

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

第8条（火災による損傷の防止）

2022年11月22日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所高速実験炉部

第 8 条：火災による損傷の防止

目 次

1. 要求事項の整理
2. 設置許可申請書における記載
3. 設置許可申請書の添付書類における記載
 - 3.1 安全設計方針
 - 3.2 気象等
 - 3.3 設備等
4. 要求事項への適合性
 - 4.1 基本方針
 - 4.2 火災防護対象機器
 - 4.3 火災区域及び火災区画の設定
 - 4.4 ナトリウム燃焼に対する火災防護対策
 - 4.4.1 ナトリウム漏えいの発生防止
 - 4.4.2 ナトリウム漏えいの検知・ナトリウム燃焼の感知及びナトリウム燃焼の消火
 - 4.4.3 ナトリウム燃焼の影響軽減
 - 4.4.4 ナトリウム燃焼の影響評価
 - 4.5 一般火災に対する火災防護対策
 - 4.5.1 一般火災の発生防止
 - 4.5.2 一般火災の感知及び消火
 - 4.5.3 一般火災の影響軽減
 - 4.5.4 一般火災の影響評価
 - 4.6 要求事項（試験炉設置許可基準規則第 8 条）への適合性説明

(別紙)

別紙 1 : ナトリウム燃焼と一般火災における火災防護対策の検討方針について

別紙 2 : 火災防護に係る機器の選定及び火災防護対策の考え方について【一部】

別紙 3 : 火災区域及び火災区画の設定について

別紙 4 : ナトリウム燃焼に対する火災防護対策及び影響評価について

別紙 5 : 一般火災に対する火災防護対策及び影響評価について

(添付)

添付 1 : 設置許可申請書における記載

添付 2 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (安全設計)

添付 3 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (適合性)

添付 4 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (設備等)

原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響

安全機能の重要度分類から抽出した原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響の概要を第 1 表に示す。

第1表 原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響の概要 (1/6)

分類	安全機能の重要度分類			原子炉の安全停止に係る機器等 (○：該当、－：非該当)	火災による機能影響の概要 (可能性あり※1：○※2/△※3、可能性なし：－※4)		
	定義	機能	構築物、系統又は機器				
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって燃料の多量の破損を引き起こすおそれがある放射線物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	原子炉冷却材バウンダリ機能	① 原子炉容器	1) 本体	○*1	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。また、左記を設置する炉容器ピットの安全容器内は、窒素雰囲気中で維持するため、火災が発生するおそれはない。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。)	
			② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系	1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁(ただし、計装等の小口径のものを除く。)			○*1
		炉心形状の維持機能	① 炉心支持構造物	1) 炉心支持板	○*2	○*2	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。また、左記を設置する原子炉容器内では、火災が発生するおそれはない。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。)
				2) 支持構造物	○*2		
			② 炉心バレル構造物	1) バレル構造体	○*2		
				1) 炉心燃料集合体	○*2		
			③ 炉心構成要素	2) 照射燃料集合体	○*2		
				3) 内側反射体	○*2		
				4) 外側反射体(A)	○*2		
				5) 材料照射用反射体	○*2		
6) 遮へい集合体	○*2						
7) 計測線付実験装置	○*2						
8) 照射用実験装置	○*2						

※1：原子炉の安全停止に係る機器等に対して、個別に火災による機能への影響を考慮し、図るべき火災防護対策を評価した結果を別添1-2-2【後日提示】に示す。

※2：火災防護基準による三方策をそれぞれ考慮することを基本とする。

※3：火災防護基準による三方策を組み合せた対策を講じる。

※4：消防法、建築基準法等、設備に応じた対策を講じる。

*1：原子炉停止後の除熱機能の関連系として、原子炉の安全停止に係る機器等に抽出

*2：原子炉の緊急停止及び未境界維持機能の関連系として、原子炉の安全停止に係る機器等に抽出

第1表 原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響の概要 (2/6)

分類	定義	安全機能の重要度分類		原子炉の安全停止に係る機器等 (○：該当、－：非該当)	火災による機能影響の概要 (可能性あり※1：○※2/△※3、可能性なし：－※4)			
		機能	構築物、系統又は機器					
MS-1	異常状態発生時に、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能*1	① 制御棒	○	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。また、左記を設置する原子炉容器内では、火災が発生するおそれはない。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。)			
			② 制御棒駆動系	1) 駆動機構	○	(駆動機構の駆動電動機が火災によって損傷した場合であっても、制御棒を炉心に急速に挿入する機能が影響を受けることはない。また、駆動機構の制御棒保持電磁石のケールが損傷した場合、保持電磁石が無励磁となり制御棒は、炉心に急速に挿入される。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。制御棒駆動機構の構造等を添付2に示す。)		
				2) 上部案内管	○	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。また、左記を設置する原子炉容器内では、火災が発生するおそれはない。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。)		
				3) 下部案内管	○	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。また、左記を設置する原子炉容器内では、火災が発生するおそれはない。)		
			③ 後備炉停止制御棒	○	(制御棒に同様)			
			④ 後備炉停止制御棒駆動系	1) 駆動機構	○	(制御棒駆動系(駆動機構)に同様)		
				2) 上部案内管	○	(制御棒駆動系(上部案内管、下部案内管)に同様)		
				3) 下部案内管	○	(制御棒駆動系(上部案内管、下部案内管)に同様)		
			① 原子炉容器	○	1) リークジャケット	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。また、左記を設置する炉容器ピットの安全容器内は、窒素雰囲気で維持するため、火災が発生するおそれはない。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。)		
			② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁の配管(外側)又はリークジャケット	○	1次冷却材漏えい量の低減機能*2	1) 逆止弁	○	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される(添付1参照)。また、左記を設置する格納容器(床下)は、原子炉運転中にあっては、窒素雰囲気で維持するため、火災が発生するおそれはない。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。)
						1) サイフォンブレイク弁	○	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される(添付1参照)。また、左記を設置する格納容器(床下)は、原子炉運転中にあっては、窒素雰囲気で維持するため、火災が発生するおそれはない。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。)
						1) 仕切弁	○	(1次予熱窒素ガス系の仕切弁は、通常運転時及び機能要求時(1次冷却材漏えい事故時)ともに「閉」の電動弁であり、通常運転時と機能要求時で状態が変わらない。また、本体は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。1次予熱窒素ガス系の仕切弁の構造等を添付3に示す。)
						1) 仕切弁	○	(1次予熱窒素ガス系の仕切弁は、通常運転時及び機能要求時(1次冷却材漏えい事故時)ともに「閉」の電動弁であり、通常運転時と機能要求時で状態が変わらない。また、本体は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。1次予熱窒素ガス系の仕切弁の構造等を添付3に示す。)

※1：原子炉の安全停止に係る機器等に対して、個別に火災による機能への影響を考慮し、図るべき火災防護対策を評価した結果を別添1-2-2【後日提示】に示す。

※2：火災防護基準による三方策をそれぞれ考慮することを基本とする。

※3：火災防護基準による三方策を組み合わせることを基本とする。

※4：消防法、建築基準法等、設備に応じた対策を講じる。

*1：【特記すべき関連系】炉心支持構造物(炉心支持板、支持構造物)、炉心バレル構造物(バレル構造体)、炉心構成要素(炉心燃料集合体、照射燃料集合体他)

*2：【特記すべき関連系】関連するプロセス計装(ナトリウム漏えい検出器)

第1表 原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響の概要 (3/6)

分類	安全機能の重要度分類		原子炉の安全停止に係る機器等 (○：該当、－：非該当)	火災による機能影響の概要 (可能性あり※1：○※2/△※3、可能性なし：－※4)	
	定義	機能			
MS-1	異常状態発生時に、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	原子炉停止後の除熱機能※1	構築物、系統又は機器 1) 1次主循環ポンプモーター	○	
			1次主冷却系	2) 逆止弁	○
	安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	放射性物質の閉じ込め機能	2次主冷却系	1) 主冷却機 (主送風機を除く。)	○
			格納容器	格納容器バウンダリに属する配管・弁	－
	PS-2	その損傷又は故障により発生する事象によって、燃料の多量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能※2 安全上特に重要な関連機能※3	原子炉保護系 (スクラム)	○
				原子炉保護系 (アイソレーション)	－
				中央制御室	○
				非常用ディーゼル電源系 (MS-1に関連するもの)	○
				交流無停電電源系 (MS-1に関連するもの)	○
				直流無停電電源系 (MS-1に関連するもの)	○
PS-2	原子炉カバールガス等のバウンダリ機能	原子炉カバールガス等のバウンダリ機能	1) 原子炉カバールガスバウンダリに属する容器・配管・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)	－	
			2) 原子炉容器	－	
			1) 原子炉カバールガスバウンダリに属する容器・配管・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)	－	
			1) 原子炉カバールガスバウンダリに属する容器・配管・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)	－	
			1) 原子炉カバールガスバウンダリに属する容器・配管・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)	－	
			1) 原子炉カバールガスバウンダリに属する容器・配管・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)	－	

※1：原子炉の安全停止に係る機器等に対して、個別に火災による機能への影響を考慮し、図るべき火災防護対策を評価した結果を別添1-2-2【後日提示】に示す。

※2：火災防護基準による三方策をそれぞれ考慮することを基本とする。

※3：火災防護基準による三方策を組み合わせた対策を講じる。

※4：消防法、建築基準法等、設備に応じた対策を講じる。

*1：【特記すべき関連系】原子炉容器 (本体)、原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管他

*2：【特記すべき関連系】関連する核計装、関連するプロセス計装

*3：【特記すべき関連系】関連する補機冷却設備

第1表 原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響の概要 (4/6)

分類	定義	安全機能の重要度分類		火災による機能影響の概要 (可能性あり※1：○※2/△※3、可能性なし：-※4)	
		機能	構築物、系統又は機器		
PS-2	その損傷又は故障により発生する事象によって、燃料の多量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	燃料を安全に取り扱う機能	① 核燃料物質取扱設備	-	
		原子炉冷却材バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備	1) 貯蔵ラック 2) 水冷却池	-
			② 第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備	1) 貯蔵ラック 2) 水冷却池	-
			③ 第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備	1) 貯蔵ラック 2) 水冷却池	-
MS-2	PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障が及び敷地周辺公衆への放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	燃料プール水の保持機能	④ 気体廃棄物処理設備	1) アルゴン廃ガス処理系	-
			① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備	1) 水冷却池 2) 水冷却浄化設備のうち、サイフォンプレーク弁	-
			② 第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備	1) 水冷却池 2) 水冷却浄化設備のうち、サイフォンプレーク弁	-
			③ 第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備	1) 水冷却池 2) 水冷却浄化設備のうち、サイフォンプレーク弁	-
		放射線の遮蔽及び放出低減機能	① 外周コンクリート壁	-	-
			② アニユラス部排気系	1) アニユラス部排気系 (アニユラス部常用排気フィルタを除く。)	-
			③ 非常用ガス処理装置	-	-
			④ 主排気筒	-	-
			⑤ 放射線低減効果の大きい遮蔽 (安全容器及びコンクリート遮へい体冷却系を含む。)	-	-
			① 事故時監視計器の一部	-	○
異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	安全上特に重要なその他の構築物、系統及び機器	① 非常用ディーゼル電源系 (MS-1に属するものを除く。)	○		
		② 交流無停電電源系 (MS-1に属するものを除く。)	○		
		③ 直流無停電電源系 (MS-1に属するものを除く。)	○		

※1：原子炉の安全停止に係る機器等に対して、個別に火災による機能への影響を考慮し、図るべき火災防護対策を評価した結果を別添1-2-2【後日提示】に示す。

※2：火災防護基準による三方策をそれぞれ考慮することを基本とする。

※3：火災防護基準による三方策を組み合わせたことを基本とする。

※4：消防法、建築基準法等、設備に応じた対策を講じる。

第1表 原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響の概要 (5/6)

分類	定義	安全機能の重要度分類		原子炉の安全停止に係る機器等 (○：該当、－：非該当)	火災による機能影響の概要 (可能性あり※1：○※2/△※3、可能性なし：－※4)
		機能	構築物、系統又は機器		
PS-3	異常状態の起回事象となるものであってPS-1、PS-2以外の構築物、系統及び機器	1次冷却材を内蔵する機能 (PS-1以外のもの)	① 1次ナトリウム純化系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。) ② 1次オーバーフロー系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。) ③ 1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・弁 (ただし、PS-1に属するもの及び計装等の小口径のものを除く。)	－	
		2次冷却材を内蔵する機能 (通常運転時の炉心の冷却に関するもの)	① 2次主冷却系、2次補助冷却系、2次ナトリウム純化系及び2次ナトリウム充填・ドレン系 1) 冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)	○	(左記の本体は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。また、左記のうち、冷却材バウンダリの境界となる弁の一部は、フェイルセーフ設計であることから、火災によってその機能が影響を受けることはない。冷却材バウンダリに属する主要な機器の構造等を添付5に示す。)
		放射性物質の貯蔵機能	① 液体廃棄物処理設備 ② 固体廃棄物処理設備	－	
		通常運転時の冷却材の循環機能	① 1次主冷却系 1) 1次主循環ポンプ ii) 主電動機 ② 2次主冷却系 1) 2次主循環ポンプ ii) 電動機 i) 電動機 ii) 電磁ブレーキ	○	(左記は、不燃性材料(鉄鋼又は金属板)で構成される。また、左記を設置する原子炉冷却材バウンダリ内では、火災が発生するおそれはない。したがって、火災によってその機能が影響を受けることはない。)
		通常運転時の最終ヒートシンクへの熱輸送機能	① 一般電源系 (受電エリア)	－	
		電源供給機能 (非常用を除く。)	① 原子炉冷却材温度制御系 (関連するプロセス計装及び制御用圧縮空気供給設備を含む。)	○	(左記には、 火災防護基準による三方策を組み合わせる。原子炉冷却材温度制御系の構造等を添付6に示す。)
		プラント計測・制御機能 (安全保護機能を除く。)			

※1：原子炉の安全停止に係る機器等に対して、個別に火災による機能への影響を考慮し、図るべき火災防護対策を評価した結果を別添1-2-2【後日提示】に示す。

※2：火災防護基準による三方策をそれぞれ考慮することを基本とする。

※3：火災防護基準による三方策を組み合わせることを基本とする。

※4：消防法、建築基準法等、設備に応じた対策を講じる。

第1表 原子炉の安全停止に係る機器等に対する火災による機能への影響の概要 (6/6)

分類	安全機能の重要度分類			原子炉の安全停止に係る機器等 (○：該当、－：非該当)	火災による機能影響の概要 (可能性あり※1：○※2/△※3、可能性なし：－※4)
	定義	機能	構築物、系統又は機器		
PS-3	原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器	核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	1) 炉心燃料集合体 i) 被覆管 2) 照射燃料集合体 i) 被覆管	－	
	運転時の異常な過渡変化があってもMS-1、MS-2とあいまって、事象を緩和する構築物、系統及び機器	制御室外からの安全停止機能 燃料プール水の補給機能 出力上昇の抑制機能	1) 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備 2) 第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備 3) 第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備 ① インターロック系	○	(左記は、フェイルセーフ設計であることから、火災によってその機能が影響を受けることはない。)
MS-3	異常状態への対応上必要な構築物、系統及び機器	緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	① 事故時監視計器 (MS-2に属するものを除く。)	○	(原子炉入口冷却材温度及び原子炉出口冷却材温度に係るプロセス計装については、火災防護基準による火災の発生防止、火災の感知及び消火火災の影響軽減の三方策をそれぞれ考慮する。1次主冷却系冷却材流量及び2次主冷却系冷却材流量に係るプロセス計装については、 火災防護基準による三方策を組み合わせる。核計装(線形出力系及び起動系)を除く計装の構造等を添付7に示す。)
			② 放射線管理施設 (MS-2に属するものを除く。)	－	
			③ 通信連絡設備	－	
			④ 消火設備	－	
			⑤ 安全避難通路	－	
			⑥ 非常用照明	－	

※1：原子炉の安全停止に係る機器等に対して、個別に火災による機能への影響を考慮し、図るべき火災防護対策を評価した結果を別添1-2-2【後日提示】に示す。

※2：火災防護基準による三方策をそれぞれ考慮することを基本とする。

※3：火災防護基準による三方策を組み合わせることを基本とする。

※4：消防法、建築基準法等、設備に応じた対策を講じる。

原子炉冷却材バウンダリに属する主要な機器の構造等

1. 概要

原子炉冷却材バウンダリ^{*1}に属する主要な機器の構造等について示す。

*1: 原子炉冷却材バウンダリとは、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時において冷却材障壁を形成するもので、かつ、それが破壊することにより一次冷却材漏えい事故となる部分をいう。

2. 原子炉冷却材バウンダリに属する機器

原子炉冷却材バウンダリには、1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系の一部が該当する。原子炉冷却材バウンダリの概要を第2.1図に示す。

3. 原子炉冷却材バウンダリに属する機器の構造

原子炉冷却材バウンダリに属する機器のうち、以下の機器の構造を示す。

- ・ 1次主循環ポンプ（第3.1図）
- ・ 1次補助冷却系の循環ポンプ（第3.2図）
- ・ 主中間熱交換器（第3.3図）
- ・ オーバフローカラム（第3.4図）
- ・ 1次主冷却系の逆止弁（第3.5図）
- ・ 1次主冷却系圧力計止弁（第3.6図）

第3.1図から第3.6図に示すとおり、冷却材障壁を形成する部分は、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成される。

したがって、これらの機器について、火災によって原子炉冷却材バウンダリ機能が影響を受けることはない。

4. 原子炉冷却材バウンダリの境界となる弁

原子炉冷却材バウンダリの境界を構成する弁には、「① 1次主・補助冷却系と1次ナトリウム充填・ドレン系の弁（手動弁）」、「② 1次主・補助冷却系の圧力計の止弁（手動弁）」、「③ 1次補助冷却系と1次アルゴンガス系の弁（電動弁）」が該当する。

①及び②については、手動弁であり、本体は不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、原子炉運転中、窒素雰囲気中で維持する格納容器（床下）に設置される。

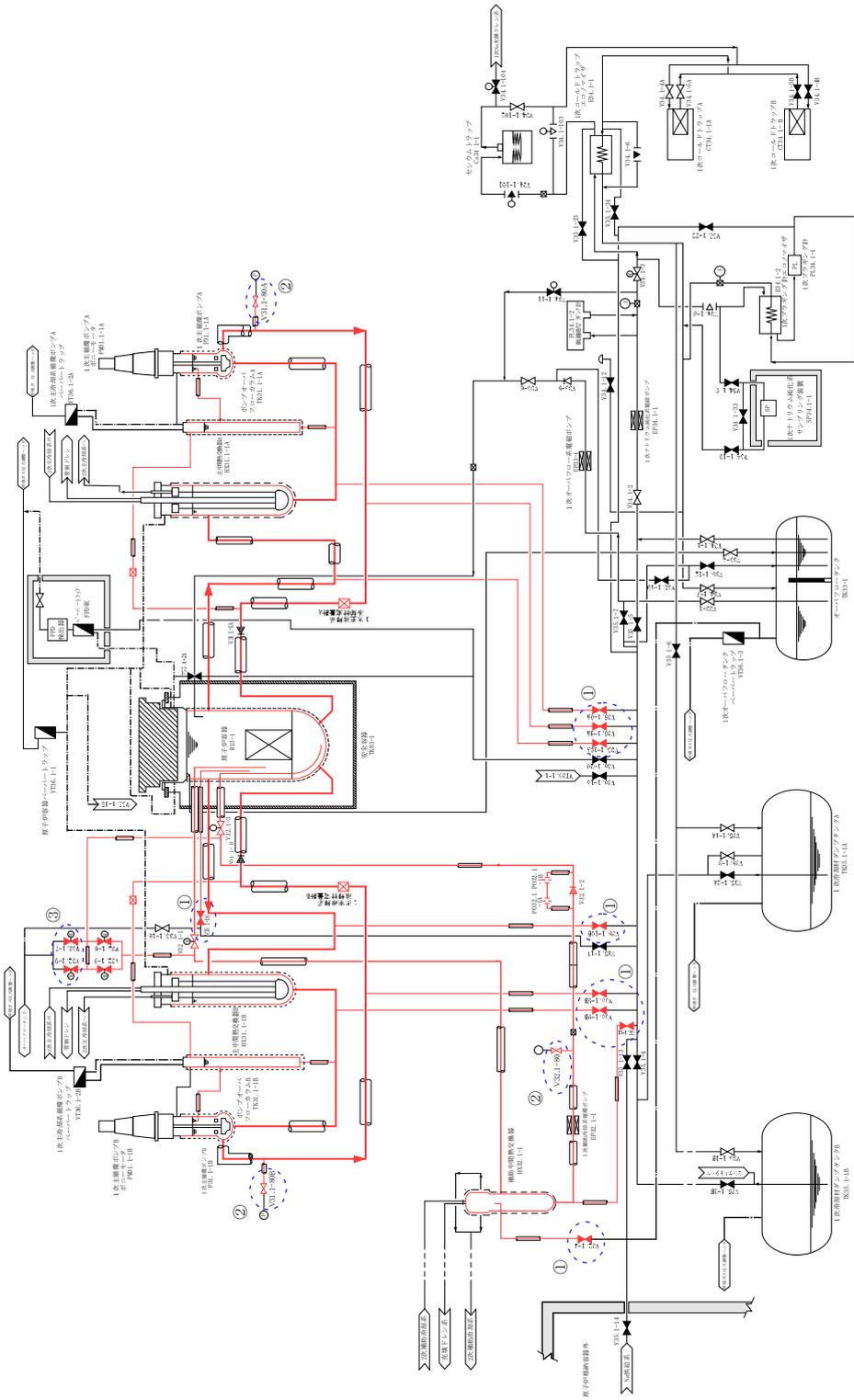
③については、通常運転時及び原子炉停止時ともに「閉」の電動弁であり、関連するケーブルが火災により損傷した場合にあっても「閉」状態が維持される。

また、本体は不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、原子炉運転中、窒素雰囲気中で維持する格納容器（床下）に設置される。

以上より、①～③について、火災によって原子炉冷却材バウンダリ機能が影響を受けることはない。

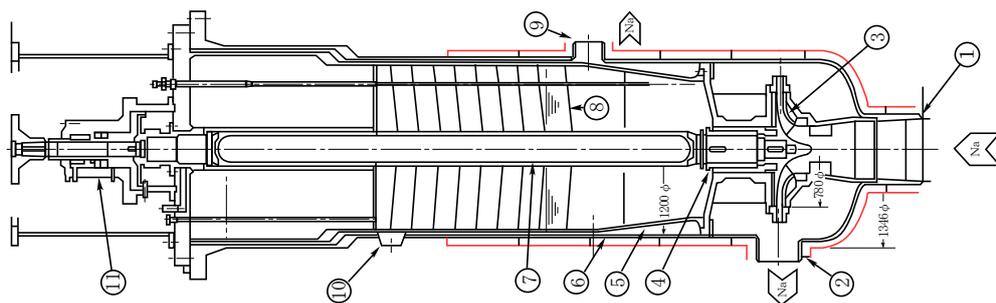
なお、これらの弁は、フレキシブルシャフトにより延長することによって、格納容器（床下）とは別の場所で操作することができる。

赤線：原子炉冷却材バウンダリ



- ①：原子炉冷却材バウンダリを構成する1次ナトリウム充填・ドレン系の弁（手動弁）
- ②：原子炉冷却材バウンダリを構成する1次主・補助冷却系の圧力計の止弁（手動弁）
- ③：原子炉冷却材バウンダリを構成する1次補助冷却系の弁（電動弁）

第 2.1 図 原子炉冷却材バウンダリの概要



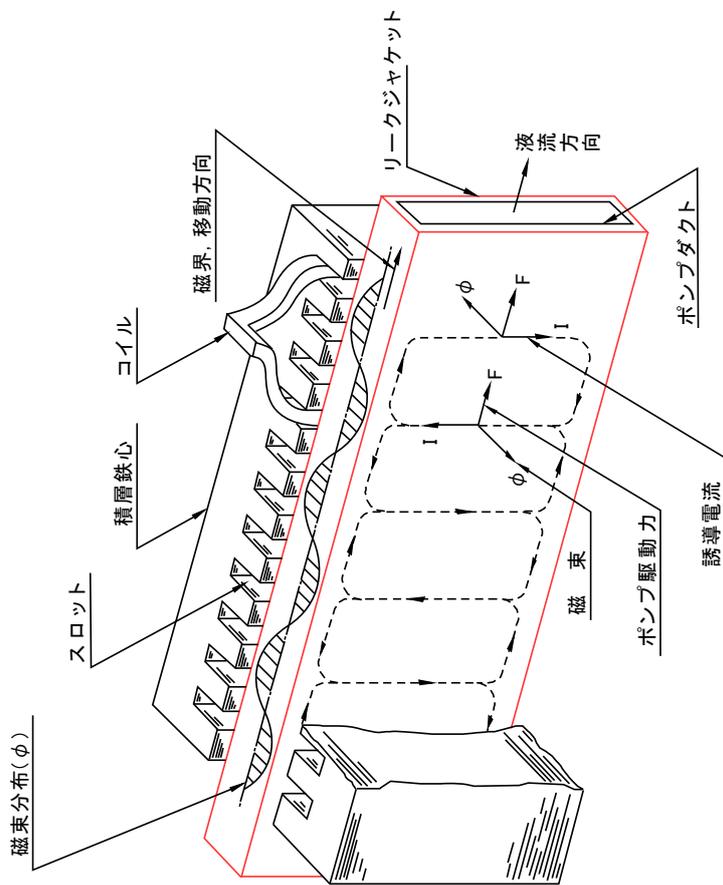
11	上部軸封部
10	Ar ガスノズル
9	オーバフローロノズル
8	熱遮へん板
7	シャフト
6	アウトターケーシング
5	インターケーシング
4	ナトリウムベアリング
3	インベラ
2	吐出ノズル
1	吸込ノズル

第 3.1 図 1 次主循環ポンプ

【原子炉冷却材バウンダリ機能】
1 次主循環ポンプにおいて原子炉冷却材バウンダリ機能を有するのは、1 次冷却材と接液し、外部との境界となる図中の①、②及び⑥である。
これらは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

【1 次冷却材漏えい量の低減機能】
1 次主循環ポンプにおいて 1 次冷却材漏えい量の低減機能を有するのは、リークジャケット（図中の朱書き部）である。
リークジャケットは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

【通常運転時の冷却材の循環機能】
1 次主循環ポンプにおいて通常運転時の冷却材の循環機能を有するのは、③、④及び⑦である。
これらは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、原子炉冷却材バウンダリ内に設置される。



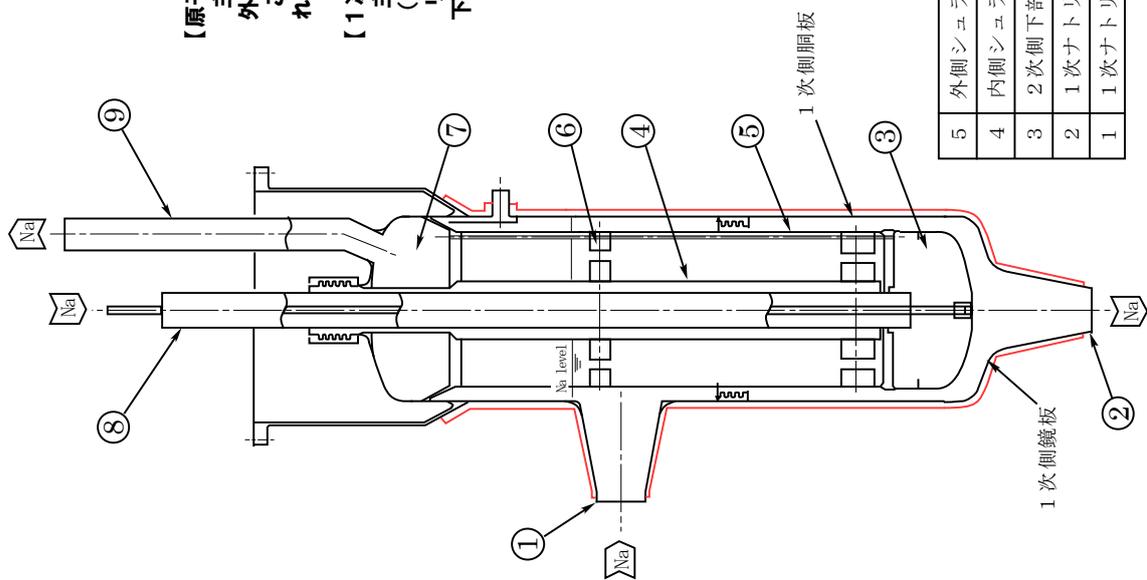
【原子炉冷却材ハウジング機能】
 1次補助冷却系の循環ポンプにおいて原子炉冷却材ハウジング機能をもつのは、1次冷却材と接液し、外部との境界となる図中のポンプダクトである。

これらは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

【1次冷却材漏えい量の低減機能】

1次補助冷却系の循環ポンプにおいて1次冷却材漏えい量の低減機能をもつのは、リークジャケット（図中の朱書き部）である。リークジャケットは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

第 3.2 図 1次補助冷却系の循環ポンプ

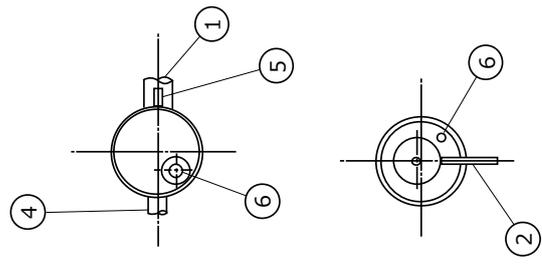
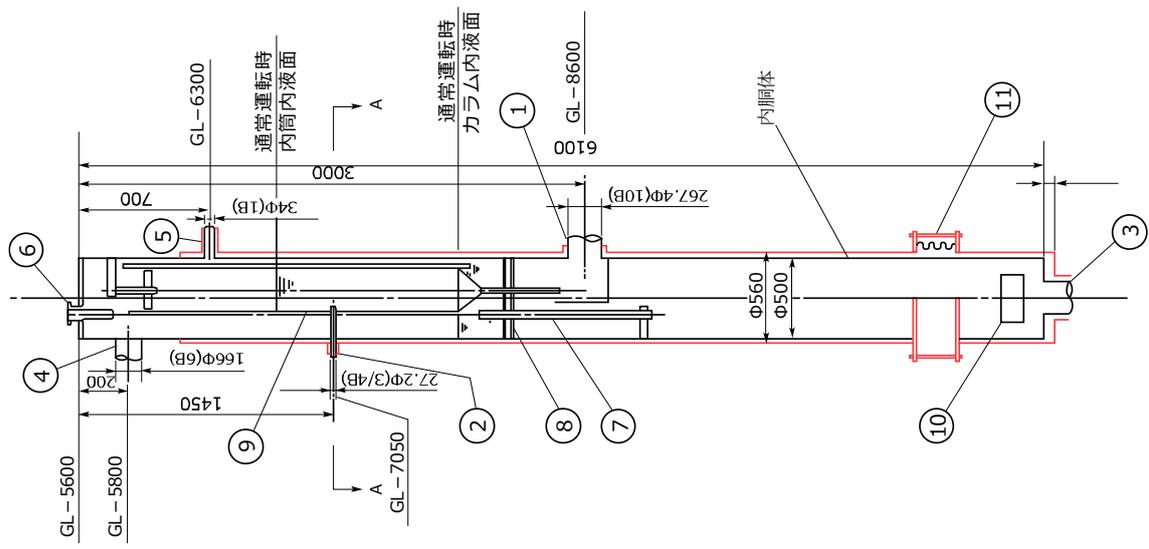


【原子炉冷却材ハウンドリ機能】
主中間熱交換器において原子炉冷却材ハウンドリ機能を有するのは、1次冷却材と接液し、外部との境界となる図中の①、②、1次側胴板及び1次側鏡板である。これらは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

【1次冷却材漏えい量の低減機能】
主中間熱交換器において1次冷却材漏えい量の低減機能を有するのは、リークジャケット（図中の未着き部）である。リークジャケットは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

5	外側シユラウド	
4	内側シユラウド	9 2次ナトリウム出口ノズル
3	2次側下部ブレンナム	8 2次ナトリウム入口ノズル
2	1次ナトリウム出口ノズル	7 2次側上部ブレンナム
1	1次ナトリウム入口ノズル	6 内 胴 窓

第 3.3 図 主中間熱交換器

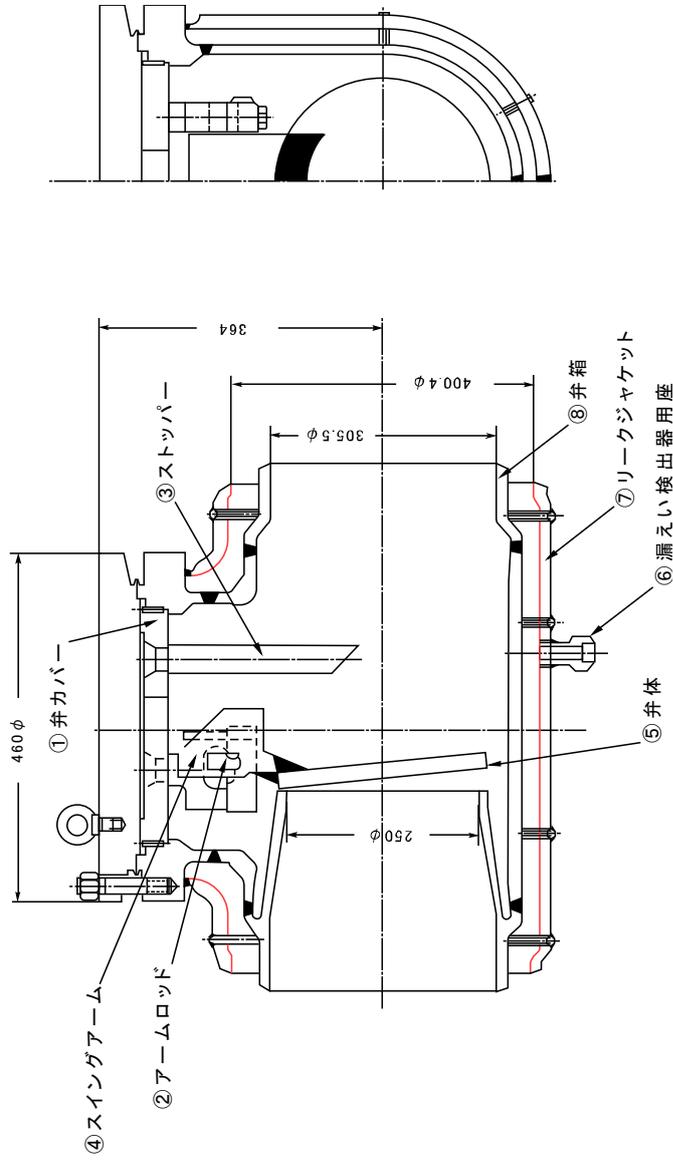


11	ベローズ
10	ボルトテックスプレーカ
9	内筒
8	バツフル板
7	液面計保護管
6	液面計
5	ベーパーラップ戻りノズル
4	カバークラス出口ノズル
3	コラム出口ノズル
2	サイフオンブレーク戻りノズル
1	ポンプオーバーフローノズル

【原子炉冷却材バウンダリ機能】
 ポンプオーバーフローコラムにおいて原子炉冷却材バウンダリ機能を有するのは、1次冷却材と接液し、外部との境界となる図中の①、②、③及び内胴体である。
 これらは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

【1次冷却材漏えい量の低減機能】
 ポンプオーバーフローコラムにおいて1次冷却材漏えい量の低減機能を有するのは、リークジャケット（図中の朱書き部）である。
 リークジャケットは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

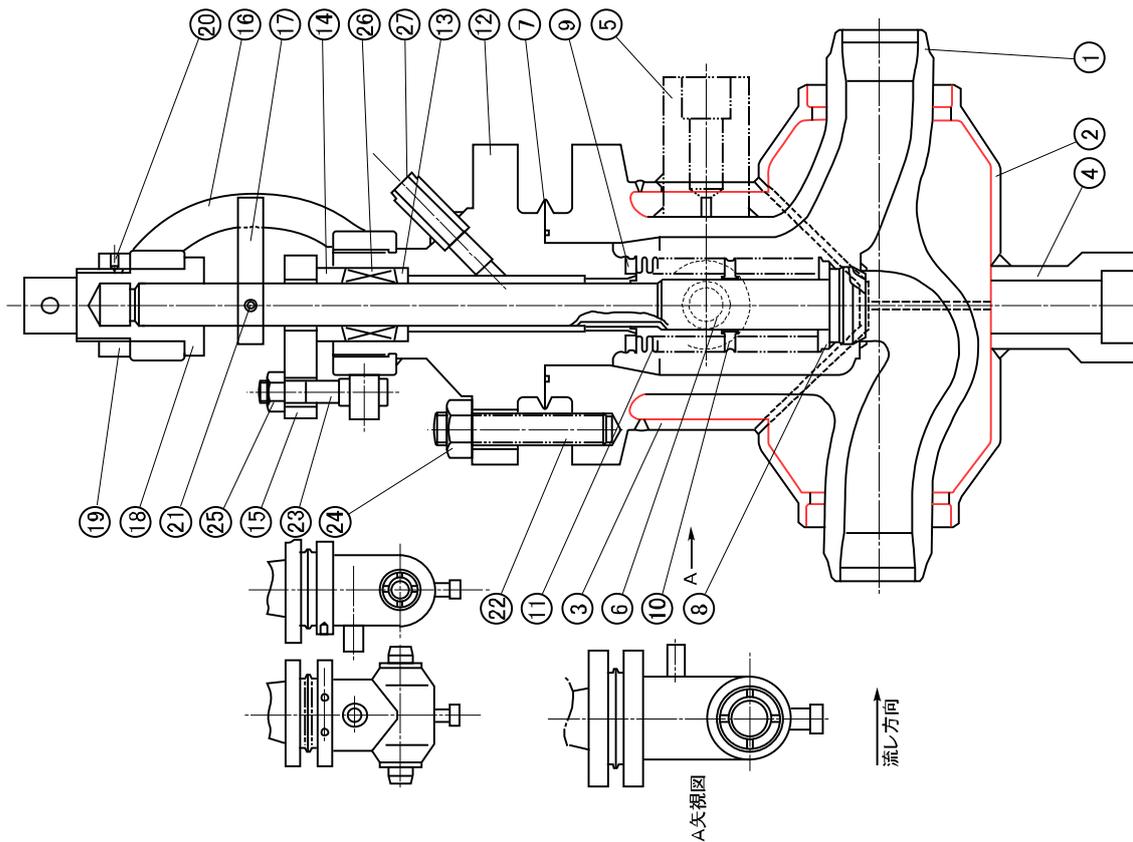
第 3.4 図 オーバーフローコラム



【原子炉冷却材ハウンドリ機能】
 1次主冷却系の逆止弁において原子炉冷却材ハウンドリ機能を有するのは、1次冷却材と接液し、外部との境界となる図中①及び⑧である。
 これらは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

【1次冷却材漏えい量の低減機能】
 1次主冷却系の逆止弁において1次冷却材漏えい量の低減機能を有するのは、リークジャケット（図中の朱書き部）である。
 リークジャケットは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

第 3.5 図 1 次主冷却系の逆止弁



27	案内管
26	パッキン
25	ナット
24	ナット
23	蝶番ボルト
22	スタッド
21	テーパードレン
20	止メネジ
19	ナット
18	ヨークスリーブ
17	潤り止め
16	ヨーク
15	パッキン用エフラング
14	クランプ
13	パッキン墊ケ
12	ワタ
11	パローズ
10	パローガイド
9	パローフランジ(2)
8	パローフランジ(1)
7	オリフク
6	弁棒
5	温度計用座
4	漏洩検出器用座
3	シャケット(2)
2	シャケット(1)
1	本体
	品番
	部品名

【原子炉冷却材バウンダリ機能】
 1次主冷却系圧力計止弁において原子炉冷却材バウンダリ機能を有するのは、1次冷却材と接液し、外部との境界となる図中の①、②、⑥、⑧、⑨、⑩及び⑪である。これらは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

【1次冷却材漏えい量の低減機能】
 1次主冷却系圧力計止弁において1次冷却材漏えい量の低減機能を有するのは、リークシャケット（図中の朱書き部）である。リークシャケットは、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、また、格納容器（床下）に設置される。

※：1次主冷却系圧力計止弁以外の原子炉冷却材バウンダリに属する弁は、同様の構造を有する。
 ※：冷却材（ナトリウム）を内包する弁は、パッキン類等の接液する部分も不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成される。

第 3.6 図 1 次主冷却系圧力計止弁

制御棒駆動機構の構造等

1. 概要

制御棒駆動機構の構造等について示す。

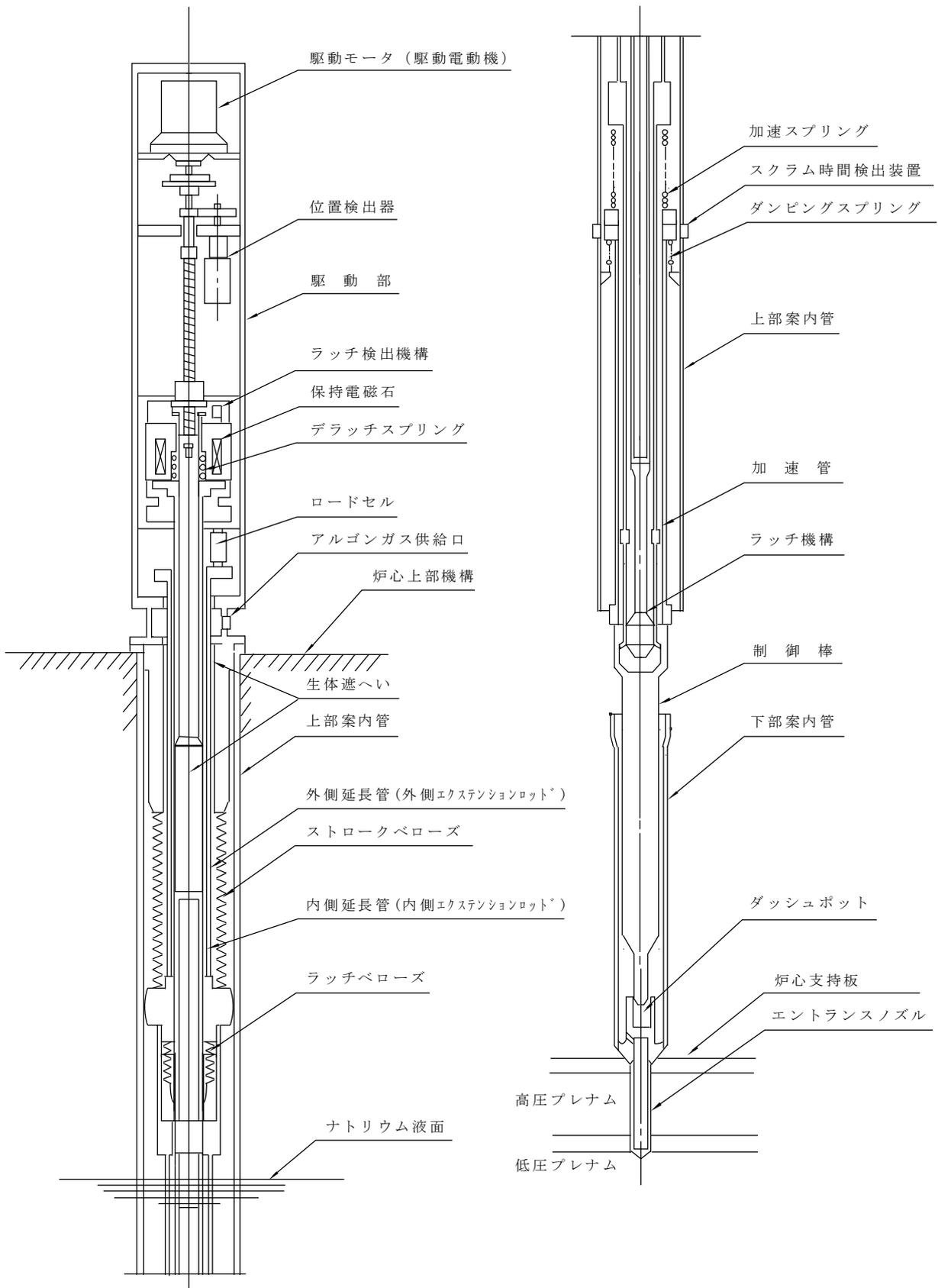
2. 制御棒駆動機構の構造等

制御棒駆動機構は、制御棒駆動機構上部案内管と組み合わせて、通常運転時において炉心の直上に位置する炉心上部機構に設置される。制御棒駆動機構の概要を第 2.1 図に示す。

炉心上部機構の制御棒駆動機構のケーシング内には、駆動電動機が収納されており、火災によって、駆動電動機が損傷した場合、炉心の反応度（原子炉の出力）を制御するために使用する機能（ボールナットスクリュ方式）を喪失するおそれがある。この場合においても、制御棒保持電磁石の励磁を切ることにより、自重及びスプリングにより制御棒を炉心に落下・挿入する原子炉スクラムに必要な機能（バネ加速重力落下方式）を喪失することはない。

また、制御棒駆動機構の制御棒保持電磁石のケーブルが火災によって損傷した場合、制御棒は、自重及びスプリングにより制御棒を炉心に落下・挿入される。

以上より、制御棒駆動機構について、火災によって原子炉の緊急停止機能が影響を受けることはない。



第 2.1 図 制御棒駆動機構の概要

8 条-別紙 2-別添 1-2-1-18

1 次予熱窒素ガス系の仕切弁の構造等

1. 概要

1 次予熱窒素ガス系の仕切弁の構造等について示す。

2. 1 次予熱窒素ガス系の仕切弁の構造等

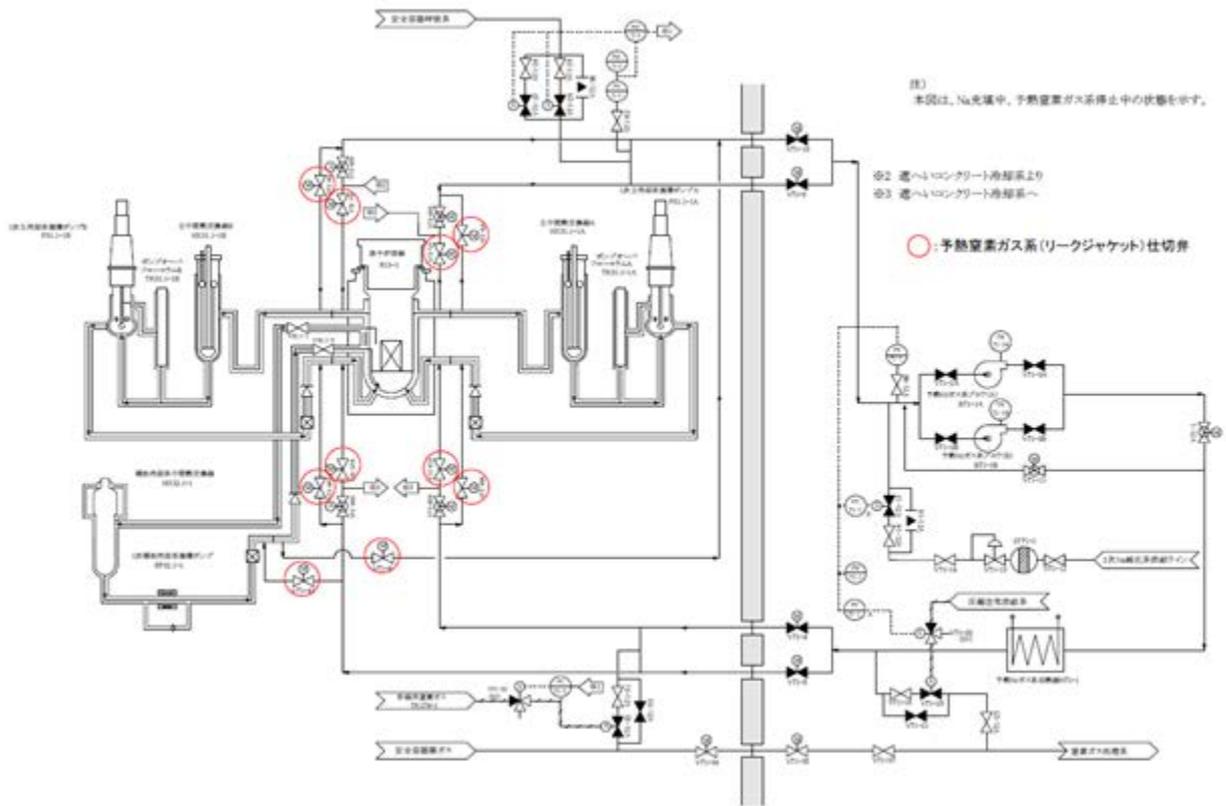
1 次予熱窒素ガス系の仕切弁は、原子炉冷却材バウンダリの破損が生じた場合にあっては、ナトリウムの漏えい拡大を防止し、1 次冷却材の液位を必要な高さに保持できるように、原子炉冷却材バウンダリを構成する 1 次主冷却系、1 次補助冷却系の配管及び機器の二重構造の間隙に接続される窒素ガス通気用の配管に設置されるものである。1 次予熱窒素ガス系の仕切弁の概要を第 2.1 図に示す。

1 次予熱窒素ガス系の仕切弁は、通常運転時及び機能要求時（1 次冷却材漏えい時）ともに「閉」の電動弁であり、関連するケーブルが火災により損傷した場合にあっては「閉」状態が維持される。

また、本体（パッキン類を含む。）は不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成され、原子炉運転中、窒素雰囲気中で維持する格納容器（床下）に設置される。

以上より、1 次予熱窒素ガス系の仕切弁について、火災によって 1 次冷却材漏えい量の低減機能が影響を受けることはない。

なお、当該弁は、フレキシブルシャフトにより延長することによって、格納容器（床下）とは別の場所で操作することもできる。



第 2.1 図 1 次予熱窒素ガス系の仕切弁の概要

原子炉保護系(スクラム)及び関連する計装の構造等

1. 概要

原子炉保護系（スクラム）及び関連する計装の構造等について示す。

2. 原子炉保護系（スクラム）の構造等

安全保護回路のうち、原子炉保護系（スクラム）は、論理回路、補助継電器回路、制御棒保持電磁石電源装置及び後備炉停止制御棒保持電磁石電源装置から構成される。

関連する計装において作動設定値を超える信号を検出し、論理回路においてスクラム信号が発生した場合には、制御棒保持電磁石電源装置及び後備炉停止制御棒保持電磁石電源装置からの保持電磁石電流を遮断し、制御棒及び後備炉停止制御棒を切り離すことで、原子炉は停止される。

論理回路又は補助継電器盤及びこれらに関連するケーブルが火災によって損傷した場合、リレーが無励磁となり制御棒保持電磁石電源装置及び後備炉停止制御棒保持電磁石電源装置からの保持電磁石電流が遮断、制御棒及び後備炉停止制御棒が切り離され、原子炉は停止する。

制御棒保持電磁石電源装置又は後備炉停止制御棒保持電磁石電源装置及びこれらに関連するケーブルが火災によって損傷した場合、制御棒保持電磁石電源装置及び後備炉停止制御棒保持電磁石電源装置からの保持電磁石電流が遮断、制御棒及び後備炉停止制御棒が切り離され、原子炉は停止する。

以上より、論理回路、補助継電器回路、制御棒保持電磁石電源装置及び後備炉停止制御棒保持電磁石電源装置について、火災によって原子炉停止系への作動信号の発生機能が影響を受けることはない。

3. 関連する計装の構造等

原子炉の安全停止に関連する計装は、一般火災により発生するおそれがある運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の起因となる異常状態、1次冷却材漏えい事故及び2次冷却材漏えい事故に対応する以下の原子炉トリップ信号に関連する計装である。

- ・ 1次冷却材流量低
- ・ 2次冷却材流量低
- ・ 電源喪失
- ・ 原子炉入口冷却材温度高
- ・ 中性子束高（出力領域）
- ・ 炉内ナトリウム液面低

中性子束高（出力領域）に関連する計装を除く計装の構造等を以下に示す。

なお、中性子束高（出力領域）に関連する計装については、原子炉の安全停止状態の監視の観点を含め、火災防護基準による三方策をそれぞれ考慮する。

(1) 1次冷却材流量低

1次冷却材流量低に関連する計装は、1次主冷却系冷却材流量計である。1次主冷却系冷却材流量計において1次冷却材流量低の原子炉保護系作動設定値に達した場合には、論理回路においてスクラム信号が発信される。

1次主冷却系冷却材流量計及び関連するケーブルが火災によって損傷しスケールアウトすると論理回路においてスクラム信号が発信される。

したがって、1次主冷却系冷却材流量計について、火災によって原子炉停止系への作動信号の発生機能が影響を受けることはない。

なお、1次主冷却系冷却材流量計は、原子炉の安全停止状態を監視する観点でも原子炉の安全停止に係る機器等として抽出しており、これについては、添付7に示す。

(2) 2次冷却材流量低

2次冷却材流量低に関連する計装は、2次主冷却系冷却材流量計である。2次主冷却系冷却材流量計において2次冷却材流量低の原子炉保護系作動設定値に達した場合には、論理回路においてスクラム信号が発信される。

2次主冷却系冷却材流量計及び関連するケーブルが火災によって損傷しスケールアウトすると論理回路においてスクラム信号が発信される。

したがって、2次主冷却系冷却材流量計について、火災によって原子炉停止系への作動信号の発生機能が影響を受けることはない。

なお、2次主冷却系冷却材流量計について、原子炉の安全停止状態を監視する観点でも原子炉の安全停止に係る機器等として抽出しており、これについては、添付7に示す。

(3) 電源喪失

電源喪失に関連する計装は、一般系電源（1A又は1B母線）の交流不足電圧継電器である。一般系電源（1A又は1B母線）が喪失し、交流不足電圧継電器が作動した場合には、論理回路においてスクラム信号が発信される。

交流不足電圧継電器及び関連するケーブルが火災によって損傷した場合、リレーが無励磁となり論理回路においてスクラム信号が発信される。

したがって、交流不足電圧継電器について、火災によって原子炉停止系への作動信号の発生機能が影響を受けることはない。

(4) 原子炉入口冷却材温度高

原子炉入口冷却材温度高に関連する計装は、原子炉入口冷却材温度計である。原子炉入口冷却材温度計において原子炉入口冷却材温度高の原子炉保護系作動設定値に達した場合には、論理回路においてスクラム信号が発信される。

原子炉入口冷却材温度計及び関連するケーブルが火災によって損傷しスケールアウトすると論理回路においてスクラム信号が発信される。

したがって、原子炉入口冷却材温度計について、火災によって原子炉停止系への作動信号の発生

機能が影響を受けることはない。

なお、原子炉入口冷却材温度計は、原子炉の安全停止状態を監視する観点でも原子炉の安全停止に係る機器等として抽出しており、これについては、添付7に示す。

(5) 炉内ナトリウム液面低

炉内ナトリウム液面低に関連する計装は、炉内ナトリウム液面計である。炉内ナトリウム液面計において炉内ナトリウム液面低の原子炉保護系作動設定値に達した場合には、論理回路においてスクラム信号が発信される。

炉内ナトリウム液面計及び関連するケーブルが火災によって損傷しスケールアウトすると論理回路においてスクラム信号が発信される。

したがって、炉内ナトリウム液面計について、火災によって原子炉停止系への作動信号の発生機能が影響を受けることはない。

冷却材バウンダリに属する主要な機器の構造等

1. 概要

冷却材バウンダリに属する主要な機器の構造等について示す。

2. 冷却材バウンダリに属する機器

冷却材バウンダリには、2次主冷却系並びに2次補助冷却系、2次ナトリウム純化系及び2次ナトリウム充填・ドレン系の一部が該当する。冷却材バウンダリの概要を第2.1図に示す。

3. 冷却材バウンダリに属する機器の構造等

冷却材バウンダリに属する機器は、二重構造を有していないことを除き、原子炉冷却材バウンダリを構成する機器と同様に、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成される。

したがって、冷却材バウンダリに属する機器について、火災によって冷却材バウンダリ機能が影響を受けることはない。

4. 冷却材バウンダリの境界となる弁の構造等

冷却材バウンダリの境界となる弁には、「① 2次主冷却系と2次ナトリウム充填・ドレン系の弁（手動弁）」、「② 2次主冷却系と2次ナトリウム純化系の弁（空気作動弁）」、「③ 2次主冷却系と2次補助冷却系の弁（空気作動弁）」が該当する。

①については、通常運転時及び原子炉停止時ともに「閉」の手動弁であり、また、本体は不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成される。

②及び③については、火災によって関連するケーブル等が損傷した場合、フェイルクローズ設計であり、また、本体は不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成される。

以上より、①～③について、火災によって冷却材バウンダリ機能が影響を受けることはない。

原子炉冷却材温度制御系の構造等

1. 概要

原子炉冷却材温度制御系の構造等について示す。

2. 原子炉冷却材温度制御系の構造等

原子炉がスクラムした場合、主冷却機のインレットベーン（空気作動ベーン）が「全閉」、入口ダンパ（空気作動ダンパ）が「全開」となる。その後の、原子炉冷却材温度は、原子炉冷却材温度制御系の空気流量調節器が主冷却器出口冷却材温度の信号を受けて、自動でインレットベーンを動作（0～9.5%の開度で調整（ほぼ全閉状態））させ、空気流量を変化させて制御される。原子炉冷却材温度制御系の概要を第 2.1 図に示す。

なお、4 基の主冷却機の原子炉冷却材温度制御系の空気流量調節器は、中央制御室の 2 次制御盤に、運転員の操作性及び視認性を確保することを目的に、近接して設置している。

原子炉冷却材温度制御系については、以下に示す火災防護措置を講じるため、火災防護基準による三方策のそれぞれを考慮したものとなる。

(1) 火災の発生防止

新規制基準適合に当たり、ケーブルについて、既設品を流用するのではなく、新たに難燃ケーブルを敷設する。

また、インレットベンドライブユニット（インレットベーンを含む。）及び関連する制御用圧縮空気供給設備（アキュームレータタンク及び圧空配管）は、不燃性材料（鉄鋼又は金属板）で構成される。

(2) 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火については、異なる 2 種類の感知器を設けることで、火災の早期感知に努める。

空気流量調節器が設置される中央制御室には、異なる 2 種類の感知器を設け、さらに、常駐する運転員による火災の早期感知及び消火にも期待できる。

新たに難燃ケーブルを敷設するルートのうち、ケーブル室については、その他に、多くのケーブルを有することや狭いこと等を踏まえた対策を講じることとしており、当該対応と同じとする。ケーブル室以外（インレットベンドライブユニットが設置される主冷却機建物の風洞室等を含む。）については、A ループと B ループごとに、新規制基準適合に当たり、同様にケーブルを再敷設する非常用ディーゼル電源系と同じルートとする。当該火災区画には、異なる 2 種類の感知器を設ける。

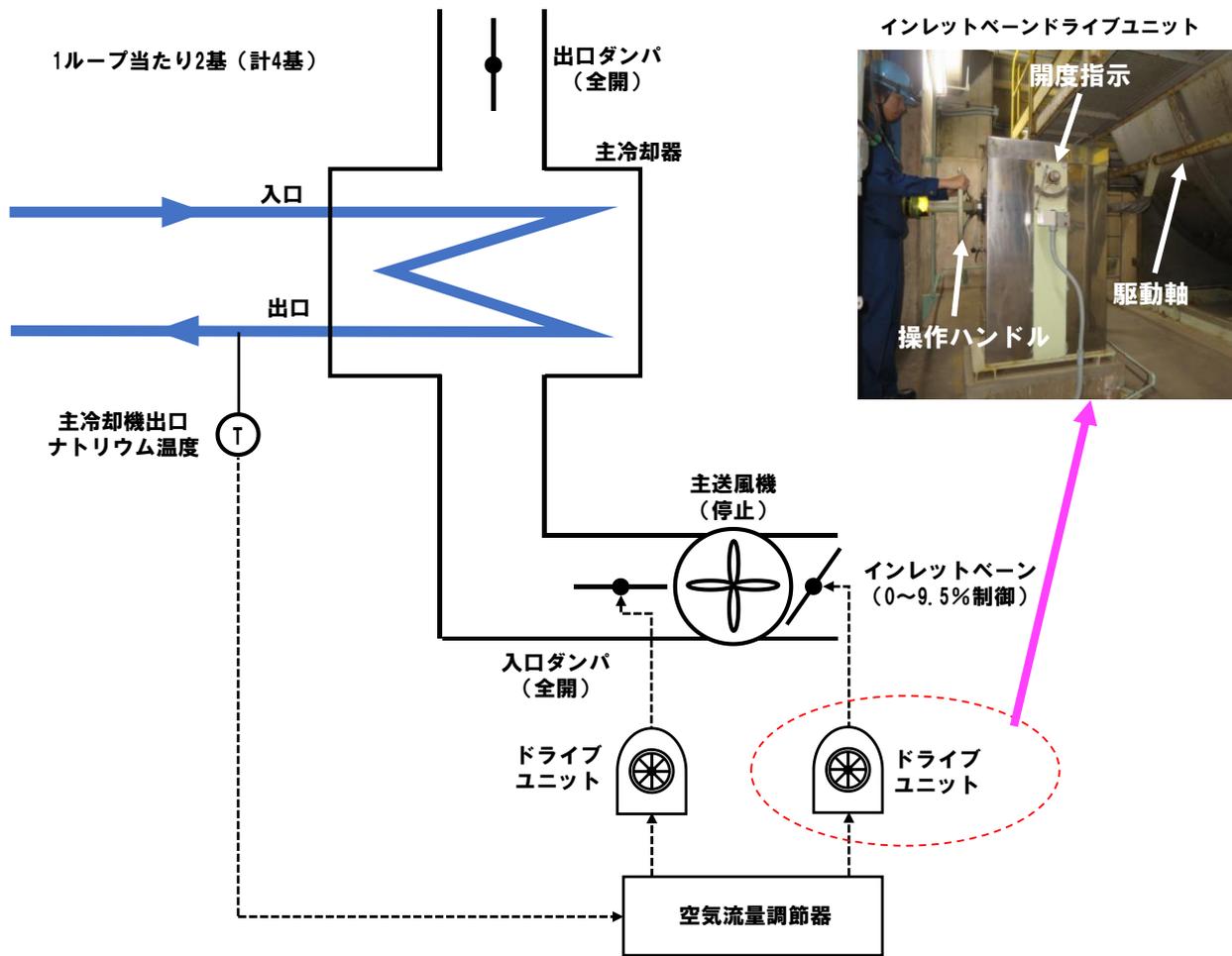
(3) 火災の影響軽減

中央制御室及びケーブル室における火災の影響軽減に係る措置は、当該区画に講じる対応と同じとする。中央制御室及びケーブル室以外（インレットベンドライブユニットが設置される主冷却機建物の風洞室等を含む。）については、上述のとおり、A ループと B ループごとに、新規制基準適合に当たり、同様にケーブルを再敷設する非常用ディーゼル電源系と同

じルートとすることにより、同程度の系統分離の対策が講じられる。

4基の主冷却機のインレットベンドドライブユニット（インレットベーンを含む。）は、Aループ用とBループ用の各2基が同じ火災区画に設置されるものの、Aループ用とBループ用は、異なる火災区画（主冷却機建物の東側と西側）に設置しており、火災により同時に機能を喪失することはない。

なお、万一、4基の主冷却機の原子炉冷却材温度制御系の空気流量調節器が火災によってその機能を同時に喪失した場合、原子炉冷却材温度制御系の機能は、運転員が現場のインレットベンドドライブユニットを手動操作することで代替できる。原子炉スクラム時における2次主冷却系は、自然循環状態にあり、その流量が低いことから、温度制御は緩慢に実施するもの（数分～数十分に1回程度）であるため、運転員による手動操作は、空気流量調節器を使用する場合と概ね同等の安全水準を有する。



第 2.1 図 原子炉冷却材温度制御系の概要

核計装（線形出力系及び起動系）を除く計装の構造等

1. 概要

原子炉の安全停止状態の監視に係る核計装（線形出力系及び起動系）を除く以下の計装の構造等について示す。

- ・ 原子炉入口冷却材温度
- ・ 原子炉出口冷却材温度
- ・ 1次主冷却系冷却材流量
- ・ 2次主冷却系冷却材流量

2. 核計装（線形出力系及び起動系）を除く計装の構造等

(1) 原子炉入口冷却材温度、原子炉出口冷却材温度

原子炉入口冷却材温度及び原子炉出口冷却材温度に係るプロセス計装は、火災防護基準による三方策のそれぞれを考慮する。

① 火災の発生防止

原子炉入口冷却材温度及び原子炉出口冷却材温度の検出器は、K (CA) 熱電対であり、当該検出器のケーブルに印加される電圧は、熱起電力によるもので低く（約 20mV）設定されており、これを火災の発生防止とする。

また、格納容器（床下）に設置されている部分にあっては、原子炉運転中に、当該区画を窒素雰囲気維持するため、火災の発生を防止できる。

② 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火については、異なる 2 種類の感知器を設けることで、火災の早期感知に努める。

なお、中央制御室及びケーブル室における取扱いは、当該区画に講じる対応と同じとする。

③ 火災の影響軽減

中央制御室及びケーブル室における火災の影響軽減に係る措置は、当該区画に講じる対応と同じとする。中央制御室及びケーブル室以外にあっては、A ループと B ループの検出器が同時に機能を喪失することがないように系統分離を行うものとする。

なお、金属製である熱電対の素線及び補償導線が断線しない限り、中央制御室において可搬式計器を使用して測定することも可能である。

(2) 1次主冷却系冷却材流量、2次主冷却系冷却材流量

1次主冷却系冷却材流量及び2次主冷却系冷却材流量の検出器は、鞍型空心コイル式電磁流量計である。

当該電磁流量計の較正は、系統から取り外して行う必要があるが、電磁流量計は、冷却材のバウンダリを形成しているため、取り外しが困難である。

1次主冷却系冷却材流量については、ポニーモーターによる強制循環を考慮し、以下に示す火災

防護措置を講じる。

① 火災の発生防止

1次主冷却系冷却材流量の検出器について、格納容器（床下）に設置されている部分については、原子炉運転中に、当該区画を窒素雰囲気維持するため、火災の発生を防止できる。

② 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火については、異なる2種類の感知器を設けることで、火災の早期感知に努める。

③ 火災の影響軽減

1次主冷却系冷却材流量の検出器について、格納容器（床下）に設置されている部分については、AループとBループの検出器が同時に機能を喪失することがないように系統分離を行うものとする。

2次主冷却系冷却材流量については、原子炉スクラム後、2次主冷却系は自然循環状態となるため、自然循環の状態を監視するものとなる。自然循環は、原子炉の温度により変動し、また、崩壊熱の除熱不足が生じた場合には、その変動は原子炉入口冷却材温度を監視することは可能であること、何らかの変動をきっかけに、運転員の操作を行うものではないことから、火災防護基準による三方策の対象とはしない。

なお、万が一、1次及び2次主冷却系冷却材流量の計測が不可能となった場合においては、主冷却系冷却材流量の変化は、原子炉出口冷却材温度に反映される。このため、主冷却系冷却材流量は、原子炉出口冷却材温度により監視することが可能である。