

玄海原子力発電所 3 号炉

○ 弁 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号炉の弁のうち、評価対象機器は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である。

弁を分類するにあたり、仕切弁、玉形弁等の汎用の弁（ここでは一般弁と定義する）と主蒸気止め弁、蒸気加減弁等の蒸気タービンプラント特有に使用している弁（ここでは特殊弁と定義する）に分類した。さらに、一般弁については本体部と駆動部に分類した。弁本体は、仕切弁、玉形弁等の型式ごとに分類し、駆動部については電動装置と空気作動装置の型式ごとに分類した。

一般弁の本体部及び駆動部については構造が基本的に同様に、環境等の使用条件により材質及び詳細な寸法を選定しているため、型式ごとに代表的な弁及び弁駆動装置を評価することが適当であると判断した。

特殊弁については構造が固有であることから、駆動装置を含めた個々の特殊弁ごとに評価を実施することが適当であると判断した。

一般弁の本体部、駆動部及び特殊弁（駆動部を含む）の一覧を表1に、弁の種類と各々の使用系統を整理したものを表2に、また、使用系統の機能を表3に、弁の機能（一般弁については弁の型式ごとの機能）を表4に示す。

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

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

本評価書では弁の型式等を基に、以下の3つに分類している。

1 一般弁（本体部）

- 1.1 仕切弁
- 1.2 玉形弁
- 1.3 バタフライ弁
- 1.4 ダイヤフラム弁
- 1.5 スイング逆止弁
- 1.6 リフト逆止弁
- 1.7 安全逃がし弁

2 一般弁（駆動部）

- 2.1 電動装置
- 2.2 空気作動装置

3 特殊弁

- 3.1 主蒸気止め弁
- 3.2 蒸気加減弁
- 3.3 インターセプト弁・再熱蒸気止め弁
- 3.4 タービン動主給水ポンプ駆動タービン蒸気止め弁・蒸気加減弁

なお、一般弁の本体部及び駆動部のサポートは配管のサポートと同様であり、「配管の技術評価書」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弁については、「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 玄海3号炉 一般弁・特殊弁の一覧

一般弁	本体部	仕切弁
		玉形弁
		バタフライ弁
		ダイヤフラム弁
		スイング逆止弁
		リフト逆止弁
		安全逃がし弁
	駆動部	電動装置
		空気作動装置
特殊弁 (駆動部を含む)		主蒸気止め弁
		蒸気加減弁
		インターセプト弁・再熱蒸気止め弁
		タービン動主給水ポンプ駆動タービン 蒸気止め弁・蒸気加減弁

表2 玄海3号炉 主要な弁の設置系統一覧

系 統 名	仕切弁	玉形弁	バタフ ライ弁	ダイヤフ ラム弁	スイング 逆止弁	リフト 逆止弁	安全 逃がし弁	特殊弁
1次冷却材系統	○	○			○	○	○	
化学体積制御系統	○	○		○	○	○	○	
蒸気発生器ブローダウン系統	○	○				○		
使用済燃料ピット浄化冷却系統	○	○		○	○			
燃料取替用水系統	○	○		○	○	○		
1次系補給水系統(*)				○		○		
原子炉補機冷却水系統	○	○	○		○	○	○	
原子炉補機冷却海水系統	○	○	○	○	○	○		
液体廃棄物処理系統	○	○	○		○	○		
固体廃棄物処理系統		○						
気体廃棄物処理系統		○		○		○		
1次系試料採取系統		○				○		
空気サンプリング系統		○				○		
炉内核計装ガスパーヅ系統(*)		○						
換気空調系統		○	○					
空調用冷水系統	○	○	○		○	○		
安全注入系統	○	○			○	○	○	
余熱除去系統	○	○	○		○		○	
原子炉格納容器スプレイ系統	○	○			○			
主蒸気系統	○	○			○		○	○
再熱蒸気系統								○
抽気系統	○				○			
2次系復水系統	○	○			○		○	
2次系ドレン系統	○	○			○	○	○	
主給水系統	○	○			○		○	
補助給水系統	○	○			○	○		
タービングランド蒸気系統	○	○	○					
非常用ディーゼル発電機系統	○	○	○	○	○	○	○	
制御用空気系統	○	○			○	○	○	
所内用空気系統(*)		○				○		
補助蒸気系統	○	○	○		○	○	○	○
消火系統		○			○		○	
潤滑・制御油系統	○	○			○	○	○	
大容量空冷式発電機系統		○			○	○		

(注) 1. ○印は、当該弁ありを示す

2. 1次冷却材管、再熱蒸気系統には、主要な一般弁は設置していない

(*) 格納容器バウンダリに該当するため格納容器隔離弁(MS-1)を対象弁とする

表 3 (1/2) 玄海 3 号炉 一般弁・特殊弁の使用系統の機能

系 統	機 能
1 次冷却材系統	炉心で発生した熱を蒸気発生器で 2 次系に伝達する。
化学体積制御系統	1 次冷却系統の 1 次冷却材保有量を適正に調整し、1 次冷却材中の核分裂生成物、腐食生成物等の不純物を除去する。
蒸気発生器ブローダウン系統	蒸気発生器の水質管理のため、器内水をブローする。
使用済燃料ピット浄化冷却系統	使用済燃料ピット中の使用済燃料からの崩壊熱を除去し、使用済燃料ピット水の冷却を行うとともに、使用済燃料ピット、原子炉キャビティ及び燃料取替用水タンクのほう酸水を浄化する。
燃料取替用水系統	燃料取替用水タンク水の浄化及び水温の維持並びに燃料ピットの補給水としてほう酸水を補給する。
1 次系補給水系統	1 次系へ純水を供給する。
原子炉補機冷却水系統	1 次系補機に冷却水を供給する。
原子炉補機冷却海水系統	1 次系の系統及び補機において発生又は蓄積された熱を除去する。
液体廃棄物処理系統	液体の廃棄物を各処理装置へ供給する。
固体廃棄物処理系統	放射性の廃棄物を固体化し処理する。
気体廃棄物処理系統	窒素をカバーガスとする各タンクからのベントガス等の窒素廃ガス及び体積制御タンク等からパージされる水素廃ガスを貯留し、放射能を減衰処理する。
1 次系試料採取系統	1 次冷却材の化学的性質及び放射性物質の種類と量を把握するための流体サンプルを採取する。
空気サンプリング系統	放射能レベルを把握するための空気サンプルを採取する。
炉内核計装ガスパージ系統	炉内核計装装置へ二酸化炭素を供給する。
換気空調系統	原子炉補助建屋内等の換気空調を行う。
空調用冷水系統	空調用冷凍機で冷却された冷水を各空調装置に循環させる。
安全注入系統	1 次冷却材喪失事故・主蒸気管破断事故等に、ほう酸水を原子炉容器に注入することにより炉心の冷却かつ負の反応度添加を行う。

表 3 (2/2) 玄海 3 号炉 一般弁・特殊弁の使用系統の機能

系 統	機 能
余熱除去系統	炉を停止した後に 1 次冷却材系統に残留している熱、炉心の崩壊熱及び 1 次冷却材系統を均一に冷却する目的で運転すると共に 1 次冷却材ポンプの発生熱を除去し、1 次冷却材系統を降温させる。
原子炉格納容器スプレイ系統	事故時における格納容器からの放射性物質の漏えいを最小にし公衆の安全を確保する。
主蒸気系統	蒸気発生器にて発生した蒸気をタービンに送る。
再熱蒸気系統	高圧タービンから出た蒸気を湿分分離加熱器に送り、湿分を除去すると共に過熱された蒸気を低圧タービンへ供給する。
抽気系統	高低圧タービンからの抽気を低圧第 1～5 給水加熱器、脱気器、高圧第 7 給水加熱器及び湿分分離加熱器へ供給する。
2 次系復水系統	復水器により回収された復水を脱気器へ供給する。
2 次系ドレン系統	各加熱器より発生したドレンを移送、回収する。
主給水系統	蒸気発生器の水位を維持するために復水を蒸気発生器に給水する。
補助給水系統	主給水が使用できない場合に補助給水を蒸気発生器に供給する。
タービングランド蒸気系統	タービンのグランド部へ蒸気シールの蒸気を供給する。
非常用ディーゼル発電機系統	冷却水、潤滑・燃料油、蒸気及び始動空気を非常用ディーゼル発電機機関本体及び付属設備に供給する。
制御用空気系統	清浄で乾燥した圧縮空気をタービン建屋、補助建屋及び格納容器内の空気作動弁等に供給する。
所内用空気系統	雑用空気を各使用先へ供給する。
補助蒸気系統	スチームコンバータ等にて発生した蒸気を各装置に供給する。
消火系統	消火用水及び二酸化炭素を供給する。
潤滑・制御油系統	潤滑・制御油を移送・回収する。
大容量空冷式発電機系統	大容量空冷式発電機へ燃料油を供給する。

表4 玄海3号炉 主要な弁の機能

弁	種類	機能
一般弁	仕切弁	主に流体の仕切に使用する弁である。
	玉形弁	主に流体の仕切及び流量調節に使用する弁である。
	バタフライ弁	
	ダイヤフラム弁	主に流体の仕切に使用する弁である。
	スイング逆止弁	主に流体の流れ方向を制限するために使用する弁である。
	リフト逆止弁	
	安全逃がし弁	主に流体吹き出しにより入口圧力を抑制するために使用する弁である。
特殊弁	主蒸気止め弁	高圧タービン入口に設置され、トリップ時に蒸気を遮断する弁である。
	蒸気加減弁	高圧タービン入口に設置され、蒸気流量を調整してタービンの回転数及び負荷を調整する弁である。
	インターセプト弁	低圧タービン入口に設置され、負荷遮断時蒸気流量を調整してタービン過速度を防止する弁である。
	再熱蒸気止め弁	低圧タービン入口に設置され、トリップ時に蒸気を遮断する弁である。
	タービン動主給水ポンプ 駆動タービン 蒸気止め弁・蒸気加減弁	タービン動主給水ポンプ駆動タービン入口に設置され、蒸気の遮断及び蒸気流量を調整してタービンの回転数及び負荷を調整する弁である。

1 一般弁（本体部）

[対象機器]

- 1.1 仕切弁
- 1.2 玉形弁
- 1.3 バタフライ弁
- 1.4 ダイヤフラム弁
- 1.5 スイング逆止弁
- 1.6 リフト逆止弁
- 1.7 安全逃がし弁

1. 1 仕切弁

[対象機器]

- ① 1次冷却材系統仕切弁
- ② 化学体積制御系統仕切弁
- ③ 蒸気発生器ブローダウン系統仕切弁
- ④ 使用済燃料ピット浄化冷却系統仕切弁
- ⑤ 燃料取替用水系統仕切弁
- ⑥ 原子炉補機冷却水系統仕切弁
- ⑦ 原子炉補機冷却海水系統仕切弁
- ⑧ 液体廃棄物処理系統仕切弁
- ⑨ 空調用冷水系統仕切弁
- ⑩ 安全注入系統仕切弁
- ⑪ 余熱除去系統仕切弁
- ⑫ 原子炉格納容器スプレイ系統仕切弁
- ⑬ 主蒸気系統仕切弁
- ⑭ 抽気系統仕切弁
- ⑮ 2次系復水系統仕切弁
- ⑯ 2次系ドレン系統仕切弁
- ⑰ 主給水系統仕切弁
- ⑱ 補助給水系統仕切弁
- ⑲ タービングラント蒸気系統仕切弁
- ⑳ 非常用ディーゼル発電機系統仕切弁
- ㉑ 制御用空気系統仕切弁
- ㉒ 補助蒸気系統仕切弁
- ㉓ 潤滑・制御油系統仕切弁

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	6
2.1 構造、材料及び使用条件	6
2.2 経年劣化事象の抽出	30
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	44
3. 代表機器以外への展開	47
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	47
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	48

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仕切弁の主な仕様を表1-1に示す。

これらの仕切弁を設置場所、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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に示す仕切弁について、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計8つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 設置場所：屋内、内部流体：1次冷却材・ほう酸水、材料：ステンレス鋼

このグループには、1次冷却材系統、化学体積制御系統、使用済燃料ピット浄化冷却系統、燃料取替用水系統、液体廃棄物処理系統、安全注入系統、余熱除去系統及び原子炉格納容器スプレー系統の仕切弁が属するが、使用条件が厳しく、口径が大きい余熱除去ラインループ高温側出口弁を代表機器とする。

- (2) 設置場所：屋内、内部流体：蒸気、材料：炭素鋼

このグループには、主蒸気系統、抽気系統、タービングラウンド蒸気系統及び補助蒸気系統の仕切弁が属するが、重要度が高い主蒸気逃がし弁元弁を代表機器とする。

- (3) 設置場所：屋内、内部流体：蒸気、材料：ステンレス鋼

このグループには、第6抽気脱気器入口弁のみが属しているため、第6抽気脱気器入口弁を代表機器とする。

- (4) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：給水、材料：炭素鋼・低合金鋼

このグループには、蒸気発生器ブローダウン系統、2次系復水系統、補助給水系統、補助蒸気系統、2次系ドレン系統及び主給水系統の仕切弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しい補助給水隔離弁を代表機器とする。

- (5) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：給水・ヒドラジン水・空気、材料：ステンレス鋼

このグループには、蒸気発生器ブローダウン系統、余熱除去系統、原子炉格納容器スプレイ系統、2次系復水系統、2次系ドレン系統、補助給水系統、原子炉補機冷却水系統及び使用済燃料ピット浄化冷却系統の仕切弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいAFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁を代表機器とする。

- (6) 設置場所：屋内、内部流体：ヒドラジン水・油、材料：炭素鋼、鋳鉄

このグループには、原子炉補機冷却水系統、制御用空気系統、非常用ディーゼル発電機系統及び潤滑・制御油系統の仕切弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいRCP、余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁を代表機器とする。

- (7) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：純水・空気、材料：炭素鋼

このグループには、空調用冷水系統、非常用ディーゼル発電機系統及び原子炉格納容器スプレイ系統の仕切弁が属するが、重要度が高く、環境条件（溶存酸素濃度が高い）が厳しいシリンダ冷却水ポンプ入口弁を代表機器とする。

- (8) 設置場所：屋外、内部流体：海水、材料：炭素鋼（ライニング）

このグループには、原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）のみが属しているため、原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）を代表機器とする。

表1-1(1/3) 玄海3号炉 仕切弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定			
設置場所	内部流体	材 料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代 表 弁	選定理由
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)							
屋 内	1次冷却材 ほう酸水	ステンレス鋼	3	1次冷却材系統	3	PS-1、重*2	約17.2	約343、約360	◎	余熱除去ラインループ高温側出口弁 (12B 約17.2MPa 約343°C)	使用条件 口径
			20	化学体積制御系統	3~6	MS-1、PS-2 重*2	約0.98~20.0	約95、約144			
			2	使用済燃料ピット浄化冷却系統	1/2	MS-2、重*2	大気圧、約0.98	約95			
			4	燃料取替用水系統	4~24	MS-1、MS-2 重*2	大気圧、約0.39	約95、約144			
			3	液体廃棄物処理系統	4	高*3	約2.1	約95			
			21	安全注入系統	3~24	MS-1、高*3 重*2	大気圧~約17.2	約95~150			
			16	余熱除去系統	8~16	PS-1、MS-1 重*2	約4.5、約17.2	約200、約343			
			10	原子炉格納容器スプレイ系統	4~18	MS-1、高*3 重*2	約0.39、約2.7	約144、約150			
屋 内	蒸 気	炭 素 鋼	48	主蒸気系統	2~18	MS-1、高*3 重*2	約8.2	約298	◎	主蒸気逃がし弁元弁 (6B 約8.2MPa 約298°C)	重要度
			12	抽気系統	12~30	高*3	約0.05~3.4	約115~245			
			23	タービンランド蒸気系統	2~12	高*3	約0.69~8.2	約175~298			
			81	補助蒸気系統	3/4~12	MS-1、高*3	大気圧~約8.2	約100~298			
屋 内	蒸 気	ステンレス鋼	1	抽気系統	32	高*3	約1.4	約200	◎	第6抽気脱気器入口弁 (32B 約1.4MPa 約200°C)	

*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：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1-1(2/3) 玄海3号炉 仕切弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定			
設置場所	内部流体	材 料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代 表 弁	選定理由
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)							
屋内・屋外	給 水	炭 素 鋼	8	蒸気発生器ブローダウン系統	3	高*3	約8.2	約298	◎	補助給水隔離弁 (3B 約12.7MPa 約298°C)	重要度 使用条件
			59	2次系復水系統	1~20	高*3	約4.1	約80~200			
			15	補助給水系統	3~8	MS-1、重*2	約12.1、約12.7	約40、約298			
			17	補助蒸気系統	3、4	高*3	大気圧~約1.8	約100、約185			
			75	2次系ドレン系統	1~14	高*3	約0.05~8.2	約115~298			
		37	主給水系統*4	2~28	MS-1、高*3	約1.4、約10.3	約200~298				
屋 内 屋 外	給 水	ステンレス鋼	4	蒸気発生器ブローダウン系統	8	高*3	約8.2	約298	◎	AFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁 (6B 約12.7MPa 約40°C)	重要度 使用条件
			1	余熱除去系統	6	重*2	約4.5	約200			
			3	原子炉格納容器スプレイ系統	6、8	重*2	大気圧~約2.7	約95、約150			
			2	2次系復水系統	20	高*3	約4.1	約200			
			4	2次系ドレン系統	3	高*3	約0.25、約0.45	約140、約155			
			7	補助給水系統	6~10	MS-1、重*2	大気圧、約12.7	約40、約95			
			2	原子炉補機冷却水系統	3	重*2	約1.4、約20.0	約95			
	4	使用済燃料ピット浄化冷却系統	4	重*2	約2.7	約40					
	ヒドラジン水										
	空 気										

*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：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

*4：2次系給水系統を含む

表1-1(3/3) 玄海3号炉 仕切弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準				代表機器の選定		
設置場所	内部流体	材 料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代 表 弁	選定理由
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)							
屋 内	ヒドラジン水	炭 素 鋼	74	原子炉補機冷却水系統	1・1/2~22	MS-1、重*2	約1.4	約95~175	◎	RCP, 余剰抽出冷却器CCW入ロライン外隔離弁 (12B 約1.4MPa 約144°C)	重要度 使用条件
			4	制御用空気系統	2	MS-1	約1.4	約95			
			4	非常用ディーゼル発電機系統	8	MS-1	約0.78	約85			
	1	潤滑・制御油系統	3	MS-1	大気圧	約80					
屋 内	純 水	炭 素 鋼	22	空調用冷水系統	2・1/2~10	MS-1	約0.98	約45	◎	シリンダ冷却水ポンプ入口弁 (8B 約0.49MPa 約90°C)	重要度 環境条件
			10	非常用ディーゼル発電機系統	1・1/2、8	MS-1	約0.49	約65、約90			
	2		原子炉格納容器スプレイ系統	8	重*2	約2.1	約95				
屋 外	海 水	炭 素 鋼 (ライニング)	2	原子炉補機冷却海水系統	8	重*2	約0.69	約50	◎	原子炉補機冷却海水供給ライン止弁 (移動式大容量ポンプ車側) (8B 約0.69MPa 約50°C)	

*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8種類の仕切弁について技術評価を実施する。

- ① 余熱除去ラインループ高温側出口弁
- ② 主蒸気逃がし弁元弁
- ③ 第6抽気脱気器入口弁
- ④ 補助給水隔離弁
- ⑤ AFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁
- ⑥ RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁
- ⑦ シリンダ冷却水ポンプ入口弁
- ⑧ 原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 余熱除去ラインループ高温側出口弁

(1) 構造

玄海3号炉の余熱除去ラインループ高温側出口弁は、電動装置を駆動源とした仕切弁であり、余熱除去系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼鋳鋼を使用しており、1次冷却材に接液している。

玄海3号炉の余熱除去ラインループ高温側出口弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の余熱除去ラインループ高温側出口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

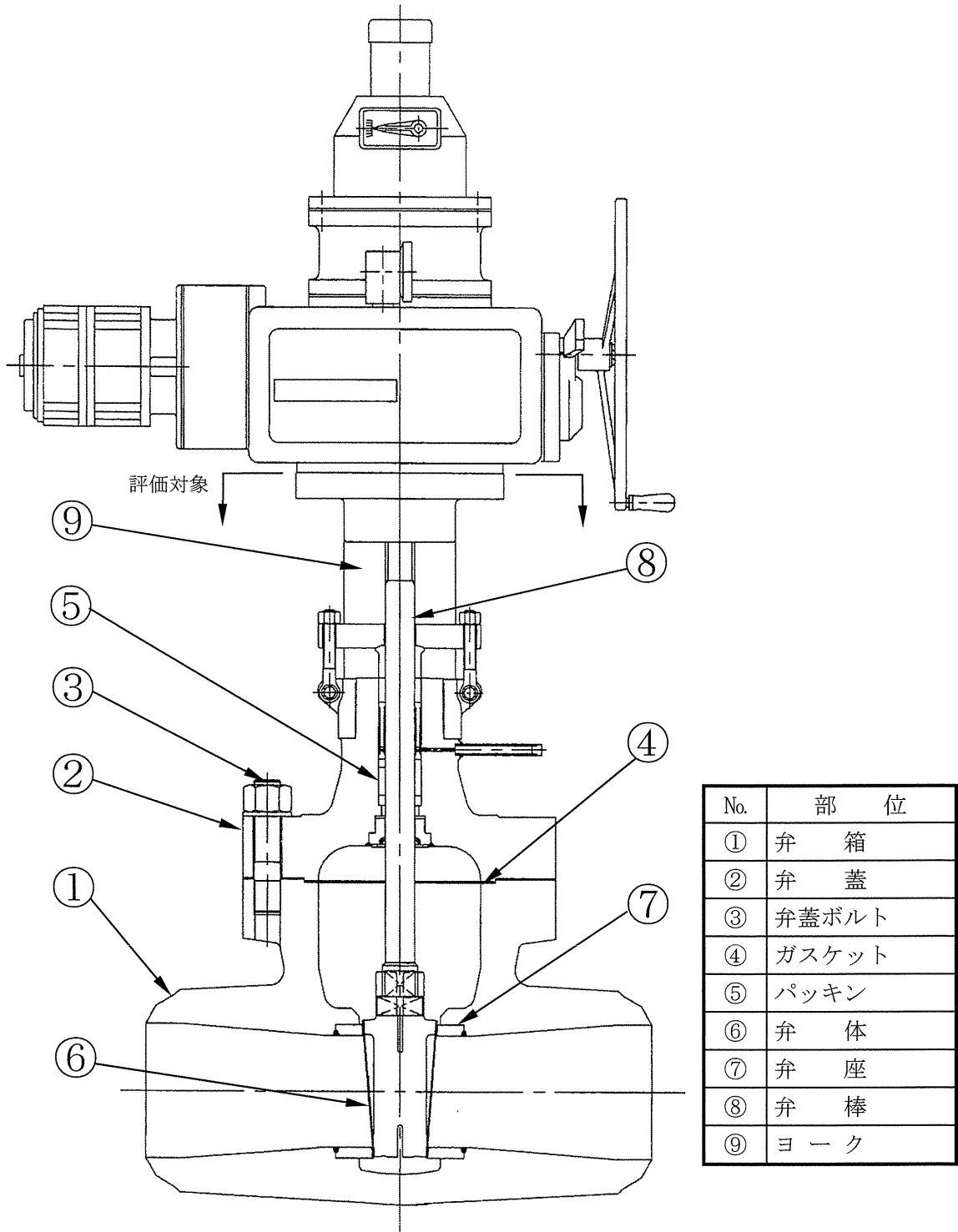


図2.1-1 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁構造図

表2.1-1 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表2.1-2 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁の使用条件

最高使用圧力	約17.2MPa [gage]
最高使用温度	約343℃
内 部 流 体	1次冷却材

2.1.2 主蒸気逃がし弁元弁

(1) 構造

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁元弁は、電動装置を駆動源とした仕切弁であり、主蒸気系統に4台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体には炭素鋼鋳鋼を使用しており、蒸気に接している。

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁元弁の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁元弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

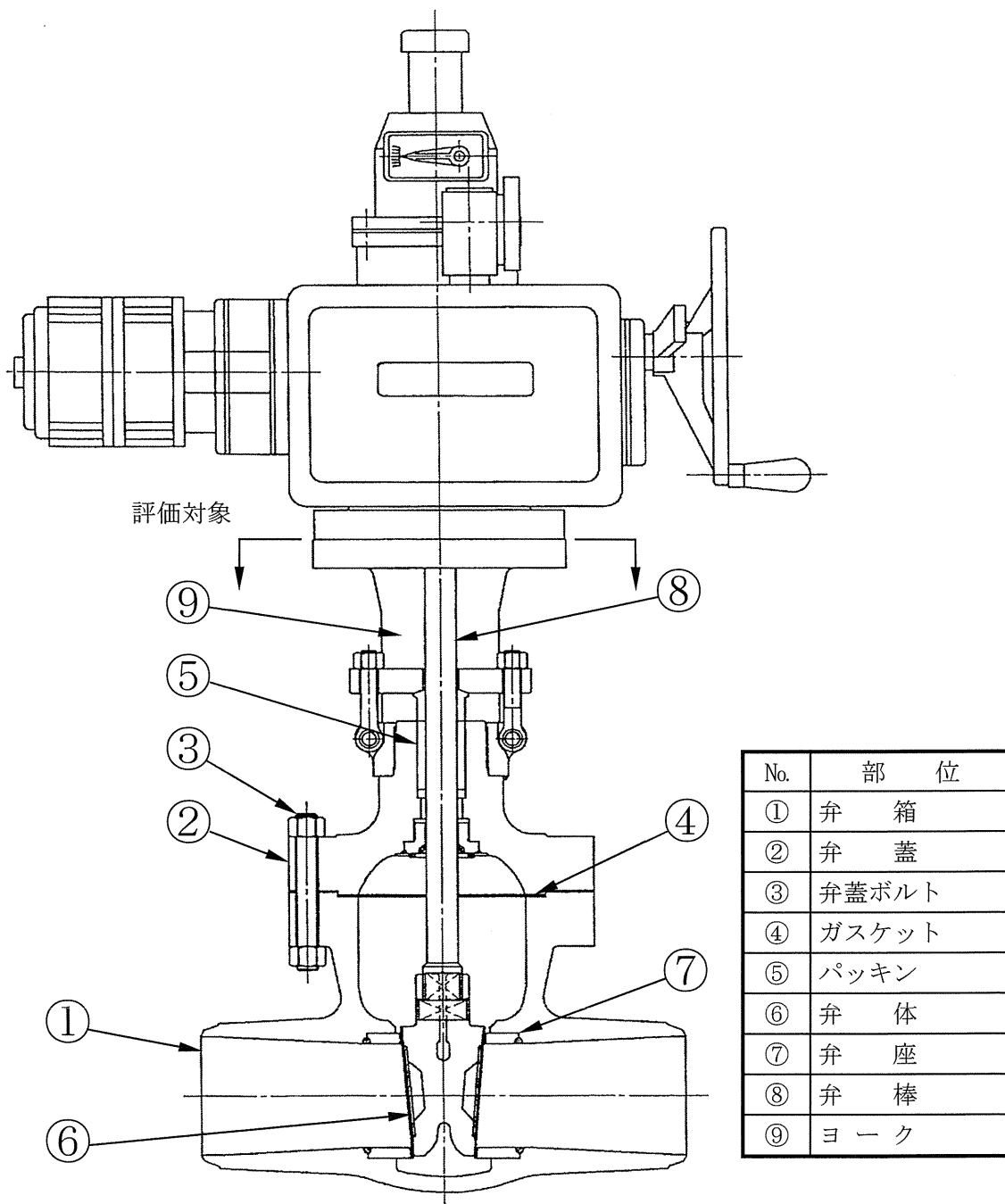


図2.1-2 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁元弁構造図

表2.1-3 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁元弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	炭素鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表2.1-4 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁元弁の使用条件

最高使用圧力	約8.2MPa[gage]
最高使用温度	約298℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.3 第6抽気脱気器入口弁

(1) 構造

玄海3号炉の第6抽気脱気器入口弁は、電動装置を駆動源とした仕切弁であり、抽気系統に1台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、蒸気に接している。玄海3号炉の第6抽気脱気器入口弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の第6抽気脱気器入口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。

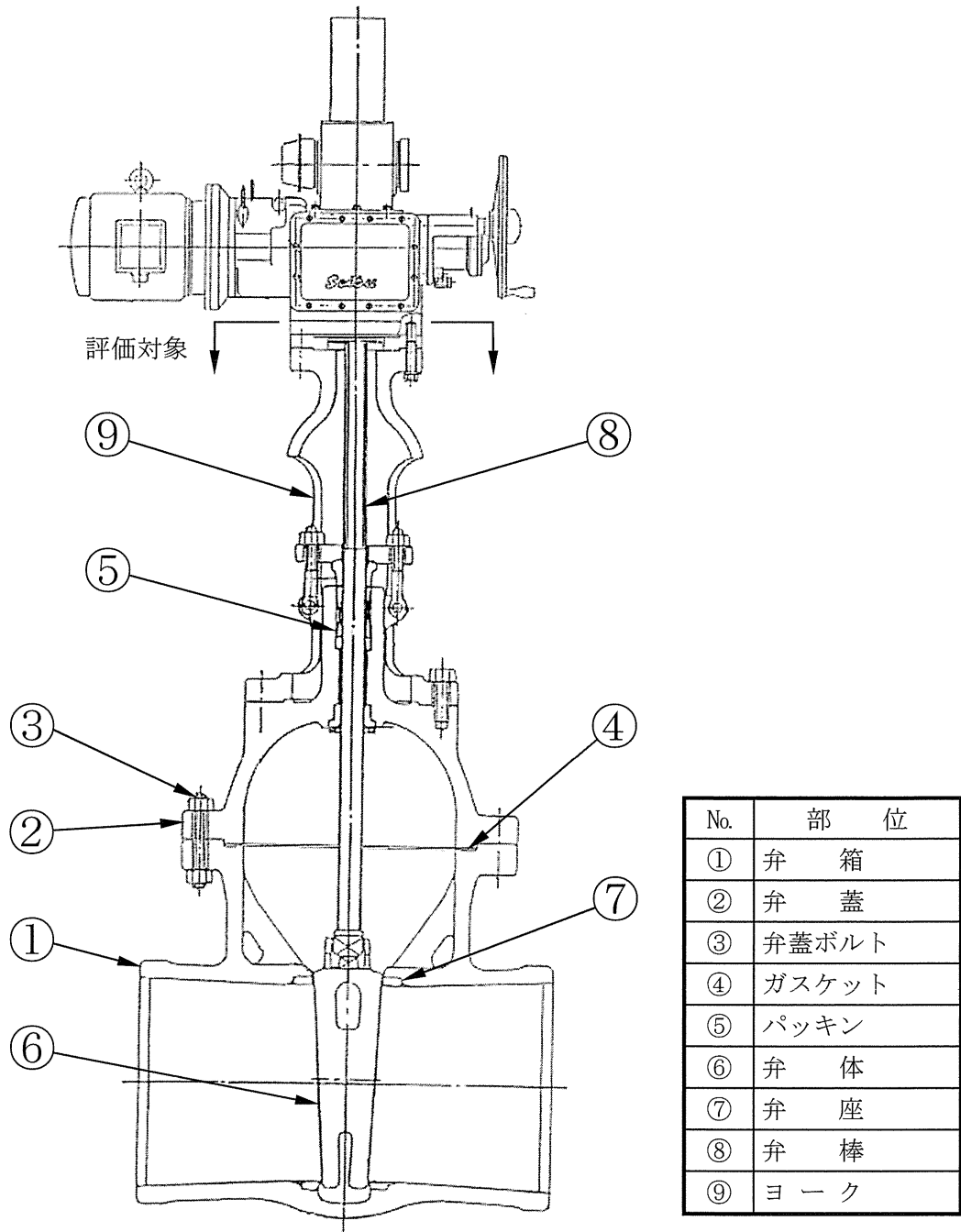


図2.1-3 玄海3号炉 第6抽気脱気器入口弁構造図

表2.1-5 玄海3号炉 第6抽気脱気器入口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表2.1-6 玄海3号炉 第6抽気脱気器入口弁の使用条件

最高使用圧力	約1.4MPa [gage]
最高使用温度	約200℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.4 補助給水隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉の補助給水隔離弁は、電動装置を駆動源とした仕切弁であり、補助給水系統に4台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体には炭素鋼鋳鋼を使用しており、給水に接液している。

玄海3号炉の補助給水隔離弁の構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の補助給水隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。

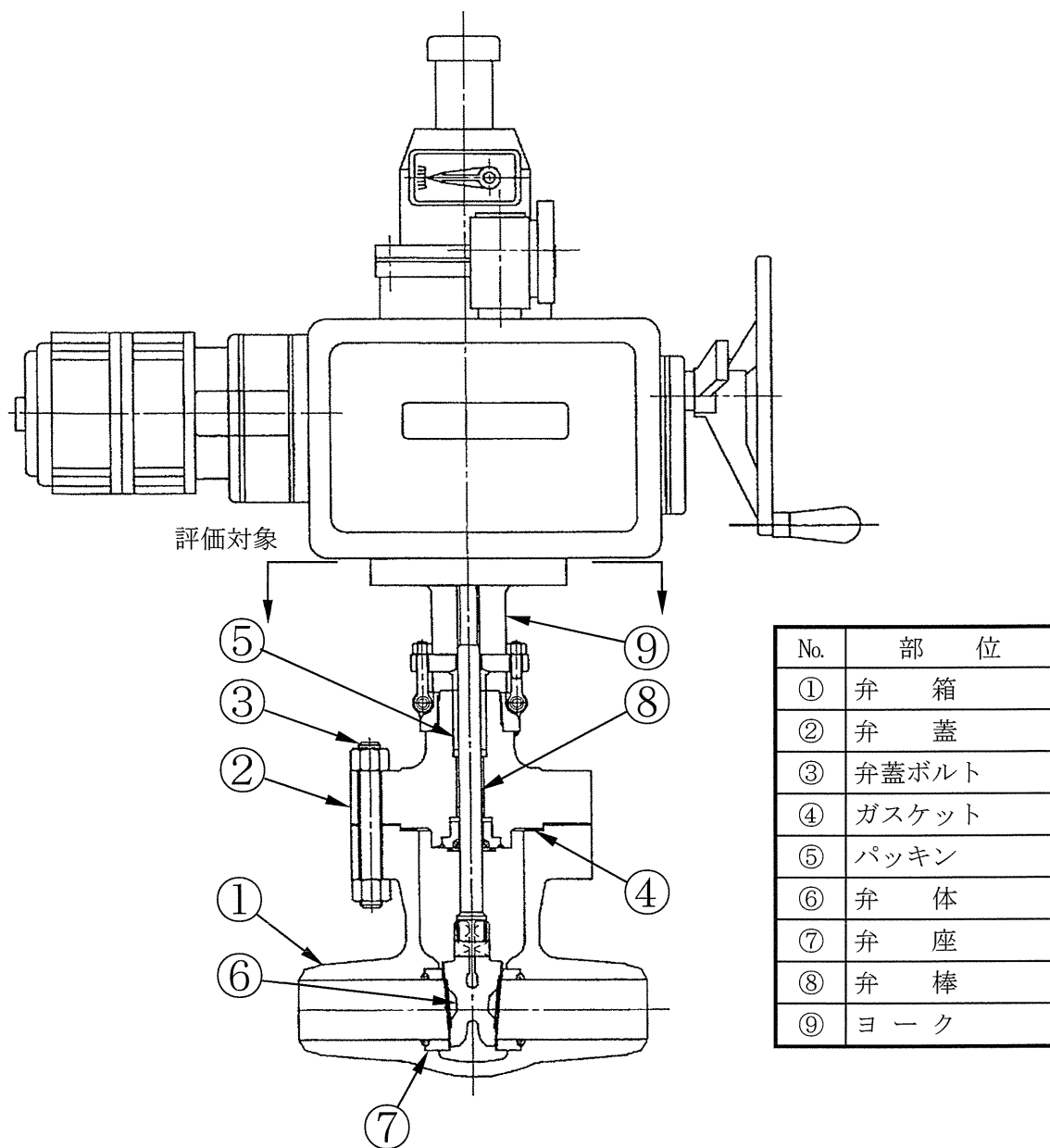


図2.1-4 玄海3号炉 補助給水隔離弁構造図

表2.1-7 玄海3号炉 補助給水隔離弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	炭素鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表2.1-8 玄海3号炉 補助給水隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約12.7MPa [gage]
最高使用温度	約298℃
内 部 流 体	給 水

2.1.5 AFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁

(1) 構造

玄海3号炉のAFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁は、手動の仕切弁であり、補助給水系統に1台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼鋳鋼を使用しており、給水に接液している。

玄海3号炉のAFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁の構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のAFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-9及び表2.1-10に示す。

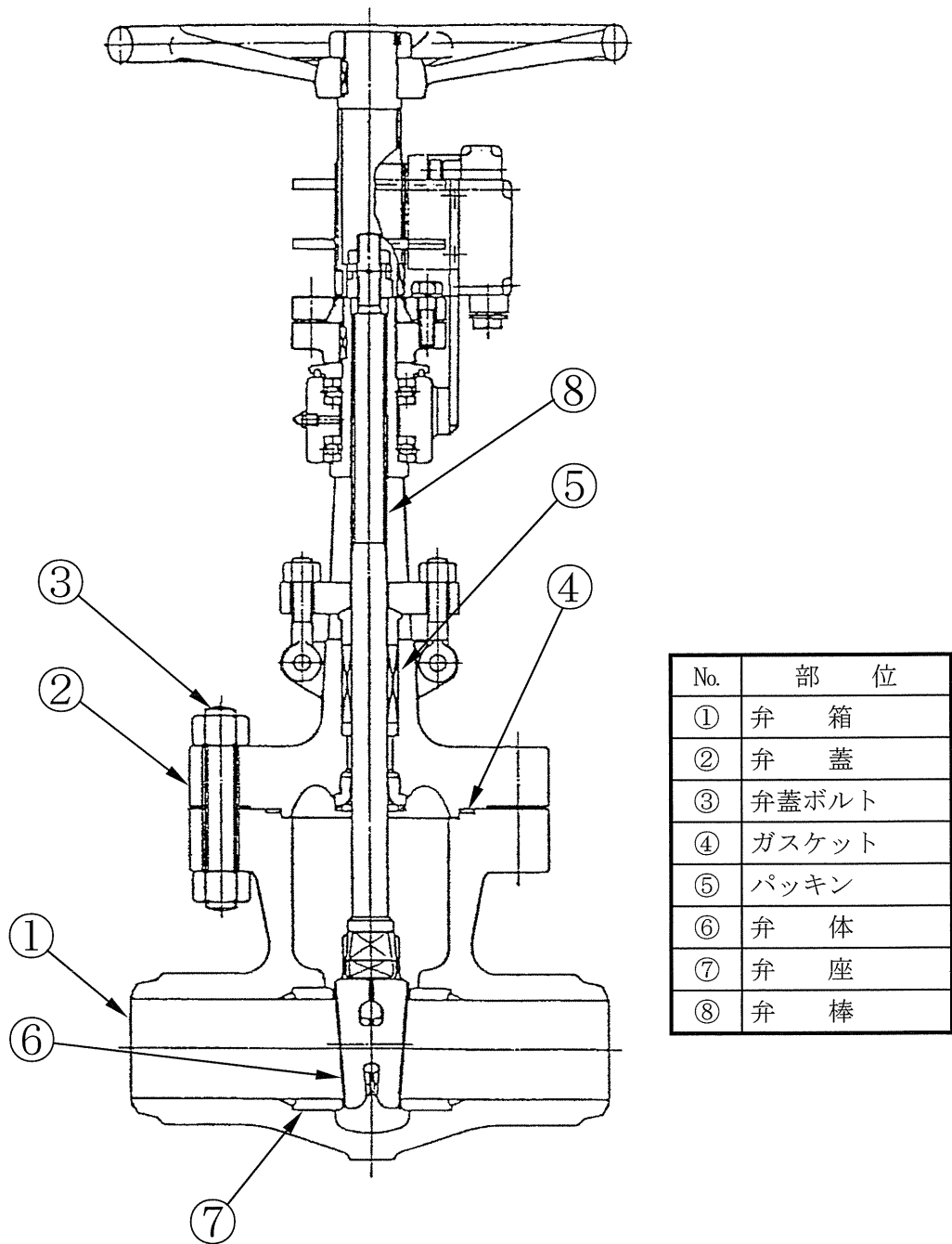


図2.1-5 玄海3号炉 AFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁構造図

表2.1-9 玄海3号炉 AFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁
主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-10 玄海3号炉 AFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁
の使用条件

最高使用圧力	約12.7MPa[gage]
最高使用温度	約40°C
内 部 流 体	給 水

2.1.6 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁は、電動装置を駆動源とした仕切弁であり、原子炉補機冷却水系統に1台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体には炭素鋼鋳鋼を使用しており、ヒドラジン水（防錆剤注入水）に接液している。

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-11及び表2.1-12に示す。

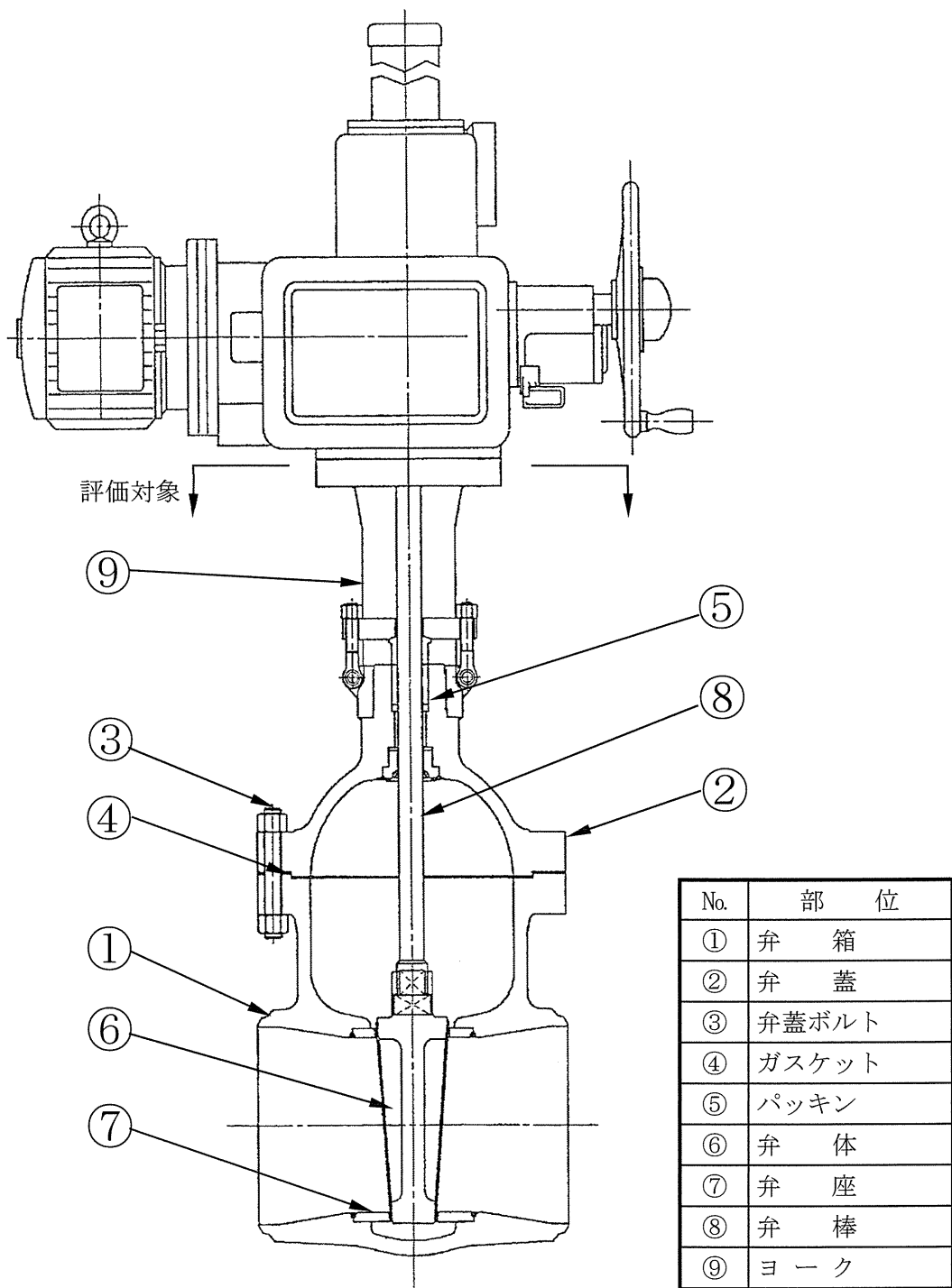


図2.1-6 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁構造図

表2.1-11 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁主要部位の
使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	炭素鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表2.1-12 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約1.4MPa[gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	ヒドラジン水

2.1.7 シリンダ冷却水ポンプ入口弁

(1) 構造

玄海3号炉のシリンダ冷却水ポンプ入口弁は、手動の仕切弁であり、非常用ディーゼル発電機系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体には炭素鋼鋳鋼を使用しており、純水に接液している。

玄海3号炉のシリンダ冷却水ポンプ入口弁の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のシリンダ冷却水ポンプ入口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-13及び表2.1-14に示す。

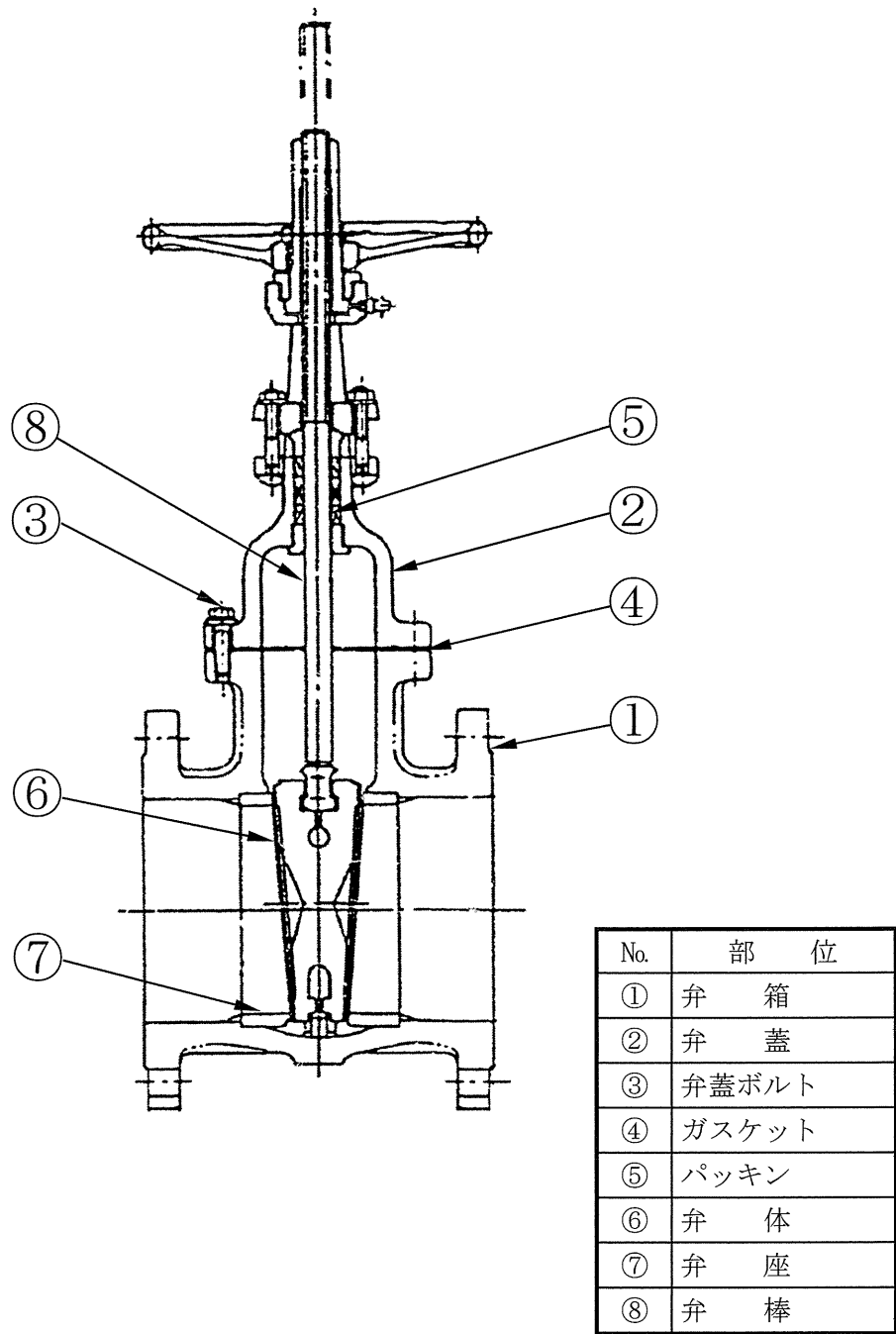


図2.1-7 玄海3号炉 シリンダ冷却水ポンプ入口弁構造図

表2.1-13 玄海3号炉 シリンダ冷却水ポンプ入口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
弁 座	炭素鋼（ステライト肉盛）
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-14 玄海3号炉 シリンダ冷却水ポンプ入口弁の使用条件

最高使用圧力	約0.49MPa [gage]
最高使用温度	約90℃
内 部 流 体	純 水

2.1.8 原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）

(1) 構造

玄海3号炉の原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）は、手動の仕切弁であり、原子炉補機冷却海水系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体には炭素鋼鋳鋼を使用しており、海水に接液している。

玄海3号炉の原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）の構造図を図2.1-8に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-15及び表2.1-16に示す。

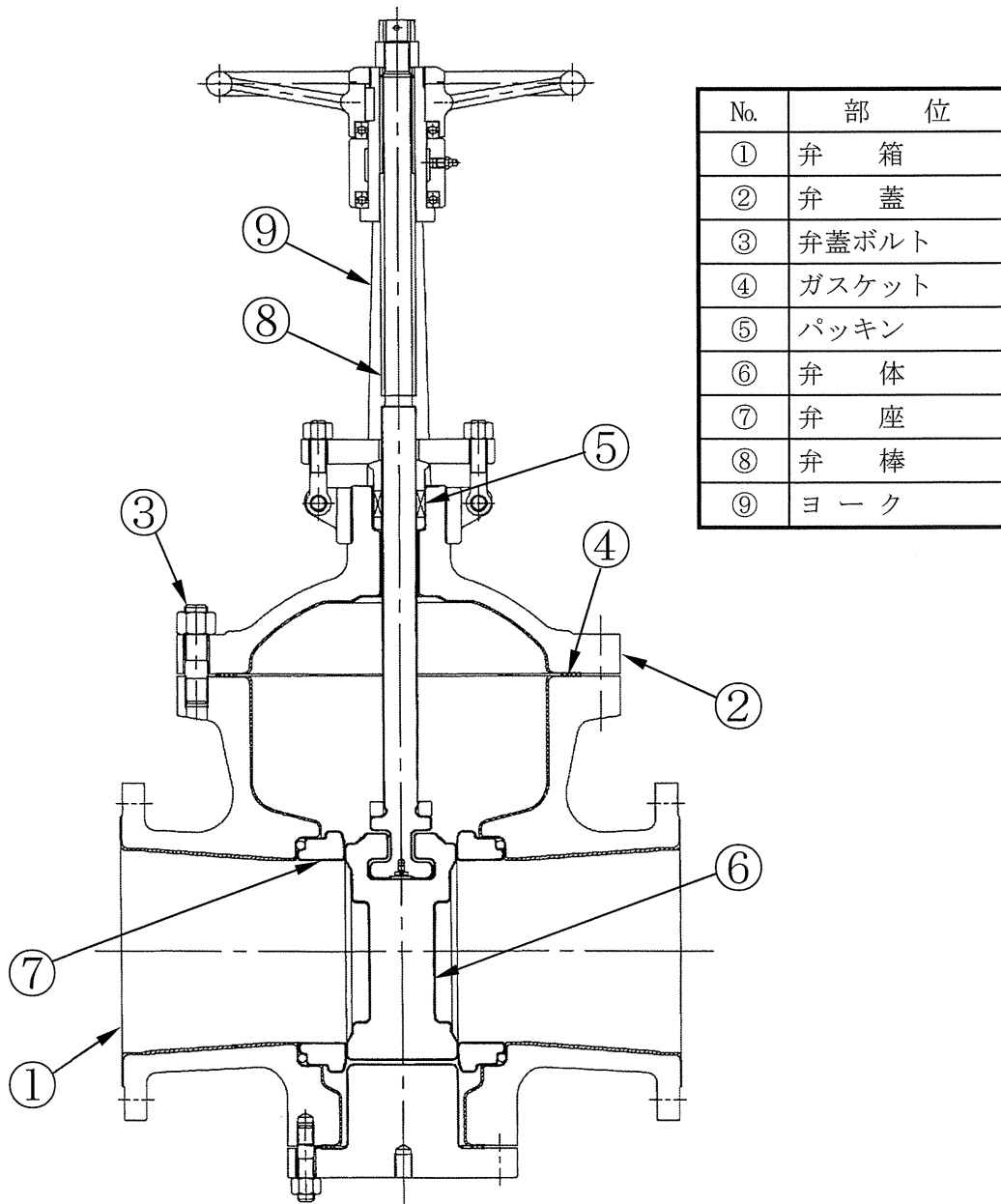


図2.1-8 玄海3号炉 原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）
構造図

表2.1-15 玄海3号炉 原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）
主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼（ライニング）
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼（ライニング）
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭素鋼鋳鋼（ライニング）
弁 座	炭素鋼（ライニング）
弁 棒	ステンレス鋼（ライニング）
ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表2.1-16 玄海3号炉 原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）
の使用条件

最高使用圧力	約0.69MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	海 水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

仕切弁の機能である流体の仕切機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 閉止機能の維持
- ③ 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

仕切弁個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1～表2.2-8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2.2-8で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 弁箱の疲労割れ [余熱除去ラインループ高温側出口弁]

プラントの起動・停止時等に発生する内部流体の温度及び圧力の変化により、疲労が蓄積する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2.2-8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) 弁箱、弁蓋等の腐食（流れ加速型腐食）〔主蒸気逃がし弁元弁〕

弁箱、弁蓋、弁体及び弁座は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、内部流体が蒸気であるため、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(2) 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

〔補助給水隔離弁、シリンダ冷却水ポンプ入口弁〕

弁箱、弁蓋、弁体及び弁座は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、内部流体が給水又は純水（飽和溶存酸素濃度：最大約8ppm）であるため腐食が想定される。

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) 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[R C P, 余剰抽出冷却器 C C W 入口ライン外隔離弁]

弁箱、弁蓋、弁体及び弁座は炭素鋼鋳鋼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）で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 弁箱、弁蓋等の腐食（異種金属接触腐食）

[原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）]

弁箱、弁蓋、弁体及び弁座は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であるため、海水接液面にはライニングを施しているが、ライニングのはく離等により海水が接液した場合、弁棒がステンレス鋼であるため、炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視によりライニングのはく離等がないことを確認し、必要に応じて適切に対処することにより、機器の健全性を維持することとしている。

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

(5) 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）

[主蒸気逃がし弁元弁、補助給水隔離弁、R C P, 余剰抽出冷却器 C C W 入口ライン外隔離弁、シリンダ冷却水ポンプ入口弁、原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）]

弁箱及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(6) 弁箱、弁蓋等の熱時効 [余熱除去ラインループ高温側出口弁]

弁箱、弁蓋及び弁体はステンレス鋼であり、使用温度が250℃以上と高いため、熱時効による材料特性変化を起こす可能性があるが、熱時効は材質変化に加え、欠陥が存在し、かつ高い応力が存在する場合について検討が必要となる。

しかしながら、弁は接続される配管と比較して厚板に製造されていることから発生応力は小さく、製造時の非破壊検査で有意な欠陥がないことを確認し、さらに運転開始後60年を想定した疲労評価でも許容値を満足することから、評価期間において欠陥の発生する要因があるとは考えにくい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(7) 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食） [共通]

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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) 弁体、弁座又は弁箱弁座部（シート面）の摩耗 [共通]

弁体、弁座のシート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

(9) 弁体、弁棒（連結部）の摩耗 [共通]

弁体と弁棒の連結部ははめ込み式であり、弁内部の流れにより弁体が振動してその連結部が摩耗することが想定される。

しかしながら、弁体にはその振動等を拘束するためのガイド部を設けるとともに、流れの影響を受けないよう開弁時には弁体を弁蓋内に収める構造としており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(10) 弁棒（パッキン受け部）の摩耗 [共通]

弁棒は開閉に伴うパッキン受け部との摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(11) 弁棒の腐食（隙間腐食） [共通]

弁棒はパッキンとの接触部において腐食が想定される。

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。

(12) 弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）

[原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）]

弁棒はステンレス鋼であり、内部流体が海水であるため、孔食・隙間腐食が想定される。

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することとしている。

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

(13) 弁棒の応力腐食割れ [共通]

1989年3月、川内2号炉の仕切弁で水素脆化型の応力腐食割れ(遅れ割れ)による弁棒のき裂損傷が発生しているが、当該事象は開弁時にバックシートを効かせ過ぎたことによる過大な応力が原因で発生したものである。

しかしながら、運用の改善を図り手動弁は開弁時バックシートを効かせず、また、電動弁はバックシートを効かせないよう開弁位置を設定している。

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目す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) ヨークの腐食 (全面腐食)

[AFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁、シリンダ冷却水ポンプ入口弁を除く弁共通]

ヨークは炭素鋼鋳鋼であり腐食が想定される。

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

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

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット及びパッキンは分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼			○		△		*1：シート面 *2：連結部 *3：パッキン受け部 *4：隙間腐食	
	弁 蓋		ステンレス鋼鋳鋼					△			
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△ ^{*1,2}				△			
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△ ^{*2,3}	△ ^{*4}		△				
	ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

○：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 主蒸気逃がし弁元弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ ^{*1} △(外面)					*1：流れ加速型腐食 *2：シート面 *3：連結部 *4：パッキン受け部 *5：隙間腐食	
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ ^{*1} △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△ ^{*2,3}	△ ^{*1}						
	弁 座		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△ ^{*1}						
	弁 棒		ステンレス鋼	△ ^{*3,4}	△ ^{*5}		△				
	ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 第6抽気脱気器入口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼							*1：シート面 *2：連結部 *3：パッキン受け部 *4：隙間腐食	
	弁 蓋		ステンレス鋼鋳鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△*1,2							
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△*2,3	△*4		△				
	ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-4 玄海3号炉 補助給水隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：シート面 *2：連結部 *3：パッキン受け部 *4：隙間腐食	
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△*1,2	△						
	弁 座		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△*2,3	△*4		△				
	ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-5 玄海3号炉 AFWPミニフロー・フルフローライン復水タンク入口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼								*1：シート面 *2：連結部 *3：パッキン受け部 *4：隙間腐食
	弁 蓋		ステンレス鋼鋳鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△*1,2							
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△*2,3	△*4		△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-6 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン外隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1: シート面 *2: 連結部 *3: パッキン受け部 *4: 隙間腐食	
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△*1,2	△						
	弁 座		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△*2,3	△*4		△				
	ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-7 玄海3号炉 シリンダ冷却水ポンプ入口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：シート面 *2：連結部 *3：パッキン受け部 *4：隙間腐食	
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△ ^{*1,2}	△						
	弁 座		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△ ^{*2,3}	△ ^{*4}		△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-8 玄海3号炉 原子炉補機冷却海水供給ライン止弁（移動式大容量ポンプ車側）に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△ ^{*1} △(外面)						*1：異種金属接触腐食 *2：シート面 *3：連結部 *4：パッキン受け部 *5：隙間腐食 *6：孔食・隙間腐食
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△ ^{*1} △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)	△ ^{*2,3}	△ ^{*1}						
	弁 座		炭 素 鋼 (ライニング)	△	△ ^{*1}						
	弁 棒		ステンレス鋼 (ライニング)	△ ^{*3,4}	△ ^{*5,6}		△				
	ヨ ー ク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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 弁箱の疲労割れ [余熱除去ラインループ高温側出口弁]

a. 事象の説明

弁箱は、プラントの起動・停止時等による熱過渡を繰り返し受けるため、疲労が蓄積する。

b. 技術評価

① 健全性評価

余熱除去ラインループ高温側出口弁の高応力部位を対象とした健全性評価を以下に示す要領にて実施した。

評価対象部位を図2.3-1に示す。

弁箱に発生する応力については、「(社)日本機械学会 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」に基づき評価した。

また、使用環境を考慮した疲労については、「(社)日本機械学会 環境疲労評価手法 (JSME S NF1-2009)」に基づき評価した。

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。

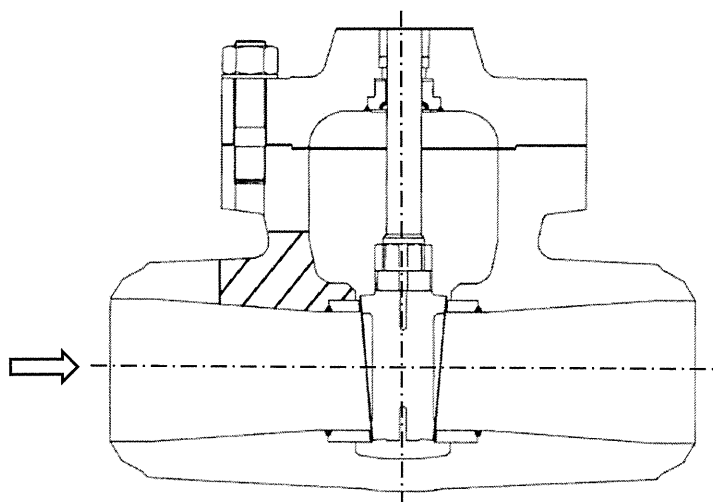


図2.3-1 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁
弁箱の疲労評価対象部位 (斜線部)

表2.3-1 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁
弁箱の疲労評価に用いた過渡回数

	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
運 転 状 態 I	起動 (温度上昇率55.6°C/h)	23	60
	停止 (温度下降率55.6°C/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	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°C、低温側±2.4°C、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 弁箱の疲労評価結果

評価対象	疲 労 累 積 係 数 (許容値：1以下)	
	設計・建設規格 による解析	環境疲労評価手法 による解析
余熱除去ラインループ 高温側出口弁	0.005	0.126

② 現状保全

弁箱の疲労割れについては、定期的を目視確認を実施し、有意な異常がないことを確認すると共に、定期的な漏えい検査を実施し健全性を確認している。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、弁箱の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、弁箱の疲労割れによる機器の健全性への影響は漏えい検査により、異常のないことは目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

弁箱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。

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。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 弁箱の疲労割れ [1次冷却材系統、余熱除去系統の仕切弁]

プラントの起動・停止時等に発生する内部流体の温度及び圧力変化を受ける余熱除去ラインループ高温側出口弁の疲労評価結果では、表2.3-2に示すように疲労割れが発生する可能性はないと考えられ、当該弁と同等以下の過渡しか受けないその他の弁についても、疲労割れが発生する可能性はないと考える。

また、弁箱の疲労割れによる機器の健全性への影響は漏えい検査により、異常のないことは目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、弁箱の疲労割れについては、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。

3.2 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 弁箱、弁蓋等の腐食（流れ加速型腐食）

[主蒸気系統、抽気系統、タービンランド蒸気系統、補助蒸気系統、蒸気発生器ブローダウン系統、2次系復水系統、2次系ドレン系統、主給水系統の仕切弁]

炭素鋼製の弁箱、弁蓋等は、内部流体が蒸気又は給水であるため、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.2 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[補助給水系統、非常用ディーゼル発電機系統、原子炉格納容器スプレイ系統の仕切弁]

炭素鋼製の弁箱、弁蓋等は、内部流体が給水、純水（飽和溶存酸素濃度：最大約8ppm）又は空気であるため腐食が想定される。

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。

3.2.3 弁箱、弁蓋の腐食（全面腐食）[主給水系統の仕切弁]

低合金鋼鑄鋼の弁箱及び弁蓋は、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。

3.2.4 弁箱、弁蓋等の腐食（エロージョン）〔蒸気発生器ブローダウン系統の仕切弁〕

蒸気及び凝縮水が流れる弁のうち、高減圧部となる部位では流速が大きくなるため、弁箱、弁蓋等にエロージョンによる減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.5 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

〔原子炉補機冷却水系統、制御用空気系統、非常用ディーゼル発電機系統、潤滑・制御油系統、空調用冷水系統の仕切弁〕

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は腐食が想定される。

しかしながら、内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）、油又は脱気された純水で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.6 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）〔炭素鋼製等の弁共通〕

炭素鋼製等の弁箱及び弁蓋は腐食が想定される。

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

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

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

3.2.7 弁箱、弁蓋（外面）の応力腐食割れ [使用済燃料ピット浄化冷却系統の仕切弁]

屋外に設置されたステンレス鋼製鋼製の弁箱及び弁蓋は、大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は防水措置（保温）を施しており、大気中の海塩粒子が付着する可能性は小さく、塗装又は防水措置（保温）が健全であれば応力腐食割れの可能性は小さい。

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

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

3.2.8 弁箱、弁蓋等の熱時効 [ステンレス鋼製鋼製の弁共通]

ステンレス鋼製鋼製の弁箱、弁蓋等において、使用温度が250℃以上と高いものは、熱時効による材料特性変化を起こす可能性があるが、熱時効は材質変化に加え、欠陥が存在し、かつ高い応力が存在する場合について検討が必要となる。

しかしながら、弁は接続される配管と比較して厚板に製造されていることから発生応力は小さく、製造時の非破壊検査で有意な欠陥がないことを確認し、さらに運転開始後60年を想定した疲労評価でも許容値を満足することを代表機器において確認していることから、評価期間において欠陥の発生する要因があるとは考えにくい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.9 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食） [ステンレス鋼製弁蓋ボルトを除く弁共通]

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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。

3.2.10 弁体、弁座又は弁箱弁座部（シート面）の摩耗 [共通]

弁体、弁座又は弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.11 弁体、弁棒（連結部）の摩耗 [共通]

弁体と弁棒の連結部ははめ込み式であり、弁内部の流れにより弁体が振動してその連結部が摩耗することが想定される。

しかしながら、弁体にはその振動等を拘束するためのガイド部を設けるとともに、流れの影響を受けないよう開弁時には弁体を弁蓋内に収める構造としており、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.12 弁棒（パッキン受け部）の摩耗 [共通]

弁棒は開閉に伴うパッキン受け部との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。

3.2.13 弁棒の腐食（隙間腐食） [共通]

弁棒はパッキンとの接触部において腐食が想定される。

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。

3.2.14 弁棒の応力腐食割れ [共通]

1989年3月、川内2号炉の仕切弁で水素脆化型の応力腐食割れ(遅れ割れ)による弁棒のき裂損傷が発生しているが、当該事象は開弁時にバックシートを効かせ過ぎたことによる過大な応力が原因で発生したものである。

しかしながら、運用の改善を図り手動弁は開弁時バックシートを効かせず、また、電動弁はバックシートを効かせないよう開弁位置を設定している。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.15 ヨークの腐食(全面腐食) [ヨークのある弁共通]

炭素鋼製等のヨークは腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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。

1. 2 玉形弁

[対象機器]

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① 1次冷却材系統玉形弁 | ①⑦ 余熱除去系統玉形弁 |
| ② 化学体積制御系統玉形弁 | ①⑧ 原子炉格納容器スプレイ系統玉形弁 |
| ③ 蒸気発生器ブローダウン系統玉形弁 | ①⑨ 主蒸気系統玉形弁 |
| ④ 使用済燃料ピット浄化冷却系統玉形弁 | ②⑩ 2次系復水系統玉形弁 |
| ⑤ 燃料取替用水系統玉形弁 | ②⑪ 2次系ドレン系統玉形弁 |
| ⑥ 原子炉補機冷却水系統玉形弁 | ②⑫ 主給水系統玉形弁 |
| ⑦ 原子炉補機冷却海水系統玉形弁 | ②⑬ 補助給水系統玉形弁 |
| ⑧ 液体廃棄物処理系統玉形弁 | ②⑭ タービングラント蒸気系統玉形弁 |
| ⑨ 固体廃棄物処理系統玉形弁 | ②⑮ 非常用ディーゼル発電機系統玉形弁 |
| ⑩ 気体廃棄物処理系統玉形弁 | ②⑯ 制御用空気系統玉形弁 |
| ⑪ 1次系試料採取系統玉形弁 | ②⑰ 所内用空気系統玉形弁 |
| ⑫ 空気サンプリング系統玉形弁 | ②⑱ 補助蒸気系統玉形弁 |
| ⑬ 炉内核計装ガスパーシ系統玉形弁 | ②⑲ 消火系統玉形弁 |
| ⑭ 換気空調系統玉形弁 | ③⑰ 潤滑・制御油系統玉形弁 |
| ⑮ 空調用冷水系統玉形弁 | ③⑱ 大容量空冷式発電機系統玉形弁 |
| ⑯ 安全注入系統玉形弁 | |

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	9
2.1 構造、材料及び使用条件	9
2.2 経年劣化事象の抽出	42
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	60
3. 代表機器以外への展開	63
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	63
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	64

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玉形弁の主な仕様を表1-1に示す。

これらの玉形弁を設置場所、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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に示す玉形弁について、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計11のグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 設置場所：屋内、内部流体：1次冷却材・ほう酸水、材料：ステンレス鋼

このグループには、1次冷却材系統、化学体積制御系統、使用済燃料ピット浄化冷却系統、燃料取替用水系統、液体廃棄物処理系統、1次系試料採取系統、安全注入系統、余熱除去系統及び原子炉格納容器スプレイ系統の玉形弁が属するが、重要度及び使用頻度が高く、使用条件が厳しい抽出ライン止弁を代表機器とする。

- (2) 設置場所：屋内、内部流体：苛性ソーダ溶液、材料：ステンレス鋼

このグループには、原子炉格納容器スプレイ系統の玉形弁が属するが、使用頻度が高いよう素除去薬品注入弁を代表機器とする。

- (3) 設置場所：屋内、内部流体：廃液、材料：ステンレス鋼

このグループには、液体廃棄物処理系統及び固体廃棄物処理系統の玉形弁が属するが、重要度が高いC/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁を代表機器とする。

- (4) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：蒸気、材料：炭素鋼・低合金鋼

このグループには、主蒸気系統、タービンランド蒸気系統、補助蒸気系統及び2次系ドレン系統の玉形弁が属するが、重要度及び使用頻度が高い主蒸気逃がし弁を代表機器とする。

- (5) 設置場所：屋内、内部流体：蒸気、材料：ステンレス鋼

このグループには、補助蒸気系統の玉形弁が属するが、使用条件が厳しいスチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）を代表機器とする。

- (6) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：給水・純水・ろ過水、材料：炭素鋼・低合金鋼・鋳鉄

このグループには、2次系復水系統、補助蒸気系統、蒸気発生器ブローダウン系統、補助給水系統、2次系ドレン系統、主給水系統、空調用冷水系統、非常用ディーゼル発電機系統及び消火系統の玉形弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいSGBD外隔離弁を代表機器とする。

- (7) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：純水・給水・蒸留水・油、材料：ステンレス鋼

このグループには、1次冷却材系統、化学体積制御系統、蒸気発生器ブローダウン系統、原子炉格納容器スプレイ系統、2次系復水系統、補助給水系統、液体廃棄物処理系統、潤滑・制御油系統、非常用ディーゼル発電機系統及び大容量空冷式発電機系統の玉形弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいS/Gサンプルライン外隔離弁を代表機器とする。

- (8) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：窒素・空気・炭酸ガス・希ガス等、材料：炭素鋼・銅合金

このグループには、1次冷却材系統、原子炉補機冷却水系統、気体廃棄物処理系統、安全注入系統、非常用ディーゼル発電機系統、制御用空気系統、所内用空気系統、消火系統及び空調用冷水系統の玉形弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しい蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁を代表機器とする。

- (9) 設置場所：屋内、内部流体：希ガス等・窒素・炭酸ガス・空気、材料：ステンレス鋼

このグループには、1次冷却材系統、化学体積制御系統、気体廃棄物処理系統、液体廃棄物処理系統、炉内核計装ガスパーズ系統、原子炉補機冷却水系統、1次系試料採取系統、空気サンプリング系統、換気空調系統、非常用ディーゼル発電機系統及び制御用空気系統の玉形弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいPRT自動ガス分析ライン内隔離弁を代表機器とする。

- (10) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：ヒドラジン水・冷媒・油、材料：炭素鋼・銅合金、アルミニウム合金

このグループには、化学体積制御系統、原子炉補機冷却水系統、安全注入系統、余熱除去系統、原子炉格納容器スプレイ系統、制御用空気系統、空調用冷水系統、非常用ディーゼル発電機系統及び潤滑・制御油系統の玉形弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しく、口径が大きいCHP，ポンプ，モータCCW出口弁を代表機器とする。

- (11) 設置場所：屋外、内部流体：海水、材料：炭素鋼

このグループには、SWP電動機冷却水絞り弁のみが属しているため、SWP電動機冷却水絞り弁を代表機器とする。

表1-1(1/5) 玄海3号炉 玉形弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定			
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件 最高使用圧力 (MPa[gage]) 最高使用温度 (°C)		選定	代表弁	選定理由
屋内	1次冷却材 ほう酸水	ステンレス鋼	8	1次冷却材系統	2~4	PS-1、重*2	約17.2	約343、約360	◎	抽出ライン止弁 (3B 約17.2MPa 約343°C)	重要度 使用頻度 使用条件
			84	化学体積制御系統	3/4~3	PS-1、MS-1 PS-2、高*3 重*2	約0.05~20.0	約65~343			
			1	使用済燃料ピット浄化冷却系統	4	MS-2	約1.4	約95			
			2	燃料取替用水系統	4	MS-2	約1.4	約95			
			14	液体廃棄物処理系統	1・1/2~4	MS-1、高*3	約0.98~2.1	約95~150			
			47	1次系試料採取系統	3/8、3/4	MS-1、MS-2 高*3	約1.4~17.2	約95~360			
			20	安全注入系統	3/4~6	MS-1、高*3 重*2	約16.7~20.0	約150			
			6	余熱除去系統	2~6	MS-1、PS-2 重*2	約4.5	約200			
			7	原子炉格納容器スプレイ系統	3~8	MS-1、高*3	約2.7	約150			
屋内	苛性ソーダ溶液	ステンレス鋼	10	原子炉格納容器スプレイ系統	3	MS-1	約0.07、約2.7	約65、約150	◎	よう素除去薬品注入弁 (3B 約2.7MPa 約150°C)	使用頻度
屋内	廃液	ステンレス鋼	10	液体廃棄物処理系統	1~3	MS-1、高*3	約0.98	約144、約150	◎	C/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁 (2B 約0.98MPa 約144°C)	重要度
			7	固体廃棄物処理系統	3/4~2	高*3	大気圧~約0.98	約120			
屋内	蒸気	炭素鋼 低合金鋼	36	主蒸気系統	3/4~8	MS-1、高*3 重*2	約8.2	約298	◎	主蒸気逃がし弁 (6B 約8.2MPa 約298°C)	重要度 使用頻度
			12	タービンランド蒸気系統	2~8	高*3	約0.69~8.2	約175~298			
			43	補助蒸気系統	3/4~8	高*3	約0.09~8.2	約170~298			
屋内・屋外		炭素鋼	2	2次系ドレン系統	6	高*3	約1.4	約200			
屋内	蒸気	ステンレス鋼	3	補助蒸気系統	1、4	高*3	約0.93、約3.2	約185、約240	◎	スチームハンパ加熱蒸気圧力制御弁(小弁) (4B 約3.2MPa 約240°C)	使用条件

*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：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1-1(2/5) 玄海3号炉 玉形弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準				代表機器の選定					
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代表弁	選定理由			
						最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)							
屋内	給水	炭素鋼	14	2次系復水系統	1/2~20	高*3	約4.1	約80、約200	◎	SGBD外隔離弁 (3B 約8.2MPa 約298°C)	重要度 使用条件			
			8	補助蒸気系統	1・1/2~4	高*3	約0.69~1.8	約100						
			23	蒸気発生器ブローダウン系統	3/4~8	MS-1、高*3	大気圧~約8.2	約100~298						
			9	補助給水系統	1/2、3	MS-1、重*2	約12.1、約12.7	約40						
			屋内・屋外	給水	炭素鋼 低合金鋼	21	2次系ドレン系統	2~10				高*3	約0.05~8.2	約115~298
						17	主給水系統*4	1~16				MS-2、高*3	約10.3	約200、約235
屋内	純水	炭素鋼 炭素鋼 鉄	14	空調用冷水系統	1~6	MS-1	約0.98	約45、約144						
			26	非常用ディーゼル発電機系統	1・1/4~8	MS-1	約0.49	約65、約90						
			1	消火系統	4	MS-1	約1.5	約144						
屋内	純水	ステンレス鋼	2	1次冷却材系統	3	MS-1	約1.4	約144				◎	S/Gサンプルライン外隔離弁 (3/8B 約8.2MPa 約298°C)	重要度 使用条件
			1	化学体積制御系統	2	MS-2	約1.4	約65						
	給水		40	蒸気発生器ブローダウン系統	3/8	MS-1、高*3	約8.2	約65、約298						
			2	原子炉格納容器スプレイ系統	6	重*2	約2.1	約40						
	蒸留水 油		給水	1	2次系復水系統	1/2	高*3	約4.1	約80					
				7	補助給水系統	2~6	MS-1、高*3	約12.1、約12.7	約40					
				16	液体廃棄物処理系統	3/4~2	高*3	約0.98	約150					
				9	潤滑・制御油系統	1/2、3/4	MS-1、高*3	約0.69~3.3	約80、約150					
				屋内・屋外	給水	4	非常用ディーゼル発電機系統	3/4、2	MS-1、重*2	大気圧、約0.78	約50、約85			
						5	大容量空冷式発電機系統	1・1/2、2	重*2	大気圧、約0.40	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：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

*4：2次系給水系統を含む

表1-1(3/5) 玄海3号炉 玉形弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定				
設置場所	内部流体	材 料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代 表 弁	選定理由	
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)								
屋 内	窒 素	炭 素 鋼	1	1次冷却材系統	1・1/2	MS-1	約0.98	約144	◎	蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁 (1B 約17.2MPa 約144°C)	重要度 使用条件	
			2	原子炉補機冷却水系統	3/4、1	重*2	約0.98	約95				
			1	気体廃棄物処理系統	3/4	PS-2	約0.98	約95				
	空 気	銅 合 金	1	安全注入系統	1	MS-1	約17.2	約144				
			1	原子炉補機冷却水系統	3/4	重*2	約1.4	約95				
			2	非常用ディーゼル発電機系統	3/8	MS-1	約3.2	約50				
			33	制御用空気系統	3/4~4	MS-1、重*2	約0.83	約50~250				
			1	所内用空気系統	2	MS-1	約0.83	約144				
			炭酸ガス	2	消火系統	1・1/4、4	高*3	約10.8				約40
				11	消火系統	3/4~4	高*3	約10.8				約40
希ガス等	4	空調用冷水系統	1/4	MS-1	約0.39	約100						

*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：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1-1(4/5) 玄海3号炉 玉形弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準				代表機器の選定		
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代表弁	選定理由
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)							
屋内	希ガス等 窒素 炭酸ガス 空気	ステンレス鋼	2	1次冷却材系統	3/8	MS-1	約0.69	約170	◎	PRT自動ガス分析ライン内隔離弁 (3/8B 約0.69MPa 約170°C)	重要度 使用条件
			2	化学体積制御系統	3/4	MS-2	約0.49	約95			
			18	気体廃棄物処理系統	3/8~1	PS-2、高*3	約0.69、約0.98	約95~400			
			10	液体廃棄物処理系統	3/8~2	MS-1、高*3	約0.39~0.98	約144、約150			
			1	液体廃棄物処理系統	2	MS-1	約0.98	約144			
			2	炉内核計装ガスパーズ系統	3/4	MS-1	約0.39	約144			
			2	原子炉補機冷却水系統	6	重*2	約1.4	約175			
			6	1次系試料採取系統	3/8、3/4	MS-1、高*3 重*2	約0.98	約95、約144			
			5	空気サンプリング系統	1	MS-1、高*3 重*2	約0.39、約0.98	約144			
			4	換気空調系統	2	重*2	大気圧	約40			
			10	非常用ディーゼル発電機系統	3/8~1	MS-1、高*3	約3.2	約50、約90			
			41	制御用空気系統	1~3	MS-1、重*2	約0.83、約0.98	約50、約144			

*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：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1-1(5/5) 玄海3号炉 玉形弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定				
設置場所	内部流体	材 料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代 表 弁	選定理由	
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)								
屋 内	ヒドラジン水	炭 素 鋼	12	化学体積制御系統	1/2、3/4	MS-1、重*2	約1.4	約95	◎	CHP, ポンプ, モータCCW出口弁 (3B 約1.4MPa 約95°C)	重要度 使用条件 口径	
			72	原子炉補機冷却水系統	1/2~6	MS-1、MS-2 重*2	約1.4	約95				
			8	安全注入系統	1/2、3/4	MS-1	約1.4	約95				
			8	余熱除去系統	1/2、3/4	MS-1	約1.4	約95				
			8	原子炉格納容器スプレイ系統	1/2、3/4	MS-1	約1.4	約95				
			12	制御用空気系統	1、1・1/2	MS-1	約1.4	約95				
	冷 媒 油	銅 合 金	4	制御用空気系統	1	MS-1	約1.4	約95				
			24	空調用冷水系統	1/4、3/4	MS-1	約0.10	約100				
			28	空調用冷水系統	1/4~3/4	MS-1	約0.10、約0.39	約75、約100				
			アルミニウム合金	1	潤滑・制御油系統	1/2	高*3	約2.8				約80
				炭 素 鋼	36	非常用ディーゼル発電機系統	3/4~6	MS-1、重*2				大気圧~約0.69
15	潤滑・制御油系統	1/4~ 2・1/2	MS-1、高*3		約0.49~3.9	約70~100						
屋 外	海 水	炭 素 鋼 (ライニング)	4	原子炉補機冷却海水系統	1	MS-1	約0.70	約50	◎	SWP電動機冷却水絞り弁 (1B 約0.70MPa 約50°C)		

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

2. 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11種類の玉形弁について技術評価を実施する。

- ① 抽出ライン止弁
- ② よう素除去薬品注入弁
- ③ C/Vサンプルポンプ出口ライン内隔離弁
- ④ 主蒸気逃がし弁
- ⑤ スチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）
- ⑥ SGBD外隔離弁
- ⑦ S/Gサンプルライン外隔離弁
- ⑧ 蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁
- ⑨ PRT自動ガス分析ライン内隔離弁
- ⑩ CHP, ポンプ, モータCCW出口弁
- ⑪ SWP電動機冷却水絞り弁

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 抽出ライン止弁

(1) 構造

玄海3号炉の抽出ライン止弁は、空気作動装置を駆動源とした玉形弁であり、化学体積制御系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン、ベローズ）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁蓋にはステンレス鋼を使用しており、1次冷却材に接液している。

玄海3号炉の抽出ライン止弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の抽出ライン止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

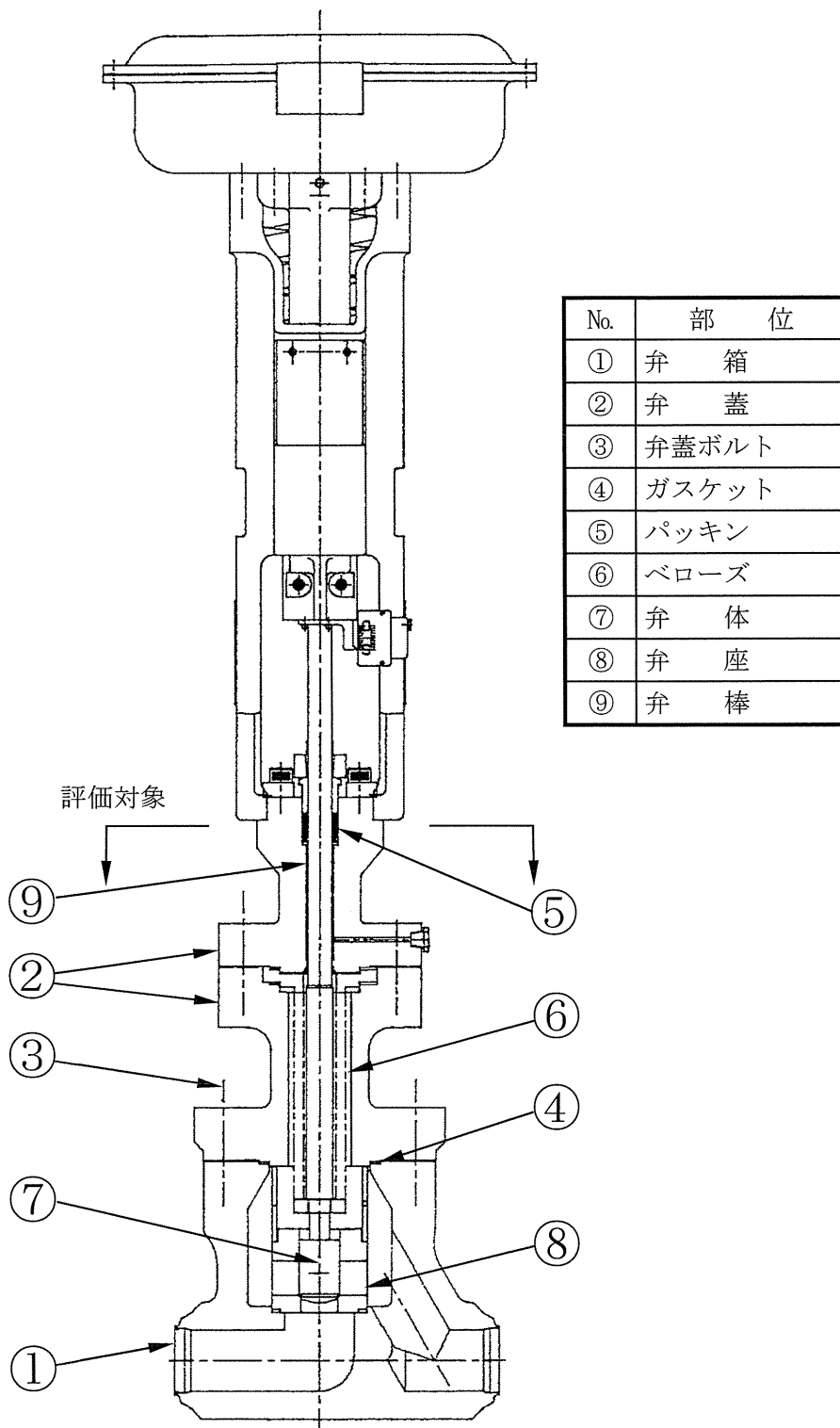


図2.1-1 玄海3号炉 抽出ライン止弁構造図

表2.1-1 玄海3号炉 抽出ライン止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼
弁 蓋	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁蓋ボルト	ステンレス鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
ペローズ	消耗品・定期取替品
弁 体	消耗品・定期取替品
弁 座	消耗品・定期取替品
弁 棒	消耗品・定期取替品

表2.1-2 玄海3号炉 抽出ライン止弁の使用条件

最高使用圧力	約17.2MPa [gage]
最高使用温度	約343℃
内 部 流 体	1次冷却材

2.1.2 よう素除去薬品注入弁

(1) 構造

玄海3号炉のよう素除去薬品注入弁は、電動装置を駆動源とした玉形弁であり、原子炉格納容器スプレイ系統に2台設置されている。

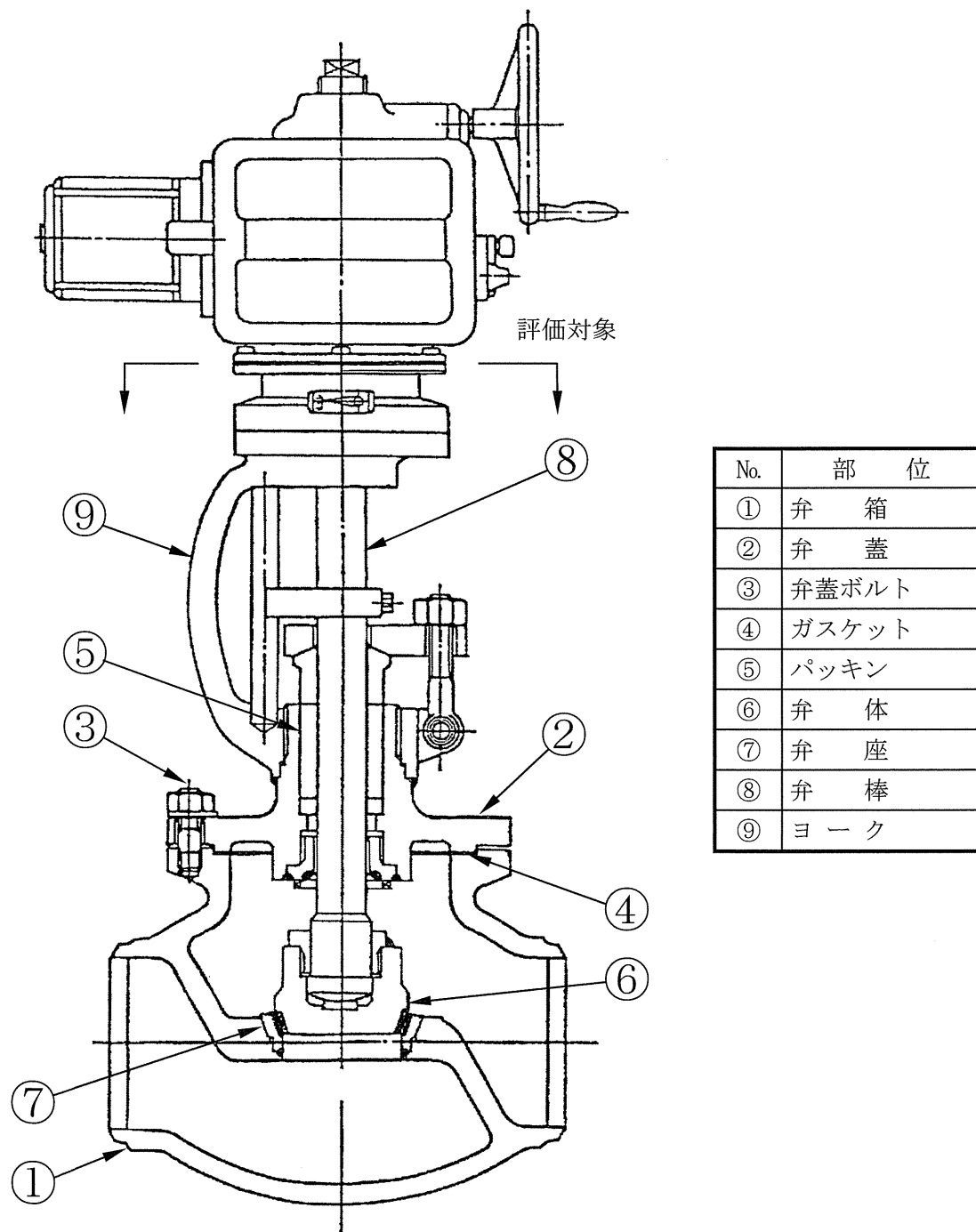
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁蓋はステンレス鋼鋳鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、苛性ソーダ溶液に接液している。

玄海3号炉のよう素除去薬品注入弁の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のよう素除去薬品注入弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	パッキン
⑥	弁 体
⑦	弁 座
⑧	弁 棒
⑨	ヨ ー ク

図2.1-2 玄海3号炉 よう素除去薬品注入弁構造図

表2.1-3 玄海3号炉 よう素除去薬品注入弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ヨーク	炭素鋼鋳鋼

表2.1-4 玄海3号炉 よう素除去薬品注入弁の使用条件

最高使用圧力	約2.7MPa[gage]
最高使用温度	約150℃
内 部 流 体	苛性ソーダ溶液

2.1.3 C/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉のC/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁は、空気作動装置を駆動源とした玉形弁であり、液体廃棄物処理系統に1台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、廃液に接液している。

玄海3号炉のC/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のC/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。

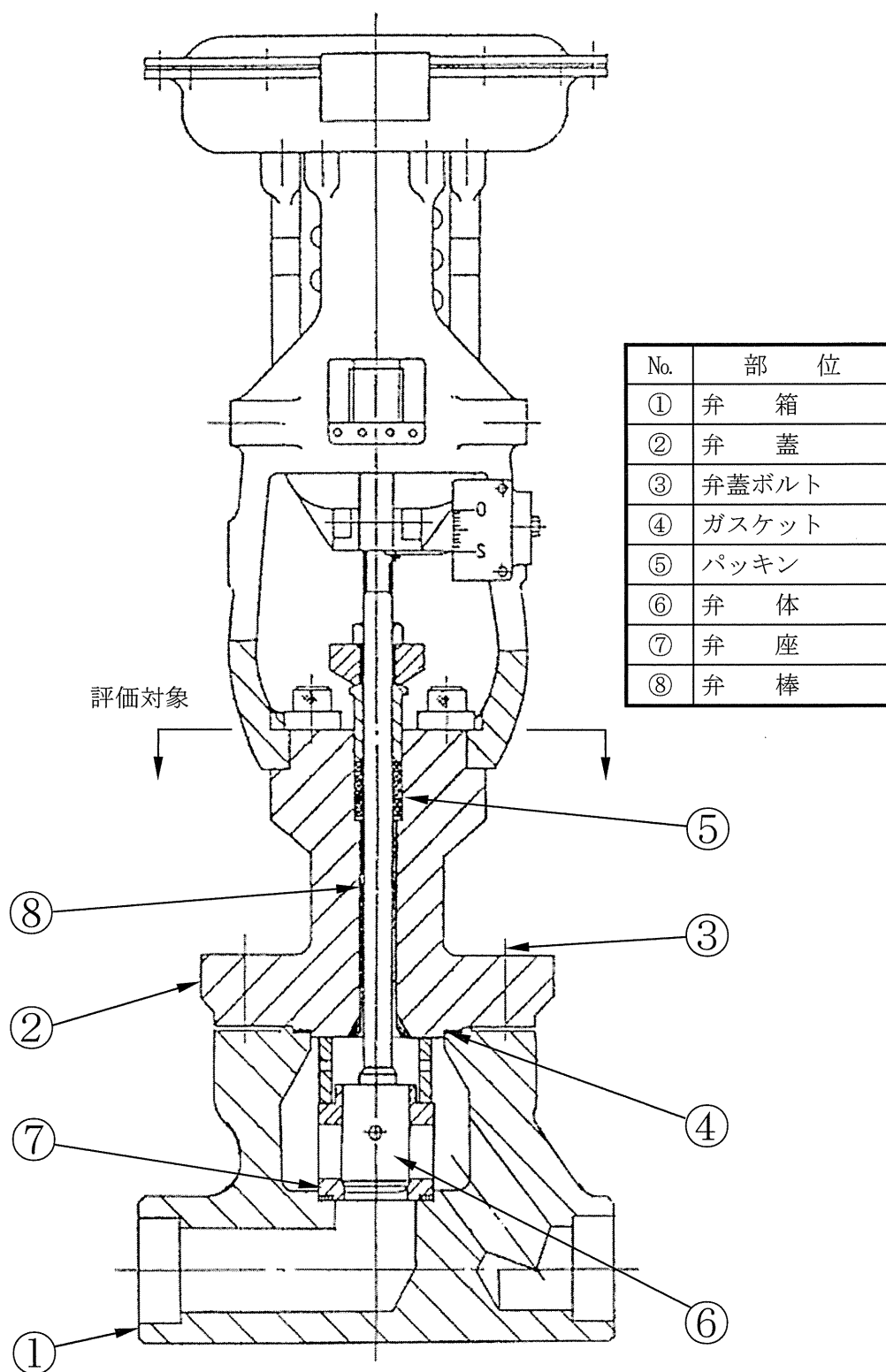


図2.1-3 玄海3号炉 C/Vサンプルポンプ出口ライン内隔離弁構造図

表2.1-5 玄海3号炉 C/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼
弁 蓋	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁蓋ボルト	ステンレス鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-6 玄海3号炉 C/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約0.98MPa [gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	廃 液

2.1.4 主蒸気逃がし弁

(1) 構造

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁は、空気作動装置を駆動源とした玉形弁であり、主蒸気系統に4台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁蓋は低合金鋼鑄鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、蒸気に接している。

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁の構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。

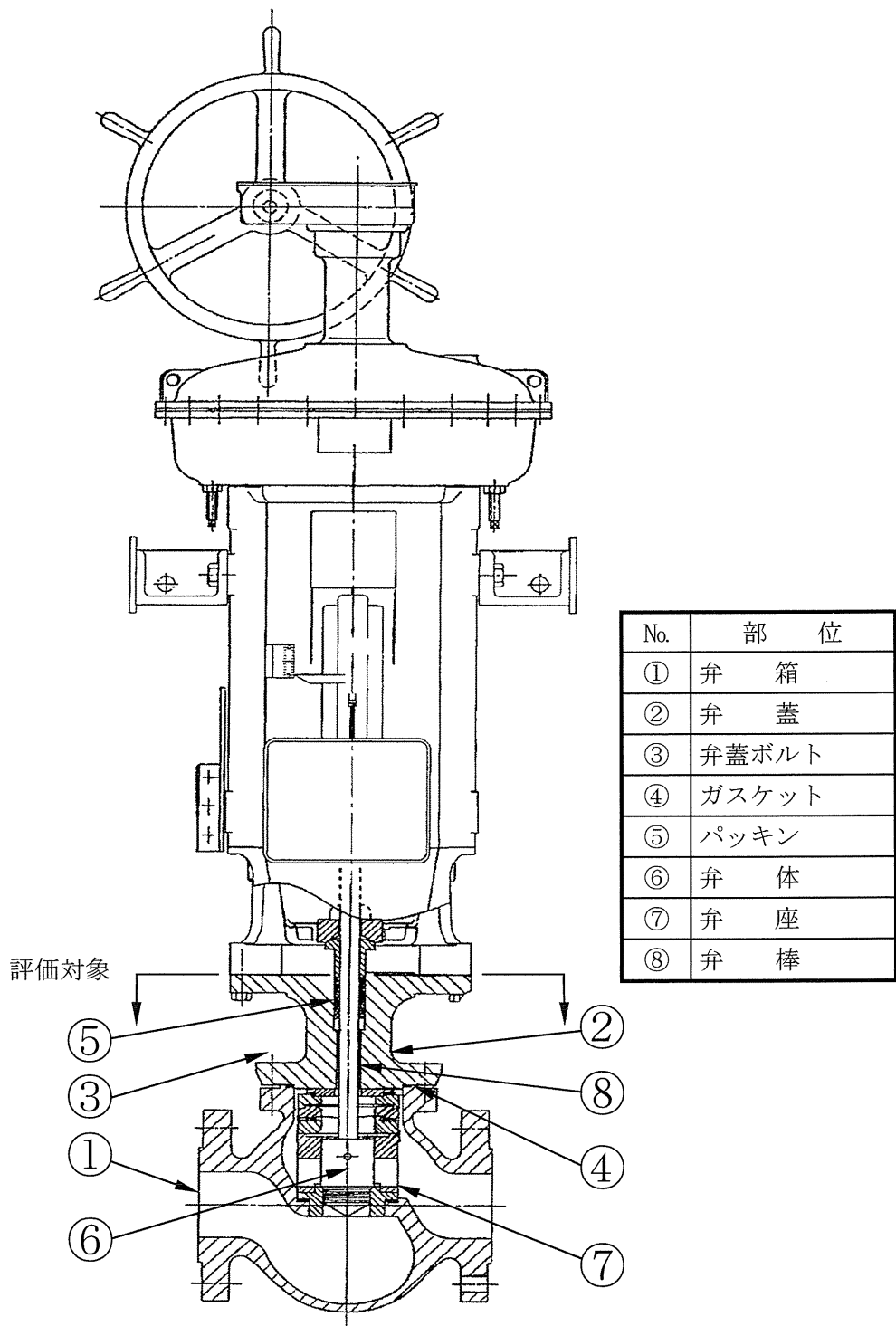


図2.1-4 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁構造図

表2.1-7 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	低合金鋼鑄鋼
弁 蓋	低合金鋼鑄鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-8 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁の使用条件

最高使用圧力	約8.2MPa[gage]
最高使用温度	約298℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.5 スチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）

(1) 構造

玄海3号炉のスチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）は、空気作動装置を駆動源とした玉形弁であり、補助蒸気系統に1台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱はステンレス鋼、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、蒸気に接している。

玄海3号炉のスチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）の構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のスチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-9及び表2.1-10に示す。

No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	パッキン
⑥	弁 体
⑦	弁 座
⑧	弁 棒

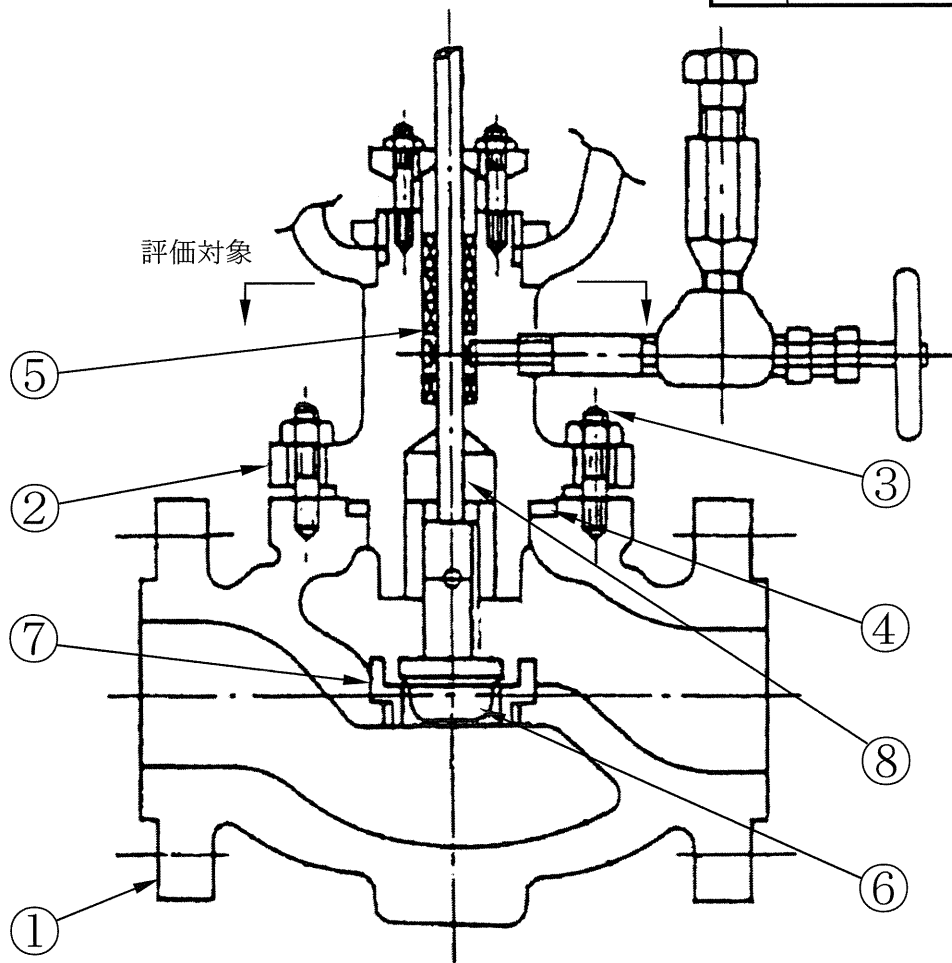


図2.1-5 玄海3号炉 スチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）構造図

表2.1-9 玄海3号炉 スチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス 鋳鋼鋼
弁 蓋	ステンレス鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁 座	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-10 玄海3号炉 スチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）の使用条件

最高使用圧力	約3.2MPa[gage]
最高使用温度	約240℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.6 S G B D外隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉のS G B D外隔離弁は、空気作動装置を駆動源とした玉形弁であり、蒸気発生器ブローダウン系統に4台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱は低合金鋼鋳鋼、弁蓋は低合金鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、給水に接液している。

玄海3号炉のS G B D外隔離弁の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のS G B D外隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-11及び表2.1-12に示す。

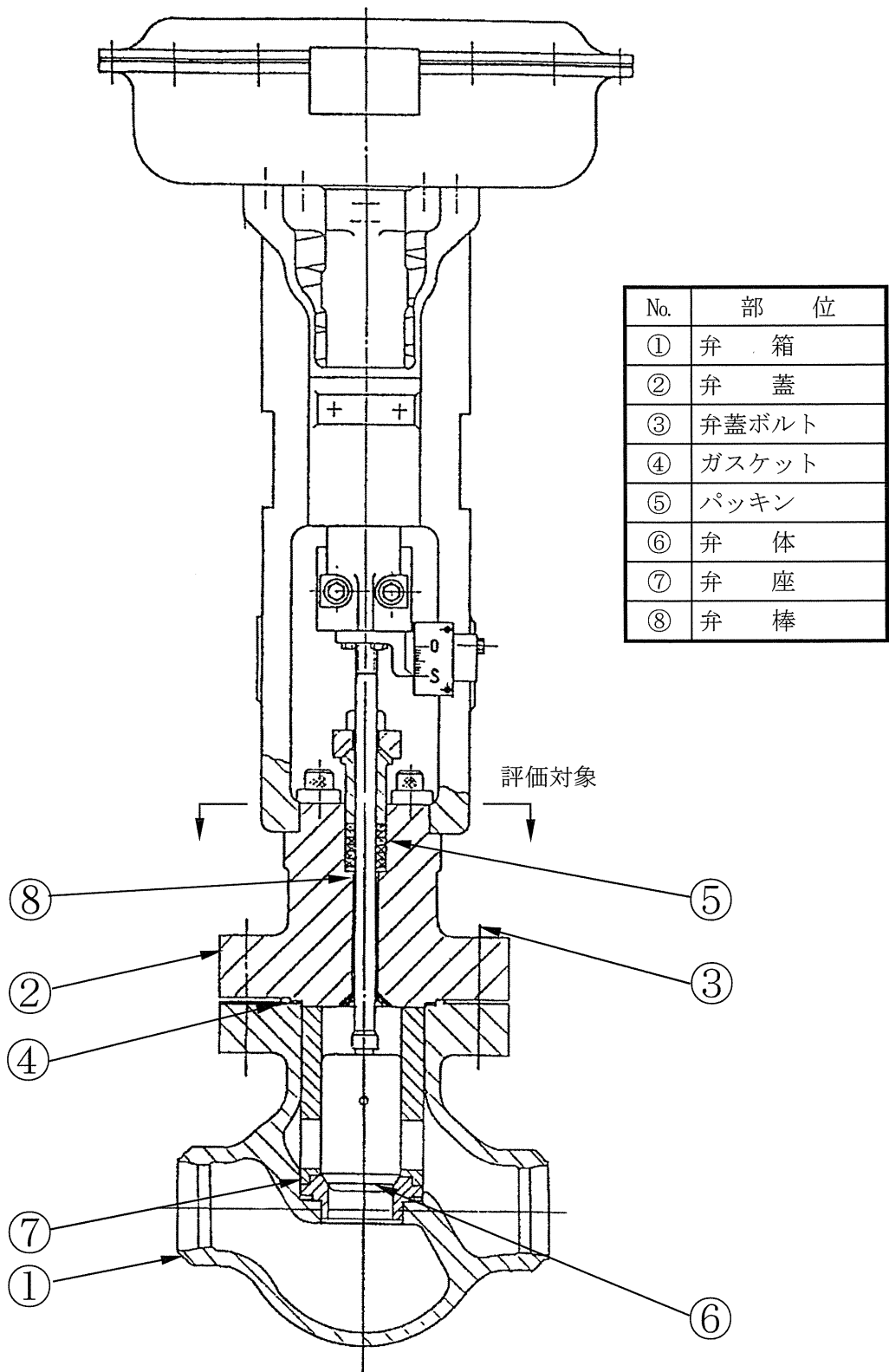


図2.1-6 玄海3号炉 SGBD外隔離弁構造図

表2.1-11 玄海3号炉 SGBD外隔離弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	低合金鋼鑄鋼
弁 蓋	低合金鋼 (ステライト肉盛)
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-12 玄海3号炉 SGBD外隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約8.2MPa[gage]
最高使用温度	約298℃
内 部 流 体	給 水

2.1.7 S/Gサンプルライン外隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉のS/Gサンプルライン外隔離弁は、空気作動装置を駆動源とした玉形弁であり、蒸気発生器ブローダウン系統に4台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、給水に接液している。

玄海3号炉のS/Gサンプルライン外隔離弁の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のS/Gサンプルライン外隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-13及び表2.1-14に示す。

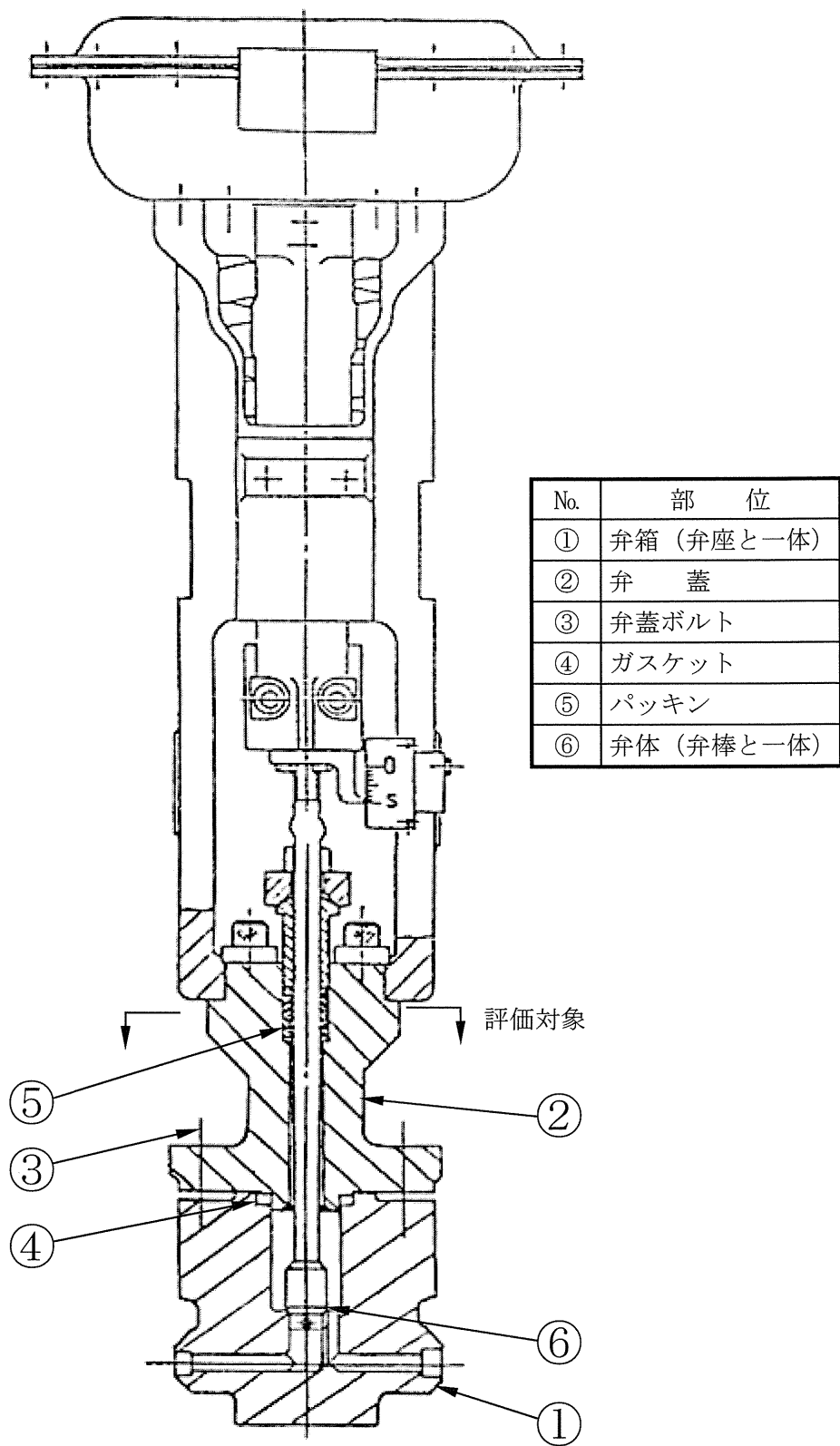


図2.1-7 玄海3号炉 S/Gサンプルライン外隔離弁構造図

表2.1-13 玄海3号炉 S/Gサンプルライン外隔離弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁蓋ボルト	ステンレス鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁体（弁棒と一体）	ステンレス鋼

表2.1-14 玄海3号炉 S/Gサンプルライン外隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約8.2MPa[gage]
最高使用温度	約298℃
内 部 流 体	給 水

2.1.8 蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉の蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁は、空気作動装置を駆動源とした玉形弁であり、安全注入系統に1台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁蓋は炭素鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、窒素に接している。

玄海3号炉の蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁の構造図を図2.1-8に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-15及び表2.1-16に示す。

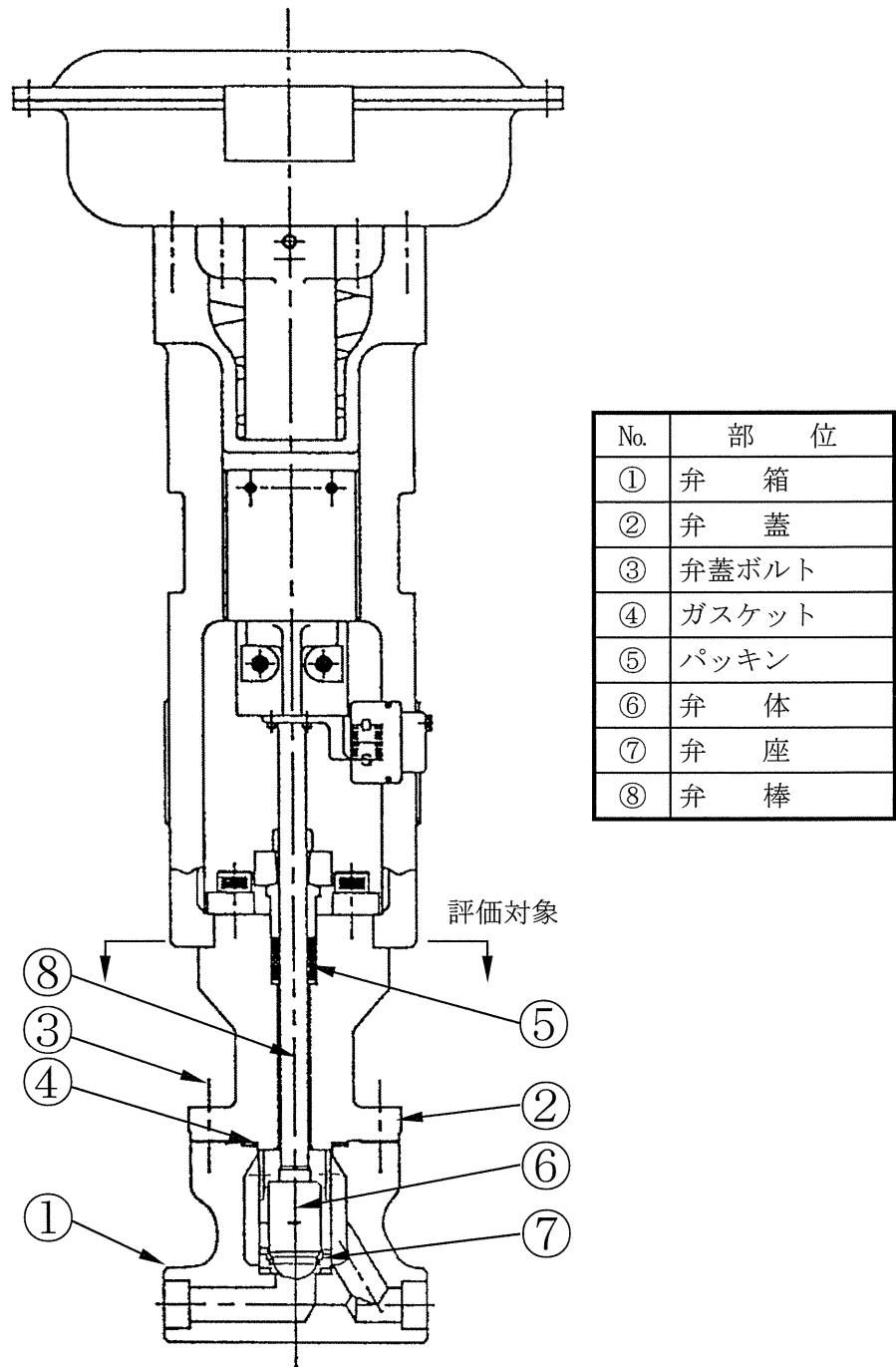


図2.1-8 玄海3号炉 蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁構造図

表2.1-15 玄海3号炉 蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭 素 鋼
弁 蓋	炭 素 鋼 (ステライト肉盛)
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-16 玄海3号炉 蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約17.2MPa[gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	窒 素

2.1.9 P R T自動ガス分析ライン内隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉のP R T自動ガス分析ライン内隔離弁は、空気作動装置を駆動源とした玉形弁であり、1次冷却材系統に1台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン、ベローズ）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、希ガス等に接している。

玄海3号炉のP R T自動ガス分析ライン内隔離弁の構造図を図2.1-9に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のP R T自動ガス分析ライン内隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-17及び表2.1-18に示す。

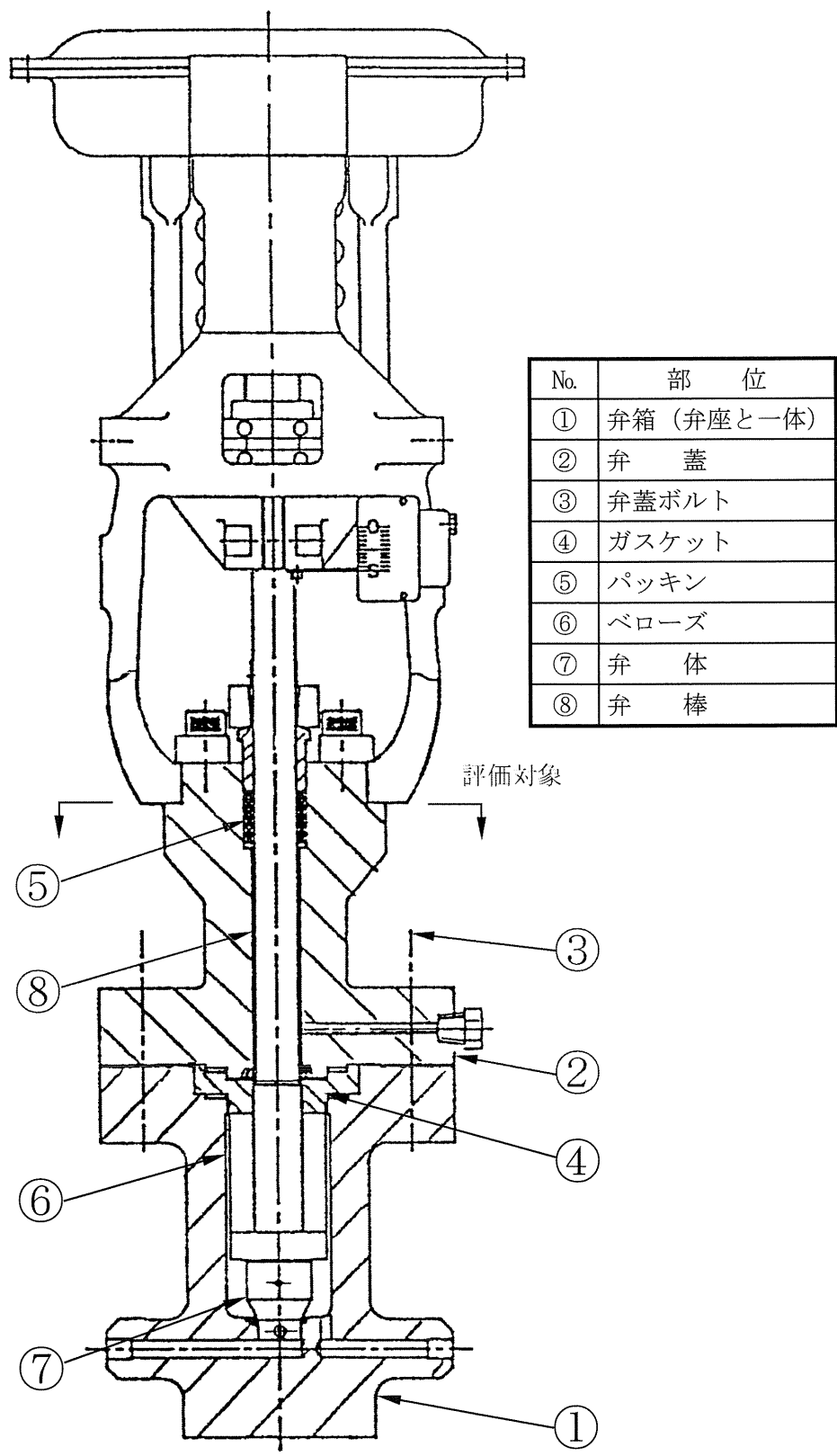


図2.1-9 玄海3号炉 PRT自動ガス分析ライン内隔離弁構造図

表2.1-17 玄海3号炉 PRT自動ガス分析ライン内隔離弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁蓋ボルト	ステンレス鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
ペローズ	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-18 玄海3号炉 PRT自動ガス分析ライン内隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約0.69MPa[gage]
最高使用温度	約170℃
内 部 流 体	希ガス等

2.1.10 CHP, ポンプ, モータCCW出口弁

(1) 構造

玄海3号炉のCHP, ポンプ, モータCCW出口弁は、手動の玉形弁であり、原子炉補機冷却水系統に3台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼、弁体には炭素鋼を使用しており、ヒドラジン水（防錆剤注入水）に接液している。

玄海3号炉のCHP, ポンプ, モータCCW出口弁の構造図を図2.1-10に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のCHP, ポンプ, モータCCW出口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-19及び表2.1-20に示す。

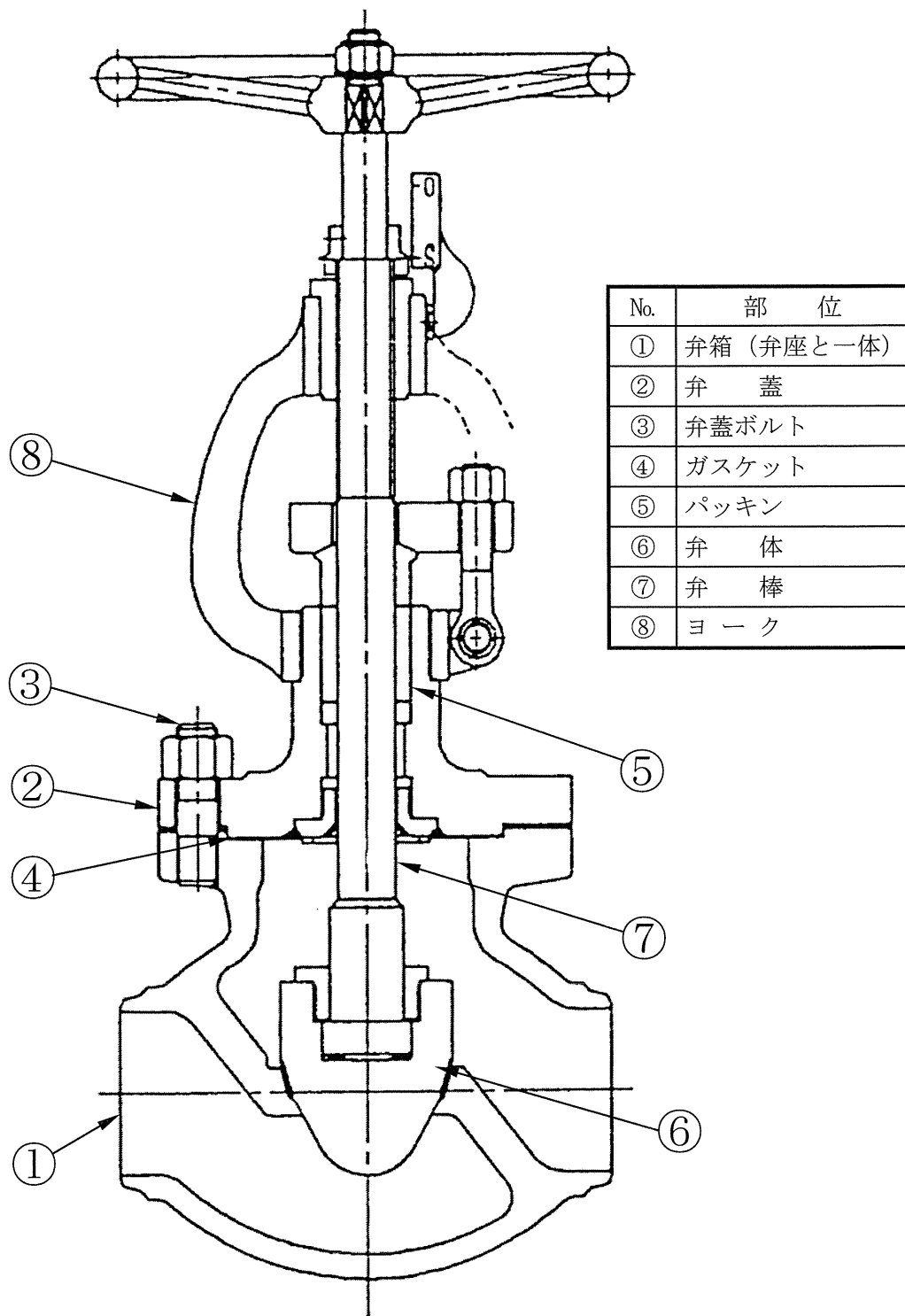


図2.1-10 玄海3号炉 CHP, ポンプ, モータCCW出口弁構造図

表2.1-19 玄海3号炉 CHP, ポンプ, モータCCW出口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱 (弁座と一体)	炭素鋼鋳鋼 (ステンレス鋼肉盛)
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭 素 鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ヨーク	炭 素 鋼

表2.1-20 玄海3号炉 CHP, ポンプ, モータCCW出口弁の使用条件

最高使用圧力	約1.4MPa[gage]
最高使用温度	約95℃
内 部 流 体	ヒドラジン水

2.1.11 SWP電動機冷却水絞り弁

(1) 構造

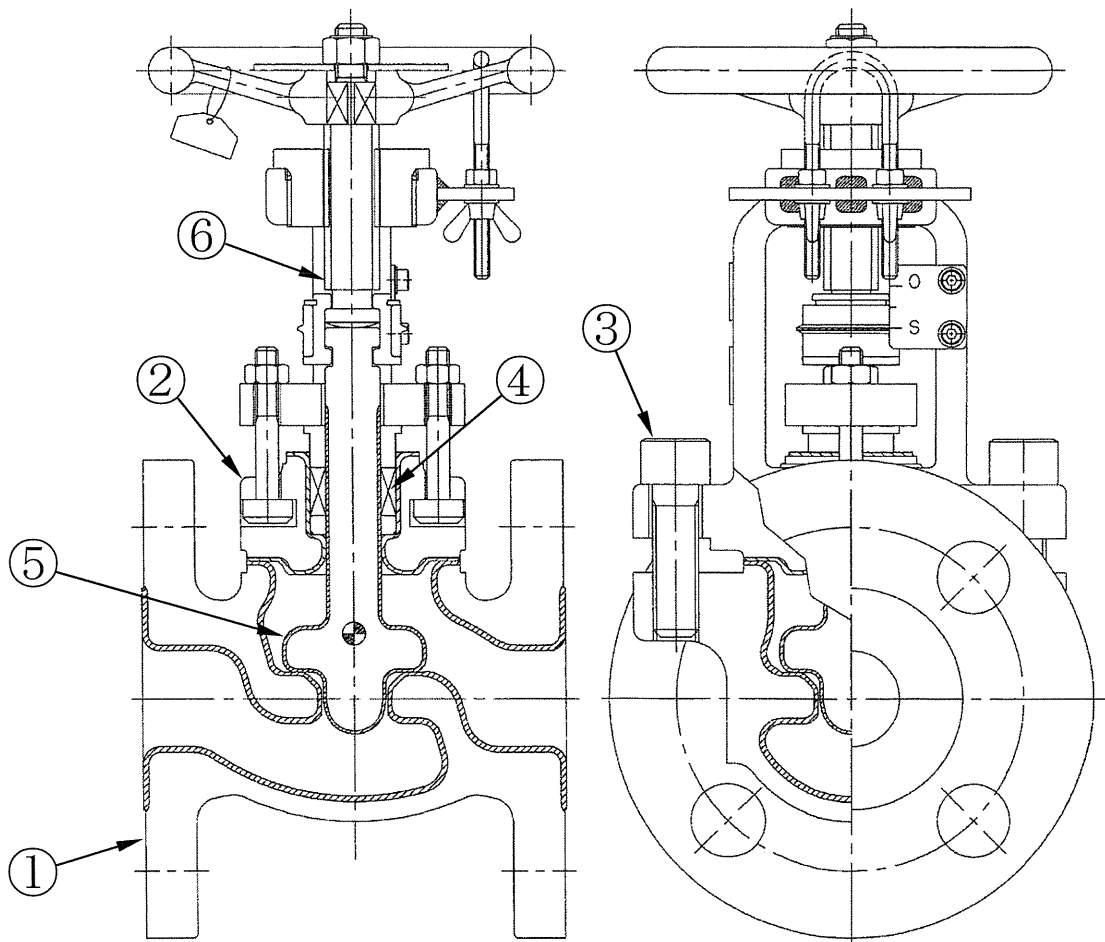
玄海3号炉のSWP電動機冷却水絞り弁は、手動の玉形弁であり、原子炉補機冷却海水系統に4台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

玄海3号炉のSWP電動機冷却水絞り弁の構造図を図2.1-11に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のSWP電動機冷却水絞り弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-21及び表2.1-22に示す。



No.	部 位
①	弁箱（弁座と一体）
②	弁蓋（ヨークと一体）
③	弁蓋ボルト
④	パッキン
⑤	弁 体
⑥	弁 棒

図2.1-11 玄海3号炉 SWP電動機冷却水絞り弁構造図

表2.1-21 玄海3号炉 SWP電動機冷却水絞り弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	消耗品・定期取替品
弁蓋（ヨークと一体）	消耗品・定期取替品
弁蓋ボルト	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	消耗品・定期取替品
弁 棒	消耗品・定期取替品

表2.1-22 玄海3号炉 SWP電動機冷却水絞り弁の使用条件

最高使用圧力	約0.70MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	海 水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

玉形弁の機能である流体の仕切及び流量調節機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 閉止機能の維持
- ③ 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

玉形弁個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1～表2.2-11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2.2-11で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 弁箱の疲労割れ [抽出ライン止弁]

プラントの起動・停止時等に発生する内部流体の温度及び圧力の変化により、疲労が蓄積する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2.2-11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) 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[よう素除去薬品注入弁、蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁、CHP、ポンプ、モータCCW出口弁]

蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁及びCHP、ポンプ、モータCCW出口弁の弁箱、弁蓋及び弁体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、内部流体は窒素又はヒドラジン水（防錆剤注入水）で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

また、よう素除去薬品注入弁は内部流体が苛性ソーダ溶液であり、腐食が想定される。

しかしながら、弁箱、弁蓋、弁体、弁座及び弁棒はステンレス鋼鋳鋼又はステンレス鋼であり、苛性ソーダの濃度及び使用温度が低く、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、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) 弁箱、弁蓋の腐食（全面腐食）〔主蒸気逃がし弁、SGBD外隔離弁〕

弁箱及び弁蓋は低合金鋼鋳鋼又は低合金鋼であり、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) 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）

〔主蒸気逃がし弁、SGBD外隔離弁、蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁、CHP、ポンプ、モータCCW出口弁〕

弁箱及び弁蓋は炭素鋼、炭素鋼鋳鋼、低合金鋼又は低合金鋼鋳鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(4) 弁箱、弁蓋等の応力腐食割れ [よう素除去薬品注入弁]

弁箱、弁蓋、弁体、弁座及び弁棒はステンレス鋼又はステンレス鋼であり、内部流体が苛性ソーダ溶液であることから、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、図2.2-1に示すように苛性ソーダの濃度及び使用温度が低く、応力腐食割れが発生し難い環境にあり、これまでに有意な割れは認められておらず、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。

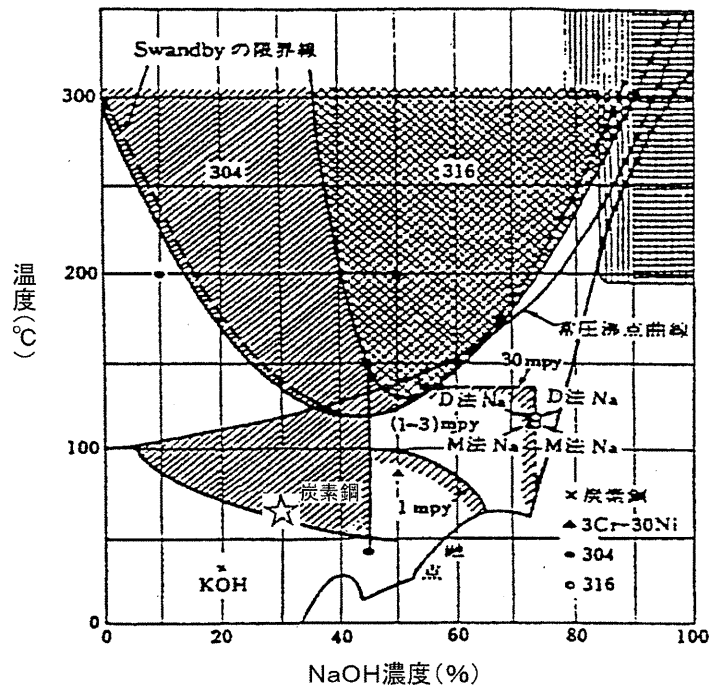


図2.2-1 SUS 304 / 316材のNaOH溶液中でのSCC感受性

[出典：大久保勝夫、徳永一弘：化学工学、40 (1976)]

(☆：よう素除去薬品タンクの使用環境：65°C、30%を出典文献に追記)

(5) 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）

[よう素除去薬品注入弁、主蒸気逃がし弁、スチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）、SGBD外隔離弁、蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁、CHP、ポンプ、モータCCW出口弁]

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 弁体、弁座又は弁箱弁座部（シート面）の摩耗

[抽出ライン止弁、SWP電動機冷却水絞り弁を除く弁共通]

弁体、弁座又は弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

(7) 弁体、弁座の腐食（エロージョン）

[主蒸気逃がし弁、スチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁（小弁）]

中間開度で制御されている弁の弁体及び弁座については、内部流体によるエロージョンにより減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(8) 弁棒（パッキン受け部）の摩耗

[抽出ライン止弁、SWP電動機冷却水絞り弁を除く弁共通]

弁棒は開閉に伴うパッキン受け部との摺動により、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。

(9) 弁棒の腐食（隙間腐食）

[抽出ライン止弁、SWP電動機冷却水絞り弁を除く弁共通]

弁棒はパッキンとの接触部において腐食が想定される。

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。

(10) 弁棒の応力腐食割れ

[抽出ライン止弁、SWP電動機冷却水絞り弁を除く弁共通]

1989年3月、川内2号炉の仕切弁で水素脆化型の応力腐食割れ（遅れ割れ）による弁棒のき裂損傷が発生しているが、当該事象は開弁時にバックシートを効かせ過ぎたことによる過大な応力が原因で発生したものである。

しかしながら、運用の改善を図り手動弁は開弁時バックシートを効かせず、また、電動弁や空気作動弁はバックシート部の発生応力を制限して開弁時のバックシート部に過大な応力が発生しないような操作を行っている。

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

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) ヨークの腐食（全面腐食）

[よう素除去薬品注入弁、CHP、ポンプ、モータCCW出口弁]

ヨークは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合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

ガスケット及びパッキンは分解点検時に取り替えている消耗品であり、PRT自動ガス分析ライン内隔離弁のベローズは目視確認の結果に基づき取り替えている消耗品である。また、抽出ライン止弁のベローズ、弁体、弁座、弁棒及びSWP電動機冷却水絞り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 抽出ライン止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼			○					
	弁 蓋		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)								
	弁蓋ボルト		ステンレス鋼								
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
	ベローズ	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体	◎	—								
	弁 座	◎	—								
	弁 棒	◎	—								

○：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

表2.2-2 玄海3号炉 よう素除去薬品注入弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼		△ ^{*1}		△ ^{*2}			*1：苛性ソーダによる腐食 *2：苛性ソーダによる応力腐食割れ *3：隙間腐食 *4：バックシート部	
	弁 蓋		ステンレス鋼鋳鋼		△ ^{*1}		△ ^{*2}				
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△	△ ^{*1}		△ ^{*2}				
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△	△ ^{*1}		△ ^{*2}				
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△ ^{*1,3}		△ ^{*2,4}				
	ヨーク		炭素鋼鋳鋼		△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 C/Vサンプポンプ出口ライン内隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼							*1：隙間腐食	
	弁 蓋		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)								
	弁蓋ボルト		ステンレス鋼								
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 座		ステンレス鋼	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*1		△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-4 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		低合金鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：エロージョン *2：隙間腐食	
	弁 蓋		低合金鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△	△*1						
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△	△*1						
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*2		△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-5 玄海3号炉 スチームコンバータ加熱蒸気圧力制御弁(小弁)に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼							*1：エロージョン *2：隙間腐食	
	弁 蓋		ステンレス鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△	△*1						
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△	△*1						
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*2		△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-6 玄海3号炉 SGBD外隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		低合金鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：隙間腐食	
	弁 蓋		低合金鋼 (ステライト肉盛)		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*1		△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-7 玄海3号炉 S/Gサンプルライン外隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△*1							*1：シート面 *2：パッキン受け部 *3：隙間腐食 *4：バックシート部
	弁 蓋		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)								
	弁蓋ボルト		ステンレス鋼								
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体 (弁棒と一体)		ステンレス鋼	△*1,2	△*3		△*4				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-8 玄海3号炉 蓄圧タンク窒素供給ライン外隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭 素 鋼		△ △(外面)					*1：隙間腐食	
	弁 蓋		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 座		ステンレス鋼	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*1		△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-9 玄海3号炉 PRT自動ガス分析ライン内隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△ ^{*1}							*1：シート面 *2：隙間腐食
	弁 蓋		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)								
	弁蓋ボルト		ステンレス鋼								
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
	ベローズ	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△ ^{*2}		△				

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-10 玄海3号炉 CHP, ポンプ, モータCCW出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		炭素鋼鋳鋼 (ステンレス鋼肉盛)	△*1	△ △(外面)					*1：シート面 *2：隙間腐食	
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*2		△				
	ヨ ー ク		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2.2-11 玄海3号炉 SWP電動機冷却水絞り弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)	◎	—								
	弁 蓋 (ヨークと一体)	◎	—								
	弁蓋ボルト	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体	◎	—								
	弁 棒	◎	—								

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 弁箱の疲労割れ [抽出ライン止弁]

a. 事象の説明

弁箱は、プラントの起動・停止時等による熱過渡を繰り返し受けるため、疲労が蓄積する。

b. 技術評価

① 健全性評価

抽出ライン止弁の高応力部位を対象とした健全性評価を以下に示す要領にて実施した。

評価対象部を図2.3-1に示す。

弁箱に発生する応力については、「(社)日本機械学会 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」に基づき評価した。

また、使用環境を考慮した疲労については、「(社)日本機械学会 環境疲労評価手法 (JSME S NF1-2009)」に基づき評価した。

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。

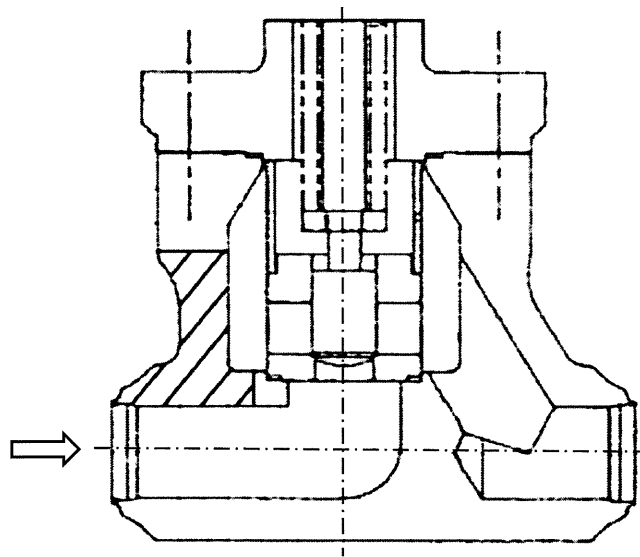


図2.3-1 玄海3号炉 抽出ライン止弁 弁箱の疲労評価対象部位 (斜線部)

表2.3-1 玄海3号炉 抽出ライン止弁 弁箱の疲労評価に用いた過渡回数

	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
運 転 状 態 I	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	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 弁箱の疲労評価結果

評価対象	疲 労 累 積 係 数 (許容値：1以下)	
	設計・建設規格 による解析	環境疲労評価手法 による解析
抽出ライン止弁	0.034	0.485

② 現状保全

弁箱の疲労割れについては、定期的を目視確認を実施し、有意な異常がないことを確認すると共に、定期的な漏えい検査を実施し健全性を確認している。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、弁箱の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、弁箱の疲労割れによる機器の健全性への影響は漏えい検査により、異常のないことは目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

弁箱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。

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。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 弁箱の疲労割れ

[1次冷却材系統、化学体積制御系統、1次系試料採取系統、余熱除去系統の玉形弁]

プラントの起動・停止時等に発生する内部流体の温度及び圧力変化を受ける抽出ライン止弁の疲労評価結果では、表2.3-2に示すように疲労割れが発生する可能性はないと考えられ、当該弁と同等以下の過渡しか受けないその他の弁についても、疲労割れが発生する可能性はないと考える。

また、弁箱の疲労割れによる機器の健全性への影響は漏えい検査により、異常のないことは目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、弁箱の疲労割れについては、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。

3.2 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 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[原子炉格納容器スプレイ系統、空調用冷水系統、1次冷却材系統、原子炉補機冷却水系統、気体廃棄物処理系統、制御用空気系統、消火系統、化学体積制御系統、安全注入系統、余熱除去系統、非常用ディーゼル発電機系統、潤滑・制御油系統の玉形弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は脱気された純水、窒素、乾燥した空気、炭酸ガス、希ガス等、ヒドラジン水（防錆剤注入水）、冷媒又は油で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

また、原子炉格納容器スプレイ系統玉形弁の一部は内部流体が苛性ソーダ溶液であり、腐食が想定される。

しかしながら、弁箱、弁蓋等はステンレス鋼であり、苛性ソーダの濃度及び使用温度が低く、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 弁箱、弁蓋等の腐食（流れ加速型腐食）

[主蒸気系統、タービンランド蒸気系統、補助蒸気系統、2次系ドレン系統、2次系復水系統、蒸気発生器ブローダウン系統、主給水系統の玉形弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は、内部流体が蒸気又は給水であるため、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じて摺り合わせ手入れ、取り替え等の補修を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.3 弁箱、弁蓋の腐食（全面腐食）

[主蒸気系統、タービンランド蒸気系統、補助蒸気系統、2次系ドレン系統、蒸気発生器ブローダウン系統、主給水系統の玉形弁]

低合金鋼鋳鋼の弁箱及び弁蓋は、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。

3.2.4 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[補助給水系統、非常用ディーゼル発電機系統、消火系統、原子炉補機冷却水系統、所内用空気系統の玉形弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は、内部流体が給水、純水、ろ過水（飽和溶存酸素濃度：最大約8ppm）又は空気であるため腐食が想定される。

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 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）[炭素鋼製等の弁共通]

炭素鋼製等の弁箱及び弁蓋は腐食が想定される。

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

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

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

3.2.6 弁箱、弁蓋等の応力腐食割れ〔原子炉格納容器スプレイ系統の玉形弁〕

原子炉格納容器スプレイ系統玉形弁のうち一部は、弁箱、弁蓋等がステンレス鋼であり、内部流体が苛性ソーダ溶液であることから応力腐食割れが想定される。

しかしながら、代表機器と同様に苛性ソーダの濃度及び使用温度が低く、応力腐食割れが発生し難い環境にあり、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 弁箱、弁蓋等の応力腐食割れ

〔液体廃棄物処理系統、固体廃棄物処理系統の玉形弁〕

弁箱、弁蓋等はステンレス鋼鋳鋼又はステンレス鋼であり、内部流体は廃液で塩化物イオン濃度が高く、かつ高温であるため、応力腐食割れが想定される。

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。

3.2.8 弁箱、弁蓋（外面）の応力腐食割れ

〔非常用ディーゼル発電機系統、大容量空冷式発電機系統の玉形弁〕

屋外に設置されたステンレス鋼製の弁箱及び弁蓋は、大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は防水措置（保温）を施しており、大気中の海塩粒子が付着する可能性は小さく、塗装又は防水措置（保温）が健全であれば応力腐食割れの可能性は小さい。

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

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

3.2.9 弁箱、弁蓋等の熱時効 [ステンレス鋼製鋼製の弁共通]

ステンレス鋼製鋼製の弁箱、弁蓋等において、使用温度が250℃以上と高いものは、熱時効による材料特性変化を起こす可能性があるが、熱時効は材質変化に加え、欠陥が存在し、かつ高い応力が存在する場合について検討が必要となる。

しかしながら、弁は接続される配管と比較して厚板に製造されていることから発生応力は小さく、製造時の非破壊検査で有意な欠陥がないことを確認し、さらに運転開始後60年を想定した疲労評価でも許容値を満足することを代表機器において確認していることから、評価期間において欠陥の発生する要因があるとは考えにくい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.10 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食） [ステンレス鋼製弁蓋ボルトを除く弁共通]

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.11 弁体、弁座又は弁箱弁座部（シート面）の摩耗 [共通]

弁体、弁座又は弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.12 弁体、弁座又は弁箱弁座部の腐食（エロージョン）

[中間開度で制御されている弁共通]

中間開度で制御されている弁の弁体、弁座又は弁箱弁座部については、内部流体によるエロージョンにより減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.13 弁棒（パッキン受け部）の摩耗 [共通]

弁棒は開閉に伴うパッキン受け部との摺動により、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。

3.2.14 弁棒の腐食（隙間腐食） [共通]

弁棒はパッキンとの接触部において腐食が想定される。

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。

3.2.15 弁棒の応力腐食割れ [共通]

1989年3月、川内2号炉の仕切弁で水素脆化型の応力腐食割れ（遅れ割れ）による弁棒のき裂損傷が発生しているが、当該事象は開弁時にバックシートを効かせ過ぎたことによる過大な応力が原因で発生したものである。

しかしながら、運用の改善を図り手動弁は開弁時バックシートを効かせず、また、電動弁や空気作動弁はバックシート部の発生応力を制限して開弁時のバックシート部に過大な応力が発生しないような操作を行っている。

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

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。

3.2.16 ヨークの腐食（全面腐食）〔ヨークのある弁共通〕

炭素鋼製のヨークは腐食が想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装により腐食を防止しており、塗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。

1. 3 バタフライ弁

[対象機器]

- ① 原子炉補機冷却水系統バタフライ弁
- ② 原子炉補機冷却海水系統バタフライ弁
- ③ 液体廃棄物処理系統バタフライ弁
- ④ 換気空調系統バタフライ弁
- ⑤ 空調用冷水系統バタフライ弁
- ⑥ 余熱除去系統バタフライ弁
- ⑦ タービンランド蒸気系統バタフライ弁
- ⑧ 非常用ディーゼル発電機系統バタフライ弁
- ⑨ 補助蒸気系統バタフライ弁

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	22
3. 代表機器以外への展開	33
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	33
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	33

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バタフライ弁の主な仕様を表1-1に示す。

これらのバタフライ弁を設置場所、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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に示すバタフライ弁について、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計6つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 設置場所：屋内、内部流体：1次冷却材・ほう酸水、材料：ステンレス鋼

このグループには、余熱除去系統及び液体廃棄物処理系統のバタフライ弁が属するが、重要度が高い余熱除去冷却器出口流量設定弁を代表機器とする。

- (2) 設置場所：屋内、内部流体：廃液、材料：ステンレス鋼

このグループには、廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁のみが属しているため、廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁を代表機器とする。

- (3) 設置場所：屋内、内部流体：蒸気、材料：炭素鋼

このグループには、タービングランド蒸気系統及び補助蒸気系統のバタフライ弁が属するが、使用条件が厳しいランド蒸気復水器排気ファン入口弁を代表機器とする。

- (4) 設置場所：屋内、内部流体：ヒドラジン水・純水・冷媒、材料：炭素鋼・鋳鉄

このグループには、原子炉補機冷却水系統及び空調用冷水系統のバタフライ弁が属するが、使用条件が厳しいスプレイクーラCCW第1出口弁を代表機器とする。

- (5) 設置場所：屋内、内部流体：空気、材料：炭素鋼

このグループには、換気空調系統のバタフライ弁が属するが、使用条件が厳しいC/V水素パージ給気ライン内隔離弁を代表機器とする。

(6) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：海水、材料：炭素鋼（ライニング）

このグループには、原子炉補機冷却海水系統及び非常用ディーゼル発電機系統のバタフライ弁が属するが、使用条件が厳しく、屋外設置のSWP出口弁を代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 バタフライ弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定			
設置場所	内部流体	材 料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代 表 弁	選定理由
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)							
屋 内	1次冷却材	ステンレス鋼	4	余熱除去系統	8、10	MS-1、PS-2 重*2	約4.5	約200	◎	余熱除去冷却器出口流量設定弁 (10B 約4.5MPa 約200°C)	重要度
	ほう酸水		4	液体廃棄物処理系統	4	高*3	約0.98	約150			
屋 内	廃 液	ステンレス鋼	2	液体廃棄物処理系統	6	高*3	約0.98	約150	◎	廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁 (6B 約0.98MPa 約150°C)	
屋 内	蒸 気	炭 素 鋼	2	タービンランド蒸気系統	10	高*3	大気圧	約155	◎	ランド蒸気復水器排気ファン入口弁 (10B 大気圧 約155°C)	使用条件
			2	補助蒸気系統	φ1800	高*3	負 圧	約120			
屋 内	ヒドラジン水	炭 素 鋼	4	原子炉補機冷却水系統	14、16	MS-1	約1.4	約95	◎	スプレイクーラCCW第1出口弁 (16B 約1.4MPa 約95°C)	使用条件
	純 水		4	空調用冷水系統	4、6	MS-1	約0.98	約45			
	冷 媒	4	空調用冷水系統	3	MS-1	約0.10	約100				
屋 内	空 気	炭 素 鋼	17	換気空調系統	3~48	MS-1、高*3 重*2	約0.01~0.83	約65~144	◎	C/V水素パージ給気ライン内隔離弁 (3B 約0.83MPa 約144°C)	使用条件
屋内・屋外	海 水	炭 素 鋼 (ライニング)	29	原子炉補機冷却海水系統	8~28	MS-1、重*2	約0.69~0.98	約50	◎	SWP出口弁 (22B 約0.98MPa 約50°C)	使用条件 屋外
屋 内			8	非常用ディーゼル発電機系統	6	MS-1	約0.69	約50			

*1：機能は最上位の機能を示す

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

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

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の6種類のバタフライ弁について技術評価を実施する。

- ① 余熱除去冷却器出口流量設定弁
- ② 廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁
- ③ グランド蒸気復水器排気ファン入口弁
- ④ スプレイクーラCCW第1出口弁
- ⑤ C/V水素パージ給気ライン内隔離弁
- ⑥ SWP出口弁

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 余熱除去冷却器出口流量設定弁

(1) 構造

玄海3号炉の余熱除去冷却器出口流量設定弁は、空気作動装置を駆動源としたバタフライ弁であり、余熱除去系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁体にはステンレス鋼鋳鋼を使用しており、1次冷却材に接液している。

玄海3号炉の余熱除去冷却器出口流量設定弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の余熱除去冷却器出口流量設定弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

No.	部 位
①	弁箱（弁座と一体）
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	パッキン
⑥	弁 体
⑦	弁 棒
⑧	ブッシュ

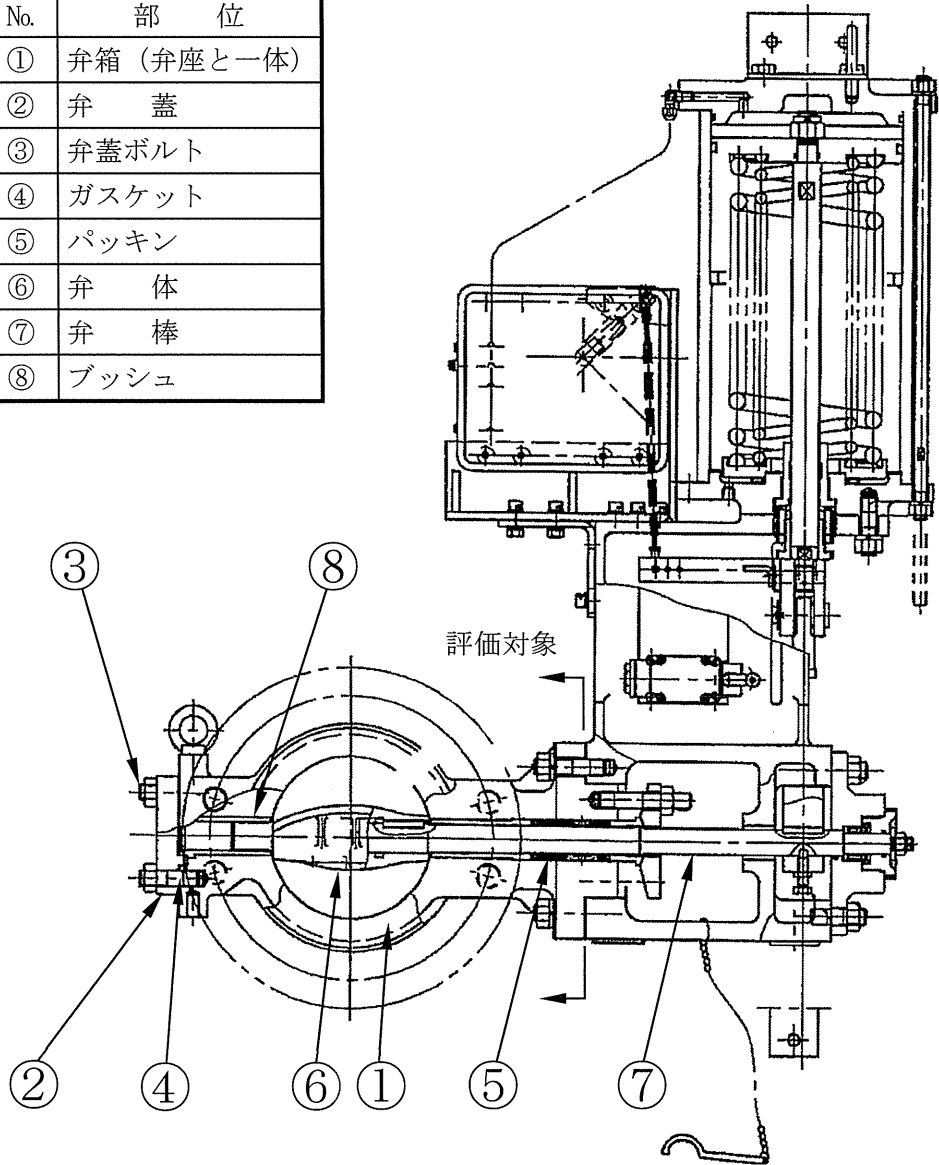


図2.1-1 玄海3号炉 余熱除去冷却器出口流量設定弁構造図

表2.1-1 玄海3号炉 余熱除去冷却器出口流量設定弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	ステンレス鋼鑄鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	ステンレス鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼鑄鋼（ステライト肉盛）
弁 棒	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-2 玄海3号炉 余熱除去冷却器出口流量設定弁の使用条件

最高使用圧力	約4.5MPa[gage]
最高使用温度	約200℃
内 部 流 体	1次冷却材

2.1.2 廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁

(1) 構造

玄海3号炉の廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁は、手動のバタフライ弁であり、液体廃棄物処理系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、廃液に接液している。

玄海3号炉の廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

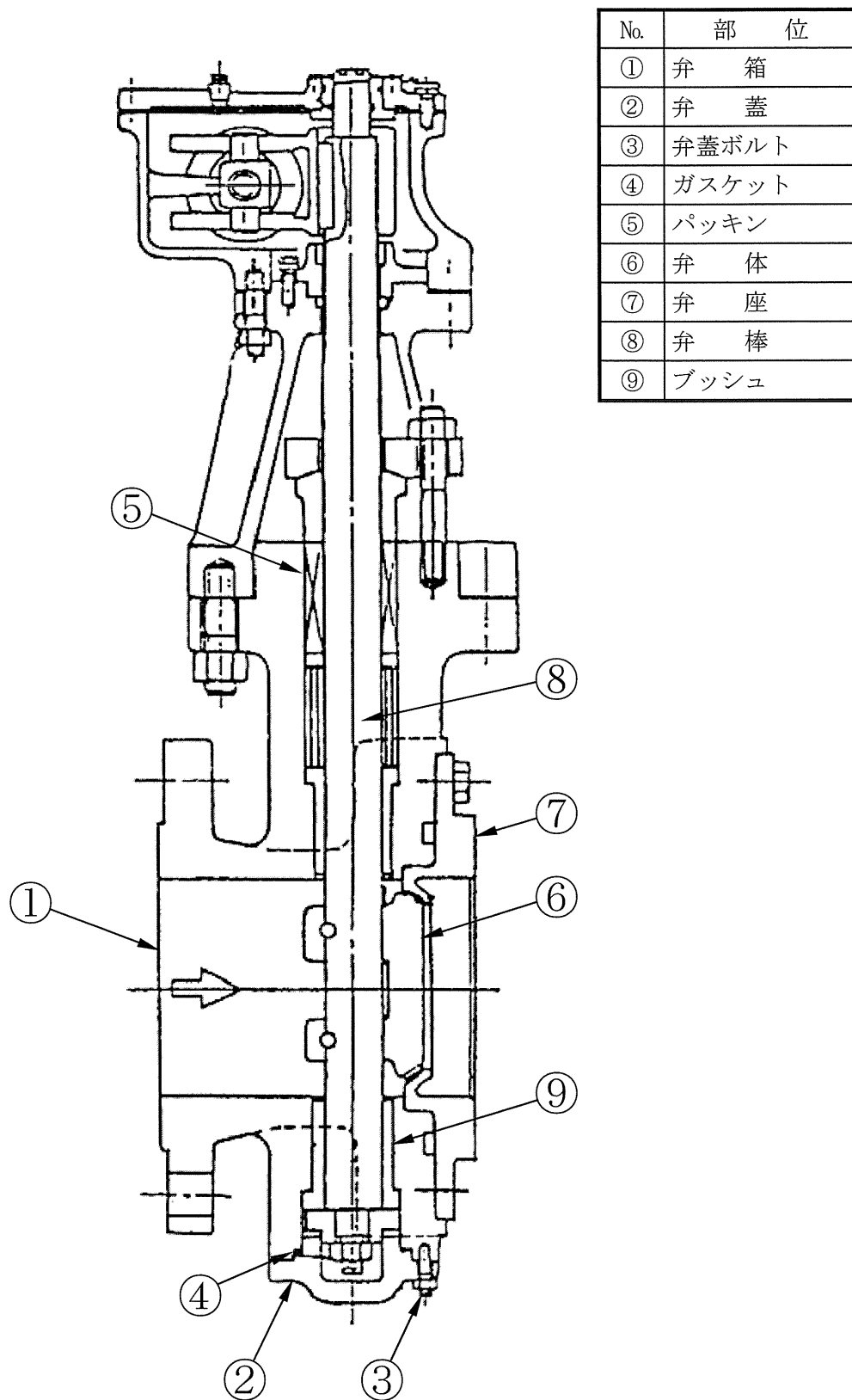


図2.1-2 玄海3号炉 廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁構造図

表2.1-3 玄海3号炉 廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-4 玄海3号炉 廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁の使用条件

最高使用圧力	約0.98MPa [gage]
最高使用温度	約150℃
内 部 流 体	廃 液

2.1.3 グランド蒸気復水器排気ファン入口弁

(1) 構造

玄海3号炉のグランド蒸気復水器排気ファン入口弁は、手動のバタフライ弁であり、タービングランド蒸気系統に2台設置されている。

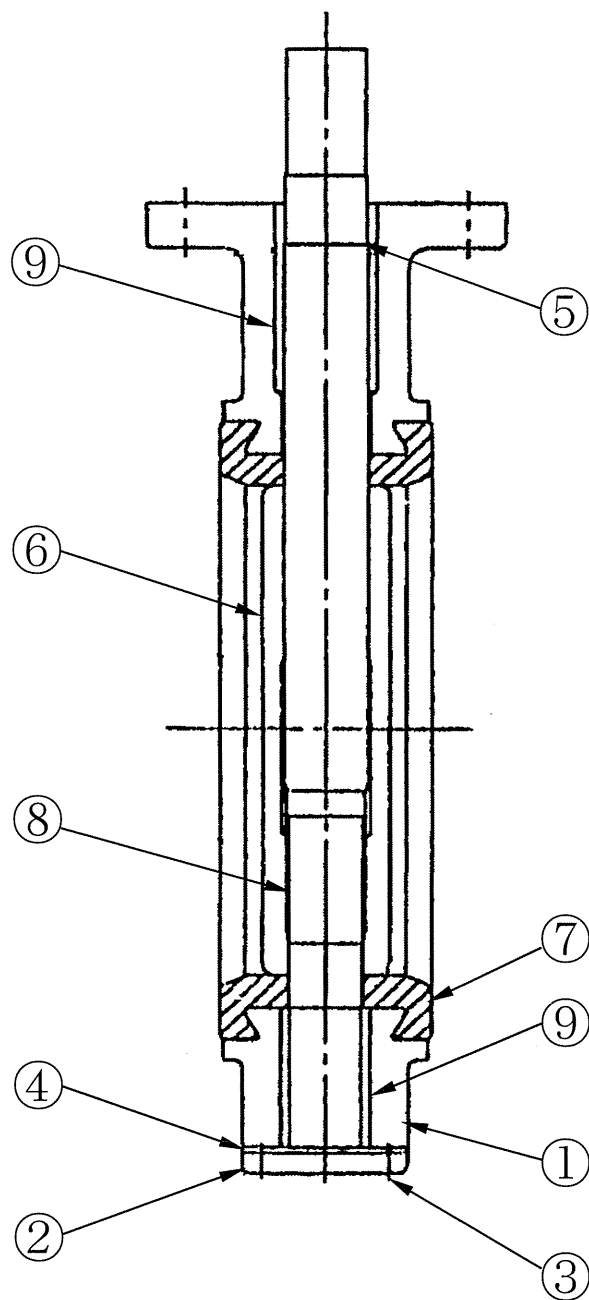
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、Oリング）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱は炭素鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、蒸気に接している。

玄海3号炉のグランド蒸気復水器排気ファン入口弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のグランド蒸気復水器排気ファン入口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	Ｏリング
⑥	弁 体
⑦	弁 座
⑧	弁 棒
⑨	ブッシュ

図2.1-3 玄海3号炉 グランド蒸気復水器排気ファン入口弁構造図

表2.1-5 玄海3号炉 グランド蒸気復水器排気ファン入口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
Ｏリング	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼鋳鋼
弁 座	消耗品・定期取替品
弁 棒	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-6 玄海3号炉 グランド蒸気復水器排気ファン入口弁の使用条件

最高使用圧力	大 気 圧
最高使用温度	約155℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.4 スプレイクーラCCW第1出口弁

(1) 構造

玄海3号炉のスプレイクーラCCW第1出口弁は、手動のバタフライ弁であり、原子炉補機冷却水系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁体には炭素鋼鋳鋼を使用しており、ヒドラジン水（防錆剤注入水）に接液している。

玄海3号炉のスプレイクーラCCW第1出口弁の構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のスプレイクーラCCW第1出口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。

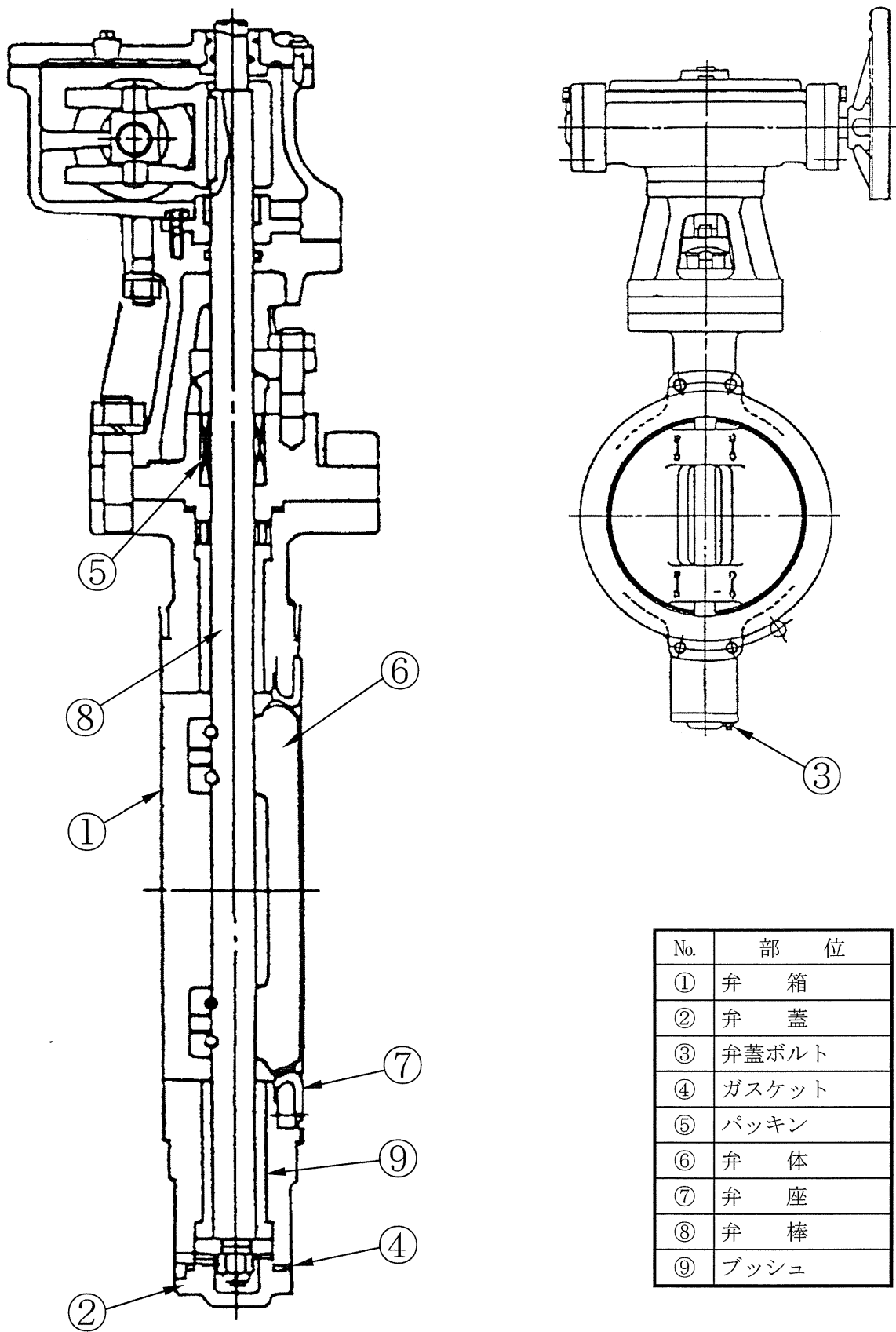


図2.1-4 玄海3号炉 スプレイクーラCCW第1出口弁構造図

表2.1-7 玄海3号炉 スプレイクーラCCW第1出口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭素鋼鋳鋼 (ステンレス鋼肉盛)
弁 座	炭 素 鋼 (ライニング)
弁 棒	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-8 玄海3号炉 スプレイクーラCCW第1出口弁の使用条件

最高使用圧力	約1.4MPa[gage]
最高使用温度	約95℃
内 部 流 体	ヒドラジン水

2.1.5 C/V水素パージ給気ライン内隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉のC/V水素パージ給気ライン内隔離弁は、電動装置を駆動源としたバタフライ弁であり、換気空調系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱及び弁体には炭素鋼鋳鋼を使用しており、空気に接している。

玄海3号炉のC/V水素パージ給気ライン内隔離弁の構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のC/V水素パージ給気ライン内隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-9及び表2.1-10に示す。

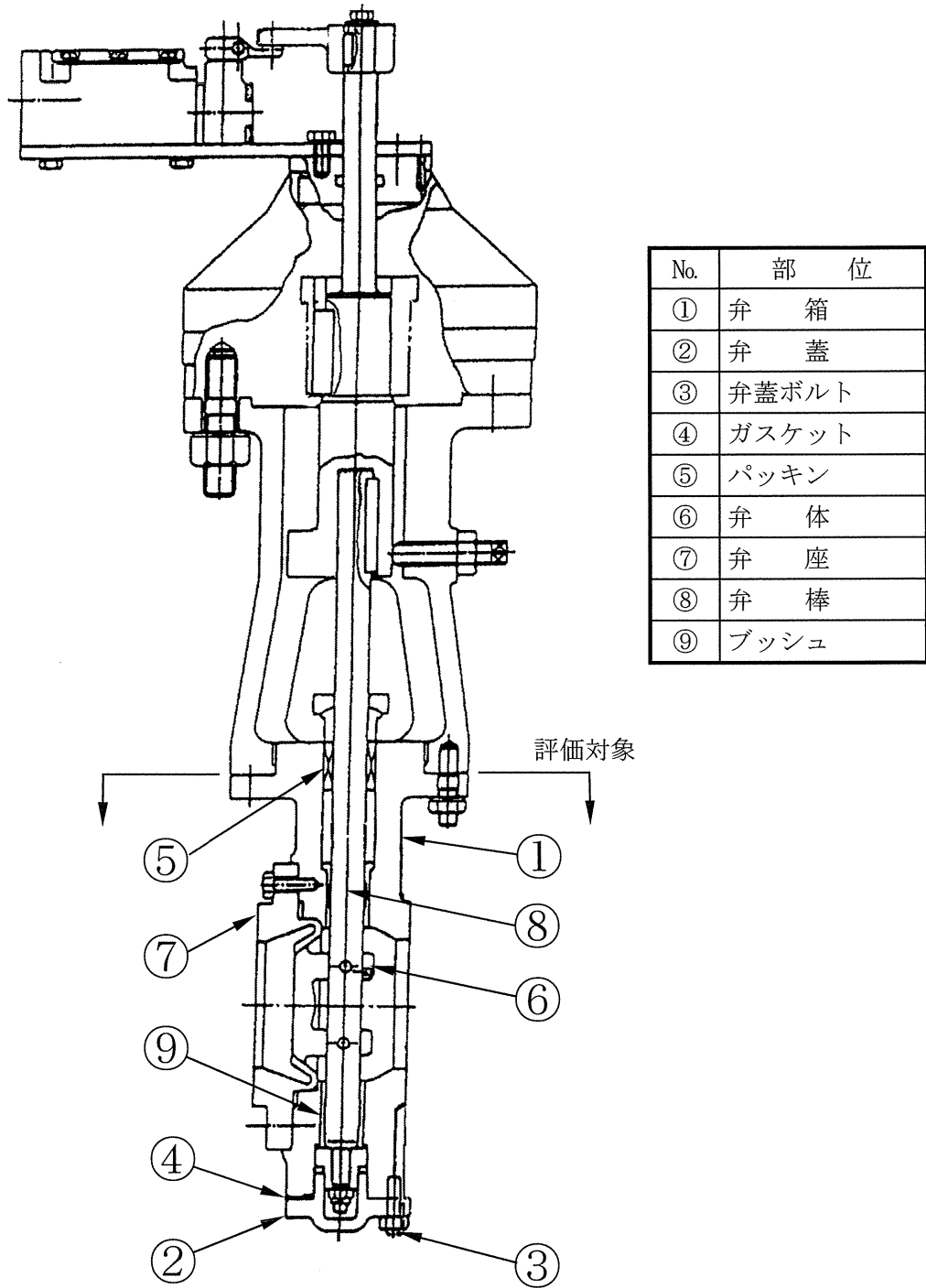


図2.1-5 玄海3号炉 C/V水素パーージ給気ライン内隔離弁構造図

表2.1-9 玄海3号炉 C/V水素パージ給気ライン内隔離弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
弁 座	炭 素 鋼（ステライト肉盛）
弁 棒	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-10 玄海3号炉 C/V水素パージ給気ライン内隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	空 気

2.1.6 SWP出口弁

(1) 構造

玄海3号炉のSWP出口弁は、手動のバタフライ弁であり、原子炉補機冷却海水系統に4台設置されている。

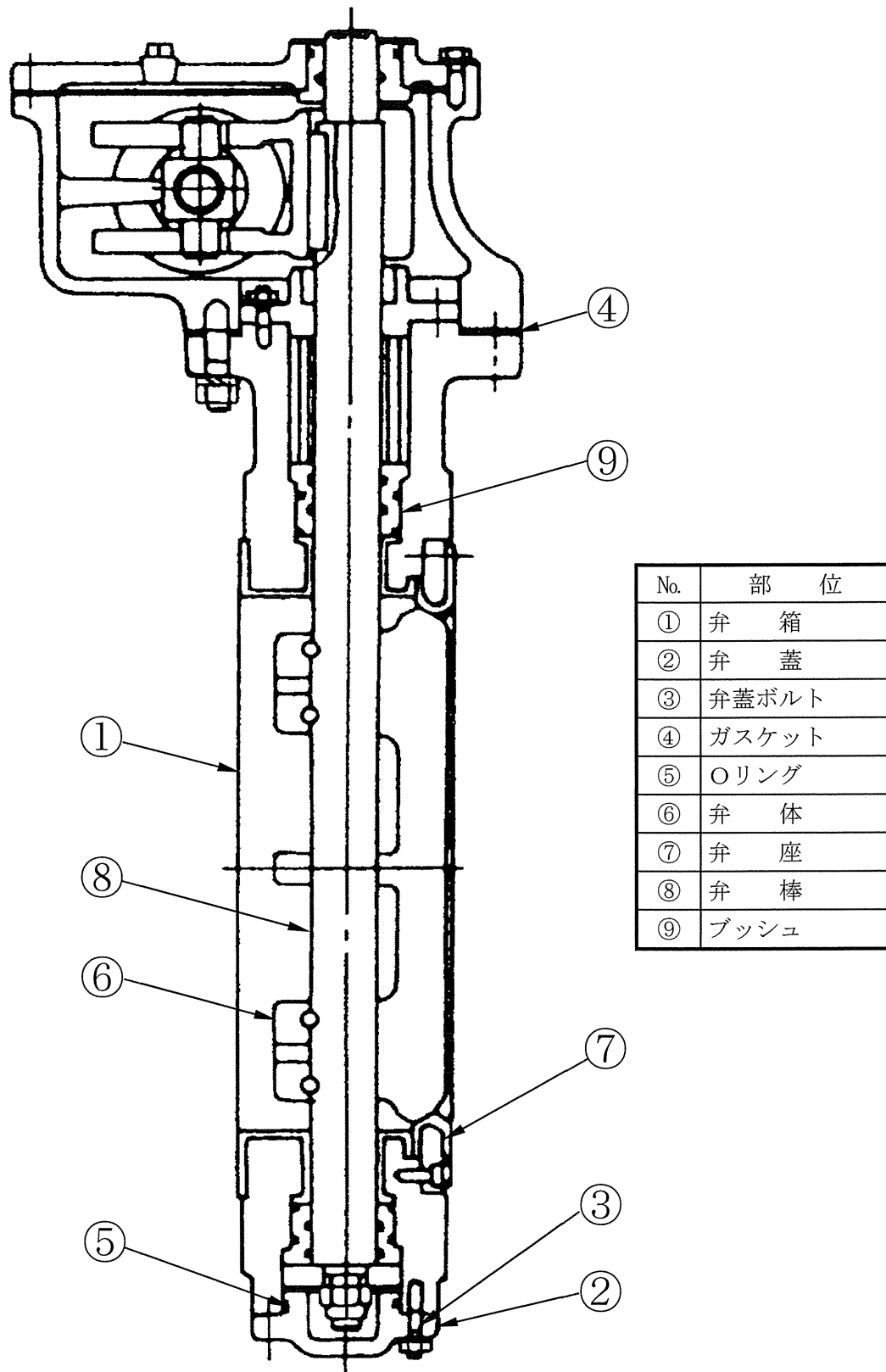
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、Oリング）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱はライニングされた炭素鋼鋳鋼、弁体には銅合金を使用しており、海水に接液している。

玄海3号炉のSWP出口弁の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のSWP出口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-11及び表2.1-12に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	Ｏリング
⑥	弁 体
⑦	弁 座
⑧	弁 棒
⑨	ブッシュ

図2.1-6 玄海3号炉 SWP出口弁構造図

表2.1-11 玄海3号炉 SWP出口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
Oリング	消耗品・定期取替品
弁 体	銅 合 金
弁 座	炭 素 鋼 (ライニング)
弁 棒	銅 合 金
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-12 玄海3号炉 SWP出口弁の使用条件

最高使用圧力	約0.98MPa [gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	海 水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

バタフライ弁の機能である流体の仕切及び流量調節機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 閉止機能の維持
- ③ 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

バタフライ弁個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1～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2.2-6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) 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[グラウンド蒸気復水器排気ファン入口弁、C/V水素パージ給気ライン内隔離弁]

弁箱、弁蓋、弁体及び弁座は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、内部流体が蒸気又は空気であるため腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(2) 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）[スプレイクーラCCW第1出口弁]

弁箱、弁蓋、弁体及び弁座は炭素鋼鋳鋼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）で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) 弁箱、弁蓋等の腐食（異種金属接触腐食）〔SWP出口弁〕

弁箱、弁蓋及び弁座は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であるため、海水接液面にはライニングを施しているが、ライニングのはく離等により海水が接液した場合、弁体が銅合金であるため、炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視によりライニングのはく離等がないことを確認し、必要に応じて適切に対処することにより、機器の健全性を維持している。

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

(4) 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）

〔グラント蒸気復水器排気ファン入口弁、スプレイクーラCCW第1出口弁、C/V水素パージ給気ライン内隔離弁、SWP出口弁〕

弁箱及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり腐食が想定される。

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

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

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

(5) 弁箱、弁蓋等の応力腐食割れ〔廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁〕

弁箱、弁蓋、弁体、弁座及び弁棒はステンレス鋼鋳鋼又はステンレス鋼であり、内部流体は廃液で塩化物イオン濃度が高く、かつ高温であるため、応力腐食割れが想定される。

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。

(6) 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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。

(7) 弁体、弁座又は弁箱弁座部（シート面）の摩耗

〔グラウンド蒸気復水器排気ファン入口弁を除く弁共通〕

弁体、弁座又は弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(8) 弁体、弁棒の摩耗〔グラウンド蒸気復水器排気ファン入口弁〕

弁体及び弁棒はスプライン結合となっており摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(9) 弁体、弁座の腐食（エロージョン）〔余熱除去冷却器出口流量設定弁〕

中間開度で制御されている弁の弁体及び弁座については、内部流体によるエロージョンにより減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(10) 弁体、弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）〔SWP出口弁〕

弁体及び弁棒は銅合金であり、内部流体が海水であるため、孔食・隙間腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(11) 弁棒（パッキン受け部及び軸保持部）の摩耗〔共通〕

弁棒は開閉に伴うパッキン受け部及び軸保持部との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。

(12) 弁棒の腐食（隙間腐食）〔共通〕

弁棒はパッキン又はOリングとの接触部において腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガasket、パッキン、Oリング及びグランド蒸気復水器排気ファン入口弁の弁座は分解点検時に取り替えている消耗品であり、また、ブッシュは目視確認の結果に基づき取り替えている消耗品である。いずれも長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3号炉 余熱除去冷却器出口流量設定弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		ステンレス鋼 （ステライト肉盛）	△ ^{*1}	△ ^{*2}					*1：シート面 *2：エロージョン *3：隙間腐食	
	弁 蓋		ステンレス鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 （ステライト肉盛）	△	△ ^{*2}						
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△ ^{*3}						
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 玄海3号炉 廃液蒸発装置濃縮液ポンプ入口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼				△			*1：隙間腐食	
	弁 蓋		ステンレス鋼鋳鋼				△				
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△			△				
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△			△				
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*1		△				
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 グランド蒸気復水器排気ファン入口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：弁体弁棒結合部 *2：軸保持部 *3：隙間腐食	
	弁 蓋		炭 素 鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	Oリング	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼鋳鋼	△*1							
	弁 座	◎	—								
	弁 棒		ステンレス鋼	△*1,2	△*3						
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-4 玄海3号炉 スプレイクーラCCW第1出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：隙間腐食	
	弁 蓋		炭 素 鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭素鋼鋳鋼 (ステンレス鋼肉盛)	△	△						
	弁 座		炭 素 鋼 (ライニング)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*1						
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-5 玄海3号炉 C/V水素パーシ給気ライン内隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：隙間腐食	
	弁 蓋		炭 素 鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△	△						
	弁 座		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△*1						
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-6 玄海3号炉 SWP出口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△ ^{*1} △(外面)					*1：異種金属接触 腐食 *2：孔食・隙間腐食 *3：隙間腐食	
	弁 蓋		炭 素 鋼		△ ^{*1} △(外面)						
	弁蓋ボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	Oリング	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		銅 合 金	△	△ ^{*2}						
	弁 座		炭 素 鋼 (ライニング)	△	△ ^{*1}						
	弁 棒		銅 合 金	△	△ ^{*2,3}						
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

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

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

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[補助蒸気系統、換気空調系統のバタフライ弁]

炭素鋼製の弁箱、弁蓋等は、内部流体が蒸気又は空気であるため腐食が想定される。

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。

3.2.2 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[原子炉補機冷却水系統、空調用冷水系統のバタフライ弁]

炭素鋼製の弁箱、弁蓋等は腐食が想定される。

しかしながら、内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）、脱気された純水又は冷媒で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 弁箱、弁蓋等の腐食（異種金属接触腐食）

[原子炉補機冷却海水系統、非常用ディーゼル発電機系統のバタフライ弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等については、海水接液面にはライニングを施しているが、ライニングのはく離等により海水が接液した場合、弁体が銅合金であるため、炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視によりライニングのはく離等がないことを確認し、必要に応じて適切に対処することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.4 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）[炭素鋼製等の弁共通]

炭素鋼製等の弁箱及び弁蓋は腐食が想定される。

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

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

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

3.2.5 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）[ステンレス鋼製弁蓋ボルトを除く弁共通]

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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。

3.2.6 弁体、弁座又は弁箱弁座部（シート面）の摩耗 [共通]

弁体、弁座又は弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.7 弁体、弁座又は弁箱弁座部の腐食（エロージョン）

[中間開度で制御されている弁共通]

中間開度で制御されている弁の弁体、弁座又は弁箱弁座部については、内部流体によるエロージョンにより減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.8 弁体、弁棒の腐食（孔食・隙間腐食）

[原子炉補機冷却海水系統、非常用ディーゼル発電機系統のバタフライ弁]

銅合金製の弁体及び弁棒については、内部流体が海水であるため、孔食・隙間腐食が想定される。

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。

3.2.9 弁棒（パッキン受け部及び軸保持部）の摩耗 [共通]

弁棒は開閉に伴うパッキン受け部及び軸保持部との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。

3.2.10 弁棒の腐食（隙間腐食） [パッキンありの弁共通]

弁棒はパッキン又はOリングとの接触部において腐食が想定される。

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。

3.2.11 基礎ボルトの腐食（全面腐食） [補助蒸気系統のバタフライ弁]

基礎ボルトは炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

1. 4 ダイヤフラム弁

[対象機器]

- ① 化学体積制御系統ダイヤフラム弁
- ② 使用済燃料ピット浄化冷却系統ダイヤフラム弁
- ③ 燃料取替用水系統ダイヤフラム弁
- ④ 1次系補給水系統ダイヤフラム弁
- ⑤ 原子炉補機冷却海水系統ダイヤフラム弁
- ⑥ 気体廃棄物処理系統ダイヤフラム弁
- ⑦ 非常用ディーゼル発電機系統ダイヤフラム弁

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造、材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	12
3. 代表機器以外への展開	18
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	18
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	18

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イヤフラム弁の主な仕様を表1-1に示す。

これらのダイヤフラム弁を設置場所、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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に示すダイヤフラム弁について、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計3つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 設置場所：屋内、内部流体：1次冷却材・ほう酸水・純水、材料：ステンレス鋼

このグループには、化学体積制御系統、使用済燃料ピット浄化冷却系統、燃料取替用水系統及び1次系補給水系統のダイヤフラム弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しい原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁を代表機器とする。

(2) 設置場所：屋内、内部流体：希ガス等、材料：ステンレス鋼

このグループには、気体廃棄物処理系統のダイヤフラム弁が属するが、口径が大きいガスサージタンク入口弁を代表機器とする。

(3) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：海水、材料：鋳鉄（ライニング）

このグループには、原子炉補機冷却海水系統及び非常用ディーゼル発電機系統のダイヤフラム弁が属するが、口径が大きく、屋外設置であるSWP電動機冷却水ライン止弁を代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 ダイヤフラム弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準				代表機器の選定		
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代表弁	選定理由
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)							
屋内	1次冷却材	ステンレス鋼	12	化学体積制御系統	2、3	PS-2、高*2	約2.1	約65	◎	原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁 (4B 約1.4MPa 約144°C)	重要度 使用条件
	ほう酸水		2	使用済燃料ピット浄化冷却系統	3	MS-2	約1.4	約95			
			5	燃料取替用水系統	4	MS-1、MS-2	大気圧、約1.4	約95、約144			
	純水		1	1次系補給水系統	2	MS-1	約0.98	約144			
屋内	希ガス等	ステンレス鋼	16	気体廃棄物処理系統	3/4、1	PS-2、MS-2	約0.98	約95	◎	ガスサージタンク入口弁 (1B 約0.98MPa 約95°C)	口径
屋内・屋外	海水	鋳鉄 (ライニング)	27	原子炉補機冷却海水系統	1~2	MS-1、重*3	約0.69、約0.70	約50	◎	SWP電動機冷却水ライン止弁 (2B 約0.69MPa 約50°C)	口径、屋外
屋内			2	非常用ディーゼル発電機系統	2	MS-1	約0.69	約50			

*1：機能は最上位の機能を示す

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

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

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の3種類のダイヤフラム弁について技術評価を実施する。

- ① 原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁
- ② ガスサージタンク入口弁
- ③ SWP電動機冷却水ライン止弁

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉の原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁は、手動のダイヤフラム弁であり、燃料取替用水系統に1台設置されている。

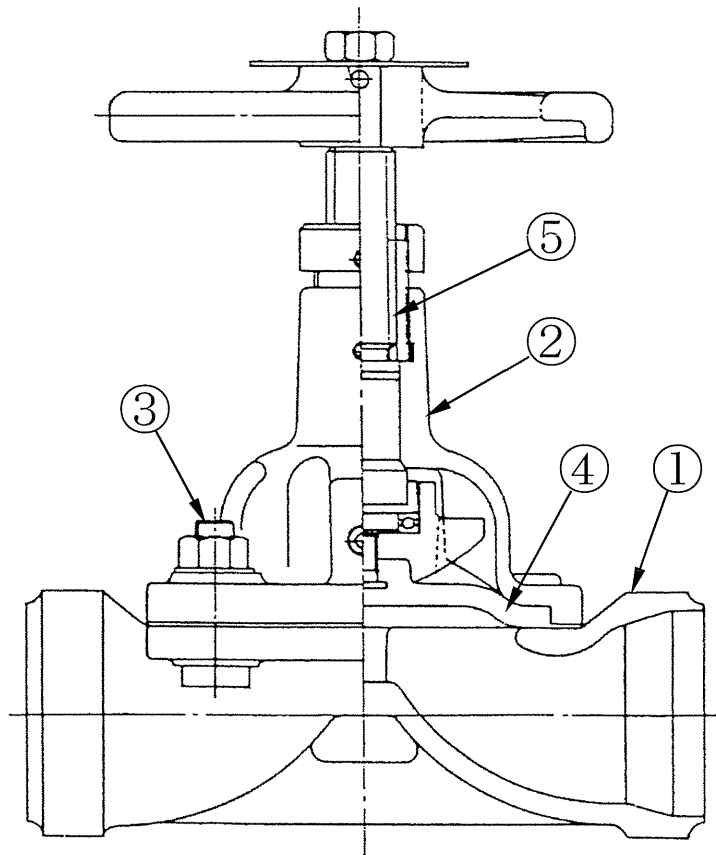
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト）、流体を仕切る隔離部（弁体：ダイヤフラム）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱にはステンレス鋼鋳鋼を使用しており、ほう酸水に接液している。

玄海3号炉の原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ダイヤフラム
⑤	弁 棒

図2.1-1 玄海3号炉 原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁構造図

表2.1-1 玄海3号炉 原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁
主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ダイヤフラム	消耗品・定期取替品
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-2 玄海3号炉 原子炉キャビティ浄化戻りライン外隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約1.4MPa[gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	ほう酸水

2.1.2 ガスサージタンク入口弁

(1) 構造

玄海3号炉のガスサージタンク入口弁は、空気作動装置を駆動源としたダイヤフラム弁であり、気体廃棄物処理系統に4台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト）、流体を仕切る隔離部（弁体：ダイヤフラム）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱にはステンレス鋼鋳鋼を使用しており、希ガス等に接している。

玄海3号炉のガスサージタンク入口弁の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のガスサージタンク入口弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。

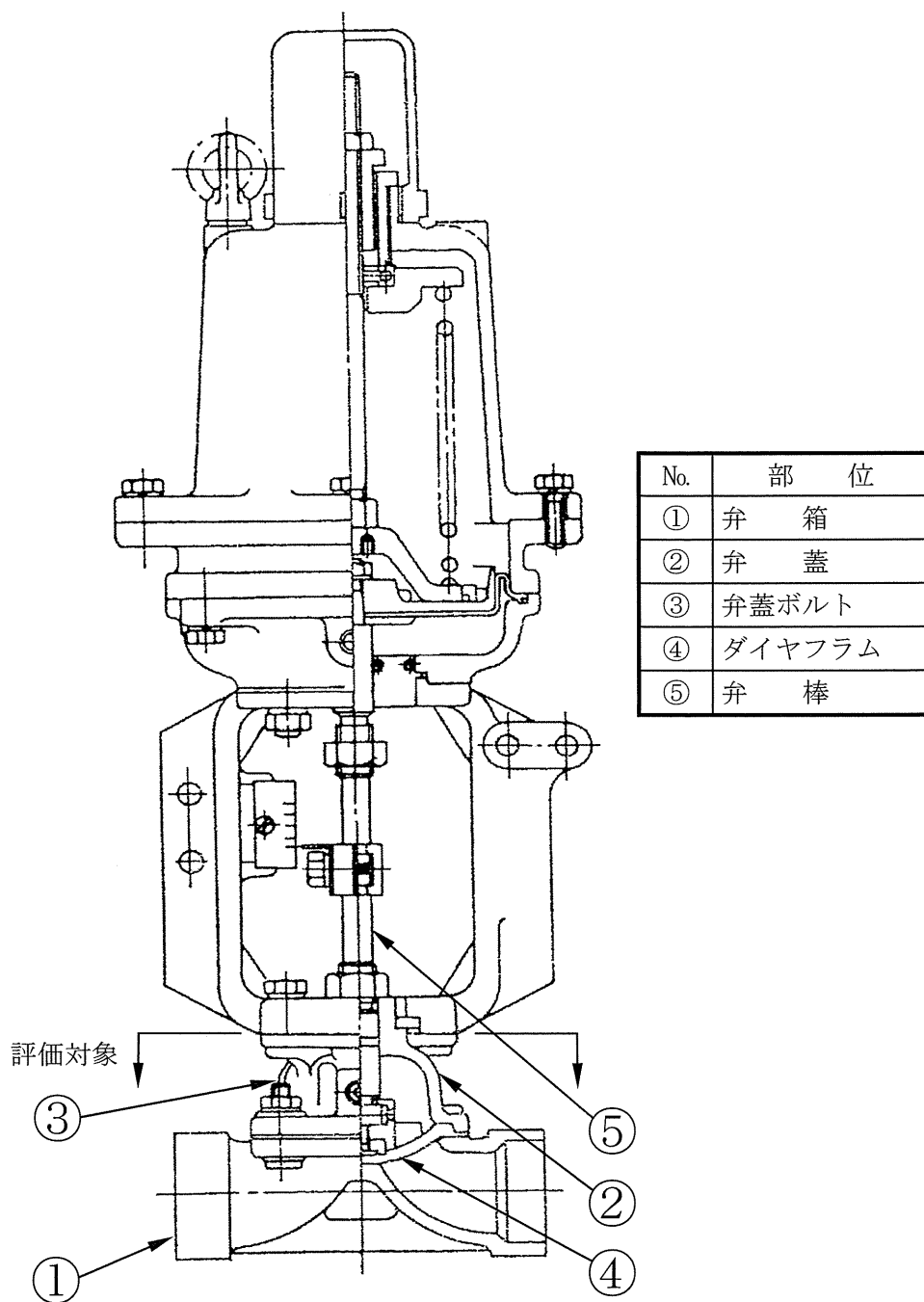


図2.1-2 玄海3号炉 ガスサージタンク入口弁構造図

表2.1-3 玄海3号炉 ガスサージタンク入口弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ダイヤフラム	消耗品・定期取替品
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-4 玄海3号炉 ガスサージタンク入口弁の使用条件

最高使用圧力	約0.98MPa[gage]
最高使用温度	約95℃
内 部 流 体	希ガス等

2.1.3 SWP 電動機冷却水ライン止弁

(1) 構造

玄海 3 号炉の SWP 電動機冷却水ライン止弁は、手動のダイヤフラム弁であり、原子炉補機冷却海水系統に 2 台設置されている。

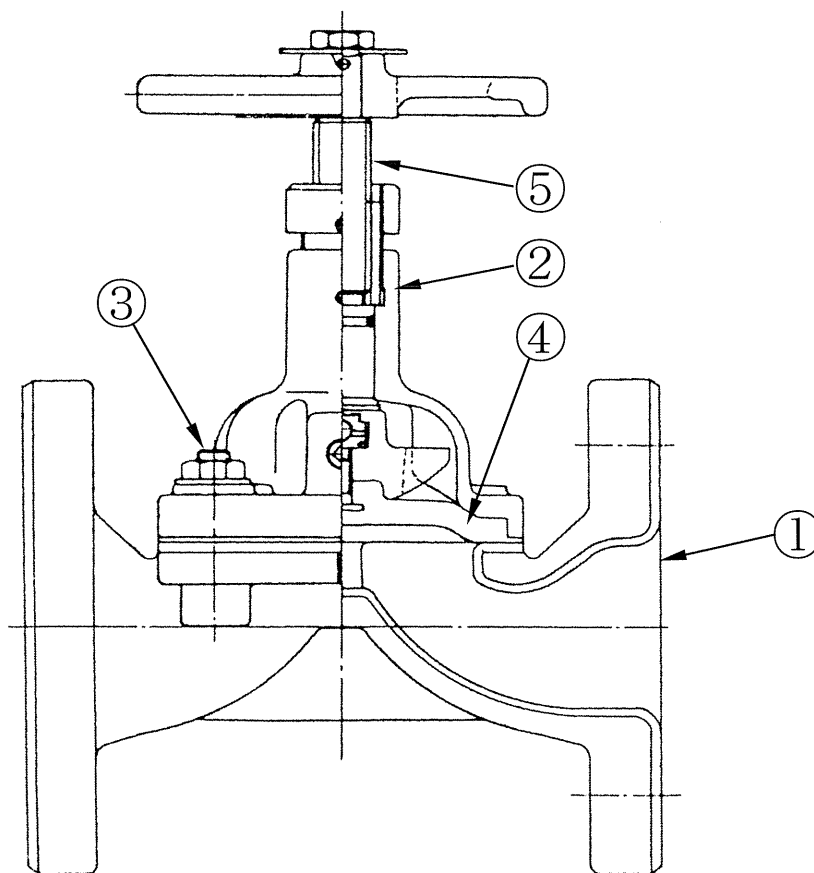
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト）、流体を仕切る隔離部（弁体：ダイヤフラム）及び弁体を作動させる作動部（弁棒）からなる。

弁箱にはライニングされた鋳鉄を使用しており、海水に接液している。

玄海 3 号炉の SWP 電動機冷却水ライン止弁の構造図を図 2.1-3 に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海 3 号炉の SWP 電動機冷却水ライン止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表 2.1-5 及び表 2.1-6 に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ダイヤフラム
⑤	弁 棒

図2.1-3 玄海3号炉 SWP電動機冷却水ライン止弁構造図

表2.1-5 玄海3号炉 SWP電動機冷却水ライン止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	鑄 鉄 (ライニング)
弁 蓋	ステンレス鋼鑄鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ダイヤフラム	消耗品・定期取替品
弁 棒	ステンレス鋼

表2.1-6 玄海3号炉 SWP電動機冷却水ライン止弁の使用条件

最高使用圧力	約0.69MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	海 水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

ダイヤフラム弁の機能である流体の仕切機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 閉止機能の維持
- ③ 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

ダイヤフラム弁個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、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) 弁箱の腐食（全面腐食）[SWP電動機冷却水ライン止弁]

内部流体は海水であり、鋳鉄製の弁箱においては腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視によりライニングのはく離等がないことを確認し、必要に応じて適切に対処することにより、機器の健全性を維持している。

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

(2) 弁箱（外面）の腐食（全面腐食）[SWP電動機冷却水ライン止弁]

弁箱は鋳鉄であり、腐食が想定される。

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

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

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

(3) 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

弁蓋ボルトはダイヤフラムからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 弁棒の摩耗〔共通〕

弁の開閉に伴い、弁棒と弁蓋の摺動部には摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ダイヤフラム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 原子炉キャビティ浄化戻りライン隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼								
	弁 蓋		ステンレス鋼鋳鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
閉止機能の維持 作動機能の維持	ダイヤフラム	◎	—								
	弁 棒		ステンレス鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 玄海3号炉 ガスサージタンク入口弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼								
	弁 蓋		ステンレス鋼鋳鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
閉止機能の維持 作動機能の維持	ダイヤフラム	◎	—								
	弁 棒		ステンレス鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 SWP電動機冷却水ライン止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		鋳 鉄 (ライニング)		△ △(外面)						
	弁 蓋		ステンレス鋼鋳鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
閉止機能の維持 作動機能の維持	ダイヤフラム	◎	—								
	弁 棒		ステンレス鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

3. 代表機器以外への展開

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

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

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 弁箱の腐食（全面腐食）

[原子炉補機冷却海水系統、非常用ディーゼル発電機系統のダイヤフラム弁]
内部流体は海水であり、鋳鉄製の弁箱においては腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視によりライニングのはく離等がないことを確認し、必要に応じて適切に対処することにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.2 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）

[原子炉補機冷却海水系統、非常用ディーゼル発電機系統のダイヤフラム弁]
鋳鉄製の弁箱及び弁蓋は腐食が想定される。

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

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

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

3.2.3 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）〔ステンレス鋼製弁蓋ボルトを除く弁共通〕

弁蓋ボルトはダイヤフラムからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.4 弁棒の摩耗〔共通〕

弁の開閉に伴い、弁棒と弁蓋の摺動部には摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

1. 5 スイング逆止弁

[対象機器]

- ① 1次冷却材系統スイング逆止弁
- ② 化学体積制御系統スイング逆止弁
- ③ 使用済燃料ピット浄化冷却系統スイング逆止弁
- ④ 燃料取替用水系統スイング逆止弁
- ⑤ 原子炉補機冷却水系統スイング逆止弁
- ⑥ 原子炉補機冷却海水系統スイング逆止弁
- ⑦ 液体廃棄物処理系統スイング逆止弁
- ⑧ 空調用冷水系統スイング逆止弁
- ⑨ 安全注入系統スイング逆止弁
- ⑩ 余熱除去系統スイング逆止弁
- ⑪ 原子炉格納容器スプレイ系統スイング逆止弁
- ⑫ 主蒸気系統スイング逆止弁
- ⑬ 抽気系統スイング逆止弁
- ⑭ 2次系復水系統スイング逆止弁
- ⑮ 2次系ドレン系統スイング逆止弁
- ⑯ 主給水系統スイング逆止弁
- ⑰ 補助給水系統スイング逆止弁
- ⑱ 非常用ディーゼル発電機系統スイング逆止弁
- ⑲ 制御用空気系統スイング逆止弁
- ⑳ 補助蒸気系統スイング逆止弁
- ㉑ 消火系統スイング逆止弁
- ㉒ 潤滑・制御油系統スイング逆止弁
- ㉓ 大容量空冷式発電機系統スイング逆止弁

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	6
2.1 構造、材料及び使用条件	6
2.2 経年劣化事象の抽出	33
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	49
3. 代表機器以外への展開	52
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	52
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	53

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スイング逆止弁の主な仕様を表1-1に示す。

これらのスイング逆止弁を設置場所、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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に示すスイング逆止弁について、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計9つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 設置場所：屋内、内部流体：1次冷却材・ほう酸水、材料：ステンレス鋼

このグループには、化学体積制御系統、使用済燃料ピット浄化冷却系統、燃料取替用水系統、液体廃棄物処理系統、安全注入系統、余熱除去系統及び原子炉格納容器スプレイ系統のスイング逆止弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しく、口径が大きい蓄圧タンク出口第二逆止弁を代表機器とする。

- (2) 設置場所：屋内、内部流体：苛性ソーダ溶液、材料：ステンレス鋼

このグループには、よう素除去薬品注入ライン逆止弁のみが属しているため、よう素除去薬品注入ライン逆止弁を代表機器とする。

- (3) 設置場所：屋内、内部流体：蒸気、材料：炭素鋼

このグループには、主蒸気系統、抽気系統及び補助蒸気系統のスイング逆止弁が属するが、重要度が高く、口径が大きい主蒸気隔離弁を代表機器とする。

- (4) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：蒸気・給水・純水・空気・油、材料：ステンレス鋼

このグループには、抽気系統、余熱除去系統、原子炉格納容器スプレイ系統、補助給水系統、1次冷却材系統、使用済燃料ピット浄化冷却系統、潤滑・制御油系統及び大容量空冷式発電機系統のスイング逆止弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいT/D AFWPミニフローライン逆止弁を代表機器とする。

- (5) 設置場所：屋内、内部流体：純水・給水・ろ過水、材料：炭素鋼

このグループには、空調用冷水系統、非常用ディーゼル発電機系統、原子炉格納容器スプレイ系統、2次系復水系統、2次系ドレン系統、主給水系統、補助給水系統、補助蒸気系統及び消火系統のスイング逆止弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しく、口径が大きいM/D AFWP出口逆止弁を代表機器とする。

- (6) 設置場所：屋内、内部流体：空気、材料：炭素鋼

このグループには、制御用空気系統のスイング逆止弁が属するが、使用条件が厳しい制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁を代表機器とする。

- (7) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：ヒドラジン水・油、材料：炭素鋼

このグループには、原子炉補機冷却水系統、潤滑・制御油系統及び非常用ディーゼル発電機系統のスイング逆止弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいRCP、余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁を代表機器とする。

- (8) 設置場所：屋外、内部流体：海水、材料：炭素鋼（ライニング）

このグループには、SWP出口逆止弁のみが属しているため、SWP出口逆止弁を代表機器とする。

- (9) 設置場所：屋外、内部流体：海水、材料：銅合金

このグループには、原子炉補機冷却海水系統のスイング逆止弁が属するが、口径が大きいSWP電動機冷却水ライン逆止弁を代表機器とする。

表1-1(1/3) 玄海3号炉 スイング逆止弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準				代表機器の選定		
設置場所	内部流体	材 料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代 表 弁	選定理由
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (℃)							
屋 内	1次冷却材 ほう酸水	ステンレス鋼	12	化学体積制御系統	3~6	PS-1、MS-1 PS-2、高*2 重*3	約0.98~20.0	約65~343	◎	蓄圧タンク出口第二逆止弁 (12B 約17.2MPa 約343℃)	重要度 使用条件 口径
			1	使用済燃料ピット浄化冷却系統	4	MS-2	約1.4	約95			
			4	燃料取替用水系統	4	MS-1、MS-2	大気圧~約1.4	約95、約144			
			1	液体廃棄物処理系統	3	高*2	約2.1	約95			
			18	安全注入系統	4~16	PS-1、MS-1 重*3	約0.39~17.2	約144~343			
			12	余熱除去系統	6~16	PS-1、MS-1 重*3	約4.5、約17.2	約200、約343			
			11	原子炉格納容器スプレイ系統	6~18	MS-1、重*3	約0.39~2.7	約144、約150			
屋 内	苛性ソーダ溶液	ステンレス鋼	2	原子炉格納容器スプレイ系統	3	MS-1	約2.7	約150	◎	よう素除去薬品注入ライン逆止弁 (3B 約2.7MPa 約150℃)	
屋 内	蒸 気	炭 素 鋼	10	主蒸気系統	6、28	MS-1、MS-2 重*3	約8.2	約298	◎	主蒸気隔離弁 (28B 約8.2MPa 約298℃)	重要度 口径
			12	抽気系統	18~28	高*2	約0.05~0.44	約115~225			
			8	補助蒸気系統	4~12	高*2	約0.93~8.2	約185~298			

*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

表1-1(2/3) 玄海3号炉 スイング逆止弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準				代表機器の選定		
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代表弁	選定理由
			最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)							
屋内	蒸気 給水	ステンレス鋼	5	抽気系統	16~32	高*2	約1.4~3.4	約200~245	◎	T/D AFWPミニフローライン逆止弁 (3B 約12.7MPa 約40°C)	重要度 使用条件
			1	余熱除去系統	6	重*3	約4.5	約200			
			1	原子炉格納容器スプレイ系統	6	重*3	約1.5	約95			
	8		補助給水系統	3~10	MS-1、高*2 重*3	大気圧、約12.7	約40				
	1		1次冷却材系統	3	MS-1	約1.4	約144				
	4		使用済燃料ピット浄化冷却系統	4	重*3	大気圧	約40				
	5		潤滑・制御油系統	1、1・1/2	高*2	約0.49	約100				
	1		大容量空冷式発電機系統	2	重*3	大気圧	約40				
屋外	純水 空気 油										
屋内	純水 給水	炭素鋼	4	空調用冷水系統	8	MS-1	約0.98	約45	◎	M/D AFWP出口逆止弁 (6B 約12.7MPa 約40°C)	重要度 使用条件 口径
			6	非常用ディーゼル発電機系統	2・1/2、8	MS-1	約0.49	約90			
			2	原子炉格納容器スプレイ系統	8	重*3	約1.5	約95			
			3	2次系復水系統	18	高*2	約4.1	約80			
			15	2次系ドレン系統	5~10	高*2	約2.0~8.2	約115~298			
			7	主給水系統*4	16~22	高*2	約10.3	約200、約235			
			14	補助給水系統	3、6	MS-1、重*3	約12.7	約40			
			8	補助蒸気系統	3、4	高*2	約0.69、約1.8	約100			
	1		ろ過水 消火系統	4	MS-1	約1.5	約144				

*1：機能は最上位の機能を示す

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

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

*4：2次系給水系統を含む

表1-1(3/3) 玄海3号炉 スイング逆止弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準				代表機器の選定		
設置場所	内部流体	材 料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代 表 弁	選定理由
							最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)			
屋 内	空 気	炭 素 鋼	6	制御用空気系統	3、6	MS-1	約0.83	約50、約250	◎	制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁 (3B 約0.83MPa 約250°C)	使用条件
屋 内 屋内・屋外	ヒドラジン水 油	炭 素 鋼	5	原子炉補機冷却水系統	12、18	MS-1、重*3	約1.4	約95、約144	◎	RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁 (12B 約1.4MPa 約144°C)	重要度 使用条件
			2	潤滑・制御油系統	2・1/2	高*2	約2.8	約80			
			10	非常用ディーゼル発電機系統	3~8	MS-1、重*3	大気圧、約0.78	約40~85			
屋 外	海 水	炭 素 鋼 (ライニング)	4	原子炉補機冷却海水系統	22	MS-1、重*3	約0.98	約50	◎	SWP出口逆止弁 (22B 約0.98MPa 約50°C)	
屋 外	海 水	銅 合 金	6	原子炉補機冷却海水系統	1・1/2、2	MS-1	約0.69、約0.70	約50	◎	SWP電動機冷却水ライン逆止弁 (2B 約0.69MPa 約50°C)	口径

*1：機能は最上位の機能を示す

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

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

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の9種類のスイング逆止弁について技術評価を実施する。

- ① 蓄圧タンク出口第二逆止弁
- ② よう素除去薬品注入ライン逆止弁
- ③ 主蒸気隔離弁
- ④ T/D AFWPミニフローライン逆止弁
- ⑤ M/D AFWP出口逆止弁
- ⑥ 制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁
- ⑦ RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁
- ⑧ SWP出口逆止弁
- ⑨ SWP電動機冷却水ライン逆止弁

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 蓄圧タンク出口第二逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉の蓄圧タンク出口第二逆止弁はスイング逆止弁であり、安全注入系統に4台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

弁箱はステンレス鋼鋳鋼、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、1次冷却材に接液している。

玄海3号炉の蓄圧タンク出口第二逆止弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の蓄圧タンク出口第二逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

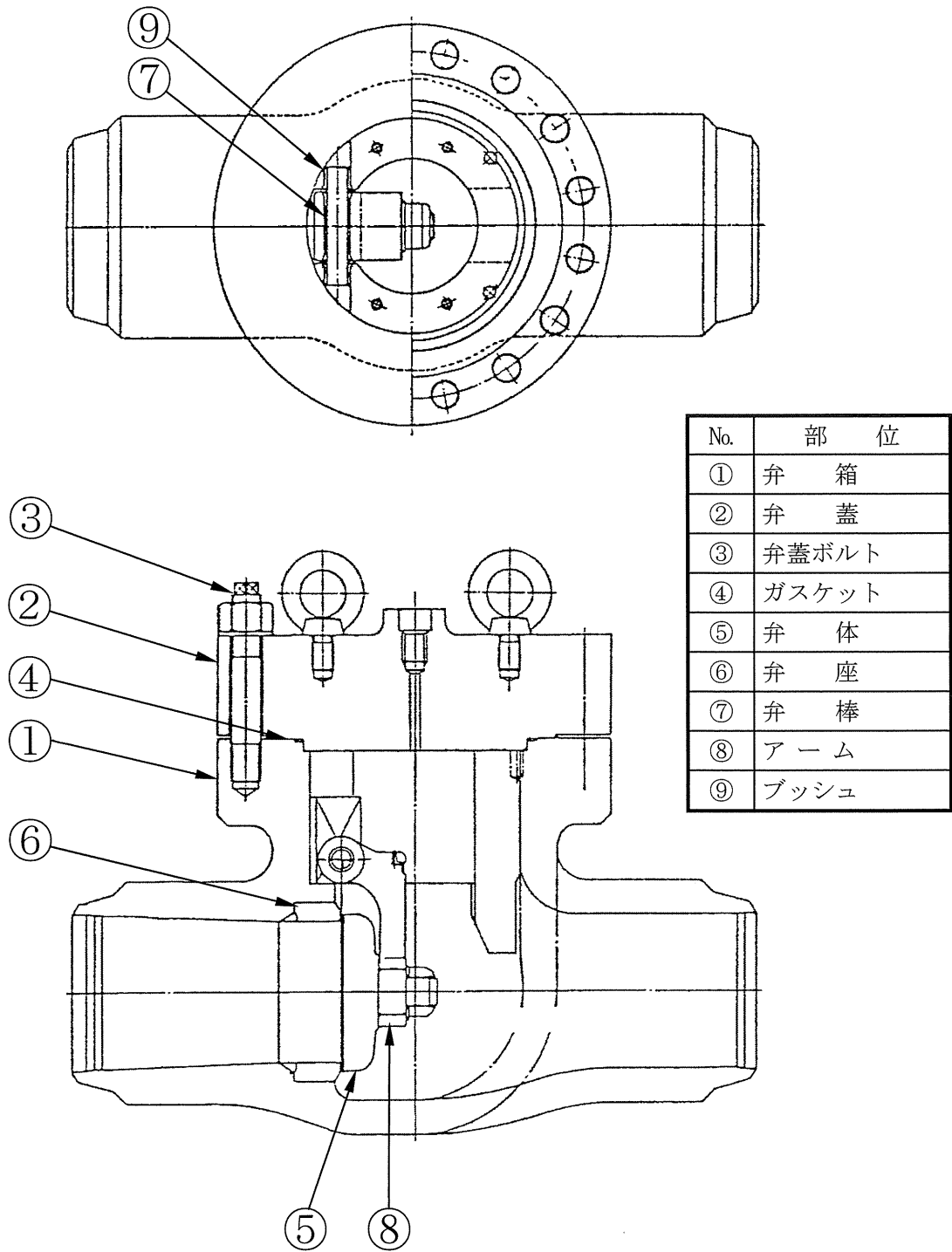


図2.1-1 玄海3号炉 蓄圧タンク出口第二逆止弁構造図

表2.1-1 玄海3号炉 蓄圧タンク出口第二逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ア ー ム	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-2 玄海3号炉 蓄圧タンク出口第二逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約17.2MPa[gage]
最高使用温度	約343℃
内 部 流 体	1次冷却材

2.1.2 よう素除去薬品注入ライン逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉のよう素除去薬品注入ライン逆止弁はスイング逆止弁であり、原子炉格納容器スプレイ系統に2台設置されている。

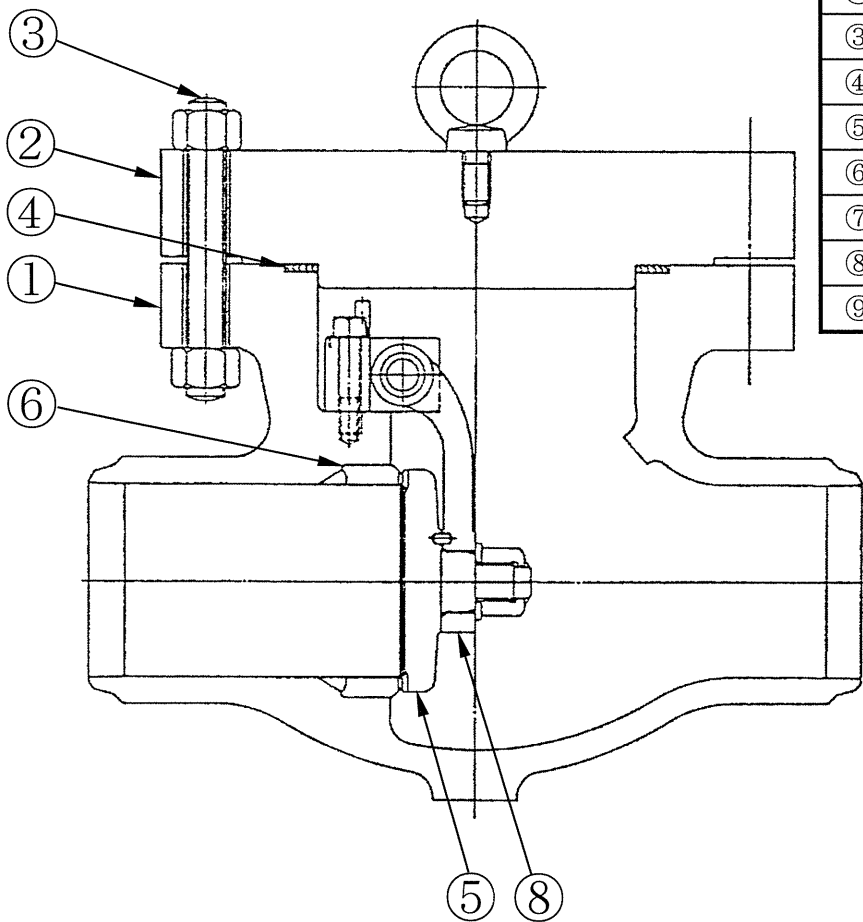
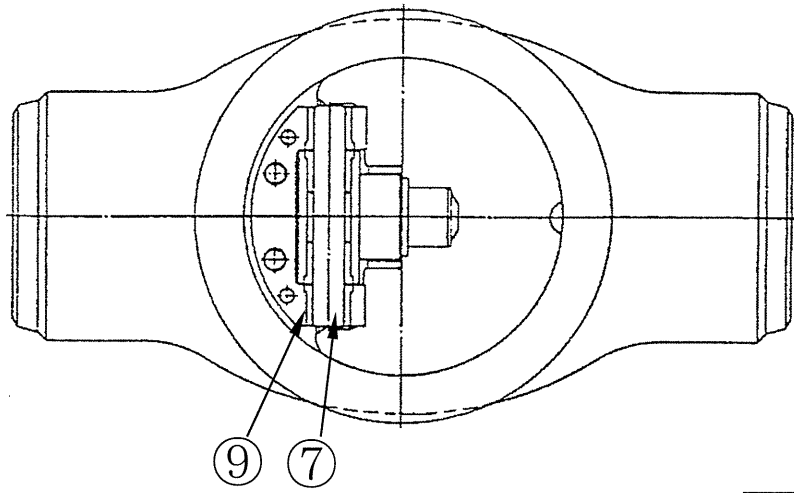
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

弁箱はステンレス鋼、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、苛性ソーダ溶液に接液している。

玄海3号炉のよう素除去薬品注入ライン逆止弁の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のよう素除去薬品注入ライン逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	弁 座
⑦	弁 棒
⑧	ア ー ム
⑨	ブ ッ シ ュ

図2.1-2 玄海3号炉 よう素除去薬品注入ライン逆止弁構造図

表2.1-3 玄海3号炉 よう素除去薬品注入ライン逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ア ー ム	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-4 玄海3号炉 よう素除去薬品注入ライン逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約2.7MPa[gage]
最高使用温度	約150℃
内 部 流 体	苛性ソーダ溶液

2.1.3 主蒸気隔離弁

(1) 構造

玄海3号炉の主蒸気隔離弁は、空気作動装置を駆動源としたスイング逆止弁であり、主蒸気系統に4台設置されている。

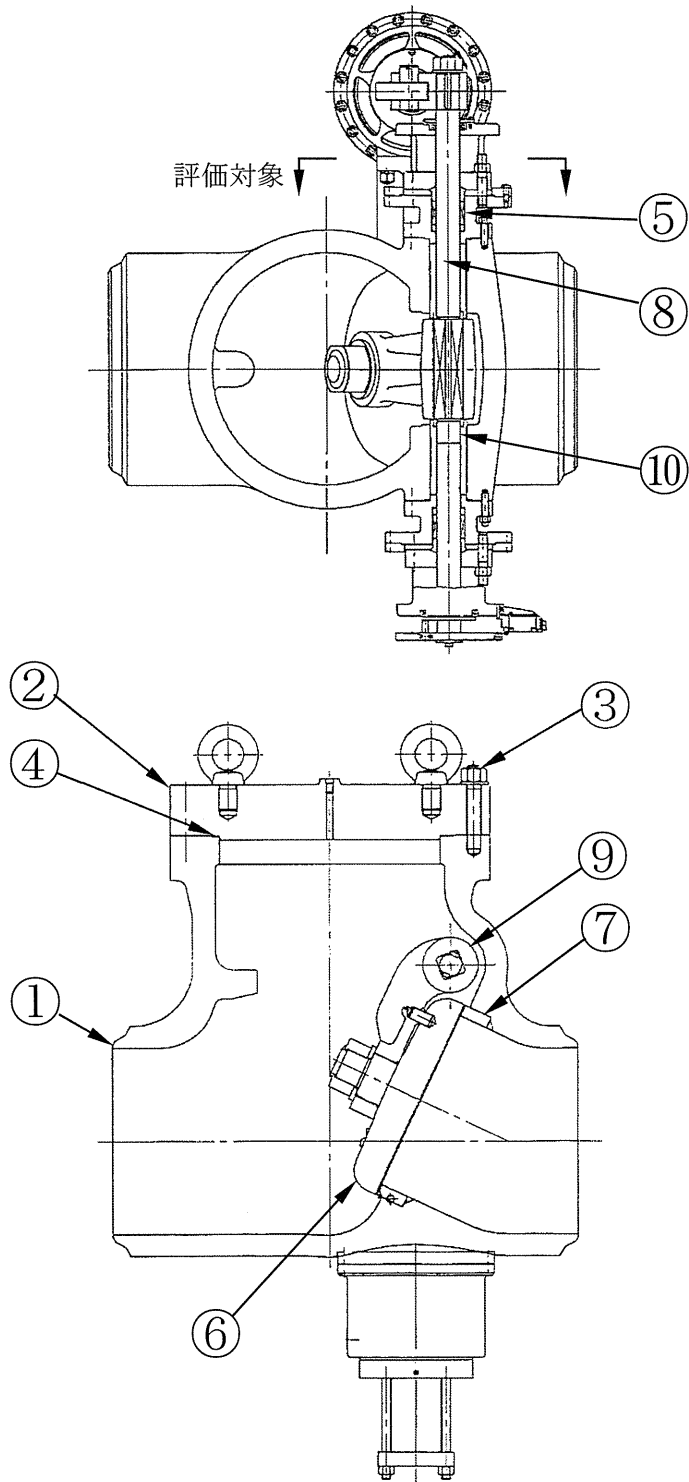
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、パッキン）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

弁箱は炭素鋼、弁蓋及び弁体には炭素鋼を使用しており、蒸気に接している。

玄海3号炉の主蒸気隔離弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の主蒸気隔離弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	パッキン
⑥	弁 体
⑦	弁 座
⑧	弁 棒
⑨	アーム
⑩	ブッシュ

図2.1-3 玄海3号炉 主蒸気隔離弁構造図

表2.1-5 玄海3号炉 主蒸気隔離弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
パッキン	消耗品・定期取替品
弁 体	炭 素 鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	炭 素 鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ア ー ム	炭素鋼鋳鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-6 玄海3号炉 主蒸気隔離弁の使用条件

最高使用圧力	約8.2MPa[gage]
最高使用温度	約298℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.4 T/D AFWPミニフローライン逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉のT/D AFWPミニフローライン逆止弁はスイング逆止弁であり、補助給水系統に1台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

弁箱はステンレス鋼、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、給水に接液している。

玄海3号炉のT/D AFWPミニフローライン逆止弁の構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のT/D AFWPミニフローライン逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。

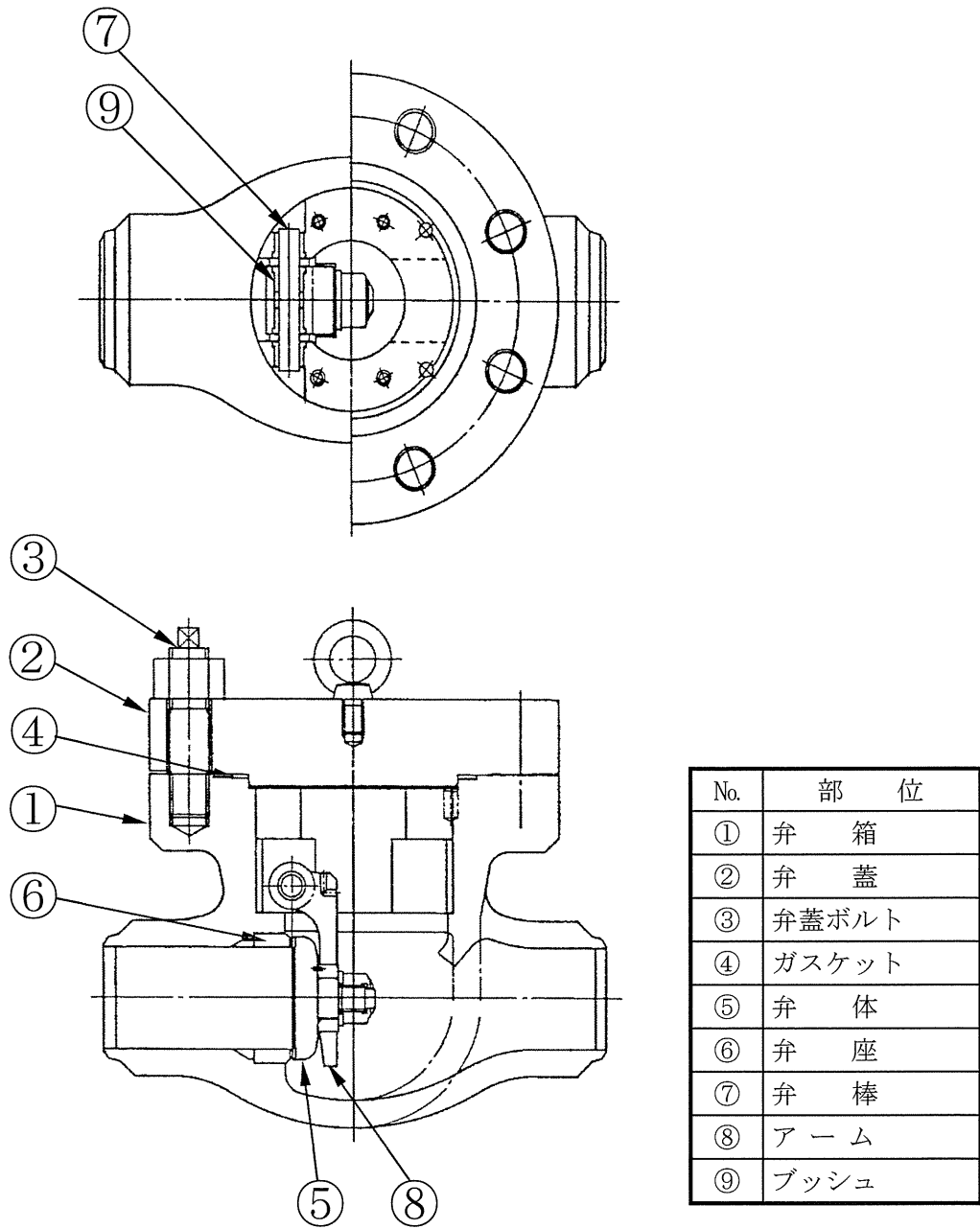


図2.1-4 玄海3号炉 T/D AFWPミニフローライン逆止弁構造図

表2.1-7 玄海3号炉 T/D AFWPミニフローライン逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	ステンレス鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ア ー ム	ステンレス鋼
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-8 玄海3号炉 T/D AFWPミニフローライン逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約12.7MPa[gage]
最高使用温度	約40℃
内 部 流 体	給 水

2.1.5 M/D AFWP 出口逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉のM/D AFWP 出口逆止弁はスイング逆止弁であり、補助給水系統に2台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

弁箱は炭素鋼、弁蓋及び弁体には炭素鋼を使用しており、給水に接液している。

玄海3号炉のM/D AFWP 出口逆止弁の構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のM/D AFWP 出口逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-9及び表2.1-10に示す。

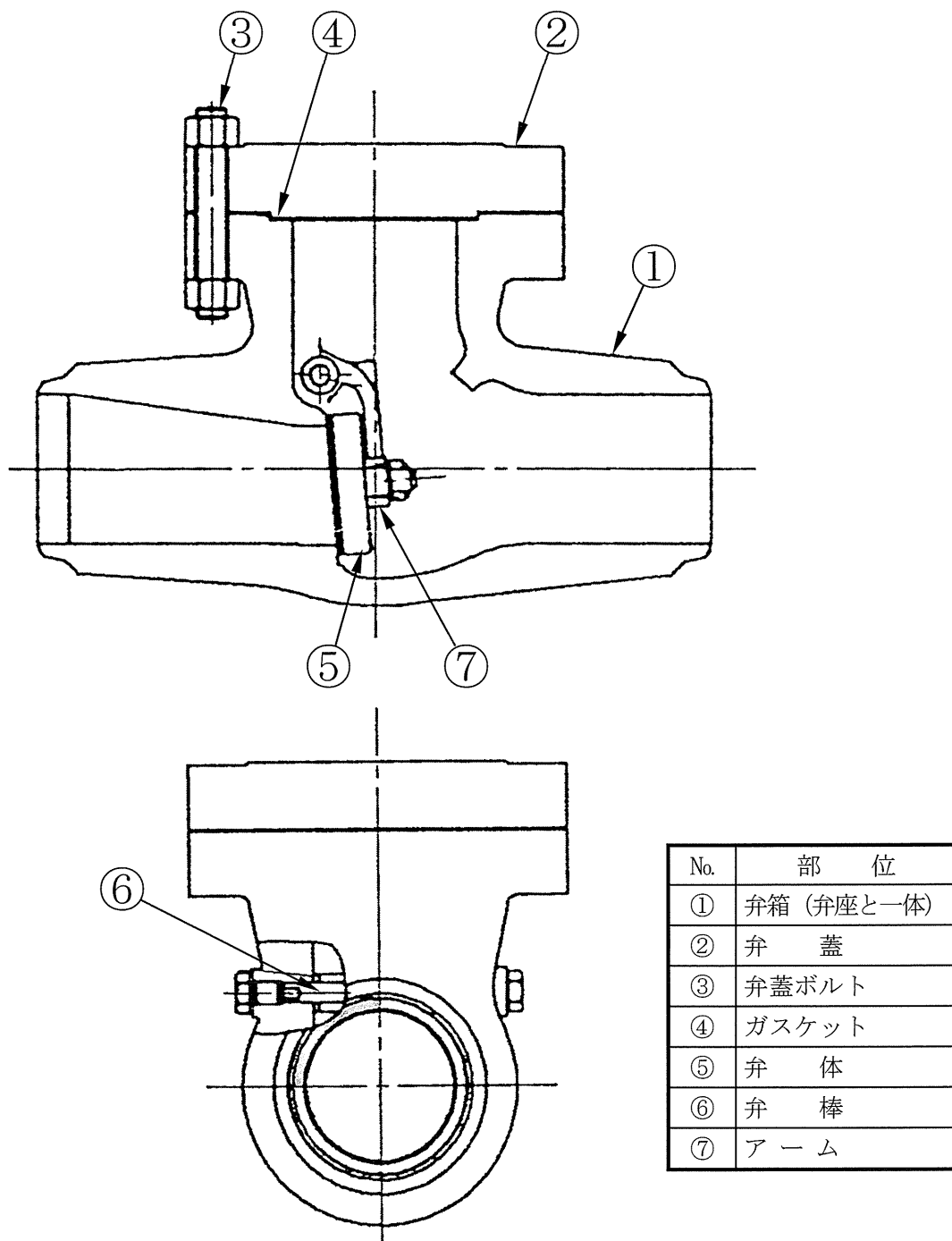


図2.1-5 玄海3号炉 M/D AFWP出口逆止弁構造図

表2.1-9 玄海3号炉 M/D AFWP出口逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	炭素鋼鋳鋼（ステンレス鋼肉盛）
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	炭 素 鋼（ステンレス鋼肉盛）
弁 棒	ステンレス鋼
ア ー ム	炭素鋼鋳鋼

表2.1-10 玄海3号炉 M/D AFWP出口逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約12.7MPa[gage]
最高使用温度	約40℃
内 部 流 体	給 水

2.1.6 制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉の制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁はスイング逆止弁であり、制御用空気系統に4台設置されている。

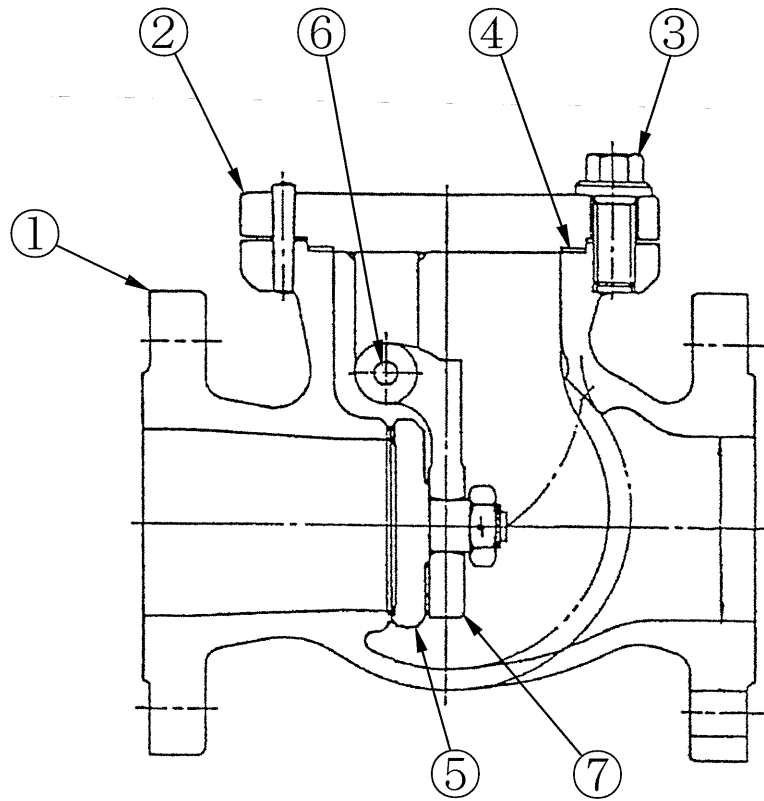
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

弁箱は炭素鋼、弁蓋及び弁体には炭素鋼を使用しており、空気に接している。

玄海3号炉の制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁の構造図を図2.1-6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吸着塔出口逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-11及び表2.1-12に示す。



No.	部 位
①	弁箱（弁座と一体）
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	弁 棒
⑦	ア ー ム

図2.1-6 玄海3号炉 制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁構造図

表2.1-11 玄海3号炉 制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	炭素鋼鋳鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	炭 素 鋼（ステライト肉盛）
弁 棒	ステンレス鋼
ア ー ム	炭 素 鋼

表2.1-12 玄海3号炉 制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約250℃
内 部 流 体	空 気

2.1.7 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁はスイング逆止弁であり、原子炉補機冷却水系統に1台設置されている。

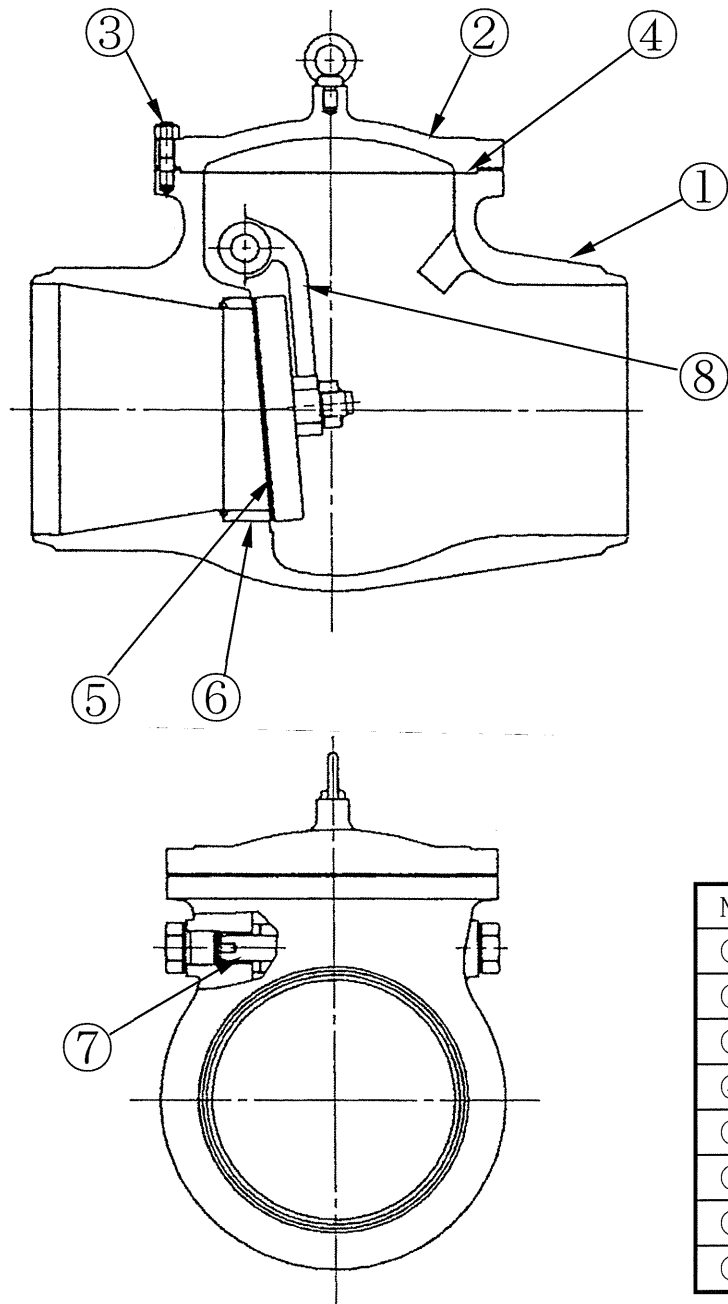
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

弁箱及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼、弁体には炭素鋼を使用しており、ヒドラジン水（防錆剤注入水）に接液している。

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-13及び表2.1-14に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	弁 座
⑦	弁 棒
⑧	ア ー ム

図2.1-7 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁構造図

表2.1-13 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁
主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	炭 素 鋼 (ステンレス鋼肉盛)
弁 座	炭 素 鋼 (ステンレス鋼肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼
ア ー ム	炭素鋼鋳鋼

表2.1-14 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約1.4MPa[gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	ヒドラジン水

2.1.8 SWP 出口逆止弁

(1) 構造

玄海 3 号炉の SWP 出口逆止弁はスイング逆止弁であり、原子炉補機冷却海水系統に 4 台設置されている。

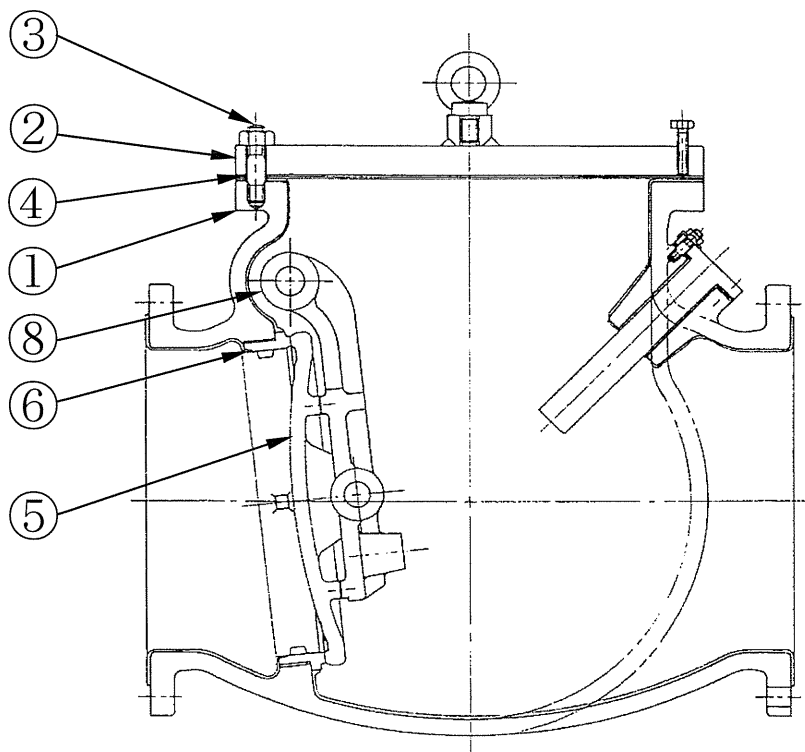
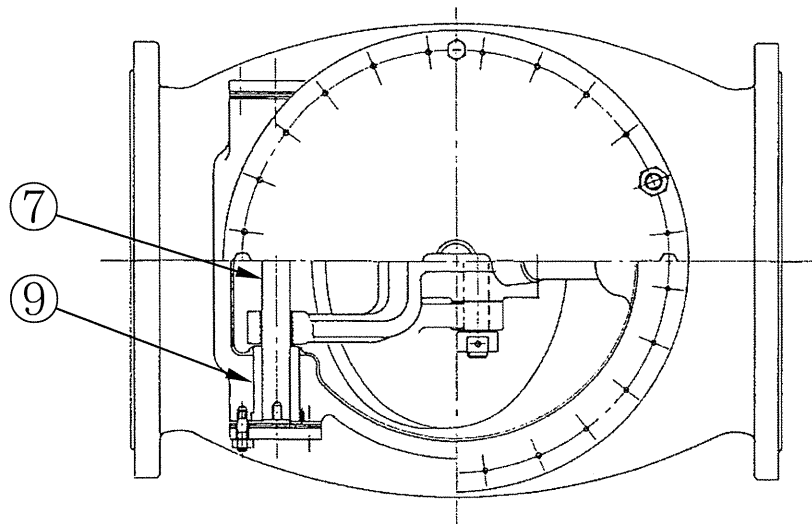
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

弁箱及び弁蓋はライニングされた炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼、弁体には銅合金を使用しており、海水に接液している。

玄海 3 号炉の SWP 出口逆止弁の構造図を図 2.1-8 に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海 3 号炉の SWP 出口逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表 2.1-15 及び表 2.1-16 に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	弁 座
⑦	弁 棒
⑧	ア ー ム
⑨	ブッシュ

図2.1-8 玄海3号炉 SWP出口逆止弁構造図

表2.1-15 玄海3号炉 SWP出口逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼 (ライニング)
弁 蓋	炭 素 鋼 (ライニング)
弁蓋ボルト	ステンレス鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	銅 合 金
弁 座	銅 合 金
弁 棒	銅 合 金
ア ー ム	銅 合 金
ブッシュ	消耗品・定期取替品

表2.1-16 玄海3号炉 SWP出口逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約0.98MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	海 水

2.1.9 SWP 電動機冷却水ライン逆止弁

(1) 構造

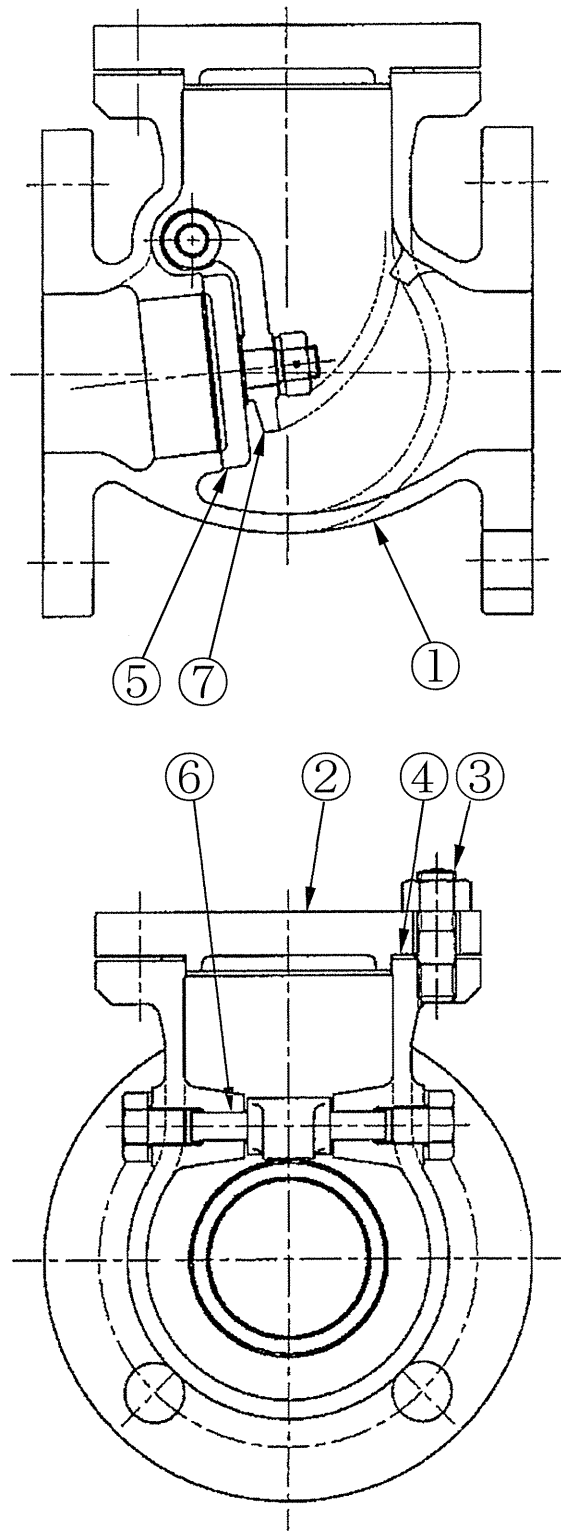
玄海 3 号炉の SWP 電動機冷却水ライン逆止弁はスイング逆止弁であり、原子炉補機冷却海水系統に 2 台設置されている。

弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動させる作動部（弁棒、アーム）からなる。

玄海 3 号炉の SWP 電動機冷却水ライン逆止弁の構造図を図 2.1-9 に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海 3 号炉の SWP 電動機冷却水ライン逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表 2.1-17 及び表 2.1-18 に示す。



No.	部 位
①	弁箱 (弁座と一体)
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	弁 棒
⑦	アーム

図2.1-9 玄海3号炉 SWP電動機冷却水ライン逆止弁構造図

表2.1-17 玄海3号炉 SWP電動機冷却水ライン逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	消耗品・定期取替品
弁 蓋	消耗品・定期取替品
弁蓋ボルト	消耗品・定期取替品
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	消耗品・定期取替品
弁 棒	消耗品・定期取替品
ア ー ム	消耗品・定期取替品

表2.1-18 玄海3号炉 SWP電動機冷却水ライン逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約0.69MPa[gage]
最高使用温度	約50℃
内 部 流 体	海 水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

スイング逆止弁の機能である流体の流れ方向制限機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 閉止機能の維持
- ③ 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

スイング逆止弁個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1～表2.2-9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2.2-9で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 弁箱の疲労割れ [蓄圧タンク出口第二逆止弁]

プラントの起動・停止時等に発生する内部流体の温度及び圧力の変化により、疲労が蓄積する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2.2-9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) 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[よう素除去薬品注入ライン逆止弁、制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁、RCP、余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁]

制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁及びRCP、余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁の弁箱、弁蓋、弁体、弁座及びアームは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は乾燥した空気又はヒドラジン水（防錆剤注入水）で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

また、よう素除去薬品注入ライン逆止弁は内部流体が苛性ソーダ溶液であり、腐食が想定される。

しかしながら、弁箱、弁蓋、弁体、弁座、弁棒及びアームはステンレス鋼鋳鋼又はステンレス鋼であり、苛性ソーダの濃度及び使用温度が低く、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、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) 弁箱、弁蓋等の腐食（流れ加速型腐食）〔主蒸気隔離弁〕

弁箱、弁蓋、弁体、弁座及びアームは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、内部流体が蒸気であるため、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、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) 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）〔M/D AFWP出口逆止弁〕

弁箱、弁蓋、弁体及びアームは炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、内部流体が給水（飽和溶存酸素濃度：最大約8ppm）であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(4) 弁箱、弁蓋の腐食（異種金属接触腐食）〔SWP出口逆止弁〕

弁箱及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であるため、海水接液面にはライニングを施しているが、ライニングのはく離等により海水が接液した場合、弁体等が銅合金であるため、炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼部位に異種金属接触腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視によりライニングのはく離等がないことを確認し、必要に応じて適切に対処することにより、機器の健全性を維持している。

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

(5) 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）

[主蒸気隔離弁、M/D AFWP 出口逆止弁、制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁、RCP、余剰抽出冷却器CCW 入口ライン隔離逆止弁、SWP 出口逆止弁]

弁箱及び弁蓋は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(6) 弁箱の熱時効 [蓄圧タンク出口第二逆止弁]

弁箱はステンレス鋼鋳鋼であり、使用温度が250℃以上と高いため、熱時効による材料特性変化を起こす可能性があるが、熱時効は材質変化に加え、欠陥が存在し、かつ高い応力が存在する場合について検討が必要となる。

しかしながら、弁は接続される配管と比較して厚板に製造されていることから発生応力は小さく、製造時の非破壊検査で有意な欠陥がないことを確認し、さらに運転開始後60年を想定した疲労評価でも許容値を満足することから、評価期間において欠陥の発生する要因があるとは考えにくい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(7) 弁箱、弁蓋等の応力腐食割れ [よう素除去薬品注入ライン逆止弁]

弁箱、弁蓋、弁体、弁座、弁棒及びアームはステンレス鋼鋳鋼又はステンレス鋼であり、内部流体が苛性ソーダ溶液であることから、応力腐食割れが想定される。

しかしながら、図2.2-1に示すように苛性ソーダの濃度及び使用温度が低く、応力腐食割れが発生し難い環境にあり、これまでに有意な割れは認められておらず、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。

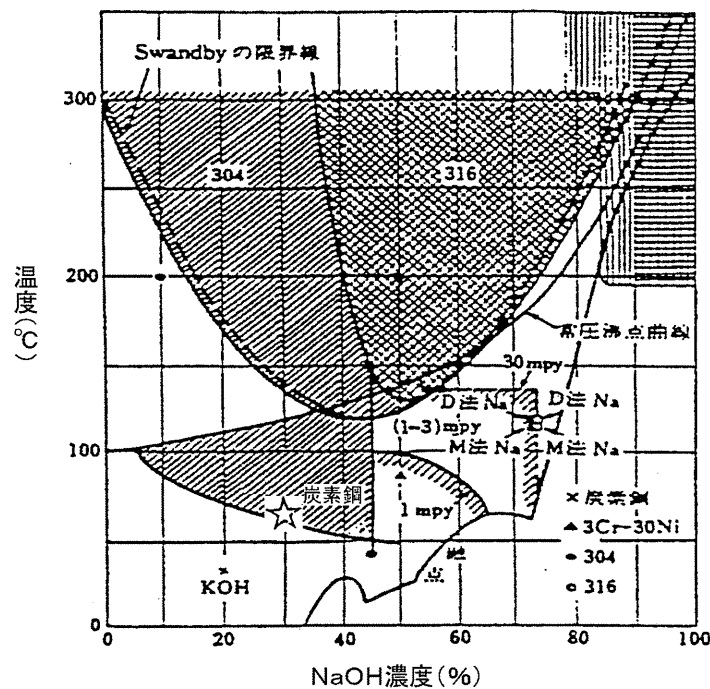


図2.2-1 SUS 304 / 316 材の NaOH 溶液中での SCC 感受性

[出典：大久保勝夫、徳永一弘：化学工学、40 (1976)]

(☆：よう素除去薬品タンクの使用環境：65°C、30%を出典文献に追記)

(8) 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）

[SWP電動機冷却水ライン逆止弁を除く弁共通]

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(9) 弁体、弁座又は弁箱弁座部（シート面）の摩耗

[SWP電動機冷却水ライン逆止弁を除く弁共通]

弁体、弁座又は弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

(10) 弁体、弁座等の腐食（孔食・隙間腐食）[SWP出口逆止弁]

弁体、弁座、弁棒及びアームは銅合金であり、内部流体が海水であるため、孔食・隙間腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

(11) 弁棒、アームの摩耗 [SWP電動機冷却水ライン逆止弁を除く弁共通]

弁棒は開閉に伴うパッキン受け部又は軸保持部との摺動による摩耗が想定される。また、アームと弁棒は開閉に伴う摺動による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、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。

(12) 弁棒の腐食（隙間腐食）〔主蒸気隔離弁〕

弁棒はパッキンとの接触部において腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット及びパッキンは分解点検時に取り替えている消耗品であり、ブッシュは目視確認の結果に基づき取り替えている消耗品である。また、SWP電動機冷却水ライン逆止弁は定期取替品である。いずれも長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3号炉 蓄圧タンク出口第二逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼			○		△			
	弁 蓋		ステンレス鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△							
	ア ー ム		ステンレス鋼	△							
	ブッシュ	◎	—								

○：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 よう素除去薬品注入ライン逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼		△		△				
	弁 蓋		ステンレス鋼		△		△				
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△	△		△				
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△	△		△				
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△		△				
	ア ー ム		ステンレス鋼	△	△		△				
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 主蒸気隔離弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ ^{*1} △(外面)					*1：流れ加速型腐食 *2：隙間腐食	
	弁 蓋		炭 素 鋼		△ ^{*1} △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	パッキン	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△ ^{*1}						
	弁 座		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△ ^{*1}						
	弁 棒		ステンレス鋼	△	△ ^{*2}						
	ア ー ム		炭素鋼鋳鋼	△	△ ^{*1}						
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-4 玄海3号炉 T/D AFWPミニフローライン逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼								
	弁 蓋		ステンレス鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 棒		ステンレス鋼	△							
	ア ー ム		ステンレス鋼	△							
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-5 玄海3号炉 M/D AFWP出口逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		炭素鋼鋳鋼 (ステンレス鋼肉盛)	△*1	△ △(外面)					*1：シート面	
	弁 蓋		炭 素 鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭 素 鋼 (ステンレス鋼肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△							
	アーム		炭素鋼鋳鋼	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-6 玄海3号炉 制御用空気除湿装置吸着塔出口逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		炭素鋼鋳鋼 (ステライト肉盛)	△*1	△ △(外面)						*1：シート面
	弁 蓋		炭 素 鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△							
	ア ー ム		炭 素 鋼	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-7 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW入口ライン隔離逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		炭 素 鋼 (ステンレス鋼肉盛)	△	△						
	弁 座		炭 素 鋼 (ステンレス鋼肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼	△							
	ア ー ム		炭素鋼鋳鋼	△	△						

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-8 玄海3号炉 SWP出口逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼 (ライニング)		△ ^{*1} △(外面)					*1：異種金属接触腐食 *2：孔食・隙間腐食	
	弁 蓋		炭 素 鋼 (ライニング)		△ ^{*1} △(外面)						
	弁蓋ボルト		ステンレス鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		銅 合 金	△	△ ^{*2}						
	弁 座		銅 合 金	△	△ ^{*2}						
	弁 棒		銅 合 金	△	△ ^{*2}						
	ア ー ム		銅 合 金	△	△ ^{*2}						
	ブッシュ	◎	—								

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-9 玄海3号炉 SWP電動機冷却水ライン逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)	◎	—								
	弁 蓋	◎	—								
	弁蓋ボルト	◎	—								
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体	◎	—								
	弁 棒	◎	—								
	ア ー ム	◎	—								

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 弁箱の疲労割れ [蓄圧タンク出口第二逆止弁]

a. 事象の説明

弁箱は、プラントの起動・停止時等による熱過渡を繰り返し受けるため、疲労が蓄積する。

b. 技術評価

① 健全性評価

蓄圧タンク出口第二逆止弁の高応力部位を対象とした健全性評価を以下に示す要領にて実施した。

評価対象部位を図2.3-1に示す。

弁箱に発生する応力については、「(社)日本機械学会 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」に基づき評価した。

また、使用環境を考慮した疲労については、「(社)日本機械学会 環境疲労評価手法 (JSME S NF1-2009)」に基づき評価した。

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。

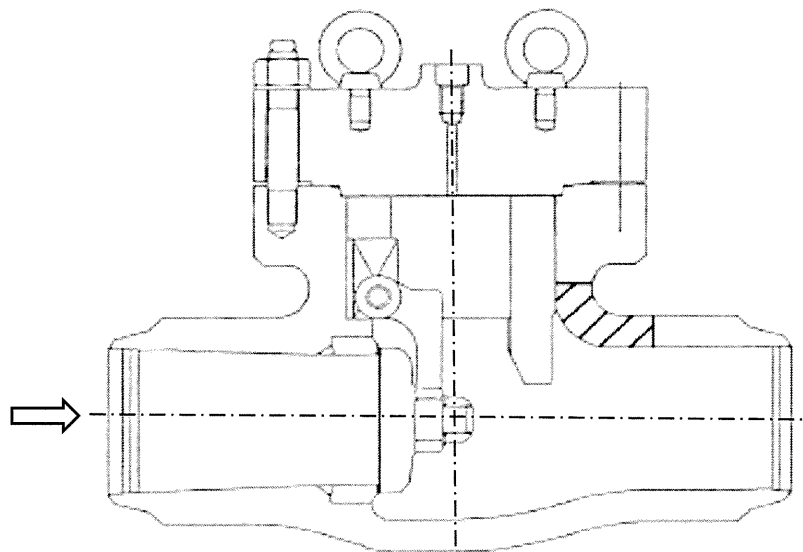


図2.3-1 玄海3号炉 蓄圧タンク出口第二逆止弁 弁箱の疲労評価対象部位 (斜線部)

表2.3-1 玄海3号炉 蓄圧タンク出口第二逆止弁 弁箱の疲労評価に用いた過渡回数

	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
運 転 状 態 I	起動 (温度上昇率55.6°C/h)	23	60
	停止 (温度下降率55.6°C/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	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°C、低温側±2.4°C、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 弁箱の疲労評価結果

評価対象	疲 労 累 積 係 数 (許容値 : 1 以下)	
	設計・建設規格 による解析	環境疲労評価手法 による解析
蓄圧タンク出口第二逆止弁	0.095	0.693

② 現状保全

弁箱の疲労割れについては、定期的を目視確認を実施し、有意な異常がないことを確認すると共に、定期的な漏えい検査を実施し健全性を確認している。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、弁箱の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、弁箱の疲労割れによる機器の健全性への影響は漏えい検査により、異常のないことは目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

弁箱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。

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。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 弁箱の疲労割れ

[化学体積制御系統、安全注入系統、余熱除去系統のスイング逆止弁]

プラントの起動・停止時等に発生する内部流体の温度及び圧力変化を受ける蓄圧タンク出口第二逆止弁の疲労評価結果では、表2.3-2に示すように疲労割れが発生する可能性はないと考えられ、当該弁と同等以下の過渡しか受けないその他の弁についても、疲労割れが発生する可能性はないと考える。

また、弁箱の疲労割れによる機器の健全性への影響は漏えい検査により、異常のないことは目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、弁箱の疲労割れについては、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。

3.2 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 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[空調用冷水系統、制御用空気系統、原子炉補機冷却水系統、潤滑・制御油系統、非常用ディーゼル発電機系統のスイング逆止弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は脱気された純水、乾燥した空気、ヒドラジン水（防錆剤注入水）又は油で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.2 弁箱、弁蓋等の腐食（流れ加速型腐食）

[主蒸気系統、抽気系統、補助蒸気系統、2次系復水系統、2次系ドレン系統、主給水系統のスイング逆止弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は、内部流体が蒸気又は給水であるため、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.3 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[非常用ディーゼル発電機系統、原子炉格納容器スプレイ系統、補助給水系統、消火系統のスイング逆止弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は、内部流体が純水、給水及びろ過水（飽和溶存酸素濃度：最大約8ppm）であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、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。

3.2.4 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）〔炭素鋼製の弁共通〕

炭素鋼製の弁箱及び弁蓋は腐食が想定される。

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

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

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

3.2.5 弁箱、弁蓋（外面）の応力腐食割れ〔大容量空冷式発電機系統スイング逆止弁〕

屋外に設置されたステンレス鋼製の弁箱及び弁蓋は、大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は防水措置（保温）を施しており、大気中の海塩粒子が付着する可能性は小さく、塗装又は防水措置（保温）が健全であれば応力腐食割れの可能性は小さい。

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

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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 弁箱、弁蓋の熱時効〔ステンレス鋼製鋼製の弁共通〕

ステンレス鋼製鋼製の弁箱及び弁蓋において、使用温度が250℃以上と高いものは、熱時効による材料特性変化を起こす可能性があるが、熱時効は材質変化に加え、欠陥が存在し、かつ高い応力が存在する場合について検討が必要となる。

しかしながら、弁は接続される配管と比較して厚板に製造されていることから発生応力は小さく、製造時の非破壊検査で有意な欠陥がないことを確認し、さらに運転開始後60年を想定した疲労評価でも許容値を満足することを代表機器において確認していることから、評価期間において欠陥の発生する要因があるとは考えにくい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）〔ステンレス鋼製弁蓋ボルトを除く弁共通〕

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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。

3.2.8 弁体、弁座又は弁箱弁座部（シート面）の摩耗〔共通〕

弁体、弁座又は弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.9 弁棒、アームの摩耗〔共通〕

弁棒は開閉に伴うパッキン受け部又は軸保持部との摺動による摩耗が想定される。また、アームと弁棒は開閉に伴う摺動による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、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。

3.2.10 弁棒の腐食（隙間腐食）〔パッキンのある弁共通〕

弁棒はパッキンとの接触部において腐食が想定される。

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。

1. 6 リフト逆止弁

[対象機器]

- ① 1次冷却材系統リフト逆止弁
- ② 化学体積制御系統リフト逆止弁
- ③ 蒸気発生器ブローダウン系統リフト逆止弁
- ④ 燃料取替用水系統リフト逆止弁
- ⑤ 1次系補給水系統リフト逆止弁
- ⑥ 原子炉補機冷却水系統リフト逆止弁
- ⑦ 原子炉補機冷却海水系統リフト逆止弁
- ⑧ 液体廃棄物処理系統リフト逆止弁
- ⑨ 気体廃棄物処理系統リフト逆止弁
- ⑩ 1次系試料採取系統リフト逆止弁
- ⑪ 空気サンプリング系統リフト逆止弁
- ⑫ 空調用冷水系統リフト逆止弁
- ⑬ 安全注入系統リフト逆止弁
- ⑭ 2次系ドレン系統リフト逆止弁
- ⑮ 補助給水系統リフト逆止弁
- ⑯ 非常用ディーゼル発電機系統リフト逆止弁
- ⑰ 制御用空気系統リフト逆止弁
- ⑱ 所内用空気系統リフト逆止弁
- ⑲ 補助蒸気系統リフト逆止弁
- ⑳ 潤滑・制御油系統リフト逆止弁
- ㉑ 大容量空冷式発電機系統リフト逆止弁

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	5
2.1 構造、材料及び使用条件	5
2.2 経年劣化事象の抽出	26
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	38
3. 代表機器以外への展開	41
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	41
3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象	42

1. 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リフト逆止弁の主な仕様を表1-1に示す。

これらのリフト逆止弁を設置場所、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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に示すリフト逆止弁について、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計7のグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 設置場所：屋内、内部流体：1次冷却材・ほう酸水、材料：ステンレス鋼

このグループには、化学体積制御系統、燃料取替用水系統、液体廃棄物処理系統、1次系試料採取系統及び安全注入系統のリフト逆止弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しい加圧器補助スプレイ逆止弁を代表機器とする。

- (2) 設置場所：屋内、内部流体：蒸気、材料：炭素鋼

このグループには、補助蒸気系統のリフト逆止弁が属するが、重要度が高いC/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁を代表機器とする。

- (3) 設置場所：屋内、内部流体：給水、材料：炭素鋼

このグループには、スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁のみが属しているため、スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁を代表機器とする。

- (4) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：給水・純水・蒸留水・油、材料：ステンレス鋼

このグループには、蒸気発生器ブローダウン系統、補助給水系統、1次系補給水系統、液体廃棄物処理系統及び大容量空冷式発電機系統のリフト逆止弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいM/D AFWPミニフローライン逆止弁を代表機器とする。

- (5) 設置場所：屋内、内部流体：窒素・空気、材料：炭素鋼・銅合金

このグループには、1次冷却材系統、安全注入系統、所内用空気系統及び空調用冷水系統のリフト逆止弁が属するが、使用条件が厳しい蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁を代表機器とする。

- (6) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：希ガス等・窒素・空気、材料：ステンレス鋼

このグループには、気体廃棄物処理系統、1次系試料採取系統、空気サンプリング系統、2次系ドレン系統、非常用ディーゼル発電機系統、制御用空気系統及び原子炉補機冷却海水系統のリフト逆止弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しい制御用空気供給ライン隔離逆止弁を代表機器とする。

- (7) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：ヒドラジン水・油・冷媒、材料：炭素鋼・鋳鉄・銅合金

このグループには、原子炉補機冷却水系統、非常用ディーゼル発電機系統、潤滑・制御油系統及び空調用冷水系統のリフト逆止弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しいRCP、余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁を代表機器とする。

表1-1(1/2) 玄海3号炉 リフト逆止弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定			
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代表弁	選定理由
					最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)					
屋内	1次冷却材 ほう酸水	ステンレス鋼	25	化学体積制御系統	3/4~2	PS-1、MS-1 PS-2、重*2	約0.98~20.0	約95~343	◎	加圧器補助スプレイ逆止弁 (2B 約17.2MPa 約343°C)	重要度 使用条件
			1	燃料取替用水系統	3/4	MS-1	約0.39	約144			
			4	液体廃棄物処理系統	2	高*3	約0.98	約150			
			6	1次系試料採取系統	3/8、3/4	MS-1、MS-2 高*3	約0.39~17.2	約95~360			
			14	安全注入系統	2	PS-1、MS-1 高*3、重*2	約16.7~20.0	約150、約343			
屋内	蒸気	炭素鋼	4	補助蒸気系統	3/4、1・1/2	MS-1、高*3	約0.93	約185	◎	C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁 (1・1/2B 約0.93MPa 約185°C)	重要度
屋内	給水	炭素鋼	2	補助蒸気系統	1・1/2	高*3	約1.8	約100	◎	スチームコンパクタ給水ホソソフミニフロー逆止弁 (1・1/2B 約1.8MPa 約100°C)	
屋内	給水 純水 蒸留水	ステンレス鋼	4	蒸気発生器ブローダウン系統	3/8	高*3	約8.2	約65	◎	M/D AFWPミニフローライン逆止弁 (2B 約12.7MPa 約40°C)	重要度 使用条件
			2	補助給水系統	2	MS-1	約12.7	約40			
			1	1次系補給水系統	2	MS-1	約0.98	約144			
			6	液体廃棄物処理系統	3/4、1・1/2	高*3	約0.98	約150			
			1	大容量空冷式発電機系統	1・1/2	重*2	約0.40	約40			
屋外	油										

*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：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1-1(2/2) 玄海3号炉 リフト逆止弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定			
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件		選定	代表弁	選定理由
					最高使用圧力 (MPa[gage])	最高使用温度 (°C)					
屋内	窒素	炭素鋼	1	1次冷却材系統	1・1/2	MS-1	約0.69	約144	◎	蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁 (1B 約4.9MPa 約144°C)	使用条件
			1	安全注入系統	1	MS-1	約4.9	約144			
	空気	銅合金	1	所内用空気系統	2	MS-1	約0.83	約144			
			4	空調用冷水系統	1/4	MS-1	約0.39	約100			
屋内	希ガス等 窒素 空気	ステンレス鋼	4	気体廃棄物処理系統	1	PS-2	約0.98	約95	◎	制御用空気供給ライン隔離逆止弁 (2B 約0.83MPa 約144°C)	重要度 使用条件
			1	気体廃棄物処理系統	3/4	PS-2	約0.98	約95			
			3	1次系試料採取系統	3/4	MS-1、高*3 重*2	約0.39、約0.98	約95、約144			
			1	空気サンプリング系統	1	MS-1	約0.39	約144			
			29	2次系ドレン系統	1/2~4	設*4	大気圧	約40			
			10	非常用ディーゼル発電機系統	1~2・1/2	MS-1、高*3	約3.2	約90			
			6	制御用空気系統	2	MS-1、重*2	約0.83	約50、約144			
屋外			13	原子炉補機冷却海水系統	3~6	設*4	大気圧	約40			
屋内	ヒドラジン水 油	炭素鋼	1	原子炉補機冷却水系統	3/4	MS-1	約1.4	約144	◎	RCP, 余剰抽出冷却器CCW出ロライン隔離ハ イパス弁 (3/4B 約1.4MPa 約144°C)	重要度 使用条件
			2	非常用ディーゼル発電機系統	3/4	MS-1	約0.78	約85			
			1	潤滑・制御油系統	1/4	高*3	約2.8	約80			
			屋外	鑄鉄	4	潤滑・制御油系統	1・1/4	高*3			
屋内	銅合金	4	空調用冷水系統		1/4	MS-1	約0.39	約100			

*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: 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

*4: 設計基準対象施設として評価対象とした機器及び構造物であることを示す

2. 代表機器の技術評価

本章では1章で代表機器とした以下の7種類のリフト逆止弁について技術評価を実施する。

- ① 加圧器補助スプレイ逆止弁
- ② C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁
- ③ スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁
- ④ M/D AFWPミニフローライン逆止弁
- ⑤ 蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁
- ⑥ 制御用空気供給ライン隔離逆止弁
- ⑦ RCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 加圧器補助スプレイ逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉の加圧器補助スプレイ逆止弁はリフト逆止弁であり、化学体積制御系統に1台設置されている。

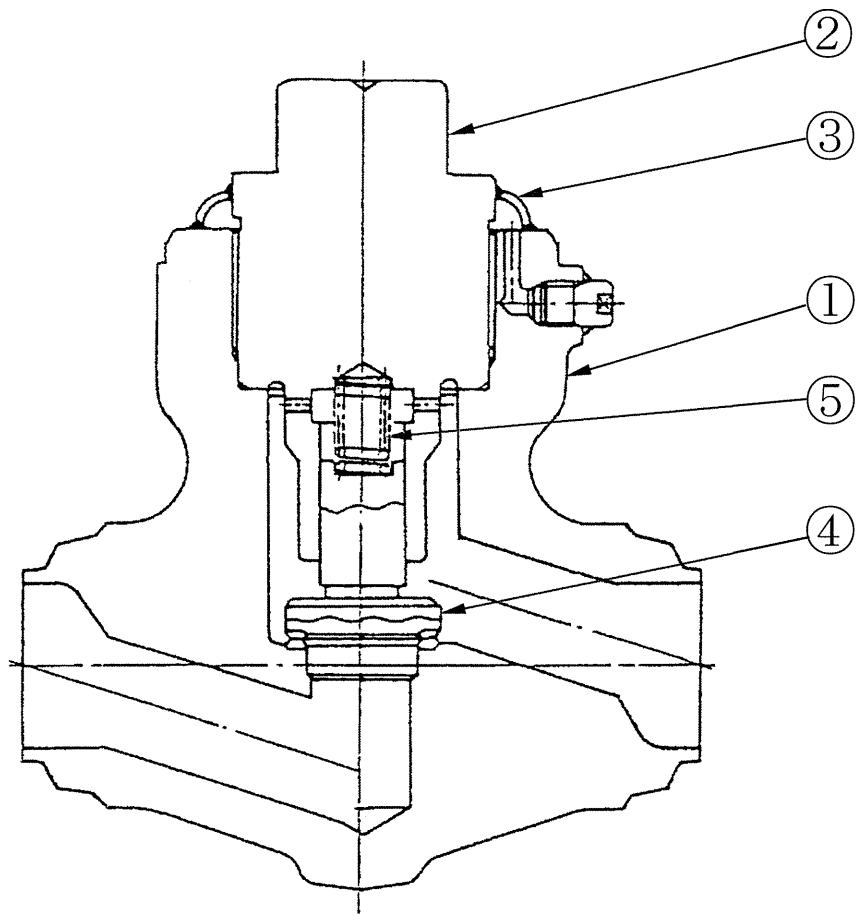
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、シールプレート）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動をガイドする弁体ガイド部（弁蓋の一部）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、1次冷却材に接液している。

玄海3号炉の加圧器補助スプレイ逆止弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の加圧器補助スプレイ逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	弁箱 (弁座と一体)
②	弁 蓋
③	シールプレート
④	弁 体
⑤	ば ね

図2.1-1 玄海3号炉 加圧器補助スプレイ逆止弁構造図

表2.1-1 玄海3号炉 加圧器補助スプレイ逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	ステンレス鋼
シールプレート	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
ば ね	ステンレス鋼

表2.1-2 玄海3号炉 加圧器補助スプレイ逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約17.2MPa[gage]
最高使用温度	約343℃
内 部 流 体	1次冷却材

2.1.2 C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉のC/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁はリフト逆止弁であり、補助蒸気系統に1台設置されている。

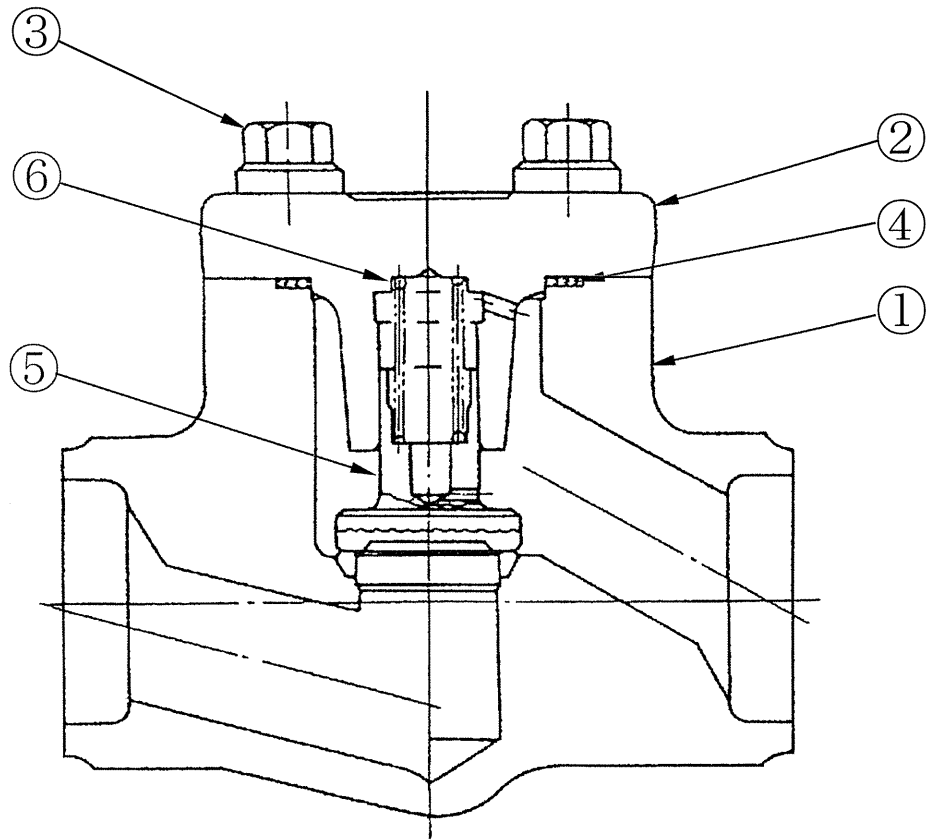
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動をガイドする弁体ガイド部（弁蓋の一部）からなる。

弁箱及び弁蓋は炭素鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、蒸気に接している。

玄海3号炉のC/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のC/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	弁箱 (弁座と一体)
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	ば ね

図2.1-2 玄海3号炉 C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁構造図

表2.1-3 玄海3号炉 C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	炭 素 鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼
ば ね	ステンレス鋼

表2.1-4 玄海3号炉 C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約0.93MPa[gage]
最高使用温度	約185℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.3 スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉のスチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁はリフト逆止弁であり、補助蒸気系統に2台設置されている。

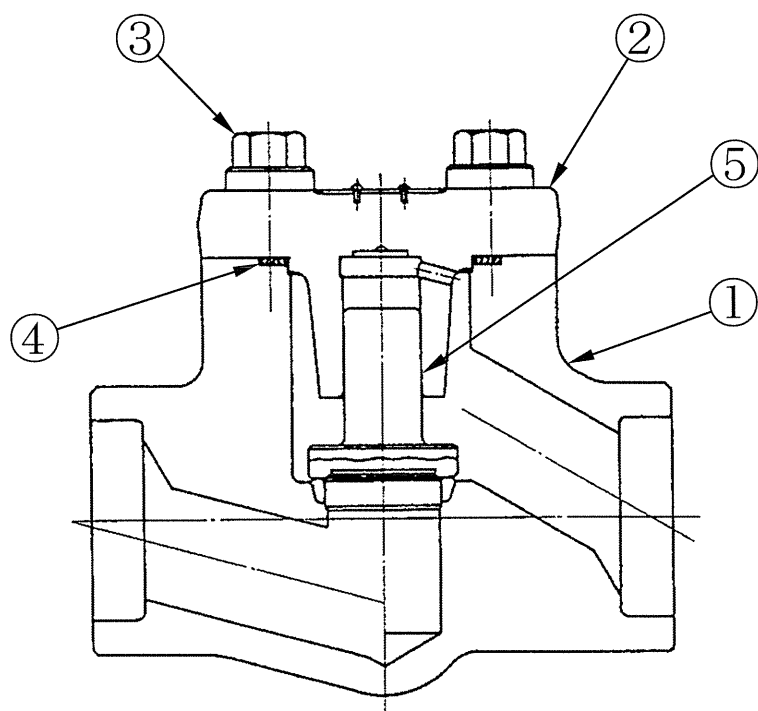
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動をガイドする弁体ガイド部（弁蓋の一部）からなる。

弁箱及び弁蓋は炭素鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、給水に接液している。

玄海3号炉のスチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のスチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	弁箱 (弁座と一体)
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体

図2.1-3 玄海3号炉 スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁構造図

表2.1-5 玄海3号炉 スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁
主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	炭 素 鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼

表2.1-6 玄海3号炉 スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約1.8MPa[gage]
最高使用温度	約100℃
内 部 流 体	給 水

2.1.4 M/D AFWPミニフローライン逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉のM/D AFWPミニフローライン逆止弁はリフト逆止弁であり、補助給水系統に2台設置されている。

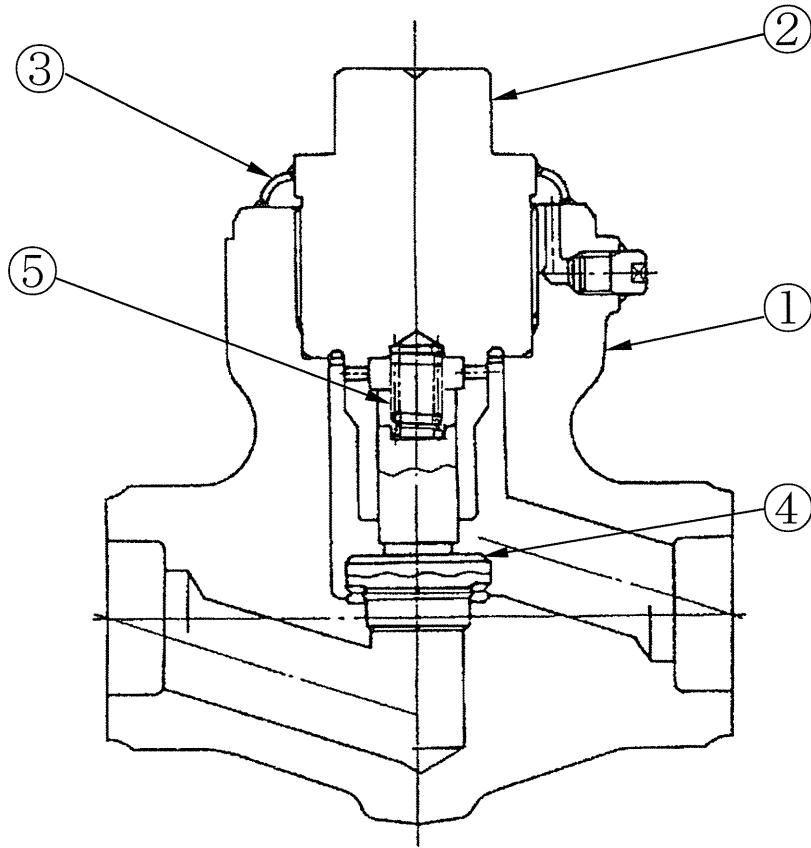
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、シールプレート）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動をガイドする弁体ガイド部（弁蓋の一部）からなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、給水に接液している。

玄海3号炉のM/D AFWPミニフローライン逆止弁の構造図を図2.1-4に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のM/D AFWPミニフローライン逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-7及び表2.1-8に示す。



No.	部 位
①	弁箱 (弁座と一体)
②	弁 蓋
③	シールプレート
④	弁 体
⑤	ば ね

図2.1-4 玄海3号炉 M/D AFWPミニフローライン逆止弁構造図

表2.1-7 玄海3号炉 M/D AFWPミニフローライン逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	ステンレス鋼
シールプレート	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
ば ね	ステンレス鋼

表2.1-8 玄海3号炉 M/D AFWPミニフローライン逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約12.7MPa[gage]
最高使用温度	約40℃
内 部 流 体	給 水

2.1.5 蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉の蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁はリフト逆止弁であり、安全注入系統に1台設置されている。

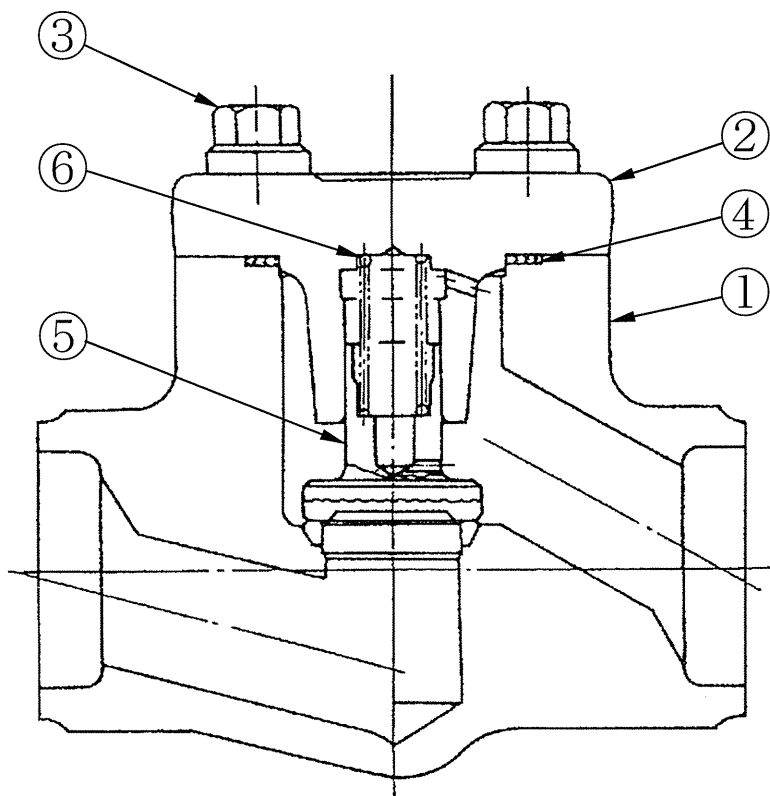
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動をガイドする弁体ガイド部（弁蓋の一部）からなる。

弁箱及び弁蓋は炭素鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、窒素に接している。

玄海3号炉の蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁の構造図を図2.1-5に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-9及び表2.1-10に示す。



No.	部 位
①	弁箱 (弁座と一体)
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	ば ね

図2.1-5 玄海3号炉 蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁構造図

表2.1-9 玄海3号炉 蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	炭 素 鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	炭 素 鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼
ば ね	ステンレス鋼

表2.1-10 玄海3号炉 蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約4.9MPa[gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	窒 素

2.1.6 制御用空気供給ライン隔離逆止弁

(1) 構造

玄海3号炉の制御用空気供給ライン隔離逆止弁はリフト逆止弁であり、制御用空気系統に2台設置されている。

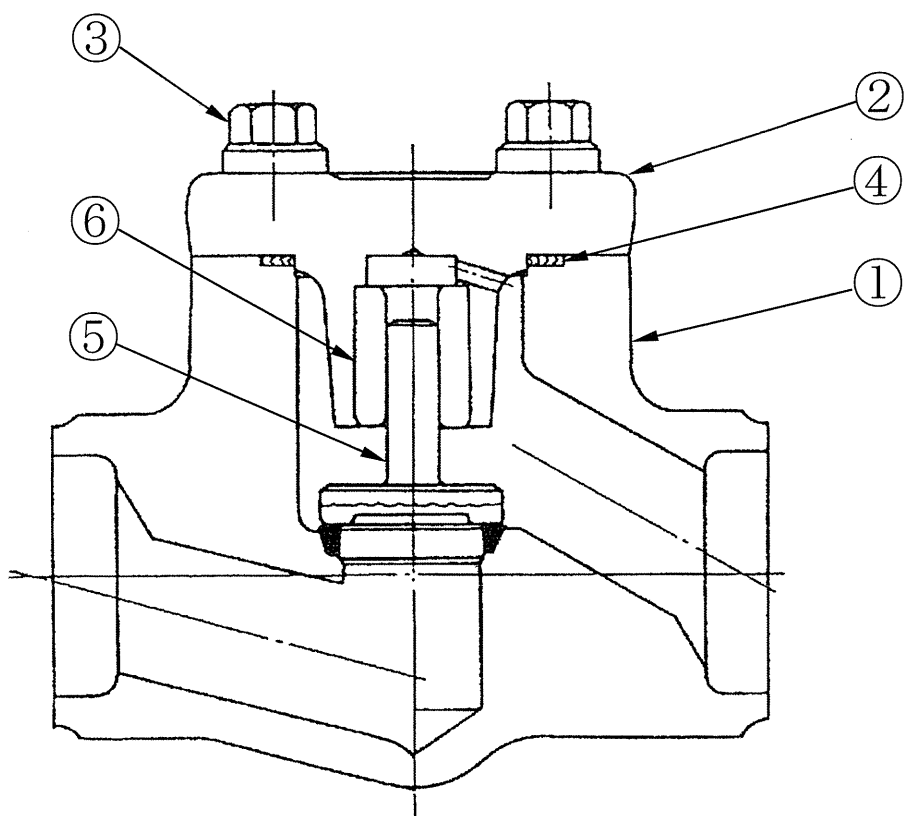
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動をガイドする弁体ガイドからなる。

弁箱、弁蓋及び弁体にはステンレス鋼を使用しており、空気に接している。

玄海3号炉の制御用空気供給ライン隔離逆止弁の構造図を図2.1-6に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の制御用空気供給ライン隔離逆止弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-11及び表2.1-12に示す。



No.	部 位
①	弁箱（弁座と一体）
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	弁体ガイド

図2.1-6 玄海3号炉 制御用空気供給ライン隔離逆止弁構造図

表2.1-11 玄海3号炉 制御用空気供給ライン隔離逆止弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱（弁座と一体）	ステンレス鋼（ステライト肉盛）
弁 蓋	ステンレス鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼
弁体ガイド	ステンレス鋼

表2.1-12 玄海3号炉 制御用空気供給ライン隔離逆止弁の使用条件

最高使用圧力	約0.83MPa[gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	空 気

2.1.7 RCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁

(1) 構造

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁はリフト逆止弁であり、原子炉補機冷却水系統に1台設置されている。

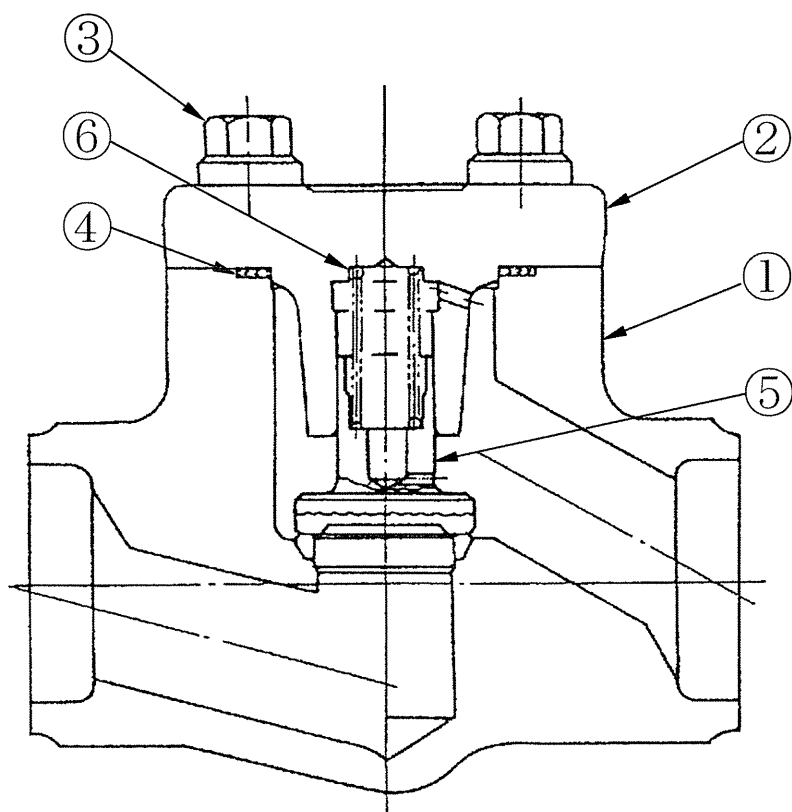
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体）及び弁体を支持し作動をガイドする弁体ガイド部（弁蓋の一部）からなる。

弁箱及び弁蓋は炭素鋼、弁体にはステンレス鋼を使用しており、ヒドラジン水（防錆剤注入水）に接液している。

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁の構造図を図2.1-7に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のRCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-13及び表2.1-14に示す。



No.	部 位
①	弁箱（弁座と一体）
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	ば ね

図2.1-7 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁構造図

表2.1-13 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁
主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁箱 (弁座と一体)	炭素鋼 (ステライト肉盛)
弁 蓋	炭素鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼
ば ね	ステンレス鋼

表2.1-14 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁の
使用条件

最高使用圧力	約1.4MPa[gage]
最高使用温度	約144℃
内 部 流 体	ヒドラジン水

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

リフト逆止弁の機能である流体の流れ方向制限機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 閉止機能の維持
- ③ 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

リフト逆止弁個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1～表2.2-7に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象（表2.2-1～表2.2-7で○となっているもの）としては以下の事象がある。

(1) 弁箱の疲労割れ [加圧器補助スプレイ逆止弁]

プラントの起動・停止時等に発生する内部流体の温度及び圧力の変化により、疲労が蓄積する可能性があることから、経年劣化に対する評価が必要である。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

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

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

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

- (1) 弁箱、弁蓋の腐食（流れ加速型腐食）[C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁]
弁箱及び弁蓋は炭素鋼であり、内部流体が蒸気であるため、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。
しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。
したがって、今後も機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。
- (2) 弁箱、弁蓋の腐食（全面腐食）
[スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁]
弁箱及び弁蓋は炭素鋼であり、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) 弁箱、弁蓋の腐食（全面腐食）

[蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁、R C P，余剰抽出冷却器 C C W 出口ライン隔離バイパス弁]

弁箱及び弁蓋は炭素鋼であり、腐食が想定される。

しかしながら、内部流体は窒素又はヒドラジン水（防錆剤注入水）で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）

[C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁、スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁、蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁、R C P，余剰抽出冷却器 C C W 出口ライン隔離バイパス弁]

弁箱及び弁蓋は炭素鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(5) 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）

[C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁、スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁、蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁、制御用空気供給ライン隔離逆止弁、RCP、余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁]

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(6) 弁体、弁箱弁座部（シート面）の摩耗 [共通]

弁体、弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

(7) 弁蓋（ガイド部）、弁体の摩耗 [共通]

弁の開閉により、弁蓋（ガイド部）と弁体の摩耗が想定される。

しかしながら、摺動荷重は加わず、有意な摩耗が発生する可能性は小さい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(8) 弁体の固着 [RCP、余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁]

内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）であるため、炭素鋼配管の腐食生成物の発生は抑制されているが、長期運転における腐食生成物堆積による弁体の固着が想定される。

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、今後も現状保全を継続することで、機能の維持は可能であることから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(9) ばねの変形（応力緩和）

[スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁、制御用空気供給ライン隔離逆止弁を除く弁共通]

ばねは弁の開閉の繰り返し及びある一定の応力状態にて長時間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、リフト逆止弁のばねは、高粘性流体を取り扱うラインにおける使用を考慮して着座性をよくするために設けられているもので、玄海3号炉で使用している水や空気等を取り扱うラインでは流体の粘性が低く弁体の自重のみで閉止可能であるため、仮にばねの応力緩和が生じたとしても弁の機能に影響しない。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガスケット及びシールプレートは分解点検時に取り替える消耗品であり、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 加圧器補助スプレイ逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△*1		○					*1：シート面 *2：弁蓋ガイド部 *3：変形（応力緩和）
	弁 蓋		ステンレス鋼	△*2							
	シールプレート	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△*1,2							
	ば ね		ステンレス鋼							△*3	

○：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 C/V補助蒸気供給ライン隔離逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		炭素鋼 (ステライト肉盛)	△*2	△*1 △(外面)						*1：流れ加速型腐食 *2：シート面 *3：弁蓋ガイド部 *4：変形（応力緩和）
	弁 蓋		炭素鋼	△*3	△*1 △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼	△*2,3							
	ば ね		ステンレス鋼							△*4	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 スチームコンバータ給水ポンプミニフロー逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		炭素鋼 (ステライト肉盛)	△ ^{*1}	△ △(外面)						*1：シート面 *2：弁蓋ガイド部
	弁 蓋		炭素鋼	△ ^{*2}	△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼	△ ^{*1,2}							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-4 玄海3号炉 M/D AFWPミニフローライン逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△*1							*1：シート面 *2：弁蓋ガイド部 *3：変形（応力緩和）
	弁 蓋		ステンレス鋼	△*2							
	シールプレート	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△*1,2							
	ば ね		ステンレス鋼							△*3	

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-5 玄海3号炉 蓄圧タンク窒素供給ライン隔離逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		炭素鋼 (ステライト肉盛)	△*1	△ △(外面)					*1：シート面 *2：弁蓋ガイド部 *3：変形（応力緩和）	
	弁 蓋		炭素鋼	△*2	△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼	△*1,2							
	ば ね		ステンレス鋼						△*3		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-6 玄海3号炉 制御用空気供給ライン隔離逆止弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取 替 品	材 料	経 年 劣 化 事 象							備 考
				減 肉		割 れ		材質変化		その他	
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△*1							*1：シート面 *2：ガイド部
	弁 蓋		ステンレス鋼								
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼	△*1,2							
	弁体ガイド		ステンレス鋼	△							

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-7 玄海3号炉 RCP, 余剰抽出冷却器CCW出口ライン隔離バイパス弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐食割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱 (弁座と一体)		炭素鋼 (ステライト肉盛)	△*1	△ △(外面)					*1: シート面 *2: 弁蓋ガイド部 *3: 固着 *4: 変形 (応力緩和)	
	弁 蓋		炭素鋼	△*2	△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼	△*1,2					△*3		
	ば ね		ステンレス鋼						△*4		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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 弁箱の疲労割れ [加圧器補助スプレイ逆止弁]

a. 事象の説明

弁箱は、プラントの起動・停止時等による熱過渡を繰り返し受けるため、疲労が蓄積する。

b. 技術評価

① 健全性評価

加圧器補助スプレイ逆止弁の高応力部位を対象とした健全性評価を以下に示す要領にて実施した。

評価対象部位を図2.3-1に示す。

弁箱に発生する応力については、「(社)日本機械学会 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)」に基づき評価した。

また、使用環境を考慮した疲労については、「(社)日本機械学会 環境疲労評価手法 (JSME S NF1-2009)」に基づき評価した。

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。

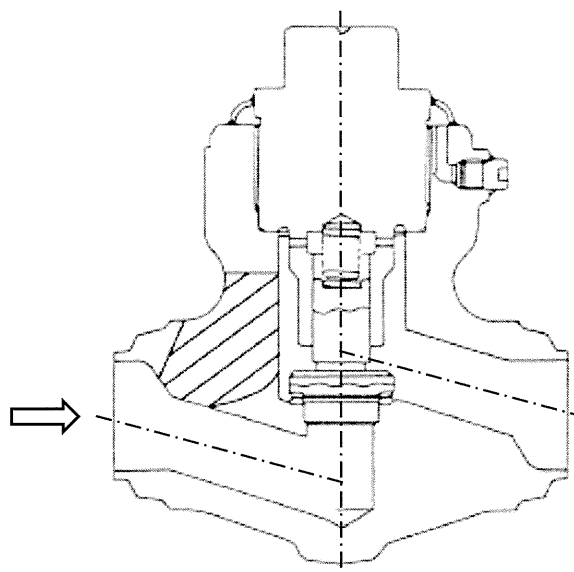


図2.3-1 玄海3号炉 加圧器補助スプレイ逆止弁 弁箱の疲労評価対象部位 (斜線部)

表2.3-1 玄海3号炉 加圧器補助スプレイ逆止弁 弁箱の疲労評価に用いた過渡回数

	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
運 転 状 態 I	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	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 弁箱の疲労評価結果

評価対象	疲 労 累 積 係 数 (許容値 : 1 以下)	
	設計・建設規格 による解析	環境疲労評価手法 による解析
加圧器補助スプレイ逆止弁	0.008	0.051

② 現状保全

弁箱の疲労割れについては、定期的を目視確認を実施し、有意な異常がないことを確認すると共に、定期的な漏えい検査を実施し健全性を確認している。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、弁箱の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、弁箱の疲労割れによる機器の健全性への影響は漏えい検査により、異常のないことは目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

弁箱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。

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。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 弁箱の疲労割れ [化学体積制御系統、安全注入系統のリフト逆止弁]

プラントの起動・停止時等に発生する内部流体の温度及び圧力変化を受ける加圧器補助スプレイ逆止弁の疲労評価結果では、表2.3-2に示すように疲労割れが発生する可能性はないと考えられ、当該弁と同等以下の過渡しか受けないその他の弁についても、疲労割れが発生する可能性はないと考える。

また、弁箱の疲労割れによる機器の健全性への影響は漏えい検査により、異常のないことは目視確認により検知可能であり、点検手法として適切である。

したがって、弁箱の疲労割れについては、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。

3.2 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 弁箱、弁蓋等の腐食（流れ加速型腐食）[補助蒸気系統のリフト逆止弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は、内部流体が蒸気であるため、内部流体による流れ加速型腐食により減肉が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.2 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[1次冷却材系統、非常用ディーゼル発電機系統、潤滑・制御油系統、空調用冷水系統のリフト逆止弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[所内用空気系統、空調用冷水系統のリフト逆止弁]

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋等は、内部流体が空気であるため、長期使用により腐食が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を維持している。

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

3.2.4 弁箱、弁蓋（外面）の腐食（全面腐食）〔炭素鋼製の弁共通〕

炭素鋼製の弁箱及び弁蓋は腐食が想定される。

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

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

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

3.2.5 弁箱等（外面）の応力腐食割れ

〔大容量空冷式発電機系統、原子炉補機冷却海水系統のリフト逆止弁〕

屋外に設置されたステンレス鋼製の弁箱等は、大気中の海塩粒子等の塩分が付着した場合、塩化物イオンにより応力腐食割れが想定される。

しかしながら、大気接触部は塗装又は防水措置（保温）を施しており、大気中の海塩粒子が付着する可能性は小さく、塗装又は防水措置（保温）が健全であれば応力腐食割れの可能性は小さい。

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

したがって、今後も機能の維持は可能であることから、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 弁蓋ボルトの腐食（全面腐食）〔ステンレス鋼製弁蓋ボルトを除く弁共通〕

弁蓋ボルトはガスケットからの漏えいにより、内部流体によるボルトの腐食が想定される。

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

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.7 弁体、弁箱弁座部（シート面）の摩耗 [共通]

弁体、弁箱弁座部シート面は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、分解点検時の目視確認により状態を確認し、必要に応じてシート面摺り合わせ手入れ、取替を行うことにより、機器の健全性を維持している。

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

3.2.8 弁蓋（ガイド部）、弁体ガイド、弁体の摩耗 [共通]

弁の開閉により、弁蓋(ガイド部)又は弁体ガイドと弁体の摩耗が想定される。

しかしながら、摺動荷重は加わらず、有意な摩耗が発生する可能性は小さい。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.9 ばねの変形（応力緩和） [ばねのある弁共通]

ばねは弁の開閉の繰り返し及びある一定の応力状態にて長時間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、リフト逆止弁のばねは、高粘性流体を取り扱うラインにおける使用を考慮して着座性をよくするために設けられているもので、玄海3号炉で使用している水や空気等を取り扱うラインでは流体の粘性が低く弁体の自重のみで閉止可能であるため、仮にばねの応力緩和が生じたとしても弁の機能に影響しない。

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

なお、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。

1. 7 安全逃がし弁

[対象機器]

- ① 1次冷却材系統安全逃がし弁
- ② 化学体積制御系統安全逃がし弁
- ③ 原子炉補機冷却水系統安全逃がし弁
- ④ 安全注入系統安全逃がし弁
- ⑤ 余熱除去系統安全逃がし弁
- ⑥ 主蒸気系統安全逃がし弁
- ⑦ 2次系復水系統安全逃がし弁
- ⑧ 2次系ドレン系統安全逃がし弁
- ⑨ 主給水系統安全逃がし弁
- ⑩ 非常用ディーゼル発電機系統安全逃がし弁
- ⑪ 制御用空気系統安全逃がし弁
- ⑫ 補助蒸気系統安全逃がし弁
- ⑬ 消火系統安全逃がし弁
- ⑭ 潤滑・制御油系統安全逃がし弁

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	19
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	19
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	19

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安全逃がし弁の主な仕様を表1-1に示す。

これらの安全逃がし弁を設置場所、内部流体及び材料の観点からグループ化し、それぞれのグループ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に示す安全逃がし弁について、設置場所、内部流体及び材料を分離基準として考えると、合計3つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

- (1) 設置場所：屋内、内部流体：1次冷却材・ほう酸水・油・希ガス等・空気、材料：ステンレス鋼

このグループには、1次冷却材系統、化学体積制御系統、安全注入系統、余熱除去系統、非常用ディーゼル発電機系統及び制御用空気系統の安全逃がし弁が属するが、重要度が高く、使用条件が厳しい加圧器安全弁を代表機器とする。

- (2) 設置場所：屋内、内部流体：蒸気・給水、材料：炭素鋼

このグループには、主蒸気系統、補助蒸気系統、2次系復水系統、2次系ドレン系統及び主給水系統の安全逃がし弁が属するが、重要度が高い主蒸気安全弁を代表機器とする。

- (3) 設置場所：屋内・屋外、内部流体：ヒドラジン水・希ガス等・空気・炭酸ガス・油、材料：炭素鋼・銅合金・鋳鉄

このグループには、原子炉補機冷却水系統、非常用ディーゼル発電機系統、制御用空気系統、消火系統及び潤滑・制御油系統の安全逃がし弁が属するが、重要度が高い空気だめ安全弁を代表機器とする。

表1-1(1/2) 玄海3号炉 安全逃がし弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定			
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件 最高使用圧力 (MPa[gage]) 最高使用温度 (°C)		選定	代表弁	選定理由
屋内	1次冷却材 ほう酸水	ステンレス鋼	3	1次冷却材系統	6	PS-1、MS-1 重*2	約17.2	約360	◎	加圧器安全弁 (6B 約17.2MPa 約360°C)	重要度 使用条件
			3	化学体積制御系統	2~4	MS-1、高*3 重*2	約0.98~4.5	約95、約200			
	2		安全注入系統	1	高*3、重*2	約0.39	約144				
	4		余熱除去系統	1、4	MS-1、高*3 重*2	約4.5	約200				
	2		非常用ディーゼル発電機系統	3/4	MS-1	約0.78	約85				
	2		化学体積制御系統	3	重*2	約0.05	約95				
	4		安全注入系統	1	重*2	約4.9	約150				
	2		制御用空気系統	1	重*2	約0.83	約50				
屋内	蒸気	炭素鋼	20	主蒸気系統	6	MS-1、重*2	約8.2~8.6	約298	◎	主蒸気安全弁 (6B 約8.2~8.6MPa 約298°C)	重要度
			4	補助蒸気系統	3~8	高*3	約0.93、約3.1	約185、約240			
	5		2次系復水系統	1	高*3	約4.5	約80、約85				
	8		2次系ドレン系統	3	高*3	約0.05~3.2	約115~235				
	2		主給水系統*4	1	高*3	約10.3	約200				
	給水										

*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：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

*4：2次系給水系統を含む

表1-1(2/2) 玄海3号炉 安全逃がし弁の主な仕様

分離基準			台数	該当系統	選定基準			代表機器の選定				
設置場所	内部流体	材料			口径(B)	重要度*1	使用条件 最高使用圧力 (MPa[gage])		最高使用温度 (°C)	選定	代表弁	選定理由
屋内	ヒドラジン水	炭素鋼	1	原子炉補機冷却水系統	3/4	重*2	約1.4	約95	◎	空気だめ安全弁 (3/4B 約3.2MPa 約90°C)	重要度	
			1	原子炉補機冷却水系統	4	重*2	約0.34	約95				
			1	原子炉補機冷却水系統	3/4	重*2	約0.98	約50				
	希ガス等		4	非常用ディーゼル発電機系統	3/4	MS-1、重*2	約3.2	約90				
			空気	3	制御用空気系統	1、2	高*3、重*2	約0.44、約0.83				約50、約200
				1	消火系統	1・1/4	高*3	約10.8				約40
炭酸ガス	銅合金	1	消火系統	1・1/4	高*3	約10.8	約40					
	油	鑄鉄	6	潤滑・制御油系統	3/4	高*3	約4.9	約70				

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

2. 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種類の安全逃がし弁について技術評価を実施する。

- ① 加圧器安全弁
- ② 主蒸気安全弁
- ③ 空気だめ安全弁

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 加圧器安全弁

(1) 構造

玄海3号炉の加圧器安全弁は安全逃がし弁であり、1次冷却材系統に3台設置されている。

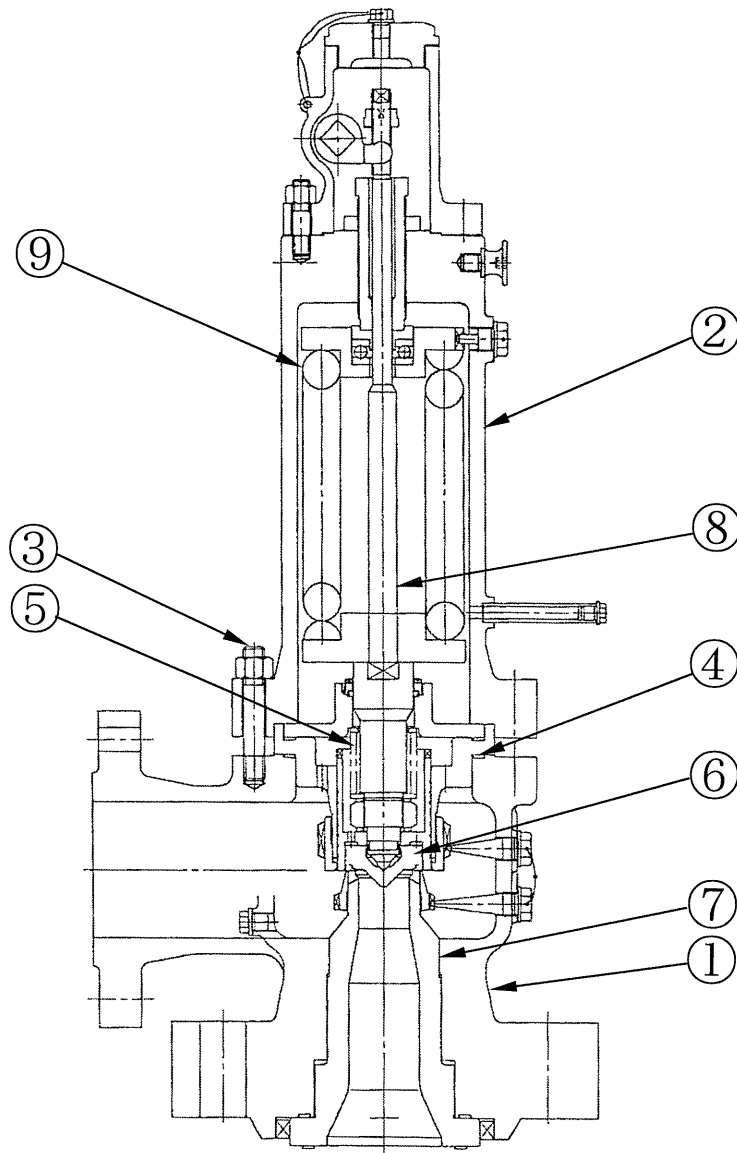
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット、ペローズ）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒、ばね）からなる。

弁箱はステンレス鋼鋳鋼、弁体はニッケル基合金、弁座にはステンレス鋼を使用しており、1次冷却材に接液している。

玄海3号炉の加圧器安全弁の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の加圧器安全弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	ベローズ
⑥	弁 体
⑦	弁 座
⑧	弁 棒
⑨	ば ね

図2.1-1 玄海3号炉 加圧器安全弁構造図

表2.1-1 玄海3号炉 加圧器安全弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	ステンレス鋼鋳鋼
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
ペローズ	消耗品・定期取替品
弁 体	ニッケル基合金
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
ば ね	ばね鋼

表2.1-2 玄海3号炉 加圧器安全弁の使用条件

最高使用圧力	約17.2MPa[gage]
最高使用温度	約360℃
内 部 流 体	1次冷却材

2.1.2 主蒸気安全弁

(1) 構造

玄海3号炉の主蒸気安全弁は安全逃がし弁であり、主蒸気系統に20台設置されている。

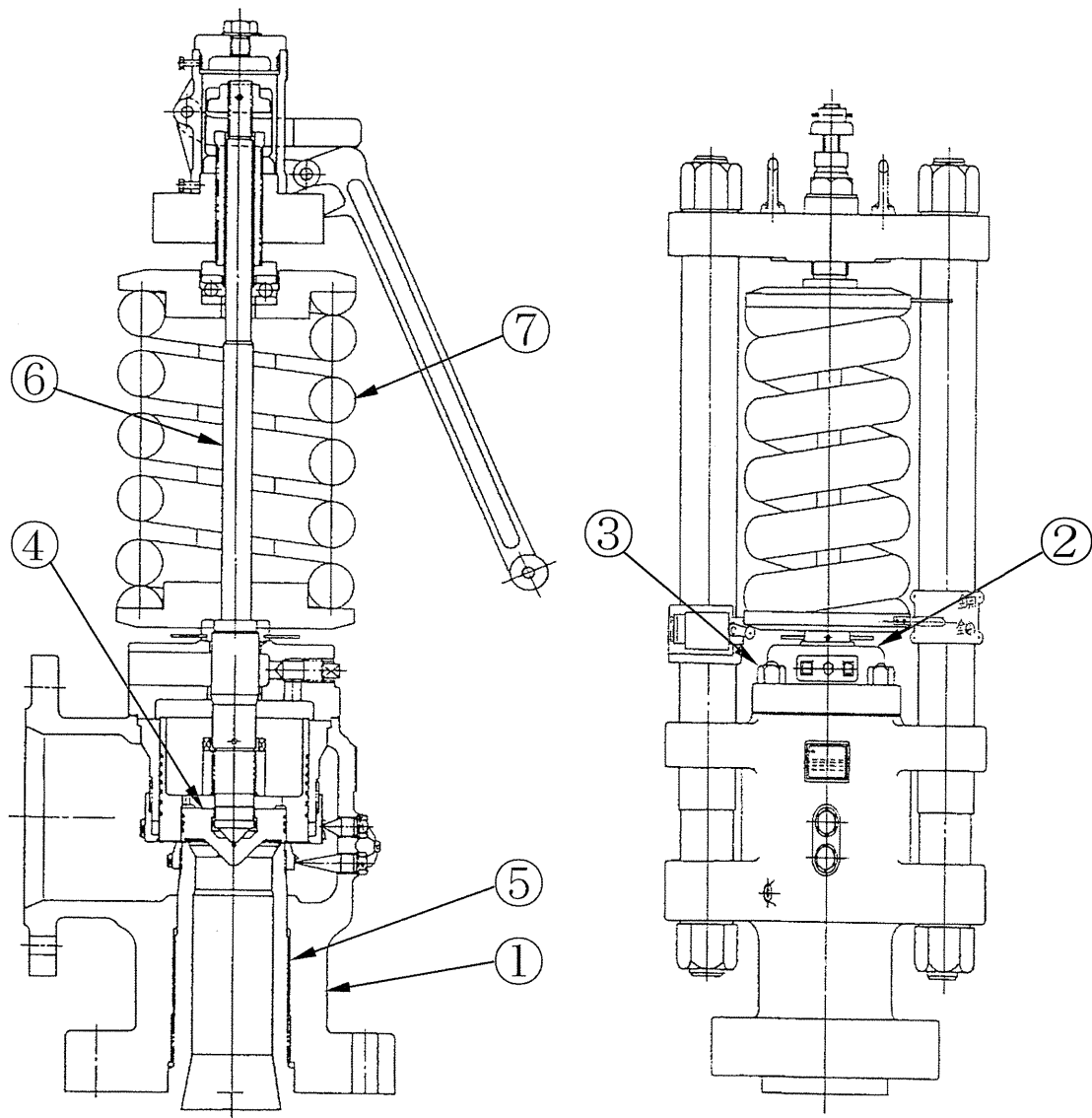
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒、ばね）からなる。

弁箱は炭素鋼鋳鋼、弁体はステンレス鋼、弁座には炭素鋼を使用しており、蒸気に接している。

玄海3号炉の主蒸気安全弁の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の主蒸気安全弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	弁 体
⑤	弁 座
⑥	弁 棒
⑦	ば ね

図2.1-2 玄海3号炉 主蒸気安全弁構造図

表2.1-3 玄海3号炉 主蒸気安全弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	低合金鋼
弁 体	ステンレス鋼
弁 座	炭 素 鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
ば ね	ば ね 鋼

表2.1-4 玄海3号炉 主蒸気安全弁の使用条件

最高使用圧力	約8.2~8.6MPa[gage]
最高使用温度	約298℃
内 部 流 体	蒸 気

2.1.3 空気だめ安全弁

(1) 構造

玄海3号炉の空気だめ安全弁は安全逃がし弁であり、非常用ディーゼル発電機系統に4台設置されている。

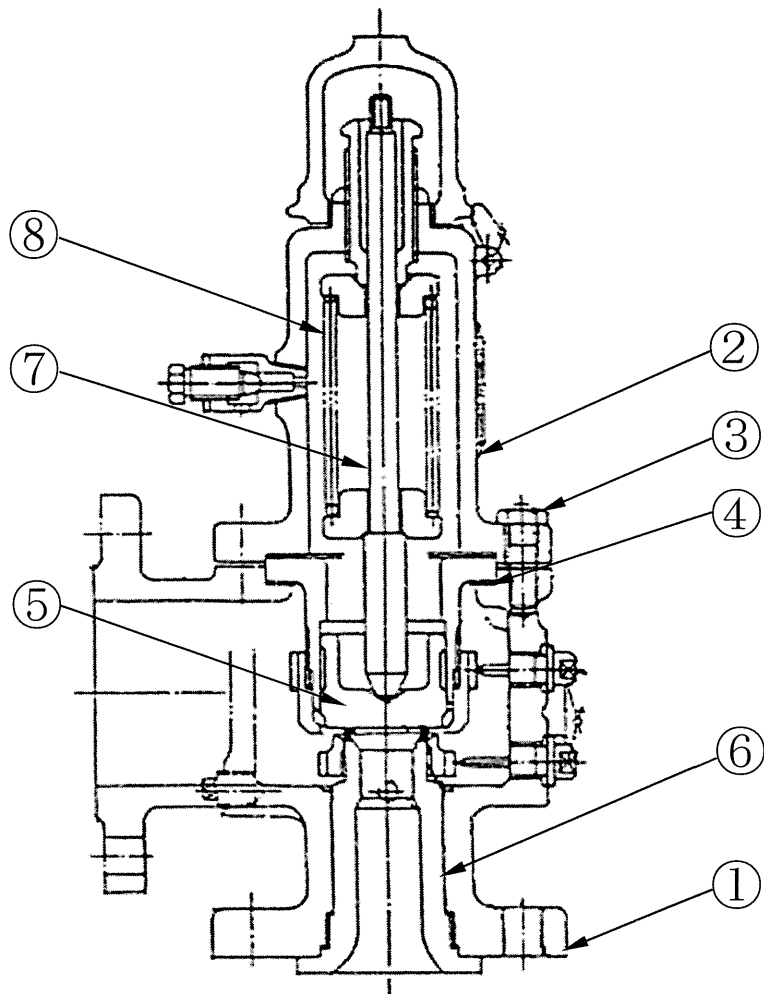
弁本体は流体を内包するバウンダリを構成する耐圧部（弁箱、弁蓋、弁蓋ボルト、ガスケット）、流体を仕切る隔離部（弁体、弁座）及び弁体を作動させる作動部（弁棒、ばね）からなる。

弁箱は炭素鋼、弁体及び弁座にはステンレス鋼を使用しており、空気に接している。

玄海3号炉の空気だめ安全弁の構造図を図2.1-3に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の空気だめ安全弁主要部位の使用材料及び使用条件を表2.1-5及び表2.1-6に示す。



No.	部 位
①	弁 箱
②	弁 蓋
③	弁蓋ボルト
④	ガスケット
⑤	弁 体
⑥	弁 座
⑦	弁 棒
⑧	ば ね

図2.1-3 玄海3号炉 空気だめ安全弁構造図

表2.1-5 玄海3号炉 空気だめ安全弁主要部位の使用材料

部 位	材 料
弁 箱	炭素鋼鋳鋼
弁 蓋	炭素鋼鋳鋼
弁蓋ボルト	炭 素 鋼
ガスケット	消耗品・定期取替品
弁 体	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 座	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
弁 棒	ステンレス鋼 (ステライト肉盛)
ば ね	弁ばね用オイルテンパー線

表2.1-6 玄海3号炉 空気だめ安全弁の使用条件

最高使用圧力	約3.2MPa[gage]
最高使用温度	約90℃
内 部 流 体	空 気

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

安全逃がし弁の機能である圧力抑制機能を維持するためには、次の3つの項目が必要である。

- ① バウンダリの維持
- ② 閉止機能の維持
- ③ 作動機能の維持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

安全逃がし弁個々について、機能達成に必要な項目を考慮して主要な部位に展開した上で、個々の部位の構造、材料、使用条件（水質、圧力、温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、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) 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）[共通]

弁箱、弁蓋及び弁座は炭素鋼鋳鋼又は炭素鋼であり、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。

(2) 弁箱、弁蓋等（外面）の腐食（全面腐食）[共通]

弁箱、弁蓋及び弁蓋ボルトは炭素鋼鋳鋼、炭素鋼又は低合金鋼であり、腐食が想定される。

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

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

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

(3) 弁体、弁座（シート面）及び弁棒の摩耗 [共通]

弁体、弁座シート面及び弁棒は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、安全弁は系統の異常昇圧時の保護目的で設置されており作動回数は少なく、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(4) ばねの変形（応力緩和） [共通]

ばねは弁の開閉の繰り返し及びある一定の応力状態にて長期間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲内であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等以下の環境で使用しており、これまでに有意な変形は認められておらず、今後もこれらの傾向が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作動確認により、機器の健全性を確認している。

2.2.4 消耗品及び定期取替品

ガスケットは分解点検時に取り替えている消耗品であり、また、ベローズは目視確認の結果に基づき取り替えている消耗品である。いずれも長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3号炉 加圧器安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		ステンレス鋼鋳鋼							*1：変形（応力緩和）	
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
	ベローズ	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ニッケル基合金	△							
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 棒		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	ば ね		ばね鋼						△*1		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-2 玄海3号炉 主蒸気安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・ 定期 取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：変形（応力緩和）	
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		低合金鋼		△						
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼	△							
	弁 座		炭 素 鋼 (ステライト肉盛)	△	△						
	弁 棒		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	ば ね		ばね鋼						△*1		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

表2.2-3 玄海3号炉 空気だめ安全弁に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	部 位	消耗品・定期取替品	材 料	経 年 劣 化 事 象						備 考	
				減 肉		割 れ		材質変化			その他
				摩 耗	腐 食	疲労割れ	応力腐蝕割れ	熱時効	劣 化		
バウンダリの維持	弁 箱		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)					*1：変形（応力緩和）	
	弁 蓋		炭素鋼鋳鋼		△ △(外面)						
	弁蓋ボルト		炭 素 鋼		△						
	ガスケット	◎	—								
閉止機能の維持 作動機能の維持	弁 体		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 座		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	弁 棒		ステンレス鋼 (ステライト肉盛)	△							
	ば ね		弁ばね用 オイルテンパー線						△*1		

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

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。

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

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

3.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

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

なお、日常劣化管理事象ではない事象はない。

3.2.1 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[補助蒸気系統、2次系復水系統、2次系ドレン系統、主給水系統、原子炉補機冷却水系統、制御用空気系統の安全逃がし弁]

炭素鋼製の弁箱、弁蓋等は、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。

3.2.2 弁箱、弁蓋等の腐食（全面腐食）

[原子炉補機冷却水系統、消火系統、潤滑・制御油系統の安全逃がし弁]

炭素鋼製の弁箱、弁蓋等は腐食が想定される。

しかしながら、内部流体はヒドラジン水（防錆剤注入水）、希ガス等、炭酸ガス又は油で腐食が発生し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 弁箱、弁蓋等（外面）の腐食（全面腐食）〔炭素鋼製等の弁共通〕

炭素鋼製等の弁箱、弁蓋及び弁蓋ボルトは腐食が想定される。

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

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

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

3.2.4 弁体、弁座（シート面）及び弁棒の摩耗〔共通〕

弁体、弁座シート面及び弁棒は弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、安全弁はシステムの異常昇圧時の保護目的で設置されており作動回数は少なく、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 ばねの変形（応力緩和）〔共通〕

ばねは弁の開閉の繰り返し及びある一定の応力状態にて長期間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲内であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等以下の環境で使用しており、これまでに有意な変形は認められておらず、今後もこれらの傾向が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作動確認により、機器の健全性を確認している。

2 一般弁（駆動部）

[対象機器]

2.1 電動装置

2.2 空気作動装置

2. 1 電動装置

[対象機器]

- ① 1次冷却材系統弁電動装置
- ② 化学体積制御系統弁電動装置
- ③ 安全注入系統弁電動装置
- ④ 余熱除去系統弁電動装置
- ⑤ 原子炉格納容器スプレイ系統弁電動装置
- ⑥ 1次系試料採取系統弁電動装置
- ⑦ 主蒸気系統弁電動装置
- ⑧ 原子炉補機冷却水系統弁電動装置
- ⑨ 制御用空気系統弁電動装置
- ⑩ 原子炉補機冷却海水系統弁電動装置
- ⑪ 主給水系統弁電動装置
- ⑫ 補助給水系統弁電動装置
- ⑬ 換気空調系統弁電動装置
- ⑭ 空気サンプリング系統弁電動装置
- ⑮ 空調用冷水系統弁電動装置

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造、材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	15
2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価	22
3. 代表機器以外への展開	29
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	29
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	31

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弁を駆動する電動装置の主な仕様を表1-1に示す。

これらの電動装置を電動機の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

電動装置は、電動機や駆動装置等の組合せにより構成されており、使用する系統の条件には関係なく、弁本体の駆動力等の条件に適合する仕様を選定している。

構成機器のうち、駆動装置については電動機の仕様に依存せず、構造、材料等が同等であることから、経年劣化に対する健全性評価はいずれの仕様においても同等として評価する。また、電動機型式については交流電動機と直流電動機があり、個々に評価する。

したがって、表1-1に示す電動装置を電動機の型式で分類すると、2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 電動機型式：交流

交流電動機で、原子炉格納容器内のループ室内に設置され使用環境が厳しい余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置を代表機器とする。

(2) 電動機型式：直流

屋内設置の電動装置の中から、直流電動機で、主蒸気配管室内に設置され使用環境が厳しく、かつ容量が大きいT/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置を代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 電動装置の主な仕様

分離基準	台数	選定基準					代表機器の選定		
		重要度*1	弁本体の口径(B)	使用場所			選定	代表弁	選定理由
原子炉格納容器内	原子炉格納容器外			周囲温度					
交流	128	MS-1 重*2	3/8~26	○*3	○*3	約35~50℃	◎	余熱除去ラインループ高温側 出口弁 (SB-3D型、12B)	使用環境
直流	5	MS-1 重*2	6~10	—	○*3	約40~50℃	◎	T/D AFWP駆動蒸気入口弁 (SB-2D型、6B)	使用環境、 仕様

*1：機能は最上位の機能を示す

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

*3：設計基準事故を考慮する

2. 代表機器の技術評価

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

- ① 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置
- ② T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置

(1) 構造

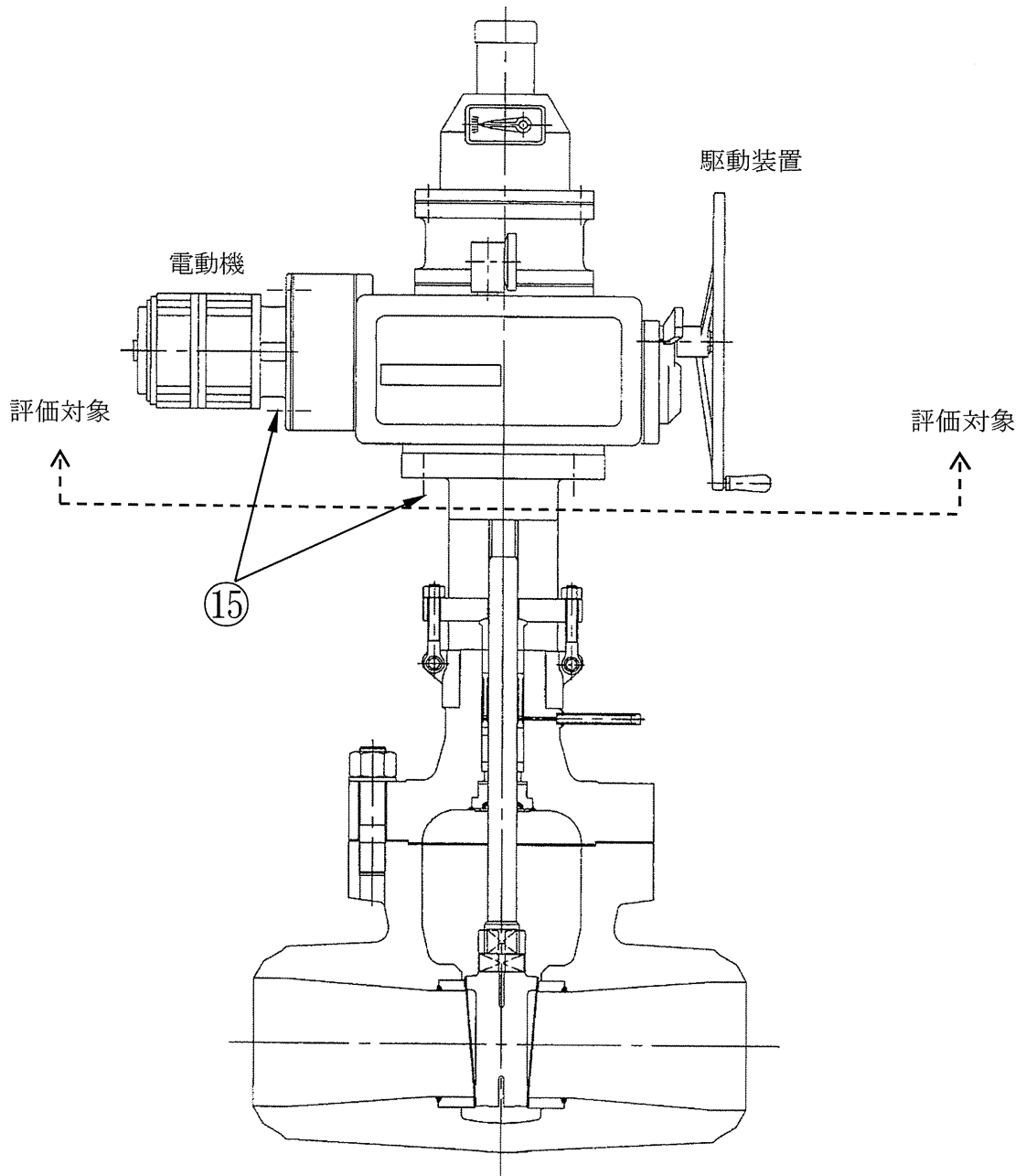
玄海3号炉の余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置は、SB-3D型で余熱除去系統に2台設置されている。

電動装置は、電動機（低圧電動機）及び歯車等を内蔵した駆動装置で構成されており、電動機の回転力を歯車及びステムナットを介して弁本体の弁棒に伝達し、弁を駆動させる構造としている。

玄海3号炉の余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置弁電動装置の構造図を図2.1-1に示す。

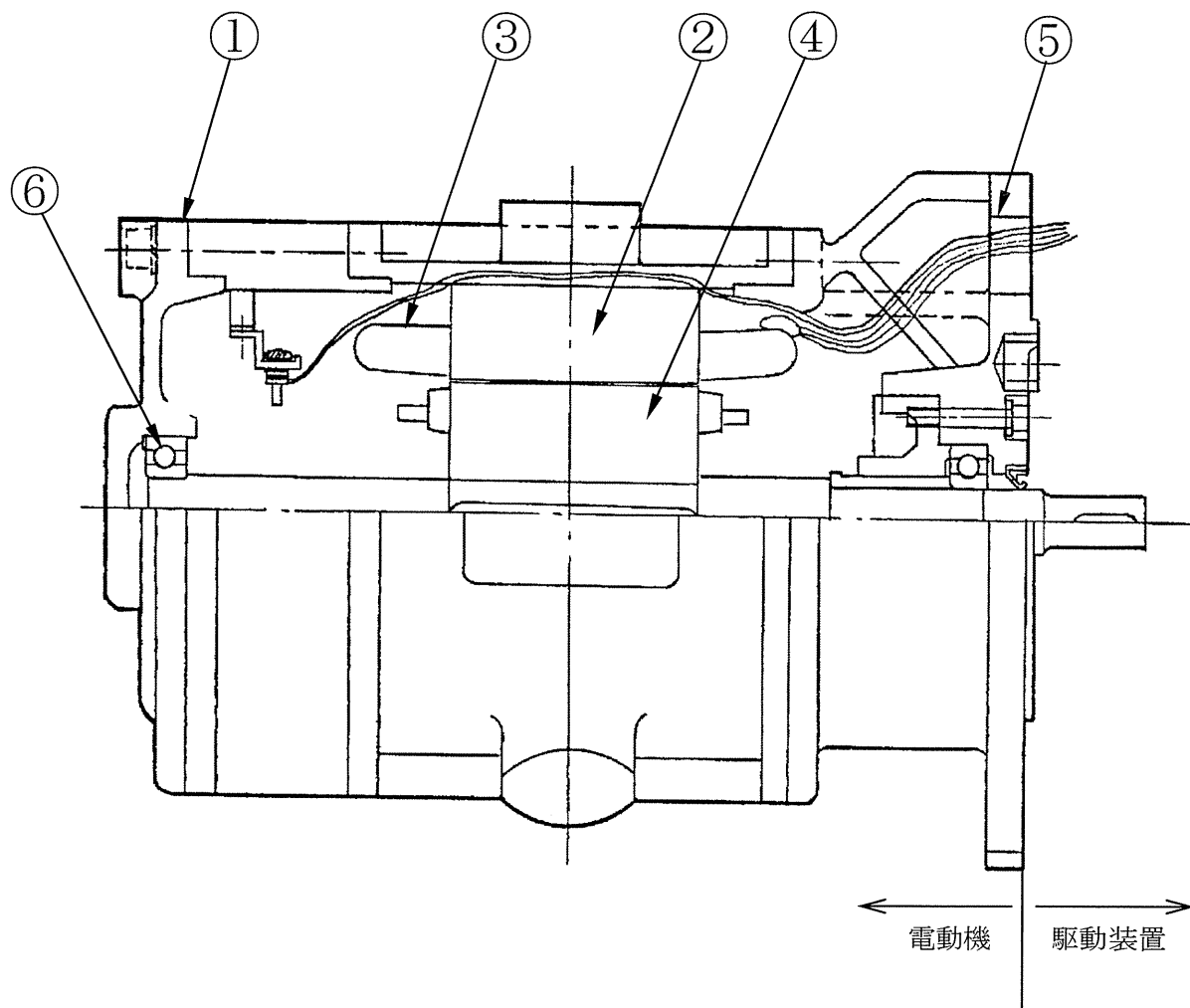
(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。



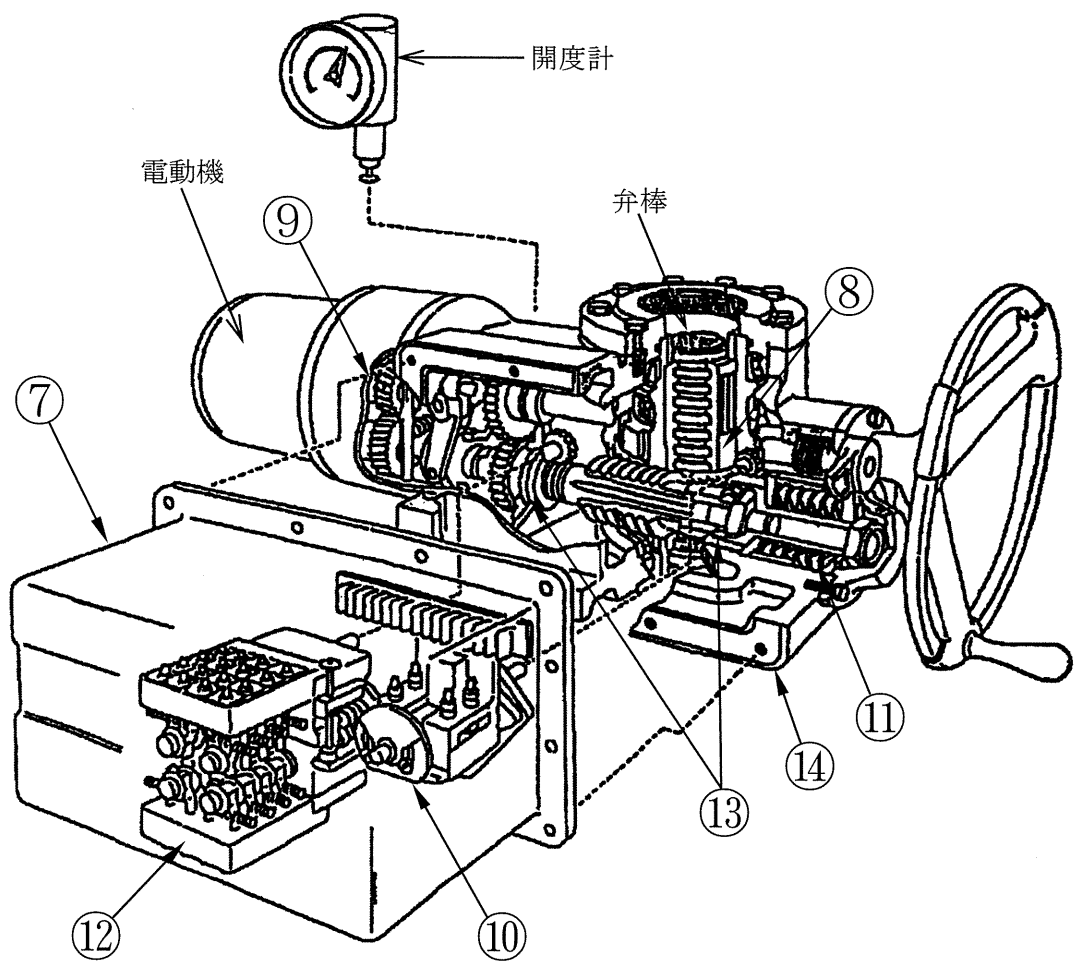
No.	部 位
⑮	取付ボルト

図2.1-1(1/3) 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置構造図



No.	部 位
①	フレーム
②	固定子コア
③	固定子コイル
④	回転子コア
⑤	口出線・接続部品
⑥	軸受（ころがり）

図2. 1-1 (2/3) 玄海 3 号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置（電動機）構造図



No.	部 位
⑦	駆動装置ハウジング
⑧	ステムナット
⑨	歯 車
⑩	トルクスイッチ
⑪	トルクスプリングパック
⑫	リミットスイッチ
⑬	軸受 (ころがり)
⑭	ガスケット

図2.1-1(3/3) 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁(駆動装置)電動装置
構造図

表2.1-1 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置主要部位の使用材料

部 位	材 料	
電動機 組立部品	フレーム	鋳 鉄
	固定子コア	珪素鋼板
	固定子コイル	銅、ポリイミド／ポリアミドイミド (H種絶縁)
	回転子コア	珪素鋼板
	口出線・接続部品	銅、シリコーンゴム (H種絶縁)
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
駆動装置 組立部品	駆動装置ハウジング	鋳 鉄
	ステムナット	銅合金鋳物
	歯 車	低合金鋼、銅合金鋳物
	トルクスイッチ	消耗品・定期取替品
	トルクスプリングパック	消耗品・定期取替品
	リミットスイッチ	消耗品・定期取替品
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	ガスケット	消耗品・定期取替品
支持部品	取付ボルト	低合金鋼

表2.1-2 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時
定 格 出 力	5.2kW	
定 格 電 圧	AC440V	
周 囲 温 度	約35°C*1	約144°C*3 (最高温度)
圧 力	約0.0098MPa[gage]以下	約0.392MPa[gage]*3 (最高圧力)
放 射 線	0.2Gy/h*2	824kGy*4 (最大集積線量)

- *1：通常運転時の原子炉格納容器内電動装置設置エリアのうちループ室の周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた温度
- *2：通常運転時の原子炉格納容器内電動装置設置エリアのうちループ室の周囲線量率実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた線量率
- *3：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」記載値
- *4：IEEEに記載された、典型的なPWRプラントにおける事故時照射量を基に、玄海3号炉の原子炉出力及び原子炉格納容器自由体積から算出した値

2.1.2 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置

(1) 構造

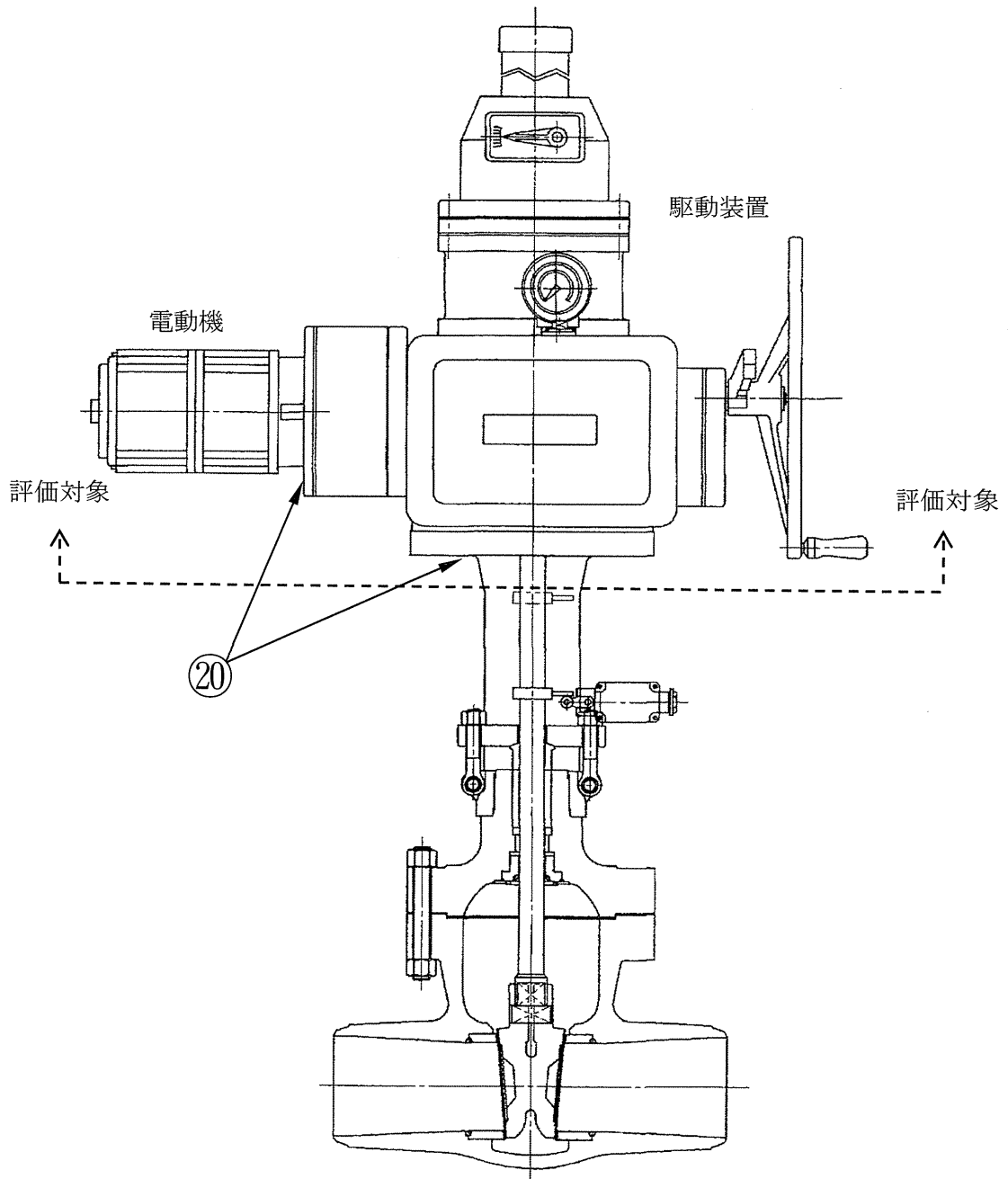
玄海3号炉のT/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置は、SB-2D型で主蒸気系統に2台設置されている。

電動装置は、電動機（低圧電動機）及び歯車等を内蔵した駆動装置で構成されており、電動機の回転力を歯車、ステムナットを介して弁本体の弁棒に伝達し、弁を駆動させる構造としている。

玄海3号炉のT/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置の構造図を図2.1-2に示す。

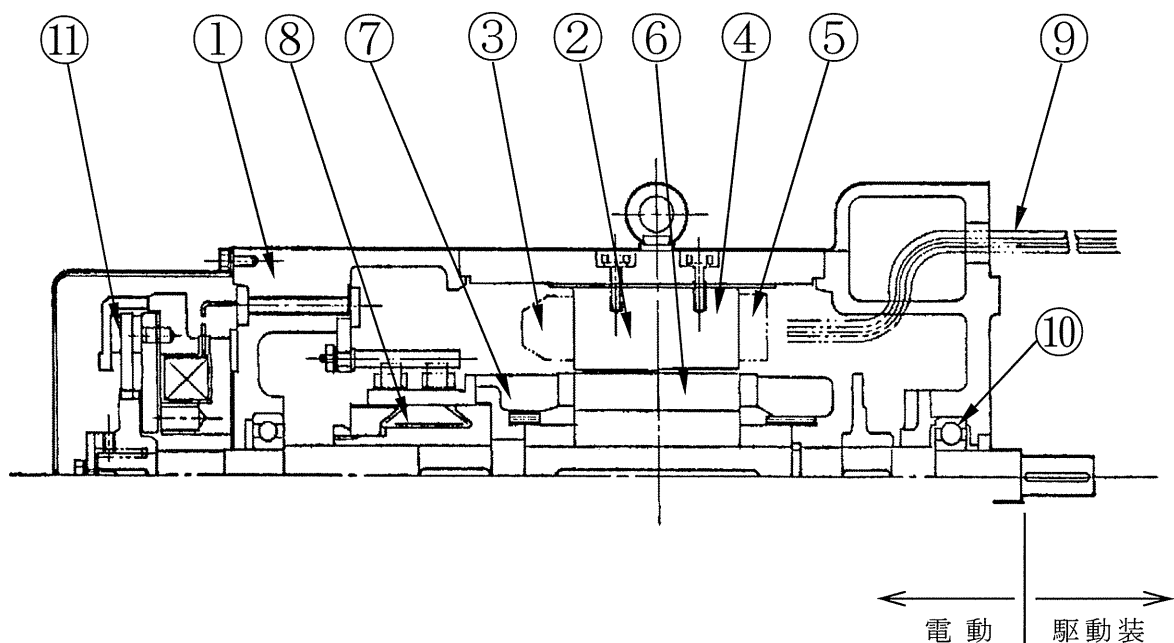
(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉のT/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



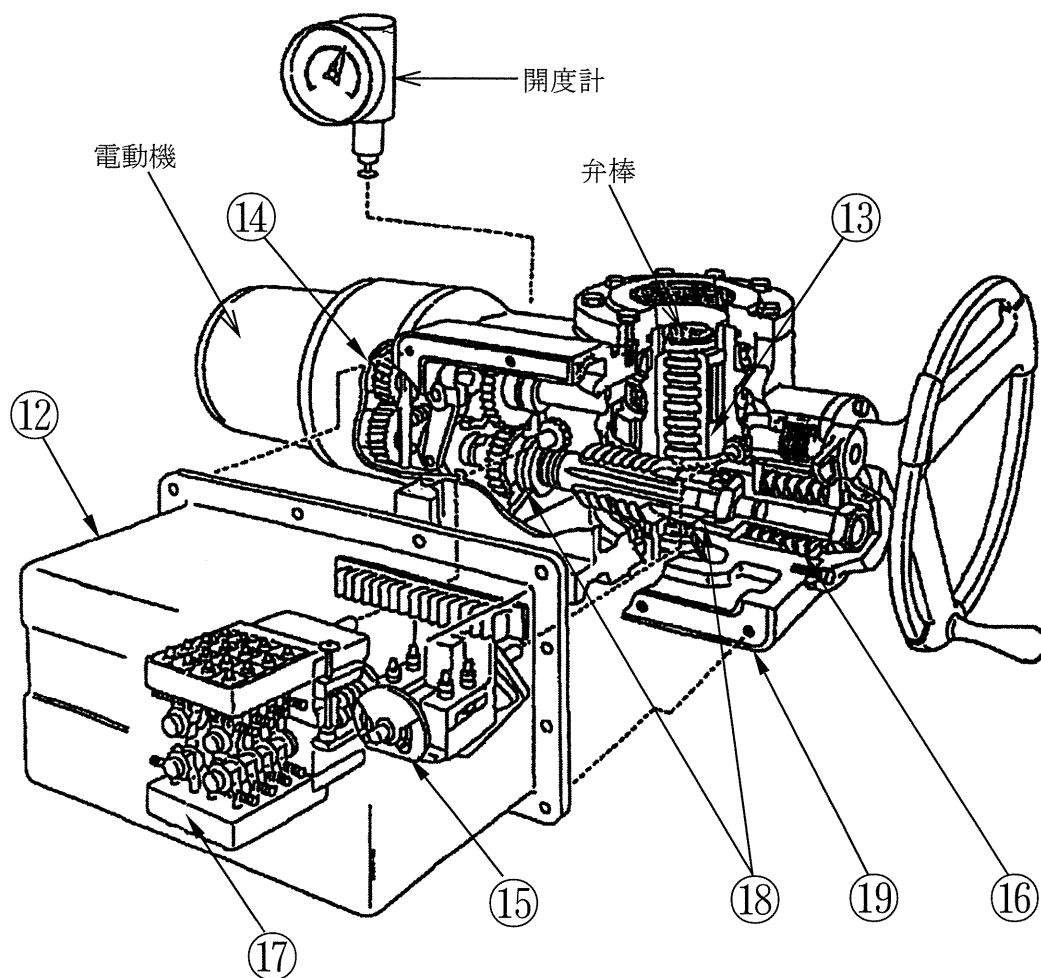
No.	部 位
⑳	取付ボルト

図2.1-2(1/3) 玄海3号炉 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置構造図



No.	部 位	No.	部 位
①	フレーム	⑦	電機子コイル
②	主極コア	⑧	整流子
③	主極コイル	⑨	口出線・接続部品
④	補極コア	⑩	軸受 (ころがり)
⑤	補極コイル	⑪	電磁ブレーキ
⑥	電機子コア		

図2. 1-2(2/3) 玄海3号炉 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置 (電動機) 構造図



No.	部 位
⑫	駆動装置ハウジング
⑬	ステムナット
⑭	齒 車
⑮	トルクスイッチ
⑯	トルクスプリングパック
⑰	リミットスイッチ
⑱	軸受 (ころがり)
⑲	ガスケット

図2.1-2(3/3) 玄海3号炉 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置 (駆動装置) 構造図

表2.1-3 玄海3号炉 T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置主要部位の使用材料

部 位	材 料	
電動機 組立部品	フレーム	鋳 鉄
	主極コア	軟 鋼
	主極コイル	銅、ポリアミドイミド (H種絶縁)
	補極コア	軟 鋼
	補極コイル	銅、ポリアミドイミド (H種絶縁)
	電機子コア	珪素鋼板
	電機子コイル	銅、ポリアミドイミド (H種絶縁)
	整 流 子	銅 合 金
	口出線・接続部品	銅、シリコンゴム (H種絶縁)
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	電磁ブレーキ	ポリアミドイミド (H種絶縁)
駆動装置 組立部品	駆動装置ハウジング	鋳 鉄
	ステムナット	銅合金鋳物
	歯 車	低合金鋼、銅合金鋳物
	トルクスイッチ	消耗品・定期取替品
	トルクスプリングパック	消耗品・定期取替品
	リミットスイッチ	消耗品・定期取替品
	軸受 (ころがり)	消耗品・定期取替品
	ガスケット	消耗品・定期取替品
支持部品	取付ボルト	低合金鋼

表2.1-4 玄海3号炉 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置の使用条件

	通常運転時	設計基準事故時	重大事故等時
定格出力	3.32kW		
定格電圧	DC125V		
周囲温度	約50℃*1	約165℃*2 (最高温度)	約50℃*3
圧力	大気圧	約0.0196MPa [gage]*2 (最高圧力)	大気圧
放射線	—	20mGy/h*3	20mGy/h*3

*1：通常運転時の主蒸気配管室内電動装置設置エリアの周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた温度

*2：メーカーデータ

*3：新規制基準への適合性確認のための工事計画認可申請書「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」記載値

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

電動装置の機能である弁の開閉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 弁棒作動機能の確保
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

電動装置個々について、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2.2-2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2.2-1～表2.2-2で○となっているもの）としては以下の事象がある。

- (1) 電動機（低圧電動機）の固定子コイル [余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置]、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキ [T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置] 及び口出線・接続部品 [共通] の絶縁低下
固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキ及び口出線・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。

なお、T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置の設計基準事故時及び重大事故等時における放射線の影響については軽微であると考え、健全性評価における劣化要因とはしていない。

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2.2-2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) フレーム及び駆動装置ハウジングの腐食（全面腐食）[共通]

フレーム及び駆動装置ハウジングは鋳鉄であり、腐食が想定される。

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

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

(2) 電動機（低圧電動機）の固定子コア、回転子コア [余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置]、主極コア、補極コア及び電機子コア [T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置] の腐食（全面腐食）

固定子コア、回転子コア、主極コア、補極コア及び電機子コアは軟鋼又は珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア、回転子コア、主極コア、補極コア及び電機子コアはエポキシモールド等により、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、分解点検時に目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) ステムナットの摩耗 [共通]

駆動装置内部は嵌合による摺動部があり、弁の開閉による摩耗が想定される。しかしながら、ステムナットの嵌合部は潤滑油により摩耗を防止している。また、分解点検時に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。

(4) 歯車の摩耗 [共通]

駆動装置内部は嵌合による摺動部があり、弁の開閉による摩耗が想定される。しかしながら、歯車の嵌合部は潤滑油により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、分解点検時に目視確認することにより、機器の健全性を確認している。

(5) 整流子の摩耗 [T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置]

整流子は、ブラシとの摺動部が摩耗する可能性がある。

しかしながら、整流子材はブラシ材より硬質であることから摩耗の可能性は小さく、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時に目視確認することにより、機器の健全性を確認している。

(6) 電磁ブレーキのライニングのはく離

[T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置]

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

玄海3号炉のT/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置は屋内に設置され高湿度環境にはなく、またライニングはブレーキ板にリベット止めされていることからはく離の可能性は小さい。

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

なお、分解点検時に目視確認することにより、機器の健全性を確認している。

(7) 取付ボルトの腐食（全面腐食）[共通]

取付ボルトは低合金鋼であり腐食が想定される。

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

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）、トルクスイッチ、トルクスプリングパック、リミットスイッチ及びガスケットは分解点検時に取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3号炉 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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		
弁棒作動機能の確保	電動機組立部品	フレーム		鋳 鉄		△							
		固定子コア		珪素鋼板		△							
		固定子コイル		銅 ポリイミド/ ポリアミドイミド (H種絶縁)					○				
		回転子コア		珪素鋼板		△							
		口出線・接続部品		銅 シリコンゴム (H種絶縁)					○				
		軸受（ころがり）	◎	—									
	駆動装置組立部品	駆動装置ハウジング		鋳 鉄		△							
		ステムナット		銅合金鋳物	△								
		歯 車		低合金鋼 銅合金鋳物	△								
		トルクスイッチ	◎	—									
		トルクスプリングパック	◎	—									
		リミットスイッチ	◎	—									
		軸受（ころがり）	◎	—									
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(1/2) 玄海3号炉 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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		
弁棒作動機能の確保	電動機組立部品	フレーム		鋳 鉄		△							*1:ライニングのはく離
		主極コア		軟 鋼		△							
		主極コイル		銅 ポリアミドイミド (H種絶縁)					○				
		補極コア		軟 鋼		△							
		補極コイル		銅 ポリアミドイミド (H種絶縁)					○				
		電機子コア		硅素鋼板		△							
		電機子コイル		銅 ポリアミドイミド (H種絶縁)					○				
		整流子		銅 合 金	△								
		口出線・接続部品		銅 シリコンゴム (H種絶縁)					○				
		軸受（ころがり）	◎	—									
	電磁ブレーキ		ポリアミドイミド (H種絶縁)					○			△*1		
	駆動装置組立部品	駆動装置ハウジング		鋳 鉄		△							
		ステムナット		銅合金鋳物	△								
歯 車			低合金鋼 銅合金鋳物	△									

○：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(2/2) 玄海3号炉 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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		
弁棒作動機能の確保	駆動装置組立部品	トルクスイッチ	◎	—									
		トルクスプリングパック	◎	—									
		リミットスイッチ	◎	—									
		軸受（ころがり）	◎	—									
		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ではない事象（日常劣化管理事象）

2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の評価

2.3.1 電動機（低圧電動機）の固定子コイル [余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置]、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキ [T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置] 及び口出線・接続部品 [共通] の絶縁低下

a. 事象の説明

電動機（低圧電動機）の固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキ及び口出線・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、絶縁低下を起こす可能性がある。

b. 技術評価

① 健全性評価

事故時雰囲気内で機能要求がある余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置については、絶縁物の温度、放射線、機械的及び設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮し、T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置についても、絶縁物の温度、放射線、機械的及び設計基準事故時雰囲気による劣化を考慮した評価を、実機同等品による長期健全性試験において、判定基準を除き、IEEE Std. 382-1996「IEEE Standard for Qualification of Actuators for Power-Operated Valve Assemblies With Safety-Related Functions for Nuclear Power Plants」（以下「IEEE Std.382-1996」という。）の規格に準じて実施しており、この結果に基づき長期間の健全性を評価した。

余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置については、図2.3-1に長期健全性試験手順を、表2.3-1に長期健全性試験条件を示す。

T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置については、図2.3-2に長期健全性試験手順を、表2.3-3に長期健全性試験条件を示す。

試験条件は、電動装置の絶縁物の60年間の運転期間を想定した温度、放射線及び機械的劣化条件を包絡している。

なお、重大事故等時の環境条件は、設計基準事故時の劣化条件に包絡している。

余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置については、試験結果は、表2.3-2に示すとおり判定基準を満足しており、60年間の通常運転後においても、絶縁機能を維持できると判断する。

T/D AFWP 駆動蒸気入口弁電動装置についても、試験結果は、表2.3-4に示すとおり判定基準を満足しており、60年間の通常運転後においても、絶縁機能を維持できると判断する。

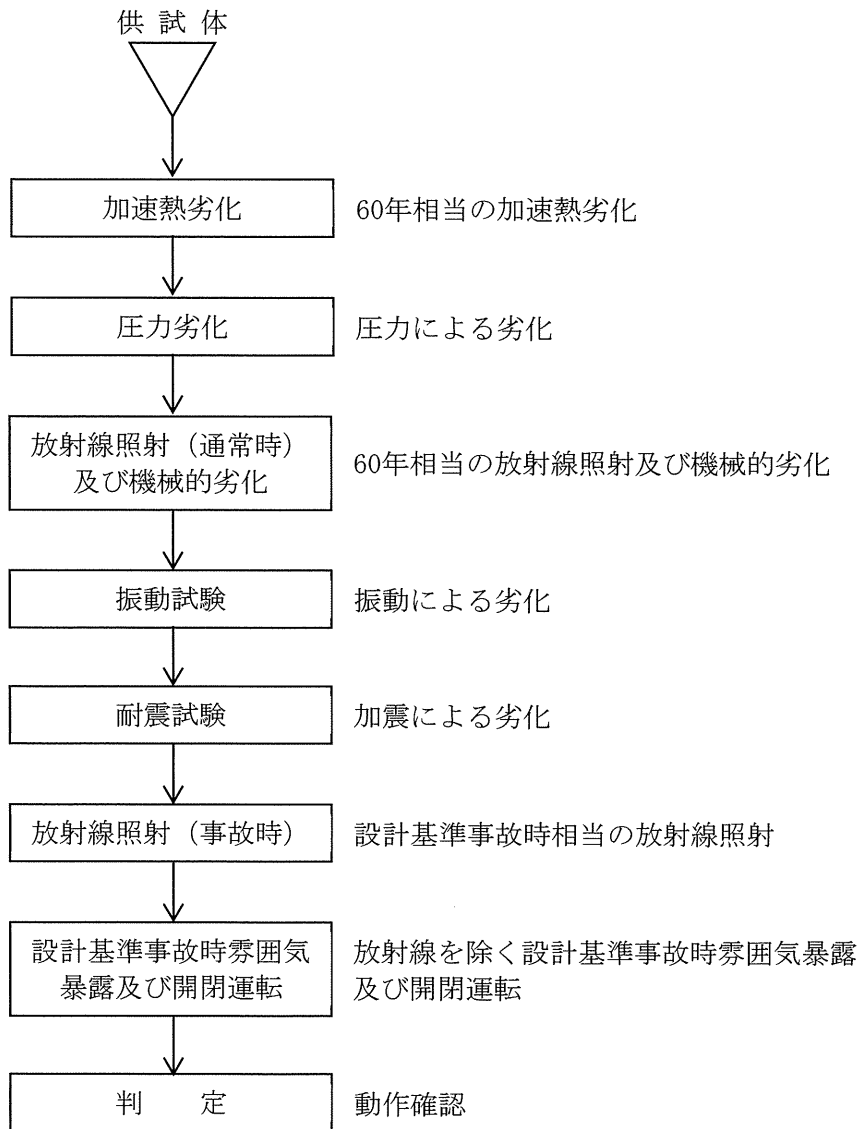


図2.3-1 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置の電動機の長期健全性試験手順

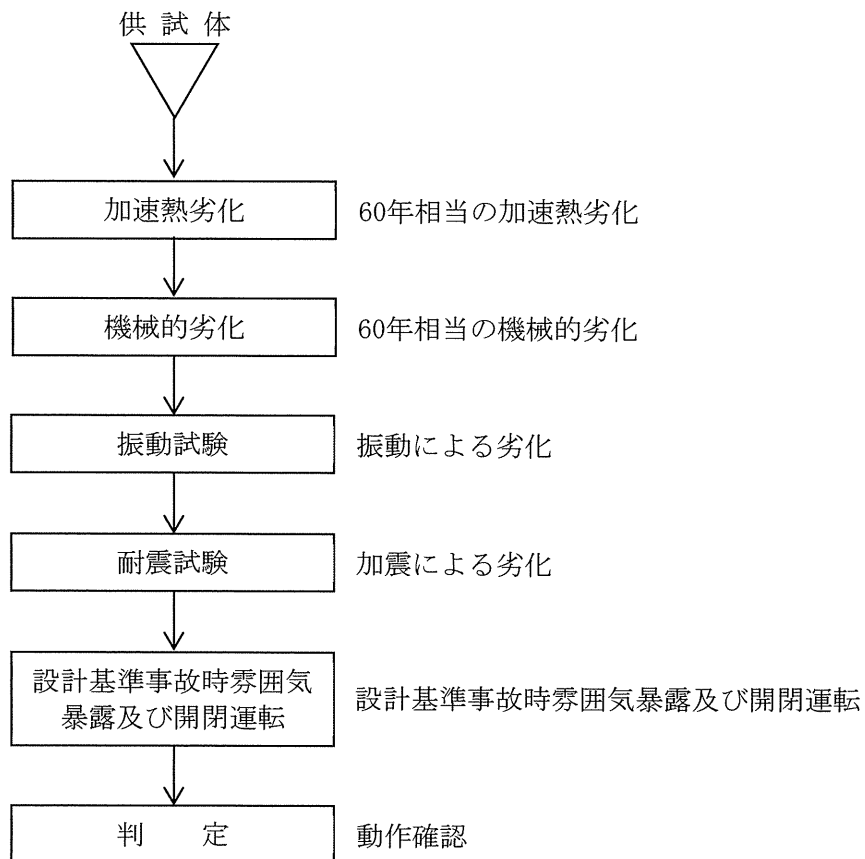


図2.3-2 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置の電動機の長期健全性試験手順

表2.3-1 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置の電動機の絶縁低下に関する
長期健全性試験条件*1

	試験条件	説明
加速熱劣化	130℃×475時間*2 及び 115℃×139時間*3	通常運転時の原子炉格納容器内電動装置設置エリアのうちループ室の周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた温度（約35℃）に余裕をみた温度（45℃）で、60年間運転を包絡している。
圧力劣化	0.45MPa×3分×23回	玄海3号炉の60年間運転を包絡している。
放射線照射 (通常時) 及び 機械的劣化	放射線照射量：500kGy (10kGy/h以下) 機械劣化：3,000回開閉操作	玄海3号炉の60年間の通常時線量約106kGy*4を包絡している。 玄海3号炉の60年間の動作回数（約1,400回）を包絡している。
振動試験	加速度：0.75G 周波数：5～100～5Hz 時間：135分	IEEE Std. 382-1996に基づく
耐震試験	加振波形：正弦波 加速度：水平方向6G 鉛直方向6G	日本電気協会 原子力発電所耐震設計技術指針追補版 JEAG4601-1991に基づく
放射線照射 (事故時)	放射線照射量：1,500kGy (10kGy/h以下)	玄海3号炉の設計基準事故時線量約824kGyを包絡している。
設計基準事故時 雰囲気暴露 及び開閉運転	温度：最高温度190℃ 圧力：最高圧力0.41MPa 時間：360時間 開閉往復運動回数：13回	玄海3号炉の設計基準事故時の最高圧力（約0.392MPa）、最高温度（約144℃）を包絡している。 IEEE Std. 382-1996に基づく

*1：電磁ブレーキ付き交流モータの電動装置で実施

*2：モータ単体での加速熱劣化試験条件

*3：モータ等を組み込んだ弁電動装置一式での加速熱劣化試験条件

*4：通常運転時の原子炉格納容器内電動装置設置エリアのうちループ室の周囲線量率実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた線量率から算出した集積線量 $(0.2[\text{Gy/h}] \times (24 \times 365.25)[\text{h/y}] \times 60[\text{y}]) = 106\text{kGy}$

表2.3-2 余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置の電動機の長期健全性試験結果

項目	判定*1
動作確認	良

*1：メーカー基準

表2.3-3 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置の電動機の絶縁低下に関する
長期健全性試験条件*1

	試験条件	説明
加速熱劣化	110℃×100時間*2 及び 110℃×575時間*3	通常運転時の主蒸気配管室内電動装置設置エリアの周囲温度実測値（複数の実測値の平均値のうち最大のもの）に余裕を加えた温度（約50℃）で、60年間運転を包絡している。
機械的劣化	機械劣化：3,000回開閉操作	玄海3号炉の60年間の動作回数（約1,500回）を包絡している。
振動試験	加速度：0.75G 周波数：5～100～5Hz 時間：135分	IEEE Std. 382-1996に基づく
耐震試験	加振波形：正弦波 加速度：水平方向6G 鉛直方向6G	日本電気協会 原子力発電所耐震設計技術指針追補版 JEAG4601-1991に基づく
設計基準事故時雰囲気暴露及び開閉運転	温度：最高温度175℃ 圧力：最高圧力0.2MPa 時間：24時間 開閉往復運動回数：6回	玄海3号炉の設計基準事故時の最高圧力（約0.0196MPa）、最高温度（約165℃）を包絡している。 IEEE Std. 382-1996に基づく

*1：電磁ブレーキ付き直流モータの電動装置で実施

*2：モータ単体での加速熱劣化試験条件

*3：弁駆動装置一式（モータ除く）での加速熱劣化試験条件

表2.3-4 T/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置の電動機の長期健全性試験結果

項目	判定*1
動作確認	良

*1：メーカー基準

② 現状保全

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

③ 総合評価

健全性評価結果から判断して、事故時雰囲気内で機能要求のある余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置の電動機及びT/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置の電動機については、固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキ及び口出線・接続部品の絶縁低下により機器の健全性に影響を与える可能性はないと考える。

なお、絶縁低下は絶縁抵抗測定で検知可能であり点検手法として適切である。

c. 高経年化への対応

余熱除去ラインループ高温側出口弁電動装置の電動機及びT/D AFWP駆動蒸気入口弁電動装置の電動機の固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキ及び口出線・接続部品の絶縁低下については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。

なお、より実機条件に即した電気・計装設備の長期健全性評価手法の構築に関する検討が国プロジェクト「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究」で実施されており、今後その成果の反映を検討していく。

3. 代表機器以外への展開

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

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

3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

3.1.1 電動機（低圧電動機）の固定子コイル [交流電動装置]、主極コイル、補極コイル、電機子コイル [直流電動装置]、電磁ブレーキ [電磁ブレーキ付き交流電動機の弁電動装置共通] 及び口出線・接続部品 [共通] の絶縁低下

事故時雰囲気内で機能要求のある電動装置の電動機（加圧器逃がし弁元弁、AB高圧注入ポンプ出口連絡弁、ループ高温側高圧注入ライン止弁、主蒸気逃がし弁元弁、補助給水隔離弁、RCP、余剰抽出冷却器CCW出口ライン内隔離弁、余熱除去ポンプ入口内隔離弁、AB余熱除去冷却器出口連絡弁、余熱除去ラインループ高温側入口弁、蓄圧タンク出口弁、主給水隔離弁、RCP封水戻りライン内隔離弁、ループサンプルライン内隔離弁、格納容器空気サンプル取出ライン内隔離弁、格納容器減圧ライン内隔離弁、格納容器水素パージ給気ライン内隔離弁、主蒸気隔離弁上流ドレン元弁、制御用空気格納容器内供給元弁、T/D AFWP駆動蒸気元弁）については、代表機器と同様な仕様、構造及び使用条件であり、健全性評価結果から判断して、絶縁低下による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、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、事故時雰囲気内で機能要求のある電動装置の固定子コイル、電磁ブレーキ及び口出線・接続部品の絶縁低下については、現状保全項目に、高経年化対策の観点から追加すべきものはないと判断する。

なお、より実機条件に即した電気・計装設備の長期健全性評価手法の構築に関する検討が国プロジェクト「電気・計装設備の健全性評価技術調査研究」で実施されており、今後その成果の反映を検討していく。

事故時雰囲気内で機能要求のない電動装置の電動機については、密閉構造であり塵埃及び湿分が付着しにくい環境にある。また、連続運転ではなく間欠的に作動するもので、弁開閉に伴う作動時間も数十秒程度と短いことから、コイルの発熱による温度上昇は小さいと考える。さらに、固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキ及び口出線・接続部品の絶縁物は使用温度

に比べて、十分余裕のある絶縁種別（E種～H種：許容最高温度120℃～180℃）を使用していることから、絶縁低下の可能性は小さいと考えるが、絶縁低下が生じる可能性は否定できない。

絶縁低下は、絶縁抵抗測定で検知可能であり、点検手法として適切である。

よって、現状保全を継続することで健全性を維持できると考える。

したがって、固定子コイル、主極コイル、補極コイル、電機子コイル、電磁ブレーキ及び口出線・接続部品の絶縁低下については、引き続き定期的に絶縁抵抗測定を実施していく。

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 フレーム及び駆動装置ハウジングの腐食（全面腐食）[共通]

フレーム及び駆動装置ハウジングは鋳鉄であり、腐食が想定される。

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

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

3.2.2 電動機（低圧電動機）の固定子コア及び回転子コア [交流電動装置]、主極コア、補極コア及び電機子コア [直流電動装置] の腐食（全面腐食）

固定子コア、回転子コア、主極コア、補極コア及び電機子コアは軟鋼又は珪素鋼板であり、腐食が想定される。

しかしながら、固定子コア、回転子コア、主極コア、補極コア及び電機子コアはエポキシモールド等により、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、分解点検時に目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 ステムナットの摩耗 [共通]

駆動装置内部は嵌合による摺動部があり、弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、ステムナットの嵌合部は潤滑油により摩耗を防止している。

また、分解点検時に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。

3.2.4 歯車の摩耗 [共通]

駆動装置内部は嵌合による摺動部があり、弁の開閉による摩耗が想定される。

しかしながら、歯車の嵌合部は潤滑油により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、分解点検時に目視確認することにより、機器の健全性を確認している。

3.2.5 整流子の摩耗 [整流子のある電動装置共通]

整流子は、ブラシとの摺動部が摩耗する可能性がある。

しかしながら、整流子材はブラシ材より硬質であることから摩耗の可能性は小さく、これまでに有意な摩耗は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時に目視確認することにより、機器の健全性を確認している。

3.2.6 電磁ブレーキのライニングのはく離 [電磁ブレーキ付きの電動装置共通]

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

玄海3号炉の電動装置は屋内に設置され高湿度環境にはなく、結露水が発生しやすい環境にないことからはく離の可能性は小さい。

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

なお、分解点検時に目視確認することにより、機器の健全性を確認している。

3.2.7 取付ボルトの腐食（全面腐食）〔共通〕

取付ボルトは低合金鋼であり腐食が想定される。

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

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 空気作動装置

[対象機器]

- ① 1次冷却材系統弁空気作動装置
- ② 化学体積制御系統弁空気作動装置
- ③ 安全注入系統弁空気作動装置
- ④ 余熱除去系統弁空気作動装置
- ⑤ 1次系試料採取系統弁空気作動装置
- ⑥ 気体廃棄物処理系統弁空気作動装置
- ⑦ 主蒸気系統弁空気作動装置
- ⑧ 主給水系統弁空気作動装置
- ⑨ 補助給水系統弁空気作動装置
- ⑩ 原子炉補機冷却水系統弁空気作動装置
- ⑪ 換気空調系統弁空気作動装置
- ⑫ 炉内核計装ガスパーシ系統弁空気作動装置
- ⑬ 空調用冷水系統弁空気作動装置
- ⑭ 消火系統弁空気作動装置
- ⑮ 制御用空気系統弁空気作動装置
- ⑯ 液体廃棄物処理系統弁空気作動装置
- ⑰ 蒸気発生器ブローダウン系統弁空気作動装置
- ⑱ 空気サンプリング系統弁空気作動装置

目 次

1. 対象機器及び代表機器の選定	1
1.1 グループ化の考え方及び結果	1
1.2 代表機器の選定	1
2. 代表機器の技術評価	3
2.1 構造、材料及び使用条件	3
2.2 経年劣化事象の抽出	12
3. 代表機器以外への展開	19
3.1 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象	19
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	20

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弁を駆動する空気作動装置の主な仕様を表1-1に示す。

これらの空気作動装置を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

空気作動装置は、ダイヤフラム型空気作動装置とシリンダ型空気作動装置に分かれるが、いずれもダイヤフラム又はシリンダとばねからなる駆動部と付属品の組合せにより構成されている。使用されている各構成機器は空気作動装置の仕様に依存せず、構造、材料等が同等であることから、空気作動装置の経年劣化に対する健全性評価はいずれの仕様においても同等として評価する。

したがって、表1-1に示す空気作動装置について、型式及び設置場所で分離すると、2つのグループに分類される。

1.2 代表機器の選定

(1) 型式：ダイヤフラム型空気作動装置、設置場所：屋内

このグループから、重要度が高く、弁本体が大口径で大きな駆動力を必要とし、かつ連続制御する主蒸気逃がし弁の空気作動装置を代表機器とする。

(2) 型式：シリンダ型空気作動装置、設置場所：屋内

このグループから、重要度が高く、使用状況が厳しい主蒸気隔離弁の空気作動装置を代表機器とする。

表1-1 玄海3号炉 空気作動装置の主な仕様

分離基準		台数	仕様	選定基準			代表機器の選定		
				弁本体の口径(B)	重要度*1	使用条件	選定	代表弁	選定理由
型式	設置場所	周囲温度							
ダイヤフラム型 空気作動装置	屋内	107	連続制御 ON-OFF制御	3/8~16	MS-1 重*2	約40~50℃	◎	主蒸気逃がし弁 (連続制御 6B)	重要度、使用状況 口径
シリンダ型 空気作動装置	屋内	30	連続制御 ON-OFF制御	1~48	MS-1 重*2	約40~50℃	◎	主蒸気隔離弁 (ON-OFF制御 28B)	重要度、使用状況

*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種類の空気作動装置について技術評価を実施する。

- ① 主蒸気逃がし弁空気作動装置
- ② 主蒸気隔離弁空気作動装置

2.1 構造、材料及び使用条件

2.1.1 主蒸気逃がし弁空気作動装置

(1) 構造

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁空気作動装置は、ダイヤフラム型空気作動装置であり、主蒸気系統に4台設置されている。

ダイヤフラム型空気作動装置は、ポジショナー、ブースターリレー、電磁弁、フィルタ付減圧弁、リミットスイッチ等で構成されており、空気圧によりばね復帰型の空気操作ダイヤフラムを加圧することで、弁を駆動させる構造としている。

駆動用の空気には、乾燥された制御用空気を用いている。

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁空気作動装置の構造図を図2.1-1に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の主蒸気逃がし弁空気作動装置の使用材料及び使用条件を表2.1-1及び表2.1-2に示す。

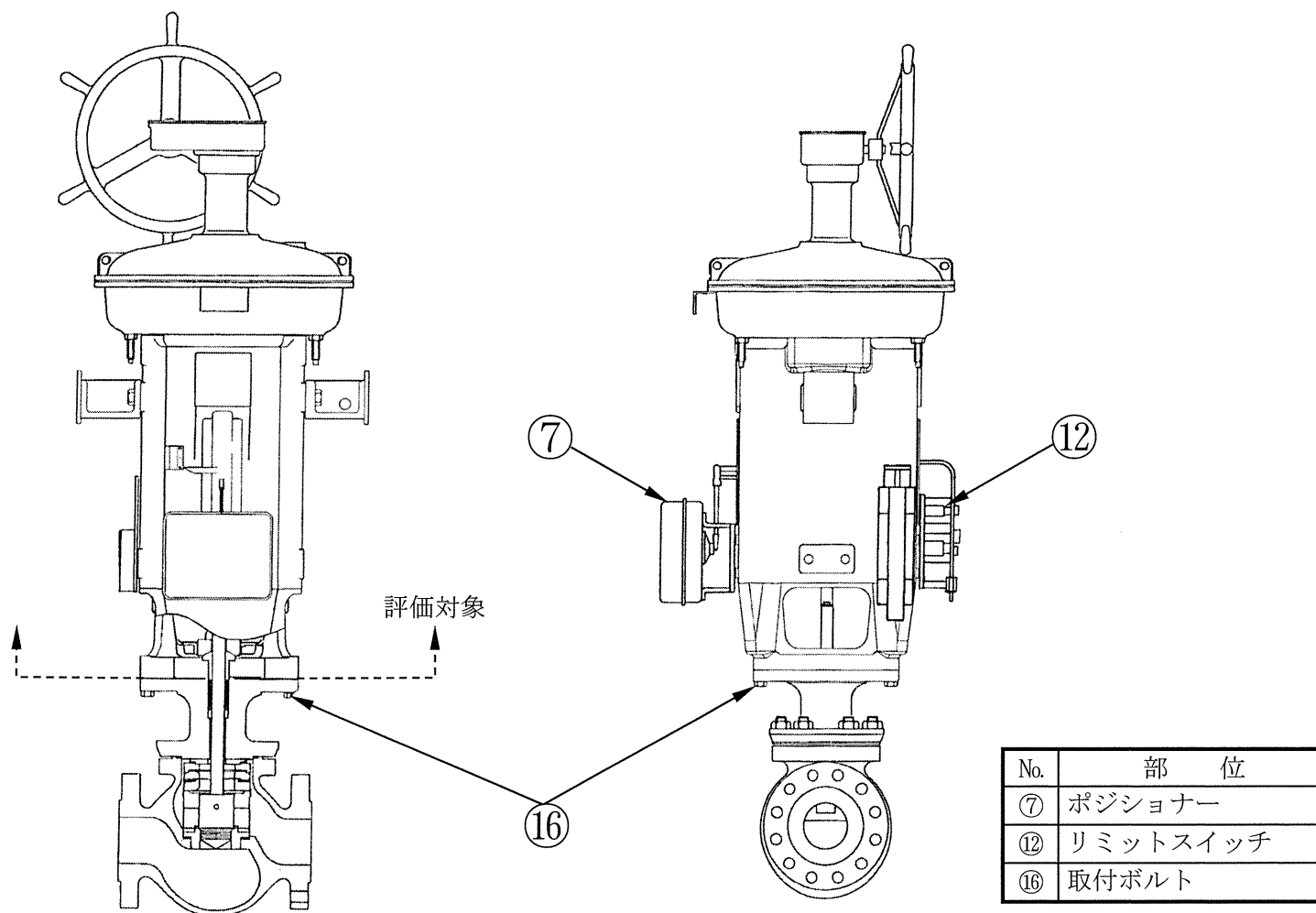


図2.1-1(1/2) 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁空気作動装置構造図

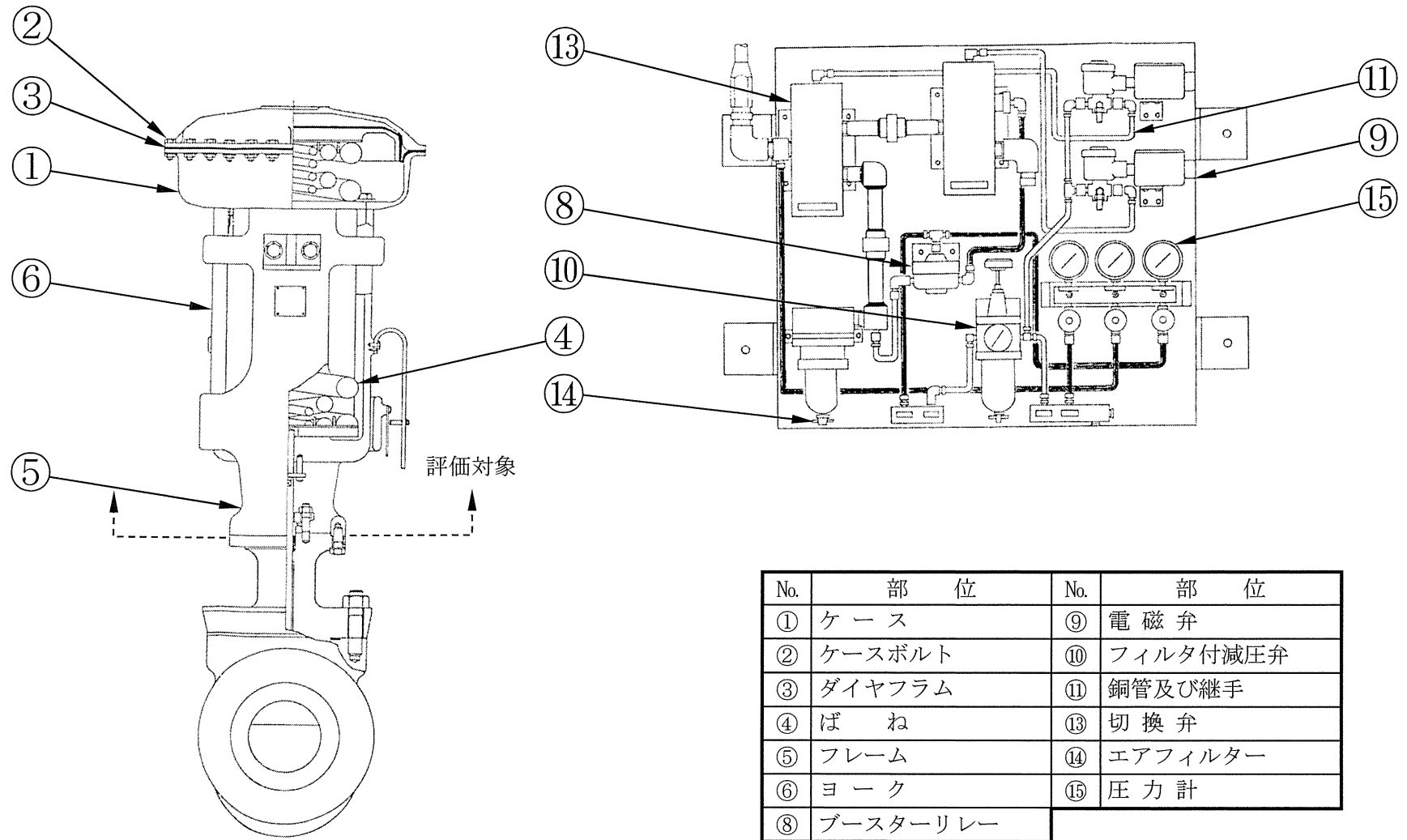


図2.1-1(2/2) 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁空気作動装置構造図

表2.1-1 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁空気作動装置主要部位の使用材料

部 位	材 料
ケ ー ス	炭素鋼鋳鋼
ケースボルト	低合金鋼
ダイヤフラム	消耗品・定期取替品
ば ね	ばね鋼
フレーム	炭素鋼鋳鋼
ヨ ー ク	炭素鋼鋳鋼
ポジショナー	消耗品・定期取替品
ブースターリレー	消耗品・定期取替品
電 磁 弁	消耗品・定期取替品
フィルタ付減圧弁	消耗品・定期取替品
銅管及び継手	銅合金（銅管）
リミットスイッチ	消耗品・定期取替品
切 換 弁	消耗品・定期取替品
エアフィルター	消耗品・定期取替品
圧 力 計	消耗品・定期取替品
取付ボルト	低合金鋼

表2.1-2 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁空気作動装置の使用条件

供給空気圧力	約0.7MPa[gage]
定格電圧 (電磁弁電源)	DC125V
周囲温度	約50℃*1

*1：通常運転時の主蒸気配管室内空気作動装置周囲温度実測値
(平均値の最大値)に余裕を加えた温度

2.1.2 主蒸気隔離弁空気作動装置

(1) 構造

玄海3号炉の主蒸気隔離弁空気作動装置は、シリンダ型空気作動装置であり、主蒸気系統に4台設置されている。

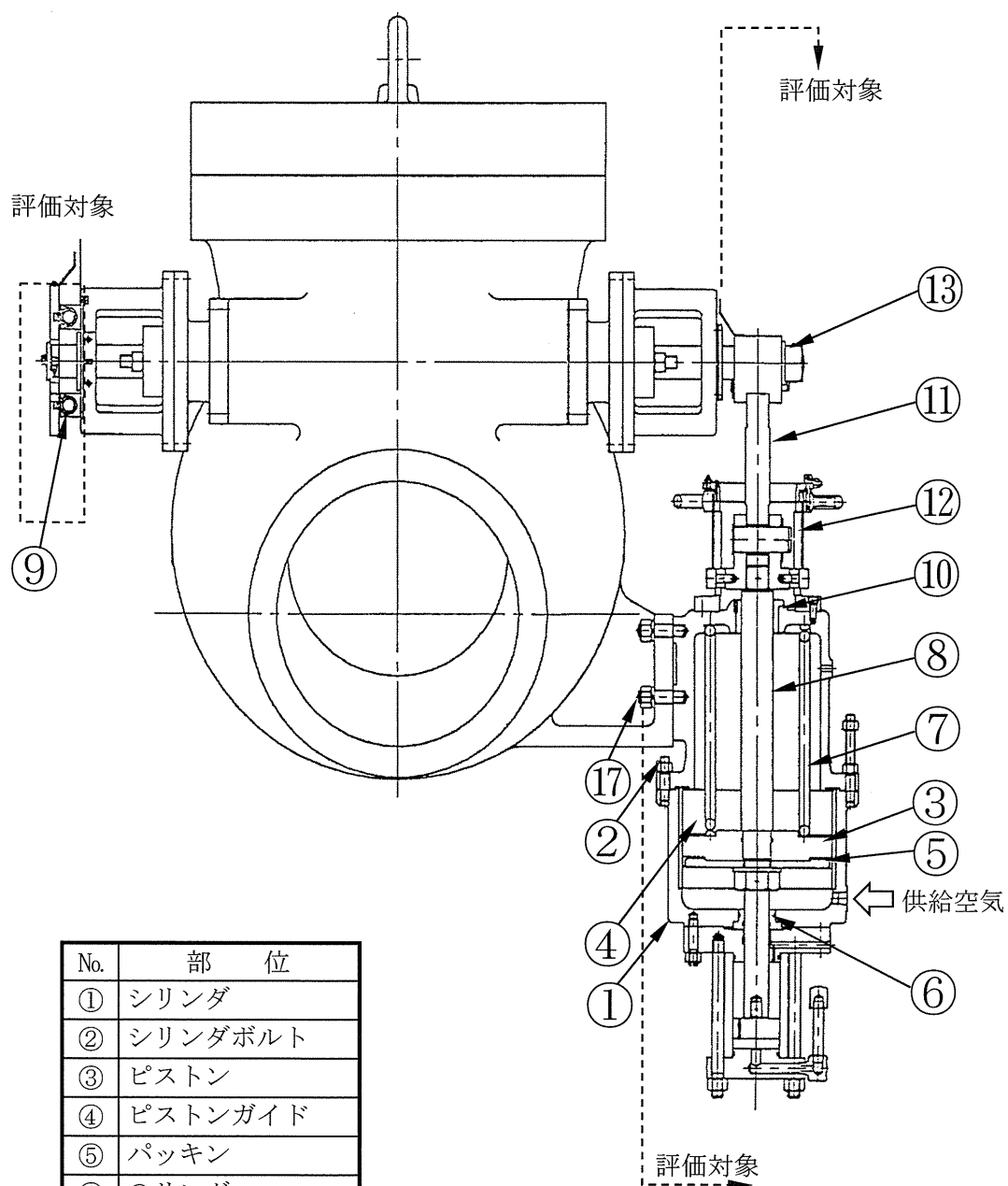
シリンダ型空気作動装置は、電磁弁、リミットスイッチ等で構成されており、空気圧によりばね復帰型の空気操作シリンダを加圧することで、弁を駆動させる構造としている。

駆動用の空気には、乾燥された制御用空気を用いている。

玄海3号炉の主蒸気隔離弁空気作動装置の構造図を図2.1-2に示す。

(2) 材料及び使用条件

玄海3号炉の主蒸気隔離弁空気作動装置の使用材料及び使用条件を表2.1-3及び表2.1-4に示す。



No.	部 位
①	シリンダ
②	シリンダボルト
③	ピストン
④	ピストンガイド
⑤	パッキン
⑥	Ｏリング
⑦	ばね
⑧	ピストンロッド
⑨	リミットスイッチ
⑩	ブッシュ
⑪	レバー
⑫	ピン
⑬	ナット
⑰	取付ボルト

図2.1-2(1/2) 玄海3号炉 主蒸気隔離弁空気作動装置構造図

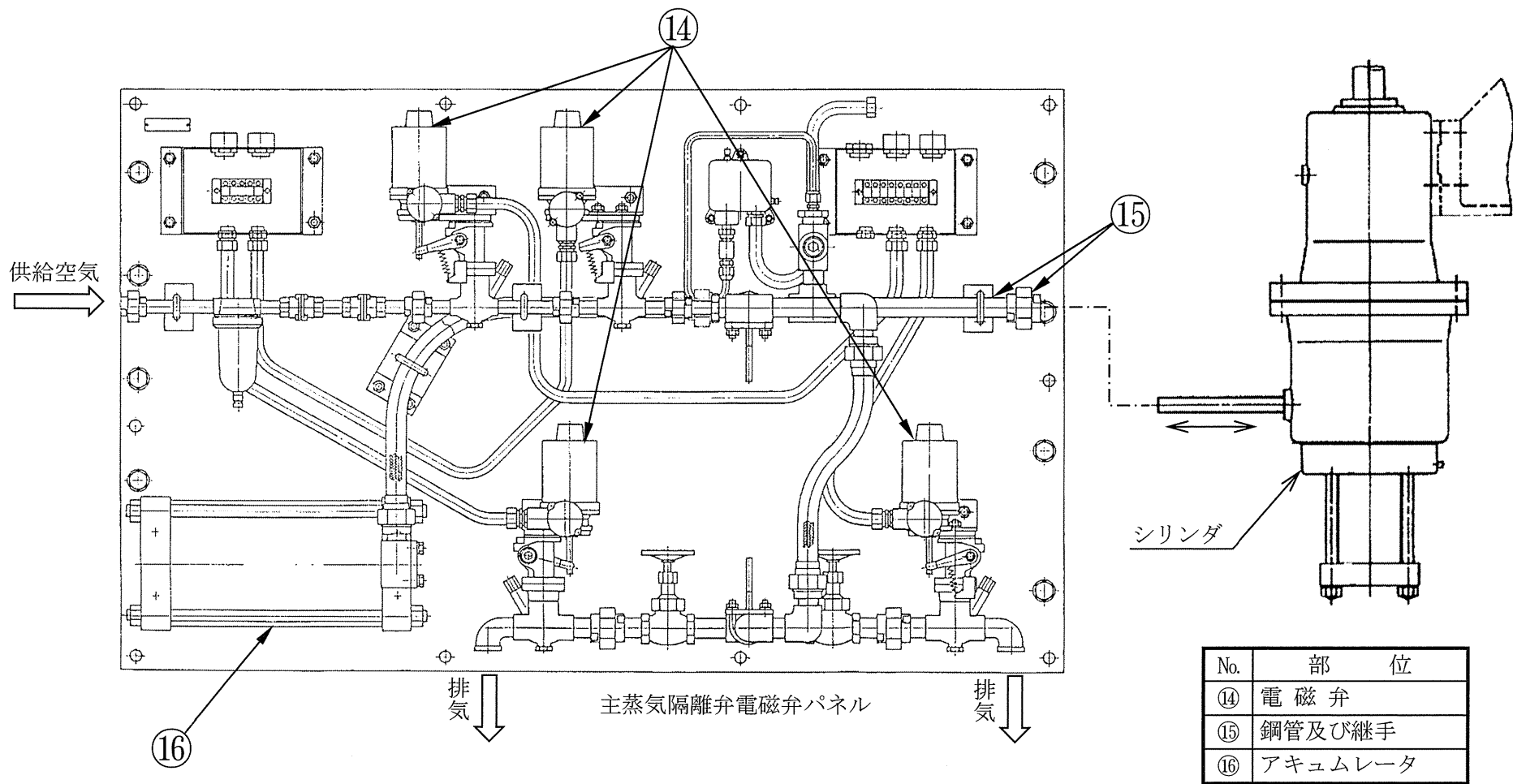


図2.1-2(2/2) 玄海3号炉 主蒸気隔離弁空気作動装置構造図

表2.1-3 玄海3号炉 主蒸気隔離弁空気作動装置主要部位の使用材料

部 位	材 料
シリンダ	炭素鋼鋳鋼
シリンダボルト	低合金鋼
ピストン	炭 素 鋼
ピストンガイド	炭素鋼 (内面クロムメッキ)
パッキン	消耗品・定期取替品
Ｏリング	消耗品・定期取替品
ば ね	ばね 鋼
ピストンロッド	炭 素 鋼
リミットスイッチ	消耗品・定期取替品
ブッシュ	消耗品・定期取替品
レバ ー	炭 素 鋼
ピ ン	ステンレス鋼
ナ ッ ト	炭 素 鋼
電 磁 弁	消耗品・定期取替品
鋼管及び継手	炭 素 鋼
アキュムレータ	炭 素 鋼
取付ボルト	低合金鋼

表2.1-4 玄海3号炉 主蒸気隔離弁空気作動装置の使用条件

供給空気圧力	約0.7MPa[gage]
定格電圧 (電磁弁電源)	DC125V
周囲温度	約50℃*1

*1：通常運転時の主蒸気配管室内空気作動装置周囲温度実測値
(平均値の最大値)に余裕を加えた温度

2.2 経年劣化事象の抽出

2.2.1 機能達成に必要な項目

空気作動装置の機能である弁棒作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 弁棒作動機能の確保
- ② 機器の支持

2.2.2 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象

空気作動装置個々について、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（温度等）及び現在までの運転経験を考慮し、代表機器ごとに表2.2-1及び表2.2-2に示すとおり想定される経年劣化事象を抽出した。

この結果、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象はない。

2.2.3 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象

以下の事象（表2.2-1及び表2.2-2で△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) ケース、シリンダ等の外面からの腐食（全面腐食）[共通]

主蒸気逃がし弁空気作動装置のケース、主蒸気隔離弁空気作動装置のシリンダ、レバー、鋼管及び継手及びアキュムレータは炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、外面の腐食が想定される。

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

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

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

(2) ケース、シリンダの内面からの腐食（全面腐食）〔共通〕

主蒸気逃がし弁空気作動装置のケース、主蒸気隔離弁空気作動装置のシリンダは炭素鋼鋳鋼であり、内面の腐食が想定される。

しかしながら、内面については内部流体が制御用空気であり、清浄な乾燥空気雰囲気であるため、腐食し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

(3) ケースボルト等の腐食（全面腐食）〔共通〕

主蒸気逃がし弁空気作動装置のケースボルト、フレーム、ヨーク及び取付ボルト、主蒸気隔離弁空気作動装置のシリンダボルト、ナット及び取付ボルトは炭素鋼、炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり、腐食が想定される。

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

また、巡視点検等で目視により塗装の状態を確認し、はく離が認められた場合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) ばねの変形（応力緩和）〔共通〕

ばねは弁の開閉の繰返し及びある一定の応力状態にて長時間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲内であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等以下の環境で使用しており、これまでに有意な変形は認められておらず、今後もこれらの傾向が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作動確認により、機器の健全性を確認している。

(5) ピストンとピストンガイド、ピストンロッドとブッシュ及びレバーとピンの摩耗 [主蒸気隔離弁空気作動装置]

ピストンとピストンガイド、ピストンロッドとブッシュ及びレバーとピンは開閉動作による摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、ピストンとピストンガイドの間にはクリアランスがあり実際には接触しておらず、ピストンとパッキン押え板により固定されたゴム製のパッキンがピストンガイドに接触するようにしているため、ピストンやピストンガイドに摩耗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。

また、ピストンロッドとブッシュ及びレバーとピンの摺動部は硬度差を設けて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、分解点検時に目視確認することにより、機器の健全性を確認している。

(6) 銅管及び継手の疲労割れ [主蒸気逃がし弁空気作動装置]

銅管及び継手は弁開閉時の振動及び配管振動による疲労割れが考えられる。

しかしながら、銅管及び継手は、振動による過大な応力が生じない設計としており、これまでに有意な疲労割れは認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

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) ヨークの摩耗（弁棒接続部の摩耗）〔主蒸気逃がし弁空気作動装置〕

ヨークは弁棒と接続されており、弁の開閉動作に伴う摩耗が想定される。

しかしながら、弁棒はヨーク（弁棒接続部）にねじ込み、キャップスクリューで固定する構造としており、接続部のゆるみ等によって摩耗が発生する可能性はないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

(8) 鋼管及び継手、アキュムレータ内面からの腐食（全面腐食）

〔主蒸気隔離弁空気作動装置〕

鋼管、継手及びアキュムレータは炭素鋼であり、内面の腐食が想定される。

しかしながら、内面については内部流体が制御用空気であり、清浄な乾燥空気雰囲気であるため、腐食し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

2.2.4 消耗品及び定期取替品

パッキン、Oリング及びダイヤフラムは分解点検時に取り替えている消耗品である。また、ポジションナー、ブースターリレー、フィルタ付減圧弁、電磁弁、切換弁、エアフィルター及び圧力計は定期取替品であるため、長期間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。

リミットスイッチ及びブッシュは分解点検時の動作確認や目視確認及び寸法計測の結果に基づき取り替えている消耗品であり、長期使用はせず取替えを前提としていることから、高経年化対策を見極める上での評価対象外とする。

表2.2-1 玄海3号炉 主蒸気逃がし弁空気作動装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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		
弁棒作動機能 の確保	ケ ー ス		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)							*1：変形(応力緩和) *2：弁棒接続部の 摩耗
	ケースボルト		低合金鋼		△							
	ダイヤフラム	◎	—									
	ば ね		ばね鋼								△*1	
	フレーム		炭素鋼鋳鋼		△							
	ヨ ー ク		炭素鋼鋳鋼	▲*2	△							
	ポジションナー	◎	—									
	ブースターリレー	◎	—									
	電 磁 弁	◎	—									
	フィルタ付減圧弁	◎	—									
	銅管及び継手			銅合金管 (銅管)			△					
	リミットスイッチ	◎	—									
	切 換 弁	◎	—									
	エアフィルター	◎	—									
圧 力 計	◎	—										
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 主蒸気隔離弁空気作動装置に想定される経年劣化事象

機能達成に必要な項目	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		
弁棒作動機能 の確保	シリンダ		炭素鋼鋳鋼		△(内面) △(外面)							*1：変形(応力緩和)
	シリンダボルト		低合金鋼		△							
	ピストン		炭 素 鋼	△								
	ピストンガイド		炭 素 鋼 (内面+ムメッキ)	△								
	パッキン	◎	—									
	Oリング	◎	—									
	ば ね		ばね鋼								△*1	
	ピストンロッド		炭 素 鋼	△								
	リミットスイッチ	◎	—									
	ブッシュ	◎	—									
	レバ ー		炭 素 鋼	△	△(外面)							
	ピ ン		ステンレス鋼	△								
	ナ ッ ト		炭 素 鋼		△							
	電 磁 弁	◎	—									
	鋼管及び継手		炭 素 鋼		▲(内面) △(外面)							
アキュムレータ		炭 素 鋼		▲(内面) △(外面)								
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。

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

2.2.3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 ケース、シリンダ等の外面の腐食（全面腐食）

[炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼のケース、シリンダ、レバー、鋼管及び継手を使用している空気作動装置共通]

ケース、シリンダ、レバー、鋼管及び継手は炭素鋼又は炭素鋼鋳鋼であり、外面の腐食が想定される。

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

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

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

3.2.2 ケース、シリンダの内面の腐食（全面腐食）

[炭素鋼鋳鋼のケース、シリンダを使用している空気作動装置共通]

ケース及びシリンダは炭素鋼鋳鋼であり、内面の腐食が想定される。

しかしながら、内面については内部流体が制御用空気であり、清浄な乾燥空気雰囲気であるため、腐食し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、分解点検時の目視確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.3 ケースボルト等の腐食（全面腐食）

〔炭素鋼、炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼のフレーム、ヨーク、ケースボルト、シリンダボルト、取付ボルトを使用している空気作動装置共通〕

フレーム、ヨーク、ケースボルト、シリンダボルト及び取付ボルトは炭素鋼、炭素鋼鋳鋼又は低合金鋼であり、外面からの腐食が想定される。

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

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

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

3.2.4 ばねの変形（応力緩和）〔共通〕

ばねは弁の開閉の繰返し及びある一定の応力状態にて長時間保持されることにより、変形（応力緩和）が想定される。

しかしながら、ばねに発生する応力は弾性範囲内であり、日本ばね工業会にて実施したばね材料と使用環境温度の実態調査結果と比べて、当該ばねは同等以下の環境で使用しており、これまでに有意な変形は認められておらず、今後もこれらの傾向が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作動確認により、機器の健全性を確認している。

3.2.5 ピストンとピストンガイド等、ピストンロッドとブッシュ及びレバーとピンの摩耗〔シリンダ型空気作動装置〕

ピストンとピストンガイド、ピストンロッドとブッシュ及びレバーとピンは開閉動作による摺動により、摩耗が想定される。

しかしながら、ピストンとピストンガイドの間にはクリアランスがあり実際には接触しておらず、ピストンとパッキン押え板により固定されたゴム製のパッキンがピストンガイドに接触するようにしているため、ピストンやピストンガイドに摩耗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。

また、ピストンロッドとブッシュ及びレバーとピンの摺動部は硬度差を設けて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、分解点検時に目視確認することにより、機器の健全性を確認している。

3.2.6 銅管及び継手の疲労割れ [銅管及び継手のある空気作動装置共通]

銅管及び継手は弁開閉時の振動及び配管振動による疲労割れが考えられる。

しかしながら、銅管及び継手は、振動による過大な応力が生じない設計としており、これまでに有意な疲労割れは認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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

なお、定期的な目視確認により、機器の健全性を確認している。

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

3.2.7 ヨークの摩耗（弁棒接続部の摩耗） [共通]

弁棒接続部は、弁の開閉動作に伴う摩耗が想定される。

しかしながら、弁棒はヨーク（弁棒接続部）にねじ込み、キャップスクリューで固定する構造、ステムをねじ込んだコネクタにねじ込み固定する構造、あるいはステムにねじ込みロックナットで固定する構造としており、接続部のゆるみ等によって摩耗が発生する可能性はないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない。

3.2.8 銅管及び継手の内面からの腐食（全面腐食）

[炭素鋼の銅管及び継手を使用している空気作動装置共通]

銅管及び継手は炭素鋼であり、内面の腐食が想定される。

しかしながら、内面については内部流体が制御用空気であり、清浄な乾燥空気雰囲気であるため、腐食し難い環境にあり、これまでに有意な腐食は認められておらず、今後もこれらの傾向が変化する要因があるとは考え難い。

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