

泊発電所 2 号炉

空調設備の技術評価書

[冷温停止状態が維持されることを前提とした評価]

北海道電力株式会社

泊発電所2号炉（以下、泊2号炉という。）の空調設備のうち、評価対象機器である重要度分類指針におけるクラス1，2及び高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器であって、冷温停止状態維持に必要な機器について、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，容量，出力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ている。

なお，冷温停止状態維持を前提とした本評価書では，「特別な保全計画」を含め，現状保全では「定期的」と記載するとともに，その上で点検等で確認した結果，異常が認められた場合，速やかに対策を施すこととしており，異常が認められた場合に，対策を実施する旨の記載は省略している。

本評価書では空調設備の型式等を基に，以下の6つに分類している。

- 1 ファン
- 2 電動機
- 3 空調ユニット
- 4 冷凍機
- 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。

本評価書では経年劣化事象の評価のうち，劣化の観点から，冷温停止状態維持の前提に比べ，断続的運転の前提の方が条件が厳しいものは，断続的運転の条件による評価としている。

表 1 (1/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定		
型式	駆動方式	設置場所		仕様 容量×静圧 (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*2	回転数 (rpm)	周囲温度 (°C)		
遠心型	一体型	屋内	安全補機開閉器室給気ファン(2)	約1,600×約1,579	MS-1	連続 [連続]	730	約40	◎	容量
			安全補機室冷却ファン(2)	約 220×約 932	MS-1	一時 [一時]	1,470	約40		
	カップリング 駆動	屋内	アニュラス空気浄化ファン(2)	約 100×約2,618	MS-1	一時 [一時]	2,910	約40	◎	容量
			中央制御室給気ファン(2)	約 400×約1,442	MS-1	連続 [連続]	1,470	約40		
			中央制御室非常用循環ファン(2)	約 200×約1,902	MS-1	一時 [一時]	1,470	約40		
			安全補機室空気浄化ファン(2)	約 56×約2,648	MS-1	一時 [一時]	2,910	約40		
	軸流型	一体型	屋内	中央制御室循環ファン(2)	約 400×約 520	MS-1	連続 [連続]	1,470	約40	◎
ディーゼル発電機室給気ファン(4)				約 910×約 941	MS-1	連続 [連続]	970	約40		
制御用空気圧縮機室給気ファン(2)				約 110×約 382	MS-1	一時 [一時]	1,470	約40		
ディーゼル発電機室排気ファン(4)				約 910×約 333	MS-1	連続 [連続]	980	約40		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (2/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

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	使用条件			代表 機器	選定 理由
						運転 状態*2	電圧 (V)	周囲温度 (°C)		
低圧	全閉	屋内	安全補機開閉器室給気ファン用電動機 (2)	75×730	MS-1	連続 [連続]	440	約40	◎	出力
			安全補機室冷却ファン用電動機 (2)	7.5×1,440	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			アニュラス空気浄化ファン用電動機 (2)	11×2,910	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			中央制御室給気ファン用電動機 (2)	22×1,460	MS-1	連続 [連続]	440	約40		
			中央制御室非常用循環ファン用電動機 (2)	15×1,450	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			安全補機室空気浄化ファン用電動機 (2)	5.5×2,880	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			中央制御室循環ファン用電動機 (2)	11×1,460	MS-1	連続 [連続]	440	約40		
			ディーゼル発電機室給気ファン用電動機 (4)	37×970	MS-1	連続 [連続]	440	約40		
			制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機 (2)	2.2×1,430	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			ディーゼル発電機室排気ファン用電動機 (4)	15×970	MS-1	連続 [連続]	440	約40		
	空調用冷水ポンプ用電動機 (4)	30×2,950	MS-1	連続 [連続]	440	約40				
密閉		空調用冷凍機用電動機 (4)	105×2,940	MS-1	連続 [連続]	440	約40	◎		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (3/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

分離基準	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*2	構成品	代表 機器	選定理由
エアハンドリング ユニット	中央制御室給気ユニット (2)	約 400	MS-1	連続 [連続]	電気加熱コイル, 冷水冷却コイル, 粗フィルタ	◎	容量
	安全補機開閉器室給気ユニット (2)	約1,600	MS-1	連続 [連続]	冷水冷却コイル, 粗フィルタ		
	安全補機室冷却ユニット (2)	約 220	MS-1	一時 [一時]	冷水冷却コイル, 粗フィルタ		
	アニュラス空気浄化フィルタユニット (2)	約 100	MS-1	一時 [一時]	電気加熱コイル, 除湿フィルタ, 微粒子フィルタ, よう素フィルタ		
	中央制御室非常用循環フィルタユニット (1)	約 200	MS-1	一時 [一時]	電気加熱コイル, 微粒子フィルタ, よう素フィルタ		
	安全補機室空気浄化フィルタユニット (1)	約 56	MS-1	一時 [一時]	電気加熱コイル, 除湿フィルタ, 微粒子フィルタ, よう素フィルタ		
	制御用空気圧縮機室電気ヒータ (2)	約 20	MS-2	一時 [一時]	電気加熱コイル, ファン用電動機		
	非管理区域空調機器室電気ヒータ (4)	約 100	MS-2	一時 [一時]	電気加熱コイル, ファン用電動機		
	原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ (2)	約 20	MS-2	一時 [一時]	電気加熱コイル, ファン用電動機		

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (4/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

機器名称 (台数)	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件		構成品
			使用条件	運転状態*2	
空調用冷凍機 (4)	362,900 kcal/h (冷凍能力)	MS-1	連続 [連続]	本体	圧縮機, 凝縮器, 蒸発器, 電動機*3, 吸込管
				冷水系統	空調用冷水膨張タンク, 空調用冷水ポンプ, 電動機*3, 配管

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3: 電動機については, 本評価書の電動機にて評価している。

表 1 (5/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

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*2	代表 機器	選定理由
排気筒	非常用排気筒	約 256	MS-1	一時 [一時]	◎	
ダクト	アニュラス空気浄化系統ダクト	約 200	MS-1	一時 [一時]	◎	運転状態, 容量
	安全補機室空気浄化系統ダクト	約 56	MS-1	一時 [一時]		
	安全補機室冷却系統ダクト	約 220	MS-1	一時 [一時]		
	電動補助給水ポンプ室空調系統ダクト	約 170	MS-1	一時 [一時]		
	制御用空気圧縮機室空調系統ダクト	約 110	MS-1	一時 [一時]		
	安全補機開閉器室空調系統ダクト	約1,600	MS-1	連続 [連続]		
	中央制御室空調系統ダクト	約 800	MS-1	連続 [連続]		
	中央制御室非常用循環系統ダクト	約 200	MS-1	一時 [一時]		
	ディーゼル発電機室空調系統ダクト	約3,640	MS-1	一時 [一時]		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (6/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

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	サイズ (W×H mm)	代表機器	選定理由
ダンパ	空気作動	ディーゼル発電機室給気ファン入口ダンパ (4)	MS-1	1,626×1,526	◎	サイズ
		制御用空気圧縮機室排気ダンパ (2)	MS-1	763× 763		
		安全補機開閉器室外気取入ダンパ (2)	MS-1	611× 611		
		安全補機開閉器室排気循環連絡ダクト隔離ダンパ (2)	MS-1	1,626×1,521		
		安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパ (2)	MS-1	3,046× 923		
		安全補機開閉器室給気ファン出口ダンパ (2)	MS-1	1,727×1,369		
		安全補機開閉器室給気連絡ダクト隔離ダンパ (2)	MS-1	1,626×1,521		
		中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ (2)	MS-1	662× 763		
		中央制御室非常用循環ファン出口ダンパ (2)	MS-1	662× 763		
		中央制御室給気ユニット入口ダンパ (2)	MS-1	915× 915		
		中央制御室給気ファン出口ダンパ (2)	MS-1	1,218× 611		
		制御用空気圧縮機室外気取入風量調節ダンパ (2)	MS-1	611× 460		
		ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ (2)	MS-1	1,319×1,521		
		ディーゼル発電機室排気風量調節ダンパ (4)	MS-1	1,218× 915		
		中央制御室事故時循環風量調節ダンパ (2)	MS-1	662× 763		
		格納容器給気気密ダンパ (1)	高*2	1,210×1,210		
		格納容器排気気密ダンパ (1)	高*2	1,210×1,210		
		安全補機室給気第 1 隔離ダンパ (2)	MS-1	810× 810		
		安全補機室給気第 2 隔離ダンパ (2)	MS-1	810× 810		
		安全補機室排気第 1 隔離ダンパ (2)	MS-1	810× 810		
		安全補機室排気第 2 隔離ダンパ (2)	MS-1	810× 810		
		中央制御室外気取入ダンパ (2)	MS-1	510× 510		
		中央制御室循環ファン入口ダンパ (2)	MS-1	860× 860		
中央制御室外気取入風量調節ダンパ (2)	MS-1	510× 510				
中央制御室循環風量調節ダンパ (2)	MS-1	860× 860				

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 最高使用温度が95℃を超え、又は最高使用圧力が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 (7/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

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	サイズ (W×H mm)	代表機器	選定理由
ダンパ	空気作動	中央制御室排気風量調節ダンパ (2)	MS-1	510× 510		
		中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ (2)	MS-1	510× 510		
	逆止	安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ (2)	MS-1	705× 605	◎	
	手動	燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパ (2)	MS-1	955× 805 1,205× 805	◎	サイズ
		安全補機室冷却ユニット入口手動ダンパ (2)	MS-1	705× 605		
		安全補機開閉器室給気ユニット入口手動ダンパ (2)	MS-1	555× 505		
		中央制御室加湿器出口ダンパ (1)	MS-1	860× 860		
	防火	安全補機室給気系高圧注入ポンプ室防火ダンパ (2)	MS-1	255× 255		
		安全補機室給気系余熱除去ポンプ室防火ダンパ (2)	MS-1	355× 355		
		安全補機室排気系余熱除去ポンプ室防火ダンパ (2)	MS-1	405× 405		
		安全補機室排気系高圧注入ポンプ室防火ダンパ (1)	MS-1	255× 255		
		電動補助給水ポンプ室給気系ディーゼル発電機制御盤室防火ダンパ (2)	MS-1	605× 605		
		安全補機開閉器室給気系蒸気トラップ弁エリア第 1 防火ダンパ (1)	MS-1	555× 555		
		安全補機開閉器室給気系安全系継電器室防火ダンパ (2)	MS-1	655× 655 555× 555		
		安全補機開閉器室給気系安全系継電器室第 1 防火ダンパ (1)	MS-1	555× 555		
		安全補機開閉器室給気系インバータ室防火ダンパ (2)	MS-1	355× 355		
		安全補機開閉器室給気系安全系継電器室第 2 防火ダンパ (1)	MS-1	655× 655		
安全補機開閉器室給気系蒸気トラップ弁エリア第 2 防火ダンパ (1)		MS-1	655× 655			
安全補機開閉器室給気系 R C C 室防火ダンパ (1)		MS-1	φ 305			
安全補機開閉器室循環系 R C C 室防火ダンパ (1)	MS-1	605× 605				
安全補機開閉器室循環系メタクラ室第 2 防火ダンパ (2)	MS-1	605× 605				

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (8/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

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	サイズ (W×H mm)	代表機器	選定理由
ダンパ	防火	安全補機閉器室循環系蒸気トラップ弁エリア防火ダンパ (1)	MS-1	805× 805		
		中央制御室給気系中央制御室防火ダンパ (1)	MS-1	860× 860		
		中央制御室非常用循環フィルタユニット入口防火ダンパ (1)	MS-1	655× 655		
		アニュラス空気浄化フィルタユニット出口防火ダンパ (2)	MS-1	φ 505		
		安全補機室給気系配管貫通部室防火ダンパ (1)	MS-1	φ 205		
		安全補機室排気系配管貫通部室防火ダンパ (1)	MS-1	φ 205		
		安全補機室空気浄化フィルタユニット出口防火ダンパ (1)	MS-1	φ 455		
		ディーゼル発電機室給気系サービスタンク室防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		ディーゼル発電機室排気系サービスタンク室防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		安全補機閉器室給気系安全補機閉器室防火ダンパ (1)	MS-1	φ 155		
		安全補機閉器室給気系ケーブル処理室第 1 防火ダンパ (1)	MS-1	φ 255		
		安全補機閉器室給気系ケーブル処理室第 2 防火ダンパ (1)	MS-1	φ 155		
		安全補機閉器室給気系メタクラ室防火ダンパ (3)	MS-1	655× 655 φ 205		
		安全補機閉器室給気系 E P 盤室防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		安全補機閉器室循環系 E P 盤室防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		安全補機閉器室循環系メタクラ室第 1 防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		安全補機室排気系余熱除去ポンプ室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	355× 355		
		安全補機室排気系高圧注入ポンプ室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	255× 255		
		安全補機閉器室給気系安全補機閉器室第 1 防火ダンパ (1)	MS-1	755×505		
安全補機閉器室給気系安全補機閉器室第 2 防火ダンパ (1)	MS-1	φ 255				
電動補給水ポンプ室給気系ディーゼル発電機室防火兼風量調節ダンパ (2)	MS-1	605× 605				

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (9/9) 泊 2 号炉 主要な空調設備

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	サイズ (W×H mm)	代表機器	選定理由
ダンパ	防火	制御用空気圧縮機室給気系防火兼風量調節ダンパ (2)	MS-1	611× 460	◎	サイズ
		安全補機開閉器室循環系安全系継電器室第 1 防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	555× 555		
		安全補機開閉器室循環系安全系継電器室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	1,105× 605		
		中央制御室循環系中央制御室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	860× 860		
		中央制御室非常用循環フィルタユニット出口防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	655× 655		
		アニュラス空気浄化フィルタユニット入口防火兼風量調節ダンパ (2)	MS-1	φ 505		
		安全補機室空気浄化フィルタユニット入口防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	φ 455		
		ディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパ (4)	MS-1	1,510× 1,510		
		ディーゼル発電機室排気系防火兼風量調節ダンパ (4)	MS-1	1,410× 1,410		
		安全補機開閉器室循環系ケーブル処理室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	φ 255		
		安全補機開閉器室循環系ケーブル処理室第 1 防火ダンパ (1)	MS-1	φ 255		
		安全補機開閉器室給気系ケーブル処理室防火ダンパ (1)	MS-1	755× 505		
安全補機開閉器室循環系インバータ室防火兼風量調節ダンパ (2)	MS-1	φ 305				

*1: 機能は最上位の機能を示す。

表 2 (1/3) 泊 2 号炉 主要な空調設備の機能

空調設備		機能
ファン・電動機	安全補機開閉器室給気ファン	安全補機開閉器室等に安全補機開閉器室給気ユニットで冷却された空気を給気する装置。
	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。
	アニュラス空気浄化ファン	1次冷却材喪失事故時にアニュラス内に漏えいする放射性物質を浄化するためにアニュラスの空気を循環及び排気する装置。
	中央制御室給気ファン	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。
	中央制御室非常用循環ファン	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非常用空調系を浄化するために、循環空気を中央制御室非常用循環フィルタユニットに給気する装置。
	安全補機室空気浄化ファン	1次冷却材喪失事故時に安全補機室内を微負圧に維持し、排気する装置。
	中央制御室循環ファン	中央制御室内を換気及び浄化するために、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。
	ディーゼル発電機室排気ファン	ディーゼル発電機室内を冷却するために、ディーゼル発電機室内の空気を排気する装置。

表 2 (2/3) 泊 2 号炉 主要な空調設備の機能

空調設備		機能
空調 ユニット	中央制御室給気ユニット	中央制御室内の温度の調整を行う装置。
	安全補機開閉器室給気ユニット	安全補機開閉器室等の温度の調整を行う装置。
	安全補機室冷却ユニット	安全補機室の冷却を行う装置。
	アニュラス空気浄化フィルタユニット	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。
	中央制御室非常用循環フィルタユニット	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。
	安全補機室空気浄化フィルタユニット	安全補機室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。
	制御用空気圧縮機室電気ヒータ	冬季の外部電源喪失時に制御用空気圧縮機室の室温を維持するための装置。
	非管理区域空調機器室電気ヒータ	冬季の外部電源喪失時に補助建屋非管理区域空調機器室の室温を維持するための装置。
	原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ	冬季の外部電源喪失時に原子炉補機冷却水サージタンク室の室温を維持するための装置。
冷凍機	空調用冷凍機	安全補機開閉器室給気ユニット等に冷水（ヒドラジン水）を供給する装置。

表 2 (3/3) 泊 2 号炉 主要な空調設備の機能

空調設備	機能
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及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 安全補機開閉器室給気ファン
- ② 安全補機室冷却ファン
- ③ アニュラス空気浄化ファン
- ④ 中央制御室給気ファン
- ⑤ 中央制御室非常用循環ファン
- ⑥ 安全補機室空気浄化ファン
- ⑦ 中央制御室循環ファン
- ⑧ ディーゼル発電機室給気ファン
- ⑨ 制御用空気圧縮機室給気ファン
- ⑩ ディーゼル発電機室排気ファン

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	12
3. 代表機器以外への展開	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. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2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、駆動方式及び設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示すファンを型式、駆動方式及び設置場所の観点から分類すると以下の合計3つのグループに分類される。

① 遠心型一体型ファン（屋内設置）

羽根車の遠心力を利用して送風。ファンの軸と電動機が一体。

② 遠心型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。ファンと電動機がカップリングで結合。

③ 軸流型一体型ファン（屋内設置）

羽根車の翼揚力を利用して軸方向に送風。ファンの軸と電動機が一体。

1.2 代表機器の選定

(1) 遠心型一体型ファン（屋内設置）

このグループには安全補機開閉器室給気ファン及び安全補機室冷却ファンが属するが、容量が大きい安全補機開閉器室給気ファンを代表機器とする。

(2) 遠心型カップリング駆動ファン（屋内設置）

このグループにはアニュラス空気浄化ファン、中央制御室給気ファン、中央制御室非常用循環ファン及び安全補機室空気浄化ファンが属するが、容量が大きい中央制御室給気ファンを代表機器とする。

(3) 軸流型一体型ファン（屋内設置）

このグループには、中央制御室循環ファン、ディーゼル発電機室給気ファン、制御用空気圧縮機室給気ファン及びディーゼル発電機室排気ファンが属するが、容量が大きく、静圧が高いディーゼル発電機室給気ファンを代表機器とする。

表1-1 泊2号炉 ファンの主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準					代表機器の選定	
型式	駆動方式	設置場所		仕様 容量×静圧 (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*2	回転数 (rpm)	周囲温度 (℃)		
遠心型	一体型	屋内	安全補機開閉器室給気ファン(2)	約1,600×約1,579	MS-1	連続 [連続]	730	約40	◎	容量
			安全補機室冷却ファン(2)	約 220×約 932	MS-1	一時 [一時]	1,470	約40		
	カップリング 駆動	屋内	アニュラス空気浄化ファン(2)	約 100×約2,618	MS-1	一時 [一時]	2,910	約40	◎	容量
			中央制御室給気ファン(2)	約 400×約1,442	MS-1	連続 [連続]	1,470	約40		
			中央制御室非常用循環ファン(2)	約 200×約1,902	MS-1	一時 [一時]	1,470	約40		
			安全補機室空気浄化ファン(2)	約 56×約2,648	MS-1	一時 [一時]	2,910	約40		
	軸流型	一体型	屋内	中央制御室循環ファン(2)	約 400×約 520	MS-1	連続 [連続]	1,470	約40	◎
ディーゼル発電機室給気ファン(4)				約 910×約 941	MS-1	連続 [連続]	970	約40		
制御用空気圧縮機室給気ファン(2)				約 110×約 382	MS-1	一時 [一時]	1,470	約40		
ディーゼル発電機室排気ファン(4)				約 910×約 333	MS-1	連続 [連続]	980	約40		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. 代表機器の技術評価

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

- ① 安全補機開閉器室給気ファン
- ② 中央制御室給気ファン
- ③ ディーゼル発電機室給気ファン

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 安全補機開閉器室給気ファン

(1) 構造

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ファンは, 遠心型一体型ファンであり, 2台設置されている。

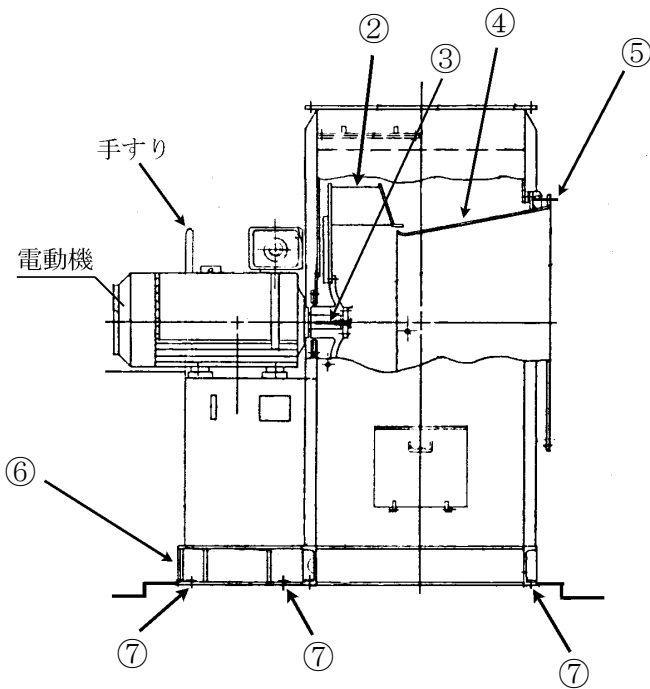
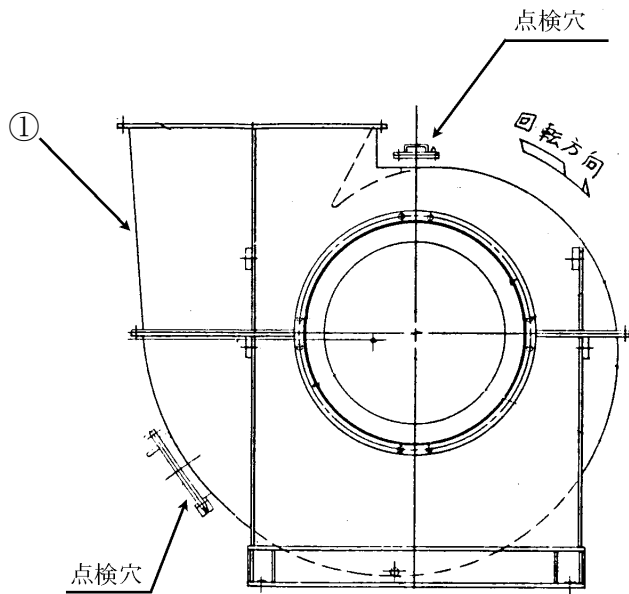
ケーシング, 主軸, 羽根車には炭素鋼を使用している。

羽根車は電動機の主軸に直接取付けており, 電動機軸と一体で駆動し回転する。

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ファンの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	羽根車
③	主軸
④	吸込口
⑤	吸込口取付ボルト
⑥	共通架台
⑦	基礎ボルト

図2.1-1 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ファン構造図

表2.1-1 泊2号炉 安全補機開閉器室給気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
	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 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ファンの使用条件

容量	約1,600m ³ /min
静圧	約1,579Pa[gage]
回転数	730rpm
設置場所	屋内
周囲温度	約40℃

2.1.2 中央制御室給気ファン

(1) 構造

泊2号炉の中央制御室給気ファンは、遠心型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。

羽根車軸と電動機軸とはカップリングで結合され駆動する。

泊2号炉の中央制御室給気ファンの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の中央制御室給気ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

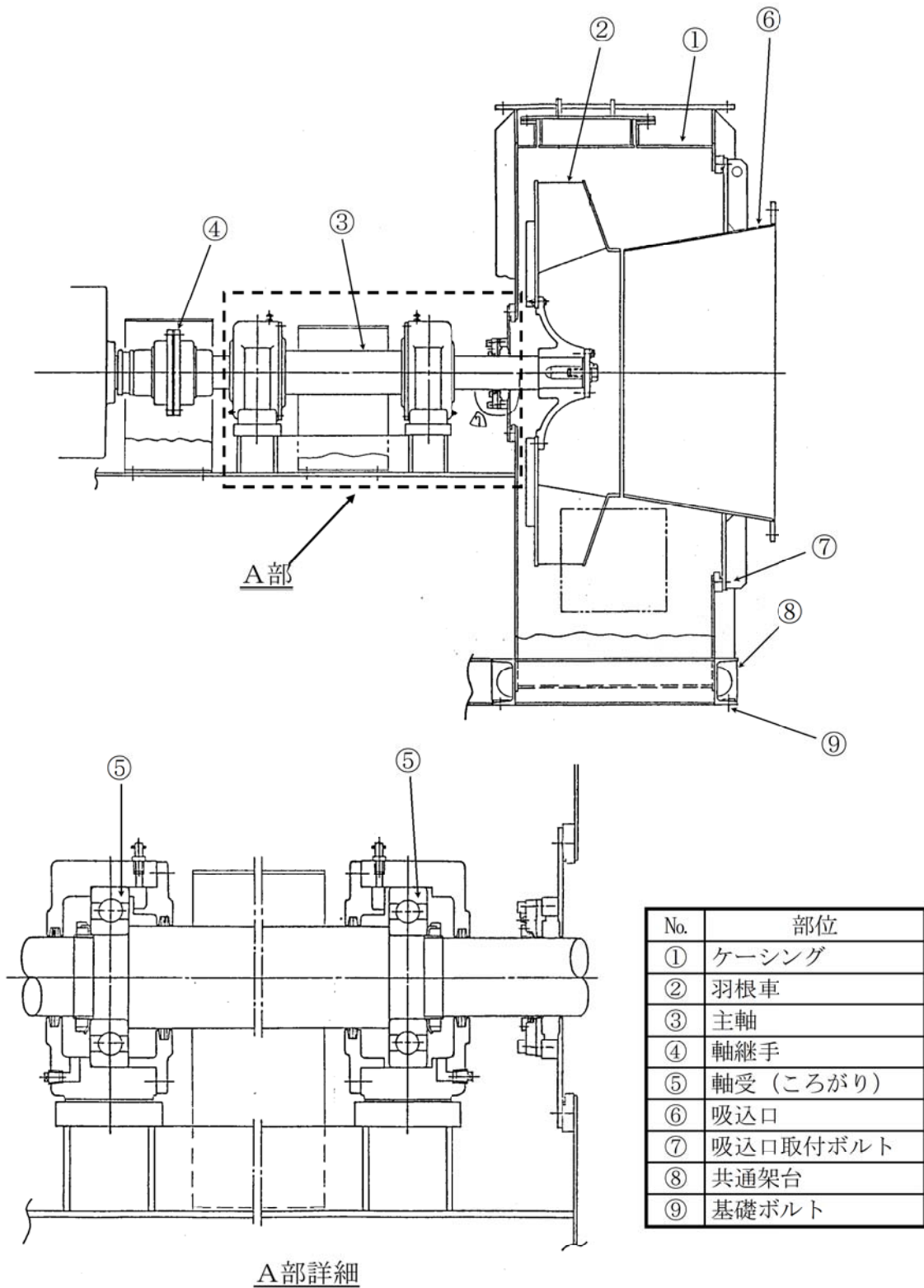


図2.1-2 泊2号炉 中央制御室給気ファン構造図

表2.1-3 泊2号炉 中央制御室給気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 泊2号炉 中央制御室給気ファンの使用条件

容量	約400m ³ /min
静圧	約1,442Pa[gage]
回転数	1,470rpm
設置場所	屋内
周囲温度	約40℃

2.1.3 ディーゼル発電機室給気ファン

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル発電機室給気ファンは、軸流型一体型ファンであり、4台設置されている。

ケーシング、主軸及び羽根車には炭素鋼を使用している。

羽根車は電動機の主軸に直接取付けており、電動機軸と一体で駆動し回転する。

泊2号炉のディーゼル発電機室給気ファンの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル発電機室給気ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。

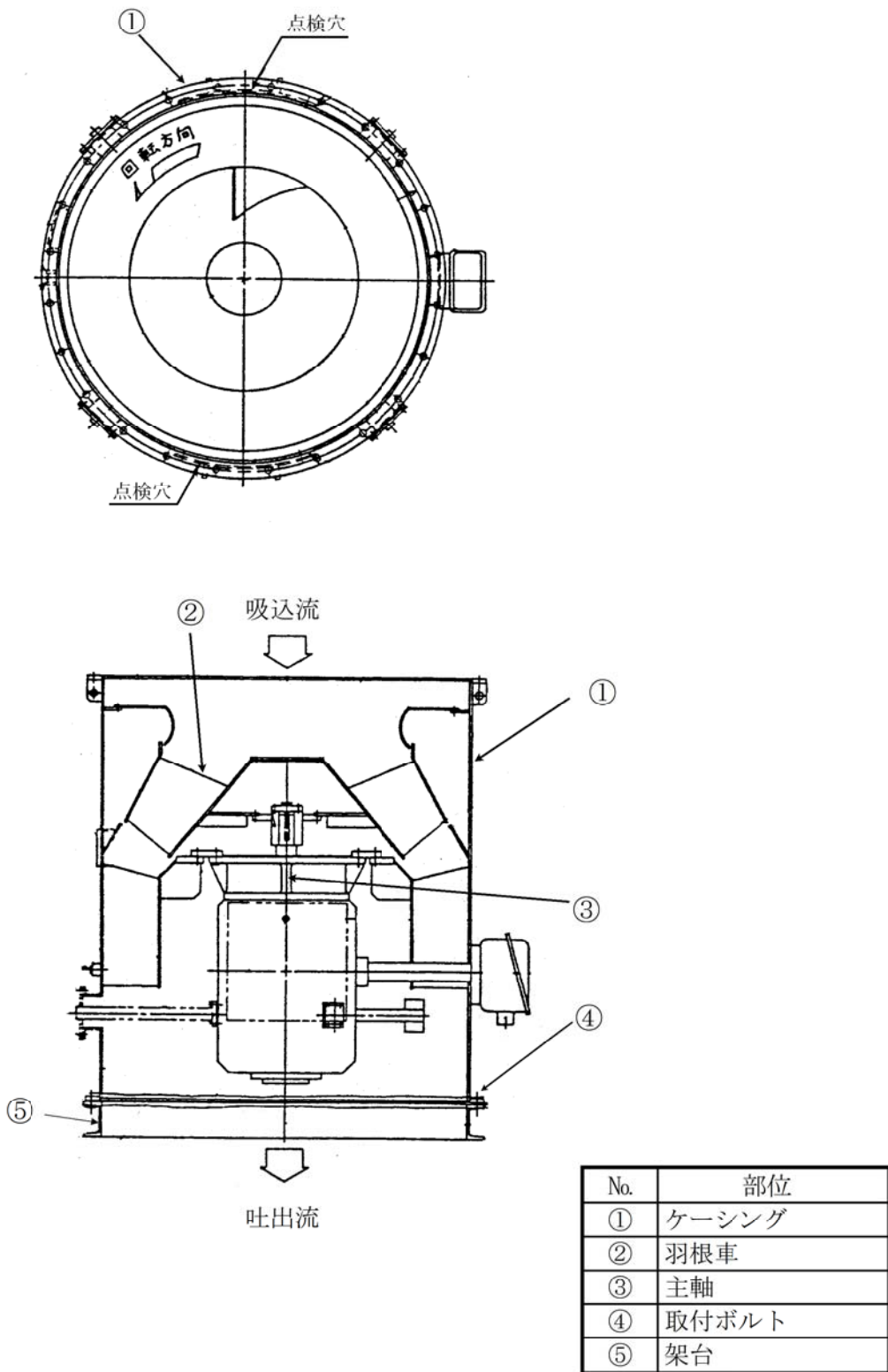


図2.1-3 泊2号炉 ディーゼル発電機室給気ファン構造図

表2.1-5 泊2号炉 ディーゼル発電機室給気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
支持・固定	取付ボルト	炭素鋼
	架台	炭素鋼

表2.1-6 泊2号炉 ディーゼル発電機室給気ファンの使用条件

容量	約910m ³ /min
静圧	約941Pa[gage]
回転数	970rpm
設置場所	屋内
周囲温度	約40℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ファンの機能である送風機能を維持するためには次の2つの項目が必要である。

- ① 送風機能の維持
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ファン個々について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（回転数、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

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

(1) ケーシング等の腐食（全面腐食）〔共通〕

ケーシング、共通架台、架台、吸込口及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、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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〕

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。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策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 [中央制御室給気ファン]

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。

しかしながら、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。

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

(4) 主軸 [共通] 及び軸継手 [中央制御室給気ファン] の腐食 (全面腐食)

主軸及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 [共通]

ファン運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下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、巡視点検等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(6) 取付ボルトの腐食 (全面腐食) [ディーゼル発電機室給気ファン]

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） [安全補機開閉器室給気ファン，中央制御室給気ファン]

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。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）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(1/3) 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
送風機能の維持	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					
	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) 泊2号炉 中央制御室給気ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象						備考	
				減肉		割れ		材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
送風機能の 維持	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		△						
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(3/3) 泊2号炉 ディーゼル発電機室給気ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
				減肉		割れ		材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
送風機能の維持	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					
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	架台		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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 安全補機室冷却ファン
- ② アニュラス空気浄化ファン
- ③ 中央制御室非常用循環ファン
- ④ 安全補機室空気浄化ファン
- ⑤ 中央制御室循環ファン
- ⑥ 制御用空気圧縮機室給気ファン
- ⑦ ディーゼル発電機室排気ファン

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

3.1.1 ケーシング等の腐食（全面腐食）〔共通〕

ケーシング、共通架台、架台、支持脚、吸込口及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、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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〕

羽根車は炭素鋼又はアルミニウム合金であり、腐食が想定される。

しかしながら、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。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策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〔アニュラス空気浄化ファン，中央制御室非常用循環ファン，安全補機室空気浄化ファン〕

ころがり軸受を使用しているファンについては、軸受と主軸の接触面で摩耗が想定される。

しかしながら、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。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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 主軸〔共通〕及び軸継手〔アニュラス空気浄化ファン，中央制御室非常用循環ファン，安全補機室空気浄化ファン〕の腐食（全面腐食）

主軸及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〔共通〕

ファン運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下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、巡視点検等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認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 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔制御用空気圧縮機室給気ファン，ディーゼル発電機室排気ファン〕

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。

3.1.7 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔安全補機室冷却ファン，アニュラス空気浄化ファン，中央制御室非常用循環ファン，安全補機室空気浄化ファン，中央制御室循環ファン〕

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 電動機

[対象機器]

- ① 安全補機開閉器室給気ファン用電動機
- ② 安全補機室冷却ファン用電動機
- ③ アニュラス空気浄化ファン用電動機
- ④ 中央制御室給気ファン用電動機
- ⑤ 中央制御室非常用循環ファン用電動機
- ⑥ 安全補機室空気浄化ファン用電動機
- ⑦ 中央制御室循環ファン用電動機
- ⑧ ディーゼル発電機室給気ファン用電動機
- ⑨ 制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機
- ⑩ ディーゼル発電機室排気ファン用電動機
- ⑪ 空調用冷水ポンプ用電動機
- ⑫ 空調用冷凍機用電動機

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	9
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	15
3. 代表機器以外への展開	22
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	22
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	23

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2号炉で使用されている電動機的主要仕様を表1-1に示す。

これらの電動機を電圧区分、型式及び設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す電動機を電圧区分、型式及び設置場所に分類すると合計2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 電圧区分：低圧，型式：全閉形（屋内設置）

このグループには、安全補機開閉器室給気ファン用電動機、安全補機室冷却ファン用電動機、アニュラス空気浄化ファン用電動機等が属するが、出力が大きい安全補機開閉器室給気ファン用電動機を代表機器とする。

(2) 電圧区分：低圧，型式：密閉形（屋内設置）

このグループには、空調用冷凍機用電動機のみが属するため、空調用冷凍機用電動機を代表機器とする。

表1-1 泊2号炉 電動機的主要仕様

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	使用条件			代表 機器	選定 理由
						運転 状態*2	電圧 (V)	周囲温度 (℃)		
低圧	全閉	屋内	安全補機開閉器室給気ファン用電動機 (2)	75×730	MS-1	連続 [連続]	440	約40	◎	出力
			安全補機室冷却ファン用電動機 (2)	7.5×1,440	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			アニュラス空気浄化ファン用電動機 (2)	11×2,910	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			中央制御室給気ファン用電動機 (2)	22×1,460	MS-1	連続 [連続]	440	約40		
			中央制御室非常用循環ファン用電動機 (2)	15×1,450	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			安全補機室空気浄化ファン用電動機 (2)	5.5×2,880	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			中央制御室循環ファン用電動機 (2)	11×1,460	MS-1	連続 [連続]	440	約40		
			ディーゼル発電機室給気ファン用電動機 (4)	37×970	MS-1	連続 [連続]	440	約40		
			制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機 (2)	2.2×1,430	MS-1	一時 [一時]	440	約40		
			ディーゼル発電機室排気ファン用電動機 (4)	15×970	MS-1	連続 [連続]	440	約40		
	空調用冷水ポンプ用電動機 (4)	30×2,950	MS-1	連続 [連続]	440	約40				
密閉		空調用冷凍機用電動機 (4)	105×2,940	MS-1	連続 [連続]	440	約40	◎		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時、下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の2種類の電動機について技術評価を実施する。

- ① 安全補機開閉器室給気ファン用電動機
- ② 空調用冷凍機用電動機

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 安全補機開閉器室給気ファン用電動機

(1) 構造

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ファン用電動機は、定格出力75kW、定格回転数730rpmの全閉屋内形三相誘導電動機であり、2台設置されている。

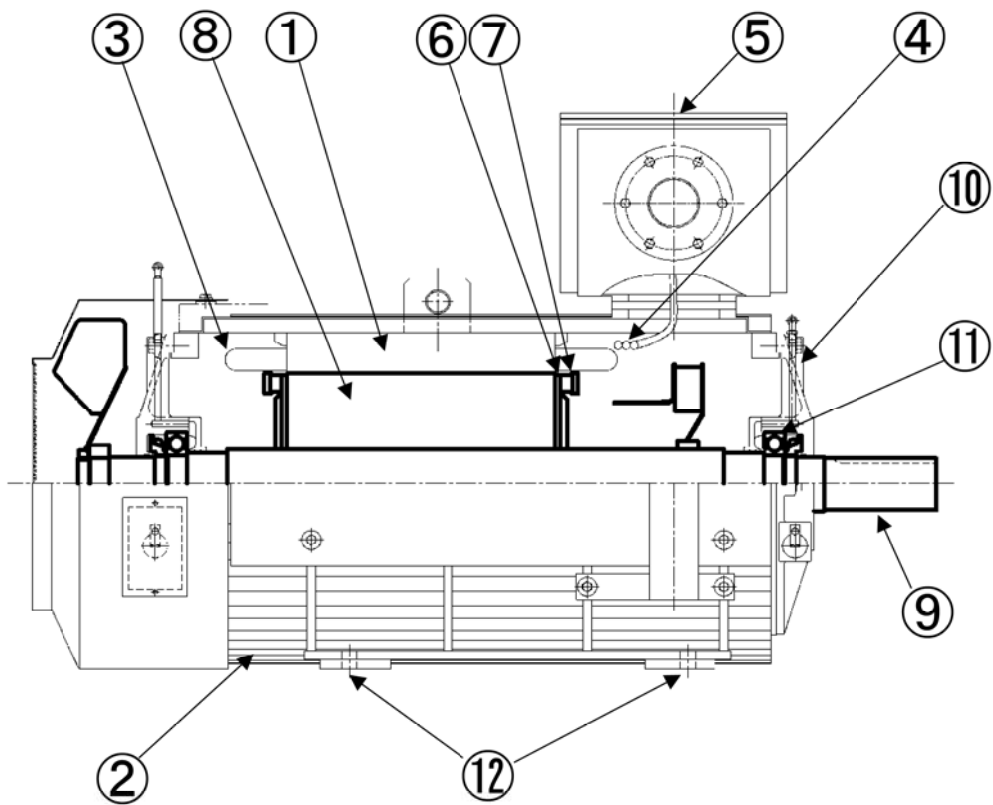
主軸は炭素鋼が使用されており、負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取り付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受を備えている。

また、フレーム、ブラケット間の取付ボルトを緩め、ブラケットを取り外して、回転子（主軸を含む）を外に取り出すことにより、固定子や回転子は点検手入れが可能である。

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ファン用電動機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ファン用電動機の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



注：太線部は回転部を示す。

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

図2.1-1 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ファン用電動機構造図

表2.1-1 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ファン用電動機主要部位の使用材料

部位		材料
固定子組立品	固定子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	フレーム	炭素鋼
	固定子コイル	銅，ポリエステルイミド，ポリアミドイミド／ポリエステル樹脂（F種絶縁）
	口出線	銅，シリコーンゴム（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（ワニス処理）
	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2.1-2 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ファン用電動機の使用条件

定格出力	75kW
周囲温度	約40℃*1
定格電圧	440V
定格回転数	730rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.2 空調用冷凍機用電動機

(1) 構造

泊2号炉の空調用冷凍機用電動機は、定格出力105kW、定格回転数2,940rpmの密閉屋内形三相誘導電動機であり、4台設置されている。

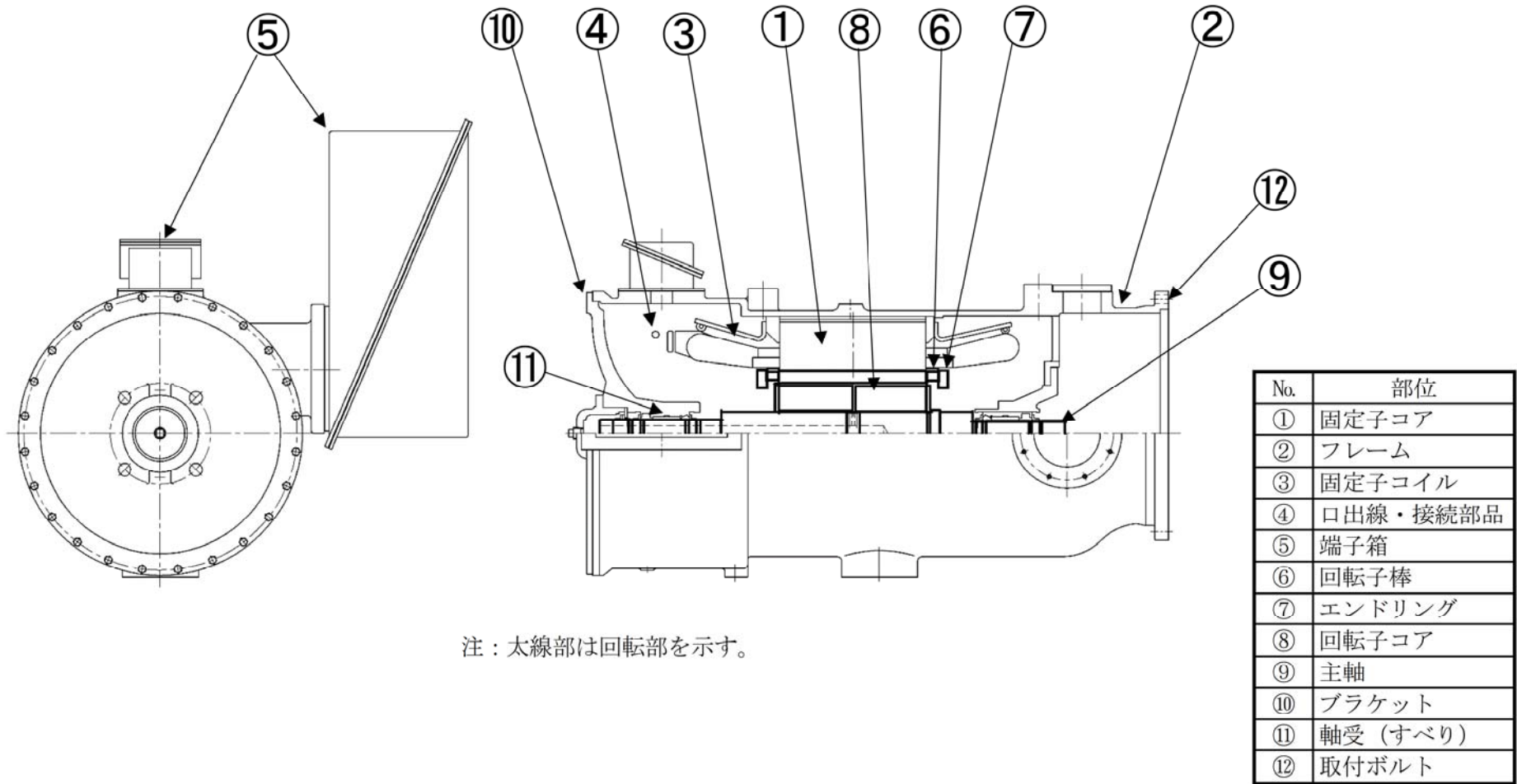
主軸は炭素鋼が使用されており、負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取り付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受を備えている。

また、フレーム、ブラケット間の取付ボルトを緩め、ブラケットを取り外して、回転子（主軸を含む）を外に取り出すことにより、固定子や回転子は点検手入れが可能である。

泊2号炉の空調用冷凍機用電動機の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の空調用冷凍機用電動機の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



注：太線部は回転部を示す。

図2.1-2 泊2号炉 空調用冷凍機用電動機構造図

表2.1-3 泊2号炉 空調用冷凍機用電動機主要部位の使用材料

部位		材料
固定子組立品	固定子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	フレーム	鋳鉄
	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，シリコーンゴム，マイカ，エポキシ樹脂（B種絶縁）
	端子箱	炭素鋼
回転子組立品	回転子棒・エンドリング	銅合金
	回転子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	主軸	炭素鋼
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
支持組立品	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-4 泊2号炉 空調用冷凍機用電動機の使用条件

定格出力	105kW
周囲温度	約40℃*1
定格電圧	440V
定格回転数	2,940rpm

*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

電動機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

電動機個々について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（電圧、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1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) 固定子コイル及び口出線〔共通〕，接続部品〔空調用冷凍機用電動機〕の絶縁低下

固定子コイル，口出線及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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食） [共通]

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コアはワニス処理、回転子コアはワニス処理又は塗装により腐食を防止している。

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

なお、分解点検時の目視確認により機器の健全性を確認している。

(2) フレーム、端子箱及びブラケットの腐食（全面腐食） [共通]

フレーム、端子箱及びブラケットは炭素鋼又は鋳鉄であり、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、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、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]

安全補機開閉器室給気ファン用電動機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。

しかしながら、分解点検時の目視確認及び寸法計測により機器の健全性を確認している。

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

空調用冷凍機用電動機は、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の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。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により機器の健全性を確認している。

(5) 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

電動機運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下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、電動機設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお、試運転時等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認により機器の健全性を確認している。

(6) 取付ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

取付ボルトは炭素鋼であり腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜又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又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 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり及びすべり）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 (1/2) 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ファン用電動機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	特性	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の確保	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，ポリエステルイミド，ポリアミドイミド／ポリエステル樹脂					○				
	口出線		銅，シリコーンゴム					○				
	端子箱		炭素鋼		△							
	回転子棒・エンドリング		銅合金			△						
	回転子コア		珪素鋼板		△							
	主軸		炭素鋼	△		△*1						
	ブラケット		鋳鉄		△							
	軸受（ころがり）	◎	—									
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1 (2/2) 泊2号炉 空調用冷凍機用電動機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	特性	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の確保	固定子コア		珪素鋼板		△							*1：高サイクル疲労割れ
	フレーム		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	△		△*1						
	ブラケット		鋳鉄		△							
	軸受(すべり)	◎	—									
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 固定子コイル及び口出線〔共通〕，接続部品〔空調用冷凍機用電動機〕の絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイルは固定子コアの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，電動機を駆動するための電力を受給するもので，固定子コイルと同様に絶縁を施している。

なお，接続部品は，固定子コイル間及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。

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり，機械的，熱的，電氣的，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。

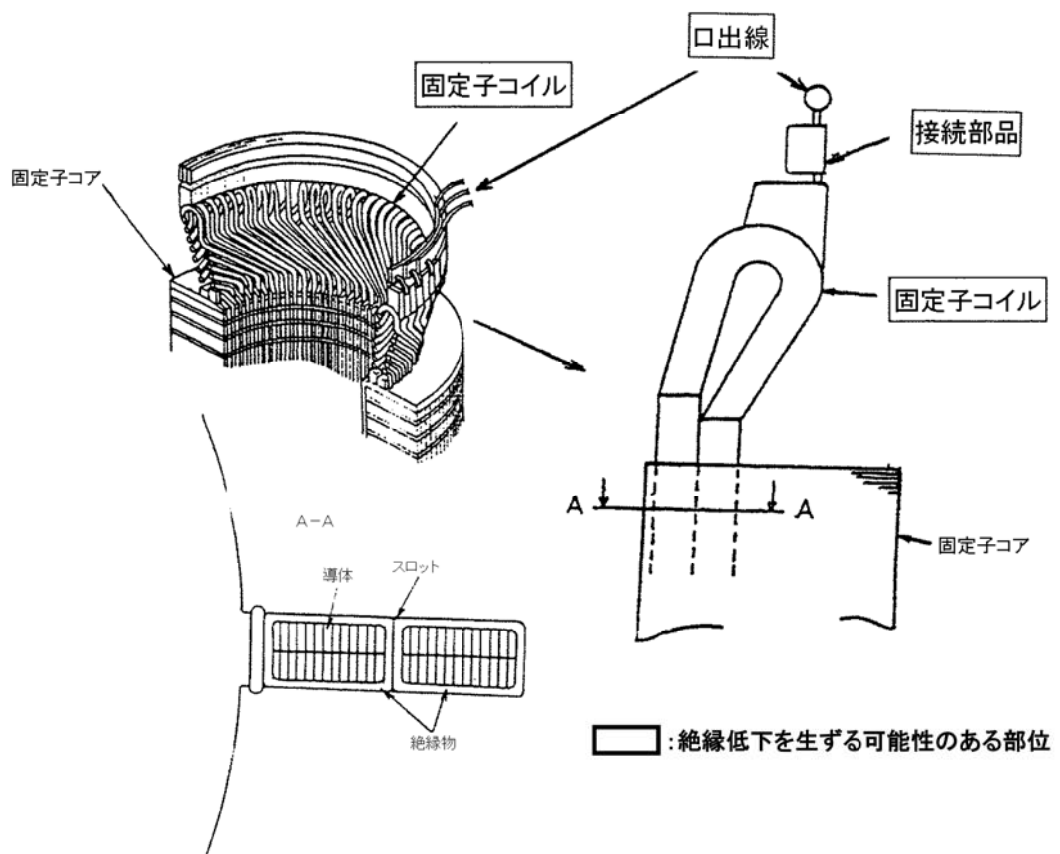


図2.3-1 泊2号炉 固定子コイル及び口出線〔共通〕，
接続部品〔空調用冷凍機用電動機〕の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

低圧の電動機の固定子コイルの健全性評価は、同種の一般的な低圧コイルの絶縁低下に対する評価方法を用いる。ここでは、IEEE Std. 117-1956「IEEE Standard Test Procedure for Evaluation of Systems of Insulating Materials for Random-Wound Electric Machinery」（以下「IEEE Std. 117-1956」という。）の規格に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、環境及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、電動機はこれらの劣化要因が複合するため、複合劣化の試験条件で固定子コイルの長期健全性を評価する。

評価手順を図2.3-2に、試験条件を表2.3-1に、ヒートサイクル方法例を図2.3-3に示す。

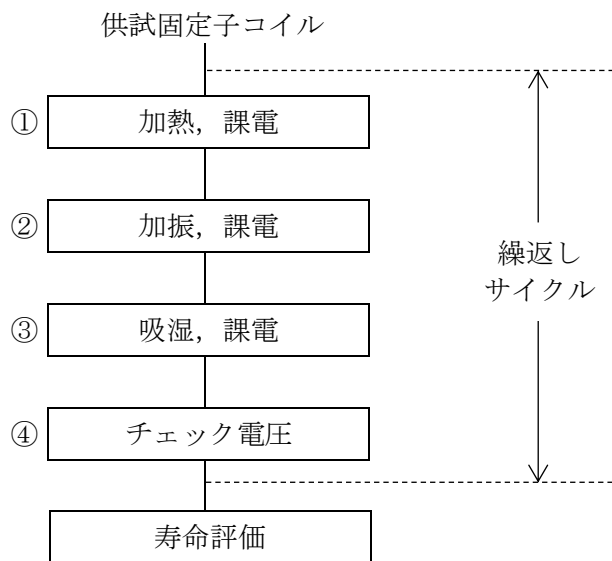


図2.3-2 固定子コイル長期健全性評価手順

図2.3-2の評価手順①, 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℃及び220℃での耐熱寿命を基にアレニウス則*1が成り立つと仮定して定数A, Bを求め, 耐熱寿命曲線を得る。

*1: アレニウス則

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

Y: 寿命時間 (hr)
 t: 運転温度 (°C)
 A, B: 定数
 logY: 自然対数

この耐熱寿命曲線は, 電動機に適用している絶縁固有の特性を表す。
 この(1)式に当該電動機の運転温度*2 t(°C)を代入して, 寿命を求める。
 この寿命で絶縁寿命を決定する。

*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) 及び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)

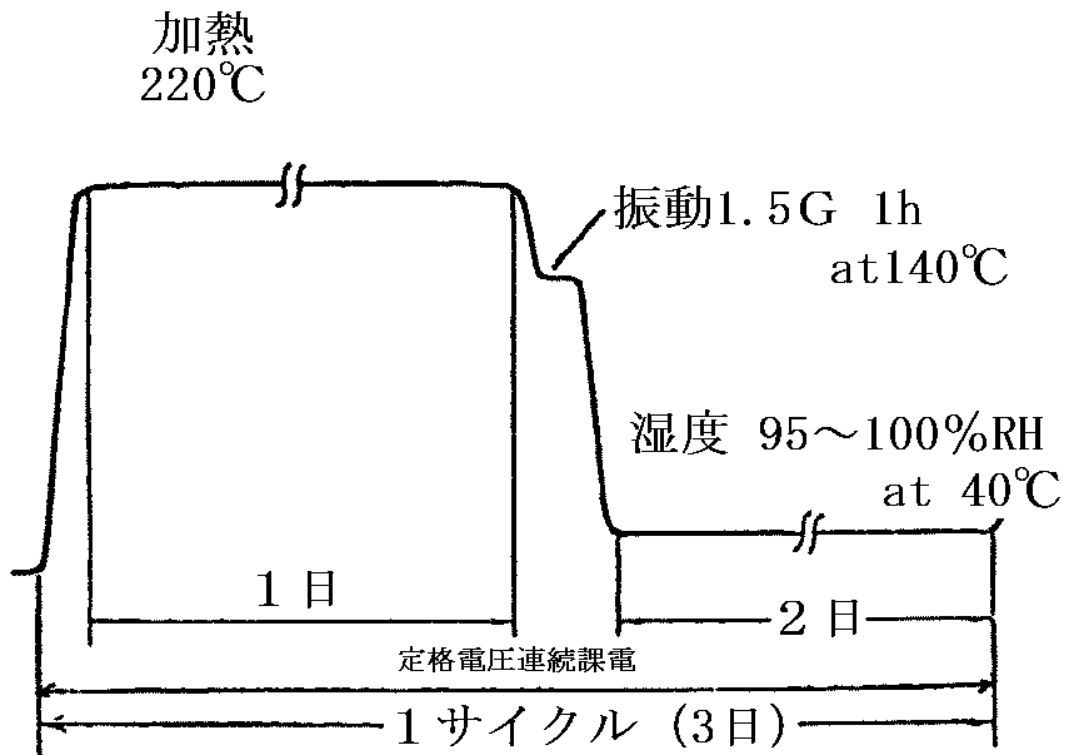


図2.3-3 ヒートサイクル方法例 (試験条件 2)

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、機器の設置経過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： $1.5E=1.5\times 440$ [V] =660 [V]）に低下するのが16.5～25年となるため、固定子コイルの運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、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及び旧機のコイル破壊電圧による評価で用いた供試体にはともに口出線・接続部品が含まれていることから、口出線・接続部品の運転に必要な絶縁耐力を保有する期間は、固定子コイルと同様の年数と判断する。

固定子コイルを更新した旧機コイルの破壊電圧を測定した。
 その結果を基に、運転年数とコイルの破壊電圧の関係を求め平均値
 と95%下限値が安全運転下限値まで低下する運転年数を求めたもの。
 ○:旧機コイルの実測データ

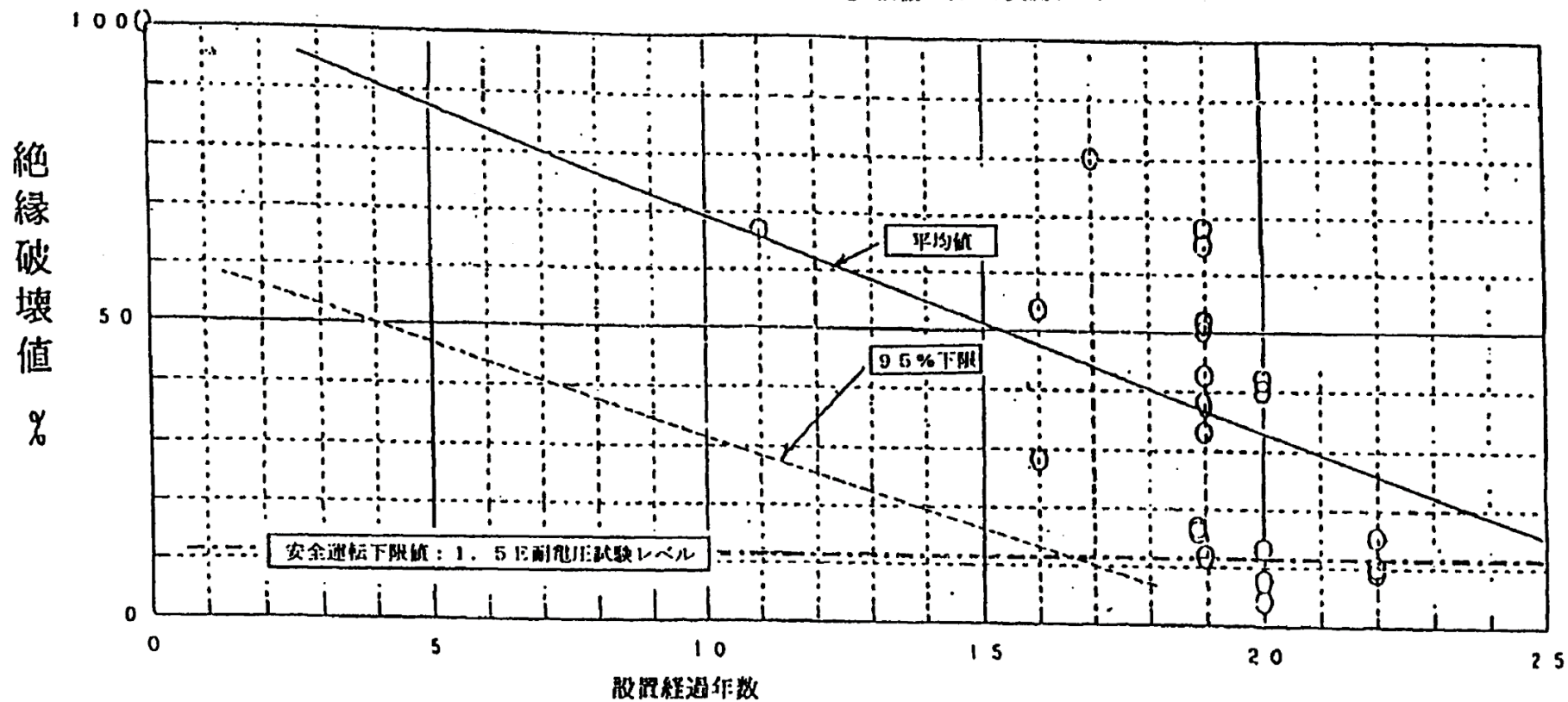


図2.3-4 機器の設置経過年数と絶縁破壊値の関係

[出典：メーカーデータ]

② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により、許容値以上であることの確認を行っている。

また、絶縁抵抗測定の結果に基づき、必要により洗浄、乾燥、絶縁補修若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、固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、16～16.5年以降において発生の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、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、絶縁補修処理若しくは取替を実施していく。

3. 代表機器以外への展開

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

なお、経年劣化事象の抽出に当たっては、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 安全補機室冷却ファン用電動機
- ② アニュラス空気浄化ファン用電動機
- ③ 中央制御室給気ファン用電動機
- ④ 中央制御室非常用循環ファン用電動機
- ⑤ 安全補機室空気浄化ファン用電動機
- ⑥ 中央制御室循環ファン用電動機
- ⑦ ディーゼル発電機室給気ファン用電動機
- ⑧ 制御用空気圧縮機室給気ファン用電動機
- ⑨ ディーゼル発電機室排気ファン用電動機
- ⑩ 空調用冷水ポンプ用電動機

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 固定子コイル及び口出線の絶縁低下 [共通]

いずれの空調用電動機も絶縁仕様、使用環境等は代表機器と同等又は同等以上であり、長期間の運転を考慮すると固定子コイル及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、固定子コイル及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、絶縁補修処理若しくは取替を実施していく。

なお、安全補機室冷却ファン用電動機等は管理区域内に設置されており、放射線による絶縁低下が想定されるが、運転中の線量率は十分低く、放射線の影響については軽微であると考え、健全性評価における劣化要因とはしていない。（電気学会絶縁材料研究会資料 EIM-79-99, NB-79-21 「エポキシ樹脂の放射線照射による物性変化」）

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食） [共通]

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理又は塗装により腐食を防止している。

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

なお、分解点検時の目視確認により機器の健全性を確認している。

3.2.2 フレーム、端子箱及びブラケットの腐食（全面腐食） [共通]

フレーム、端子箱及びブラケットは鋳鉄又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内外面とも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、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、回転子棒・エンドリングについては、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、疲労割れが想定されず、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。

3.2.4 主軸の摩耗 [共通]

主軸については、軸受（ころがり）との接触面で摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認及び寸法計測により機器の健全性を確認している。

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

3.2.5 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

電動機運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下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、電動機設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお、試運転時等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認により機器の健全性を確認している。

3.2.6 取付ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗装又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗膜又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 空調ユニット

[対象機器]

- ①中央制御室給気ユニット
- ②安全補機開閉器室給気ユニット
- ③安全補機室冷却ユニット
- ④アニュラス空気浄化フィルタユニット
- ⑤中央制御室非常用循環フィルタユニット
- ⑥安全補機室空気浄化フィルタユニット
- ⑦制御用空気圧縮機室電気ヒータ
- ⑧非管理区域空調機器室電気ヒータ
- ⑨原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	7
3. 代表機器以外への展開	11
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	11

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2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及び結果

表1-1に示す空調ユニットを型式の観点で分類すると、1つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) エアハンドリングユニット

このグループには、中央制御室給気ユニット、安全補機開閉器室給気ユニット、安全補機室冷却ユニット、アニュラス空気浄化フィルタユニット、中央制御室非常用循環フィルタユニット、安全補機室空気浄化フィルタユニット、制御用空気圧縮機室電気ヒータ、非管理区域空調機器室電気ヒータ及び原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータが属するが、容量が大きい安全補機開閉器室給気ユニットを代表機器とする。

表1-1 泊2号炉 空調ユニットの主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	仕様 容量 (m ³ /min)	選定基準			代表機器の選定	
			重要度*1	運転状態*2	構成品	代表 機器	選定理由
エアハンドリング ユニット	中央制御室給気ユニット (2)	約 400	MS-1	連続 [連続]	電気加熱コイル, 冷水冷却コイル, 粗フィルタ	◎	容量
	安全補機開閉器室給気ユニット (2)	約1,600	MS-1	連続 [連続]	冷水冷却コイル, 粗フィルタ		
	安全補機室冷却ユニット (2)	約 220	MS-1	一時 [一時]	冷水冷却コイル, 粗フィルタ		
	アニュラス空気浄化フィルタユニット (2)	約 100	MS-1	一時 [一時]	電気加熱コイル, 除湿フィルタ, 微粒子フィルタ, よう素フィルタ		
	中央制御室非常用循環フィルタユニット (1)	約 200	MS-1	一時 [一時]	電気加熱コイル, 微粒子フィルタ, よう素フィルタ		
	安全補機室空気浄化フィルタユニット (1)	約 56	MS-1	一時 [一時]	電気加熱コイル, 除湿フィルタ, 微粒子フィルタ, よう素フィルタ		
	制御用空気圧縮機室電気ヒータ (2)	約 20	MS-2	一時 [一時]	電気加熱コイル, ファン用電動機		
	非管理区域空調機器室電気ヒータ (4)	約 100	MS-2	一時 [一時]	電気加熱コイル, ファン用電動機		
	原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ (2)	約 20	MS-2	一時 [一時]	電気加熱コイル, ファン用電動機		

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の空調ユニットについて技術評価を実施する。

① 安全補機開閉器室給気ユニット

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 安全補機開閉器室給気ユニット

(1) 構造

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ユニットは, 冷却機能を有する冷水冷却コイル及び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及び外板で構成されている。

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ユニットの構造図を図2.1-1及び図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ユニット主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

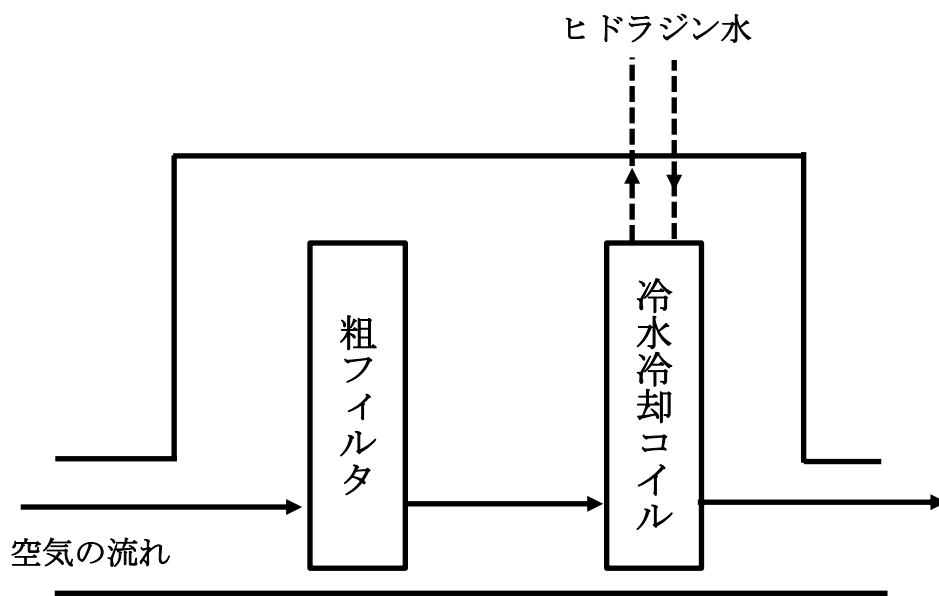
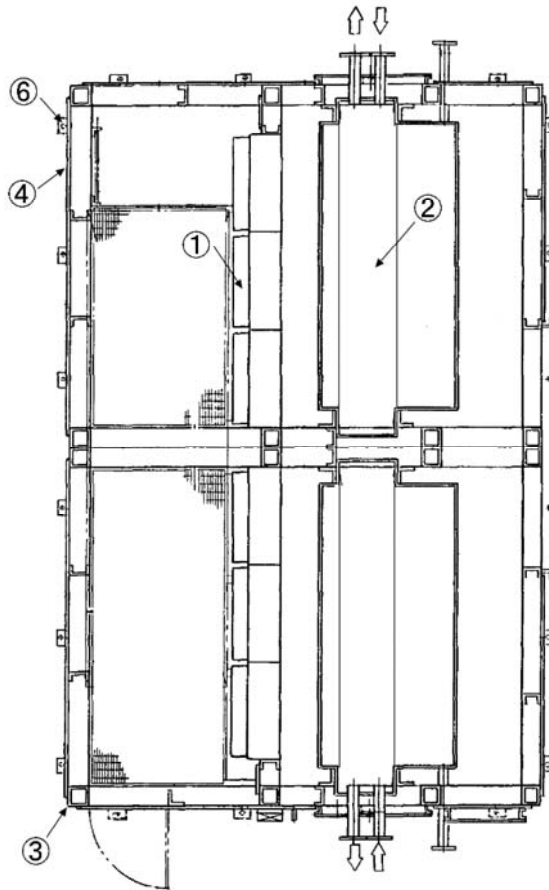


図2.1-1 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ユニットの構成図



No.	部位
①	粗フィルタ
②	冷水冷却コイル
③	骨組鋼材
④	外板
⑤	取付ボルト
⑥	基礎ボルト

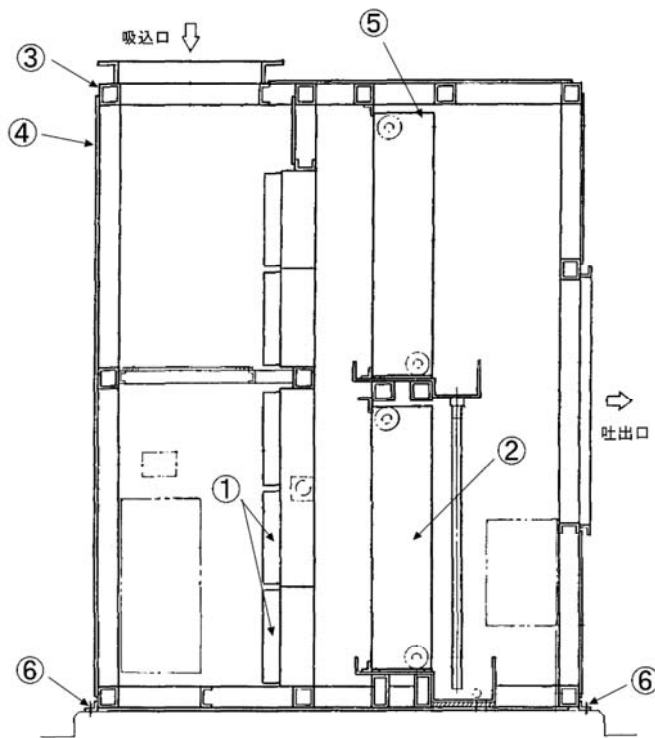


図2.1-2 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ユニット構造図

表2.1-1 泊2号炉 安全補機開閉器室給気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
	冷水冷却コイル	銅合金
ユニット構造部	骨組鋼材	炭素鋼
	外板	炭素鋼
支持・固定	取付ボルト	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ユニットの使用条件

容量	約1,600m 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

安全補機開閉器室給気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

安全補機開閉器室給気ユニットについて、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、使用条件及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

(1) 骨組鋼材及び外板の腐食（全面腐食）

骨組鋼材及び外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗膜又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) 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、巡視点検等の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）

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。

(4) 冷水冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食）

冷水冷却コイルは銅合金であり，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にあることから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

粗フィルタは巡視点検等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 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
				減肉		割れ		材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
加熱・冷却機能, 空気浄化機能の確保	粗フィルタ	◎	—								
	冷水冷却コイル		銅合金		▲						
	骨組鋼材		炭素鋼		△						
	外板		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）

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

3. 代表機器以外への展開

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

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

- ①中央制御室給気ユニット
- ②安全補機室冷却ユニット
- ③アニュラス空気浄化フィルタユニット
- ④中央制御室非常用循環フィルタユニット
- ⑤安全補機室空気浄化フィルタユニット
- ⑥制御用空気圧縮機室電気ヒータ
- ⑦非管理区域空調機器室電気ヒータ
- ⑧原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ

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

3.1.1 骨組鋼材及び外板等の腐食（全面腐食） [共通]

骨組鋼材、外板、ケース、架台及び埋込金物（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、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗膜又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。

3.1.2 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔中央制御室給気ユニット，安全補機室冷却ユニット，制御用空気圧縮機室電気ヒータ，非管理区域空調機器室電気ヒータ，原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ〕

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。

3.1.3 電気加熱コイルの絶縁低下〔中央制御室給気ユニット，アニュラス空気浄化フィルタユニット，中央制御室非常用循環フィルタユニット，安全補機室空気浄化フィルタユニット，制御用空気圧縮機室電気ヒータ，非管理区域空調機器室電気ヒータ，原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ〕

電気加熱コイルは絶縁物の経年劣化により，絶縁低下が想定される。

しかしながら，機器点検時に絶縁抵抗測定で，有意な絶縁低下がないことを確認している。

電気加熱コイルはAトレン及びBトレンの2系列使用としており，仮に片側1系列が機能を喪失した場合でも，1系列で機能の維持が可能であり，電気加熱コイルの取替を行うことで対応可能である。

したがって，電気加熱コイルの絶縁低下は，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

- 3.1.4 電気ヒータファン用電動機の絶縁低下 [制御用空気圧縮機室電気ヒータ, 非管理区域空調機器室電気ヒータ, 原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ]
電気ヒータファン用電動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。

しかしながら, 連続使用でなく, 室温低下時のみの使用であることから, 発熱による温度上昇は小さい。

また, 塵埃, 湿分等の付着による絶縁低下については, 屋内設置であり, 発生の可能性は小さいと考える。

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

なお, 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。

- 3.1.5 基礎ボルトの腐食 (全面腐食) [中央制御室給気ユニット, 安全補機室冷却ユニット, アニュラス空気浄化フィルタユニット, 中央制御室非常用循環フィルタユニット, 安全補機室空気浄化フィルタユニット]

基礎ボルトは炭素鋼であり, 腐食が想定される。

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。

3.1.6 冷水冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食）〔中央制御室給気ユニット，安全補機室冷却ユニット〕

冷水冷却コイルは銅合金であり，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にあることから，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.1.7 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）〔制御用空気圧縮機室電気ヒータ，非管理区域空調機器室電気ヒータ，原子炉補機冷却水サージタンク室電気ヒータ〕

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 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, 材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	11

1. 技術評価対象機器

泊2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 泊2号炉 冷凍機的主要仕様

機器名称 (台数)	仕様 (容量)	重要度*1	使用条件	構成品	
			運転状態*2		
空調用冷凍機 (4)	362,900 kcal/h (冷凍能力)	MS-1	連続 [連続]	本体	圧縮機, 凝縮器, 蒸 発器, 電動機*3, 吸込 管
				冷水 系統	空調用冷水膨張タン ク, 空調用冷水ポン プ, 電動機*3, 配管

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3: 電動機については, 本評価書の電動機にて評価している。

2. 空調用冷凍機の技術評価

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 空調用冷凍機

(1) 構造

泊2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，安全補機開閉器室給気ユニット等に冷水（ヒドラジン水）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，凝縮器及び蒸発器は1つの胴内に納められている構造である。

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（ヒドラジン水），冷媒（フルオロカーボン）に接している。

また，冷水系統の配管等には炭素鋼を使用している。

泊2号炉の空調用冷凍機及び冷水系統の構成図等を図2.1-1～図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の空調用冷凍機及び冷水系統の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

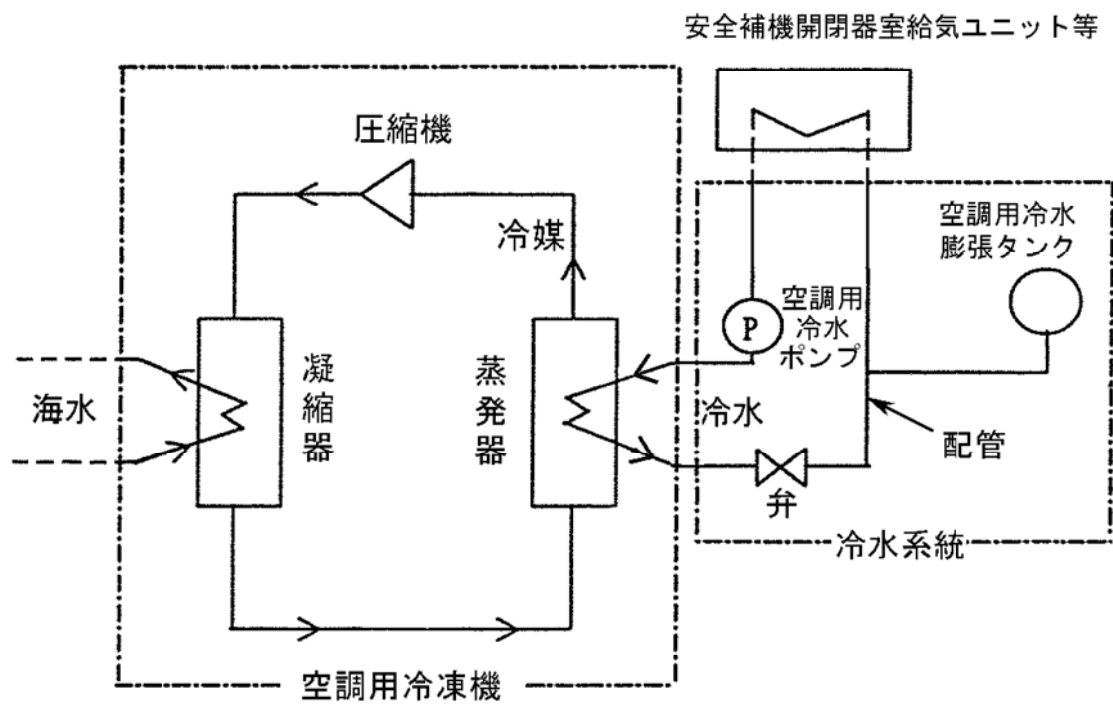
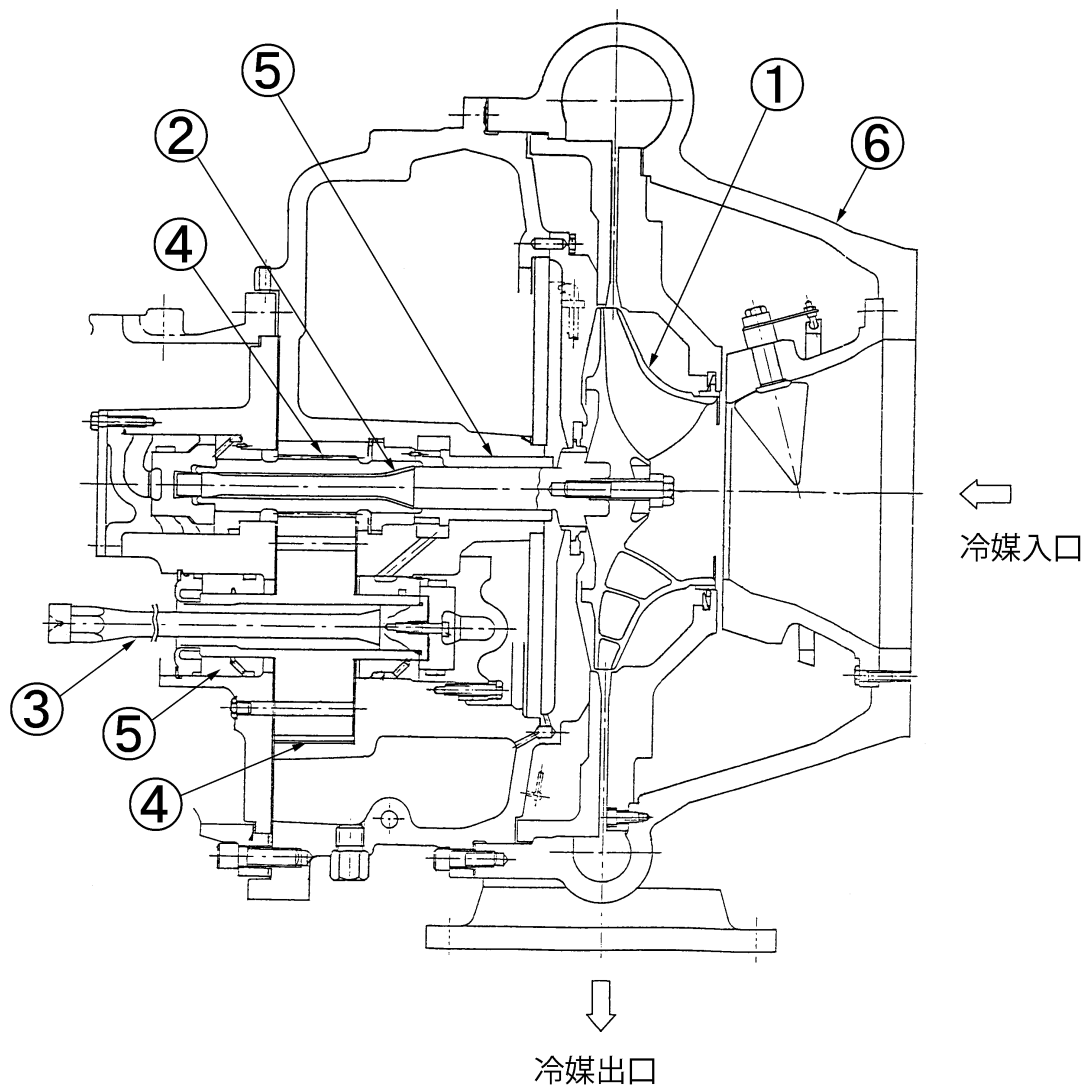
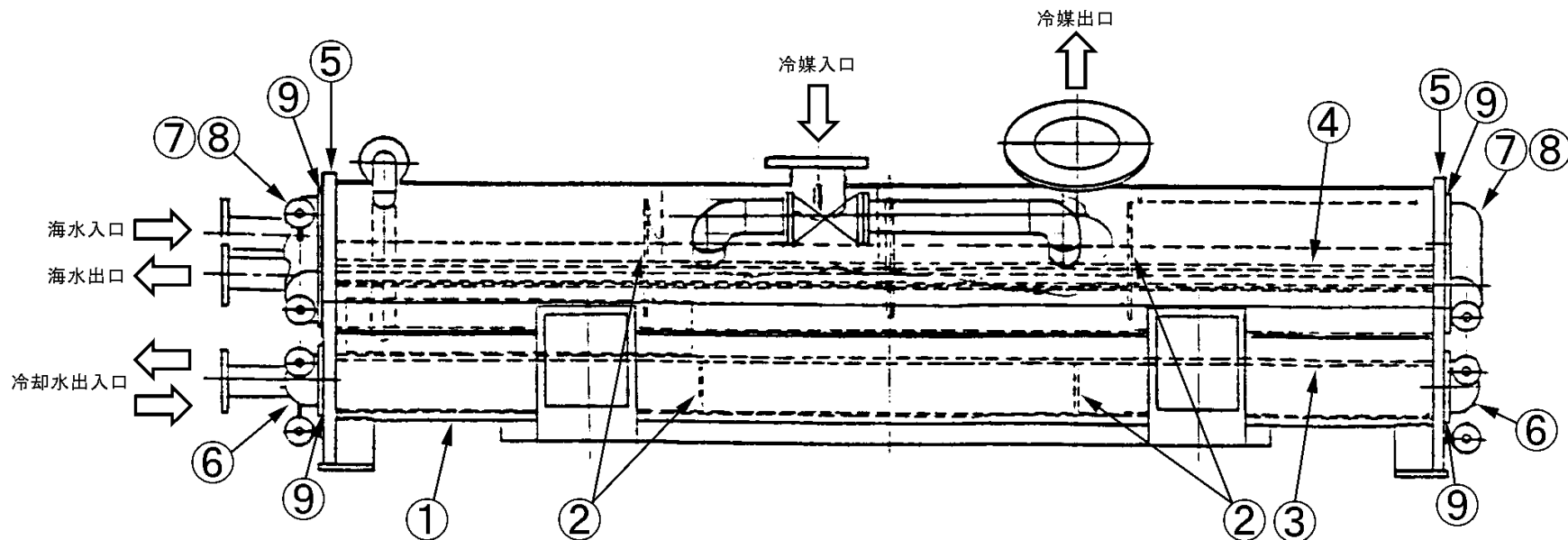


図2.1-1 泊2号炉 空調用冷凍機及び冷水系統構成図



No.	部位
①	羽根車
②	主軸 (羽根車側)
③	主軸 (電動機側)
④	齒車
⑤	軸受(すべり)
⑥	ケーシング

図2.1-2 泊2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	胴側板
⑥	蒸発器水室
⑦	凝縮器水室
⑧	防食亜鉛板
⑨	ガスケット

図2.1-3 泊2号炉 空調用冷凍機 熱交換器構造図

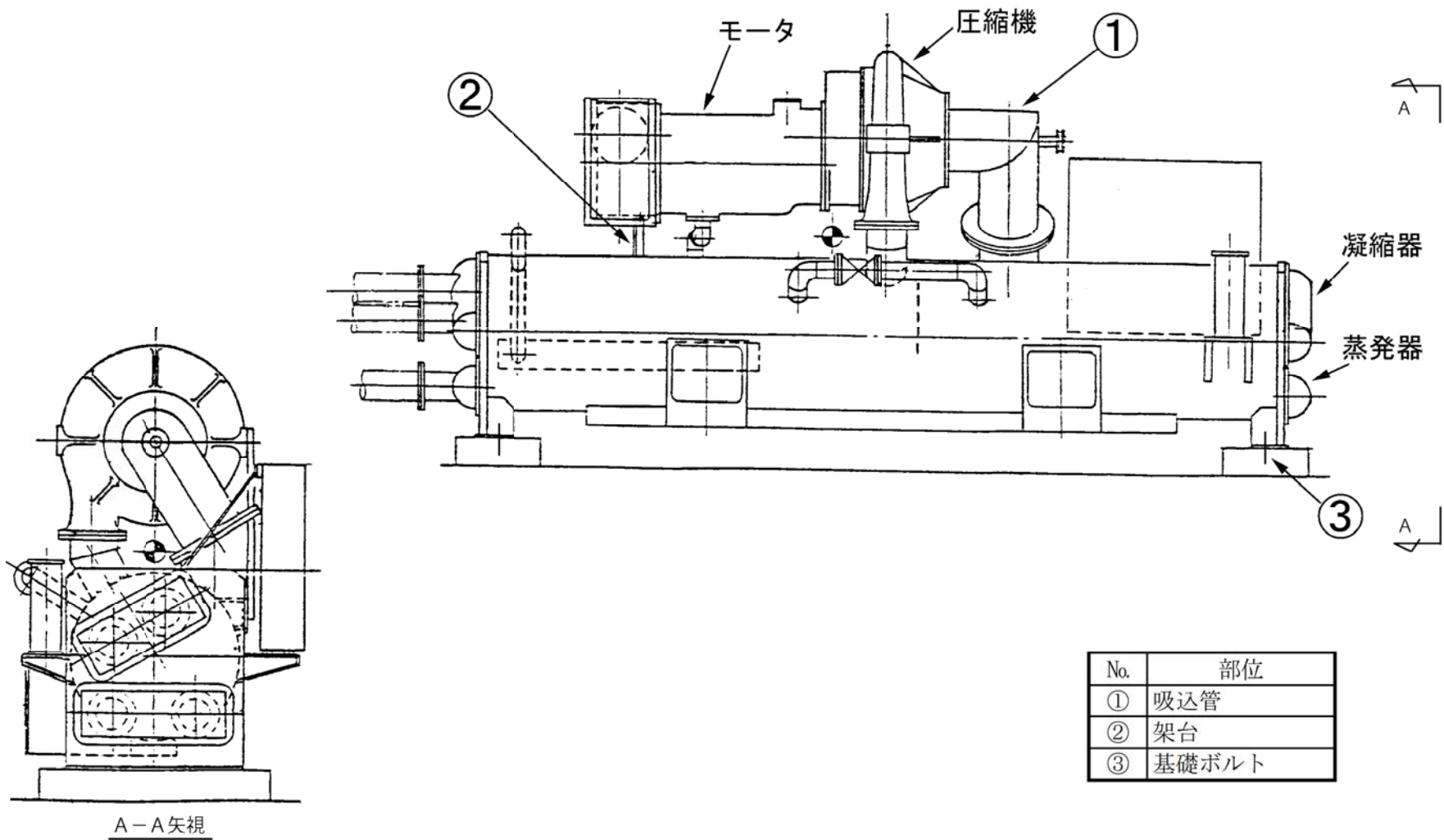
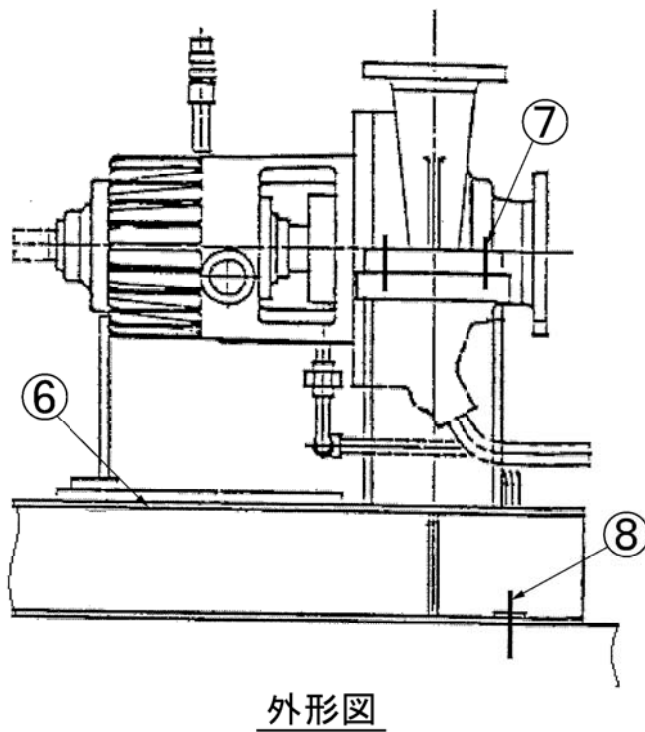
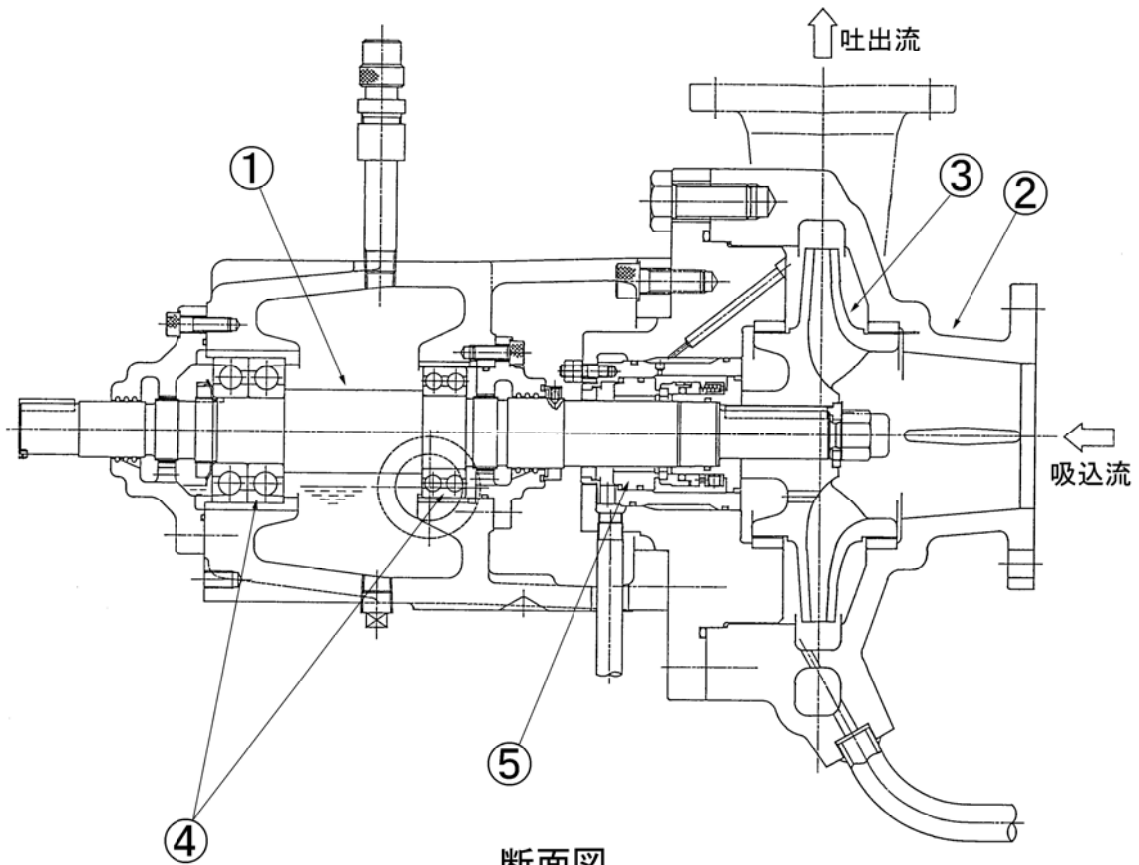
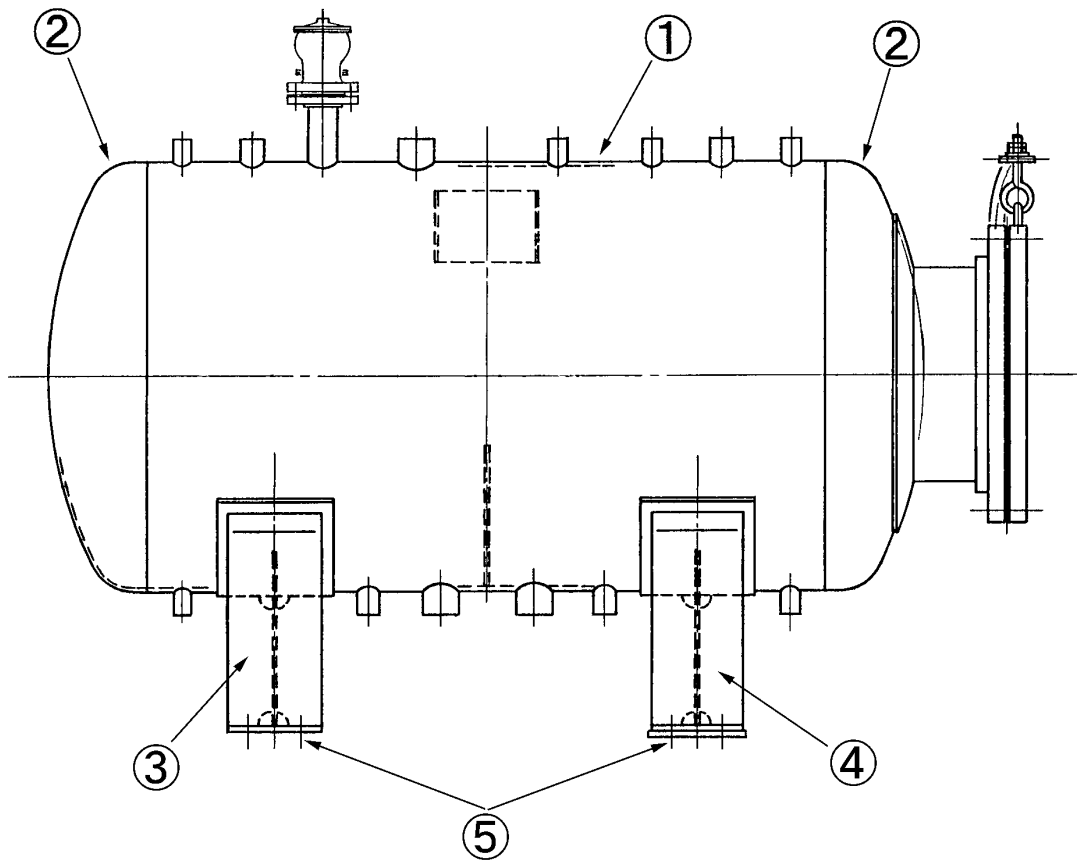


図2.1-4 泊2号炉 空調用冷凍機 全体図



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	共通台板
⑦	取付ボルト
⑧	基礎ボルト

図2.1-5 泊2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 泊2号炉 冷水系統 空調用冷水膨張タンク構造図

表2.1-1 泊2号炉 空調用冷凍機及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（電動機側）	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	
	胴側板	炭素鋼（銅合金クラッド）	
	凝縮器水室	炭素鋼（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	
吸込管		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	
	共通台板（空調用冷水ポンプ）	炭素鋼	
	取付ボルト（空調用冷水ポンプ）	炭素鋼	
	基礎ボルト（空調用冷水ポンプ）	炭素鋼	
	支持脚（空調用冷水膨張タンク）	炭素鋼	
	支持脚（スライド脚） （空調用冷水膨張タンク）	炭素鋼	
	基礎ボルト（空調用冷水膨張タンク）	炭素鋼	

表2.1-2 泊2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	ヒドラジン水
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、使用条件及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 圧縮機羽根車の腐食（全面腐食）

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、内部流体が冷媒（フルオロカーボン）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。

(2) 圧縮機主軸（羽根車側、電動機側）及び歯車の摩耗

主軸及び歯車は歯面によりトルクを伝達するため、摩耗が想定される。

しかしながら、歯面には潤滑油が供給されており、摩耗が発生しがたい環境にある。

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) 圧縮機及び空調用冷水ポンプ主軸の高サイクル疲労割れ

圧縮機及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、圧縮機及び空調用冷水ポンプ設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお、試運転時等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

(4) 圧縮機ケーシング及び吸込管の外面の腐食（全面腐食）

ケーシングは鋳鉄、吸込管は炭素鋼であり、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、機器の健全性を維持している。

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

(5) 圧縮機ケーシング内面、吸込管内面並びに熱交換器の胴板内面、支持板及び胴側板（胴側）の腐食（全面腐食）

ケーシングは鋳鉄、吸込管、胴板、支持板及び胴側板は炭素鋼であることから、腐食が想定される。

しかしながら、流体は冷媒（フルオロカーボン）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、分解点検時又は開放点検時の目視確認等により、機器の健全性を確認している。

- (6) 熱交換器胴板、水室及び冷水系統の炭素鋼使用部位の外側の腐食（全面腐食）
胴板、水室及び冷水系統（配管、空調用冷水ポンプケーシング、空調用冷水膨張タンク胴板及び鏡板）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、機器の健全性を維持している。

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

- (7) 凝縮器伝熱管の内面腐食（流れ加速型腐食）

凝縮器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を実施しており、有意な減肉が生じている場合には腐食進行程度を把握し、補修を行っている。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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）

凝縮器は管側流体が海水であり、凝縮器胴側板の海水接液部に銅合金を使用しているため、長期使用により腐食が想定される。

また、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、胴側板の接液部が銅合金であるため、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、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、その結果に応じて補修等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。

(9) 凝縮器伝熱管及び蒸発器伝熱管の外面の腐食（全面腐食）

凝縮器伝熱管及び蒸発器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、伝熱管外面については、接する流体が冷媒（フルオロカーボン）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、分解点検時又は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。

(10) 蒸発器伝熱管の内面腐食（流れ加速型腐食）

蒸発器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、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にある。

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

なお、開放点検時の渦流探傷検査により伝熱管の健全性を確認し、減肉がみられた場合は施栓等を行うことで機器の健全性を確認している。

(11) 凝縮器伝熱管及び蒸発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、運転中のパラメータ監視や洗浄を実施することでスケール付着による伝熱性能への影響がないことを確認し、機器の健全性を維持している。

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

(12) 蒸発器管側耐圧構成品及び冷水系統の炭素鋼使用部位の腐食（全面腐食）

蒸発器管側接液部（胴側板，水室）及び冷水系統（配管，空調用冷水ポンプのケーシング，空調用冷水膨張タンクの胴板及び鏡板）には炭素鋼を使用しており，腐食が想定される。

しかしながら，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，分解点検時又は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。

(13) 空調用冷水ポンプ主軸の摩耗

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

しかしながら，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。

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

(14) 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降下すると，その部分の液体が沸騰し，蒸気泡の発生と崩壊が起こることが想定される。

しかしながら，キャビテーションを起こさない条件はポンプ及び機器配置設計段階において考慮しており，この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお，分解点検時の目視確認により，機器の健全性を確認している。

(15) 架台，共通台板，取付ボルト及び支持脚の腐食（全面腐食）

架台，共通台板，取付ボルト及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。

(16) 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。

(17) 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 消耗品及び定期取替品

軸受（すべり），軸受（ころがり），防食亜鉛板，ガスケット及びメカニカルシールは分解点検時又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) 泊2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	圧縮機	羽根車	アルミニウム合金鋳物		△					*1: 高サイクル疲労割れ *2: 流れ加速型腐食 *3: スケール付着 *4: 異種金属接触腐食を含む	
		主軸(羽根車側)	低合金鋼	△		△*1					
		主軸(電動機側)	低合金鋼	△		△*1					
		歯車	低合金鋼	△							
		軸受(すべり)	◎	—							
		ケーシング		鋳鉄		△(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		△*2(内面) △(外面)					△*3
		蒸発器伝熱管		銅合金		△*2(内面) △(外面)					△*3
		胴側板		炭素鋼(銅合金クラッド)		△*4(凝縮器胴側板) △(胴側, 蒸発器管側)					
		凝縮器水室		炭素鋼(ライニング)		△*4(内面) △(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）

表2.2-1(2/2) 泊2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	吸込管		炭素鋼		△(内面) △(外面)						*1: 高サイクル疲労割れ *2: キャビテーション *3: スライド部の腐食
	冷水系統	配管		炭素鋼		△(内面) △(外面)					
		空調用冷水ポンプ主軸		ステンレス鋼	△		△*1				
		空調用冷水ポンプケーシング		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)					
		空調用冷水ポンプ羽根車		ステンレス鋼鋳鋼		△*2					
		空調用冷水ポンプ軸受(ころがり)	◎	—							
		空調用冷水ポンプメカニカルシール	◎	—							
		空調用冷水膨張タンク胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)					
		空調用冷水膨張タンク鏡板		炭素鋼		△(内面) △(外面)					
機器の支持	架台		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						
	空調用冷水ポンプ共通台板		炭素鋼		△						
	空調用冷水ポンプ取付ボルト		炭素鋼		△						
	空調用冷水ポンプ基礎ボルト		炭素鋼		△						
	空調用冷水膨張タンク支持脚		炭素鋼		△						
	空調用冷水膨張タンク支持脚(スライド脚)		炭素鋼		△*3 △						
	空調用冷水膨張タンク基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

5 ダクト

[対象機器]

- ① 非常用排気筒
- ② アニュラス空気浄化系統ダクト
- ③ 安全補機室空気浄化系統ダクト
- ④ 安全補機室冷却系統ダクト
- ⑤ 電動補助給水ポンプ室空調系統ダクト
- ⑥ 制御用空気圧縮機室空調系統ダクト
- ⑦ 安全補機開閉器室空調系統ダクト
- ⑧ 中央制御室空調系統ダクト
- ⑨ 中央制御室非常用循環系統ダクト
- ⑩ ディーゼル発電機室空調系統ダクト

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	9
3. 代表機器以外への展開	15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	15

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2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及び結果

表1-1に示すダクトを型式の観点から分類すると以下の合計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

このグループには非常用排気筒のみが属するため、代表機器は非常用排気筒とする。

- ② ダクト

このグループには、アニュラス空気浄化系統ダクト、安全補機室空気浄化系統ダクト、安全補機室冷却系統ダクト、電動補助給水ポンプ室空調系統ダクト、制御用空気圧縮機室空調系統ダクト、安全補機開閉器室空調系統ダクト、中央制御室空調系統ダクト、中央制御室非常用循環系統ダクト及びディーゼル発電機室空調系統ダクトが属するが、構造は同様であり、連続運転で容量が大きい安全補機開閉器室空調系統ダクトを代表機器とする。

表1-1 泊2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*2	代表 機器	選定理由
排気筒	非常用排気筒	約 256	MS-1	一時 [一時]	◎	
ダクト	アニュラス空気浄化系統ダクト	約 200	MS-1	一時 [一時]	◎	運転状態, 容量
	安全補機室空気浄化系統ダクト	約 56	MS-1	一時 [一時]		
	安全補機室冷却系統ダクト	約 220	MS-1	一時 [一時]		
	電動補助給水ポンプ室空調系統ダクト	約 170	MS-1	一時 [一時]		
	制御用空気圧縮機室空調系統ダクト	約 110	MS-1	一時 [一時]		
	安全補機開閉器室空調系統ダクト	約1,600	MS-1	連続 [連続]		
	中央制御室空調系統ダクト	約 800	MS-1	連続 [連続]		
	中央制御室非常用循環系統ダクト	約 200	MS-1	一時 [一時]		
	ディーゼル発電機室空調系統ダクト	約3,640	MS-1	一時 [一時]		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の2種類のダクトについて技術評価を実施する。

- ① 非常用排気筒
- ② 安全補機開閉器室空調系統ダクト

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 非常用排気筒

(1) 構造

泊2号炉の非常用排気筒は，外板，接続鋼材，補強鋼材等で構成されている。

外板，接続鋼材及び補強鋼材等にはステンレス鋼を使用し，サポート鋼材及び埋込金物には炭素鋼を使用している。

泊2号炉の非常用排気筒の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の非常用排気筒の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

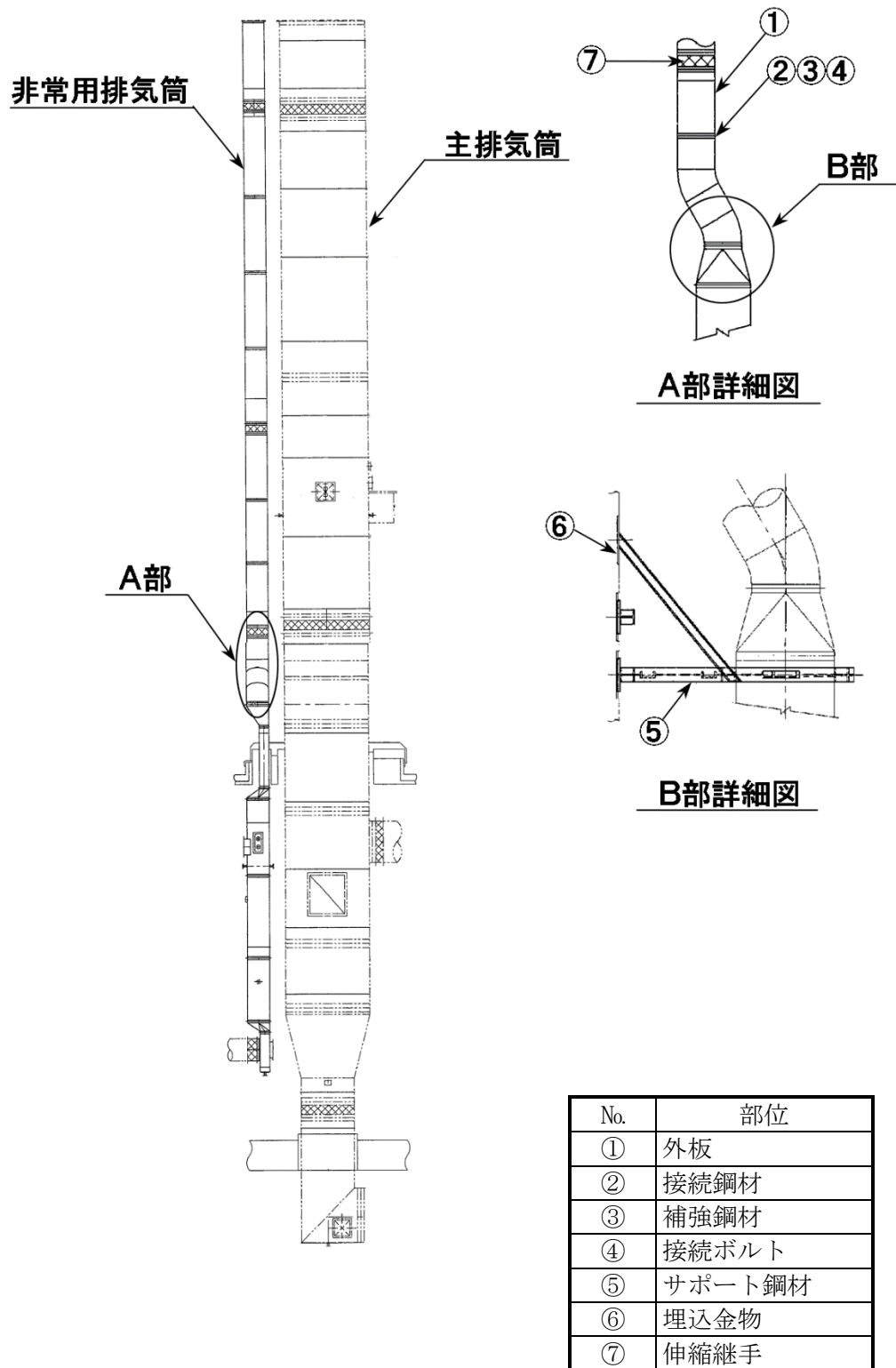


図2.1-1 泊2号炉 非常用排気筒構造図

表2.1-1 泊2号炉 非常用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	ステンレス鋼
補強鋼材	ステンレス鋼
接続ボルト	ステンレス鋼
サポート鋼材	炭素鋼
埋込金物	炭素鋼
伸縮継手	ゴム

表2.1-2 泊2号炉 非常用排気筒の使用条件

設置場所	屋外
容量	約256m ³ /min

2.1.2 安全補機開閉器室空調系統ダクト

(1) 構造

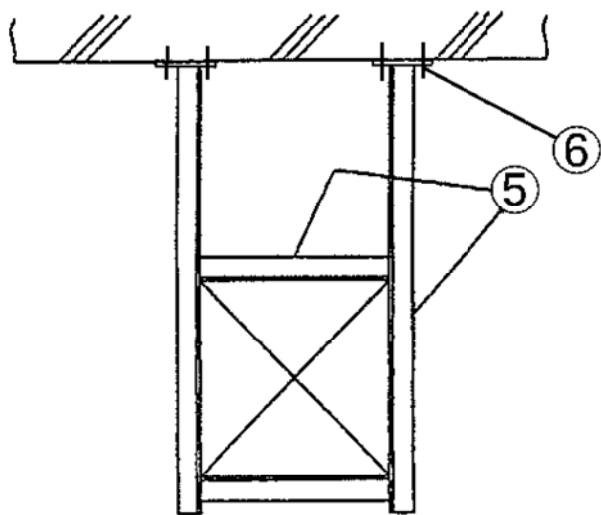
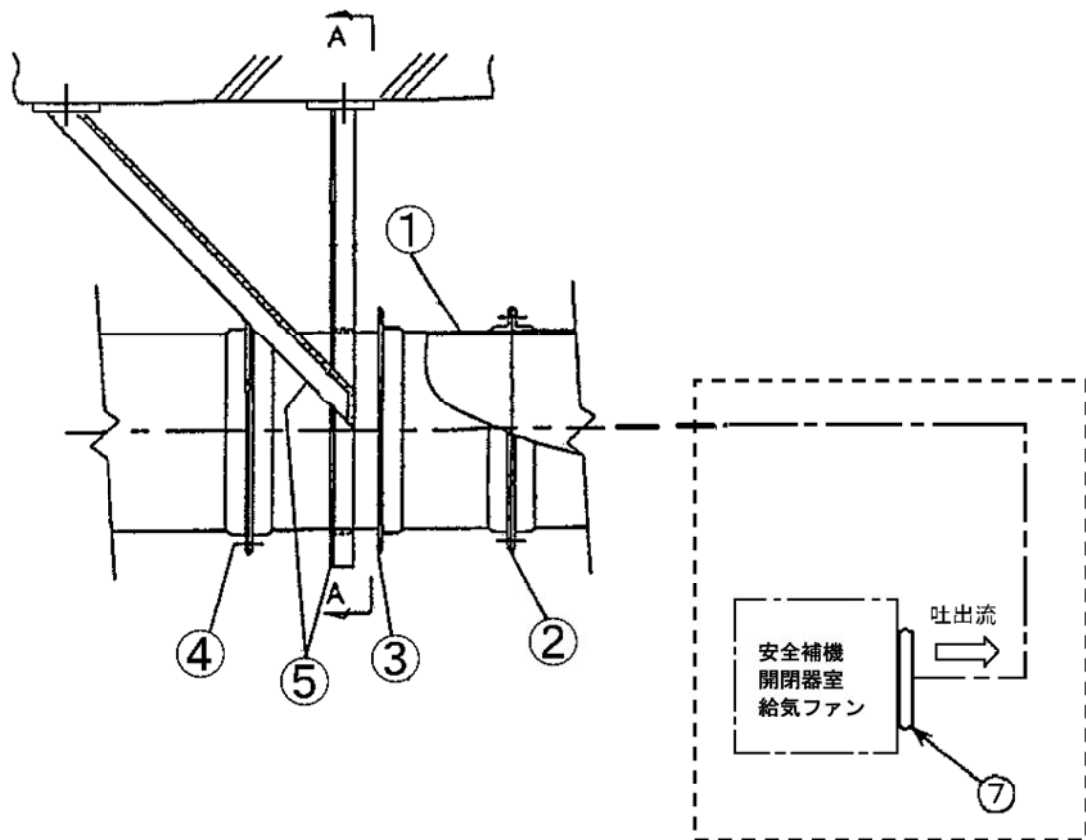
泊2号炉の安全補機開閉器室空調系統ダクトは、外板、接続鋼材、補強鋼材等で構成されている。

外板、接続鋼材、補強鋼材等には炭素鋼を使用しており、ファン出口にはゴム製の伸縮継手を設置している。

泊2号炉の安全補機開閉器室空調系統ダクトの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の安全補機開閉器室空調系統ダクトの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



断面A-A

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	基礎ボルト
⑦	伸縮継手

図2.1-2 泊2号炉 安全補機開閉器室空調系統ダクト構造図

表2.1-3 泊2号炉 安全補機開閉器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
基礎ボルト	炭素鋼
伸縮継手	ゴム

表2.1-4 泊2号炉 安全補機開閉器室空調系統ダクトの使用条件

設置場所	屋内
容量	約1,600m 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、使用条件及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1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△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

- (1) 接続鋼材，補強鋼材，接続ボルト，サポート鋼材及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食） [共通]

接続鋼材，補強鋼材，接続ボルト，サポート鋼材及び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) 外板，接続鋼材及び補強鋼材の外表面からの応力腐食割れ [非常用排気筒]

外板，接続鋼材及び補強鋼材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，巡視点検等で目視により塗膜の状態を確認し，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) 外板の腐食（全面腐食）〔安全補機開閉器室空調系統ダクト〕

外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、フィルタにより塩分除去された空気と接することから、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又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) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔安全補機開閉器室空調系統ダクト〕

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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。

(5) 伸縮継手の劣化〔共通〕

伸縮継手は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、屋内に設置されており、紫外線による影響はなく、周囲温度も使用条件範囲内であり、空調設備点検時の目視確認や巡視点検等で目視により、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。

一方、屋外の非常用排気筒の伸縮継手については、巡視点検等の目視により、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。

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) 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）〔非常用排気筒〕

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) 泊2号炉 非常用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 *2：コンクリート 埋設部 *3：大気接触部	
	接続鋼材		ステンレス鋼				△*1				
	補強鋼材		ステンレス鋼				△*1				
	伸縮継手		ゴム					△			
機器の支持	接続ボルト		ステンレス鋼								
	サポート鋼材		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲*2 △*3						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(2/2) 泊2号炉 安全補機開閉器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		△						
	接続鋼材		炭素鋼		△						
	補強鋼材		炭素鋼		△						
	伸縮継手		ゴム						△		
機器の支持	接続ボルト		炭素鋼		△						
	サポート鋼材		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 アニュラス空気浄化系統ダクト
- ② 安全補機室空気浄化系統ダクト
- ③ 安全補機室冷却系統ダクト
- ④ 電動補助給水ポンプ室空調系統ダクト
- ⑤ 制御用空気圧縮機室空調系統ダクト
- ⑥ 中央制御室空調系統ダクト
- ⑦ 中央制御室非常用循環系統ダクト
- ⑧ ディーゼル発電機室空調系統ダクト

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

3.1.1 接続鋼材，補強鋼材，接続ボルト，サポート鋼材及び埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食） [共通]

接続鋼材，補強鋼材，接続ボルト，サポート鋼材及び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。

3.1.2 外板の腐食（全面腐食）〔共通〕

外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、フィルタにより塩分除去された空気と接することから、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又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。

3.1.3 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

〔安全補機室空気浄化系統ダクト，電動補助給水ポンプ室空調系統ダクト，制御用空気圧縮機室空調系統ダクト，中央制御室空調系統ダクト，ディーゼル発電機室空調系統ダクト〕

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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。

3.1.4 伸縮継手の劣化〔共通〕

伸縮継手は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、屋内に設置されており、紫外線による影響はなく、周囲温度も使用条件範囲内であり、空調設備点検時の目視確認により機器の健全性を維持している。

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

2.2.3 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 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

[アニュラス空気浄化系統ダクト，安全補機室冷却系統ダクト，中央制御室非常用循環系統ダクト]

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 手動ダンパ
- ④ 換気空調系統 防火ダンパ

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	6
2.1 構造, 材料及び使用条件	6
2.2 経年劣化事象の抽出	18
3. 代表機器以外への展開	25
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	25

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2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及び結果

表1-1に示すダンパを駆動方法の観点で分類すると以下の合計4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 手動ダンパ
- ④ 防火ダンパ

1.2 代表機器の選定

- ① 空気作動ダンパ

サイズが大きい安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパを代表機器とする。

- ② 逆止ダンパ

このグループには、安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパのみが属するため、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 手動ダンパ

サイズが大きい燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパを代表機器とする。

- ④ 防火ダンパ

サイズが大きいディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパを代表機器とする。

表1-1 (1/4) 泊2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	サイズ (W×H mm)	代表機器	選定理由
ダンパ	空気作動	ディーゼル発電機室給気ファン入口ダンパ (4)	MS-1	1,626×1,526	◎	サイズ
		制御用空気圧縮機室排気ダンパ (2)	MS-1	763× 763		
		安全補機開閉器室外気取入ダンパ (2)	MS-1	611× 611		
		安全補機開閉器室排気循環連絡ダクト隔離ダンパ (2)	MS-1	1,626×1,521		
		安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパ (2)	MS-1	3,046× 923		
		安全補機開閉器室給気ファン出口ダンパ (2)	MS-1	1,727×1,369		
		安全補機開閉器室給気連絡ダクト隔離ダンパ (2)	MS-1	1,626×1,521		
		中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ (2)	MS-1	662× 763		
		中央制御室非常用循環ファン出口ダンパ (2)	MS-1	662× 763		
		中央制御室給気ユニット入口ダンパ (2)	MS-1	915× 915		
		中央制御室給気ファン出口ダンパ (2)	MS-1	1,218× 611		
		制御用空気圧縮機室外気取入風量調節ダンパ (2)	MS-1	611× 460		
		ディーゼル発電機室外気取入風量調節ダンパ (2)	MS-1	1,319×1,521		
		ディーゼル発電機室排気風量調節ダンパ (4)	MS-1	1,218× 915		
		中央制御室事故時循環風量調節ダンパ (2)	MS-1	662× 763		
		格納容器給気気密ダンパ (1)	高*2	1,210×1,210		
		格納容器排気気密ダンパ (1)	高*2	1,210×1,210		
		安全補機室給気第1隔離ダンパ (2)	MS-1	810× 810		
		安全補機室給気第2隔離ダンパ (2)	MS-1	810× 810		
		安全補機室排気第1隔離ダンパ (2)	MS-1	810× 810		
		安全補機室排気第2隔離ダンパ (2)	MS-1	810× 810		
		中央制御室外気取入ダンパ (2)	MS-1	510× 510		
		中央制御室循環ファン入口ダンパ (2)	MS-1	860× 860		
		中央制御室外気取入風量調節ダンパ (2)	MS-1	510× 510		
中央制御室循環風量調節ダンパ (2)	MS-1	860× 860				

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：最高使用温度が95℃を超え、又は最高使用圧力が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1-1 (2/4) 泊2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	サイズ (W×H mm)	代表機器	選定理由
ダンパ	空気作動	中央制御室排気風量調節ダンパ (2)	MS-1	510× 510		
		中央制御室事故時外気取入風量調節ダンパ (2)	MS-1	510× 510		
	逆止	安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ (2)	MS-1	705× 605	◎	
	手動	燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパ (2)	MS-1	955× 805 1,205× 805	◎	サイズ
		安全補機室冷却ユニット入口手動ダンパ (2)	MS-1	705× 605		
		安全補機開閉器室給気ユニット入口手動ダンパ (2)	MS-1	555× 505		
		中央制御室加湿器出口ダンパ (1)	MS-1	860× 860		
	防火	安全補機室給気系高压注入ポンプ室防火ダンパ (2)	MS-1	255× 255		
		安全補機室給気系余熱除去ポンプ室防火ダンパ (2)	MS-1	355× 355		
		安全補機室排気系余熱除去ポンプ室防火ダンパ (2)	MS-1	405× 405		
		安全補機室排気系高压注入ポンプ室防火ダンパ (1)	MS-1	255× 255		
		電動補助給水ポンプ室給気系ディーゼル発電機制御盤室防火ダンパ (2)	MS-1	605× 605		
		安全補機開閉器室給気系蒸気トラップ弁エリア第1防火ダンパ (1)	MS-1	555× 555		
		安全補機開閉器室給気系安全系継電器室防火ダンパ (2)	MS-1	655× 655 555× 555		
		安全補機開閉器室給気系安全系継電器室第1防火ダンパ (1)	MS-1	555× 555		
		安全補機開閉器室給気系インバータ室防火ダンパ (2)	MS-1	355× 355		
		安全補機開閉器室給気系安全系継電器室第2防火ダンパ (1)	MS-1	655× 655		
		安全補機開閉器室給気系蒸気トラップ弁エリア第2防火ダンパ (1)	MS-1	655× 655		
		安全補機開閉器室給気系RCC室防火ダンパ (1)	MS-1	φ 305		
		安全補機開閉器室循環系RCC室防火ダンパ (1)	MS-1	605× 605		
安全補機開閉器室循環系メタクラ室第2防火ダンパ (2)		MS-1	605× 605			

*1: 機能は最上位の機能を示す。

表1-1 (3/4) 泊2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	サイズ (W×H mm)	代表機器	選定理由
ダンパ	防火	安全補機開閉器室循環系蒸気トラップ弁エリア防火ダンパ (1)	MS-1	805× 805		
		中央制御室給気系中央制御室防火ダンパ (1)	MS-1	860× 860		
		中央制御室非常用循環フィルタユニット入口防火ダンパ (1)	MS-1	655× 655		
		アニュラス空気浄化フィルタユニット出口防火ダンパ (2)	MS-1	φ 505		
		安全補機室給気系配管貫通部室防火ダンパ (1)	MS-1	φ 205		
		安全補機室排気系配管貫通部室防火ダンパ (1)	MS-1	φ 205		
		安全補機室空気浄化フィルタユニット出口防火ダンパ (1)	MS-1	φ 455		
		ディーゼル発電機室給気系サービスタンク室防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		ディーゼル発電機室排気系サービスタンク室防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		安全補機開閉器室給気系安全補機開閉器室防火ダンパ (1)	MS-1	φ 155		
		安全補機開閉器室給気系ケーブル処理室第1 防火ダンパ (1)	MS-1	φ 255		
		安全補機開閉器室給気系ケーブル処理室第2 防火ダンパ (1)	MS-1	φ 155		
		安全補機開閉器室給気系メタクラ室防火ダンパ (3)	MS-1	655× 655 φ 205		
		安全補機開閉器室給気系E P盤室防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		安全補機開閉器室循環系E P盤室防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		安全補機開閉器室循環系メタクラ室第1 防火ダンパ (2)	MS-1	φ 205		
		安全補機室排気系余熱除去ポンプ室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	355× 355		
		安全補機室排気系高圧注入ポンプ室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	255× 255		
		安全補機開閉器室給気系安全補機開閉器室第1 防火ダンパ (1)	MS-1	755× 505		
		安全補機開閉器室給気系安全補機開閉器室第2 防火ダンパ (1)	MS-1	φ 255		
電動補給水ポンプ室給気系ディーゼル発電機室防火兼風量調節ダンパ (2)	MS-1	605× 605				

*1: 機能は最上位の機能を示す。

表1-1 (4/4) 泊2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	サイズ (W×H mm)	代表機器	選定理由
ダンパ	防火	制御用空気圧縮機室給気系防火兼風量調節ダンパ (2)	MS-1	611× 460	◎	サイズ
		安全補機開閉器室循環系安全系継電器室第1防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	555× 555		
		安全補機開閉器室循環系安全系継電器室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	1,105× 605		
		中央制御室循環系中央制御室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	860× 860		
		中央制御室非常用循環フィルタユニット出口防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	655× 655		
		アニュラス空気浄化フィルタユニット入口防火兼風量調節ダンパ (2)	MS-1	φ 505		
		安全補機室空気浄化フィルタユニット入口防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	φ 455		
		ディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパ (4)	MS-1	1,510×1,510		
		ディーゼル発電機室排気系防火兼風量調節ダンパ (4)	MS-1	1,410×1,410		
		安全補機開閉器室循環系ケーブル処理室防火兼風量調節ダンパ (1)	MS-1	φ 255		
		安全補機開閉器室循環系ケーブル処理室第1防火ダンパ (1)	MS-1	φ 255		
		安全補機開閉器室給気系ケーブル処理室防火ダンパ (1)	MS-1	755×505		
安全補機開閉器室循環系インバータ室防火兼風量調節ダンパ (2)	MS-1	φ 305				

*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4種類のダンパについて技術評価を実施する。

- ① 安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパ
- ② 安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ
- ③ 燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパ
- ④ ディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパ

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパ

(1) 構造

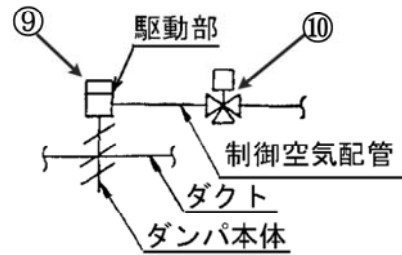
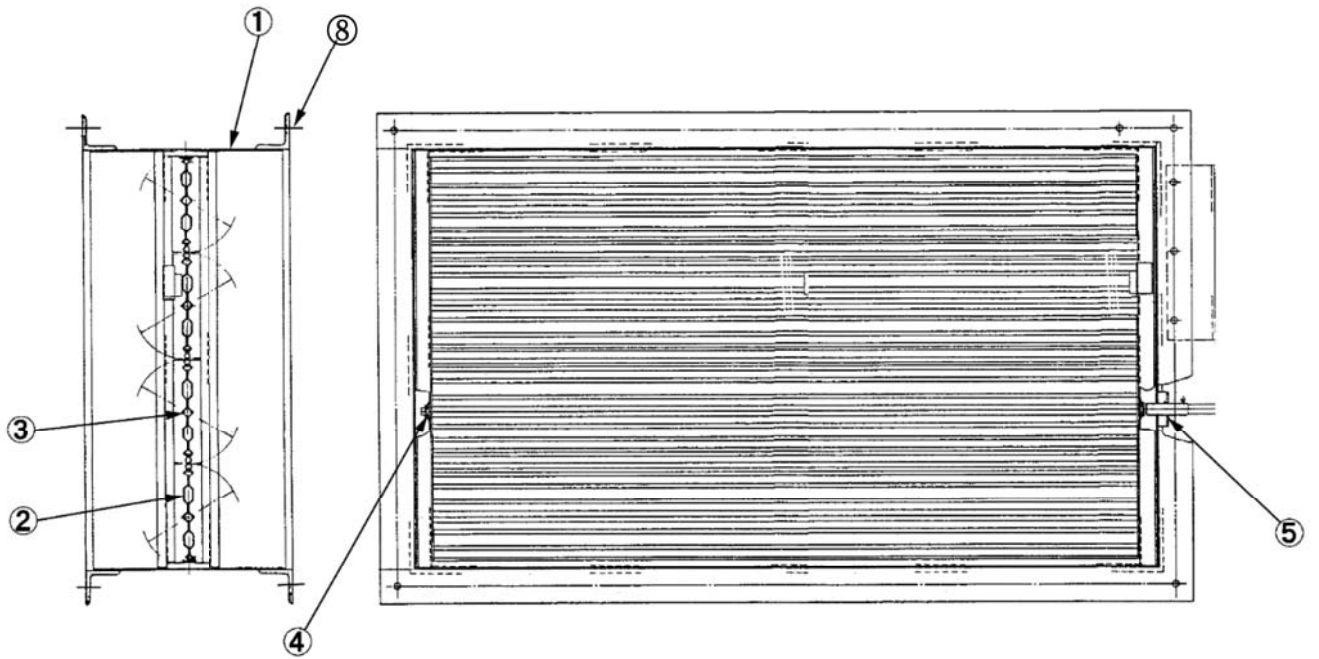
泊2号炉の安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるシャフト及び駆動装置（ハウジング、ばね）等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根及びシャフトには炭素鋼を使用している。

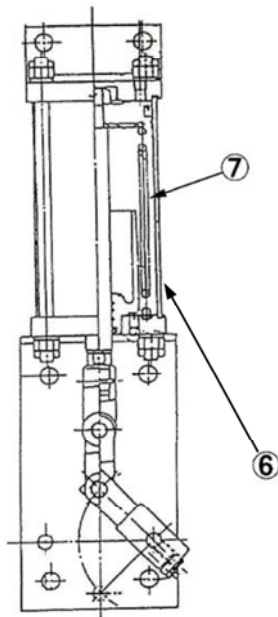
泊2号炉の安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



空気作動ダンパ制御系統図（凡例）



ダンパオペレータ部

No.	部位
①	ケーシング
②	ダンパ羽根
③	シャフト
④	ブッシュ
⑤	シールリング
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 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパ構造図

表2.1-1 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ユニット入口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
シャフト	炭素鋼
ブッシュ	合成樹脂
シールリング	消耗品・定期取替品
ハウジング	炭素鋼
ばね	ばね用オイルテンパー線
接続ボルト	炭素鋼
ポジションスイッチ	消耗品・定期取替品
電磁弁	消耗品・定期取替品

表2.1-2 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパの使用条件

サイズ	3,046×923 (mm)
最高使用温度	約55℃
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

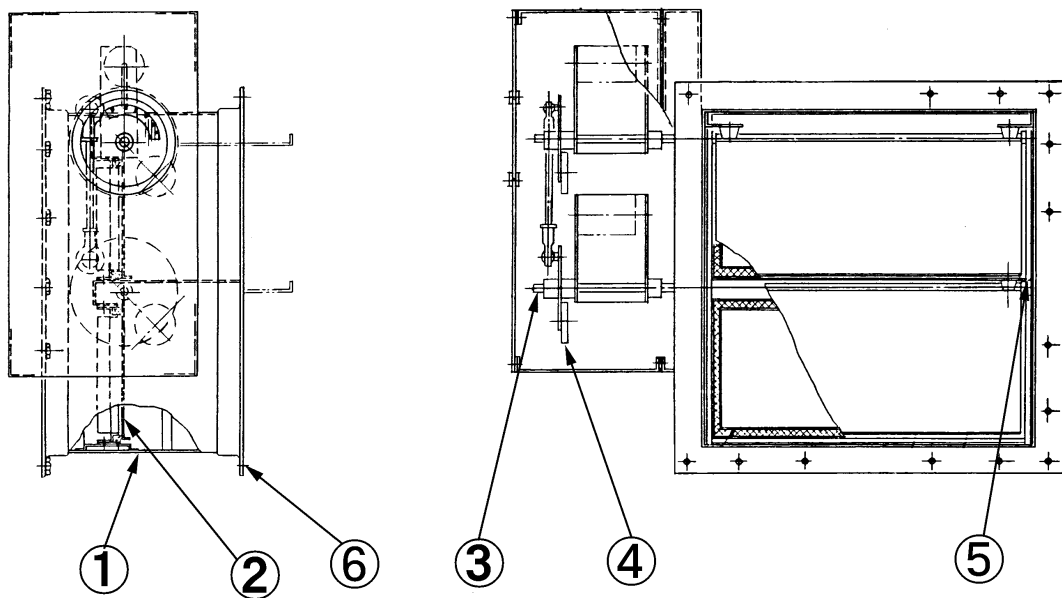
泊2号炉の安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるシャフト及び閉鎖ウェイト等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根及びシャフトには炭素鋼を使用している。

泊2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) 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	ダンパ羽根
③	シャフト
④	閉鎖ウェイト
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	接続ボルト

図2.1-2 泊2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 泊2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
シャフト	炭素鋼
閉鎖ウェイト	炭素鋼
軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
接続ボルト	炭素鋼

表2.1-4 泊2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	705×605 (mm)
最高使用温度	約55℃
設置場所	屋内

2.1.3 燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパ

(1) 構造

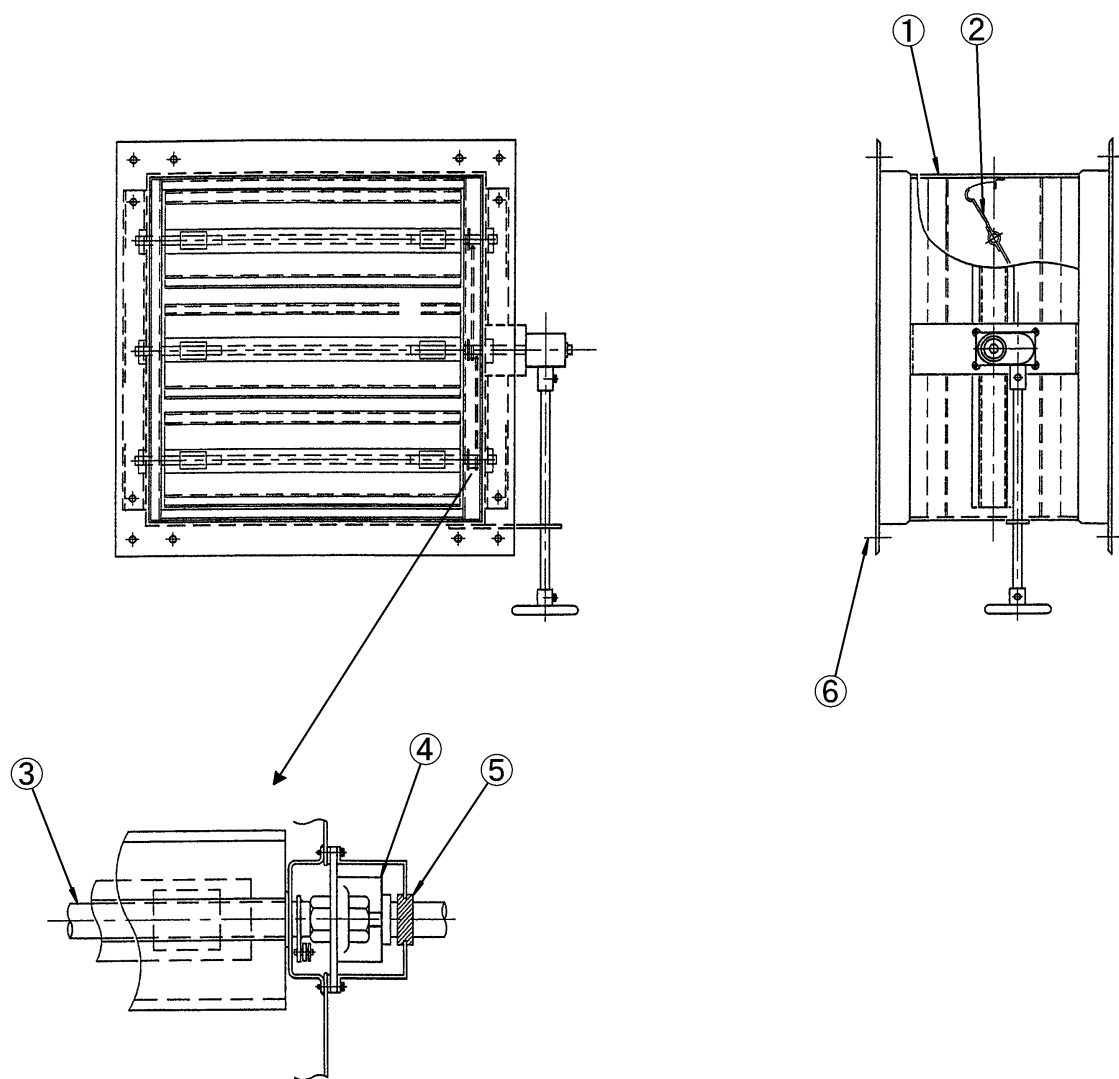
泊2号炉の燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるシャフト及び駆動用のハンドル等で構成されている。

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

泊2号炉の燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパの使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



軸受部詳細

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

図2.1-3 泊2号炉 燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパ構造図

表2.1-5 泊2号炉 燃料取扱棟給気ガラリ出口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
シャフト	ステンレス鋼
軸受（ころがり）	炭素鋼
シャフトシール	消耗品・定期取替品
接続ボルト	炭素鋼

表2.1-6 泊2号炉 燃料取扱棟給気ガラリ出口手動ダンパの使用条件

サイズ	955× 805 (mm) 1,205× 805 (mm)
最高使用温度	約40℃
設置場所	屋内

2.1.4 ディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパ

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパは、火災の延焼を防止するためダクトに設置されており、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるシャフト及びヒューズ等で構成されている。

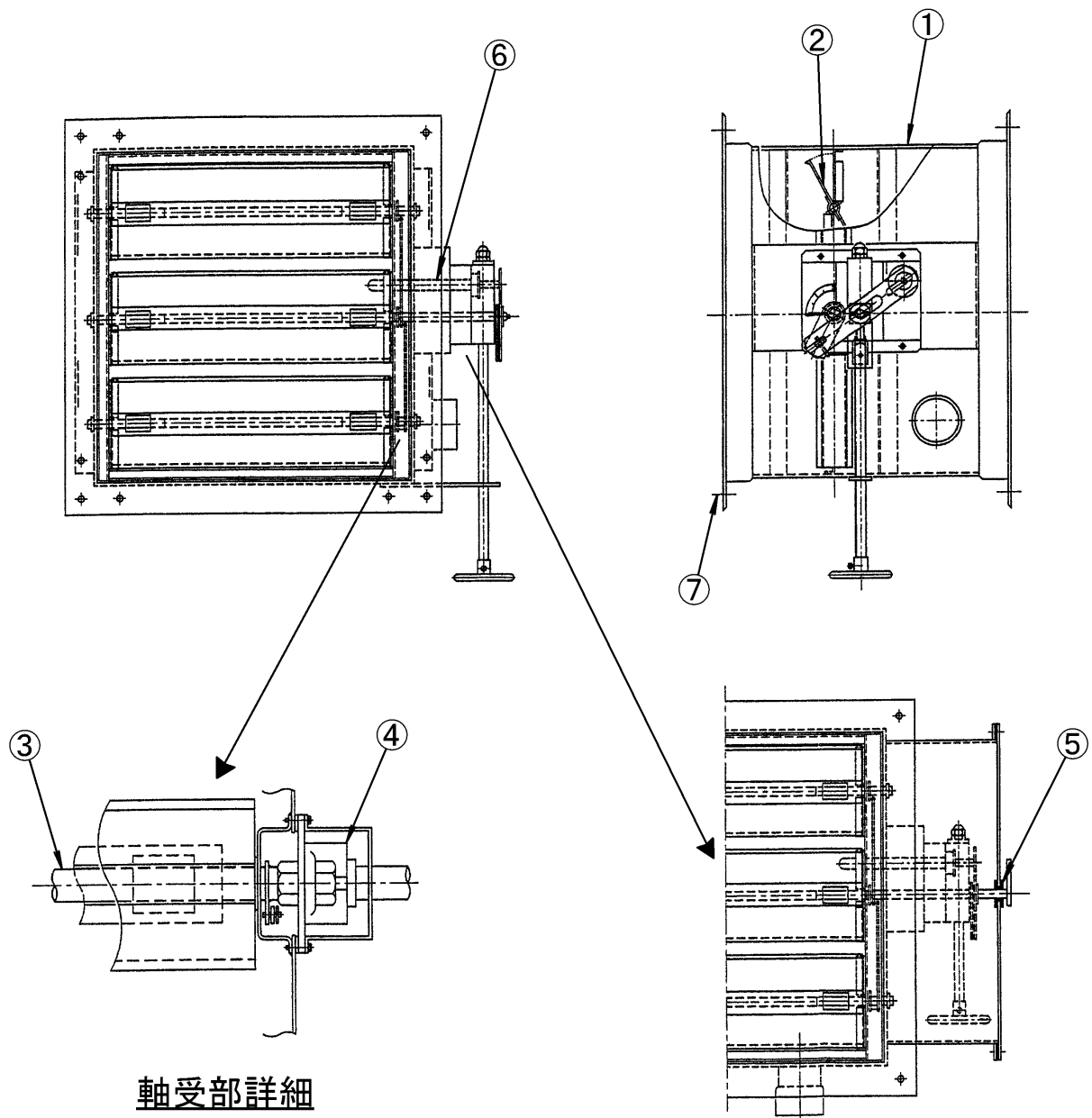
火災が発生すると取り付けられているヒューズが作動し、「閉」の状態となる。

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

泊2号炉のディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパの使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。



軸受部詳細

No.	部位
①	ケーシング
②	ダンパ羽根
③	シャフト
④	軸受 (ころがり)
⑤	シャフトシール
⑥	ヒューズ
⑦	接続ボルト

図2.1-4 泊2号炉 ディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパ構造図

表2.1-7 泊2号炉 ディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節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
シャフト	ステンレス鋼
軸受（ころがり）	炭素鋼
シャフトシール	消耗品・定期取替品
ヒューズ	消耗品・定期取替品
接続ボルト	炭素鋼

表2.1-8 泊2号炉 ディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節ダンパの使用条件

サイズ	1,510×1,510 (mm)
最高使用温度	約46℃
設置場所	屋内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ダンパの機能である風量調整機能及び系統隔離機能を維持するためには次の3つの項目が必要である。

- ① 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、材料及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

- (1) ケーシング、ダンパ羽根、ハウジング及び閉鎖ウェイトの腐食（全面腐食）
[共通]

ケーシング、ダンパ羽根、ハウジング及び閉鎖ウェイトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗膜又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) シャフト及びブッシュ等の摩耗 [共通]

シャフト及びブッシュ等はダンパの開閉による摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、ダンパの作動確認や開度調整により、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。

(3) 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。

(4) シャフトの固着 [安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパ、安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ]

炭素鋼を使用しているシャフトについては、長期使用による腐食により固着することが想定される。

しかしながら、ダンパの作動確認や開度調整の際に、必要に応じて給油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) ばねの変形（応力緩和） [安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパ]

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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）、シールリング、シャフトシール及びヒューズは作動確認結果より取替える消耗品である。

また、ポジションスイッチ及び電磁弁は定期取替品である。いずれも、長期使用はせず取替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) 泊2号炉 安全補機開閉器室給気ユニット入口ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		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
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△							*2：変形（応力緩和）
	シャフト		炭素鋼	△							△*1	
	ブッシュ		合成樹脂	△								
	シールリング	◎	—									
	ハウジング		炭素鋼		△							
	ばね		ばね用 オイル テンパー線									△*2
	ポジションスイッチ	◎	—									
	電磁弁	◎	—									
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 (2/4) 泊2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
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△							
	シャフト		炭素鋼	△							△*1	
	閉鎖ウェイト		炭素鋼		△							
	軸受（ころがり）	◎	—									
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 (3/4) 泊2号炉 燃料取扱棟給気ガラリ出口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		
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△							
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△							
	シャフト		ステンレス鋼									
	軸受(ころがり)		炭素鋼	△								
	シャフトシール	◎	—									
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）

表2.2-1 (4/4) 泊2号炉 ディーゼル発電機室給気系防火兼風量調節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		△							
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△							
	シャフト		ステンレス鋼									
	軸受 (ころがり)		炭素鋼	△								
	シャフトシール	◎	—									
	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）

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 手動ダンパ
- ③ 換気空調系統 防火ダンパ

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.1.1 ケーシング、ダンパ羽根及びハウジングの腐食（全面腐食） [共通]

ケーシング、ダンパ羽根及びハウジングは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗膜又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。

3.1.2 シャフト及びブッシュ等の摩耗 [共通]

シャフト及びブッシュ等はダンパの開閉による摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、ダンパの作動確認や開度調整により、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。

3.1.3 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。

3.1.4 シャフトの固着〔共通〕

炭素鋼を使用しているシャフトについては、長期使用による腐食により固着することが想定される。

しかしながら、ダンパの作動確認や開度調整の際に、必要に応じて給油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。

3.1.5 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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の動作確認により、機器の健全性を確認している。

泊発電所 2 号炉

機械設備の技術評価書

[冷温停止状態が維持されることを前提とした評価]

北海道電力株式会社

泊発電所2号炉（以下、泊2号炉という。）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、原子炉容器上蓋付属設備、非核燃料炉心構成品、濃縮減容設備（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重要度分類指針におけるクラス1、2及び高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器であって、冷温停止状態維持に必要な機器について、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7章で技術評価を実施している。本評価書における技術評価結果で現状保全を継続すべき項目としたものについては、現状保全の点検手法の適切性を確認しており、現状保全を継続することで健全性の維持は可能であると考ええる。

なお、冷温停止状態維持を前提とした本評価書では、「特別な保全計画」を含め、現状保全では「定期的」と記載するとともに、その上で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。

機械設備及び基礎ボルトは以下の7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 原子炉容器上蓋付属設備
- 5 非核燃料炉心構成品
- 6 濃縮減容設備
- 7 基礎ボルト

なお、空気圧縮装置の弁のうち、「弁の技術評価書」の一般弁（本体部）に分類可能な弁及び濃縮減容設備の弁に分類されるものについては、「弁の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含んでいない。

本評価書では経年劣化事象の評価のうち、劣化の観点から、冷温停止状態維持の前提に比べ、断続的運転の前提の方が条件が厳しいものは、断続的運転の条件による評価としている。

なお、断続的運転を前提とした場合には発生・進展が想定されるが、冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には発生・進展が想定されない経年劣化事象については、

耐震安全性評価を実施するために、運転開始後30年時点までの劣化を考慮した技術評価の結果が必要であることから、◆印を付けて高経年化対策上着目すべき経年劣化事象又は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象と区別した上で、技術評価（本評価書においては、保守的に運転開始後60年時点までの断続的運転を行うことを前提としている）を行った。

表 1 (1/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 重機器サポート

機器名称	重要度*1	部位名称	使用条件
			最高使用温度 (°C)
原子炉容器サポート	PS-1	原子炉容器サポート	約170
蒸気発生器サポート	PS-1	上部胴支持構造物	約286
		中間胴支持構造物	約280
		オイルスナバ	約210
		下部支持構造物	約230
		支持脚	約321
1次冷却材ポンプサポート	PS-1	上部支持構造物	約 49
		オイルスナバ	約 49
		下部支持構造物	約160
		支持脚	約140
加圧器サポート	PS-1	上部支持構造物	約190
		下部支持構造物 (スカート)	約320

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (2/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 空気圧縮装置

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 型式	流体	材料		仕様 (容量)	重要度*1	使用条件			代表 機器	選定理由
						運転状態*2	最高使用圧力 (MPa [gage])	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 [連続]	約0.83	約200	◎	重要度
			ディーゼル発電機空気圧縮機 (2)	約1.5Nm ³ /min	高*3	一時 [一時]	約2.9	約 90		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3：最高使用温度が95°Cを超え，又は最高使用圧力が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 (3/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 燃料取扱設備

分離基準	機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定	
		重要度*1	仕様	使用条件		代表機器	選定理由
型式	重要度*1			仕様	運転状態*2		
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7.8m	一時 [一時]	気中：約49℃ 水中：約40℃ [水中最高使用温度 ：約60℃]	◎	最高使用温度
	使用済燃料ピットクレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約19.6kN×約8.2m	一時 [一時]	気中：約40℃		
	燃料取扱棟クレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約1,226kN×約20.9m(主巻) 約196kN×約27.9m(補巻)	一時 [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13.9m	一時 [一時]	気中*3：約49℃ 約40℃ 水中：約40℃ [水中最高使用温度 ：約66℃]	◎	
—	新燃料ラック (1)	PS-2	容量： 96セル	—	約40℃ (最高使用温度)	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3：上段は原子炉格納容器内を示す。下段は燃料取扱棟内を示す。

表 1 (4/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 原子炉容器上蓋付属設備

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)		
原子炉容器上蓋上	ステンレス鋼	制御棒駆動装置 (33)	PS-1	約17.2	約343	◎	構造 (駆動機構あり)
		炉内熱電対フランジ (2)	PS-1	約17.2	約343		

*1 : 機能は最上位の機能を示す。

表 1 (5/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 非核燃料炉心構成品

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 (33)	MS-1	約17.2	約343

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (6/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定	
減容方式	流体	材料		重要度*1	使用条件*5			代表機器	選定理由
					運転状態*2	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	低水質廃液蒸発装置 (1)	高*4	一時 [一時]	約0.1 / 約0.93	約150/約185	◎	内部流体, 運転時間
	1次冷却材	ステンレス鋼	ほう酸回収装置 (1)	高*4	一時 [一時]	約0.93/約0.1	約185/約150		

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3: 管側/胴側を示す。

*4: 最高使用温度が95°Cを超え, 又は最高使用圧力が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: 蒸発器又は加熱器の使用条件を示す。

表 2 (1/6) 泊 2 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	上部胴支持構造物	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	中間胴支持構造物	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	上部胴支持構造物及び中間胴支持構造物を構成しており，蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	下部支持構造物	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	上部支持構造物	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	上部支持構造物を構成しており，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。
	下部支持構造物	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	上部支持構造物	加圧器の地震時の水平方向の変位を拘束する。
	下部支持構造物 (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 (2/6) 泊 2 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。

表 2 (3/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 燃料取扱設備の機能

機器名称	機能
燃料取替クレーン	原子炉格納容器内原子炉キャビティで炉心内燃料集合体の交換のため、炉心と燃料移送装置の間での燃料集合体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及び燃料内挿物の移送に使用される燃料取扱設備である。
燃料取扱棟クレーン	燃料取扱棟内で使用済燃料運搬用容器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	原子炉格納容器内原子炉キャビティ、燃料取替チャンネルと燃料取扱棟内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 (4/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 原子炉容器上蓋付属設備の機能

機器名称	機能
制御棒駆動装置	炉心制御のための制御棒を駆動する装置である。
炉内熱電対フランジ	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 (5/6) 泊 2 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及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 (6/6) 泊 2 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備の機能

機器名称	機能
低水質廃液蒸発装置	低水質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。発生蒸気は冷却水により蒸留水にする装置である。

1 重機器サポート

[対象機器]

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

目次

1. 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 構造及び材料	2
2.2 経年劣化事象の抽出	30
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	46

1. 技術評価対象機器

泊2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 泊2号炉 重機器サポートの主な仕様

機器名称	重要度*1	部位名称	機能	使用条件
				最高使用温度 (°C)
原子炉容器サポート	PS-1	原子炉容器サポート	原子炉容器の自重を支持し、地震時の水平方向の変位を拘束する。	約170
蒸気発生器サポート	PS-1	上部胴支持構造物	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約286
		中間胴支持構造物	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	上部胴支持構造物及び中間胴支持構造物を構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約210
		下部支持構造物	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約230
		支持脚	蒸気発生器の自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。	約321
1次冷却材ポンプサポート	PS-1	上部支持構造物	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	上部支持構造物を構成しており、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
		下部支持構造物	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約160
		支持脚	1次冷却材ポンプの自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。	約140
加圧器サポート	PS-1	上部支持構造物	加圧器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約190
		下部支持構造物(スカート)	加圧器の自重を支持し、地震時の水平鉛直方向の変位を拘束する。	約320

*1：機能は最上位の機能を示す。

2. 重機器サポートの技術評価

本章では、1章で対象とした以下の重機器サポートについて技術評価を実施する。

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

2.1 構造及び材料

2.1.1 原子炉容器サポート

(1) 構造

泊2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4体及び原子炉容器胴部支持金物部に2体取り付けられており、サポートブラケット、基礎ボルト、埋込金物、ベースプレート、外周プレート、スタッド及びシムプレートにより、自重を支持するとともに地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

泊2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

泊2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。

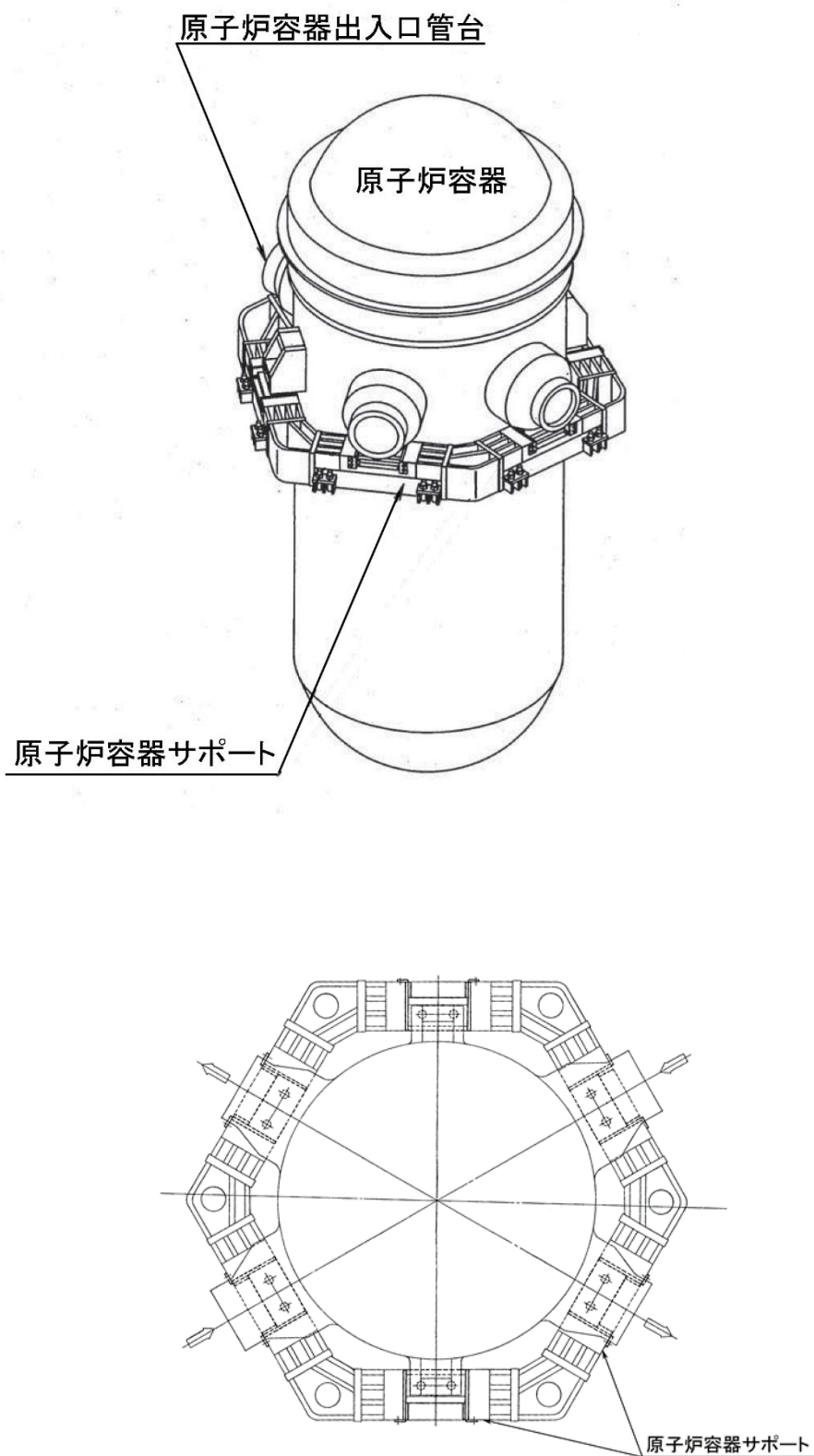
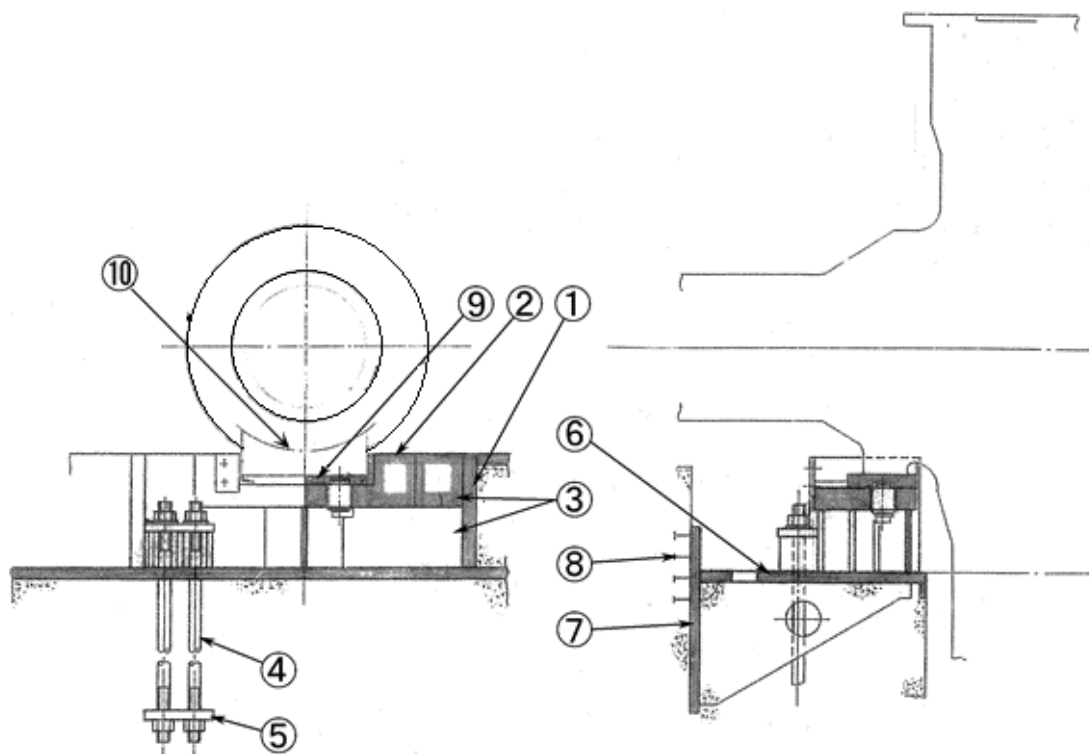


図2.1-1 (1/2) 泊2号炉 原子炉容器サポート構造図



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

図2.1-1 (2/2) 泊2号炉 原子炉容器サポート構造図

表2.1-1 泊2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（側板）	炭素鋼
サポートブラケット（サポートシュー）	低合金鋼
サポートブラケット（サポートリブ）	炭素鋼
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
スタッド	炭素鋼
シムプレート	低合金鋼
パッド（原子炉容器本体）	低合金鋼

2.1.2 蒸気発生器サポート

(1) 構造

泊2号炉の蒸気発生器サポートは、上部胴支持構造物、中間胴支持構造物、下部支持構造物及び支持脚の4種類が設置されている。

上部胴支持構造物は、蒸気発生器本体胴部に円形のバンド、サポートビーム、サポートコラム及びオイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。オイルスナバは、抵抗力発生の媒体にオイルを使用している。

中間胴支持構造物は、蒸気発生器本体胴部に吊り金物により吊り下げられた八角形のリングフレーム、バックバンパ及びオイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

下部支持構造物は、蒸気発生器1次側鏡板のパッド部に設置されたサポートビーム及びサポートブロック等により、地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

支持脚は、蒸気発生器1次側鏡板のパッド部に4本取り付けられており、サポートパイプ、ブラケット、ヒンジ、押え金物、支持脚ベースプレート及びこれらを接続する支持脚ピン等により自重を支持するとともに地震時の鉛直方向の変位を拘束する構造である。

泊2号炉の蒸気発生器サポートの全体図及び構造図を図2.1-2～図2.1-6に示す。

(2) 材料

泊2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。

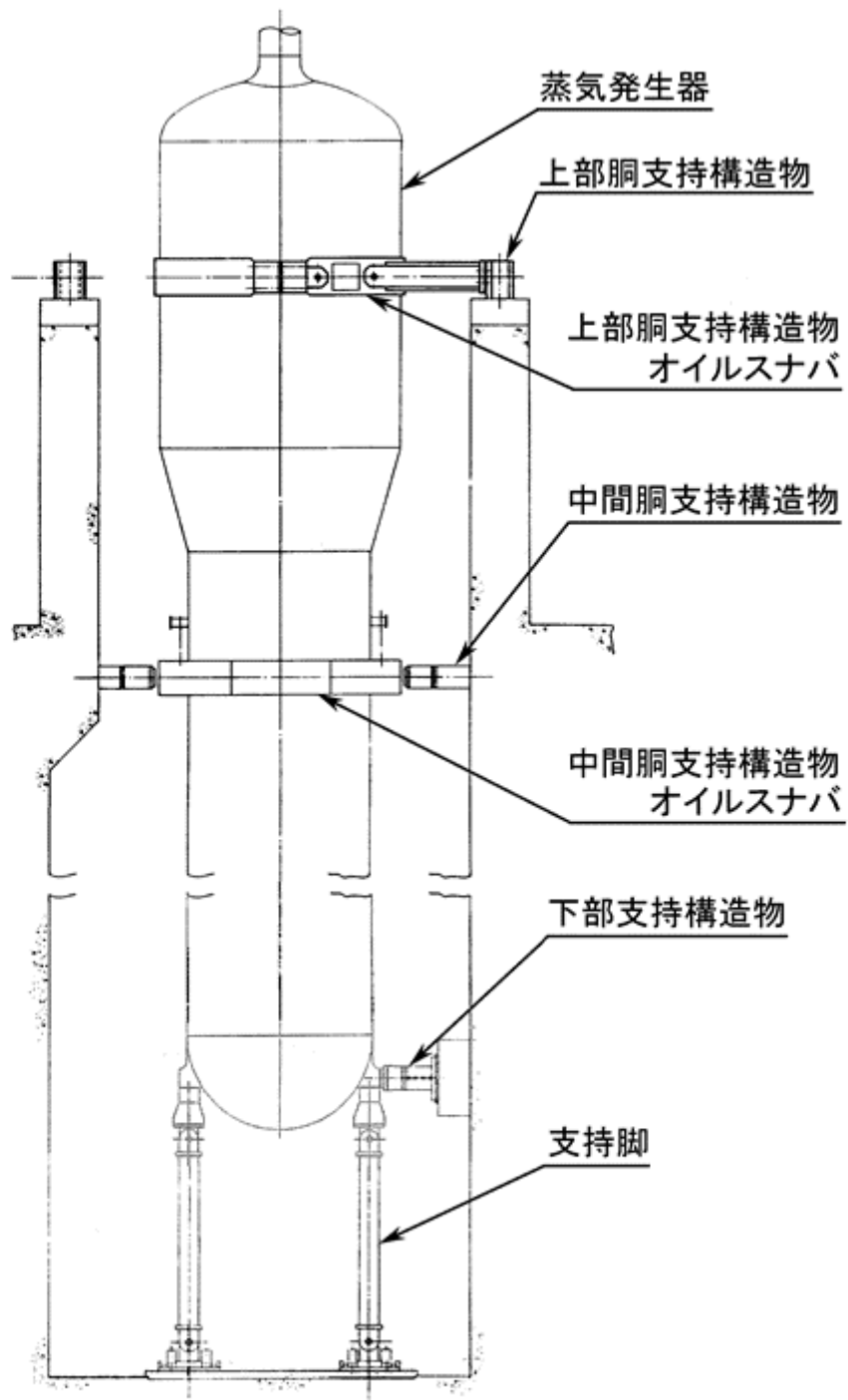
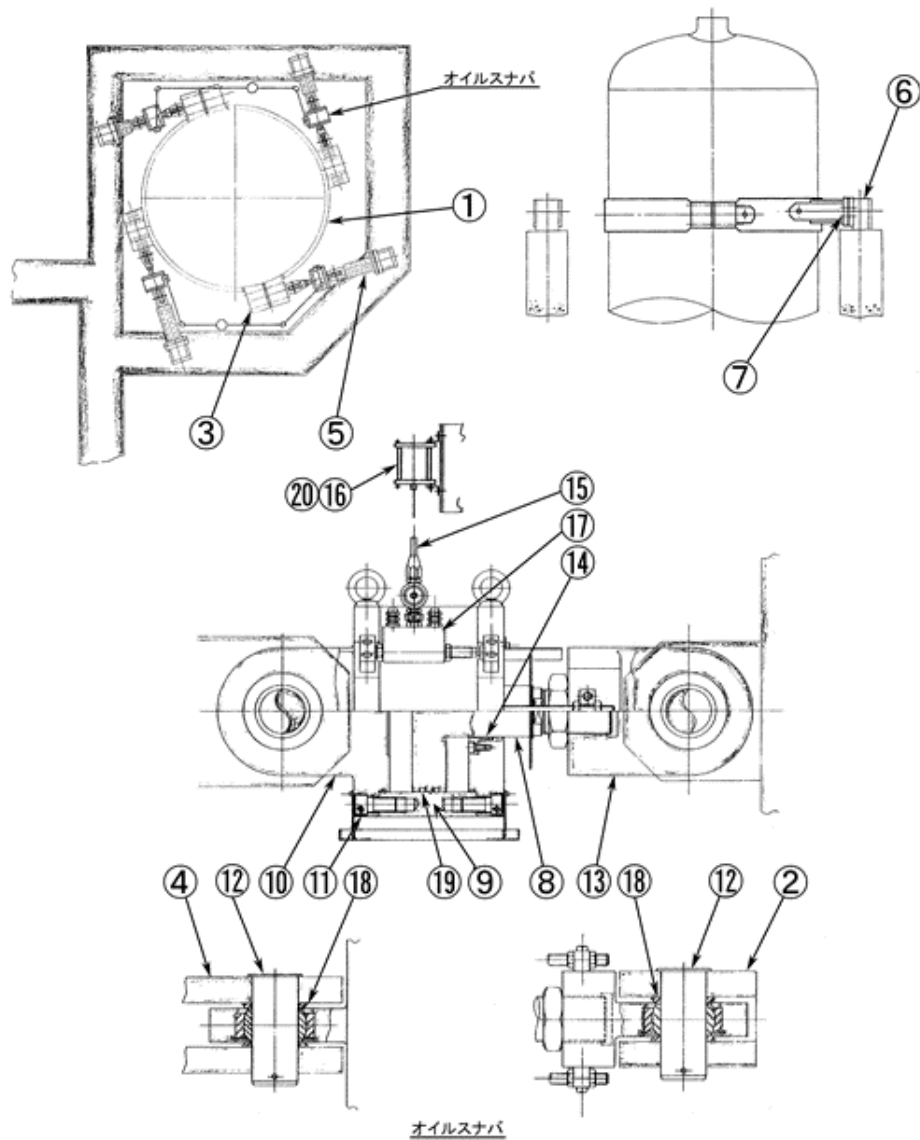


図2.1-2 泊2号炉 蒸気発生器サポート全体図

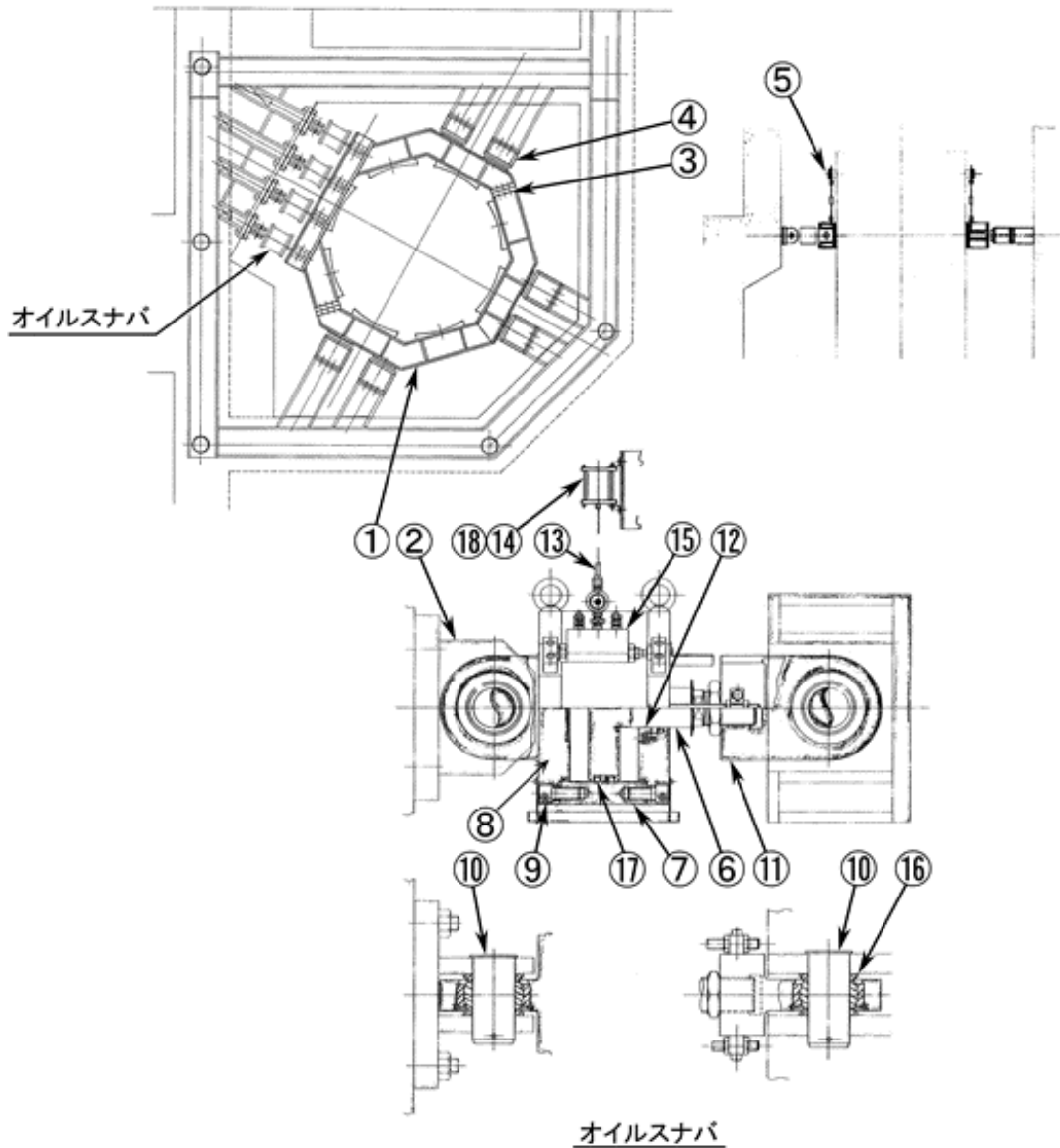


No.	部位	No.	部位
①	バンド	⑪	オイルスナバ タイボルト
②	バンド側ブラケット	⑫	オイルスナバ コッターピン
③	バンド組立ボルト	⑬	オイルスナバ コネクティングラグ
④	スナバ取付ラグ	⑭	オイルスナバ ブッシュ
⑤	サポートビーム	⑮	オイルスナバ 給油管
⑥	サポートコラム	⑯	オイルスナバ オイルリザーバ
⑦	サポートビーム取付ボルト	⑰	オイルスナバ コントロールバルブ
⑧	オイルスナバ ピストンロッド	⑱	オイルスナバ 球面軸受 (すべり)
⑨	オイルスナバ シリンダチューブ	⑲	オイルスナバ オイルシール
⑩	オイルスナバ シリンダカバー	⑳	オイルスナバ オイル

図2.1-3 泊2号炉 蒸気発生器上部胴支持構造物構造図

表2. 1-2 泊2号炉 蒸気発生器上部胴支持構造物主要部位の使用材料

部位		材料
バンド		炭素鋼
バンド側ブラケット		炭素鋼
バンド組立ボルト		低合金鋼
スナバ取付ラグ		炭素鋼
サポートビーム		炭素鋼
サポートコラム		炭素鋼
サポートビーム取付ボルト		低合金鋼
オイル スナバ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバー	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	コッターピン	低合金鋼
	コネクティングラグ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	給油管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	コントロールバルブ	炭素鋼
	球面軸受 (すべり)	軸受鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
	オイル	消耗品・定期取替品

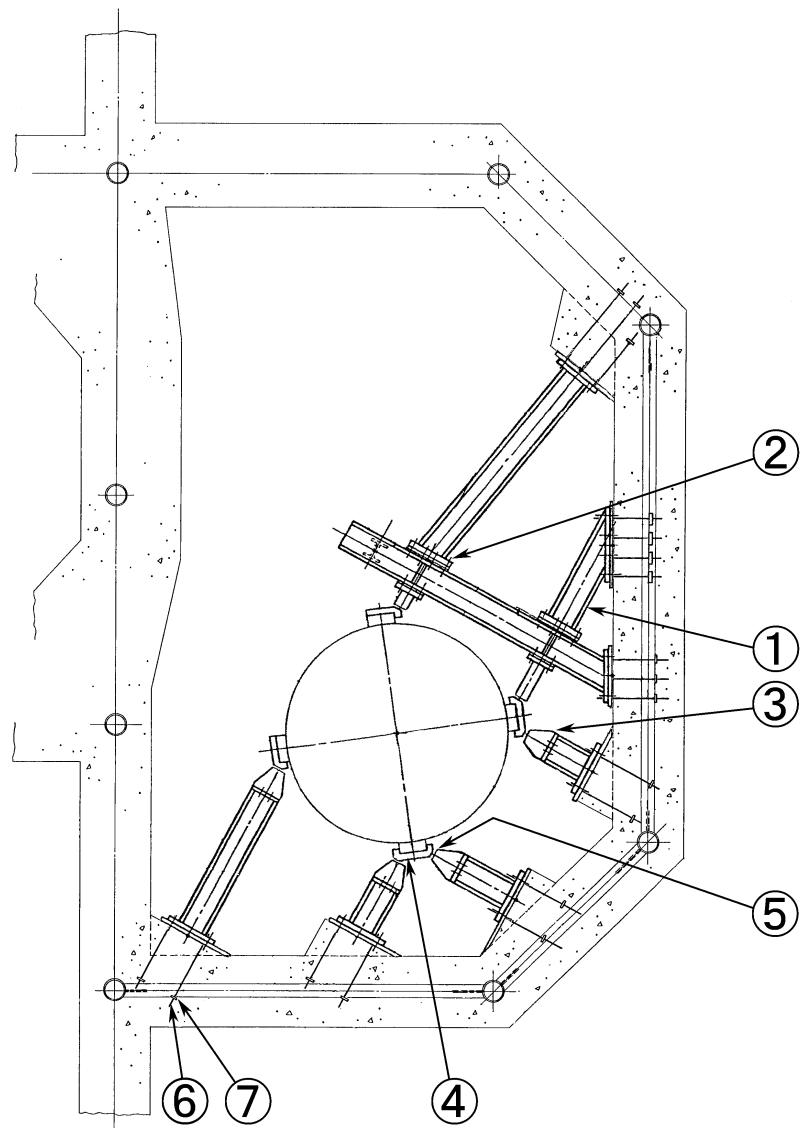


No.	部位	No.	部位
①	リングフレーム	⑩	オイルスナバ コッターピン
②	スナバブラケット	⑪	オイルスナバ コネクティングラグ
③	リングフレーム組立ボルト	⑫	オイルスナバ ブッシュ
④	バックバンパ	⑬	オイルスナバ 給油管
⑤	吊り金物	⑭	オイルスナバ オイルリザーバ
⑥	オイルスナバ ピストンロッド	⑮	オイルスナバ コントロールバルブ
⑦	オイルスナバ シリンダチューブ	⑯	オイルスナバ 球面軸受 (すべり)
⑧	オイルスナバ シリンダカバー	⑰	オイルスナバ オイルシール
⑨	オイルスナバ タイボルト	⑱	オイルスナバ オイル

図2.1-4 泊2号炉 蒸気発生器中間胴支持構造物構造図

表2. 1-3 泊 2 号炉 蒸気発生器中間胴支持構造物主要部位の使用材料

部位		材料
リングフレーム		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
吊り金物		炭素鋼, 低合金鋼
オイル スナ バ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバー	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	コッターピン	低合金鋼
	コネクティングラグ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	給油管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	コントロールバルブ	炭素鋼
	球面軸受 (すべり)	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

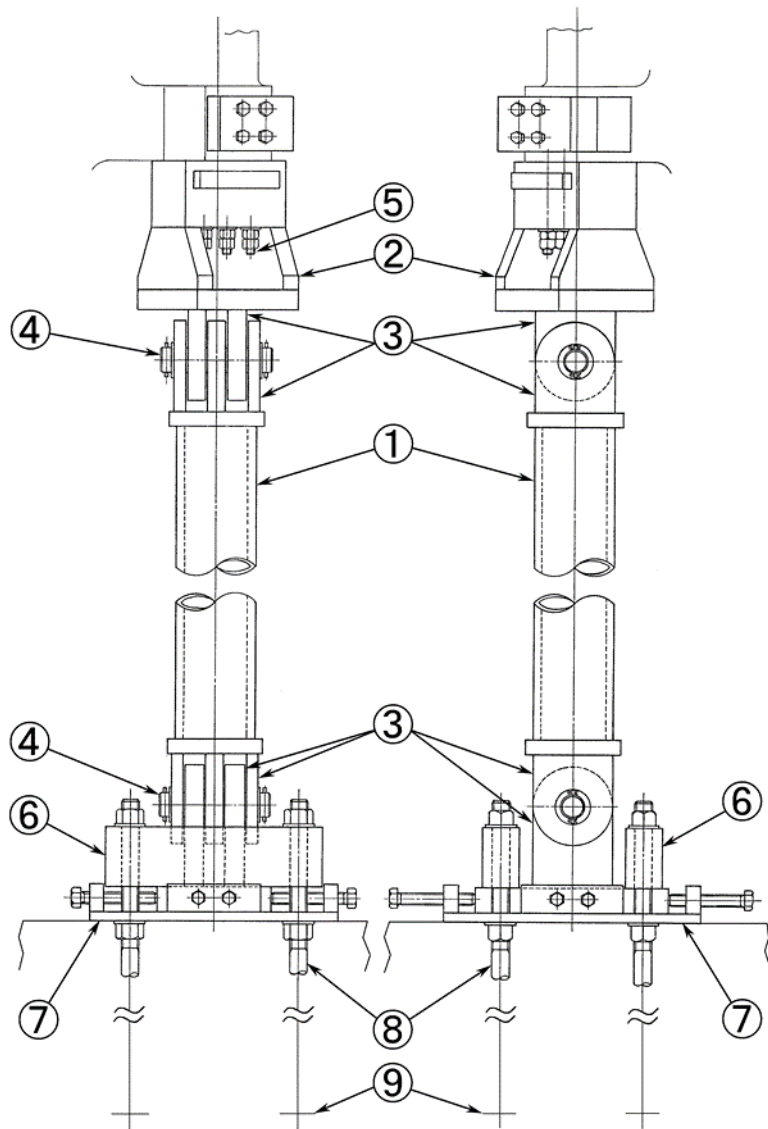


No.	部位
①	サポートビーム
②	サポートビーム組立ボルト
③	サポートブロック
④	パッド
⑤	シム
⑥	基礎ボルト
⑦	埋込金物

図2.1-5 泊2号炉 蒸気発生器下部支持構造物構造図

表2.1-4 泊2号炉 蒸気発生器下部支持構造物主要部位の使用材料

部位	材料
サポートビーム	炭素鋼
サポートビーム組立ボルト	低合金鋼
サポートブロック	低合金鋼 炭素鋼
パッド	低合金鋼
シム	炭素鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭素鋼



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

図2.1-6 泊2号炉 蒸気発生器支持脚構造図

表2.1-5 泊2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
ブラケット	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
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

泊2号炉の1次冷却材ポンプサポートは、上部支持構造物、下部支持構造物及び支持脚の3種類が設置されている。

上部支持構造物は、ポンプモータフランジ部の水平面内に取り付けたブラケット及びオイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

下部支持構造部は、ポンプケーシングラグ部に設置されたタイロッド等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

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

泊2号炉の1次冷却材ポンプサポートの全体図及び構造図を図2.1-7～図2.1-10に示す。

(2) 材料

泊2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。

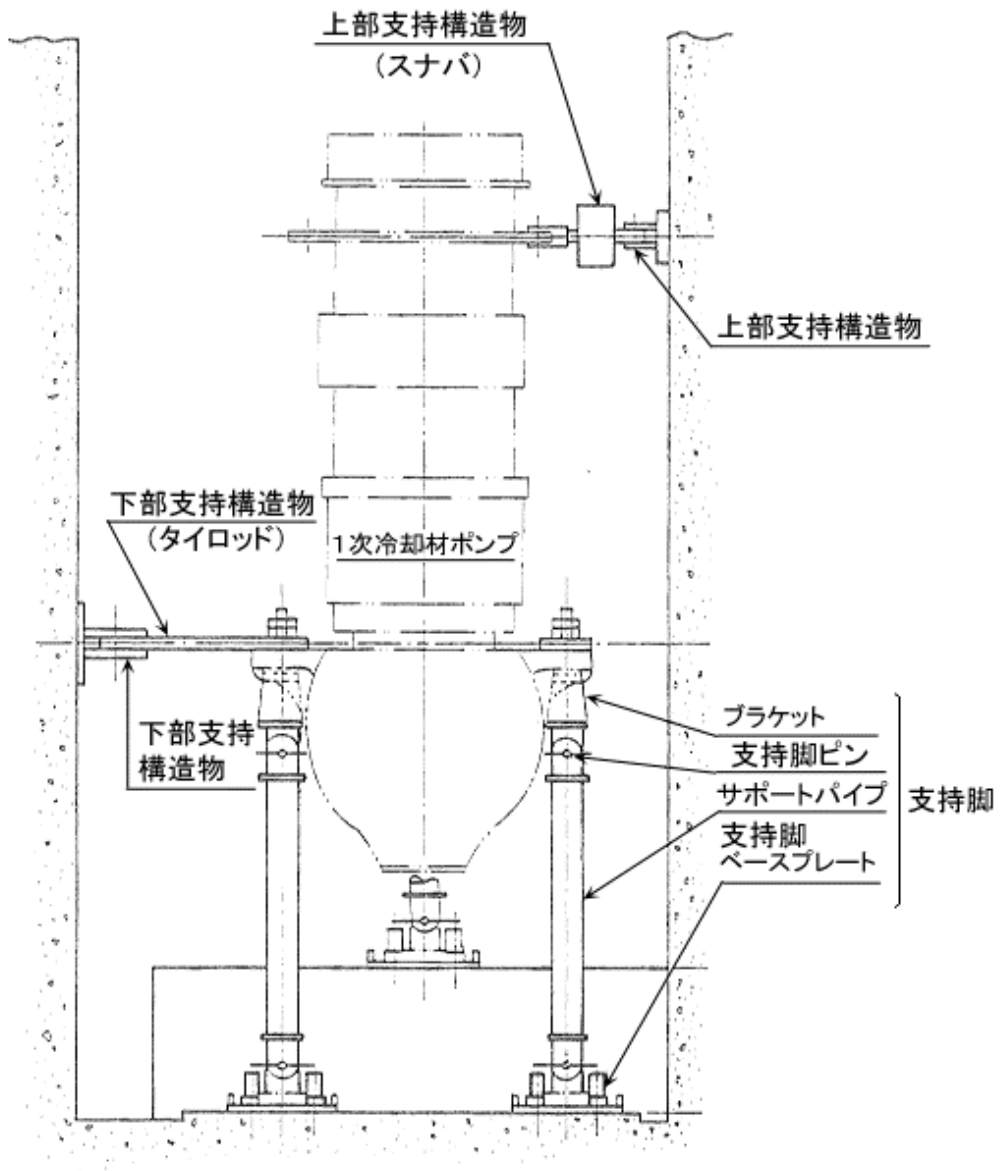
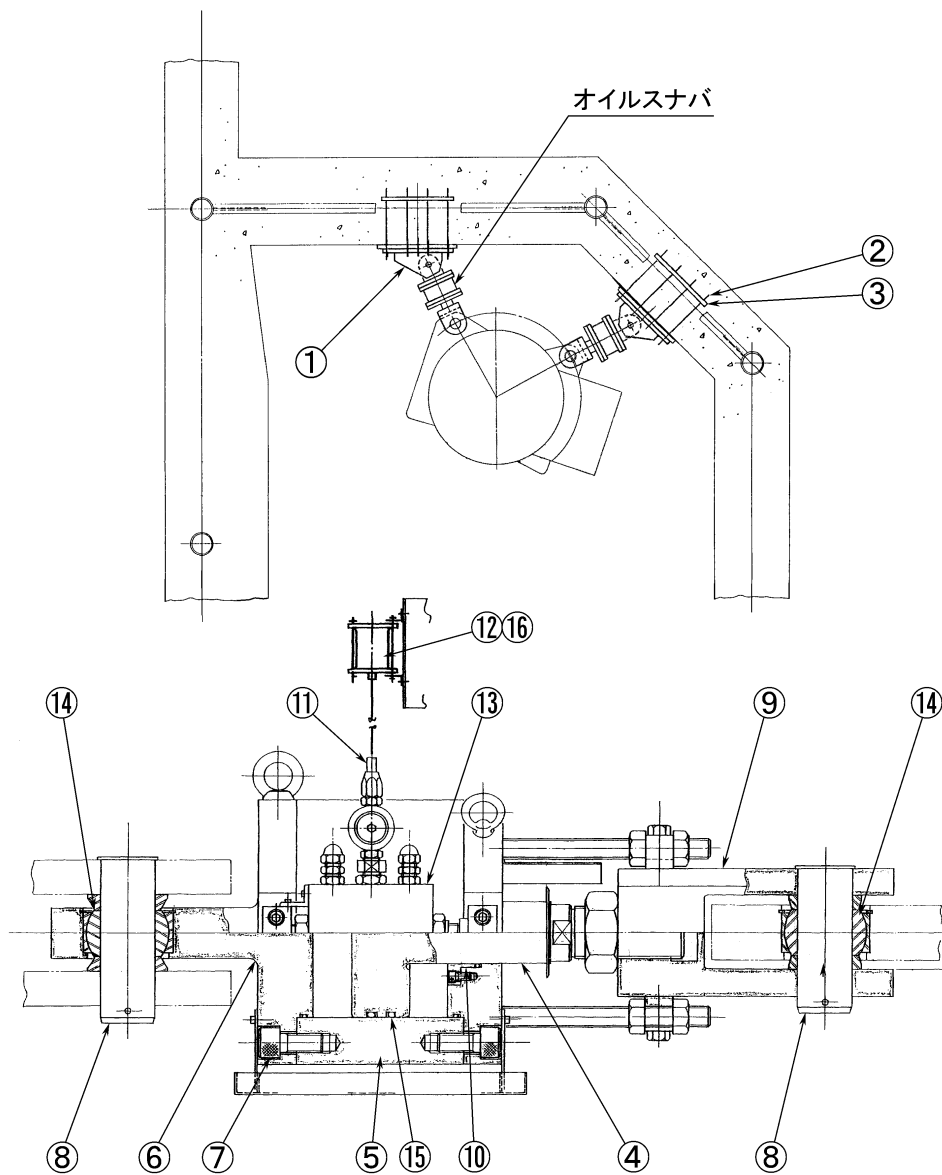


図2.1-7 泊2号炉 1次冷却材ポンプサポート全体図



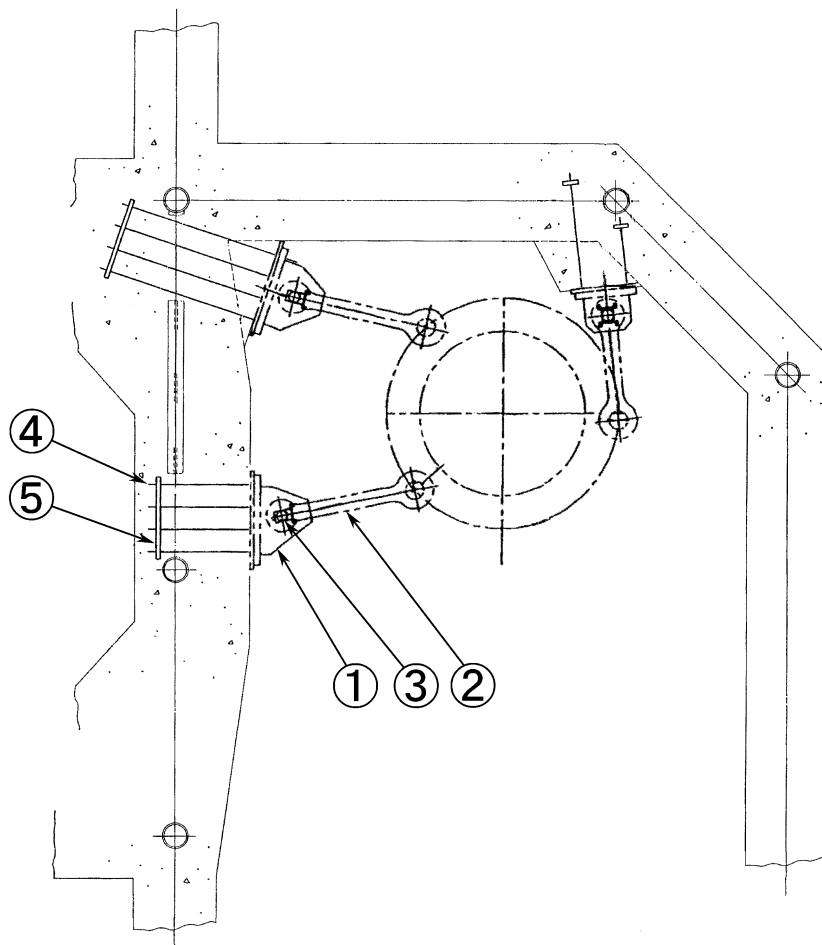
オイルスナバ

No.	部位	No.	部位
①	ブラケット	⑨	オイルスナバ コネクティングラグ
②	基礎ボルト	⑩	オイルスナバ ブッシュ
③	埋込金物	⑪	オイルスナバ 給油管
④	オイルスナバ ピストンロッド	⑫	オイルスナバ オイルリザーバ
⑤	オイルスナバ シリンダチューブ	⑬	オイルスナバ コントロールバルブ
⑥	オイルスナバ シリンダカバー	⑭	オイルスナバ 球面軸受 (すべり)
⑦	オイルスナバ タイボルト	⑮	オイルスナバ オイルシール
⑧	オイルスナバ コッターピン	⑯	オイルスナバ オイル

図2.1-8 泊2号炉 1次冷却材ポンプ上部支持構造物構造図

表2.1-6 泊2号炉 1次冷却材ポンプ上部支持構造物主要部位の使用材料

部位		材料
ブラケット		炭素鋼
基礎ボルト		低合金鋼
埋込金物		炭素鋼
オイルスナバ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバー	低合金鋼
	タイボルト	低合金鋼
	コッターピン	低合金鋼
	コネクティングラグ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	給油管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	コントロールバルブ	炭素鋼
	球面軸受 (すべり)	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

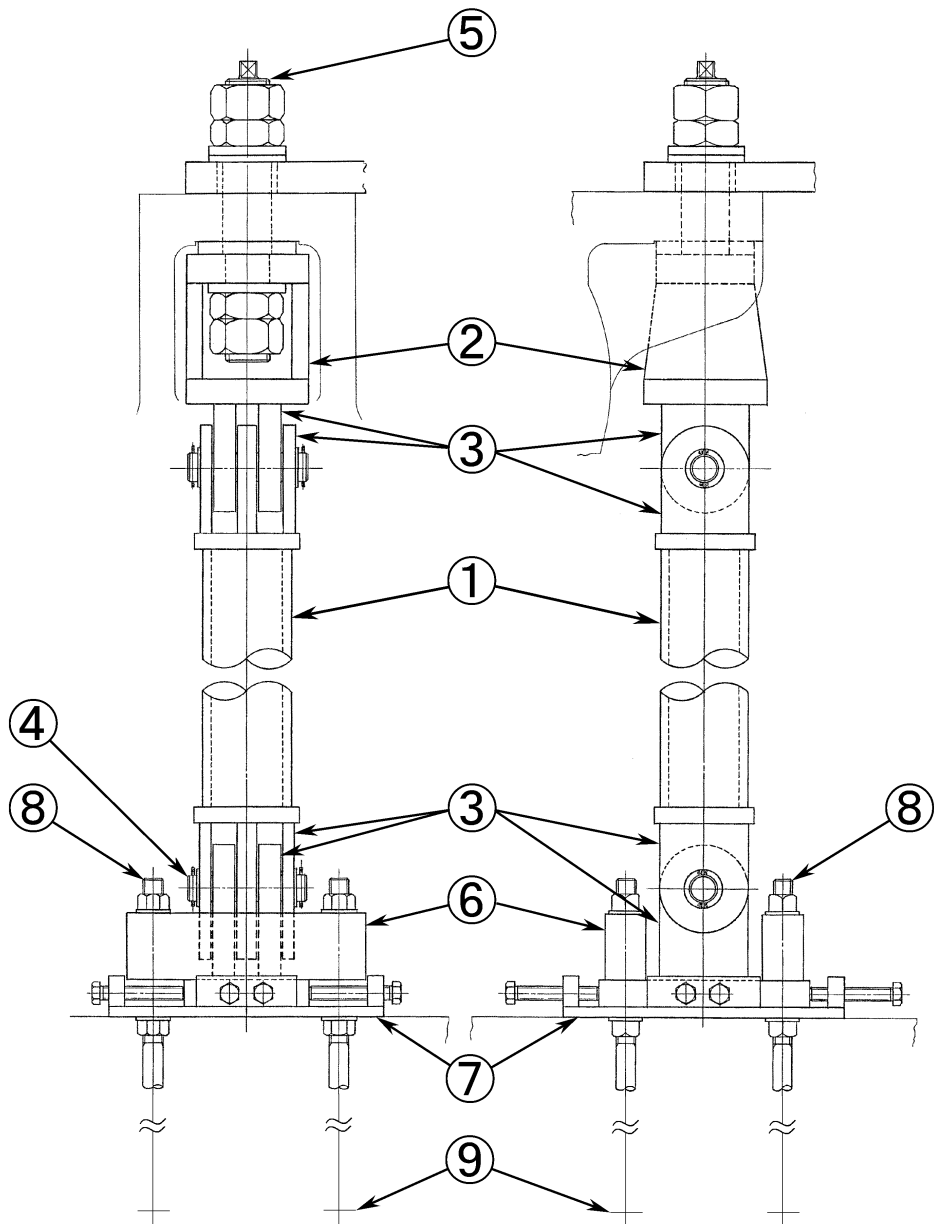


No.	部位
①	ブラケット
②	タイロッド
③	タイロッドピン
④	基礎ボルト
⑤	埋込金物

図2.1-9 泊2号炉 1次冷却材ポンプ下部支持構造物構造図

表2.1-7 泊2号炉 1次冷却材ポンプ下部支持構造物主要部位の使用材料

部位	材料
ブラケット	低合金鋼
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
①	サポートパイプ
②	ブラケット
③	ヒンジ
④	支持脚ピン
⑤	支持脚取付ピン
⑥	押え金物
⑦	支持脚ベースプレート
⑧	基礎ボルト
⑨	埋込金物

図2.1-10 泊2号炉 1次冷却材ポンプ支持脚構造図

表2.1-8 泊2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
ブラケット	低合金鋼
ヒンジ	低合金鋼
支持脚ピン	低合金鋼
支持脚取付ピン	低合金鋼
押え金物	低合金鋼
支持脚ベースプレート	低合金鋼
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

泊2号炉の加圧器サポートは、上部支持構造物及び下部支持構造物の2種類が設置されている。

上部支持構造物は、加圧器胴部の水平面内に取り付けたサポートブロック及びサポートパイプ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

下部支持構造物は、加圧器胴下部に溶接したスカート等により地震時の水平及び鉛直方向の変位を拘束する構造である。

泊2号炉の加圧器サポートの構造図を図2.1-11～図2.1-13に示す。

(2) 材料

泊2号炉の加圧器サポートの使用材料を、表2.1-9及び表2.1-10に示す。

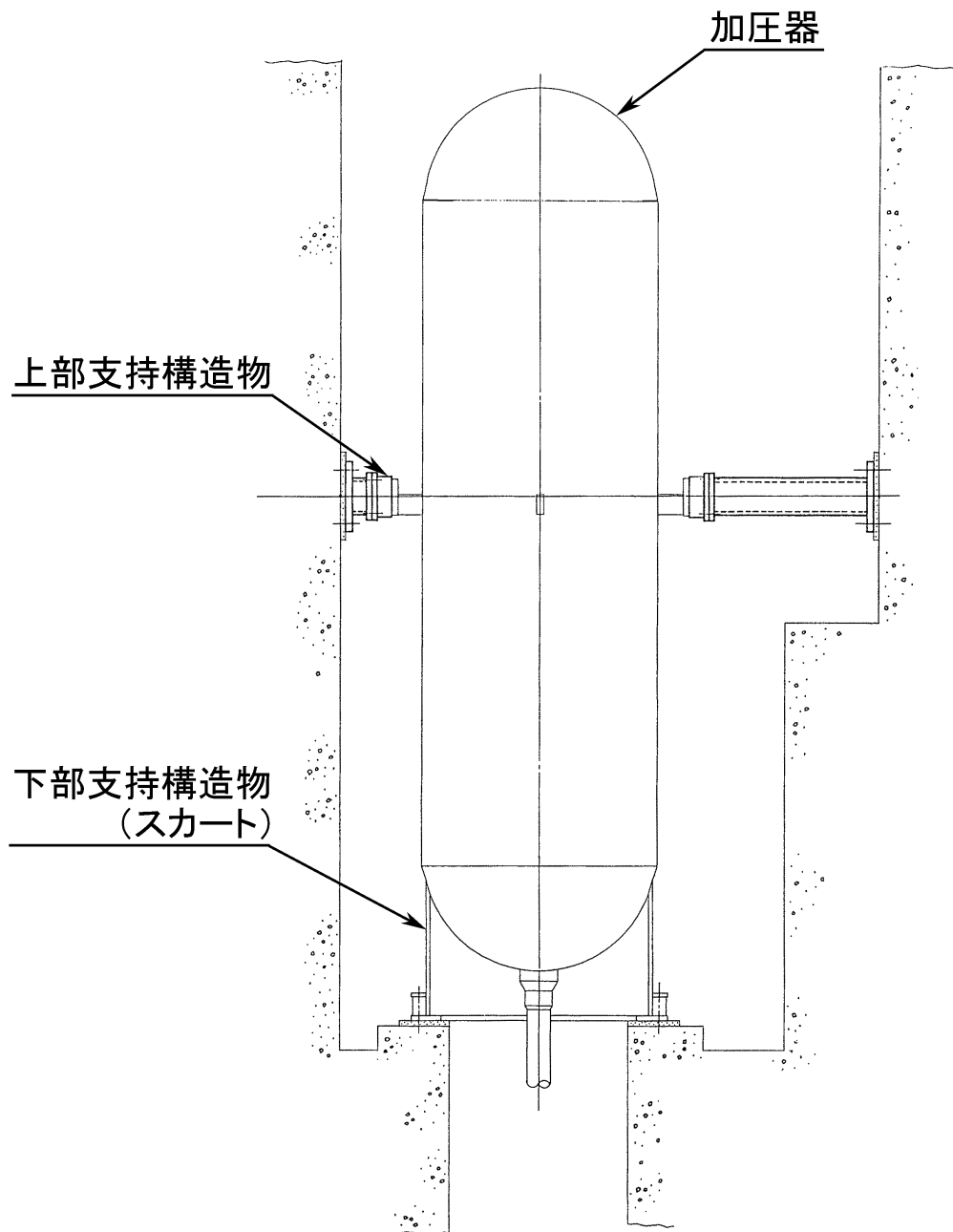
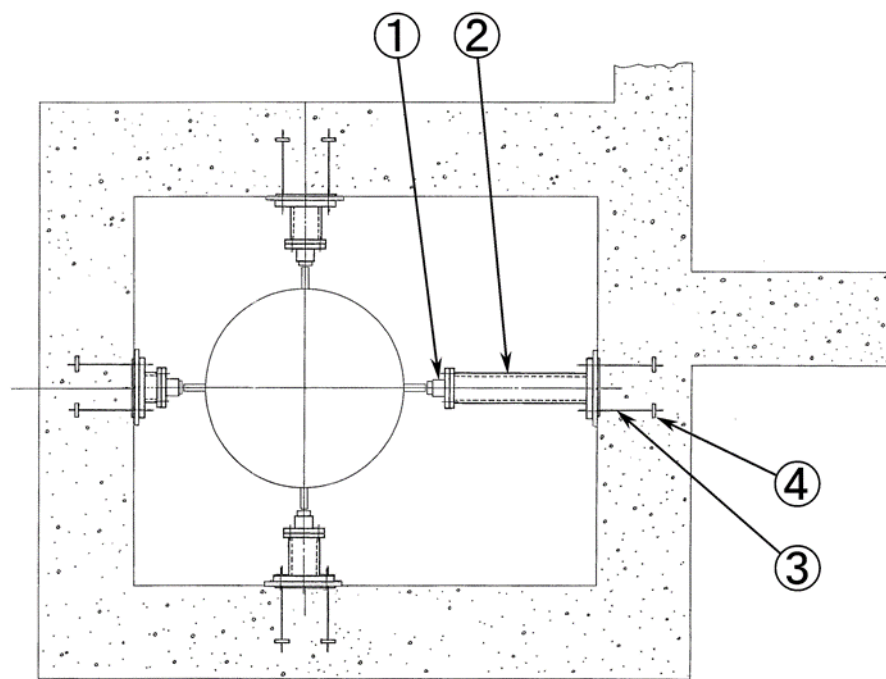


図2.1-11 泊2号炉 加圧器サポート構造図

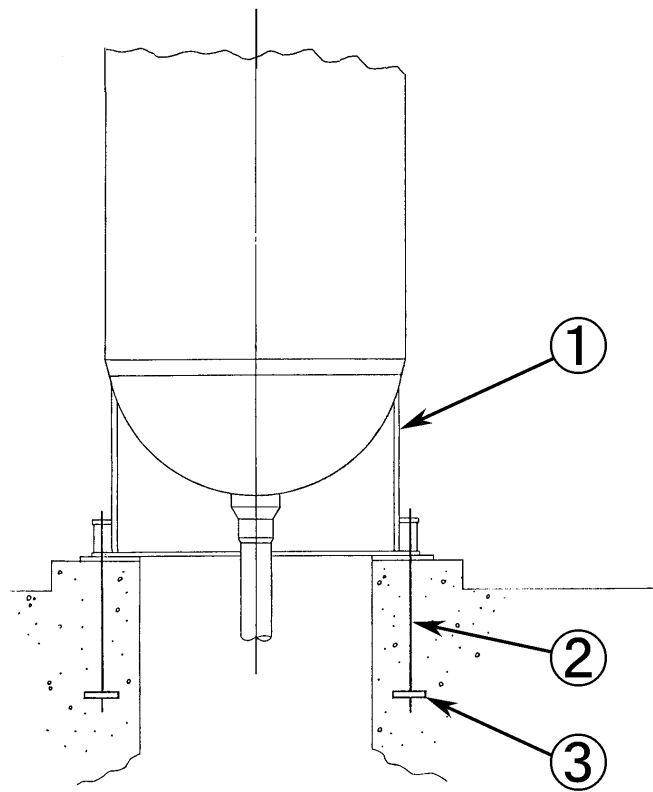


No.	部位
①	サポートブロック
②	サポートパイプ
③	基礎ボルト
④	埋込金物

図2.1-12 泊2号炉 加圧器上部支持構造物構造図

表2.1-9 泊2号炉 加圧器上部支持構造物主要部位の使用材料

部位	材料
サポートブロック	炭素鋼
サポートパイプ	炭素鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭素鋼



No.	部位
①	スカート
②	基礎ボルト
③	埋込金物

図2.1-13 泊2号炉 加圧器下部支持構造物構造図

表2.1-10 泊2号炉 加圧器下部支持構造物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，中性子及びγ線照射等）及び現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1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。

なお，◆は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象には該当しないが，耐震安全性評価を実施するために本項に記載する。

(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△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

なお、◆は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象には該当しないが、耐震安全性評価を実施するために本項に記載する。

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

(1) サポートブラケット等大気接触部の腐食（全面腐食） [共通]

サポートブラケット等は炭素鋼及び低合金鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は摺動部及び蒸気発生器下部サポートのパッドとサポートブロックとの接触面等を除き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。

また摺動部には潤滑材を塗布している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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）の中性子及び 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，中性子及び γ 線照射により材料の靱性が低下することが想定される。

しかしながら，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ブラケット（サポートリブ）について運転開始後60年時点における照射脆化評価を行った結果，サポートブラケット（サポートリブ）は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_1 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ている。

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とした。亀裂のアスペクト比（深さと表面長さの比率）はASME Section III Appendix Gに準拠して1/6とした。脆化度はNUREG-1509 “Radiation Effects on Reactor Pressure Vessel Supports” R. E. Johnson, R. E. Lipinski NRC 1996 P14の評価手法に基づき，プラント運転開始後60年時点の値を予測した。

また，原子炉容器とキャビティに有意な高低差がないことをキャビティシール据付時の隙間計測により確認している。

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

- (3) 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，蒸気発生器支持脚及び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。

しかしながら，原子炉容器サポート，蒸気発生器支持脚及び1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部は，運転開始後60年時点における推定摩耗量をホルム（Holm）の理論式（機械工学便覧（日本機械学会編））により推定して評価した結果，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は支持機能に影響を及ぼす可能性はないと考える。

また，原子炉容器パッドについては，原子炉容器とキャビティに有意な高低差がないことをキャビティシール据付時の隙間計測により確認している。

ヒンジ摺動部の摩耗に対しては，巡視点検時に目視確認により，機器の健全性に影響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。

(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及び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支持構造物及び中間胴支持構造物、1次冷却材ポンプの上部支持構造物及び下部支持構造物に作用する荷重は小さく、また、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。また、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, SFVQ1A）よりも硬質な材料を使用しており、ピストンロッドについても、ブッシュよりも硬質な材料を使用している。

一方、オイルスナバの取付ピン（コッターピン、タイロッドピン）については、運転時有意な荷重がかからない。

また、巡視点検等で目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。

(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り返し荷重により、ヒンジ溶接部において疲労割れが想定される。

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

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

なお、巡視点検等で目視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]

埋込金物及び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）、スタッドは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

上部サポートの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、蒸気発生器サポートの中間胴支持構造物のオイルスナバに使用しているオイルシール、オイル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(1/10) 泊2号炉 原子炉容器サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	サポートブラケット (側板)		炭素鋼		△						*1：中性子及び γ線照射脆化 *2：大気接触部 *3：コンクリート埋設部 ◆：冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には発生・進展が想定されないが、耐震安全性評価のために評価する
	サポートブラケット (サポートシュー)		低合金鋼		△						
	サポートブラケット (サポートリブ)		炭素鋼		△				△*1◆		
	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						
	スタッド		炭素鋼		▲						
	シムプレート		低合金鋼		△						
	パッド (原子炉容器本体)		低合金鋼	△◆	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(2/10) 泊2号炉 蒸気発生器上部胴支持構造物に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・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		△							
	バンド側ブラケット		炭素鋼	△	△							
	バンド組立ボルト		低合金鋼		△							
	スナバ取付ラグ		炭素鋼	△	△							
	サポートビーム		炭素鋼		△							
	サポートコラム		炭素鋼		△							
	サポートビーム取付ボルト		低合金鋼		△							
	オイル スナバ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△						
		シリンダチューブ		低合金鋼		△						
		シリンダカバー		低合金鋼		△						
		タイボルト		低合金鋼		△						
		コッターピン		低合金鋼	△	△						
		コネクティングラグ		低合金鋼		△						
		ブッシュ		銅合金鋳物	△							
		給油管		ステンレス鋼								
		オイルリザーバ		ステンレス鋼								
コントロールバルブ			炭素鋼		△							
球面軸受(すべり)		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) 泊2号炉 蒸気発生器中間胴支持構造物に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・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	△	△							
	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		△							
	吊り金物		炭素鋼 低合金鋼		△							
	オイルスナバ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△						
		シリンダチューブ		低合金鋼		△						
		シリンダカバー		低合金鋼		△						
		タイボルト		低合金鋼		△						
		コッターピン		低合金鋼	△	△						
		コネクティングラグ		低合金鋼		△						
		ブッシュ		銅合金鋳物	△							
		給油管		ステンレス鋼								
		オイルリザーバ		ステンレス鋼								
		コントロールバルブ		炭素鋼		△						
球面軸受(すべり)		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) 泊2号炉 蒸気発生器下部支持構造物に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・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		△						
	サポートビーム組立ボルト		低合金鋼		△						
	サポートブロック		低合金鋼 炭素鋼		△						
	パッド		低合金鋼		△						
	シム		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(5/10) 泊2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		△						◆：冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には発生・進展が想定されないが、耐震安全性評価のために評価する
	ブラケット		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		△						
	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) 泊2号炉 1次冷却材ポンプ上部支持構造物に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・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	△	△							
	基礎ボルト		低合金鋼		△							
	埋込金物		炭素鋼		▲							
	オイルスナバ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△						
		シリンダチューブ		低合金鋼		△						
		シリンダカバー		低合金鋼		△						
		タイボルト		低合金鋼		△						
		コッターピン		低合金鋼	△	△						
		コネクティングラグ		低合金鋼	△	△						
		ブッシュ		銅合金鋳物	△							
		給油管		ステンレス鋼								
		オイルリザーバ		ステンレス鋼								
		コントロールバルブ		炭素鋼		△						
		球面軸受(すべり)		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) 泊2号炉 1次冷却材ポンプ下部支持構造物に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・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		低合金鋼	△	△						
	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) 泊2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		
機器の支持	サポートパイプ		炭素鋼		△						◆：冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には発生・進展が想定されないが，耐震安全性評価のために評価する
	ブラケット		低合金鋼		△						
	ヒンジ		低合金鋼	△◆	△	△					
	支持脚ピン		低合金鋼	△	△						
	支持脚取付ピン		低合金鋼		△						
	押え金物		低合金鋼		△						
	支持脚ベースプレート		低合金鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（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) 泊2号炉 加圧器上部支持構造物に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	サポートブロック		炭素鋼		△						
	サポートパイプ		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(10/10) 泊2号炉 加圧器下部支持構造物に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食 割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	スカート		低合金鋼		△	○◆					◆：冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には発生・進展が想定されないが，耐震安全性評価のために評価する
	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、疲労が蓄積する可能性がある。

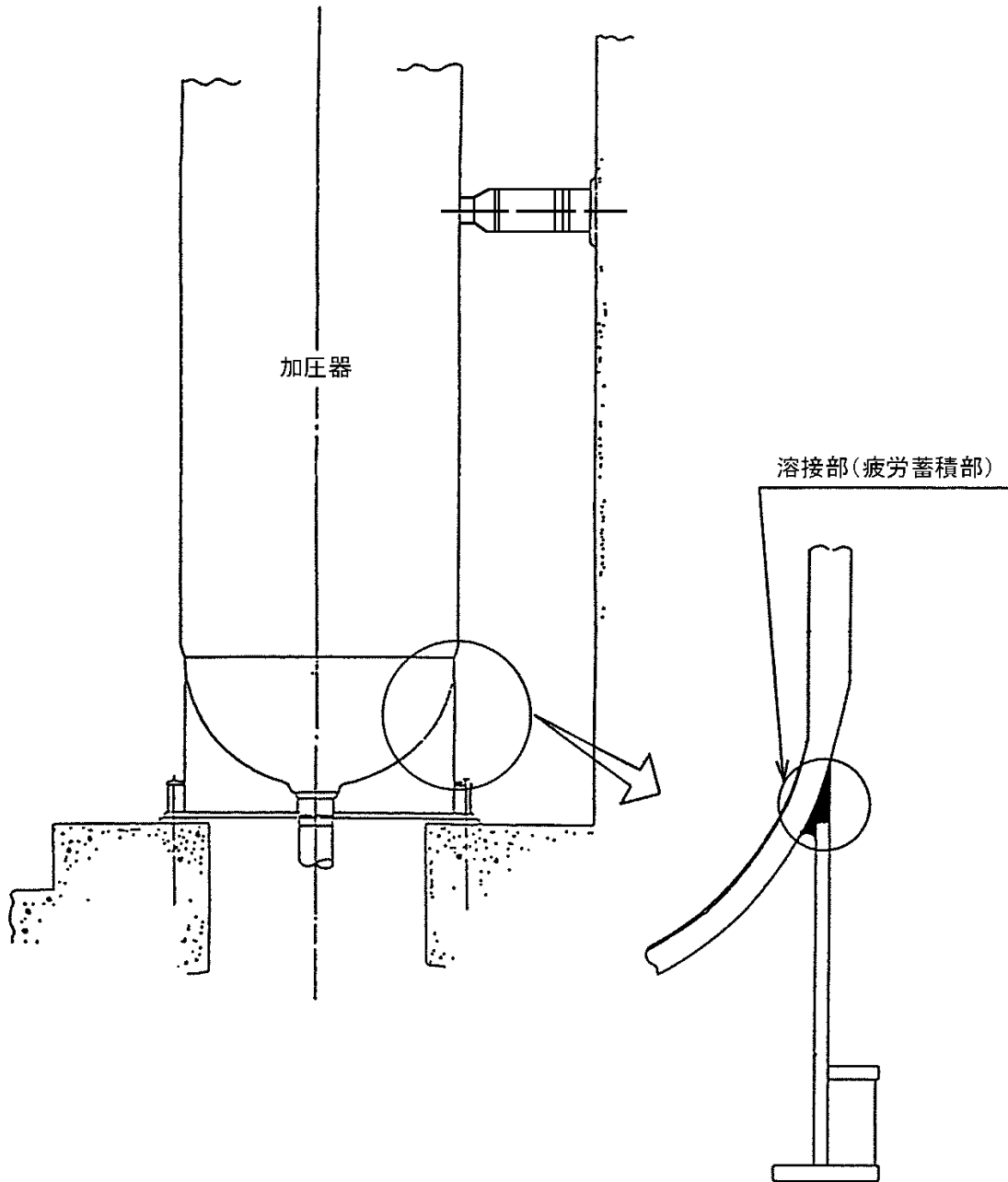


図2.3-1 泊2号炉 加圧器スカート部の疲労蓄積部

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。

劣化が進展すると仮定した場合における運転開始後60年時点の疲労評価に用いた過渡回数を表2.3-1に示す。なお、当該条件は冷温停止状態を前提とした運転開始後30年時点における評価条件を包含している。

評価結果を表2.3-2に示すが、許容値に対し余裕のあ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、定期的に超音波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。

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。

また、疲労割れは超音波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、現状保全項目に加えて、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。

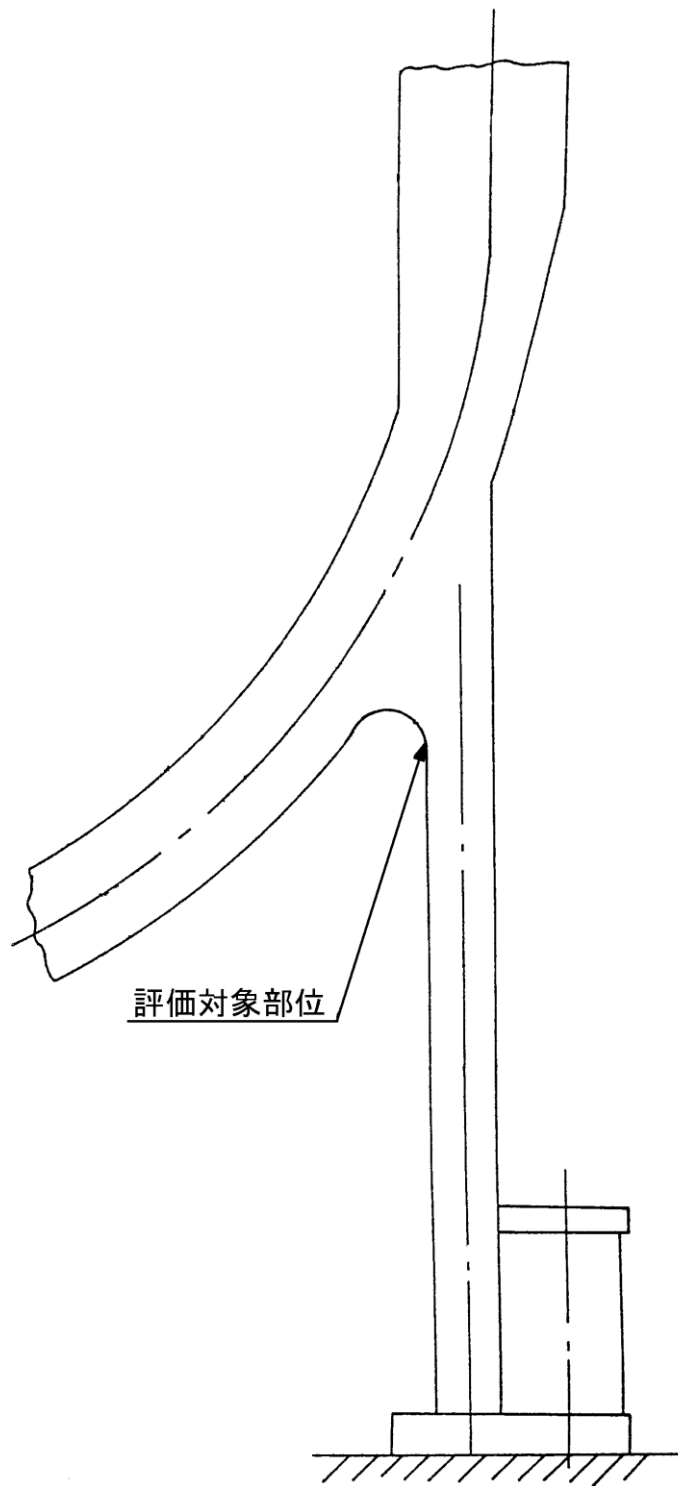


図2.3-2 加圧器スカート部の疲労評価対象部位

表2.3-1 泊2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	
	2012 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℃/h)	28	67
停止(温度下降率 55.6℃/h)	28	67
負荷上昇(負荷上昇率 5%/min)	224	724
負荷減少(負荷減少率 5%/min)	216	716
90%から 100%へのステップ状負荷上昇	3	4
100%から 90%へのステップ状負荷減少	3	4
100%からの大きいステップ状負荷減少	2	4
定常負荷運転時の変動*1	—	—
燃料交換	17	60
0%から 15%への負荷上昇	28	63
15%から 0%への負荷減少	20	59
1 ループ停止 / 1 ループ起動		
I) 停止	0	1
II) 起動	0	1

運転状態 II

過渡項目	運転実績に基づく過渡回数	
	2012 年度末時点	運転開始後 60 年 時点の推定値
負荷の喪失	4	6
外部電源喪失	1	4
1 次冷却材流量の部分喪失	0	1
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	6
II) 不注意な冷却を伴うトリップ	0	1
III) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	0	1
1 次冷却系の異常な減圧	0	1
制御棒クラスタの落下	0	2
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	0	1
1 次冷却系停止ループの誤起動	0	1
タービン回転試験	5	5
1 次系漏えい試験	21	56

*1 : 設計評価においては、1 次冷却材温度 $\pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 、1 次冷却材圧力 $\pm 0.34\text{MPa}$ ($\pm 3.5\text{kg/cm}^2$)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 泊2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)	0.156

2 空気圧縮装置

[対象機器]

- ① 制御用空気圧縮装置
- ② ディーゼル発電機空気圧縮機

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 制御用空気圧縮装置全体構成	3
2.2 構造, 材料及び使用条件	5
2.3 経年劣化事象の抽出	42
2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	63
3. 代表機器以外への展開	64
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	64

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊 2 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, 内部流体及び材料の観点からグループ化し, 以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す空気圧縮装置について, 設置場所, 型式, 流体及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 泊2号炉 空気圧縮装置の主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準					代表機器の選定	
設置場所 型式	流体	材料		仕様 (容量)	重要度*1	使用条件			代表 機器	選定理由
						運転状態*2	最高使用圧力 (MPa [gage])	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 [連続]	約0.83	約200	◎	重要度
			ディーゼル発電機空気圧縮機 (2)	約1.5Nm ³ /min	高*3	一時 [一時]	約2.9	約90		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3：最高使用温度が95°Cを超え，又は最高使用圧力が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

泊2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、外部電源喪失時及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0.69MPa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冷却器で冷却し、制御用空気冷却器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。

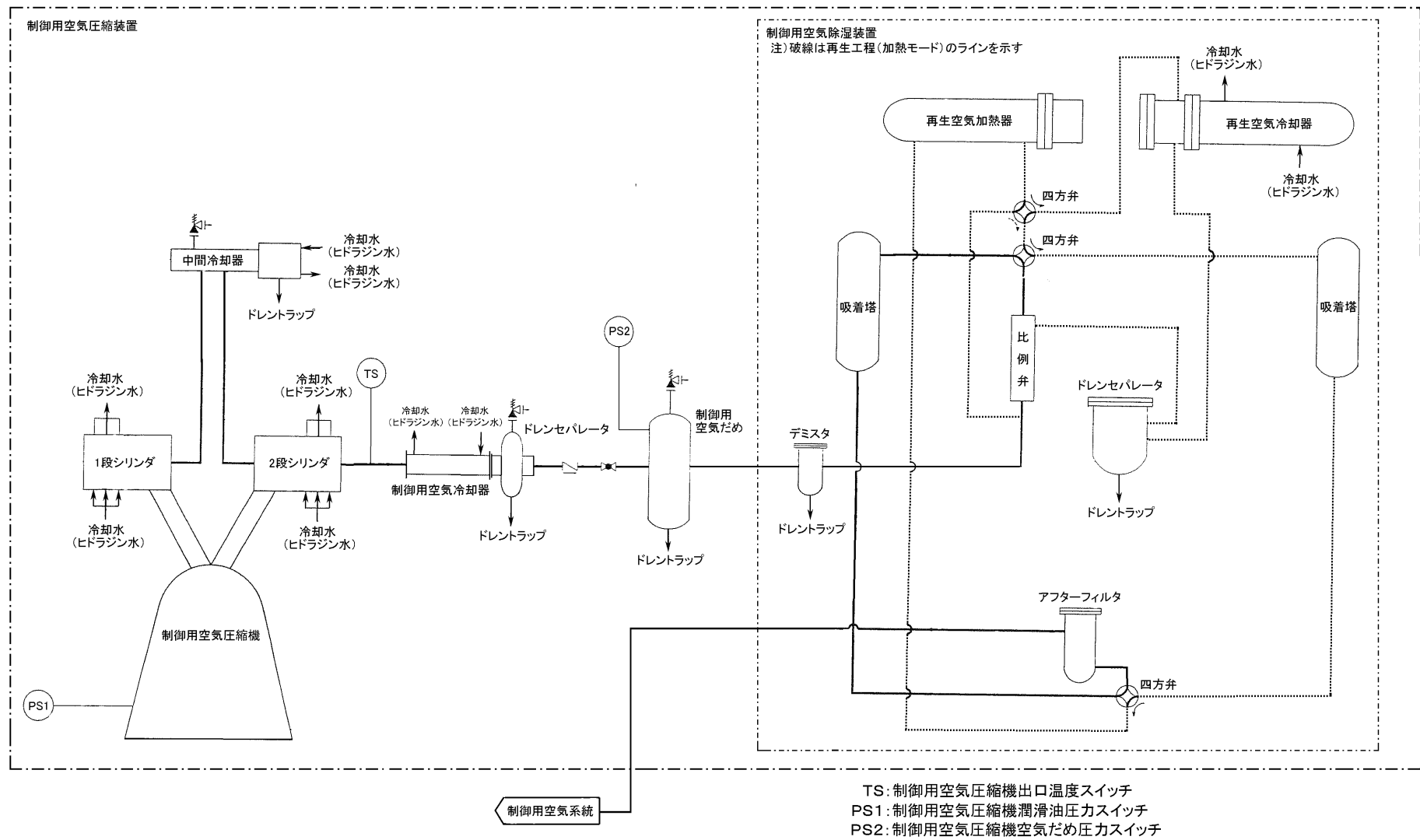


図2. 1-1 泊 2 号炉 制御用空気圧縮装置 全体構成図

2.2 構造, 材料及び使用条件

2.2.1 制御用空気圧縮機

(1) 構造

泊2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。第1段及び第2段は直径等の寸法は異なるが, 同一の構造・材料を使用している。

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及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0.69MPa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)及びシリンダは鋳鉄であり, ピストンはアルミ合金鋳物で, クランクシャフトは低合金鋼である。

また, 圧縮空気をシールするピストンリングにはカーボンを使用し, シリンダ軸封部にはピストンロッドパッキンを使用している。

泊2号炉の制御用空気圧縮機の外形図及び構造図を図2.2-1及び図2.2-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

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

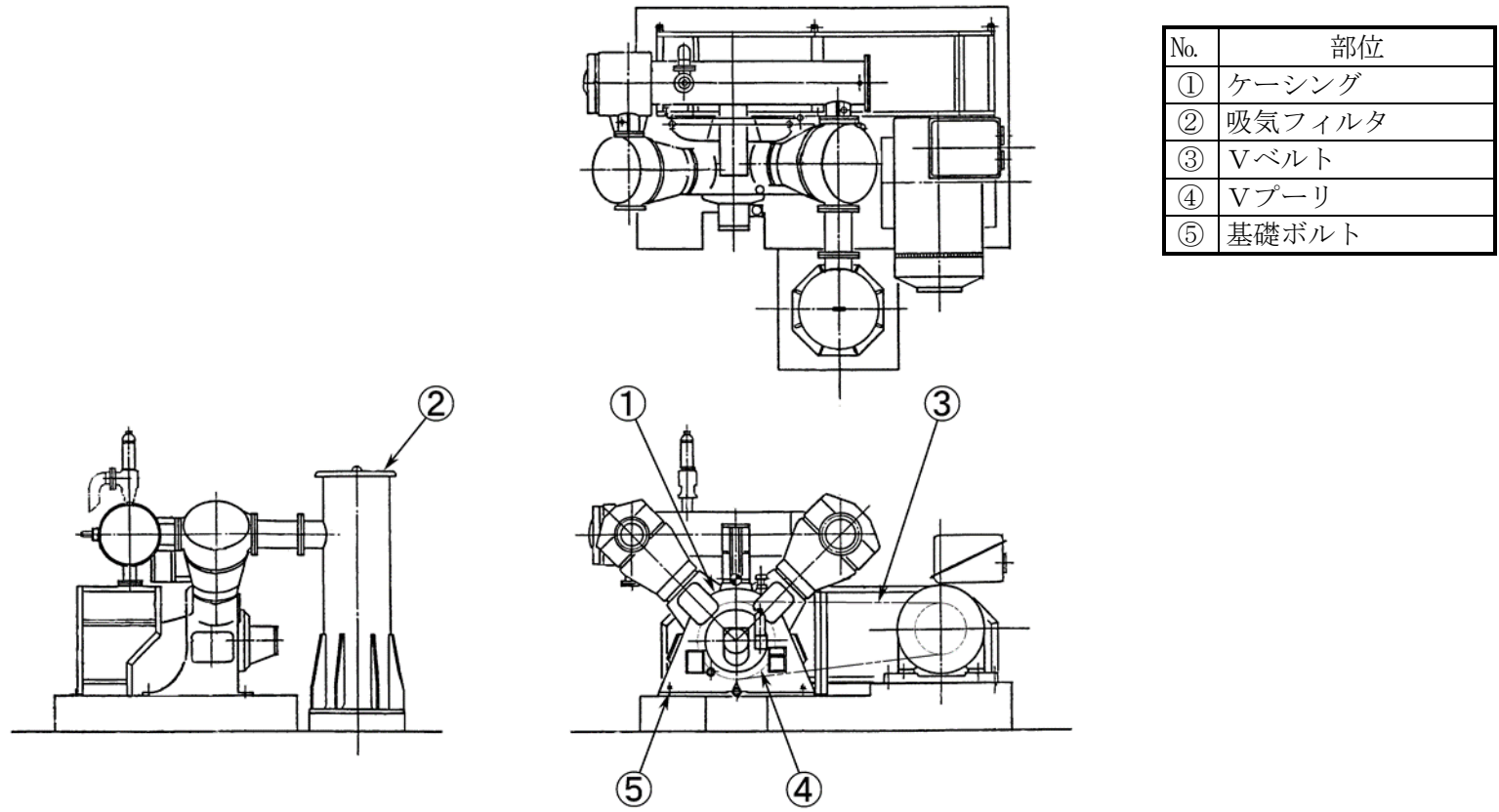
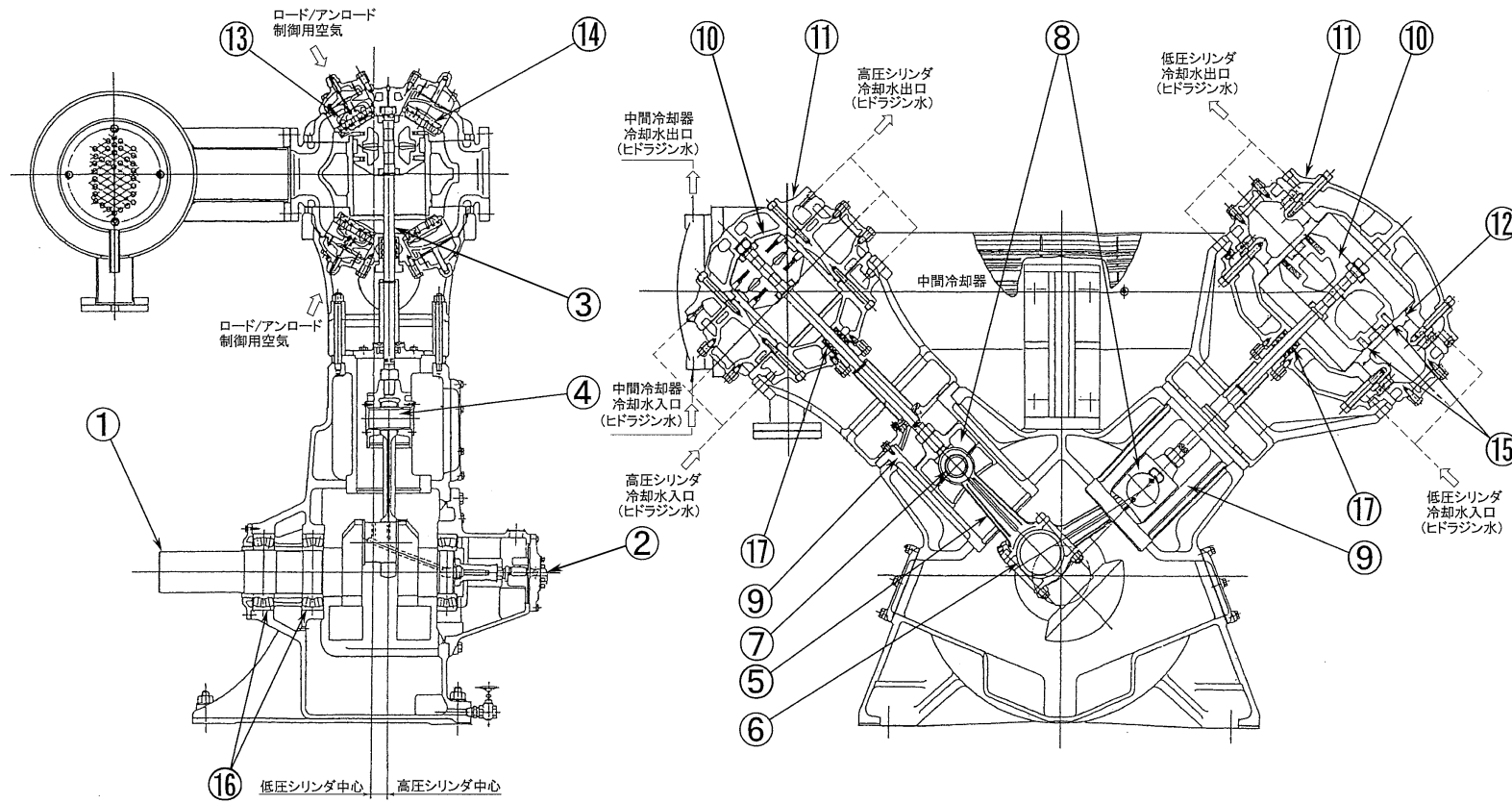


図2.2-1 泊2号炉 制御用空気圧縮機外形図



No.	部位
①	クランクシャフト
②	油ポンプ歯車
③	ピストンロッド
④	リストピン
⑤	コネクティングロッド
⑥	クランクピンメタル
⑦	リストピンメタル
⑧	クロスヘッド
⑨	クロスヘッドガイド
⑩	ピストン
⑪	シリンダ
⑫	シリンダライナ
⑬	吸入弁
⑭	吐出弁
⑮	ピストンリング
⑯	軸受 (ころがり)
⑰	ピストンロッドパッキン

図2.2-2 泊2号炉 制御用空気圧縮機構造図

表2.2-1 泊2号炉 制御用空気圧縮機主要部位の使用材料

部位	材料
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
クランクシャフト	低合金鋼
油ポンプ歯車	炭素鋼
ピストンロッド	低合金鋼 (クロムメッキ)
リストピン	低合金鋼
コネクティングロッド	炭素鋼
クランクピンメタル	消耗品・定期取替品
リストピンメタル	消耗品・定期取替品
クロスヘッド	鋳鉄
クロスヘッドガイド	鋳鉄
ピストン	アルミ合金鋳物
シリンダ	鋳鉄
シリンダライナ	鋳鉄 (クロムメッキ)
吸入弁	消耗品・定期取替品
吐出弁	消耗品・定期取替品
ピストンリング	消耗品・定期取替品
軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
ピストンロッドパッキン	消耗品・定期取替品
基礎ボルト	炭素鋼

表2.2-2 泊2号炉 制御用空気圧縮機の使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[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

泊2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。

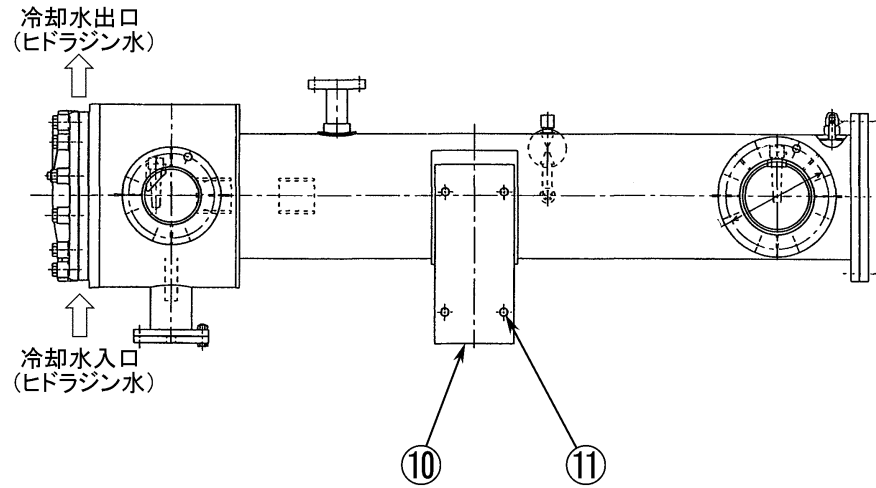
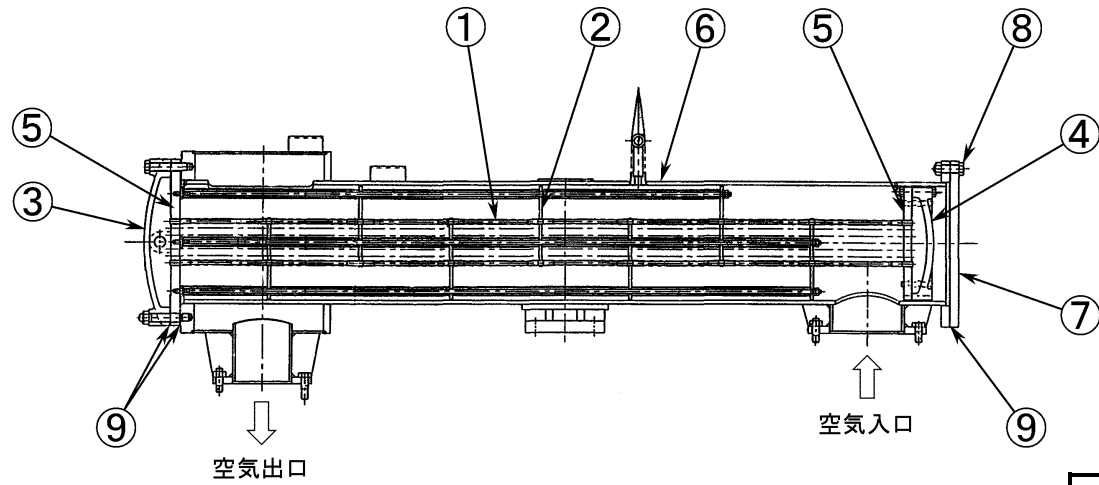
内部流体は胴側が圧縮空気、管側が冷却水（ヒドラジン水）である。

制御用空気圧縮機中間冷却器を構成する主要部位の冷却管は銅合金、シェルは炭素鋼である。

泊2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) 材料及び使用条件

泊2号炉の制御用空気圧縮機中間冷却器の使用材料及び使用条件を表2.2-3及び表2.2-4に示す。



No.	部位
①	冷却管
②	邪魔板
③	メインチューブプレートカバー
④	フローティングチューブプレートカバー
⑤	管板
⑥	シェル
⑦	閉止フランジ
⑧	フランジボルト
⑨	ガスケット
⑩	サポート
⑪	取付ボルト

図2.2-3 泊2号炉 制御用空気圧縮機中間冷却器構造図

表2.2-3 泊2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	冷却管	銅合金
	邪魔板	炭素鋼
	メインチューブプレート カバー	鋳鉄
	フローティングチューブ プレートカバー	鋳鉄
	管板	炭素鋼
	シェル	炭素鋼
	閉止フランジ	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
	サポート	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2.2-4 泊2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	管側：約1.37MPa[gage]	胴側：約0.44MPa[gage]
最高使用温度	管側：約95℃	胴側：約200℃
内部流体	管側：ヒドラジン水	胴側：空気

2.2.3 制御用空気圧縮機用電動機

(1) 構造

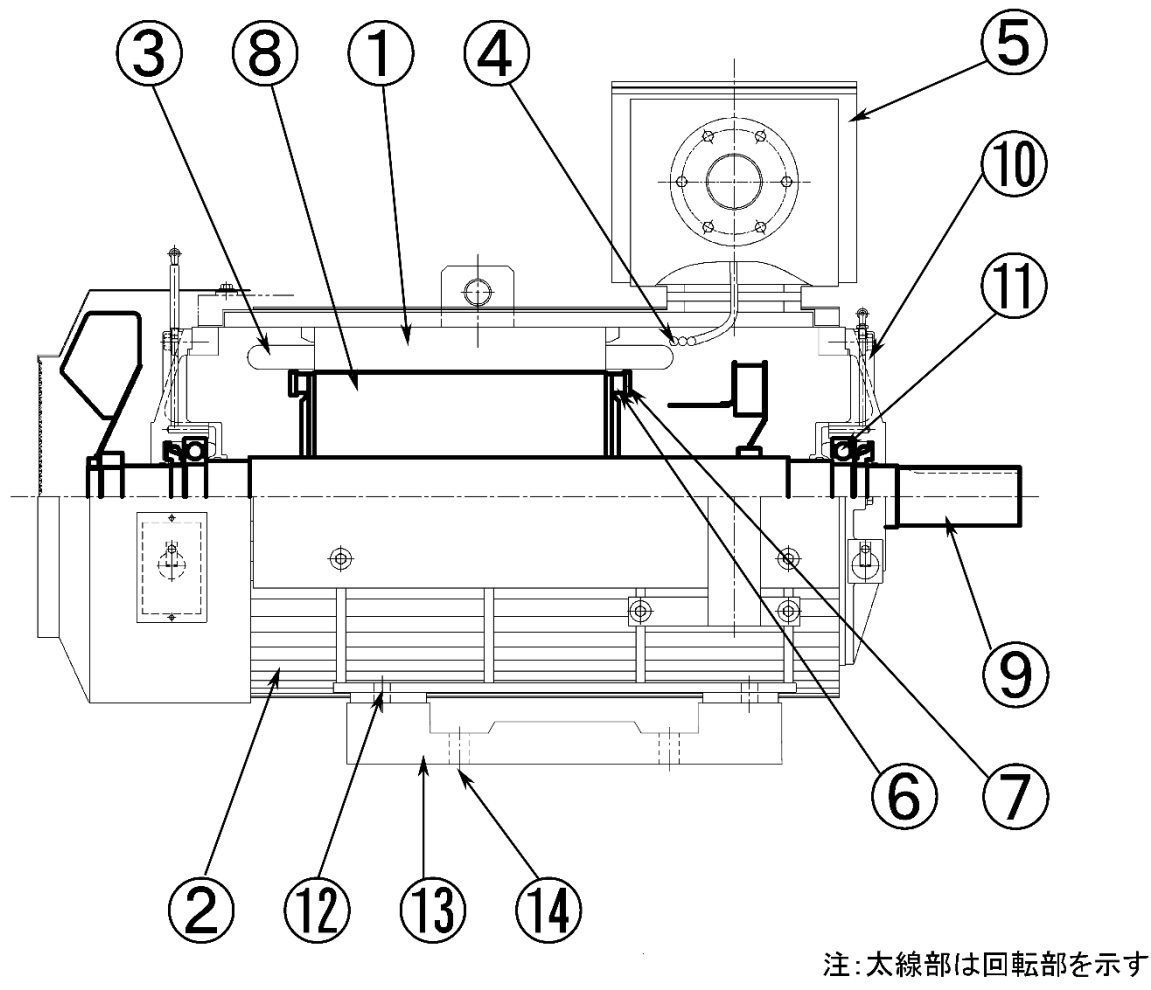
泊 2 号炉の制御用空気圧縮機用電動機は、定格出力140kW、定格回転数1,470 rpmの全閉外扇形三相誘導電動機（低圧電動機）であり、2台設置されている。

主軸は炭素鋼を使用しており、負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受を備えている。

泊 2 号炉の制御用空気圧縮機用電動機の構造図を図2.2-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊 2 号炉の制御用空気圧縮機用電動機の使用材料及び使用条件を表2.2-5及び表2.2-6に示す。



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

注:太線部は回転部を示す

図2.2-4 泊2号炉 制御用空気圧縮機用電動機構造図

表2.2-5 泊2号炉 制御用空気圧縮機用電動機主要部位の使用材料

部位	材料
固定子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
フレーム	炭素鋼
固定子コイル	銅，ポリエステルイミド， ポリアミドイミド/ポリエステル樹脂（F種絶縁）
口出線	銅，シリコーンゴム（F種絶縁）
端子箱	炭素鋼
回転子棒・エンドリング	銅合金
回転子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
主軸	炭素鋼
ブラケット	鋳鉄
軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
取付ボルト	炭素鋼
台板	鋳鉄
基礎ボルト	炭素鋼

表2.2-6 泊2号炉 制御用空気圧縮機用電動機の使用条件

定格出力	140kW
周囲温度	約40℃
定格電圧	440V
定格回転数	1,470rpm

2.2.4 制御用空気冷却器

(1) 構造

泊2号炉の制御用空気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、胴側がヒドラジン水である。

制御用空気冷却器には、空気が冷却した時に生じる水分（ドレン）を除去するためにたて置円筒式のドレンセパレータが取り付けられている。

泊2号炉の制御用空気冷却器の構造図を図2.2-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の制御用空気冷却器の使用材料及び使用条件を表2.2-7及び表2.2-8に示す。

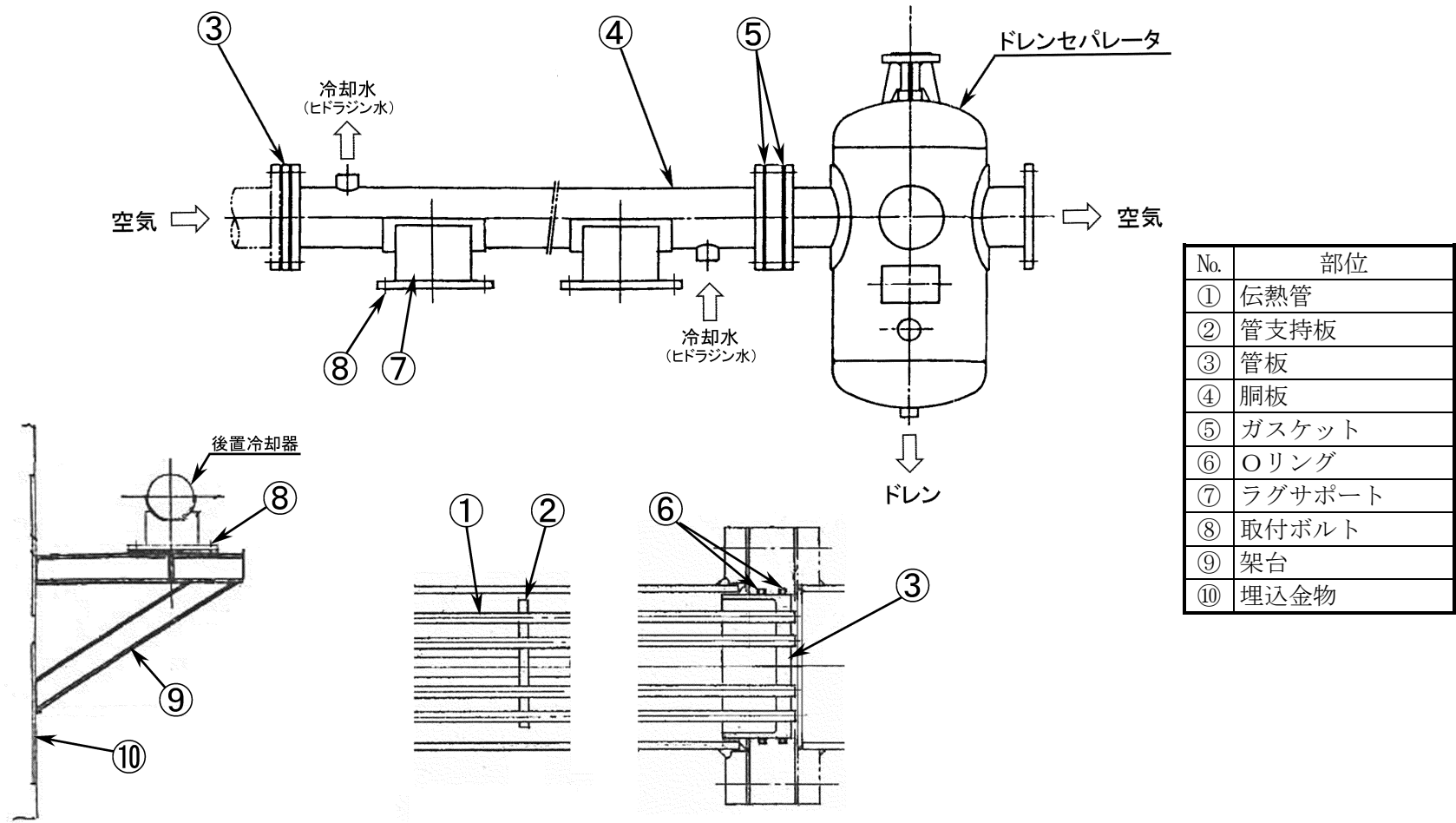


図2.2-5 泊2号炉 制御用空気冷却器構造図

表2.2-7 泊2号炉 制御用空気冷却器主要部位の使用材料

構成機器	部位	材料
制御用空気冷却器	伝熱管	銅合金
	管支持板	フェノール樹脂
	管板	銅合金
	胴板	炭素鋼
	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
	ラグサポート	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	架台	炭素鋼
	埋込金物	炭素鋼

表2.2-8 泊2号炉 制御用空気冷却器の使用条件

最高使用圧力	管側：約0.83MPa[gage]	胴側：約1.37MPa[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

2.2.5 制御用空気冷却器ドレンセパレータ

(1) 構造

泊2号炉の制御用空気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を使用している。

泊2号炉の制御用空気冷却器ドレンセパレータの構造図を図2.2-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の制御用空気冷却器ドレンセパレータの使用材料及び使用条件を表2.2-9及び表2.2-10に示す。

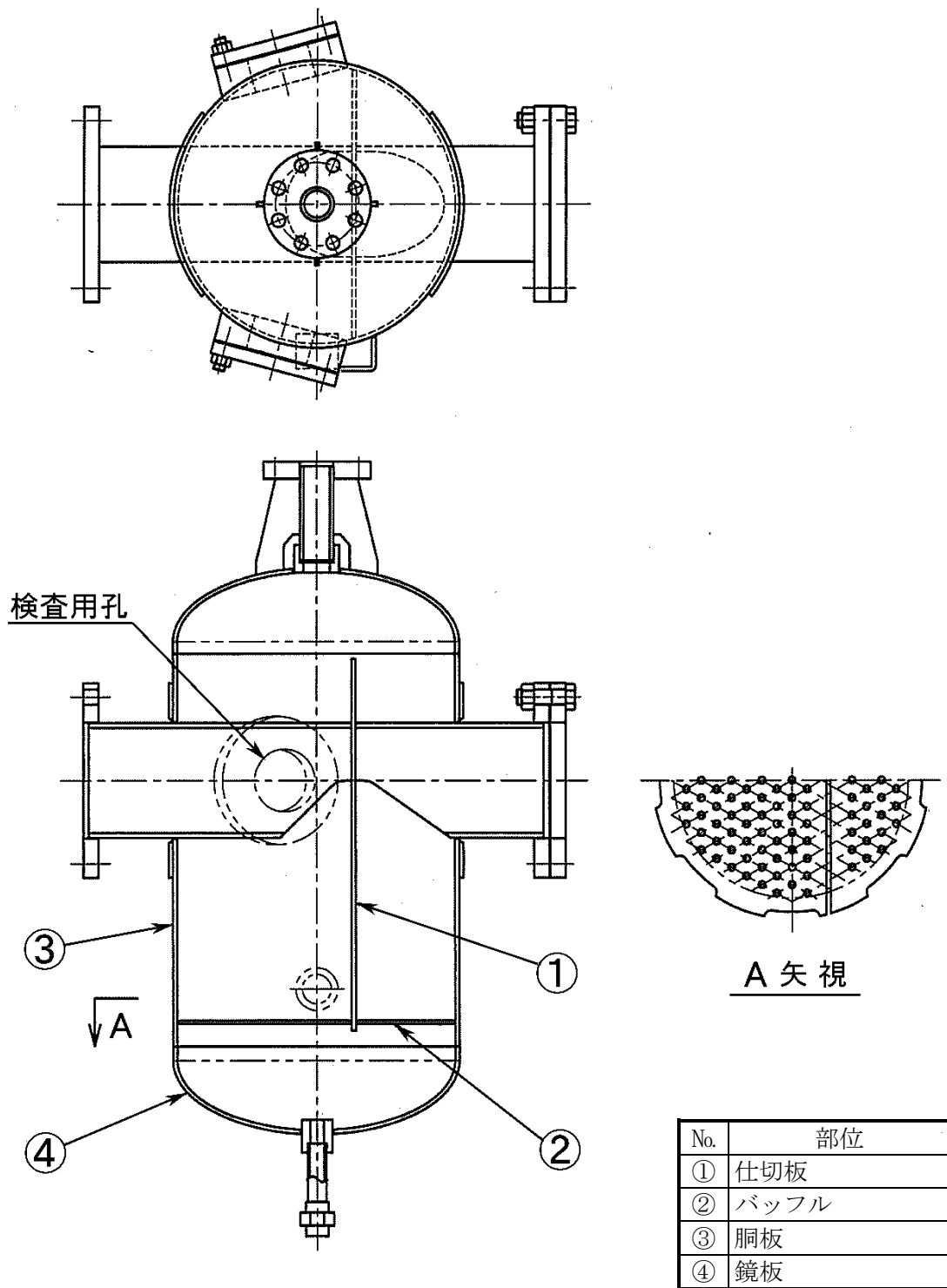


図2.2-6 泊2号炉 制御用空気冷却器ドレンセパレータ構造図

表2.2-9 泊2号炉 制御用空気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
制御用空気冷却器ドレンセパレータ	仕切板	炭素鋼
	バッフル	炭素鋼
	胴板	炭素鋼
	鏡板	炭素鋼

表2.2-10 泊2号炉 制御用空気冷却器ドレンセパレータの使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
定格容量	約0.094m ³
内部流体	空気

2.2.6 制御用空気だめ

(1) 構造

泊2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。

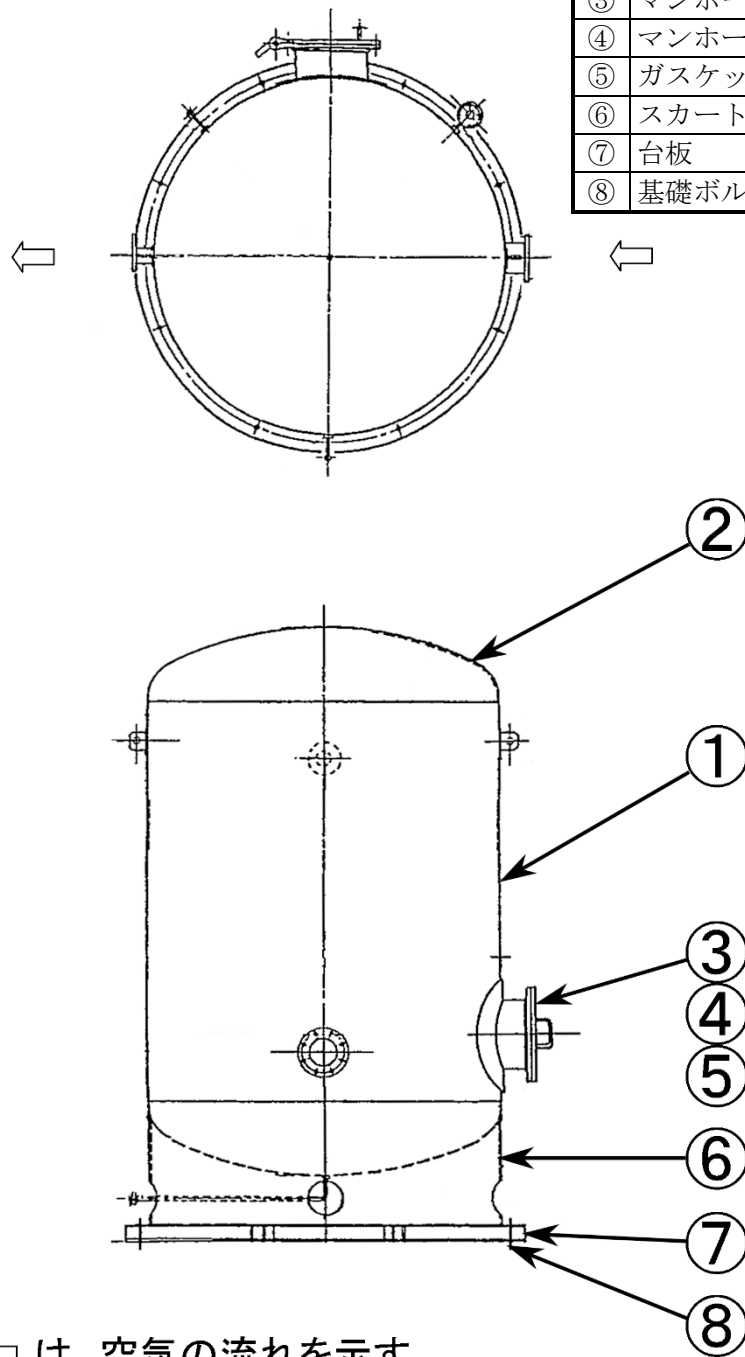
制御用空気だめはスカートにより支持され、基礎ボルトで固定されている。

泊2号炉の制御用空気だめの構造図を図2.2-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の制御用空気だめの使用材料及び使用条件を表2.2-11及び表2.2-12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



⇐ は、空気の流れを示す。

図2.2-7 泊2号炉 制御用空気だめ構造図

表2.2-11 泊2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2.2-12 泊2号炉 制御用空気だめの使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
定格容量	約9.0m ³
内部流体	空気

2.2.7 制御用空気圧縮機計器

泊2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、潤滑油圧力スイッチ、空気だめ圧力スイッチ及び空気温度スイッチを設置している。

(1) 構造

泊2号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ及び空気だめ圧力スイッチは、圧縮機潤滑油圧力が異常に低下した場合の圧縮機自動停止信号及び制御用空気だめ圧力が設定値に達した場合の圧縮機ロード／アンロード運転切替信号を発信する機能を有している。

泊2号炉の制御用空気圧縮機空気温度スイッチは、制御用空気圧縮機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。

泊2号炉の制御用空気圧縮装置配管、弁及び計器主要機器構成図を図2.2-8に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ、空気だめ圧力スイッチ及び空気温度スイッチの使用材料及び使用条件を表2.2-13及び表2.2-14に示す。

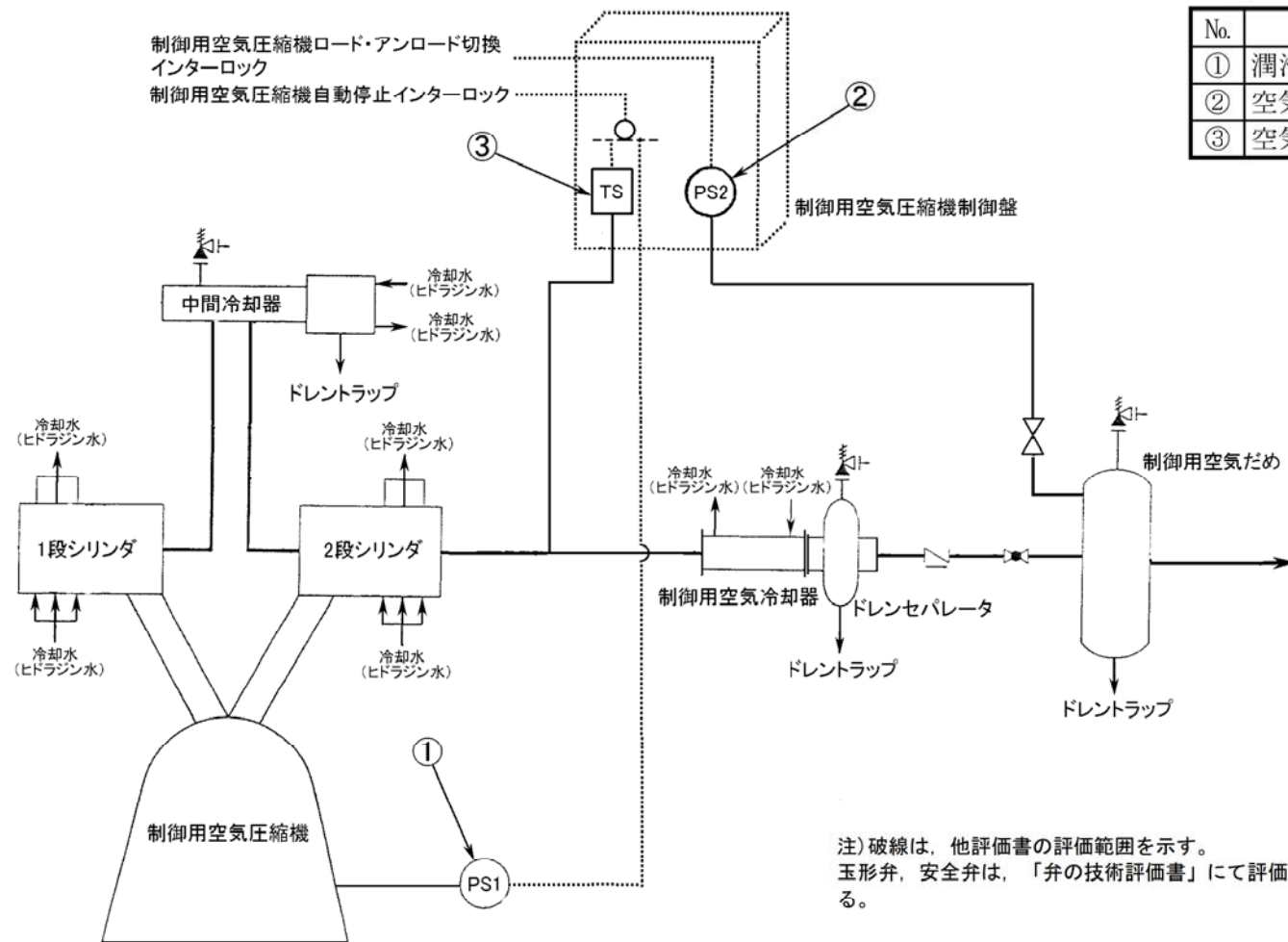


図2.2-8 泊2号炉 制御用空気圧縮装置配管，弁及び計器主要機器構成図

表2.2-13 泊2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
潤滑油圧カスイッチ	ステンレス鋼ほか
空気だめ圧カスイッチ	ステンレス鋼ほか
空気温度スイッチ	ステンレス鋼ほか

表2.2-14 泊2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℃

2.2.8 制御用空気圧縮装置配管

(1) 構造

泊2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、各配管はフランジ又は溶接によりほかの配管、機器に接続している。

泊2号炉の制御用空気圧縮装置の配管、弁及び計器主要機器構成図を図2.2-8に示す。

なお、制御用空気だめ以降の配管及び制御用空気除湿装置内の機器は、2.2.9章で評価している。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の制御用空気圧縮装置配管の使用材料及び使用条件を表2.2-15及び表2.2-16に示す。

表2.2-15 泊2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	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.2-16 泊2号炉 制御用空気圧縮装置配管の使用条件

最高使用圧力		約0.83MPa [gage]
最高使用温度	高温側*1	約200℃
	低温側*2	約50℃
内部流体		空気

*1：制御用空気冷却器より上流側

*2：制御用空気冷却器ドレンセパレータより下流側

2.2.9 制御用空気除湿装置

(1) 構造

泊2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、次回の「吸着」工程に備える運転状態である。

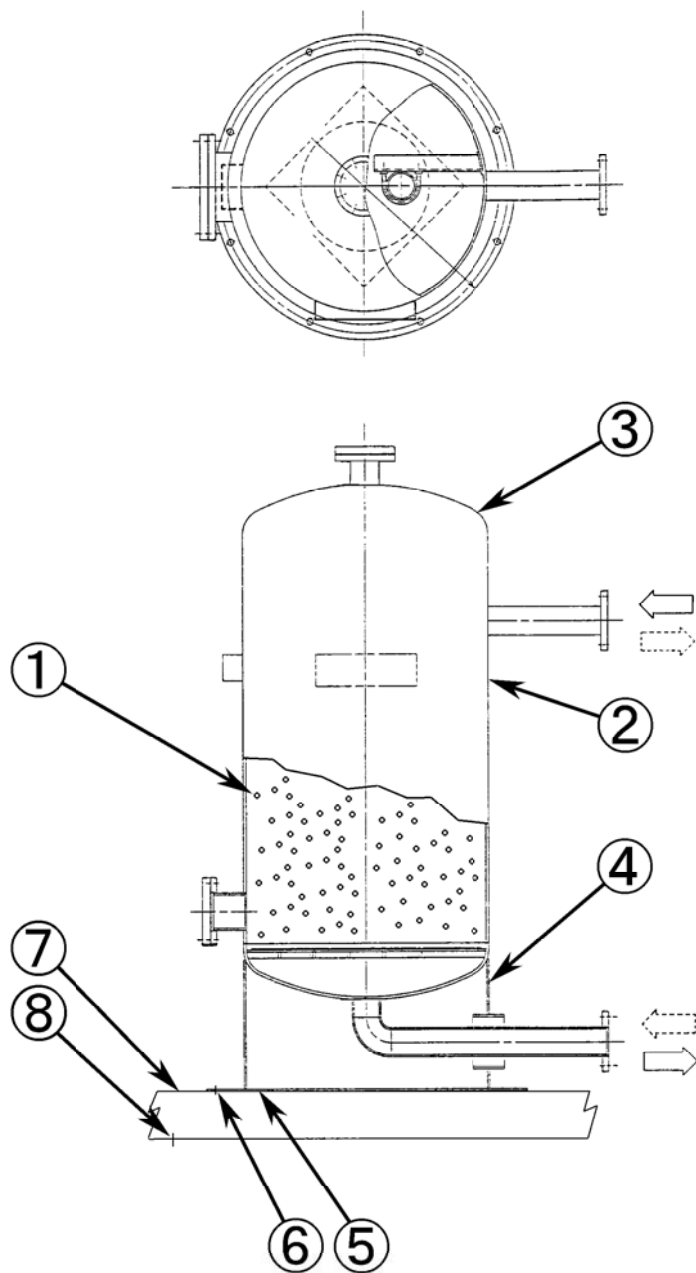
この一連の「再生」工程を行っている間、もう一方の塔では連続して空気を乾燥する「吸着」工程を行っている。

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

泊2号炉の制御用空気除湿装置の各機器の構造図を図2.2-9～図2.2-16に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の制御用空気除湿装置の使用材料及び使用条件を表2.2-17及び表2.2-18に示す。



注) ← は、吸着行程の空気の流れ、
 ← は、再生行程の空気の流れを示す。

No.	部位
①	吸着剤
②	胴板
③	鏡板
④	スカート
⑤	ベースプレート
⑥	取付ボルト
⑦	架台
⑧	基礎ボルト

図2.2-9 泊2号炉 制御用空気除湿装置 吸着塔構造図

No.	部位
①	ヒータエレメント
②	胴
③	閉止フランジ
④	ベースプレート
⑤	取付ボルト

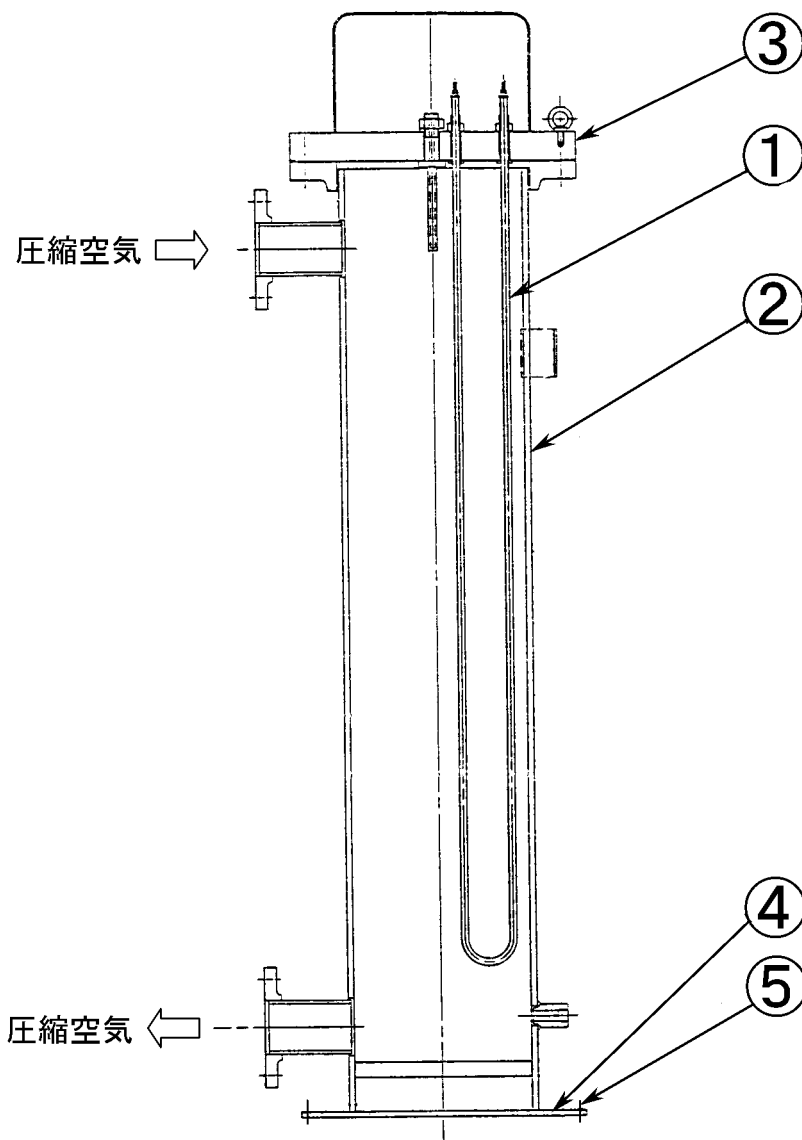


図2.2-10 泊2号炉 制御用空気除湿装置 再生空気加熱器構造図

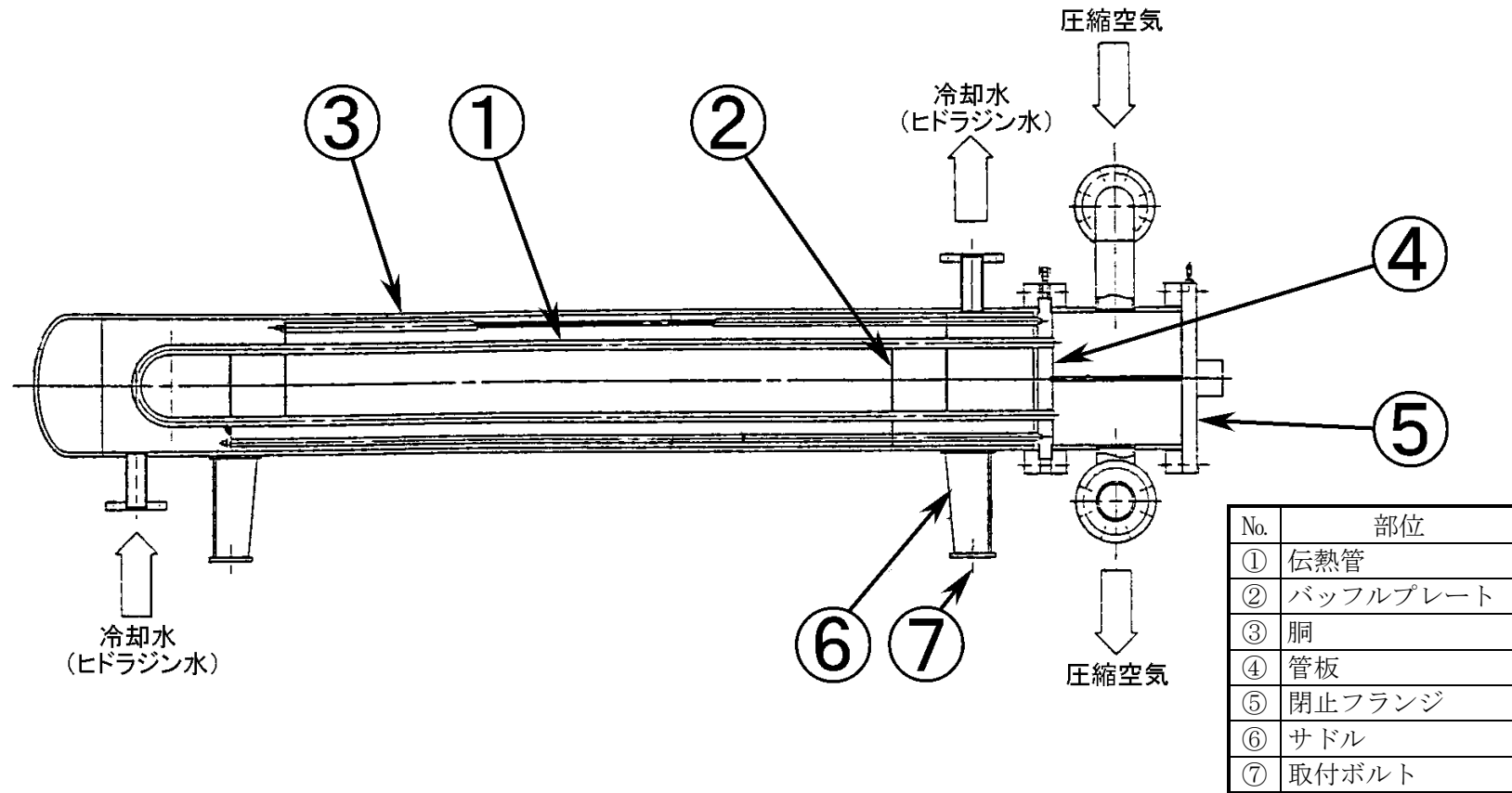
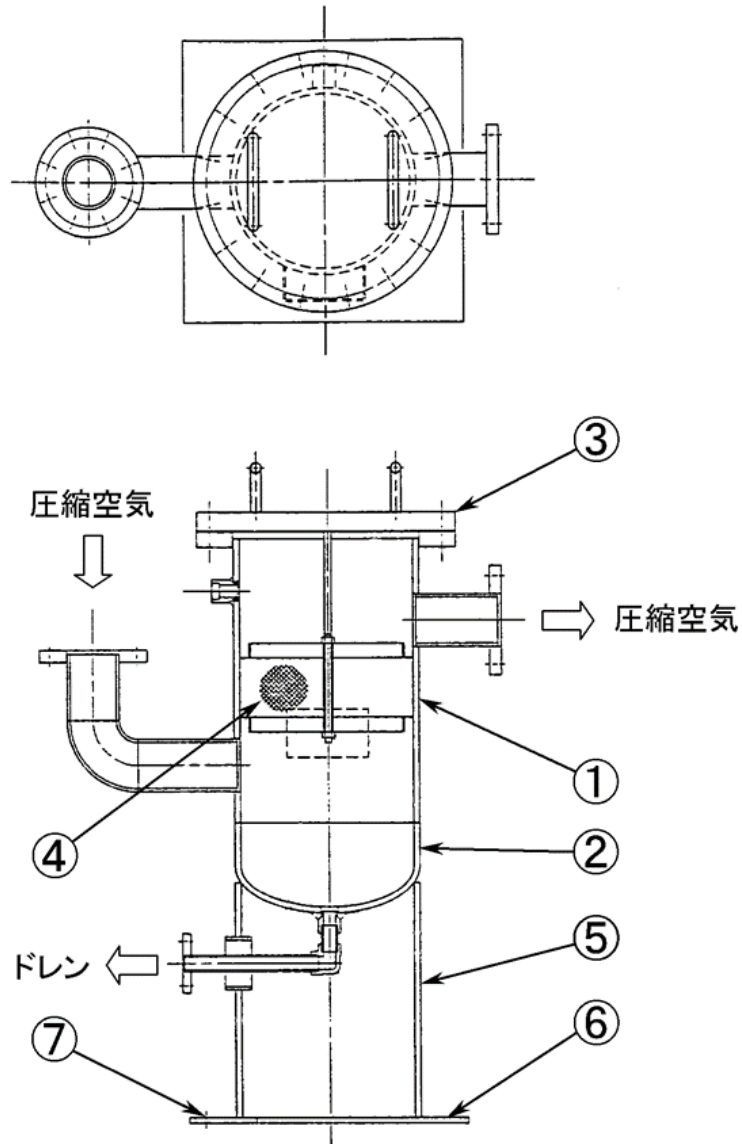
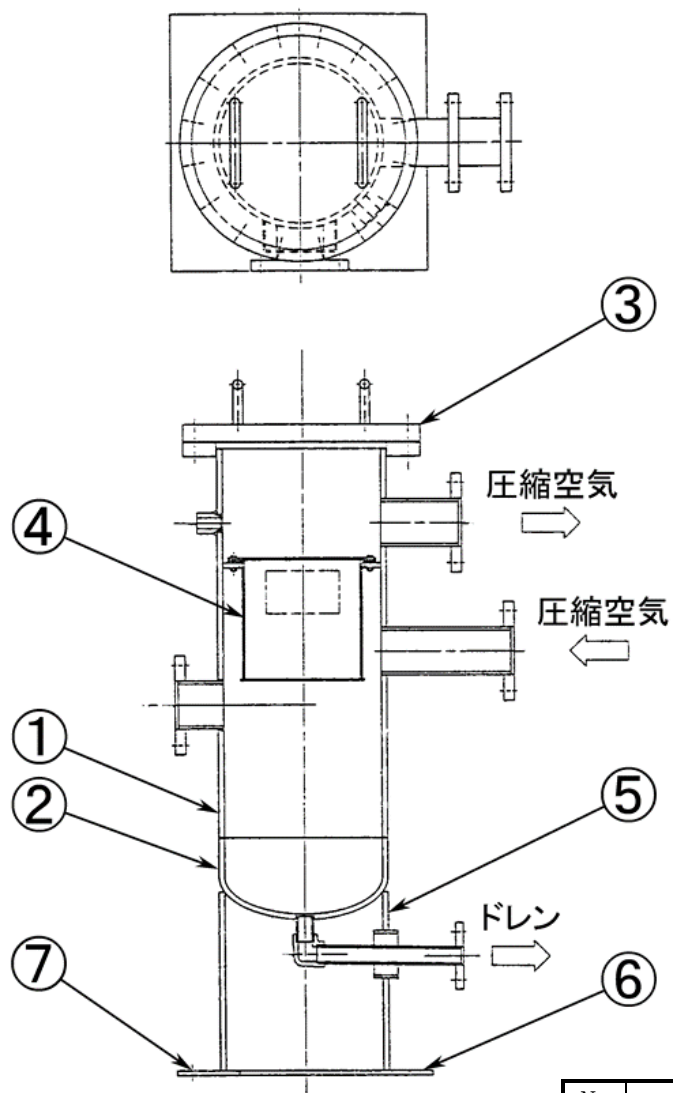


図2.2-11 泊2号炉 制御用空気除湿装置 再生空気冷却器構造図



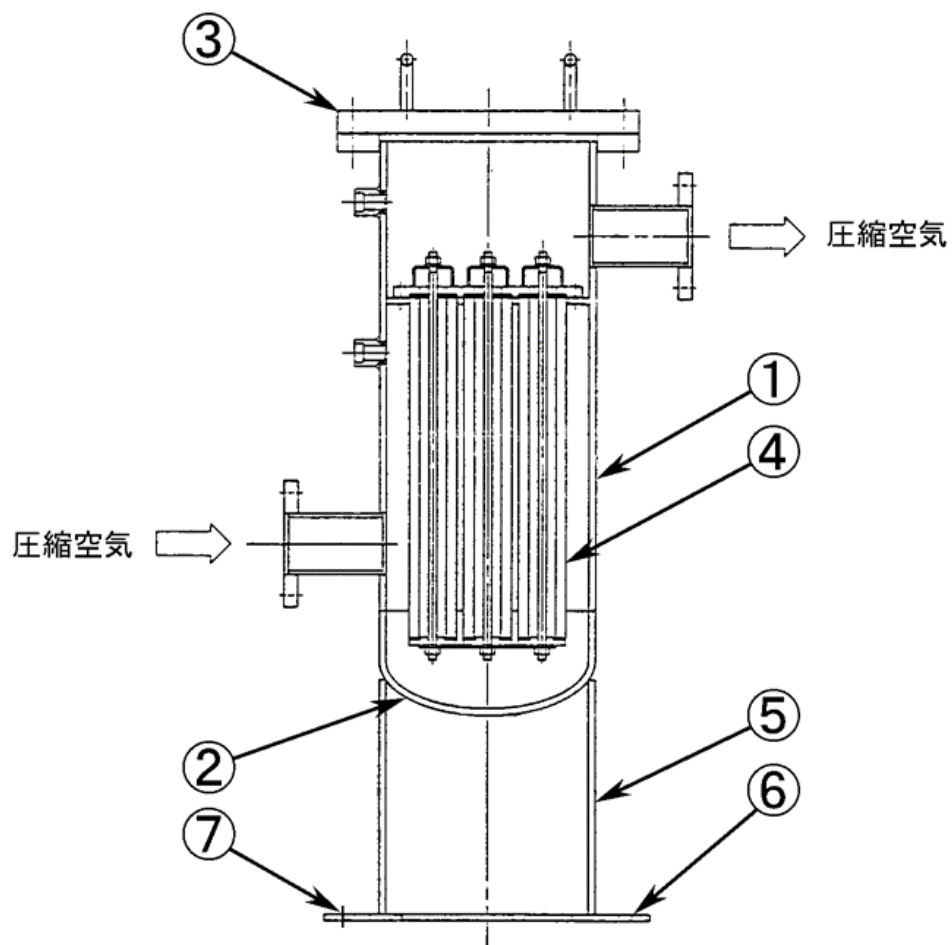
No.	部位
①	胴
②	キャップ
③	閉止フランジ
④	メッシュデミスタ
⑤	スカート
⑥	ベースプレート
⑦	取付ボルト

図2.2-12 泊2号炉 制御用空気除湿装置 デミスタ構造図



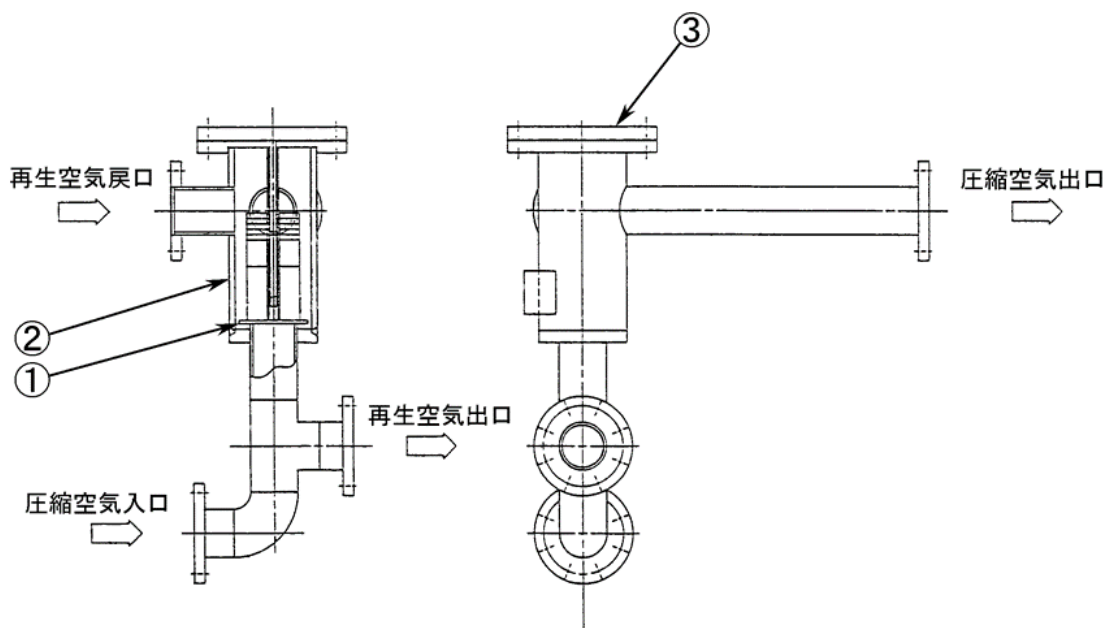
No.	部位
①	胴
②	キャップ
③	閉止フランジ
④	メッシュデミスタ
⑤	スカート
⑥	ベースプレート
⑦	取付ボルト

図2.2-13 泊2号炉 制御用空気除湿装置 ドレンセパレータ構造図



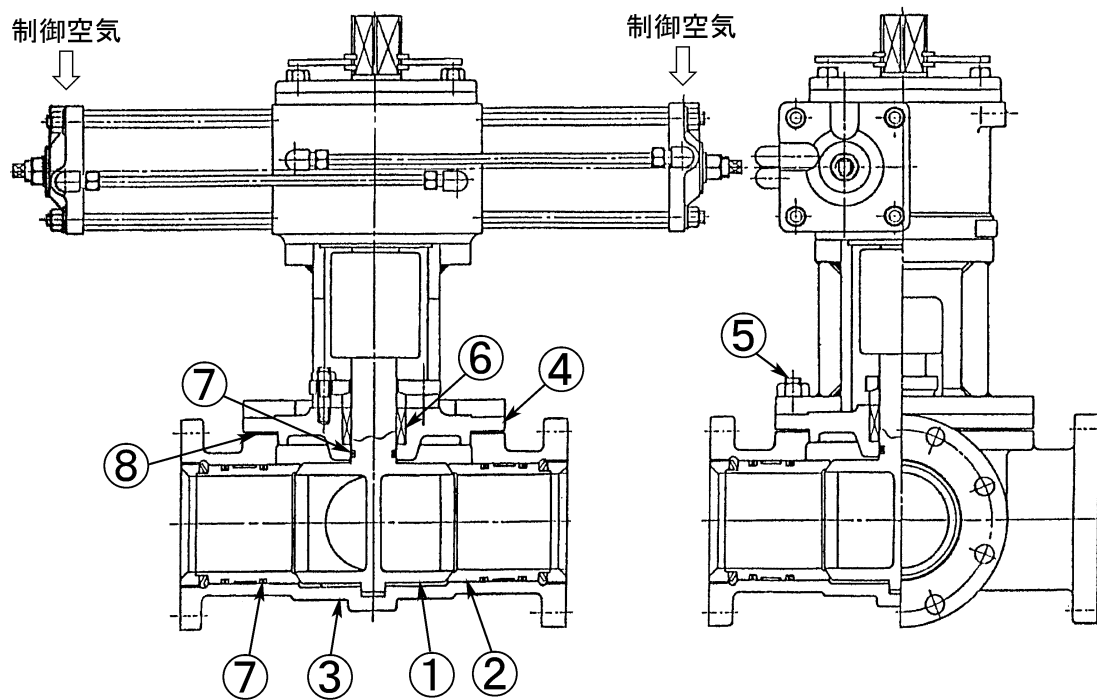
No.	部位
①	胴
②	キャップ
③	閉止フランジ
④	フィルタエレメント
⑤	スカート
⑥	ベースプレート
⑦	取付ボルト

図2.2-14 泊2号炉 制御用空気除湿装置 アフターフィルタ構造図



No.	部位
①	弁体
②	胴
③	閉止フランジ

図2.2-15 泊2号炉 制御用空気除湿装置 比例弁構造図



No.	部位
①	ジスク
②	シートリング
③	ボディ
④	ボンネット
⑤	弁蓋ボルト
⑥	グランドパッキン
⑦	Oリング
⑧	ガスケット

図2.2-16 泊2号炉 制御用空気除湿装置 四方弁構造図

表2.2-17(1/3) 泊2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
	ベースプレート	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
再生空気加熱器	ヒータエレメント	消耗品・定期取替品
	胴	炭素鋼
	閉止フランジ	ステンレス鋼
	ベースプレート	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
	バッフルプレート	ステンレス鋼
	胴	炭素鋼
	管板	ステンレス鋼
	閉止フランジ	炭素鋼
	サドル	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2.2-17(2/3) 泊2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
デミスタ	胴	炭素鋼
	キャップ	炭素鋼
	閉止フランジ	炭素鋼
	メッシュデミスタ	ステンレス鋼
	スカート	炭素鋼
	ベースプレート	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
ドレンセパレータ	胴	炭素鋼
	キャップ	炭素鋼
	閉止フランジ	炭素鋼
	メッシュデミスタ	ステンレス鋼
	スカート	炭素鋼
	ベースプレート	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
アフターフィルタ	胴	炭素鋼
	キャップ	炭素鋼
	閉止フランジ	炭素鋼
	フィルタエレメント	消耗品・定期取替品
	スカート	炭素鋼
	ベースプレート	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼

表2.2-17(3/3) 泊2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	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
比例弁	弁体	ステンレス鋼
	胴	炭素鋼
	閉止フランジ	炭素鋼
四方弁	ジスク	ステンレス鋼 鋳鋼
	シートリング	ステンレス鋼
	ボディ	ステンレス鋼 鋳鋼
	ボンネット	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
	Oリング	消耗品・定期取替品
	ガスケット	消耗品・定期取替品
支持構造物組立品	架台	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.2-18 泊2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 (空気冷却器管側)	空気冷却器胴側
最高使用圧力	約0.83MPa[gage]	約1.37MPa[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，材料及び使用条件（内部流体，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表2.3-2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) 制御用空気圧縮機用電動機固定子コイル及びび口出線の絶縁低下

固定子コイル及び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。

2.3.3 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△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

(1) 制御用空気圧縮機ケーシング及び制御用空気だめ外面等の大気接触部の腐食（全面腐食）

ケーシング及び空気だめ外面等の大気接触部で鋳鉄又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）

ケーシング（内面），シリンダ（内面），シリンダライナ（内外面），中間冷却器メインチューブプレートカバー（冷却水側），中間冷却器フローティングチューブプレートカバー（冷却水側），中間冷却器管板（冷却水側），空気冷却器胴板（内面），制御用空気除湿装置再生空気冷却器の胴（内面），制御用空気除湿装置アフターフィルタ胴（内面），キャップ（内面），閉止フランジ（内面）及び制御用空気除湿装置配管の吸着塔下流（内面）は鋳鉄又は炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，ケーシング（内面）は油霧囲気であり，シリンダ（内面），シリンダライナ（外面），中間冷却器メインチューブプレートカバー（冷却水側），中間冷却器フローティングチューブプレートカバー（冷却水側），中間冷却器管板（冷却水側），空気冷却器胴板（内面），制御用空気除湿装置再生空気冷却器の胴（内面）の内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり，シリンダライナ（内面），制御用空気除湿装置アフターフィルタ胴（内面），キャップ（内面），閉止フランジ（内面）及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，中間冷却器冷却管（空気側，冷却水側），空気冷却器伝熱管（空気側，冷却水側）及び管板（空気側，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）又は空気であり，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，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) 制御用空気圧縮機クランクシャフト等の摩耗

クランクシャフト（クランクピンメタル及び軸受との接触部），電動機主軸（軸受との接触部），ピストンロッド，リストピン，クロスヘッド，クロスヘッドガイド，ピストン及びシリンダライナについては，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又は目視確認により，状況を確認し，シリンダライナについては，内面をクロムメッキし，摺動するピストンリングを必要に応じて交換することにより，機器の健全性を維持している。

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

(4) 制御用空気圧縮機クランクシャフト等の腐食（全面腐食）

クランクシャフト，油ポンプ歯車，ピストンロッド，リストピン，コネクティングロッド，クロスヘッド及びクロスヘッドガイドは低合金鋼，炭素鋼又は鋳鉄であり，腐食が想定される。

しかしながら，油霧囲気であり，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) 制御用空気圧縮機クランクシャフト，ピストンロッド，コネクティングロッド，ピストン及び電動機主軸の高サイクル疲労割れ

クランクシャフト，ピストンロッド，コネクティングロッド，ピストン及び主軸には，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) 制御用空気圧縮機油ポンプ歯車の摩耗

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。

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) 制御用空気圧縮機Vプーリの摩耗

Vプーリには鋳鉄を使用しており，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プーリの目視確認及び寸法計測により，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。

(8) 制御用空気圧縮機中間冷却器冷却管，制御用空気冷却器伝熱管及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冷却管は内側を流れる冷却水により，また，制御用空気冷却器伝熱管及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及び漏えい確認により，機器の健全性を確認している。

(9) フランジボルト等の腐食（全面腐食）

フランジボルト，マンホール用ボルト及び制御用空気除湿装置配管フランジボルトは，ガスケットからの漏えいにより，内部流体によるボルトの腐食が想定される。

しかしながら，分解点検時の目視確認等により有意な腐食がないことを確認し，締付管理により漏えい防止を図っている。

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

(10) 制御用空気圧縮機用電動機固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり，腐食が想定される。

しかしながら，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。

- (11) 制御用空気圧縮機用電動機フレーム, 端子箱及びブラケットの腐食(全面腐食)
フレーム及び端子箱は炭素鋼, ブラケットは鋳鉄であり腐食が想定される。
しかしながら, 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) 制御用空気圧縮機用電動機回転子棒・エンドリングの疲労割れ
回転子棒・エンドリングについては, 電動機の起動時に発生する電磁力による繰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。

(13) 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又は鋳鉄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、図2.3-1に示す酸素含有水中における炭素鋼の腐食に及ぼす影響（「防食技術便覧」腐食防食協会編）より初期腐食量を求め、水中での基本的な腐食挙動は放物線則に従うことから、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 泊2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4/5以下	

また、制御用空気だめ、制御用空気圧縮機中間冷却器、制御用空気冷却器ドレンセパレータ、制御用空気圧縮装置配管、制御用空気除湿装置吸着塔、再生空気加熱器、再生空気冷却器、デミスタ、ドレンセパレータ、比例弁、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。

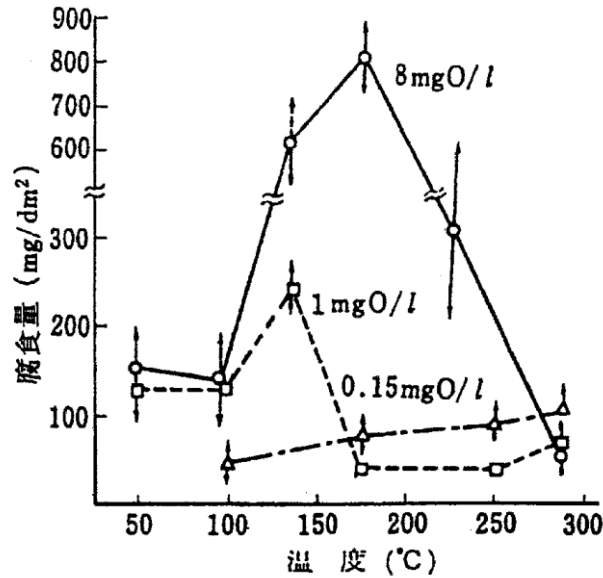


図2.3-1 酸素含有水中における炭素鋼の腐食に及ぼす影響, 200hr

[出典: 「防食技術便覧」 腐食防食協会編]

- (14) 制御用空気圧縮機潤滑油圧カスイッチ, 空気だめ圧カスイッチ及び空気温度スイッチの特性変化

圧カスイッチ及び温度スイッチは長期間の使用に伴い, 検出特性, 信号伝達特性及び動作特性の変化が想定される。

しかしながら, 測定対象ごとに耐圧性, 耐食性等を考慮した材料を選定し設計しており, 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。

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

なお, 調整試験により, 機器の健全性を確認している。

- (15) 制御用空気圧縮機潤滑油圧カスイッチ, 空気だめ圧カスイッチ及び空気温度スイッチの導通不良

圧カスイッチ及び温度スイッチは, 接点部分に浮遊塵埃が付着することによる, 導通不良が想定される。

しかしながら, 接点部分はケース内に収納されており, 塵埃の付着による導通不良が発生する可能性は小さい。

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

なお, 動作確認により, 機器の健全性を確認している。

(16) 制御用空気除湿装置比例弁及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及び四方弁のディスク, シートリングについては, 内部流体中の異物との衝突及び弁の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気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。

(17) 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。

(18) 埋込金物 (コンクリート埋設部) の腐食 (全面腐食)

埋込金物は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかしながら, コンクリートに埋設されており, コンクリートが中性化に至り, 有意な腐食が発生するまで長期間を有することから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.3.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット, Oリング, ピストンロッドパッキン, グランドパッキン, 吸気フィルタ, 吸入弁, 吐出弁, ピストンリング, 軸受 (ころがり), 吸着剤, ヒータエレメント及びフィルタエレメントは分解点検時に取替える消耗品であり, クランクピンメタル及びリストピンメタルは分解点検時の目視確認や摺動部の寸法計測の結果に基づき取替える消耗品である。またVベルト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(1/12) 泊2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		鋳鉄		△(外面) △(内面)						*1: クランクピ ンメタルと 接触部 *2: 軸受部 *3: 高サイクル 疲労割れ
	吸気フィルタ	◎	—								
	クランクシャフト		低合金鋼	△*1 △*2	△	△*3					
	油ポンプ歯車		炭素鋼	△	△						
	ピストンロッド		低合金鋼 (クロムメッキ)	△	△	△*3					
	リストピン		低合金鋼	△	△						
	コネクティングロッド		炭素鋼		△	△*3					
	クランクピンメタル	◎	—								
	リストピンメタル	◎	—								
	クロスヘッド		鋳鉄	△	△						
	クロスヘッドガイド		鋳鉄	△	△						
	ピストン		アルミ合金鋳物	△		△*3					
	シリンダ		鋳鉄		△(外面) △(内面)						
	シリンダライナ		鋳鉄 (クロムメッキ)	△	△(外面) △(内面)						
	吸入弁	◎	—								
	吐出弁	◎	—								
	ピストンリング	◎	—								
軸受(ころがり)	◎	—									
ピストンロッドパッキン	◎	—									
駆動機能の 確保	Vベルト	◎	—								
	Vプーリ		鋳鉄	△	△						
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2.3-2(2/12) 泊2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	冷却管		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		△						
	メインチューブプレート カバー		鋳鉄		△(外面) △(冷却水側)						
	フローティングチューブ プレートカバー		鋳鉄		△(空気側) △(冷却水側)						
	管板		炭素鋼		△(空気側) △(外面) △(冷却水側)						
	シェル		炭素鋼		△(空気側) △(外面)						
	閉止フランジ		炭素鋼		△(空気側) △(外面)						
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	サポート		炭素鋼		△						
	取付ボルト		炭素鋼		△						

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

表2.3-2(3/12) 泊2号炉 制御用空気圧縮機用電動機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象						備考	
				減肉		割れ		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:高サイクル疲労割れ	
	フレーム		炭素鋼		△						
	固定子コイル		銅, ポリエステルイミド, ポリアミドイミド / ポリエステル樹脂						○*1		
	口出線		銅, シリコーンゴム						○*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)	◎	—								
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	台板		鋳鉄		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(4/12) 泊2号炉 制御用空気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 *2: 大気接触部 *3: コンクリート埋設部
	管支持板		フェノール樹脂								
バウンダリの維持	管板		銅合金		△(空気側) △(冷却水側)						
	胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面)						
	ガスケット	◎	—								
	Oリング	◎	—								
機器の支持	ラグサポート		炭素鋼		△						
	取付ボルト		炭素鋼		△						
	架台		炭素鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		△*2 ▲*3						

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

表2.3-2(5/12) 泊2号炉 制御用空気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		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	仕切板		炭素鋼		△						
	バッフル		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)						

△：高経年化対策上着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(6/12) 泊2号炉 制御用空気だめに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	鏡板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	ガスケット	◎	—								
	マンホール用ボルト		低合金鋼		△						
機器の支持	スカート		炭素鋼		△						
	台板		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(7/12) 泊2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	潤滑油圧力スイッチ		ステンレス鋼ほか							△ ^{*1,2}	*1: 特性変化 *2: 導通不良
	空気だめ圧力スイッチ		ステンレス鋼ほか							△ ^{*1,2}	
	空気温度スイッチ		ステンレス鋼ほか							△ ^{*1,2}	

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

表2.3-2(8/12) 泊2号炉 制御用空気圧縮装置配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの 維持	母管		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(9/12) 泊2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	吸着剤	◎	—								*1:高サイクル 疲労割れ
	再生空気加熱器・ヒータ エレメント	◎	—								
	再生空気冷却器・伝熱管		ステンレス鋼			△*1					
	再生空気冷却器・バッフル プレート		ステンレス鋼								
	デミスタ・メッシュデミ スタ		ステンレス鋼								
	ドレンセパレータ・メッ シュデミスタ		ステンレス鋼								
	アフターフィルタ・フィ ルタエレメント	◎	—								
	比例弁・弁体		ステンレス鋼	△							
	四方弁・ジスク		ステンレス鋼鋳鋼	△							
	四方弁・シートリング		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(10/12) 泊2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		
バウンダリの 維持	吸着塔・胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	吸着塔・鏡板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	再生空気加熱器・胴		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	再生空気加熱器・閉止フランジ		ステンレス鋼								
	再生空気冷却器・胴		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	再生空気冷却器・管板		ステンレス鋼								
	再生空気冷却器・閉止フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	デミスタ・胴		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	デミスタ・キャップ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	デミスタ・閉止フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	ドレンセパレータ・胴		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	ドレンセパレータ・キャップ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
ドレンセパレータ・閉止フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(11/12) 泊2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		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	アフターフィルタ・胴		炭素鋼		△(内面) △(外面)						*1:吸着塔上流 *2:吸着塔下流
	アフターフィルタ・キャップ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	アフターフィルタ・閉止フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	配管・母管		炭素鋼		△(内面)*1 △(内面)*2 △(外面)						
	配管・フランジボルト		低合金鋼		△						
	配管・ガスケット	◎	—								
	比例弁・胴		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	比例弁・閉止フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	四方弁・ボディ		ステンレス鋼 鋳鋼								
	四方弁・ボンネット		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・Oリング	◎	—								
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(12/12) 泊2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		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	吸着塔・スカート		炭素鋼		△						
	吸着塔・ベースプレート		炭素鋼		△						
	吸着塔・取付ボルト		炭素鋼		△						
	再生空気加熱器・ベースプレート		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・サドル		炭素鋼		△						
	再生空気冷却器・取付ボルト		炭素鋼		△						
	デミスタ・スカート		炭素鋼		△						
	デミスタ・ベースプレート		炭素鋼		△						
	デミスタ・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・ベースプレート		炭素鋼		△						
	ドレンセパレータ・取付ボルト		炭素鋼		△						
	アフターフィルタ・スカート		炭素鋼		△						
	アフターフィルタ・ベースプレート		炭素鋼		△						
	アフターフィルタ・取付ボルト		炭素鋼		△						
	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）

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 制御用空気圧縮機用電動機固定子コイル及び口出線の絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線の絶縁低下については、低圧ポンプ用電動機と同様であることから、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下の事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

制御用空気圧縮機用電動機の電圧区分、使用環境等は、低圧ポンプ用電動機と同様であることから、固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価については、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

c. 高経年化への対応

制御用空気圧縮機用電動機の電圧区分、使用環境等は、低圧ポンプ用電動機と同様であることから、固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応については、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する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 ディーゼル発電機空気圧縮機

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

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

3.1.1 ケーシング等大気接触部の腐食（全面腐食）

ケーシング等の大気接触部で炭素鋼又は鋳鉄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。

3.1.2 ケーシング（内面）等の腐食（全面腐食）

ケーシング（内面），クランクシャフト，油ポンプ歯車，ピストンピン，コネクティングロッド，シリンダヘッド（内面）及びシリンダ（内面）は低合金鋼，炭素鋼又は鋳鉄であり腐食が想定される。

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

また，1段クーラ及び2段クーラはアルミニウム，3段クーラは銅合金であり腐食が想定される。

しかしながら，1段クーラ等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。

したがって，今後も機能の維持は可能であることから，高経年化対策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 クランクシャフト等の摩耗

クランクシャフト（クランクピンメタル及び軸受との接触部），ピストン及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，巡視点検時及び試運転時における振動確認又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。

3.1.4 クランクシャフト等の高サイクル疲労割れ

クランクシャフト，コネクティングロッド及びピストンには，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，巡視点検時の振動確認及び試運転時における振動確認又は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。

3.1.5 ドレンセパレータの腐食（全面腐食）

ドレンセパレータは炭素鋼であ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。

3.1.6 シリンダの摩耗

シリンダはピストンリングとの摺動による摩耗が想定される。

しかしながら、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。

3.1.7 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、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。

3.1.8 油ポンプ歯車の摩耗

油ポンプは歯車ポンプであり、歯車には摩擦による摩耗が想定される。

しかしながら、歯車には、潤滑油を供給し摩耗を防止していることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3 燃料取扱設備

[対象機器]

- 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、泊2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。

泊2号炉で使用されている燃料取扱設備は、クレーン関係及び装置関係に大きく分かれ、型式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. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	21
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	36
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	40
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	42

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2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及び結果

表1-1に示す燃料取扱設備（クレーン関係）について、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 泊2号炉 燃料取扱設備の主な仕様

分離基準 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	使用条件		代表 機器	選定理由
				運転状態*2	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7.8m	一時 [一時]	気中：約49℃ 水中：約40℃ [水中最高使用温度 ：約60℃]	◎	最高使用温度
	使用済燃料ビットクレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約19.6kN×約8.2m	一時 [一時]	気中：約40℃		
	燃料取扱棟クレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約1,226kN×約20.9m(主巻) 約196kN×約27.9m(補巻)	一時 [一時]	気中：約40℃		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の[]は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の燃料取扱設備（クレーン関係）について技術評価を実施する。

① 燃料取替クレーン

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 燃料取替クレーン

(1) 構造

泊2号炉の燃料取替クレーンはトロリ上で操作を行う橋形クレーンであり，原子炉格納容器内での燃料交換に供される装置で，原子炉キャビティ上をまたいで設置されている。

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

ブリッジガータはH形鋼の溶接構造で，水平，垂直の荷重に対して十分な強度を有するように設計，製作されている。クレーン車輪は4輪で，うち2輪で駆動する構造である。また，車輪近傍にはクレーンの浮き上がり防止のため，走行レール頭部を抱き込む形状の転倒防止金具を設けている。制御盤は自立盤型式であり補助リレー等の主要構成機器及び機器を支持するための筐体，取付ボルトから構成される。

泊2号炉の燃料取替クレーンの構造を図2.1-1～図2.1-12に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の燃料取替クレーンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

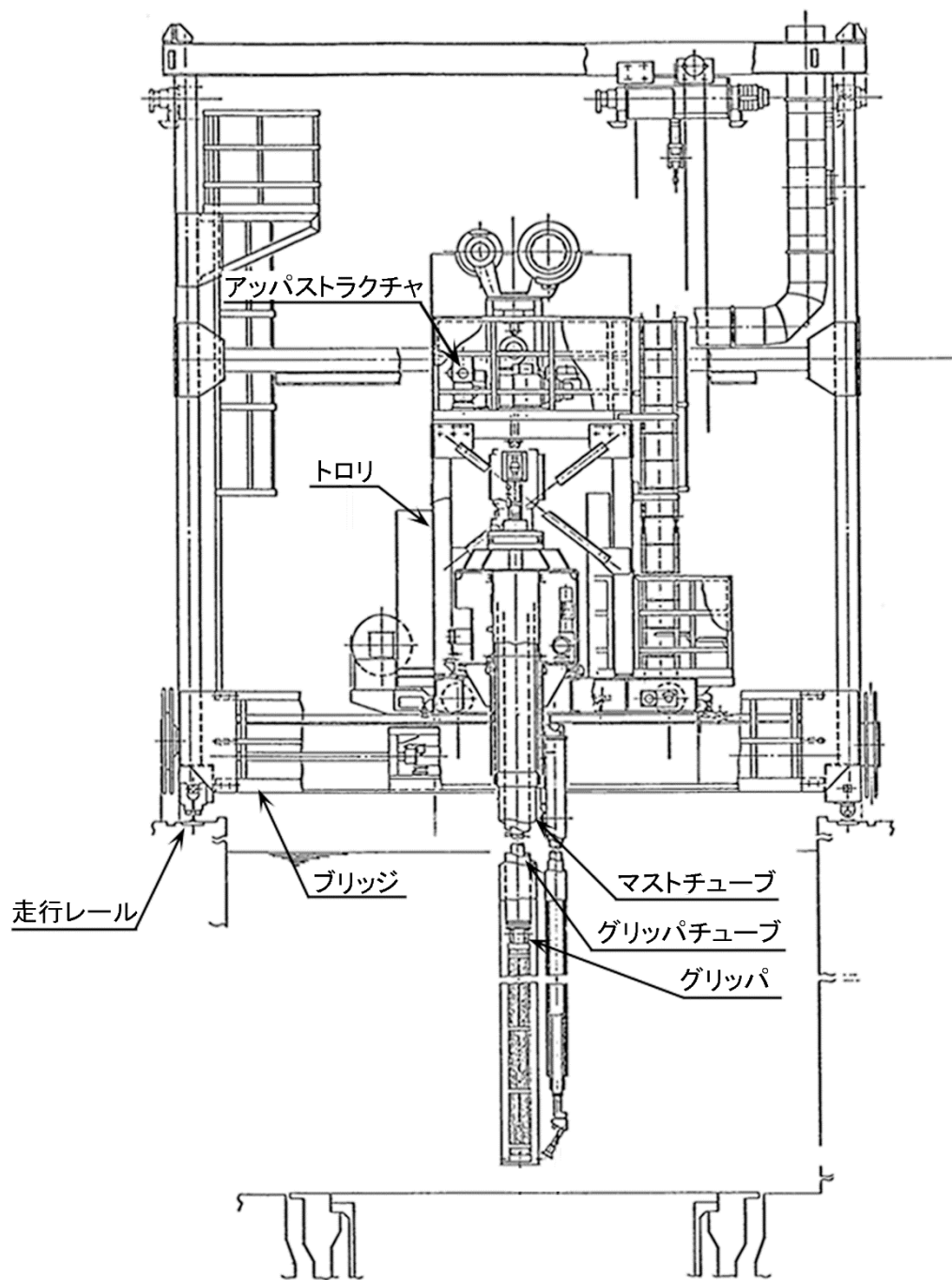
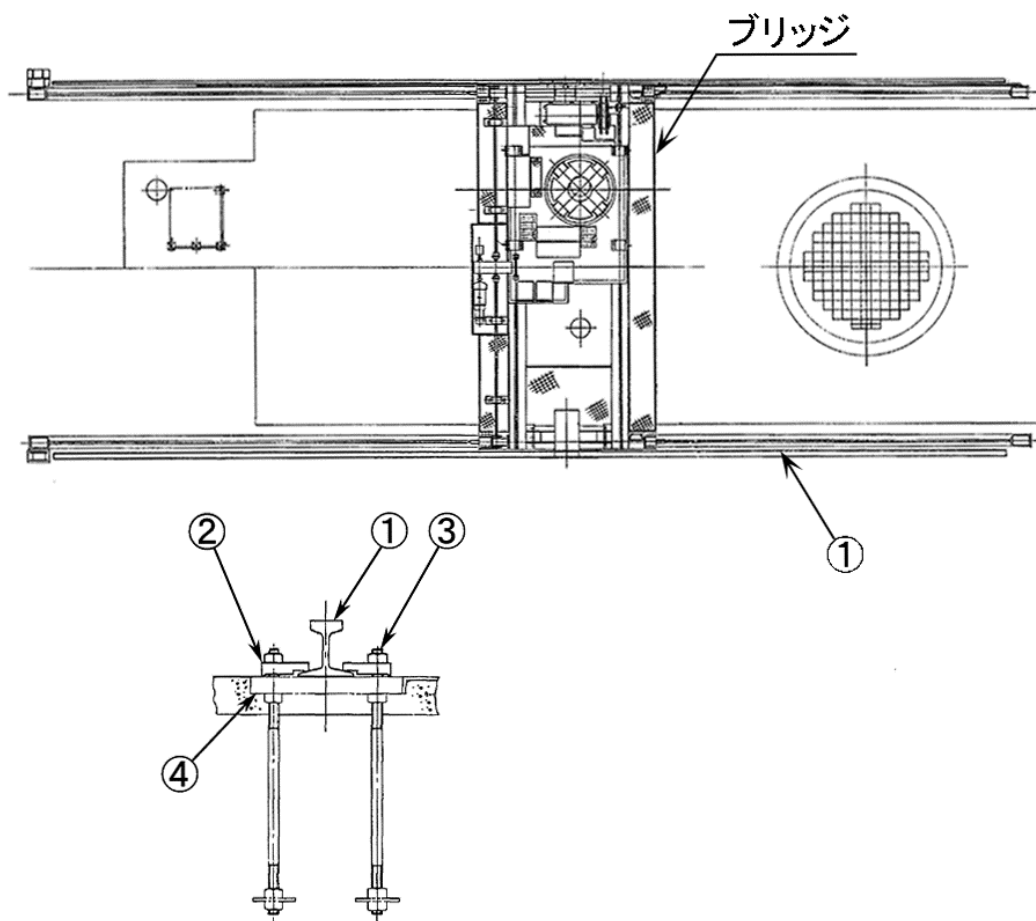
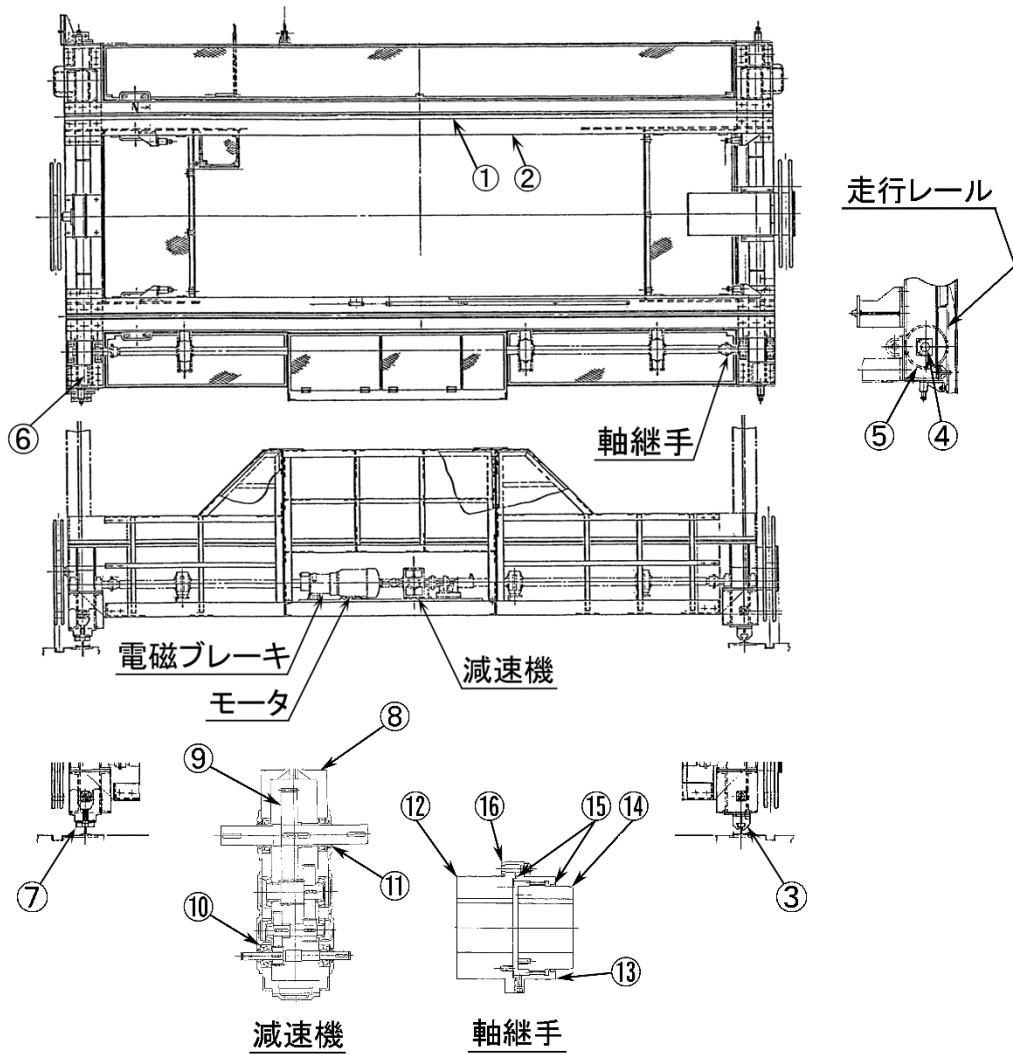


図2.1-1 泊2号炉 燃料取替クレーン 全体構成図



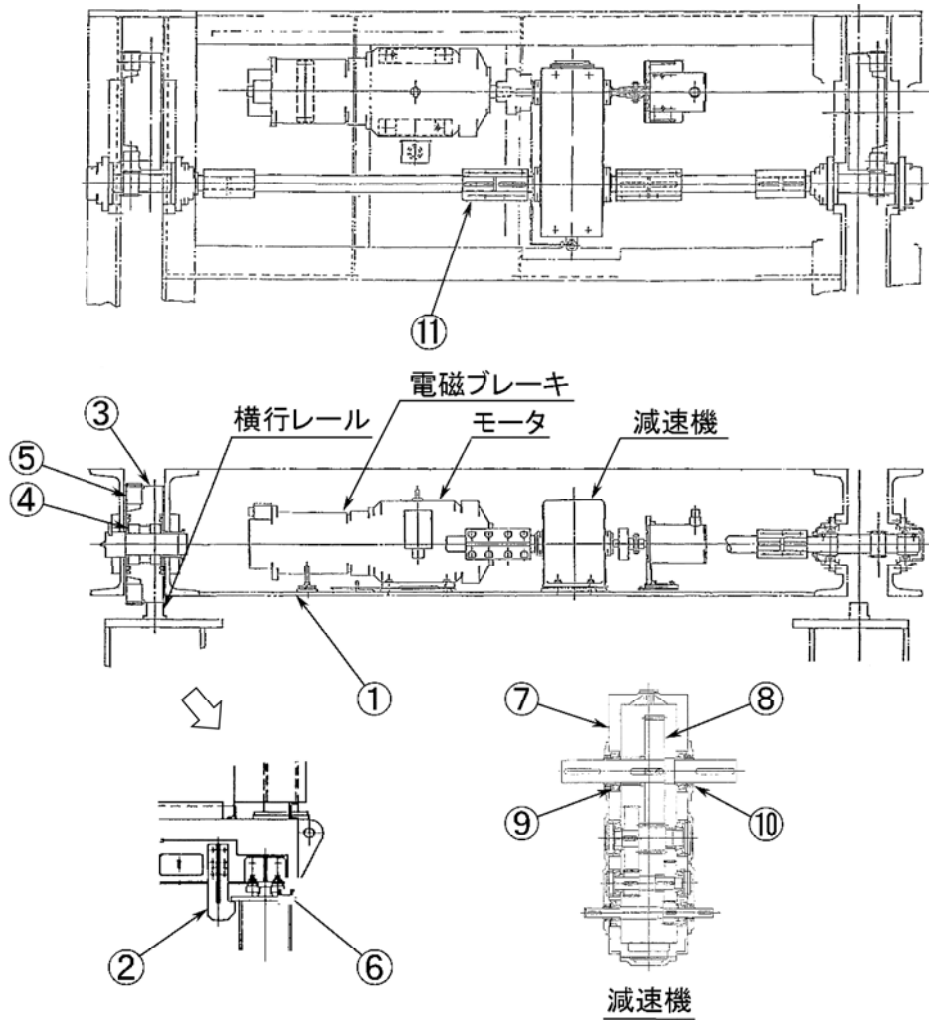
No.	部位
①	走行レール
②	押え金物
③	基礎ボルト
④	埋込金物

図2.1-2 泊2号炉 燃料取替クレーン 走行レール構造図



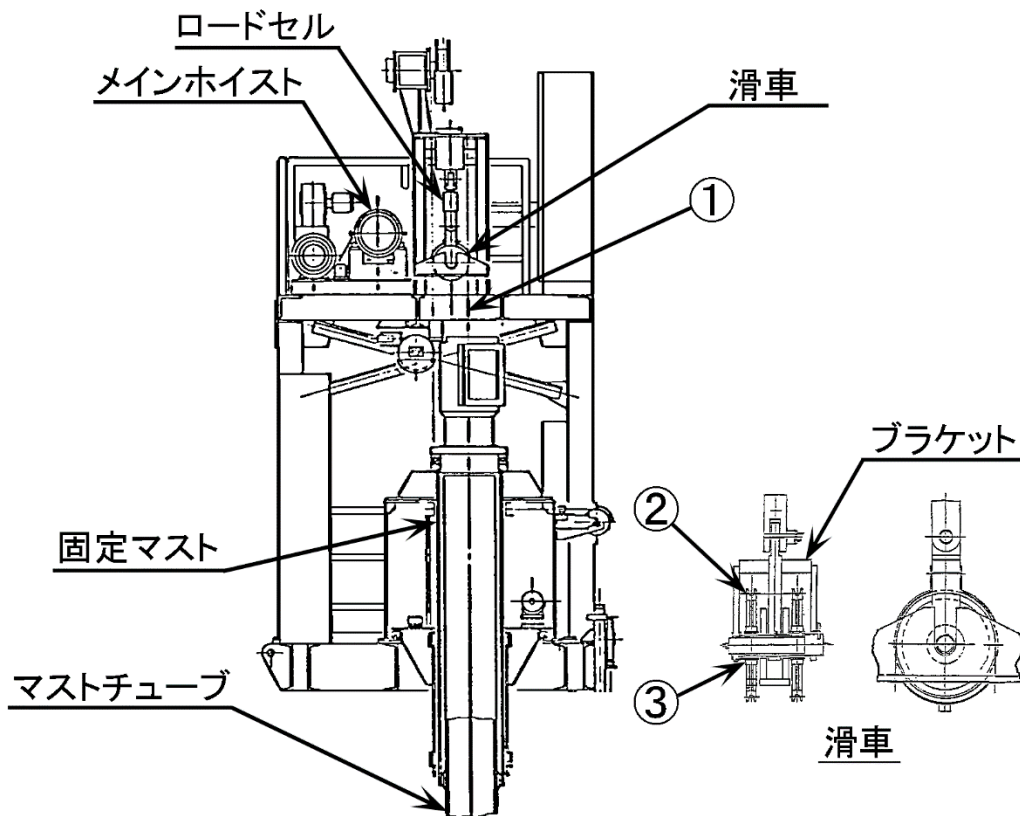
No.	部位	No.	部位
①	横行レール	⑨	減速機 歯車
②	ガータ	⑩	減速機 軸受(ころがり)
③	転倒防止金具(ブリッジ)	⑪	減速機 オイルシール
④	車輪軸受(ころがり)	⑫	軸継手 フランジ
⑤	車輪	⑬	軸継手 スリーブ
⑥	車輪部歯車(ブリッジ)	⑭	軸継手 ハブ
⑦	カムフォロアー	⑮	軸継手 リング
⑧	減速機 ハウジング	⑯	軸継手 六角ボルト

図2.1-3 泊2号炉 燃料取替クレーン ブリッジ構造図



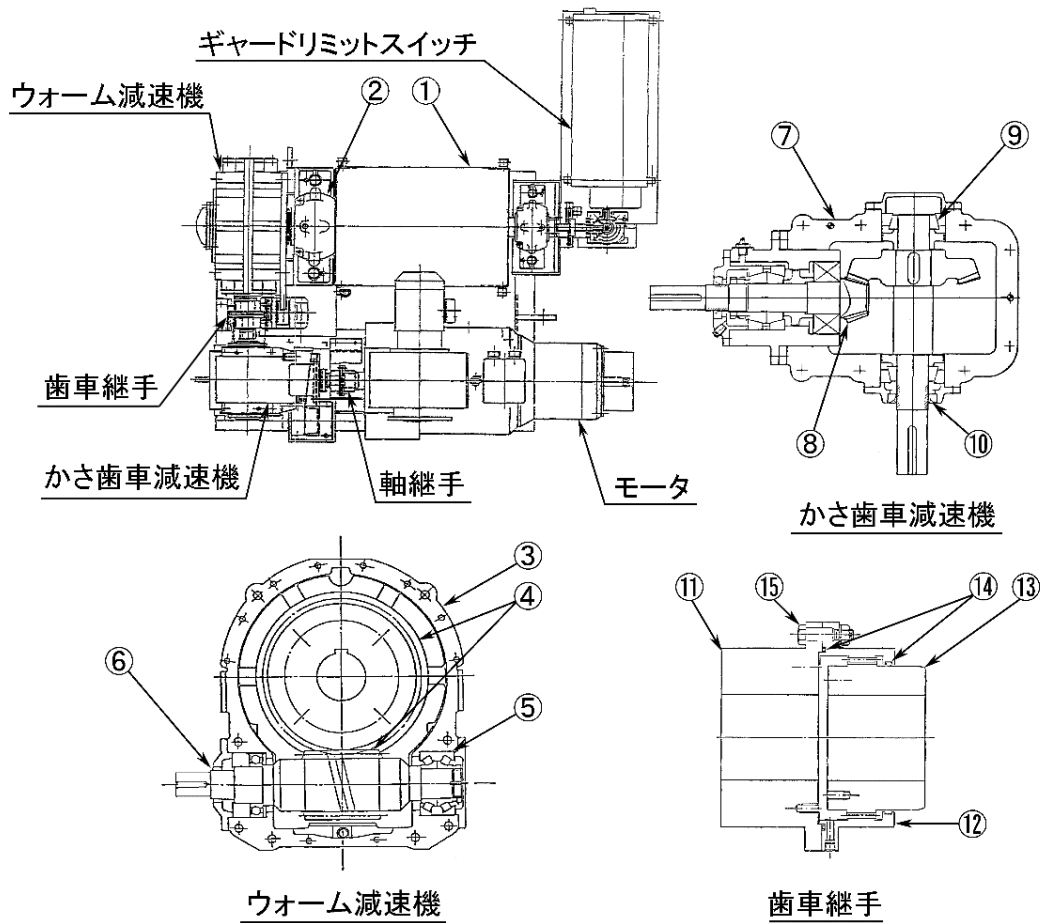
No.	部位	No.	部位
①	トロリ架台	⑦	減速機 ハウジング
②	転倒防止金具(トロリ)	⑧	減速機 歯車
③	車輪	⑨	減速機 軸受(ころがり)
④	車輪軸受(ころがり)	⑩	減速機 オイルシール
⑤	車輪部歯車(トロリ)	⑪	軸継手
⑥	カムフォロアー		

図2.1-4 泊2号炉 燃料取替クレーン トロリ構造図



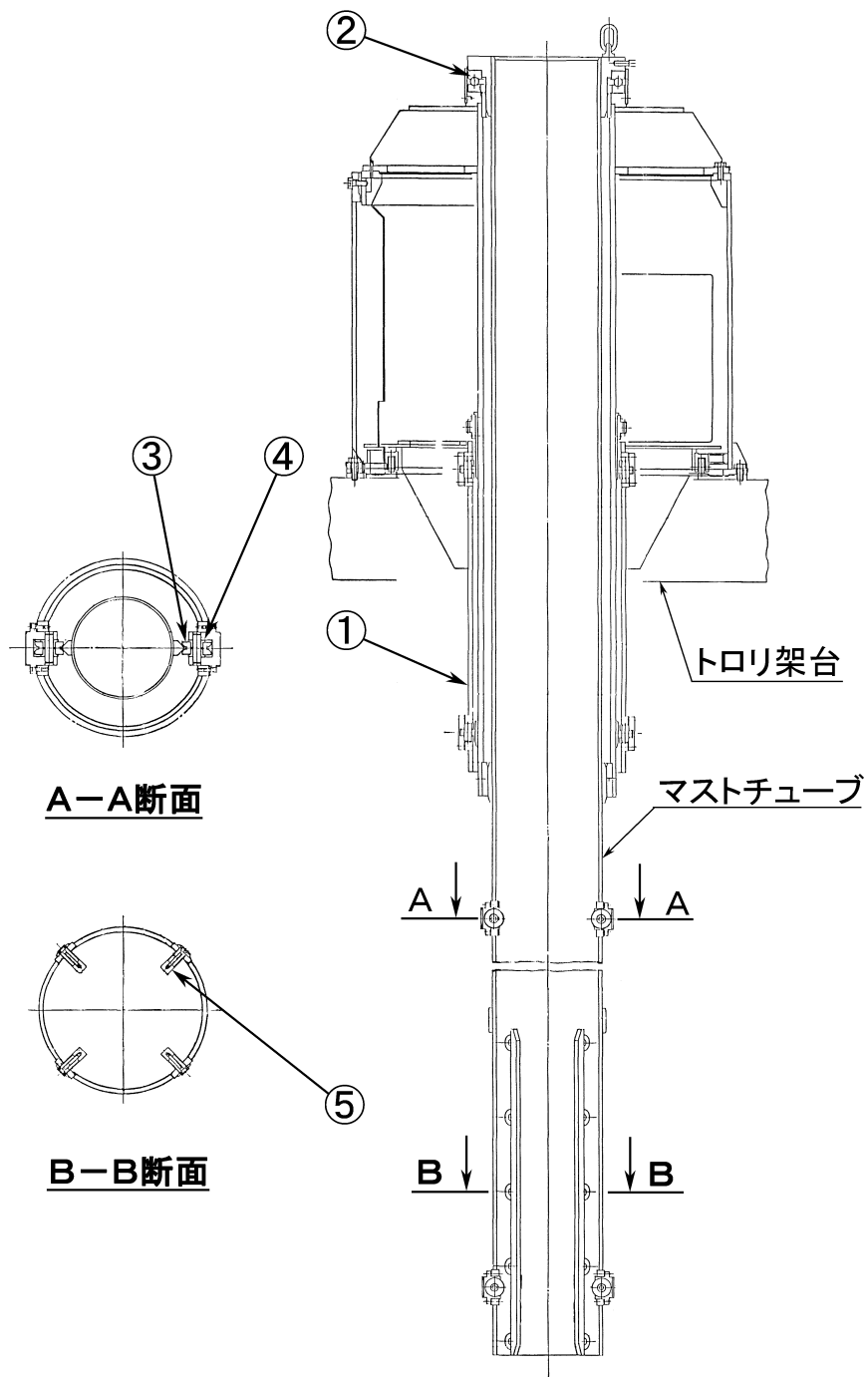
No.	部位
①	ワイヤロープ
②	滑車 シープ
③	滑車 軸受(ころがり)

図2.1-5 泊2号炉 燃料取替クレーン アップストラクチャ部構造図



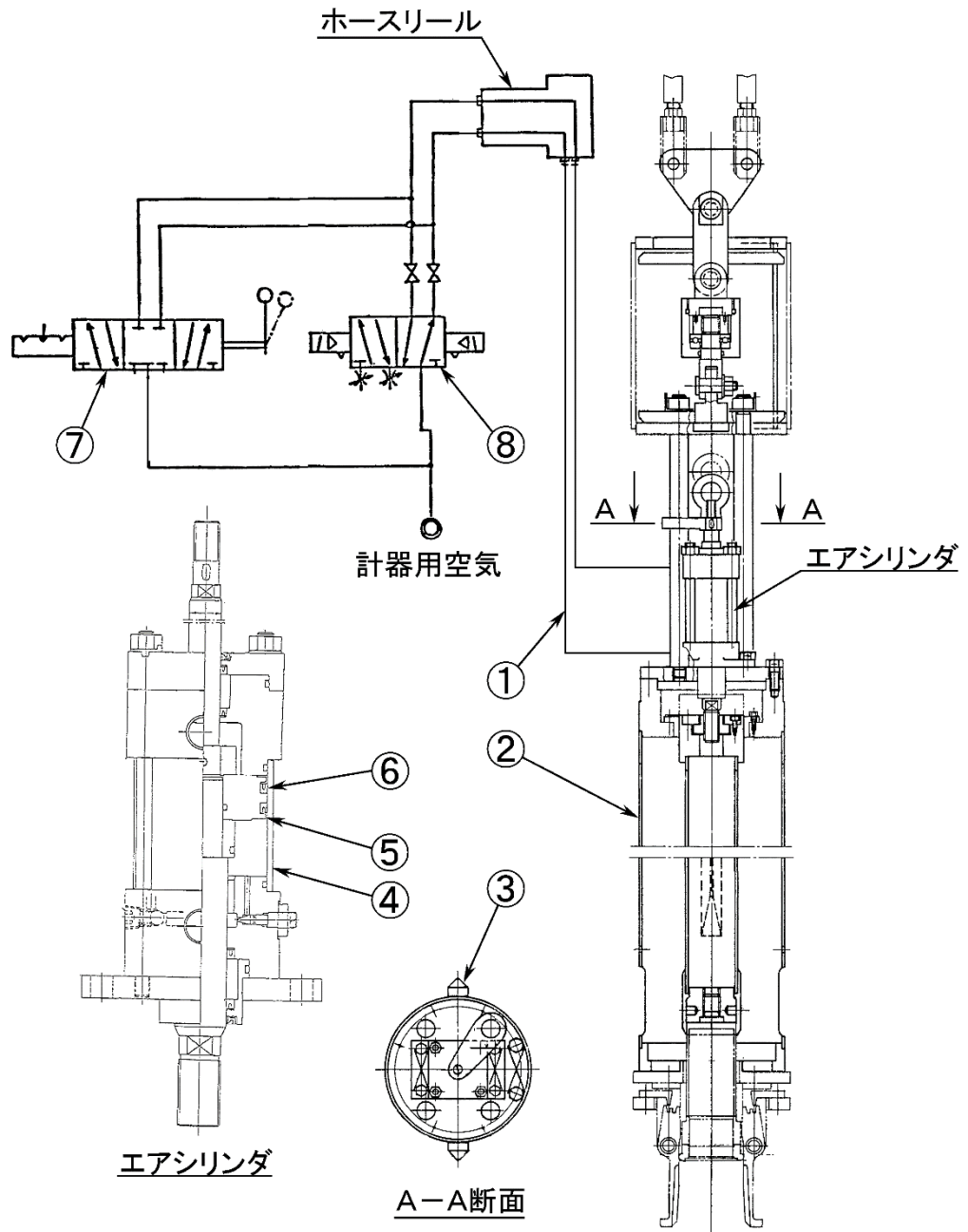
No.	部位	No.	部位
①	ワイヤドラム	⑨	かさ歯車減速機 軸受(ころがり)
②	軸受(ころがり)	⑩	かさ歯車減速機 オイルシール
③	ウォーム減速機 ギヤケース	⑪	歯車継手 フランジ
④	ウォーム減速機 歯車	⑫	歯車継手 スリーブ
⑤	ウォーム減速機 軸受(ころがり)	⑬	歯車継手 ハブ
⑥	ウォーム減速機 オイルシール	⑭	歯車継手 Oリング
⑦	かさ歯車減速機 ギヤケース	⑮	歯車継手 六角ボルト
⑧	かさ歯車減速機 歯車		

図2.1-6 泊2号炉 燃料取替クレーン メインホイスト部構造図



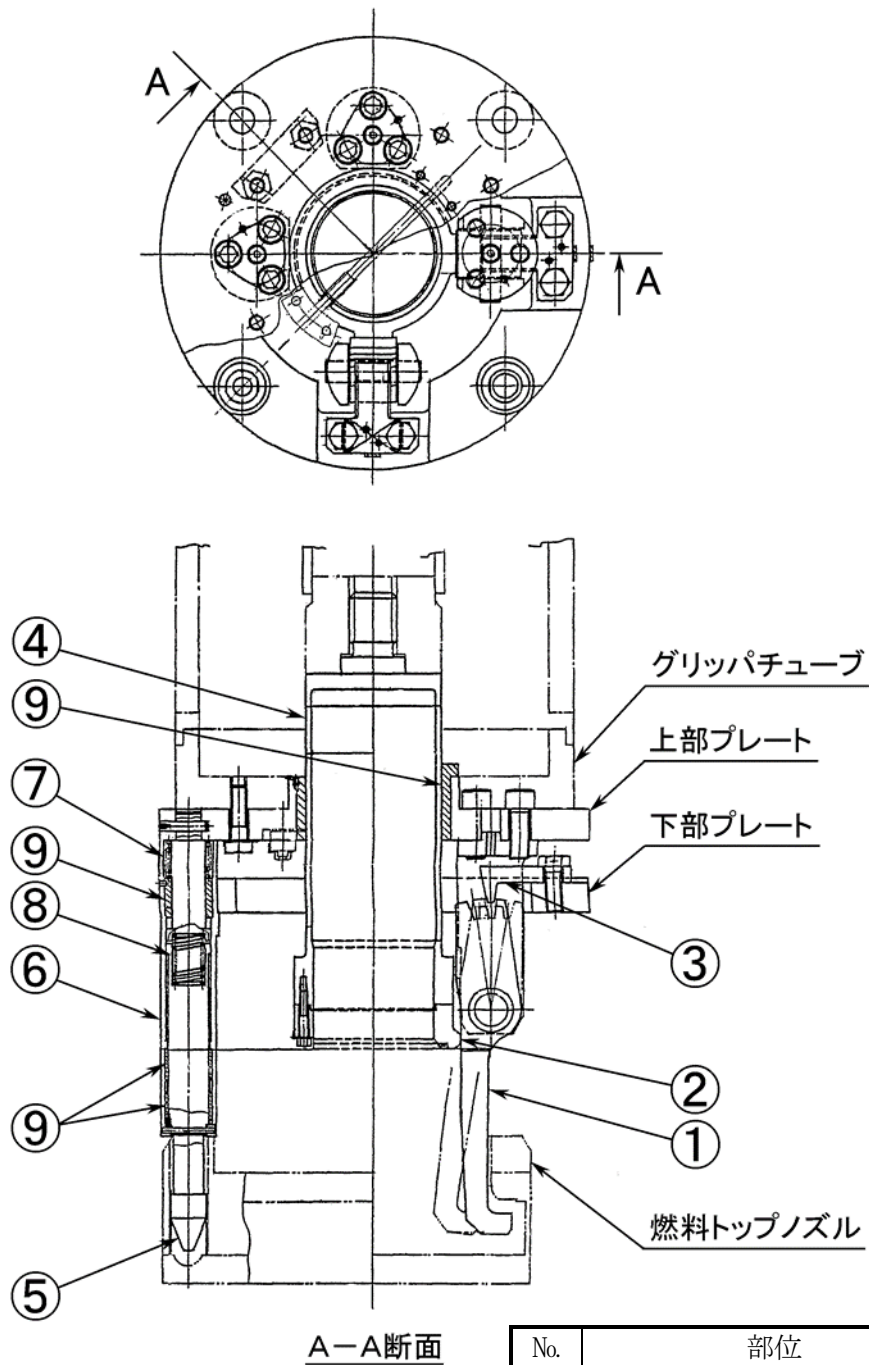
No.	部位
①	固定マスト
②	スラスト軸受 (ころがり)
③	ガイドローラ ローラ
④	ガイドローラ 軸受(すべり)
⑤	燃料ガイドバー

図2.1-7 泊2号炉 燃料取替クレーン マストチューブ構造図



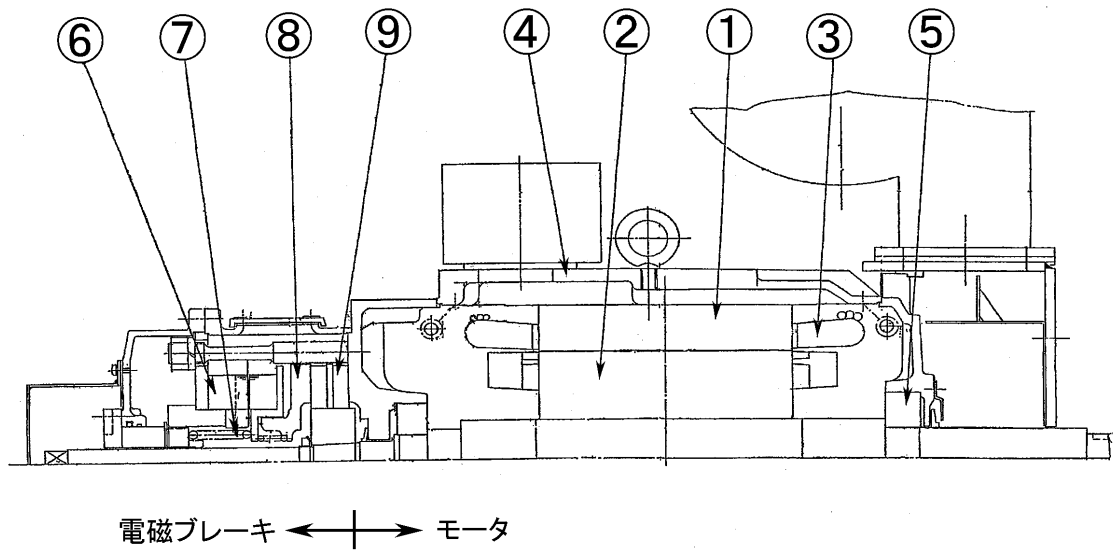
No.	部位	No.	部位
①	エアホース	⑤	エアシリンダ ピストン
②	グリップチューブ	⑥	エアシリンダ パッキン
③	ガイドレール	⑦	空圧切換弁
④	エアシリンダ シリンダケース	⑧	電磁弁

図2.1-8 泊2号炉 燃料取替クレーン グリップチューブ構造図



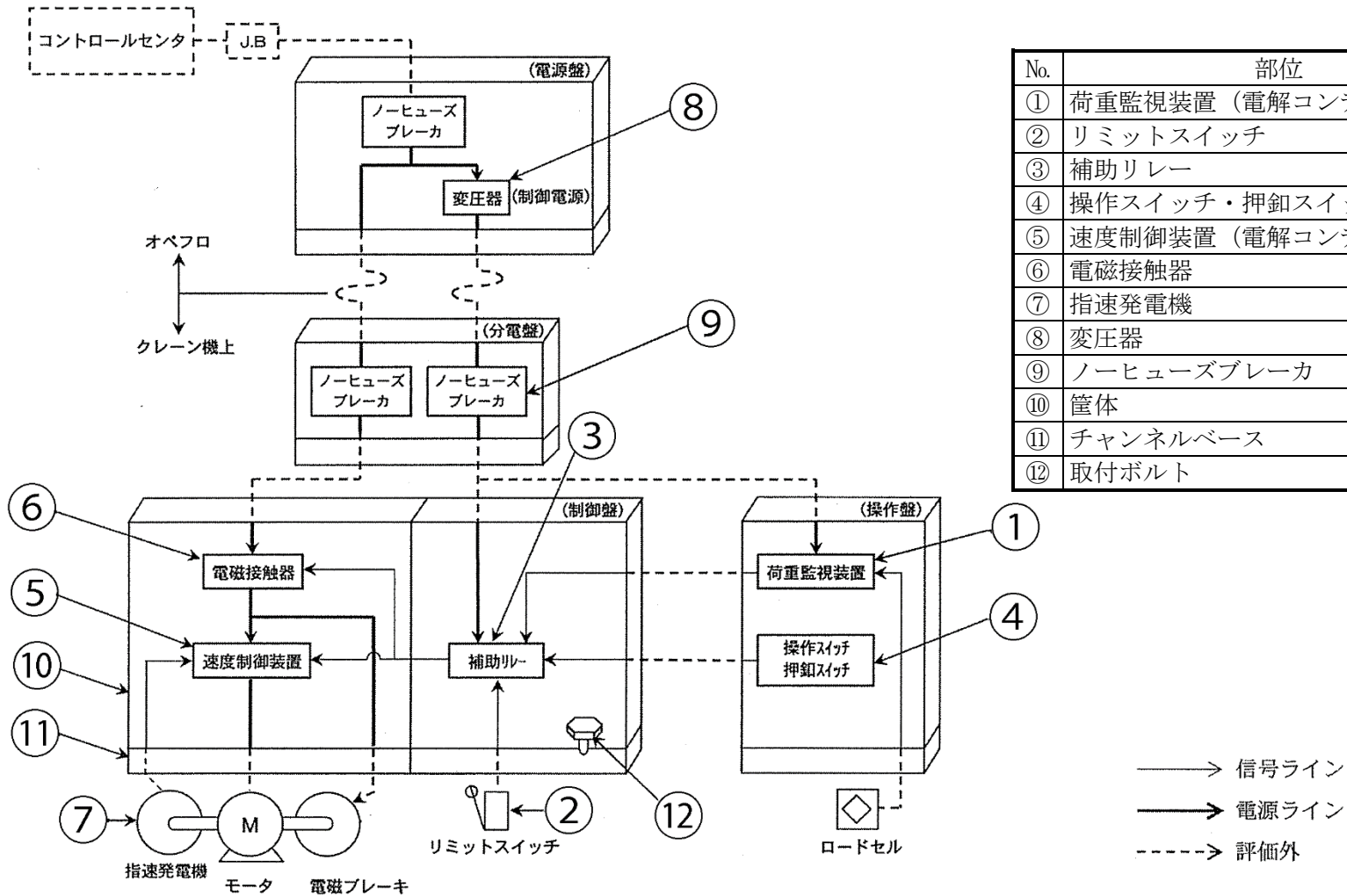
No.	部位
①	フィンガ
②	ロックカム
③	ロックラッチ
④	アクチュエータチューブ
⑤	ガイドピン
⑥	スリーブ
⑦	ばね (メカニカルロック用)
⑧	ばね (ガイドピン伸縮用)
⑨	軸受 (すべり)

図2.1-9 泊2号炉 燃料取替クレーン グリッパ構造図



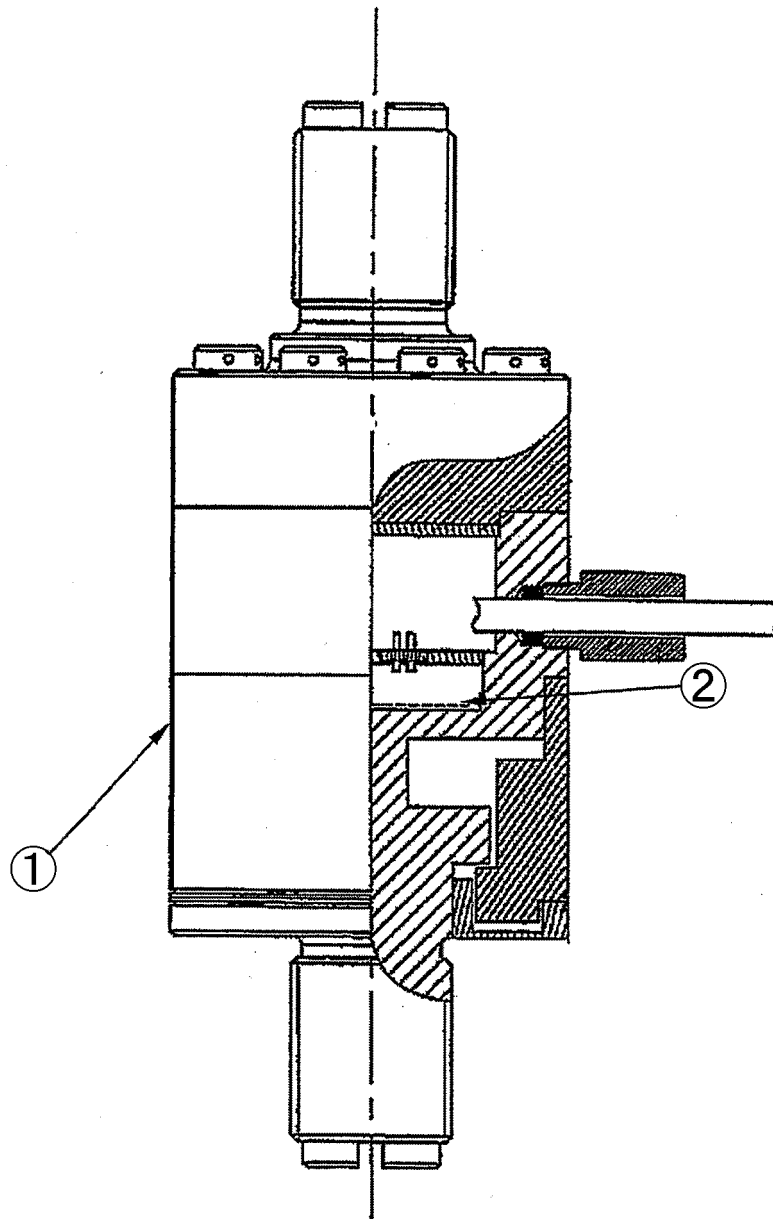
No.	部位
①	電動機 固定子コア
②	電動機 回転子コア
③	電動機 固定子コイル
④	電動機 フレーム
⑤	電動機 軸受(ころがり)
⑥	電磁ブレーキ 固定鉄心
⑦	電磁ブレーキ ばね
⑧	電磁ブレーキ ブレーキ板
⑨	電磁ブレーキ ライニング

図2.1-10 泊2号炉 燃料取替クレーン 電動機・電磁ブレーキ構造図(概念図)



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

図2.1-11 泊2号炉 燃料取替クレーン 制御盤の主要機器構成図



No.	部位
①	本体
②	荷重変換部

図2.1-12 泊2号炉 燃料取替クレーン ロードセル構造図

表2.1-1(1/5) 泊2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	
	押え金物	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	ガータ	炭素鋼	
	トロリ架台	炭素鋼	
	転倒防止金具	炭素鋼 (ブリッジ)	
		炭素鋼 (トロリ)	
走行駆動部 (ブリッジ)	車輪	車輪	低合金鋼鋳鋼
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		車輪部歯車	炭素鋼, 低合金鋼
		カムフォロアー	消耗品・定期取替品
	減速機	ハウジング	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	フランジ	炭素鋼
		スリーブ	炭素鋼
		ハブ	炭素鋼
		Ｏリング	消耗品・定期取替品
		六角ボルト	低合金鋼

表2.1-1(2/5) 泊2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	低合金鋼鋳鋼
		軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
		車輪部歯車	低合金鋼
		カムフォロアー	消耗品・定期取替品
	減速機	ハウジング	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		炭素鋼
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

表2.1-1(3/5) 泊2号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部位		材料	
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	ギヤケース	鋳鉄
		歯車	低合金鋼, 銅合金鋳物
		軸受(ころがり)	消耗品・定期取替品
		オイルシール	消耗品・定期取替品
	かさ歯車減速機	ギヤケース	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
	歯車継手	フランジ	炭素鋼
		スリーブ	炭素鋼
		ハブ	炭素鋼
		Oリング	消耗品・定期取替品
		六角ボルト	低合金鋼
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
	空圧切換弁	消耗品・定期取替品	
	電磁弁	消耗品・定期取替品	

表2. 1-1(4/5) 泊2号炉 燃料取替クレーン主要部位の使用材料

部位		材料		
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)	消耗品・定期取替品		
	ばね (ガイドピン伸縮用)	消耗品・定期取替品		
	軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品		
制御盤・操作盤 主要構成機器	駆動用 電動装置	電動機 (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, ピアノ線	
		ブレーキ板	鋳鉄	
		ライニング	アスベスト	
	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	

表2.1-1(5/5) 泊2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	荷重監視装置	半導体, 電解コンデンサほか
	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, 銀ほか
	速度制御装置	半導体, 電解コンデンサ, リレーほか
	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

表2.1-2 泊2号炉 燃料取替クレーンの使用条件

運転荷重		定格荷重：燃料集合体1体分
温度	水中	約40℃ (約60℃) *1
	気中	約49℃
設置場所		原子炉格納容器内
制御電源		AC 100V

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

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

(1) 電動機（低圧）の固定子コイルの絶縁低下

電動機（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△又は▲となっているもの）については，想定される経年劣化事象であるが，

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

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

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

(1) 走横行レール及び車輪の摩耗

クレーンの走横行により，走横行レール及び車輪に摩耗が想定される。

しかしながら，レール上面，側面及び車輪はガイドローラにより横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る。

したがって，今後も機能の維持は可能であることから，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) 走横行レール及びガータ等の腐食（全面腐食）

走横行レール，押え金物，埋込金物，ガータ，トロリ架台，転倒防止金具，車輪，各種減速機のハウジング又はギヤケース，軸継手（フランジ，スリーブ，ハブ，六角ボルトを含む）及び固定マストは炭素鋼，低合金鋼，鋳鋼又は鋳鉄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，巡視点検等で目視確認により有意な腐食がないことを確認している。

走横行レールと車輪の接触部以外の大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗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）

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。

(4) 歯車の摩耗

車輪部，各種減速機，軸継手及び歯車継手の歯車は，摩擦による摩耗が想定される。

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，作動確認又は目視確認により，機器の健全性を確認している。

(5) ワイヤロープの摩耗及び素線切れ

ワイヤロープは，ワイヤドラム及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。また，ワイヤドラムへの巻き取り及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，ワイヤロープ径の寸法計測及び目視確認を行い，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。

(6) シーブ及びワイヤドラムの摩耗

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

しかしながら，シーブはワイヤの巻き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る。

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

なお，外観点検時の目視確認により，機器の健全性を確認している。

(7) ガイドローラ（マストチューブ）、グリップチューブ及びガイドレールの摩耗

ガイドローラ（マストチューブ）は、グリップチューブ昇降時に同チューブ外周又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プチューブ及びガイドレールの間は、転がり接触であることより摩耗量は軽微であると考えられる。

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

なお、作動確認により、機器の健全性を確認している。

(8) シリンダケース及びピストンの摩耗

エアシリンダのシリンダケース及びピストンは、ピストンの動作による摩耗が想定される。

しかしながら、シリンダケースとピストンはパッキン及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る。

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

なお、作動確認により、機器の健全性を確認している。

(9) フィンガ及びガイドピンの摩耗

グリップのフィンガは、ロックカムとの摺動及び燃料ラッチ時のこすれにより摩耗が想定される。また、グリップのガイドピンは、燃料への挿入時に燃料上部ノズル（SUS304）との接触による摩耗が想定される。

しかしながら、フィンガ及びガイドピンは、ロックカム及び燃料上部ノズルに比べて耐摩耗性に優れたSUS630材を使用し、摩耗を抑制している。

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

なお、隙間計測により、機器の健全性を確認している。

(10) ロッキングカムの摩耗

グリップのロックカムは、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、グリップの作動検査及び隙間計測により、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。

(11) ロックラッチの摩耗

グリッパのロックラッチは、フィンガとの機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、フィンガの面間寸法計測により、有意な寸法変化が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。

(12) 電動機（低圧）のフレームの腐食（全面腐食）

電動機（低圧）のフレームは鋳鉄であり、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。

(13) 電磁ブレーキのブレーキ板の摩耗

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いる。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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。

(14) 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る摩耗が想定される。

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、摩耗が問題となる可能性はない。

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。

なお、寸法計測により機器の健全性を確認している。

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

また、初期ひずみの測定及び感度調整を実施し、精度が保たれている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。

(16) 荷重監視装置及び速度制御装置の特性変化

荷重監視装置及び速度制御装置は、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、荷重監視装置及び速度制御装置を構成している電気回路部は定格値（定格電力・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と考える。

また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニング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と考える。

更に、速度制御装置は電圧測定を実施し、荷重監視装置は出力信号測定を実施し、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。

なお、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。

(17) 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良

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

しかしながら、接点部分は筐体又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する可能性は小さい。

また、機器の動作試験時に導通不良が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。

(18) 筐体及びチャンネルベースの腐食（全面腐食）

制御盤の筐体及びチャンネルベースは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、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。

(19) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御盤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、大気接触部は塗装又はメッキにより腐食を防止しており、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗膜又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。

(20) 走横行レール及びガータの疲労割れ

走横行レール及びガータには、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いる。

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

なお、外観点検時の目視確認により機器の健全性を確認している。

(21) 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、及び燃料ガイドバーは硬度の高いステンレス鋼（SUS630）で製作されている。

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

なお、外観点検時の目視確認により機器の健全性を確認している。

(22) 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）が発生する可能性がある。

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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、電磁ブレーキの開放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。

(23) 電動機（低圧）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理又は塗装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。

(24) 電磁ブレーキの固定鉄心の腐食（全面腐食）

電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板及び銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心はワニス処理により腐食を防止している。

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

(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、モルタル埋設部ではモルタル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、モルタルが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）（車輪，各種減速機，メインホイスト），走横行駆動部のカムフォロアー，オイルシール，Ｏリング，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），空圧切替弁，電動機の軸受（ころがり），リミットスイッチ，補助リレー，電磁接触器及びノーヒューズブレーカは作動確認等の結果に基づき取替える消耗品である。

また，アップストラクチャの滑車の軸受（ころがり），エアホース，パッキン，電磁弁，グリッパの軸受（すべり）及びグリッパのばね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) 泊2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	支持部	走横行レール		炭素鋼	△	△	△				*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部	
		押え金物		炭素鋼		△						
		基礎ボルト		低合金鋼		△						
		埋込金物		炭素鋼		△*1 ▲*2						
走・横行機能	クレーン構造部	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(ブリッジ, トロリ)	車輪		低合金鋼鋳鋼	△	△						
		軸受(ころがり)	◎	—								
		車輪部・歯車		炭素鋼 低合金鋼	△							
		カムフォロアー	◎	—								
	減速機(ブリッジ, トロリ)	ハウジング		鋳鉄		△						
		歯車		低合金鋼	△							
		軸受(ころがり)	◎	—								
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）

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

表2.2-1(2/6) 泊2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		
走・横行機能	軸継手 (ブリッジ)	フランジ		炭素鋼		△					*1：素線切れ	
		スリーブ		炭素鋼	△	△						
		ハブ		炭素鋼	△	△						
		Oリング	◎	—								
		六角ボルト		低合金鋼		△						
	軸継手 (トロリ)	軸継手		炭素鋼		△						
昇降機能	アップ ストラクチャ	ワイヤロープ		ステンレス鋼	△					△*1		
		滑車・シーブ		ステンレス鋼	△							
		滑車・軸受(ころがり)	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/6) 泊2号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考			
					減肉		割れ		材質変化		その他				
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化					
昇降機能	メイン ホイスト	ワイヤドラム			ステンレス鋼	△									
		軸受(ころがり)		◎	—										
		減速機 ウオーム	ギヤケース			鋳鉄		△							
			歯車			低合金鋼, 銅合金鋳物	△								
			軸受(ころがり)		◎	—									
			オイルシール		◎	—									
		減速機 かさ歯車	ギヤケース			鋳鉄		△							
			歯車			低合金鋼	△								
			軸受(ころがり)		◎	—									
			オイルシール		◎	—									
		歯車継手	フランジ			炭素鋼		△							
			スリーブ			炭素鋼	△	△							
			ハブ			炭素鋼	△	△							
			Oリング		◎	—									
	六角ボルト			低合金鋼		△									
	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)		◎	—										
		ガイド ローラ	ローラ		ステンレス鋼	△									
			軸受(すべり)	◎	—										
	燃料ガイドバー			ステンレス鋼	△										

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(4/6) 泊2号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食 割れ	熱時効	劣化		
昇降機能	グリッパ チューブ	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	△							
	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	△							
		エアシリンダ ・ピストン		銅合金鋳物	△							
		エアシリンダ ・パッキン	◎	—								
		空圧切替弁	◎	—								
	電磁弁	◎	—									
燃料把持機能	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)	◎	—								
		ばね (ガイドピン伸縮用)	◎	—								
	軸受(すべり)	◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(5/6) 泊2号炉 燃料取替クレーンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
					減肉		割れ		絶縁	導通	特性		その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持	駆動用電動装置	(低圧)電動機	固定子コア		珪素鋼板		▲						*1：変形(応力緩和)
			フレーム		鋳鉄		△						
			固定子コイル		銅, 絶縁物					○			
			回転子コア		珪素鋼板		▲						
			軸受(ころがり)	◎	—								
	ブレーキ	電磁	固定鉄心		珪素鋼板, 銅, 絶縁物		▲			○			
			ばね		ばね鋼 ピアノ線							△*1	
			ブレーキ板		鋳鉄	△							
			ライニング		アスベスト	△							
		指速発電機			銅, 絶縁物				○				
	ロードセル		本体		ステンレス鋼								
荷重変換部				ひずみゲージ						△			

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

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

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考	
				減肉		割れ		絶縁	導通	特性	その他		
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化			
機器の監視・操作・駆動・制御保護の維持	制御盤・操作盤他		半導体, 電解コンデンサほか								△		
			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, 銀ほか						△		
			速度制御装置		半導体, 電解コンデンサ, リレーほか							△	
			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・操作盤の支持			炭素鋼		△								
			炭素鋼		△								
			炭素鋼		△								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 電動機（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電動機に比べて同等以上であるため，低圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から，固定子コイルの絶縁耐力を保有する運転期間は16.5年と考えられる。

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

② 現状保全

固定子コイルの絶縁低下に対しては，定期的な絶縁抵抗測定により，許容値以上であることの確認を行っている。

また，絶縁抵抗測定の結果に基づき，必要により洗浄，乾燥，絶縁補修処理若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，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，絶縁補修処理若しくは取替を実施していく。

2.3.2 電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下

a. 事象の説明

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

b. 技術評価

① 健全性評価

電磁ブレーキは、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（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、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、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、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

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又は内部の微小ボイド等による放電等、熱的、電氣的、環境的要因で経年的な変化が進行し、外表面、内部等から絶縁低下を生じる可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

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、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、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、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

2.3.4 変圧器の絶縁低下

a. 事象の説明

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、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、変圧器の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

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. 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 電動機（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、絶縁補修処理若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、許容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、許容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℃，H種：許容最高温度180℃）を選択して使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下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、許容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 1)に該当する事象又は2)に該当する事象であるが保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

3.2.1 ブリッジ走横行レール及び車輪の摩耗 [共通]

クレーンの走横行により，走横行レール及び車輪に摩耗が想定される。

しかしながら，レール上面，側面及び車輪は，ガイドローラにより横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る。

したがって，今後も機能の維持は可能であることから，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 走横行レール及びガータ等の腐食（全面腐食） [共通]

走横行レール，埋込金物，ガータ，ホイスト（ケーシング），減速機（ケーシング），軸継手，転倒防止金具，車輪等は炭素鋼又は低合金鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，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，巡視点検等で目視確認により有意な腐食がないことを確認している。

走横行レールと車輪の接触部以外の大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗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 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。

3.2.4 歯車の摩耗 [共通]

車輪部、減速機及び軸継手の歯車は、摩擦による摩耗が想定される。

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、作動確認時の異音確認、目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 ワイヤロープの摩耗及び素線切れ [共通]

ワイヤロープは、ワイヤドラム及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。また、ワイヤドラムへの巻き取り及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、ワイヤロープ径の寸法計測及び目視確認を行い、必要に応じて取替を実施することにより、健全性を維持している。

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

3.2.6 シーブ及びワイヤドラムの摩耗 [共通]

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

しかしながら、シーブはワイヤの巻き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る。

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

なお、外観点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 電磁ブレーキの固定鉄心の腐食（全面腐食） [燃料取扱棟クレーン]

電磁ブレーキの固定鉄心は鋳鉄及び銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心はワニス処理により腐食を防止している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策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 電動機（低圧）のフレームの腐食（全面腐食） [共通]

電動機（低圧）のフレームは鋳鉄であるため、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。

3.2.9 電磁ブレーキのブレーキ板の摩耗 [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鋳鉄として、摩耗を抑制している。

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

なお、機器点検時の寸法測定等により機器の健全性を確認している。

3.2.10 電磁ブレーキのライニングの摩耗 [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発生し、ブレーキの制動特性の低下が想定される。

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、摩耗が問題となる可能性はない。

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。

なお、寸法計測又は目視確認により機器の健全性を確認している。

3.2.11 電磁ブレーキのライニングのはく離 [共通]

2008年7月、敦賀2号炉のタービン動補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。

泊2号炉の使用済燃料ピットクレーン及び燃料取扱棟クレーンは、高湿度環境にはなく、結露水が発生しやすい環境にないことからはく離の可能性は小さい。

また、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。

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

3.2.12 ロードセルの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り付け部は、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、ひずみゲージの酸化を防止しているため、ひずみゲージ貼り付け部が腐食してはがれが発生する可能性は小さいと考える。

また、燃料取扱棟クレーンのひずみゲージ貼り付け部は、樹脂を封入した気密構造になっており、ひずみゲージの酸化を防止しているため、ひずみゲージ貼り付け部が腐食してはがれが発生する可能性は小さいと考える。

更に、初期ひずみを測定及び感度調整を実施し、精度が保たれていることを確認している。

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

3.2.13 荷重監視装置〔共通〕及び速度制御装置〔燃料取扱棟クレーン〕の特性変化

荷重監視装置及び速度制御装置は、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、荷重監視装置及び速度制御装置を構成している電気回路部は定格値（定格電力・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と考える。

また、製造段階で製作不良に基づく回路電流集中を取り除くスクリーニング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と考える。

更に、荷重監視装置は荷重試験を実施し、速度制御装置は速度測定を実施し、健全性を確認している。

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

3.2.14 操作スイッチ及び押釦スイッチの導通不良〔共通〕

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

しかしながら、操作スイッチ及び押釦スイッチの接点部分は管体又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する可能性は小さく、機器の機能試験時に導通不良がないことを確認している。

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

3.2.15 筐体の腐食（全面腐食）〔共通〕

制御盤の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。

3.2.16 取付ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

制御盤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、大気接触部は塗装又はメッキにより腐食を防止しており、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗膜又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。

3.2.17 走横行レール及びガータの疲労割れ [共通]

走横行レール及びガータには、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いる。

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

なお、外観点検時の目視確認により機器の健全性を確認している。

3.2.18 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）が発生する可能性がある。

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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、電磁ブレーキの動作確認又は開放確認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。

3.2.19 電動機（低圧）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）〔共通〕

固定子コア及び回転子コアは電磁鋼板又は珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理又は塗装により腐食を防止している。

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

3.2.20 電磁ブレーキの固定鉄心の腐食（全面腐食）〔使用済燃料ピットクレーン〕

電磁ブレーキの固定鉄心は電磁鋼板及び銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心はワニス処理により腐食を防止している。

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

3.2.21 埋込金物の腐食（全面腐食）〔使用済燃料ピットクレーン〕

走行レールの埋込金物は、炭素鋼であり腐食が想定される。

しかしながら、モルタル埋設部ではモルタル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、モルタルが中性化に至り、埋込金物に有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2 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,材料及び使用条件	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

泊2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 泊2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*2	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13.9m	一時 [一時]	気中*3：約49℃ 約40℃ 水中：約40℃ [水中最高使用温度 ：約66℃]

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3：上段は原子炉格納容器内を示す。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, 材料及び使用条件

2.1.1 燃料移送装置

(1) 構造

泊2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, コンベアカー, 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コンベアカーに取り付けられている。コンベアカーは, 燃料コンテナを移送させるための装置で, 電動機駆動のコンベアカーは, チェーンとスプロケットにより水平移動し, 両側に取り付けられた車輪が回転してトラックフレーム上を走行する。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及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。

泊2号炉の燃料移送装置の構造を図2.1-1～図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の燃料移送装置の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

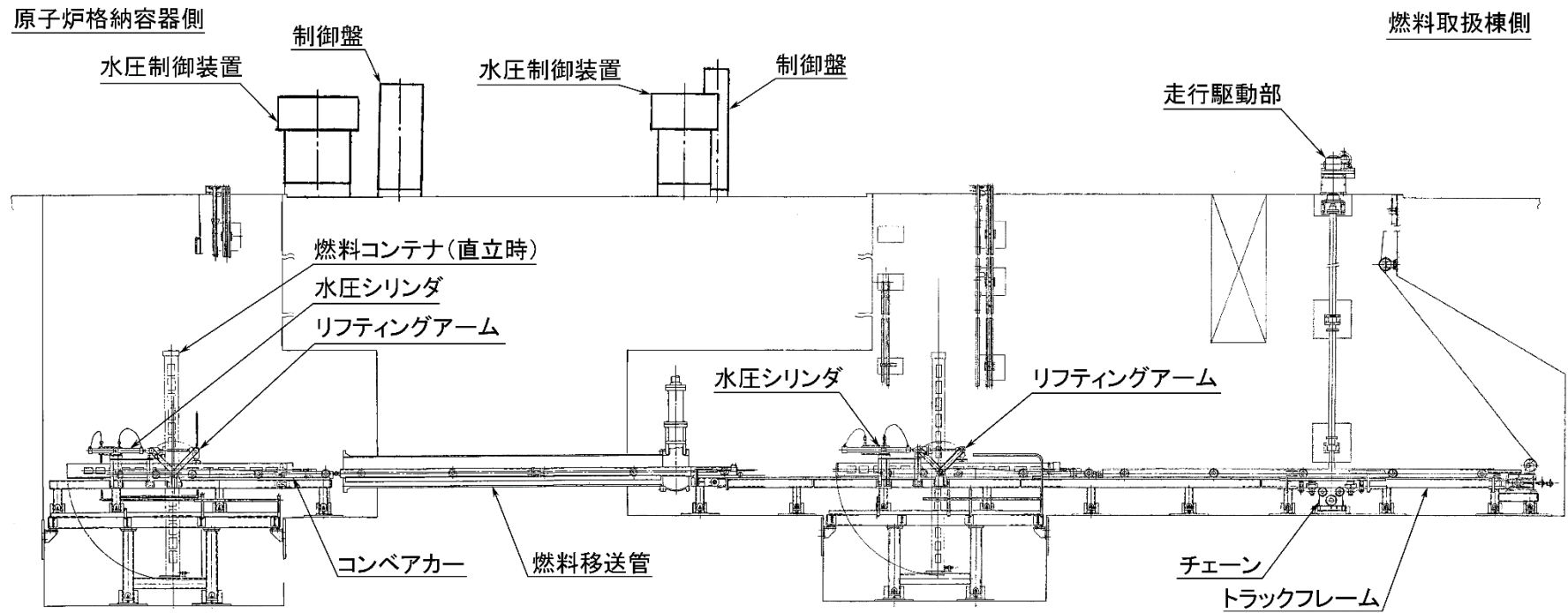
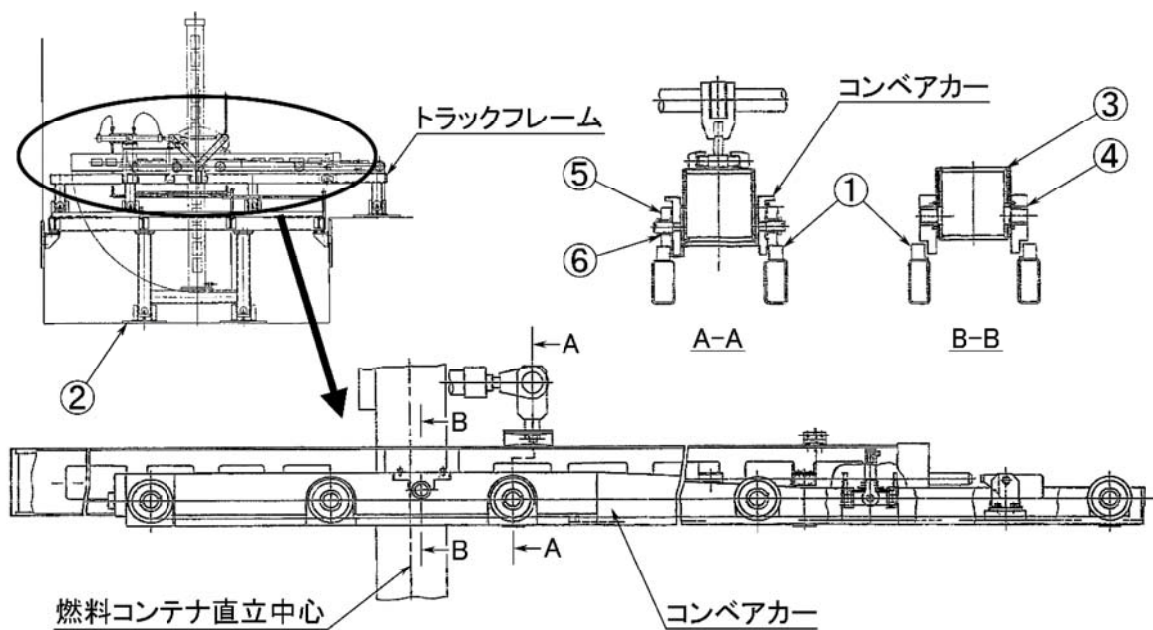
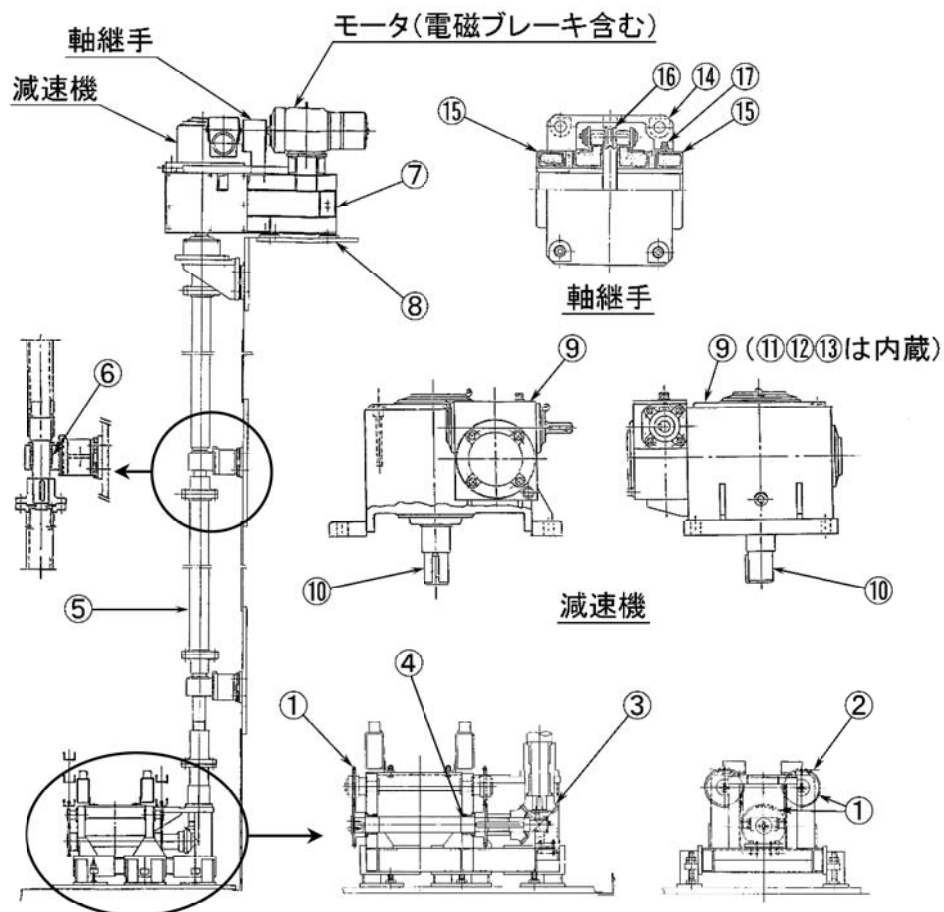


図2.1-1 泊2号炉 燃料移送装置 全体構成図



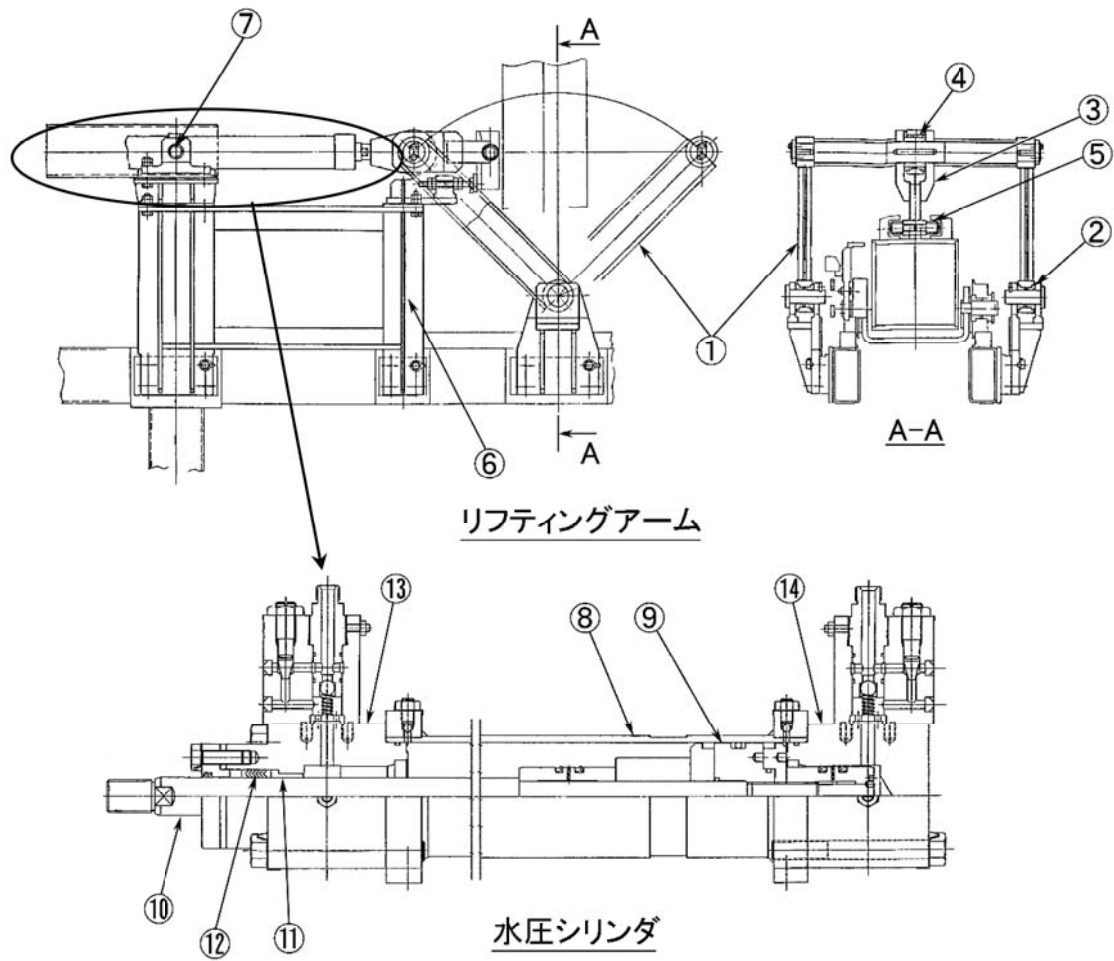
No.	部位
①	レール
②	基礎金物
③	燃料コンテナ
④	ピボット軸受(すべり)
⑤	車輪
⑥	車輪軸受(すべり)

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



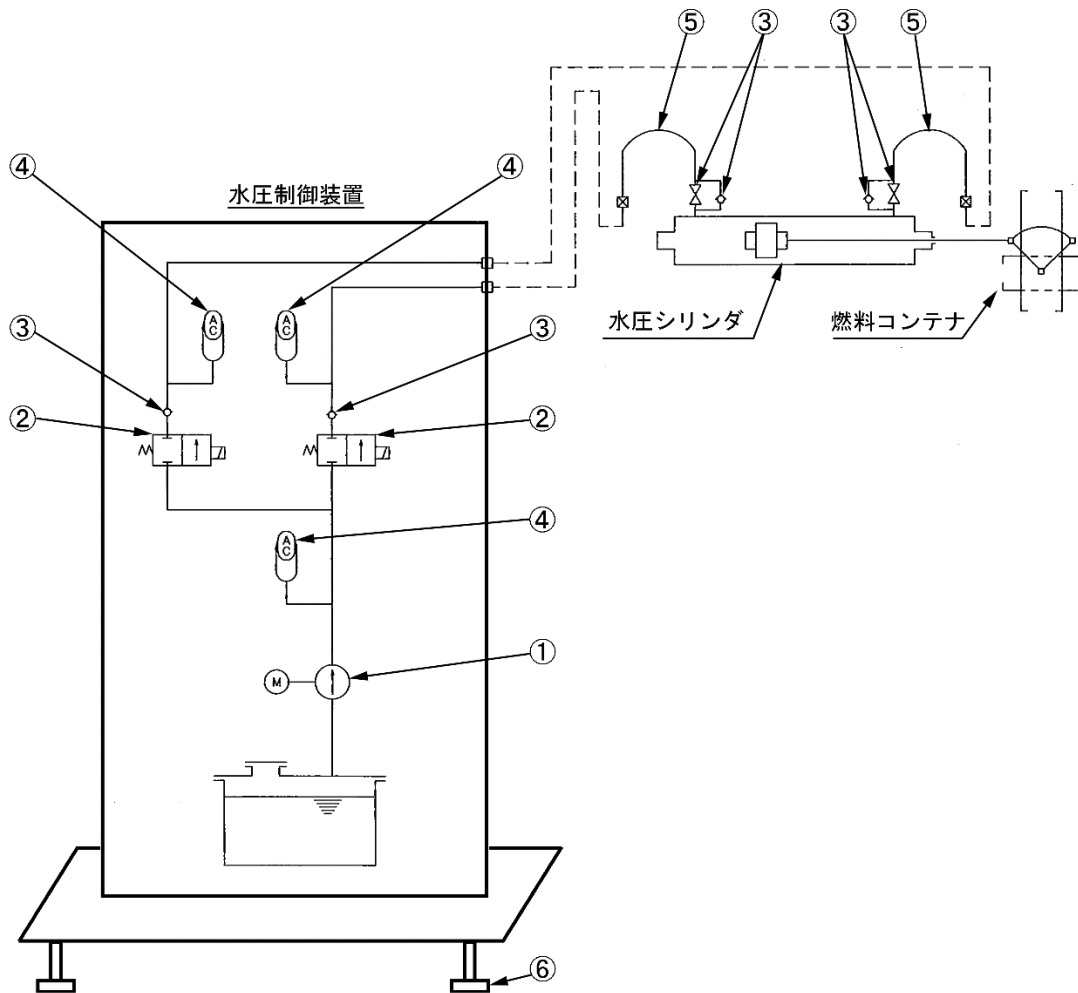
No.	部位	No.	部位
①	スプロケット	⑨	ケーシング
②	チェーン	⑩	軸
③	かさ歯車	⑪	減速機
④	ブッシュ	⑫	軸受 (ころがり)
⑤	ラインシャフト	⑬	オイルシール
⑥	軸受 (すべり)	⑭	ケーシング
⑦	枠	⑮	軸 (スプロケット)
⑧	基礎金物	⑯	チェーン
		⑰	オイルシール

図2.1-3 泊2号炉 燃料移送装置 走行駆動部構造図



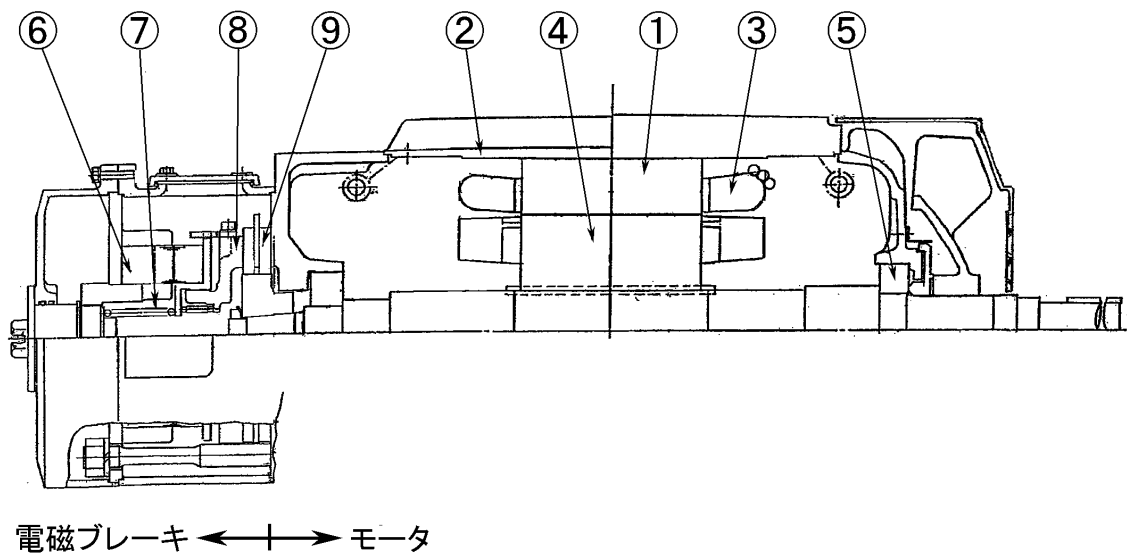
No.	部位	No.	部位
①	リフティングアーム	⑧	シリンダチューブ
②	軸受 (すべり)	⑨	ピストン
③	ホーク	⑩	ピストンロッド
④	リフティング アーム ブッシュ	⑪	ブッシュ
⑤	ローラ	⑫	パッキン
⑥	リフティングフレーム	⑬	ロッドカバー
⑦	ブッシュ	⑭	ヘッドカバー

図2.1-4 泊2号炉 燃料移送装置 リフティング部構造図



No.	部位
①	水圧ポンプ (軸受, パッキン)
②	電磁弁 (パッキン)
③	仕切弁, 切替弁, 圧力調整弁 (パッキン)
④	アキュムレータ
⑤	高圧ホース
⑥	基礎金物

図2.1-5 泊2号炉 燃料移送装置 水圧制御装置構成図



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

図2.1-6 泊2号炉 燃料移送装置 電動機・電磁ブレーキ構造図 (概念図)

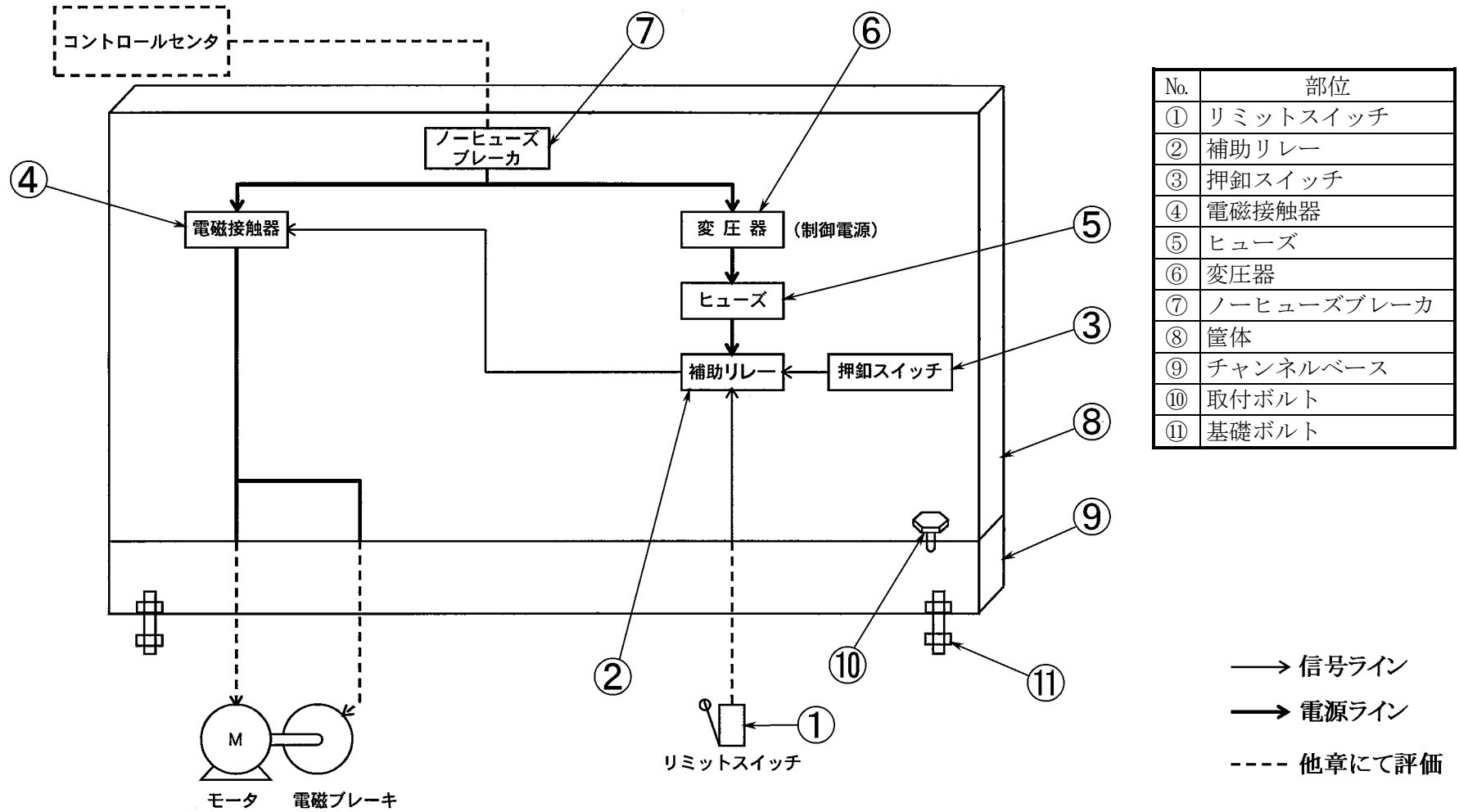


図2.1-7 泊2号炉 燃料移送装置 制御盤の主要機器構成図

表2. 1-1 (1/3) 泊2号炉 燃料移送装置主要部位の使用材料

部位		材料	
トラックフレーム	レール	ステンレス鋼	
	基礎金物	ステンレス鋼	
燃料コンテナ	燃料コンテナ	ステンレス鋼	
	ピボット軸受(すべり)	消耗品・定期取替品	
コンベアカー	車輪	ステンレス鋼	
	車輪軸受(すべり)	消耗品・定期取替品	
走行駆動部	スプロケット	ステンレス鋼	
	チェーン	ステンレス鋼	
	かさ歯車	ステンレス鋼	
	ブッシュ	消耗品・定期取替品	
	ラインシャフト	ステンレス鋼	
	軸受(すべり)	消耗品・定期取替品	
	枠	炭素鋼	
	基礎金物	炭素鋼, ステンレス鋼	
	減速機	ケーシング	炭素鋼
		軸	ステンレス鋼
		歯車	炭素鋼, 低合金鋼, 銅合金
		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	合金鋼
		オイルシール	消耗品・定期取替品

表2. 1-1 (2/3) 泊 2 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
		ブッシュ	消耗品・定期取替品
		ローラ	消耗品・定期取替品
		リフティングフレーム	ステンレス鋼
		ブッシュ	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
		ブッシュ	消耗品・定期取替品
		パッキン	消耗品・定期取替品
		ロッドカバー	ステンレス鋼
		ヘッドカバー	ステンレス鋼
	水圧制御装置	水圧ポンプ (軸受, パッキン)	消耗品・定期取替品
		電磁弁 (パッキン)	消耗品・定期取替品
		仕切弁, 切替弁, 圧力調整弁 (パッキン)	消耗品・定期取替品
		アキュムレータ	消耗品・定期取替品
		高圧ホース	消耗品・定期取替品
		基礎金物	炭素鋼

表2. 1-1 (3/3) 泊 2 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	電動機 (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	アスベスト
		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, 銀ほか
		電磁接触器		消耗品・定期取替品
		ヒューズ		消耗品・定期取替品
		変圧器		銅, 絶縁物 (A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 泊2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
制御電源		AC 100V

*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、材料及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) 電動機（低圧）の固定子コイルの絶縁低下

電動機（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△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

(1) レール及び車輪の摩耗

レール及び車輪は、機械的要因で摩耗が想定される。

しかしながら、水中での水潤滑によるころがり接触であり、摩耗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、作動確認により機器の健全性を確認している。

(2) スプロケット及びチェーン（ローラ外面）の摩耗

走行駆動部のスプロケット及びチェーンは、相互の接触による摩耗が想定される。

しかしながら、ころがり接触であり、摩耗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、作動確認により機器の健全性を確認している。

(3) チェーン（ブッシュ部）の摩耗

チェーン（ブッシュ部）は、機械的要因により摩耗が想定される。

しかしながら、チェーンの伸び計測により、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。

(4) かさ歯車の摩耗

走行駆動部のかさ歯車は、機械的要因で摩耗が想定される。

しかしながら、水中での水潤滑により摩耗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、作動確認により機器の健全性を確認している。

(5) 枠、筐体、チャンネルベース、取付ボルト及び基礎金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）

枠、筐体、チャンネルベース、取付ボルト及び基礎金物の大気接触部は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又はメッキにより腐食を防止しており、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗膜又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。

(6) 歯車等の摩耗

減速機の歯車、軸継手の軸（スプロケット）及び軸継手のチェーン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、作動確認により機器の健全性を確認している。

(7) 減速機等の腐食（全面腐食）

減速機のケーシング、軸継手のケーシング、軸（スプロケット）はアルミニウム合金鋳物又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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。

(8) 電動機（低圧）のフレームの腐食（全面腐食）

電動機（低圧）のフレームは鋳鉄であり、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。

(9) 押釦スイッチの導通不良

押釦スイッチは、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、接点部分は筐体又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する可能性は小さい。

また、機器の動作確認により導通不良が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。

(10) 電磁ブレーキのブレーキ板の摩耗

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、摩耗を抑制している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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) 電磁ブレーキのライニングの摩耗

電磁ブレーキのライニングは制動操作により摩耗が発生し、ブレーキの制動特性の低下が想定される。

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、摩耗が問題となる可能性はない。

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。

なお、機器点検時の寸法計測により機器の健全性を確認している。

(12) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

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。

(13) 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、ブレーキ開放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。

(14) 電動機（低圧）の固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理又は塗装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。

(15) 電磁ブレーキの固定鉄心の腐食（全面腐食）

電磁ブレーキの固定鉄心は珪素鋼板及び銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、電磁ブレーキの固定鉄心はワニス処理により腐食を防止している。

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

(16) 基礎金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

基礎金物で、炭素鋼が使用されている部位は、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 消耗品及び定期取替品

コンベアカーの車輪軸受（すべり），水圧制御装置の水圧ポンプ（軸受，パッキン）及びアキュムレータ，電動機の軸受（ころがり），リミットスイッチ，補助リレー，電磁接触器，ヒューズ及びノーヒューズブレーカは，作動確認等の結果に基づき取替える消耗品である。

また，燃料コンテナのピボット軸受（すべり），走行駆動部のブッシュ及びラインシャフトの軸受（すべり），走行駆動部減速機の軸受（ころがり），オイルシール，リフティングアームの軸受（すべり），ブッシュ及びローラ，水圧シリンダのブッシュ及びパッキン，水圧制御装置の電磁弁等（パッキン）及び高圧ホース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) 泊2号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
装置の 支持機能	トラック フレーム	レール		ステンレス鋼	△						*1:ブッシュ部 *2:ローラ外面 *3:大気接触部 *4:コンクリート 埋設部	
		基礎金物		ステンレス鋼								
走行機能	燃料 コンテナ	燃料コンテナ		ステンレス鋼								
		ピボット軸受(すべり)	◎	—								
	コンベア カー	車輪		ステンレス鋼	△							
		車輪軸受(すべり)	◎	—								
	走行 駆動部	走行 駆動部	スプロケット		ステンレス鋼	△						
			チェーン		ステンレス鋼	△ ^{*1} △ ^{*2}						
			かさ歯車		ステンレス鋼	△						
			ブッシュ	◎	—							
			ラインシャフト		ステンレス鋼							
			軸受(すべり)	◎	—							
枠				炭素鋼		△						
基礎金物		炭素鋼 ステンレス鋼		△ ^{*3} ▲ ^{*4}								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(2/6) 泊2号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	組立品	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考			
					減肉		割れ		材質変化			その他		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化				
走行機能	走行駆動部	減速機	ケーシング		炭素鋼		△							
			軸		ステンレス鋼									
			歯車		炭素鋼 低合金鋼 銅合金	△								
			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		△							
			スプロケット		炭素鋼	△	△							
			チェーン		合金鋼	△								
			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) 泊2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									
		ブッシュ	◎	—									
		ローラ	◎	—									
		リフティング フレーム		ステンレス鋼									
		ブッシュ	◎	—									
	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									
		ブッシュ	◎	—									
		パッキン	◎	—									
		ロッドカバー		ステンレス鋼									
		ヘッドカバー		ステンレス鋼									

表2.2-1(4/6) 泊2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	水圧制御装置	水圧ポンプ (軸受, パッキン)	◎	—								*1: 大気接触部 *2: 埋設部
		電磁弁 (パッキン)	◎	—								
		仕切弁, 切替弁, 圧力調整弁 (パッキン)	◎	—								
		アキュムレータ	◎	—								
		高圧ホース	◎	—								
		基礎金物		炭素鋼		△*1 ▲*2						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(5/6) 泊2号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
					減肉		割れ		絶縁	導通	特性		その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持	駆動用電動装置	電動機(低圧)	固定子コア	珪素鋼板		▲							*1：変形(応力緩和)
			フレーム	鋳鉄		△							
			固定子コイル	銅, 絶縁物					○				
			回転子コア	珪素鋼板		▲							
			軸受(ころがり)	—	◎								
	電磁ブレーキ	固定鉄心	珪素鋼板, 銅, 絶縁物		▲				○				
		ばね	ピアノ線								△*1		
		ブレーキ板	鋳鉄		△								
		ライニング	アスベスト		△								
		リミットスイッチ	—	◎									

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1(6/6) 泊2号炉 燃料移送装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	特性	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
機器の監視・操作・駆動・制御・保護の維持	補助リレー	◎	—									
	押釦スイッチ		銅, 銀ほか						△			
	電磁接触器	◎	—									
	ヒューズ	◎	—									
	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 電動機（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電動機に比べて同等以上であるため，低圧ポンプ用電動機の健全性評価結果から，固定子コイルの絶縁耐力を保有する運転期間は16.5年と考えられる。

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

② 現状保全

固定子コイルの絶縁低下に対しては，定期的な絶縁抵抗測定により，許容値以上であることの確認を行っている。

また，絶縁抵抗測定の結果に基づき，必要により洗浄，乾燥，絶縁補修処理若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，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，絶縁補修処理若しくは取替を実施していく。

2.3.2 電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁低下

a. 事象の説明

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

b. 技術評価

① 健全性評価

電磁ブレーキは、塵埃が付着しにくい密閉構造であり、また、電磁ブレーキの固定鉄心の絶縁は使用温度に比べて十分余裕のある絶縁種（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、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、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、定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

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（A種：許容最高温度105℃）を選択して使用していることから絶縁低下の発生の可能性は小さいと考えるが、60年間の供用を想定すると絶縁低下を生じる可能性は否定できない。

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、許容値以上であることの確認を行っている。

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、変圧器の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

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。

3.3 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, 材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	5

1. 技術評価対象機器

泊2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 泊2号炉 新燃料ラックの主な仕様

機器名称 (台数)	重要度*	容量	最高使用温度
新燃料ラック (1)	PS-2	96セル	約40℃

*：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, 材料及び使用条件

2.1.1 新燃料ラック

(1) 構造

泊2号炉の新燃料ラックは床下式で建屋内に設置されており, 新燃料を保持するステンレス鋼製のラックセルとステンレス鋼及び炭素鋼製のサポート部材で構成されている。

泊2号炉の新燃料ラックの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の新燃料ラックの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

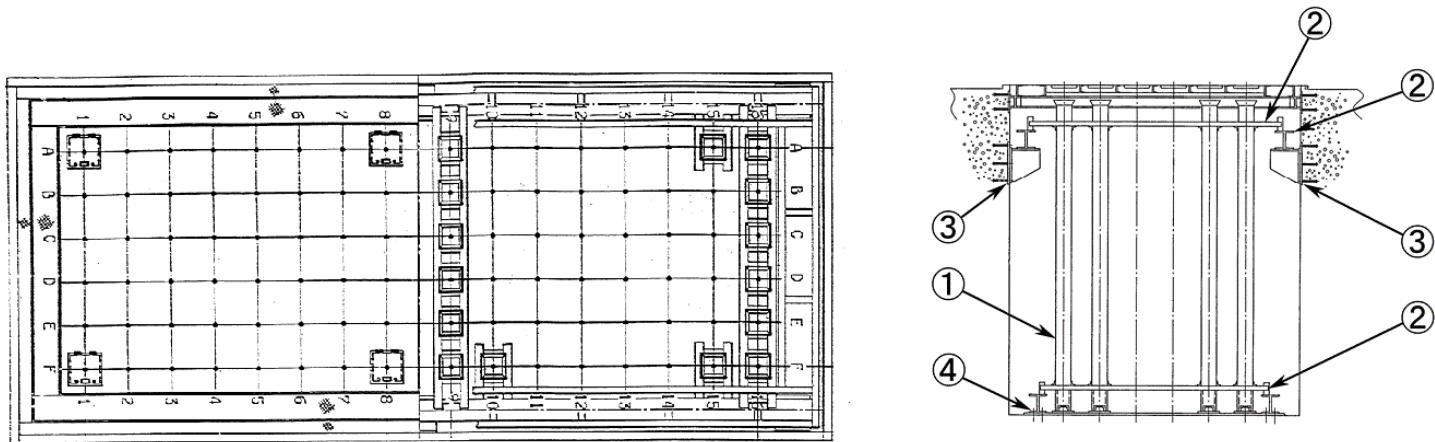


図2.1-1 泊2号炉 新燃料ラック構造図

No.	部位
①	ラックセル
②	サポート部材
③	埋込金物
④	基礎ボルト

表2.1-1 泊2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
埋込金物	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 泊2号炉 新燃料ラックの使用条件

容量	96セル
使用温度	約40℃
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）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

(1) サポート部材及び埋込金物の腐食（全面腐食）

サポート部材の一部及び埋込金物は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、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) 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。

(3) 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を有するまで長時間を有することから，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 泊2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							*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部	
ラック保持	サポート部材		ステンレス鋼								
			炭素鋼		△						
機器の支持	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）

4 原子炉容器上蓋付属設備

[対象機器]

- ① 制御棒駆動装置
- ② 炉内熱電対フランジ

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	10
3. 代表機器以外への展開	14
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.....	14

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊 2 号炉で使用されている原子炉容器上蓋付属設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらの機器を設置場所，材料の観点からグループ化し，以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す原子炉容器上蓋付属設備について，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

炉内熱電対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。

制御棒の駆動機能を有しているのは制御棒駆動装置であることから，制御棒駆動装置を代表機器とする。

表1-1 泊2号炉 原子炉容器上蓋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 (℃)		
原子炉容器上蓋上	ステンレス鋼	制御棒駆動装置 (33)	PS-1	約17.2	約343	◎	構造 (駆動機構あり)
		炉内熱電対フランジ (2)	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 制御棒駆動装置

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 制御棒駆動装置

(1) 構造

泊2号炉の制御棒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, 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が溶接で結合され, 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蓋に溶接されている。

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, 更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, 原子炉容器上蓋の上側に制御棒駆動装置耐震サポートが設置されており, 地震時の制御棒駆動装置の水平方向の動きを抑制している。

なお, 泊2号炉の制御棒駆動装置については, 第14回定期検査時(2009年度)に一部取替を実施している。

泊2号炉の制御棒駆動装置の構造図を図2.1-1～図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の制御棒駆動装置の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

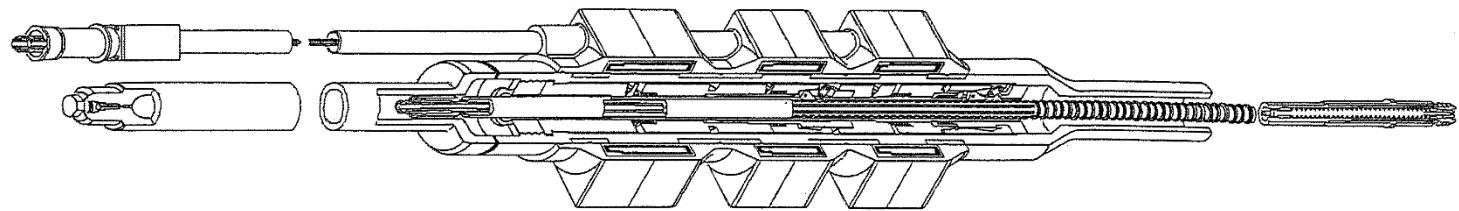
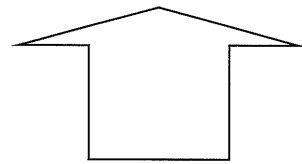
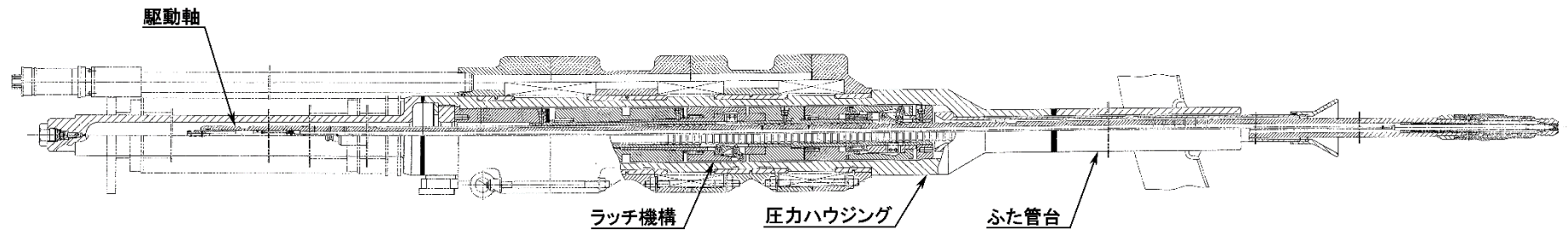


図2.1-1 泊2号炉 制御棒駆動装置全体構造図

No.	部位
①	ラッチハウジング
②	駆動軸ハウジング

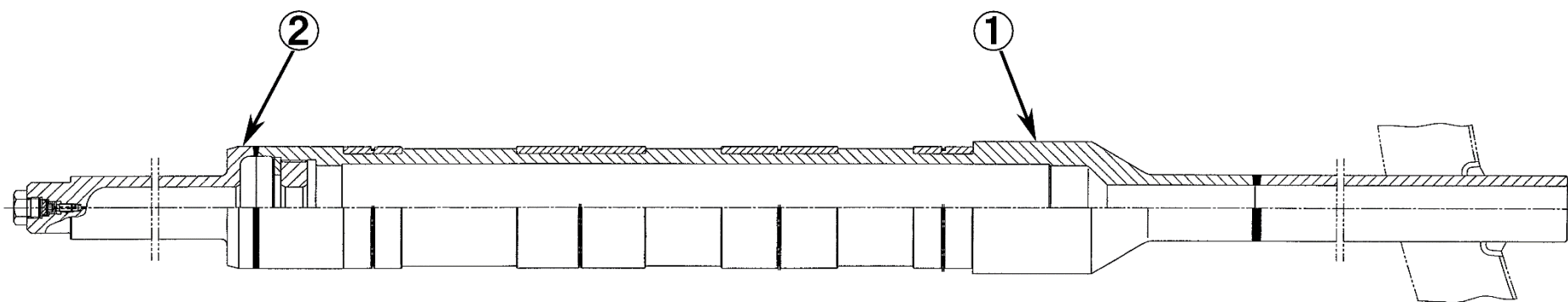
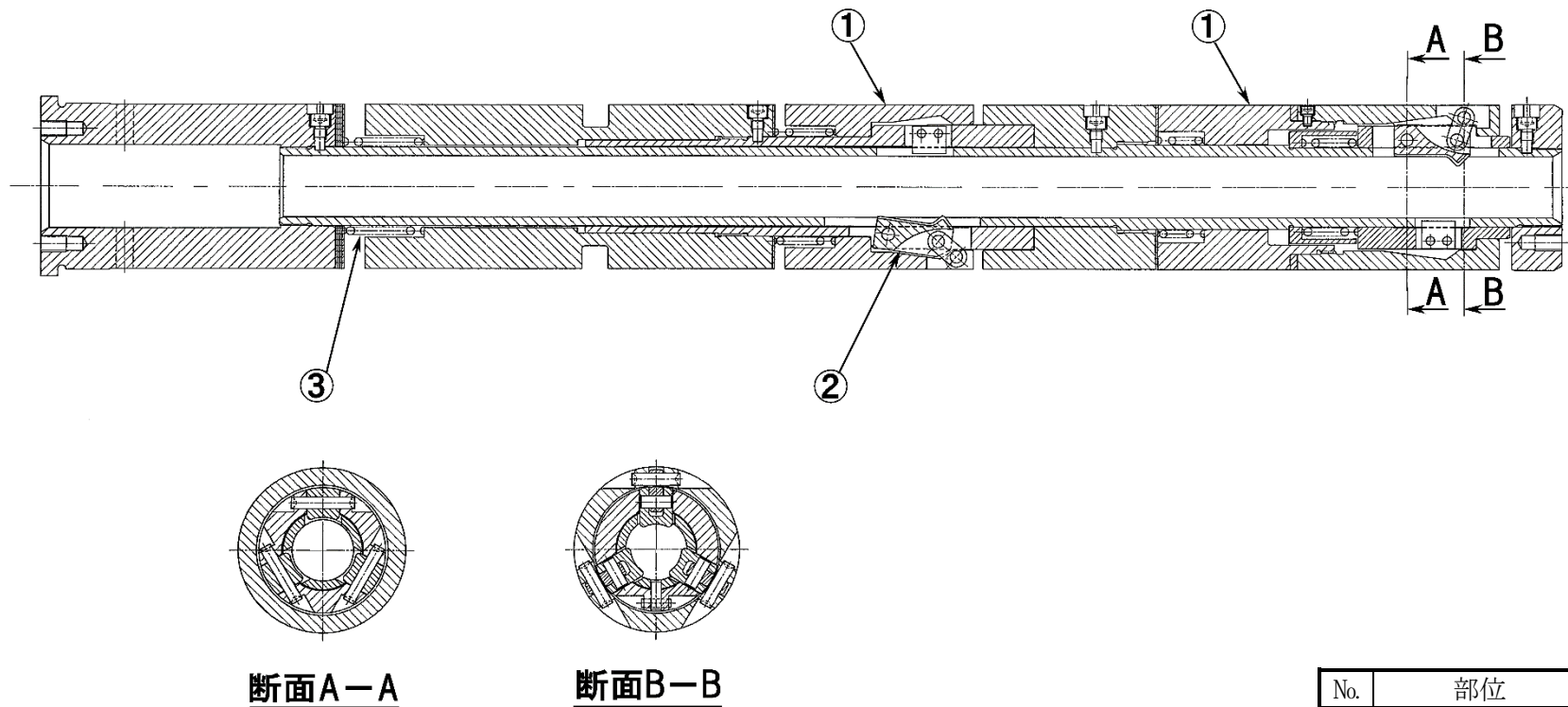
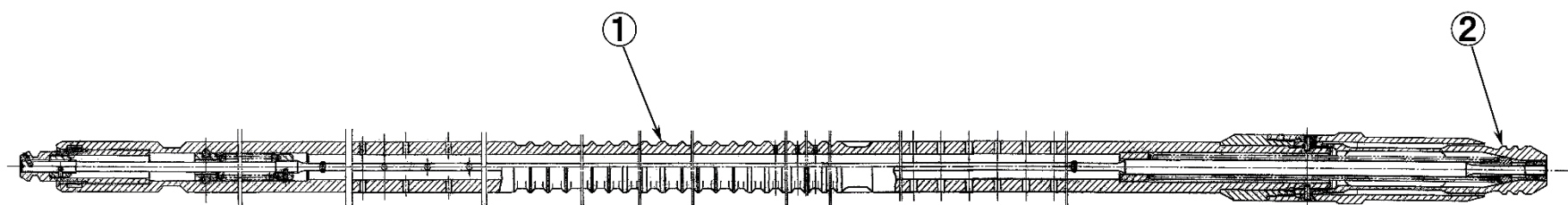


図2.1-2 泊2号炉 制御棒駆動装置 圧力ハウジング構造図



No.	部位
①	プランジャ
②	ラッチアーム
③	ばね

図2.1-3 泊2号炉 制御棒駆動装置 ラッチ機構構造図



No.	部位
①	駆動軸
②	接手

図2.1-4 泊2号炉 制御棒駆動装置 駆動軸構造図

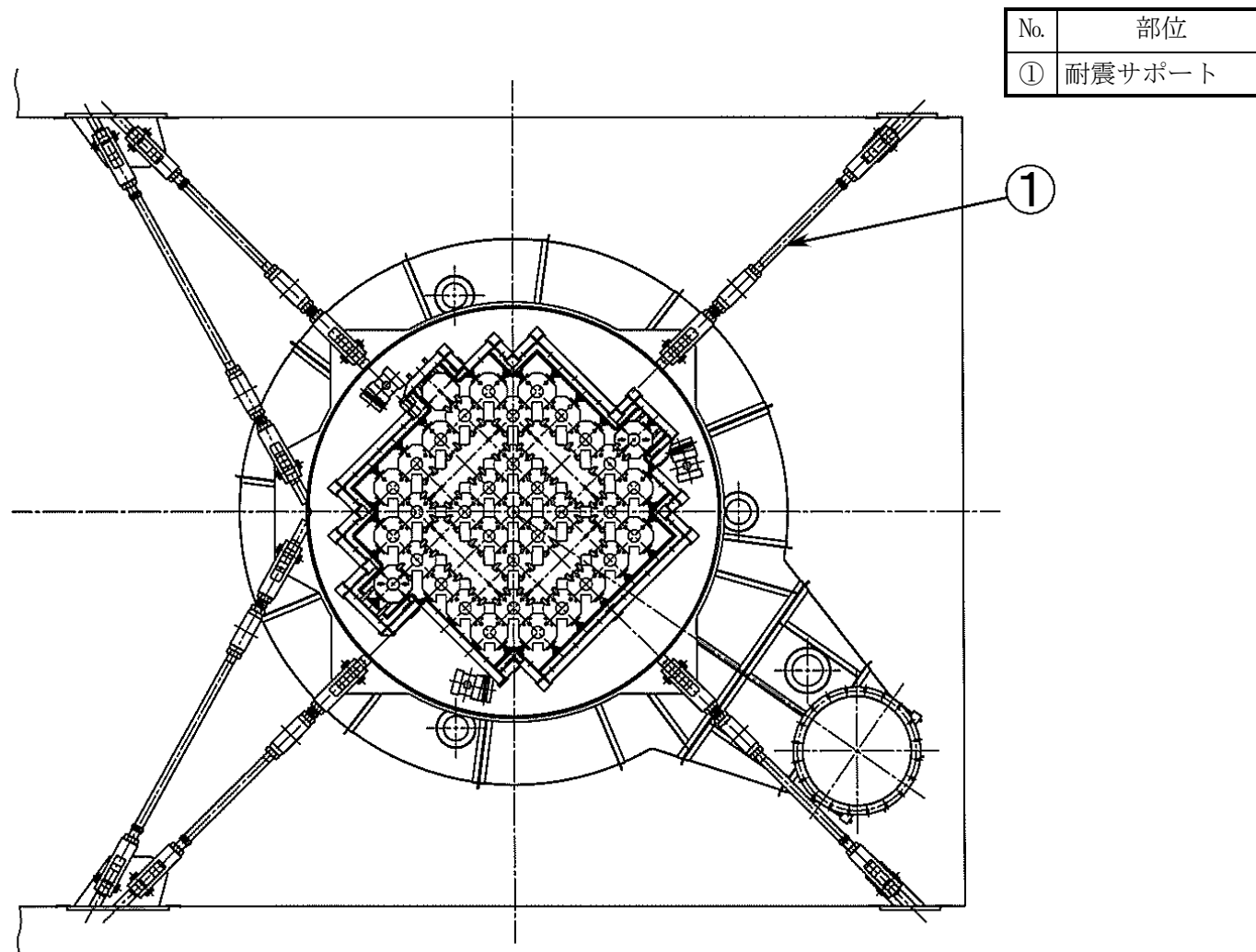


図2.1-5 泊2号炉 制御棒駆動装置 耐震サポート構造図

表2.1-1 泊2号炉 制御棒駆動装置主要部位の使用材料

部位		材料
圧力ハウジング	ラッチハウジング	ステンレス鋼
	駆動軸ハウジング	ステンレス鋼
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		炭素鋼, 低合金鋼, ステンレス鋼

表2.1-2 泊2号炉 制御棒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

制御棒駆動装置について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

(1) プランジャの摩耗

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

しかしながら、コイル電流によるラッチ機構動作確認、及び制御棒落下試験により、スクラム時のプランジャ動作に伴うラッチアーム開放動作に影響のないことを確認することで、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。

(2) ラッチアーム及び駆動軸の摩耗

ラッチアーム及び駆動軸は互いに接触する部位であり、摺動部に摩耗が想定される。

しかしながら、コイル電流によるラッチ機構動作確認により、機器の健全性を維持している。

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

(3) 耐震サポートの腐食（全面腐食）

炭素鋼又は低合金鋼の耐震サポートは、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、分解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。

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) 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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(5) ばねの変形（応力緩和）

制御棒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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(6) 接手の摩耗

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、ステッピング及び制御棒との取付け、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、及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 泊2号炉 制御棒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	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								▲*1	
	駆動軸	駆動軸		ステンレス鋼	△								
		接手		ステンレス鋼	▲								
耐震サポート	耐震サポート		炭素鋼 低合金鋼 ステンレス鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着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 炉内熱電対フランジ

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

3.1.1 コノシールガスケット取付部の摩耗

炉内熱電対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いる。コノシールガスケットは、定期的に取り替えており、取付部に摩耗が想定される。

しかしながら、目視確認及び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。

3.1.2 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、目視確認及び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。

3.1.3 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ことから、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

[対象機器]

- ① 制御棒クラスタ

目次

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

1. 技術評価対象機器

泊2号炉で使用されている制御棒クラスタの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 泊2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 (33)	MS-1	約17.2	約343

*1：機能は最上位の機能を示す。

2. 制御棒クラスタの技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

(1) 構造

泊2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及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, 16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33体使用されている。全長は約4m, 質量は約59kg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。

泊2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) 材料及び使用条件

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

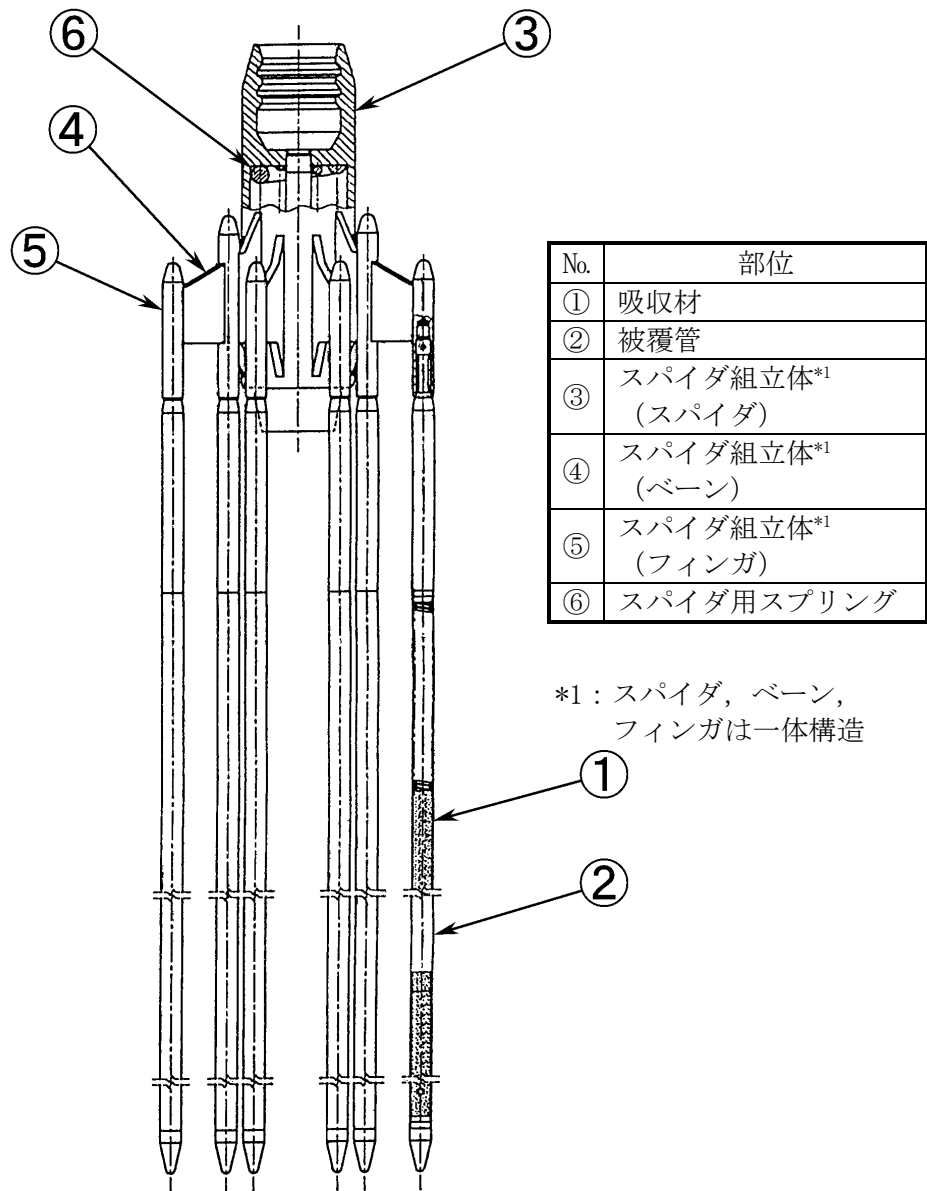
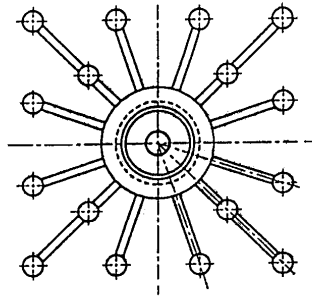


図2. 1-1 泊2号炉 制御棒クラスター構造図

表2.1-1 泊2号炉 制御棒クラスタの取替実績

時期	体数 (体)
第1 2回定期検査時 (2006年度)	9
第1 3回定期検査時 (2007年度～2008年度)	10
第1 4回定期検査時 (2009年度)	14 ^{*1}

(注) 全数改良型 (被覆管へのCrメッキ及び吸収材先端部の細径化) への取替済み。

*1 : 増設 (制御棒クラスタ全数29体→33体)

表2.1-2 泊2号炉 制御棒クラスタ主要部位の使用材料

部位	材料
吸収材	銀・インジウム・カドミウム合金
被覆管	ステンレス鋼
スパイダ組立体* ¹ (スパイダ)	ステンレス鋼
スパイダ組立体* ¹ (ベーン)	ステンレス鋼
スパイダ組立体* ¹ (フィンガ)	ステンレス鋼
スパイダ用スプリング	750系ニッケル基合金, 718系ニッケル基合金

*1: スパイダ, ベーン, フィンガは一体構造

表2.1-3 泊2号炉 制御棒クラスタの使用条件

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

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

制御棒クラスタの機能である炉心の制御機能の達成に必要な項目としては、次の項目が必要である。

- ① 反応度変化の補償及び緊急停止時の停止余裕の確保

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御棒クラスタについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1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△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

なお、◆は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象には該当しないが、耐震安全性評価を実施するために本項に記載する。

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

(1) 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。

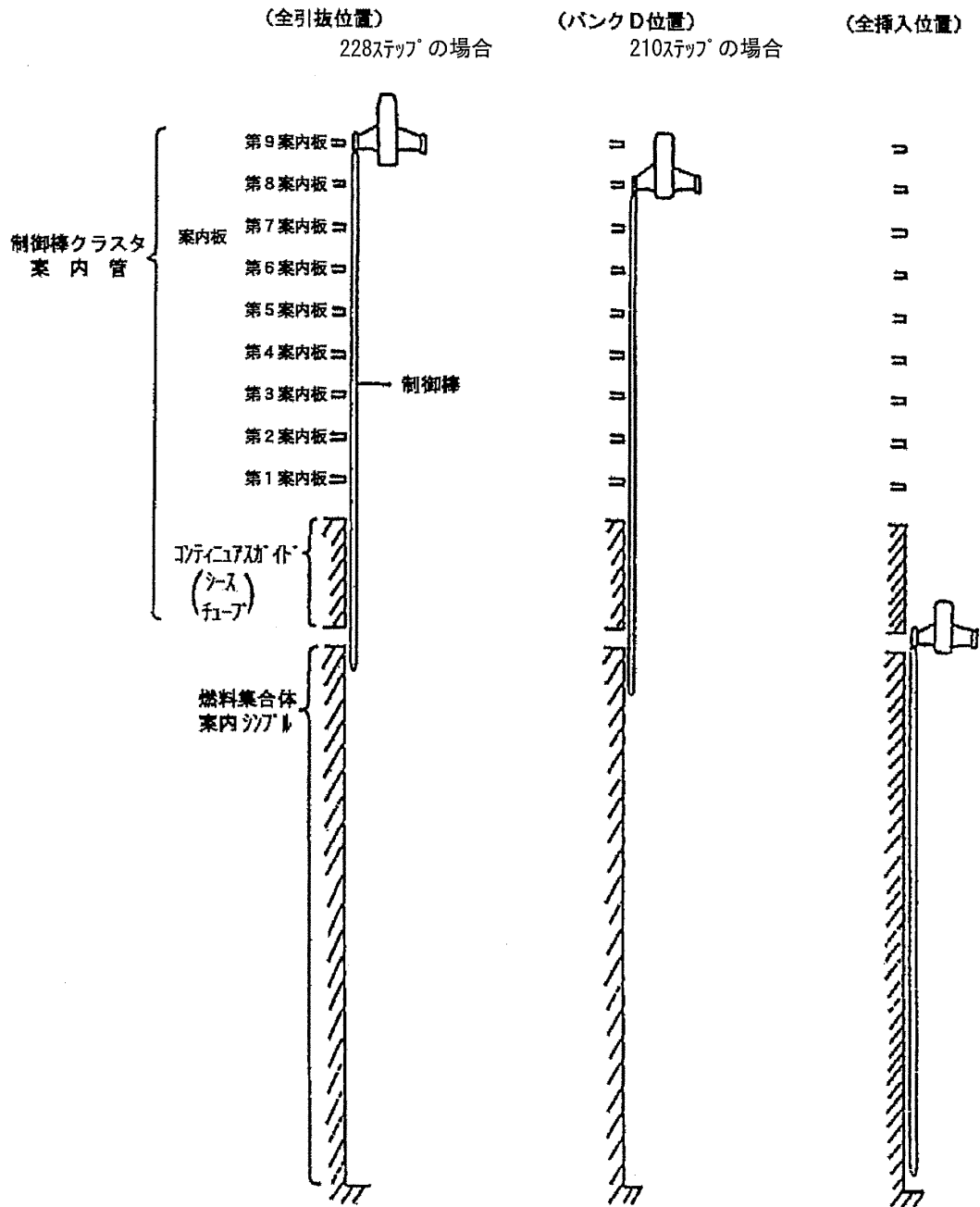


図2.2-1 泊2号炉 制御棒クラスターの構造と挿入位置関係

米国ポイントビーチ (Point Beach) 発電所2号炉で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。

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ー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, 更に貫通した状態で, 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。
- ・吸収材の溶出 : 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, 予防保全的に摩耗深さが肉厚を超えないような管理を行なっている。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, 更に同じ時間経過するまでに取替を実施している。

更に, 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している。

したがって, 今後も機能の維持は可能であることから, 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

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。

また, 中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことで, 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。

なお, 水中テレビカメラによる目視確認により, 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）

吸収材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ことが想定される。

しかしながら、中性子照射量に応じた取替を計画的に行うことで、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。

(4) 被覆管の照射スウェリング

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ムブル細径部（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、水中テレビカメラによる目視確認により、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、外径計測及び外観検査にて有意な変形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。

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

しかしながら、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、及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ることから、スパイダ溝についても有意な摩耗はないと考える。

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

なお、水中テレビカメラによる目視確認により、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) 吸収材の中性子吸収能力の低下

吸収材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が、制御棒クラスタは、計画的に取替を行う運用としており、また、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。

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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(8) 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に照射量がわずかであると評価できることから、ばねの応力緩和が生じる可能性は小さいと考えられる。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、制御棒クラスタは計画的に取替を行う運用としている。

表2.2-1 泊2号炉 制御棒クラスタに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
反応度変化の補償及び緊急停止時の停止余裕の確保	吸収材		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：照射クリープ *6：照射による変形（応力緩和） ◆：冷温停止状態が維持されることを前提とした場合には発生・進展が想定されないが、耐震安全性評価のために評価する
	被覆管		ステンレス鋼	△◆			△*2		△*3	△*4 △*5	
	スパイダ組立体（スパイダ）		ステンレス鋼	△							
	スパイダ組立体（ベーン）		ステンレス鋼								
	スパイダ組立体（フィンガ）		ステンレス鋼								
	スパイダ用スプリング		750系ニッケル基合金 718系ニッケル基合金								

△：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）
▲：高経年化対策上着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）

6 濃縮減容設備

[対象機器]

- ① 低水質廃液蒸発装置
- ② ほう酸回収装置

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	18
3. 代表機器以外への展開	34
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	34

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊 2 号炉で使用されている濃縮減容設備の主な仕様を表1-1に示す。

これらの濃縮減容設備を減容方式，流体及び材料の観点からグループ化し，以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す濃縮減容設備について減容方式，流体及び材料を分離基準として考えると，いずれの濃縮減容設備も同様であることからグループとしては1つとなる。

1.2 代表機器の選定

このグループには低水質廃液蒸発装置及びほう酸回収装置が属するが，内部流体・運転時間から低水質廃液蒸発装置を代表機器とする。

表1-1 泊2号炉 濃縮減容設備の主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準				代表機器の選定	
減容方式	流体	材料		重要度*1	使用条件*5			代表機器	選定理由
					運転状態*2	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	低水質廃液蒸発装置 (1)	高*4	一時 [一時]	約0.1 / 約0.93	約150/約185	◎	内部流体, 運転時間
	1次冷却材	ステンレス鋼	ほう酸回収装置 (1)	高*4	一時 [一時]	約0.93/約0.1	約185/約150		

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3: 管側/胴側を示す。

*4: 最高使用温度が95°Cを超え, 又は最高使用圧力が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: 蒸発器又は加熱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濃縮減容設備について技術評価を実施する。

① 低水質廃液蒸発装置

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 低水質廃液蒸発装置

(1) 構造

泊2号炉の低水質廃液蒸発装置は、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更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，蒸留水ポンプ及び配管から構成されている。

泊2号炉の低水質廃液蒸発装置の全体構成図を図2.1-1に，各機器の構造図を図2.1-2～図2.1-9に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の低水質廃液蒸発装置の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

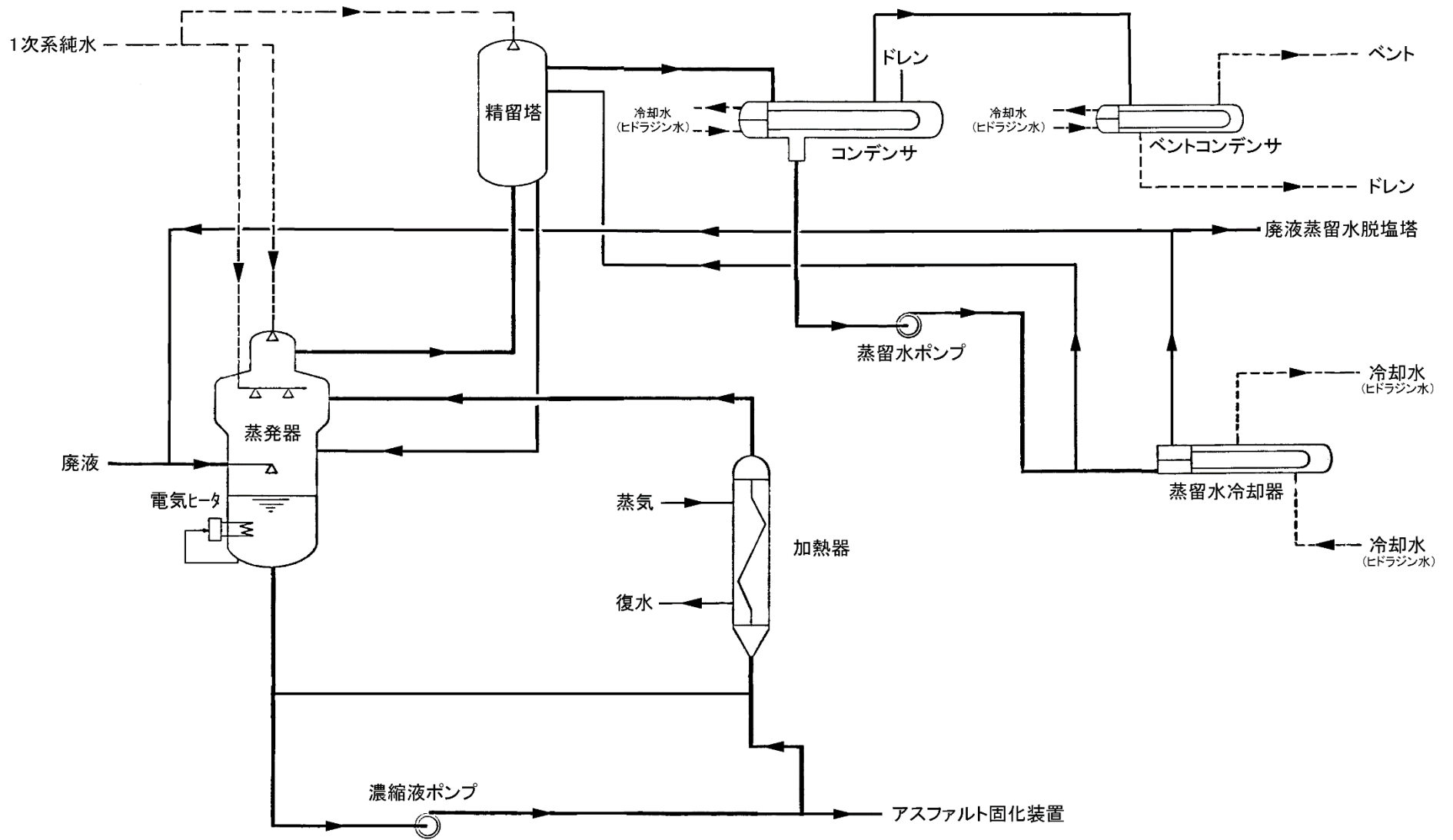
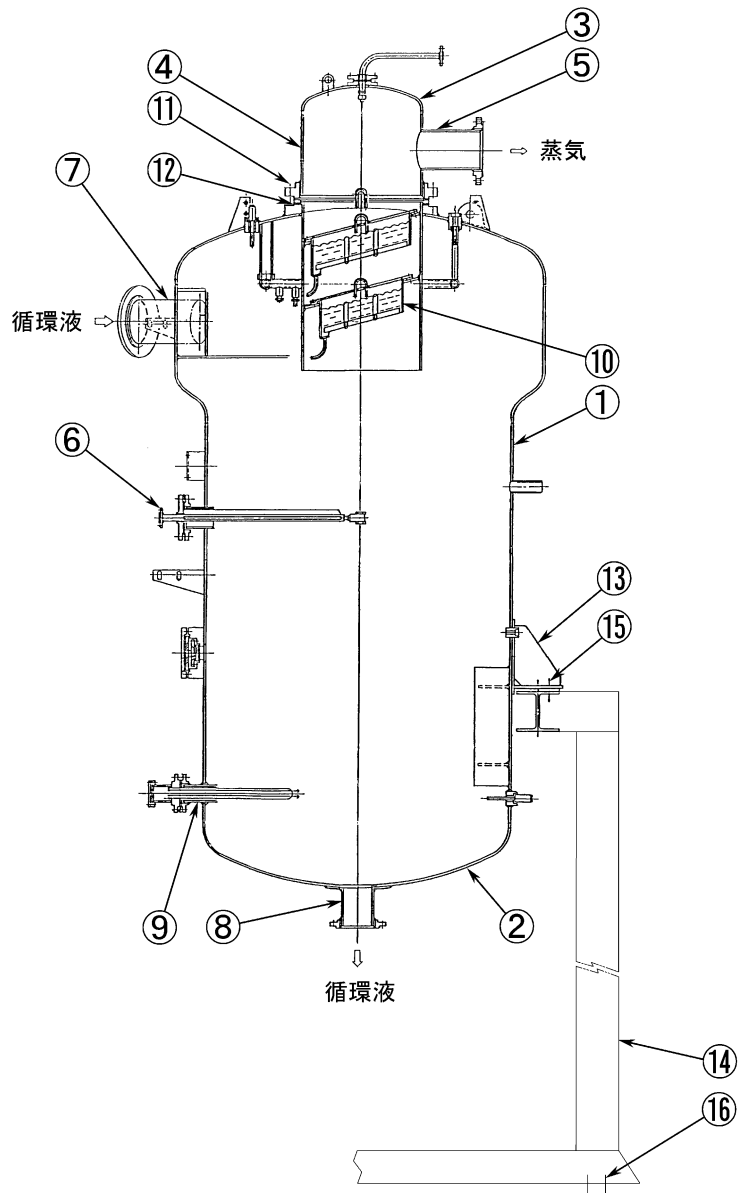
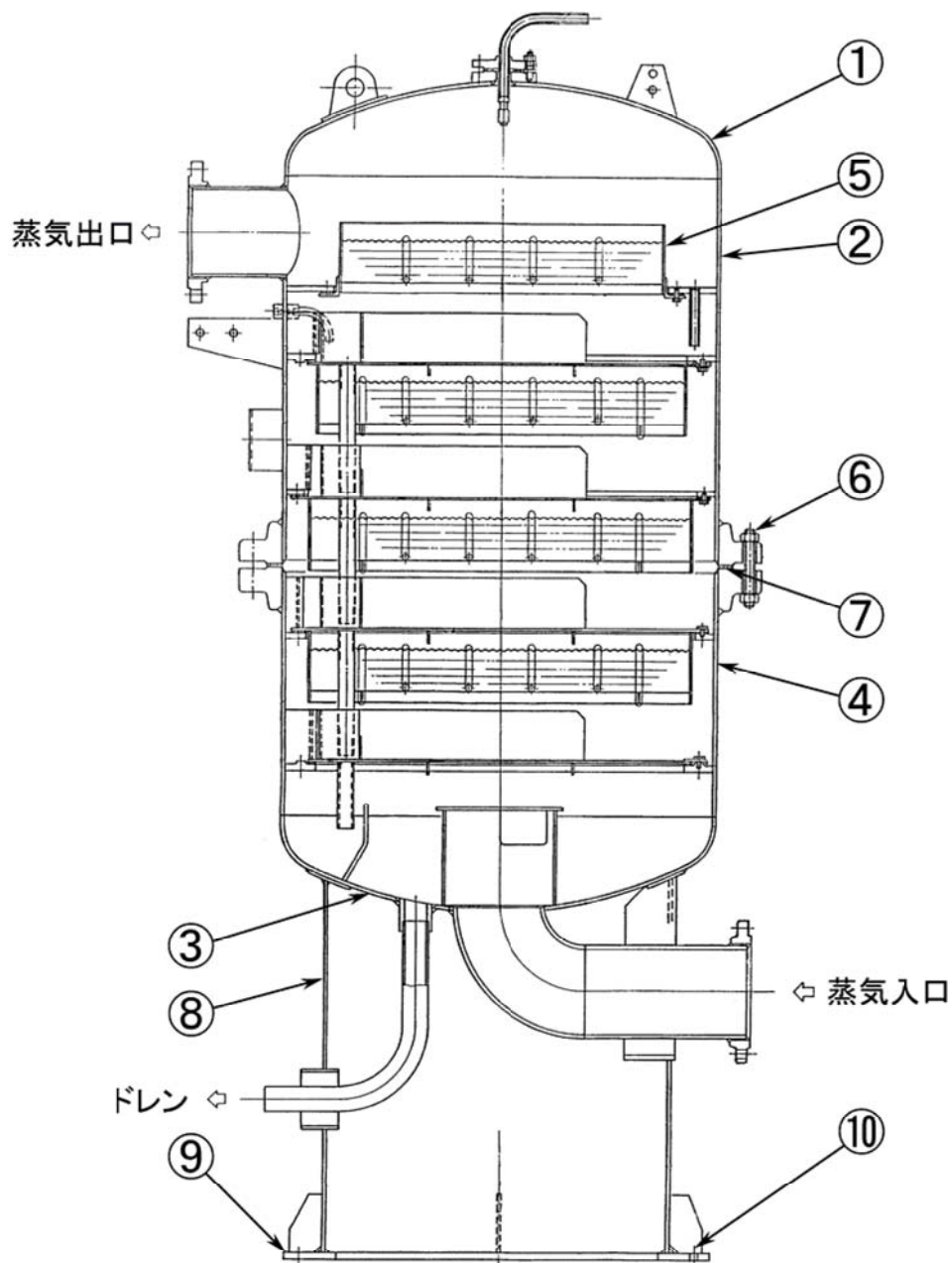


図2. 1-1 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 全体構成図



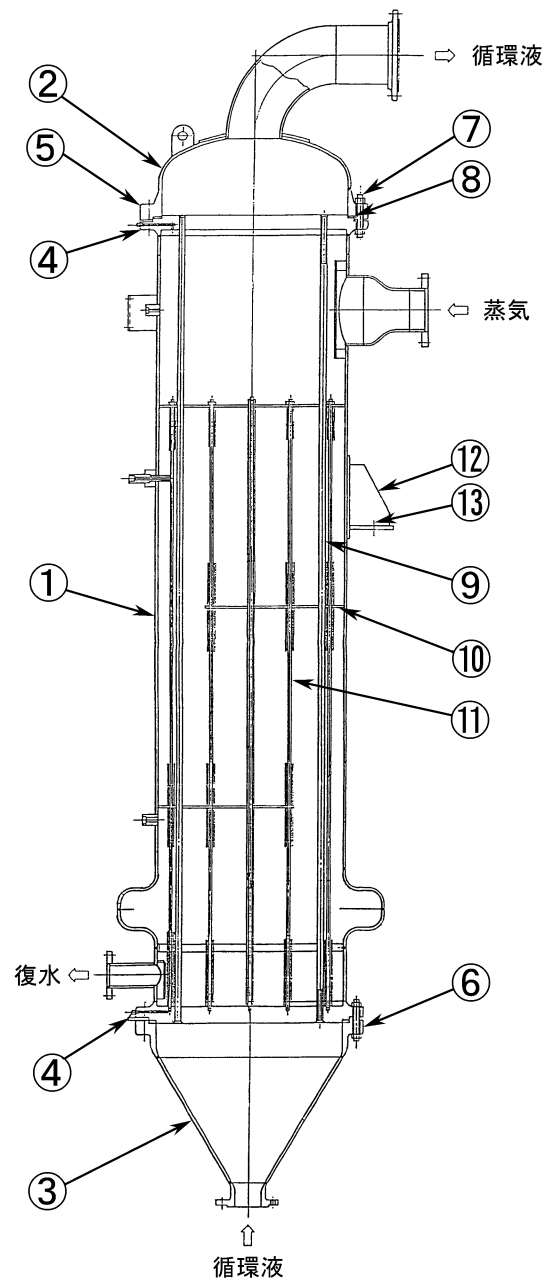
No.	部位	No.	部位
①	胴板	⑨	電気ヒータ管台
②	鏡板	⑩	デミスタ
③	蒸気室鏡板	⑪	フランジボルト
④	蒸気室胴板	⑫	ガスケット
⑤	蒸気出口管台	⑬	支持脚
⑥	処理液入口管台	⑭	架台
⑦	循環液入口管台	⑮	取付ボルト
⑧	循環液出口管台	⑯	基礎ボルト

図2.1-2 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 蒸発器 構造図



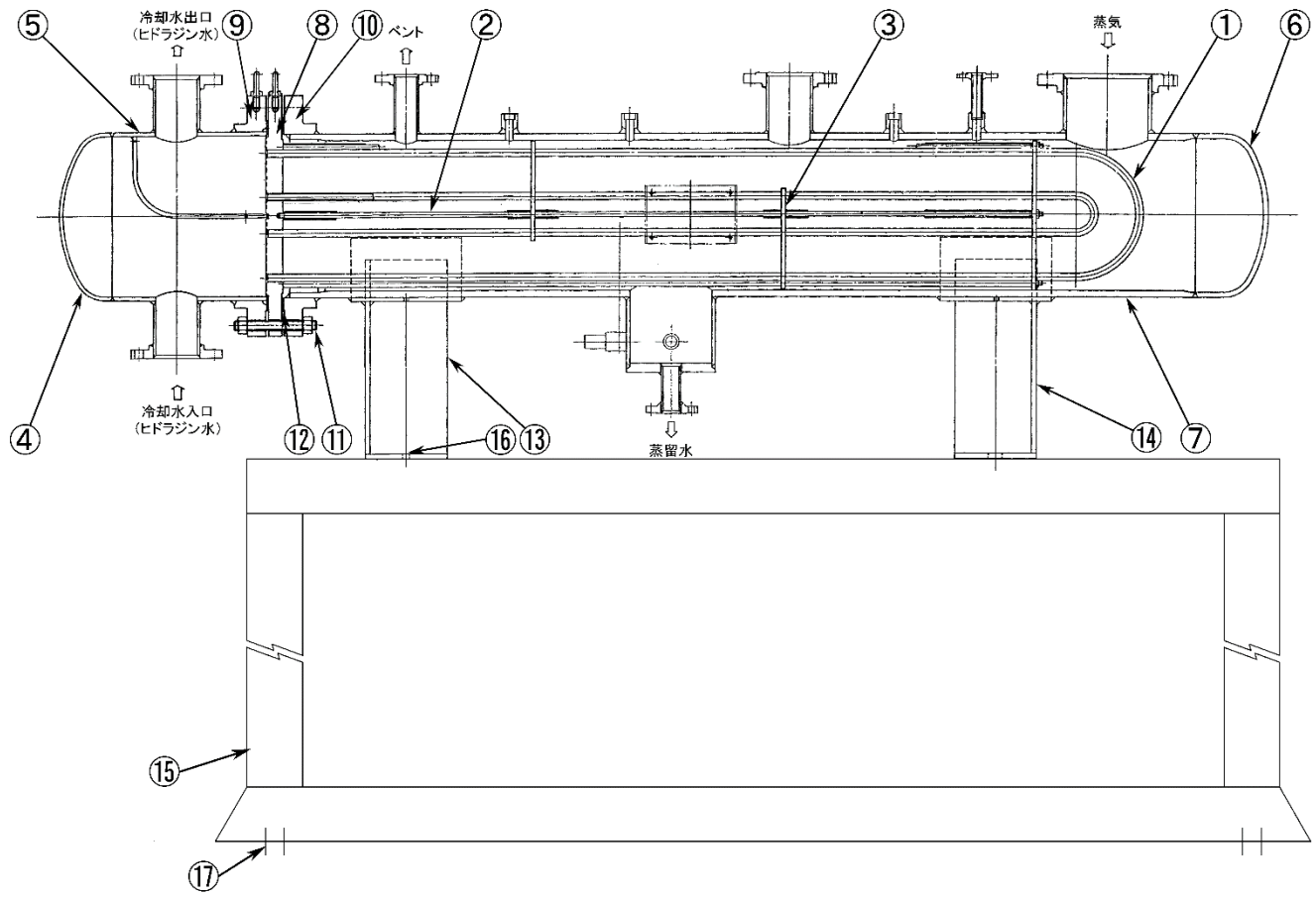
No.	部位	No.	部位
①	上部鏡板	⑥	フランジボルト
②	上部胴板	⑦	ガスケット
③	下部鏡板	⑧	スカート
④	下部胴板	⑨	底板
⑤	デミスタ	⑩	取付ボルト

図2.1-3 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 精留塔 構造図



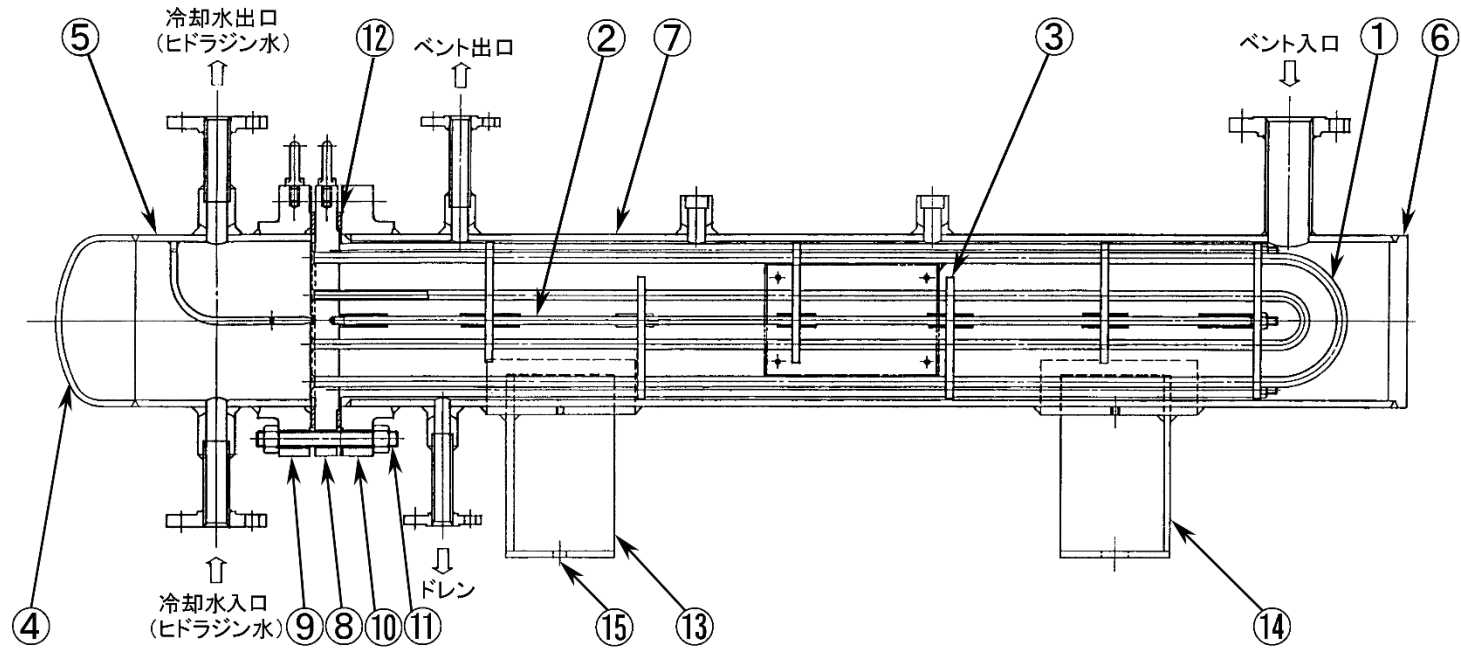
No.	部位	No.	部位
①	胴側胴板	⑧	ガスケット
②	管側鏡板	⑨	伝熱管
③	管側円すい胴板	⑩	邪魔板
④	管板	⑪	支持棒
⑤	上部フランジ	⑫	支持脚
⑥	下部フランジ	⑬	取付ボルト
⑦	フランジボルト		

図2.1-4 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 加熱器 構造図



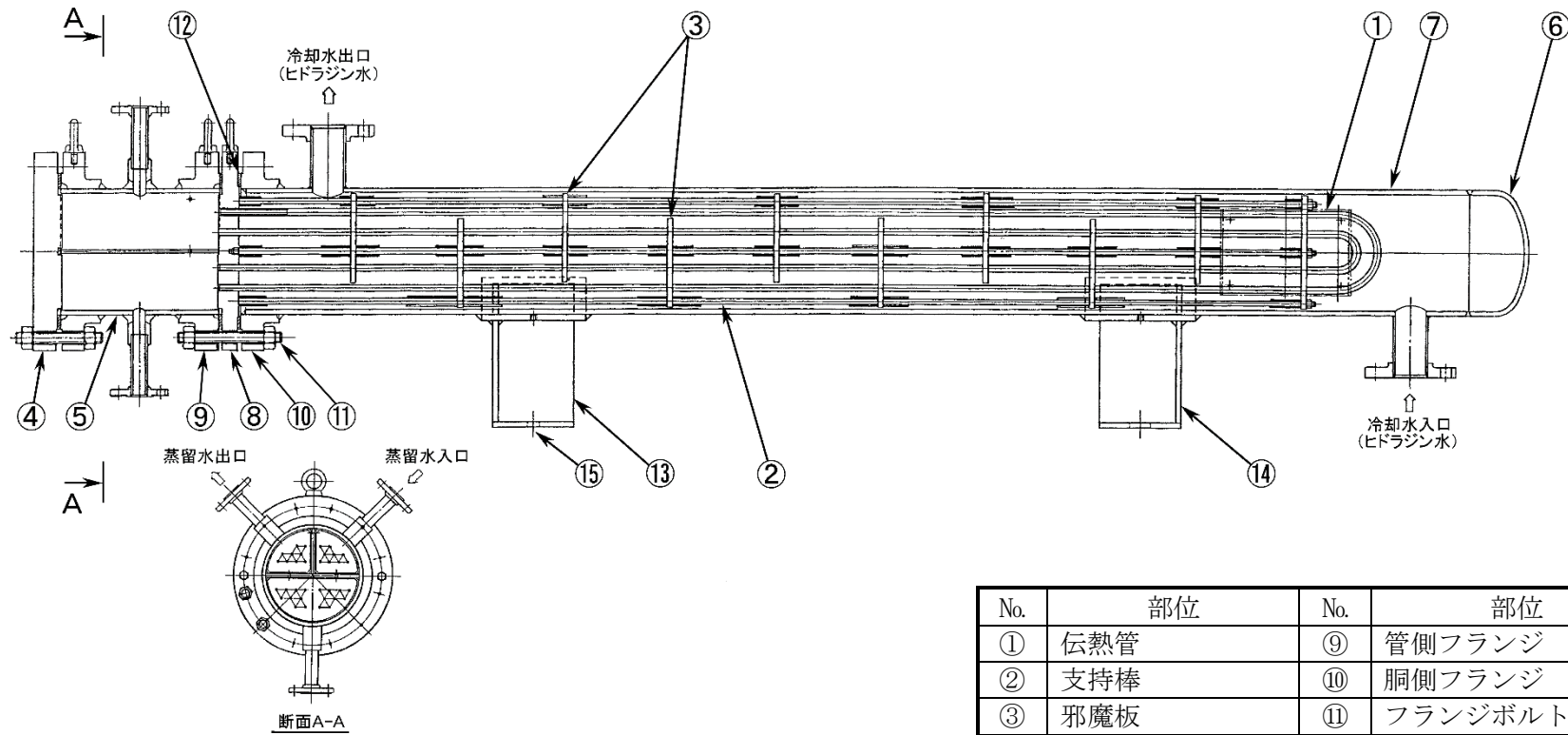
No.	部位
①	伝熱管
②	支持棒
③	邪魔板
④	管側鏡板
⑤	管側胴板
⑥	胴側鏡板
⑦	胴側胴板
⑧	管板
⑨	管側フランジ
⑩	胴側フランジ
⑪	フランジボルト
⑫	ガスケット
⑬	支持脚
⑭	支持脚(スライド脚)
⑮	架台
⑯	取付ボルト
⑰	基礎ボルト

図2.1-5 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 コンデンサ 構造図



No.	部位	No.	部位
①	伝熱管	⑨	管側フランジ
②	支持棒	⑩	胴側フランジ
③	邪魔板	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	胴側平板	⑭	支持脚 (スライド脚)
⑦	胴側胴板	⑮	取付ボルト
⑧	管板		

図2.1-6 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 ベントコンデンサ 構造図



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

図2.1-7 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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	ベース
⑧	取付ボルト
⑨	基礎ボルト

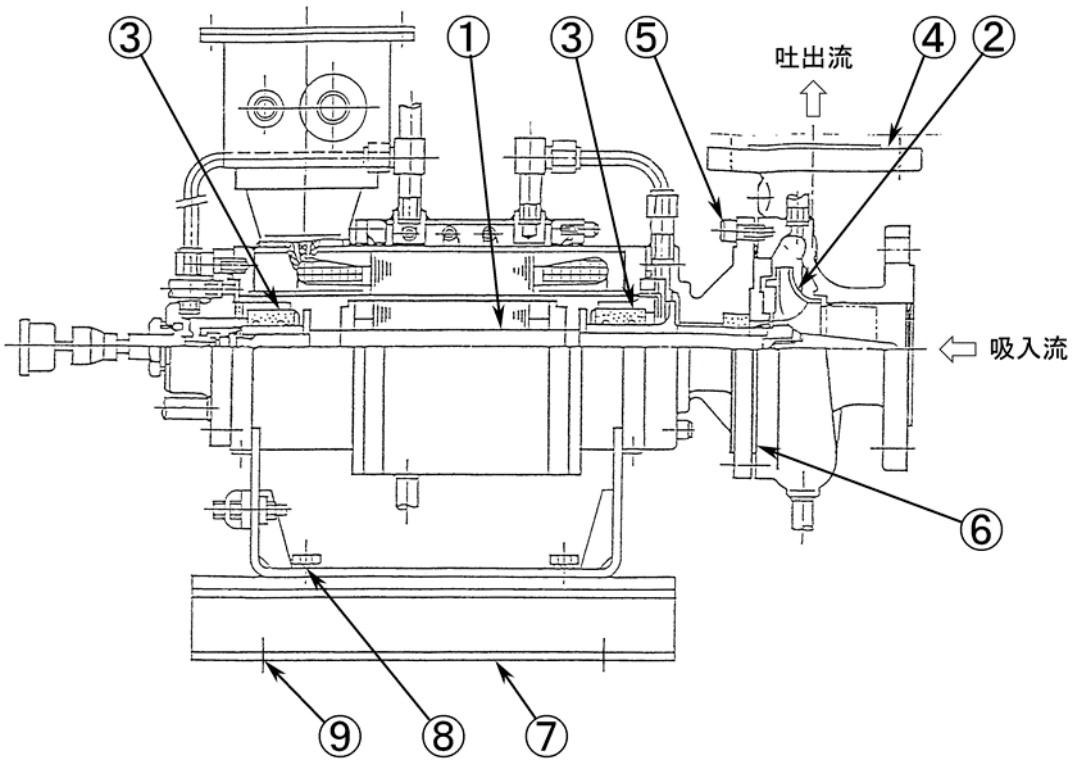


図2.1-8 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 濃縮液ポンプ 構造図

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	取付ボルト

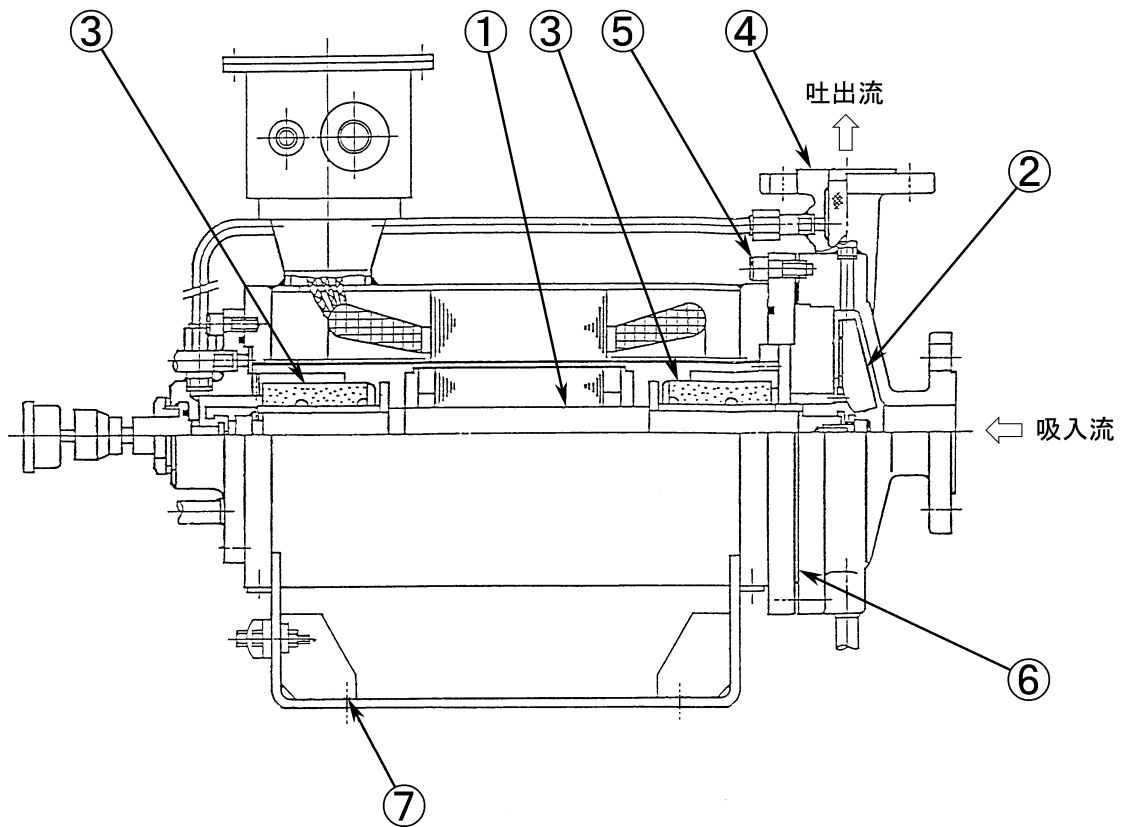


図2.1-9 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 蒸留水ポンプ 構造図

表2.1-1(1/3) 泊2号炉 低水質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	胴板	ステンレス鋼
	鏡板	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
	架台	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼
	精留塔	上部鏡板
上部胴板		ステンレス鋼
下部鏡板		ステンレス鋼
下部胴板		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
スカート		ステンレス鋼
底板		炭素鋼
取付ボルト		炭素鋼
加熱器	胴側胴板	炭素鋼
	管側鏡板	ステンレス鋼
	管側円すい胴板	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
	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) 泊2号炉 低水質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
	支持棒	ステンレス鋼
	邪魔板	ステンレス鋼
	管側鏡板	炭素鋼
	管側胴板	炭素鋼
	胴側鏡板	ステンレス鋼
	胴側胴板	ステンレス鋼
	管板	ステンレス鋼
	管側フランジ	炭素鋼
	胴側フランジ	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
	支持脚	炭素鋼
	支持脚（スライド脚）	炭素鋼
	架台	炭素鋼
	取付ボルト	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼
	ベントコンデンサ	伝熱管
支持棒		ステンレス鋼
邪魔板		ステンレス鋼
管側鏡板		炭素鋼
管側胴板		炭素鋼
胴側平板		ステンレス鋼
胴側胴板		ステンレス鋼
管板		ステンレス鋼
管側フランジ		炭素鋼
胴側フランジ		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
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) 泊2号炉 低水質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
	管側平板	ステンレス鋼
	管側胴板	ステンレス鋼
	胴側鏡板	炭素鋼
	胴側胴板	炭素鋼
	管板	ステンレス鋼
	管側フランジ	ステンレス鋼
	胴側フランジ	炭素鋼
	フランジボルト	低合金鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
	支持脚	炭素鋼
	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
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
ベース		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
	取付ボルト	炭素鋼
配管	母管	ステンレス鋼

表2.1-2(1/2) 泊2号炉 低水質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0.10MPa[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0.10MPa[gage]
	最高使用温度	—	約150℃
	内部流体	—	蒸気, ドレン
加熱器	最高使用圧力	約0.10MPa[gage]	約0.93MPa[gage]
	最高使用温度	約150℃	約185℃
	内部流体	廃液(循環水)	補助蒸気, 復水
コンデンサ	最高使用圧力	約1.37MPa[gage]	約0.10MPa[gage]
	最高使用温度	約95℃	約150℃
	内部流体	ヒドラジン水	蒸気, 蒸留水
ベントコンデンサ	最高使用圧力	約1.37MPa[gage]	約0.10MPa[gage]
	最高使用温度	約95℃	約150℃
	内部流体	ヒドラジン水	蒸気, ドレン
蒸留水冷却器	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]	約1.37MPa[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) 泊2号炉 低水質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0.98MPa[gage]
	最高使用温度	約150℃
	内部流体	廃液
蒸留水ポンプ	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]
	最高使用温度	約150℃
	内部流体	蒸留水
配管	最高使用圧力	約0.98MPa[gage]
	最高使用温度	約150℃
	内部流体	廃液, 蒸留水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

低水質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3つ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

低水質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）及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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

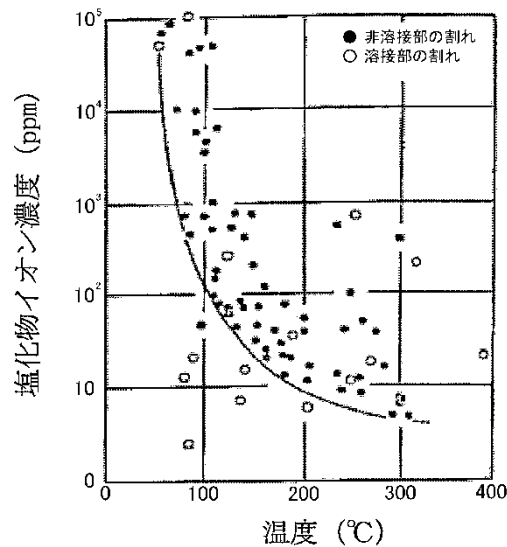
上記の1)に該当する事象又は2)に該当する事象であるが保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 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，濃縮液ポンプ及び配管の内部流体は濃縮廃液であり，蒸発器等の内部では廃液が蒸発濃縮することにより，塩化物イオン濃度が上昇することとなり，温度も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，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，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，濃縮液ポンプ及び配管のステンレス鋼使用部位の応力腐食割れについては開放点検時又は分解点検時に内面の目視確認により，加熱器伝熱管については試運転時の漏えい確認により，機器の健全性を維持している。

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

(2) 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ

加熱器、コンデンサ、ベントコンデンサ及び蒸留水冷却器の伝熱管は、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、伝熱管は邪魔板により適切なスパンで支持されており、伝熱管の外表面の流体によ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、高サイクル疲労割れ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、開放点検時の目視確認等や漏えい確認により、機器の健全性を確認している。

邪魔板の管穴が腐食等により拡大した場合は、管支持が不完全となりカルマン渦との共振又は流力弾性振動の発生及び伝熱管の摩耗が想定される。

しかしながら、邪魔板はステンレス鋼であり、腐食による邪魔板の管穴が拡大しがたい。

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、開放点検時の目視確認等や漏えい確認により、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、ベントコンデンサ及び蒸留水冷却器の伝熱管には流れ加速型腐食による減肉が想定される。

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、腐食しがたい。

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、開放点検時の目視確認等や漏えい確認により、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、運転中のパラメータ監視により、機器の健全性を確認している。

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

加熱器胴側、コンデンサ、ベントコンデンサ及び蒸留水冷却器は管側、胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し、伝熱性能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、補助蒸気又はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されており、スケール付着による伝熱性能低下が発生しがたい環境である。

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、運転中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、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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、開放点検時の目視確認により、状況を確認し、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、高経年対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(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及び蒸留水冷却器胴側の耐圧構成品は炭素鋼であり，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，内面及び蒸留水冷却器支持棒については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，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。

(8) 主軸の摩耗

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

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

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

なお，分解点検時の目視確認や寸法計測により，機器の健全性を確認している。

(9) 主軸の高サイクル疲労割れ

濃縮液ポンプ及び蒸留水ポンプは，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，巡視点検時及び試運転時における振動確認並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により，機器の健全性を確認している。

(10) 羽根車の腐食（キャビテーション）

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

しかしながら、キャビテーションを起こさない条件はポンプ及び機器配置設計段階において考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) フランジボルト及びケーシングボルトの腐食（全面腐食）

フランジボルト及びケーシングボルトは低合金鋼であり、ガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

しかしながら、開放点検時又は分解点検時の目視確認等により、有意な腐食がないことを確認し、締付管理により漏えい防止を図っている。

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

(12) 支持脚等の腐食（全面腐食）

支持脚、架台、底板、ベース及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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) 支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）

コンデンサ、ベントコンデンサ及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、巡視点検等で支持脚のスライド部に異常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。

(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 消耗品及び定期取替品

ガスケット及び軸受（すべり）は開放点検時又は分解点検時に取替えている消耗品であり，長期使用はせず取替を前提としていることから，高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-2(1/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
濃縮減容機能の確保	デミスタ		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	胴板		ステンレス鋼				△				
	鏡板		ステンレス鋼				△				
	蒸気室鏡板		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				△				
	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		△						
	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）

表2.2-2(2/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
濃縮減容機能の確保	デミスタ		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	上部鏡板		ステンレス鋼								
	上部胴板		ステンレス鋼								
	下部鏡板		ステンレス鋼								
	下部胴板		ステンレス鋼								
	フランジボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	スカート		ステンレス鋼								
	底板		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(3/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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：管側，胴側スケール付着
	邪魔板，支持棒		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	胴側胴板		炭素鋼		△(外面) △(内面) ^{*2}						
	管側鏡板		ステンレス鋼				△				
	管側円すい胴板		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				△				
	フランジボルト		低合金鋼		△						
ガスケット	◎	—									
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着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(4/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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：管側，胴側スケール付着 *4：スライド部の腐食	
	支持棒，邪魔板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	管側鏡板		炭素鋼		△						
	管側胴板		炭素鋼		△						
	胴側鏡板		ステンレス鋼								
	胴側胴板		ステンレス鋼								
	管板		ステンレス鋼								
	管側フランジ		炭素鋼		△						
	胴側フランジ		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	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚（スライド脚）		炭素鋼		△ ^{*4} △						
	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）

表2.2-2(5/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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：管側，胴側スケール付着 *4：スライド部の腐食	
	支持棒，邪魔板		ステンレス鋼								
バウンダリの維持	管側鏡板		炭素鋼		△						
	管側胴板		炭素鋼		△						
	胴側平板		ステンレス鋼								
	胴側胴板		ステンレス鋼								
	管板		ステンレス鋼								
	管側フランジ		炭素鋼		△						
	胴側フランジ		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	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚（スライド脚）		炭素鋼		△ ^{*4} △						
	取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(6/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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：管側，胴側スケール付着 *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	管側平板		ステンレス鋼								
	管側胴板		ステンレス鋼								
	胴側鏡板		炭素鋼		△						
	胴側胴板		炭素鋼		△						
	管板		ステンレス鋼								
	管側フランジ		ステンレス鋼								
	胴側フランジ		炭素鋼		△						
	フランジボルト		低合金鋼		△						
ガスケット	◎	—									
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	支持脚（スライド脚）		炭素鋼		△ ^{*4} △						
	取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(7/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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		△				
	軸受（すべり）	◎	—								
バウンダリの 維持	ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼				△				
	ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	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ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2(8/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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：キャビテーション	
	羽根車		ステンレス鋼鋳鋼		△*2						
	軸受（すべり）	◎	—								
バウンダリの維持	ケーシング		ステンレス鋼鋳鋼								
	ケーシングボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	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(9/9) 泊2号炉 低水質廃液蒸発装置 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	母管		ステンレス鋼				△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

本章では2章で実施した代表機器の技術評価結果について、1章で実施したグループ化で代表機器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 1)に該当する事象又は2)に該当する事象であるが保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.1.1 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ

蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサ及び蒸留水冷却器の伝熱管は、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、伝熱管は邪魔板により適切なスパンで支持されており、伝熱管の外表面の流体によ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、高サイクル疲労割れ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、開放点検時の目視確認や漏えい確認により、機器の健全性を確認している。

邪魔板の管穴が腐食等により拡大した場合は、管支持が不完全となりカルマン渦との共振又は流力弾性振動の発生及び伝熱管の摩耗が想定される。

しかしながら、蒸発器、予熱器、コンデンサ、ベントコンデンサ及び蒸留水冷却器の邪魔板はステンレス鋼であり、腐食による邪魔板の管穴が拡大しがたい。

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、開放点検時の目視確認や漏えい確認により、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，ベントコンデンサ及び蒸留水冷却器の伝熱管には流れ加速型腐食による減肉が想定される。

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，腐食しがたい。

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，開放点検時の目視確認や漏えい確認により，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，ベントコンデンサ及び蒸留水冷却器は管側，胴側流体の不純物持ち込みによるスケール付着が発生し，伝熱性能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，補助蒸気又はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり，適切な水質管理により不純物の流入は抑制されており，スケール付着による伝熱性能低下が発生しがたい環境である。

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，運転中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 蒸気室管側鏡板等の外面からの腐食（全面腐食）

蒸気室管側鏡板，胴板，フランジ，予熱器の胴側鏡板，胴板及び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。

3.1.5 蒸気室管側鏡板等の内面からの腐食（流れ加速型腐食）

蒸気室管側鏡板，胴板，フランジ，予熱器胴側鏡板，胴板及びフランジ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，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。

したがって，今後も機能の維持は可能であることから，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 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及び蒸留水冷却器胴側の耐圧構成品は炭素鋼であり，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。

一方，内面及び蒸留水冷却器支持棒については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，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。

3.1.7 主軸の摩耗

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

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

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

なお，分解点検時の目視確認や寸法計測により，機器の健全性を確認している。

3.1.8 主軸の高サイクル疲労割れ

濃縮液ポンプ及び蒸留水ポンプは、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、巡視点検時及び試運転時における振動確認並びに分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により、機器の健全性を確認している。

3.1.9 羽根車の腐食（キャビテーション）

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

しかしながら、キャビテーションを起こさない条件はポンプ及び機器配置設計段階において考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.1.10 フランジボルト及びケーシングボルトの腐食

フランジボルト及びケーシングボルトは低合金鋼であり、ガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認等により、有意な腐食がないことを確認し、締付管理により漏えい防止を図っている。

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

3.1.11 支持脚等の腐食（全面腐食）

支持脚，架台，ベース及び取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装により腐食を防止しており，塗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。

3.1.12 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，ベントコンデンサ及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，巡視点検等で支持脚のスライド部に異常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。

3.1.13 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」にて評価を実施するものとし，本評価書には含んでいない。

7 基礎ボルト

[評価対象]

- ① スタッドボルト
- ② メカニカルアンカ
- ③ ケミカルアンカ

目次

1. はじめに	1
2. 基礎ボルトの技術評価	2
2.1 構造, 材料及び使用環境	2
2.2 経年劣化事象の抽出	14

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及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, 材料及び使用環境

泊2号炉で使用されている基礎ボルトの主な仕様を表2.1-1に示す。

これらの基礎ボルトについては, 型式ごとに各々対象とし, 技術評価を実施する。

表2.1-1 泊2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又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, ビニルウレタン樹脂)で固定しているもので, 主として小口径の配管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, ボルト型式及びボルト径を表2.1-5に示す。

No.	部位
①	スタッドボルト

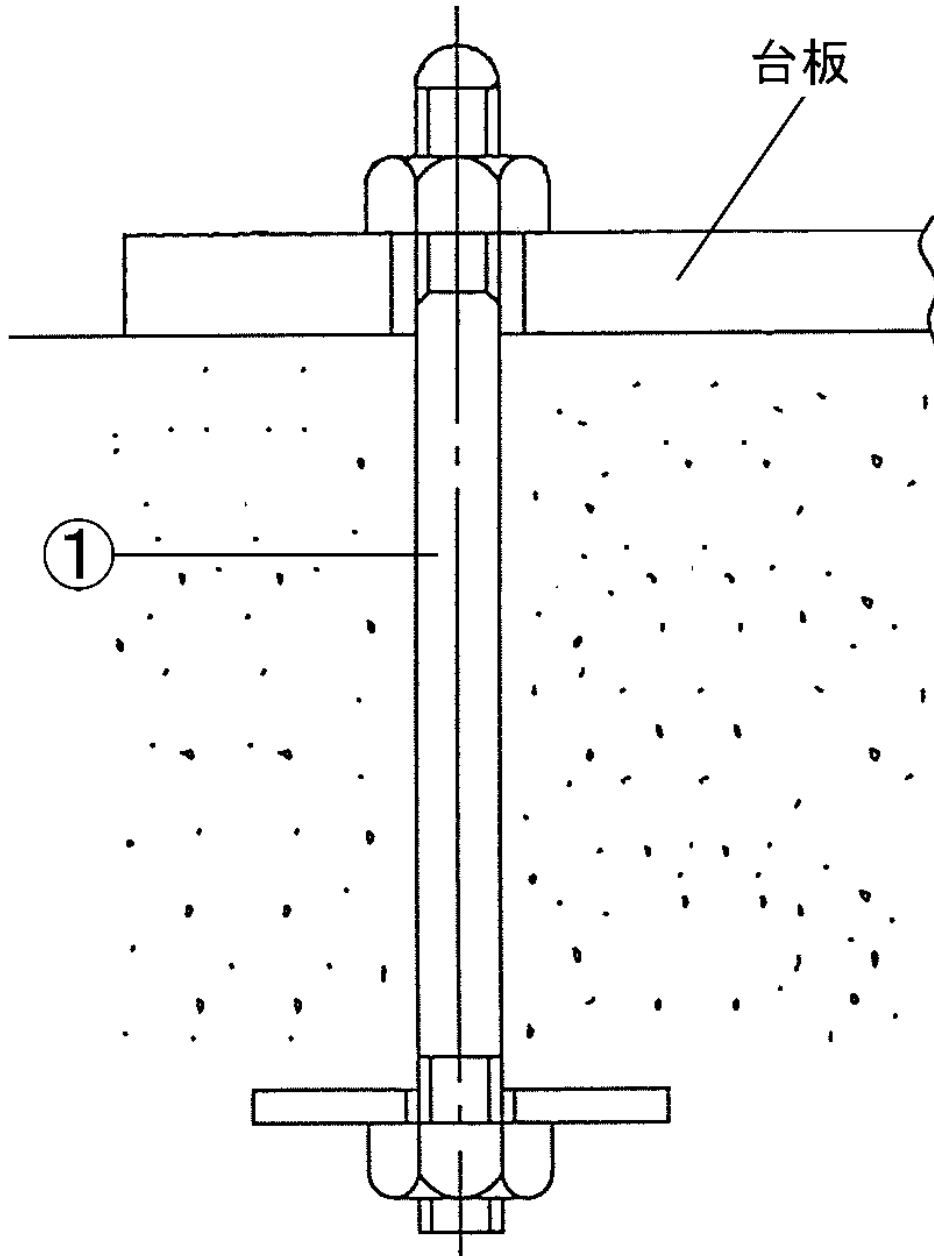


図2.1-1(1/2) 泊2号炉 スタッドボルト構造図

No.	部位
①	スタッドボルト

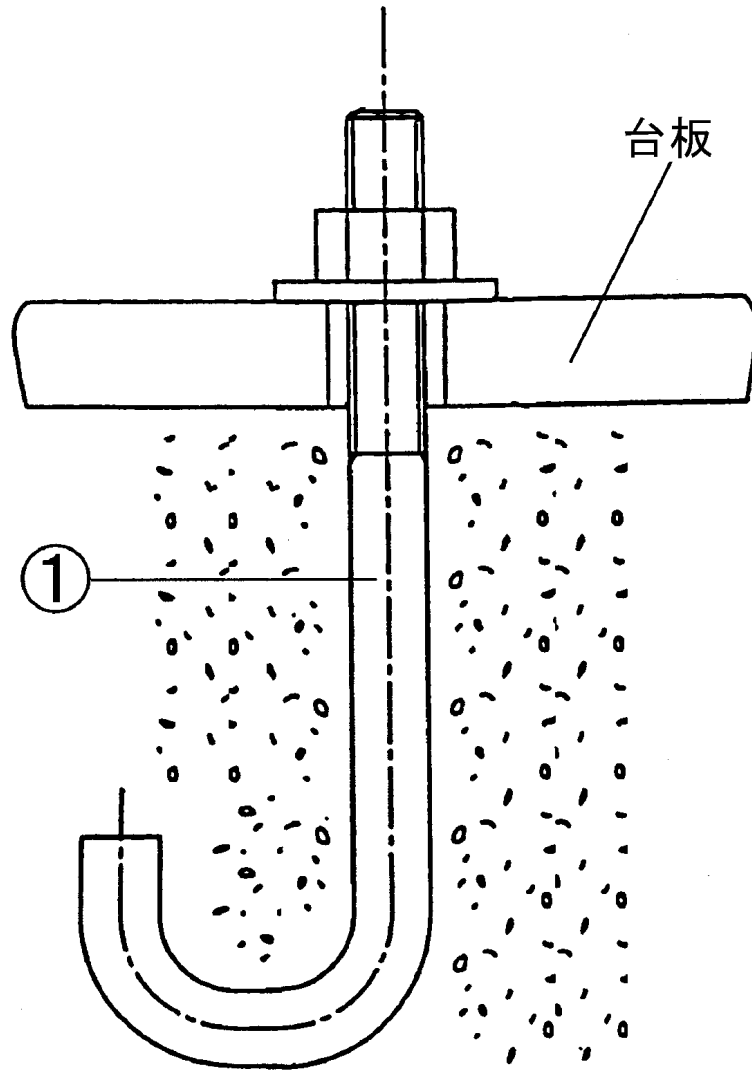


図2. 1-1(2/2) 泊2号炉 スタッドボルト構造図 (先端曲げ加工の例)

表2.1-2 泊2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

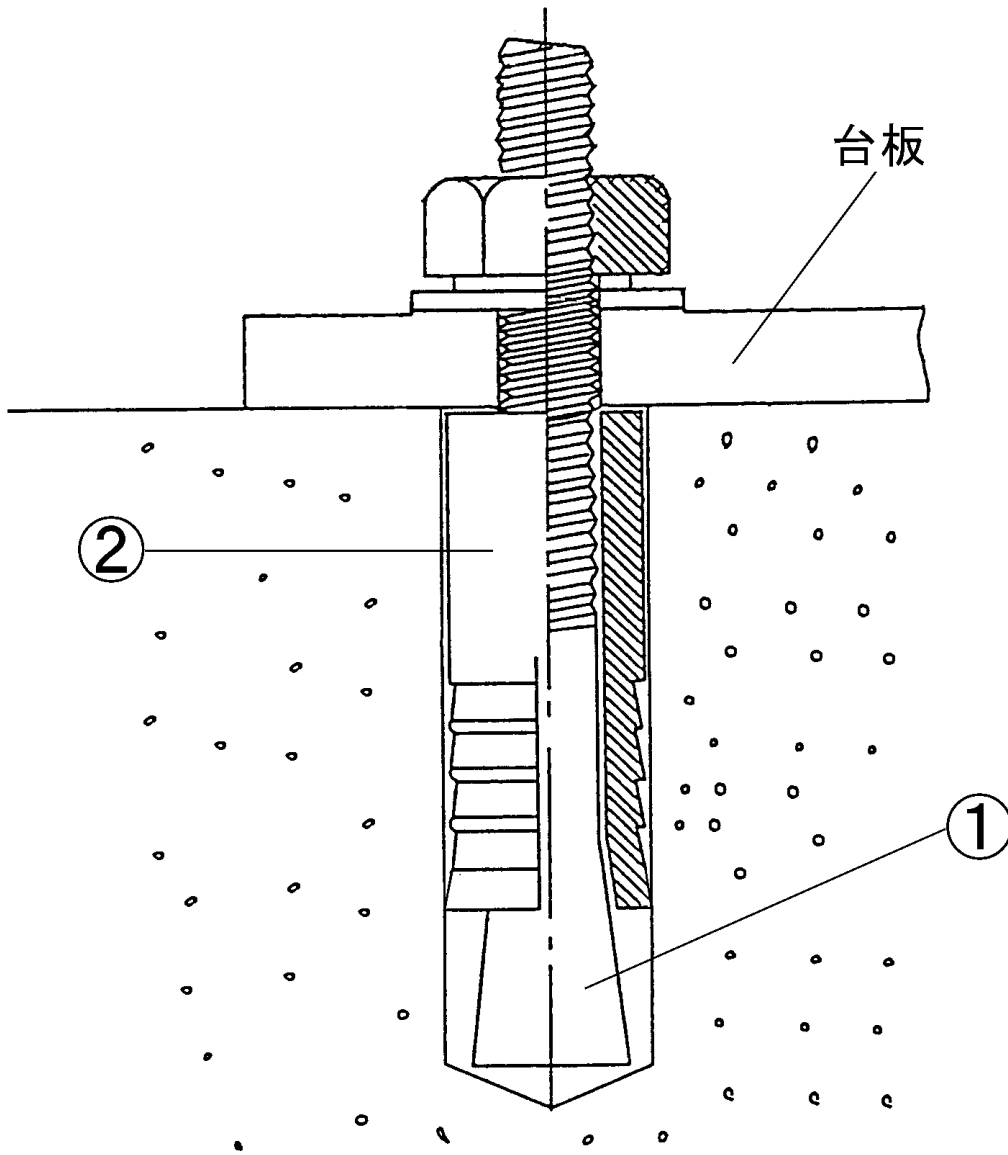


図2.1-2 泊2号炉 メカニカルアンカ構造図

表2.1-3 泊2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

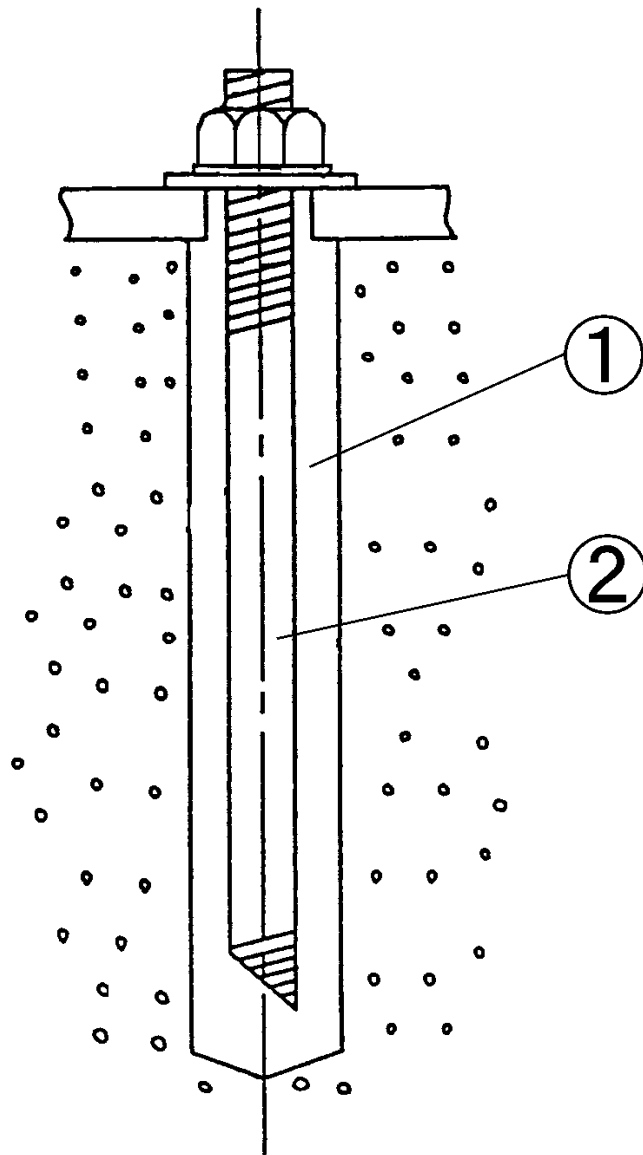


図2.1-3 泊2号炉 ケミカルアンカ構造図

表2.1-4 泊2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 ビニルウレタン樹脂
アンカボルト	炭素鋼

表2.1-5 (1/4) 泊2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	ボルト径	
			屋内	屋外			
ポンプ	ターボポンプ	余熱除去ポンプ	○		スタッドボルト	M30	
		ほう酸ポンプ	○		スタッドボルト	M20	
		燃料取替用水ポンプ	○		スタッドボルト	M20	
		原子炉補機冷却水ポンプ	○		スタッドボルト	M24	
		補助蒸気ドレンポンプ	○		スタッドボルト	M20	
	往復ポンプ	充てんポンプ	○		スタッドボルト	M30, M36	
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	M24	
		余熱除去冷却器	○		スタッドボルト	M30	
		封水冷却器	○		スタッドボルト	M24	
		非再生冷却器	○		スタッドボルト	M30	
		余剰抽出冷却器	○		スタッドボルト	M24	
		燃料取替用水加熱器	○		スタッドボルト	M20	
		原子炉補機冷却水冷却器	○		スタッドボルト	M30	
ポンプ用電動機	低圧ポンプ用電動機	充てんポンプ用電動機	○		スタッドボルト	M24	
容器	補機タンク	体積制御タンク	○		スタッドボルト	M24	
		ほう酸タンク	○		スタッドボルト	M30	
		燃料取替用水タンク	○		スタッドボルト	M68	
		ガス減衰タンク	○		スタッドボルト	M30	
		原子炉補機冷却水サージタンク	○		スタッドボルト	M36	
		補助蒸気ドレンタンク	○		スタッドボルト	M16	
	フィルタ	ほう酸フィルタ	○		スタッドボルト	M16	
		冷却材フィルタ	○		スタッドボルト	M16	
		封水注入フィルタ	○		スタッドボルト	M16	
	脱塩塔	冷却材混床式脱塩塔	○		スタッドボルト	M30	
		冷却材陽イオン脱塩塔	○		スタッドボルト	M24	
		ほう素除去脱塩塔	○		スタッドボルト	M30	
	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	M12, M16, M20, M24, M30, M36, M48, M60, M80

表2.1-5 (2/4) 泊2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	ボルト径	
			屋内	屋外			
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	M6~M20	
		電線管	○		メカニカルアンカ	M6~M20	
	ケーブル接続部	気密端子箱接続	○		メカニカルアンカ	M12	
計測制御設備	プロセス計測制御設備				ケミカルアンカ	M16	
		プロセス計測制御設備	○		メカニカルアンカ	M12	
					スタッドボルト	M16	
	制御設備	リレーラック	原子炉安全保護盤	○		スタッドボルト	M16
			安全保護系シーケンスキャビネット	○		スタッドボルト	M16
			安全保護系補助リレーラック	○		スタッドボルト	M16
		監視・操作盤	中央制御室外原子炉停止盤	○		スタッドボルト	M24
		制御盤	ディーゼル発電機制御盤	○		スタッドボルト	M16
	充てんポンプ速度制御盤		○		メカニカルアンカ	M12	
	空調設備	ファン	安全補機開閉器室給気ファン	○		スタッドボルト	M20
安全補機室冷却ファン			○		スタッドボルト	M16	
アニュラス空気浄化ファン			○		スタッドボルト	M16	
中央制御室給気ファン			○		スタッドボルト	M16	
中央制御室非常用循環ファン			○		スタッドボルト	M16	
安全補機室空気浄化ファン			○		スタッドボルト	M16	
中央制御室循環ファン			○		スタッドボルト	M20	
空調ユニット		中央制御室給気ユニット	○		スタッドボルト	M16	
		安全補機開閉器室給気ユニット	○		スタッドボルト	M16	
		安全補機室冷却ユニット	○		スタッドボルト	M16	
		アニュラス空気浄化フィルタユニット	○		スタッドボルト	M16	
		中央制御室非常用循環フィルタユニット	○		スタッドボルト	M16	
		安全補機室空気浄化フィルタユニット	○		スタッドボルト	M16	
		冷凍機	空調用冷凍機	○		スタッドボルト	M42
空調用冷水ポンプ			○		スタッドボルト	M20	
空調用冷水膨張タンク			○		スタッドボルト	M24	

表2.1-5 (3/4) 泊2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	ボルト径	
			屋内	屋外			
空調設備	ダクト	安全補機室空気浄化系統ダクト	○		メカニカルアンカ	M12, M16	
		電動補助給水ポンプ室空調系統ダクト	○		メカニカルアンカ	M16	
		制御用空気圧縮機室空調系統ダクト	○		メカニカルアンカ	M16	
		安全補機開閉器室空調系統ダクト	○		メカニカルアンカ	M12, M16	
		中央制御室空調系統ダクト	○		メカニカルアンカ	M16	
		ディーゼル発電機室空調系統ダクト	○		メカニカルアンカ	M10, M16	
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	M72	
		蒸気発生器サポート	○		スタッドボルト	M39, M56, M80	
		1次冷却材ポンプサポート	○		スタッドボルト	M48, M64, M80	
		加圧器サポート	○		スタッドボルト	M39, M52	
	空気圧縮装置	制御用空気圧縮装置 制御用空気圧縮機	○		スタッドボルト	M36	
		制御用空気圧縮装置 制御用空気圧縮機用電動機	○		スタッドボルト	M24	
		制御用空気圧縮装置 制御用空気だめ	○		スタッドボルト	M24	
		制御用空気圧縮装置 制御用空気除湿装置	○		スタッドボルト	M20	
		ディーゼル発電機空気圧縮機	○		スタッドボルト	M24	
	燃料取扱設備	燃料取替クレーン	○		スタッドボルト	M20	
		使用済燃料ピットクレーン	○		スタッドボルト	M27	
		燃料移送装置制御盤	○		スタッドボルト	M12	
		新燃料ラック	○		スタッドボルト	M24	
	濃縮減容設備	低水質廃液蒸発装置 共通架台 (蒸発器架台)	○		スタッドボルト	M30	
		低水質廃液蒸発装置 共通架台 (コンデンサ架台)	○		スタッドボルト	M30	
		低水質廃液蒸発装置 濃縮液ポンプ	○		スタッドボルト	M16	
		ほう酸回収装置 共通架台	○		スタッドボルト	M30	
	電源設備	ディーゼル発電機	ディーゼル発電機	○		スタッドボルト	M64
		ディーゼル機関	ディーゼル機関	○		スタッドボルト	W1 1/2

表2.1-5 (4/4) 泊2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	ボルト径
			屋内	屋外		
電源設備	ディーゼル機関付属設備	燃料弁冷却水ポンプ	○		スタッドボルト	M16
		燃料油移送ポンプ	○		スタッドボルト	M16
		清水冷却器	○		スタッドボルト	M20
		潤滑油冷却器	○		スタッドボルト	M24
		燃料弁冷却水冷却器	○		スタッドボルト	M16
		潤滑油タンク	○		スタッドボルト	M20
		燃料油サービスタンク	○		スタッドボルト	M20
		空気だめ	○		スタッドボルト	M24
		燃料油貯油槽	○		スタッドボルト	M36
		潤滑油主こし器	○		スタッドボルト	M16
		燃料油第1こし器	○		スタッドボルト	M16
		燃料油第2こし器	○		スタッドボルト	M16
		燃料油移送ポンプ出口こし器	○		スタッドボルト	M16
		計器用電源設備	計装用インバータ	○		スタッドボルト
	計装用交流電源切換器盤		○		メカニカルアンカ	M12

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

基礎ボルトの機能である自重及び地震時荷重を支持するためには、次の項目が必要である。

① 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

各機器の基礎ボルトについて、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1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△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

(1) 大気接触部の腐食（塗装あり部）（全面腐食）〔共通〕

基礎ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり、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) ケミカルアンカ樹脂の劣化 [ケミカルアンカ]

ケミカルアンカは樹脂とコンクリート及びアンカボルトの接着力により強度を維持しているものであり、樹脂が劣化した場合、接着力が低下し、支持機能への影響が想定される。

しかしながら、メーカ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。

なお、巡視点検や試運転時の振動確認により、機器の健全性を確認している。

(3) 大気接触部の腐食（塗装なし部）（全面腐食） [共通]

基礎ボルトは炭素鋼又は低合金鋼であり、コンクリート直上部等は大気接触部であることから腐食が想定される。

しかしながら、ナット等の塗装により外気と直接接触しない環境のため腐食の可能性は小さく、また、基礎ボルト代表箇所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、巡視点検や試運転にて機器に異常な振動等がないことを確認し、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を有するまで長時間を有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。更に、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及び鉄骨構造物の技術評価書」にて健全性評価を実施しており、付着力低下につながるコンクリートの割れ等の発生の可能性は小さいと考えられることから、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) 泊2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 △*4	▲					▲*3	*1：大気接触部（基礎ボルト塗装あり部） *2：コンクリート埋設部 *3：付着力低下 *4：大気接触部（基礎ボルト塗装なし部）

△：高経年化対策上着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) 泊2号炉 メカニカルアンカに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 食割れ	熱時効	劣化		
機器の支持	テーパボルト		炭素鋼		△ ^{*1} △ ^{*4}	▲					*1：大気接触部（基礎ボルト 塗装あり部） *2：コンクリート埋設部 *3：付着力低下 *4：大気接触部（基礎ボルト 塗装なし部）
	シールド		炭素鋼		▲ ^{*2} △ ^{*4}	▲				▲ ^{*3}	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-1 (3/3) 泊2号炉 ケミカルアンカに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品 ・定期 取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労 割れ	応力腐 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, ビニルウレタン 樹脂						△		*1：大気接触部（基礎ボ ルト塗装あり部） *2：コンクリート埋設部 *3：付着力低下 *4：大気接触部（基礎ボ ルト塗装なし部）
	アンカボルト		炭素鋼		△*1 ▲*2 △*4	▲				▲*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

泊発電所 2 号炉

電源設備の技術評価書

[冷温停止状態が維持されることを前提とした評価]

北海道電力株式会社

泊発電所2号炉（以下、泊2号炉という。）の電源設備のうち、評価対象機器である重要度分類指針におけるクラス1, 2の機器及び高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器であって、冷温停止状態維持に必要な機器について、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える。

なお、冷温停止状態維持を前提とした本評価書では、「特別な保全計画」を含め、現状保全では「定期的」と記載するとともに、その上で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. ディーゼル発電設備
 - 1.1 ディーゼル発電機
 - 1.2 ディーゼル機関
 - 1.3 ディーゼル機関付属設備
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

また、ディーゼル機関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、ディーゼル機関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。

本評価書では経年劣化事象の評価のうち、劣化の観点から、冷温停止状態維持の前提に比べ、断続的運転の前提の方が条件が厳しいものは、断続的運転の条件による評価としている。

表 1 (1/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 ディーゼル発電機

機器名称 (台数)	仕様 定格出力×定格回転数 (kVA × rpm)	重要度*1	使用条件		
			運転状態*2	定格電圧 (V)	周囲温度 (℃)
ディーゼル発電機 (2)	5,925×428	MS-1	一時 [一時]	6,900	約40

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (2/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 ディーゼル機関

機器名称 (台数)	仕様 定格出力×定格回転数 (kW×rpm)	重要度*1	運転状態*2
ディーゼル機関 (2)	4,740×428	MS-1	一時 [一時]

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (3/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 ディーゼル機関附属設備ポンプ

機器名称 (台数)	重要度*1	使用条件		
		運転状態*2	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) [一時(機関運転時運転)]	約0.49	約65
燃料油移送ポンプ (2)	MS-1	一時(タンク補給時運転) [一時(タンク補給時運転)]	約0.34	約50

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (4/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 ディーゼル機関付属設備熱交換器

分離基準					機器名称 (台数)	選定基準					代表機器の選定	
型式	内部流体 (管側/胴側)	材料				仕様 熱交換量 (MW)	重要度*1	使用条件 (管側/胴側)			代表機器	選定理由
		胴板	水室	伝熱管				運転状態*2	最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
横置直管形	海水/純水	炭素鋼	炭素鋼 炭素鋼 ライニング	チタン	清水冷却器 (2)	約1.48	MS-1	一時*3 [一時*3]	約0.69/約0.49	約50/約90	◎	熱交換量
					燃料弁冷却水冷却器 (2)	約0.02	MS-1	一時*3 [一時*3]	約0.69/約0.49	約50/約65		
	海水/潤滑油	炭素鋼	炭素鋼 炭素鋼 ライニング	チタン	潤滑油冷却器 (2)	約0.47	MS-1	一時*3 [一時*3]	約0.69/約0.78	約50/約80	◎	

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3: 機関運転時にのみ運転。ただし, 管側 (海水) は常時通水。

表 1 (5/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 ディーゼル機関付属設備容器

分離基準			機器名称 (基数)	選定基準				代表機器の選定	
機能 設置場所	内部流体	材料		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	ステンレス鋼	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)	6.0m ³	MS-1	大気圧	約80	◎	容量
			シリンダ油サービスタンク (2)	1.3m 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)	11.0m ³	MS-1	大気圧	約50	◎	
	空気	炭素鋼	空気だめ (4)	3.0m ³	MS-1	約3.2	約90	◎	
タンク・屋外 (土中埋設)	燃料油	炭素鋼	燃料油貯油槽 (4)	115m ³	MS-1	大気圧	約40	◎	
フィルタ・屋内	潤滑油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油主こし器 (2)	110m ³ /h (流量)	MS-1	約0.78	約80	◎	
	燃料油	炭素鋼鋳鋼	燃料油第 1 こし器 (2)	3.0m ³ /h (流量)	MS-1	大気圧	約50	◎	最高使用 圧力
			燃料油第 2 こし器 (2)	3.0m ³ /h (流量)	MS-1	約0.49	約50		
			燃料油移送ポンプ出口こし器 (2)	25.0m ³ /h (流量)	MS-1	約0.34	約50		

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (6/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 ディーゼル機関付属設備配管

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		代表機器	選定理由
					最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
屋内	純水	炭素鋼	シリンダ冷却水系統配管	MS-1	約0.49	約90	◎	最高使用温度
			燃料弁冷却水系統配管	MS-1	約0.49	約65		
	潤滑油	炭素鋼	潤滑油系統配管	MS-1	約0.78	約80	◎	最高使用圧力・ 最高使用温度
			シリンダ油系統配管	MS-1	大気圧	約50		
	空気	ステンレス鋼	始動空気系統配管	MS-1	約3.24	約50	◎	
屋内・外	燃料油	炭素鋼	燃料油系統配管	MS-1	約0.34	約50	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す。

表 1 (7/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 ディーゼル機関付属設備弁

分離基準				機器名称 (台数)	選定基準			代表機器の選定		
弁型式	設置場所	内部流体	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 (℃)			
特殊弁	温度制御弁	屋内	純水	炭素鋼鋳鋼	シリンダ冷却水温度制御弁 (2)	MS-1	約0.49	約90	◎	最高使用温度
					燃料弁冷却水温度制御弁 (2)	MS-1	約0.49	約65		
		潤滑油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油温度制御弁 (2)	MS-1	約0.78	約80	◎		
	主始動弁	屋内	空気	炭素鋼	主始動弁 (4)	MS-1	約3.24	約50	◎	

*1: 機能は最上位の機能を示す。

表 1 (8/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 直流電源設備

分離基準			機器名称 (台 (群) 数)	仕様	選定基準			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
						運転 状態*2	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)		
低圧	バッテリー	屋内	蓄電池 (2)	CS形, 1, 400Ah (10時間率), 60セル	MS-1	連続 [連続]	129	約35	◎	
	盤		ドロップバ (2)	負荷電圧許容範囲 126~132V	MS-1	連続 [連続]	125	約35	◎	主要構成機器
			直流コントロールセンタ (2)	定格電圧125V 電流容量600A	MS-1	連続 [連続]	125	約35		
			直流分電盤 (2)	定格電圧125V	MS-1	連続 [連続]	125	約35		

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (9/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 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*2	定格出力 電圧 (V)	周囲温度 (℃)
計装用インバータ (4)	定格出力10kVA	MS-1	連続 [連続]	100	約35

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表 1 (10/10) 泊 2 号炉 主要な電源設備 計装用分電盤

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	重要度*1	使用条件			代表機器の選定	
電圧区分	設置場所				運転状態*2	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)	代表機器	選定理由
低圧	屋内	計装用交流分電盤 (4)	屋内自立形 電流容量600A	MS-1	連続 [連続]	100	約35	◎	電流容量
		計装用交流電源切換器盤 (4)	屋内壁掛形 電流容量100A	MS-1	連続 [連続]	100	約35		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

表2 泊2号炉 主要な電源設備の機能

機器名称	機能
ディーゼル発電機	非常用電源母線電圧が喪失した場合、又は非常用炉心冷却設備が作動した場合に自動起動し、非常用機器設備への電源供給を行うことを目的とする発電機。
ディーゼル機関	非常用電源母線電圧が喪失した場合、又は非常用炉心冷却設備が作動した場合に自動起動し、非常用機器設備への電源供給を行うことを目的とする発電機の動力源となる内燃機関。
ディーゼル機関 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。

1 ディーゼル発電設備

- 1.1 ディーゼル発電機
- 1.2 ディーゼル機関
- 1.3 ディーゼル機関付属設備

泊2号炉で使用されているディーゼル発電設備は、発電機、機関及び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 ディーゼル発電機
- 1.2 ディーゼル機関
- 1.3 ディーゼル機関付属設備

1. 1 ディーゼル発電機

[対象機器]

- ① ディーゼル発電機

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. ディーゼル発電機の技術評価	2
2.1 構造, 材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	5
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	10

1. 技術評価対象機器

泊2号炉で使用されているディーゼル発電機の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 泊2号炉 ディーゼル発電機の主な仕様

機器名称 (台数)	仕様 定格出力×定格回転数 (kVA × rpm)	重要度*1	使用条件		
			運転 状態*2	定格電圧 (V)	周囲温度 (℃)
ディーゼル 発電機 (2)	5,925×428	MS-1	一時 [一時]	6,900	約40

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. ディーゼル発電機の技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 ディーゼル発電機

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル発電機は、定格出力5,925kVA、定格電圧6,900V、定格回転数428rpm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、回転子コア及び回転子コイルが配置されている。

反機関側には、発電機回転子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。

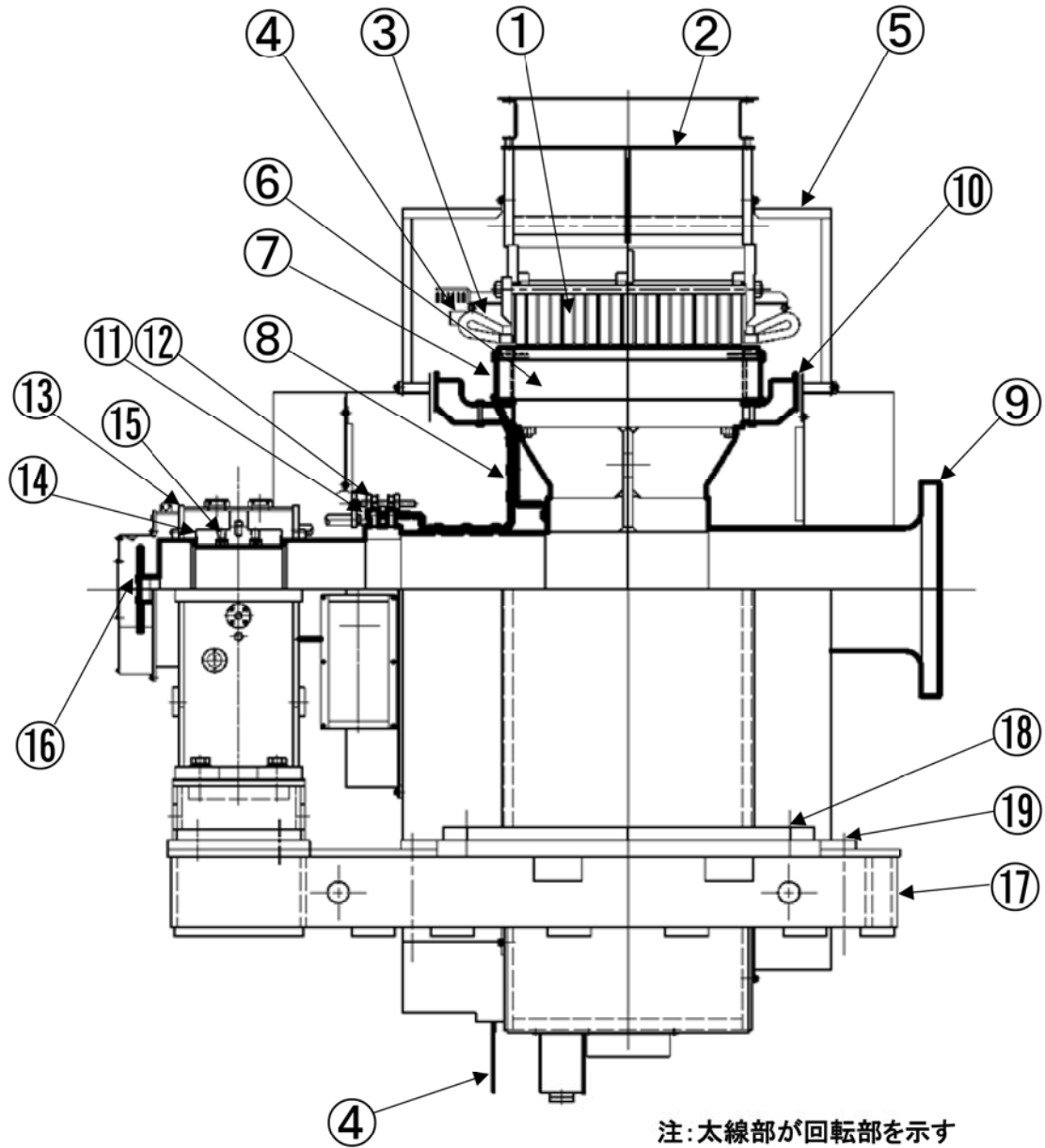
主軸には界磁発生に必要な電力を回転子コイルに供給するための、スリップリング及びブラシを備えている。

固定子は固定子コア及び固定子コイルにより構成され、口出線・接続部品を通じ、外部に電力を供給している。更に、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。

泊2号炉のディーゼル発電機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル発電機の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No	部位	No	部位
①	固定子コア	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		基礎ボルト
⑩	冷却ファン		

図2. 1-1 泊2号炉 ディーゼル発電機構造図

表2.1-1 泊2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（ワニス処理）
	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	炭素鋼
回転子 組立品	回転子コア	炭素鋼（ワニス処理）
	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，シリコーンゴム，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 泊2号炉 ディーゼル発電機の使用条件

定格出力	5,925kVA
周囲温度	約40℃*1
定格電圧	6,900V
定格回転数	428rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ディーゼル発電機の機能である電源供給機能を維持するためには、次の項目が必要である。

- ① 発電機能の維持
- ② 通電・絶縁機能の維持
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ディーゼル発電機について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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

(1) 固定子コイル（高圧）及び口出線・接続部品（高圧）の絶縁低下

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

(2) 回転子コイル（低圧）及び口出線・接続部品（低圧）の絶縁低下

回転子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

- (1) フレーム、エンドカバー、冷却ファン、軸受台、インダクタ及びベッドの腐食（全面腐食）

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、フレーム、エンドカバー、冷却ファン、軸受台及びベッドは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、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗膜又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) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板又は炭素鋼であり、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、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。

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

(3) 主軸の摩耗

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の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、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。

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

(4) 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。

また、試運転時等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認により機器の健全性を確認している。

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

(5) 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、ブラシとの接触面において摩耗が想定される。

しかしながら、運転時間が短く、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。

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

(6) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

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 消耗品及び定期取替品

ブラシ，オイルリングは分解点検時の目視確認や寸法計測，軸受（すべり）は分解点検時の目視確認や寸法計測，浸透探傷検査の結果に基づき取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 泊2号炉 ディーゼル発電機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	特性	その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
発電機能の維持, 通電・絶縁機能の維持	固定子コア		珪素鋼板		△							*1: 高サイクル疲労割れ
	フレーム		炭素鋼		△							
	固定子コイル (高圧)		銅, マイカ, 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		炭素鋼		△							
	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, シリコンゴム, 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		△								
機器の支持	ベッド		炭素鋼		△							
	取付ボルト		炭素鋼		△							
	基礎ボルト		炭素鋼		△							

○: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 固定子コイル（高圧）及び口出線・接続部品（高圧）の絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイルは、固定子コアの-slot内に納められており、各々の銅線に絶縁を施している。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、固定子コイル間及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。

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

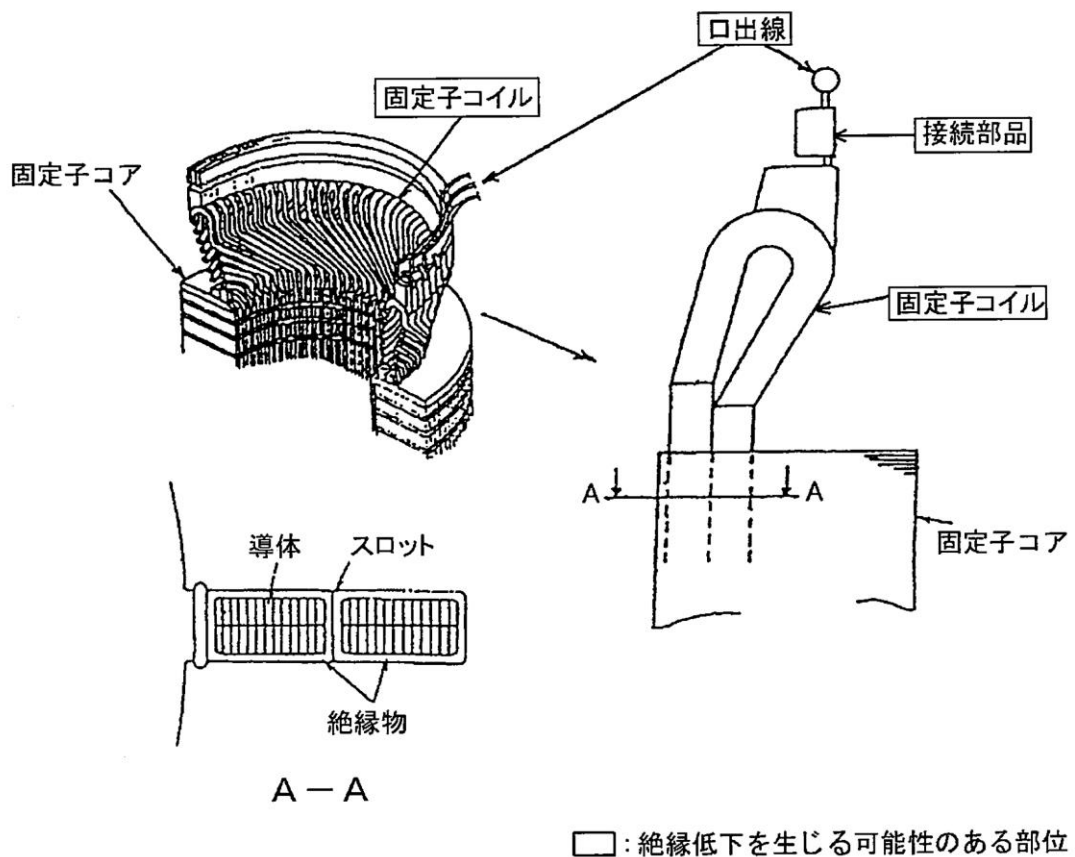


図2.3-1 泊2号炉 ディーゼル発電機
固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ディーゼル発電機の固定子コイル及び口出線・接続部品の電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は、高圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線・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40時間であり、必要な絶縁耐力を保有する運転期間は更に長くなると考えるが、長期間の運転を想定すると絶縁低下の可能性は否定できない。

なお、健全性評価は、「ポンプ用電動機の技術評価書」高圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

② 現状保全

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁診断として絶縁抵抗測定、直流吸収試験、 $\tan \delta$ 試験及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、機器の運転年数及び絶縁診断結果に基づき、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、固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁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

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、定期的に絶縁診断を実施していくとともに、機器の運転年数及び絶縁診断結果に基づいた取替を実施していく。

2.3.2 回転子コイル（低圧）及び口出線・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、回転子コイル間及びスリップリングを接続するものであり、回転子コイルと同様に銅線に絶縁を施している。

回転子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、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。

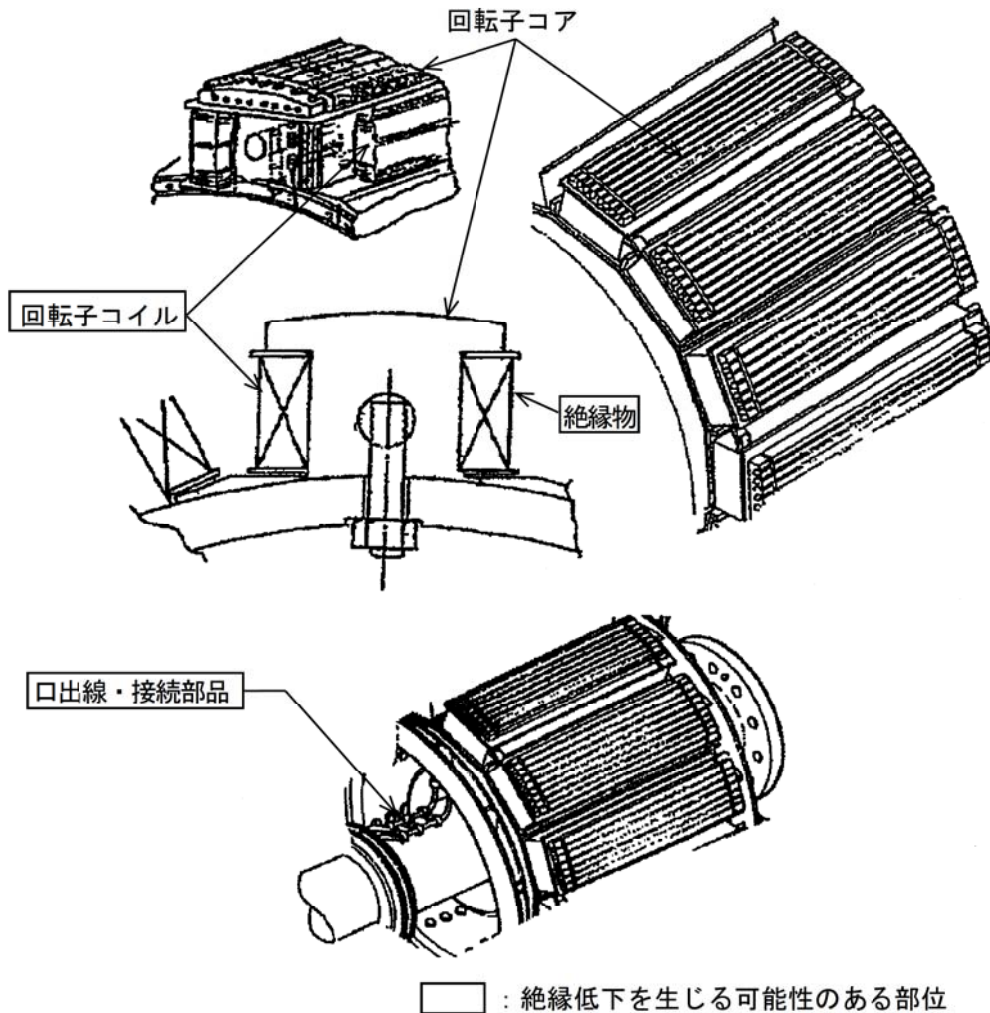


図2.3-2 泊2号炉 ディーゼル発電機
回転子コイル及び口出線・接続部品の絶縁部位

b. 技術評価

① 健全性評価

ディーゼル発電機の回転子コイル及び口出線・接続部品の電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は、低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線と同様であることから、低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及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、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照）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40時間であり、必要な絶縁耐力を保有する運転期間は更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

回転子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対しては、定期的な絶縁抵抗測定により、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、絶縁補修処理若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、回転子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の可能性は否定できないが、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

回転子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下については、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、絶縁補修処理若しくは取替を実施していく。

1.2 ディーゼル機関

[対象機器]

- ① ディーゼル機関

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. ディーゼル機関の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	6
2.2 経年劣化事象の抽出	99

1. 技術評価対象機器

泊2号炉のディーゼル機関は、単動V型4サイクル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。

ディーゼル機関の主な仕様を表1-1に示す。また、全体構造図を図1-1に示す。

表1-1 泊2号炉 ディーゼル機関の主な仕様

機器名称 (台数)	仕様 定格出力×定格回転数 (kW×rpm)	重要度*1	運転状態*2
ディーゼル機関 (2)	4,740×428	MS-1	一時 [一時]

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時、下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

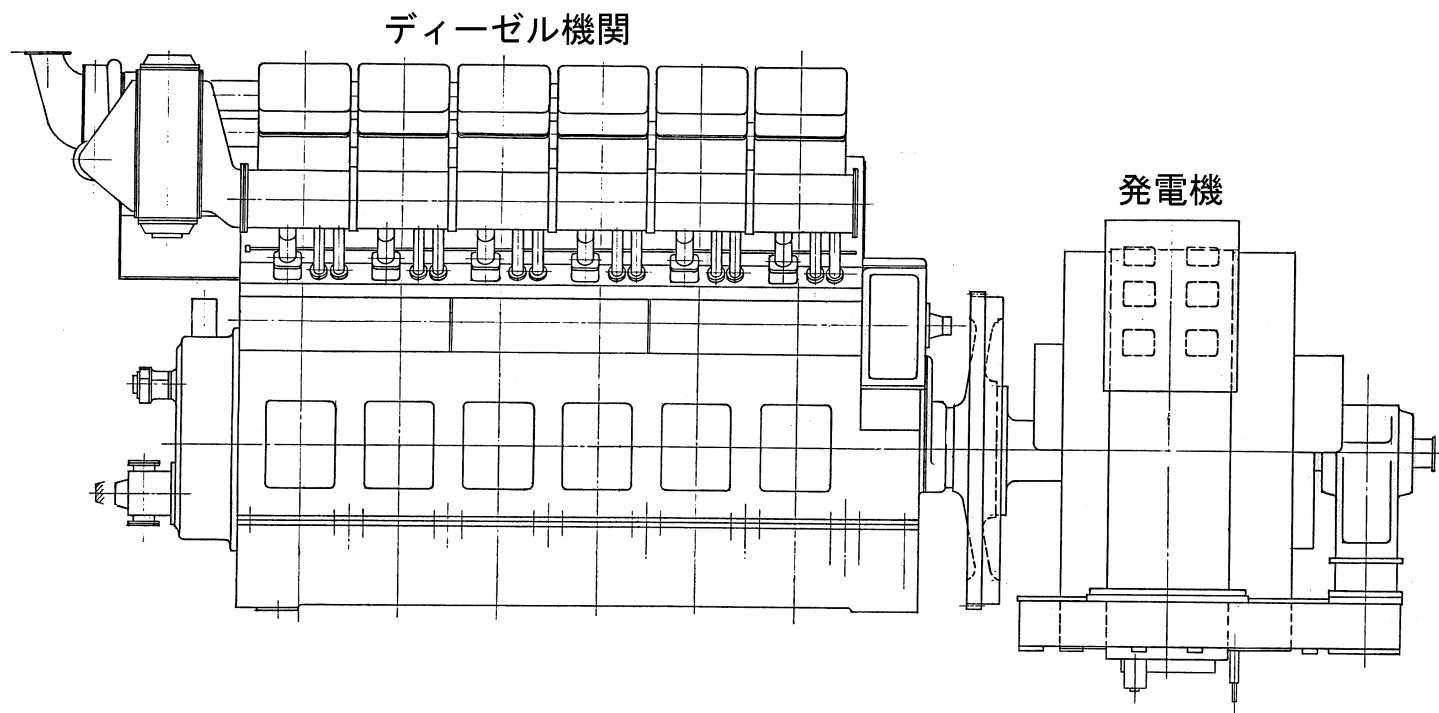


図1-1 泊2号炉 ディーゼル発電設備 全体構造図

2. ディーゼル機関の技術評価

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、更に組立品単位に分類される。本章では、表2-1に示す13種類のサブシステムに分類した上で、各々の組立品について技術評価を実施する。

主な組立品を図2-1(1/2)及び図2-1(2/2)に示す。

表2-1 泊2号炉 ディーゼル機関の主要機能及び構成

主要機能	サブシステム	構成
100%負荷耐力保有	爆発力伝達	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		
動弁駆動	動弁駆動装置組立品	
支持	シリンダブロック及びフレーム組立品	
その他	クランク室安全弁組立品	
	シリンダ安全弁組立品	
時間内始動	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

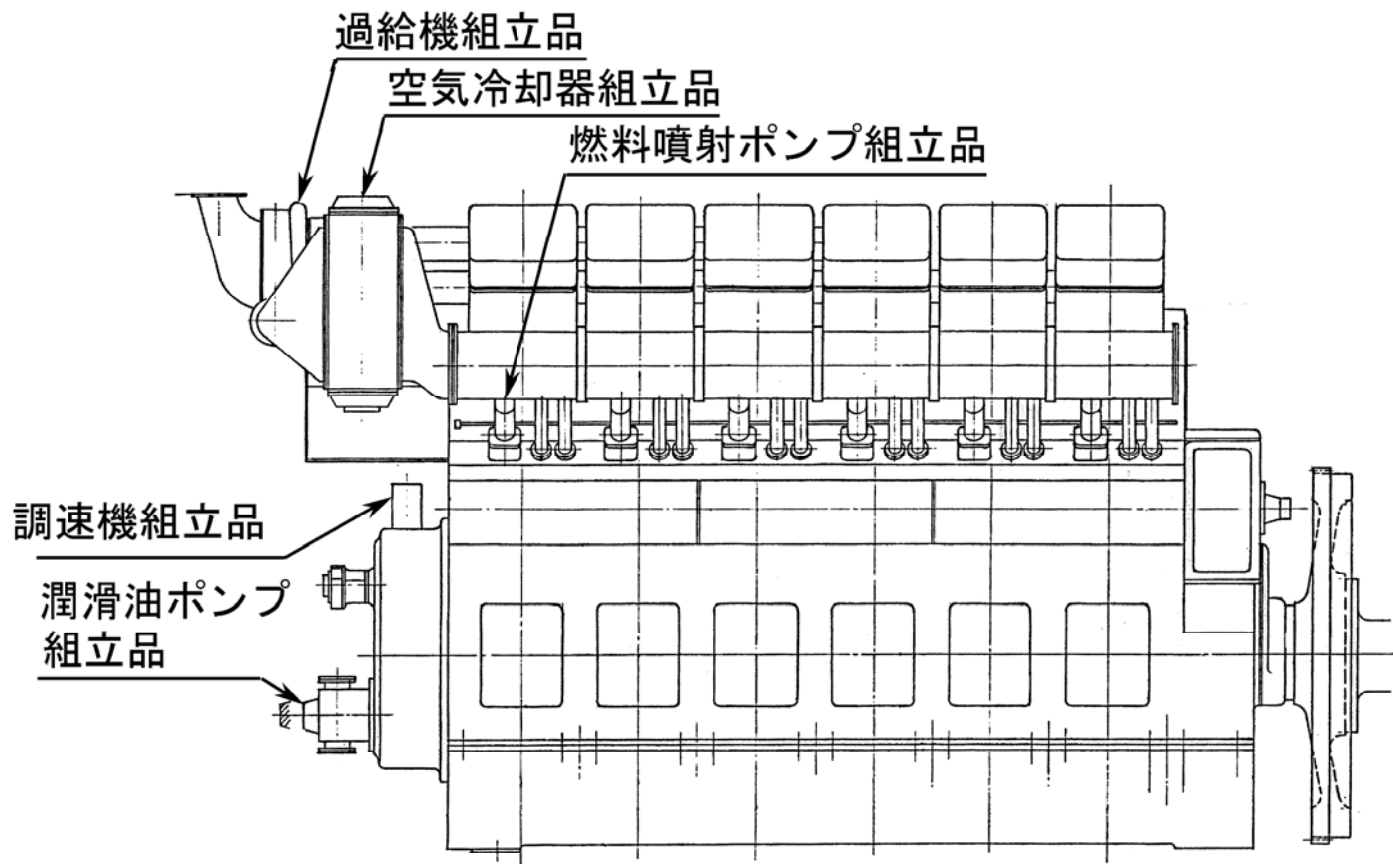


図2-1(1/2) 泊2号炉 ディーゼル機関の主な組立品(1/2)

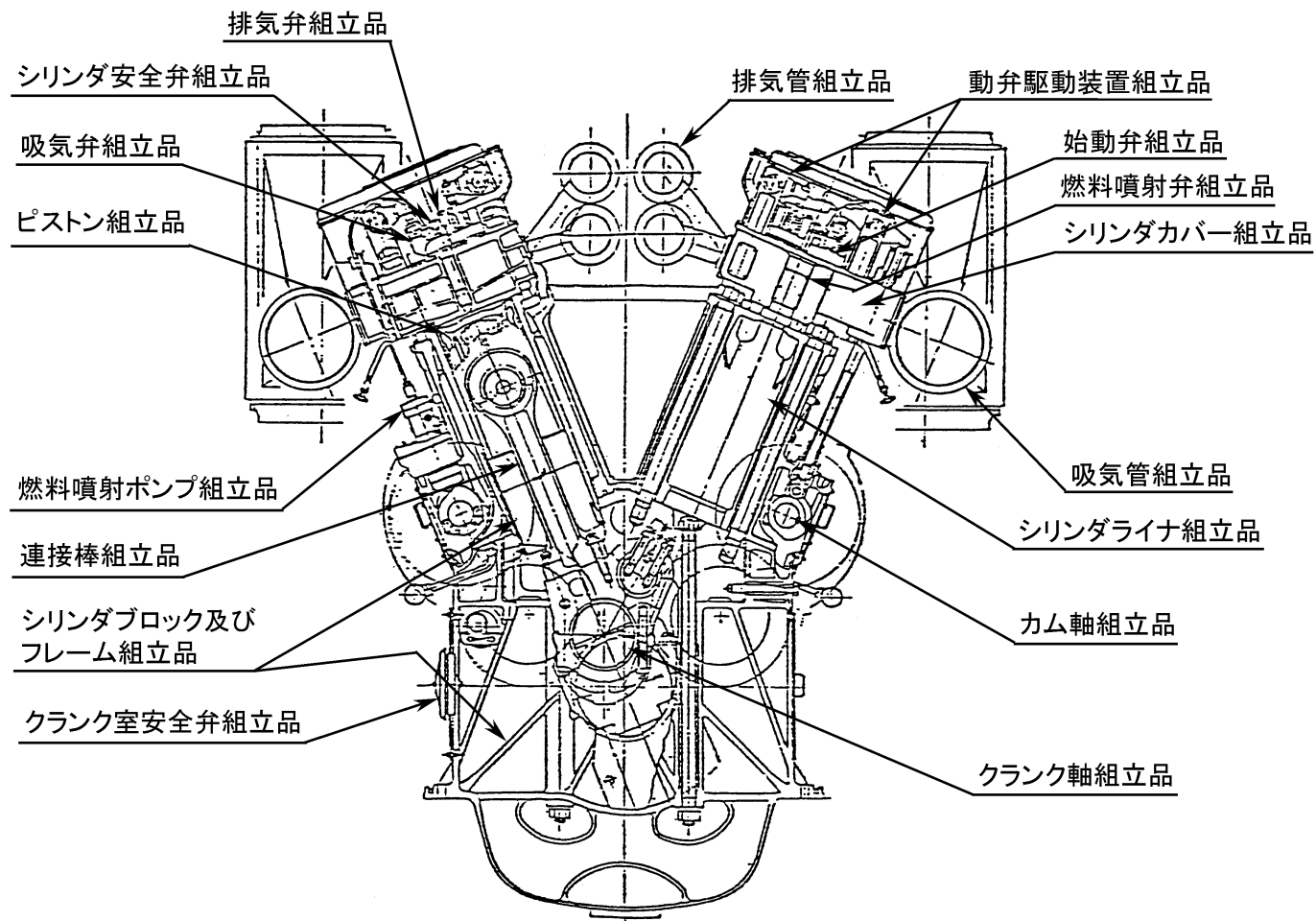


図2-1(2/2) 泊2号炉 ディーゼル機関の主な組立品(2/2)

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 爆発力伝達サブシステム

(1) ピストン組立品

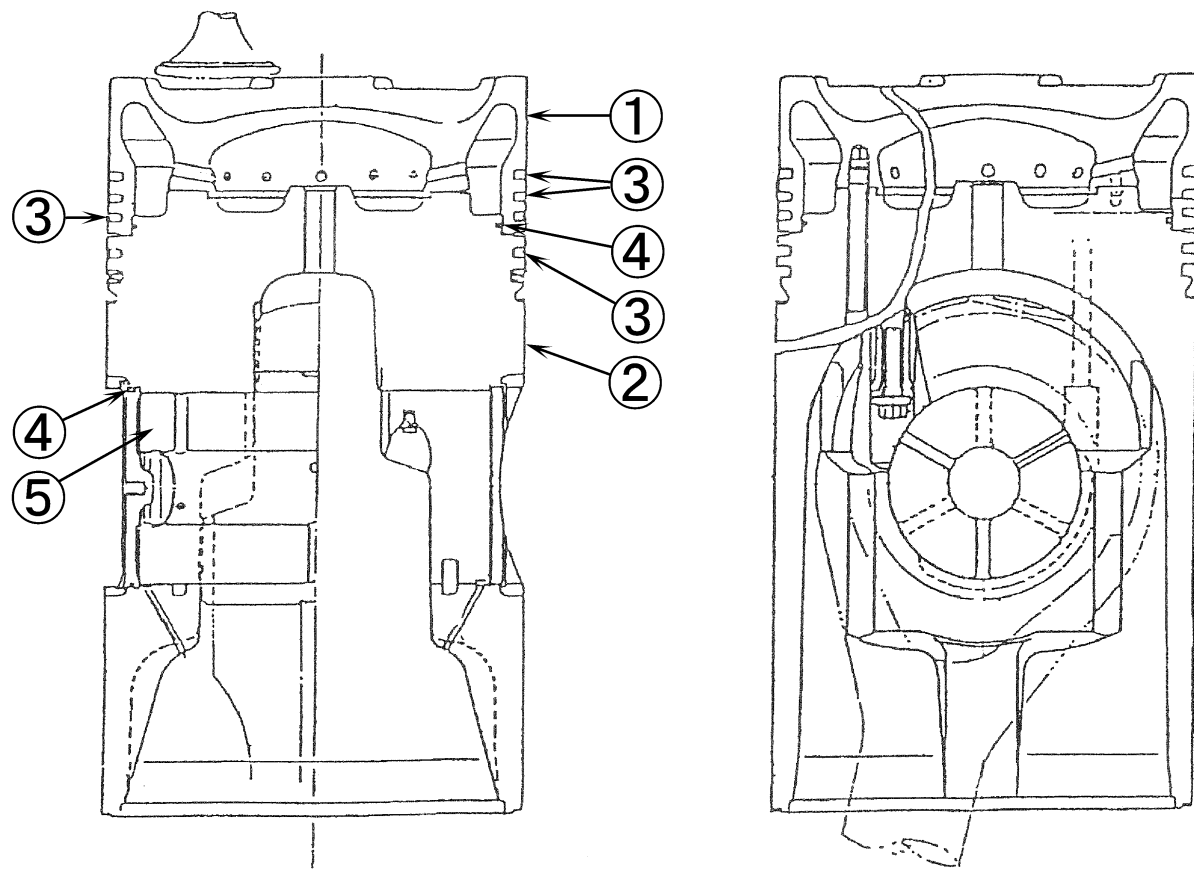
a. 構造

泊2号炉のディーゼル機関には，1台につき12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，連接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連接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，その間にあってピストン上部背面冷却用潤滑油をシールするOリング及び燃焼空気ガスの下部クランク室への漏れを防ぎながら，ピストンの熱をシリンダライナに伝達して温度を適切に保ち，かつ摺動部への潤滑油の量をコントロールするピストンリングから構成されている。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-1及び表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	Oリング
⑤	ピストンピン

図2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関 ピストン組立品構造図

表2.1-1 泊2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
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 泊2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	428rpm
定格出力	4,740kW
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

(2) 接続棒組立品

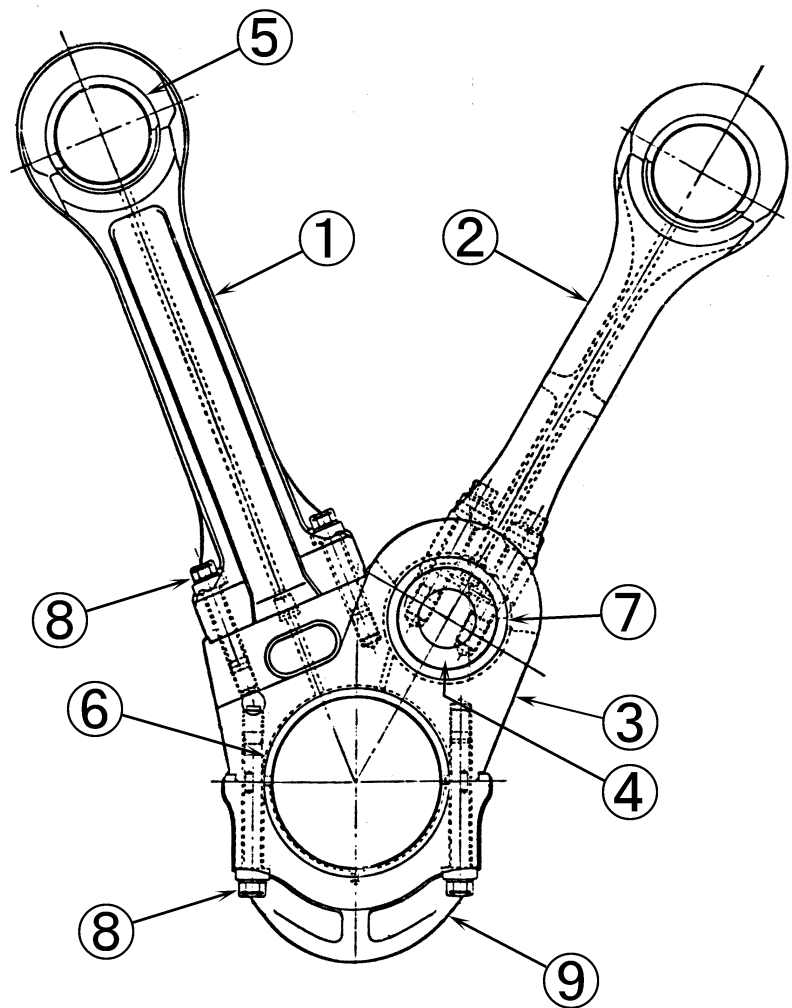
a. 構造

泊 2 号炉のディーゼル機関には、1 台につき 1 2 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、上部冠及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。

泊 2 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. 材料及び使用条件

泊 2 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及び使用条件を表 2. 1-3 及び表 2. 1-4 に示す。



No.	部位
①	主連接棒
②	副連接棒
③	上部冠
④	スイングピン
⑤	ピストンピン軸受
⑥	クランクピン軸受
⑦	スイングピン軸受
⑧	ボルト
⑨	下部冠

図2.1-2 泊2号炉 ディーゼル機関 連接棒組立品構造図

表2.1-3 泊2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 泊2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	428rpm
定格出力	4,740kW
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

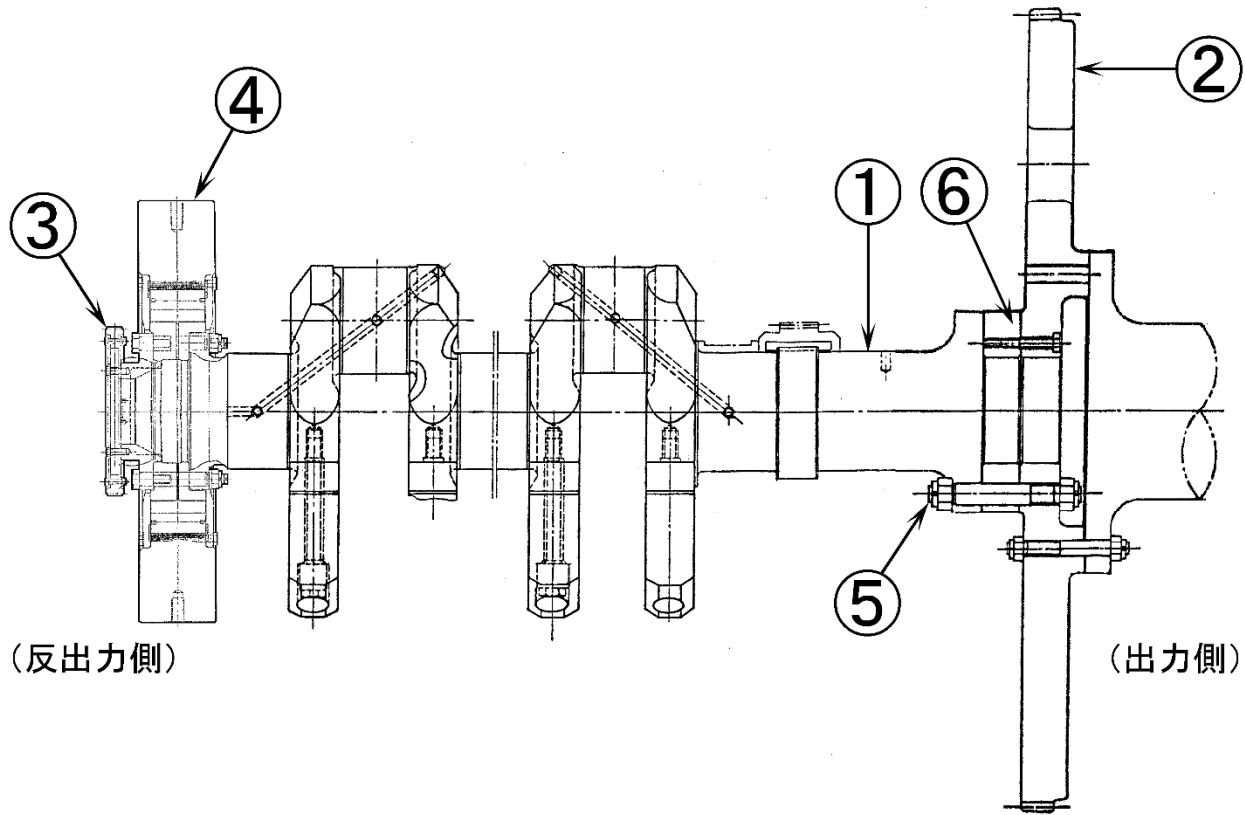
クランク軸はピストン，連接棒より伝えられる爆発荷重（往復運動）を回転運動に変え，それら各シリンダより個々に発生した回転力を1サイクル（クランク2回転）中に均等に集合し，出力端に伝達する。出力軸には変動回転力を平滑化するためにはずみ車を装備し，反出力端（前端）には軸系に発生するねじり振動を防止するため，ねじり振動防止装置を装着している。

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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部位
①	クランク軸
②	はずみ車
③	補助ポンプ駆動歯車
④	ねじり振動防止装置
⑤	カップリングボルト
⑥	間隔板

図2.1-3 泊2号炉 ディーゼル機関 クランク軸組立品構造図

表2.1-5 泊2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
はずみ車	炭素鋼
補助ポンプ駆動歯車	低合金鋼
ねじり振動防止装置	鋳鉄, 炭素鋼
カップリングボルト	炭素鋼
間隔板	炭素鋼

表2.1-6 泊2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	428rpm
定格出力	4,740kW
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

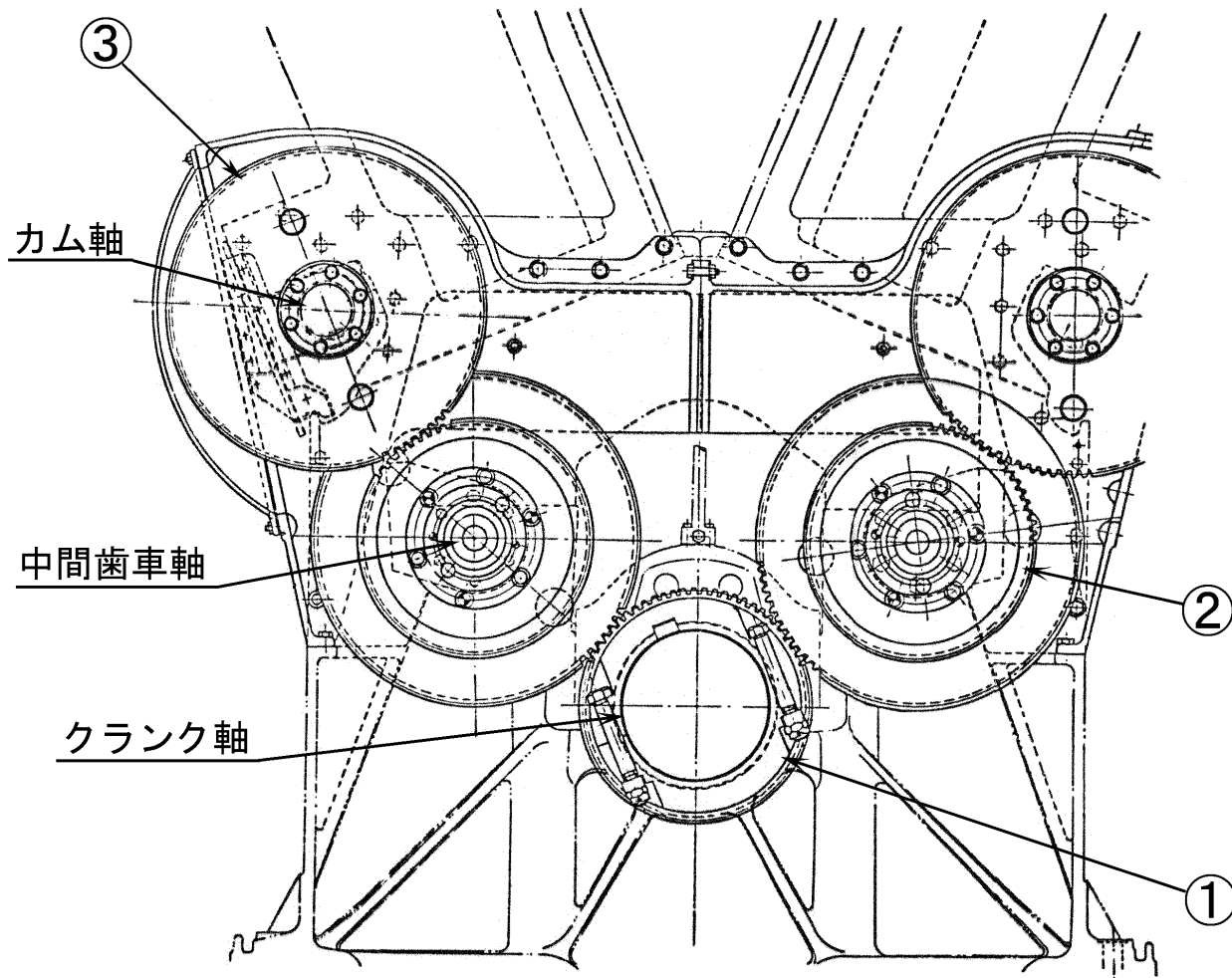
カム軸駆動装置部は機関後側にあり，クランク軸に装着されたクランク軸付歯車から中間歯車を介してカム軸歯車によりカム軸を駆動するものである。

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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。



No.	部位
①	クランク軸付歯車
②	中間歯車
③	カム軸歯車

図2.1-4 泊2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 泊2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, 炭素鋼
カム軸歯車	炭素鋼

表2.1-8 泊2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)	428rpm
カム軸回転数	214rpm
定格出力	4,740kW

(3) カム軸組立品

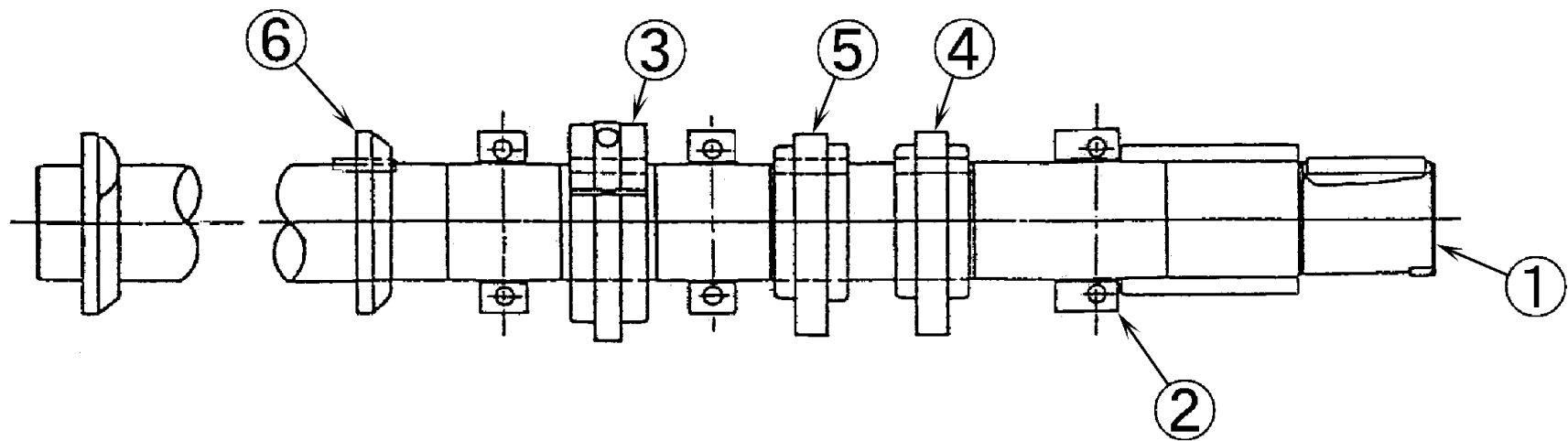
a. 構造

カム軸は機関後部のカム軸歯車によって駆動され、各気筒ごとに燃料カム、排気カム、吸気カム及び始動カムの4つのカム山を有し、カム軸受で支えられている。燃料カムは燃料噴射ポンプを駆動して高圧燃料をシリンダ内へ送り、排気、吸気カムはシリンダカバーにある排気、吸気弁を決まったタイミングで開閉してシリンダ内の吸気－圧縮－爆発－排気の行程をつかさどる。また、始動カムは始動用の空気をシリンダ内へ送り込む。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-9及び表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 泊2号炉 ディーゼル機関 カム軸組立品構造図

表2.1-9 泊2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 泊2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	428rpm
カム軸回転数	214rpm
定格出力	4,740kW

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

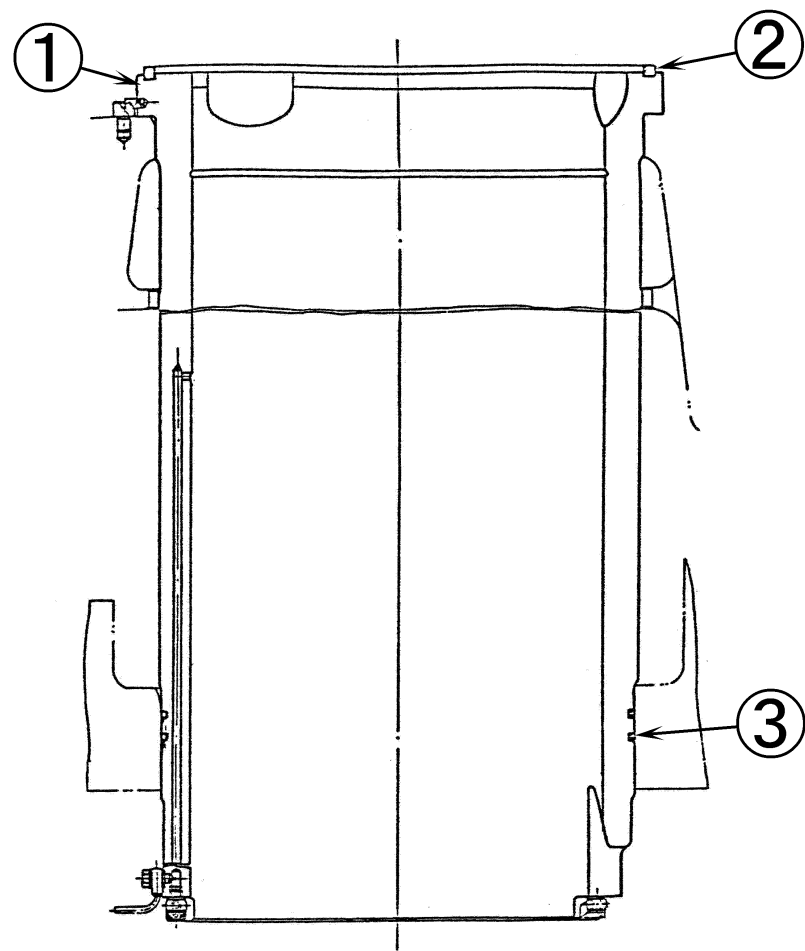
泊2号炉のディーゼル機関には、1台につき12個のシリンダライナが組み込まれている。シリンダライナ組立品はピストンが上下運動するときの摺動面となり、シリンダカバー及びピストンとともに燃焼室を形成している。

シリンダライナ、シリンダライナとシリンダカバーの間のガスシールを行う気密リング及びシリンダライナの外側にあ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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-11及び表2.1-12に示す。



No.	部位
①	シリンダライナ
②	気密リング
③	ゴムリング

図2.1-6 泊2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 泊2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 泊2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	428rpm
定格出力	4,740kW
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

泊2号炉のディーゼル機関には、1台につき12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及びピストンとともに燃焼室を形成しており内部に吸入空気と排気ガスの通路を有している。燃焼ガス圧力及び燃焼温度に耐えられる機能を有するとともに、燃料噴射弁、吸・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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-13及び表2.1-14に示す。

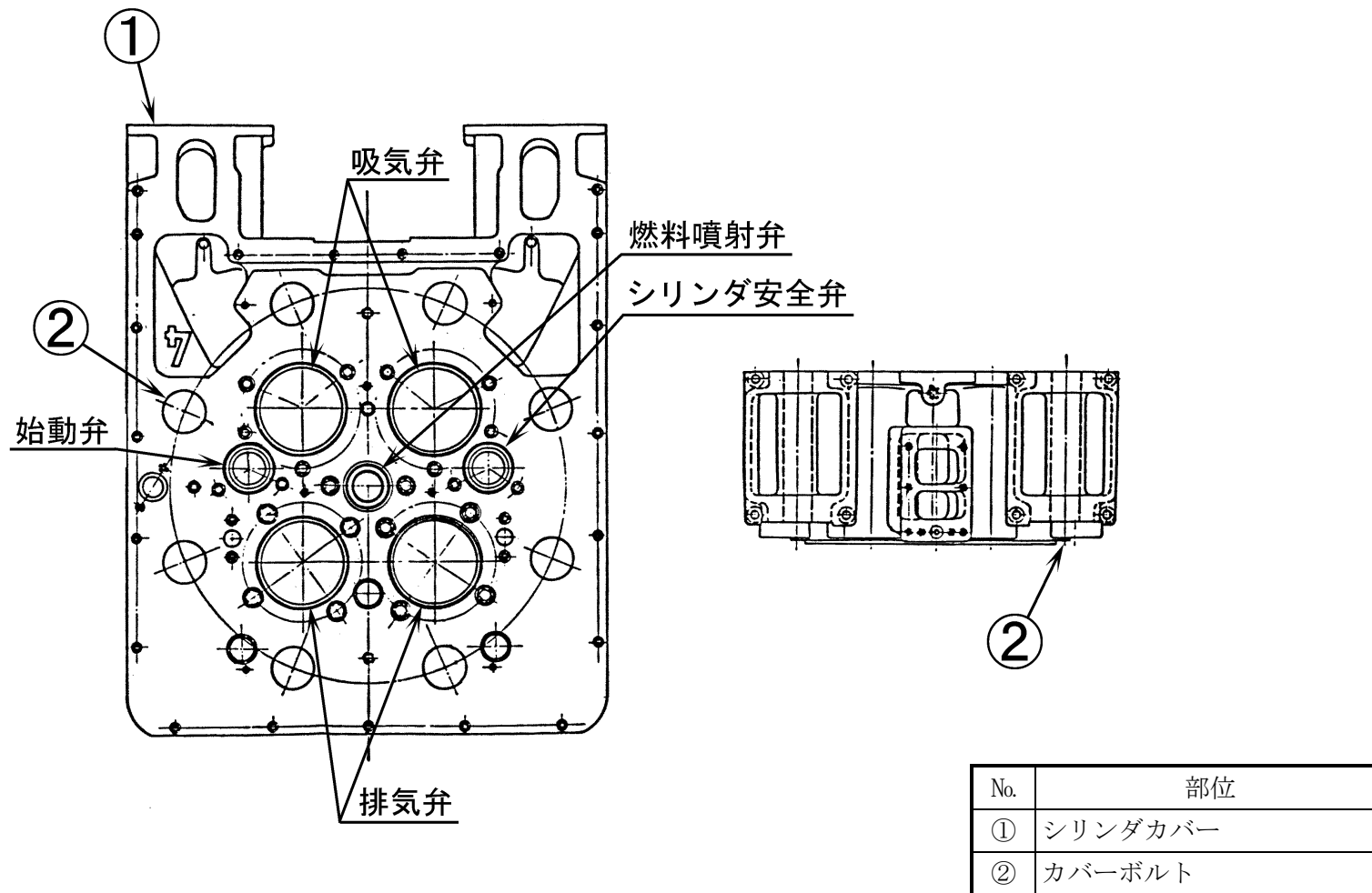


図2.1-7 泊2号炉 ディーゼル機関 シリンダカバー組立品構造図

表2.1-13 泊2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 泊2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	428rpm
定格出力	4,740kW
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

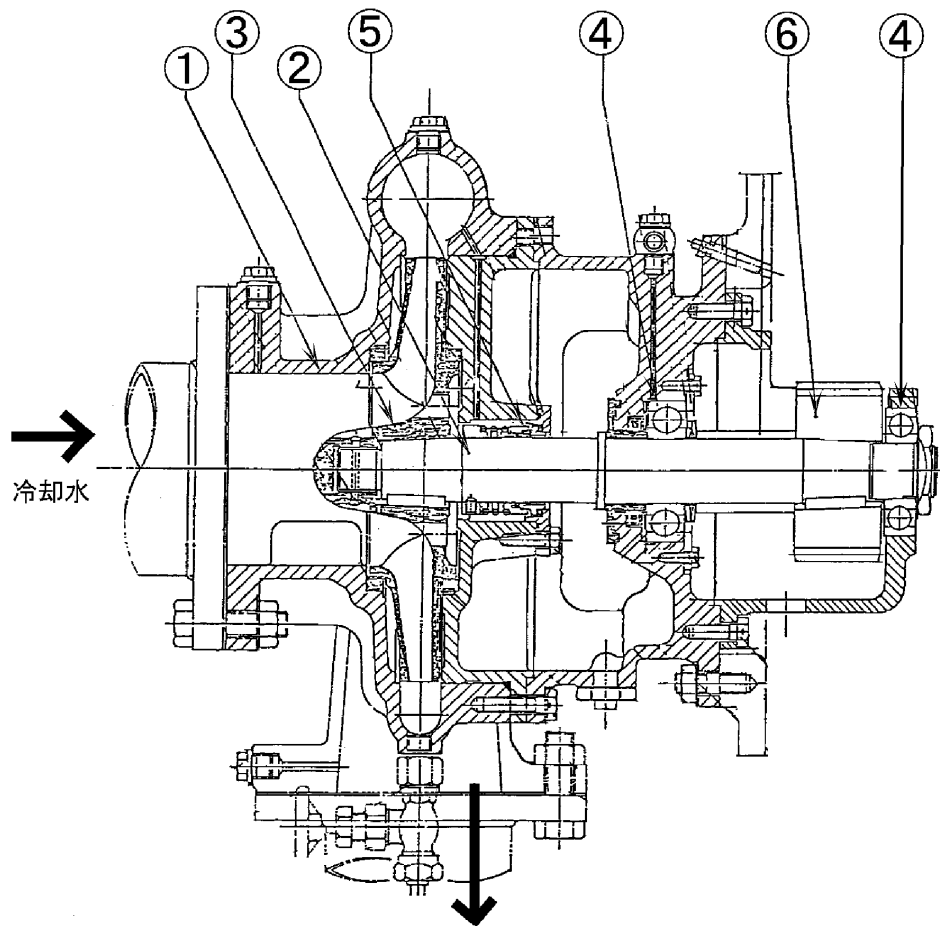
泊2号炉のディーゼル機関には1台につき1個のシリンダ冷却水ポンプが組み込まれており、機能としては、機関の回転に連動し冷却水を機関内部の冷却を要する部分へ加圧圧送する。軸に取り付けられた羽根車と駆動歯車及びこれを支持する軸受そして全体を収納するケーシングより構成されている。

また、冷却水のシールのためにメカニカルシールを装着している。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-15及び表2.1-16に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	軸
③	羽根車
④	軸受 (ころがり)
⑤	メカニカルシール
⑥	駆動歯車

図2.1-8 泊2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 泊2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	鋳鉄
軸	ステンレス鋼
羽根車	銅合金鋳物
軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
メカニカルシール	消耗品・定期取替品
駆動歯車	低合金鋼

表2.1-16 泊2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	1,645rpm
定格流量	150m ³ /h
最高使用圧力	約0.49MPa [gage]
最高使用温度	約90℃
内部流体	純水

2.1.5 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。

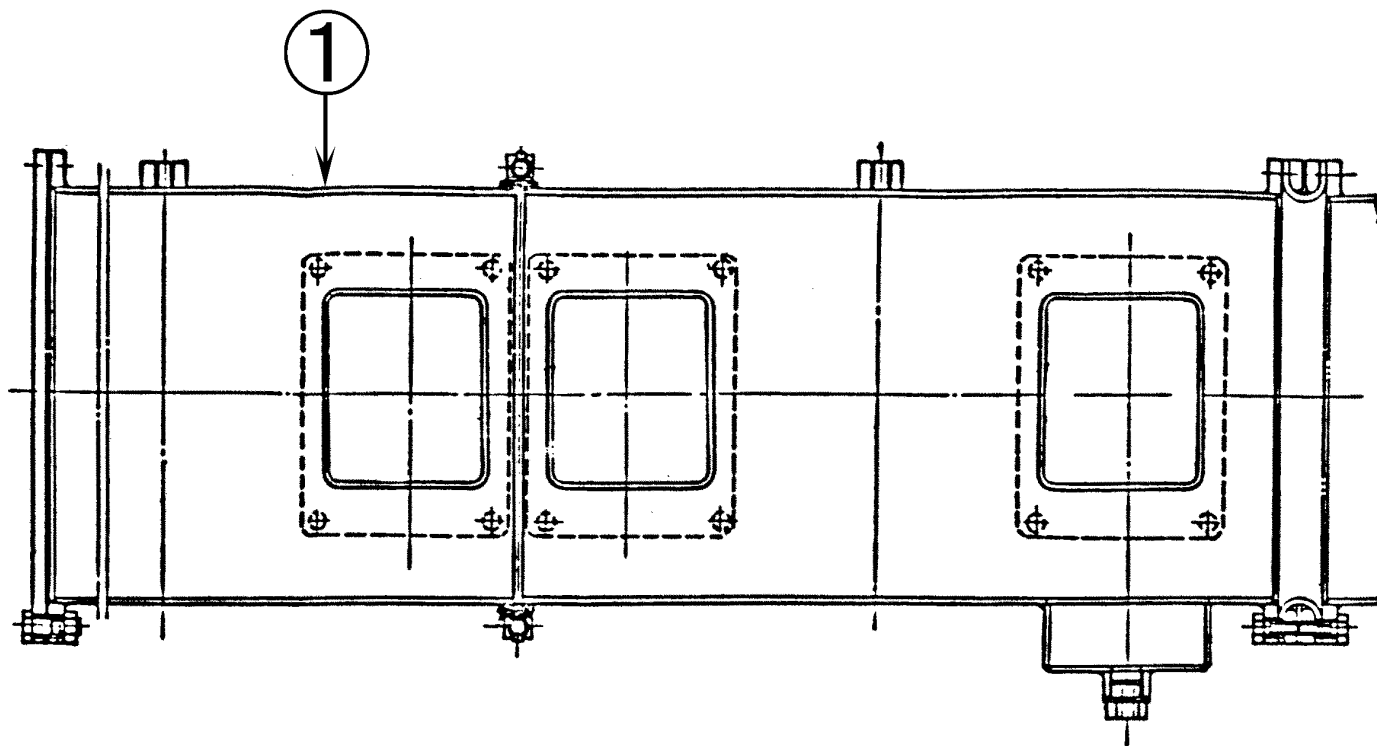
(1) 吸気管組立品

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。泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-17及び表2.1-18に示す。



No.	部位
①	吸気管

図2.1-9 泊2号炉 ディーゼル機関 吸気管組立品構造図

表2.1-17 泊2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 泊2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0.147MPa[gage]
最高吸気温度	約45℃

(2) 吸気弁組立品

a. 構造

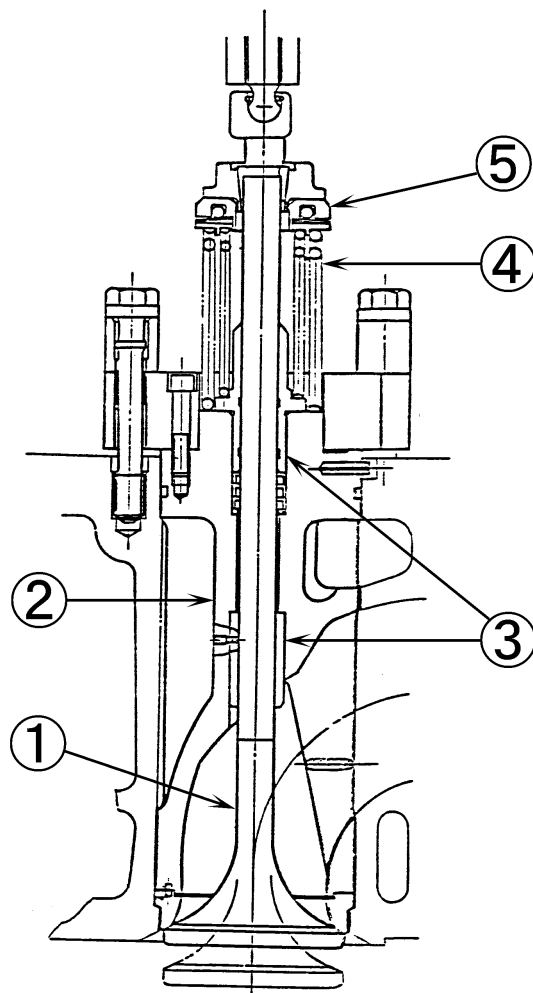
吸気弁組立品の機能は燃焼用空気を決められたタイミングで各シリンダ内に供給するものであり，開閉する吸気弁棒と吸気弁箱及び吸気弁棒の案内をするブッシュ，吸気弁棒の閉止を確実にするばねから構成されている。

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。

泊 2 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. 材料及び使用条件

泊 2 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及び使用条件を表 2. 1-19 及び表 2. 1-20 に示す。



No.	部位
①	吸気弁棒
②	吸気弁箱
③	ブッシュ
④	ばね
⑤	ロートキャップ

図2.1-10 泊2号炉 ディーゼル機関 吸気弁組立品構造図

表2.1-19 泊2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
吸気弁棒	耐熱鋼 (ステライト肉盛)
吸気弁箱	鋳鉄
ブッシュ	消耗品・定期取替品
ばね	ピアノ線
ロートキャップ	低合金鋼

表2.1-20 泊2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)	428rpm (214rpm)
定格出力	4,740kW
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

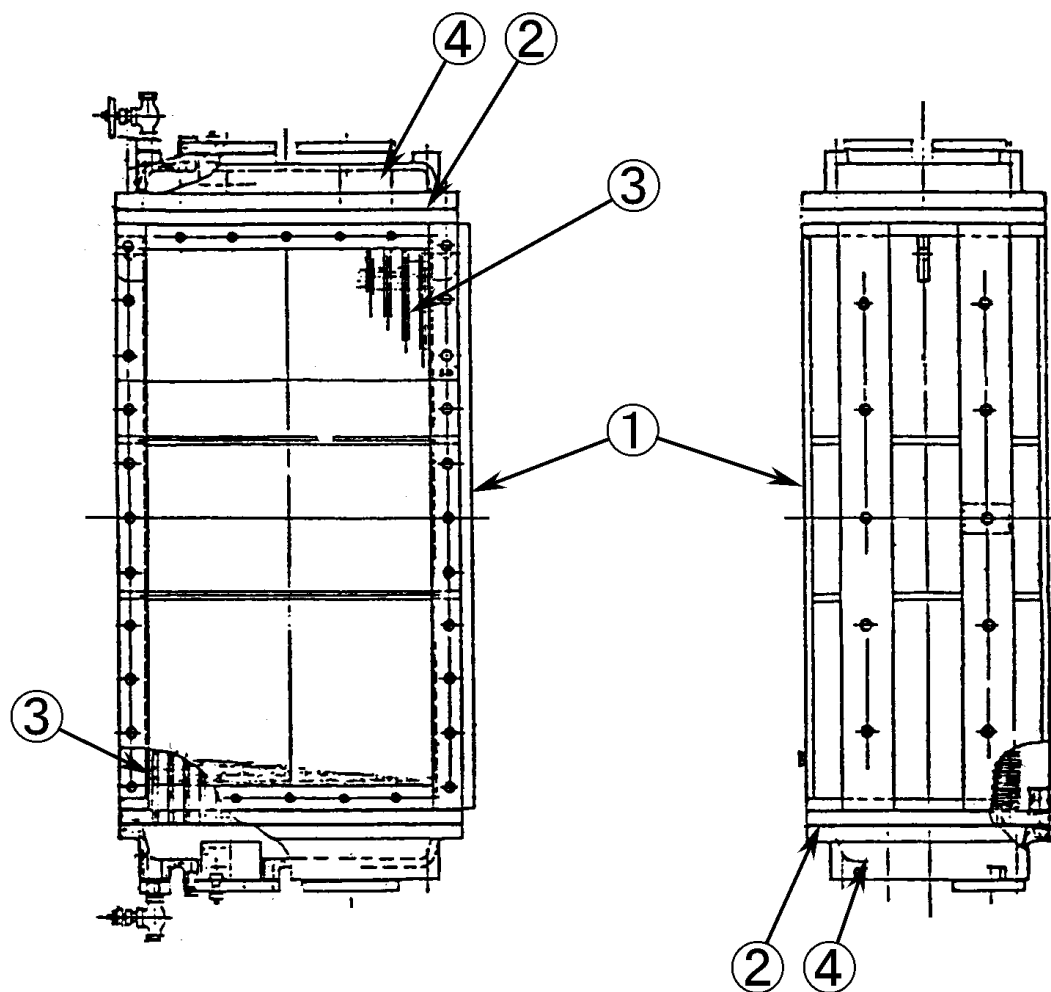
a. 構造

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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-21及び表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 泊2号炉 ディーゼル機関 空気冷却器組立品構造図

表2.1-21 泊2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	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)

表2.1-22 泊2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16,750kg/h
海水流量	約64m ³ /h
入口海水温度	約 26℃
入口空気温度	約162℃
出口空気温度	約 45℃

(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、同軸に取り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及び燃焼用空気の通路を形成する。

また、このタービンロータは2個の軸受により支持されている。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-23及び表2.1-24に示す。

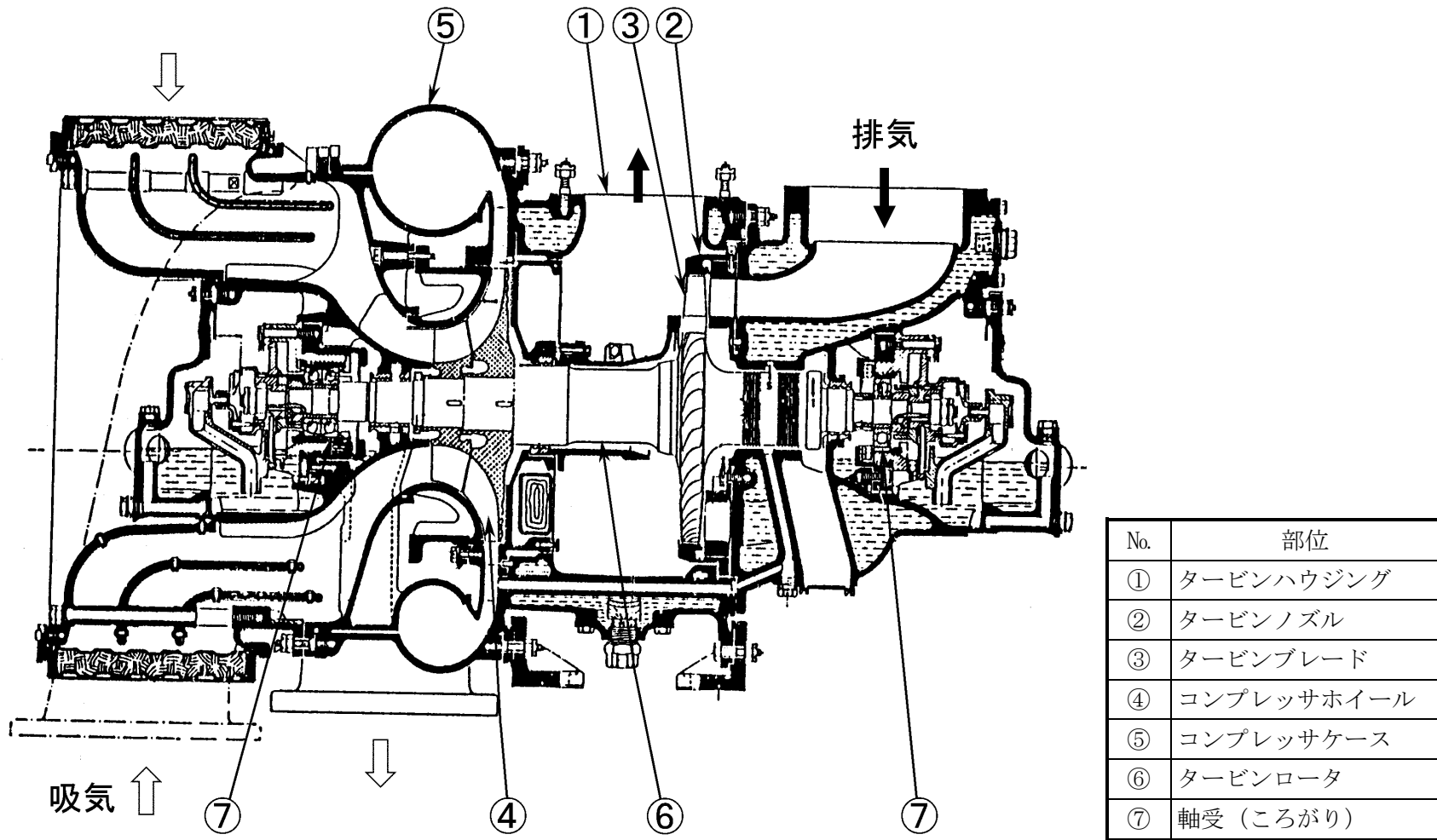


図2.1-12 泊2号炉 ディーゼル機関 過給機組立品構造図

表2.1-23 泊2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	ニッケルクロム鋼
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	クロムモリブデンバナジウム鋼
軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品

表2.1-24 泊2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4.6kg/s
過給圧力	約0.17MPa [gage]
排気温度	約650℃ (過給機入口)
過給機回転数	約21,000rpm

(5) 排気管組立品

a. 構造

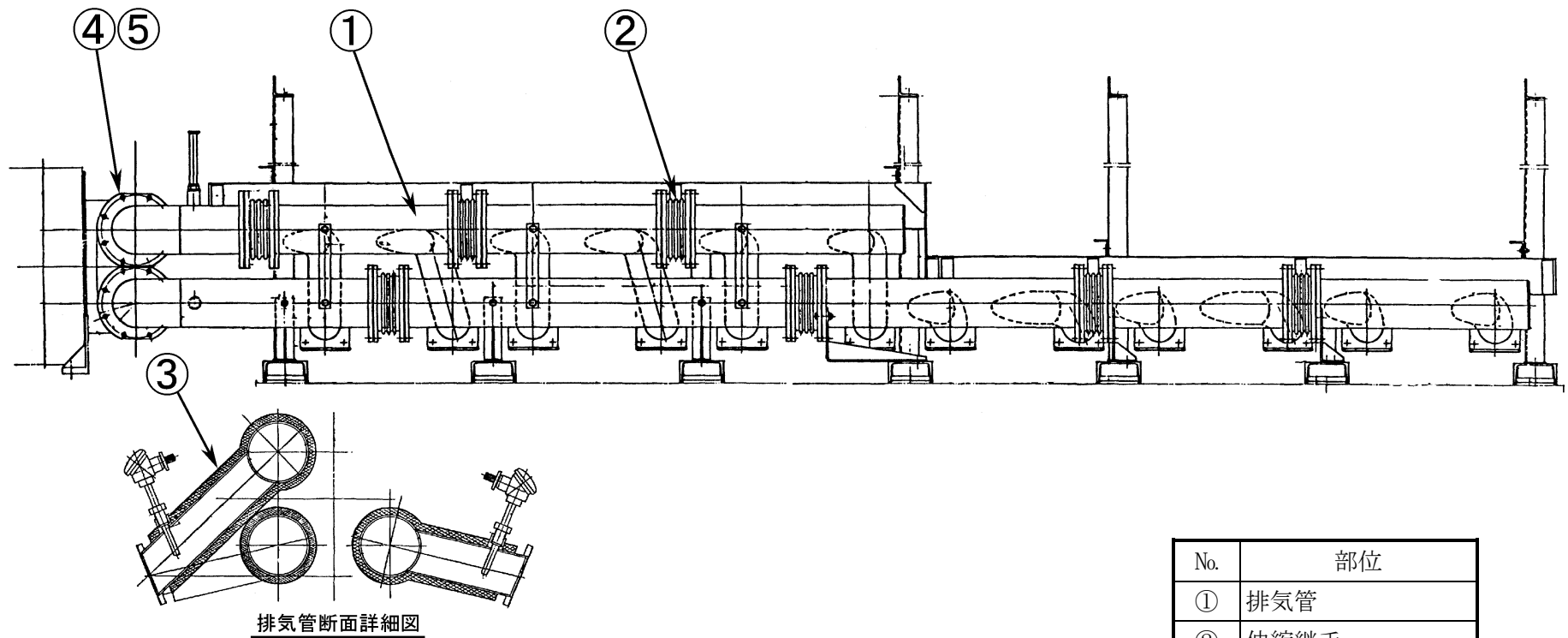
排気管は各気筒より排出される排気ガスを過給機に導入する働きを有するが、各気筒からの排気に加え、熱膨張による熱応力を避けるために適切な位置に伸縮継手を設置している。

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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-25及び表2.1-26に示す。



No.	部位
①	排気管
②	伸縮継手
③	防熱布団
④	パッキン
⑤	ボルト

図2.1-13 泊2号炉 ディーゼル機関 排気管組立品構造図

表2.1-25 泊2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

表2.1-26 泊2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0.133MPa [gage]
排気温度	約650℃ (過給機入口)
排気流量	約4.8kg/s

(6) 排気弁組立品

a. 構造

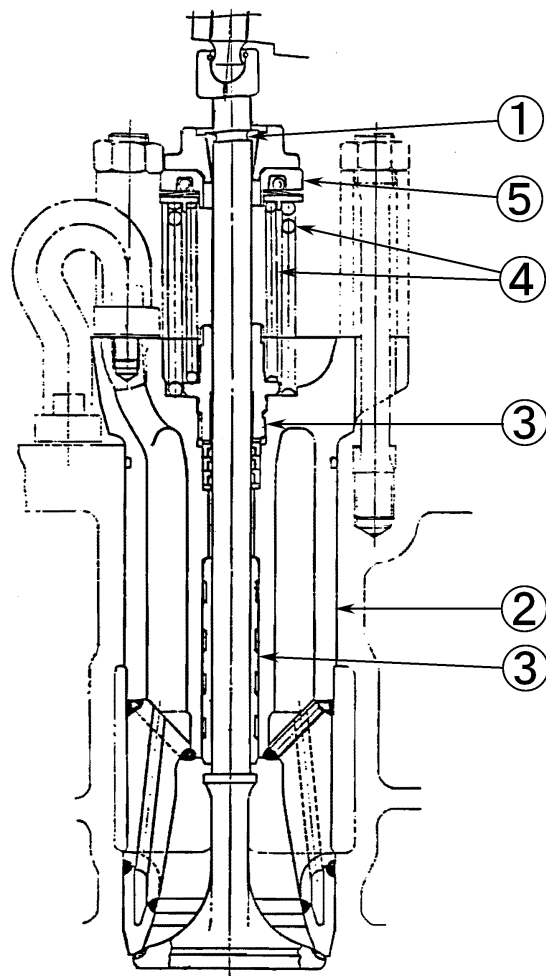
排気弁の機能は、燃焼ガスを各シリンダから決められたタイミングで排出するもので、開閉する排気弁棒と排気弁箱及び排気弁棒の案内をするブッシュ、排気弁棒の閉止を確実にするばねから構成されている。

また、排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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-27及び表2.1-28に示す。



No.	部位
①	排気弁棒
②	排気弁箱
③	プッシュ
④	ばね
⑤	ロートキャップ

図2.1-14 泊2号炉 ディーゼル機関 排気弁組立品構造図

表2.1-27 泊2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
排気弁棒	耐熱鋼 (ステライト肉盛)
排気弁箱	炭素鋼鋳鋼
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	低合金鋼

表2.1-28 泊2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)	428rpm (214rpm)
定格出力	4,740kW
排気温度	約530°C (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 動弁駆動サブシステム

(1) 動弁駆動装置組立品

a. 構造

動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。

泊2号炉のディーゼル機関動弁駆動装置組立品の構造図を図2.1-15に示す。

b. 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関動弁駆動装置組立品の主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-29及び表2.1-30に示す。

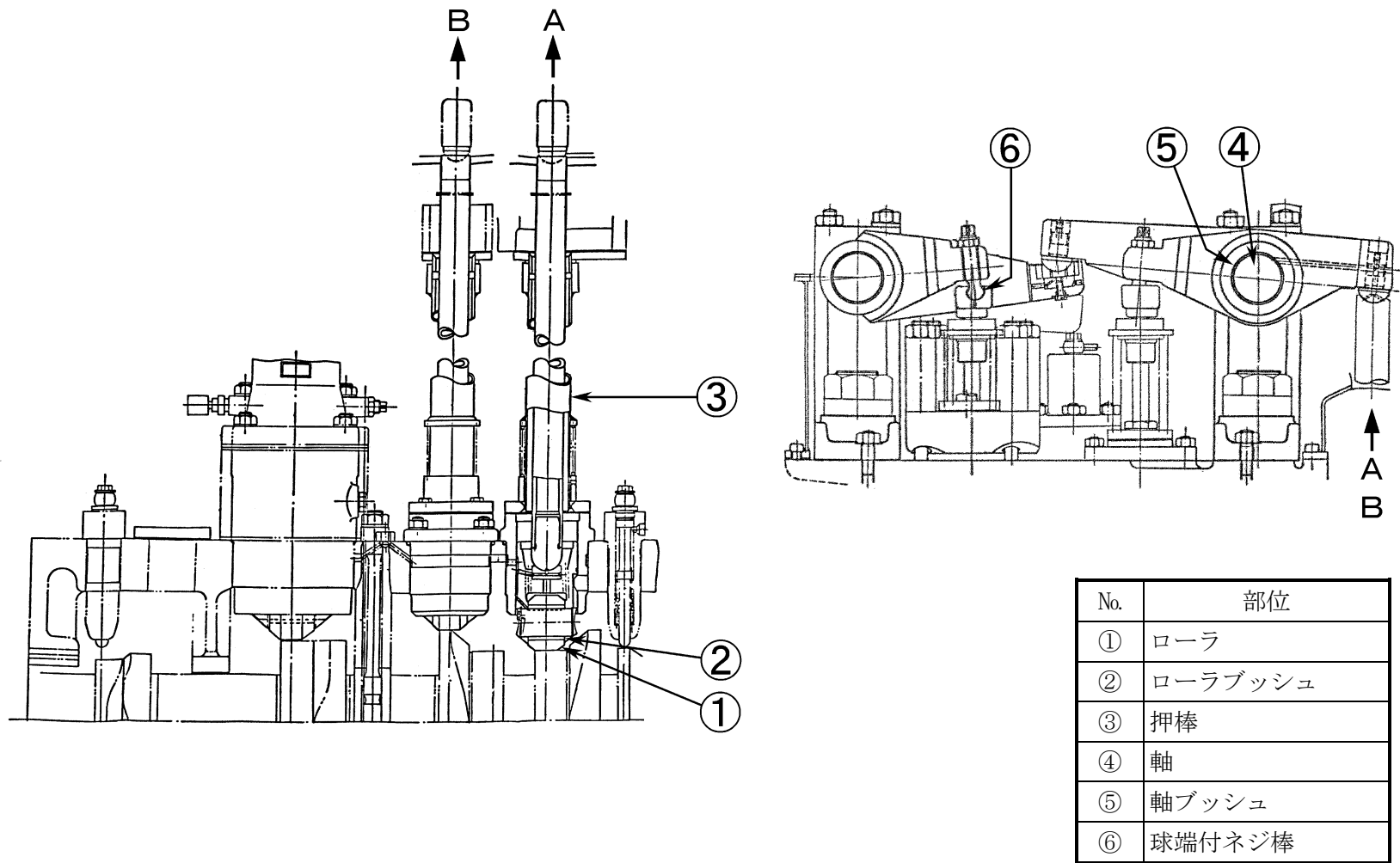


図2.1-15 泊2号炉 ディーゼル機関 動弁駆動装置組立品構造図

表2.1-29 泊2号炉 ディーゼル機関
動弁駆動装置組立品主要部位の使用材料

部位	材料
ローラ	消耗品・定期取替品
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

表2.1-30 泊2号炉 ディーゼル機関
動弁駆動装置組立品の使用条件

定格回転数 (カム軸回転数)	428rpm (214rpm)
定格出力	4,740kW
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) シリンダブロック及びフレーム組立品

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。

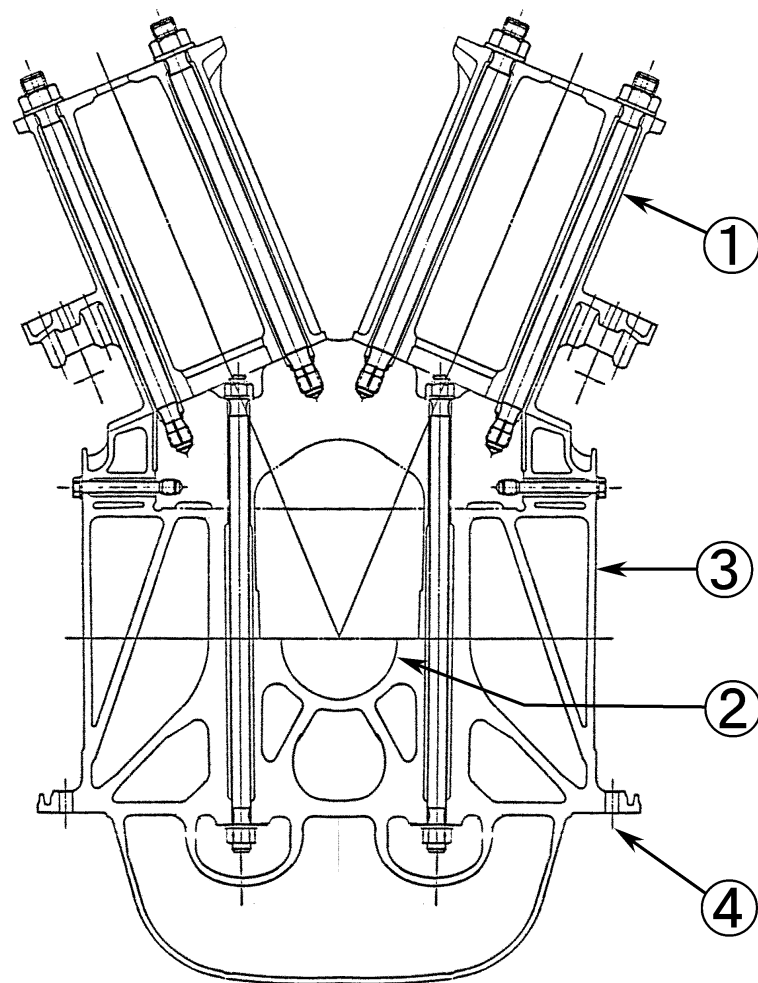
フレームの下部には機関台に固定する基礎ボルトがある。

シリンダブロック及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及びフレームで支持し、クランク軸に加わる荷重と回転運動を主軸受を介して支持する。

泊2号炉のディーゼル機関シリンダブロック及びフレーム組立品の構造図を図2.1-16に示す。

b. 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関シリンダブロック及びフレーム組立品の主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-31及び表2.1-32に示す。



No.	部位
①	シリンダブロック
②	主軸受 (すべり)
③	フレーム
④	基礎ボルト

図2.1-16 泊2号炉 ディーゼル機関 シリンダブロック及びフレーム組立品構造図

表2.1-31 泊2号炉 ディーゼル機関
シリンダブロック及びフレーム組立品主要部位の使用材料

部位	材料
シリンダブロック	鋳鉄
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 泊2号炉 ディーゼル機関
シリンダブロック及びフレーム組立品の使用条件

定格回転数	428rpm
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

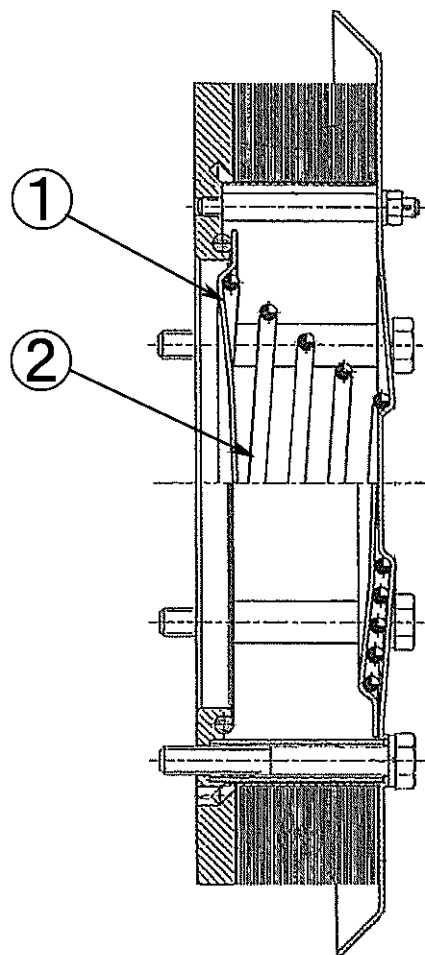
クランク室安全弁の主要部位は、弁の役目をしているプレートと、これを一定の力で押さえつけるばねから構成され、フレーム側面に1台につき4個取付けられている。

クランク室内の圧力が設定圧力を超えると、プレートがばねの押し付け力に打ち勝って押し開き、クランク室内のガスを外部に排気し、クランク室内の圧力の異常上昇を防止する。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-33及び表2.1-34に示す。



No.	部位
①	プレート
②	ばね

図2.1-17 泊2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 泊2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
プレート	炭素鋼
ばね	硬鋼線

表2.1-34 泊2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5kPa[gage]
------	-------------

(2) シリンダ安全弁組立品

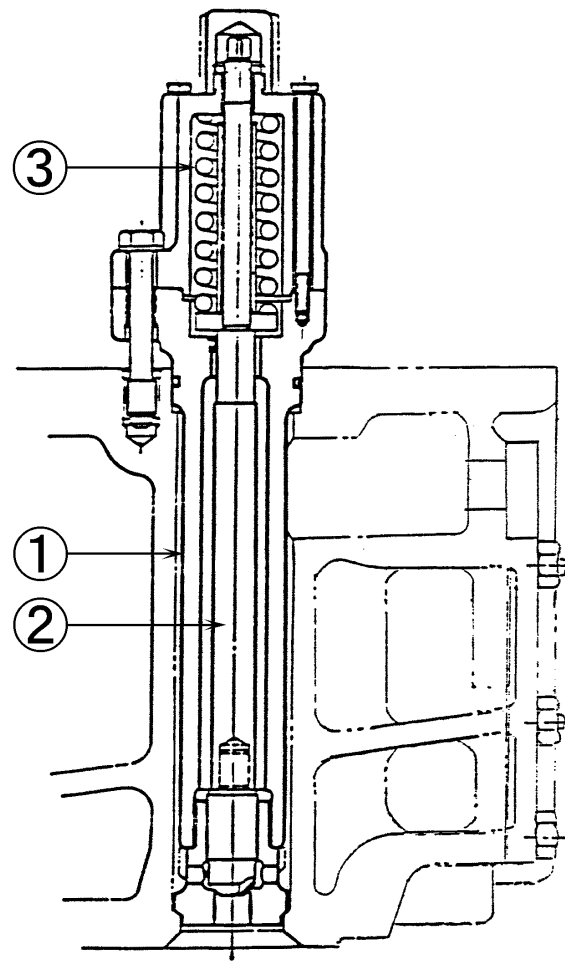
a. 構造

シリンダ安全弁の主要部位は、弁箱、弁棒及びばねから構成され、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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-35及び表2.1-36に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁棒
③	ばね

図2.1-18 泊2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 泊2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

表2.1-36 泊2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14.7MPa[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

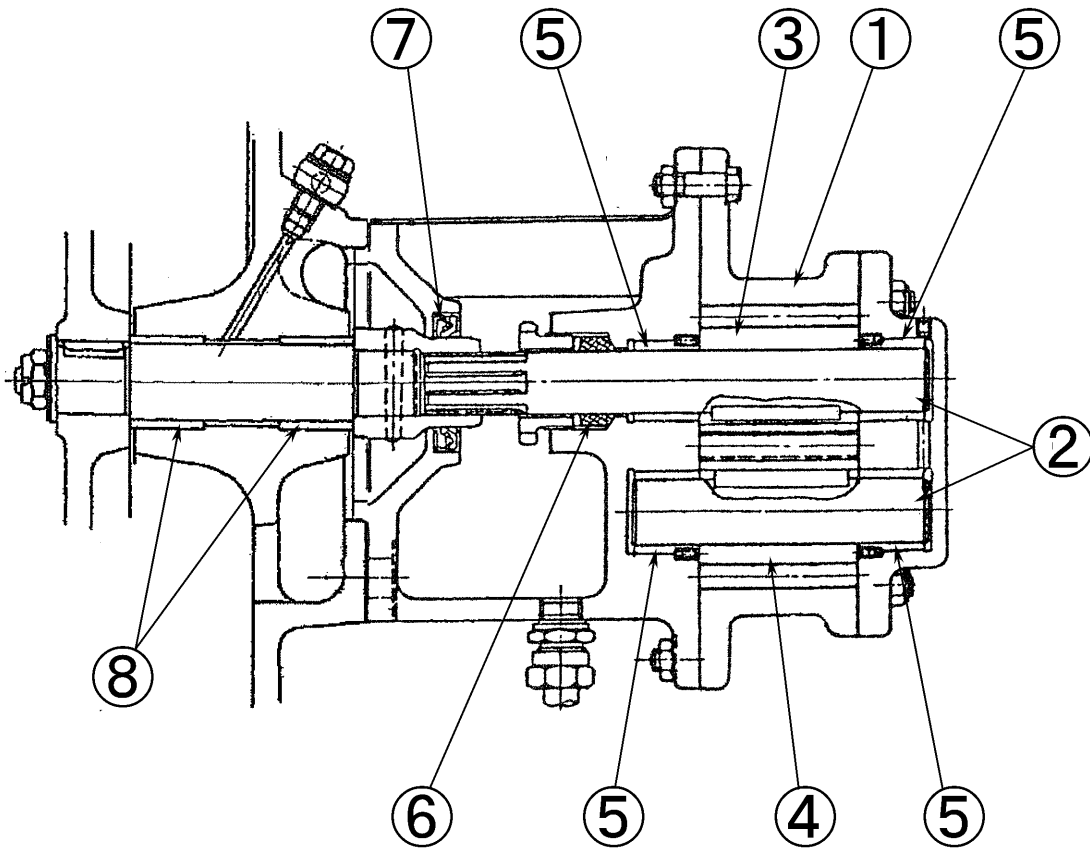
泊2号炉のディーゼル機関には、1台につき1個の燃料油供給ポンプが組み込まれており、機能としては各シリンダごとに取り付けられている燃料噴射ポンプに燃料を圧送する役目を果たす。

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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-37及び表2.1-38に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	軸
③	駆動歯車
④	被駆動歯車
⑤	軸受 (すべり)
⑥	グランドパッキン
⑦	オイルシール
⑧	軸スリーブ

図2.1-19 泊2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 泊2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
グランドパッキン	消耗品・定期取替品
オイルシール	消耗品・定期取替品
軸スリーブ	銅合金鋳物

表2.1-38 泊2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	428rpm
ポンプ回転数	658rpm
内部流体	燃料油 (軽油)
定格容量	3m 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

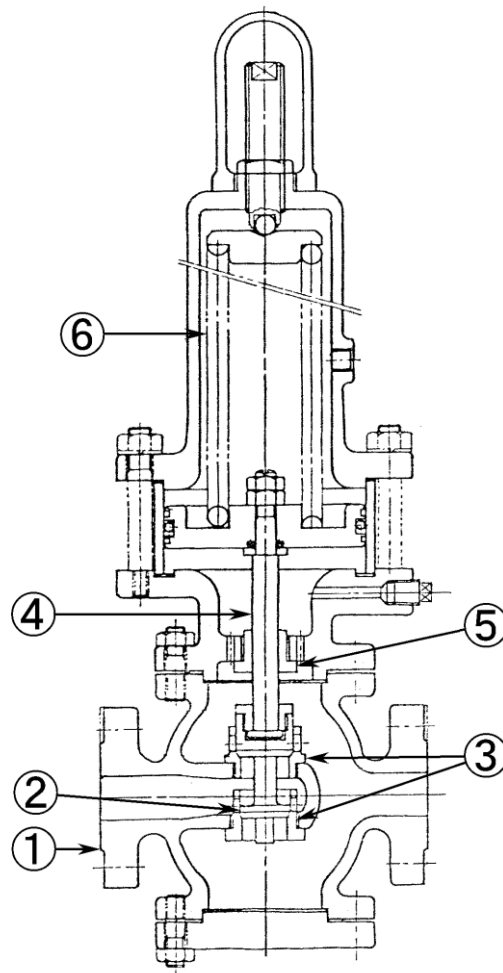
a. 構造

泊 2 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。

泊 2 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. 材料及び使用条件

泊 2 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及び使用条件を表 2. 1-39 及び表 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

図2.1-20 泊2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 泊2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

表2.1-40 泊2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 (軽油)
開弁圧力	約0.29MPa[gage]

(3) 燃料噴射ポンプ組立品

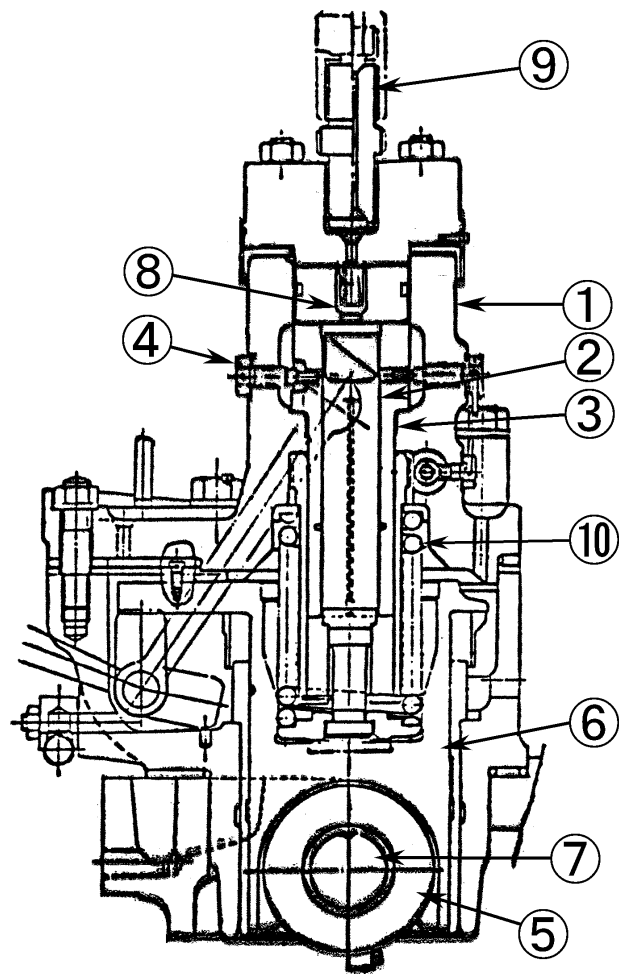
a. 構造

泊2号炉のディーゼル機関には、シリンダごとに1個ずつ、すなわち1台に合計12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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-41及び表2.1-42に示す。



No.	部位
①	ケーシング
②	プランジャ
③	スリーブ
④	デフレクタ
⑤	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 泊2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 泊2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
プランジヤ	工具鋼
スリーブ	低合金鋼
デフレクタ	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	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 泊2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	428rpm
カム軸回転数	214rpm
内部流体	燃料油 (軽油)
噴射量	約0.326m ³ /h
噴射圧力	約73.5MPa[gage]

(4) 燃料噴射弁組立品

a. 構造

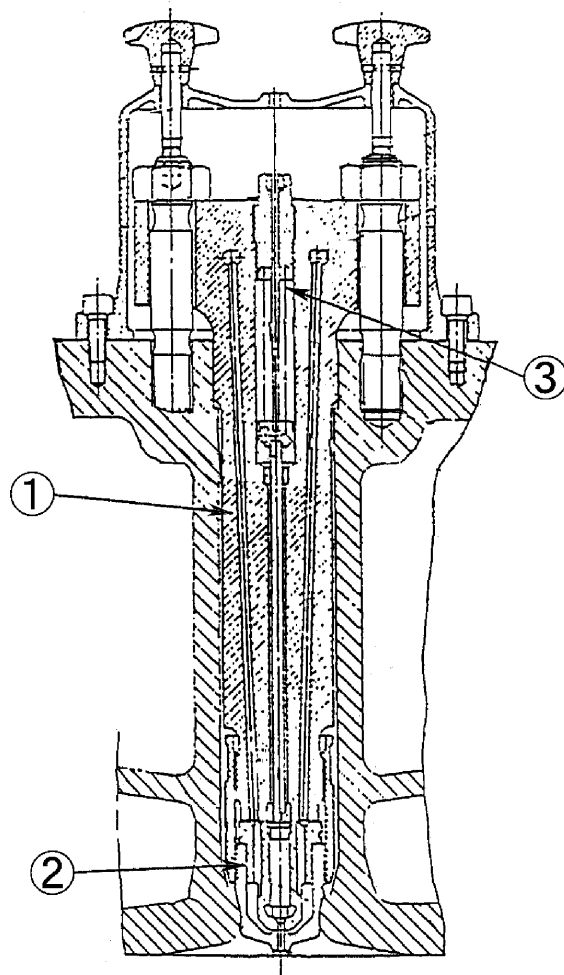
泊 2 号炉のディーゼル機関には、シリンダごとに 1 個ずつ、すなわち 1 台に合計 1 2 個の燃料噴射弁が組み込まれており、機能としては燃料噴射ポンプから燃料噴射管を經由して圧送された燃料を燃焼室内に噴射する役目を果たす。

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及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。

泊 2 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. 材料及び使用条件

泊 2 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及び使用条件を表 2. 1-43 及び表 2. 1-44 に示す。



No.	部位
①	弁本体
②	ノズル
③	ばね

図2.1-22 泊2号炉 ディーゼル機関 燃料噴射弁組立品構造図

表2.1-43 泊2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 泊2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 (軽油)
噴射量	約0.326m ³ /h
噴射圧力	約73.5MPa [gage]
開弁圧力	約24.5MPa [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及びピストン冷却ラインに各々分岐される。

(1) 潤滑油ポンプ組立品

a. 構造

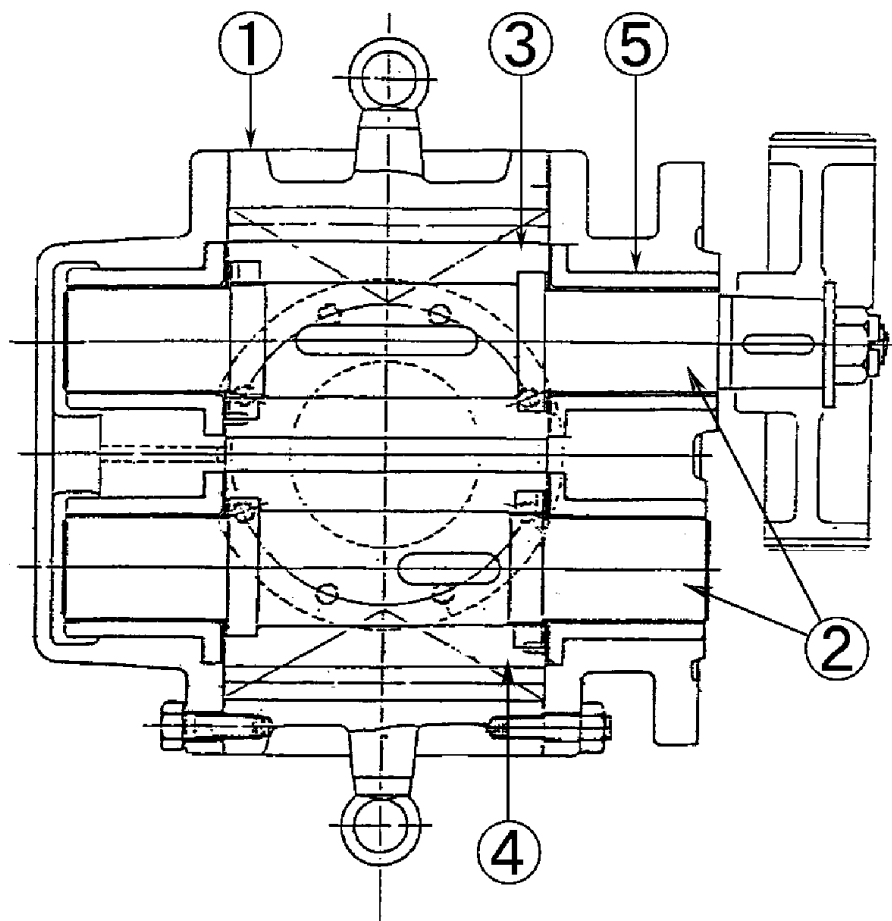
泊2号炉のディーゼル機関には1台につき1個の潤滑油ポンプが組み込まれており、機能としてはエンジン内部の摺動部に潤滑油を圧送する役目を果たす。

一對の駆動歯車と被駆動歯車からなり、ケーシング内部で回転することにより、潤滑油を圧送している。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-45及び表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 泊2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 泊2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	鋳鉄
軸	炭素鋼
駆動歯車	炭素鋼
被駆動歯車	炭素鋼
軸受 (すべり)	消耗品・定期取替品

表2.1-46 泊2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	428rpm
ポンプ回転数	690rpm
内部流体	潤滑油
定格容量	110m ³ /h
最高使用圧力	約0.78MPa [gage]
最高使用温度	約80℃

(2) 潤滑油ポンプ調圧弁組立品

a. 構造

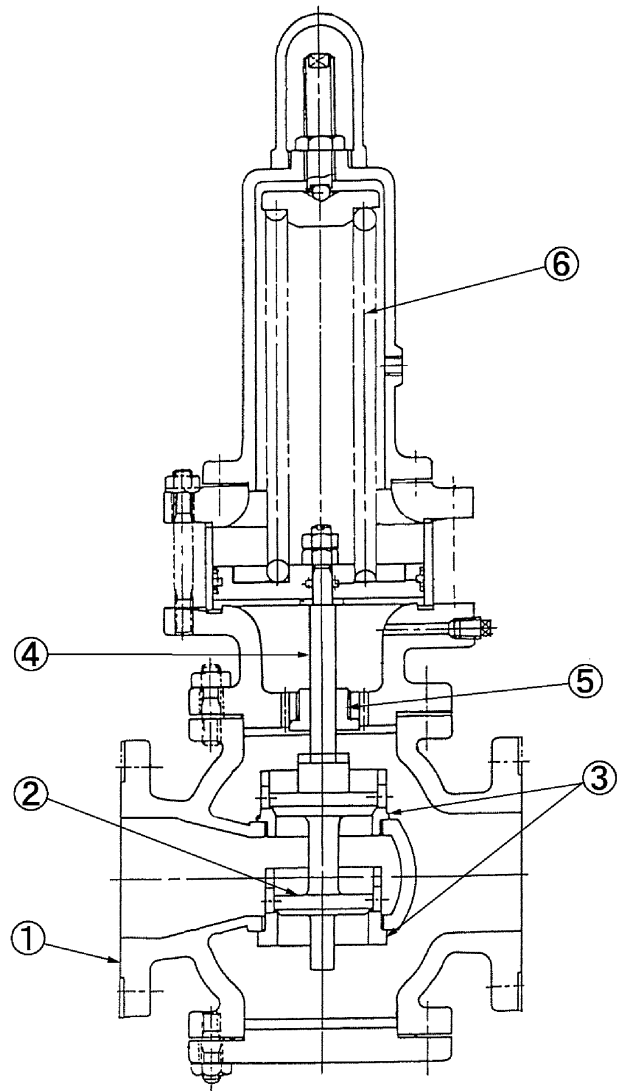
泊 2 号炉のディーゼル機関には、1 台につき 1 個の潤滑油ポンプが組み込まれており、このポンプの潤滑油圧力を所定の圧力に調整する潤滑油ポンプ調圧弁が設置されている。本体内を滑動する弁体が本体弁シート部にばね荷重により着座している。

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し、潤滑油を規定の圧力に保つ機能を有している。

泊 2 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. 材料及び使用条件

泊 2 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及び使用条件を表 2. 1-47 及び表 2. 1-48 に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	弁座
④	弁棒
⑤	ブッシュ
⑥	ばね

図2.1-24 泊2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 泊2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

表2.1-48 泊2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80℃

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

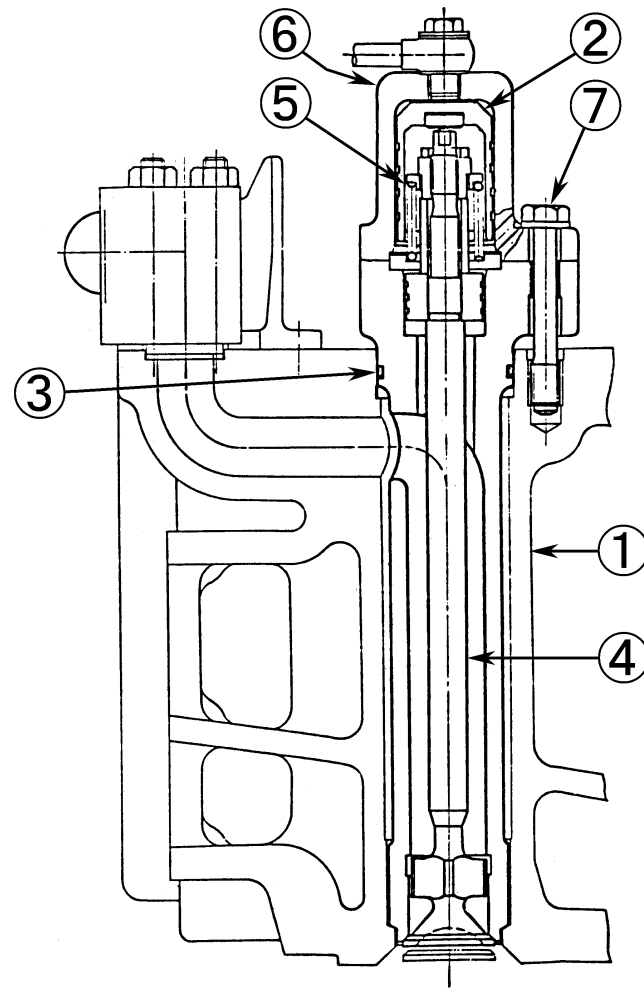
a. 構造

泊2号炉のディーゼル機関には1台につき12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、案内筒及びボルトによって各シリンダカバーに取付けられている。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-49及び表2.1-50に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	管制ピストン
③	Oリング
④	弁
⑤	ばね
⑥	案内筒
⑦	ボルト

図2.1-25 泊2号炉 ディーゼル機関 始動弁組立品構造図

表2.1-49 泊2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
ばね	ピアノ線
案内筒	鋳鉄
ボルト	低合金鋼

表2.1-50 泊2号炉 ディーゼル機関
始動弁組立品の使用条件

空気圧力 (始動・管制)	約 2.94MPa[gage]
最大燃焼ガス圧力 (定格出力時)	約11.8MPa[gage]

(2) インターロック弁組立品

a. 構造

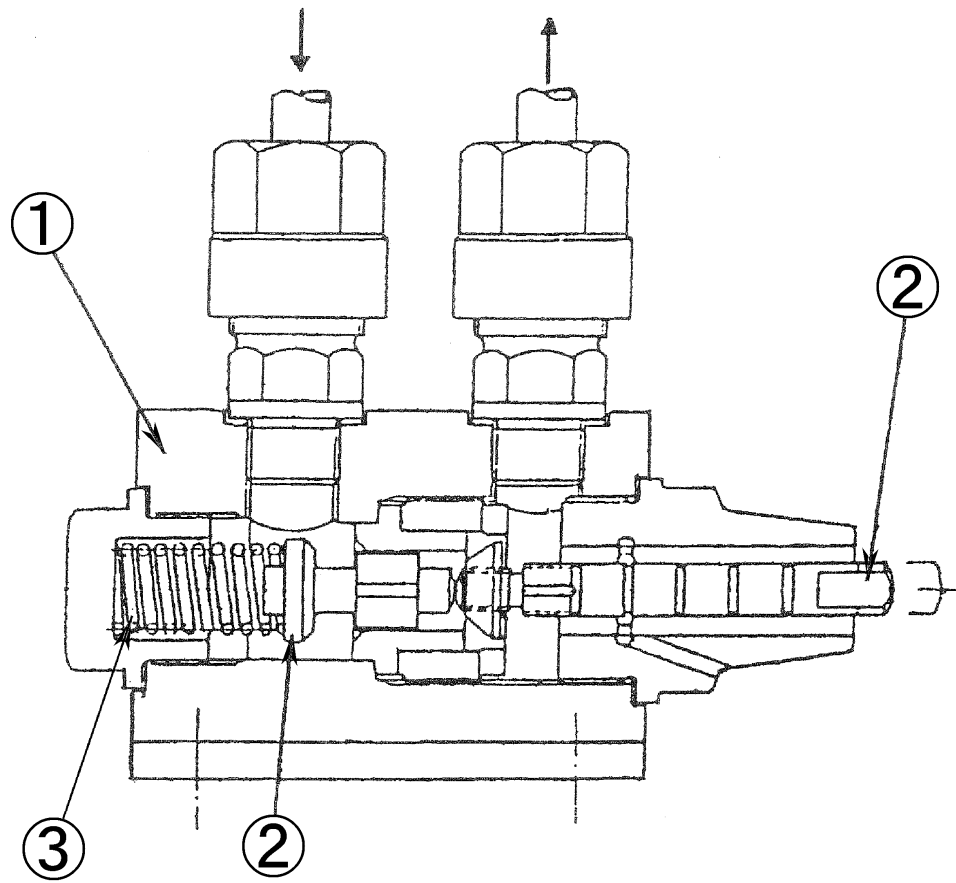
泊2号炉のディーゼル機関には、1台につき1個のインターロック弁が組み込まれており、ターニング装置がはずみ車に嵌入されているときには、始動空気管制弁への送気ラインを閉鎖し、機関が始動しないようにしている。

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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-51及び表2.1-52に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	弁体
③	ばね

図2. 1-26 泊2号炉 ディーゼル機関 インターロック弁組立品構造図

表2.1-51 泊2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
弁体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛) 銅合金
ばね	ピアノ線

表2.1-52 泊2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]
------	-----------------

(3) 始動空気管制弁組立品

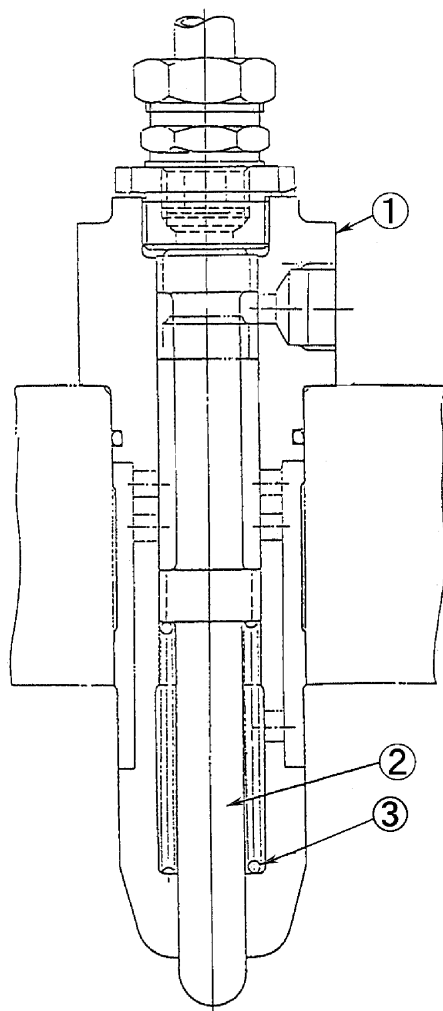
a. 構造

泊2号炉のディーゼル機関には、1台につき12個の始動空気管制弁が組み込まれており、機能としては、各シリンダの始動弁の開閉を制御する管制空気を供給する。ピストン弁が管制空気通路を形成する弁箱に収納されている。ピストン弁はカム軸により駆動される。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-53及び表2.1-54に示す。



No.	部位
①	弁箱
②	ピストン弁
③	ばね

図2.1-27 泊2号炉 ディーゼル機関 始動空気管制弁組立品構造図

表2.1-53 泊2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	炭素鋼, 銅合金鋳物
ばね	ピアノ線

表2.1-54 泊2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	214rpm
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调速機に与えると、调速機は負荷変動に対して指令された回転数を保持するよう、燃料噴射ポンプ調整装置を介して燃料噴射ポンプの噴射量を制御する。

また、緊急停止信号により非常停止装置を作動させ、燃料噴射ポンプ調整装置のリンク機構を介して燃料噴射ポンプの噴射を止め、機関を停止させる。

(1) 调速機組立品

a. 構造

调速機は、调速機本体とその上部カバーに取付けられた调速機電動機から構成される。

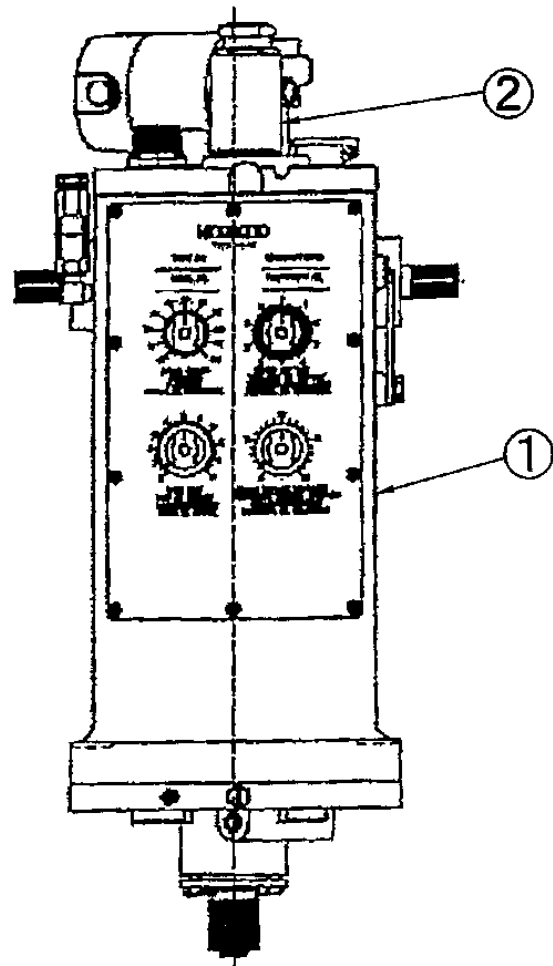
调速機本体のケーシング内には機関の回転検出機構と燃料調節機構が内蔵されている。

機関の回転数検出は、機関歯車列から调速機本体下部の駆動軸を介して内部の回転検出機構に伝えることにより行われる。燃料調節は调速機本体側面の出力軸の回転角度の変化として出力され、この出力軸に燃料噴射ポンプ調整装置を結合することによって燃料噴射ポンプからの燃料の増減が行われる。

泊2号炉のディーゼル機関调速機組立品の構造図を図2.1-28に示す。

b. 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関调速機組立品の主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-55及び表2.1-56に示す。



No.	部位
①	調速機本体
②	調速機電動機

図2.1-28 泊2号炉 ディーゼル機関 調速機組立品構造図

表2.1-55 泊2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
調速機電動機	消耗品・定期取替品

表2.1-56 泊2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	428rpm
調速機回転数	1,027rpm
電圧	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及びこれらのリンク間を連結し、12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及びシャフトを支える軸受である。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-57及び表2.1-58に示す。

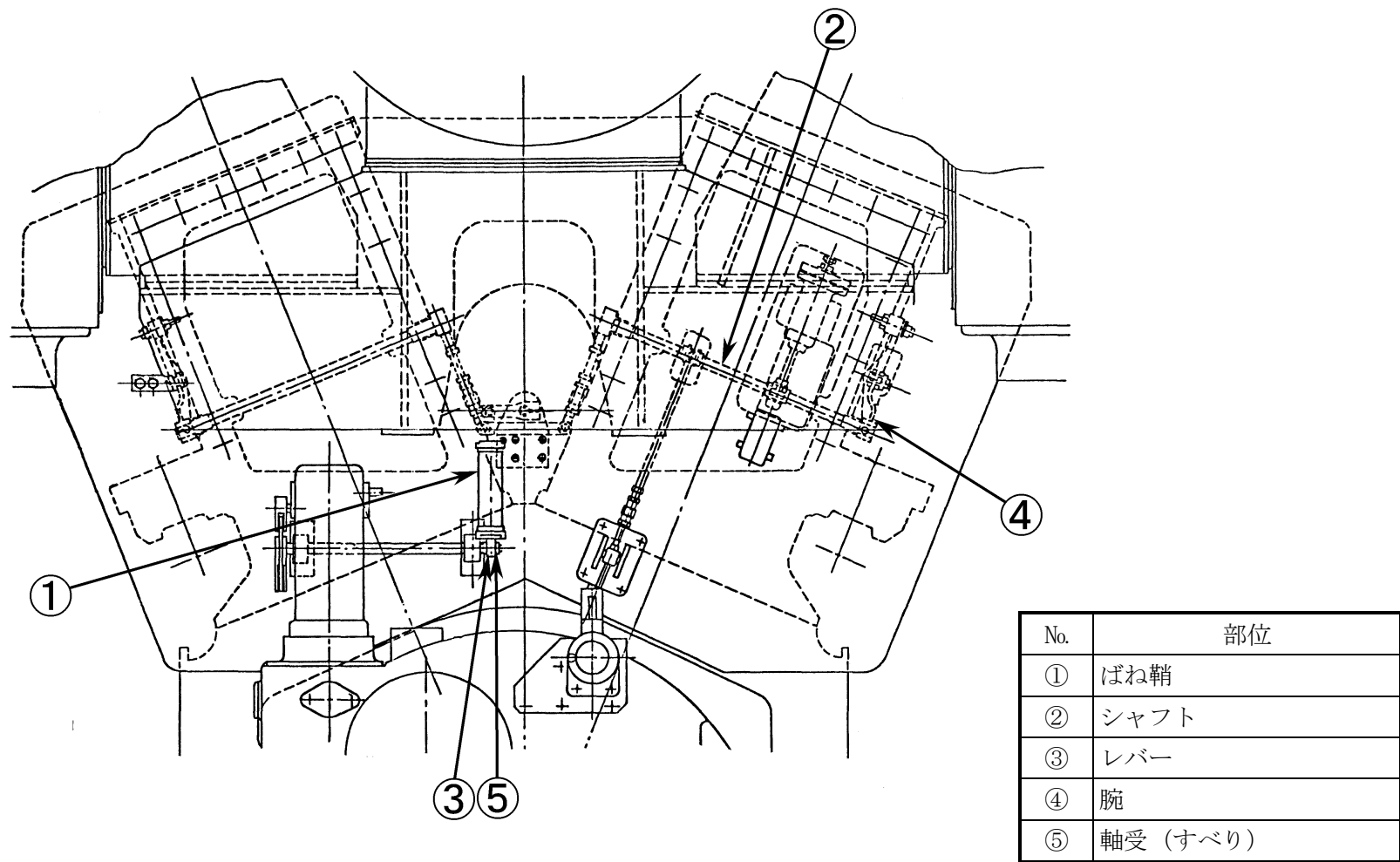


図2.1-29 泊2号炉 ディーゼル機関 燃料噴射ポンプ調整装置組立品構造図

表2.1-57 泊2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 泊2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	約46℃
------	------

(3) 非常停止装置組立品

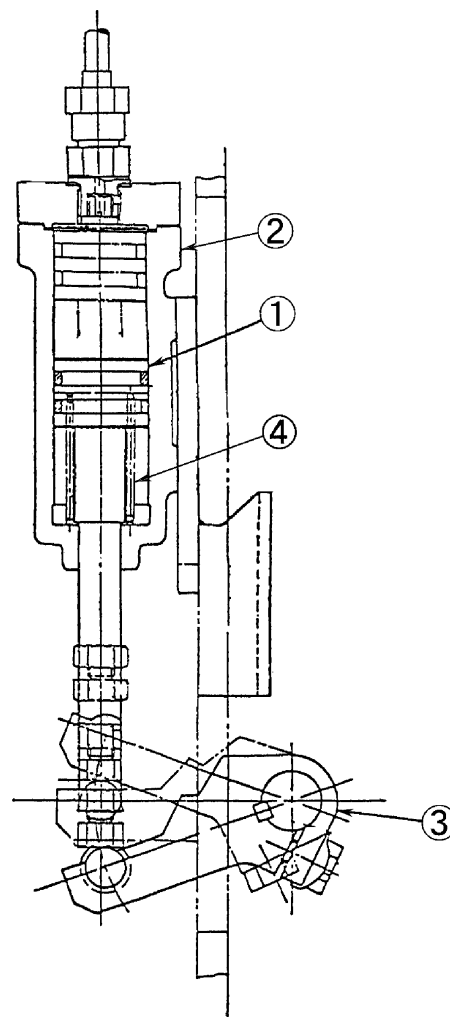
a. 構造

非常停止装置は、ピストン、ピストン案内及びレバーから構成されており、作動空気によりピストンを作動させることによって、機関を停止させる。

泊2号炉のディーゼル機関非常停止装置組立品の構造図を図2.1-30に示す。

b. 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関非常停止装置組立品の主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-59及び表2.1-60に示す。



No.	部位
①	ピストン
②	ピストン案内
③	レバー
④	ばね

図2.1-30 泊2号炉 ディーゼル機関 非常停止装置組立品構造図

表2.1-59 泊2号炉 ディーゼル機関
非常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 泊2号炉 ディーゼル機関
非常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

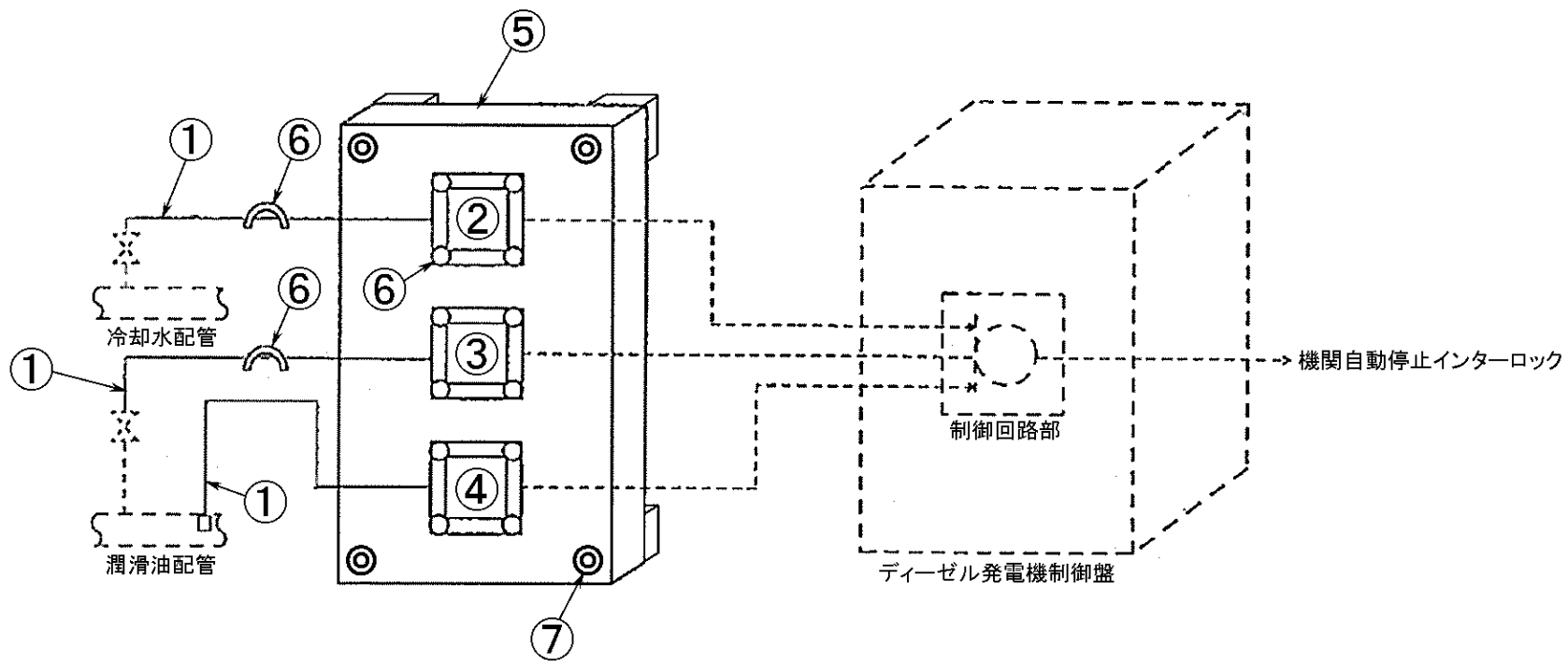
圧力スイッチは、ディーゼル機関の冷却水又は、潤滑油の圧力が異常に低下した場合に、ディーゼル機関を自動停止させる信号を発信する機能を有している。

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。

泊2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. 材料及び使用条件

泊2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及び使用条件を表2.1-61及び表2.1-62に示す。



No.	部位	No.	部位
①	計装配管	⑤	計器盤
②	冷却水圧力スイッチ	⑥	取付ボルト (計装配管・スイッチ)
③	潤滑油圧力スイッチ	⑦	取付ボルト (計器盤)
④	潤滑油温度スイッチ		

図2.1-31 泊2号炉 ディーゼル機関 圧力・温度スイッチ主要機器構成図

表2.1-61 泊2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	冷却水圧力スイッチ	ステンレス鋼ほか
	潤滑油圧力スイッチ	ステンレス鋼ほか
	潤滑油温度スイッチ	ステンレス鋼ほか
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）	炭素鋼，ステンレス鋼
	取付ボルト（計器盤）	ステンレス鋼

表2.1-62 泊2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46℃
------	------

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4つの項目がある。

- 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，主要な機器又は組立品に分解し，更にこれらを主要な部位に展開した上で，個々の部位の構造，材料，使用条件（水質，圧力，温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) はずみ車等の外面からの腐食（全面腐食）

はずみ車、間隔板、シリンダカバー、カバーボルト、シリンダ冷却水ポンプ等ケーシング、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、シリンダブロック、フレーム、クランク室安全弁プレート、シリンダ安全弁等弁箱、燃料噴射弁弁本体、始動弁案内筒及びボルト、调速機本体、燃料噴射ポンプ調整装置ばね鞘、シャフト、レバー及び腕、非常停止装置ピストン案内及びレバー、計器盤及び取付ボルトは炭素鋼、炭素鋼鋳鋼、低合金鋼又は鋳鉄であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装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) シリンダライナ等純水接液部の腐食（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，タービンハウジング，排気弁箱，シリンダブロック及び燃料噴射弁弁本体は鋳鉄，特殊鋳鉄，炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり，内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であるため，長期使用により腐食が想定される。

しかしながら，分解点検時の目視確認により，機器の健全性を維持している。

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

(3) 吸気弁，排気弁の弁棒，弁箱及びロートキャップの摩耗

弁棒，弁箱及びロートキャップは弁の開閉により摩耗が想定される。

しかしながら，分解点検時の目視確認や寸法計測により状態を確認し，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) 空気冷却器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）

空気冷却器の管側流体は海水であり，接液部に銅合金を使用している管板は，長期使用により腐食が想定される。

また，炭素鋼を使用している水室は，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，分解点検時の目視確認によりライニング等の状態を確認し，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。

(5) 空気冷却器伝熱管の内面の腐食（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、渦流探傷検査及び漏えい検査を実施し、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。

(6) 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、伝熱管の洗浄を実施することで伝熱性能を維持している。

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。

(7) 燃料油供給ポンプ軸と軸スリーブの固着

燃料油供給ポンプの軸スリーブ内面の油溝に潤滑油の残渣が堆積していくと潤滑油の流れが妨げられ、軸と軸スリーブの摺動部の接触抵抗が大きくなることが想定される。

しかしながら、分解点検時に潤滑油残渣のないことを確認し、作動確認することで、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。

(8) 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弁体等，燃料噴射ポンププランジャ等及び潤滑油ポンプ調圧弁弁体等は，作動による摺動に伴い摩耗が想定される。

しかしながら，分解点検時の目視確認や寸法計測により，機器の健全性を維持している。

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

(9) 始動弁弁箱等の摺動部の摩耗

始動弁，インターロック弁及び始動空気管制弁の弁箱等は，弁等の作動により摩耗が想定される。

しかしながら，分解点検時の目視確認や寸法計測により状態を確認し，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) 燃料噴射ポンプ調整装置組立品各リンクの固着

燃料噴射ポンプ調整装置組立品を構成している各リンクは，いずれもばね鞘，シャフト，レバー，腕，軸受の要素から構成されている。当該部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，摺動抵抗測定及び負荷運転時の性能確認により，機器の健全性を維持している。

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

(11) 圧力・温度スイッチの接点部の導通不良

圧力・温度スイッチは，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。

また，機器の動作確認により導通不良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。

(12) 圧力・温度スイッチの特性変化

圧力・温度スイッチは、長期間の使用に伴い、特性の変化が想定される。

しかしながら、圧力・温度スイッチは測定対象ごとに耐圧性、耐食性等を考慮した材料を選定し設計しており、屋内に設置されていることから環境変化の程度が小さく、短期間での特性が変化する可能性は小さいと考える。

また、校正試験・調整を実施し、精度が保たれている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。

(13) 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）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。

(14) 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、また、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）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。

(15) ピストン等の摺動部の摩耗

ピストン及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及びクランク軸と主軸受の各摺動部には摩耗が想定される。

しかしながら，当該部は油雰囲気であり，摩耗が発生しがたい環境にある。

また，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維持している。

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

(16) 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及び排気管内に燃焼ガスが残留し，この燃焼ガス中の二酸化硫黄と水分とが結合すると硫酸になる。このため，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（内面）及び排気管（内面）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及び排気管内に残留する燃焼ガスは停止後に行われるエアークリーンにより燃焼室及び排気管内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，腐食発生の可能性は小さい。

また，分解点検時の目視確認により機器の健全性を維持している。

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

(17) ピストン上部頂面等燃焼室構成部品へのカーボン堆積

燃焼室構成部品であるピストン上部，ピストン下部，シリンダライナ及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，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。

(18) 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には、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及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。

また、試運転時等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認や浸透探傷検査により機器の健全性を維持している。

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

(19) 歯車及び歯車ポンプケーシングの摩耗

補助ポンプ駆動歯車等の歯車は、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。また、燃料油供給ポンプ等は歯車ポンプであり、歯車及び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、歯面及びケーシングは潤滑油又は燃料油により、摩耗が発生しがたい環境にある。

また、機関の運転時間は年間30時間程度と短い。

更に、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維持している。

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

(20) 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し、クランク軸のねじり振幅及びこれによるねじり応力を抑制する機能を有している。このため接触部の摩耗が想定される。

しかしながら、当該部は油雰囲気であり、摩耗が発生しがたい環境にある。

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。

(21) 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、鋳鉄及び炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、当該部は油霧囲気であり、腐食が発生しがたい環境にある。

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。

(22) カム軸等の摩耗

カム軸とカム軸受（すべり）、燃料カム等と動弁駆動装置のローラ及び軸と軸ブッシュ等は、それぞれ摺動又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、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にある。

また、機関の運転時間は短く、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維持している。

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

(23) 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及び機器配置設計段階において考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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。

(24) 過給機タービンハウジング等へのカーボン堆積

過給機タービンハウジング及びタービンノズルには、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、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。

(25) ピストン上部（頂部）等の疲労割れ

ピストン上部（頂部）、シリンダライナ及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、また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いる。

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

なお、分解点検時の目視確認や浸透探傷検査により機器の健全性を確認している。

(26) 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いる。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策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。

(27) 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発生の可能性は小さい。

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、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。

(28) フレーム及び潤滑油ポンプ調圧弁弁箱の内面からの腐食（全面腐食）

フレーム及び潤滑油ポンプ調圧弁弁箱は鋳鉄又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、内部流体が油又は潤滑油であり、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。

(29) シリンダ安全弁弁箱等の摺動部の摩耗

シリンダ安全弁の弁箱及び弁棒は、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。

(30) 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。

(31) 燃料油供給ポンプ調圧弁等のばねの変形（応力緩和）

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

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ピストン組立品ピストンリング、ピストン組立品Ｏリング、シリンダライナ組立品気密リング、シリンダライナ組立品ゴムリング、シリンダ冷却水ポンプ組立品軸受（ころがり）、シリンダ冷却水ポンプ組立品メカニカルシール、過給機組立品軸受（ころがり）、排気管組立品パッキン、燃料油供給ポンプ組立品グラントパッキン、燃料油供給ポンプ組立品オイルシール及び始動弁組立品Ｏリングは、分解点検時に取替える消耗品である。

また、連接棒組立品ピストンピン軸受、連接棒組立品クランクピン軸受、連接棒組立品スイングピン軸受、カム軸組立品カム軸受（すべり）、吸気弁組立品ブッシュ、排気管組立品伸縮継手、排気管組立品防熱布団、排気弁組立品ブッシュ、動弁駆動装置組立品ローラ、動弁駆動装置組立品ローラブッシュ、動弁駆動装置組立品軸ブッシュ、シリンダブロック及びフレーム組立品主軸受（すべり）、燃料油供給ポンプ組立品軸受（すべり）、燃料油供給ポンプ調圧弁組立品ブッシュ、燃料噴射ポンプ組立品燃料噴射管、燃料噴射弁組立品ノズル、潤滑油ポンプ組立品軸受（すべり）、潤滑油ポンプ調圧弁組立品ブッシュ、調速機組立品調速機電動機、燃料噴射ポンプ調整装置組立品軸受（すべり）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。

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(1/15) 泊2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	部位	消耗品・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	ピストン組立品	ピストン上部		低合金鋼	△	△	(頂部) △				△*1	*1:カーボン堆積	
			ピストン下部		鍛造アルミ	(ピン穴) △						△*1		
			ピストンリング	◎	—									
			Oリング	◎	—									
			ピストンピン		低合金鋼	△								
		連接棒組立品	主連接棒		低合金鋼									
			副連接棒		低合金鋼									
			上部冠		炭素鋼									
			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(2/15) 泊2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	部位	消耗品・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	クランク軸組立品	クランク軸		炭素鋼	△		△*1				*1：高サイクル疲労割れ
			はずみ車		炭素鋼		△					
			補助ポンプ駆動歯車		低合金鋼	△						
			ねじり振動防止装置		鋳鉄 炭素鋼	△	△					
			カップリングボルト		炭素鋼			△				
			間隔板		炭素鋼		△					
		カム軸駆動装置組立品	クランク軸付歯車		低合金鋼	△						
			中間歯車		低合金鋼 炭素鋼	△						
			カム軸歯車		炭素鋼	△						
		カム軸組立品	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(3/15) 泊2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	部位		消耗品・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	組立品 シリンダライナ	シリンダライナ		特殊鋳鉄	△	△*1,*2	△				△*3	*1：純水接液部 *2：燃焼室面 *3：カーボン堆積 *4：外面
			気密リング	◎	—								
			ゴムリング	◎	—								
		組立品 シリンダカバー	シリンダカバー		鋳鉄		△*1,*2,*4	△				△*3	
			カバーボルト		低合金鋼		△*4						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(4/15) 泊2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	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
						減肉		割れ		材質変化			その他
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
100%負荷耐力保有	冷却水供給	シリンダ冷却水ポンプ組立品	ケーシング		鋳鉄		△*1,*2					*1：外面 *2：純水接液部 *3：高サイクル疲労割れ *4：キャビテーション	
			軸		ステンレス鋼			△*3					
			羽根車		銅合金鋳物		△*4						
			軸受(ころがり)	◎	—								
			メカニカルシール	◎	—								
			駆動歯車		低合金鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(5/15) 泊2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	部位	消耗品・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)	吸気管組立品 吸気管		炭素鋼		△*1					*1: 外面	
		吸気弁組立品	吸気弁棒		耐熱鋼 (ステライト肉盛)	△						*2: 変形 (応力緩和)
			吸気弁箱		鋳鉄	△						*3: 流れ加速型 腐食
			ブッシュ	◎	—							
			ばね		ピアノ線						△*2	*4: スケール付着
			ロートキャップ		低合金鋼	△						*5: 異種金属 接触腐食
	空気冷却器組立品	フレーム		炭素鋼		△*1						
		管板		銅合金		△					*6: 純水接液部	
		伝熱管		銅合金		△*3				△*4	*7: 内面	
		水室		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△*5					*8: カーボン堆積 *9: 高サイクル 疲労割れ	
	吸排気系	過給機組立品	タービンハウジング		鋳鉄		△*1, *6, *7				△*8	*10: クリープ
			タービンノズル		鋳鉄 ステンレス鋼						△*8	
			タービンブレード		ニッケルクロム鋼							
			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		クロムモリブデン バナジウム鋼			△*9				△*10
			軸受(ころがり)	◎	—							

△: 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

表2.2-1(6/15) 泊2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	部位	消耗品・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)	排気管組立品	排気管		炭素鋼		△ ^{*1,*2}					△ ^{*3}	*1：外面 *2：内面 *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								
		排気弁組立品	排気弁棒		耐熱鋼 (ステライト肉盛)	△							
			排気弁箱		炭素鋼鋳鋼	△	△ ^{*4}						
			ブッシュ	◎	—								
			ばね		ピアノ線							△ ^{*5}	
			ロート キャップ		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(7/15) 泊2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	部位	消耗品・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	動弁駆動装置組立品	ローラ	◎	—								
		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	△							

△：高経年化対策上着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(8/15) 泊2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	部位	消耗品・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	シリンダブロック及びフレーム組立品 シリンダブロック		鋳鉄		△ ^{*1,*2}					*1：外面 *2：純水接液部 *3：内面	
		シリンダブロック及びフレーム組立品 主軸受（すべり）	◎	—								
		シリンダブロック及びフレーム組立品 フレーム		鋳鉄		△ ^{*1,*3}						
		シリンダブロック及びフレーム組立品 基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(9/15) 泊2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	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
						減肉		割れ		材質変化			その他
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
100%負荷耐力保有	その他	安全弁組立品 クランク室	プレート		炭素鋼		△*1					*1：外面 *2：変形 (応力緩和)	
			ばね		硬鋼線						△*2		
		シリンダ安全弁組立品	弁箱		鋳鉄	△	△*1						
			弁棒		炭素鋼	△							
			ばね		ばね鋼								△*2

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(10/15) 泊2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	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考		
					減肉		割れ		材質変化			その他	
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
時間内起動	燃料油供給	燃料油供給ポンプ組立品	ケーシング		炭素鋼鋳鋼	△	△*1						*1：外面 *2：高サイクル疲労割れ *3：固着 *4：変形(応力緩和)
			軸		炭素鋼			△*2				△*3	
			駆動歯車		炭素鋼	△							
			被駆動歯車		炭素鋼	△							
			軸受(すべり)	◎	—								
			グランドパッキン	◎	—								
			オイルシール	◎	—								
			軸スリーブ		銅合金鋳物							△*3	
		燃料油供給ポンプ調圧弁組立品	弁箱		炭素鋼鋳鋼		△*1						
			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	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(11/15) 泊2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	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
時間内起動	燃料油供給	燃料噴射ポンプ組立品	ケーシング		鋳鉄		△*1					*1：外面 *2：キャビテーション *3：高サイクル疲労割れ *4：変形（応力緩和） *5：純水接液部
			プランジャ		工具鋼	△						
			スリーブ		低合金鋼	△						
			デフレクタ		工具鋼		△*2					
			ローラ		低合金鋼	△						
			滑筒		炭素鋼鋳鋼	△						
			ローラピン		低合金鋼	△		△*3				
			弁		工具鋼	△						
			燃料噴射管	◎	—							
			ばね		ばね鋼						△*4	
		燃料噴射弁組立品	弁本体		炭素鋼		△*1,*5					
			ノズル	◎	—							
			ばね		ピアノ線						△*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(12/15) 泊2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	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
					減肉		割れ		材質変化		その他		
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化			
時間内起動	潤滑油供給	潤滑油ポンプ組立品	ケーシング		鋳鉄	△	△*1						*1：外面 *2：内面 *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)	◎	—								
		潤滑油ポンプ調圧弁組立品	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							△*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(13/15) 泊2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	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
						減肉		割れ		材質変化			その他
						摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
時間内起動	始動空気供給 (始動空気系)	始動弁組立品	弁箱		铸铁	△						*1：変形 (応力緩和) *2：外面	
			管制ピストン		銅合金	△							
			○リング	◎	—								
			弁		炭素鋼	△							
			ばね		ピアノ線						△*1		
			案内筒		铸铁	△	△*2						
			ボルト		低合金鋼		△*2						
	始動空気供給 (管制空気系)	インターロック弁組立品	弁箱		炭素鋼	△							
			弁体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛) 銅合金	△							
			ばね		ピアノ線						△*1		
		始動空気管制弁組立品	弁箱		铸铁	△							
			ピストン弁		炭素鋼 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(14/15) 泊2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	部位		消耗品・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	組立品	調速機本体		鋳鉄		△ ^{*1}					*1：外面 *2：固着 *3：変形 (応力緩和)	
			調速機電動機	◎	—								
		調整装置組立品	ばね鞘		炭素鋼		△ ^{*1}						△ ^{*2}
			シャフト		炭素鋼		△ ^{*1}						△ ^{*2}
			レバー		炭素鋼		△ ^{*1}						△ ^{*2}
			腕		炭素鋼		△ ^{*1}						△ ^{*2}
			軸受(すべり)	◎	—								
		組立品	ピストン		ステンレス鋼								
			ピストン案内		鋳鉄		△ ^{*1}						
			レバー		炭素鋼		△ ^{*1}						
			ばね		ピアノ線								△ ^{*3}

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(15/15) 泊2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	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	プロセスの伝達機能 構成品 計装配管			ステンレス鋼									*1：外面	
		信号変換機能構成品	冷却水 圧力スイッチ			ステンレス鋼ほか					△	△			
			潤滑油 圧力スイッチ			ステンレス鋼ほか					△	△			
			潤滑油 温度スイッチ			ステンレス鋼ほか					△	△			
		機器の支持機能構成品	計器盤			炭素鋼		△*1							
			取付ボルト	計装配管・ スイッチ			炭素鋼 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）

1.3 ディーゼル機関付属設備

[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

泊2号炉で使用されているディーゼル機関付属設備は、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

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, 材料及び使用条件	2
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	21

1. 技術評価対象機器

泊2号炉のディーゼル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 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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*2	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) [一時(機関運転時運転)]	約0.49	約65
燃料油移送ポンプ (2)	MS-1	一時(タンク補給時運転) [一時(タンク補給時運転)]	約0.34	約50

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. ポンプの技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 燃料弁冷却水ポンプ

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル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、ケーシング及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。

ポンプ用電動機は、出力2.2kW、回転数2,880rpmの全閉外扇形三相誘導電動機(低圧ポンプ用電動機)であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

泊2号炉のディーゼル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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料弁冷却水ポンプの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

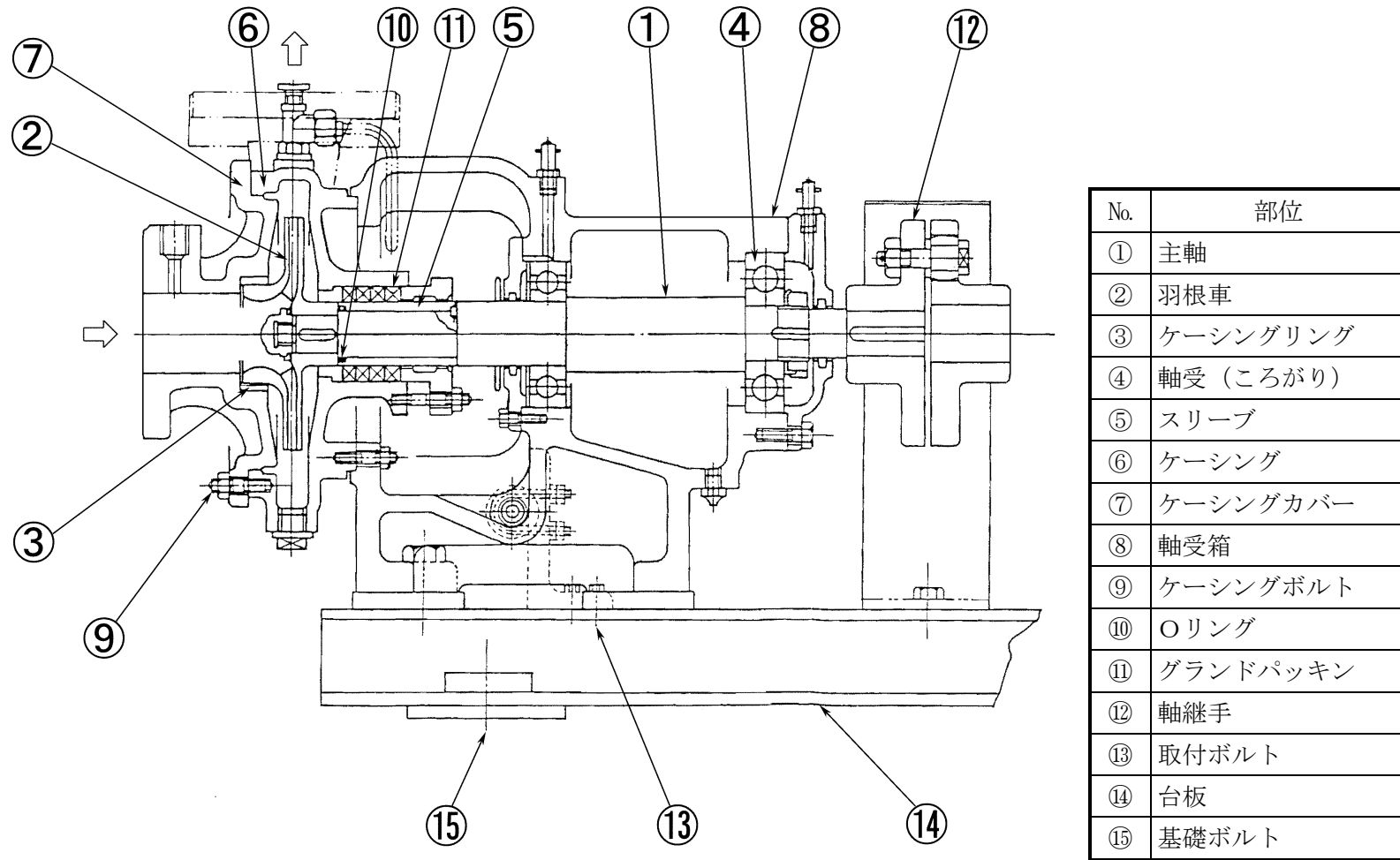


図2.1-1 (1/2) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 燃料弁冷却水ポンプ構造図

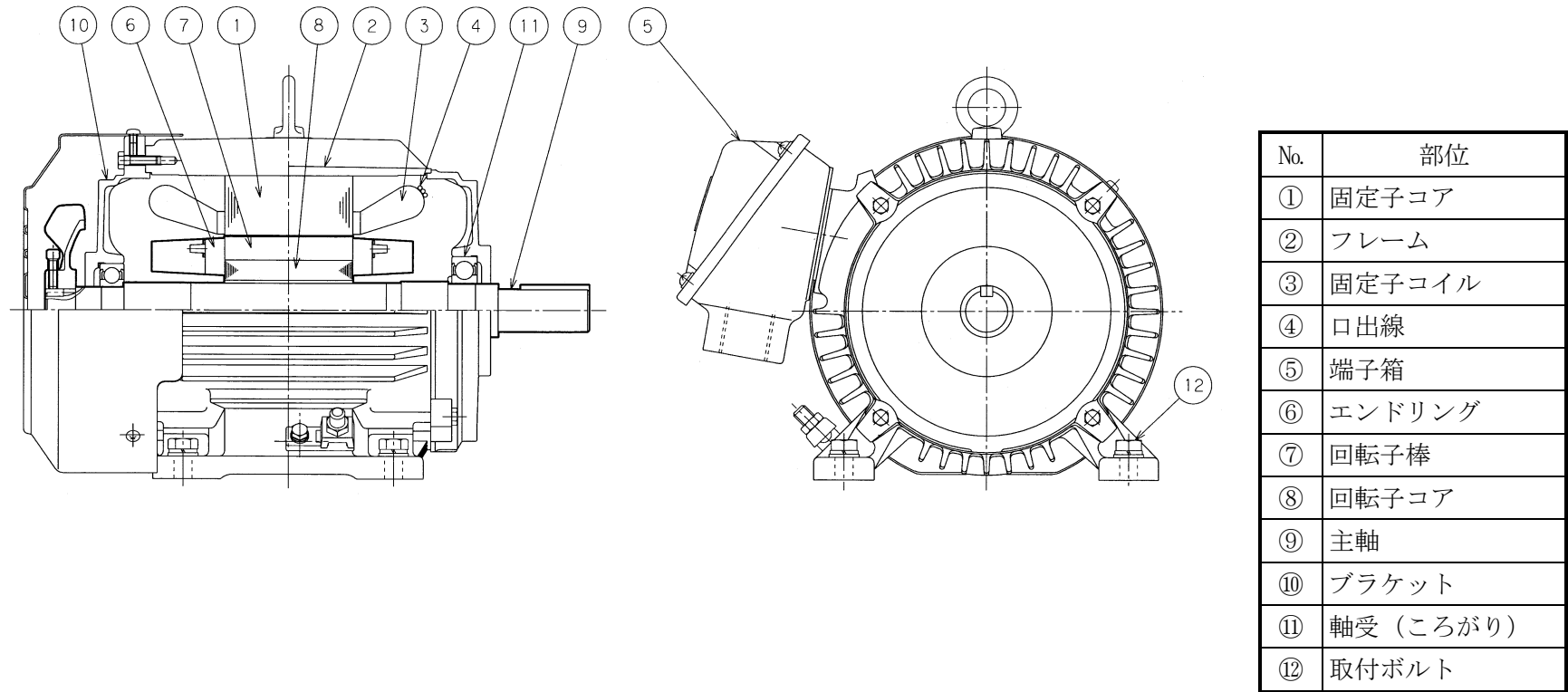


図2.1-1 (2/2) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 燃料弁冷却水ポンプ構造図 (電動機)

表2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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
電動機	固定子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	フレーム	鋳鉄
	固定子コイル	銅，ポリエステルイミド+ポリアミドイミド/ ポリエステル樹脂（F種絶縁）
	口出線	銅，シリコーンゴム（F種絶縁）
	端子箱	鋳鉄
	回転子棒・エンドリング	アルミニウムダイカスト
	回転子コア	珪素鋼板
	主軸	炭素鋼
	ブラケット	鋳鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-2 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
燃料弁冷却水ポンプの使用条件

最高使用圧力	約0.49MPa[gage]
最高使用温度	約65℃
容量	約4m ³ /h
内部流体	純水
定格電圧	440V
定格出力	2.2kW
定格回転数	2,880rpm
周囲温度	約46℃
設置場所	屋内

2.1.2 燃料油移送ポンプ

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル機関付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。

主軸と駆動歯車及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。

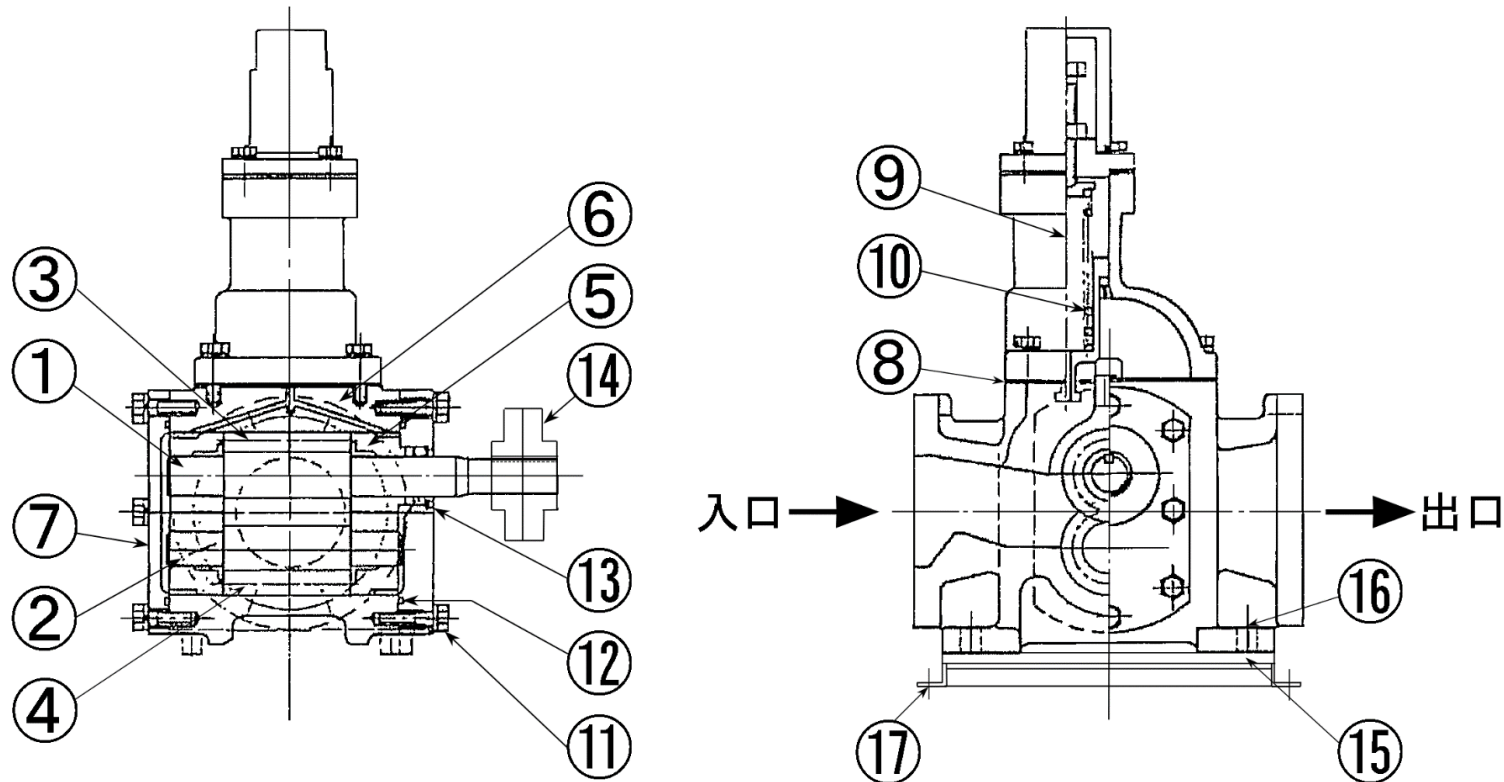
軸封部には、燃料油の漏れを防止するため、オイルシールを使用している。

ポンプ用電動機は、出力11kW、回転数1,430rpmの全閉外扇形三相誘導電動機（低圧ポンプ用電動機）であり、ポンプの主軸に軸継手を介して設置している。

泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油移送ポンプの構造図を図2.1-2に示す。

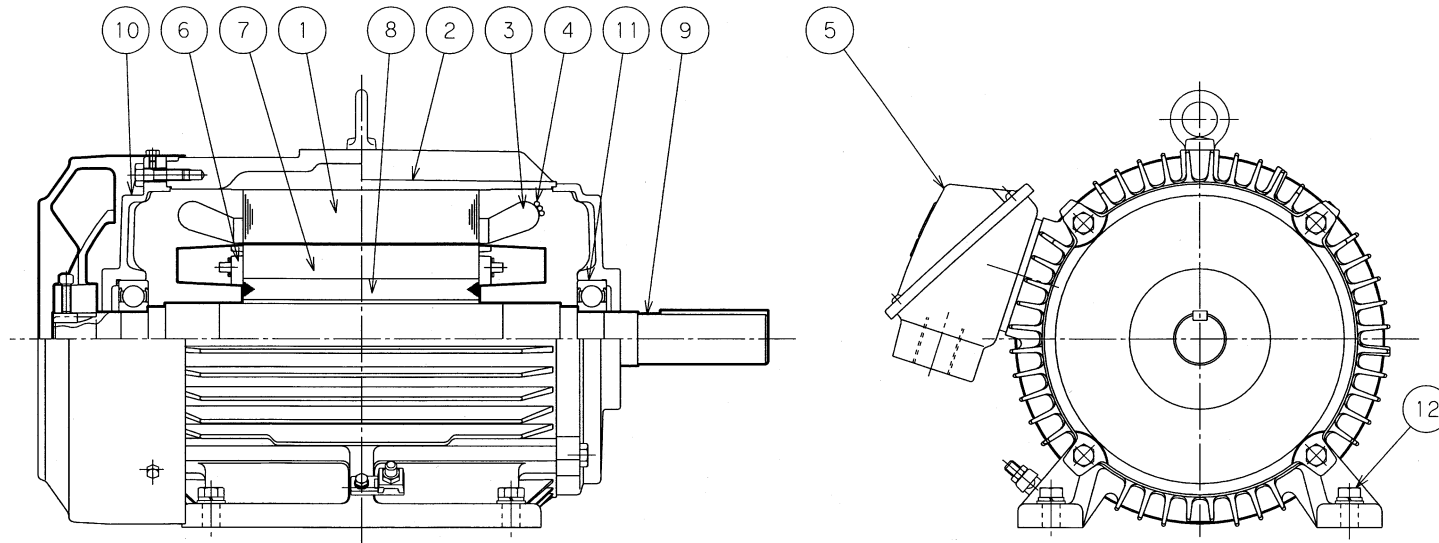
(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油移送ポンプの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部位
①	主軸
②	従動軸
③	駆動歯車
④	従動歯車
⑤	軸受 (すべり)
⑥	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) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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	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2.1-2 (2/2) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 燃料油移送ポンプ構造図 (電動機)

表2.1-3 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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
	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	鋳鉄
	台板，取付ボルト，基礎ボルト	炭素鋼
電動機	固定子コア	珪素鋼板（ワニス処理）
	フレーム	鋳鉄
	固定子コイル	銅，ポリエステルイミド+ポリアミドイミド/ ポリエステル樹脂（F種絶縁）
	口出線	銅，シリコーンゴム（F種絶縁）
	端子箱	鋳鉄
	回転子棒・エンドリング	アルミニウムダイカスト
	回転子コア	珪素鋼板
	主軸	炭素鋼
	ブラケット	鋳鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-4 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
燃料油移送ポンプの使用条件

最高使用圧力	約0.34MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
容量	約25m ³ /h
内部流体	燃料油 (軽油)
定格電圧	440V
定格出力	11kW
定格回転数	1,430rpm
周囲温度	約46℃
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、圧力及び温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1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) 固定子コイル及び口出線の絶縁低下 [共通]

固定子コイル及び口出線の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的、環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) ケーシング等の内面からの腐食（全面腐食） [燃料弁冷却水ポンプ]

燃料弁冷却水ポンプのケーシング及びケーシングカバーは炭素鋼鋳鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(2) ケーシング等の外面の腐食（全面腐食） [共通]

軸受箱、ケーシング、ケーシングカバー及びリリーフ弁は鋳鉄及び炭素鋼であり、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) 台板及び取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

台板及び取付ボルトは炭素鋼であり、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) フレーム、端子箱及びブラケットの腐食（全面腐食）〔共通〕

フレーム、端子箱及びブラケットは鋳鉄であり、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。

(5) 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及び各電動機については、軸受と主軸の接触面の摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により機器の健全性を維持している。

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

一方、すべり軸受を使用している燃料油移送ポンプについては、軸受と主軸の接触面での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油を供給し、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。

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) 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、ポンプ及び電動機設計時には高サイクル疲労を考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

また、試運転時等における振動確認及び分解点検時の応力集中部に対する目視確認により機器の健全性を維持している。

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

(7) 羽根車の腐食（キャビテーション） [燃料弁冷却水ポンプ]

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

しかしながら、キャビテーションを起こさない条件はポンプ及び機器配置設計段階において考慮しており、この設計上の考慮は経年的に変化するものではない。

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。

(8) 軸受箱の内面からの腐食（全面腐食） [燃料弁冷却水ポンプ]

軸受箱は鋳鉄であり、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内面については油雰囲気であり、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。

- (9) ケーシング等の内面からの腐食（全面腐食） [燃料油移送ポンプ]
ケーシング、ケーシングカバー及びリリーフ弁は炭素鋼鋳鋼及び炭素鋼であり、内面からの腐食が想定される。
しかしながら、内部流体は燃料油であり、腐食が発生しがたい環境にある。
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。
- (10) ケーシングボルトの腐食（全面腐食） [共通]
ケーシングボルトは、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、分解点検時の目視確認等により、有意な腐食がないことを確認し、締付管理により漏えい防止を図っている。
したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
- (11) 歯車及びケーシングの摩耗 [燃料油移送ポンプ]
燃料油移送ポンプは歯車ポンプであり、歯車及び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、内部流体は燃料油であることから、摩耗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。
- (12) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食） [共通]
固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。
しかしながら、固定子コアはワニス処理、回転子コアは塗装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。

(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、電動機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、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、疲労割れが想定されない。

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) 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。

(15) リリーフ弁ばねの変形（応力緩和） [燃料油移送ポンプ]

リリーフ弁ばねには、常時内部流体圧力に相当する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ことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）、スリーブ、Oリング、グラウンドパッキン、オイルシール及びガスケットは、分解点検時に取替える消耗品であり、ケーシングリング及び軸受（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(1/3) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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：キャビテーション	
	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		△(内面) △(外面)						
	軸継手			鋳鉄								
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)							
	ケーシングカバー		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)							
	ケーシングボルト		炭素鋼		△							
	Oリング	◎	—									
	グランドパッキン	◎	—									
機器の支持	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)ポンプ用電動機については、表2. 2-1(3/3)に記載

表2.2-1(2/3) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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		鋳鉄								
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼鋳鋼	△	△(内面) △(外面)						
	ケーシングカバー		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	リリーフ弁		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	リリーフ弁ばね		ピアノ線						△*2		
	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)ポンプ用電動機については、表2.2-1(3/3)に記載

表2.2-1(3/3) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 ポンプ用電動機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象								備考
				減肉		割れ		絶縁	導通	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		珪素鋼板		△							*1：高サイクル疲労割れ
	フレーム		鋳鉄		△							
	固定子コイル		銅, ポリエステルイミド +ポリアミドイミド /ポリエステル樹脂					○				
	口出線		銅, シリコンゴム					○				
	端子箱		鋳鉄		△							
	回転子棒・エンドリング		アルミニウムダイカスト			△						
	回転子コア		珪素鋼板		△							
	主軸		炭素鋼	△		△*1						
	ブラケット		鋳鉄		△							
軸受(ころがり)	◎	—										
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 固定子コイル及び口出線の絶縁低下 [共通]

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線の絶縁低下については、低圧ポンプ用電動機と同様であることから、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下の事象の説明を参照のこと。

b. 技術評価

いずれの電動機も電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は、低圧ポンプ用電動機と同様であることから、固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価については、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

c. 高経年化への対応

いずれの電動機も電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は、低圧ポンプ用電動機と同様であることから、固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する高経年化への対応については、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する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. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	9
3. 代表機器以外への展開	15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	15

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2号炉のディーゼル機関付属設備で使用されている熱交換器の主な仕様を表1-1に示す。

これらの熱交換器を型式、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループから以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す熱交換器を型式及び内部流体を分離基準として考えると、表1-1に示すとおり、合計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及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 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 熱交換器の主な仕様

分離基準					機器名称 (台数)	選定基準					代表機器の選定	
型式	内部流体 (管側/胴側)	材料				仕様 〔熱交換量〕 : MW	重要度*1	使用条件 (管側/胴側)			代表 機器	選定理由
		胴板	水室	伝熱管				運転状態*2	最高使用圧力 (MPa [gage])	最高使用温度 (°C)		
横置直管形	海水/純水	炭素鋼	炭素鋼鑄鋼 (ライニング)	チタン	清水冷却器 (2)	約1.48	MS-1	一時*3 [一時*3]	約0.69/約0.49	約50/約90	◎	熱交換量
					燃料弁冷却水冷却器 (2)	約0.02	MS-1	一時*3 [一時*3]	約0.69/約0.49	約50/約65		
	海水/潤滑油	炭素鋼	炭素鋼鑄鋼 (ライニング)	チタン	潤滑油冷却器 (2)	約0.47	MS-1	一時*3 [一時*3]	約0.69/約0.78	約50/約80	◎	

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

*3: 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, 材料及び使用条件

2.1.1 清水冷却器

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル機関付属設備清水冷却器は, 長さ約2.5m, 胴外径約0.56m, 熱交換量約1.48MW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, 海水及び純水に接液している。海水に接液する管側耐圧構成品には, ライニングされた炭素鋼鋳鋼を使用している。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。

泊2号炉のディーゼル機関付属設備清水冷却器の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備清水冷却器の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

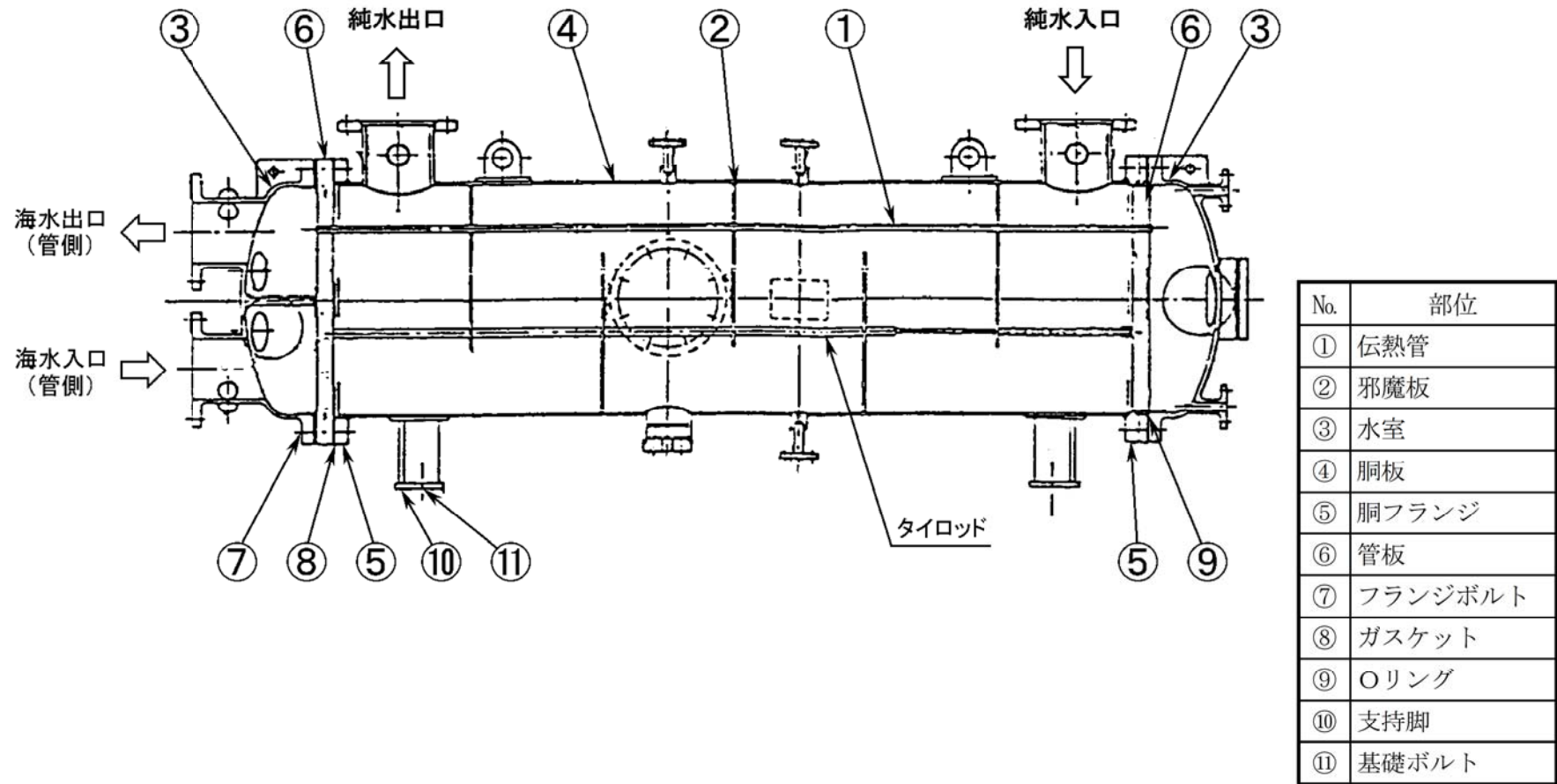


図2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 清水冷却器構造図

表2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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	炭素鋼鑄鋼+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
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
清水冷却器の使用条件

最高使用圧力	(管側) 約0.69MPa[gage]	(胴側) 約0.49MPa[gage]
最高使用温度	(管側) 約50℃	(胴側) 約90℃
内部流体	(管側) 海水	(胴側) 純水

2.1.2 潤滑油冷却器

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油冷却器は、長さ約4.5m、胴外径約0.56m、熱交換量約0.47MW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、海水及び潤滑油に接液している。海水に接液する管側耐圧構成品には、ライニングされた炭素鋼鋳鋼を使用している。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。

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油冷却器の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油冷却器の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

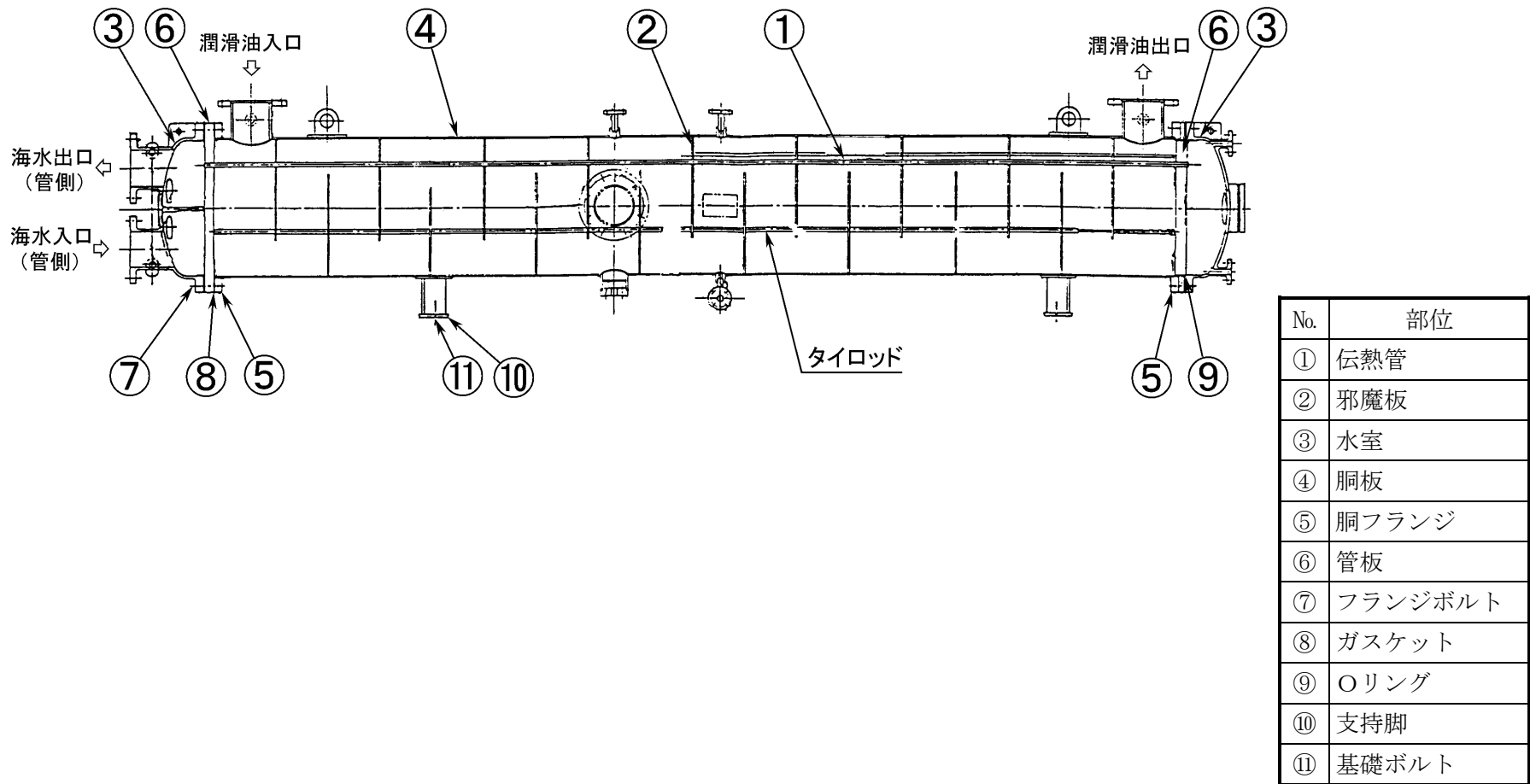


図2.1-2 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 潤滑油冷却器構造図

表2.1-3 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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	炭素鋼鋳鋼+ライニング
胴側耐圧構成品	胴板	炭素鋼
	胴フランジ	炭素鋼
管側/胴側 バウンダリ構成品	管板	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
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-4 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
潤滑油冷却器の使用条件

最高使用圧力	(管側) 約0.69MPa [gage]	(胴側) 約0.78MPa [gage]
最高使用温度	(管側) 約50℃	(胴側) 約80℃
内部流体	(管側) 海水	(胴側) 潤滑油

2.2 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、圧力及び温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ [清水冷却器]

清水冷却器の邪魔板は炭素鋼であり、接液する流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であることから腐食する可能性があり、邪魔板の管穴が腐食等により拡大した場合は、管支持が不完全となりカルマン渦との共振又は流力弾性振動の発生により、伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、分解点検時の邪魔板の目視確認及び伝熱管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。

(2) 伝熱管の内面からのスケール付着 [共通]

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、伝熱管の洗浄により伝熱性能を維持している。

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。

(3) 胴側耐圧構成品の内面及び邪魔板の腐食（全面腐食） [清水冷却器]

清水冷却器の胴板、胴フランジ及び邪魔板は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であり、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。

(4) 管側耐圧構成品の海水による腐食（異種金属接触腐食） [共通]

管側流体が海水であり、海水に接する水室の炭素鋼鋳鋼部位にはライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により炭素鋼鋳鋼に海水が接した場合、管板がチタンであるため、炭素鋼鋳鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認で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。

(5) 水室等の外面からの腐食（全面腐食） [共通]

水室、胴板及び胴フランジは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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) 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。

(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、分解点検時の目視確認等により、有意な腐食がないことを確認し、締付管理により漏えい防止を図っている。

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

(8) 伝熱管の外面からのスケール付着 [共通]

胴側流体の不純物持ち込みにより外面からの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、分解点検時の伝熱管の洗浄により伝熱性能を維持している。

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。

(9) 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ [潤滑油冷却器]

潤滑油冷却器の伝熱管は、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、伝熱管は邪魔板により、適切なスパンで支持されており、伝熱管の外表面の流体によ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している。

また、邪魔板の管穴が腐食等により拡大した場合は、管支持が不完全となりカルマン渦との共振又は流力弾性振動の発生及び伝熱管の摩耗が想定される。

しかしながら、潤滑油冷却器は邪魔板と接液する胴側流体が潤滑油であり、腐食による邪魔板の管穴拡大の可能性は小さい。

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、分解点検時の渦流探傷検査等により、機器の健全性を確認している。

(10) 胴側耐圧構成品の内面及び邪魔板の腐食（全面腐食） [潤滑油冷却器]

潤滑油冷却器の胴板、胴フランジ及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、潤滑油冷却器は胴側流体が潤滑油であり、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。

(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、「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 消耗品及び定期取替品

ガスケット及びO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(1/2) 泊2号炉 ディーゼル機関附属設備 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	△*1		△*1				△*2(内面) △*2(外面)	*1：摩耗・ 高サイクル疲労割れ *2：スケール付着 *3：異種金属接触腐食
	邪魔板		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	水室		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△*3(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	リング	◎	—								
	支持脚		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/2) 泊2号炉 ディーゼル機関附属設備 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	△ ^{*1}		△ ^{*1}				△ ^{*2} (内面) △ ^{*2} (外面)	*1：摩耗・ 高サイクル疲労割れ *2：スケール付着 *3：異種金属接触腐食
	邪魔板		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	水室		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△ ^{*3} (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	◎	—								
Oリング	◎	—									
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.1.1 伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れ

燃料弁冷却水冷却器の邪魔板は炭素鋼であり、接液する流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であることから腐食する可能性があり、邪魔板の管穴が腐食等により拡大した場合は、管支持が不完全となりカルマン渦との共振又は流力弾性振動の発生により、伝熱管の摩耗及び高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、分解点検時の邪魔板の目視確認及び伝熱管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。

3.1.2 伝熱管の内面からのスケール付着

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、伝熱管の洗浄により伝熱性能を維持している。

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。

3.1.3 胴側耐圧構成品の内面及び邪魔板の腐食（全面腐食）

胴板、胴フランジ及び邪魔板は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であり、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。

3.1.4 管側耐圧構成品の海水による腐食（異種金属接触腐食）

管側流体が海水であり、海水に接する水室の炭素鋼鋳鋼部位にはライニングを施工しているが、ライニングのはく離等により炭素鋼鋳鋼に海水が接した場合、管板がチタンであるため、炭素鋼鋳鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認で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。

3.1.5 水室等の外面からの腐食（全面腐食）

水室、胴板及び胴フランジは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、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 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、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、分解点検時の目視確認等により、有意な腐食がないことを確認し、締付管理により漏えい防止を図っている。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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 伝熱管の外面からのスケール付着

胴側流体の不純物持ち込みによる外面からの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、分解点検時の伝熱管の洗浄により伝熱性能を維持している。

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。

3.1.9 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから、「機械設備の技術評価書」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 空気だめ
- ⑦ 燃料油貯油槽
- ⑧ 潤滑油主こし器
- ⑨ 燃料油第1こし器
- ⑩ 燃料油第2こし器
- ⑪ 燃料油移送ポンプ出口こし器

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	4
2.1 構造, 材料及び使用条件	4
2.2 経年劣化事象の抽出	25
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. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2号炉のディーゼル機関附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、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループから以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す容器は機能的にタンクとフィルタに分類されるが、更に、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、表1-1に示すとおりタンクは合計5つ、フィルタは合計2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

1.2.1 タンク

- (1) 設置場所：屋内、内部流体：純水、材料：ステンレス鋼

このグループにはシリンダ冷却水タンク及び燃料弁冷却水タンクが属するが、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及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のみが属するので、代表機器は燃料油サービスタンクとする。

- (4) 設置場所：屋内、内部流体：空気、材料：炭素鋼

このグループには空気だめのみが属するので、代表機器は空気だめとする。

- (5) 設置場所：屋外（土中埋設）、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のみが属するので、代表機器は燃料油貯油槽とする。

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こし器のみが属するので，代表機器は潤滑油主こし器とする。

- (2) 設置場所：屋内，内部流体：燃料油，材料：炭素鋼鋳鋼

このグループには燃料油第1こし器，燃料油第2こし器及び燃料移送ポンプ出口こし器が属するが，最高使用圧力の大きな燃料油第2こし器を代表機器とする。

表1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 容器の主な仕様

分離基準			機器名称 (基数)	選定基準				代表機器の選定	
機能 設置場所	内部流体	材料		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	ステンレス鋼	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)	6.0m ³	MS-1	大気圧	約80	◎	容量
			シリンダ油サービスタンク (2)	1.3m 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)	11.0m ³	MS-1	大気圧	約50	◎	
	空気	炭素鋼	空気だめ (4)	3.0m ³	MS-1	約3.2	約90	◎	
タンク・屋外 (土中埋設)	燃料油	炭素鋼	燃料油貯油槽 (4)	115m ³	MS-1	大気圧	約40	◎	
フィルタ・屋内	潤滑油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油主こし器 (2)	110m ³ /h (流量)	MS-1	約0.78	約80	◎	
	燃料油	炭素鋼鋳鋼	燃料油第1こし器 (2)	3.0m ³ /h (流量)	MS-1	大気圧	約50	◎	最高使用 圧力
			燃料油第2こし器 (2)	3.0m ³ /h (流量)	MS-1	約0.49	約50		
			燃料油移送ポンプ出口こし器 (2)	25.0m ³ /h (流量)	MS-1	約0.34	約50		

*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7種類の容器について技術評価を実施する。

- ① シリンダ冷却水タンク
- ② 潤滑油タンク
- ③ 燃料油サービスタンク
- ④ 空気だめ
- ⑤ 燃料油貯油槽
- ⑥ 潤滑油主こし器
- ⑦ 燃料油第2こし器

2.1 構造，材料及び使用条件

2.1.1 シリンダ冷却水タンク

(1) 構造

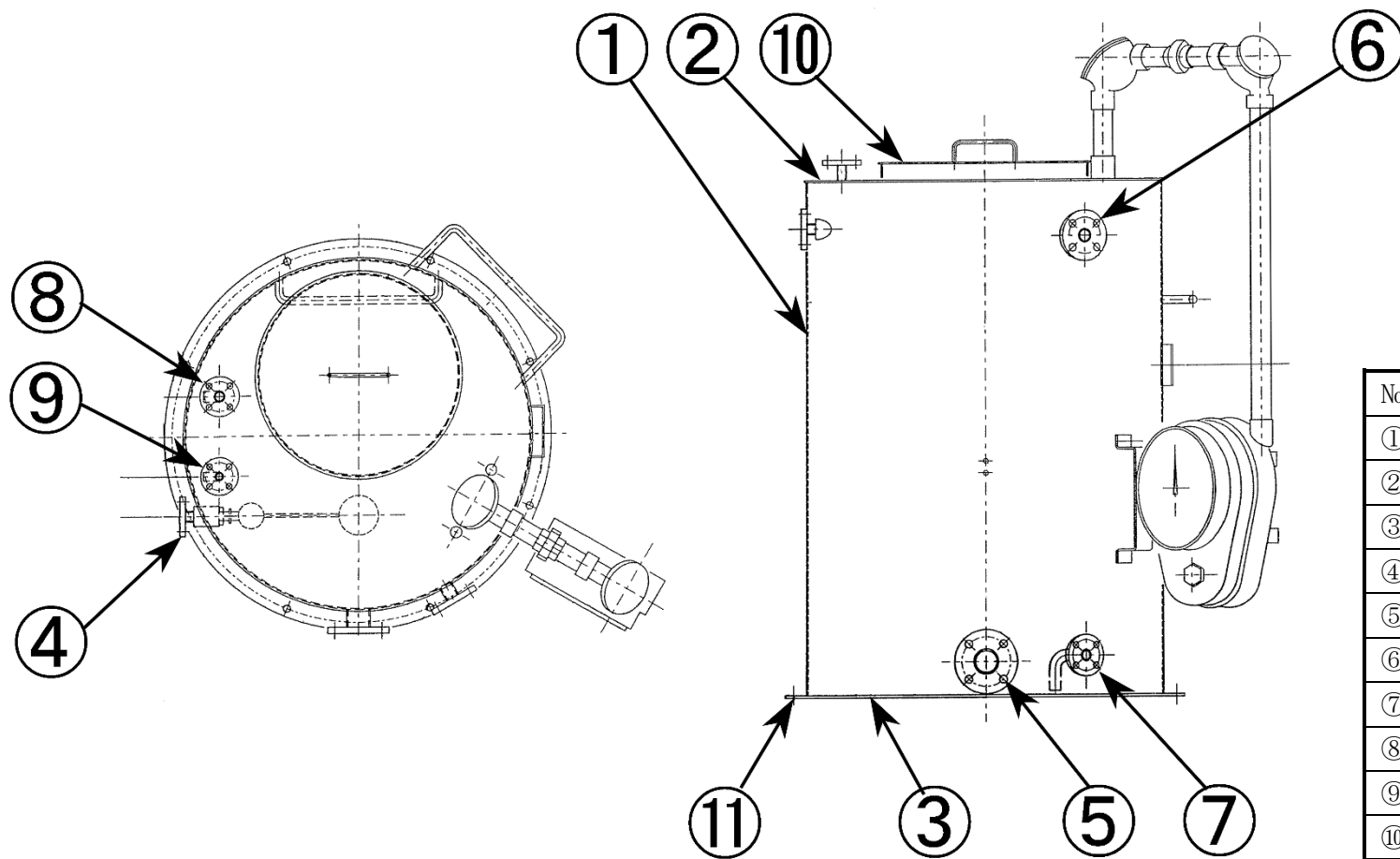
泊2号炉のディーゼル機関付属設備シリンダ冷却水タンクは、容量0.6m³のステンレス鋼製の屋内たて置円筒形タンクであり、2基設置されている。

胴板及び底板にはステンレス鋼を使用しており、純水に接液している。

泊2号炉のディーゼル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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備シリンダ冷却水タンクの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部位
①	胴板
②	天板
③	底板
④	水入口管台
⑤	水出口管台
⑥	オーバーフロー管台
⑦	ドレン管台
⑧	清水加熱器戻り口管台
⑨	機関出口戻り口管台
⑩	マンホール
⑪	取付ボルト

図2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 シリンダ冷却水タンク構造図

表2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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		ステンレス鋼
天板, 底板		ステンレス鋼
管台	水入口, 水出口, オーバーフロー, ドレン, 清水加熱器戻り口, 機関出口戻り口	ステンレス鋼
マンホール		ステンレス鋼
取付ボルト		炭素鋼

表2.1-2 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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

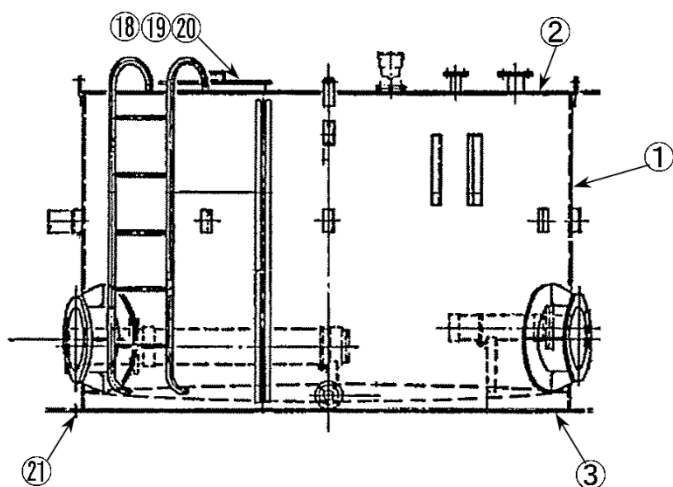
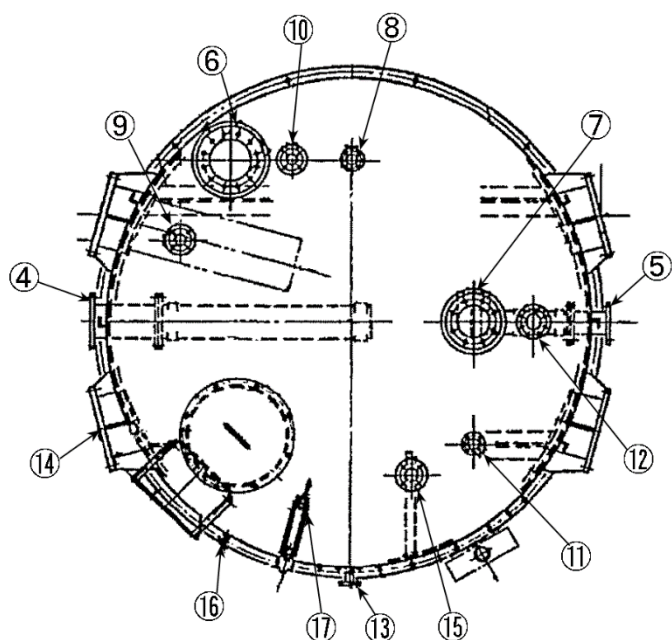
泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油タンクは、容量6.0m³の炭素鋼製の屋内たて置円筒形タンクであり、2基設置されている。

胴板及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。

泊2号炉のディーゼル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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油タンクの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部位
①	胴板
②	天板
③	底板
④	油出口管台
⑤	プライミング油出口管台
⑥	機関戻り口管台
⑦	調圧弁戻り口管台
⑧	動弁油戻り口管台
⑨	逆洗油戻り口管台
⑩	発電機軸受油戻り口管台
⑪	油取入口管台
⑫	ガス抜き口管台
⑬	ドレン管台
⑭	電気ヒータ用管台
⑮	液面警報器用管台
⑯	温度スイッチ用管台
⑰	フロート案内用管台
⑱	マンホール
⑲	マンホール用ボルト
⑳	ガスケット
㉑	基礎ボルト

図2.1-2 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 潤滑油タンク構造図

表2.1-3 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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	油出口, プライミング油出口, 機関戻り口, 調圧弁戻り口, 動弁油戻り口, 逆洗油戻り口, 発電機軸受油戻り口, 油取入口, ガス抜き口, ドレン, 電気ヒータ用, 液面警報器用, 温度スイッチ用, フロート案内用	炭素鋼
マンホール		炭素鋼
マンホール用ボルト		炭素鋼
ガスケット		消耗品・定期取替品
基礎ボルト		炭素鋼

表2.1-4 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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

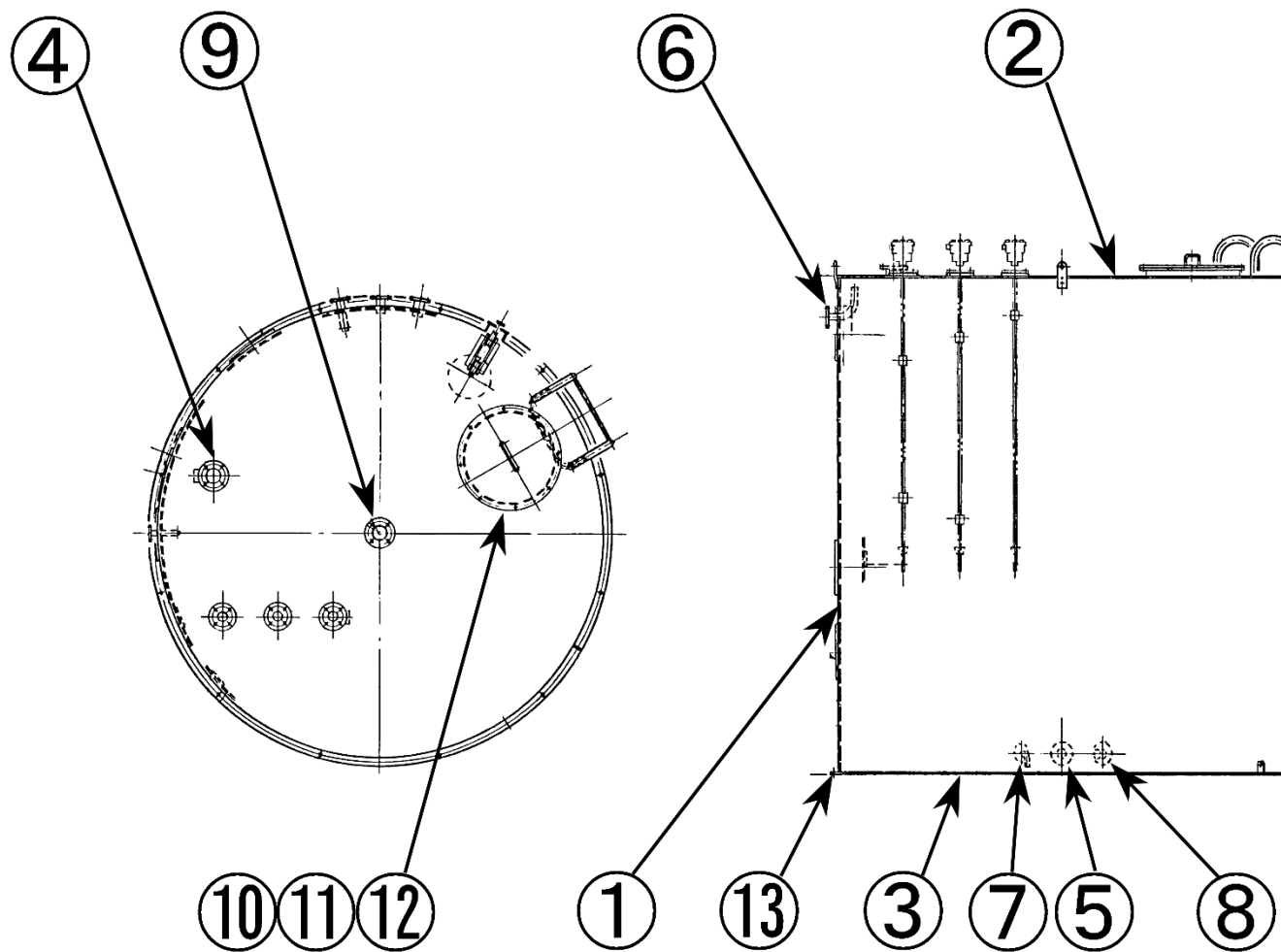
泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油サービスタンクは、容量11.0m³の炭素鋼製の屋内たて置円筒形タンクであり、2基設置されている。

胴板及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。

泊2号炉のディーゼル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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油サービスタンクの使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部位
①	胴板
②	天板
③	底板
④	油入口管台
⑤	油出口管台
⑥	オーバーフロー管台
⑦	ドレン管台
⑧	油落とし管台
⑨	ガス抜き管台
⑩	マンホール
⑪	マンホール用ボルト
⑫	パッキン
⑬	基礎ボルト

図2.1-3 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 燃料油サービスタンク構造図

表2.1-5 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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	油入口, 油出口, オーバーフロー, ドレン, 油落とし, ガス抜き	炭素鋼
マンホール		炭素鋼
マンホール用ボルト		炭素鋼
パッキン		消耗品・定期取替品
基礎ボルト		炭素鋼

表2.1-6 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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 (軽油)

2.1.4 空気だめ

(1) 構造

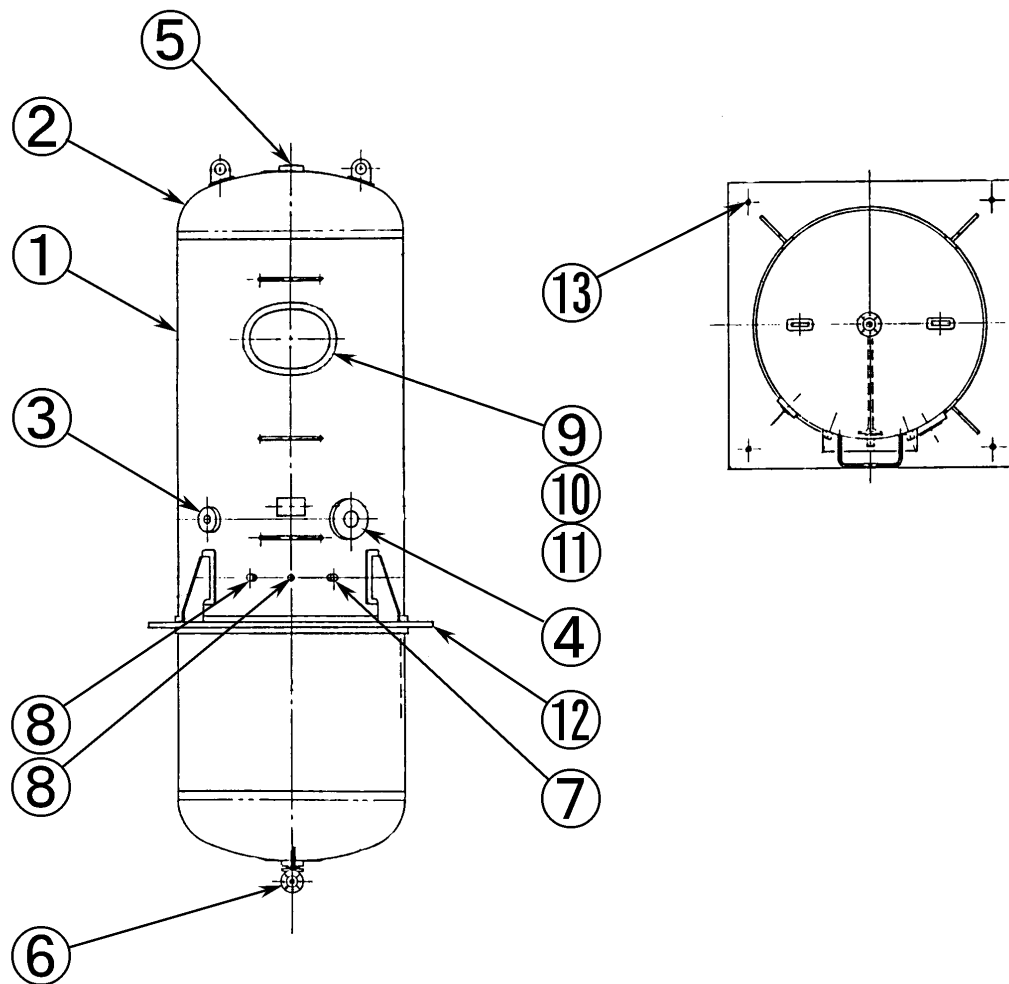
泊2号炉のディーゼル機関付属設備空気だめは、容量3.0m³の炭素鋼製の密閉型屋内たて置円筒形タンクであり、4基設置されている。

胴板及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。

泊2号炉のディーゼル機関付属設備空気だめの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備空気だめの使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。



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	安全弁管台
⑥	ドレン弁管台
⑦	圧力計元弁管台
⑧	圧カスイッチ元弁管台
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 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 空気だめ構造図

表2.1-7 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
空気だめ主要部位の使用材料

部位		材料
胴板		炭素鋼
鏡板		炭素鋼
管台	空気入口弁, 空気出口弁, 安全弁, ドレン弁, 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 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
空気だめの使用条件

最高使用圧力	約3.2MPa[gage]
最高使用温度	約90℃
内部流体	空気

2.1.5 燃料油貯油槽

(1) 構造

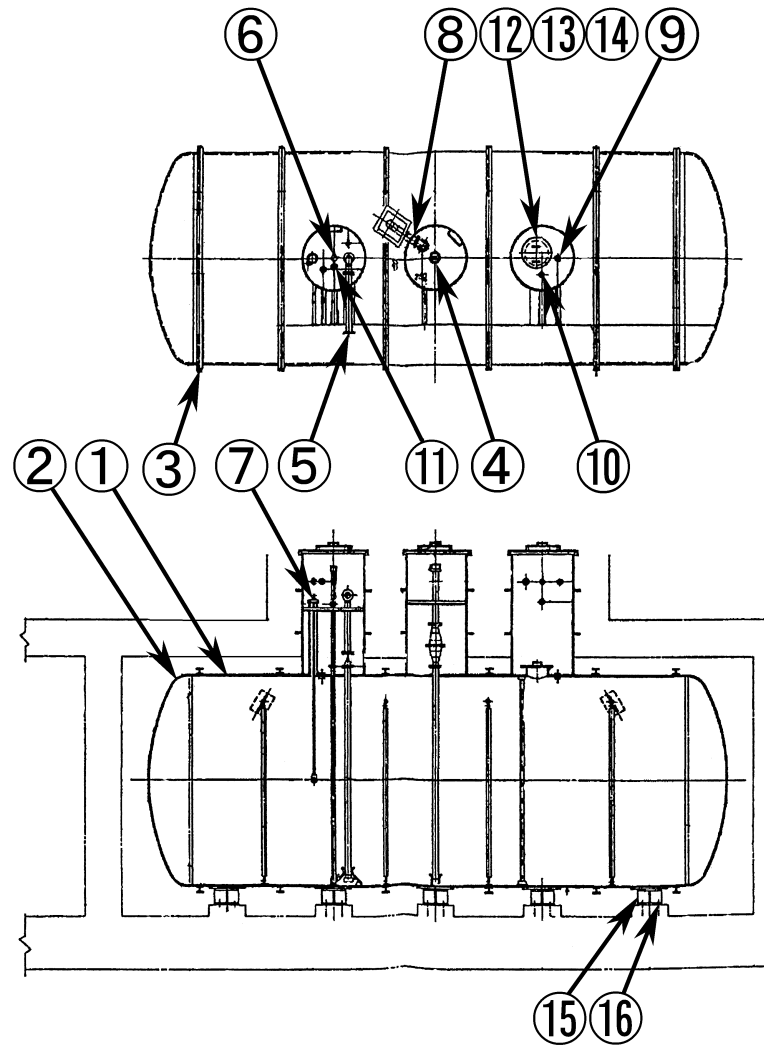
泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油貯油槽は、容量115m³の炭素鋼製の屋外（土中埋設）横置円筒形タンクであり、4基設置されている。

胴板及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。外面は消防法に基づいて塗装した上に、周囲を乾燥砂で覆い腐食の防止をしている。

泊2号炉のディーゼル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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油貯油槽の使用材料及び使用条件を表2.1-9及び表2.1-10に示す。



No.	部位
①	胴板
②	鏡板
③	補強枠
④	燃料油給油口管台
⑤	燃料油取出口管台
⑥	測深管台
⑦	液面計管台
⑧	通気口管台
⑨	火災検知器取付管台
⑩	CO ₂ 消火配管取付管台
⑪	ドレン取出口
⑫	マンホール
⑬	マンホール用ボルト
⑭	パッキン
⑮	支持脚
⑯	基礎ボルト

図2.1-5 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 燃料油貯油槽構造図

表2.1-9 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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	燃料油給油口, 燃料油取出口, 測深, 液面計, 通気口, 火災検知器取付, CO ₂ 消火配管取付, 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
パッキン		消耗品・定期取替品
支持脚		炭素鋼
基礎ボルト		炭素鋼

表2.1-10 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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 (軽油)

2.1.6 潤滑油主こし器

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油主こし器は、流量約110m³/hの炭素鋼
鋳鋼製の屋内たて置多筒型手動逆洗式3塔式こし器であり、2基設置されている。

本体、レデューサー等には炭素鋼鋳鋼を使用し、軸等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。

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油主こし器の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油主こし器の使用材料及び使用条件
を表2.1-11及び表2.1-12に示す。

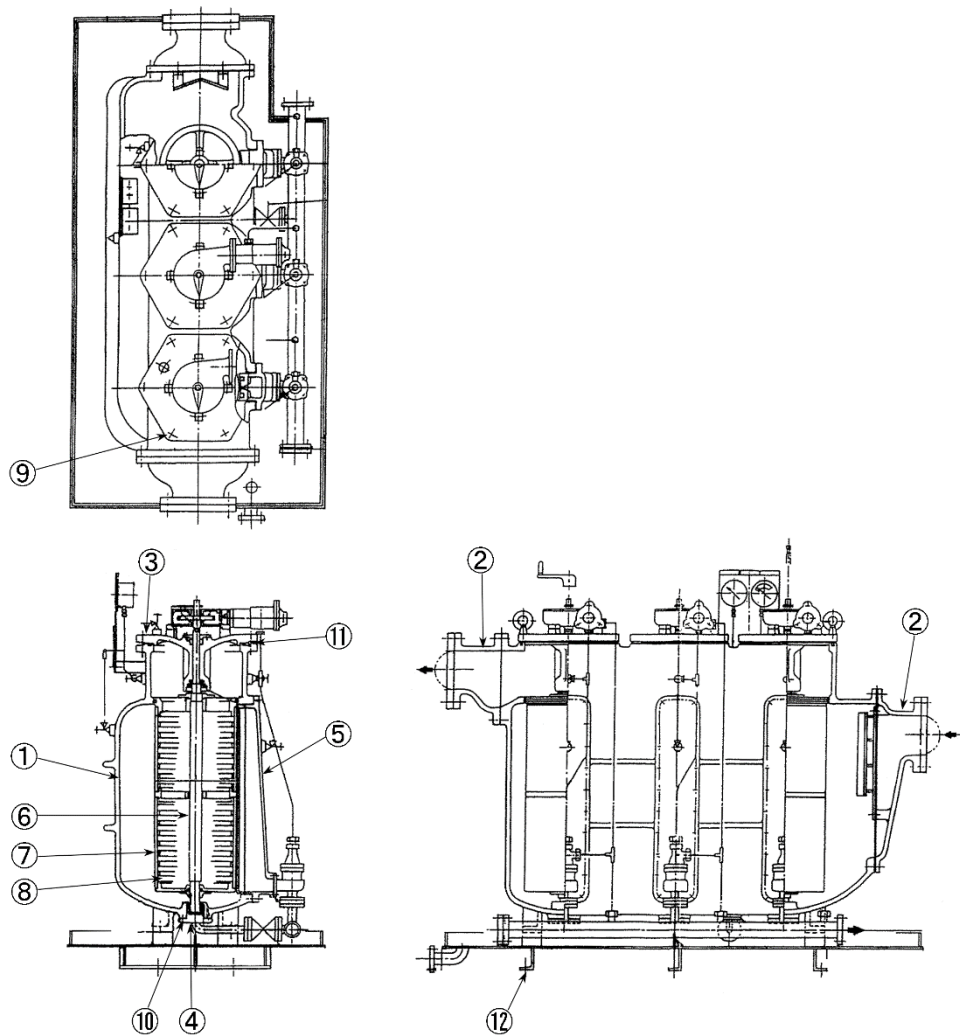


図2.1-6 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 潤滑油主こし器構造図

No.	部位
①	本体
②	レデューサー
③	上部カバー
④	下部カバー
⑤	逆洗ケース
⑥	軸
⑦	濾筒
⑧	エレメント
⑨	上部カバーボルト
⑩	下部カバーボルト
⑪	Oリング
⑫	基礎ボルト

表2.1-11 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
潤滑油主こし器主要部位の使用材料

部位	材料
本体	炭素鋼鋳鋼
レデューサー	炭素鋼鋳鋼
上部カバー	炭素鋼鋳鋼
下部カバー	炭素鋼鋳鋼
逆洗ケース	炭素鋼鋳鋼
軸	炭素鋼
濾筒	アルミ合金鋳物
エレメント	ステンレス鋼
上部カバーボルト	炭素鋼
下部カバーボルト	炭素鋼
Oリング	消耗品・定期取替品
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-12 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
潤滑油主こし器の使用条件

最高使用圧力	約0.78MPa[gage]
最高使用温度	約80℃
内部流体	潤滑油

2.1.7 燃料油第2こし器

(1) 構造

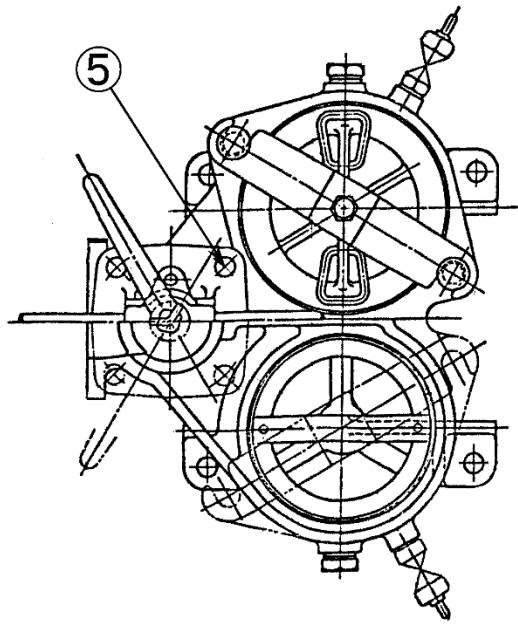
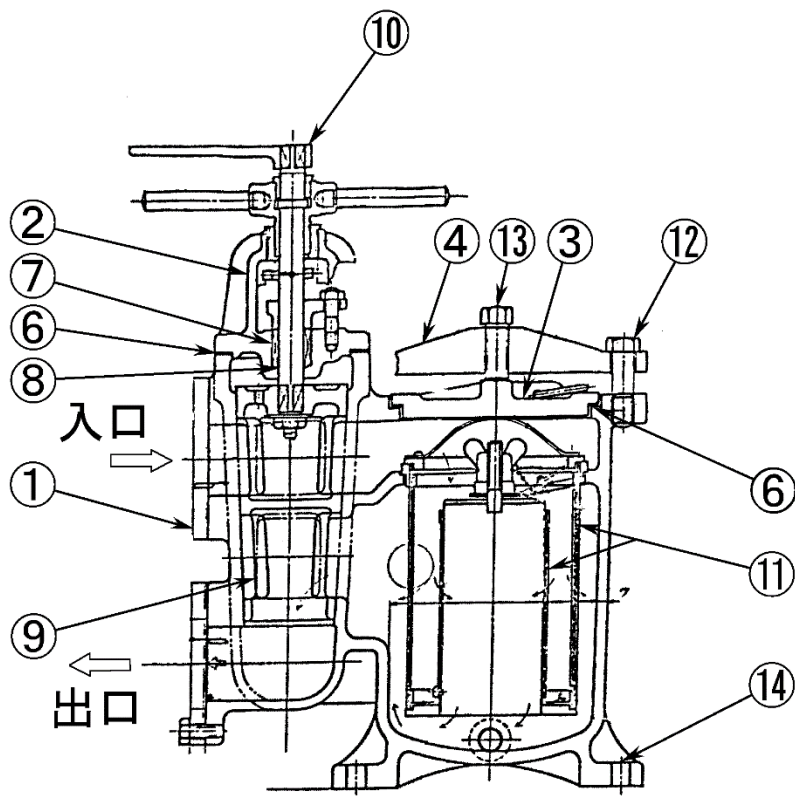
泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油第2こし器は、流量約3.0m³/hの炭素鋼製鋼製の屋内たて置円筒形複式こし器であり、2基設置されている。

本体、本体蓋及びこし筒蓋には炭素鋼製鋼を使用しており、それぞれ燃料油に接液している。

泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油第2こし器の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油第2こし器の使用材料及び使用条件を表2.1-13及び表2.1-14に示す。



No.	部位
①	本体
②	本体蓋
③	こし筒蓋
④	蓋押え
⑤	ケーシングボルト
⑥	ガスケット
⑦	グランドパッキン
⑧	コック棒
⑨	コック栓
⑩	コックハンドル
⑪	こし網
⑫	ささえボルト
⑬	蓋押えボルト
⑭	基礎ボルト

図2.1-7 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 燃料油第2こし器構造図

表2.1-13 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
燃料油第2こし器主要部位の使用材料

部位	材料
本体	炭素鋼鋳鋼
本体蓋, こし筒蓋	炭素鋼鋳鋼
蓋押え	炭素鋼
ケーシングボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
グランドパッキン	消耗品・定期取替品
コック棒	炭素鋼
コック栓	ステンレス鋼鋳鋼
コックハンドル	炭素鋼
こし網	ステンレス鋼
ささえボルト	炭素鋼
蓋押えボルト	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-14 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
燃料油第2こし器の使用条件

最高使用圧力	約0.49MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内部流体	燃料油 (軽油)

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，圧力及び温度等）及び現在までの運転経験を考慮し，代表機器ごとに表2.2-1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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

- (1) 胴板等耐圧構成品の外面からの腐食（全面腐食）〔潤滑油タンク，燃料油サービスタンク，空気だめ，潤滑油主こし器，燃料油第2こし器〕

胴板等耐圧構成品は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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) 取付脚等の腐食（全面腐食）〔シリンダ冷却水タンク，空気だめ〕

シリンダ冷却水タンクの取付ボルト及び空気だめの取付脚は炭素鋼であり、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) 胴板等の内面からの腐食（全面腐食）〔空気だめ〕

胴板等は炭素鋼であり、内部流体は圧縮空気であるため、凝縮水が発生し、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内面にホワイトジンクペイントを施して腐食の発生を防止しており、また、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。

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

(4) エレメント等の目詰り〔潤滑油主こし器、燃料油第2こし器〕

潤滑油主こし器のエレメント及び燃料油第2こし器のこし網は、長期使用により目詰まりが想定される。

しかしながら、潤滑油主こし器については、逆洗機構を有しており、手動駆動弁を操作することでエレメントに付着した異物をはく離させて目詰まりを防止する構造であり、また、燃料油第2こし器については、機関運転時に出入口の差圧管理を実施しており、目詰りの発生（差圧上昇）時には、待機側に切替えることで対処している。

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。

(5) 胴板等耐圧構成品及び支持脚の外表面からの腐食（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及び支持脚は炭素鋼であり、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、消防法に基づく漏れ点検により、耐圧部の健全性の確認を実施することとしている。また、胴板等耐圧構成品の外表面は、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。

- (6) 胴板等の内面からの腐食（全面腐食）〔潤滑油タンク，燃料油サービスタンク，燃料油貯油槽，潤滑油主こし器，燃料油第2こし器〕

胴板等は炭素鋼又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，潤滑油又は燃料油であり，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。

- (7) 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，空気だめ，燃料油貯油槽，潤滑油主こし器，燃料油第2こし器〕

マンホール用ボルト等は，ガスケット等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，分解点検時の目視確認等により，有意な腐食がないことを確認し，締付管理により漏えい防止を図っている。

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

- (8) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）〔潤滑油タンク，燃料油サービスタンク，空気だめ，燃料油貯油槽，潤滑油主こし器，燃料油第2こし器〕

基礎ボルトは炭素鋼であり，腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器で共通であることから，「機械設備の技術評価書」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 消耗品及び定期取替品

ガスケット，Oリング及びパッキン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(1/7) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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			ステンレス鋼								
	天板, 底板			ステンレス鋼								
	管台	水入口, 水出口, オーバーフロー, ドレン, 清水加熱器戻り口, 機関出口戻り口		ステンレス鋼								
	マンホール			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(2/7) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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			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	油出口, プライミング油出口, 機関戻り口, 調圧弁戻り口, 動弁油戻り口, 逆洗油戻り口, 発電機軸受油戻り口, 油取入口, ガス抜き口, ドレン, 電気ヒータ用, 液面警報器用, 温度スイッチ用, フロート案内用		炭素鋼		△(内面) △(外面)					
	マンホール		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール用ボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/7) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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	油入口, 油出口 オーバーフロー, ドレン, 油落とし, ガス抜き		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		△						
	パッキン		◎	—								
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(4/7) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 空気だめに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
					減肉		割れ		材質変化			その他
					摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	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, 安全弁, ドレン弁, 圧力計元弁, 圧力スイッチ元弁		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール			炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール用ボルト			炭素鋼		△						
	ガスケット		◎	—								
機器の支持	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) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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			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)						
	補強枠			炭素鋼		△						
	管台	燃料油給油口, 燃料油取出口, 測深, 液面計, 通気口, 火災検知器取付, CO ₂ 消火配管取付, ドレン取出		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		△						
	パッキン		◎	—								
機器の支持	支持脚			炭素鋼		△						
	基礎ボルト			炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(6/7) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 潤滑油主こし器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象						備考	
				減肉		割れ		材質変化			その他
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	本体		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						*1：目詰り
	レデューサー		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	上下部カバー		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	逆洗ケース		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	軸		炭素鋼		△						
	濾筒		アルミ合金鋳物								
	上部カバーボルト		炭素鋼		△						
	下部カバーボルト		炭素鋼		△						
	Oリング	◎	—								
浄化機能の確保	エレメント		ステンレス鋼							△*1	
機器の支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(7/7) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 燃料油第2こし器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	本体		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						*1：目詰り
	本体蓋		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	こし筒蓋		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	蓋押え		炭素鋼		△(外面)						
	ケーシングボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	グランドパッキン	◎	—								
	コック棒		炭素鋼		△						
	コック栓		ステンレス鋼鋳鋼								
	コックハンドル		炭素鋼		△						
	ささえボルト		炭素鋼		△						
	蓋押えボルト		炭素鋼		△						
浄化機能の確保	こし網		ステンレス鋼							△*1	
機器の支持	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（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 燃料油第1こし器
- ④ 燃料油移送ポンプ出口こし器

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.1.1 胴板等の外面からの腐食（全面腐食）〔シリンダ油サービスタンク、燃料油第1こし器、燃料油移送ポンプ出口こし器〕

胴板等は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔燃料弁冷却水タンク、シリンダ油サービスタンク〕

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。

3.1.3 エレメントの目詰り [燃料油第1こし器, 燃料油移送ポンプ出口こし器]

燃料油第1こし器及び燃料油移送ポンプ出口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、機関運転時に出入口の差圧管理を実施しており、目詰りの発生(差圧上昇)時には、待機側に切替えることで対処している。

また、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。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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 胴板等の内面からの腐食(全面腐食) [シリンダ油サービスタンク, 燃料油第1こし器, 燃料油移送ポンプ出口こし器]

胴板等は炭素鋼又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、内部流体はシリンダ油サービスタンクが潤滑油、燃料油第1こし器が燃料油であり、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。

3.1.5 マンホール用ボルト等の腐食(全面腐食) [シリンダ油サービスタンク, 燃料油第1こし器, 燃料油移送ポンプ出口こし器]

マンホール用ボルト等は、ガスケット等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、分解点検時の目視確認等により、有意な腐食がないことを確認し、締付管理により漏えい防止を図っている。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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) [燃料油第1こし器, 燃料油移送ポンプ出口こし器]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

基礎ボルトの健全性評価については各機器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 潤滑油系統配管
- ④ シリンダ油系統配管
- ⑤ 始動空気系統配管
- ⑥ 燃料油系統配管

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	11
3. 代表機器以外への展開	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. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊 2 号炉のディーゼル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，内部流体及び材料の観点からグループ化し，それぞれのグループから以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す配管について，設置場所，内部流体及び材料を分離基準として考えると，合計 4 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及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：潤滑油，材料：炭素鋼

このグループには潤滑油系統配管及びシリンダ油系統配管が属するが，最高使用圧力及び最高使用温度の高い潤滑油系統配管を代表機器とする。

(3) 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。

(4) 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のみが属するので，代表機器は燃料油系統配管とする。

表1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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		代表機器	選定理由
					最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (℃)		
屋内	純水	炭素鋼	シリンダ冷却水系統配管	MS-1	約0.49	約90	◎	最高使用温度
			燃料弁冷却水系統配管	MS-1	約0.49	約65		
	潤滑油	炭素鋼	潤滑油系統配管	MS-1	約0.78	約80	◎	最高使用圧力・ 最高使用温度
			シリンダ油系統配管	MS-1	大気圧	約50		
	空気	ステンレス鋼	始動空気系統配管	MS-1	約3.24	約50	◎	
屋内・外	燃料油	炭素鋼	燃料油系統配管	MS-1	約0.34	約50	◎	

*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4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 潤滑油系統配管
- ③ 始動空気系統配管
- ④ 燃料油系統配管

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 シリンダ冷却水系統配管

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備シリンダ冷却水系統配管の主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

表2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
シリンダ冷却水系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.49MPa [gage]
最高使用温度	約90℃
内部流体	純水

2.1.2 潤滑油系統配管

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル機関付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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油系統配管の主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

表2.1-3 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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2.1-4 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
潤滑油系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.78MPa [gage]
最高使用温度	約80℃
内部流体	潤滑油

2.1.3 始動空気系統配管

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル機関付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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備始動空気系統配管の主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。

表2.1-5 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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2.1-6 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
始動空気系統配管の使用条件

最高使用圧力	約3.24MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内部流体	空気

2.1.4 燃料油系統配管

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル機関付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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備燃料油系統配管の主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。

表2.1-7 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
燃料油系統配管主要部位の使用材料

部位	材料
母管	炭素鋼
フランジボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品

表2.1-8 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
燃料油系統配管の使用条件

最高使用圧力	約0.34MPa [gage]
最高使用温度	約50℃
内部流体	燃料油 (軽油)

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）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1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、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 母管の内面からの腐食（全面腐食）〔シリンダ冷却水系統配管〕

シリンダ冷却水系統配管の母管は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、機器点検時の系統機器の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(2) 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，潤滑油系統配管，燃料油系統配管〕

炭素鋼配管は、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) 母管の内面からの腐食（全面腐食）〔潤滑油系統配管，燃料油系統配管〕

潤滑油系統配管，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，内部流体は潤滑油系統配管が潤滑油，燃料油系統配管が燃料油であり，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，系統機器の内面を目視により確認し，機器の健全性を確認している。

(4) 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，分解点検時の目視確認等により，有意な腐食がないことを確認し，締付管理により漏えい防止を図っている。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット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(1/4) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 シリンダ冷却水系統配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣化		
バウンダリの維持	母管		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	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(2/4) 泊2号炉 ディーゼル機関附属設備 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		△(内面) △(外面)						
	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(3/4) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 始動空気系統配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位	消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考
				減肉		割れ		材質変化		その他	
				摩耗	腐食	疲労割れ	応力腐食割れ	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	◎	—								

△：高経年化対策上着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) 泊2号炉 ディーゼル機関附属設備 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		△(内面) △(外面)						
	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）

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.1.1 母管の内面からの腐食（全面腐食）〔燃料弁冷却水系統配管〕

燃料弁冷却水系統配管の母管は炭素鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、機器点検時の系統機器の目視確認により、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。

3.1.2 母管の外表面からの腐食（全面腐食）〔共通〕

炭素鋼配管は、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。

3.1.3 母管の内面からの腐食（全面腐食）〔シリンダ油系統配管〕

シリンダ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、内部流体は潤滑油であり、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、系統機器の内面を目視により確認し、機器の健全性を確認している。

3.1.4 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、分解点検時の目視確認等により、有意な腐食がないことを確認し、締付管理により漏えい防止を図っている。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	12
3. 代表機器以外への展開	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. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2号炉のディーゼル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、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループから以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す弁を型式及び内部流体を分離基準として考えると、表1-1に示すとおり、合計3つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 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
鋼鋳鋼

このグループにはシリンダ冷却水温度制御弁及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
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 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 弁の主な仕様

分離基準				機器名称 (台数)	選定基準			代表機器の選定		
弁型式	設置場所	内部流体	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)			
特殊弁	温度制御弁	屋内	純水	炭素鋼鋳鋼	シリンダ冷却水温度制御弁 (2)	MS-1	約0.49	約90	◎	最高使用温度
					燃料弁冷却水温度制御弁 (2)	MS-1	約0.49	約65		
		潤滑油	炭素鋼鋳鋼	潤滑油温度制御弁 (2)	MS-1	約0.78	約80	◎		
	主始動弁	屋内	空気	炭素鋼	主始動弁 (4)	MS-1	約3.24	約50	◎	

*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、材料及び使用条件

2.1.1 シリンダ冷却水温度制御弁

(1) 構造

泊2号炉のディーゼル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。

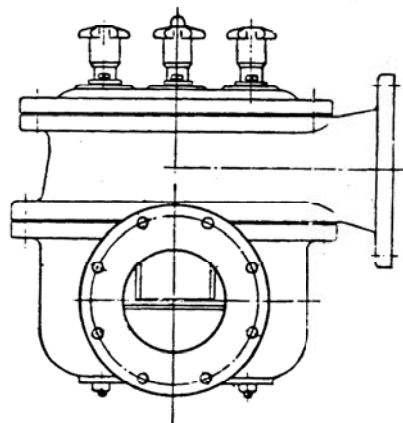
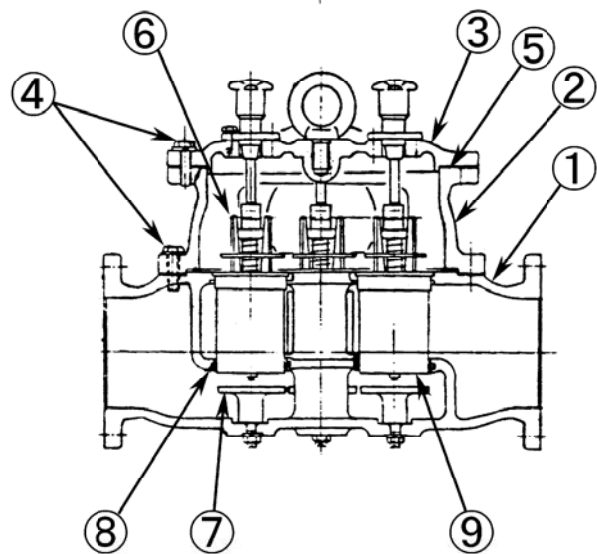
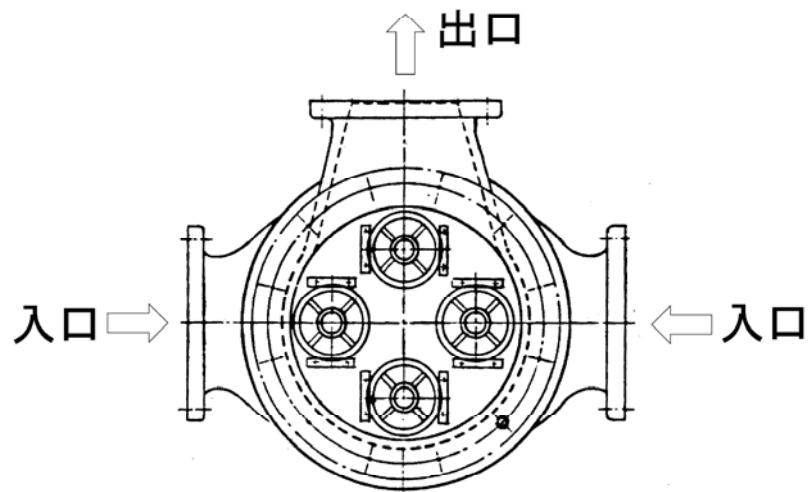
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（本体、管本体、弁蓋ボルト及びガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座及びシールリング）及び弁体を作動させる作動部（エレメント組立品）からなる。

本体、管本体及び弁蓋には炭素鋼鋳鋼を使用し、弁体及び弁座には銅合金を使用しており、純水に接液している。

泊2号炉のディーゼル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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備シリンダ冷却水温度制御弁の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部位
①	本体
②	管本体
③	弁蓋
④	弁蓋ボルト, 本体ボルト
⑤	ガスケット
⑥	エレメント組立品
⑦	弁座
⑧	シールリング
⑨	弁体

図2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 シリンダ冷却水温度制御弁構造図

表2.1-1 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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	炭素鋼鋳鋼
管本体	炭素鋼鋳鋼
弁蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト, 本体ボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
エレメント組立品	消耗品・定期取替品
弁座	銅合金
シールリング	消耗品・定期取替品
弁体	銅合金鋳物

表2.1-2 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
シリンダ冷却水温度制御弁の使用条件

最高使用圧力	約0.49MPa[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

泊2号炉のディーゼル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調整弁であり、潤滑油系統に2台設置されている。

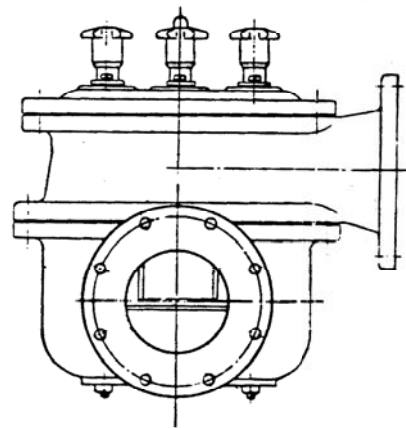
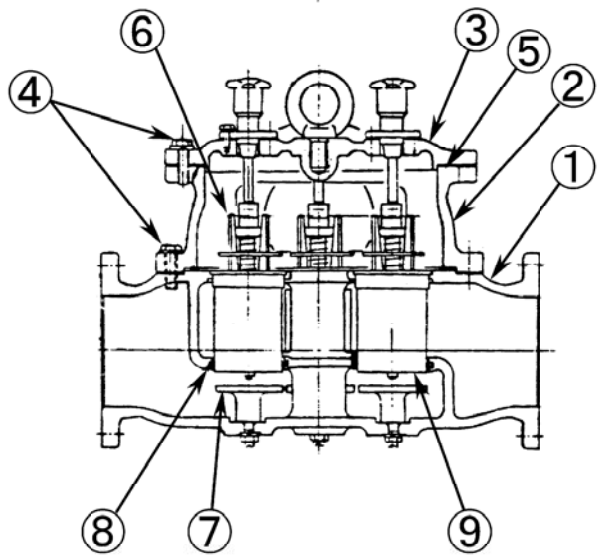
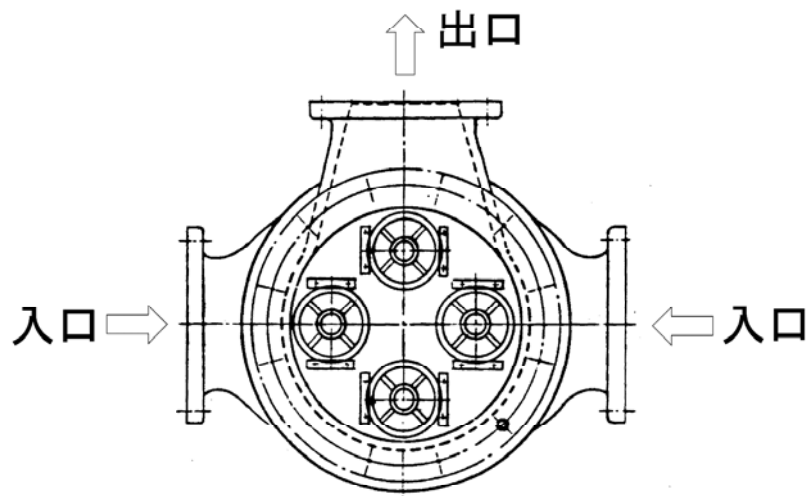
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（本体、管本体、弁蓋、ボルト及びガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座及びシールリング）及び弁体を作動させる作動部（エレメント組立品）からなる。

本体、管本体及び弁蓋には炭素鋼鋳鋼を使用し、弁体及び弁座には銅合金鋳物を使用しており、潤滑油に接液している。

泊2号炉のディーゼル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) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備潤滑油温度制御弁の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部位
①	本体
②	管本体
③	弁蓋
④	弁蓋ボルト, 本体ボルト
⑤	ガスケット
⑥	エレメント組立品
⑦	弁座
⑧	シールリング
⑨	弁体

図2.1-2 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 潤滑油温度制御弁構造図

表2.1-3 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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
管本体	炭素鋼鋳鋼
弁蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト, 本体ボルト	炭素鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
エレメント組立品	消耗品・定期取替品
弁座	銅合金
シールリング	消耗品・定期取替品
弁体	銅合金鋳物

表2.1-4 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
潤滑油温度制御弁の使用条件

最高使用圧力	約0.78MPa[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

泊2号炉のディーゼル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。

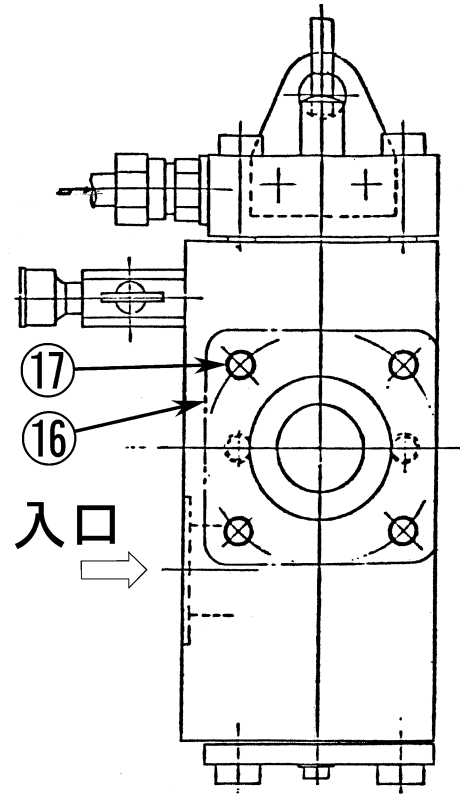
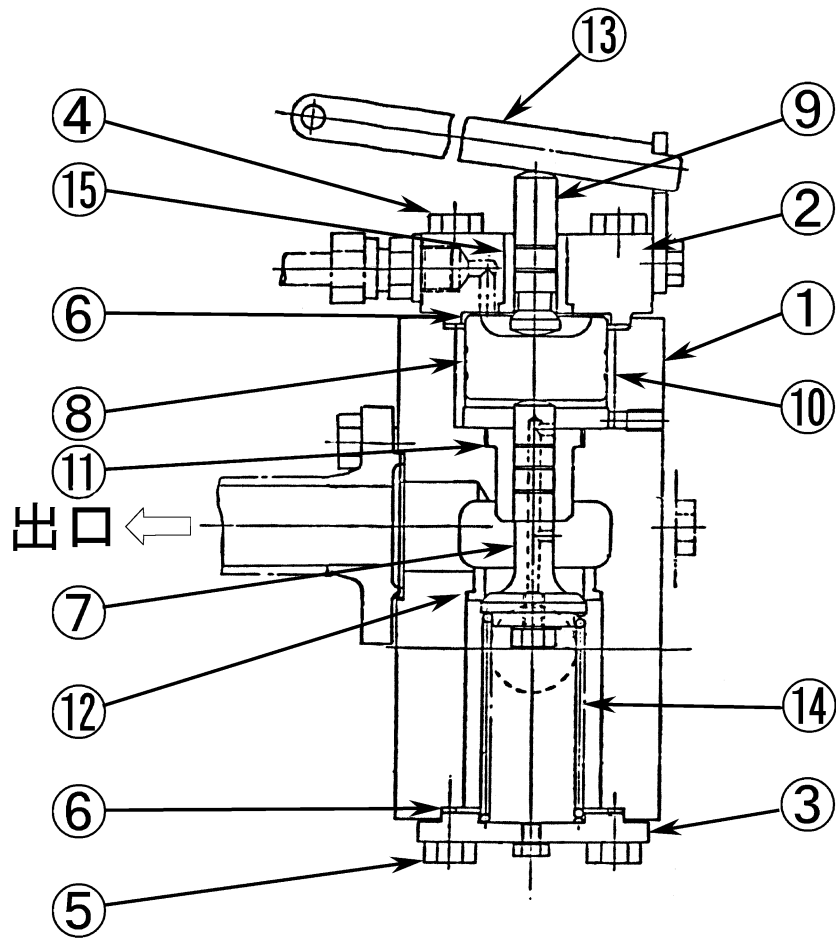
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、ばね押え、弁蓋ボルト、ばね押えボルト及びガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁棒及び弁座）、弁棒を作動させる作動部（手動レバー、手動弁棒、ピストン及びばね）からなる。

弁箱、弁蓋及びばね押えには炭素鋼、弁棒、ピストン及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。

泊2号炉のディーゼル機関付属設備主始動弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉のディーゼル機関付属設備主始動弁の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部位
①	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 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 主始動弁構造図

表2.1-5 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
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	銅合金
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	炭素鋼
フランジボルト	炭素鋼

表2.1-6 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備
主始動弁の使用条件

最高使用圧力	約3.24MPa[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，隔離及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）及び現在までの運転経験を考慮し，表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した結果，高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

- (1) 本体、弁箱及び弁蓋等の内面からの腐食（全面腐食） [シリンダ冷却水温度制御弁、主始動弁]

シリンダ冷却水温度制御弁の本体、管本体及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であるため、長期使用により腐食が想定される。また、主始動弁の弁箱、弁蓋、ばね押え及びフランジは炭素鋼であり、内部流体が湿り空気雰囲気であり、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。

- (2) 本体及び弁蓋等の外面からの腐食（全面腐食） [共通]

シリンダ冷却水温度制御弁及び潤滑油温度制御弁の本体、管本体及び弁蓋、主始動弁の弁箱、弁蓋、ばね押え、手動レバー及びフランジは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、外面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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) 弁棒, ピストン, 手動弁棒及び弁座の摩耗 [主始動弁]
弁棒, ピストン, 手動弁棒及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, 分解点検時の目視確認により, 機器の健全性を維持している。
したがって, 今後も機能の維持は可能であることから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
- (4) 弁蓋ボルト等の腐食 (全面腐食) [共通]
弁蓋ボルト等は炭素鋼であり, 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, 分解点検時の目視確認等により有意な腐食がないことを確認し, 締付管理により漏えい防止を図っている。
したがって, 今後も機能の維持は可能であることから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
- (5) 本体, 管本体及び弁蓋等の内面からの腐食 (全面腐食) [潤滑油温度制御弁]
潤滑油温度制御弁の本体, 管本体及び弁蓋は炭素鋼鑄鋼であり, 内面からの腐食が想定される。
しかしながら, 内部流体は潤滑油であり, 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。
- (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ことから, 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
なお, 分解点検時の目視確認により, 機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット及びシールリングは、分解点検時に取替える消耗品である。

また、シリンダ冷却水温度制御弁及び潤滑油温度制御弁のエレメント組立品は分解点検時の動作確認、主始動弁ブッシュは分解点検時の目視確認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(1/3) 泊2号炉 ディーゼル機関附属設備 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		
バウンダリの維持	本体		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	管本体		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	弁蓋		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	弁蓋ボルト, 本体ボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の確保 作動機能の確保	エレメント組立品	◎	—								
	弁座		銅合金								
	シールリング	◎	—								
	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) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	管本体		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	弁蓋		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)						
	弁蓋ボルト, 本体ボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の確保 作動機能の確保	エレメント組立品	◎	—								
	弁座		銅合金								
	シールリング	◎	—								
	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(3/3) 泊2号炉 ディーゼル機関付属設備 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		△(内面) △(外面)						*1：変形 (応力緩和)
	弁蓋		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	ばね押え		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	弁蓋ボルト		炭素鋼		△						
	ばね押えボルト		炭素鋼		△						
	フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
	フランジボルト		炭素鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の確保 作動機能の確保	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	◎	—								
	弁棒ブッシュ	◎	—								
	弁座		銅合金	△							
	手動レバー		炭素鋼		△						
	ばね		ピアノ線							△*1	
	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)に該当する事象又は2)に該当する事象であるが保全によりその傾向が維持できていることを確認している事象（日常劣化管理事象）を以下に示す。

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.1.1 本体及び弁蓋の内面からの腐食（全面腐食）

本体及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼であり、内部流体が飽和溶存酸素濃度（最大約8ppm）水であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.1.2 本体及び弁蓋の外表面からの腐食（全面腐食）

本体及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼であり、外表面からの腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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。

3.1.3 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）

弁蓋ボルトは炭素鋼であり、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、分解点検時の目視確認等により有意な腐食がないことを確認し、締付管理により漏えい防止を図っている。

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

2 直流電源設備

[対象機器]

- ① 蓄電池
- ② ドロッパ
- ③ 直流コントロールセンタ
- ④ 直流分電盤

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	9
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	15
3. 代表機器以外への展開	17
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	17

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2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、型式及び設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す直流電源設備を、電圧区分、型式及び設置場所で分類すると、合計2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) バッテリ（電圧区分：低圧，設置場所：屋内）

このグループには、蓄電池のみが属するため蓄電池を代表機器とする。

(2) 盤（電圧区分：低圧，設置場所：屋内）

このグループには、ドロップ、直流コントロールセンタ及び直流分電盤が属するが、重要度、使用条件ともに同様であるため、主要構成機器の観点から直流コントロールセンタを代表機器とする。

表1-1 泊2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
						運転 状態*2	定格 電圧 (V)	周囲 温度 (℃)		
低圧	バッテリー	屋内	蓄電池(2)	CS形, 1,400Ah (10時間率), 60セル	MS-1	連続 [連続]	129	約35	◎	
	盤		ドロップ(2)	負荷電圧許容範囲 126~132V	MS-1	連続 [連続]	125	約35	◎	主要構成機器
			直流コントロールセンタ(2)	定格電圧125V 電流容量600A	MS-1	連続 [連続]	125	約35		
			直流分電盤(2)	定格電圧125V	MS-1	連続 [連続]	125	約35		

*1: 機能は最上位の機能を示す。

*2: 上段は断続的運転時, 下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の2つの機器について技術評価を実施する。

- ① 蓄電池
- ② 直流コントロールセンタ

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 蓄電池

(1) 構造

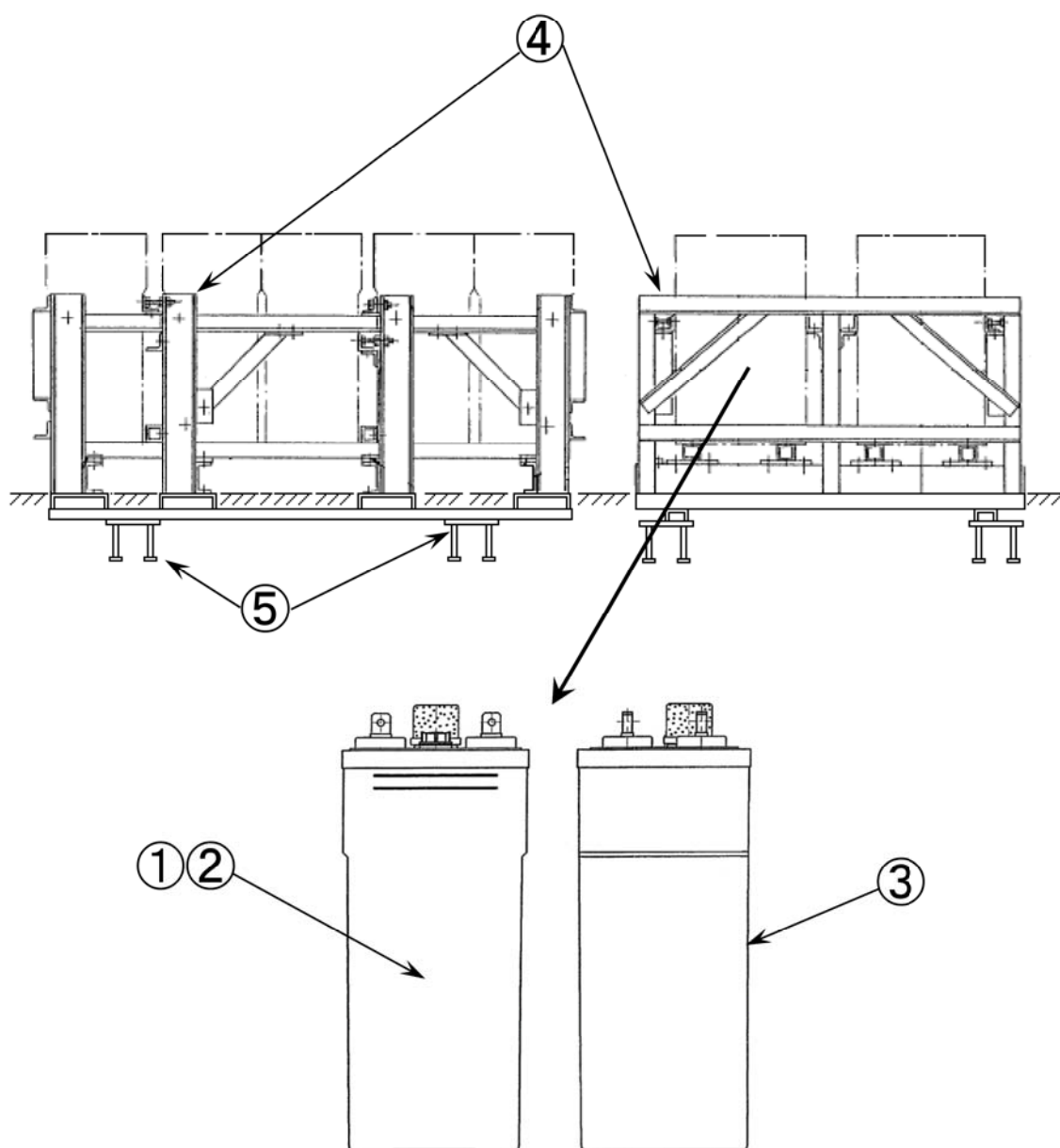
泊2号炉の蓄電池は、CS形、定格容量1,400Ah（10時間率）の蓄電池セルを60セル直列に接続したものであり、2群設置されている。

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。

泊2号炉の蓄電池構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の蓄電池の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部位
①	極板
②	電解液
③	電槽
④	架台
⑤	埋込金物

图2.1-1 泊2号炉 蓄電池構造図

表2.1-1 泊2号炉 蓄電池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 泊2号炉 蓄電池の使用条件

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：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.2 直流コントロールセンタ

(1) 構造

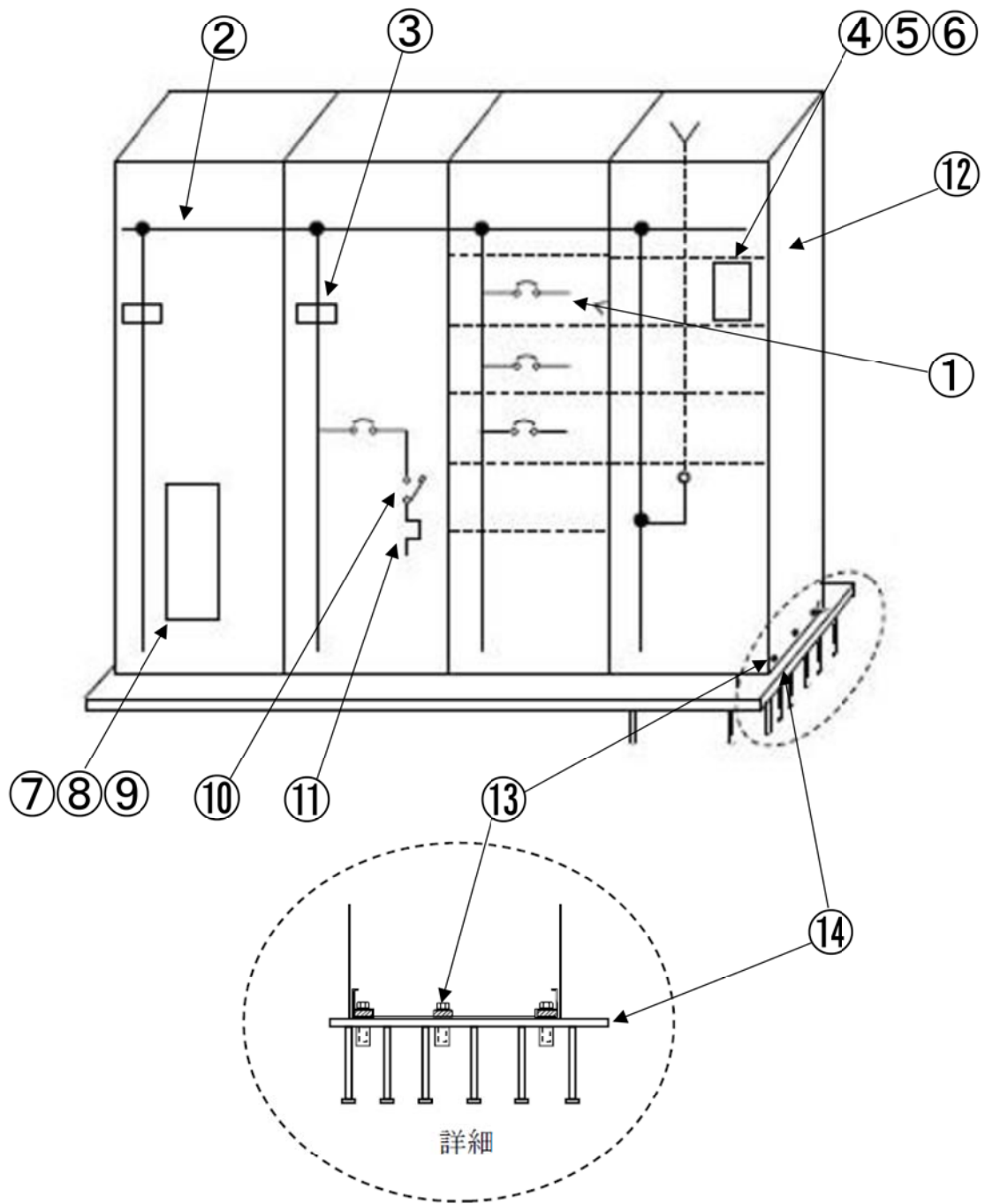
泊2号炉の直流コントロールセンタは、定格電圧125V、定格電流600Aの低圧閉鎖形であり、2群設置されている。

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）及び回路を保護する保護継電器等で構成されている。

泊2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) 材料及び使用条件

泊2号炉の直流コントロールセンタの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	開閉装置	⑥	指示計	⑪	サーマルリレー
②	主回路導体	⑦	タイマ	⑫	筐体
③	母線支え	⑧	ヒューズ	⑬	取付ボルト
④	保護継電器	⑨	補助リレー	⑭	埋込金物
⑤	表示灯	⑩	電磁接触器		

図2.1-2 泊2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 泊2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	開閉装置（ノーヒューズブレーカ，補助リレー）	消耗品・定期取替品
	主回路導体	銅（錫メッキ）
	母線支え	ガラスポリエステル
	保護継電器（機械式）	銅線，ホルマール樹脂，フェノール樹脂（A種絶縁），コイル
	表示灯	消耗品・定期取替品
	指示計	消耗品・定期取替品
	タイマ	消耗品・定期取替品
	ヒューズ	消耗品・定期取替品
	補助リレー	消耗品・定期取替品
	電磁接触器	消耗品・定期取替品
	サーマルリレー	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 泊2号炉 直流コントロールセンタの使用条件

周囲温度	約35℃*1
短時間電流強度	20kA 1秒
主回路温度上昇値（最大）	65℃
定格使用電圧	DC125V

*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

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 遮断機能の維持
- ③ 機器の保護・監視機能の維持
- ④ 通電・絶縁機能の維持
- 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、使用条件及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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

(1) 保護継電器（機械式）の絶縁低下〔直流コントロールセンタ〕

保護継電器（機械式）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、絶縁低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

(1) 架台〔蓄電池〕，筐体及び取付ボルト〔直流コントロールセンタ〕の腐食（全面腐食）

架台，筐体及び取付ボルトは炭素鋼であり，腐食が想定される。

しかしながら，大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており，塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また，巡視点検等で目視により塗膜又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) 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。

(3) 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、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。

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

(4) 保護継電器（機械式）の特性変化〔直流コントロールセンタ〕

保護継電器（機械式）は、長期間の使用に伴い、回転軸及び軸受の機械的摩耗及び接点部分の電氣的摩耗、損傷等により動作特性の変化が想定される。

しかしながら、保護継電器（機械式）は、「電気学会 電気規格調査会標準規格 電力用保護継電器(JEC-2500-1987)」に定める10,000回の耐久試験を型式試験として実施し、機構及び特性に異常を生じないことを確認しており、また、屋内に設置されていることから環境変化の程度は小さく、短期間での急激な特性変化が生じる可能性は小さいと考える。

また、回転軸受部・摺動部に油やグリスを使用していないことから、グリス等の固着により誘導円板の動作特性が変化することは考え難い。

更に、機器点検時の調整試験及び動作試験により、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。

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) 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、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100℃に対して、母線支えの耐熱温度は155℃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。

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

(6) 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 消耗品及び定期取替品

開閉装置（ノーヒューズブレーカ、補助リレー）、電磁接触器、サーマルリレー、表示灯、指示計及び補助リレーは動作確認の結果に基づき取替える消耗品であり、また、蓄電池セル、ヒューズ及びタイマ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(1/2) 泊2号炉 蓄電池に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部位		消耗品・定期取替品	材料	経年劣化事象							備考	
					減肉		割れ		絶縁	導通	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) 泊2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	開閉装置（ノーヒューズブレーカ、補助リレー）	◎	—									*1: 大気接触部の腐食 *2: コンクリート埋設部の腐食
	電磁接触器	◎	—									
	サーマルリレー	◎	—									
	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	保護継電器（機械式）		銅線, ホルマール樹脂, フェノール樹脂, コイル					○			△	
	母線支え		ガラスポリエステル					▲				
	表示灯	◎	—									
	指示計	◎	—									
	ヒューズ	◎	—									
	補助リレー	◎	—									
	タイマ	◎	—									
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

△：高経年化対策上着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 保護継電器（機械式）の絶縁低下 [直流コントロールセンタ]

a. 事象の説明

保護継電器内部に使用している入力トランス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、絶縁低下を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

保護継電器は、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。

保護継電器の絶縁低下については、同種保護継電器のサンプリング調査結果より評価を実施した。

図2.3-1は、保護継電器の絶縁破壊電圧と使用年数の関係を示している。この評価から、入力トランスの絶縁破壊電圧の95%信頼区間下限が判定基準に達するまでの期間は約40年であり、絶縁低下の可能性は否定できない。

なお、判定基準は、保護継電器の入力トランス絶縁仕様の耐電圧であるAC2,000V「電気学会 電気規格調査会標準規格 電力用保護継電器 (JEC-2500-1987)」としている。

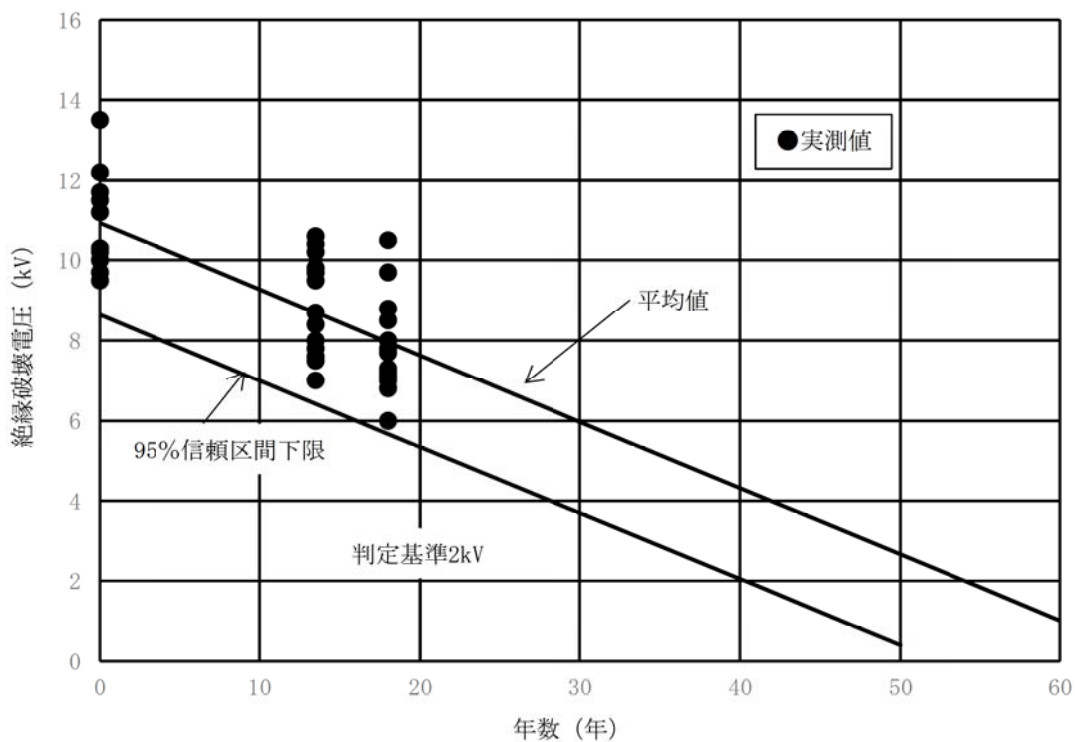


図2.3-1 保護継電器の絶縁破壊電圧と使用年数の関係

[出典：メーカーデータ]

② 現状保全

保護継電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を確認している。

なお、保護継電器は予防保全のため順次更新する計画としている。

③ 総合評価

健全性評価結果と更新計画から判断して、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が、保護継電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。

c. 高経年化への対応

保護継電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. 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 ドロッパ
- ② 直流分電盤

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

3.1.1 筐体〔共通〕， 架台及び取付ボルト〔直流分電盤〕の腐食（全面腐食）

架台、筐体及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は亜鉛メッキにより腐食を防止しており、塗膜又はメッキ面が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

また、巡視点検等で目視により塗膜又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。

3.1.2 操作スイッチの導通不良〔ドロップ〕

操作スイッチは、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する可能性は小さい。

更に、機器点検時の特性試験により、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。

3.1.3 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。

3.1.4 ダイオードの特性変化〔ドロップ〕

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、放熱板により素子の温度を一定温度以下に保つよう設計しており、特性が急激に変化する可能性は小さいと考える。

また、機器点検時の特性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。

3.1.5 主回路導体の腐食（全面腐食）〔直流分電盤〕

主回路導体は銅であり、腐食が想定される。

しかしながら、錫メッキにより腐食を防止しており、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。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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。

3.1.6 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食） [共通]

埋込金物は炭素鋼であり，腐食が想定される。

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

3 計器用電源設備

- 3.1 無停電電源
- 3.2 計装用分電盤

泊2号炉で使用されている計器用電源設備は、無停電電源及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

目次

1. 技術評価対象機器	1
2. 計装用インバータの技術評価	2
2.1 構造, 材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	5
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	10

1. 技術評価対象機器

泊2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 泊2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*2	定格出力 電圧 (V)	周囲温度 (℃)
計装用インバータ (4)	定格出力 10kVA	MS-1	連続 [連続]	100	約35

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. 計装用インバータの技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 計装用インバータ

(1) 構造

泊2号炉の計装用インバータは, 定格出力10kVA, 定格出力電圧100Vの静止形無停電電源装置であり, 4台設置されている。

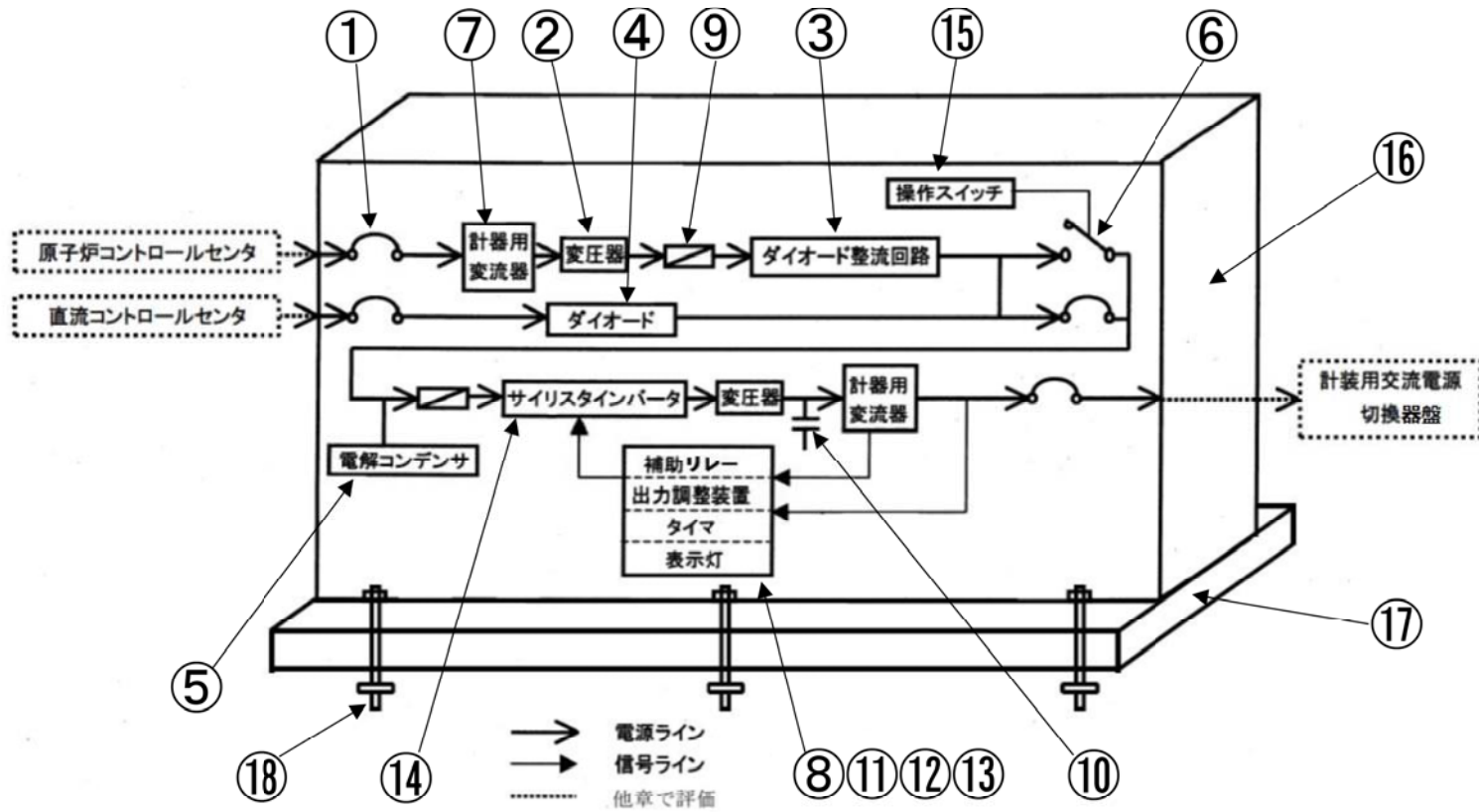
盤型式は自立閉鎖型盤であり, 盤内の冷却は自然通風による自冷方式である。

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ダイオード整流回路及び直流を交流に変換するサイリスタインバータ等を内蔵している。

泊2号炉の計装用インバータの主要部位構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の計装用インバータの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	ノーヒューズブレーカ	⑦	計器用変流器	⑬	タイマ
②	変圧器	⑧	表示灯	⑭	サイリスタインバータ
③	ダイオード整流回路	⑨	ヒューズ	⑮	操作スイッチ
④	ダイオード	⑩	交流フィルタコンデンサ	⑯	筐体
⑤	電解コンデンサ	⑪	出力調整装置	⑰	埋込ベース
⑥	電磁接触器	⑫	補助リレー	⑱	基礎ボルト

図2.1-1 泊2号炉 計装用インバータの主要部位構成図

表2.1-1 泊2号炉 計装用インバータ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	銅線, アラミド絶縁紙 (H種絶縁)
	ダイオード整流回路	半導体
	ダイオード	半導体
	電解コンデンサ	消耗品・定期取替品
	電磁接触器	消耗品・定期取替品
	計器用変流器	銅線, 耐熱ABS樹脂, シリコーンゴム (A種絶縁)
	表示灯	消耗品・定期取替品
	ヒューズ	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
	出力調整装置	半導体
	補助リレー	消耗品・定期取替品
	タイマ	消耗品・定期取替品
	サイリスタインバータ	半導体
操作スイッチ	銅, 銀	
支持構造物	筐体	炭素鋼
	埋込ベース	炭素鋼
	基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-2 泊2号炉 計装用インバータの使用条件

定格出力	10kVA
周囲温度	約35°C*1
定格出力電圧	100V
定格周波数	50Hz

*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

計装用インバータ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 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

計装用インバータについて機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造，材料，使用条件及び現在までの運転経験等を考慮し，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△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

(1) ダイオード整流回路、ダイオード及びサイリスタインバータの特性変化

ダイオード整流回路、ダイオード及びサイリスタインバータは、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。

また、機器点検時の特性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。

(2) 出力調整装置の特性変化

出力調整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、出力調整装置は、高い信頼性を確保するため、環境及び使用条件を考慮した設計としている。また屋内に設置されていることから、環境変化の程度は小さく、短期間での特性変化の可能性は小さいと考える。

また、製造段階で基板表面をコーティングしており、著しい環境変化はないことから、マイグレーションが発生する可能性は小さいと考える。

更に、機器点検時の特性試験により、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) 操作スイッチの導通不良

操作スイッチは、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する可能性は小さい。

更に、機器点検時の特性試験により、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。

(4) 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。

(5) 埋込ベース（大気接触部）の腐食（全面腐食）

埋込ベースは炭素鋼であり、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) 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。

(7) 計器用変流器の絶縁低下

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型計器用変流器であり、二次コイルにかかる電圧は低く、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。

(8) 埋込ベース（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）

埋込ベースは炭素鋼であり、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、埋込ベースに有意な腐食が発生するまで長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ノーヒューズブレーカ、表示灯、電磁接触器、交流フィルタコンデンサ及び補助リレーは動作確認の結果に基づき取替える消耗品である。

また、電解コンデンサ、ヒューズ及びタイマ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 泊2号炉 計装用インバ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		
順変換機能の維持, 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
	変圧器		銅線, アラミド絶縁紙					○				
	ダイオード整流回路		半導体							△		
	ダイオード		半導体							△		
	電解コンデンサ	◎	—									
	電磁接触器	◎	—									
逆変換機能の維持, 通電・絶縁機能の維持	ノーヒューズブレーカ	◎	—									
	計器用変流器		銅線, 耐熱ABS樹脂, シリコーンゴム					▲				
	表示灯	◎	—									
	ヒューズ	◎	—									
	変圧器		銅線, アラミド絶縁紙					○				
	交流フィルタコンデンサ	◎	—									
	出力調整装置		半導体							△		
	補助リレー	◎	—									
	タイマ	◎	—									
	サイリスタインバータ		半導体							△		
機器の支持	筐体		炭素鋼		△							
	埋込ベース		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

△：高経年化対策上着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（約147.5℃程度）に比べ十分余裕のある絶縁種（H種：許容最高温度180℃）を選択して使用している。

したがって，短期間で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，定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

3. 2 計装用分電盤

[対象機器]

- ① 計装用交流分電盤
- ② 計装用交流電源切換器盤

目次

1. 技術評価対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造, 材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	6
3. 代表機器以外への展開	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. 技術評価対象機器及び代表機器の選定

泊2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、電圧区分及び設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す計装用分電盤を、電圧区分及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、計装用交流分電盤及び計装用交流電源切換器盤が属するが、電流容量が大きい計装用交流分電盤を代表機器とする。

表1-1 泊2号炉 計装用分電盤の主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	重要度*1	使用条件			代表機器の選定	
電圧区分	設置場所				運転状態*2	定格電圧 (V)	周囲温度 (°C)	代表機器	選定理由
低圧	屋内	計装用交流分電盤 (4)	屋内自立形 電流容量600A	MS-1	連続 [連続]	100	約35	◎	電流容量
		計装用交流電源切換器盤 (4)	屋内壁掛形 電流容量100A	MS-1	連続 [連続]	100	約35		

*1：機能は最上位の機能を示す。

*2：上段は断続的運転時，下段の [] は冷温停止状態時の運転状態を示す。

2. 代表機器の技術評価

2.1 構造, 材料及び使用条件

2.1.1 計装用交流分電盤

(1) 構造

泊2号炉の計装用交流分電盤は, 定格電圧100V, 定格電流600Aの屋内自立形であり, 4面設置されている。

盤内には回路を構成する主回路導体及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。

泊2号炉の計装用交流分電盤構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

泊2号炉の計装用交流分電盤の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

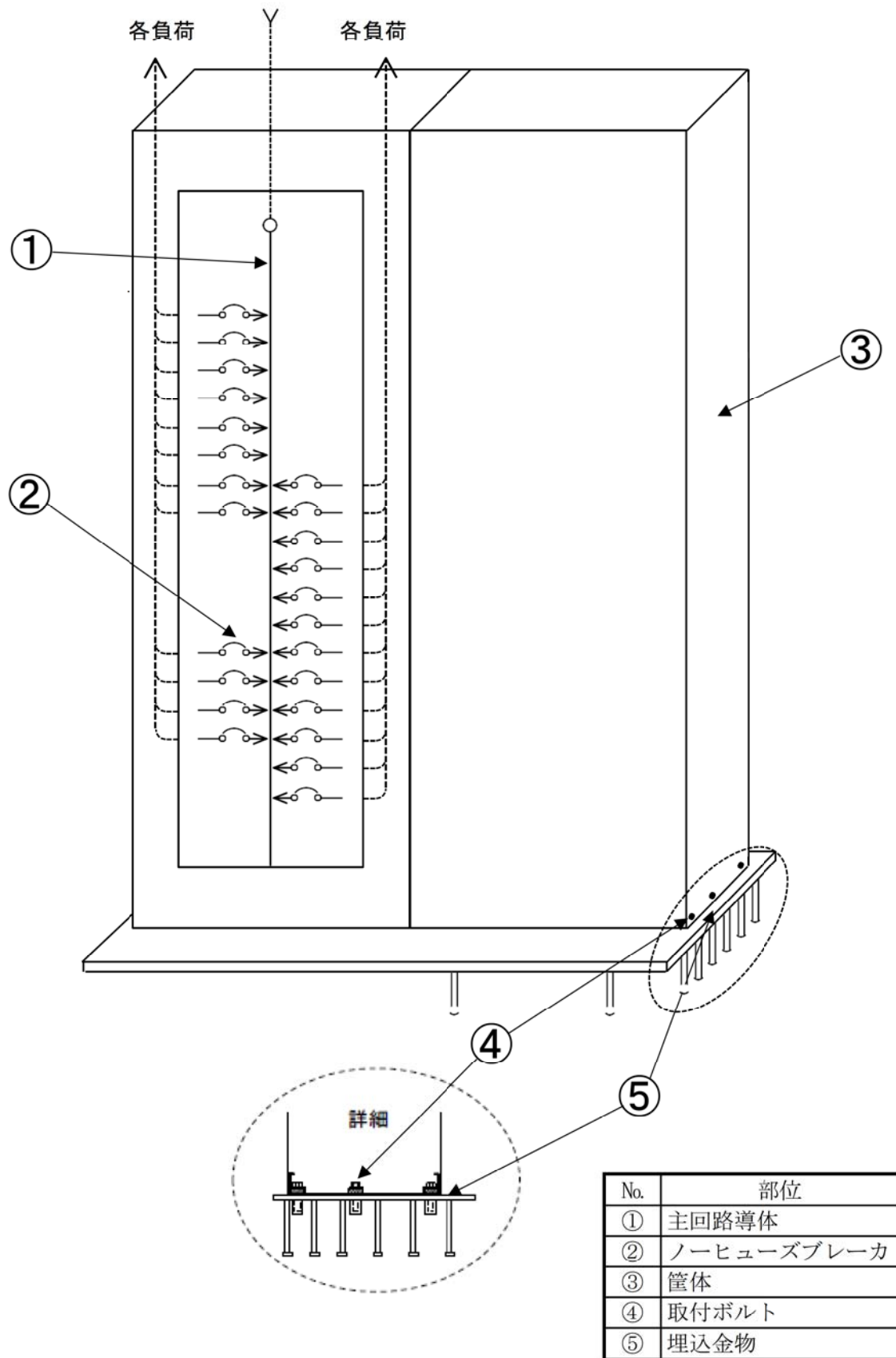


図2.1-1 泊2号炉 計装用交流分電盤構成図

表2.1-1 泊2号炉 計装用交流分電盤主要部位の使用材料

部位		材料
盤構成成品	主回路導体	銅（錫メッキ）
	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
	埋込金物	炭素鋼

表2.1-2 泊2号炉 計装用交流分電盤の使用条件

周囲温度	約35℃*1
主回路温度上昇値（最大）	65℃
定格電圧	100V

*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

計装用交流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

計装用交流分電盤について、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、使用条件及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△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

(1) 主回路導体の腐食（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、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。

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

(2) 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) 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。

(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 消耗品及び定期取替品

ノーヒューズブレーカは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 泊2号炉 計装用交流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		△							
	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 計装用交流電源切換器盤

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.1.1 筐体及び架台の腐食（全面腐食）

筐体及び架台は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、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 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。

3.1.3 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。

