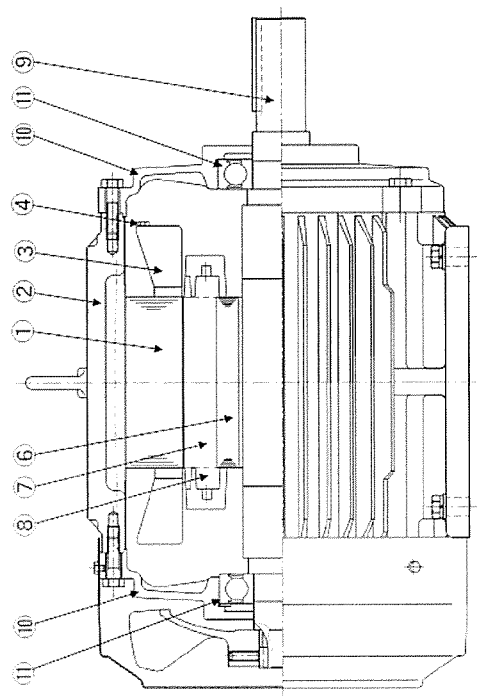
(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油プライミングポンプの使用材料および使用条件を表2.1-5および表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	ケーシング
⑦	ケーシングカバー
⑧	ガスケット
⑨	リリース弁
⑩	リリース弁ばね
⑪	ケーシングボルト
⑫	Oリング
⑬	オイルシール
⑭	軸継手
⑮	台板
⑯	取付ボルト
⑰	基礎ボルト

図2.1-3 (1/2) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 潤滑油プライミングポンプ構造図



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	回転子コア
⑦	回転子棒
⑧	エンドリング
⑨	主軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受 (ころがり)
⑫	取付ボルト

図2.1-3 (2/2) 伊方3号炉 内燃機関係附属設備 潤滑油プライミングポンプ構造図 (モータ)

表2.1-5 伊方3号炉 内燃機関付属設備
潤滑油プライミングポンプ主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
ポンプ	主軸、従動軸	炭素鋼
	駆動歯車、従動歯車	炭素鋼
	軸受（すべり）	消耗品・定期取替品
	ケーシング	炭素鋼鋳鋼
	ケーシングカバー	炭素鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	リリース弁	炭素鋼鋳鋼
	リリース弁ばね	ピアノ線
	ケーシングボルト	炭素鋼
	○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
	軸継手	炭素鋼
	台板、取付ボルト、基礎ボルト	炭素鋼
モータ	固定子コア	電磁鋼板
	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)
	口出線	銅、シリコンゴム (H種絶縁)
	端子箱	鋳鉄
	回転子コア	電磁鋼板
	回転子棒、エンドリング	アルミニウム
	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 伊方3号炉 内燃機関付属設備
潤滑油プライミングポンプの使用条件

最高使用圧力	約0.5MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
容量	約40m ³ /h
内部流体	潤滑油
定格電圧	440V
定格出力	15kW
定格回転数	1,800rpm
周囲温度	約50℃
設置場所	屋内

2.1.4 非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプ

(1) 構造

伊方3号炉の内燃機関付属設備非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプは、横置単段うず巻ポンプであり、1台設置されている。

主軸およびケーシングカバーにはステンレス鋼を使用し、羽根車およびケーシングにはステンレス鋼鋳鋼を使用しており、それぞれ燃料油に接液している。

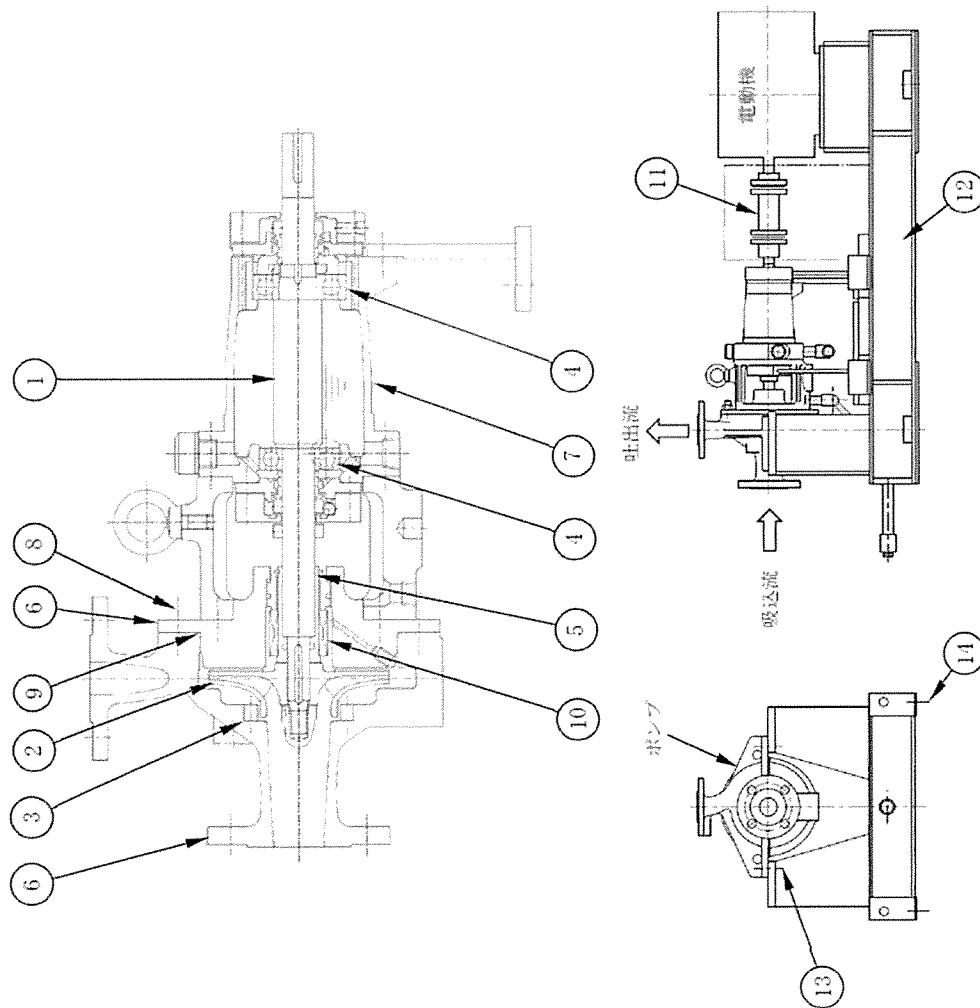
軸封部には漏れを防止するため、メカニカルシールを使用している。

ポンプ用モータは、全閉外扇形三相誘導モータ（低圧ポンプ用モータ）であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

伊方3号炉の内燃機関付属設備非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプの使用材料および使用条件を表2.1-7および表2.1-8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 (ころがり)
⑤	スリーブ
⑥	ケーシング、ケーシングカバー
⑦	軸受箱
⑧	ケーシングボルト
⑨	Oリング
⑩	メカニカルシール
⑪	軸継手
⑫	台板
⑬	取付ボルト
⑭	基礎ボルト

図2.1-4 (1/2) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプ構造図

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	回転子コア
⑦	回転子棒
⑧	エンドリング
⑨	主軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受 (ころがり)
⑫	取付ボルト

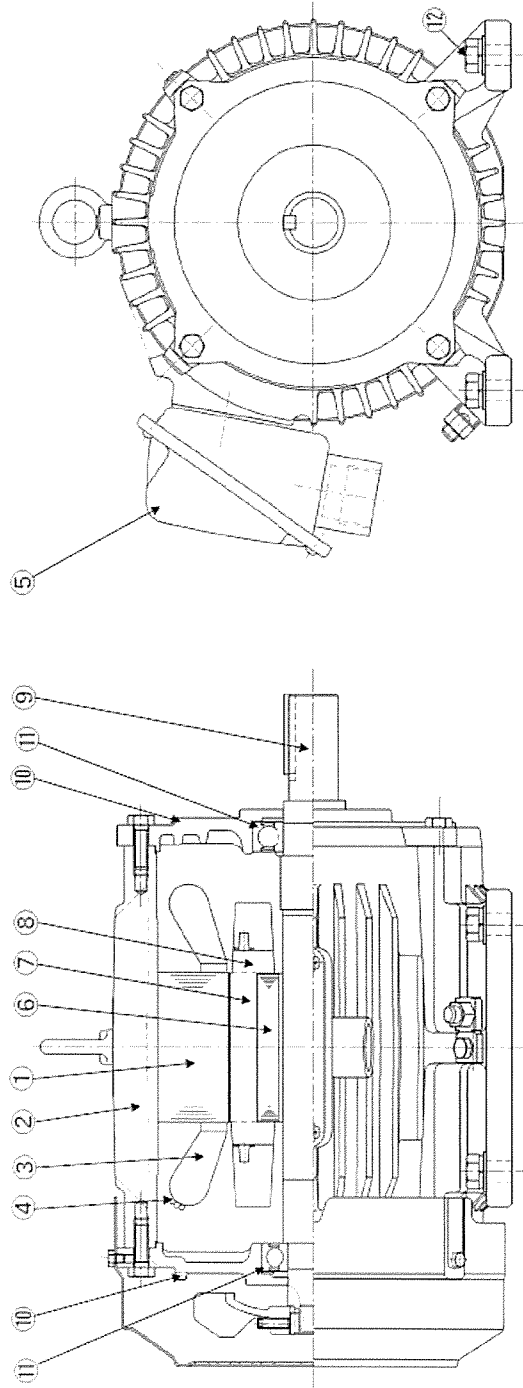


図2.1-4 (2/2) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプ構造図 (モータ)

表2.1-7 伊方3号炉 内燃機関付属設備
非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプ主要部位の使用材料

構成機器	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（ころがり）	消耗品・定期取替品
	スリーブ	消耗品・定期取替品
	ケーシング、ケーシングカバー	ステンレス鋼鋳鋼、ステンレス鋼
	軸受箱	鋳鉄
	ケーシングボルト	ステンレス鋼
	Oリング	消耗品・定期取替品
	メカニカルシール	消耗品・定期取替品
	軸継手	炭素鋼
	台板	炭素鋼
	取付ボルト	ステンレス鋼
	基礎ボルト	炭素鋼
モータ	固定子コア	電磁鋼板
	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)
	口出線	銅、シリコンゴム (H種絶縁)
	端子箱	鋳鉄
	回転子コア	電磁鋼板
	回転子棒、エンドリング	アルミニウム
	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2.1-8 伊方3号炉 内燃機関附属設備
非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプの使用条件

最高使用圧力	約0.5MPa[gage]
最高使用温度	約40℃
容量	約4.4m ³ /h
内部流体	燃料油
定格電圧	440V
定格出力	2.2kW
定格回転数	3,440rpm
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

ポンプの機能である送水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 ポンプの容量－揚程確保
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持
- ④ 駆動機能の確保

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ポンプ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、圧力および温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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) 固定子コイルおよび口出線の絶縁低下 [共通]

固定子コイルおよび口出線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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 主軸等の摩耗〔共通〕

ころがり軸受を使用している燃料弁冷却水ポンプ、非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプおよび各モータについては、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すき間が生じ、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、これを防止するため主軸表面の仕上げは行わない運用としており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。

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燃料油移送ポンプおよび潤滑油プライミングポンプについては、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・従動軸と軸受間に潤滑剤を供給し、膜を形成させて流体潤滑状態となるように考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(2) 主軸等の高サイクル疲労割れ [共通]

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

しかしながら、ポンプおよびモータ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、巡視点検時の振動確認（通常運転時の振動状態と差異がないことの触診による確認）、試運転時および機能確認時における振動確認（変位、速度、加速度の測定等）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。

(3) 羽根車の腐食（キャビテーション） [燃料弁冷却水ポンプ、非常用ガスタービン発電機燃料油移送ポンプ]

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、キャビテーションを起こさない条件はポンプの設計段階およ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。

(4) 歯車およびケーシングの摩耗 [燃料油移送ポンプ、潤滑油プライミングポンプ]

燃料油移送ポンプおよび潤滑油プライミングポンプは歯車ポンプであり、歯車および歯車とケーシングの接触部で摩耗が想定される。

しかしながら、内部流体は燃料油または潤滑油で摩耗が発生しがたい環境であり、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がたい。

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。

- (5) 軸受箱の腐食（全面腐食）〔燃料弁冷却水ポンプ、非常用ガスタービン発電機
燃料油移送ポンプ〕

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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

一方、内面については内部流体が油等で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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、ケーシングカバーおよびリリーフ弁の腐食（全面腐食）〔燃料弁
冷却水ポンプ、燃料油移送ポンプ、潤滑油プライミングポンプ〕

ケーシング、ケーシングカバーおよびリリーフ弁は炭素鋼鋳鋼または炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

一方、内面については、燃料油または潤滑油で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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。

(7) リリーフ弁ばねの変形（応力緩和）〔燃料油移送ポンプ、潤滑油プライミングポンプ〕

リリーフ弁ばねは常時内部流体圧力に相当する圧縮荷重が加わった状態で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、試運転時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(8) ケーシングボルトの腐食（全面腐食）〔燃料弁冷却水ポンプ、燃料油移送ポンプ、潤滑油プライミングポンプ〕

ケーシング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がたい。

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等により、機器の健全性を確認している。

(9) 台板および取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

台板およ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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(10) 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

- (11) フレーム、端子箱およびブラケットの腐食（全面腐食）〔共通〕
フレーム、端子箱および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、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。
- (12) 固定子コアおよび回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕
固定子コアおよび回転子コアは電磁鋼板であり、腐食が想定される。
しかしながら、固定子コアおよび回転子コアはワニス処理また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がたい。
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) 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、モータ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、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、疲労割れが発生しがたい構造である。
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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

軸受（ころがり）、スリーブ、Oリング、グランドパッキン、オイルシール、メカニカルシールおよびガスケットは、分解点検時に取替える消耗品であり、ケーシングリングおよび軸受（すべり）は分解点検時に目視確認や寸法計測の結果に基づき取替える消耗品である。いずれも、長期使用はせず取替を前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1(1/5) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 燃料弁冷却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-揚程確保	主軸		ステンレス鋼	△		△ ^{*1}					*1：高サイクル疲労割れ *2：キヤビテーション
	羽根車		銅合金鋳物			△ ^{*2}					
	ケーシングリング	◎	-								
	軸受(ころがり)	◎	-								
	スリーブ	◎	-								
	軸受箱		鋳鉄			△					
	軸継手		鋳鉄								
	ケーシング		炭素鋼鋳鋼			△					
	ケーシングカバー		炭素鋼鋳鋼			△					
	ケーシングボルト		炭素鋼			△					
バウンダリの維持	Oリング	◎	-								
	グラインドパッキン	◎	-								
	台板		炭素鋼			△					
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）

(注) ポンプ用モータについては、表2.2-1(5/5)に記載

表2.2-1(2/5) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 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	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプの容量-揚程確保	主軸		炭素鋼	△			△ ^{*1}				*1：高サイクル疲労割れ *2：ばねの変形(応力緩和)
	従動軸		炭素鋼	△			△ ^{*1}				
	駆動歯車		炭素鋼	△							
	従動歯車		炭素鋼	△							
	軸受(すべり)	◎	—								
	軸継手		炭素鋼								
	ケーシング		炭素鋼鋳鋼	△							
	ケーシングカバナー		炭素鋼								
	リリーフ弁		炭素鋼鋳鋼								
	リリーフ弁ばね		ピアノ線							△ ^{*2}	
バウンダリの維持	ケーシングボルト		炭素鋼								
	Oリング	◎	—								
	オイルシール	◎	—								
	ガスケット	◎	—								
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）

(注)ポンプ用モータについては、表2.2-1(5/5)に記載

表2.2-1(3/5) 伊方3号炉 内燃機関係属設備 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	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプの容量-揚程確保	主軸		炭素鋼	△		△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：ばねの変形(応力緩和)
	従動軸		炭素鋼	△		△*1					
	駆動歯車		炭素鋼	△							
	従動歯車		炭素鋼	△							
	軸受(すべり)	◎	—								
	軸継手		炭素鋼								
	ケーシング		炭素鋼鋳鋼	△	△						
	ケーシングカバー		炭素鋼		△						
	リリーフ弁		炭素鋼鋳鋼		△					△*2	
	リリーフ弁ばね		ピアノ線								
バウングダリの維持	ケーシングボルト		炭素鋼			△					
	オリング	◎	—								
	オイルシール	◎	—								
	ガスケット	◎	—								
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）

(注) ポンプ用モータについては、表2.2-1(5/5)に記載

表2.2-1(4/5) 伊方3号炉 内燃機関係設備 非常用ガスタービン発電機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	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
ポンプの容量-揚程確保	主軸		ステンレス鋼	△		△*1					*1：高サイクル疲労割れ *2：キヤビテーション
	羽根車		ステンレス鋼鋳鋼			△*2					
	ケーシングリング	◎	-								
	軸受(ころがり)	◎	-								
	スリーブ	◎	-								
	軸受箱		鑄鉄			△					
	軸継手		炭素鋼								
	ケーシング、ケーシングカバー		ステンレス鋼鋳鋼、ステンレス鋼								
	ケーシングボルト		ステンレス鋼								
	Oリング	◎	-								
機器の支持	メカニカルシール	◎	-								
	台板		炭素鋼			△					
	取付ボルト		ステンレス鋼								
	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）

(注)ポンプ用モータについては、表2.2-1(5/5)に記載

表2.2-1(5/5) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 ポンプ用モータに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	信号	その他		
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化			
駆動機能の確保	固定子コア		電磁鋼板		△								*1: 高サイクル疲労割れ
	フレーム		铸铁		△								
	固定子コイル		銅、ポリエスデルイミド + ポリアミドイミド (H種絶縁)					○					
	口出線		銅、シリコンゴム					○					
	端子箱		铸铁		△								
	回転子コア		電磁鋼板		△								
	回転子棒・エンドリング		アルミニウム						△				
	主軸		炭素鋼		△					△*1			
	ブラケット		铸铁			△							
	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しない事象（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 固定子コイルおよび口出線の絶縁低下 [共通]

a. 事象の説明

固定子コイルおよび口出線の絶縁低下については、低圧ポンプ用モータと同様であることから、「ポンプ用モータの技術評価書」低圧ポンプ用モータの固定子コイルおよ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

いずれのモータも電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は、低圧ポンプ用モータと同様であることから、固定子コイルおよび口出線の絶縁低下に対する技術評価については、「ポンプ用モータの技術評価書」低圧ポンプ用モータの固定子コイルおよ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

いずれのモータも電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は、低圧ポンプ用モータと同様であることから、固定子コイルおよび口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応については、「ポンプ用モータの技術評価書」低圧ポンプ用モータの固定子コイルおよ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。

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

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	9
3. 代表機器以外への展開	16
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	16

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉の内燃機関附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、内部流体および材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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および結果

表1-1に示す熱交換器を型式およ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2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 直管形熱交換器（管側流体：海水、胴側流体：純水）

このグループには清水冷却器および燃料弁冷却水冷却器が属するが、熱交換量の大きな清水冷却器を代表機器とする。

(2) 直管形熱交換器（管側流体：海水、胴側流体：潤滑油）

このグループには潤滑油冷却器のみが属するので、代表機器は潤滑油冷却器とする。

表1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備 熱交換器の主な仕様

分離基準				選定基準				代表機器の選定		
型式	内部流体 (管側/胴側)	材料		機器名称 (台数)	重要度*1	運転状態	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)	代表 機器	選定理由
		胴板	水室 伝熱管							
横置直管形	海水/純水	炭素鋼	炭素鋼	清水冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.7/約0.5	約50/約90	◎	熱交換量
				燃料缶冷却水冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.7/約0.3	約50/約50		
	海水/潤滑油	炭素鋼	炭素鋼	潤滑油冷却器 (2)	MS-1	一時*2	約0.7/約0.8	約50/約80	◎	

*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2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

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 清水冷却器

(1) 構造

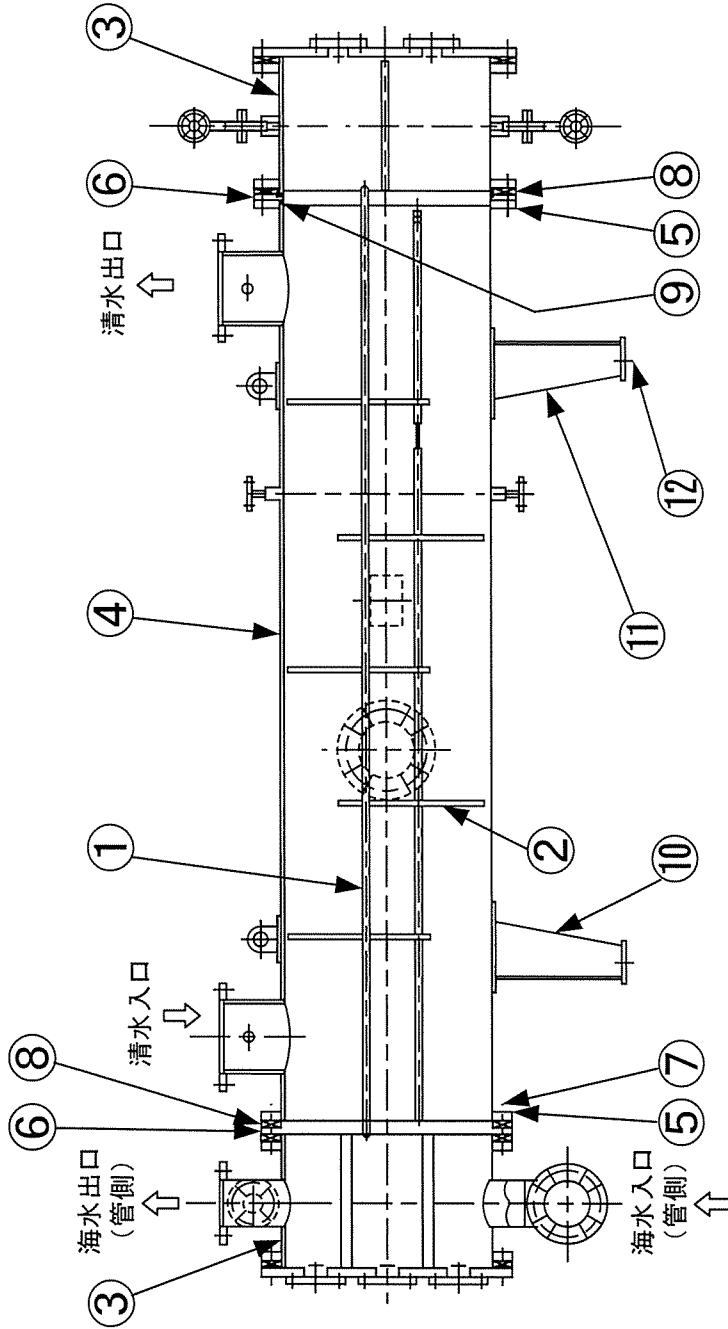
伊方3号炉の内燃機関付属設備清水冷却器は、長さ約3.5m、胴外径約0.6m、熱交換量約1.91MWの横置直管2折流形熱交換器であり、2台設置されている。

伝熱管にはチタンを使用しており、海水およ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を使用している。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。

伊方3号炉の内燃機関付属設備清水冷却器の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備清水冷却器の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	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	オリング
⑩	支持脚
⑪	支持脚 (スライド脚)
⑫	基礎ボルト

図2.1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備 清水冷却器構造図

表2.1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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	チタン
流路構成品	邪魔板	炭素鋼
管側耐圧構成品	水室	炭素鋼+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	チタン
	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
	支持脚（スライド脚）	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 内燃機関付属設備
清水冷却器の使用条件

最高使用圧力	(管側) 約0.7MPa[gage]	(胴側) 約0.5MPa[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

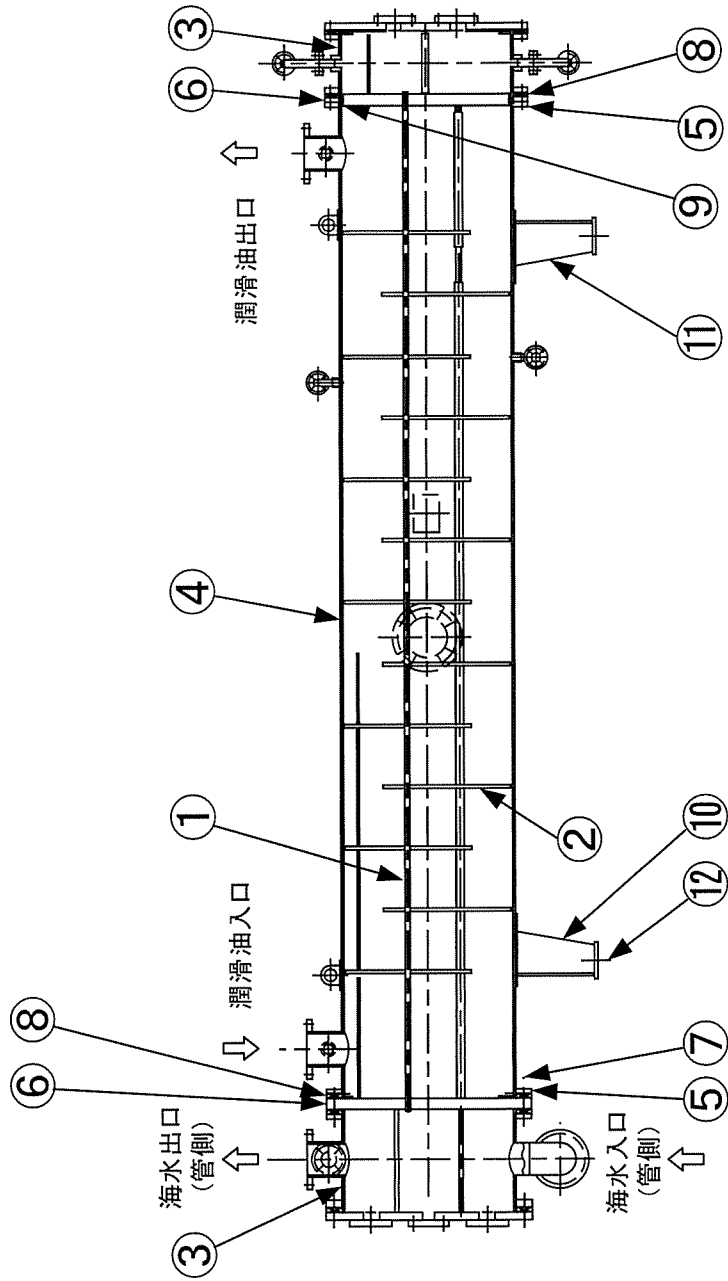
伊方3号炉の内燃機関附属設備潤滑油冷却器は、長さ約4.9m、胴外径約0.70m、熱交換量約0.60MWの横置直管2折流形熱交換器であり、2台設置されている。

伝熱管にはチタンを使用しており、海水およ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を使用している。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。

伊方3号炉の内燃機関附属設備潤滑油冷却器の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関附属設備潤滑油冷却器の使用材料および使用条件を表2.1-3および表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	支持脚 (スライド脚)
⑫	基礎ボルト

図2.1-2 伊方3号炉 内燃機関付属設備 潤滑油冷却器構造図

表2.1-3 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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	チタン
流路構成品	邪魔板	炭素鋼
管側耐圧構成品	水室	炭素鋼+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	チタン
	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
	支持脚（スライド脚）	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-4 伊方3号炉 内燃機関付属設備
潤滑油冷却器の使用条件

最高使用圧力	(管側) 約0.7MPa[gage]	(胴側) 約0.8MPa[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

2.2 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（冷却器）の機能である熱除去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 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（水質、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ [共通]

胴側流体および管側流体により伝熱管振動が発生した場合、管支持板部等で伝熱管に摩耗または高サイクル疲労割れが想定される。

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、開放点検時の目視確認や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） [共通]

伝熱管はチタンであり、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。

一方、胴側の内部流体は純水または潤滑油であり、流速が遅いことから流れ加速型腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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) 伝熱管のスケール付着 [共通]

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、胴側の内部流体は純水または潤滑油であり、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がたい環境である。

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。

(4) 管側耐圧構成品の海水による腐食（異種金属接触腐食を含む） [共通]

管側流体が海水であり、海水に接する水室の炭素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に海水が接した場合、管板がチタンであるため、炭素鋼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) 胴側耐圧構成品等の内面および邪魔板の腐食（全面腐食）〔共通〕

潤滑油冷却器の胴板、胴フランジおよび邪魔板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は潤滑油で腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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。

一方、清水冷却器の胴板、胴フランジおよび邪魔板は炭素鋼であり、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、機能を維持している。

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) 水室等の外面からの腐食（全面腐食）〔共通〕

水室、胴板および胴フランジは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(7) 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がたい。

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。

(8) 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、塗膜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膜の状態を確認し、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) 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）〔共通〕

冷却器は横置きであり、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。

(10) 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

2.2.4 消耗品および定期取替品

ガスケットおよびOリングは、開放点検時に取替える消耗品であり、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(1/2) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 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	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の確保	伝熱管		チタン	△	△ ^{*2}	△ ^{*1}			△ ^{*3}	*1：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：異種金属接触腐食を含む *5：スライド部の腐食	
	邪魔板		炭素鋼		△						
	水室		炭素鋼 (ライニング)		△ ^{*4} (内面) △(外面)						
	胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
バウダリ の維持	胴フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	管板		チタン								
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	-								
機器の支持	○リング	◎	-								
	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚(スライ ド脚)		炭素鋼		△ ^{*5} △						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/2) 伊方3号炉 内燃機関係属設備 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	応力腐食 割れ	熱時効	劣化		
伝熱性能の 確保	伝熱管		チタン	△	△ ^{*2}	△ ^{*1}			△ ^{*3}	*1：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：異種金属接触腐食を 含む *5：スライド部の腐食	
	邪魔板		炭素鋼		△						
バウダリ の 維持	水室		炭素鋼 (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		チタン								
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	オリング	◎	—								
	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚(スライ ド脚)		炭素鋼		△ ^{*5} △						
	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ではない事象

2.2.3 1)または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。

3.1.1 伝熱管の摩耗および高サイクル疲労割れ

胴側流体および管側流体により伝熱管振動が発生した場合、管支持板部等で伝熱管に摩耗または高サイクル疲労割れが想定される。

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。

3.1.2 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）

伝熱管はチタンであり、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。

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がたい環境であり、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がたい。

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。

3.1.3 伝熱管のスケール付着

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、胴側の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おり、スケール付着による伝熱性能低下が発生しがたい環境である。

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。

3.1.4 管側耐圧構成品の海水による腐食（異種金属接触腐食を含む）

管側流体が海水であり、海水に接する水室の炭素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に海水が接した場合、管板がチタンであるため、炭素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。

3.1.5 胴側耐圧構成品等の内面および邪魔板の腐食（全面腐食）

胴板、胴フランジおよび邪魔板は炭素鋼であり、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、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。

3.1.6 水室等の外面からの腐食（全面腐食）

水室、胴板および胴フランジは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.7 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がたい。

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。

3.1.8 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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.9 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）

冷却器は横置きであり、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、腐食により固着が想定される。

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。

3.1.10 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

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 始動空気だめ
- ⑦ 燃料油貯油槽
- ⑧ 潤滑油主コシ器
- ⑨ 重油タンク
- ⑩ 軽油タンク
- ⑪ 燃料油第1コシ器
- ⑫ 燃料油第2コシ器
- ⑬ 空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタンク）
- ⑭ 非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタンク）
- ⑮ 非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）
- ⑯ 非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	5
2.2 経年劣化事象の抽出	26
3. 代表機器以外への展開	37
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	37

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉の内燃機関係付属設備で使用されている容器の主な仕様を表1-1に示す。

これらの容器を機能別にタンク（貯蔵機能）とフィルタ（浄化機能）に分類した上で、設置場所、内部流体および材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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および結果

表1-1に示す容器は機能的にタンクとフィルタに分類されるが、さらに、設置場所、内部流体およ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：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タンクおよび燃料弁冷却水タンクが属するが、容量の大きなシリンダ冷却水タンクを代表機器とする。

- (2) 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タンクおよびシリンダ油サービスタンクが属するが容量の大きな潤滑油タンクを代表機器とする。

- (3) 設置場所：屋内、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、非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタンク）および空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタンク）が属するが、重要度の観点から燃料油サービスタンクを代表機器とする。

- (4) 設置場所：屋内、内部流体：空気、材料：炭素鋼

このグループには始動空気だめのみが属するので、代表機器は始動空気だめとする。

- (5) 設置場所：屋外（土中埋設含む）、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槽、非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）、軽油タンクおよび重油タンクが属するが、重要度および容量の観点から燃料油貯油槽を代表機器とする。

1.2.2 フィルタ

- (1) 設置場所：屋内、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コシ器のみが属するので、代表機器は潤滑油主コシ器とする。

- (2) 設置場所：屋内、内部流体：燃料油、材料：炭素鋼

このグループには燃料油第1コシ器、燃料油第2コシ器および非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）が属するが、重要度および最高使用圧力の観点から燃料油第2コシ器を代表機器とする。

表1-1(1/2) 伊方3号炉 内燃機関係設備 容器の主な仕様

分離基準			選定基準					代表機器の選定	
機能 設置場所	内部流体	材料	機器名称 (基数)	容量	重要度*1	使用条件		代表 機器	選定理由
						最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
タンク・屋内	純水	炭素鋼	シリンダ冷却水タンク (2)	0.6m ³	MS-1	大気圧	約90	◎	容量
			燃料弁冷却水タンク (2)	0.2m ³	MS-1	大気圧	約65		
	潤滑油	炭素鋼	潤滑油タンク (2)	8.0m ³	MS-1	大気圧	約80	◎	容量
			シリンダ油サービスタンク (2)	0.8m ³	MS-1	大気圧	約50		
	燃料油	炭素鋼	燃料油サービスタンク (2)	2.5m ³	MS-1、重*2	大気圧	約50	◎	重要度
			非常用ガスタワービン発電機 (燃料油サービスタンク) (1)	1.95m ³	重*2	大気圧	約40		
			空冷式非常用発電装置 (燃料油サービスタンク) (2)	1.66m ³	重*2	大気圧	約50		
			始動空気だめ (2)	2.5m ³	MS-1、重*2	約3.2	約90		
	燃料油	炭素鋼	燃料油貯油槽 (2)	142m ³	MS-1、重*2	大気圧	約40	◎	重要度、容量
			非常用ガスタワービン発電機 (燃料油貯油槽) (2)	200.0m ³	重*2	大気圧	約40		
重油タンク (3)			97m ³	MS-1、重*2	大気圧	約50			
軽油タンク (1)			60m ³	重*2	大気圧	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および構造物であることを示す。

表1-1(2/2) 伊方3号炉 内燃機関係附属設備 容器の主な仕様

分離基準			選定基準				代表機器の選定		
機能 設置場所	内部流体	材料	機器名称 (基数)	容量	重要度*1	使用条件		代表 機器	選定理由
						最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
フィルタ・屋内	潤滑油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油主コンシ器 (2)	73.9m ³ /h (流量)	MS-1	約0.8	約80	◎	
			燃料油第1コンシ器 (4)	5.0m ³ /h (流量)	MS-1、重*2	大気圧	約50		
	燃料油	炭素鋼	燃料油第2コンシ器 (4)	5.0m ³ /h (流量)	MS-1、重*2	約0.5	約50	◎	重要度、最高 使用圧力
			非常用ガスタタービン発電機 (燃料油こし器) (2)	1.38m ³ /h (流量)	重*2	大気圧	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および構造物であることを示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の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 始動空気だめ
- ⑤ 燃料油貯油槽
- ⑥ 潤滑油主コシ器
- ⑦ 燃料油第2コシ器

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 シリンダ冷却水タンク

(1) 構造

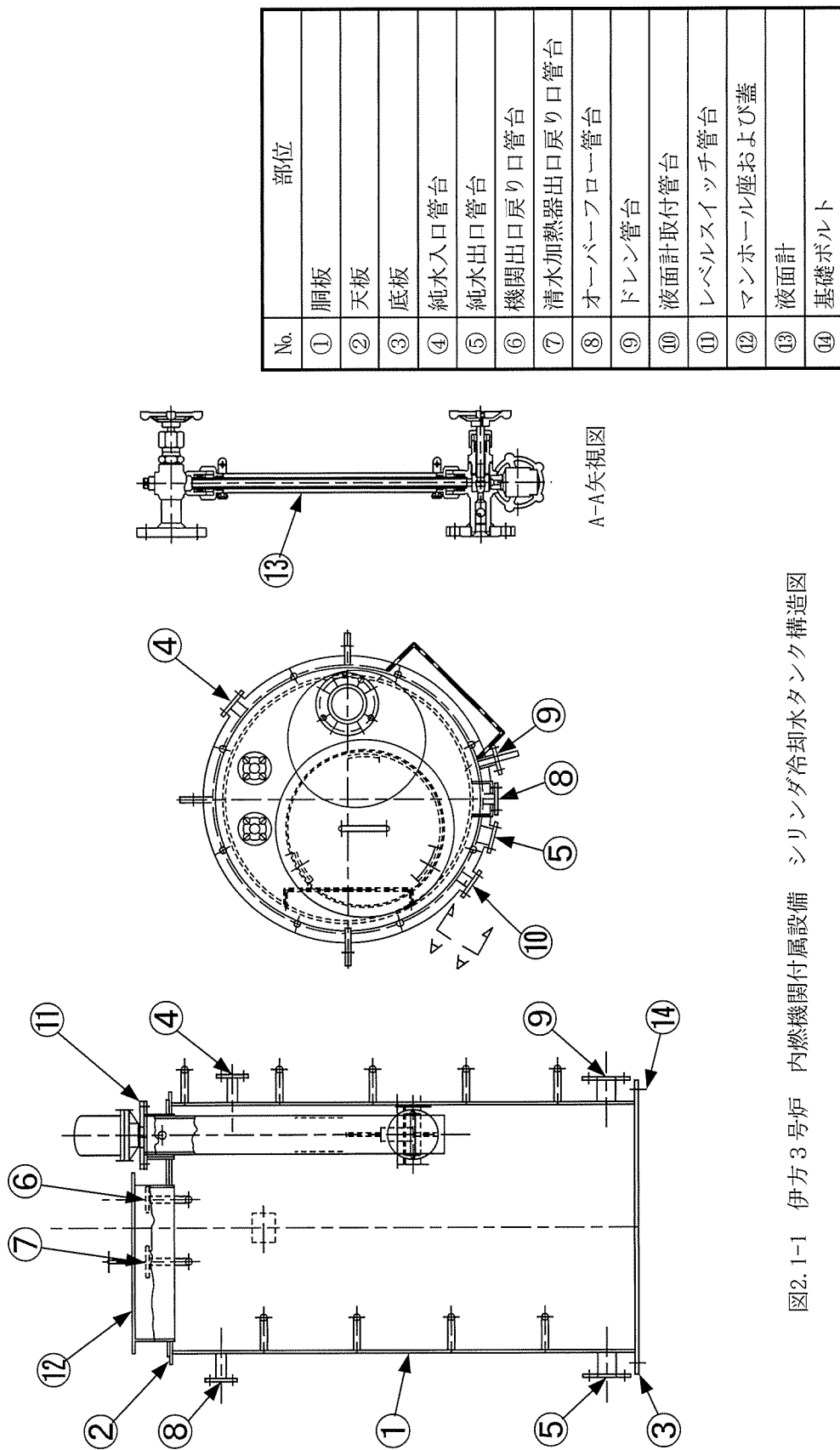
伊方3号炉の内燃機関付属設備シリンダ冷却水タンクは、容量0.6m³の炭素鋼製の屋内たて置円筒形タンクであり、2基設置されている。

胴板および底板には炭素鋼を使用しており、純水に接液している。

伊方3号炉の内燃機関付属設備シリンダ冷却水タンクの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備シリンダ冷却水タンクの使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	胴板
②	天板
③	底板
④	純水入口管台
⑤	純水出口管台
⑥	機関出口戻り口管台
⑦	清水加熱器出口戻り口管台
⑧	オーバーフロー管台
⑨	ドレン管台
⑩	液面計取付管台
⑪	レベルスイッチ管台
⑫	マンホール座および蓋
⑬	液面計
⑭	基礎ボルト

A-A矢視図

図2.1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備 シリンダ冷却水タンク構造図

表2.1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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、底板		炭素鋼
管台	純水入口、純水出口、 機関出口戻り口、 清水加熱器出口戻り口、 オーバーフロー、 ドレン、液面計取付、 レベルスイッチ	炭素鋼
マンホール座および蓋		炭素鋼
液面計		炭素鋼、 ステンレス鋼
基礎ボルト		炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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

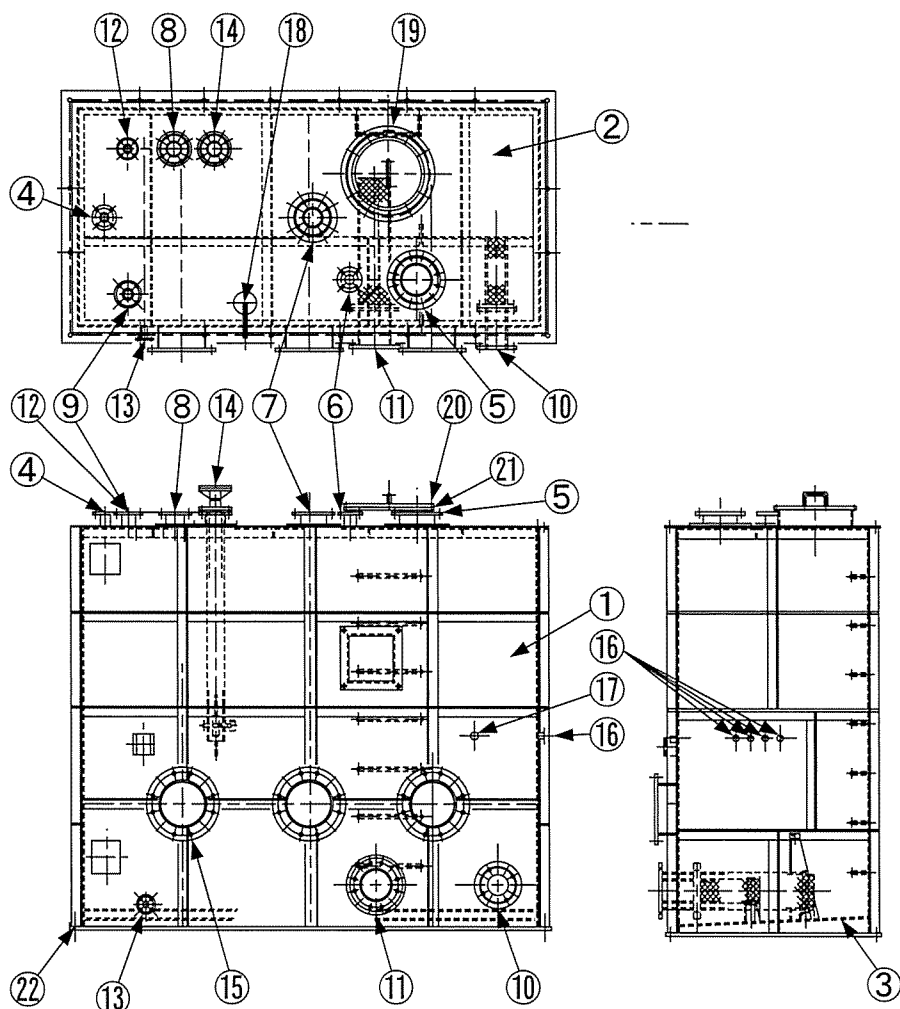
伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油タンクは、容量8.0m³の炭素鋼製の屋内たて置角形タンクであり、2基設置されている。

胴板および底板には炭素鋼を使用しており、潤滑油に接液している。

伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油タンクの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油タンクの使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



No.	部位
①	胴板
②	天板
③	底板
④	動弁油戻り口管台
⑤	機関戻り口管台
⑥	逆洗戻り口管台
⑦	調圧弁戻り口管台
⑧	ガス抜き口管台
⑨	発電機軸受油戻り口管台
⑩	プライミング油出口管台
⑪	油出口管台

No.	部位
⑫	油取入口管台
⑬	ドレン管台
⑭	レベルスイッチ管台
⑮	ヒータ取付管台
⑯	温度スイッチ取付管台
⑰	温度指示計取付管台
⑱	油面計取付管台
⑲	マンホール座および蓋
⑳	マンホール用ボルト
㉑	ガスケット
㉒	取付ボルト

図2.1-2 伊方3号炉 内燃機関付属設備 潤滑油タンク構造図

表2.1-3 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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、底板		炭素鋼
管台	動弁油戻り口、機関戻り口、 逆洗戻り口、調圧弁戻り口 ガス抜き口、 発電機軸受油戻り口、 プライミング油出口、 油出口、油取入口 ドレン、レベルスイッチ ヒータ取付、 温度スイッチ取付、 温度指示計取付、 油面計取付	炭素鋼
マンホール座および蓋		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

表2.1-4 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油サービスタンクは、容量2.5m³の炭素鋼製の屋内たて置円筒形タンクであり、2基設置されている。

胴板および底板には炭素鋼を使用しており、燃料油に接液している。

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油サービスタンクの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油サービスタンクの使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。

No.	部位
①	胴板
②	天板
③	底板
④	ガス抜き口管台
⑤	油入口管台
⑥	オーバーフロー管台
⑦	油出口管台
⑧	ドレン管台
⑨	油戻り出口管台
⑩	レベルスイッチ管台
⑪	油面計取付管台
⑫	マンホール座および蓋
⑬	マンホール用ボルト
⑭	ガスケット
⑮	基礎ボルト

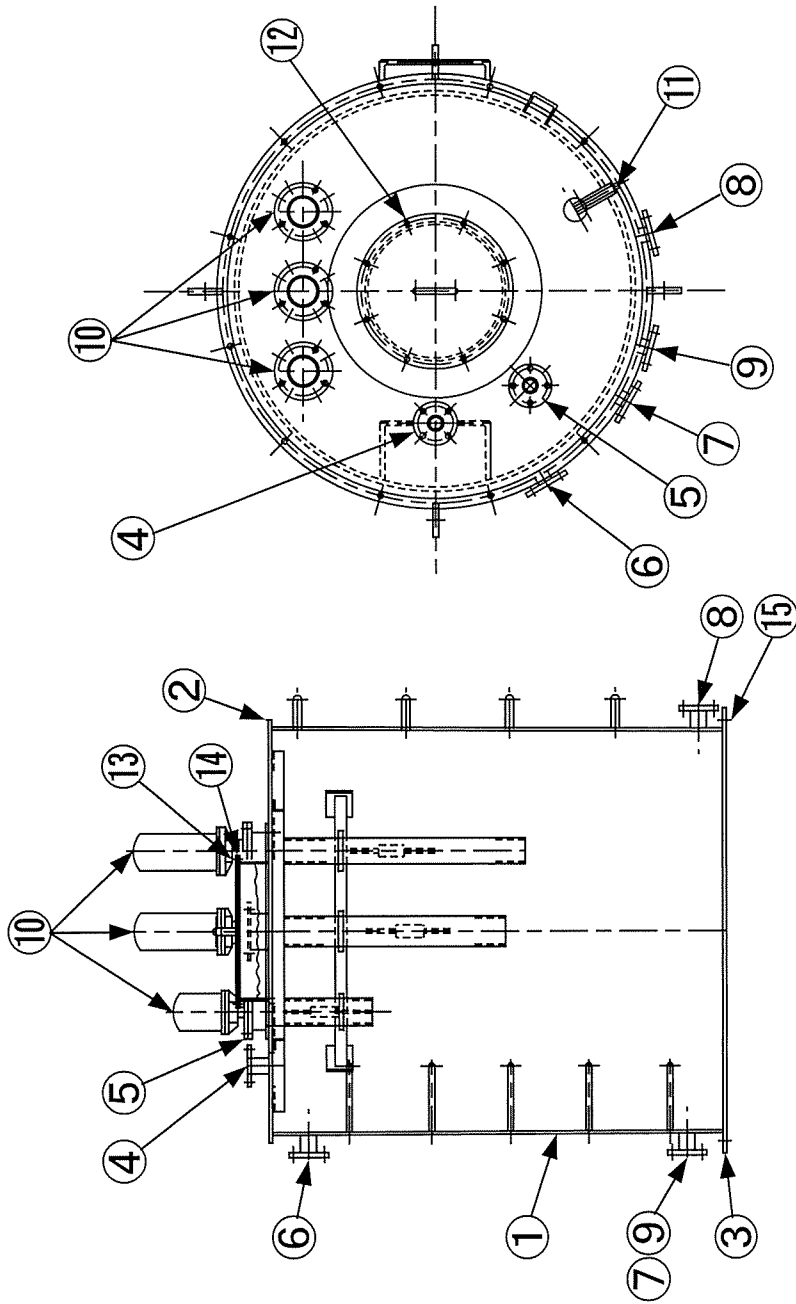


図2.1-3 伊方3号炉 内燃機関付属設備 燃料油サービスタング構造図

表2.1-5 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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、底板		炭素鋼
管台	ガス抜き口、油入口、 オーバーフロー、 油出口、ドレン、 油戻り出口、 レベルスイッチ、 油面計取付	炭素鋼
マンホール座および蓋		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2.1-6 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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50℃
内部流体	燃料油

2.1.4 始動空気だめ

(1) 構造

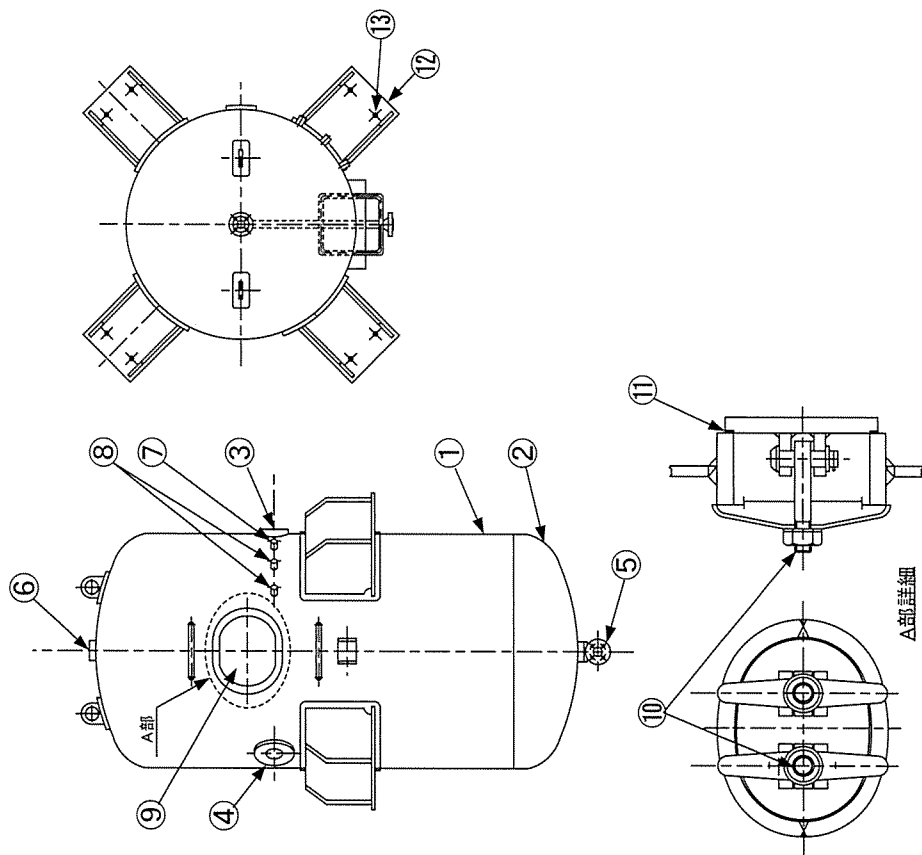
伊方3号炉の内燃機関付属設備始動空気だめは、容量2.5m³の炭素鋼製の密閉型屋内たて置円筒形タンクであり、2基設置されている。

胴板および鏡板には炭素鋼を使用しており、圧縮空気に接している。

伊方3号炉の内燃機関付属設備始動空気だめの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備始動空気だめの使用材料および使用条件を表2.1-7および表2.1-8に示す。



No.	部位
①	胴板
②	鏡板
③	空気入口弁管台
④	空気出口弁管台
⑤	ドレン管台
⑥	安全弁管台
⑦	圧力計元弁管台
⑧	圧力スイッチ元弁管台
⑨	マンホール
⑩	マンホール用ボルト
⑪	ガスケット
⑫	取付脚
⑬	基礎ボルト

図2.1-4 伊方3号炉 内燃機関付属設備 始動空気だめ構造図

表2.1-7 伊方3号炉 内燃機関付属設備
始動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
管台	空気入口弁、 空気出口弁、 ドレン、 安全弁、 圧力計元弁、 圧カスイッチ元弁	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		消耗品・定期取替品
取付脚		炭素鋼
基礎ボルト		炭素鋼

表2.1-8 伊方3号炉 内燃機関付属設備
始動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90℃
内部流体	空気

2.1.5 燃料油貯油槽

(1) 構造

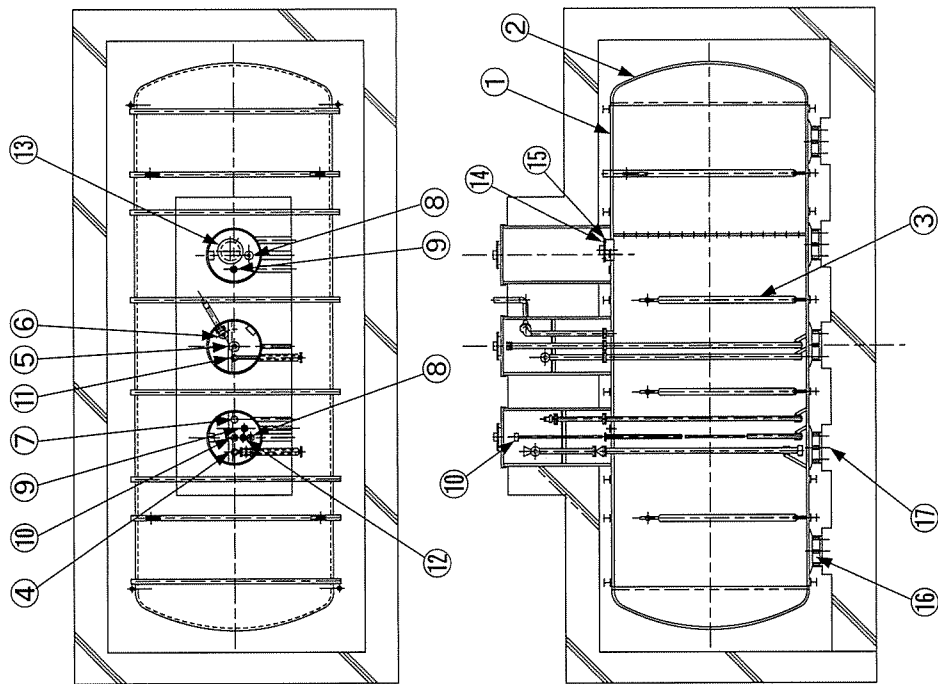
伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油貯油槽は、容量142m³の炭素鋼製の屋外（土中埋設）横置円筒形タンクであり、2基設置されている。

胴板および鏡板には炭素鋼を使用しており、内面は燃料油に接液している。外面は塗装した上に、消防法に基づきアスファルトにてコーティングし、周囲を乾燥砂で覆っている。

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油貯油槽の構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油貯油槽の使用材料および使用条件を表2.1-9および表2.1-10に示す。



No.	部位
①	胴板
②	鏡板
③	補強枠
④	燃料油取出口管台
⑤	燃料油給油口管台
⑥	通気口管台
⑦	油面計取付用管台
⑧	CO ₂ 消火配管取付用管台
⑨	火災感知器取付用管台
⑩	測深口管台
⑪	燃料油戻り口管台
⑫	ドレン取出口管台
⑬	マンホール
⑭	マンホール用ボルト
⑮	ガスケット
⑯	架台
⑰	基礎ボルト

図2.1-5 伊方3号炉 内燃機関付属設備 燃料油貯槽構造図

表2.1-9 伊方3号炉 内燃機関付属設備
燃料油貯油槽の主要部位の使用材料

部位		材料
胴板		炭素鋼
鏡板		炭素鋼
補強枠		炭素鋼
管台	燃料油取出口、 燃料油給油口、 通気口、油面計取付用、 CO2消火配管取付用、 火災感知器取付用、 測深口、燃料油戻り口、 ドレン取出口	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
架台		炭素鋼
基礎ボルト		炭素鋼

表2.1-10 伊方3号炉 内燃機関付属設備
燃料油貯油槽の使用条件

最高使用圧力	大気圧
最高使用温度	約40℃
内部流体	燃料油 (A重油)

2.1.6 潤滑油主コシ器

(1) 構造

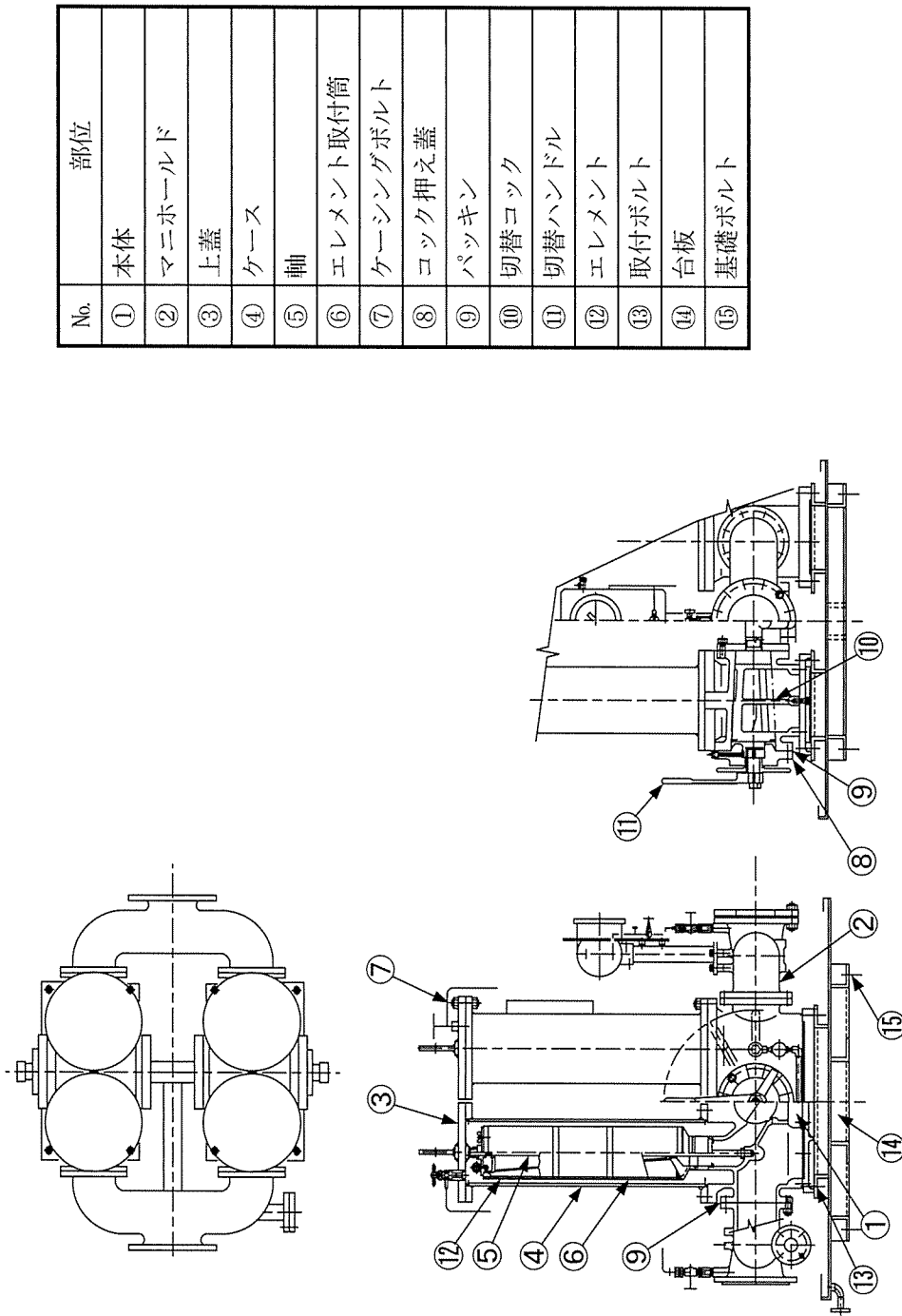
伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油主コシ器は、流量約73.9m³/hの炭素鋼鋳鋼製の屋内たて置円筒型複式フィルタであり、2基設置されている。

本体、マニホールド等には炭素鋼鋳鋼を使用し、軸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。

伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油主コシ器の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備潤滑油主コシ器の使用材料および使用条件を表2.1-11および表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
⑥	エレメント取付筒
⑦	ゲーシングゲボルト
⑧	コック押え蓋
⑨	パッキン
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	台板
⑮	基礎ボルト

図2.1-6 伊方3号炉 内燃機関付属設備 潤滑油主コシ器構造図

表2.1-11 伊方3号炉 内燃機関付属設備
潤滑油主コシ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
ケース	炭素鋼
軸	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	低合金鋼
コック押え蓋	ステンレス鋼
パッキン	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
台板	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-12 伊方3号炉 内燃機関付属設備
潤滑油主コシ器の使用条件

最高使用圧力	約0.8MPa [gage]
最高使用温度	約80℃
内部流体	潤滑油

2.1.7 燃料油第2コシ器

(1) 構造

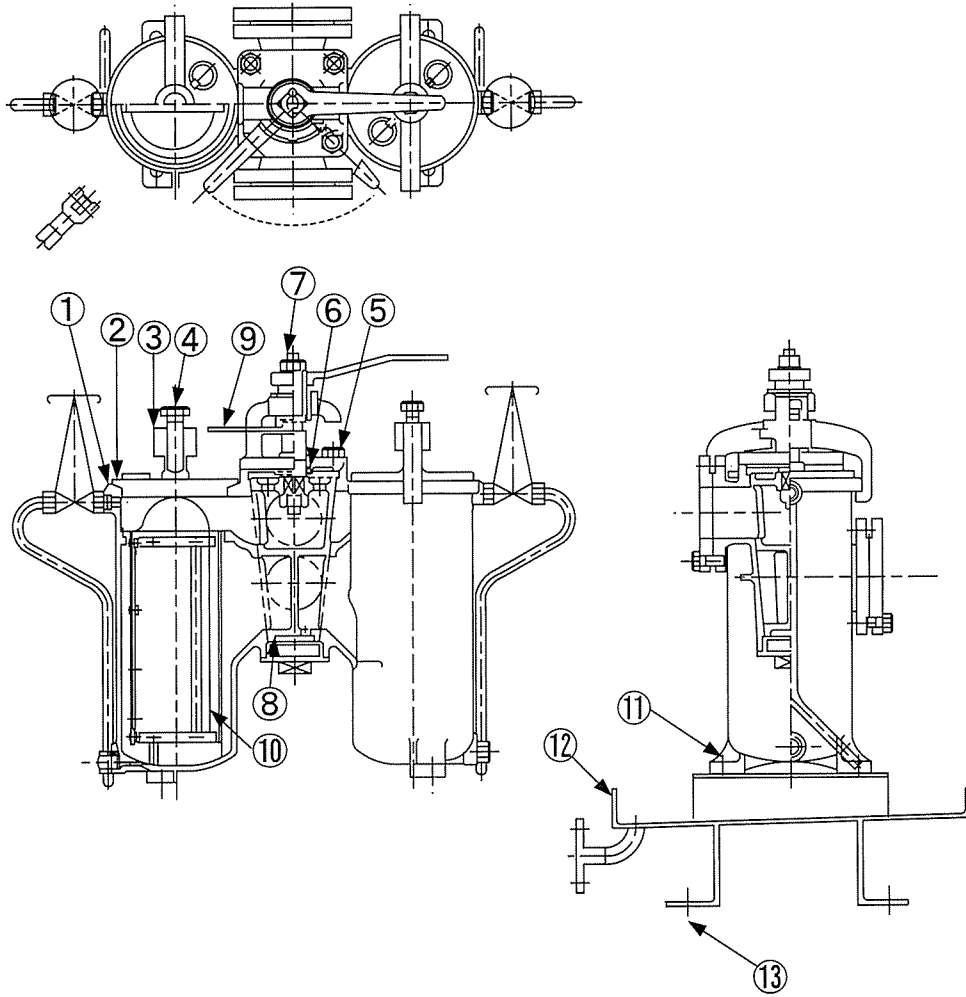
伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油第2コシ器は、流量約5.0m³/hの炭素鋼製の屋内たて置円筒形複式フィルタであり、4基設置されている。

本体、本体蓋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。

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油第2コシ器の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備燃料油第2コシ器の使用材料および使用条件を表2.1-13および表2.1-14に示す。



No.	部位
①	本体
②	本体蓋
③	蓋押え
④	蓋押えボルト
⑤	ケーシングボルト
⑥	Oリング
⑦	コック棒

No.	部位
⑧	コック栓
⑨	コック切替ハンドル
⑩	こし網
⑪	取付ボルト
⑫	台板
⑬	基礎ボルト

図2.1-7 伊方3号炉 内燃機関附属設備 燃料油第2コシ器構造図

表2.1-13 伊方3号炉 内燃機関付属設備
燃料油第2コシ器主要部位の使用材料

部位	材料
本体	炭素鋼
本体蓋	炭素鋼
蓋押え	鋳鉄
蓋押えボルト	炭素鋼
ケーシングボルト	炭素鋼
Oリング	消耗品・定期取替品
コック棒	炭素鋼
コック栓	銅合金鋳物
コック切替ハンドル	炭素鋼
こし網	ステンレス鋼
取付ボルト	炭素鋼
台板	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-14 伊方3号炉 内燃機関付属設備
燃料油第2コシ器の使用条件

最高使用圧力	約0.5MPa [gage]
最高使用温度	約50℃
内部流体	燃料油 (A重油)

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）、浄化機能（フィルタ）を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 機器の支持
- ③ 浄化機能の確保

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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（水質、圧力および温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 胴板等耐圧構成品等の外面からの腐食（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、始動空気だめ、潤滑油主コシ器、燃料油第2コシ器]

胴板等耐圧構成品等は炭素鋼、炭素鋼鋳鋼または鋳鉄であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

- (2) 胴板等耐圧構成品等の外面からの腐食（全面腐食） [燃料油貯油槽]

燃料油貯油槽の胴板等耐圧構成品等は炭素鋼であり、屋外土中に埋設されていることから外面の状況が把握できず、腐食が想定される。

しかしながら、胴板等耐圧構成品の外面は、消防法の規制に基づいたコーティングがされたうえ周囲を乾燥砂で覆われる構造であり、腐食が発生しがたい環境にある。

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、消防法に基づく漏れ点検および開放点検時の肉厚測定により、耐圧部の健全性を確認している。

(3) 胴板等耐圧構成品等の内面からの腐食（全面腐食）〔共通〕

潤滑油タンク、燃料油サービスタンク、燃料油貯油槽、潤滑油主コシ器および燃料油第2コシ器の胴板等耐圧構成品等は、炭素鋼、炭素鋼鋳鋼または鋳鉄であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、潤滑油タンク、燃料油サービスタンク、燃料油貯油槽、潤滑油主コシ器および燃料油第2コシ器の内部流体は潤滑油または燃料油で腐食が発生しがたい環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。

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。

一方、シリンダ冷却水タンクについては内部流体が酸素を含有した純水であり、また、始動空気だめについては発生した凝縮水が下部に滞留するが、胴板等の内面は塗装により腐食を防止しており、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、開放点検時の目視確認により、塗膜の状態を確認し、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。

(4) マンホール用ボルト等の腐食（全面腐食）

〔潤滑油タンク、燃料油サービスタンク、始動空気だめ、燃料油貯油槽、潤滑油主コシ器、燃料油第2コシ器〕

マンホール用ボルト等は、炭素鋼または低合金鋼であり腐食が想定される。

しかしながら、締付管理により漏えい防止を図っており、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がたい。

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。

(5) エレメント等の目詰まり [潤滑油主コシ器、燃料油第2コシ器]

潤滑油主コシ器のエレメントおよび燃料油第2コシ器のこし網は、長期使用により目詰まりが想定される。

しかしながら、潤滑油主コシ器および燃料油第2コシ器については、出入口の差圧管理を実施しており、目詰まりの発生（差圧上昇）時には、待機側に切り替えることで対処可能であり、目詰まりが発生した場合、潤滑油主コシ器については逆洗浄、燃料油第2コシ器については分解して洗浄することが可能であることから、有意な目詰まりが発生することはない。また、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(6) 取付ボルトおよび取付脚等の腐食（全面腐食） [潤滑油タンク、始動空気だめ、潤滑油主コシ器、燃料油第2コシ器]

潤滑油タンク、潤滑油主コシ器、燃料油第2コシ器の取付ボルトならびに始動空気だめ、潤滑油主コシ器、燃料油第2コシ器の取付脚等は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(7) 基礎ボルトの腐食（全面腐食） [シリンダ冷却水タンク、燃料油サービスタンク、始動空気だめ、燃料油貯油槽、潤滑油主コシ器、燃料油第2コシ器]

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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

2.2.4 消耗品および定期取替品

ガスケット、Oリングおよびパッキンは分解点検時に取替える消耗品であり、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(1/7) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 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)						
	天板、底板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	液面計		炭素鋼 ステンレス鋼								
	管台	純水入口、純水出口、 機関出口戻り口、 清水加熱器出口戻り口、 オーバーフロー、 ドレン、液面計取付、 レベルスイッチ	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
機器の支持	マンホール座および蓋		炭素鋼		△(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(2/7) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 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					
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他			
バウンダリの維持	胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)								
	天板、底板		炭素鋼		△(内面) △(外面)								
	管台	動弁油戻り口、 機関戻り口、逆洗戻り口、 調圧弁戻り口、 ガス抜き口、 発電機軸受油戻り口、 プライミング油出口、 油出口、油取入口、 ドレン、レベルスイッチ、 ヒータ取付、 温度スイッチ取付、 温度指示計取付、 油面計取付	炭素鋼		△(内面) △(外面)								
			炭素鋼										
機器の支持	マンホール座および蓋		炭素鋼		△(内面) △(外面)								
	マンホール用ボルト		炭素鋼		△								
	ガスケット	◎	—										
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(3/7) 伊方3号炉 内燃機関付属設備 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)							
	天板、底板		炭素鋼			△(内面) △(外面)							
	管台	ガス抜き口、油入口、オーバーフロー、油出口、ドレン、油戻り出口、レベルスイッチ、油面計取付	炭素鋼			△(内面) △(外面)							
			炭素鋼										
機器の支持	マンホール座および蓋		炭素鋼			△(内面) △(外面)							
	マンホール用ボルト		炭素鋼			△							
	ガスケット	◎	-										
	基礎ボルト		炭素鋼			△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(4/7) 伊方3号炉 内燃機関係附属設備 始動空気のた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)							
	管台	空気入口弁、 空気出口弁、 ドレン、 安全弁、 圧力計元弁、 圧カスイッチ元弁	炭素鋼		△(内面) △(外面)							
			炭素鋼		△(内面) △(外面)							
機器の支持	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	◎	-									
	取付脚		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2.2-1(5/7) 伊方3号炉 内燃機関連設備 燃料油貯油槽に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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					
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他			
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)								
	補強枠		炭素鋼		△								
	管台	燃料油取出口、 燃料油給油口、 通気口、 油面計取付用、 CO2消火配管取付用、 火災感知器取付用、 測深口、 燃料油戻り口、 ドレン取出口		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	◎	—										
	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(6/7) 伊方3号炉 内燃機関係属設備 潤滑油主コンシ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					
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化	その他			
バウンダリの維持	本体		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)								*1：目詰まり
	マニホールド		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)								
	上蓋		炭素鋼		△(内面) △(外面)								
	ケース		炭素鋼		△(内面) △(外面)								
	軸		炭素鋼		△								
	エレメント取付筒		アルミニウム合金鋳物										
	クーリングボルト		低合金鋼		△								
	コック押え蓋		ステンレス鋼										
	パッキン	◎	-										
	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									△*1		
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2.2-1(7/7) 伊方3号炉 内燃機関係設備 燃料油第2コンシ器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考		
				減肉		割れ		材質変化				その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化				
バウンダリの維持	本体		炭素鋼		△(内面) △(外面)								*1：目詰まり
	本体蓋		炭素鋼		△(内面) △(外面)								
	蓋押え		铸铁		△								
	蓋押えボルト		炭素鋼		△								
	ケーシングボルト		炭素鋼		△								
	Oリング	◎	—										
	コック棒		炭素鋼		△								
	コック栓		銅合金铸件										
	コック切替ハンドル		炭素鋼		△								
	こし網		ステンレス鋼									△*1	
浄化機能の確保	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）

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 燃料弁冷却水タンク
- ② シリンダ油サービスタンク
- ③ 非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタンク）
- ④ 非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）
- ⑤ 重油タンク
- ⑥ 軽油タンク
- ⑦ 燃料油第1コシ器
- ⑧ 空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタンク）
- ⑨ 非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3 1)または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。

3.1.1 胴板等耐圧構成品等の外面からの腐食（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、非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタンク）、非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）、重油タンク、軽油タンク、燃料油第1コシ器、空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタンク）、非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）〕

胴板等耐圧構成品等は炭素鋼また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、燃料弁冷却水タンク、シリンダ油サービスタンク、非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタンク）、重油タンク、燃料油第1コシ器、空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタンク）および非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）については、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

一方、軽油タンクおよび非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）については、屋外土中に埋設されていることから外面の状況が把握できず、腐食が想定される。

しかしながら、胴板等耐圧構成品の外面は、消防法の規制に基づいた塗装がされたうえ周囲を乾燥砂で覆われる構造であり、腐食が発生しがたい環境にある。

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、消防法に基づく漏れ点検により、耐圧部の健全性を確認している。

3.1.2 胴板等耐圧構成品の内面からの腐食（全面腐食）〔燃料弁冷却水タンク、シリンダ油サービスタック、非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタック）、非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）、重油タンク、軽油タンク、燃料油第1コシ器、空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタック）、非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）〕

胴板等耐圧構成品は、炭素鋼または炭素鋼鋳鋼であり、内面の腐食が想定される。

しかしながら、シリンダ油サービスタック、非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタック）、非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）、重油タンク、軽油タンク、燃料油第1コシ器、空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタック）および非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）の内部流体は潤滑油または燃料油であり、腐食が発生しがたい環境であり、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がたい。

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。

一方、燃料弁冷却水タンクについては内部流体が酸素を含有した純水であるが、胴板等の内面は塗装により腐食を防止しており、塗膜が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、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がたい。

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。

3.1.3 マンホール用ボルト等の腐食（全面腐食）〔非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタック）、非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）、重油タンク、軽油タンク、燃料油第1コシ器、空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタック）、非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）〕

マンホール用ボルト等は炭素鋼または低合金鋼であり、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により、機器の健全性を確認している。

3.1.4 エレメントの目詰まり [燃料油第1コシ器、非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）]

燃料油第1コシ器および非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）のエレメントは、長期使用により目詰まりが想定される。

しかしながら、燃料油第1コシ器および非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）については、出入口の差圧管理を実施しており、目詰まりの発生（差圧上昇）時には、待機側に切り替えることで対処可能であることから、有意な目詰まりが発生することはない。また、目詰まりの発生したコシ器については分解して洗浄することが可能である。

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。

3.1.5 取付ボルトおよび支持脚の腐食（全面腐食） [非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタンク）、重油タンク、軽油タンク、燃料油第1コシ器、空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタンク）、非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）]

非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタンク）、燃料油第1コシ器、空冷式非常用発電装置（燃料油サービスタンク）および非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）の取付ボルトならびに重油タンク、軽油タンクおよび非常用ガスタービン発電機（燃料油サービスタンク）の支持脚は炭素鋼または低合金鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.6 基礎ボルトの腐食（全面腐食） [シリンダ油サービスタンク、非常用ガスタービン発電機（燃料油貯油槽）、重油タンク、軽油タンク、燃料油第1コシ器、非常用ガスタービン発電機（燃料油こし器）]

基礎ボルトは炭素鋼または低合金鋼であり、腐食が想定される。

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

1.3.4 配管

[対象機器]

- ① シリンダ冷却水系統配管
- ② 燃料弁冷却水系統配管
- ③ 海水系統配管
- ④ 潤滑油系統配管
- ⑤ シリンダ油系統配管
- ⑥ 始動空気系統配管
- ⑦ 燃料油系統配管
- ⑧ 非常用ガスタービン発電機設備燃料油系統配管

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	13
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ではない事象	21

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉の内燃機関付属設備で使用されている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、内部流体および材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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および結果

表1-1に示す配管について、設置場所、内部流体および材料を分離基準として考えると、合計5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および燃料弁冷却水系統配管が属するが、最高使用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ので、代表機器は海水系統配管を代表機器とする。

- (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およびシリンダ油系統配管が属するが、最高使用温度の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：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ので、代表機器は始動空気系統配管とする。

- (5) 設置場所：屋内外、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および非常用ガスタービン発電機設備燃料油系統配管が属するが、最高使用温度の高い燃料油系統配管を代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備 配管の主な仕様

分離基準		機器名称	選定基準			代表機器の選定		
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 [gauge])	最高使用温度 (°C)	代表 機器	選定理由
屋内	純水	炭素鋼	シリンダ冷却水系統配管	MS-1、重*2	約0.5	約90	◎	最高使用温度
			燃料弁冷却水系統配管	MS-1、重*2	約0.3	約65		
	海水	炭素鋼 (ライニンク)	海水系統配管	MS-1、重*2	約0.7	約50	◎	
			潤滑油系統配管	MS-1、重*2	約0.8	約80	◎	最高使用温度
屋内外	燃料油	炭素鋼	シリンダ油系統配管	MS-1、重*2	約0.5	約50	◎	最高使用温度
			始動空気系統配管	MS-1、重*2	約3.2	約90		
			燃料油系統配管 非常用ガスタービン発電機設備 燃料油系統配管	MS-1、重*2	約0.5	約50		
				重*2	約0.5	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および構造物であることを示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の5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 始動空気系統配管
- ⑤ 燃料油系統配管

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 シリンダ冷却水系統配管

(1) 構造

伊方3号炉の内燃機関付属設備シリンダ冷却水系統配管は、母管に炭素鋼を使用している。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関付属設備シリンダ冷却水系統配管の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

表2.1-1 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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
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 伊方3号炉 内燃機関付属設備
シリンダ冷却水系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.5MPa[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

伊方3号炉の内燃機関附属設備海水系統配管は、母管にライニング施工した炭素鋼を使用している。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関附属設備海水系統配管の使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。

表2.1-3 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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)
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 伊方3号炉 内燃機関付属設備
海水系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.7MPa[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

伊方3号炉の内燃機関附属設備潤滑油系統配管は、母管に炭素鋼を使用している。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関附属設備潤滑油系統配管の使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。

表2.1-5 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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
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 伊方3号炉 内燃機関付属設備
潤滑油系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.8MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
内部流体	潤滑油

2.1.4 始動空気系統配管

(1) 構造

伊方3号炉の内燃機関附属設備始動空気系統配管は、母管にステンレス鋼を使用している。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関附属設備始動空気系統配管の使用材料および使用条件を表2.1-7および表2.1-8に示す。

表2.1-7 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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
フランジボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-8 伊方3号炉 内燃機関付属設備
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90℃
内部流体	空気

2.1.5 燃料油系統配管

(1) 構造

伊方3号炉の内燃機関附属設備燃料油系統配管は、母管に炭素鋼を使用している。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の内燃機関附属設備燃料油系統配管の使用材料および使用条件を表2.1-9および表2.1-10に示す。

表2.1-9 伊方3号炉 内燃機関附属設備
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
フランジボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-10 伊方3号炉 内燃機関附属設備
燃料油系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.5MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
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（水質、圧力、温度等）および現在までの運転経験を考慮し、代表機器毎に表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 母管の外表面からの腐食（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、燃料油系統配管〕

炭素鋼の配管は、外表面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装等を施しており、塗膜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膜等の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(2) 母管の内面からの腐食（全面腐食）〔海水系統配管〕

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、ライニング点検（目視確認またはピンホール検査）を実施し、機器の健全性を維持している。

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

(3) フランジボルトの腐食（全面腐食）〔始動空気系統配管を除く〕

フランジボルトは炭素鋼または低合金鋼であり、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がたい。

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等により、機器の健全性を確認している。

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) 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、潤滑油系統配管、燃料油系統配管〕

シリンダ冷却水系統配管、潤滑油系統配管および燃料油系統配管の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、潤滑油系統配管および燃料油系統配管は、内部流体がそれぞれ潤滑油と燃料油であることから、腐食が発生しがたい環境である。また、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がたい。

一方、シリンダ冷却水系統配管については内部流体が純水であることから、安全側に飽和溶存酸素濃度水（約8 ppm）と仮定して炭素鋼の腐食を評価した結果、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約1/4と十分小さい。

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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

ガスケットは日常点検の結果に基づき取替える消耗品であり、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(1/5) 伊方3号炉 内燃機関付属設備シリнда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	応力腐食割れ	熱時効	劣化				
バウンダリの維持	母管		炭素鋼		△(外面) ▲(内面)								
	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）
 ▲：高経年化対策上着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) 伊方3号炉 内燃機関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	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	母管		炭素鋼 (ライニング)		△(外面) △(内面)						
	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）

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

表2. 2-1(3/5) 伊方3号炉 内燃機関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	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
バウンダリの維持	母管		炭素鋼		△(外面) ▲(内面)							
	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）
 ▲：高経年化対策上着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) 伊方3号炉 内燃機関付属設備始動空系統配管に想定される経年劣化事象

達成に必要な項目	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		低合金鋼								
	ガスケット	◎	—								

表2.2-1(5/5) 伊方3号炉 内燃機関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	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	母管		炭素鋼		△(外面) ▲(内面)						
	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）
 ▲：高経年化対策上着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 燃料弁冷却水系統配管
- ② シリンダ油系統配管
- ③ 非常用ガスタービン発電機設備燃料油系統配管

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3 1)または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。

3.1.1 母管の外表面からの腐食（全面腐食）[共通]

炭素鋼の配管は、外表面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装等を施しており、塗膜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膜等の状態を確認し、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。

3.1.2 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がたい。

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等により、機器の健全性を確認している。

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。

3.1.3 母管の内面からの腐食（全面腐食）[共通]

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、非常用ガスタービン発電機設備燃料油系統配管およびシリンダ油系統配管は、内部流体が燃料油または潤滑油であることから、腐食が発生しがたい環境であり、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考えがたい。

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。

一方、燃料弁冷却水系統配管は内部流体が純水であるが、安全側に飽和溶存酸素濃度水（約8 ppm）と仮定して炭素鋼の腐食を評価した結果、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約1/4と十分小さい。

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。

1.3.5 弁

[対象機器]

- ① シリンダ冷却水温度制御弁
- ② 燃料弁冷却水温度制御弁
- ③ 潤滑油温度制御弁
- ④ 主始動弁

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	12
3. 代表機器以外への展開	18
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	18

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備で使用されている弁の主な仕様を表1-1に示す。

これらの弁を型式、内部流体および材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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および結果

表1-1に示す弁を型式およ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) 弁型式：特殊弁（温度制御弁）、設置場所：屋内、内部流体：純水、材料：炭素鋼鋳鋼

このグループにはシリンダ冷却水温度制御弁および燃料弁冷却水温度制御弁が属するが、最高使用温度の高いシリンダ冷却水温度制御弁を代表機器とする。

- (2) 弁型式：特殊弁（温度制御弁）、設置場所：屋内、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温度制御弁のみが属するので、代表機器は潤滑油温度制御弁とする。

- (3) 弁型式：特殊弁（主始動弁）、設置場所：屋内、内部流体：空気、材料：炭素鋼

このグループには主始動弁のみが属するので、代表機器は主始動弁とする。

表1-1 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備 弁の主な仕様

分離基準				選定基準			代表機器の選定			
弁型式	設置場所	内部流体	材料	該当系統 (弁台数)	重要度*1	使用条件		代表系統	代表弁 (台数)	選定理由
						最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)			
特殊弁	屋内	純水	炭素鋼鑄鋼	シリンドラダ冷却水系統 (2)	MS-1	約0.5	約90	◎	シリンドラダ冷却水温度制御弁 (2)	最高使用温度
				燃料弁冷却水系統 (2)	MS-1	約0.3	約50			
主始動弁	屋内	潤滑油	炭素鋼鑄鋼	潤滑油系統 (2)	MS-1	約0.8	約80	◎	潤滑油温度制御弁 (2)	
				始動空気系統 (4)	MS-1	約3.2	約50	◎	主始動弁 (4)	

*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3種類の弁について技術評価を実施する。

- ① シリンダ冷却水温度制御弁
- ② 潤滑油温度制御弁
- ③ 主始動弁

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 シリンダ冷却水温度制御弁

(1) 構造

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備シリンダ冷却水温度制御弁は、感温物質のワックスの膨張・収縮により弁体が開閉するワックス式自動温度調整弁であり、シリンダ冷却水システムに2台設置されている

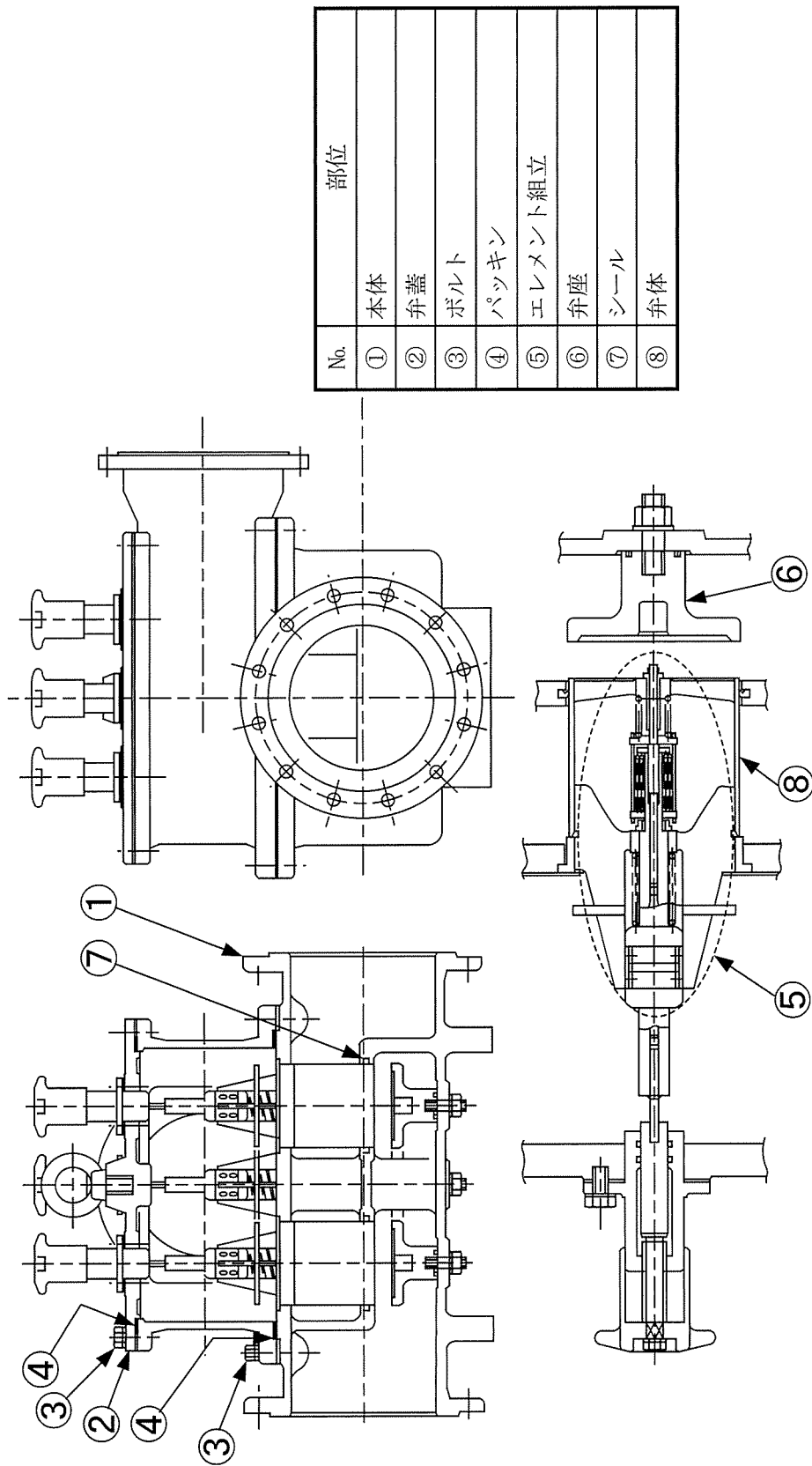
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（本体、弁蓋、ボルトおよびガパッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座およびシール）および弁体を作動させる作動部（エレメント組立）からなる。

本体および弁蓋には炭素鋼鋳鋼を使用し、弁体および弁座には銅合金または銅合金鋳物を使用しており、純水に接液している。

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備シリンダ冷却水温度制御弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備シリンダ冷却水温度制御弁の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	本体
②	弁蓋
③	ボルト
④	パッキン
⑤	エレメント組立
⑥	弁座
⑦	シール
⑧	弁体

図2.1-1 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備 シリダ冷却水温度制御弁構造図

表2.1-1 伊方3号炉 非常用内燃機関附属設備
シリンダ冷却水温度制御弁主要部位の使用材料

部位	材料
本体	炭素鋼鑄鋼
弁蓋	炭素鋼鑄鋼
ボルト	炭素鋼
パッキン	消耗品・定期取替品
エレメント組立	消耗品・定期取替品
弁座	銅合金
シール	消耗品・定期取替品
弁体	銅合金鑄物

表2.1-2 伊方3号炉 非常用内燃機関附属設備
シリンダ冷却水温度制御弁の使用条件

最高使用圧力	約0.5MPa[gage]
最高使用温度	約90℃
内部流体	純水

2.1.2 潤滑油温度制御弁

(1) 構造

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備潤滑油温度制御弁は、感温物質のワックスの膨張・収縮により弁体が開閉するワックス式自動温度制御弁であり、潤滑油系統に2台設置されている。

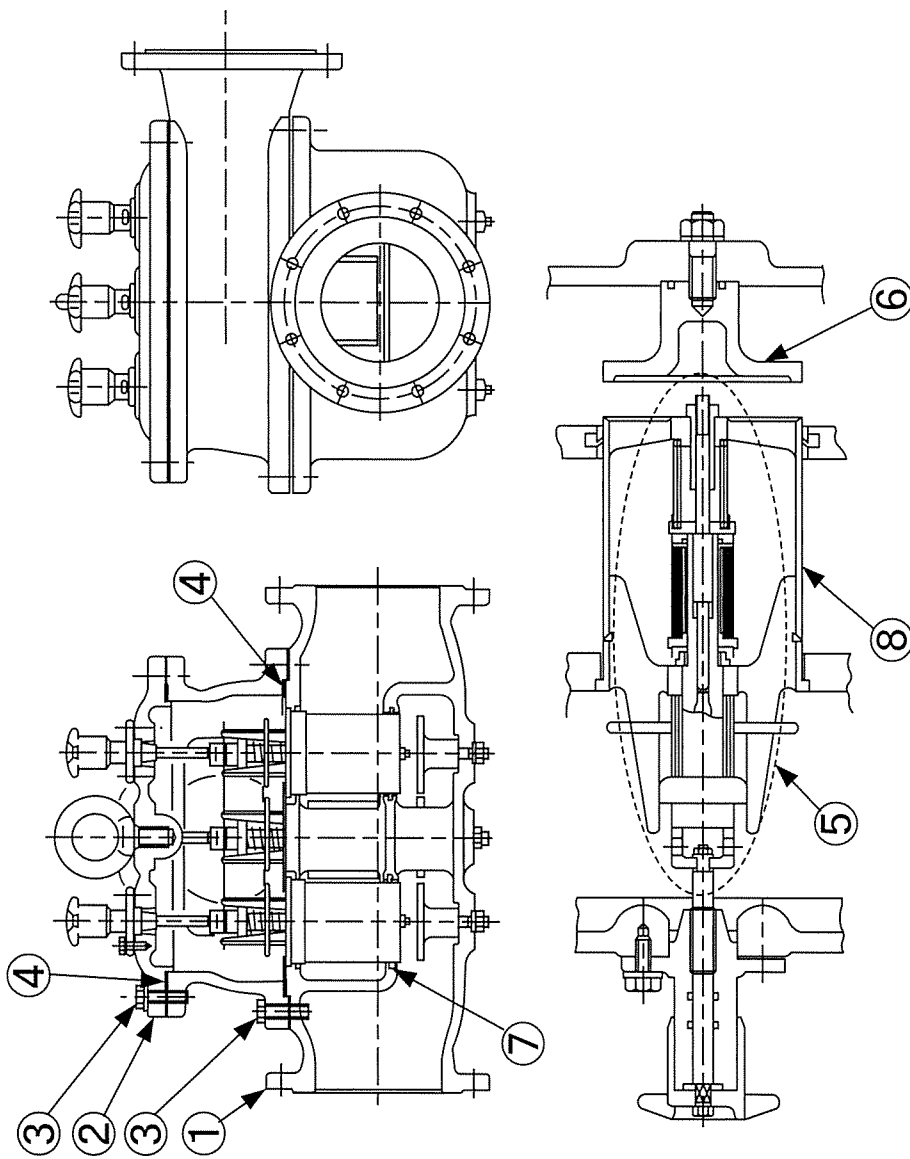
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（本体、弁蓋、ボルトおよびガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座およびシール）および弁体を作動させる作動部（エレメント組立）からなる。

本体および弁蓋には炭素鋼鋳鋼を使用し、弁体および弁座には銅合金または銅合金鋳物を使用しており、潤滑油に接液している。

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備潤滑油温度制御弁の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備潤滑油温度制御弁の使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



No.	部位
①	本体
②	弁蓋
③	ボルト
④	ガスケット
⑤	エレメント組立
⑥	弁座
⑦	シール
⑧	弁体

图2.1-2 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備 潤滑油温度制御弁構造図

表2.1-3 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備
潤滑油温度制御弁主要部位の使用材料

部位	材料
本体	炭素鋼鋳鋼
弁蓋	炭素鋼鋳鋼
ボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
エレメント組立	消耗品・定期取替品
弁座	銅合金
シール	消耗品・定期取替品
弁体	銅合金鋳物

表2.1-4 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備
潤滑油温度制御弁の使用条件

最高使用圧力	約0.8MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
内部流体	潤滑油

2.1.3 主始動弁

(1) 構造

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備主始動弁は、ピストン式弁であり、各始動空気系統に2台ずつ、合計4台設置されている。

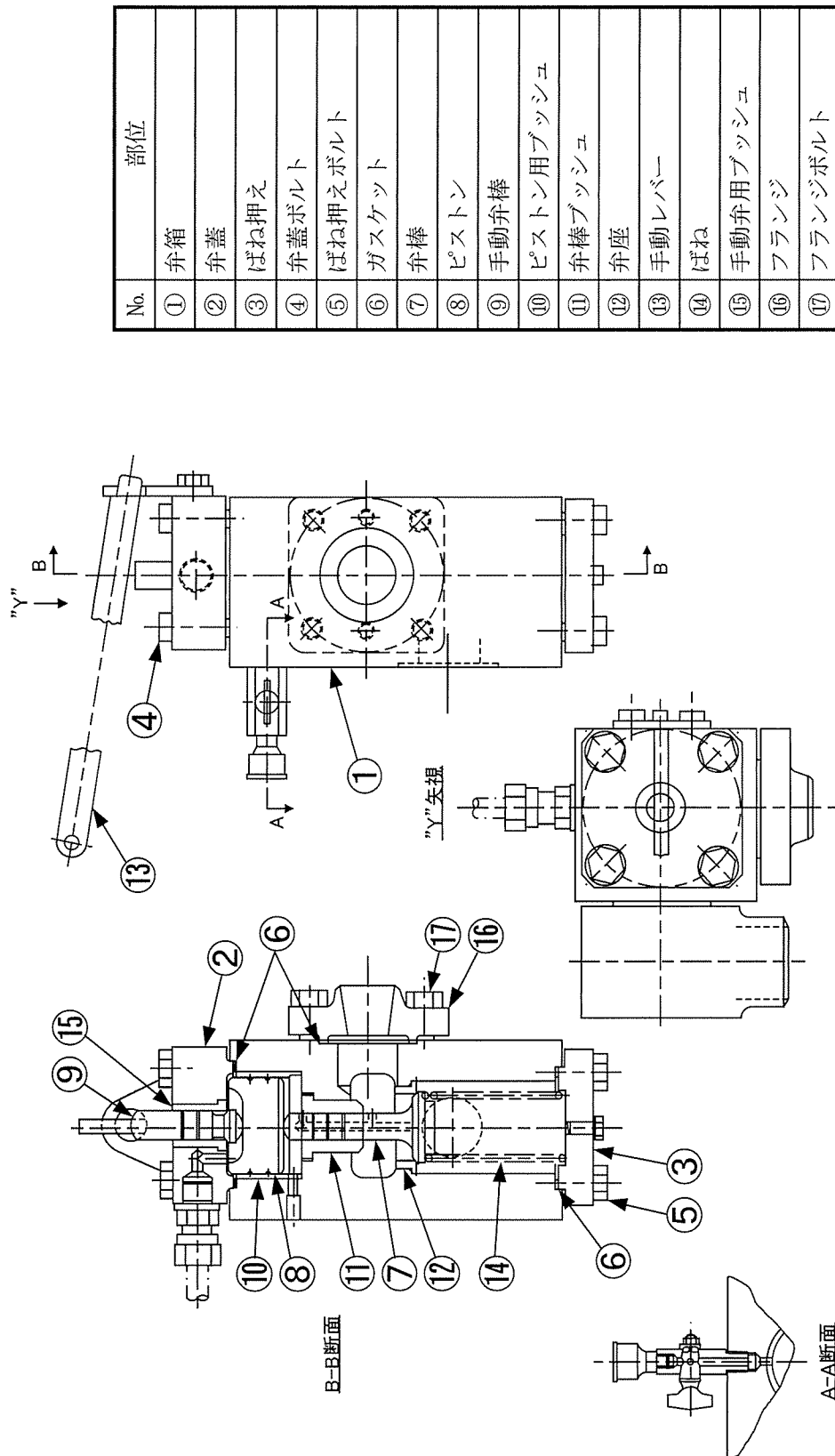
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、ばね押え、弁蓋ボルト、ばね押えボルトおよびガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁棒および弁座）、弁棒を作動させる作動部（手動レバー、手動弁棒、ピストンおよびばね）からなる。

弁箱、弁蓋、ばね押えには炭素鋼を、弁棒、ピストンおよび手動弁棒にはステンレス鋼を使用しており、空気に接している。

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備主始動弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の非常用内燃機関付属設備主始動弁の使用材料および使用条件を表2.1-5および表2.1-6に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁蓋
③	ばね押え
④	弁蓋ボルト
⑤	ばね押えボルト
⑥	ガスケット
⑦	弁棒
⑧	ピストン
⑨	手動弁棒
⑩	ピストン用ブッシュ
⑪	弁棒ブッシュ
⑫	弁座
⑬	手動レバー
⑭	ばね
⑮	手動弁用ブッシュ
⑯	フランジ
⑰	フランジボルト

図2.1-3 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備 主始動弁構造図

表2.1-5 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備
主始動弁主要部位の使用材料

部位	材料
弁箱	炭素鋼
弁蓋	炭素鋼
ばね押え	炭素鋼
弁蓋ボルト	炭素鋼
ばね押えボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁棒	ステンレス鋼
ピストン	ステンレス鋼
手動弁棒	ステンレス鋼
ピストン用ブッシュ	消耗品・定期取替品
弁棒ブッシュ	消耗品・定期取替品
弁座	アルミ合金
手動レバー	炭素鋼
ばね	ピアノ線
手動弁用ブッシュ	消耗品・定期取替品
フランジ	ステンレス鋼
フランジボルト	炭素鋼

表2.1-6 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備
主始動弁の使用条件

最高使用圧力	約3.2MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内部流体	空気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

弁の機能である耐圧、隔離および作動機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 閉止機能の確保
- ③ 作動機能の確保

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

弁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）および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 本体等の外面からの腐食（全面腐食）〔シリンダ冷却水温度制御弁、潤滑油温度制御弁、主始動弁〕

本体、弁箱、弁蓋およびばね押えは炭素鋼鋳鋼もしくは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(2) 本体、弁蓋の内面からの腐食（全面腐食）〔シリンダ冷却水温度制御弁〕

本体および弁蓋は炭素鋼鋳鋼であり、内部流体が酸素含有水であるため、腐食が想定される。

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

また、安全側に飽和溶存酸素濃度水（約8 ppm）と仮定して炭素鋼の腐食を評価した結果、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約1/3と十分小さい。

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等により、機器の健全性を確認している。

(3) ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

シリンダ冷却水温度制御弁および潤滑油温度制御弁のボルト、主始動弁の弁蓋ボルト、ばね押えボルトおよびフランジボルトは炭素鋼であり、パッキンまたは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がたい。

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等により、機器の健全性を確認している。

(4) 手動レバーの腐食（全面腐食）〔主始動弁〕

手動レバーは炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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、機器の健全性を機能を維持している。

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) 弁棒、ピストン、手動弁棒および弁座の摩耗〔主始動弁〕

弁棒、ピストン、手動弁棒および弁座は弁の開閉により、摩耗が想定される。

しかしながら、摺動部には潤滑剤を注入し、弁の開閉頻度が少なく摩耗しがたい環境であり、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がたい。

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) ばねの変形（応力緩和）〔主始動弁〕

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、分解点検時等の目視確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品および定期取替品

ガスケットおよびシールは分解点検時に取替える消耗品であり、弁座、エレメント組立、パッキン、シール、Oリング、ピストン用ブッシュ、弁棒ブッシュおよび手動弁用ブッシュは分解点検時の目視確認や寸法計測の結果に基づき取替える消耗品であり、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(1/3) 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備 シリンダ冷却水温度制御弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		材質変化		その他			
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化				
バウングダリの維持	本体		炭素鋼鋳鋼		△ ^{*1,2}								*1：外面からの腐食 *2：内面からの腐食
	弁蓋		炭素鋼鋳鋼		△ ^{*1,2}								
	ボルト		炭素鋼		△								
	パッキン	◎	—										
	エレメント組立	◎	—										
閉止機能の確保 作動機能の確保	弁座		銅合金										
	シール	◎	—										
	弁体		銅合金鋳物										

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/3) 伊方3号炉 非常用内燃機関付属設備 潤滑油温度制御弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		材質変化				その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
バウンダリの維持	本体		炭素鋼		△*1							*1：外面からの腐食
	弁蓋		炭素鋼		△*1							
	ボルト		炭素鋼		△							
	ガスケット	◎	—									
	エレメント組立	◎	—									
閉止機能の確保 作動機能の確保	弁座		銅合金									
	シール	◎	—									
	弁体		銅合金									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2. 2-1(3/3) 伊方3号炉 非常用内燃機関係附属設備 主始動弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考		
				減肉		割れ		材質変化			その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
バウンダリの維持	弁箱		炭素鋼		△ ^{*1}							*1：外面からの腐食 *2：変形(応力緩和)
	弁蓋		炭素鋼		△ ^{*1}							
	ばね押え		炭素鋼		△							
	弁蓋ボルト		炭素鋼		△							
	ばね押えボルト		炭素鋼		△							
	フランジ		ステンレス鋼									
	フランジボルト		炭素鋼		△							
	ガスケット	◎	—									
	弁棒		ステンレス鋼		△							
	ピストン		ステンレス鋼		△							
閉止機能の確保 作動機能の確保	手動弁棒		ステンレス鋼		△							
	ピストン用ブッシュ	◎	—									
	弁棒ブッシュ	◎	—									
	弁座		アルミ合金		△							
	手動レバー		炭素鋼		△							
ばね		ピアノ線								△ ^{*2}		
手動弁用ブッシュ	◎	—										

△：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）

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 燃料弁冷却水温度制御弁

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3 1)または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。

3.1.1 本体、弁蓋の外側からの腐食（全面腐食）

本体および弁蓋は炭素鋼鋳鋼であり、外側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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.1.2 本体および弁蓋の内側からの腐食（全面腐食）

本体および弁蓋は炭素鋼鋳鋼であり、内部流体が酸素含有水であるため、腐食が想定される。

しかしながら、これまでに分解点検時の目視確認で有意な腐食は認められていない。また、安全側に飽和溶存酸素濃度水（約8 ppm）と仮定して炭素鋼の腐食を評価した結果、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約1/2と十分小さい。

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。

3.1.3 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）

弁蓋ボルトは炭素鋼であり、パッキンまたは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がたい。

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 直流電源設備

[対象機器]

- ① 蓄電池（非常用）
- ② 蓄電池（重大事故等対処用）
- ③ 蓄電池（3系統目）
- ④ 非常用ガスタービン制御用蓄電池
- ⑤ 非常用ガスタービン始動用蓄電池
- ⑥ 直流コントロールセンタ
- ⑦ 充電器盤
- ⑧ 予備充電器盤
- ⑨ ドロッパ盤
- ⑩ 蓄電池切換盤
- ⑪ 蓄電池（3系統目）切換盤
- ⑫ 直流分電盤
- ⑬ ソレノイド分電盤
- ⑭ 可搬型直流電源装置中継端子盤
- ⑮ 可搬型直流電源装置切換盤

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	4
2.2 経年劣化事象の抽出	10
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. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている直流電源設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらの直流電源設備を、電圧区分、型式および設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方および結果

表1-1に示す直流電源設備を、電圧区分、型式および設置場所で分類すると、2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) バッテリ（電圧区分：低圧、設置場所：屋内）

このグループには、蓄電池（非常用）、蓄電池（重大事故等対処用）、蓄電池（3系統目）、非常用ガスタービン制御用蓄電池および非常用ガスタービン始動用蓄電池が属するが、重要度の高い蓄電池（非常用）を代表機器とする。

(2) 盤（電圧区分：低圧、設置場所：屋内）

このグループには、直流コントロールセンタ、充電器盤、予備充電器盤、ドロツパ盤、蓄電池切換盤、蓄電池（3系統目）切換盤、直流分電盤、ソレノイド分電盤、可搬型直流電源装置中継端子盤および可搬型直流電源装置切換盤が属するが、重要度が高く、母線定格電流が大きい直流コントロールセンタを代表機器とする。

表1-1(1/2) 伊方3号炉 直流電源設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (台(群)数)	仕様	選定基準			代表機器の選定		
電圧 区分	型式			設置 場所	重要度*1	使用条件	代表 機器	選定理由	
低圧	バッテリー	屋内	蓄電池(非常用)(2)	CS形、1,600Ah (10時間率)60セル	MS-1、重*2	連続	129	約35	◎ 重要度
			蓄電池(重大事故等対処用)(2)	CS形、2,400Ah (10時間率)60セル	重*2	連続	129	約35	
			蓄電池(3系統目)(1)	MSE形、3,000Ah (10時間率)62セル	重*2	連続	138	約25	
			非常用ガススタービン制御用蓄電池(1)	MSE形、500Ah (10時間率)60セル	重*2	連続	134	約25	
			非常用ガススタービン始動用蓄電池(4)	MSE形、1,000Ah (10時間率)30セル	重*2	連続	66.9	約25	

*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および構造物であることを示す。

表1-1(2/2) 伊方3号炉 直流電源設備の主な仕様

分離基準		機器名称 (台(群)数)	仕様	選定基準			代表機器の選定		
電圧区分	型式			設置場所	重要度*1	使用条件	代表機器	選定理由	
低圧	盤	屋内	直流コントローラセンタ(2)	母線定格電流 600A	MS-1、重*2	連続	125	約29	◎ 重要度 主要構成機器
			充電器盤(2)	定格電流500A	MS-1	連続	129	約29	
			予備充電器盤(2)	定格電流400A	MS-1	一時	129	約29	
			ドロップ盤(2)	電圧変動範囲 129~144V	MS-1	連続	125	約29	
			蓄電池切換盤(2)	定格電流400A	重*2	連続	125	約29	
			蓄電池(3系統目)切換盤(1)	定格電流400A	重*2	一時	125	約40	
			直流分電盤(2)	母線定格電流250A	MS-1	連続	125	約29	
			ソレノイド分電盤(8)	母線定格電流250A	MS-1	連続	125	約35	
			可搬型直流電源装置中継端子盤(1)	定格電流500A	重*2	一時	125	約40	
			可搬型直流電源装置切換盤(1)	定格電流400A	重*2	一時	125	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および構造物であることを示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の2つの機器について技術評価を実施する。

- ① 蓄電池（非常用）
- ② 直流コントロールセンタ

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 蓄電池（非常用）

(1) 構造

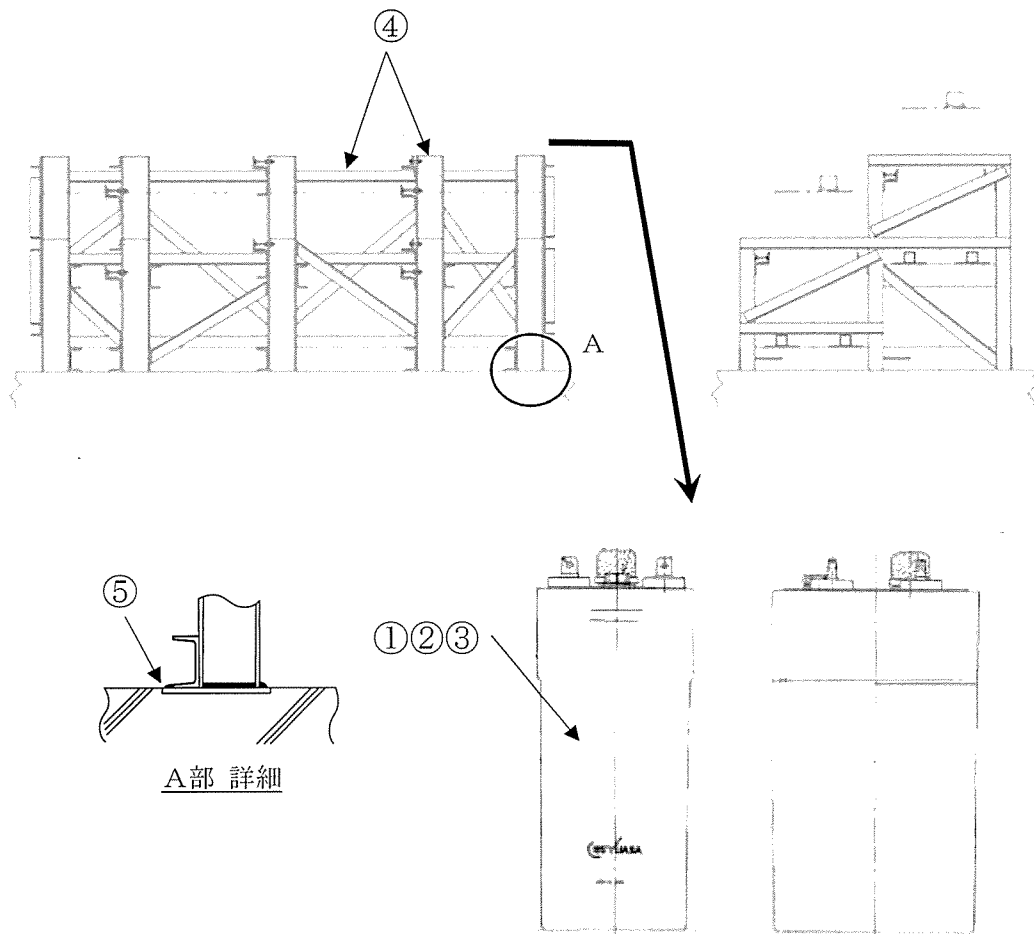
伊方3号炉の蓄電池（非常用）は、CS形、定格容量1,600Ah（10時間率）の蓄電池セルを60セル直列に接続したものであり、2群設置されている。

蓄電池セルは、電槽中に極板を配置しており、電解液により満たされている。

伊方3号炉の蓄電池（非常用）構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の蓄電池（非常用）の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	極板
②	電解液
③	電槽
④	架台
⑤	埋込金物

図2.1-1 伊方3号炉 蓄電池（非常用）構造図

表2.1-1 伊方3号炉 蓄電池（非常用）主要部位の使用材料

部位		材料
蓄電池セル	極板	消耗品・定期取替品
	電解液	
	電槽	
架台		炭素鋼
埋込金物		炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 蓄電池（非常用）の使用条件

周囲温度	約35℃*1
セル数	60セル
定格電圧	129V
浮動充電電圧	129V(2.15V/セル)
均等充電電圧	144V(2.40V/セル)

*1：設置場所の設計最高温度

2.1.2 直流コントロールセンタ

(1) 構造

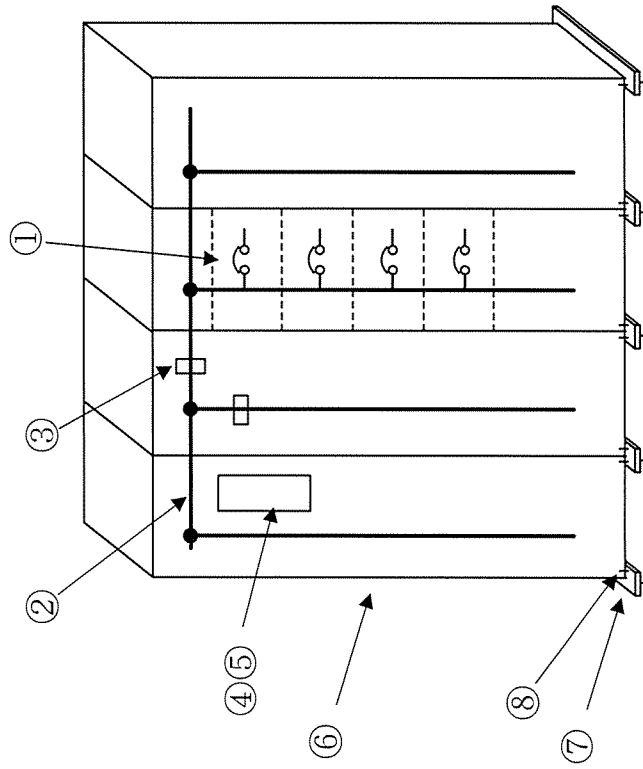
伊方3号炉の直流コントロールセンタは、定格電圧125V、母線定格電流600Aの低圧閉鎖型であり、2群設置されている。

直流コントロールセンタは、電源を開閉する装置（ユニット）、主回路導体、および指示計等で構成されている。

伊方3号炉の直流コントロールセンタの主要部位構成図を図2.1-2に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の直流コントロールセンタの使用材料および使用条件を表2.1-3および表2.1-4に示す。



No.	部位
①	ノーヒューズブレーカ
②	主回路導体
③	母線支え
④	指示計
⑤	ヒューズ
⑥	管体
⑦	取付ボルト
⑧	埋込金物

図2.1-2 伊方3号炉 直流コントロールセンタの主要部位構成図

表2.1-3 伊方3号炉 直流コントロールセンタ主要部位の使用材料

部位		材料
盤内構成品	ノーヒューズブレーカ	消耗品・定期取替品
	主回路導体	銅（錫メッキ）
	母線支え	不飽和ポリエステル樹脂（B種絶縁）
	指示計	消耗品・定期取替品
	ヒューズ	消耗品・定期取替品
支持組立品	筐体	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼

表2.1-4 伊方3号炉 直流コントロールセンタの使用条件

周囲温度	約29℃*1
主回路温度上昇値（最大）	65℃
定格電圧	125V

*1：設置場所の設計最高温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

直流電源設備の機能である電力供給機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 蓄電・給電機能の維持
- ② 通電・絶縁機能の維持
- ③ 遮断機能の維持
- ④ 機器の保護・監視機能の維持
- ⑤ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

直流電源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、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 架台〔蓄電池〕、筐体および取付ボルト〔直流コントロールセンタ〕の腐食（全面腐食）

架台〔蓄電池〕、筐体および取付ボルト〔直流コントロールセンタ〕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、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(2) 主回路導体の腐食（全面腐食）〔直流コントロールセンタ〕

主回路導体は銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、錫メッキにより腐食を防止しており、これまで有意な腐食は認められておらず、今後もこの傾向が変化する要因があるとは考えにくい。

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) 母線支えの絶縁低下〔直流コントロールセンタ〕

主回路導体を支持する母線支えは有機物であり、熱的、電気的および環境要因

による絶縁低下が想定される。

しかしながら、主回路導体を支持する母線支えは、不飽和ポリエステル樹脂であり、主回路導体の通電時の最大温度100℃に対して、母線支えの耐熱温度は130℃と十分余裕を持った耐熱性を有していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考える。また、母線支えは筐体内に設置されており、塵埃、湿分等の付着による絶縁低下については発生の可能性は小さいと考える。

したがって、今後も機能維持は可能であることから、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、機能の健全性を確認している。

(4) 埋込金物（大気接触部）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、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、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。

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。

(5) 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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

蓄電池セル、ノーヒューズブレーカ、指示計およびヒューズは定期取替品であり、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(1/2) 伊方3号炉 蓄電池 (非常用) に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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	
蓄電・給電機能の維持	蓄電池セル	極板	—							*1: 大気接触部の腐食 *2: コンクリート埋設部の腐食		
		電解液										
		電槽										
機器の支持	架台		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2.2-1(2/2) 伊方3号炉 直流コントロールセンタに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	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		
遮断機能の維持, 通電・絶縁機能の維持	ノーヒューズブレーカ	◎	—									*1: 大気接触部の腐食 *2: コンクリート埋設部の腐食
	主回路導体		銅 (錫メッキ)	△								
機器の保護・監視機能の維持, 通電・絶縁機能の維持	母線支え		不飽和ポリエステル樹脂 (B種絶縁)				△					
	指示計	◎										
	ヒューズ	◎										
機器の支持	筐体		炭素鋼	△								
	取付ボルト		炭素鋼	△								
	埋込金物		炭素鋼	△ ^{*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

▲: 高経年化対策上着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 蓄電池（重大事故等対処用）
- ② 蓄電池（3系統目）
- ③ 非常用ガスタービン制御用蓄電池
- ④ 非常用ガスタービン始動用蓄電池
- ⑤ 充電器盤
- ⑥ 予備充電器盤
- ⑦ ドロッパ盤
- ⑧ 蓄電池切換盤
- ⑨ 蓄電池（3系統目）切換盤
- ⑩ 直流分電盤
- ⑪ ソレノイド分電盤
- ⑫ 可搬型直流電源装置中継端子盤
- ⑬ 可搬型直流電源装置切換盤

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 変圧器および計器用変圧器の絶縁低下 [充電器盤、予備充電器盤]

変圧器および計器用変圧器の絶縁物は有機物であり、熱的、電気的およ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、変圧器および計器用変圧器は筐体内に設置されているため、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。

また、変圧器および計器用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、変圧器および計器用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。

3.2 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)または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 主回路導体の腐食（全面腐食）

[充電器盤、予備充電器盤、ドロップ盤、蓄電池切換盤、蓄電池（3系統目）切換盤、直流分電盤、ソレノイド分電盤、可搬型直流電源装置切換盤]

主回路導体は銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、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、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.2 母線支えの絶縁低下 [充電器盤、予備充電器盤、ドロップ盤]

主回路導体を支持する母線支えは有機物であり、熱的、電気的および環境的要因による絶縁低下が想定される。

しかしながら、母線支えは屋内の筐体に内蔵しているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。

また、主回路導体の通電時の最大温度60℃に対して、母線支えの耐熱温度は150℃と十分余裕を持った耐熱性を有していることから、絶縁低下の可能性は小さい。

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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 ダイオードの特性変化 [ドロップ盤]

ダイオードは高い温度で運転し続けることにより特性変化が想定される。

しかしながら、使用電流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、放熱板等で冷却することにより、ダイオードの温度を一定温度以下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。

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

なお、定期的な特性試験により機器の健全性を確認している。

3.2.4 操作スイッチの導通不良 [充電器盤、予備充電器盤、ドロップ盤]

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。

3.2.5 指示計の特性変化 [充電器盤、予備充電器盤、ドロップ盤、蓄電池切換盤、蓄電池（3系統目）切換盤]

指示計は、長期間の使用に伴い特性変化を起こす可能性がある。

しかしながら、指示計は、高い信頼性を有するものを選定し使用しており、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、急激な特性変化を起こす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。

3.2.6 筐体の腐食（全面腐食） [充電器盤、予備充電器盤、ドロップ盤、蓄電池切換盤、蓄電池（3系統目）切換盤、直流分電盤、ソレノイド分電盤、可搬型直流電源装置中継端子盤、可搬型直流電源装置切換盤]

筐体は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.7 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

[蓄電池（重大事故等対処用）、蓄電池（3系統目）、非常用ガスタービン制御用蓄電池、非常用ガスタービン始動用蓄電池、充電器盤、予備充電器盤、ドロップ盤、直流分電盤、ソレノイド分電盤]

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、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。

3.2.8 架台の腐食（全面腐食）

[蓄電池（重大事故等対処用）、蓄電池（3系統目）、非常用ガスタービン制御用蓄電池、非常用ガスタービン始動用蓄電池、蓄電池切換盤、直流分電盤、ソレノイド分電盤]

架台は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.9 取付ボルトの腐食（全面腐食） [蓄電池切換盤、直流分電盤、ソレノイド分電盤]

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、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。

3.2.10 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

[充電器盤、ドロップ盤、予備充電器盤、蓄電池（3系統目）、非常用ガスタービン制御用蓄電池、非常用ガスタービン始動用蓄電池、蓄電池切換盤、蓄電池（3系統目）切換盤、可搬型直流電源装置中継端子盤、可搬型直流電源装置切換盤]

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。

3.2.11 サイリスタ整流器の特性変化 [充電器盤、予備充電器盤]

サイリスタ整流器は高い温度で運転し続けることにより特性変化が想定される。

しかしながら、使用電流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、放熱板等で冷却することにより、素子の温度を一定温度以下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、定期的な特性試験により、機器の健全性を維持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。

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。

3.2.12 計器用変流器の絶縁低下 [充電器盤、予備充電器盤]

一次コイルと二次コイルがモールドされている形式の計器用変流器の絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。

しかしながら、一次コイルのない貫通形計器用変流器であり、二次コイルに係る電圧は低く、また、通電電流による熱的影響も小さい。

また、空調された屋内に設置されており、コイル全体がモールドされていることから塵埃による影響もごく僅かであり、絶縁低下の可能性は小さい。

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。

3.2.13 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

[蓄電池（重大事故等対処用）、蓄電池（3系統目）、非常用ガスタービン制御用蓄電池、非常用ガスタービン始動用蓄電池、充電器盤、予備充電器盤、ドロップ盤、直流分電盤、ソレノイド分電盤]

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。

3 計器用電源設備

- 3.1 無停電電源
- 3.2 計装用分電盤

伊方3号炉で使用されている計器用電源設備は、無停電電源および計装用分電盤に大きく分類されるため、本評価書においては、以下の2つに分類し、技術評価を行う。

3.1 無停電電源

3.2 計装用分電盤

3. 1 無停電電源

[対象機器]

- ① 計装用インバータ盤

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. 計装用インバータ盤の技術評価	2
2.1 構造、材料および使用条件	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	9

1. 技術評価対象機器

伊方3号炉で使用されている無停電電源の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 伊方3号炉 無停電電源の主な仕様

機器名称 (台数)	仕様	重要度*1	使用条件		
			運転 状態	定格出力 電圧 (V)	周囲温度 (°C)
計装用インバータ盤(4)	定格出力 15kVA	MS-1	連続	115	約 29

*1：機能は最上位の機能を示す。

2. 計装用インバータ盤の技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 計装用インバータ盤

(1) 構造

伊方3号炉の計装用インバータ盤は、定格出力15kVA、定格出力電圧115Vの静止形無停電電源装置であり、4台設置されている。

盤型式は自立閉鎖型盤であり、盤内の冷却は盤内冷却ファンによる強制通風により行っている。

盤内には回路を開閉するノーヒューズブレーカ、交流を直流に変換するIGBT*1コンバータおよび直流を交流に変換するIGBTインバータ盤等を内蔵している。

伊方3号炉の計装用インバータ盤の主要部位構成図を図2.1-1に示す。

*1：絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (Insulated Gate Bipolar Transistor)

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の計装用インバータ盤の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。

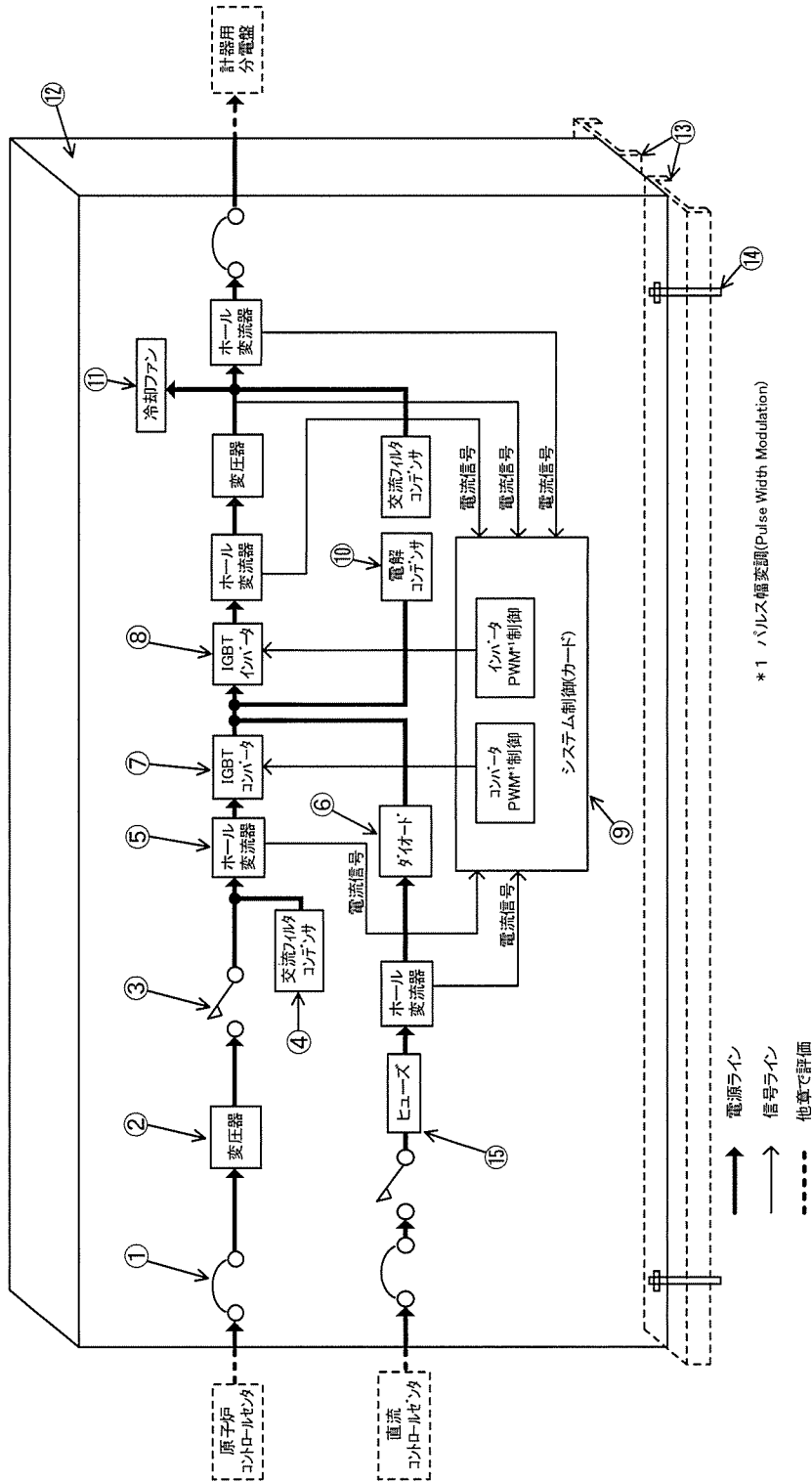


図2.1-1 伊方3号炉 計装用インバータ盤の主要部位構成図

No.	部位	No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	ノーヒューズブレーカ	④	交流フィルタコンデンサ	⑦	IGBTコンバータ	⑩	電解コンデンサ
②	変圧器	⑤	ホール変流器	⑧	IGBTインバータ	⑪	冷却ファン
③	電磁接触器	⑥	ダイオード	⑨	システム制御(カード)	⑫	筐体
						⑬	埋込金物
						⑭	基礎ボルト
						⑮	ヒューズ

表2.1-1 伊方3号炉 計装用インバータ盤主要部位の使用材料

部位		材料
主要構成機器	ノーヒューズブレーカ	消耗品・定期取替品
	変圧器	銅、アラミド絶縁紙（H種絶縁）
	電磁接触器	消耗品・定期取替品
	交流フィルタコンデンサ	消耗品・定期取替品
	ホール変流器	消耗品・定期取替品
	ダイオード	半導体
	IGBTコンバータ	半導体
	ヒューズ	消耗品・定期取替品
	IGBTインバータ	半導体
	ヒューズ	消耗品・定期取替品
	システム制御（カード）	消耗品・定期取替品
	電解コンデンサ	消耗品・定期取替品
	冷却ファン	消耗品・定期取替品
ヒューズ	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
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 計装用インバータ盤の使用条件

定格出力	15kVA
周囲温度	約29℃*1
定格出力電圧	115V
定格周波数	60Hz

*1：設置場所の設計最高温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

計装用インバータ盤の機能である交流無停電電源機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 順変換機能の維持
- ② 逆変換機能の維持
- ③ 通電・絶縁機能の維持
- ④ 計測・制御機能の維持
- ⑤ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

計装用インバータ盤について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件および現在までの運転経験等を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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

変圧器の絶縁物は有機物であり、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で△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) IGBTコンバータ、IGBTインバータおよびダイオードの特性変化

IGBTコンバータ、IGBTインバータおよびダイオードは、高い温度で運転し続けると、特性変化が想定される。

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、放熱板で素子の温度を一定温度以下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。

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

なお、機器点検時の特性試験により機器の健全性を確認している。

(2) 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(3) 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(4) 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」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

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。

(5) 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

ノーヒューズブレーカ、ヒューズ、電磁接触器、ホール変流器、システム制御（カード）、電解コンデンサ、交流フィルタコンデンサおよび冷却ファンは定期取替品であり、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 伊方3号炉 計装用インバータ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		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																																	
順変換機能の維持、絶縁通電・絶縁機能の維持	ノーヒューズブレーカ	◎	—																																										
	変圧器		銅、アラミド絶縁紙					○																																					
	電磁接触器	◎	—																																										
	ホール変流器	◎	—																																										
	ダイオード		半導体																																										
	IGBTコンバータ		半導体																																										
	ヒューズ	◎	—																																										
	電解コンデンサ	◎	—																																										
	ヒューズ	◎	—																																										
	IGBTインバータ		半導体																																										
逆変換機能の維持、絶縁通電・絶縁機能の維持	ヒューズ	◎	—																																										
	システム制御 (カード)	◎	—																																										
	ホール変流器	◎	—																																										
	変圧器		銅、アラミド絶縁紙																																										
	交流フィルタコンデンサ	◎	—																																										
	冷却ファン	◎	—																																										
	ノーヒューズブレーカ	◎	—																																										
	筐体		炭素鋼																																										
	埋込金物		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）

▲：高経年化対策上着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

変圧器の絶縁物は有機物であり、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。

b. 技術評価

① 健全性評価

変圧器は、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。また、変圧器の通電時の最高使用温度（62℃）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。

したがって、短期間での急激な絶縁低下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、絶縁低下の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、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。

c. 高経年化への対応

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。

3. 2 計装用分電盤

[対象機器]

- ① 計装用分電盤
- ② 計装用切换器盤
- ③ 現場計装用分電盤
- ④ 代替計装用変圧器盤
- ⑤ 代替計装用分電盤

目次

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方および結果	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、材料および使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	6
3. 代表機器以外への展開	10
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	10
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	10

1. 技術評価対象機器および代表機器の選定

伊方3号炉で使用されている計装用分電盤の主な仕様を表1-1に示す。

これらの計装用分電盤を、電圧区分および設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方および結果

表1-1に示す計装用分電盤を、電圧区分および設置場所で分類すると、1つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 計装用分電盤（電圧区分：低圧、設置場所：屋内）

このグループには、計装用分電盤、計装用切換器盤、現場計装用分電盤、代替計装用変圧器盤および代替計装用分電盤が属するが、電流容量が大きい計装用分電盤を代表機器とする。

表1-1 伊方3号炉 計装用分電盤の主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定	
電圧区分	設置場所		仕様	重要度*1	使用条件		代表機器	選定理由
低圧	屋内				運転状態	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)	
		計装用分電盤 (8)	屋内壁掛形 電流容量250A	MS-1	連続	115	約29	◎
		計装用切換器盤 (4)	屋内壁掛形 電流容量100A	MS-1	連続	115	約29	
		現場計装用分電盤 (4)	屋内壁掛形 電流容量32A	MS-1	連続	115	約40	
		代替計装用変圧器盤 (1)	屋内壁掛形 電流容量175A	重*2	一時	440/110	約40	
		代替計装用分電盤 (1)	屋内壁掛形 電流容量200A	重*2	一時	115	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および構造物であることを示す。

2. 代表機器の技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 計装用分電盤

(1) 構造

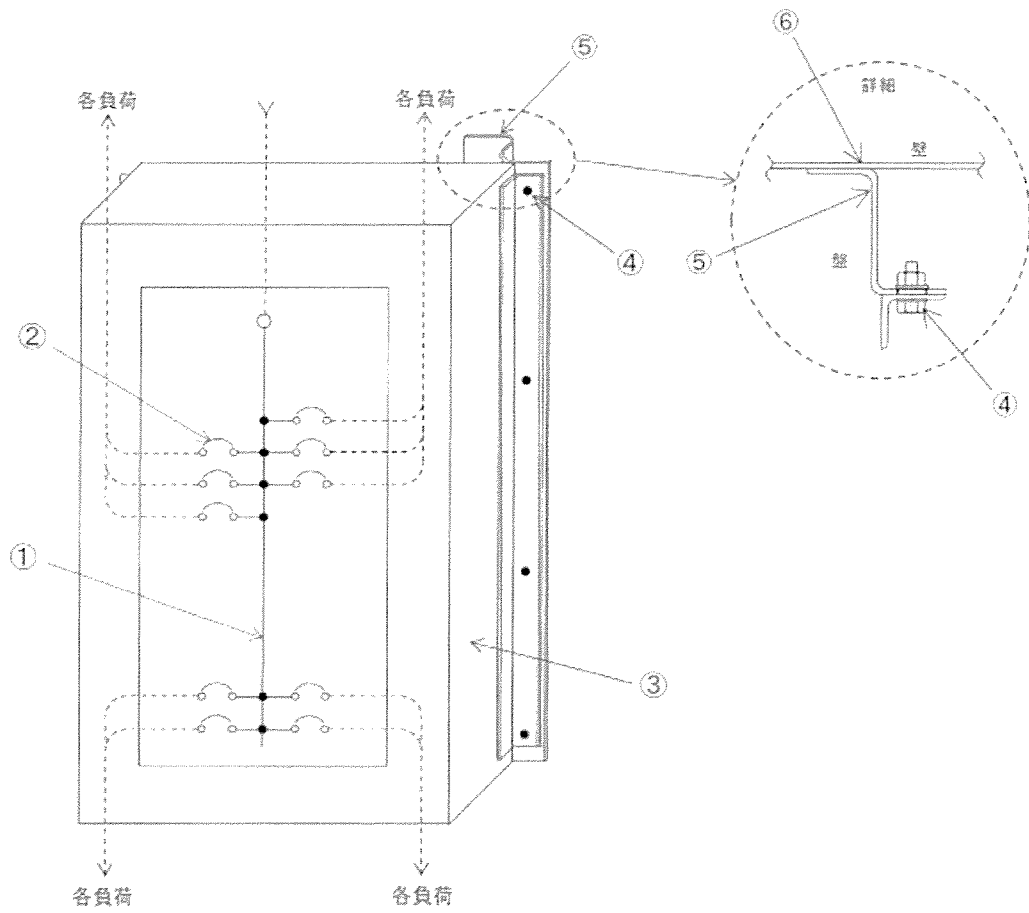
伊方3号炉の計装用分電盤は、定格電圧115V、定格電流250Aの屋内壁掛形であり、8面設置されている。

盤内には回路を構成する主回路導体および回路を開閉するノーヒューズブレーカを内蔵している。

伊方3号炉の計装用分電盤構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の計装用分電盤の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	主回路導体
②	ノーヒューズブレーカ
③	筐体
④	取付ボルト
⑤	架台
⑥	埋込金物

図2.1-1 伊方3号炉 計装用分電盤構成図

表2.1-1 伊方3号炉 計装用分電盤主要部位の使用材料

部位		材料
盤構成品	主回路導体	銅
	ノーヒューズブレーカ	消耗品・定期取替品
支持組立品	筐体	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	架台	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 計装用分電盤の使用条件

周囲温度	約29℃*1
主回路温度上昇値 (最大)	65℃
定格電圧	115V

*1：設置場所の設計最高温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

計装用分電盤の機能である給電機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 遮断機能の維持
- 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

計装用分電盤について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1のとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、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△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 主回路導体の腐食（全面腐食）

主回路導体は銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、錫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がたい。

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) 筐体および架台の腐食（全面腐食）

筐体および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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(3) 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、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。

(4) 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、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。

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。

(5) 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

ノーヒューズブレーカは定期取替品であり、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 伊方3号炉 計装用分電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		
遮断機能の維持、通電・絶縁機能の維持	主回路導体		銅		△						*1:大気接触部の腐食 *2:コンクリート埋設部の腐食	
	ノーヒューズブレーカ	◎	—									
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	取付ボルト		炭素鋼		△							
	架台		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）

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 計装用切換器盤
- ② 現場計装用分電盤
- ③ 代替計装用変圧器盤
- ④ 代替計装用分電盤

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〔代替計装用変圧器盤〕の絶縁低下

変圧器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。

しかしながら、屋内に設置された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、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

2.2.3 1)または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 接点の導通不良〔計装用切換器盤〕

計装用切換器盤の操作スイッチは、接点部分に浮遊塵埃が付着することによる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。

3.2.2 筐体および架台の腐食（全面腐食）[共通]

筐体および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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

3.2.3 取付ボルトの腐食（全面腐食）[計装用切換器盤、現場計装用分電盤]

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。

3.2.4 基礎ボルトの腐食（全面腐食）および樹脂の劣化 [代替計装用変圧器盤、代替計装用分電盤]

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。

3.2.5 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）[計装用切換器盤、現場計装用分電盤]

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、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、はく離等が認められた場合は必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

2.2.3 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）〔計装用切換器盤、現場計装用分電盤〕

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。

4 制御棒駆動装置用電源設備

[対象機器]

- ① 原子炉トリップ遮断器

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. 原子炉トリップ遮断器の技術評価	2
2.1 構造、材料および使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	6
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	13

1. 技術評価対象機器

伊方3号炉で使用されている制御棒駆動装置用電源設備の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 伊方3号炉 制御棒駆動装置用電源設備の主な仕様

機器名称 (面数)	仕様	重要度*1	使用条件			内蔵遮断器		
			運転 状態	定格 使用 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 (1)	気中遮断器内蔵 低圧閉鎖形	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および構造物であることを示す。

2. 原子炉トリップ遮断器の技術評価

2.1 構造、材料および使用条件

2.1.1 原子炉トリップ遮断器

(1) 構造

伊方3号炉の原子炉トリップ遮断器は、定格使用電圧260Vの低圧閉鎖形であり、1群設置されている。

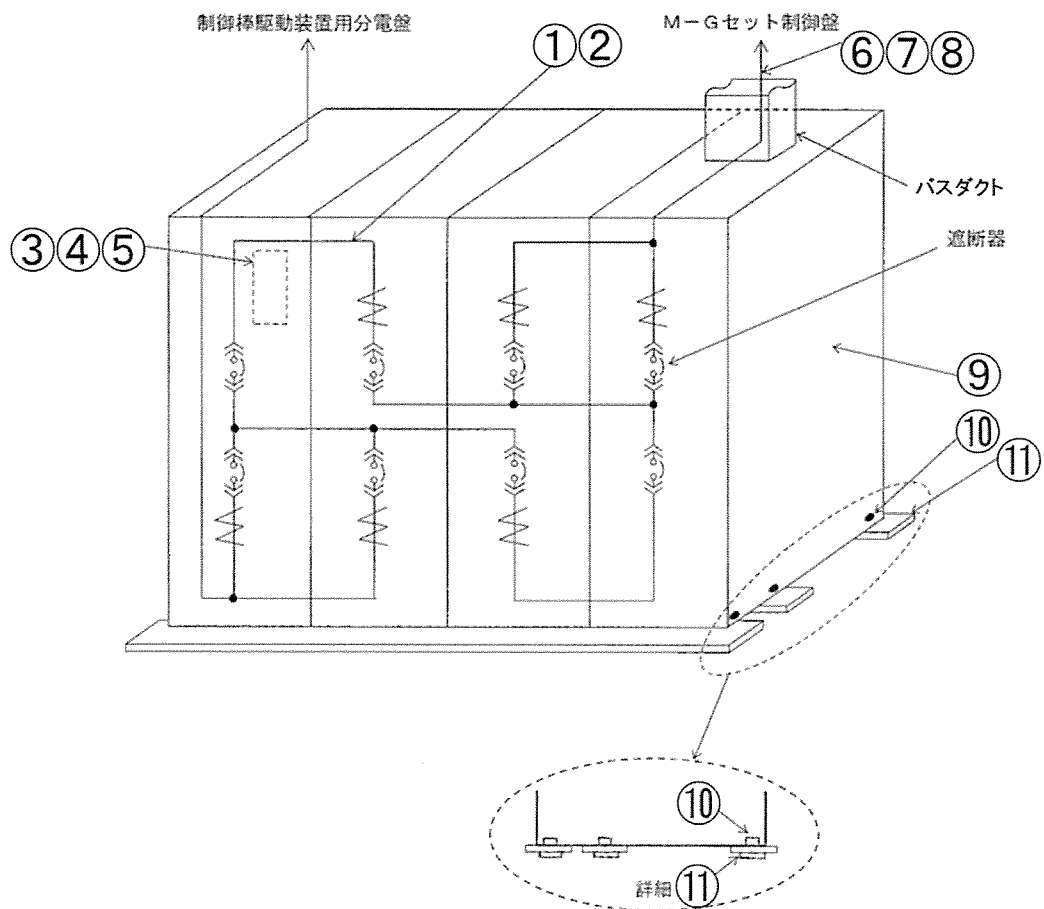
原子炉トリップ遮断器は、原子炉トリップ遮断器（気中遮断器）を8台内蔵している。

遮断器の投入は投入ばねによって行い、遮断器の開放は投入時に蓄勢された引外しばねによって行う。

伊方3号炉の原子炉トリップ遮断器構造図を図2.1-1に、原子炉トリップ遮断器構造図を図2.1-2に、原子炉トリップ遮断器操作機構構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料および使用条件

伊方3号炉の原子炉トリップ遮断器の使用材料および使用条件を表2.1-1および表2.1-2に示す。



No.	部位
①	主回路導体
②	支持碍子
③	補助リレー
④	ノーヒューズブレーカ
⑤	表示灯
⑥	母線導体
⑦	磁器碍管
⑧	外被
⑨	筐体
⑩	取付ボルト
⑪	埋込金物

図2.1-1 伊方3号炉 原子炉トリップ遮断器構造図

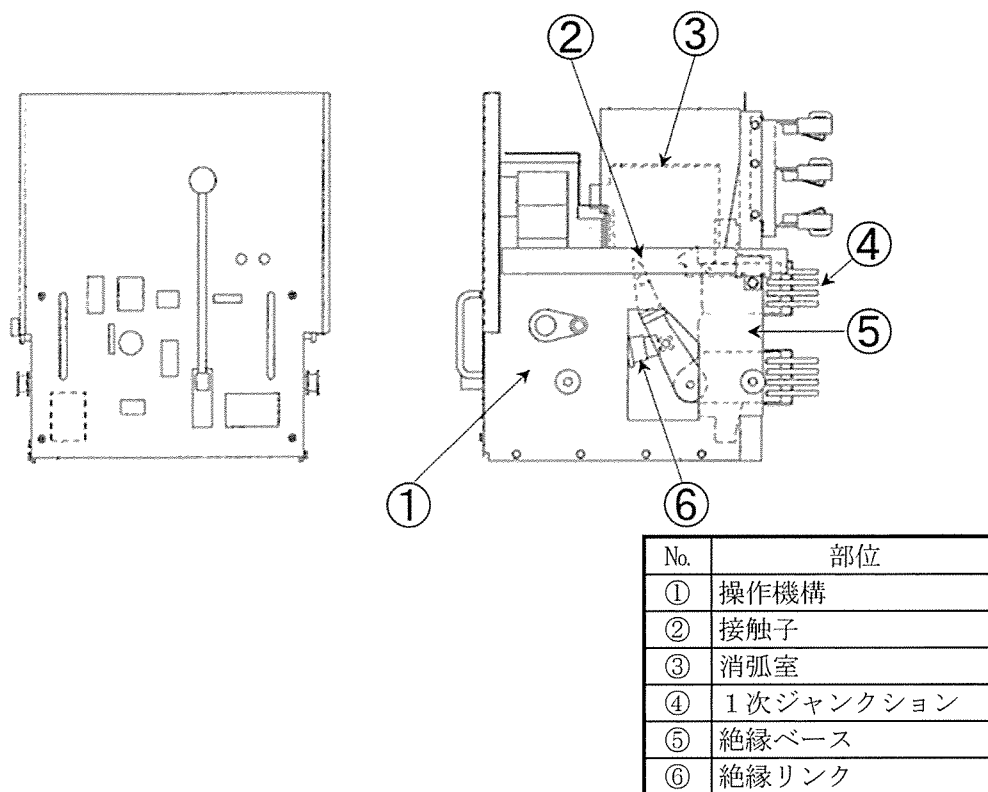


図2.1-2 伊方3号炉 原子炉トリップ遮断器構造図

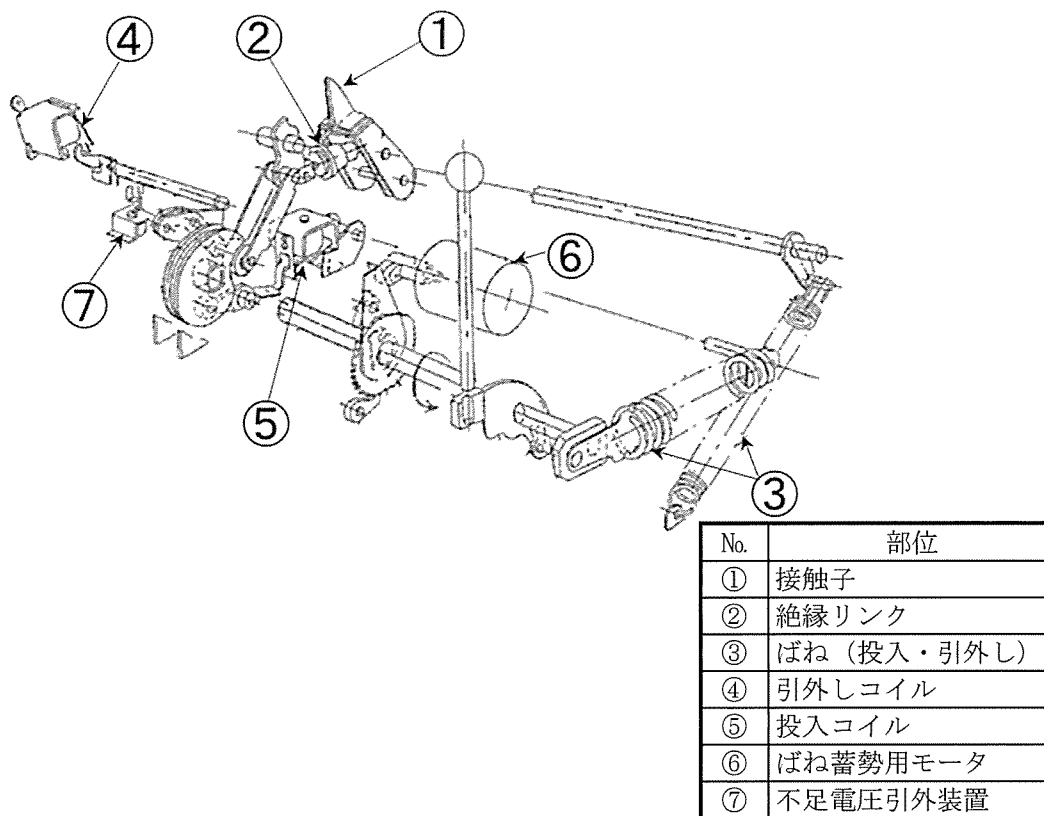


図2.1-3 伊方3号炉 原子炉トリップ遮断器操作機構構造図

表2.1-1 伊方3号炉 原子炉トリップ遮断器主要部位の使用材料

部位		材料
遮断器	接触子	銀タングステン、銅
	投入コイル	銅、ホルマール樹脂（A種絶縁）
	引外しコイル	銅、ホルマール樹脂（A種絶縁）
	消弧室	炭素鋼
	不足電圧引外装置	消耗品・定期取替品
	ばね（投入・引外し）	ばね用オイルテンパー線、ピアノ線
	ばね蓄勢用モータ	銅、ポリアミドイミド（H種絶縁）
	操作機構	炭素鋼
	絶縁リンク	ジアリルフタレート樹脂（H種絶縁）
	絶縁ベース	ポリエステル樹脂（N種絶縁）
	1次ジャンクション	銅
バスダクト	母線導体	銅
	磁器碍管	磁器
	外被	炭素鋼
盤構成成品	主回路導体	銅
	支持碍子	磁器
	補助リレー	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
	表示灯	消耗品・定期取替品
支持組立品	筐体	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼

表2.1-2 伊方3号炉 原子炉トリップ遮断器の使用条件

周囲温度	約35℃*1
主回路温度上昇値（最大）	65℃
定格使用電圧	260V

*1：設置場所の設計最高温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

原子炉トリップ遮断器の機能である、緊急時に制御棒駆動装置への電源を遮断する機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 遮断機能の維持
- ② 通電・絶縁機能の維持
- ③ 機器の保護・監視機能の維持
- ④ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

原子炉トリップ遮断器について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件および現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1の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) ばね蓄勢用モータ（遮断器）の絶縁低下

遮断器のばね蓄勢用モータ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で△または▲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、または進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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)または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) 接触子（遮断器）の摩耗

遮断器の接触子は、遮断器の開閉動作に伴う電流開閉により、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がたい。

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および寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(2) 投入コイルおよび引外しコイル（遮断器）の絶縁低下

遮断器の投入コイルおよび引外しコイルの絶縁物は有機物であり、熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。

しかしながら、投入コイルおよび引外しコイルは屋内の筐体に内蔵しているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。

また、投入コイルおよび引外しコイルは連続運転ではなく、作動時間も1秒以下と小さいことから、コイルの発熱による温度上昇は小さいと考えられ、使用温度（約60℃）に比べて、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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。

(3) 消弧室（遮断器）の汚損

遮断器の消弧室は、遮断器の電流遮断動作に伴う消弧室でのアーク消弧により汚損した場合、消弧性能の低下が想定される。

しかしながら、これまでに有意な汚損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) ばね（遮断器）の変形（応力緩和）

遮断器の投入ばねは開放状態にて、また引外しばねは投入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、機器点検時の作動確認により、機器の健全性を確認している。

(5) 操作機構（遮断器）の固着

遮断器の操作機構は、長期使用に伴いグリスが固化し、動作特性の低下が想定される。

しかしながら、注油、各部の目視確認、動作試験を実施することで、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。

(6) 絶縁リンクおよび絶縁ベース（遮断器）の絶縁低下

遮断器の絶縁リンクおよび絶縁ベースは有機物であり、熱的、電氣的、環境的要因による絶縁低下が想定される。

しかしながら、屋内の筐体およびダクト内に設置されているため、塵埃、湿分等が付着しにくい環境にある。

また、主回路導体の通電時の最大温度100℃に対して、絶縁リンクの耐熱温度は180℃、絶縁ベースの耐熱温度は200℃と十分余裕を持った耐熱性を有していることから、絶縁低下の可能性は小さい。

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、機器点検時の絶縁抵抗測定により、機器の健全性を確認している。

(7) 1次ジャンクション（遮断器）の摩耗

遮断器の1次ジャンクションは、遮断器の盤からの出し入れに伴う摩耗が想定される。

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がたい。

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) 母線導体（バスダクト）の腐食（全面腐食）

バスダクトの母線導体は銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、耐熱性PVCテープ巻き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がたい。

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) 外被（バスダクト）の腐食（全面腐食）

バスダクトの外被は炭素鋼であり、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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(10) 主回路導体の腐食（全面腐食）

主回路導体は銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、耐熱性PVCテープ巻き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がたい。

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) 支持碍子および磁器碍管（バスダクト）の絶縁低下

支持碍子および磁器碍管は無機物の磁器であり、経年劣化の可能性はない。

なお、長期使用においては表面の汚損による絶縁低下が想定される。

しかしながら、支持碍子および磁器碍管は屋内の筐体に内蔵しているため、塵埃が付着しにくい環境にあり、これまでに有意な汚損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がたい。

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、機器点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

(12) 筐体の腐食（全面腐食）

筐体は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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、塗膜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膜の状態を確認し、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。

(13) 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。

(14) 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗膜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膜の状態を確認し、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。

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

(15) 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

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。

2.2.4 消耗品および定期取替品

表示灯は動作確認の結果に基づき取替える消耗品、不足電圧引外装置、補助リレーおよびノーヒューズブレーカは定期取替品であり、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。

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 ばね蓄勢用モータ（遮断器）の絶縁低下

a. 事象の説明

ばね蓄勢用モータ（遮断器）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、絶縁性能の低下が生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

ばね蓄勢用モータ（遮断器）は密閉構造のため、塵埃および湿分が付着しにくい環境にある。また、モータは連続運転ではなく、遮断器操作時の作動時間も数秒と短いことから、モータの発熱による温度上昇は小さいと考えられ、使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（H種：許容最高温度180℃）を使用していることから、絶縁低下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が生じる可能性は否定できない。

② 現状保全

ばね蓄勢用モータ（遮断器）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、ばね蓄勢用モータ（遮断器）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。

c. 高経年化への対応

ばね蓄勢用モータ（遮断器）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。