

玄海原子力発電所 3 号炉

空調設備の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

九州電力株式会社

玄海3号炉の空調設備のうち、評価対象機器である安全重要度分類審査指針におけるクラス1、2の機器、高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器及び常設重大事故等対処設備に属する機器を型式、駆動方式、設置場所等でグループ化し、同一グループ内の複数の機器の存在を考慮して、重要度、容量等の観点から代表機器を選定した。

これらの一覧を表1に、機能を表2に示す。

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

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

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

本評価書では空調設備の型式等を基に、以下の6つに分類している。

- 1 ファン
- 2 電動機
- 3 空調ユニット
- 4 冷水設備
- 5 ダクト
- 6 ダンパ

表 1 (1/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (ファン)

分離基準			機器名称 (台数)	仕様 (容量×全圧) ($(\text{m}^3/\text{min}) \times$ ($\text{kPa}[\text{gage}]$))	選定基準			選定	選定理由	
					重要度*1	使用条件				
型式	駆動方式	設置場所				重要度*1	運転	回転数 (rpm)	周囲温度 ($^{\circ}\text{C}$)	
遠心式	カップリング 駆動	屋内	中央制御室空調ファン (2)	約 500×約 1.1	MS-1、重*2	連続	900	約40	◎	運転時間 容量
			安全補機開閉器室空調ファン (2)	約2,250×約 1.7	MS-1	連続	720	約40		
			中央制御室非常用循環ファン (2)	約 110×約 2.0	MS-1、重*2	一時	1,800	約40		
			安全補機室空気浄化ファン (2)	約 56×約 3.0	MS-1	一時	3,600	約40		
			中間補機棟空調ファン (2)	約1,800×約 1.7	MS-1	連続	720	約40		
	一体型	屋内	アニュラス空気浄化ファン (2)	約 100×約 2.8	MS-1、重*2	一時	3,600	約40	◎	重要度
			安全補機室冷却ファン (2)	約 220×約0.88	MS-1	一時	1,200	約40		
軸流式	一体型	屋内	中央制御室循環ファン (2)	約 500×約0.54	MS-1、重*2	連続	1,800	約40	◎	運転時間 容量
			ディーゼル発電機室給気ファン (4)	約1,700×約0.49 約 400×約0.34	MS-1	一時	900 1,200	約40		
			ほう酸ポンプ室空調ファン (2)	約 160×約0.49	MS-1	連続	1,800	約40		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (2/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (電動機)

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			選定	選定理由	
電圧区分	型式	設置場所			重要度*1	使用条件				
			運転	定格電圧 (V)		周囲温度 (°C)				
低 圧	密 閉	屋 内	空調用冷凍機用電動機 (4)	235×3, 530	MS-1	連 続	440	約40	◎	
			アニュラス空気浄化ファン用電動機 (2)	11×3, 520	MS-1、重*2	一 時	440	約40	◎	定格出力
			安全補機室空気浄化ファン用電動機 (2)	7.5×3, 520	MS-1	一 時	440	約40		
			安全補機室冷却ファン用電動機 (2)	7.5×1, 170	MS-1	一 時	440	約40		
			ディーゼル発電機室給気ファン用電動機 (4)	37× 880*3 7.5×1, 170*4	MS-1	一 時	440	約40		
			中間補機棟空調ファン用電動機 (2)	75× 705	MS-1	連 続	440	約40		
			ほう酸ポンプ室空調ファン用電動機 (2)	5.5×1, 740	MS-1	連 続	440	約40		
			中央制御室循環ファン用電動機 (2)	15×1, 760	MS-1、重*2	連 続	440	約40		
			中央制御室空調ファン用電動機 (2)	15× 890	MS-1、重*2	連 続	440	約40		
			中央制御室非常用循環ファン用電動機 (2)	7.5×1, 750	MS-1、重*2	一 時	440	約40		
			空調用冷水ポンプ用電動機 (4)	45×3, 530	MS-1	連 続	440	約40		
	開放		安全補機開閉器室空調ファン用電動機 (2)	90× 700	MS-1	連 続	440	約40		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：A, C号機

*4：B, D号機

表 1 (3/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (空調ユニット)

分離基準	機器名称 (台数)	仕様 (容量) (m ³ /min)	選 定 基 準			選定	選定理由
			重要度*1	使用条件 運 転	構 成 品		
型 式							
空調ユニット	中央制御室空調ユニット (2)	約 500	MS-1、重*3	連 続	C/W、R/F	◎	重要度 容量
	安全補機開閉器室空調ユニット (2)	約2,250	MS-1	連 続	C/W、R/F		
	安全補機室冷却ユニット (2)	約 220	MS-1	一 時	C/W、R/F		
	中間補機棟空調ユニット(2)	約1,800	MS-1	連 続	C/W、R/F		
	格納容器再循環ユニット (2)	約3,500	重*3	連 続	C/W、R/F		
	ほう酸ポンプ室給気加熱コイル (2)	約 160	MS-1	連 続	EH/C		
フィルタユニット	アニュラス空気浄化フィルタユニット (2)	約 100	MS-1、重*3	一 時	EH/C、C/F、H/F	◎	容量
	中央制御室非常用循環フィルタユニット (1)	約 110	MS-1、重*3	一 時	EH/C、C/F、H/F		
	安全補機室空気浄化フィルタユニット (1)	約 56	MS-1	一 時	EH/C、C/F、H/F		
	格納容器減圧排気フィルタユニット (1)	約 28	高*2	一 時	D/M、EH/C、C/F、H/F		

*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1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器

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

[構成品記号説明]

C/W：冷却水冷却コイル (内部流体：純水)

R/F：ラフフィルタ

EH/C：電気ヒータ

H/F：微粒子フィルタ

C/F：よう素フィルタ

D/M：除湿フィルタ

表 1 (4/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (冷水設備)

機器名称 (台数)	仕様 (冷却能力) (kcal/h)	重要度*1	使用条件	構成品	
			運 転		
空調用冷水設備 (4)	約786,000	MS-1	連 続	空調用冷凍機	圧縮機、凝縮器、電動機*2、蒸発器、冷媒配管
				空調用冷水系統	タンク、ポンプ、電動機*2、配管

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：電動機については、「空調設備の技術評価書」の電動機にて評価している

表 1 (5/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (ダクト)

分離基準	機器名称	仕様 (容量) (m ³ /min)	選定基準		選定	選定理由
			重要度*1	使用条件 運 転		
排気筒	排気筒	約 9,540	MS-1、重*2	一 時	◎	
ダクト	格納容器再循環系ダクト	約 3,500	重*2	連 続	◎	重要度 運転時間 容量
	格納容器給・排気系ダクト	約 2,500	MS-1、重*2	一 時		
	アニュラス空気浄化系ダクト	約 100	MS-1、重*2	一 時		
	中央制御室空調系ダクト	約 500	MS-1、重*2	連 続		
	中央制御室非常用循環系ダクト	約 110	MS-1、重*2	一 時		
	ディーゼル発電機室給・排気系ダクト	約 2,100	MS-1	一 時		
	安全補機開閉器室空調系ダクト	約 2,250	MS-1	連 続		
	補助建屋給・排気系ダクト	約 4,000	MS-1	連 続		
	安全補機室給・排気系ダクト	約 220	MS-1	一 時		
	中間補機棟空調系ダクト	約 1,800	MS-1	連 続		
	ほう酸ポンプ室空調系ダクト	約 160	MS-1	連 続		
	代替緊急時対策所換気系ダクト	約 25	重*2	一 時		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (1/5))

分離基準		機 器 名 称 (台 数)	仕 様	選定基準	選定	選定理由
型 式	駆動方法 (作動原理)		サイ ズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	空気作動	C/V給気ラインアニュラス入口第一ダンパ (1)	1,510×1,510	MS-1	◎	サイズ
		C/V給気ラインアニュラス入口第二ダンパ (1)	1,510×1,510	MS-1		
		C/V排気ラインアニュラス出口第一ダンパ (1)	1,610×1,410	MS-1		
		C/V排気ラインアニュラス出口第二ダンパ (1)	1,610×1,410	MS-1		
		C/V排気ファン出口ダンパ (2)	1,205×1,505	MS-1		
		C/V排気ダンパ (1)	2,105×1,405	MS-1		
		アニュラス空気浄化ファン入口ダンパ (2)	φ555	MS-1、重*2		
		アニュラス戻りダンパ (2)	φ555	MS-1、重*2		
		排気筒入口第一ダンパ (1)	2,810×2,810	MS-1		
		排気筒入口第二ダンパ (1)	2,810×2,810	MS-1		
		安全補機室給気第一ダンパ (1)	1,410×1,410	MS-1		
		安全補機室給気第二ダンパ (1)	1,410×1,410	MS-1		
		安全補機室排気第一ダンパ (1)	1,510×1,310	MS-1		
		安全補機室排気第二ダンパ (1)	1,510×1,310	MS-1		
		安全補機室空気浄化ファン入口ダンパ (2)	355× 355	MS-1		
		安全補機室空気浄化ファン出口ダンパ (2)	405× 405	MS-1		
		D/G室排気ダンパ (2)	1,505×4,005	MS-1		
		SWGR空調ユニット入口連絡ダンパ (2)	2,105×1,605	MS-1		
		SWGR空調ユニット入口ダンパ (2)	2,105×1,505	MS-1		
		SWGR空調ファン出口ダンパ (2)	2,405×1,505	MS-1		
SWGR給気連絡ダンパ (2)	2,405×1,155	MS-1				
I/B給気連絡ダンパ (2)	1,505×1,605	MS-1				
I/B非安全系給気ダンパ (1)	1,205×1,305	MS-1				
I/B非安全系戻りダンパ (1)	2,005×1,305	MS-1				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (2/5))

分離基準		機 器 名 称 (台 数)	仕 様	選定基準	選定	選定理由
型 式	駆動方法 (作動原理)		サ イ ズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	空気作動	中央制御室外気取入ダンパ (2)	705× 705	MS-1		
		中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ (2)	605× 655	MS-1、重*2		
		中央制御室空調ファン出口ダンパ (2)	1, 105×1, 155	MS-1、重*2		
		中央制御室循環ファン入口ダンパ (2)	905× 905	MS-1、重*2		
		中央制御室外気取入流量設定ダンパ (2)	705× 705	MS-1、重*2		
		中央制御室非常時外気取入流量設定ダンパ (2)	705× 705	MS-1、重*2		
		中央制御室非常時循環流量設定ダンパ (2)	705× 805	MS-1、重*2		
		中央制御室外気放出流量設定ダンパ (2)	705× 705	MS-1		
		中央制御室循環流量設定ダンパ (2)	905× 905	MS-1、重*2		
		中央制御室排気ファン入口第一ダンパ (1)	φ 455	MS-1		
	中央制御室排気ファン入口第二ダンパ (1)	φ 455	MS-1			
	手 動	ほう酸ポンプ室給気加熱コイル入口手動ダンパ (2)	605× 605	MS-1	◎	サイズ
		安全補機室冷却ユニット入口手動ダンパ (2)	805× 505	MS-1		
安全補機室空気浄化フィルタユニット入口ダンパ (1)		φ 405	MS-1			
I / B 空調ユニット入口手動ダンパ (2)		1, 205×2, 505	MS-1			
逆 止	ほう酸ポンプ室空調ファン出口逆止ダンパ (2)	605× 605	MS-1	◎	サイズ	
	安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ (2)	805× 505	MS-1			
	安全補機室排気逆止ダンパ (2)	1, 005×1, 005	MS-1			
	D / G 室給気ファン入口逆止ダンパ (4)	1, 505×1, 505 1, 005×1, 005	MS-1			
	I / B 空調ファン出口逆止ダンパ (2)	1, 505×1, 505	MS-1			

*1 : 機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (3/5))

分離基準		機 器 名 称 (台 数)	仕 様	選定基準	選定	選定理由
型 式	駆動方法 (作動原理)		サ イ ズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防 火	アニュラス空気浄化フィルタユニット入口防火ダンパ (2)	555× 555	MS-1、重*2	◎	サイズ
		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)	555× 555	MS-1、重*2		
		ほう酸ポンプ室給気系防火兼流量設定ダンパ (1)	455× 455	MS-1		
		ほう酸ポンプ室排気系防火兼流量設定ダンパ (1)	455× 455	MS-1		
		安全補機室空気浄化系防火ダンパ (2)	1,005×1,005	MS-1		
		安全補機室空気浄化フィルタユニット入口防火ダンパ (1)	φ 405	MS-1		
		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)	φ 405	MS-1		
		D/G室給気防火兼流量設定ダンパ (4)	1,605×1,605 1,005×1,005	MS-1		
		インバータ室給気第一防火ダンパ (2)	555× 555	MS-1		
		インバータ室給気第二防火ダンパ (2)	555× 555	MS-1		
		インバータ室給気第三防火ダンパ (2)	φ 205	MS-1		
		E P 盤室給気防火兼流量設定ダンパ (2)	φ 205	MS-1		
		S W G R 室給気防火ダンパ (2)	805× 805	MS-1		
		E P 盤室戻り防火兼流量設定ダンパ (2)	φ 205	MS-1		
		S W G R 室戻り第一防火ダンパ (2)	φ 205	MS-1		
		インバータ室戻り防火ダンパ (2)	600× 400	MS-1		
		S W G R 室戻り第二防火ダンパ (2)	855× 855	MS-1		
		継電器室給気第一防火兼流量設定ダンパ (2)	705× 405	MS-1		
		継電器室戻り防火兼流量設定ダンパ (2)	555× 555 605× 605	MS-1		
		継電器室給気第二防火兼流量設定ダンパ (2)	705× 405	MS-1		
継電器室系給気防火ダンパ (1)	555× 555	MS-1				
継電器室系戻り防火ダンパ (1)	555× 555	MS-1				
M/D AFWP室給気防火兼流量設定ダンパ (2)	505× 505	MS-1				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (4/5))

分離基準		機 器 名 称 (台 数)	仕 様	選定基準	選定	選定理由
型 式	駆動方法 (作動原理)		サ イ ズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防 火	M/D AFWP室戻り防火兼流量設定ダンパ (2)	505× 505	MS-1		
		制御用空気圧縮機室給気防火ダンパ(2)	555× 555 φ 455	MS-1		
		制御用空気圧縮機室戻り防火ダンパ(2)	555× 555 φ 455	MS-1		
		空調用冷凍機室戻り防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		空調用冷凍機室給気防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		空調用冷凍機室戻り壁防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		空調用冷凍機室給気壁防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		D/G電気盤室給気防火ダンパ(2)	555× 555 455× 455	MS-1		
		D/G電気盤室戻り防火ダンパ(2)	555× 555 455× 455	MS-1		
		プラントデータ管理センタ室給気第一防火ダンパ(1)	φ 355	MS-1、重*2		
		プラントデータ管理センタ室給気第二防火ダンパ(1)	φ 355	MS-1、重*2		
		中央制御室給気防火兼流量設定ダンパ(1)	905× 905	MS-1		
		中央制御室給気第一防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		中央制御室給気第二防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		中央制御室戻り防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		中央制御室戻り防火兼流量設定ダンパ(1)	905× 905	MS-1		
		中央制御室非常用循環 F/U入口防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1、重*2		
		中央制御室非常用循環 F/U出口防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1、重*2		
		プラントデータ管理センタ室戻り防火ダンパ(1)	455× 455	MS-1、重*2		
		モニタテレビ室防火ダンパ(4)	300× 300 228× 228	MS-1		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/6) 玄海 3 号炉 主要な空調設備 (ダンパ (5/5))

分離基準		機 器 名 称 (台 数)	仕 様	選定基準	選定	選定理由
型 式	駆動方法 (作動原理)		サ イ ズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防 火	ハロン連動ダンパ(34)	φ 200 φ 450 φ 550 φ 600 450× 450 490× 290 500× 200 500× 300 500× 500 550× 550 600× 300 600× 400 600× 600 800× 800 850× 850	MS-1		

*1 : 機能は最上位の機能を示す

表2 玄海3号炉 主要な空調設備の機能 (1/2)

空調設備		機能
ファン・電動機	中央制御室空調ファン	中央制御室等に調整した空気を給気する装置。
	安全補機開閉器室空調ファン	安全補機開閉器室、継電器室等に調整した空気を給気する装置。
	中央制御室非常用循環ファン	1次冷却材喪失事故時に中央制御室の空気を浄化するための中央制御室非常用循環フィルタユニットに空気を循環させる装置。
	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の空気を浄化するための安全補機室空気浄化フィルタユニットに空気を放出する装置。
	中間補機棟空調ファン	空調用冷凍機室、D/G盤室及び補助給水ポンプ室等の換気をする装置。
	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内の換気をする装置。
	安全補機室冷却ファン	1次冷却材喪失事故及び外部電源事故後の冷温停止への移行時に安全補機室を冷却する装置。
	中央制御室循環ファン	中央制御室、運転員控室、チャート室、プラントデータ管理室等の空気を循環させる装置。
	ディーゼル発電機室給気ファン	ディーゼル発電機室内に外気を給気する装置。
	ほう酸ポンプ室空調ファン	ほう酸ポンプ室をほう酸析出防止として事故時も雰囲気温度を20℃以上に維持する装置。
空調ユニット	中央制御室空調ユニット	中央制御室、運転員控室、チャート室、プラントデータ管理室等の換気、空調及び非常時の空気浄化を行う装置。
	安全補機開閉器室空調ユニット	安全補機開閉器室、継電器室等の換気及び空調を行う装置。
	安全補機室冷却ユニット	1次冷却材喪失事故及び外部電源事故後の冷温停止への移行時に安全補機室を冷却する装置。
	中間補機棟空調ユニット	空調用冷凍機室、D/G盤室及び補助給水ポンプ室等の換気をする装置。
	格納容器再循環ユニット	原子炉格納容器内空気の冷却及び浄化を行う装置。
	ほう酸ポンプ室給気加熱コイル	ほう酸ポンプ室をほう酸析出防止として事故時も雰囲気温度を20℃以上に維持する装置。
	アニュラス空気浄化フィルタユニット	1次冷却材喪失事故時及び換気時アニュラス内の排気をフィルタユニット内のフィルタにより浄化する装置。
	中央制御室非常用循環フィルタユニット	1次冷却材喪失事故時に中央制御室の空気をフィルタユニット内のフィルタにより浄化する装置。
	安全補機室空気浄化フィルタユニット	安全補機室内より大気放出される空気の浄化を行う装置。
格納容器減圧排気フィルタユニット	原子炉格納容器を減圧する際に大気放出される空気の浄化を行う装置。	

表2 玄海3号炉 主要な空調設備の機能 (2/2)

空 調 設 備	機 能
冷水設備	中央制御室空調装置及び安全補機開閉器室空調装置他の空調ユニットに冷水を供給する設備。
ダクト	格納容器内外及び建屋内の給排気のための空気の流路を構成する機器。
ダンパ	ダクト内に設置され、空気の流路を構成する機器。

1 ファン

[対象機器]

- ① 中央制御室空調ファン
- ② 安全補機開閉器室空調ファン
- ③ 中央制御室非常用循環ファン
- ④ 安全補機室空気浄化ファン
- ⑤ 中間補機棟空調ファン
- ⑥ アニュラス空気浄化ファン
- ⑦ 安全補機室冷却ファン
- ⑧ 中央制御室循環ファン
- ⑨ ディーゼル発電機室給気ファン
- ⑩ ほう酸ポンプ室空調ファン

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	4
2.1 構造、材料及び使用条件	4
2.2 経年劣化事象の抽出	13
3. 代表機器以外への展開	20
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	20
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	21

1. 対象機器及び代表機器の選定

玄海3号炉で使用されている主要なファンの主な仕様を表1-1に示す。

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

1.1 グループ化の考え方及び結果

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

- (1) 型式：遠心式、駆動方式：カップリング駆動、設置場所：屋内
羽根車の遠心力を利用して送風し、電動機から主軸を介して駆動する。
- (2) 型式：遠心式、駆動方式：一体型、設置場所：屋内
羽根車の遠心力を利用して送風し、電動機軸がファンの軸と一体で駆動する。
- (3) 型式：軸流式、駆動方式：一体型、設置場所：屋内
羽根車の翼揚力を利用して軸方向に送風し、電動機軸がファンの軸と一体で駆動する。

1.2 代表機器の選定

- (1) 型式：遠心式、駆動方式：カップリング駆動、設置場所：屋内
このグループには、中央制御室空調ファン、安全補機開閉器室空調ファン、中央制御室非常用循環ファン、安全補機室空気浄化ファン及び中間補機棟空調ファンが属するが、運転時間が長く、容量が大きい安全補機開閉器室空調ファンを代表機器とする。
- (2) 型式：遠心式、駆動方式：一体型、設置場所：屋内
このグループには、アニュラス空気浄化ファン及び安全補機室冷却ファン属するが、重要度が高いアニュラス空気浄化ファンを代表機器とする。

(3) 型式：軸流式、駆動方式：一体型、設置場所：屋内

このグループには、中央制御室循環ファン、ディーゼル発電機室給気ファン及びほう酸ポンプ室空調ファンが属するが、運転時間が長く、容量が大きい中央制御室循環ファンを代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 ファンの主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	仕様 (容量×全圧) ($(\text{m}^3/\text{min}) \times$ (kPa[gage]))	選定基準			選定	選定理由	
					重要度*1	使用条件				
型式	駆動方式	設置場所				運 転	回転数 (rpm)	周囲温度 (°C)		
遠心式	カップリング 駆動	屋 内	中央制御室空調ファン (2)	約 500×約 1.1	MS-1、重*2	連 続	900	約40	◎	運転時間 容量
			安全補機開閉器室空調ファン (2)	約2,250×約 1.7	MS-1	連 続	720	約40		
			中央制御室非常用循環ファン (2)	約 110×約 2.0	MS-1、重*2	一 時	1,800	約40		
			安全補機室空気浄化ファン (2)	約 56×約 3.0	MS-1	一 時	3,600	約40		
			中間補機棟空調ファン (2)	約1,800×約 1.7	MS-1	連 続	720	約40		
	一体型	屋 内	アニュラス空気浄化ファン (2)	約 100×約 2.8	MS-1、重*2	一 時	3,600	約40	◎	重要度
			安全補機室冷却ファン (2)	約 220×約0.88	MS-1	一 時	1,200	約40		
軸流式	一体型	屋 内	中央制御室循環ファン (2)	約 500×約0.54	MS-1、重*2	連 続	1,800	約40	◎	運転時間 容量
			ディーゼル発電機室給気ファン (4)	約1,700×約0.49 約 400×約0.34	MS-1	一 時	900 1,200	約40		
			ほう酸ポンプ室空調ファン (2)	約 160×約0.49	MS-1	連 続	1,800	約40		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

2. 代表機器の技術評価

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

- ① 安全補機開閉器室空調ファン
- ② アニュラス空気浄化ファン
- ③ 中央制御室循環ファン

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 安全補機開閉器室空調ファン

(1) 構造

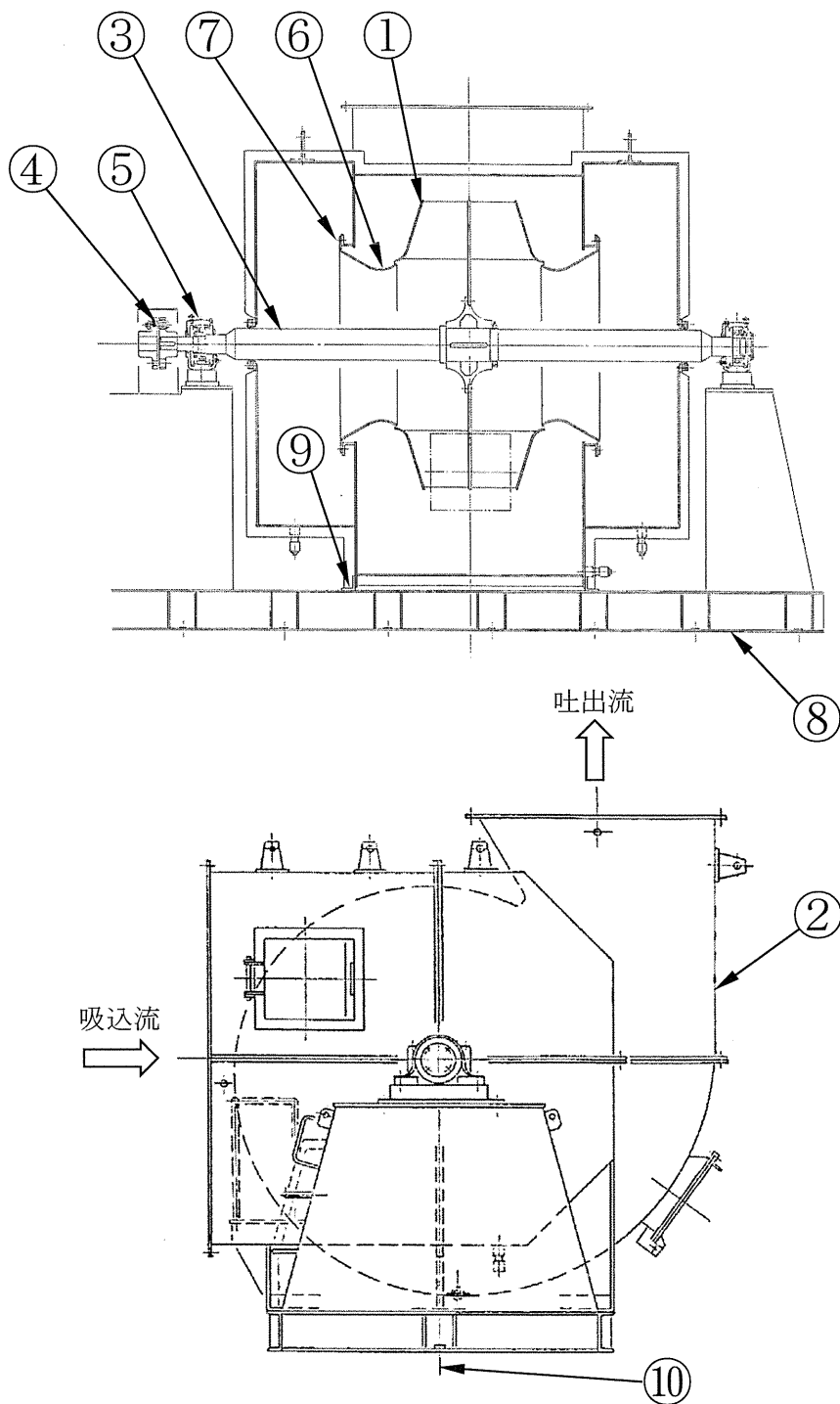
玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ファンの羽根車は、電動機軸に軸継手を介して取り付けられた主軸に取り付けられている。主軸を支える軸受は、片持ち方式でケーシングの外側面に設置されている。

また、羽根車、ケーシング及び主軸には炭素鋼を使用している。

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ファンの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	羽 根 車	⑥	吸込ホッパ
②	ケーシング	⑦	吸込ホッパ取付ボルト
③	主 軸	⑧	共通台板
④	軸 継 手	⑨	取付ボルト
⑤	軸受 (ころがり)	⑩	基礎ボルト

図2.1-1 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ファン構造図

表2.1-1 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ファン主要部位の使用材料

部 位	材 料
羽 根 車	炭 素 鋼
ケーシング	炭 素 鋼
主 軸	炭 素 鋼
軸 継 手	鋳 鉄
軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
吸込ホッパ	炭 素 鋼
吸込ホッパ取付ボルト	炭 素 鋼
共通台板	炭 素 鋼
取付ボルト	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-2 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ファンの使用条件

容 量	約2,250m ³ /min
全 圧	約1.7kPa[gage]
回 転 数	720rpm
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.1.2 アニュラス空気浄化ファン

(1) 構造

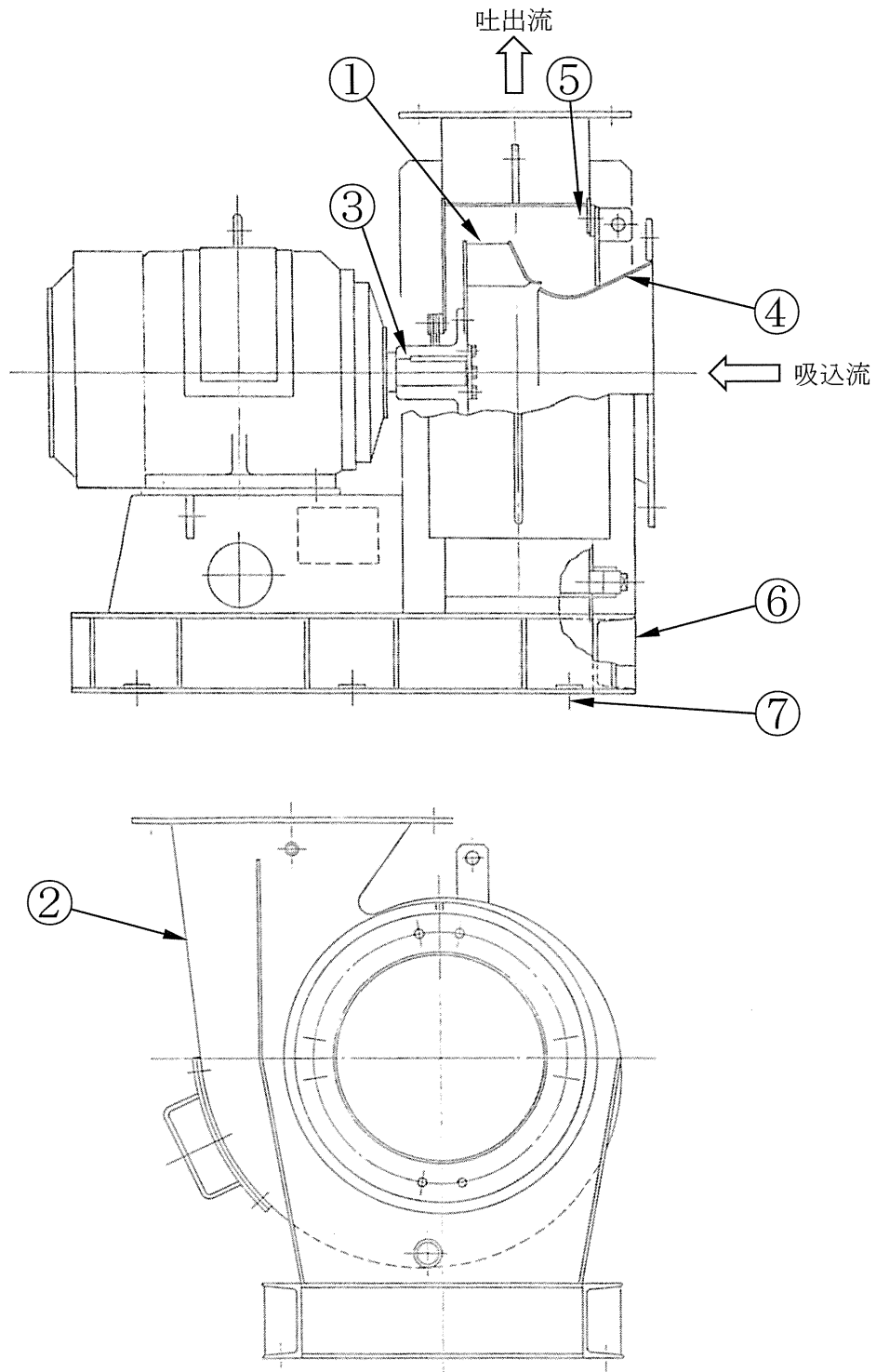
玄海3号炉のアニュラス空気浄化ファンの羽根車は、電動機軸に直接取り付けられている。

また、羽根車、ケーシング及び主軸には炭素鋼を使用している。

玄海3号炉のアニュラス空気浄化ファンの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のアニュラス空気浄化ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	羽 根 車	⑤	吸込ホッパ取付ボルト
②	ケーシング	⑥	共通台板
③	主 軸	⑦	基礎ボルト
④	吸込ホッパ		

図2.1-2 玄海3号炉 アニュラス空気浄化ファン構造図

表2.1-3 玄海3号炉 アニュラス空気浄化ファン主要部位の使用材料

部 位	材 料
羽 根 車	炭 素 鋼
ケーシング	炭 素 鋼
主 軸	炭 素 鋼
吸込ホッパ	炭 素 鋼
吸込ホッパ取付ボルト	炭 素 鋼
共通台板	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-4 玄海3号炉 アニュラス空気浄化ファンの使用条件

容 量	約100m ³ /min
全 圧	約2.8kPa[gage]
回 転 数	3,600rpm
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.1.3 中央制御室循環ファン

(1) 構造

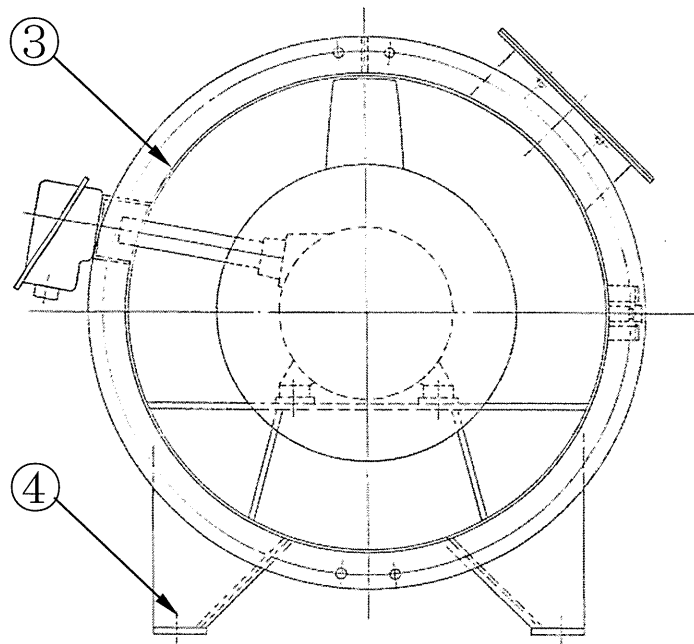
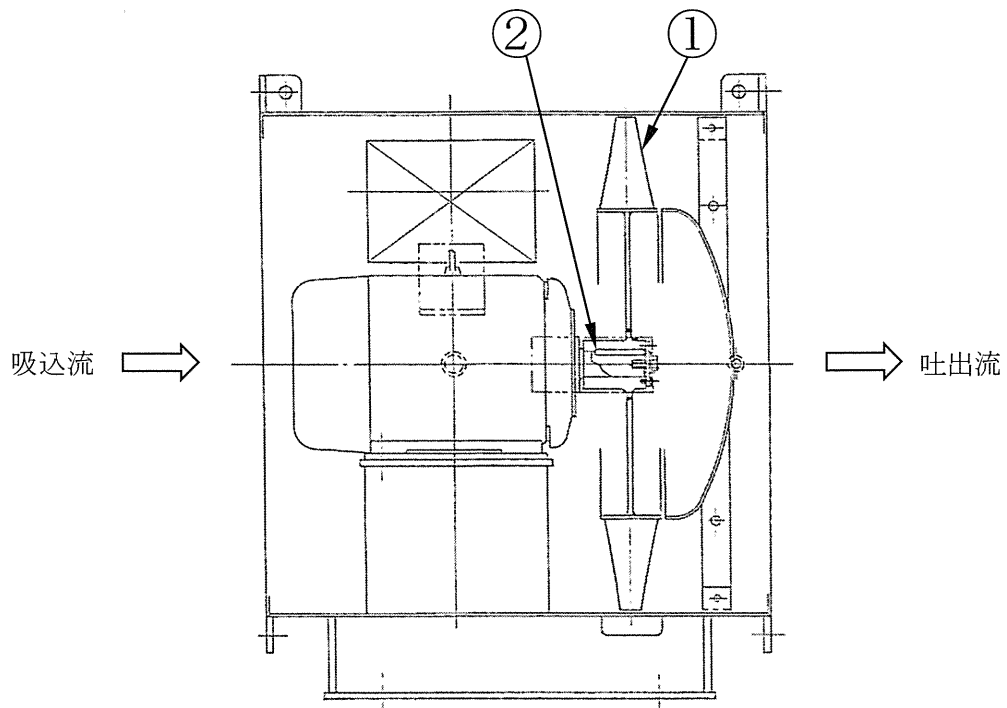
玄海3号炉の中央制御室循環ファンの羽根車は、ファンケーシング内に設置された電動機の電動機軸に直接取り付けられている。

また、羽根車、主軸及びケーシングには炭素鋼を使用している。

玄海3号炉の中央制御室循環ファンの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の中央制御室循環ファンの使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部 位	No.	部 位
①	羽 根 車	③	ケーシング
②	主 軸	④	基礎ボルト

図2.1-3 玄海3号炉 中央制御室循環ファン構造図

表2.1-5 玄海3号炉 中央制御室循環ファン主要部位の使用材料

部 位	材 料
羽 根 車	炭 素 鋼
主 軸	炭 素 鋼
ケーシング	炭 素 鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-6 玄海3号炉 中央制御室循環ファンの使用条件

容 量	約500m ³ /min
全 圧	約0.54kPa[gage]
回 転 数	1,800rpm
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ファンの機能である送風機能を維持するためには、次の2つの項目が必要である。

- ① 送風機能の維持
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ファン個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（回転数、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1～表2.2-3に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 羽根車等の腐食（全面腐食）[共通]

羽根車等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) ケーシング等の腐食（全面腐食）[共通]

ケーシング等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(3) 主軸の摩耗 [安全補機開閉器室空調ファン]

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

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

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(4) 主軸等の腐食（全面腐食） [共通]

主軸等は炭素鋼又は鋳鉄であり、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(5) 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

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

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

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

(6) 取付ボルト等の腐食（全面腐食）

[安全補機開閉器室空調ファン、アニュラス空気浄化ファン]

取付ボルト等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(7) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）は、分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
送風機能の維持	羽 根 車		炭 素 鋼		△						*1:高サイクル疲労割れ
	ケーシング		炭 素 鋼		△						
	主 軸		炭 素 鋼	△	△	△*1					
	軸 継 手		鋳 鉄		△						
	軸受（ころがり）	◎	—								
	吸込ホッパ		炭 素 鋼		△						
	吸込ホッパ取付ボルト		炭 素 鋼		△						
機器の支持	共通台板		炭 素 鋼		△						
	取付ボルト		炭 素 鋼		△						
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 玄海3号炉 アニュラス空気浄化ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
送風機能の維持	羽 根 車		炭 素 鋼		△					*1:高サイクル疲労割れ	
	ケーシング		炭 素 鋼		△						
	主 軸		炭 素 鋼		△	△*1					
	吸込ホップ		炭 素 鋼		△						
	吸込ホップ取付ボルト		炭 素 鋼		△						
機器の支持	共通台板		炭 素 鋼		△						
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 中央制御室循環ファンに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
送風機能の維持	羽 根 車		炭 素 鋼		△						*1:高サイクル疲労割れ
	主 軸		炭 素 鋼		△	△*1					
	ケーシング		炭 素 鋼		△						
機器の支持	基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

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

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

- ① 中央制御室空調ファン
- ② 中央制御室非常用循環ファン
- ③ 安全補機室空気浄化ファン
- ④ 中間補機棟空調ファン
- ⑤ 安全補機室冷却ファン
- ⑥ ディーゼル発電機室給気ファン
- ⑦ ほう酸ポンプ室空調ファン

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

水平展開機器各々の構造、材料、使用条件（回転数、温度等）及び現在までの運転経験を考慮すると、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 羽根車等の腐食（全面腐食）[共通]

羽根車等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.2 ケーシング等の腐食（全面腐食）[共通]

ケーシング等は炭素鋼又は鋳鉄であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.3 主軸の摩耗

[中央制御室空調ファン、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、中間補機棟空調ファン]

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

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

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 主軸の腐食（全面腐食）[共通]

主軸は炭素鋼であり、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.5 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

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

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

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

3.2.6 取付ボルト等の腐食（全面腐食）[共通]

取付ボルト等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.7 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

[中央制御室空調ファン、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、中間補機棟空調ファン、安全補機室冷却ファン、ほう酸ポンプ室空調ファン]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

2 電動機

[対象機器]

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

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	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
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	19
3. 代表機器以外への展開	20
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	20
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	21

1. 対象機器及び代表機器の選定

玄海3号炉で使用されている主要な電動機的主要な仕様を表1-1に示す。

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

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す電動機を電圧区分、型式及び設置場所で分類すると3つのグループとなる。

- ① 電圧区分：低圧、型式：密閉形、設置場所：屋内
低圧の密閉形電動機
- ② 電圧区分：低圧、型式：全閉形、設置場所：屋内
低圧の全閉形電動機
- ③ 電圧区分：低圧、型式：開放形、設置場所：屋内
低圧の開放形電動機

1.2 代表機器の選定

- (1) 電圧区分：低圧、型式：密閉形、設置場所：屋内
このグループには、空調用冷凍機用電動機のみが属するため、空調用冷凍機用電動機を代表機器とする。
- (2) 電圧区分：低圧、型式：全閉形、設置場所：屋内
このグループには、アニュラス空気浄化ファン用電動機、安全補機室空気浄化ファン用電動機、安全補機室冷却ファン用電動機、ディーゼル発電機室給気ファン用電動機、中間補機棟空調ファン用電動機、ほう酸ポンプ室空調ファン用電動機、中央制御室循環ファン用電動機、中央制御室空調ファン用電動機、中央制御室非常用循環ファン用電動機、空調用冷水ポンプ用電動機が属するが、定格出力が大きい中間補機棟空調ファン用電動機を代表機器とする。
- (3) 電圧区分：低圧、型式：開放形、設置場所：屋内
このグループには、安全補機開閉器室空調ファン用電動機のみが属するため、安全補機開閉器室空調ファン用電動機を代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 電動機の主な仕様

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準					選定	選定理由
				仕様 (定格出力× 定格回転数) (kW×rpm)	重要度*1	使用条件				
電圧区分	型式	設置場所				運 転	定格電圧 (V)	周囲温度 (℃)		
低 圧	密 閉	屋 内	空調用冷凍機用電動機 (4)	235×3,530	MS-1	連 続	440	約40	◎	
			全 閉	アニュラス空気浄化ファン用電動機 (2)	11×3,520	MS-1、重*2	一 時	440	約40	◎
	安全補機室空気浄化ファン用電動機 (2)		7.5×3,520	MS-1	一 時	440	約40			
	安全補機室冷却ファン用電動機 (2)		7.5×1,170	MS-1	一 時	440	約40			
	ディーゼル発電機室給気ファン用電動機 (4)		37× 880*3 7.5×1,170*4	MS-1	一 時	440	約40			
	中間補機棟空調ファン用電動機 (2)		75× 705	MS-1	連 続	440	約40			
	ほう酸ポンプ室空調ファン用電動機 (2)		5.5×1,740	MS-1	連 続	440	約40			
	中央制御室循環ファン用電動機 (2)		15×1,760	MS-1、重*2	連 続	440	約40			
	中央制御室空調ファン用電動機 (2)		15× 890	MS-1、重*2	連 続	440	約40			
	中央制御室非常用循環ファン用電動機 (2)		7.5×1,750	MS-1、重*2	一 時	440	約40			
	空調用冷水ポンプ用電動機 (4)		45×3,530	MS-1	連 続	440	約40			
	開 放		安全補機開閉器室空調ファン用電動機 (2)	90× 700	MS-1	連 続	440	約40	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：A, C号機

*4：B, D号機

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の3種類の電動機について技術評価を実施する。

- ① 空調用冷凍機用電動機
- ② 中間補機棟空調ファン用電動機
- ③ 安全補機開閉器室空調ファン用電動機

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 空調用冷凍機用電動機

(1) 構造

玄海3号炉の空調用冷凍機用電動機は、定格出力235kW、定格回転数3,530rpmの密閉屋内形三相誘導電動機である。

電動機の主軸には低合金鋼を使用している。

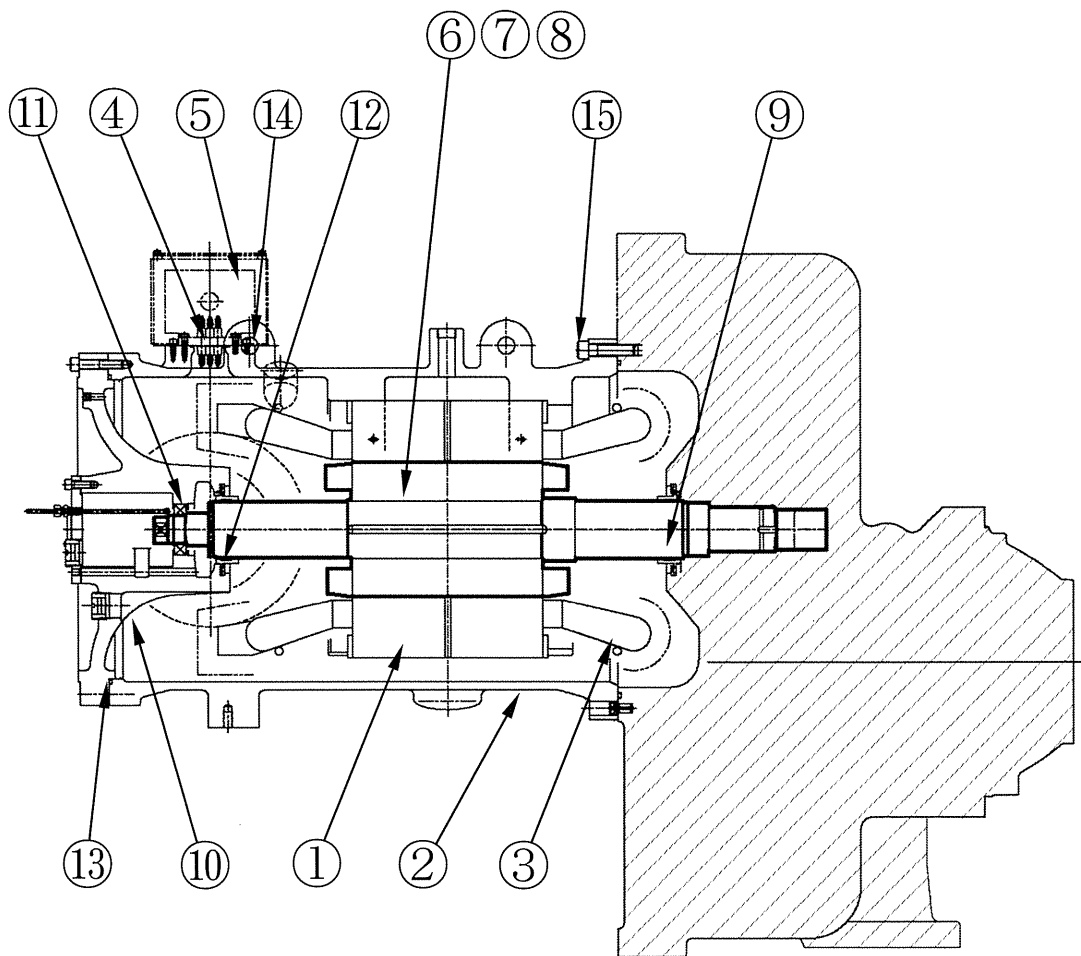
負荷側軸受部は歯車室に、反負荷側軸受部はブラケットに軸受が取り付けられており、電動機回転子重量を支えている。

冷媒にはフルオロカーボンを用いており、フレーム内を冷却している。

玄海3号炉の空調用冷凍機用電動機の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の空調用冷凍機用電動機の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



注：太線部が回転部を示す

No.	部 位	No.	部 位
①	固定子コア	⑨	主 軸
②	フレーム	⑩	ブラケット
③	固定子コイル	⑪	軸受 (すべり)
④	口出線・接続部品	⑫	シールリング
⑤	端 子 箱	⑬	Oリング
⑥	回転子棒	⑭	ガスケット
⑦	エンドリング	⑮	取付ボルト
⑧	回転子コア		

図2.1-1 玄海3号炉 空調用冷凍機用電動機構造図

表2.1-1 玄海3号炉 空調用冷凍機用電動機主要部位の使用材料

部 位		材 料
固定子組立品	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	炭素鋼
	固定子コイル	銅、マイカ、エポキシ樹脂（B種絶縁）
	口出線・接続部品	銅、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
	主 軸	低合金鋼
軸受組立品	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（すべり）	消耗品・定期取替品
	シールリング	消耗品・定期取替品
	Oリング	消耗品・定期取替品
	ガスケット	消耗品・定期取替品
支持組立品	取付ボルト	低合金鋼

表2.1-2 玄海3号炉 空調用冷凍機用電動機の使用条件

定 格 出 力	235kW
周 囲 温 度	約40℃*1
定 格 電 圧	440V
定 格 回 転 数	3,530rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.2 中間補機棟空調ファン用電動機

(1) 構造

玄海3号炉の中間補機棟空調ファン用電動機は、定格出力75kW、定格回転数705rpmの全閉屋内形三相誘導電動機である。

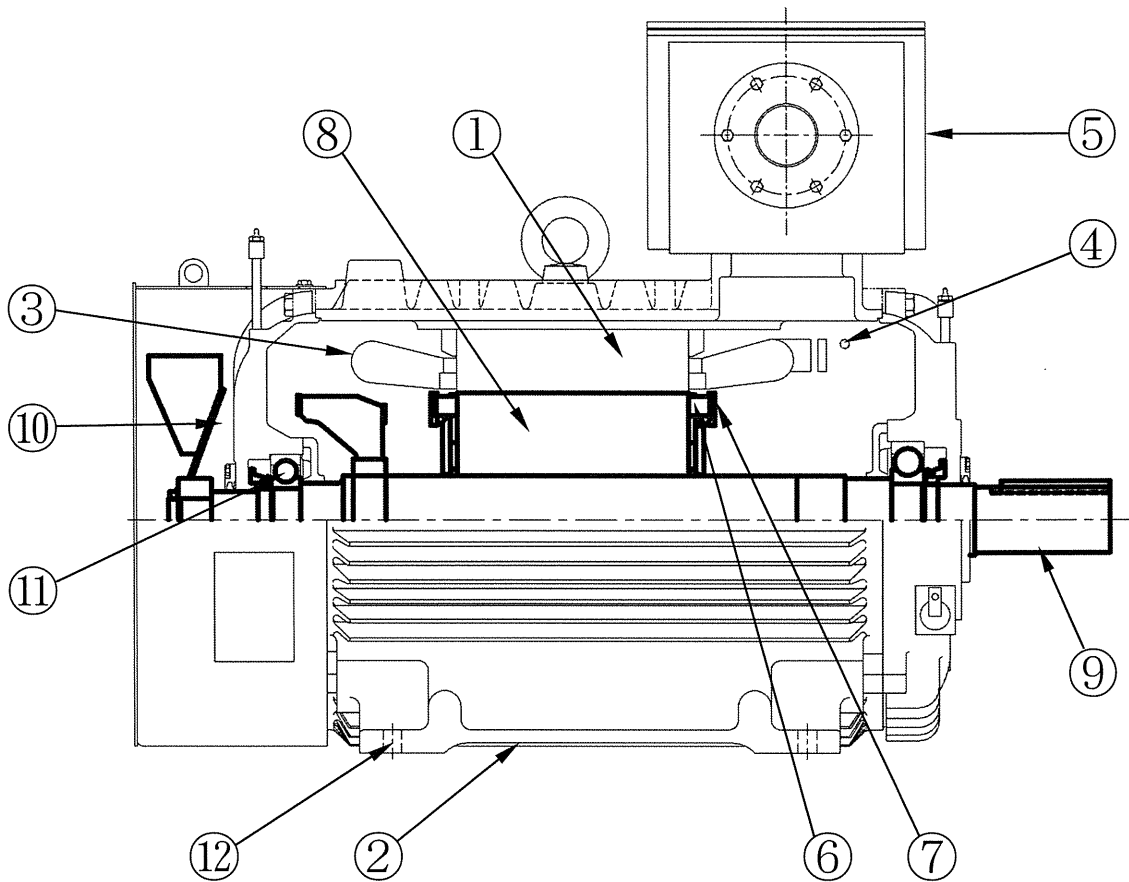
ファンに直結している主軸には炭素鋼を使用している。

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

玄海3号炉の中間補機棟空調ファン用電動機の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の中間補機棟空調ファン用電動機の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



注：太線部が回転部を示す

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

図2.1-2 玄海3号炉 中間補機棟空調ファン用電動機構造図

表2.1-3 玄海3号炉 中間補機棟空調ファン用電動機主要部位の使用材料

部 位		材 料
固定子組立品	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	銅、マイカ、エポキシ樹脂（F種絶縁）
	口出線・接続部品	銅、シリコーンゴム、マイカ、エポキシ樹脂（F種絶縁）
	端子箱	炭素鋼
回転子組立品	回転子棒・エンドリング	銅合金
	回転子コア	珪素鋼板
	主 軸	炭素鋼
軸受組立品	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
支持組立品	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-4 玄海3号炉 中間補機棟空調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	705rpm

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.1.3 安全補機開閉器室空調ファン用電動機

(1) 構造

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ファン用電動機は、定格出力90kW、定格回転数700rpmの開放屋内形三相誘導電動機である。

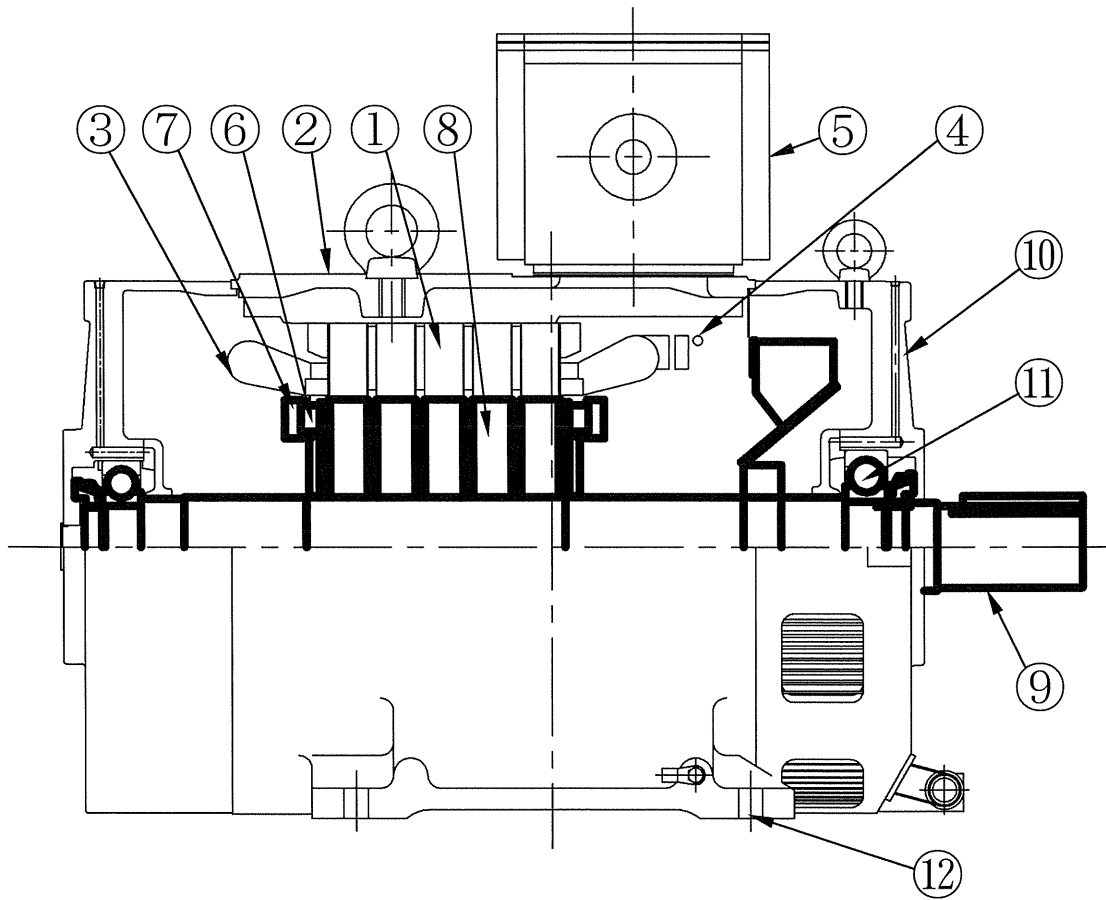
ファンに直結している主軸には炭素鋼を使用している。

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

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ファン用電動機の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ファン用電動機の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



注：太線部が回転部を示す

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

図2.1-3 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ファン用電動機構造図

表2.1-5 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ファン用電動機主要部位の使用材料

部 位		材 料
固定子組立品	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	銅、マイカ、エポキシ樹脂（F種絶縁）
	口出線・接続部品	銅、シリコンゴム、マイカ、エポキシ樹脂（F種絶縁）
	端子箱	炭素鋼
回転子組立品	回転子棒・エンドリング	銅合金
	回転子コア	珪素鋼板
	主 軸	炭素鋼
軸受組立品	ブラケット	鋳 鉄
	軸受（ころがり）	消耗品・定期取替品
支持組立品	取付ボルト	炭素鋼

表2.1-6 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ファン用電動機の使用条件

定 格 出 力	90kW
周 囲 温 度	約40℃*1
定 格 電 圧	440V
定 格 回 転 数	700rpm

*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駆動機能を維持するためには、次の2つの項目が必要である。

- ① 駆動機能の維持、通電・絶縁機能の維持
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

電動機個々について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（電圧、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1～表2.2-3に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

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

(1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下 [共通]

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[共通]

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) フレーム、端子箱及びブラケットの腐食（全面腐食）[共通]

フレーム、端子箱及びブラケットは鋳鉄又は炭素鋼であり腐食が想定される。

しかしながら、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食の可能性は小さい。

また、分解点検時の目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(3) 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]

空調用冷凍機用電動機の主軸については、軸受（すべり）との摺動による摩耗が想定される。

しかしながら、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、主軸と軸受間に潤滑油が供給され膜が形成されるため、摺動摩耗の生じる可能性は小さい。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

中間補機棟空調ファン用電動機及び安全補機開閉器室空調ファン用電動機は、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。

軸受の定期取替時の軸受引き抜き時に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方策も考えられる。この場合は、主軸表面がわずかに摩耗し、主軸と軸受間で微小隙間が生じ運転中にフレットニングにより摩耗する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットニングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(5) 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

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

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

なお、試運転時等における振動確認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。

(6) 取付ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

取付ボルトは炭素鋼及び低合金鋼であり腐食が想定される。

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

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

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

軸受（ころがり）、シールリング、Oリング及びガスケットは、分解点検時に取り替えている消耗品である。また、軸受（すべり）は分解点検時の目視確認や浸透探傷検査の結果に基づき取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3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	応力腐蝕割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の維持、 通電・絶縁機能の 維持	固定子コア		珪素鋼板		△							*1：高サイクル 疲労割れ
	フレーム		炭素鋼		△							
	固定子コイル		銅 マイカ、エポキシ樹脂 (B種絶縁)					○				
	口出線・接続部品		銅 マイカ、エポキシ樹脂 (B種絶縁)					○				
	端子箱		炭素鋼		△							
	回転子棒・エンドリング		銅合金			△						
	回転子コア		珪素鋼板		△							
	主 軸		低合金鋼	△		△*1						
	ブラケット		鋳 鉄		△							
	軸受（すべり）	◎	—									
	シールリング	◎	—									
	Oリング	◎	—									
ガスケット	◎	—										
機器の支持	取付ボルト		低合金鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 玄海3号炉 中間補機棟空調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	応力腐蝕割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の維持、 通電・絶縁機能の 維持	固定子コア		珪素鋼板		△						*1：高サイクル 疲労割れ	
	フレーム		鋳 鉄		△							
	固定子コイル		銅 マイカ、エポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
	口出線・接続部品		銅 シリコンゴム マイカ、エポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
	端子箱		炭素鋼		△							
	回転子棒・エンドリング		銅合金			△						
	回転子コア		珪素鋼板		△							
	主 軸		炭素鋼	△		△*1						
	ブラケット		鋳 鉄		△							
	軸受（ころがり）	◎	—									
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ファン用電動機に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
				減 肉		割 れ		絶 縁	導 通	特 性		その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	絶縁低下	導通不良	特性変化		
駆動機能の維持、 通電・絶縁機能の 維持	固定子コア		珪素鋼板		△						*1：高サイクル 疲労割れ	
	フレーム		鋳 鉄		△							
	固定子コイル		銅 マカ、エポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
	口出線・接続部品		銅 シリコンゴム マカ、エポキシ樹脂 (F種絶縁)					○				
	端子箱		炭素鋼		△							
	回転子棒・エンドリング		銅合金			△						
	回転子コア		珪素鋼板		△							
	主 軸		炭素鋼	△		△*1						
	ブラケット		鋳 鉄		△							
	軸受（ころがり）	◎	—									
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△							

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下 [共通]

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の事象は、低圧ポンプ用電動機と電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は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

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下に対する技術評価は、低圧ポンプ用電動機と電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は同様であることから、絶縁低下に対する技術評価は、「ポンプ用電動機の技術評価書」低圧ポンプ用電動機の固定子コイル及び口出線の絶縁低下に対する技術評価を参照のこと。

また、ヒートサイクル試験方法及び旧機のコイル破壊電圧による評価を用いた供試体にはともに接続部品が含まれていることから、接続部品の運転に必要な絶縁耐力は、固定子コイル及び口出線の評価と同様と判断する。

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対する高経年化への対応は、低圧ポンプ用電動機と電圧区分、絶縁仕様、使用環境等は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 アニュラス空気浄化ファン用電動機
- ② 安全補機室空気浄化ファン用電動機
- ③ 安全補機室冷却ファン用電動機
- ④ ディーゼル発電機室給気ファン用電動機
- ⑤ ほう酸ポンプ室空調ファン用電動機
- ⑥ 中央制御室循環ファン用電動機
- ⑦ 中央制御室空調ファン用電動機
- ⑧ 中央制御室非常用循環ファン用電動機
- ⑨ 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]

代表機器と同様、長期間の運転を考慮すると固定子コイル及び口出線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より洗浄、乾燥、絶縁補修処理もしくは取替えを実施していく。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）[共通]

固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理等により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

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、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食の可能性は小さい。また、分解点検時の目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.3 回転子棒・エンドリングの疲労割れ [共通]

回転子棒・エンドリングについては、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、回転子棒・エンドリングは、アルミ充てん式（一体形成）であり、回転子棒とスロットの間に隙間を生じることなく、疲労割れが発生し難い構造である。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 主軸の摩耗 [共通]

主軸については、軸受（ころがり）との接触面で摩耗が想定される。

軸受の定期取替時の軸受引き抜き時に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方策も考えられる。この場合は、主軸表面がわずかに摩耗し、主軸と軸受間で微小隙間が生じ運転中にフレットニングにより摩耗する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットニングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 主軸の高サイクル疲労割れ [共通]

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

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

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

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

3.2.6 取付ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食の可能性は小さい。また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

3 空調ユニット

[対象機器]

- ① 中央制御室空調ユニット
- ② 安全補機開閉器室空調ユニット
- ③ 安全補機室冷却ユニット
- ④ 中間補機棟空調ユニット
- ⑤ 格納容器再循環ユニット
- ⑥ ほう酸ポンプ室給気加熱コイル
- ⑦ アニュラス空気浄化フィルタユニット
- ⑧ 中央制御室非常用循環フィルタユニット
- ⑨ 安全補機室空気浄化フィルタユニット
- ⑩ 格納容器減圧排気フィルタユニット

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造、材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	9
3. 代表機器以外への展開	14
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	14
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	15

1. 対象機器及び代表機器の選定

玄海3号炉で使用されている主要な空調ユニットの主な仕様を表1-1に示す。

これらの空調ユニットを型式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す空調ユニットを型式の観点で分類すると、以下の2つのグループに分類される。

(1) 型式：空調ユニット

フィルタ、熱交換器等で構成されており、単体で温度調整機能を有する装置である。

(2) 型式：フィルタユニット

フィルタユニットは、外板、骨組鋼材、フィルタ等にて構成される箱型の構造物であり、可動部は存在せず、空気浄化機能のみを有する装置である。

1.2 代表機器の選定

(1) 型式：空調ユニット

このグループには、中央制御室空調ユニット、安全補機開閉器室空調ユニット、安全補機室冷却ユニット、中間補機棟空調ユニット及び格納容器再循環ユニット及びほう酸ポンプ室給気加熱コイルが属するが、重要度が高く、容量が大きい安全補機開閉器室空調ユニットを代表機器とする。

(2) 型式：フィルタユニット

このグループには、アニュラス空気浄化フィルタユニット、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及び格納容器減圧排気フィルタユニットが属するが、容量が大きい中央制御室非常用循環フィルタユニットを代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 空調ユニットの主な仕様

分離基準	機器名称 (台数)	仕様 (容量) (m ³ /min)	選定基準			選定	選定理由
			重要度*1	使用条件 運 転	構 成 品		
型 式							
空調ユニット	中央制御室空調ユニット (2)	約 500	MS-1、重*3	連 続	C/W、R/F	◎	重要度 容量
	安全補機閉器室空調ユニット (2)	約2,250	MS-1	連 続	C/W、R/F		
	安全補機室冷却ユニット (2)	約 220	MS-1	一 時	C/W、R/F		
	中間補機棟空調ユニット(2)	約1,800	MS-1	連 続	C/W、R/F		
	格納容器再循環ユニット (2)	約3,500	重*3	連 続	C/W、R/F		
	ほう酸ポンプ室給気加熱コイル (2)	約 160	MS-1	連 続	EH/C		
フィルタユニット	アニュラス空気浄化フィルタユニット (2)	約 100	MS-1、重*3	一 時	EH/C、C/F、H/F	◎	容量
	中央制御室非常用循環フィルタユニット (1)	約 110	MS-1、重*3	一 時	EH/C、C/F、H/F		
	安全補機室空気浄化フィルタユニット (1)	約 56	MS-1	一 時	EH/C、C/F、H/F		
	格納容器減圧排気フィルタユニット (1)	約 28	高*2	一 時	D/M、EH/C、C/F、H/F		

*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1,900kPaを超える環境下にある原子炉格納容器外の重要度クラス3の機器

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

[構成品記号説明]

C/W：冷却水冷却コイル（内部流体：純水）

R/F：ラフフィルタ

EH/C：電気ヒータ

H/F：微粒子フィルタ

C/F：よう素フィルタ

D/M：除湿フィルタ

2. 代表機器の技術評価

本章では、1章で代表機器とした以下の2種類の空調ユニットについて技術評価を実施する。

- ① 安全補機開閉器室空調ユニット
- ② 中央制御室非常用循環フィルタユニット

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 安全補機開閉器室空調ユニット

(1) 構造

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ユニットは、空気浄化機能を有するラフフィルタ、冷却機能を有する冷却コイルを内蔵しており、バウンダリを形成する骨組鋼材、外板等で構成されている。

骨組鋼材、外板等には炭素鋼を使用している。冷却コイルには銅合金を使用しており、純水に接している。

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ユニットの構成図及び構造図を図2.1-1及び図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調ユニットの使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

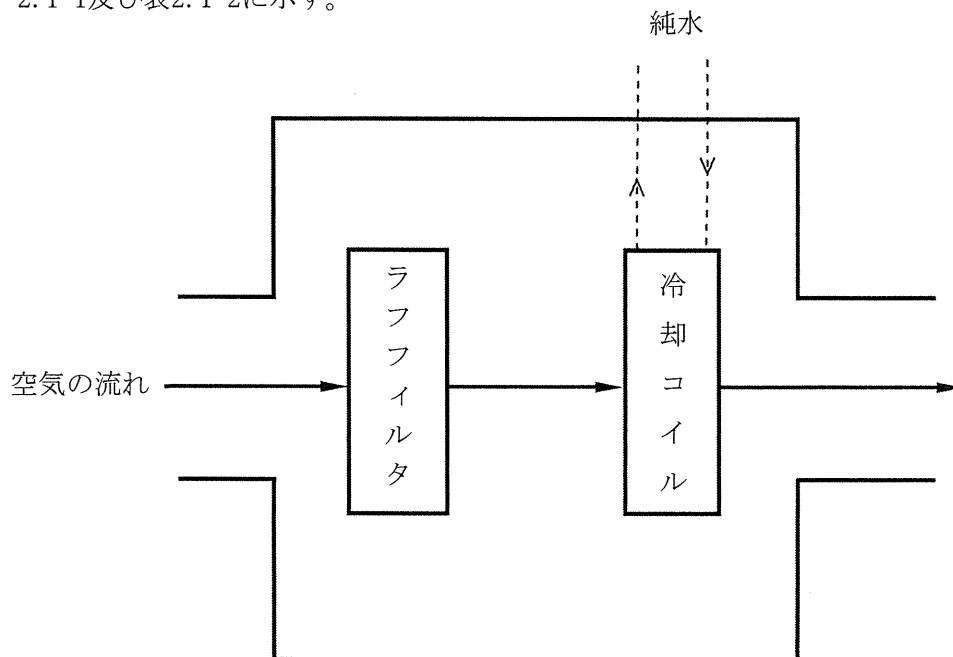
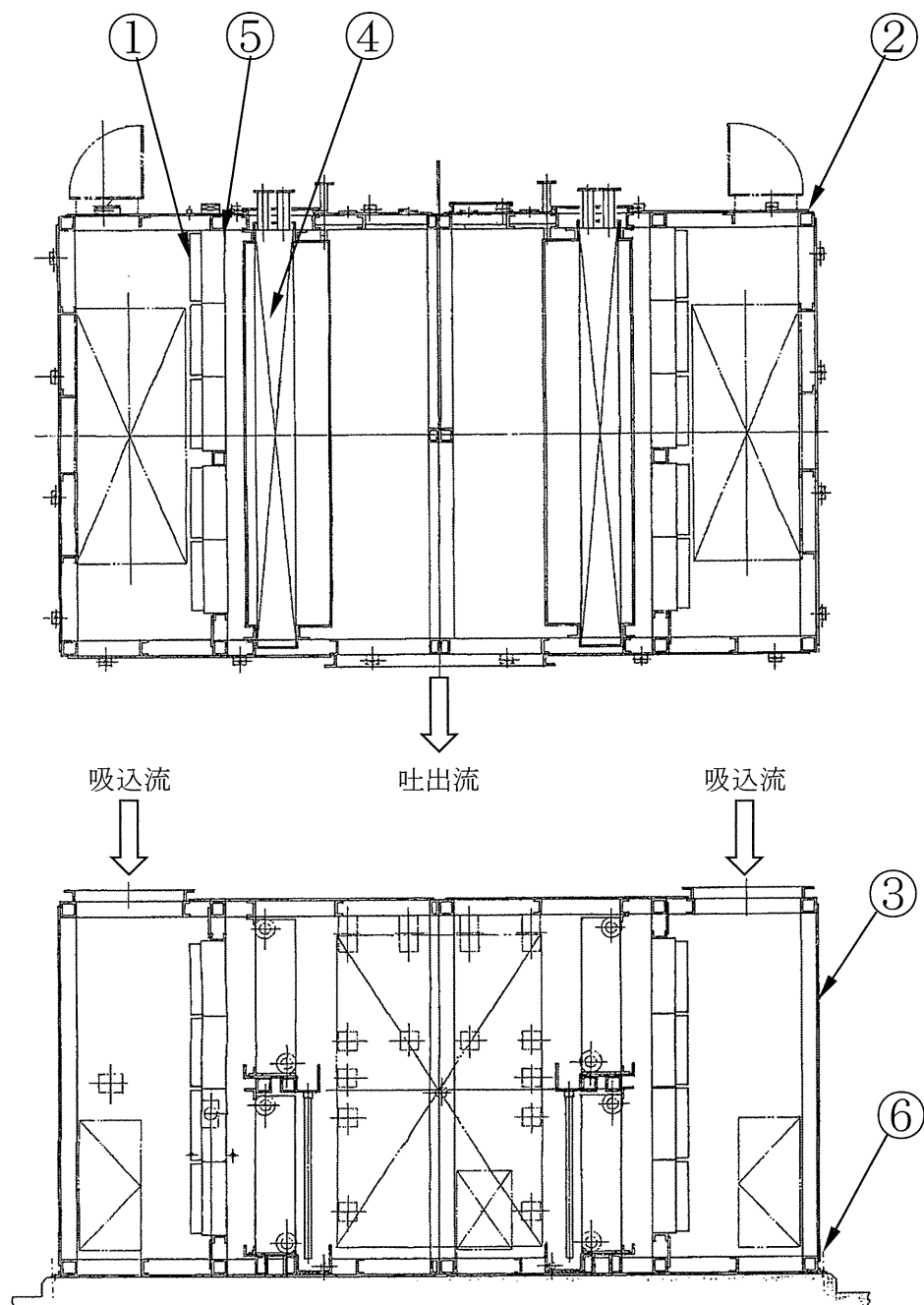


図2.1-1 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ユニット構成図



No.	部 位
①	ラフフィルタ
②	骨組鋼材
③	外 板
④	冷却コイル
⑤	取付ボルト
⑥	基礎ボルト

図2.1-2 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ユニット構造図

表2.1-1 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ユニット主要部位の使用材料

部 位	材 料
ラフフィルタ	消耗品・定期取替品
骨組鋼材	炭 素 鋼
外 板	炭 素 鋼
冷却コイル	銅 合 金
取付ボルト	ステンレス鋼
基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.1-2 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ユニットの使用条件

容 量	約2,250m ³ /min
冷 水	純 水
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.1.2 中央制御室非常用循環フィルタユニット

(1) 構造

玄海3号炉の中央制御室非常用循環フィルタユニットは、空気浄化を目的とし設置されており、入口空気湿度低減のための電気ヒータ、放射性よう素を除去するよう素フィルタ、放射性粉塵を捕集する微粒子フィルタを内蔵し、バウンダリを形成する骨組鋼材、外板等で構成される。

骨組鋼材、外板等は炭素鋼を使用している。

玄海3号炉の中央制御室非常用循環フィルタユニットの構成図及び構造図を図2.1-3及び図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の中央制御室非常用循環フィルタユニットの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

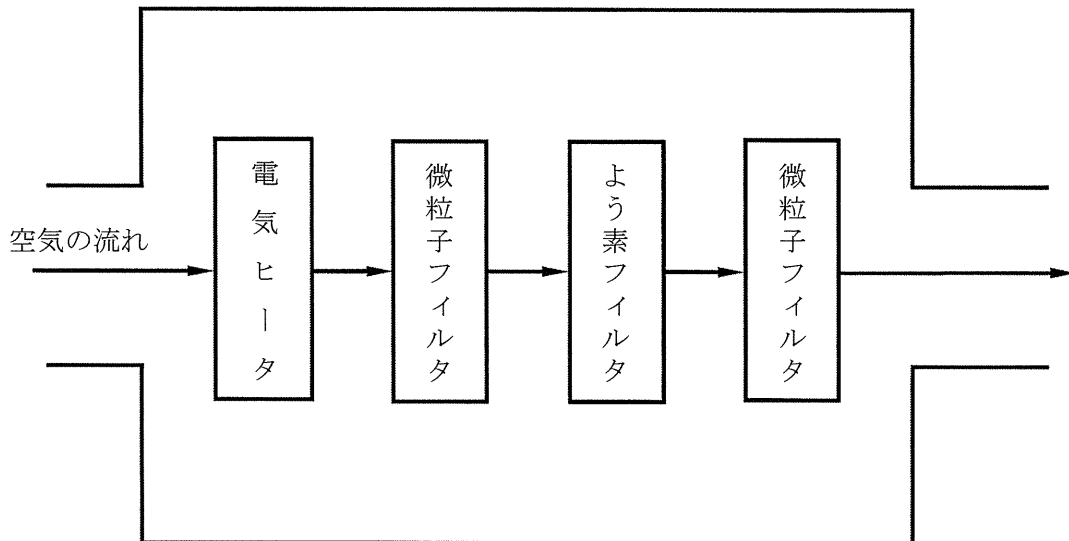
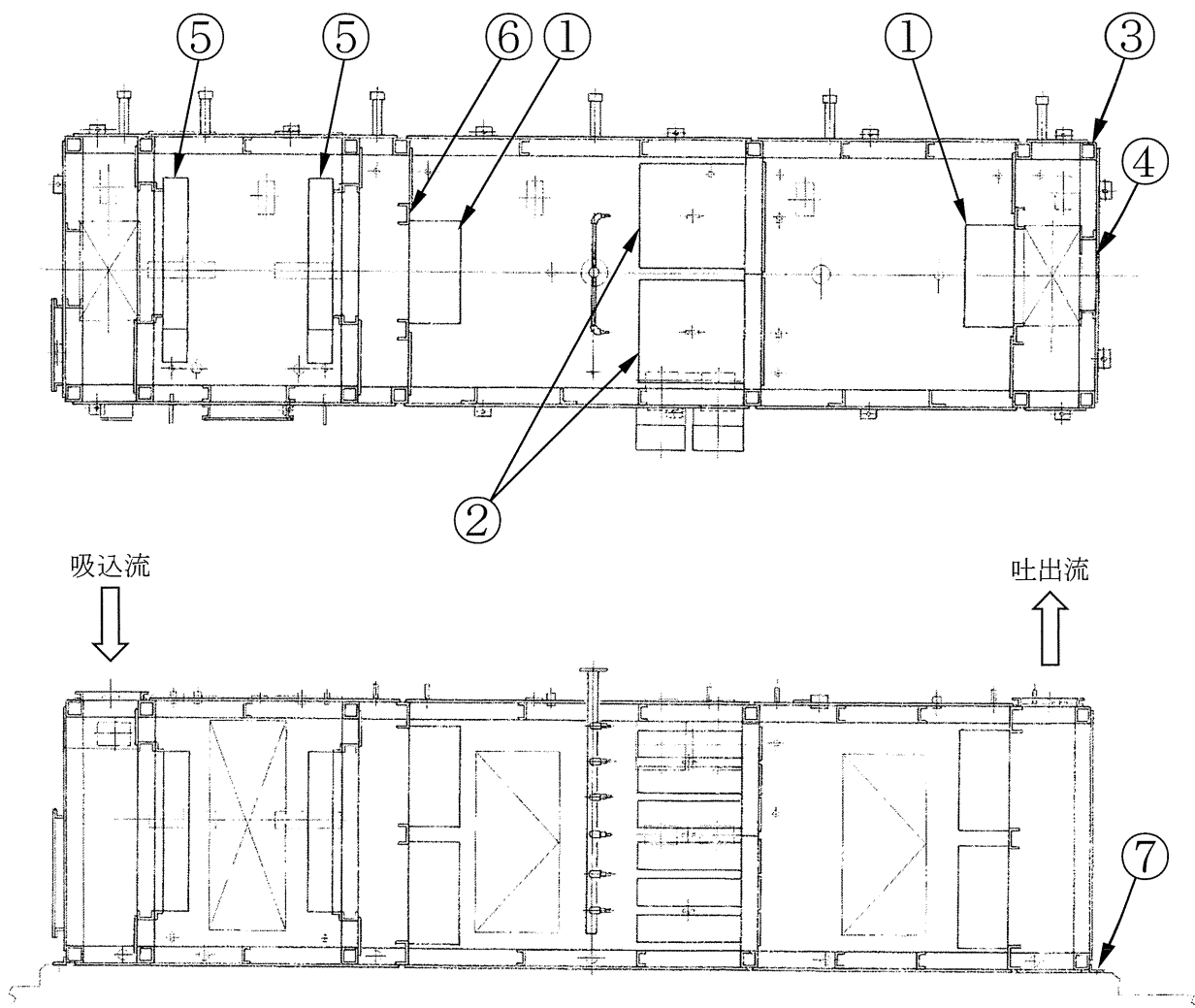


図2.1-3 玄海3号炉 中央制御室非常用循環フィルタユニット構成図



No.	部 位
①	微粒子フィルタ
②	よう素フィルタ
③	骨組鋼材
④	外 板
⑤	電気ヒータ
⑥	取付ボルト
⑦	基礎ボルト

図2.1-4 玄海3号炉 中央制御室非常用循環フィルタユニット構造図

表2.1-3 玄海3号炉 中央制御室非常用循環フィルタユニット主要部位の使用材料

部 位	材 料
微粒子フィルタ	消耗品・定期取替品
よう素フィルタ	消耗品・定期取替品
骨組鋼材	炭素鋼
外 板	炭素鋼
電気ヒータ	銅合金、ポリエステル、酸化マグネシウム
取付ボルト	炭素鋼
基礎ボルト	炭素鋼

表2.1-4 玄海3号炉 中央制御室非常用循環フィルタユニットの使用条件

容 量	約110m ³ /min
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

空調ユニットの機能である空調機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① 加熱・冷却機能の確保
- ② 空気浄化機能の確保
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

空調ユニット個々について、機能達成に必要な項目を考慮して、主要な部位に展開した上で個々の部位の構造、材料、使用条件及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1及び表2.2-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

(1) 骨組鋼材及び外板の腐食（全面腐食）[共通]

骨組鋼材及び外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(2) 電気ヒータの絶縁低下 [中央制御室非常用循環フィルタユニット]

電気ヒータの絶縁物にはポリエステル及び酸化マグネシウムを使用しており、長期の使用により絶縁低下が想定される。

しかしながら、定期的な絶縁抵抗測定により、機器の健全性を維持している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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）[中央制御室非常用循環フィルタユニット]

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

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

(4) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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) 冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食）[安全補機開閉器室空調ユニット]

安全補機開閉器室空調ユニットの冷却コイルは耐食性に優れた銅合金を使用しているが長期の使用により、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は脱気された純水であり、腐食が発生し難い環境にあることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ラフフィルタ、微粒子フィルタ及びよう素フィルタは消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調ユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
加熱・冷却機能、空気浄化機能の確保	ラフフィルタ	◎	—								
	骨組鋼材		炭素鋼		△						
	外 板		炭素鋼		△						
	冷却コイル		銅合金		▲(内面)						
機器の支持	取付ボルト		ステンレス鋼								
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-2 玄海3号炉 中央制御室非常用循環フィルタユニットに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
空気浄化機能の確保	微粒子フィルタ	◎	—								*1：絶縁低下
	よう素フィルタ	◎	—								
	骨組鋼材		炭素鋼		△						
	外 板		炭素鋼		△						
	電気ヒータ		銅合金 ポリエステル 酸化マグネシウム							△*1	
機器の支持	取付ボルト		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着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 中央制御室空調ユニット
- ② 安全補機室冷却ユニット
- ③ 中間補機棟空調ユニット
- ④ 格納容器再循環ユニット
- ⑤ ほう酸ポンプ室給気加熱コイル
- ⑥ アニュラス空気浄化フィルタユニット
- ⑦ 安全補機室空気浄化フィルタユニット
- ⑧ 格納容器減圧排気フィルタユニット

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

水平展開機器各々の構造、材料、使用条件（回転数、温度等）及び現在までの運転経験を考慮すると、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

3.2.1 骨組鋼材及び外板の腐食（全面腐食）[共通]

骨組鋼材及び外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.2 電気ヒータの絶縁低下

[ほう酸ポンプ室給気加熱コイル、アニュラス空気浄化フィルタユニット、安全補機室空気浄化フィルタユニット、格納容器減圧排気フィルタユニット]

電気ヒータの絶縁物にはポリエステル及び酸化マグネシウムを使用しており、長期の使用により絶縁低下が想定される。

しかしながら、定期的な絶縁抵抗測定により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.3 取付ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.4 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

[中央制御室空調ユニット、アニュラス空気浄化フィルタユニット、安全補機室空気浄化フィルタユニット、格納容器減圧排気フィルタユニット]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

3.2.5 冷却コイルの内面からの腐食（全面腐食）

[中央制御室空調ユニット、安全補機室冷却ユニット、中間補機棟空調ユニット、格納容器再循環ユニット]

冷却コイルは耐食性に優れた銅合金を使用しているが長期の使用により、内面からの腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は脱気された純水であり、腐食が発生し難い環境にあることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

4 冷水設備

[対象機器]

- ① 空調用冷水設備

目 次

1. 対象機器	1
2. 空調用冷水設備の技術評価	2
2.1 構造、材料及び使用条件	2
2.2 経年劣化事象の抽出	11

1. 対象機器

玄海3号炉で使用されている空調用冷水設備の主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 空調用冷水設備の主な仕様

機器名称 (台数)	仕様 (冷却能力) (kcal/h)	重要度*1	使用条件	構成品	
			運 転		
空調用冷水設備 (4)	約786,000	MS-1	連 続	空調用 冷凍機	圧縮機、凝縮器、電動機*2、 蒸発器、冷媒配管
				空調用 冷水系統	タンク、ポンプ、電動機*2、 配管

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：電動機については、「空調設備の技術評価書」の電動機にて評価している

2. 空調用冷水設備の技術評価

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 空調用冷水設備

(1) 構造

玄海3号炉の空調用冷水設備は、原子炉周辺建屋内に設置されており、圧縮機、凝縮器、蒸発器等で構成される空調用冷凍機及び冷水を各空調ユニットに供給する空調用冷水系統で構成される。

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

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

また、空調用冷水系統の配管等は炭素鋼を使用している。

玄海3号炉の空調用冷水設備の構成図及び構造図を図2.1-1～図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の空調用冷水設備の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

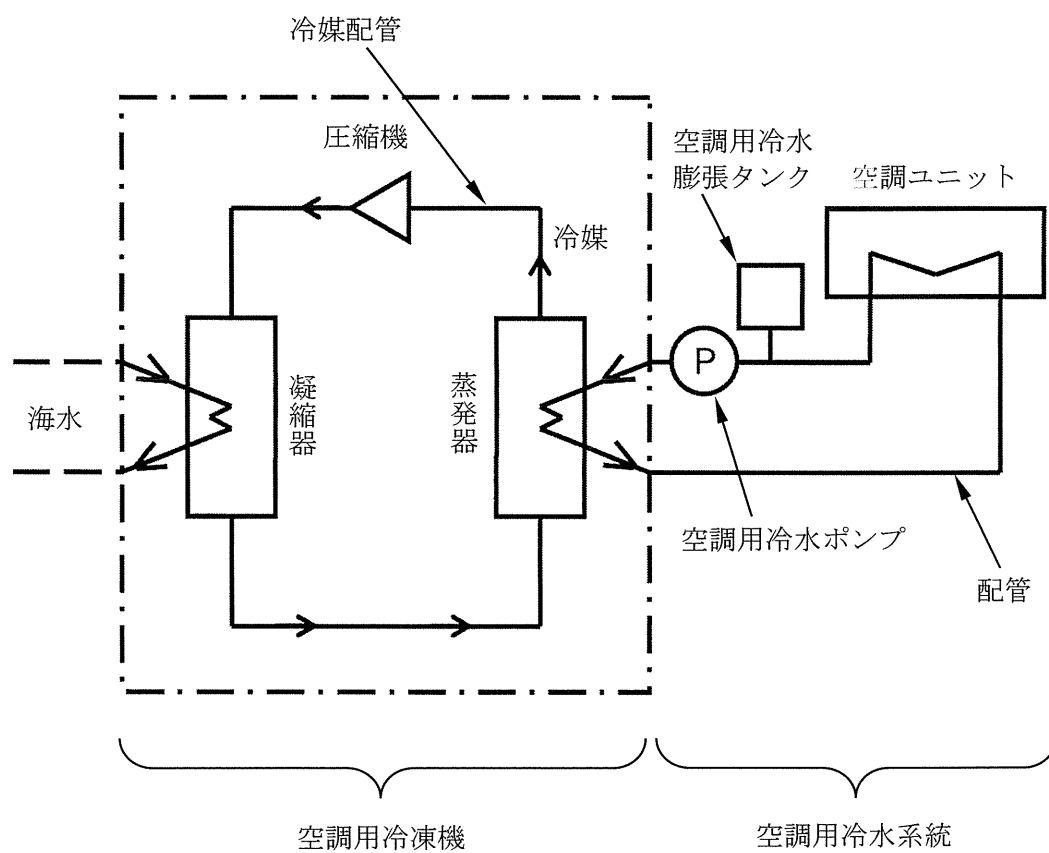
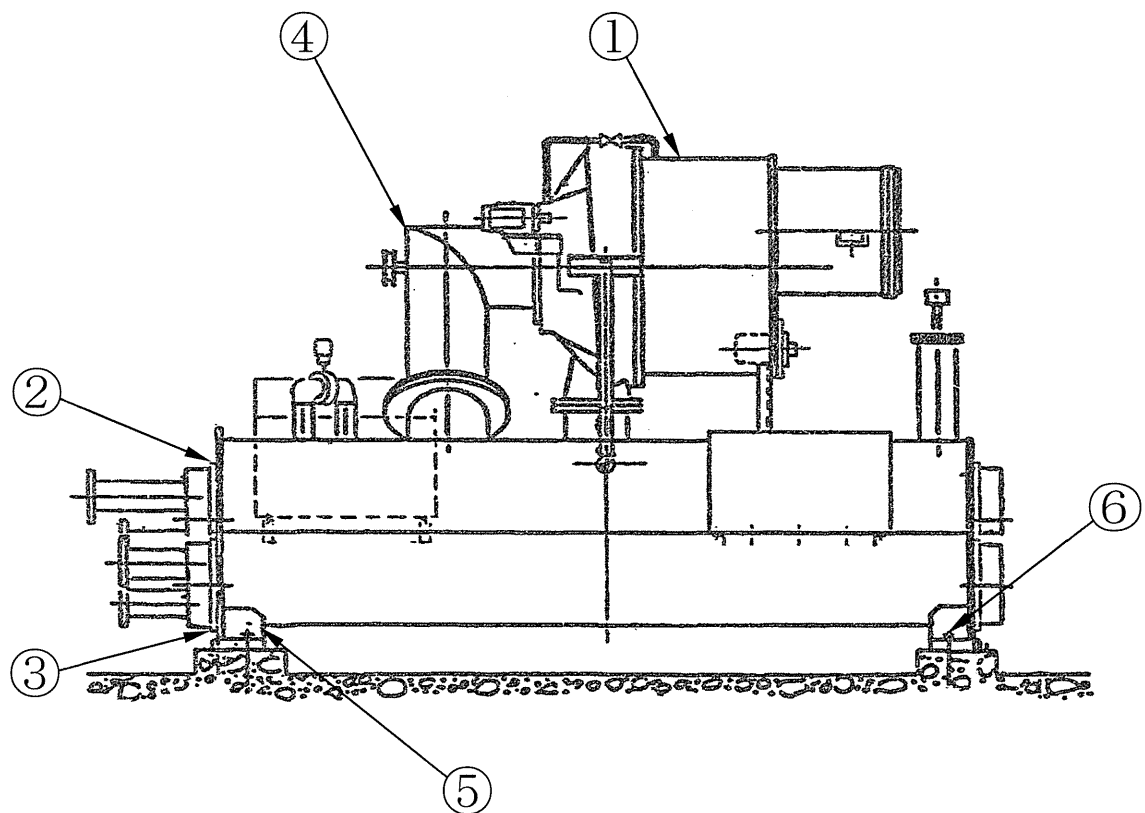
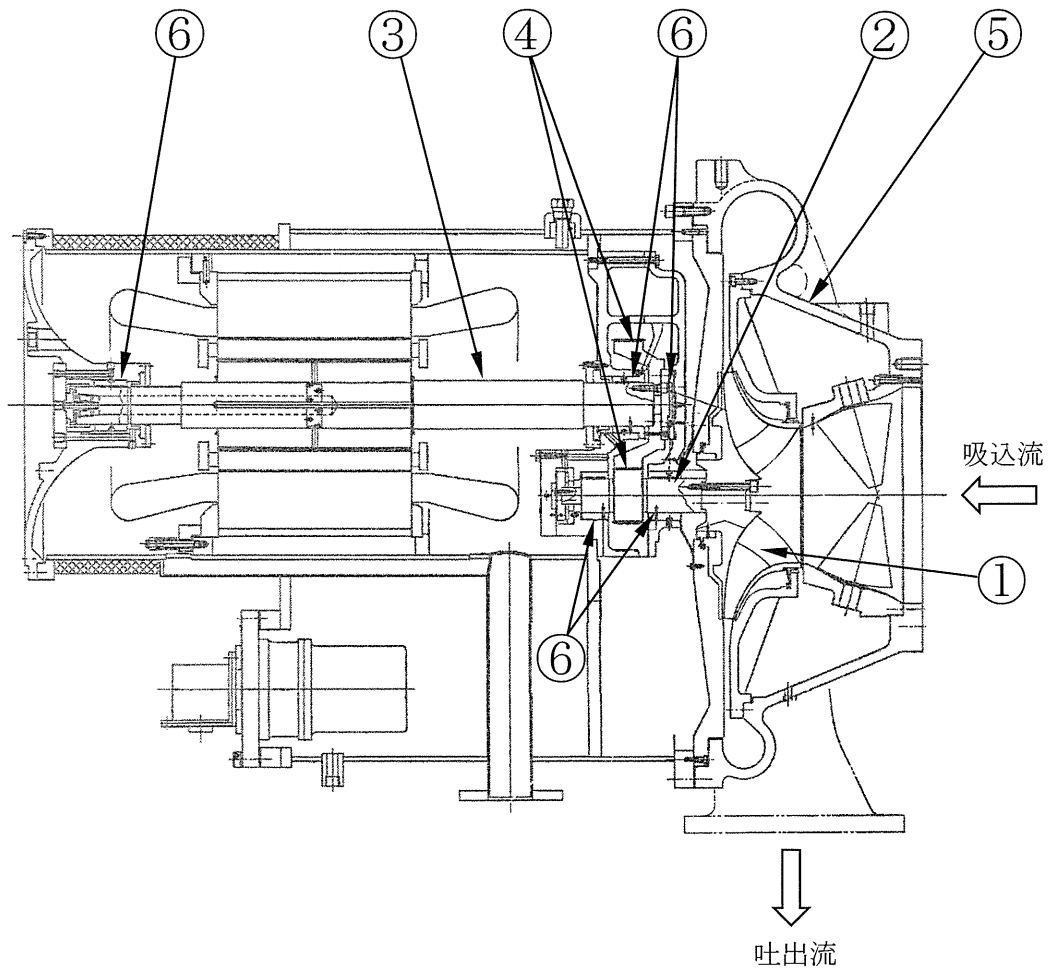


図2.1-1 玄海3号炉 空調用冷水設備構成図



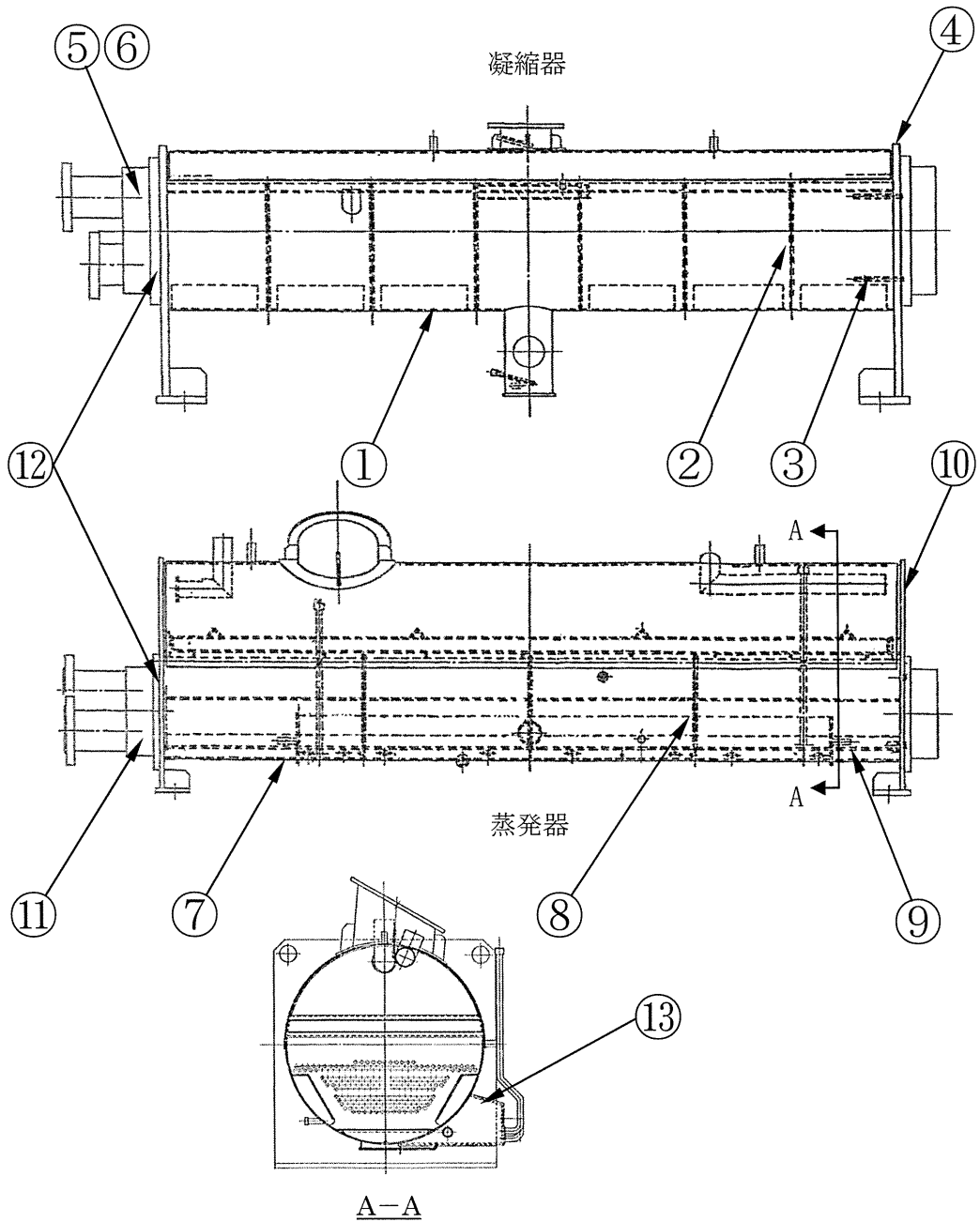
No.	部 位
①	圧 縮 機
②	凝 縮 器
③	蒸 発 器
④	冷 媒 配 管
⑤	架 台
⑥	基 礎 ボ ル ト

図2.1-2 玄海3号炉 空調用冷水設備 空調用冷凍機全体図



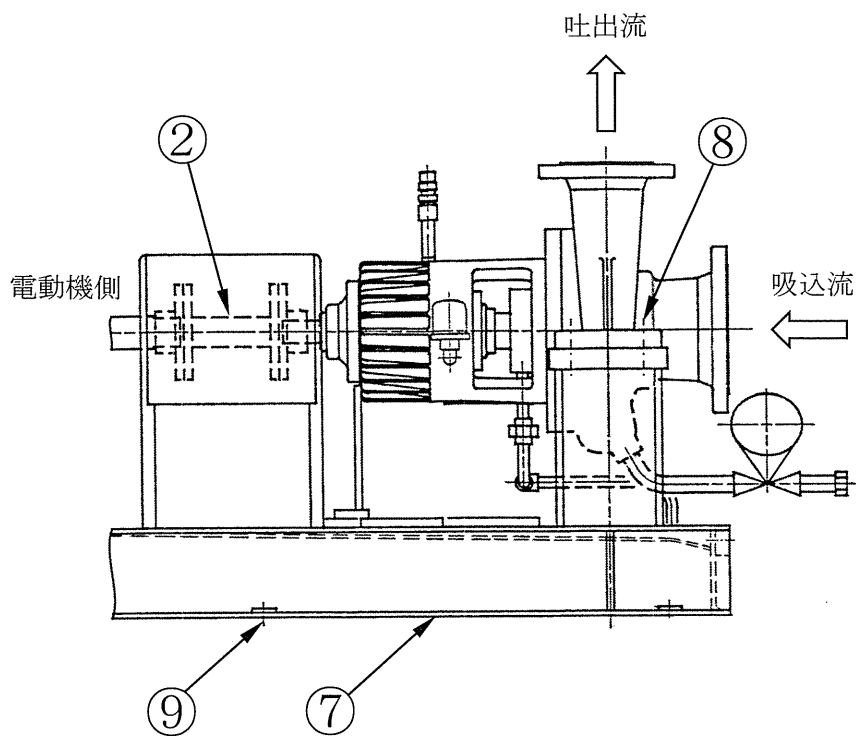
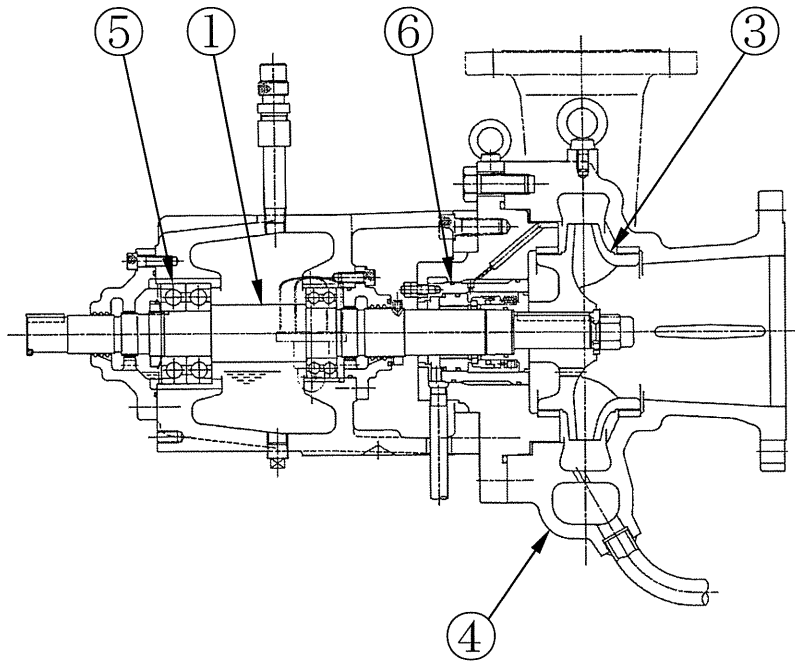
No.	部 位
①	羽 根 車
②	主軸 (羽根車側)
③	主軸 (電動機側)
④	齒 車
⑤	ケーシング
⑥	軸受 (すべり)

図2.1-3 玄海3号炉 空調用冷水設備 空調用冷凍機 圧縮機構造図



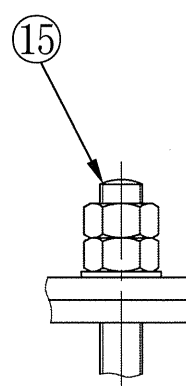
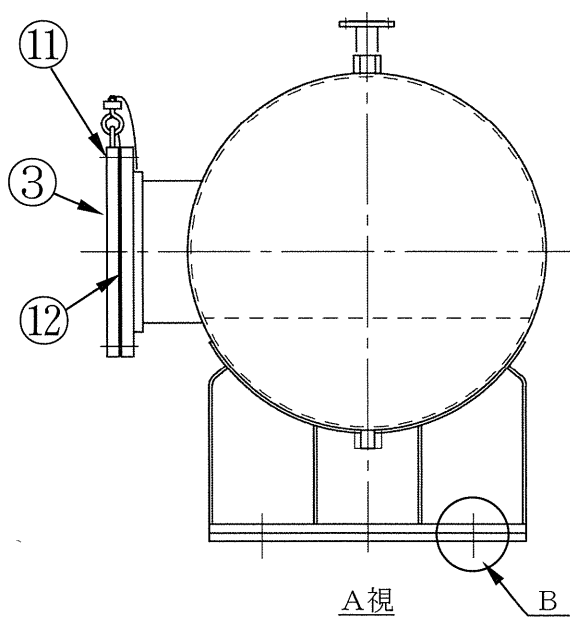
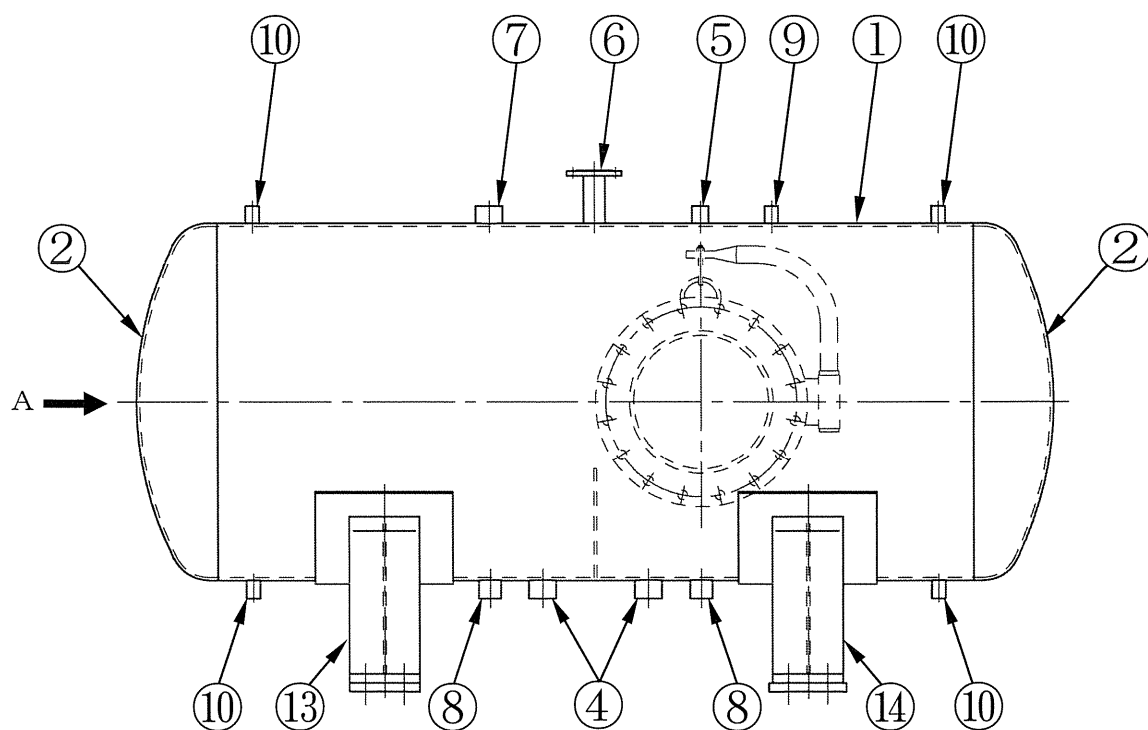
No.	部 位	No.	部 位
①	凝縮器 シェル	⑧	蒸発器 チューブサポート
②	凝縮器 チューブサポート	⑨	蒸発器 伝熱管
③	凝縮器 伝熱管	⑩	蒸発器 管板
④	凝縮器 管板	⑪	蒸発器 水室
⑤	凝縮器 水室	⑫	ガスケット
⑥	防食亜鉛板	⑬	油冷却器
⑦	蒸発器 シェル		

図2.1-4 玄海3号炉 空調用冷水設備 空調用冷凍機 熱交換器(凝縮器、蒸発器) 構造図



No.	部 位
①	主 軸
②	軸 継 手
③	羽 根 車
④	ケーシング
⑤	軸受 (ころがり)
⑥	メカニカルシール
⑦	台 板
⑧	取付ボルト
⑨	基礎ボルト

図2.1-5 玄海3号炉 空調用冷水設備 空調用冷水ポンプ構造図



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	マンホール
④	出口管台
⑤	C母管逃がし弁入口管台
⑥	真空逃がし弁管台
⑦	逃がし弁及び窒素入口管台
⑧	ドレン管台
⑨	ベント管台
⑩	上部・下部水位計管台
⑪	マンホール用ボルト
⑫	ガスケット
⑬	支 持 脚
⑭	支持脚 (スライド脚)
⑮	取付ボルト

B部取付ボルト詳細

図2.1-6 玄海3号炉 空調用冷水設備 空調用冷水膨張タンク構造図

表2.1-1(1/2) 玄海3号炉 空調用冷水設備主要部位の使用材料

部 位		材 料		
空調用 冷凍機	圧縮機	羽根車	アルミニウム合金	
		主軸（羽根車側）	低合金鋼	
		主軸（電動機側）	低合金鋼	
		歯車	低合金鋼	
		ケーシング	鋳鉄	
		軸受（すべり）	消耗品・定期取替品	
	凝縮器	シェル	炭素鋼	
		チューブサポート	炭素鋼	
		伝熱管	銅合金	
		管板	炭素鋼（銅合金クラッド）	
		水室	炭素鋼（ライニング）	
		防食亜鉛板	消耗品・定期取替品	
		ガスケット	消耗品・定期取替品	
	蒸発器	シェル	炭素鋼	
		チューブサポート	炭素鋼	
		伝熱管	銅合金	
		管板	炭素鋼	
		水室	炭素鋼	
		ガスケット	消耗品・定期取替品	
		油冷却器	炭素鋼	
	冷媒配管		炭素鋼	
	架台		炭素鋼	
	基礎ボルト		炭素鋼	
	空調用 冷水系統	配管		炭素鋼
		空調用 冷水ポンプ	主軸	ステンレス鋼
			軸継手	炭素鋼
			羽根車	ステンレス鋼鋳鋼
ケーシング			炭素鋼鋳鋼	
軸受（ころがり）			消耗品・定期取替品	

表 2.1-1(2/2) 玄海3号炉 空調用冷水設備主要部位の使用材料

部 位		材 料	
空調用 冷水系統	空調用 冷水ポンプ	メカニカルシール	消耗品・定期取替品
		台 板	炭 素 鋼
		取付ボルト	炭 素 鋼
		基礎ボルト	炭 素 鋼
	空調用冷水 膨張タンク	胴 板	炭 素 鋼
		鏡 板	炭 素 鋼
		マンホール	炭 素 鋼
		出口管台	炭 素 鋼
		C母管逃がし弁入口管台	炭 素 鋼
		真空逃がし弁管台	炭 素 鋼
		逃がし弁及び窒素入口管台	炭 素 鋼
		ドレン管台	炭 素 鋼
		ベント管台	炭 素 鋼
		上部・下部水位計管台	炭 素 鋼
		マンホール用ボルト	炭 素 鋼
		ガスケット	消耗品・定期取替品
		支 持 脚	炭 素 鋼
		支持脚 (スライド脚)	炭 素 鋼
		取付ボルト	炭 素 鋼

表2.1-2 玄海3号炉 空調用冷水設備の使用条件

冷 媒	フルオロカーボン
冷 水	純 水
冷 却 水	海 水
設 置 場 所	屋 内
周 囲 温 度	約40℃

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

空調用冷水設備の機能である空調機能を維持するためには、次の2つの項目が必要である。

- ① 冷水冷却機能の確保
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

空調用冷水設備個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で個々の部位の構造、材料、使用条件及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) 圧縮機羽根車の腐食（全面腐食）

空調用冷凍機の圧縮機羽根車はアルミニウム合金であり、腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(2) 主軸（圧縮機羽根車側、圧縮機電動機側）及び歯車の摩耗

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

しかしながら、歯面には潤滑油が供給されており、摩耗が発生し難い環境であり、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

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

空調用冷凍機の圧縮機及び空調用冷水系統の空調用冷水ポンプの運転時には主軸に定常応力と変動応力が発生し、高平均応力下において繰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。

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

(4) 圧縮機ケーシング及び冷媒配管の腐食（全面腐食）

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

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

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

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

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

しかしながら、シェル外面については塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。

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

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

また、シェル内面及びチューブサポートについては内部流体が冷媒（フルオロカーボン）であり、腐食が発生し難い環境である。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

- (6) 凝縮器伝熱管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）

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

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

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

しかしながら、分解点検時の渦流探傷検査により機器の健全性を維持している。

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

(7) 蒸発器伝熱管の内面からの腐食（全面腐食）

空調用冷凍機の蒸発器伝熱管は銅合金であり、腐食が想定される。

しかしながら、銅合金は耐食性に優れており、また、内部流体は脱気された純水であり、腐食が発生し難い環境である。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(8) 蒸発器伝熱管及び凝縮器伝熱管の外表面からの腐食（全面腐食）

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 凝縮器伝熱管のスケール付着

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

しかしながら、凝縮器内面の伝熱管のスケール付着に対しては、分解点検時に洗浄及び目視確認を実施することにより、機器の健全性を維持している。

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(10) 蒸発器伝熱管のスケール付着

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

しかしながら、内部流体は純水であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されていること、また、分解点検時に洗浄及び目視確認を実施することにより、機器の健全性を維持している。

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) 凝縮器管板・水室の海水による腐食（異種金属接触腐食含む）

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

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

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

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

(12) 空調用冷水設備冷水接液部の腐食（全面腐食）

空調用冷凍機（蒸発器管板、蒸発器水室）及び空調用冷水系統（配管、空調用冷水ポンプ、空調用冷水膨張タンク）の冷水接液部は炭素鋼及び炭素鋼鋳鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は脱気された純水で腐食が発生し難い環境であり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時及び系統機器分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(13) 空調用冷水系統（配管、空調用冷水ポンプ、空調用冷水膨張タンク）の外面からの腐食（全面腐食）

空調用冷水系統の配管、空調用冷水ポンプのケーシング及び空調用冷水膨張タンクは炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(14) 架台等の腐食（全面腐食）

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

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

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

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

(15) 空調用冷水ポンプ羽根車の腐食（キャビテーション）

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(16) 空調用冷水ポンプ主軸の摩耗

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

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

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認や寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(17) 空調用冷水膨張タンクマンホール用ボルトの腐食（全面腐食）

マンホール用ボルトは、ガスケットからの漏えいにより、内部流体による腐食が想定される。

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

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

なお、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。

(18) 空調用冷水膨張タンク支持脚（スライド脚）の腐食（全面腐食）

空調用冷水膨張タンクは横置きであり、支持脚（スライド脚）が設置されているが、スライド部は炭素鋼であり、長期間の使用により、腐食による固着が想定される。

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

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

(19) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

防食亜鉛板、ガスケット、軸受（すべり）、軸受（ころがり）及びメカニカルシールは分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上で評価対象外とする。

表2.2-1(1/3) 玄海3号炉 空調用冷水設備に想定される経年劣化事象

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

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(2/3) 玄海3号炉 空調用冷水設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
冷水冷却機能の確保	空調用冷水系統	配 管		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)					*1：高サイクル疲労割れ *2：キャビテーション	
		空調用冷水ポンプ	主 軸		ステンレス鋼	△		△*1				
			軸 継 手		炭 素 鋼							
			羽 根 車		ステンレス鋼鋳鋼			△*2				
			ケーシング		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)					
			軸受(ころがり)	◎	—							
			メカニカルシール	◎	—							
機器の支持		台 板		炭 素 鋼		△						
		取付ボルト		炭 素 鋼		△						
		基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-1(3/3) 玄海3号炉 空調用冷水設備に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
冷水冷却機能の確保	空調用冷水系統	空調用冷水膨張タンク	胴 板	炭素鋼		△(内面) △(外面)						*1：スライド部の腐食
			鏡 板	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			マンホール	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			出口管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			C母管逃がし弁入口管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			真空逃がし弁管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			逃がし弁及び窒素入口管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			ドレン管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			ベント管台	炭素鋼		△(内面) △(外面)						
			上部・下部水位計管台	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	支持脚	炭素鋼		△								
	支持脚(スライド脚)	炭素鋼		△*1 △								
	取付ボルト	炭素鋼		△								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

5 ダクト

[対象機器]

- ① 排気筒
- ② 格納容器再循環系ダクト
- ③ 格納容器給・排気系ダクト
- ④ アンユラス空気浄化系ダクト
- ⑤ 中央制御室空調系ダクト
- ⑥ 中央制御室非常用循環系ダクト
- ⑦ ディーゼル発電機室給・排気系ダクト
- ⑧ 安全補機開閉器室空調系ダクト
- ⑨ 補助建屋給・排気系ダクト
- ⑩ 安全補機室給・排気系ダクト
- ⑪ 中間補機棟空調系ダクト
- ⑫ ほう酸ポンプ室空調系ダクト
- ⑬ 代替緊急時対策所換気系ダクト

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造、材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	9
3. 代表機器以外への展開	15
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	15
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	16

1. 対象機器及び代表機器の選定

玄海3号炉で使用されている主要なダクトの主な仕様を表1-1に示す。

これらのダクトを設置場所の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示すダクトを型式の観点から分類すると以下の2つのグループに分類される。

- (1) 排気筒
- (2) ダクト

1.2 代表機器の選定

- (1) 排気筒

このグループには排気筒のみが属するため、代表機器は排気筒とする。

- (2) ダクト

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

表1-1 玄海3号炉 ダクトの主な仕様

分離基準	機器名称	仕様 (容量) (m ³ /min)	選定基準		選定	選定理由
			重要度*1	使用条件 運 転		
排気筒	排気筒	約 9,540	MS-1、重*2	一 時	◎	
ダクト	格納容器再循環系ダクト	約 3,500	重*2	連 続	◎	重要度 運転時間 容量
	格納容器給・排気系ダクト	約 2,500	MS-1、重*2	一 時		
	アニュラス空気浄化系ダクト	約 100	MS-1、重*2	一 時		
	中央制御室空調系ダクト	約 500	MS-1、重*2	連 続		
	中央制御室非常用循環系ダクト	約 110	MS-1、重*2	一 時		
	ディーゼル発電機室給・排気系ダクト	約 2,100	MS-1	一 時		
	安全補機開閉器室空調系ダクト	約 2,250	MS-1	連 続		
	補助建屋給・排気系ダクト	約 4,000	MS-1	連 続		
	安全補機室給・排気系ダクト	約 220	MS-1	一 時		
	中間補機棟空調系ダクト	約 1,800	MS-1	連 続		
	ほう酸ポンプ室空調系ダクト	約 160	MS-1	連 続		
	代替緊急時対策所換気系ダクト	約 25	重*2	一 時		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

2. 代表機器の技術評価

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

- ① 排気筒
- ② 安全補機開閉器室空調系ダクト

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 排気筒

(1) 構造

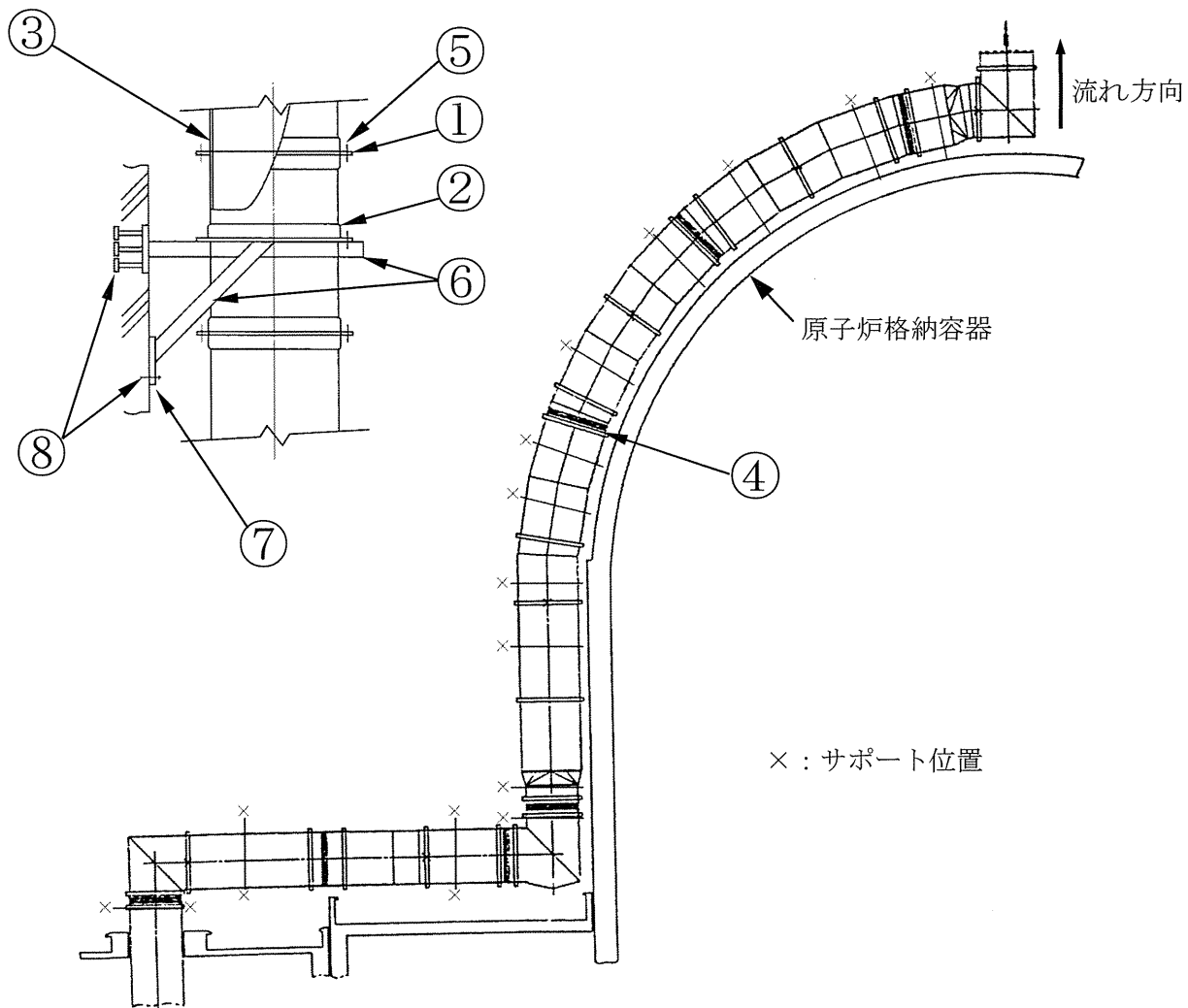
玄海3号炉の排気筒は、接続鋼材、補強鋼材、外板、サポート鋼材等で構成される。

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

玄海3号炉の排気筒の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の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。



No.	部 位
①	接続鋼材
②	補強鋼材
③	外 板
④	伸縮継手
⑤	接続ボルト
⑥	サポート鋼材
⑦	埋込金物
⑧	基礎ボルト (スタッドボルト)
	基礎ボルト (メカカルアンカ)
	基礎ボルト (ケミカルアンカ)

図2.1-1 玄海3号炉 排気筒構造図

表2.1-1 玄海3号炉 排気筒主要部位の使用材料

部 位		材 料
接続鋼材		炭 素 鋼
補強鋼材		炭 素 鋼
外 板		ステンレス鋼
伸縮継手		合成ゴム
接続ボルト		炭 素 鋼
サポート鋼材		炭 素 鋼
埋込金物		炭 素 鋼
基礎ボルト	スタッドボルト	炭 素 鋼
	メカニカルアンカ	炭 素 鋼
	ケミカルアンカ	炭 素 鋼 変性ビニルエステル樹脂又は ビニルウレタン樹脂

表2.1-2 玄海3号炉 排気筒の使用条件

設 置 場 所	屋 外
容 量	約9,540m ³ /min

2.1.2 安全補機開閉器室空調系ダクト

(1) 構造

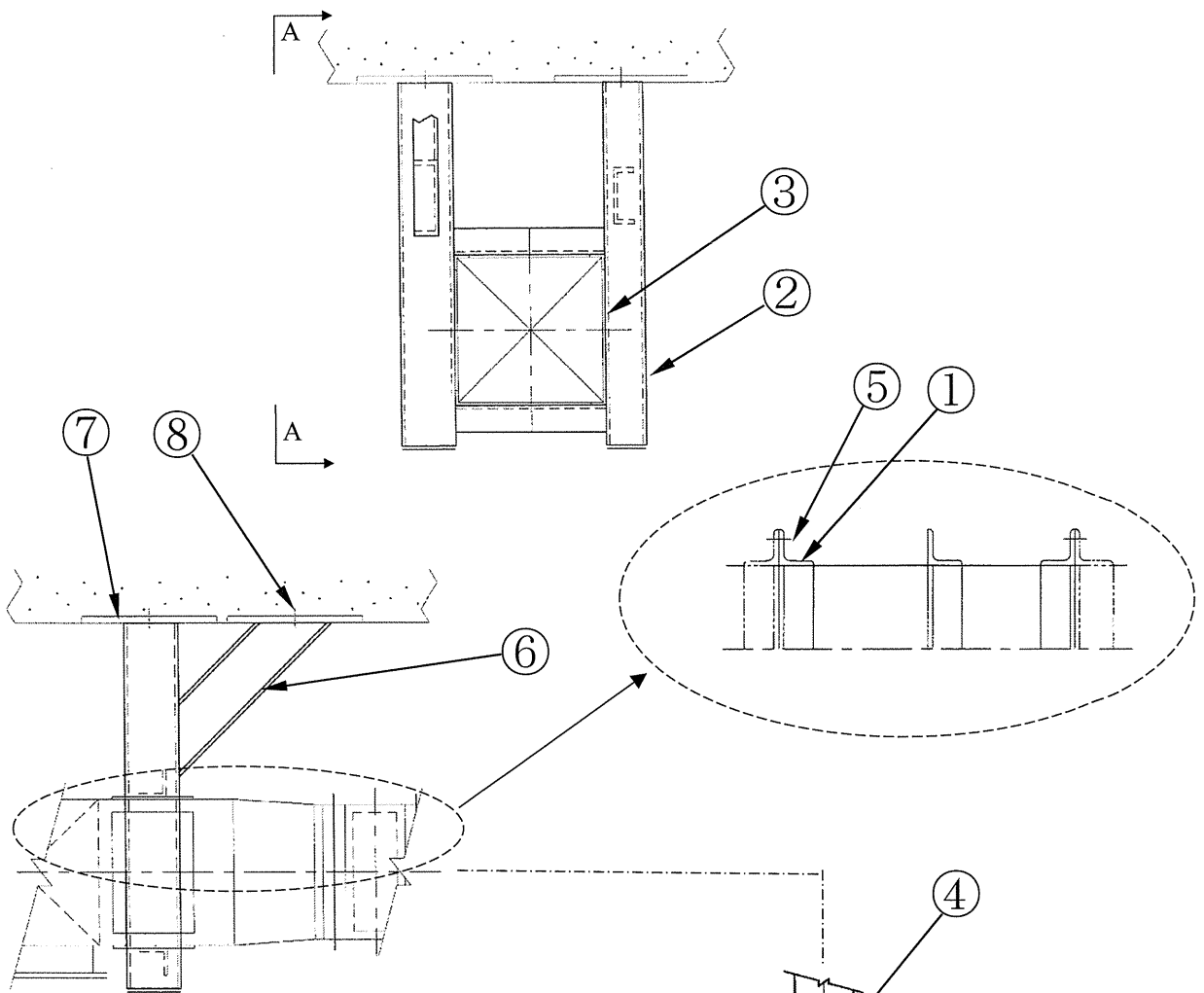
玄海3号炉の安全補機開閉器室空調系ダクトは、接続鋼材、補強鋼材、外板、サポート鋼材等で構成される。

接続鋼材、補強鋼材、外板及びサポート鋼材は炭素鋼を使用している。

玄海3号炉の安全補機開閉器室空調系ダクトの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

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



断面 A-A

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

安全補機開閉器室空調ファン

図2.1-2 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調系ダクト構造図

表2.1-3 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調系ダクト主要部位の使用材料

部 位	材 料
接続鋼材	炭 素 鋼
補強鋼材	炭 素 鋼
外 板	炭 素 鋼
伸縮継手	合成ゴム
接続ボルト	炭 素 鋼
サポート鋼材	炭 素 鋼
埋込金物	炭 素 鋼
基礎ボルト (メカニカルアンカ)	炭 素 鋼

表2.1-4 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調系ダクトの使用条件

設 置 場 所	屋 内
容 量	約2,250m ³ /min

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ダクトの機能である通風機能を維持するためには、次の2つの項目が必要である。

- ① 流路の確保
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ダクト個々について機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1及び表2.2-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

(1) 接続鋼材、補強鋼材、接続ボルト及びサポート鋼材の腐食（全面腐食）〔共通〕

接続鋼材、補強鋼材、接続ボルト及びサポート鋼材は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(2) 外板の応力腐食割れ [排気筒]

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

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

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

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

(3) 外板の腐食 (全面腐食) [安全補機開閉器室空調系ダクト]

外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(4) 伸縮継手の劣化 [共通]

伸縮継手は合成ゴムであることから環境的要因による劣化が想定される。

しかしながら、周囲温度は使用条件範囲内であり、これまでに有意な劣化は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、巡視点検等による可視範囲の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(5) 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(6) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）及び樹脂の劣化〔共通〕

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

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

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

(7) 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物（コンクリート埋設部）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 玄海3号炉 排気筒に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化		その他		
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化			
流路の確保	接続鋼材		炭素鋼		△						*1：大気接触部 *2：コンクリート埋設部 *3：樹脂の劣化	
	補強鋼材		炭素鋼		△							
	外 板		ステンレス鋼				△					
	伸縮継手		合成ゴム						△			
機器の支持	接続ボルト		炭素鋼		△							
	サポート鋼材		炭素鋼		△							
	埋込金物		炭素鋼		△ ^{*1} ▲ ^{*2}							
	基礎ボルト	スタッドボルト		炭素鋼		△						
		メカニカルアンカ		炭素鋼		△						
		ケミカルアンカ		炭素鋼 変性ビニルエステル樹脂又はビニルウレタン樹脂		△						△ ^{*3}

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-2 玄海3号炉 安全補機開閉器室空調系ダクトに想定される経年劣化事象

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

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

3. 代表機器以外への展開

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

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

- ① 格納容器再循環系ダクト
- ② 格納容器給・排気系ダクト
- ③ アニュラス空気浄化系ダクト
- ④ 中央制御室空調系ダクト
- ⑤ 中央制御室非常用循環系ダクト
- ⑥ ディーゼル発電機室給・排気系ダクト
- ⑦ 補助建屋給・排気系ダクト
- ⑧ 安全補機室給・排気系ダクト
- ⑨ 中間補機棟空調系ダクト
- ⑩ ほう酸ポンプ室空調系ダクト
- ⑪ 代替緊急時対策所換気系ダクト

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

水平展開機器各々の構造、材料及び現在までの運転経験を考慮すると、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

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

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

3.2.2 外板の腐食（全面腐食）[共通]

外板は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.3 伸縮継手の劣化 [共通]

伸縮継手は合成ゴムであることから環境的要因による劣化が想定される。

しかしながら、周囲温度は使用条件範囲内であり、これまでに有意な劣化は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、巡視点検等による可視範囲の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 埋込金物（大気接触部）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物（大気接触部）は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.5 基礎ボルトの腐食（全面腐食）及び樹脂の劣化

[格納容器給・排気系ダクト、アニュラス空気浄化系ダクト、中央制御室空調系ダクト、中央制御室非常用循環系ダクト、補助建屋給・排気系ダクト、安全補機室給・排気系ダクト、中間補機棟空調系ダクト、ほう酸ポンプ室空調系ダクト、代替緊急時対策所換気系ダクト]

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

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

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

3.2.6 埋込金物（コンクリート埋設部）の腐食（全面腐食）〔共通〕

埋込金物（コンクリート埋設部）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 手動ダンパ
- ③ 換気空調系統 逆止ダンパ
- ④ 換気空調系統 防火ダンパ

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	7
2.1 構造、材料及び使用条件	7
2.2 経年劣化事象の抽出	19
3. 代表機器以外への展開	27
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	28
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	28

1. 対象機器及び代表機器の選定

玄海3号炉で使用されている主要なダンパの主な仕様を表1-1に示す。

これらのダンパを駆動方法の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示すダンパを駆動方法の観点で分類すると、以下の4つのダンパに分類される。

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

1.2 代表機器の選定

- (1) 空気作動ダンパ

サイズが大きい排気筒入口第一ダンパを代表機器とする。

- (2) 手動ダンパ

サイズが大きいI/B空調ユニット入口手動ダンパを代表機器とする。

- (3) 逆止ダンパ

サイズが大きいD/G室給気ファン入口逆止ダンパを代表機器とする。

- (4) 防火ダンパ

サイズが大きいD/G室給気防火兼流量設定ダンパを代表機器とする。

表1-1 (1/5) 玄海3号炉 ダンパの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	空気作動	C/V給気ラインアニュラス入口第一ダンパ (1)	1,510×1,510	MS-1	◎	サイズ
		C/V給気ラインアニュラス入口第二ダンパ (1)	1,510×1,510	MS-1		
		C/V排気ラインアニュラス出口第一ダンパ (1)	1,610×1,410	MS-1		
		C/V排気ラインアニュラス出口第二ダンパ (1)	1,610×1,410	MS-1		
		C/V排気ファン出口ダンパ (2)	1,205×1,505	MS-1		
		C/V排気ダンパ (1)	2,105×1,405	MS-1		
		アニュラス空気浄化ファン入口ダンパ (2)	φ555	MS-1、重*2		
		アニュラス戻りダンパ (2)	φ555	MS-1、重*2		
		排気筒入口第一ダンパ (1)	2,810×2,810	MS-1		
		排気筒入口第二ダンパ (1)	2,810×2,810	MS-1		
		安全補機室給気第一ダンパ (1)	1,410×1,410	MS-1		
		安全補機室給気第二ダンパ (1)	1,410×1,410	MS-1		
		安全補機室排気第一ダンパ (1)	1,510×1,310	MS-1		
		安全補機室排気第二ダンパ (1)	1,510×1,310	MS-1		
		安全補機室空気浄化ファン入口ダンパ (2)	355×355	MS-1		
		安全補機室空気浄化ファン出口ダンパ (2)	405×405	MS-1		
		D/G室排気ダンパ (2)	1,505×4,005	MS-1		
		SWGR空調ユニット入口連絡ダンパ (2)	2,105×1,605	MS-1		
		SWGR空調ユニット入口ダンパ (2)	2,105×1,505	MS-1		
		SWGR空調ファン出口ダンパ (2)	2,405×1,505	MS-1		
		SWGR給気連絡ダンパ (2)	2,405×1,155	MS-1		
		I/B給気連絡ダンパ (2)	1,505×1,605	MS-1		
I/B非安全系給気ダンパ (1)	1,205×1,305	MS-1				
I/B非安全系戻りダンパ (1)	2,005×1,305	MS-1				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表1-1 (2/5) 玄海3号炉 ダンパの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	空気作動	中央制御室外気取入ダンパ (2)	705× 705	MS-1		
		中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ (2)	605× 655	MS-1、重*2		
		中央制御室空調ファン出口ダンパ (2)	1,105×1,155	MS-1、重*2		
		中央制御室循環ファン入口ダンパ (2)	905× 905	MS-1、重*2		
		中央制御室外気取入流量設定ダンパ (2)	705× 705	MS-1、重*2		
		中央制御室非常時外気取入流量設定ダンパ (2)	705× 705	MS-1、重*2		
		中央制御室非常時循環流量設定ダンパ (2)	705× 805	MS-1、重*2		
		中央制御室外気放出流量設定ダンパ (2)	705× 705	MS-1		
		中央制御室循環流量設定ダンパ (2)	905× 905	MS-1、重*2		
		中央制御室排気ファン入口第一ダンパ (1)	φ 455	MS-1		
		中央制御室排気ファン入口第二ダンパ (1)	φ 455	MS-1		
	手動	ほう酸ポンプ室給気加熱コイル入口手動ダンパ (2)	605× 605	MS-1	◎	サイズ
		安全補機室冷却ユニット入口手動ダンパ (2)	805× 505	MS-1		
		安全補機室空気浄化フィルタユニット入口ダンパ (1)	φ 405	MS-1		
		I/B空調ユニット入口手動ダンパ (2)	1,205×2,505	MS-1		
	逆止	ほう酸ポンプ室空調ファン出口逆止ダンパ (2)	605× 605	MS-1	◎	サイズ
		安全補機室冷却ファン出口逆止ダンパ (2)	805× 505	MS-1		
		安全補機室排気逆止ダンパ (2)	1,005×1,005	MS-1		
		D/G室給気ファン入口逆止ダンパ (4)	1,505×1,505 1,005×1,005	MS-1		
		I/B空調ファン出口逆止ダンパ (2)	1,505×1,505	MS-1		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表1-1 (3/5) 玄海3号炉 ダンプの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防火	アニュラス空気浄化フィルタユニット入口防火ダンパ (2)	555× 555	MS-1、重*2	◎	サイズ
		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)	555× 555	MS-1、重*2		
		ほう酸ポンプ室給気系防火兼流量設定ダンパ (1)	455× 455	MS-1		
		ほう酸ポンプ室排気系防火兼流量設定ダンパ (1)	455× 455	MS-1		
		安全補機室空気浄化系防火ダンパ (2)	1,005× 1,005	MS-1		
		安全補機室空気浄化フィルタユニット入口防火ダンパ (1)	φ 405	MS-1		
		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)	φ 405	MS-1		
		D/G室給気防火兼流量設定ダンパ (4)	1,605× 1,605 1,005× 1,005	MS-1		
		インバータ室給気第一防火ダンパ (2)	555× 555	MS-1		
		インバータ室給気第二防火ダンパ (2)	555× 555	MS-1		
		インバータ室給気第三防火ダンパ (2)	φ 205	MS-1		
		E P盤室給気防火兼流量設定ダンパ (2)	φ 205	MS-1		
		SWGR室給気防火ダンパ (2)	805× 805	MS-1		
		E P盤室戻り防火兼流量設定ダンパ (2)	φ 205	MS-1		
		SWGR室戻り第一防火ダンパ (2)	φ 205	MS-1		
		インバータ室戻り防火ダンパ (2)	600× 400	MS-1		
		SWGR室戻り第二防火ダンパ (2)	855× 855	MS-1		
		継電器室給気第一防火兼流量設定ダンパ (2)	705× 405	MS-1		
		継電器室戻り防火兼流量設定ダンパ (2)	555× 555 605× 605	MS-1		
		継電器室給気第二防火兼流量設定ダンパ (2)	705× 405	MS-1		
継電器室系給気防火ダンパ (1)	555× 555	MS-1				
継電器室系戻り防火ダンパ (1)	555× 555	MS-1				
M/D AFWP室給気防火兼流量設定ダンパ (2)	505× 505	MS-1				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表1-1 (4/5) 玄海3号炉 ダンパの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防火	M/D AFWP室戻り防火兼流量設定ダンパ (2)	505× 505	MS-1		
		制御用空気圧縮機室給気防火ダンパ(2)	555× 555 φ 455	MS-1		
		制御用空気圧縮機室戻り防火ダンパ(2)	555× 555 φ 455	MS-1		
		空調用冷凍機室戻り防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		空調用冷凍機室給気防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		空調用冷凍機室戻り壁防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		空調用冷凍機室給気壁防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		D/G電気盤室給気防火ダンパ(2)	555× 555 455× 455	MS-1		
		D/G電気盤室戻り防火ダンパ(2)	555× 555 455× 455	MS-1		
		プラントデータ管理センタ室給気第一防火ダンパ(1)	φ 355	MS-1、重*2		
		プラントデータ管理センタ室給気第二防火ダンパ(1)	φ 355	MS-1、重*2		
		中央制御室給気防火兼流量設定ダンパ(1)	905× 905	MS-1		
		中央制御室給気第一防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		中央制御室給気第二防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		中央制御室戻り防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1		
		中央制御室戻り防火兼流量設定ダンパ(1)	905× 905	MS-1		
		中央制御室非常用循環F/U入口防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1、重*2		
		中央制御室非常用循環F/U出口防火ダンパ(1)	555× 555	MS-1、重*2		
		プラントデータ管理センタ室戻り防火ダンパ(1)	455× 455	MS-1、重*2		
		モニタテレビ室防火ダンパ(4)	300× 300 228× 228	MS-1		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表1-1 (5/5) 玄海3号炉 ダンパの主な仕様

分離基準		機器名称 (台数)	仕様	選定基準	選定	選定理由
型式	駆動方法 (作動原理)		サイズ (mm)	重要度*1		
ダンパ	防火	ハロン連動ダンパ(34)	φ200 φ450 φ550 φ600 450×450 490×290 500×200 500×300 500×500 550×550 600×300 600×400 600×600 800×800 850×850	MS-1		

*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ダンパについて技術評価を実施する。

- ① 排気筒入口第一ダンパ
- ② I/B空調ユニット入口手動ダンパ
- ③ D/G室給気ファン入口逆止ダンパ
- ④ D/G室給気防火兼流量設定ダンパ

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 排気筒入口第一ダンパ

(1) 構造

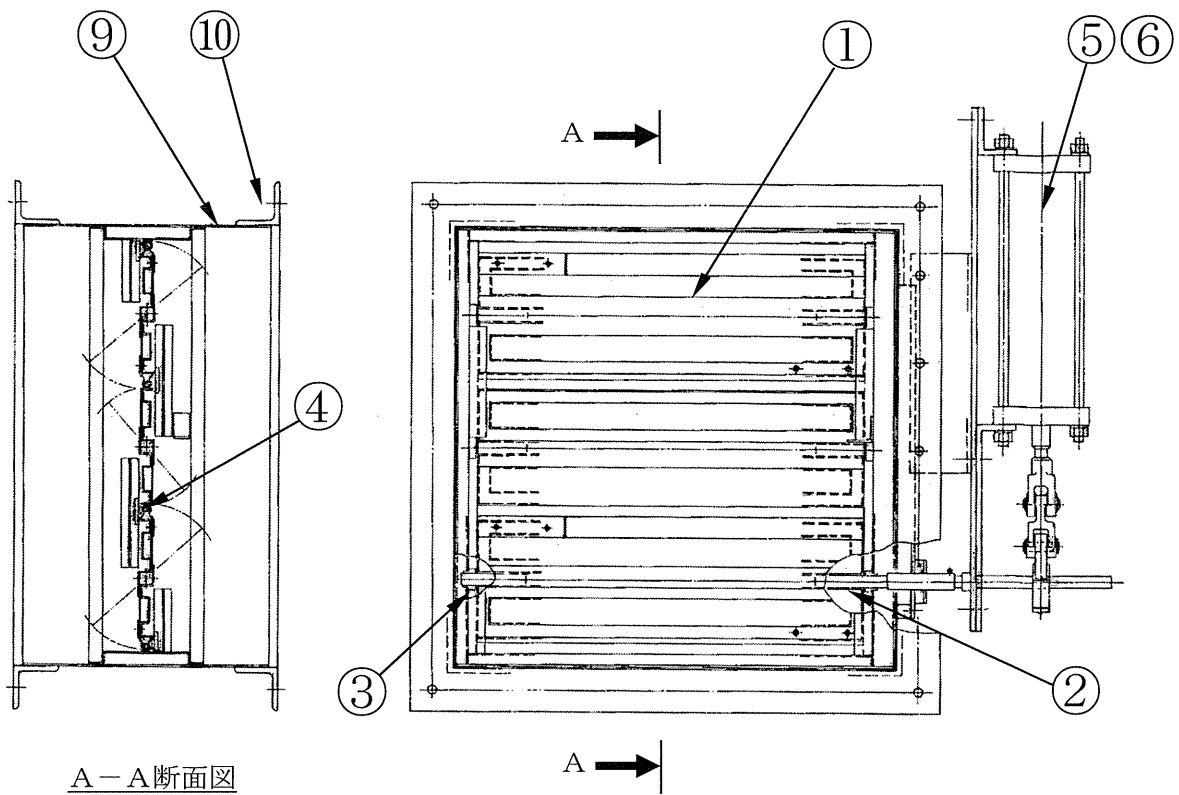
玄海3号炉の排気筒入口第一ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト、駆動装置（ハウジング、ばね）等で構成される。

ダンパ羽根及びダンパシャフトは炭素鋼を使用している。

玄海3号炉の排気筒入口第一ダンパの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の排気筒入口第一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。



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

図2.1-1 玄海3号炉 排気筒入口第一ダンパ構造図

表2.1-1 玄海3号炉 排気筒入口第一ダンパ主要部位の使用材料

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

表2.1-2 玄海3号炉 排気筒入口第一ダンパの使用条件

サ イ ズ	2,810×2,810(mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.1.2 I/B空調ユニット入口手動ダンパ

(1) 構造

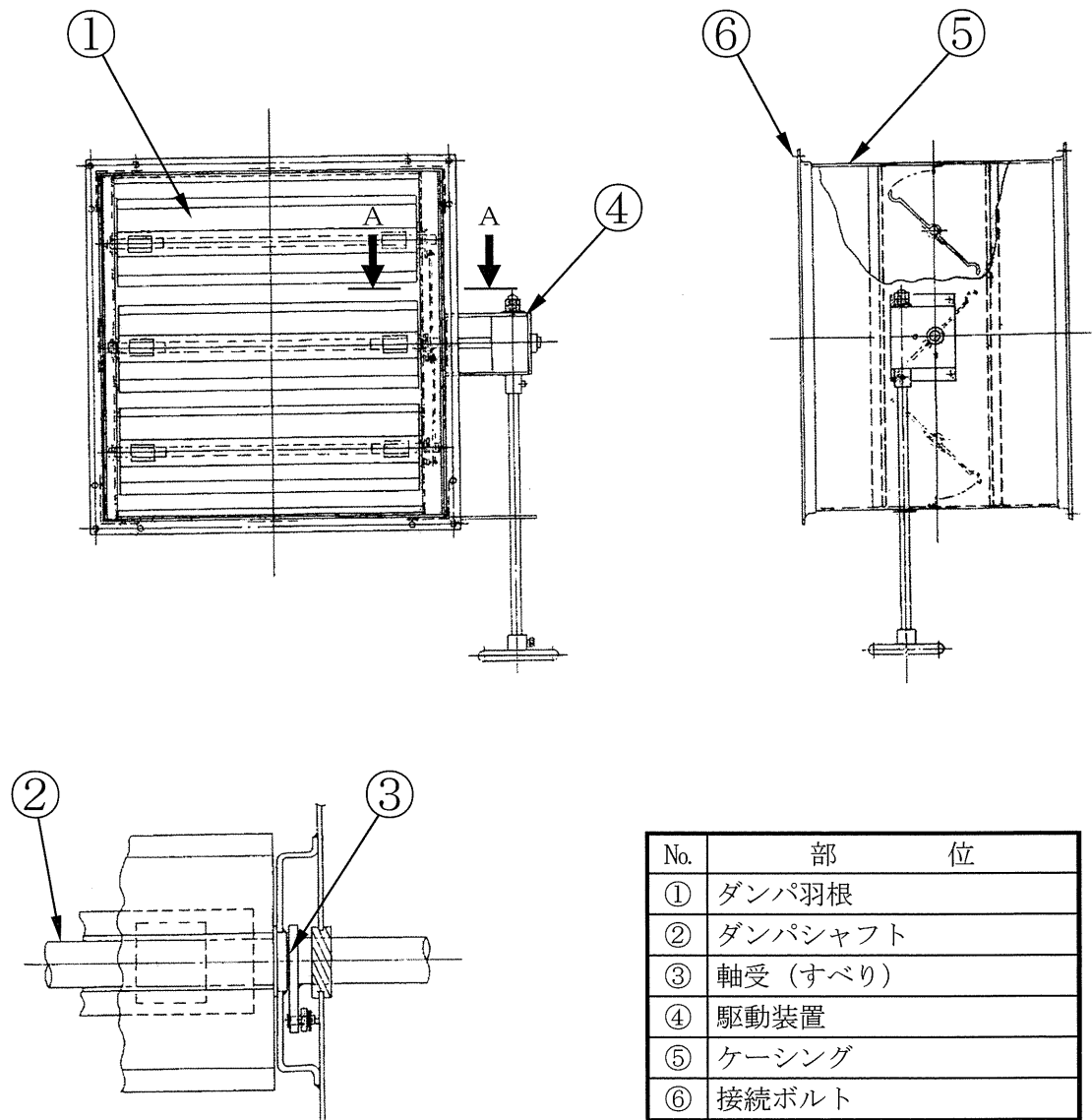
玄海3号炉のI/B空調ユニット入口手動ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根及びダンパ羽根を作動させるダンパシャフト等で構成される。

ダンパ羽根及びダンパシャフトは炭素鋼を使用している。

玄海3号炉のI/B空調ユニット入口手動ダンパの構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のI/B空調ユニット入口手動ダンパの使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



A-A断面図

図2.1-2 玄海3号炉 I/B空調ユニット入口手動ダンパ構造図

表2.1-3 玄海3号炉 I/B空調ユニット入口手動ダンパ主要部位の使用材料

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

表2.1-4 玄海3号炉 I/B空調ユニット入口手動ダンパの使用条件

サ イ ズ	1, 205×2, 505 (mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.1.3 D/G室給気ファン入口逆止ダンパ

(1) 構造

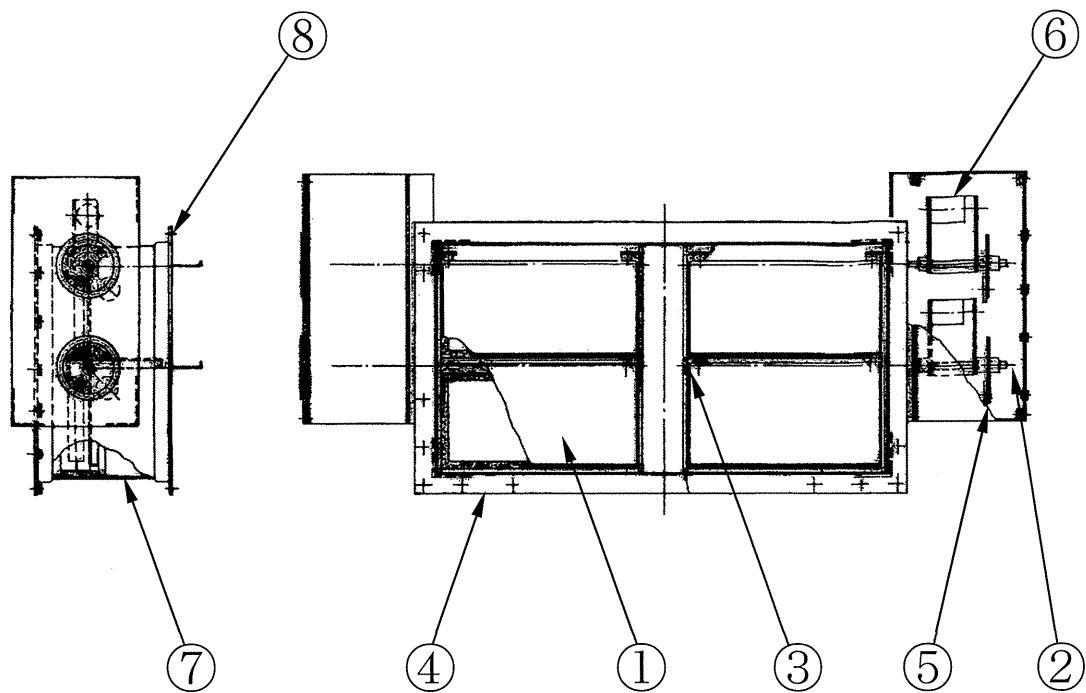
玄海3号炉のD/G室給気ファン入口逆止ダンパは、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト等で構成される。

ダンパ羽根及びダンパシャフトは炭素鋼を使用している。

玄海3号炉のD/G室給気ファン入口逆止ダンパの構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のD/G室給気ファン入口逆止ダンパの使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	ダンパ羽根
②	ダンパシャフト
③	軸受 (ころがり)
④	シ ー ル
⑤	閉鎖ウェイト
⑥	バランスウェイト
⑦	ケーシング
⑧	接続ボルト

図2.1-3 玄海3号炉 D/G室給気ファン入口逆止ダンパ構造図

表2.1-5 玄海3号炉 D/G室給気ファン入口逆止ダンパ主要部位の使用材料

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

表2.1-6 玄海3号炉 D/G室給気ファン入口逆止ダンパの使用条件

サ イ ズ	1,505×1,505 (mm) 1,005×1,005 (mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.1.4 D/G室給気防火兼流量設定ダンパ

(1) 構造

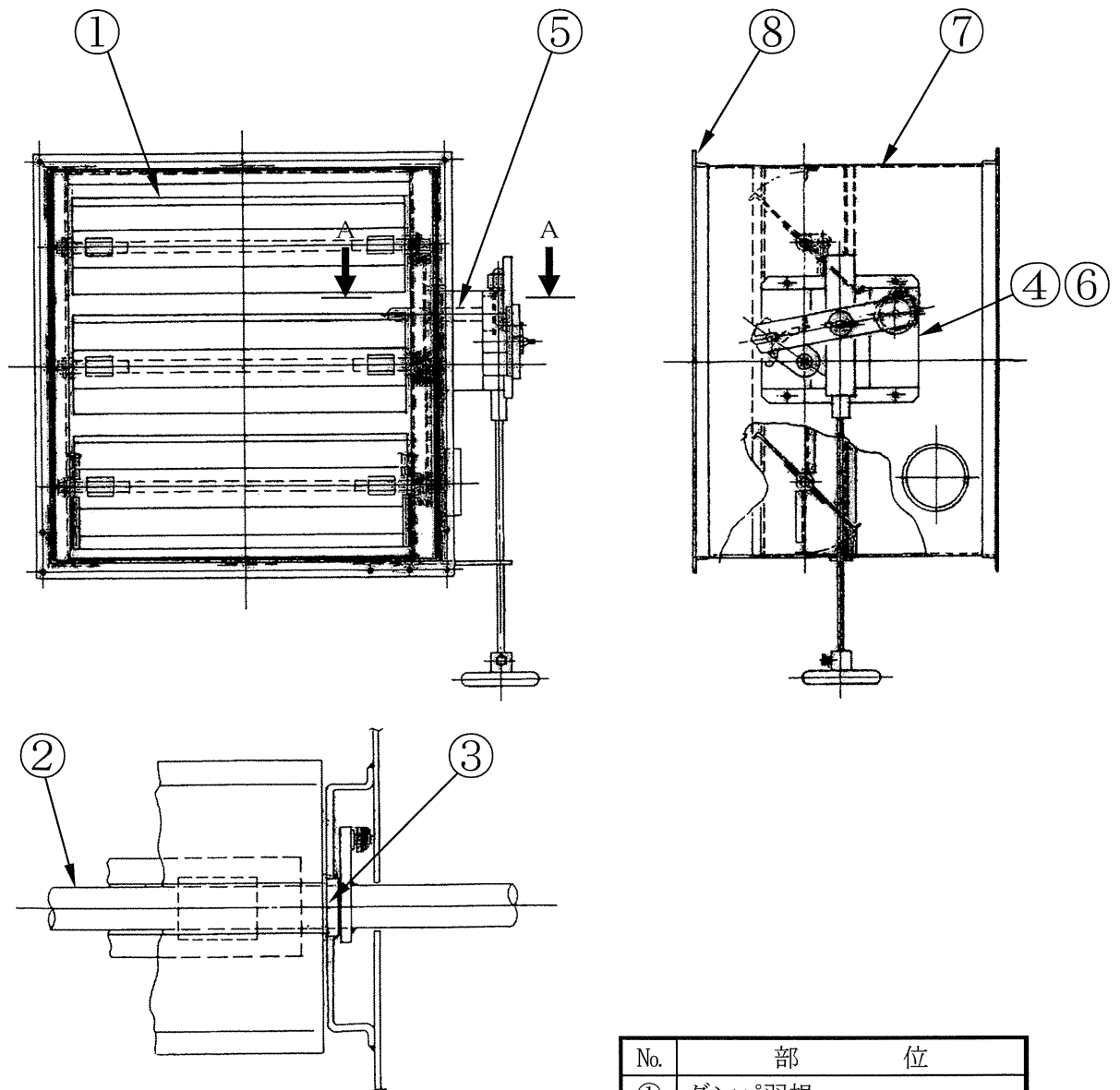
玄海3号炉のD/G室給気防火兼流量設定ダンパは、火災の延焼を防止するためダクトに設置されており、流路を構成するケーシング、流路を仕切るダンパ羽根、ダンパ羽根を作動させるダンパシャフト、ヒューズ等で構成されている。

ケーシング、ダンパ羽根及びダンパシャフトには炭素鋼を使用している。

玄海3号炉のD/G室給気防火兼流量設定ダンパの構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のD/G室給気防火兼流量設定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。



A-A断面図

No.	部 位
①	ダンパ羽根
②	ダンパシャフト
③	軸受 (すべり)
④	ば ね
⑤	ヒューズ
⑥	駆動装置
⑦	ケーシング
⑧	接続ボルト

図2.1-4 玄海3号炉 D/G室給気防火兼流量設定ダンパ構造図

表2.1-7 玄海3号炉 D/G室給気防火兼流量設定ダンパ主要部位の使用材料

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

表2.1-8 玄海3号炉 D/G室給気防火兼流量設定ダンパの使用条件

サ イ ズ	1,605×1,605 (mm) 1,005×1,005 (mm)
周 囲 温 度	約40℃
設 置 場 所	屋 内

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

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

- ① 開閉機能の維持
- ② バウンダリの維持
- ③ 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ダンパ個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-1～表2.2-4に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象について（表2.2-1～表2.2-4で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) ダンパ羽根及びケーシング等の腐食（全面腐食）[共通]

ダンパ羽根及びケーシング等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(2) ダンパシャフトの固着 [共通]

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

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

また、分解点検時のダンパ作動確認により、機器の健全性を維持している。

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

(3) ダンパシャフト及び軸受（すべり）の摩耗

[排気筒入口第一ダンパ、I / B 空調ユニット入口手動ダンパ、D / G 室給気防火兼流量設定ダンパ]

ダンパシャフト及び軸受（すべり）はダンパの開閉による摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時のダンパ作動確認により、機器の健全性を維持している。

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

(4) ばねの変形（応力緩和）

[排気筒入口第一ダンパ、D / G 室給気防火兼流量設定ダンパ]

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

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

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

なお、分解点検時のダンパ作動確認により、機器の健全性を維持している。

(5) ポジションスイッチの導通不良 [排気筒入口第一ダンパ]

ポジションスイッチは接点部分に付着する浮遊塵埃により、導通不良が想定される。

しかしながら、ポジションスイッチの接点部分はケース内に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

また、分解点検時の動作確認により、機器の健全性を維持している。

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

(6) 接続ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

接続ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ヒューズは、分解点検時に取り替えている消耗品であり、シール及び軸受（ころがり）は目視確認結果により取り替える消耗品である。また、電磁弁は定期取替品である。いずれも長期使用はせず取替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 玄海3号炉 排気筒入口第一ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△					*1：固着 *2：変形（応力緩和） *3：導通不良	
	ダンパシャフト		炭素鋼	△					△*1		
	軸受（すべり）		ステンレス鋼	△							
	シール	◎	—								
	ハウジング		炭素鋼		△						
	ばね		ばね鋼						△*2		
	電磁弁	◎	—								
	ポジションスイッチ		炭素鋼、金						△*3		
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	接続ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 玄海3号炉 I/B空調ユニット入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		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△						*1：固着
	ダンパシャフト		炭素鋼	△						△*1	
	軸受（すべり）		ステンレス鋼	△							
	駆動装置		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	接続ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 D/G室給気ファン入口逆止ダンパに想定される経年劣化事象

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

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-4 玄海3号炉 D/G室給気防火兼流量設定ダンパに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
開閉機能の維持	ダンパ羽根		炭素鋼		△						*1：固着 *2：変形（応力緩和）
	ダンパシャフト		炭素鋼	△						△*1	
	軸受（すべり）		ステンレス鋼	△							
	ば ね		ステンレス鋼							△*2	
	ヒューズ	◎	—								
	駆動装置		炭素鋼		△						
バウンダリの維持	ケーシング		炭素鋼		△						
機器の支持	接続ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

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

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

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

水平展開機器各々の構造、材料及び現在までの運転経験を考慮すると、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 ダンパ羽根及びケーシング等の腐食（全面腐食）[共通]

ダンパ羽根及びケーシング等は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.2 ダンパシャフトの固着 [共通]

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

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

また、分解点検時のダンパ作動確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.3 ダンパシャフト及び軸受（すべり）の摩耗

[軸受（すべり）を使用しているダンパ共通]

ダンパシャフト及び軸受（すべり）はダンパの開閉による摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時のダンパ作動確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.4 ばねの変形（応力緩和）

[空気作動ダンパ及びばねを使用している防火ダンパ共通]

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

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

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

なお、分解点検時のダンパ作動確認により、機器の健全性を維持している。

3.2.5 ポジションスイッチの導通不良 [空気作動ダンパ共通]

ポジションスイッチは接点部分に付着する浮遊塵埃により、導通不良が想定される。

しかしながら、ポジションスイッチの接点部分はケース内に収納されており、塵埃の付着により導通不良が発生する可能性は小さい。

また、分解点検時の動作確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.6 接続ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

接続ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

玄海原子力発電所3号炉

機械設備の技術評価書

[運転を断続的に行うことを前提とした評価]

九州電力株式会社

玄海3号炉の重機器サポート、空気圧縮装置、燃料取扱設備、原子炉容器上部ふた付属設備、原子炉容器内挿物、濃縮減容設備、セメント固化装置、焼却減容設備、スチームコンバータ及び水素濃度制御装置（以上の総称として以下、「機械設備」という。）のうち、評価対象機器である安全重要度分類審査指針におけるクラス1、2の機器、高温・高圧の環境下にあるクラス3の機器及び常設重大事故等対処設備に属する機器を設置場所、型式、材料等でグループ化し、同一グループ内の複数の機器の存在を考慮して、重要度、構造等の観点から代表機器を選定した。

これらの一覧を表1に、機能を表2に示す。

本評価書においては、これら代表機器について技術評価を行うとともに、代表機器以外の機器についても技術評価を展開している。また、基礎ボルトについては各機器の基礎ボルトをまとめて11章で技術評価を実施している。本評価書における技術評価結果で現状保全を継続すべき項目としたものについては、現状保全の点検手法の適切性を確認しており、現状保全を継続することで健全性の維持は可能であると考えられる。

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

機械設備及び基礎ボルトは以下の11に分類している。

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

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

また、玄海1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉の共用設備のうち1号炉、2号炉及び4号炉で設置されている機械設備については、「玄海原子力発電所3号炉 共用設備（他号炉設備）の技術評価書」にて評価を実施するものとし、本評価書には含まれていない。

表 1 (1/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 重機器サポート

機 器 名 称	重要度*1	部 位 名 称	使用条件
			最高使用温度 (°C)
原子炉容器サポート	PS-1	原子炉容器サポート	約170
蒸気発生器サポート	PS-1	上部胴サポート	約280
		上部胴サポート オイルスナバ	約180
		中間胴サポート	約280
		中間胴サポート オイルスナバ	約200
		下部サポート	約230
		支持脚	約310
1 次冷却材ポンプサポート	PS-1	上部サポート	約 49
		オイルスナバ	約 49
		下部サポート	約160
		支持脚	約140
加圧器サポート	PS-1	上部サポート	約190
		下部サポート (スカート)	約320

*1：機能は最上位の機能を示す

表 1 (2/10) 玄海 3 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					選定	選定理由
設置場所 型式	流体	材料		仕様 (容量)	重要度*1	使 用 条 件				
						運 転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
屋 内 空気圧縮装置	空 気	鑄 鉄	制御用空気圧縮 装置 (2)	約1,260Nm ³ /h	MS-1	連 続	約0.83*2	約250*3	◎	重要度
			格納容器雰囲気 ガスサンプリング 圧縮装置 (1)	約2Nm ³ /h	高*4、重*5	一 時	約1.4*6	約144*7		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：制御用空気圧縮機の最高使用圧力を示す

*3：制御用空気除湿装置除湿塔の最高使用温度を示す

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

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

*6：ガスサンプル冷却器胴側の最高使用圧力を示す

*7：ガスサンプル冷却器伝熱管の最高使用温度を示す

表 1 (3/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 燃料取扱設備

分離基準	機器名称 (台数)	選 定 基 準			選定	選定理由	
		重要度*1	仕 様	使 用 条 件			
型 式					運 転	使 用 温 度	
クレーン	燃料取替クレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 燃料集合体 1 体分×約8.5m	一 時	気中：約45℃ 水中：約41℃	◎	使用温度
	使用済燃料 ピットクレーン (1)	PS-2	容量×揚程： 約19.6kN×約9.0m	一 時	気中：約30℃ 水中：約41℃		
—	燃料移送装置 (1)	PS-2	容量×移送距離： 燃料集合体 1 体分×約19.9m	一 時	気中*2：約45℃ 約30℃ 水中：約41℃	◎	

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：上段は原子炉格納容器内、下段は燃料取扱建屋内を示す

表 1 (4/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 原子炉容器上部ふた付属設備

分離基準		機器名称 (台数)	選定基準			選定	選定理由
			重要度*1	使用条件			
設置場所	材料			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
原子炉容器上部ふた上	ステンレス鋼	制御棒クラスタ駆動装置 (53(予備4))	PS-1	約17.2	約343	◎	構造 (駆動機能あり)
		炉内熱電対用ハウジング (4)	PS-1	約17.2	約343		

*1：機能は最上位の機能を示す

表 1 (5/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 原子炉容器内挿物

機 器 名 称 (体 数)	重要度*1	使 用 条 件	
		最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
制御棒クラスタ (53)	MS-1、重*2	約17.2	約343

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (6/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備

分離基準			機器名称 (台数)	選定基準					選定	選定理由
				重要度*1	使用条件*3					
減容方式	流体	材料	重要度*1		運転	最高使用圧力*4 (MPa[gage])	最高使用温度*4 (°C)	内部流体 (塩化物イオン濃度)	選定	選定理由
蒸発減容	廃液	ステンレス鋼	廃液蒸発装置 (2)	高*2	一時	約 0.1 / 約0.93	約150 / 約185	約 350ppm	◎	内部流体
	ほう酸水		ほう酸回収装置 (2)	高*2	一時	約0.93 / 約0.1	約185 / 約150	約0.15ppm		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：加熱器又は蒸発器の使用条件を示す

*4：管側／胴側を示す

表 1 (7/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 セメント固化装置

機 器 名 称 (台 数)	重要度*1	使 用 条 件		
		運 転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)
セメント固化装置 (1)	高*2	一 時	約0.98*3	約185*4

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：濃縮装置加熱器管側の最高使用圧力を示す

*4：濃縮装置加熱器胴側の最高使用温度を示す

表 1 (8/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 焼却減容設備

機 器 名 称 (台 数)	重要度*1	使 用 条 件		
		運 転	最高使用圧力 (kPa[gage])	最高使用温度 (°C)
燃焼式雑固体廃棄物減容処理設備 (1)	高*2	一 時	約1.96	約1,400

*1：機能は最上位の機能を示す

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

表 1 (9/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 スチームコンバータ

機 器 名 称 (台 数)	重要度*1	使 用 条 件*3				
		運 転	最高使用圧力 (MPa[gage])		最高使用温度 (°C)	
スチームコンバータ (1)	高*2	連 続 (運転時)	一 次 側	二 次 側	一 次 側	二 次 側
			約3.1	約0.93	約240	約185

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：スチームコンバータ本体の使用条件を示す

表 1 (10/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 水素濃度制御装置

分離基準	機 器 名 称 (台 数)	選 定 基 準			選定	選定理由
		重要度*1	使 用 条 件			
型 式				運 転	最高使用温度 (°C)	
水素濃度制御装置	静的触媒式水素再結合装置 (5)	重*2	一 時	約500*3	◎	温 度
	電気式水素燃焼装置 (14)	重*2	一 時	約150		

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：水素反応の管体（排気）温度を示す

表 2 (1/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 重機器サポートの機能

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

表 2 (2/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 空気圧縮装置の機能

機 器 名 称	機 能
制御用空気圧縮装置	プラント出力運転中（停止中も含む）の制御に必要な空気作動弁、空気式計器等に清浄で乾燥した圧縮空気を供給する空気圧縮装置である。
格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置	原子炉格納容器内雰囲気サンプリング用として設置するガス分析のための空気圧縮装置である。

表 2 (3/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 燃料取扱設備の機能

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

表 2 (4/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 原子炉容器上部ふた付属設備の機能

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

表 2 (5/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 原子炉容器内挿物の機能

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

表 2 (6/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 濃縮減容設備の機能

機 器 名 称	機 能
廃液蒸発装置	液体廃棄物を補助蒸気により加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。
ほう酸回収装置	余剰ほう酸水を補助蒸気により加熱して所定濃度まで蒸発減容させる。

表 2 (7/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 セメント固化装置の機能

機 器 名 称	機 能
セメント固化装置	凝縮水を加熱・蒸発した濃縮液を、循環させ移送先の濃縮液タンク、予備濃縮液タンクから混練機へ供給する。

表 2 (8/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 焼却減容設備の機能

機 器 名 称	機 能
燃烧式雑固体廃棄物減容処理設備	廃棄物は熱により熔融し、グラニュール出口部より取出す設備である。

表 2 (9/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 スチームコンバータの機能

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

表 2 (10/10) 玄海 3 号炉 主要な機械設備 水素濃度制御装置の機能

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

1 重機器サポート

[対象機器]

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

目 次

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

1. 対象機器

玄海3号炉で使用されている重機器サポートの主な仕様を表1-1に示す。

表1-1 玄海3号炉 重機器サポートの主な仕様

機器名称	重要度*1	部位名称	機能	使用条件
				最高使用温度(°C)
原子炉容器サポート	PS-1	原子炉容器サポート	原子炉容器の自重を支持し、地震時の水平方向の変位を拘束する。	約170
蒸気発生器サポート	PS-1	上部胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約280
		上部胴サポート オイルスナバ	上部胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約180
		中間胴サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約280
		中間胴サポート オイルスナバ	中間胴サポートを構成しており、蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約200
		下部サポート	蒸気発生器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約230
		支持脚	蒸気発生器の自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。	約310
1次冷却材ポンプサポート	PS-1	上部サポート	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約49
		オイルスナバ	上部サポートを構成しており、1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約49
		下部サポート	1次冷却材ポンプの地震時の水平方向の変位を拘束する。	約160
		支持脚	1次冷却材ポンプの自重を支持し、地震時の鉛直方向の変位を拘束する。	約140
加圧器サポート	PS-1	上部サポート	加圧器の地震時の水平方向の変位を拘束する。	約190
		下部サポート (スカート)	加圧器の自重を支持し、地震時の水平鉛直方向の変位を拘束する。	約320

*1：機能は最上位の機能を示す

2. 重機器サポートの技術評価

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

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

2.1 構造及び材料

2.1.1 原子炉容器サポート

(1) 構造

玄海3号炉の原子炉容器サポートは、1次冷却材出入口管台パッド部に付けられており、サポートブラケット（サポートシュ、サポートリブ）、シムプレート及び基礎ボルトにより、自重を支持するとともに地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

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

玄海3号炉の原子炉容器サポートの構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材 料

玄海3号炉の原子炉容器サポートの使用材料を表2.1-1に示す。

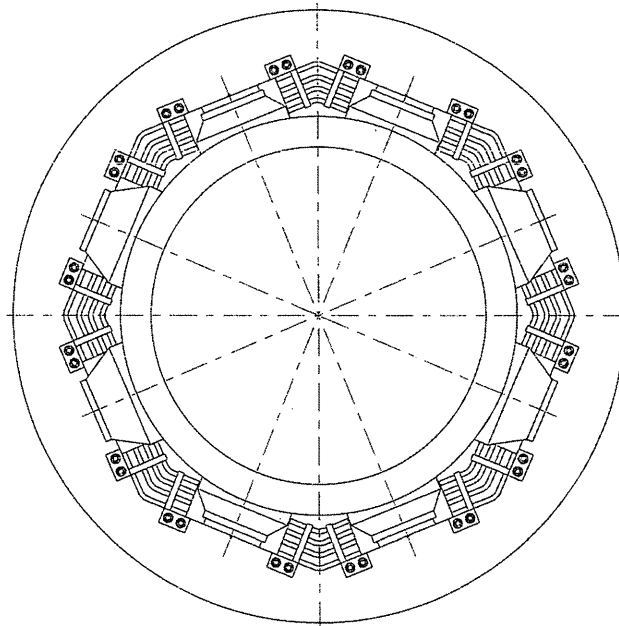
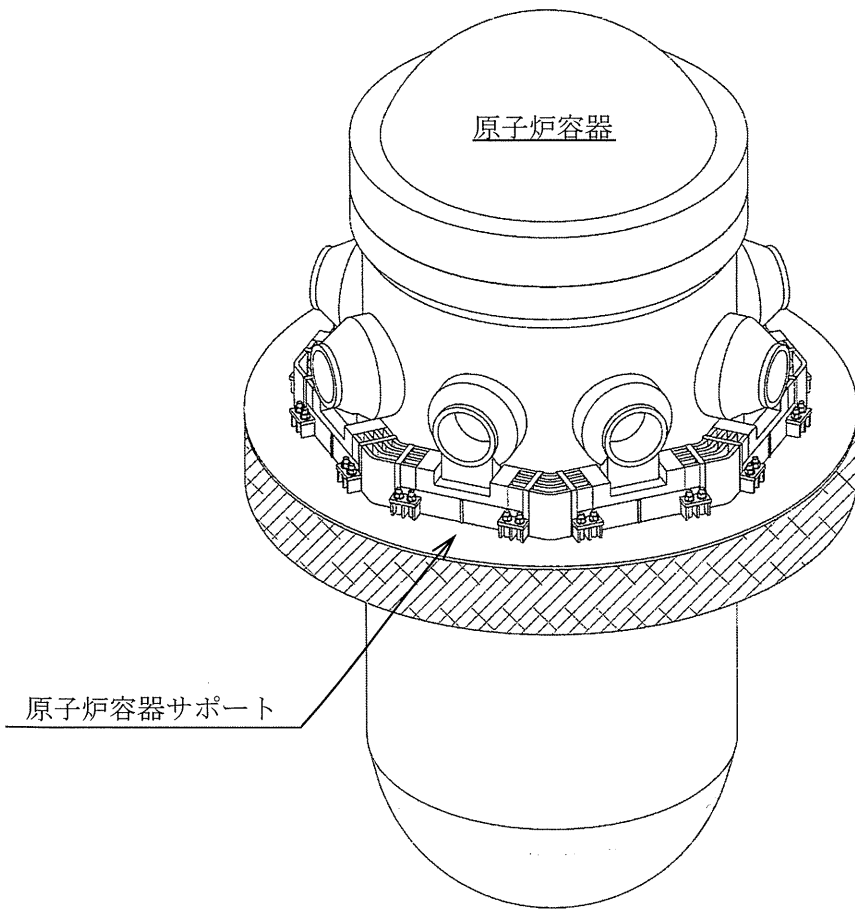
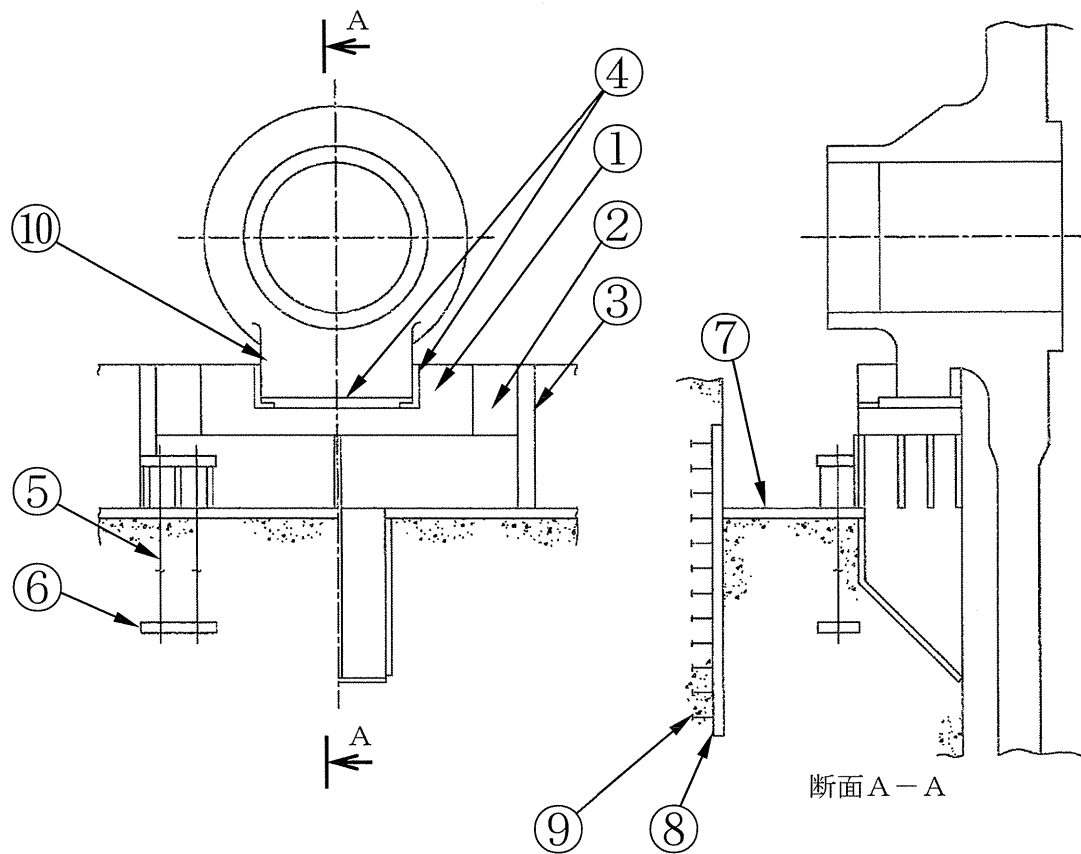


図2.1-1(1/2) 玄海3号炉 原子炉容器サポート構造図



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

図2.1-1(2/2) 玄海3号炉 原子炉容器サポート構造図

表2.1-1 玄海3号炉 原子炉容器サポート主要部位の使用材料

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

玄海3号炉の蒸気発生器サポートは、上部胴サポート、中間胴サポート、下部サポート及び支持脚の4種類が設置されている。

上部胴サポートは、蒸気発生器本体上部胴部に吊り金物により吊り下げられたバンド、バンド側スナバ取付ラグ、サポートコラム、サポートビー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。

中間胴サポートは、蒸気発生器本体中間胴部に吊り金物により吊り下げられた八角形のリングフレーム、バックバンパ、オイルスナバ等により地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。オイルスナバは、抵抗力発生の媒体にオイルを使用している。

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

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

玄海3号炉の蒸気発生器サポートの構造図を図2.1-2～図2.1-6に示す。

(2) 材料

玄海3号炉の蒸気発生器サポートの使用材料を表2.1-2～表2.1-5に示す。

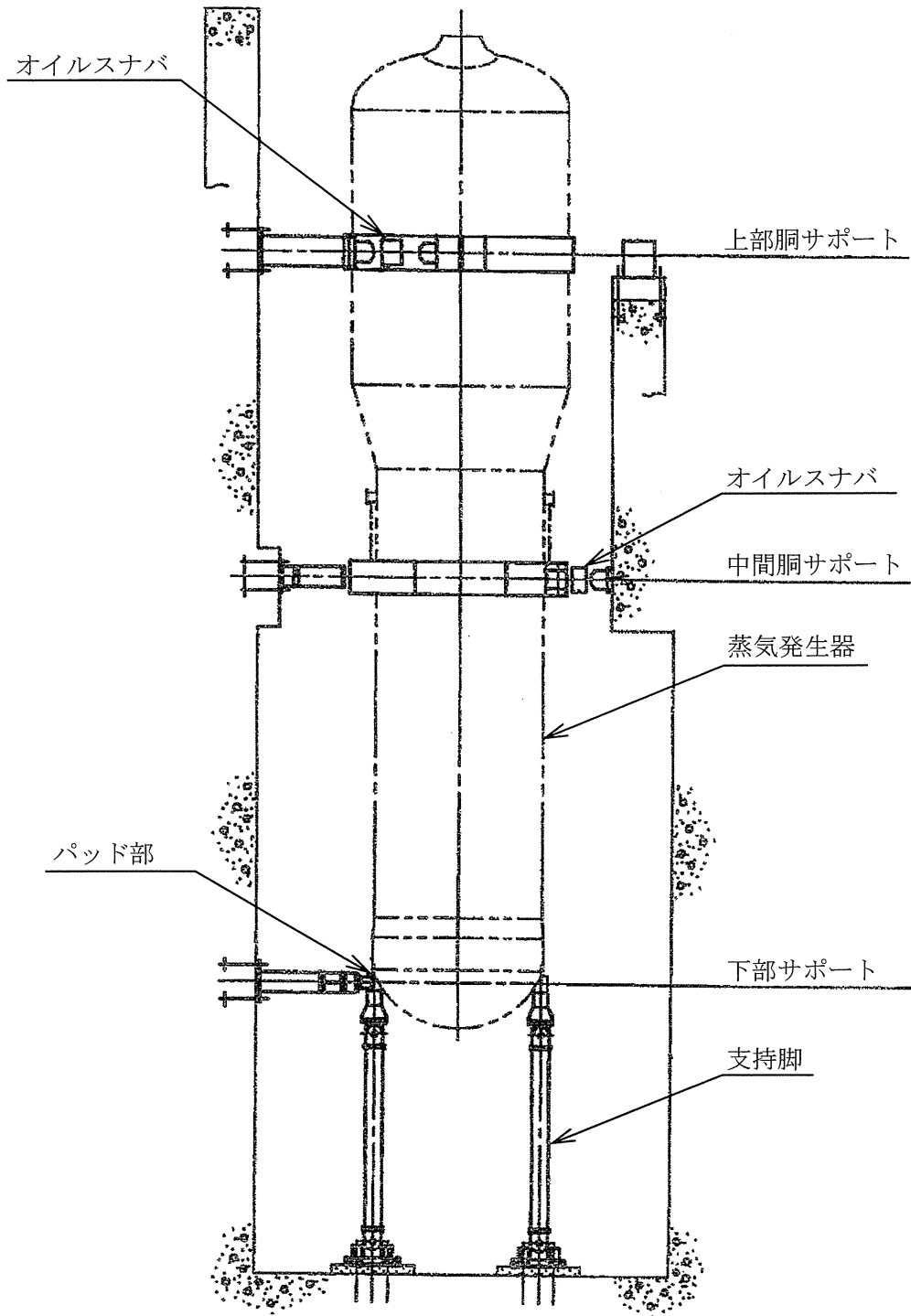
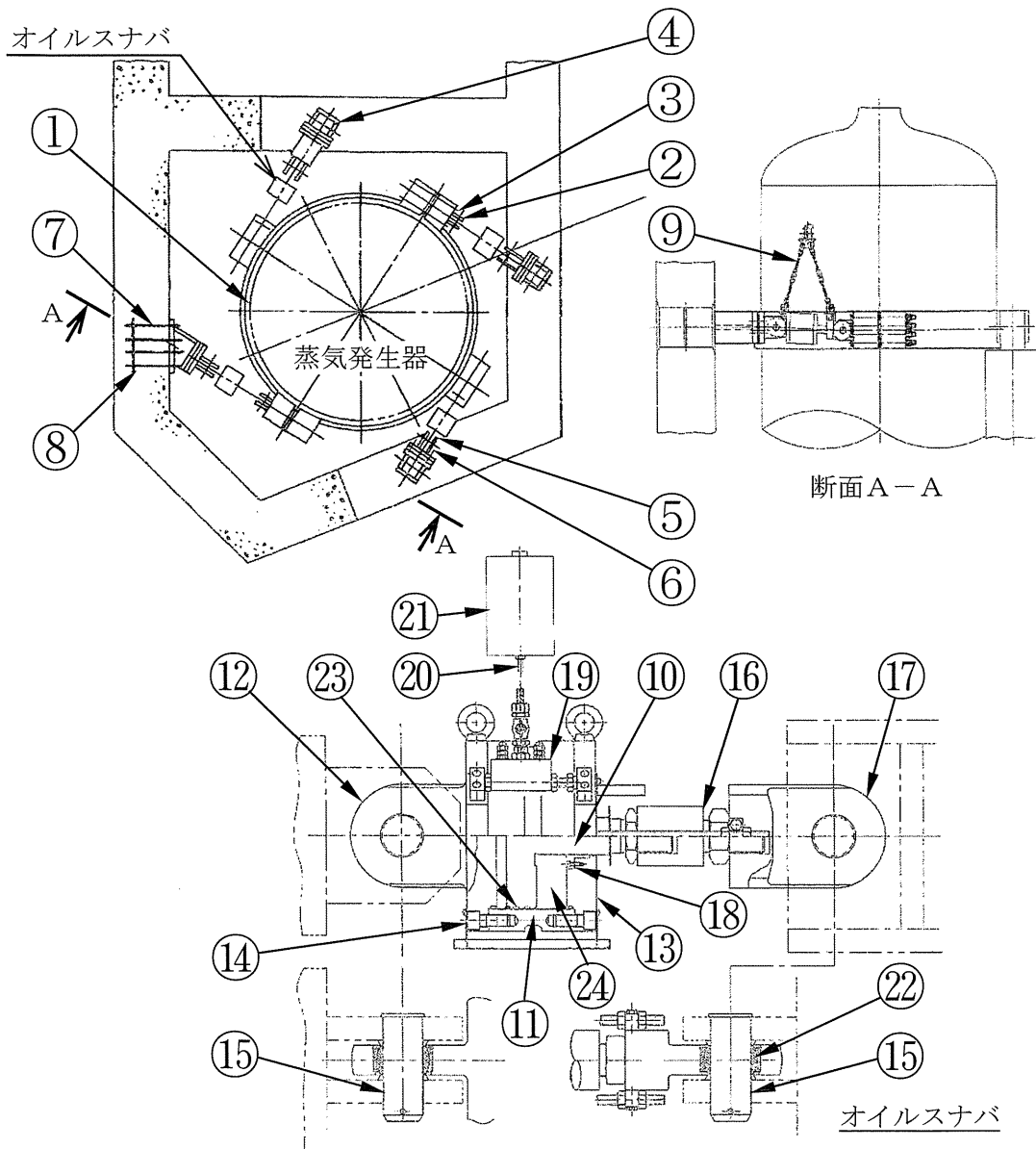


図2.1-2 玄海3号炉 蒸気発生器サポート構造図

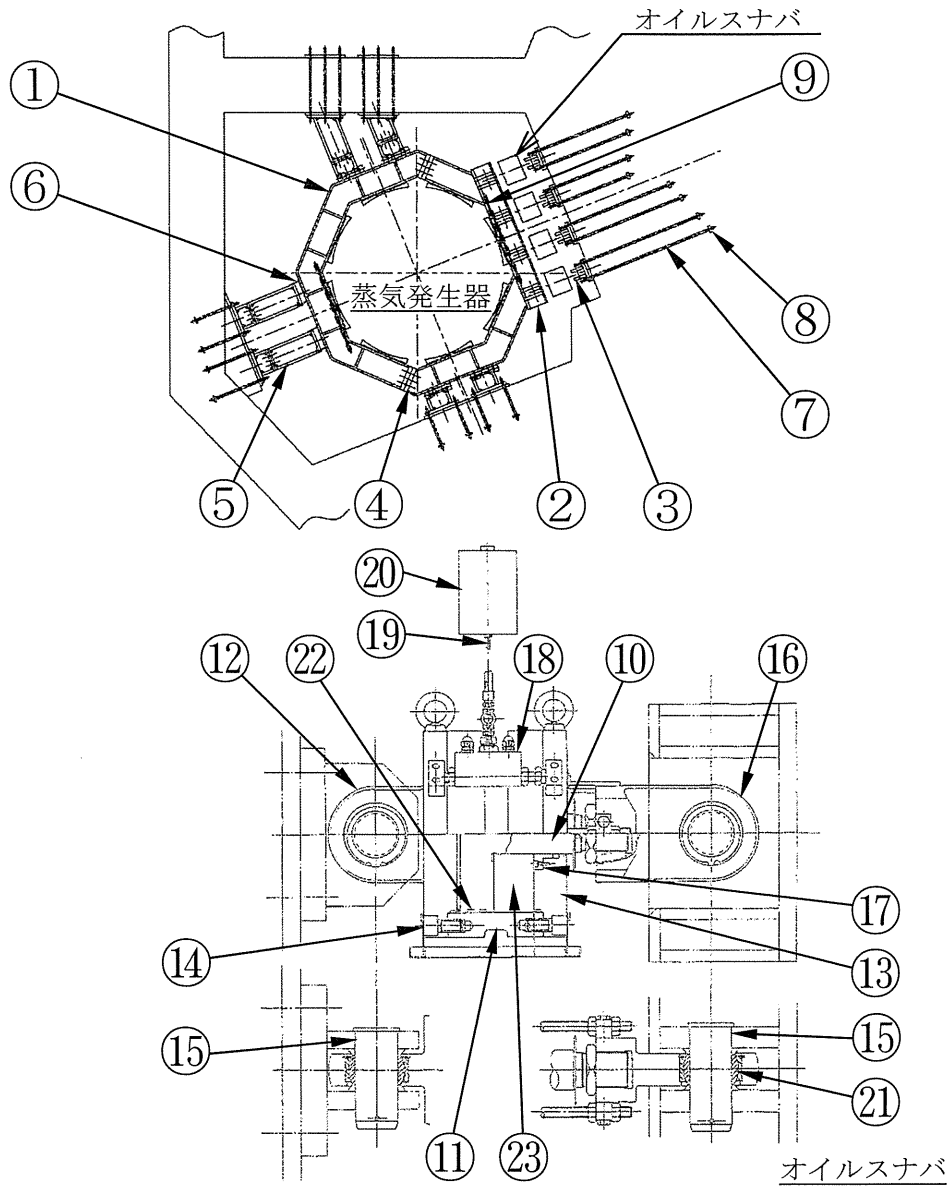


No.	部 位	No.	部 位
①	バンド	⑬	ロッドカバー
②	バンド側スナバ取付ラグ	⑭	タイボルト
③	バンド組立ボルト	⑮	ピ ン
④	サポートコラム	⑯	ターンバックル
⑤	サポートビーム	⑰	コネクティングラグイヤー
⑥	サポートビーム取付ボルト	⑱	ブッシュ
⑦	基礎ボルト	⑲	コントロールバルブ
⑧	埋込金物	⑳	給油管
⑨	吊り金物	㉑	オイルリザーバ
⑩	ピストンロッド	㉒	球面軸受
⑪	シリンダチューブ	㉓	オイルシール
⑫	シリンダカバーイヤー	㉔	オ イ ル

図2.1-3 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポート構造図

表2.1-2 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポート主要部位の使用材料

部 位		材 料
バンド		炭素鋼
バンド側スナバ取付ラグ		炭素鋼
バンド組立ボルト		低合金鋼
サポートコラム		炭素鋼
サポートビーム		炭素鋼
サポートビーム取付ボルト		低合金鋼
基礎ボルト		低合金鋼
埋込金物		炭素鋼
吊り金物		低合金鋼
オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド	低合金鋼
	シリンダチューブ	低合金鋼
	シリンダカバーイーヤ	低合金鋼
	ロッドカバー	炭素鋼
	タイボルト	低合金鋼
	ピ ン	低合金鋼
	ターンバックル	低合金鋼
	コネクティングラグイーヤ	低合金鋼
	ブッシュ	銅合金鋳物
	コントロールバルブ	炭素鋼
	給油管	ステンレス鋼
	オイルリザーバ	ステンレス鋼
	球面軸受	軸受鋼
	オイルシール	消耗品・定期取替品
	オイル	消耗品・定期取替品

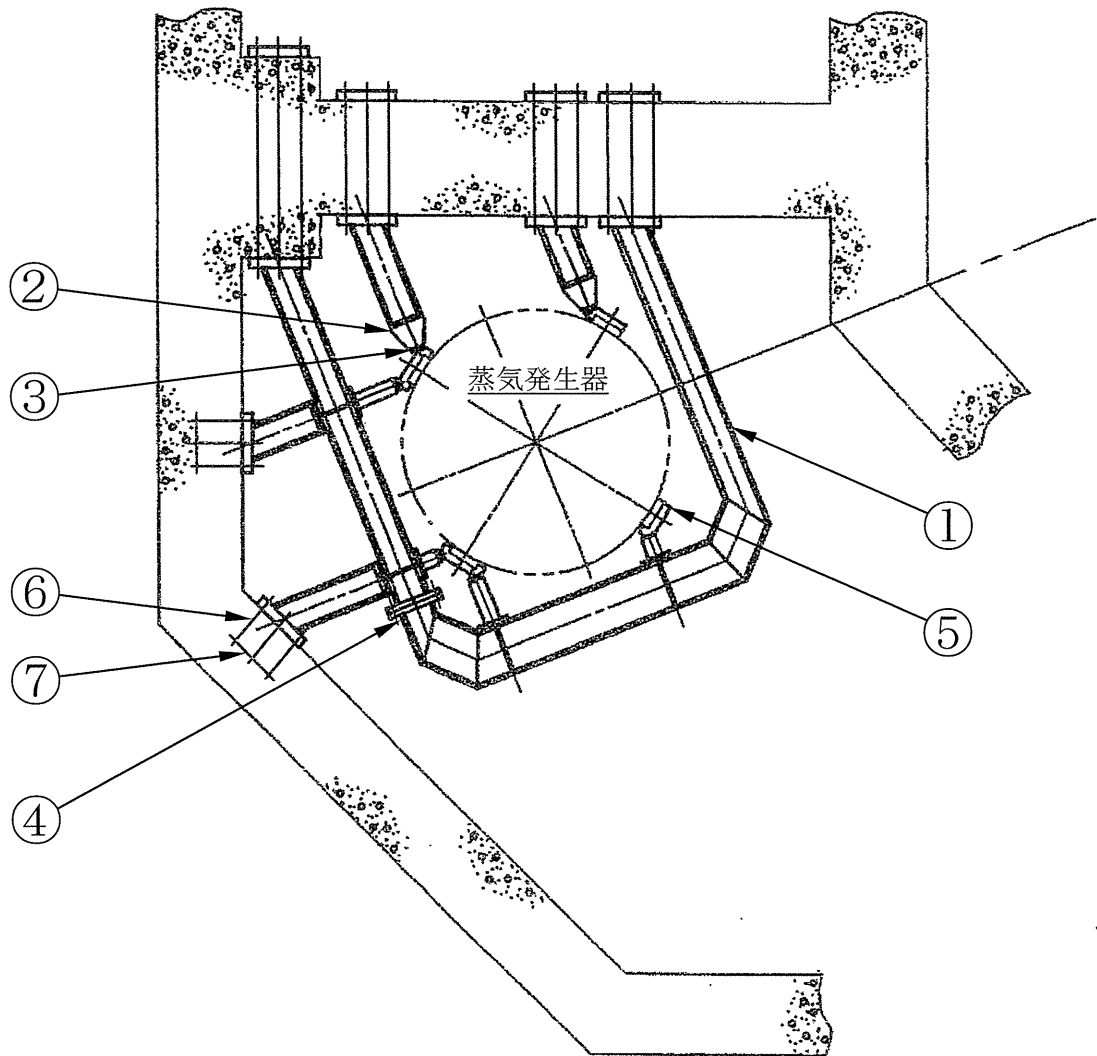


No.	部 位	No.	部 位
①	リングフレーム	⑬	ロッドカバー
②	リングフレームスナバ取付部	⑭	タイボルト
③	スナバブラケット	⑮	ピ ン
④	リングフレーム組立ボルト	⑯	コネクティングラグイーヤ
⑤	バックバンパ	⑰	ブッシュ
⑥	シ ム	⑱	コントロールバルブ
⑦	基礎ボルト	⑲	給 油 管
⑧	埋込金物	⑳	オイルリザーバ
⑨	吊り金物	㉑	球面軸受
⑩	ピストンロッド	㉒	オイルシール
⑪	シリンダチューブ	㉓	オ イ ル
⑫	シリンダカバーイーヤ		

図 2.1-4 玄海 3 号炉 蒸気発生器サポート 中間胴サポート構造図

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

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

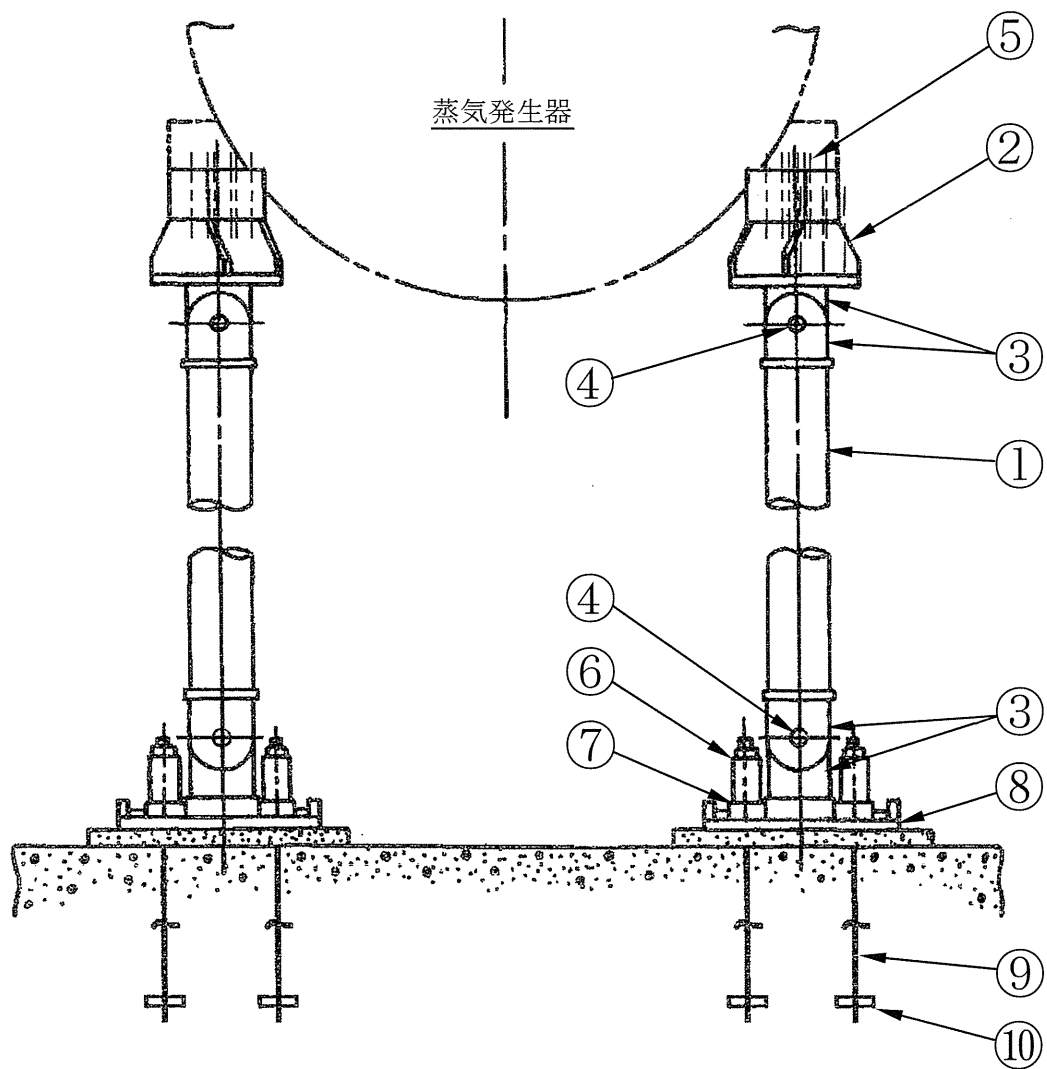


No.	部 位
①	サポートビーム
②	サポートブロック
③	シ ム
④	サポートビーム組立ボルト
⑤	パ ッ ド
⑥	基礎ボルト
⑦	埋込金物

図2.1-5 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 下部サポート構造図

表2.1-4 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 下部サポート主要部位の使用材料

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



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

図2.1-6 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 支持脚構造図

表2.1-5 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 支持脚主要部位の使用材料

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

2.1.3 1次冷却材ポンプサポート

(1) 構造

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

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

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

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

玄海3号炉の1次冷却材ポンプサポートの構造図を図2.1-7～図2.1-10に示す。

(2) 材料

玄海3号炉の1次冷却材ポンプサポートの使用材料を表2.1-6～表2.1-8に示す。

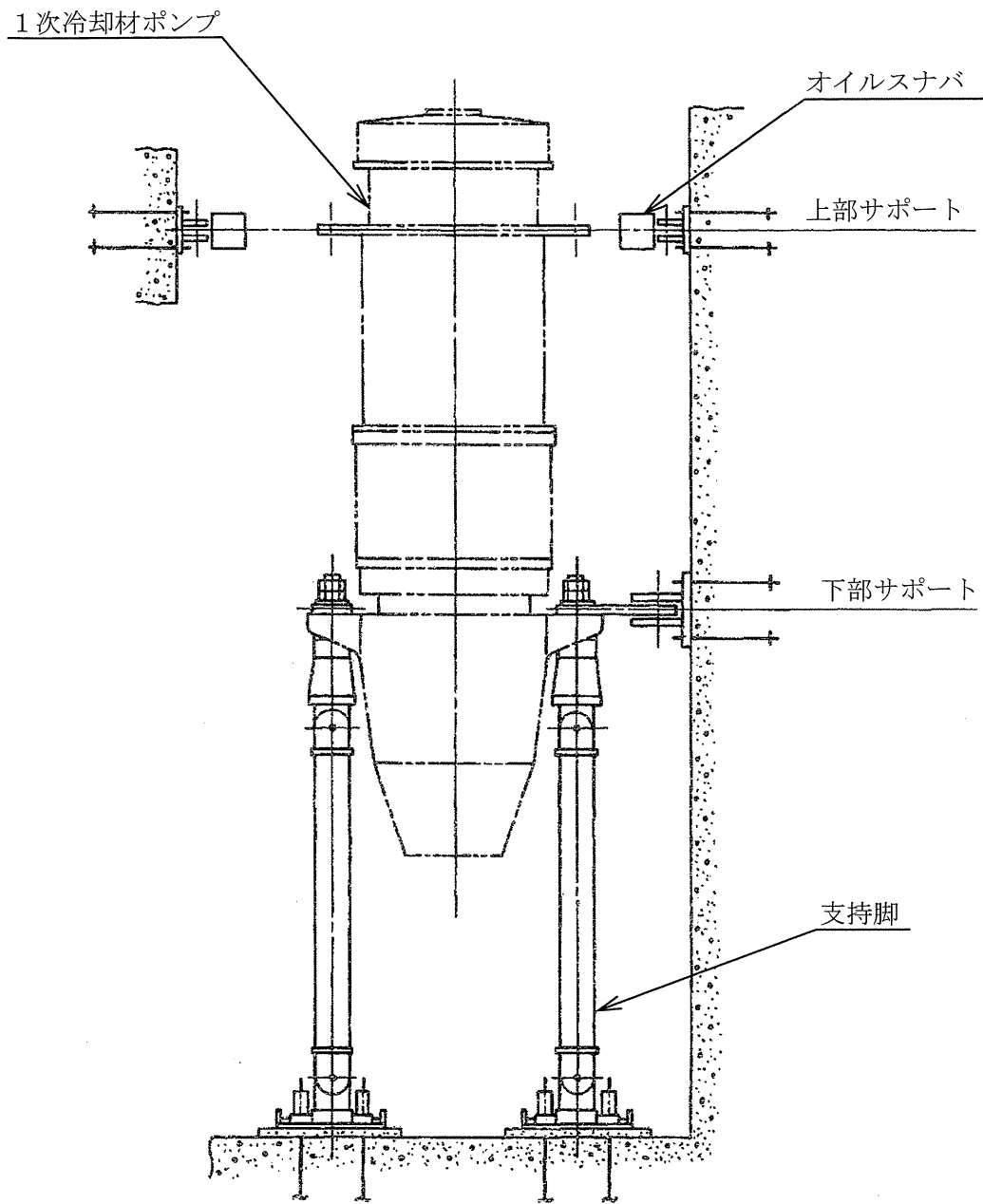
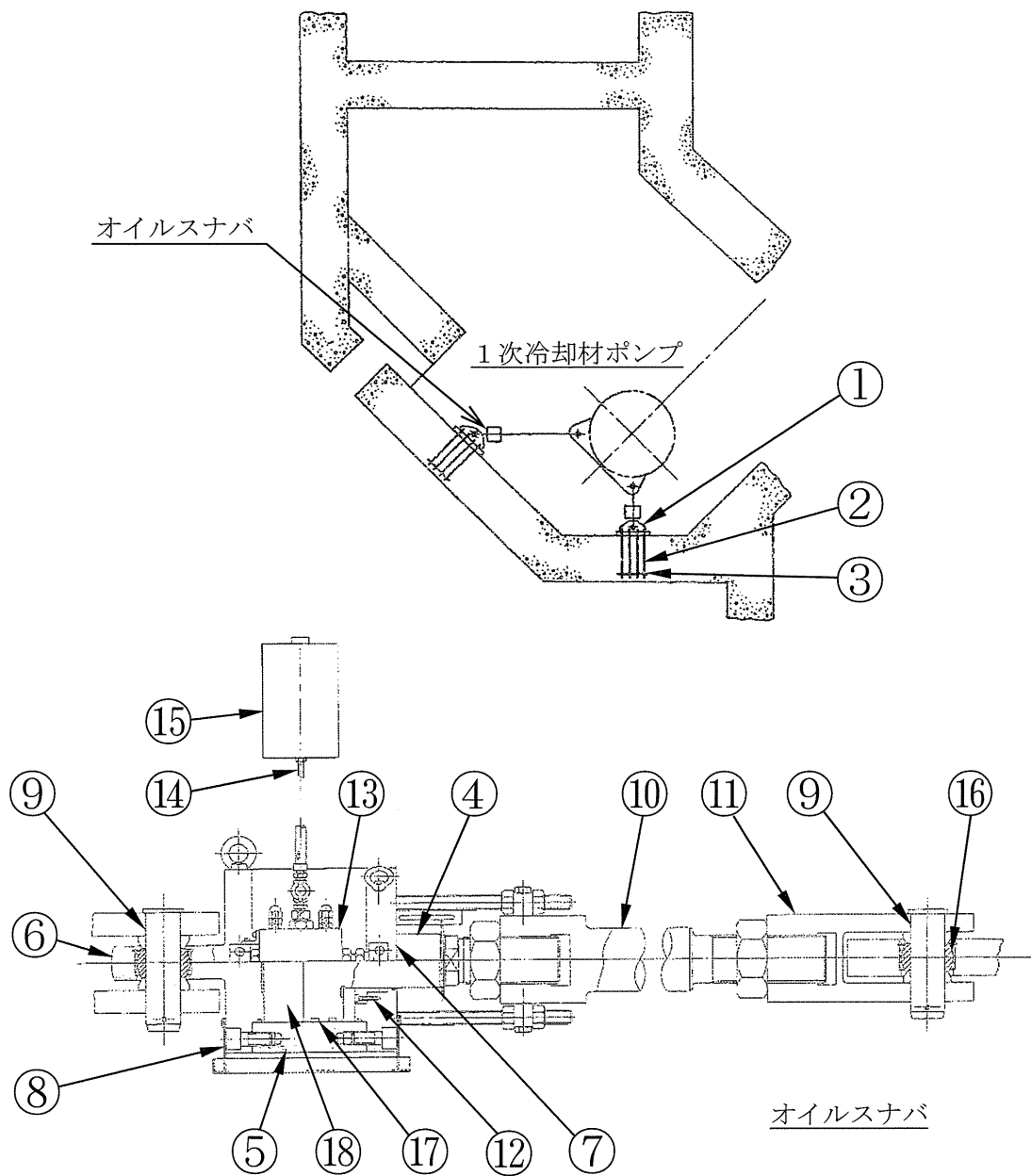


図2.1-7 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート構造図

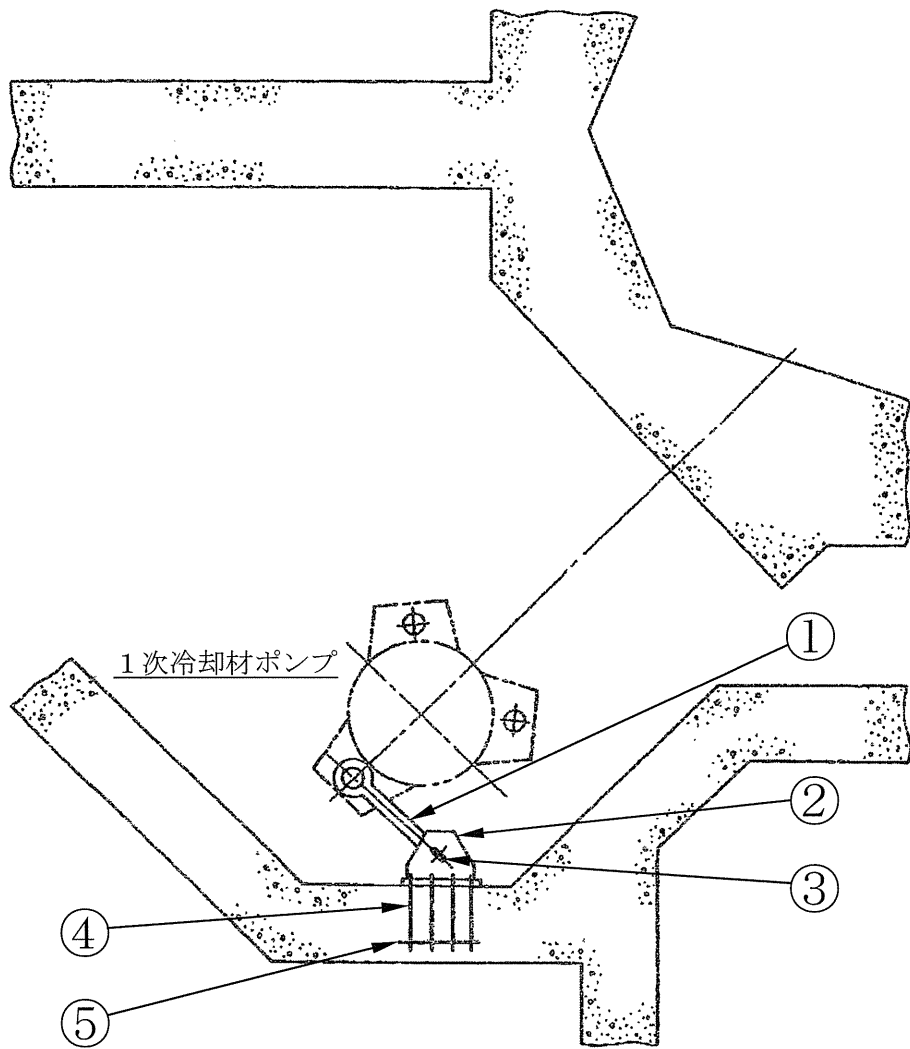


No.	部 位	No.	部 位
①	ブラケット	⑩	ターンバックル
②	基礎ボルト	⑪	コネクティングラグイヤー
③	埋込金物	⑫	ブッシュ
④	ピストンロッド	⑬	コントロールバルブ
⑤	シリンダチューブ	⑭	給油管
⑥	シリンダカバーイヤー	⑮	オイルリザーバ
⑦	ロッドカバー	⑯	球面軸受
⑧	タイボルト	⑰	オイルシール
⑨	ピ ン	⑱	オ イ ル

図2.1-8 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポート構造図

表 2.1-6 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポート主要部位の使用材料

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



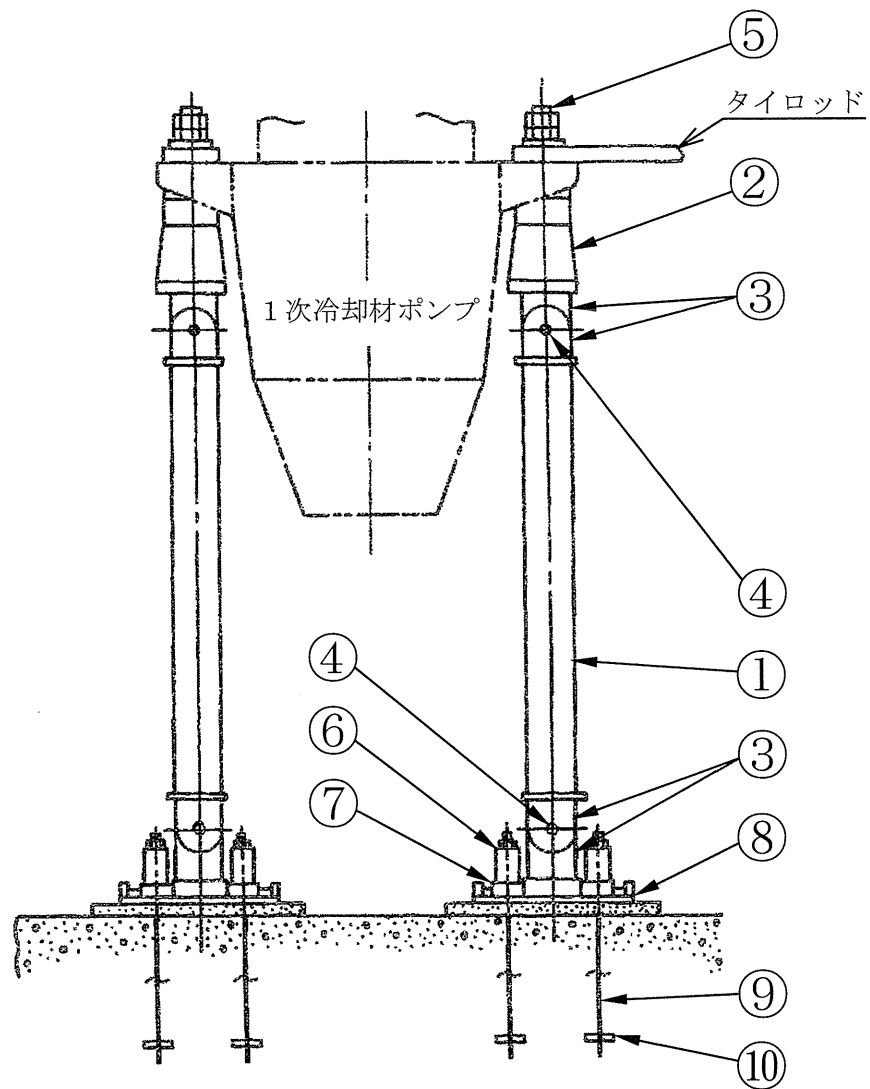
(注) サポートは、耐震サポートのみを示している。

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

図2.1-9 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 下部サポート構造図

表2.1-7 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 下部サポート主要部位の使用材料

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



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

図2.1-10 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚構造図

表2.1-8 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚主要部位の使用材料

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

2.1.4 加圧器サポート

(1) 構造

玄海3号炉の加圧器サポートは、上部サポート及び下部サポートの2種類が設置されている。

上部サポートは、加圧器胴部の水平面内に取り付けたサポートブロック、サポートパイプ及び取付ボルトにより地震時の水平方向の変位を拘束する構造である。

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

玄海3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

玄海3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。

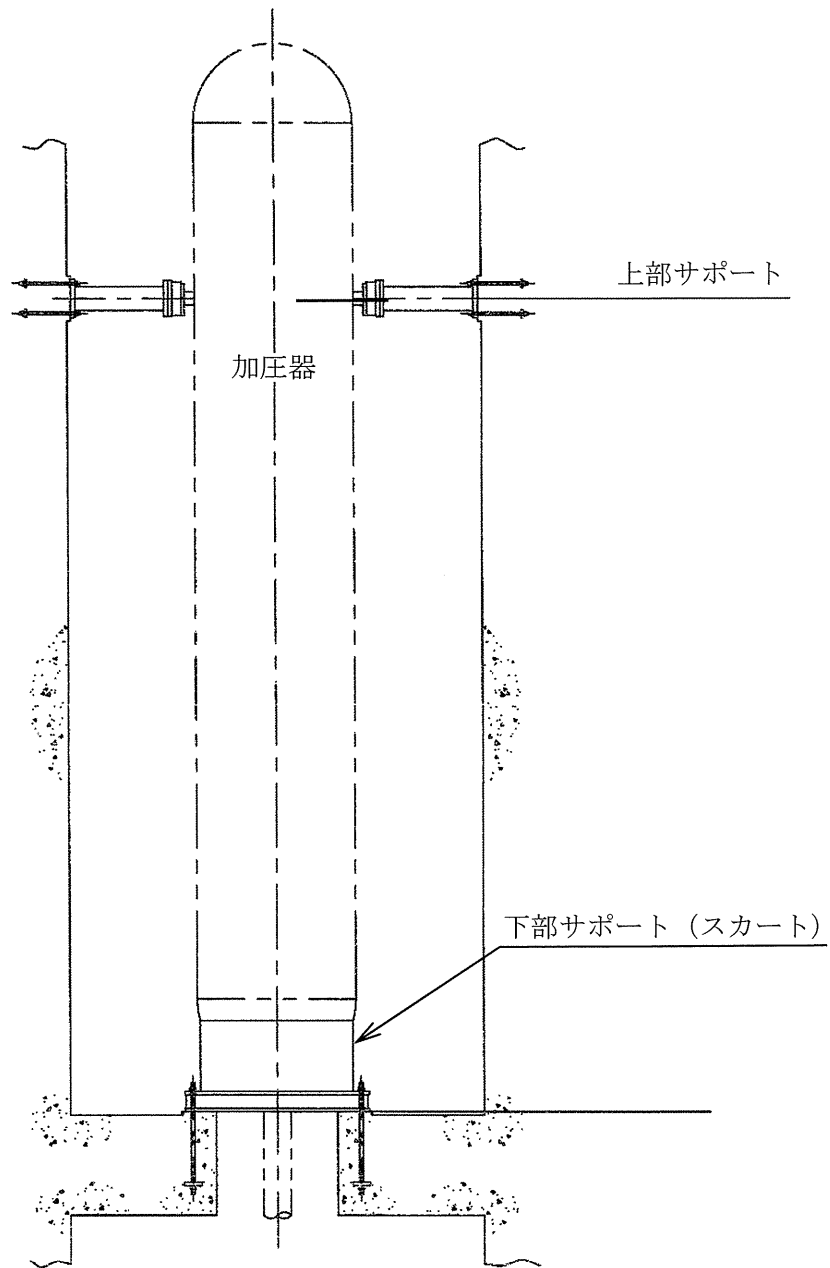


図2.1-11 玄海3号炉 加圧器サポート構造図

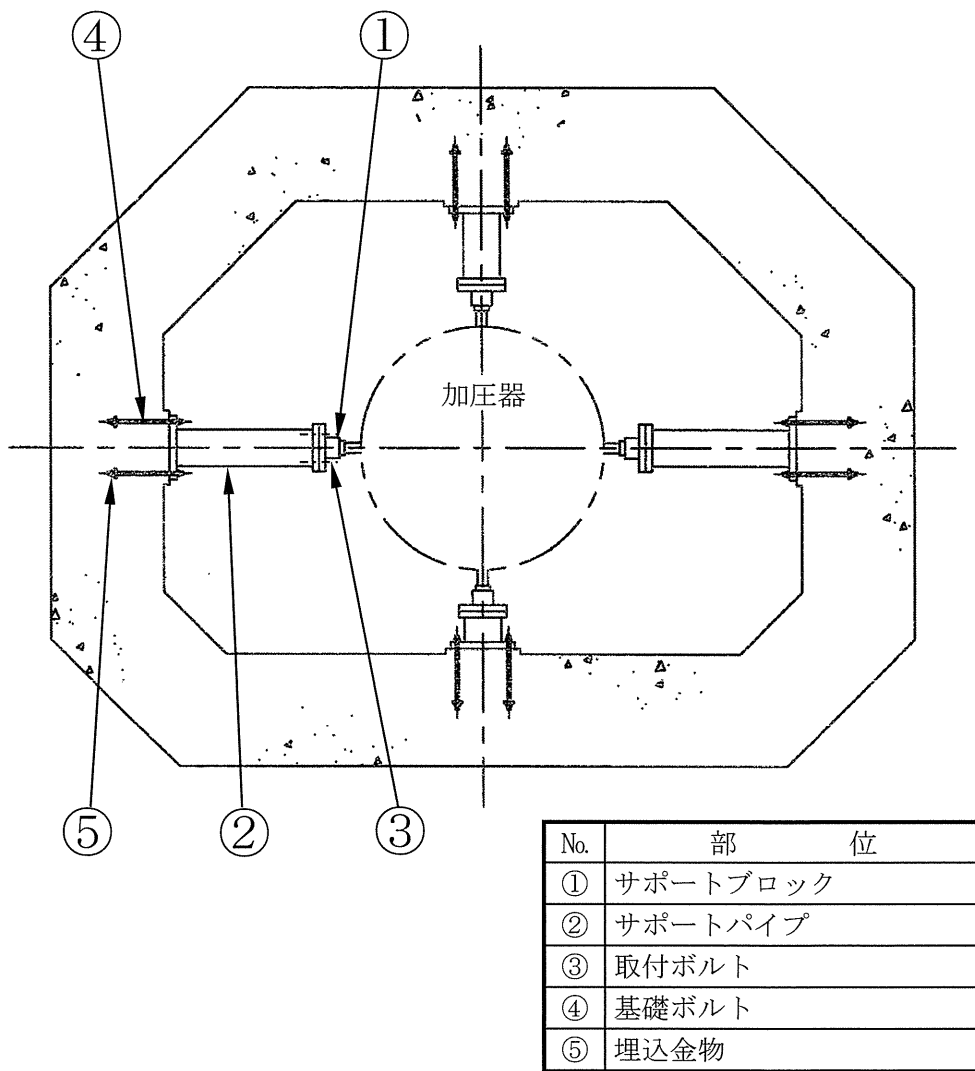
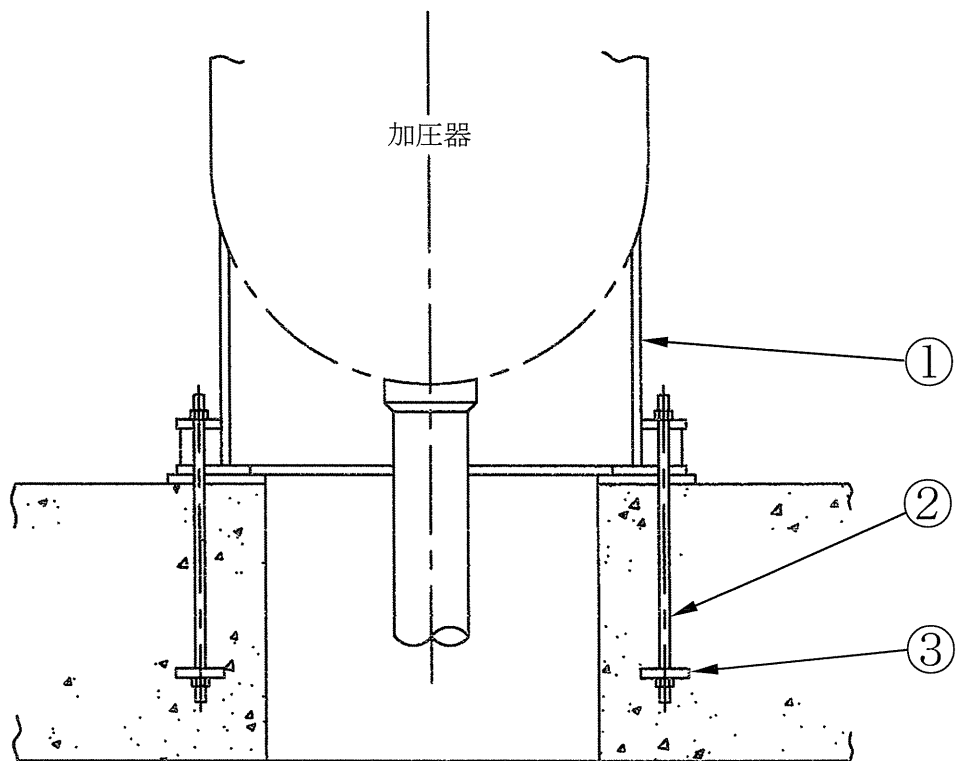


図2.1-12 玄海3号炉 加圧器サポート 上部サポート構造図

表2.1-9 玄海3号炉 加圧器サポート 上部サポート主要部位の使用材料

部 位	材 料
サポートブロック	低合金鋼
サポートパイプ	炭素鋼
取付ボルト	低合金鋼
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 玄海3号炉 加圧器サポート 下部サポート（スカート）構造図

表2.1-10 玄海3号炉 加圧器サポート 下部サポート（スカート）主要部位の使用材料

部 位	材 料
スカート	低合金鋼
基礎ボルト	低合金鋼
埋込金物	炭素鋼

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

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

① 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

重機器サポート個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（温度、中性子及びγ線照射等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.2-3～表2.2-6に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.2-3～表2.2-6で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 加圧器スカート溶接部の疲労割れ [加圧器サポート]

プラントの起動・停止時等に発生する加圧器本体の熱膨張により、繰返し荷重を受けるスカートの溶接部においては、材料に疲労が蓄積することから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象（表2.2-3～表2.2-6で△又は▲となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

(1) サポートブラケット等大気接触部の腐食（全面腐食）〔共通〕

サポートブラケット等は炭素鋼及び低合金鋼を使用しており、腐食が想定される。

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

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

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

サポートブラケット等は、これまでに摺動部等を含めて有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

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

(2) 原子炉容器炉心近傍部材（サポートリブ）の照射脆化〔原子炉容器サポート〕
原子炉容器サポートは他の重機器サポートに比べ原子炉容器炉心近傍に設置されており、中性子及びγ線照射により材料の靱性が低下することが想定される。
図2.2-1に照射脆化評価を行った評価部位を示す。

評価部位は原子炉容器サポートのうちせん断荷重が大きいサポートリブとし、当該部の運転開始後60年時点における照射脆化評価を行った。なお、中性子照射量は2020年度以降、設備利用率100%で運転すると仮定して算出している。また、MOX燃料装荷時の中性子束は保守的にMOX燃料装荷前までの実績炉心の中性子束の1.2倍として評価している。

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

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

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

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

K_{IR} : 破壊靱性値 [MPa√m]

T : 最低使用温度 [°C]

T_{NDT} : 関連温度 [°C]

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

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

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

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

$$K_1 = F \sigma \sqrt{(\pi a/Q)}$$

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

0 < a/c ≤ 1 の場合

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

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

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

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

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

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

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

1 < a/c < 2 の場合

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

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

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

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

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

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

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

ここで、

a : き裂深さ

c : 表面長さの半長

t : 平板の厚さ

b : 平板の幅の半長

φ : き裂前縁の位置を表す角度

表2.2-1に評価結果を示す。

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

さらに、キャビティシール据付時の隙間計測に原子炉容器とキャビティに有意な高低差がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

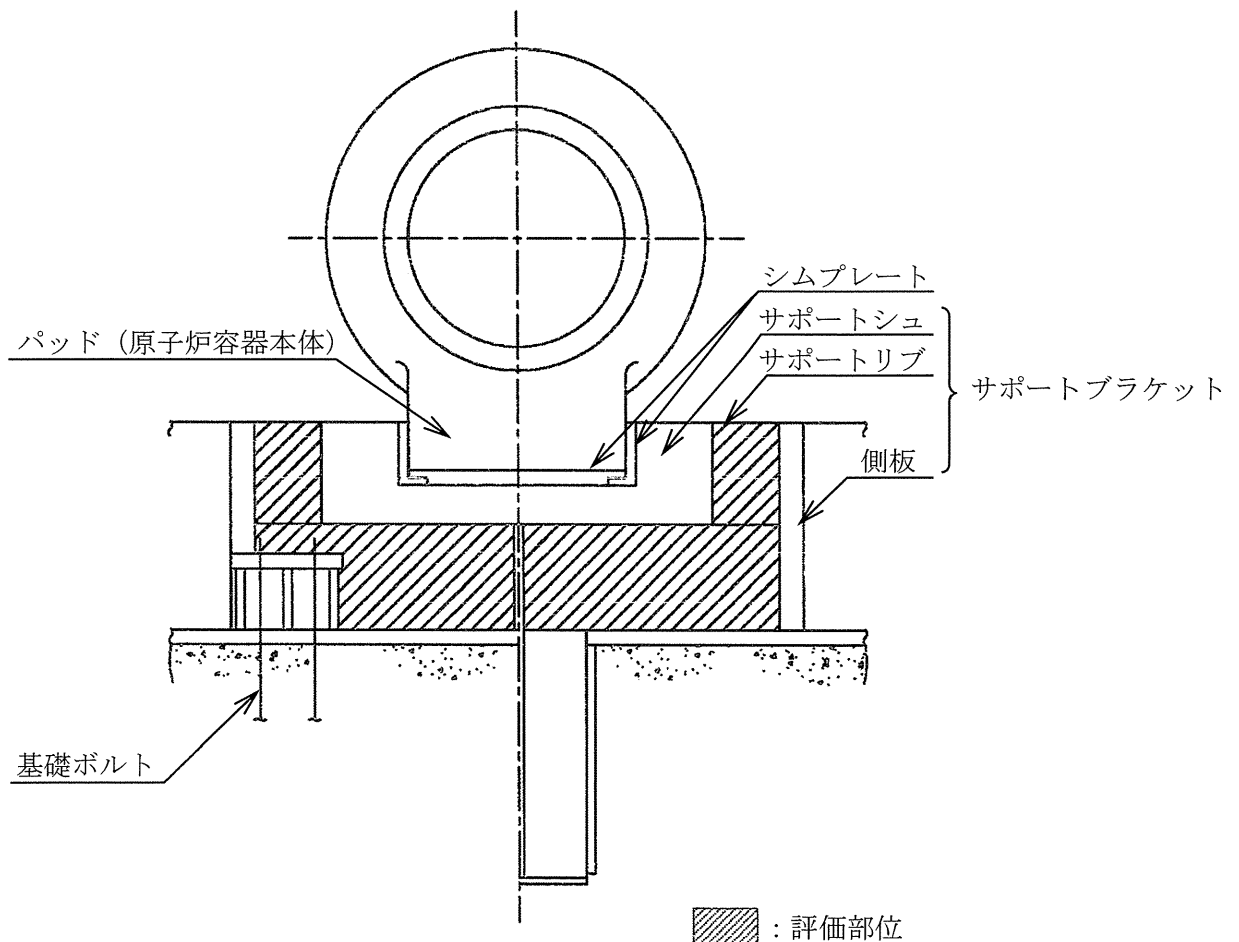


図2.2-1 玄海3号炉 原子炉容器サポートの照射脆化評価部位

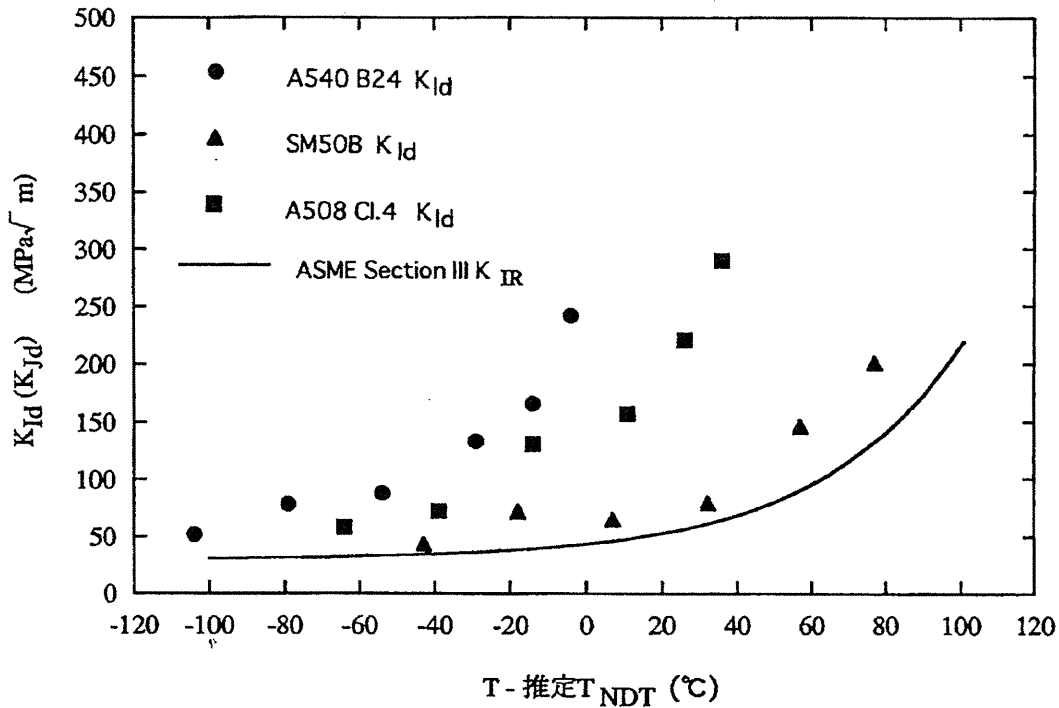


図2.2-2 動的破壊靱性と (T-推定 T_{NDT}) の関係

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

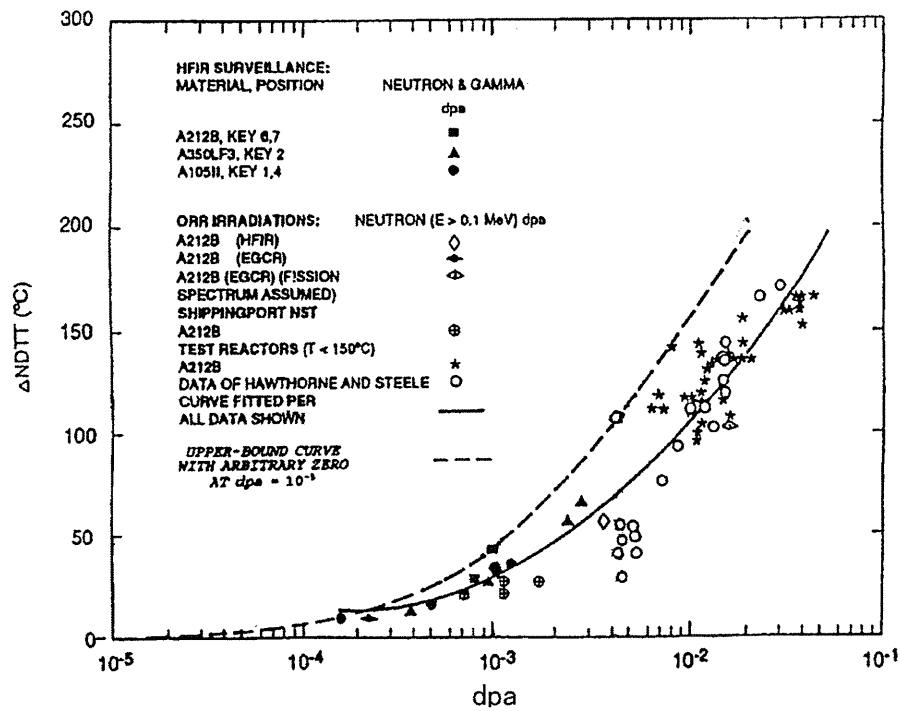


図2.2-3 原子炉容器サポートの脆化予測曲線

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

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

表2.2-1 玄海3号炉 サポートブラケット（サポートリブ）の脆化評価結果

評価部位 (材料名)	サポートブラケット（サポートリブ） (SM50B)
K_I/K_{IR}	0.13
評価	○

(3) パッド及びヒンジ等摺動部の摩耗

[原子炉容器サポート、蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート]

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

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

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

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

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

W : 摩耗量 [m³]

K : 摩耗係数 [-]

S : すべり距離 [m]

P : 荷重 [N]

P_m : かたさ [N/m²]

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

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

評価結果を表2. 2-2に示す。

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

また、パッドの摩耗に対しては、定期的に原子炉容器とキャビティに有意な高低差が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、ヒンジ等摺動部の摩耗に対しては、外観点検時にかみ合い深さ(ヒンジ先端からそれとかみ合うヒンジ底部まで)を目視確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

表2. 2-2 玄海3号炉 重機器サポート摺動部の摩耗量評価結果

評価部位	運転開始後60年時点での推定摩耗深さ / 許容値
原子炉容器パッド	約1/3
蒸気発生器支持脚ヒンジ	約1/1250
1次冷却材ポンプ支持脚ヒンジ	約1/2500

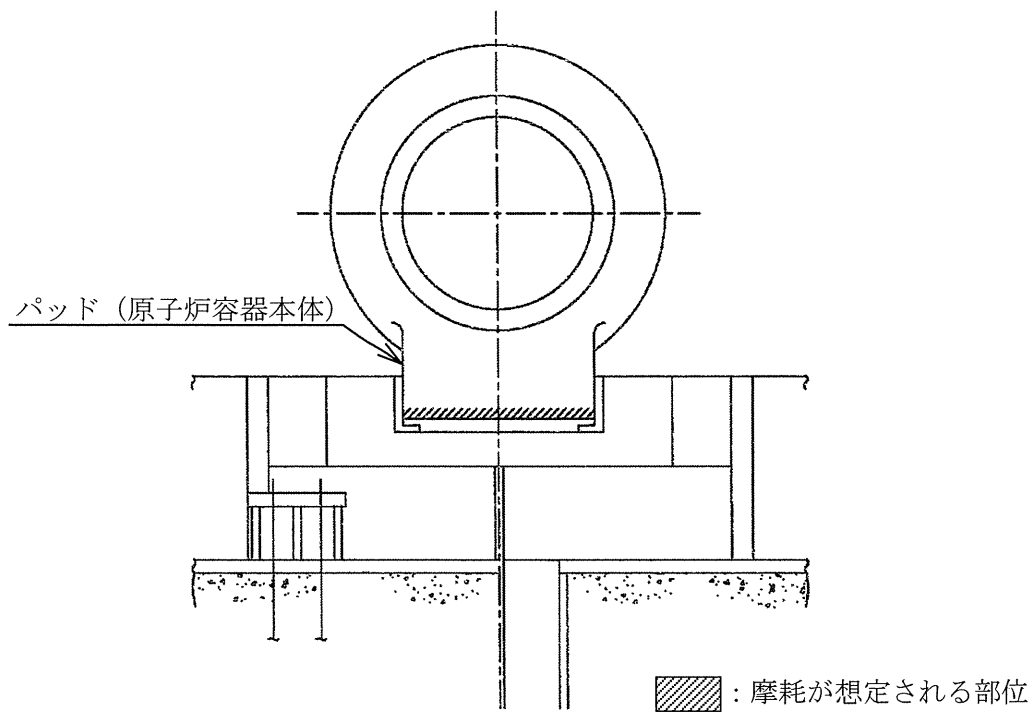


図2.2-4 玄海3号炉 原子炉容器サポートの摺動部 (パッド)

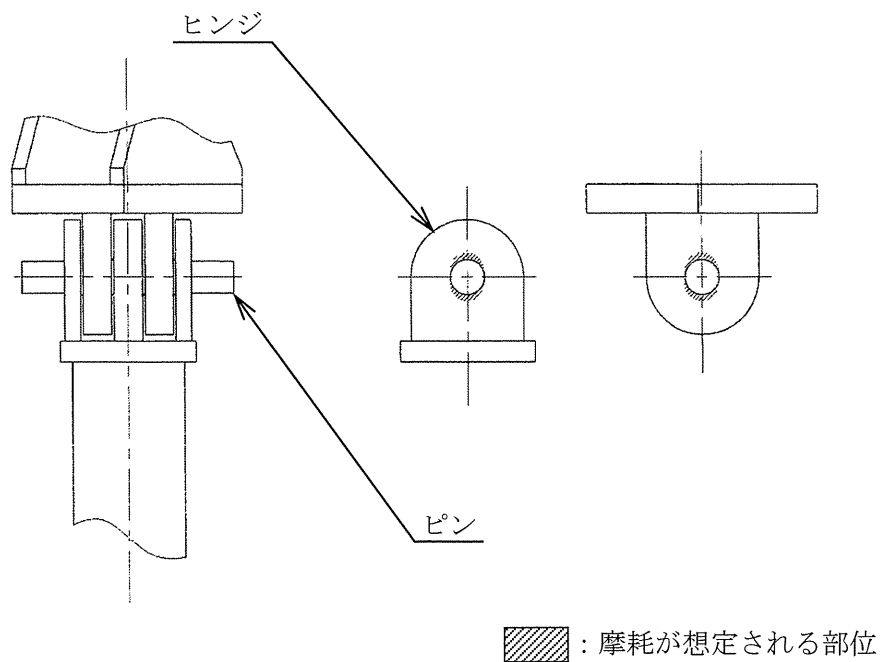


図2.2-5 玄海3号炉 蒸気発生器支持脚及び1次冷却材ポンプ支持脚の摺動部 (ヒンジ)

(4) ピン等の摩耗 [蒸気発生器サポート、1次冷却材ポンプサポート]

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

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

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

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

ピン(材料:SNB23-3)については、ヒンジ(材料:SM490B)及びタイロッド(材料:SNCM630)よりも硬質な材料を使用しており、オイルスナバのピストンロッド(材料:SNB23-4)については、ブッシュ(材料:BC6-C)よりも硬質な材料を使用している。

一方、オイルスナバのピンについては、運転時有意な荷重がかからない。

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

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

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

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

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

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

なお、外観点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

基礎ボルトは低合金鋼であり、腐食が想定される。

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

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

(7) 埋込金物の腐食（全面腐食）[共通]

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

しかしながら、コンクリート埋設部にあり、コンクリートが中性化に至るには長期間を要することから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

オイルスナバに使用しているオイルシール及びオイルは分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-3 玄海3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 (サポートシュ)		低合金鋼		△					*1:照射脆化 *2:大気接触部 *3:コンクリート埋設部	
	サポートブラケット (サポートリブ)		炭素鋼		△				△*1		
	サポートブラケット (側板)		炭素鋼		△						
	シムプレート		低合金鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						
	ベースプレート		炭素鋼		△						
	外周プレート		炭素鋼		△*2 ▲*3						
	埋込補強材		炭素鋼		▲						
	パッド (原子炉容器本体)		低合金鋼	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-4(1/4) 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 上部胴サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	バンド		炭素鋼		△						
	バンド側スナバ取付ラグ		炭素鋼	△	△						
	バンド組立ボルト		低合金鋼		△						
	サポートコラム		炭素鋼		△						
	サポートビーム		炭素鋼	△	△						
	サポートビーム取付ボルト		低合金鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						
	吊り金物		低合金鋼		△						
	オイル ス ナ バ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△					
		シリンダチューブ		低合金鋼		△					
		シリンダカバーイーヤ		低合金鋼		△					
		ロッドカバー		炭素鋼		△					
		タイボルト		低合金鋼		△					
		ピン		低合金鋼	△	△					
		ターンバックル		低合金鋼		△					
		コネクティングラグイーヤ		低合金鋼		△					
		ブッシュ		銅合金鋳物	△						
		コントロールバルブ		炭素鋼		△					
給油管		ステンレス鋼									
オイルリザーバ		ステンレス鋼									
球面軸受		軸受鋼									
オイルシール	◎	—									
オイル	◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-4(2/4) 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 中間胴サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	リングフレーム		炭素鋼		△						
	リングフレームスナバ取付部		炭素鋼	△	△						
	スナバブラケット		炭素鋼	△	△						
	リングフレーム組立ボルト		低合金鋼		△						
	バックバンパ		炭素鋼		△						
	シ ム		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						
	吊り金物		低合金鋼		△						
	オ イ ル ス ナ バ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△					
		シリンダチューブ		低合金鋼		△					
		シリンダカバーイーヤ		低合金鋼		△					
		ロッドカバー		炭素鋼		△					
		タイボルト		低合金鋼		△					
		ピ ン		低合金鋼	△	△					
		コネクティングラグイーヤ		低合金鋼		△					
		ブッシュ		銅合金鋳物	△						
		コントロールバルブ		炭素鋼		△					
		給油管		ステンレス鋼							
オイルリザーバ		ステンレス鋼									
球面軸受		軸受鋼									
オイルシール	◎	—									
オイル	◎	—									

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-4(3/4) 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 下部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	サポートビーム		炭 素 鋼		△						
	サポートブロック		低合金鋼		△						
	シ ム		炭 素 鋼		△						
	サポートビーム 組立ボルト		低合金鋼		△						
	パ ッ ド		低合金鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭 素 鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-4(4/4) 玄海3号炉 蒸気発生器サポート 支持脚に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	サポートパイプ		炭素鋼		△						
	支持脚ブラケット		炭素鋼 低合金鋼		△						
	ヒンジ		炭素鋼	△	△	△					
	支持脚ピン		低合金鋼	△	△						
	植込ボルト		低合金鋼		△						
	押え金物		低合金鋼		△						
	支持脚ベースプレート		低合金鋼		△						
	ベースプレート		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-5(1/3) 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 上部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕	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		▲						
	オイルナバ	ピストンロッド		低合金鋼	△	△					
		シリンダチューブ		低合金鋼		△					
		シリンダカバー イーヤ		低合金鋼		△					
		ロッドカバー		炭素鋼		△					
		タイボルト		低合金鋼		△					
		ピ ン		低合金鋼	△	△					
		ターンバックル		低合金鋼		△					
		コネクティングラグ イーヤ		低合金鋼		△					
		ブッシュ		銅合金鋳物	△						
		コントロールバルブ		炭素鋼		△					
		給油管		ステンレス鋼							
		オイルリザーバ		ステンレス鋼							
		球面軸受		軸受鋼							
オイルシール		◎	—								
オイル		◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-5(2/3) 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 下部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	タイロッド		低合金鋼	△	△						
	ブラケット		炭素鋼	△	△						
	タイロッドピン		低合金鋼	△	△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-5(3/3) 玄海3号炉 1次冷却材ポンプサポート 支持脚に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	サポートパイプ		炭素鋼		△						
	支持脚ブラケット		炭素鋼 低合金鋼		△						
	ヒンジ		炭素鋼	△	△	△					
	支持脚ピン		低合金鋼	△	△						
	支持脚取付ピン		低合金鋼		△						
	押え金物		低合金鋼		△						
	支持脚ベースプレート		低合金鋼		△						
	ベースプレート		炭素鋼		△						
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

表2.2-6(1/2) 玄海3号炉 加圧器サポート 上部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
機器の支持	サポートブロック		低合金鋼		△						
	サポートパイプ		炭素鋼		△						
	取付ボルト		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2.2-6(2/2) 玄海3号炉 加圧器サポート 下部サポートに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕	熱時効	劣 化		
機器の支持	スカート		低合金鋼		△	○					
	基礎ボルト		低合金鋼		△						
	埋込金物		炭素鋼		▲						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 加圧器スカート溶接部の疲労割れ [加圧器サポート]

a. 事象の説明

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

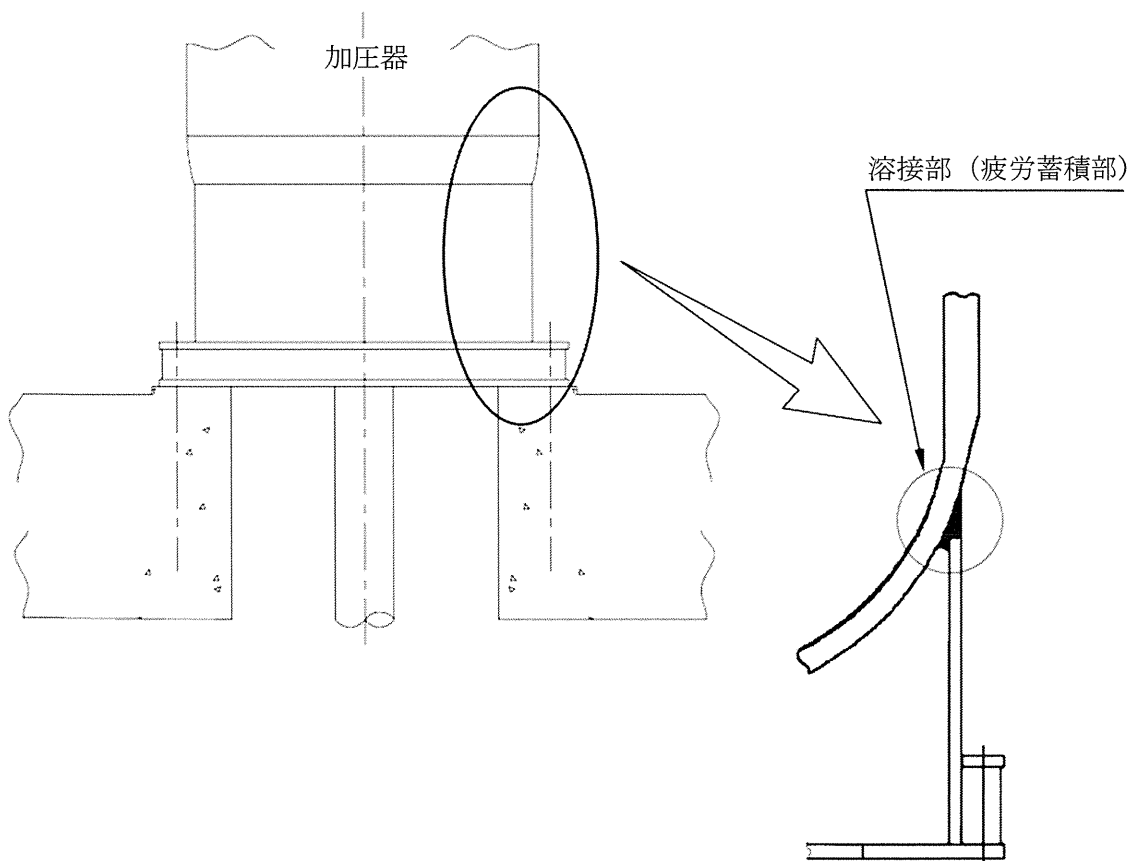


図2.3-1 玄海3号炉 加圧器スカート部の疲労蓄積部

b. 技術評価

① 健全性評価

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

評価対象部位を図2.3-1に示す。

疲労評価に用いた過渡回数を表2.3-1に示す。

なお、2018年度末までの運転実績に基づき推定した2019年度以降の評価対象期間での推定過渡回数を包含し、より保守的*に設定した過渡回数とした。

*：評価条件として、2019年度以降の過渡発生頻度は実績の1.5倍以上を想定した。

評価結果を表2.3-2に示すが、許容値を満足する結果が得られている。

表2.3-1 玄海3号炉 加圧器スカート溶接部の疲労評価に用いた過渡回数

運転状態Ⅰ

過 渡 項 目	運転実績に基づく過渡回数	
	2019年3月末時点	運転開始後60年 時点での推定値
起動（温度上昇率55.6℃/h）	23	60
停止（温度下降率55.6℃/h）	22	60
負荷上昇（負荷上昇率5%/min）	201	884
負荷減少（負荷減少率5%/min）	193	876
90%から100%へのステップ状負荷上昇	2	4
100%から90%へのステップ状負荷減少	2	4
100%からの大きいステップ状負荷減少	1	4
定常負荷運転時の変動*1	—	—
燃料交換	15	68
0%から15%への負荷上昇	24	64
15%から0%への負荷減少	17	57
1 ループ停止 / 1 ループ起動		
Ⅰ) 停 止	0	2
Ⅱ) 起 動	0	2

運転状態Ⅱ

過 渡 項 目	運転実績に基づく過渡回数	
	2019年3月末時点	運転開始後60年 時点での推定値
負荷の喪失	4	7
外部電源喪失	1	5
1 次冷却材流量の部分喪失	0	2
100%からの原子炉トリップ		
Ⅰ) 不注意な冷却を伴わないトリップ	1	8
Ⅱ) 不注意な冷却を伴うトリップ	0	2
Ⅲ) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	0	2
1 次冷却系の異常な減圧	0	2
制御棒クラスタの落下	0	3
出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	0	2
1 次冷却系停止ループの誤起動	0	2
タービン回転試験	6	6
1 次系漏えい試験	21	59

*1：設計評価においては、1次冷却材温度は高温側±1.4℃、低温側±2.4℃、1次冷却材圧力は+0.39MPa、-0.29MPa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 玄海3号炉 加圧器スカート溶接部の疲労評価結果

評価部位	疲労累積係数 (許容値：1以下)
加圧器スカート溶接部	0.194

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。

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

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、疲労割れ発生の可能性はないと考える。

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

また、疲労割れは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、実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

2 空気圧縮装置

[対象機器]

- ① 制御用空気圧縮装置
- ② 格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 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	33
2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	55
3. 代表機器以外への展開	56
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	56
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	57

1. 対象機器及び代表機器の選定

玄海3号炉で使用されている空気圧縮装置の主な仕様を表1-1に示す。

これらの空気圧縮装置を型式の観点からグループ化し、それぞれのグループより以下のとおり代表機器を選定した。

1.1 グループ化の考え方及び結果

表1-1に示す空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

重要度の高い制御用空気圧縮装置を代表機器とする。

表1-1 玄海3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					選定	選定理由
設置場所 型式	流体	材料		仕様 (容量)	重要度*1	使 用 条 件				
						運 転	最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)		
屋 内 空気圧縮装置	空 気	鑄 鉄	制御用空気圧縮 装置(2)	約1,260Nm ³ /h	MS-1	連 続	約0.83*2	約250*3	◎	重 要 度
			格納容器雰囲気 ガスサンプリング 圧縮装置(1)	約2Nm ³ /h	高*4、重*5	一 時	約1.4*6	約144*7		

*1：機能は最上位の機能を示す

*2：制御用空気圧縮機の最高使用圧力を示す

*3：制御用空気除湿装置除湿塔の最高使用温度を示す

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

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

*6：ガスサンプル冷却器胴側の最高使用圧力を示す

*7：ガスサンプル冷却器伝熱管の最高使用温度を示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の空気圧縮装置について技術評価を実施する。

① 制御用空気圧縮装置

2.1 制御用空気圧縮装置全体構成

玄海3号炉の制御用空気圧縮機は、プラント通常運転時には1台が常時運転状態であり、外部電源喪失時及び安全注入時に自動起動（2台）する。

制御用空気圧縮機は大気を吸入し、2段階の圧縮により約0.7MPaの圧縮空気を吐出する。

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

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

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

制御用空気圧縮装置の全体構成図を図2.1-1に示す。

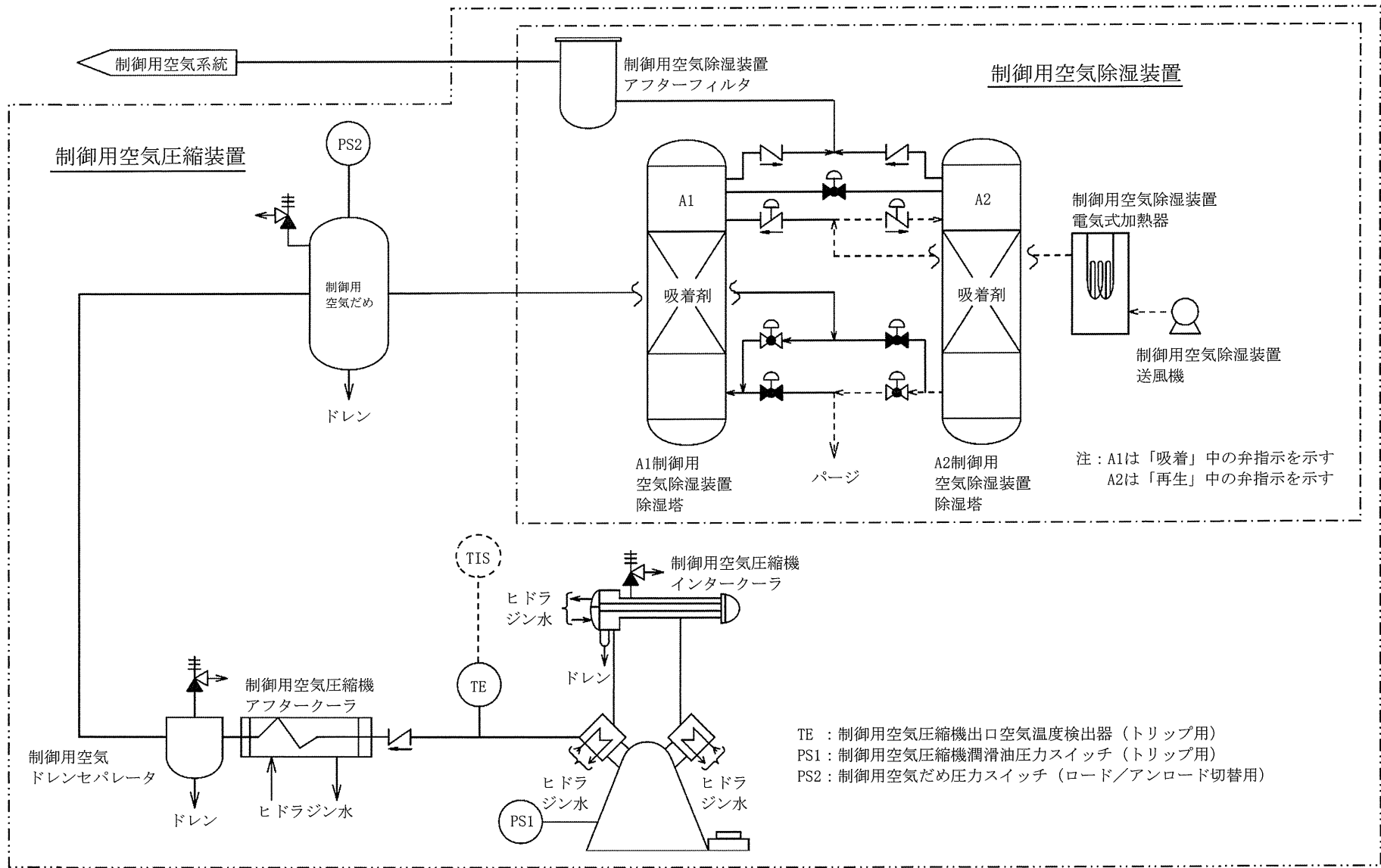


図2.1-1 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置 全体構成図

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

玄海3号炉の制御用空気圧縮機は往復式2段圧縮であり、低圧側及び高圧側はシリンダ直径等の寸法は異なるが、同一の構造・材料を使用している。低圧側及び高圧側には、吸入弁と吐出弁が取り付けられており、シリンダの中を往復するピストンの動作により吸入弁から空気（大気圧）が吸入され、圧縮された空気が吐出される。

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

制御用空気圧縮機用電動機は、定格出力150kW、定格電圧440V、定格回転数1,770rpmの全閉屋内形三相誘導電動機（低圧用電動機）である。

電動機の主軸には炭素鋼を使用しており、回転子コアが配置されている。

負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取り付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受（ころがり）を備えている。

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

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

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

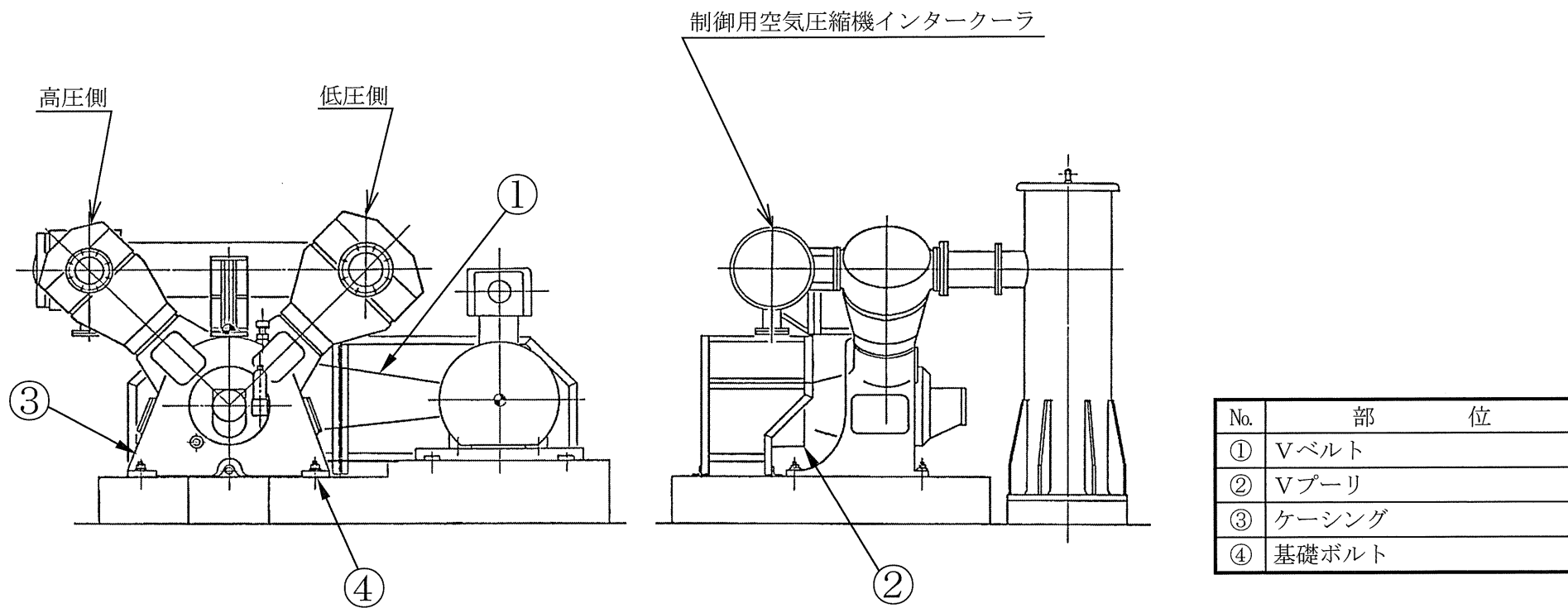
伝熱管には銅合金、胴板には炭素鋼を使用しており、それぞれヒドラジン水（防錆剤注入水）、空気に接している。

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

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

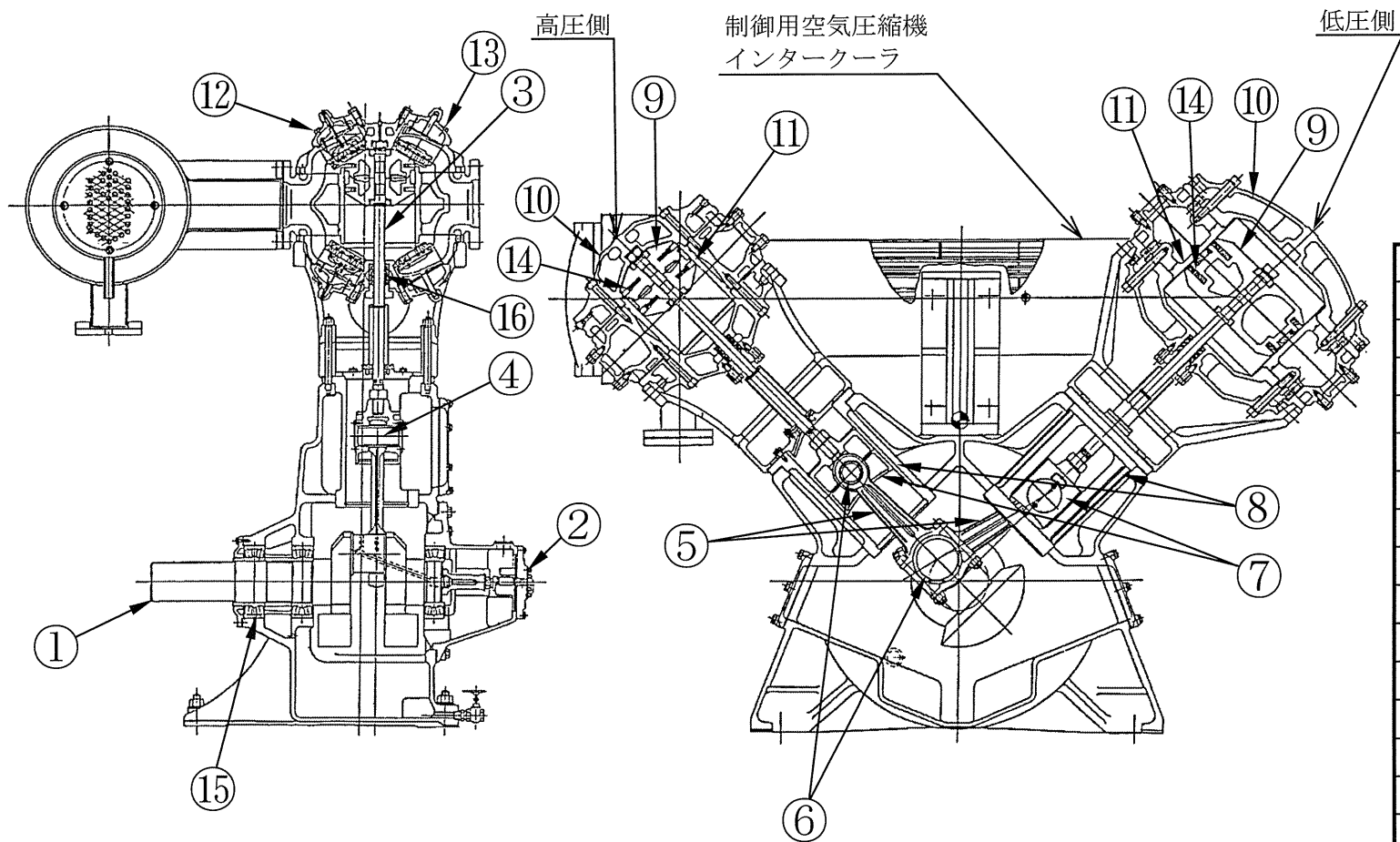
(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気圧縮機の構成機器の使用材料及び使用条件を表2.2-1及び表2.2-2に示す。



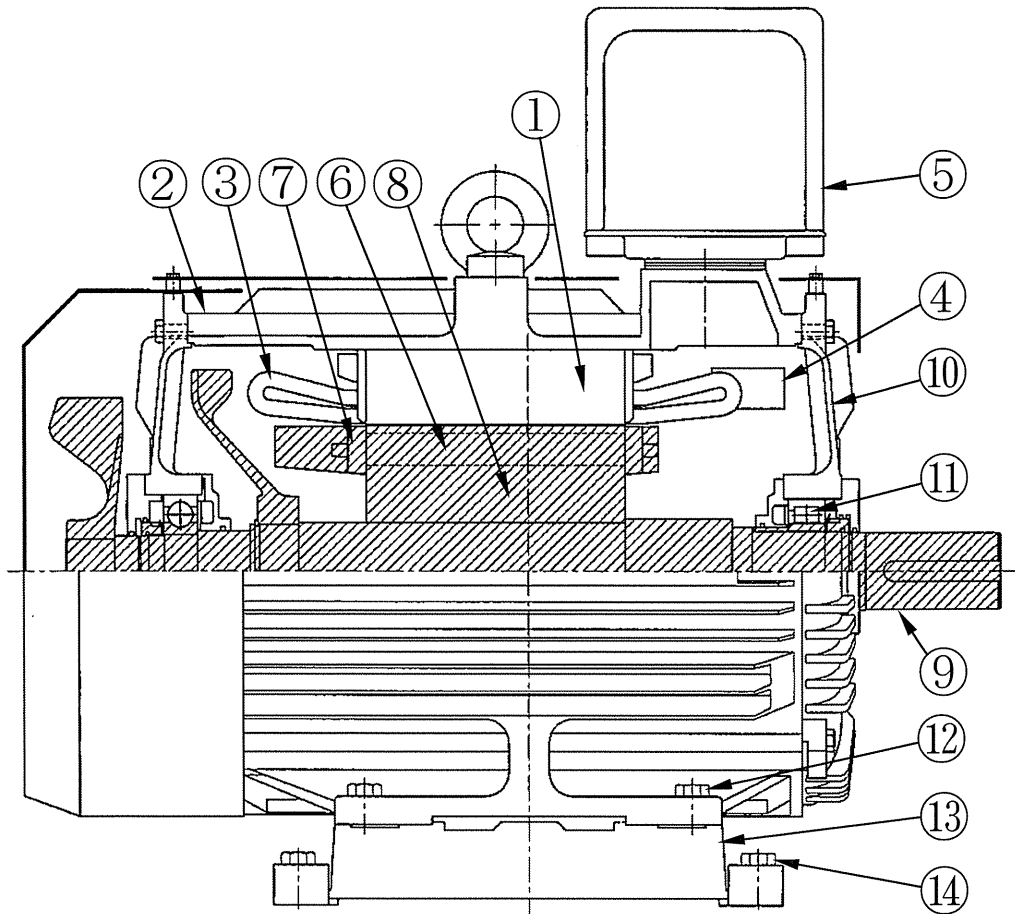
No.	部 位
①	Vベルト
②	Vプーリ
③	ケーシング
④	基礎ボルト

図2.2-1 玄海3号炉 制御用空気圧縮機外形図



No.	部 位
①	主 軸
②	油ポンプ歯車
③	ピストンロッド
④	リストピン
⑤	連 接 棒
⑥	接続棒メタル
⑦	クロスヘッド
⑧	クロスヘッドガイド
⑨	ピストン
⑩	シリンダ
⑪	シリンダライナ
⑫	吸 入 弁
⑬	吐 出 弁
⑭	ピストンリング
⑮	軸受 (ころがり)
⑯	グランドパッキン

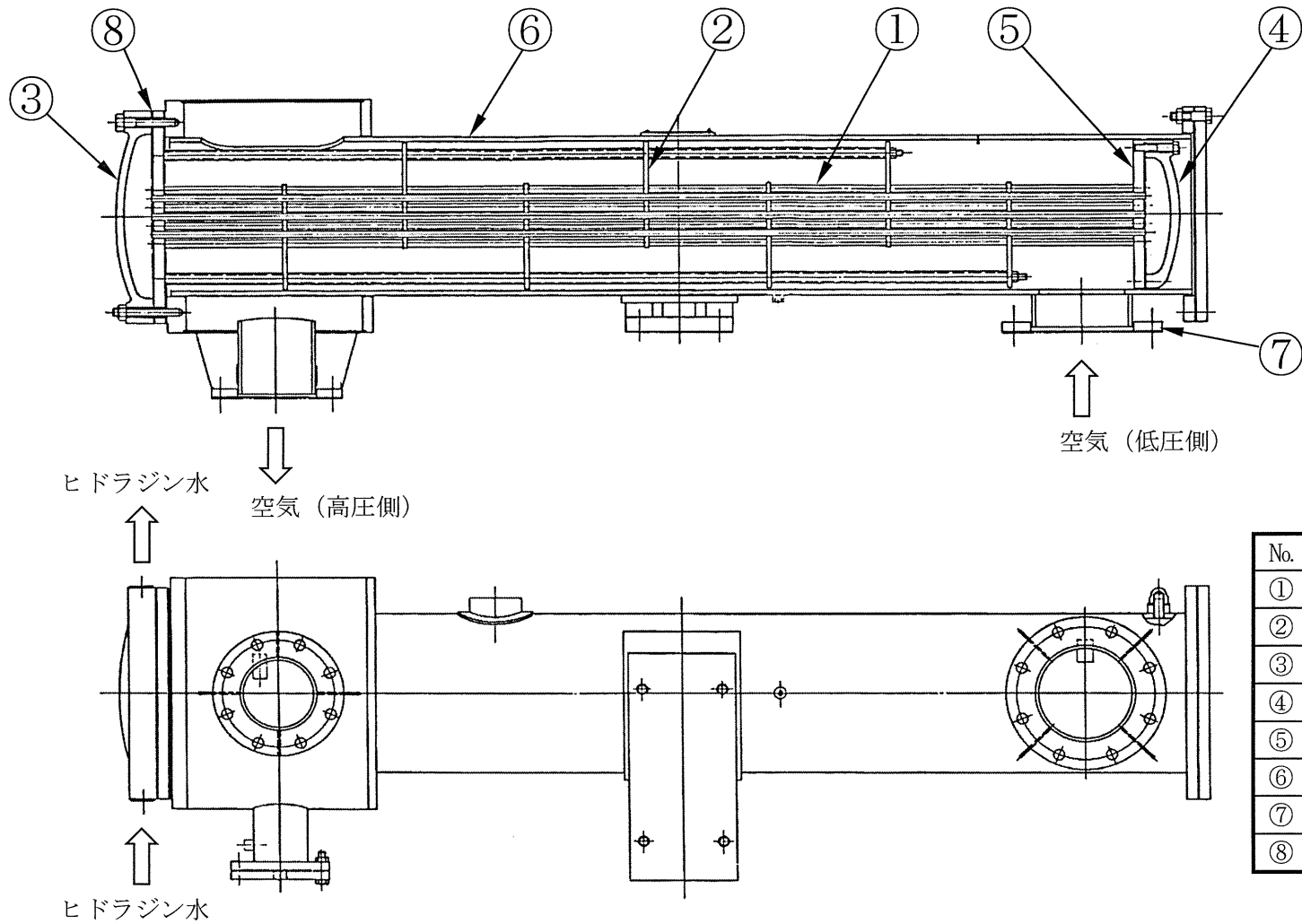
図2.2-2 玄海3号炉 制御用空気圧縮機構造図



注：斜線部が回転部を示す

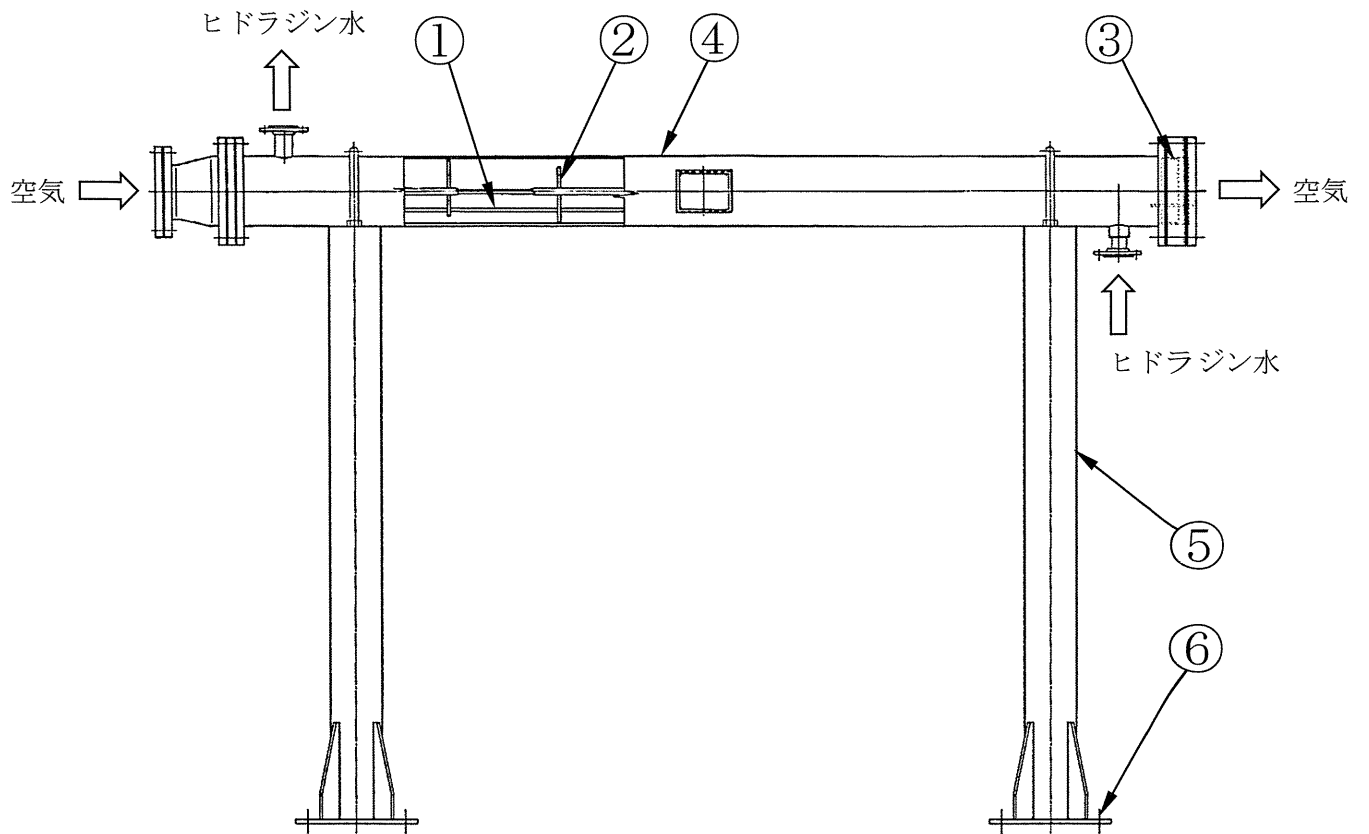
No.	部 位
①	固定子コア
②	フレーム
③	固定子コイル
④	口出線・接続部品
⑤	端子箱
⑥	回転子棒
⑦	エンドリング
⑧	回転子コア
⑨	主 軸
⑩	ブラケット
⑪	軸受（ころがり）
⑫	取付ボルト
⑬	台 板
⑭	基礎ボルト

図2.2-3 玄海3号炉 制御用空気圧縮機用電動機構造図



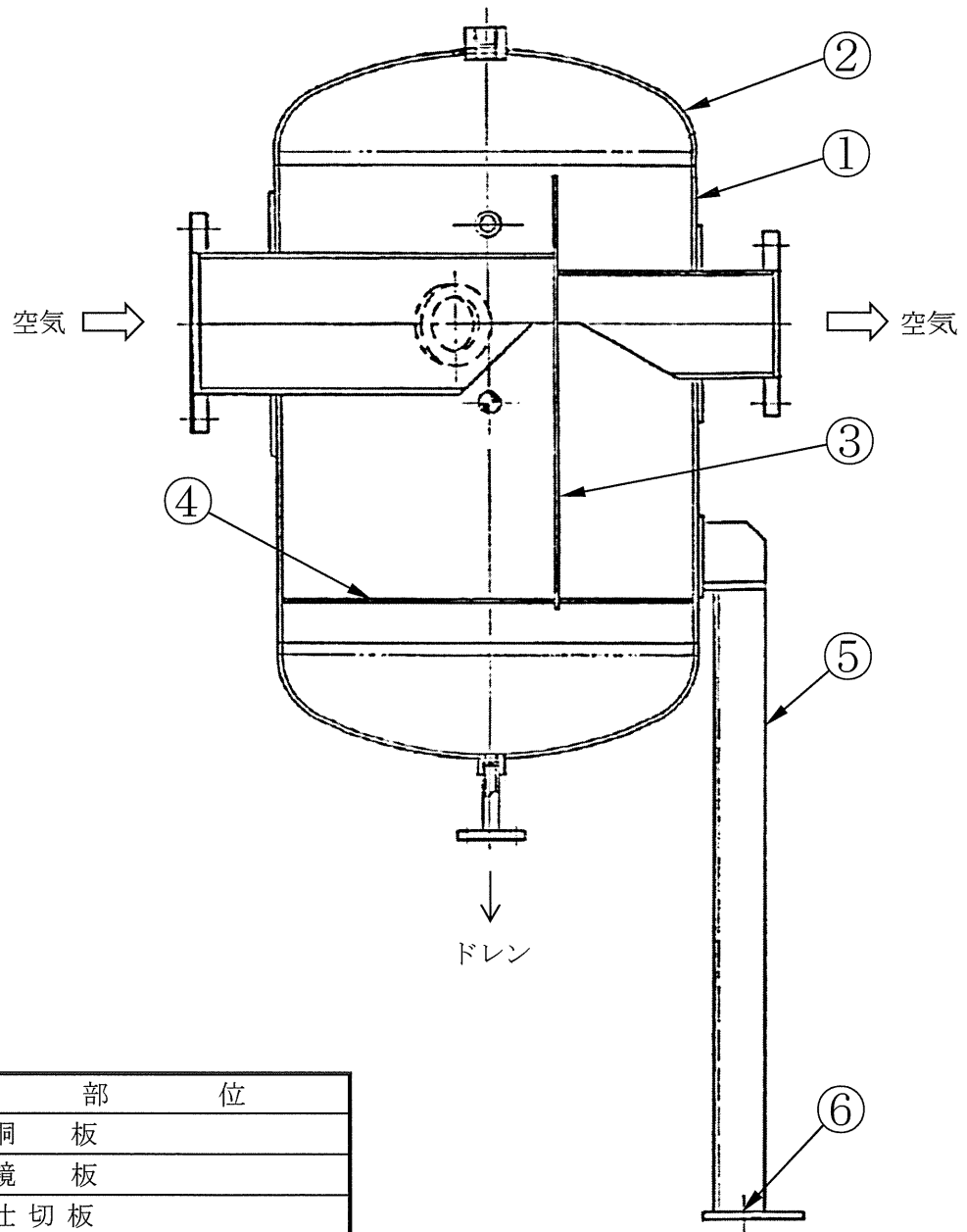
No.	部 位
①	伝熱管
②	邪魔板
③	メインプレートカバー
④	フローティングプレートカバー
⑤	管 板
⑥	胴 板
⑦	フランジ
⑧	ガスケット

図2.2-4 玄海3号炉 制御用空気圧縮機インタークーラ構造図



No.	部 位
①	伝熱管
②	管支持板
③	管板
④	胴板
⑤	支持脚
⑥	基礎ボルト

図2.2-5 玄海3号炉 制御用空気圧縮機アフタークーラ構造図



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	仕 切 板
④	多 孔 板
⑤	支 持 脚
⑥	基 礎 ボ ル ト

図2.2-6 玄海3号炉 制御用空気ドレンセパレータ構造図

表2.2-1(1/2) 玄海3号炉 制御用空気圧縮機の主要部位の使用材料

部 位	材 料	
制御用空気圧縮機	Vベルト	消耗品・定期取替品
	Vプーリ	鋳 鉄
	主 軸	低合金鋼
	油ポンプ歯車	炭 素 鋼
	ピストンロッド	低合金鋼 (クロムメッキ)
	リストピン	低合金鋼
	連 接 棒	炭 素 鋼
	接続棒メタル	消耗品・定期取替品
	クロスヘッド	鋳 鉄
	クロスヘッドガイド	鋳 鉄
	ピストン	アルミ合金鋳物
	シリンダ	鋳 鉄
	シリンダライナ	鋳 鉄 (クロムメッキ)
	吸 入 弁	消耗品・定期取替品
	吐 出 弁	消耗品・定期取替品
	ピストンリング	消耗品・定期取替品
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	グランドパッキン	消耗品・定期取替品
	ケーシング	鋳 鉄
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気圧縮機 用電動機	固定子コア	珪素鋼板
	フレーム	鋳 鉄
	固定子コイル	銅、マイカ、エポキシ樹脂等 (F種絶縁)
	口出線・接続部品	銅、マイカ、エポキシ樹脂等 (F種絶縁)
	端 子 箱	炭 素 鋼
	回転子棒	アルミニウム
	エンドリング	アルミニウム

表2.2-1(2/2) 玄海3号炉 制御用空気圧縮機の主要部位の使用材料

部 位	材 料	
制御用空気圧縮機 用電動機	回転子コア	珪素鋼板
	主 軸	炭 素 鋼
	ブラケット	鑄 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	鑄 鉄
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気圧縮機 インタークーラ	伝 熱 管	銅 合 金
	邪 魔 板	炭 素 鋼
	メインプレートカバー	鑄 鉄
	フローティングプレートカバー	鑄 鉄
	管 板	炭 素 鋼
	胴 板	炭 素 鋼
	フランジ	炭 素 鋼
	ガスケット	消耗品・定期取替品
制御用空気圧縮機 アフタークーラ	伝 熱 管	銅 合 金
	管支持板	フェノール樹脂
	管 板	銅 合 金
	胴 板	炭 素 鋼
	支 持 脚	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼
制御用空気ドレン セパレータ	胴 板	炭 素 鋼
	鏡 板	炭 素 鋼
	仕 切 板	炭 素 鋼
	多 孔 板	炭 素 鋼
	支 持 脚	炭 素 鋼
	基礎ボルト	炭 素 鋼

表2.2-2 玄海3号炉 制御用空気圧縮機の使用条件

制御用空気圧縮機	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]	
	最高使用温度	約200℃	
	定格容量	約1,260Nm ³ /h	
	内部流体	空気	
制御用空気圧縮機 用電動機	定格出力	150kW	
	周囲温度	約40℃*1	
	定格電圧	440V	
	定格回転数	1,770rpm	
制御用空気圧縮機 インタークーラ	最高使用圧力	(管側) 約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
制御用空気圧縮機 アフタークーラ	最高使用圧力	(管側) 約0.83MPa[gage]	(胴側) 約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
制御用空気ドレン セパレータ	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]	
	最高使用温度	約50℃	
	内部流体	空気	

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.2 制御用空気だめ

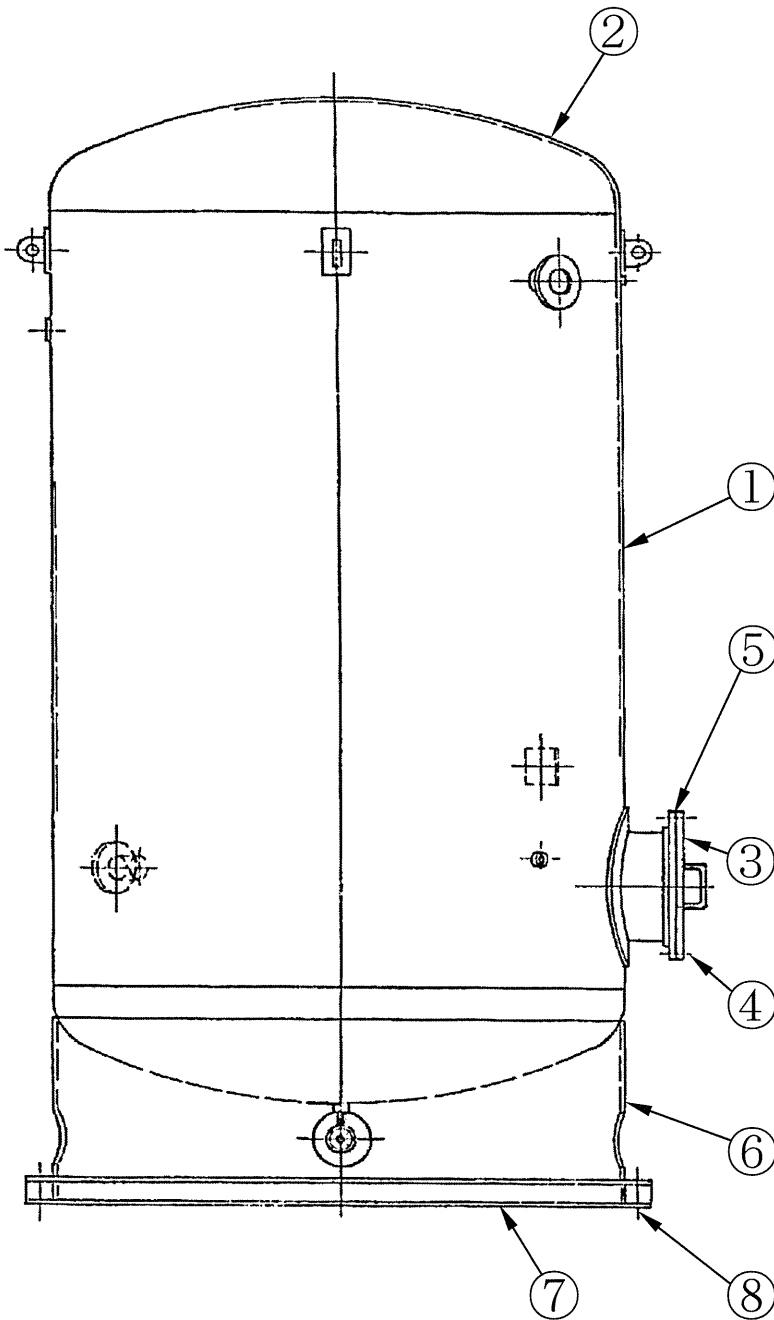
(1) 構造

玄海3号炉の制御用空気だめは炭素鋼のたて置円筒形であり、圧縮空気を貯蔵する。

玄海3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

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



No.	部 位
①	胴 板
②	鏡 板
③	マンホール
④	マンホール用ボルト
⑤	ガスケット
⑥	スカート
⑦	台 板
⑧	基礎ボルト

図2.2-7 玄海3号炉 制御用空気だめ構造図

表2.2-3 玄海3号炉 制御用空気だめの主要部位の使用材料

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

表2.2-4 玄海3号炉 制御用空気だめの使用条件

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

2.2.3 制御用空気除湿装置

(1) 構造

玄海3号炉制御用空気除湿装置は、吸着剤を充填した除湿塔2塔を備え、装置内の空気作動弁が自動的に切り替わることで、「吸着」と「再生」工程を両塔交互に行い、圧縮空気を連続して乾燥する構造である。

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

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

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

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

制御用空気除湿装置送風機用電動機は、定格出力7.5kW、定格電圧440V、定格回転数1,740rpmの全閉屋内形三相誘導電動機（低圧用電動機）である。

電動機の主軸には炭素鋼を使用しており、回転子コアが配置されている。

負荷側及び反負荷側軸受部には、回転体を支えるためのブラケットが取り付けられ、内側には電動機回転子重量を支えるための軸受（ころがり）を備えている。

制御用空気除湿装置の構成機器の構造図を図2.2-8～図2.2-12に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気除湿装置の使用材料及び使用条件を表2.2-5及び表2.2-6に示す。

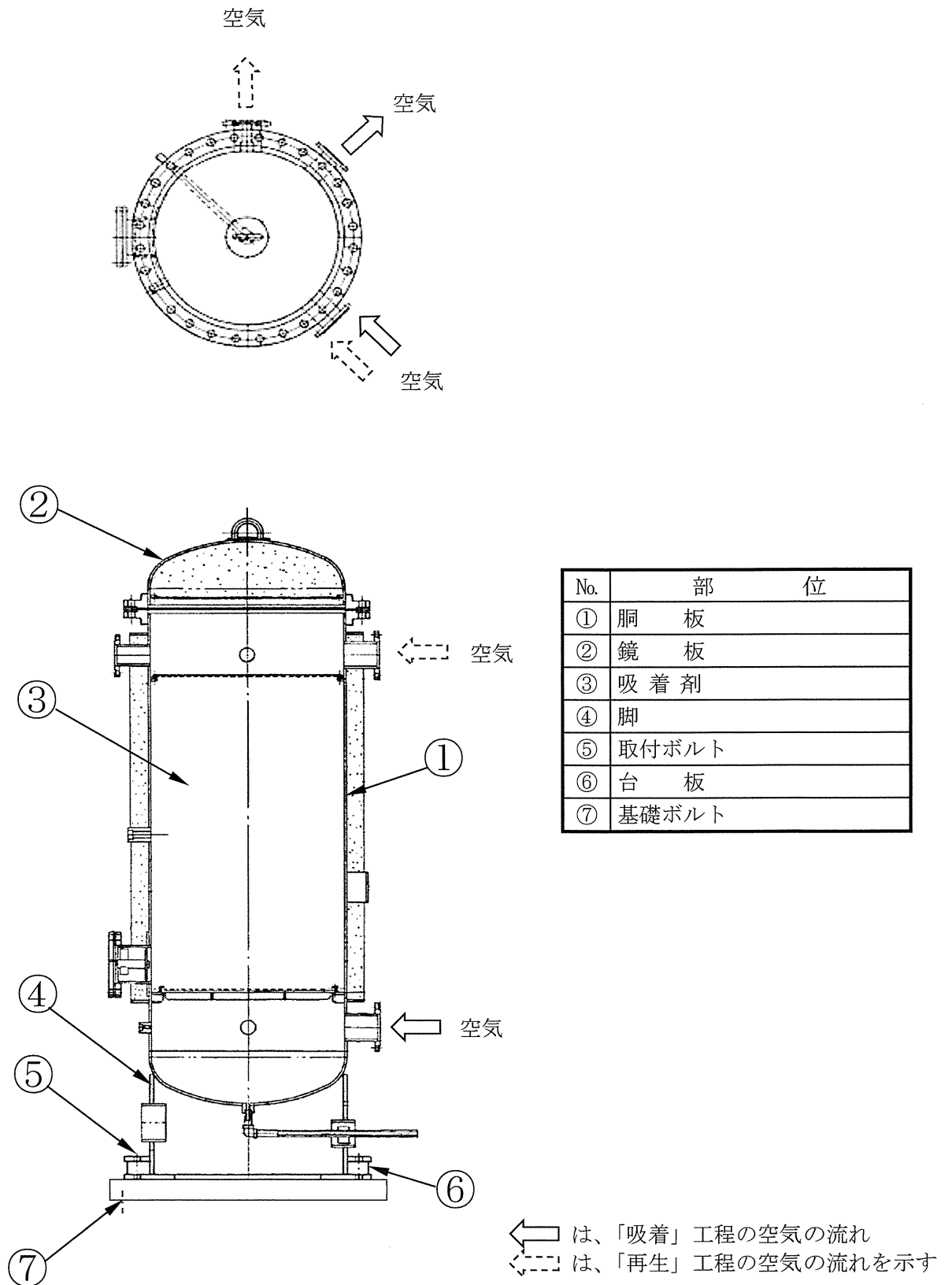
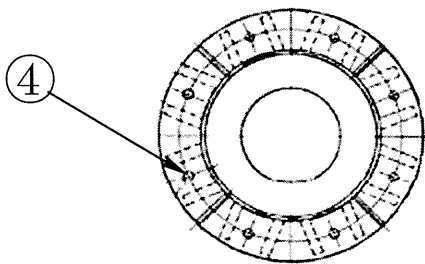
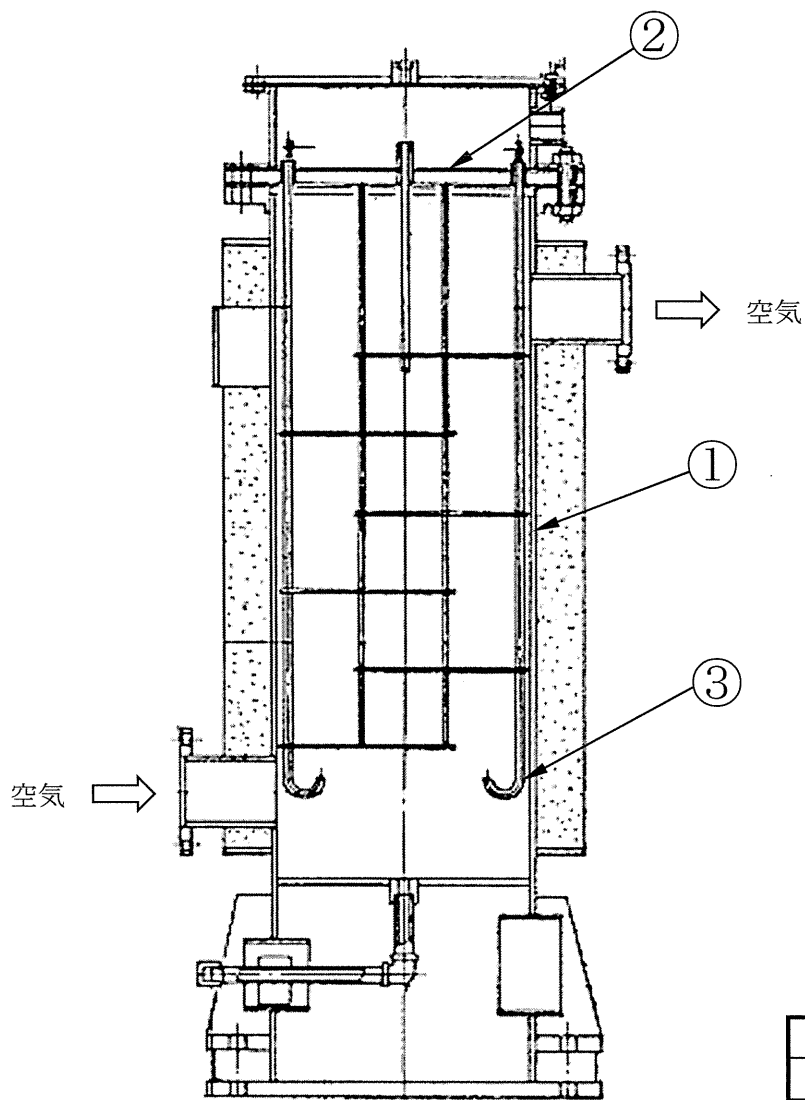
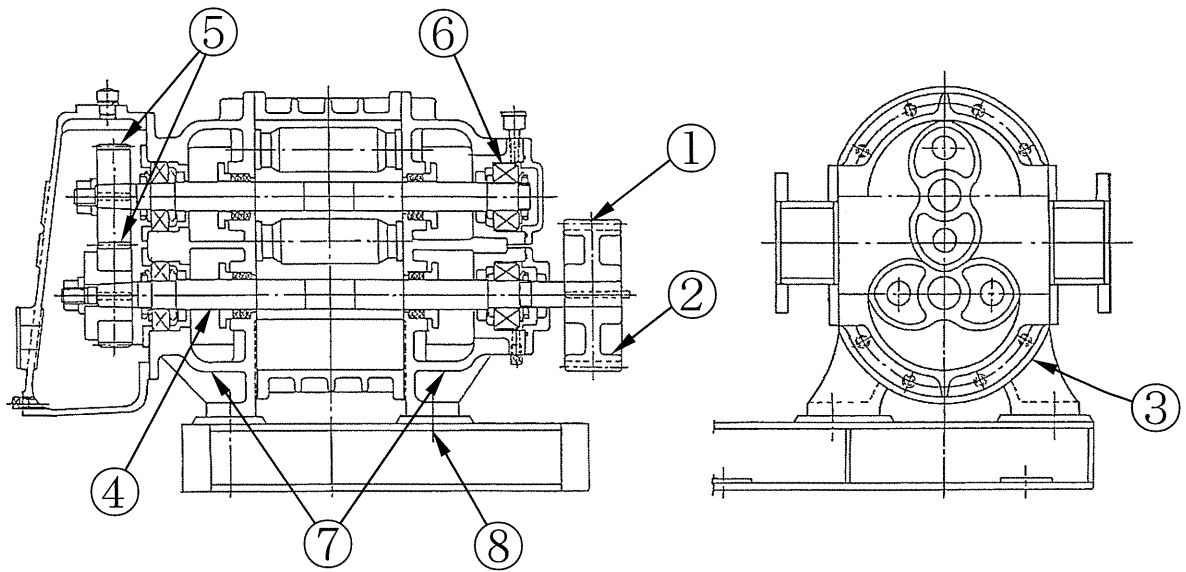


図2.2-8 玄海3号炉 制御用空気除湿装置除湿塔構造図



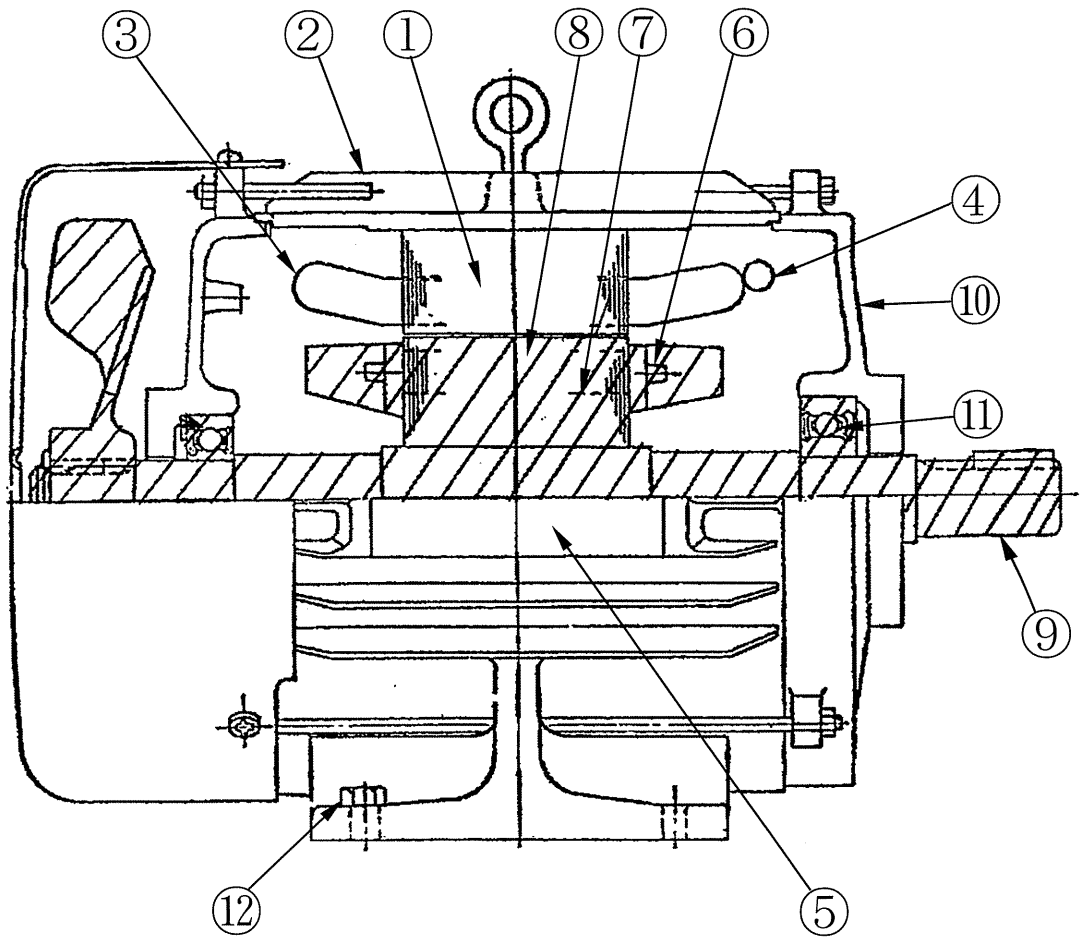
No.	部 位
①	胴 板
②	管 板
③	ヒ ー タ
④	取付ボルト

図2.2-9 玄海3号炉 制御用空気除湿装置電気式加熱器構造図



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

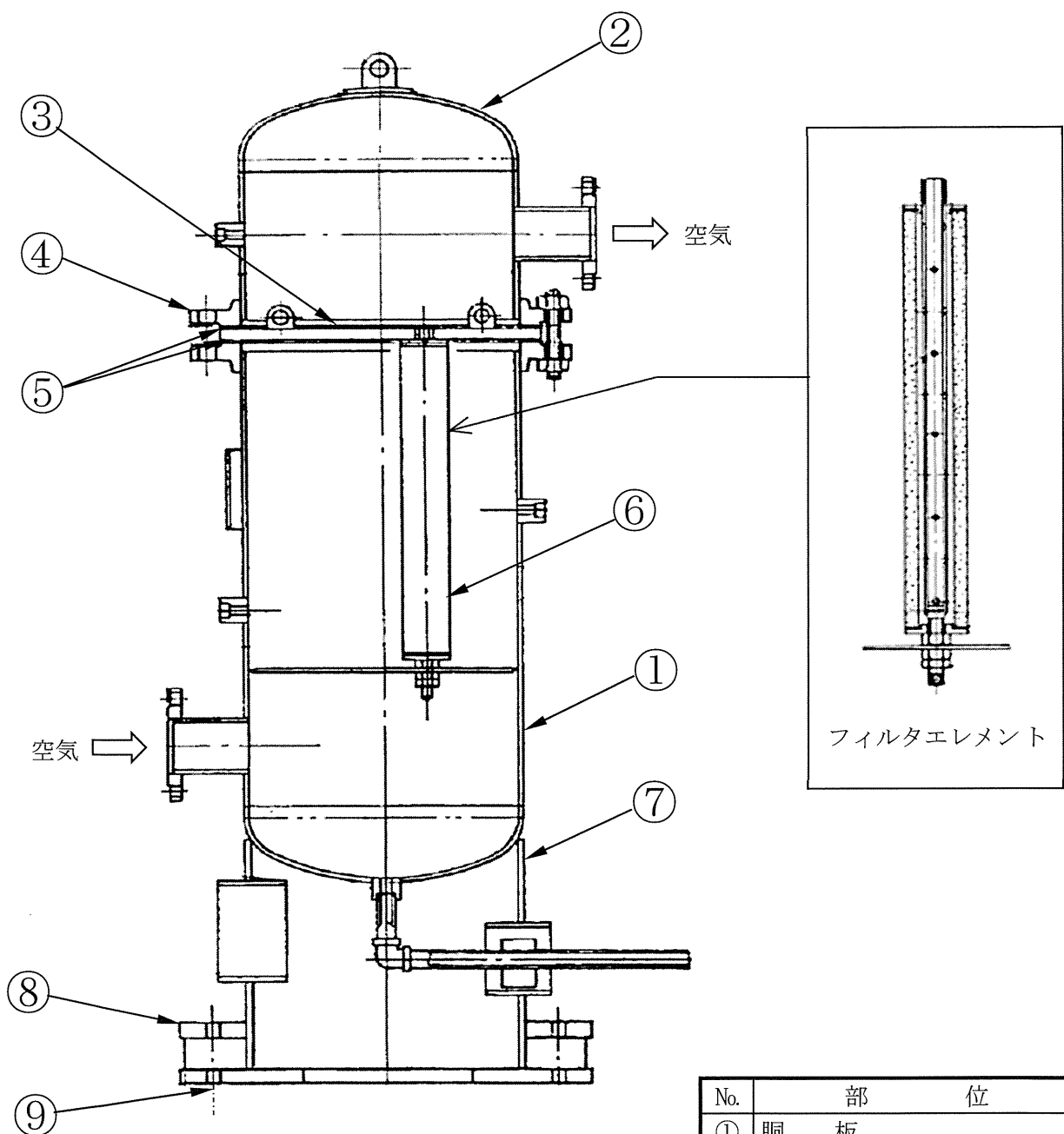
図2.2-10 玄海3号炉 制御用空気除湿装置送風機構造図



注：斜線部が回転部を示す

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

図2.2-11 玄海3号炉 制御用空気除湿装置送風機用電動機構造図



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

図2.2-12 玄海3号炉 制御用空気除湿装置アフターフィルタ構造図

表2.2-5(1/3) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

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

表2. 2-5 (2/3) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

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

表2.2-5(3/3) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置の主要部位の使用材料

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

表2.2-6 玄海3号炉 制御用空気除湿装置の使用条件

制御用空気除湿装置 除湿塔	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
	最高使用温度	約250℃
	内部流体	空気
制御用空気除湿装置 電気式加熱器	最高使用圧力	約0.05MPa[gage]
	最高使用温度	約300℃
	内部流体	空気
制御用空気除湿装置 送風機	定格容量	約9.2m ³ /min
	内部流体	空気
制御用空気除湿装置 送風機用電動機	定格出力	7.5kW
	周囲温度	約40℃*1
	定格電圧	440V
	定格回転数	1,740rpm
制御用空気除湿装置 アフターフィルタ	最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
	最高使用温度	約95℃
	内部流体	空気

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.4 制御用空気圧縮装置計器

玄海3号炉の制御用空気圧縮装置計器は、圧縮機運転モードの自動切替や圧縮機異常時に自動停止させる目的で、制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ、制御用空気圧縮機出口空気温度検出器及び制御用空気だめ圧力スイッチを設置している。

(1) 構造

玄海3号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチは、制御用空気圧縮機の潤滑油圧力が異常に低下した場合に圧縮機自動停止信号を発信する機能を有している。

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

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

玄海3号炉の制御用空気圧縮装置計器の主要構成図を図2.2-13に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気圧縮機潤滑油圧力スイッチ、制御用空気圧縮機出口空気温度検出器及び制御用空気だめ圧力スイッチの使用材料及び使用条件を表2.2-7及び表2.2-8に示す。

表2.2-7 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置計器の主要部位の使用材料

部 位	材 料
制御用空気圧縮機潤滑油圧カスイッチ	消耗品・定期取替品
制御用空気圧縮機出口空気温度検出器	ステンレス鋼他
制御用空気だめ圧カスイッチ	消耗品・定期取替品

表2.2-8 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置計器の使用条件

設 置 場 所	原子炉周辺建屋
周 囲 温 度	約40℃*1

*1：原子炉格納容器外の設計平均温度

2.2.5 制御用空気圧縮装置配管

(1) 構造

玄海3号炉制御用空気圧縮装置の配管は、母管及びフランジボルトで構成されている。

母管には炭素鋼を使用しており空気に接している。

また、各配管はフランジ又は溶接により他の配管及び機器に接続されている。

玄海3号炉の制御用空気圧縮装置全体構成図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気圧縮装置配管の使用材料及び使用条件を表2.2-9及び表2.2-10に示す。

表2.2-9 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置配管の主要部位の使用材料

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

表2.2-10 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置配管の使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約200℃*1 約 50℃*2 約 95℃*3
内 部 流 体	空 気

*1：制御用空気圧縮機アフタークーラ出口まで

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

*3：制御用空気除湿装置除湿塔出口より

2.3 経年劣化事象の抽出

2.3.1 機能達成に必要な項目

制御用空気圧縮装置の機能である空気の圧縮、乾燥、容量（空気流量）確保の機能を維持するためには、次の5つの項目が必要である。

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

2.3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

制御用空気圧縮装置について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、表2.3-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.3-2で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁物は有機物であり、機械的、熱的、電氣的及び環境的要因で経年劣化が進行し、絶縁性能の低下を起こす可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.3.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象（表2.3-2で△となっているもの）については、想定される経年劣化事象であるが、

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

(1) Vプーリの摩耗

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

しかしながら、分解点検時にVベルトの張力管理及びVプーリの目視確認を実施し、有意な摩耗がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

(2) 制御用空気圧縮機等の外面からの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機等、制御用空気ドレンセパレータ、制御用空気だめ、制御用空気除湿装置及び配管は鋳鉄又は炭素鋼を使用しており、腐食が想定される。

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

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

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

(3) 主軸等の腐食（全面腐食）

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

しかしながら、油雰囲気下にあり、腐食が発生し難い環境にある。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 主軸、ピストンロッド等の摩耗

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

しかしながら、分解点検時に目視確認又は寸法計測を実施し、有意な摩耗がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

(5) 主軸の摩耗

制御用空気圧縮機、制御用空気圧縮機用電動機、制御用空気除湿装置送風機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の軸受はころがり軸受を使用しており、軸受の定期取替時の軸受引き抜き時に主軸表面にわずかな線形模様が生じることもあり、主軸表面をサンドペーパーで仕上げる方策も考えられる。この場合は、主軸表面がわずかに摩耗し、主軸と軸受間で微小隙間が生じ、運転中にフレットニングにより摩耗する可能性がある。

しかしながら、分解点検時の寸法管理によりフレットニングが発生しないようにしており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認又は寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(6) 主軸等の高サイクル疲労割れ

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

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

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

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

(7) 歯車の摩耗

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

しかしながら、潤滑油を供給し摩耗を防止しており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

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

制御用空気圧縮機のシリンダ、シリンダライナ、制御用空気圧縮機インタークーラのメインプレートカバー、フローティングプレートカバー及び制御用空気圧縮機アフタークーラ胴板は鋳鉄又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、腐食が発生し難い環境にある。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) シリンダライナの摩耗

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

しかしながら、シリンダライナは内面をクロムメッキし、摺動するピストンリングは、定期的に交換しており、シリンダライナに急激な摩耗が進展する可能性はないと考える。これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認及び寸法計測により、機器の健全性を確認している。

(10) シリンダライナ及びインタークーラ胴板等の腐食（全面腐食）

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(11) 固定子コア及び回転子コアの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機の固定子コア及び回転子コアは珪素鋼板であり腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア及び回転子コアはワニス処理により腐食を防止しており、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(12) フレーム、ブラケット、端子箱及び台板の腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機及び制御用空気除湿装置送風機用電動機のフレーム、ブラケット及び台板は鋳鉄、端子箱は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内外面とも塗装により腐食を防止しており、塗装が健全であれば腐食進行の可能性は小さい。また、分解点検等の目視確認で塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合には必要に応じて補修することにより、機器の健全性を維持している。

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

(13) 回転子棒・エンドリングの疲労割れ

回転子棒・エンドリングについては、電動機の起動時に発生する電磁力による繰返し応力を受けるため、疲労割れが想定される。

しかしながら、回転子棒・エンドリングはアルミ充てん式（一体形成）であり、回転子棒とスロットの間に隙間を生じることはなく、疲労割れは発生し難い構造である。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(14) 伝熱管の高サイクル疲労割れ

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認及び漏えい試験により、機器の健全性を確認している。

(15) 胴板等耐圧構成品の内面からの腐食（全面腐食）

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

酸素含有水中における炭素鋼の腐食挙動が放物線則に従うとして、運転開始後60年間の腐食量を評価した。その結果、表2.3-1に示すとおり運転開始後60年時点での推定腐食量は、設計上の腐れ代に対して小さいことから、急激な腐食の進行により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。

また、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

表2.3-1 玄海3号炉 制御用空気だめ腐食評価結果

運転開始後60年時点 での推定腐食量	腐れ代
約8/21	

(16) フランジボルトの腐食（全面腐食）

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

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(17) 取付ボルトの腐食（全面腐食）

制御用空気圧縮機用電動機、制御用空気除湿装置送風機用電動機、制御用空気除湿装置送風機、制御用空気除湿装置除湿塔、制御用空気除湿装置電気式加熱器及び制御用空気除湿装置アフターフィルタの取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(18) 制御用空気圧縮機空気温度検出器の特性変化

空気温度検出器は長期間の使用に伴い、検出特性及び信号伝達特性の変化が想定される。

しかしながら、検出器は、耐食性等を考慮した材料を選定し設計しており、また屋内に設置されていることから環境変化の程度が小さく、短期間で入出力特性が変化する可能性は小さいと考える。

また、抵抗測定及び絶縁抵抗測定により、機器の健全性を維持している。

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

(19) 基礎ボルトの腐食（全面腐食）

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

2.3.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット、電動機軸受（ころがり）、吸着剤、吸入弁、吐出弁、Vベルト、ピストンリング、フィルタエレメント及びグランドパッキンは分解点検時に取り替えている消耗品であり、軸受（ころがり）、連接棒メタルは分解点検時の寸法計測により、ヒータは分解点検時の絶縁抵抗測定結果により取り替えている消耗品である。

また、制御用空気圧縮機潤滑油圧カスイッチ及び制御用空気だめ圧カスイッチは定期取替品である。

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

表2.3-2(1/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
空気の圧縮、容量(空気流量)の確保	制御用 空気圧縮機	Vベルト	◎	—							*1：接続棒メタル摺動部 *2：軸受部 *3：高サイクル疲労割れ	
		Vプーリ		鋳 鉄	△	△						
		主 軸		低合金鋼	△ ^{*1} △ ^{*2}	△	△ ^{*3}					
		油ポンプ歯車		炭 素 鋼	△	△						
		ピストンロッド		低合金鋼(クロムメッキ)	△	△	△ ^{*3}					
		リストピン		低合金鋼	△	△						
		連 接 棒		炭 素 鋼		△	△ ^{*3}					
		接続棒メタル	◎	—								
		クロスヘッド		鋳 鉄	△	△						
		クロスヘッドガイド		鋳 鉄	△	△						
		ピストン		アルミ合金鋳物			△ ^{*3}					
		シリンダ		鋳 鉄		△(内面) △(外面)						
		シリンダライナ		鋳 鉄(クロムメッキ)	△	△(内面) △(外面)						
		吸 入 弁	◎	—								
		吐 出 弁	◎	—								
		ピストンリング	◎	—								
		軸受(ころがり)	◎	—								
		バウンダリの維持		◎	—							
機器の支持		ケージング		鋳 鉄		△(内面) △(外面)						
		基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象(日常劣化管理事象)

表2.3-2(2/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
駆動機能の確保	制御用 空気圧縮機 用電動機	固定子コア		珪素鋼板		△					*1：絶縁低下 *2：高サイクル 疲労割れ	
		フレーム		鋳 鉄		△						
		固定子コイル		銅、マイカ、 エポキシ樹脂等 (F種絶縁)						○*1		
		口出線・接続部品		銅、マイカ、 エポキシ樹脂等 (F種絶縁)						○*1		
		端子箱		炭 素 鋼		△						
		回転子棒		アルミニウム			△					
		エンドリング		アルミニウム			△					
		回転子コア		珪素鋼板		△						
		主 軸		炭 素 鋼	△		△*2					
		ブラケット		鋳 鉄		△						
機器の支持		軸受（ころがり）	◎	—								
		取付ボルト		炭 素 鋼		△						
		台 板		鋳 鉄		△						
		基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(3/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
空気の圧縮、容量（空気流量）の確保	制御用空気圧縮機インタークーラ	伝熱管		銅合金			△*1				*1：高サイクル疲労割れ	
		邪魔板		炭素鋼		△						
		メインプレートカバー		鋳鉄		△(内面) △(外面)						
		フローティングプレートカバー		鋳鉄		△(内面) △(外面)						
		管板		炭素鋼		△						
		胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		フランジ		炭素鋼		△						
		ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(4/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気圧縮機 アフタークーラ	伝熱管		銅合金			△*1				*1：高サイクル疲労割れ	
		管支持板		フェノール樹脂								
		管板		銅合金								
		胴板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
機器の支持	支持脚		炭素鋼		△							
	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(5/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気ドレン セパレータ	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		鏡 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
空気の乾燥		仕切板		炭素鋼		△						
		多孔板		炭素鋼		△						
機器の支持		支持脚		炭素鋼		△						
		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(6/13) 玄海3号炉 制御用空気だめに想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	鏡 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
	マンホール用ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
機器の支持	スカート		炭 素 鋼		△						
	台 板		炭 素 鋼		△						
	基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(7/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気除湿装置 除湿塔	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		鏡 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
空気の乾燥		吸 着 剤	◎	—								
機器の支持		脚		炭 素 鋼		△						
		取付ボルト		炭 素 鋼		△						
		台 板		炭 素 鋼		△						
		基礎ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(8/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
					減 肉		割 れ		材質変化		その他	
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気除湿装置 電気式加熱器	胴 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
		管 板		炭 素 鋼		△(内面) △(外面)						
空気の乾燥		ヒ ー タ	◎	—								
機器の支持		取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(9/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
空気の乾燥	制御用 空気除湿装置 送風機	Vベルト	◎	—							*1：軸受部 *2：高サイクル 疲労割れ	
		Vプーリ		鋳 鉄	△	△						
		ケーシング		鋳 鉄	△	△						
		主 軸		炭 素 鋼	△*1	△	△*2					
		歯 車		低合金鋼	△	△						
		軸受(ころがり)	◎	—								
バウンダリの維持		サイドフレーム		鋳 鉄		△(内面) △(外面)						
機器の支持		取付ボルト		炭 素 鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(10/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
駆動機能の確保	制御用 空気除湿装置 送風機用電動機		珪素鋼板		△						*1：絶縁低下 *2：高サイクル疲労割れ
			鋳 鉄		△						
			銅 ポリエステルフィルム ポリエステル樹脂等 (F種絶縁)							○*1	
			銅 エチレンプロピレンゴム (F種絶縁)							○*1	
			炭 素 鋼		△						
			アルミニウム			△					
			アルミニウム			△					
			珪素鋼板		△						
			炭 素 鋼	△		△*2					
			鋳 鉄		△						
			◎	—							
機器の支持			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(11/13) 玄海3号炉 制御用空気除湿装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位		消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
					減 肉		割 れ		材質変化			その他
					摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	制御用 空気除湿装置 アフター フィルタ	胴 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		鏡 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		管 板		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		胴フランジ		炭素鋼		△(内面) △(外面)						
		ガスケット	◎	—								
空気の乾燥		フィルタエレメント	◎	—								
機器の支持		スカート		炭素鋼		△						
		ベースプレート		炭素鋼		△						
		取付ボルト		炭素鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(12/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置計器に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
空気の圧縮、容量(空気流量)の確保	制御用空気圧縮機潤滑油 圧力スイッチ	◎	—								*1：特性変化
	制御用空気圧縮機出口空気 温度検出器		ステンレス 鋼他							△*1	
	制御用空気だめ圧力スイッチ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.3-2(13/13) 玄海3号炉 制御用空気圧縮装置配管に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		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		△*1(内面) △*2(内面) △(外面)						*1：制御用空気圧縮機～制御用空気除湿装置除湿塔 *2：制御用空気除湿装置除湿塔出口以降
	フランジボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

2.4 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.4.1 固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下

a. 事象の説明

固定子コイル及び口出線・接続部品の絶縁低下の事象は、低圧ポンプ用電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であることから、「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

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

また、ヒートサイクル試験方法及び旧機のコイル破壊電圧による評価を用いた供試体にはともに接続部品が含まれていることから、接続部品の運転に必要な絶縁耐力は、固定子コイル及び口出線の評価と同様と判断する。

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対する高経年化への対応は、低圧ポンプ用電動機と電圧区分、絶縁仕様及び使用環境等は同様であることから、「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 格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

水平展開機器各々の構造、材料、使用条件（温度等）及び現在までの運転経験を考慮すると、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

3.2.1 フランジボルトの腐食（全面腐食）

格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置配管フランジボルトは、ガスケットからの漏えいにより、内部流体による腐食が想定される。

しかしながら、定期的を目視確認を実施し、有意な腐食がないことを確認することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.2 台座等の腐食（全面腐食）

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器、格納容器雰囲気ガスサンプル湿分分離器の台座、支持脚、埋込板及び取付ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

3.2.3 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のうち「基礎ボルト」にて評価を実施するものとし、本評価書には含めていない。

2.3.3の2)に該当する事象のうち、日常劣化管理事象を除く事象（日常劣化管理事象ではない事象）を以下に示す。

3.2.4 伝熱管及び胴管の腐食(流れ加速型腐食)

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器の伝熱管及び胴管は内部流体により、流れ加速型腐食による減肉が想定される。

しかしながら、伝熱管及び胴管は耐流れ加速型腐食性に優れたステンレス鋼を使用しており、流れ加速型腐食が発生する可能性は小さい。

したがって、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 伝熱管の高サイクル疲労割れ

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器は内部流体により振動が発生した場合、伝熱管に高サイクル疲労割れが想定される。

しかしながら、構造上、伝熱管と接触する部位がなく、有意な振動が発生する可能性はない。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.6 伝熱管の応力腐食割れ

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

しかしながら、内部流体は空気であり、応力腐食割れが発生する可能性は小さい。

したがって、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.7 伝熱管及び胴管のスケール付着

格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器の伝熱管及び胴管は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、伝熱管の内部流体は空気、胴管の内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であり、適切な水質管理により不純物の流入は抑制されていることから、スケール付着の可能性は小さい。

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。