

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料	
資料番号	KK67-0072 改47
提出年月日	平成29年2月13日

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

重大事故等対処設備について

平成29年2月

東京電力ホールディングス株式会社

目次

1. 重大事故等対処設備
 - 1.1 重大事故等対処設備の設備分類
2. 基本設計の方針
 - 2.1 耐震性・耐津波性
 - 2.1.1 発電用原子炉施設の位置
 - 2.1.2 耐震設計の基本方針
 - 2.1.3 耐津波設計の基本方針
 - 2.2 火災による損傷の防止
 - 2.3 重大事故等対処設備の基本設計方針
 - 2.3.1 多様性, 位置的分散, 悪影響防止等
 - 2.3.2 容量等
 - 2.3.3 環境条件等
 - 2.3.4 操作性及び試験・検査性
3. 個別設備の設計方針
 - 3.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備
 - 3.2 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備
 - 3.3 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備
 - 3.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備
 - 3.5 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備
 - 3.6 原子炉格納容器内の冷却等のための設備
 - 3.7 原子炉格納容器内の過圧破損を防止するための設備
 - 3.8 原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備
 - 3.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備
 - 3.10 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備
 - 3.11 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備
 - 3.12 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備
 - 3.13 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備
 - 3.14 電源設備
 - 3.15 計装設備
 - 3.16 原子炉制御室
 - 3.17 監視測定設備
 - 3.18 緊急時対策所
 - 3.19 通信連絡を行うために必要な設備
 - 3.20 原子炉本体
 - 3.21 原子炉格納施設
 - 3.22 燃料貯蔵施設
 - 3.23 非常用取水設備

別添資料-1 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備（格納容器圧力逃がし装置について）

別添資料-2 復水補給水系を用いた代替循環冷却の成立性について

別添資料-3 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備について

下線部：今回ご提出資料

3.7 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備【50条】

【設置許可基準規則】

(原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備)

第五十条 発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために必要な設備を設けなければならない。

(解釈)

1 第50条に規定する「原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。

- a) 格納容器圧力逃がし装置又は格納容器再循環ユニットを設置すること。
- b) 上記 a) の格納容器圧力逃がし装置とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。
 - i) 格納容器圧力逃がし装置は、排気中に含まれる放射性物質を低減すること。
 - ii) 格納容器圧力逃がし装置は、可燃性ガスの爆発防止等の対策が講じられていること。
 - iii) 格納容器圧力逃がし装置の配管等は、他の系統・機器（例えば SGTS）や他号機の格納容器圧力逃がし装置等と共用しないこと。ただし、他への悪影響がない場合を除く。
 - iv) また、格納容器圧力逃がし装置の使用に際しては、必要に応じて、原子炉格納容器の負圧破損を防止する設備を整備すること。
 - v) 格納容器圧力逃がし装置の隔離弁は、人力により容易かつ確実に開閉操作ができること。
 - vi) 炉心の著しい損傷時においても、現場において、人力で格納容器圧力逃がし装置の隔離弁の操作ができるよう、遮蔽又は離隔等の放射線防護対策がなされていること。
 - vii) ラプチャーディスクを使用する場合は、バイパス弁を併置すること。ただし、格納容器圧力逃がし装置の使用の妨げにならないよう、十分に低い圧力に設定されたラプチャーディスク（原子炉格納容器の隔離機能を目的としたものではなく、例えば、配管の窒素充填を目的としたもの）を使用する場合又はラプチャーディスクを強制的に手動で破壊する装置を設置する場合を除く。
 - viii) 格納容器圧力逃がし装置は、長期的にも熔融炉心及び水没の悪影響を受けない場所に接続されていること。
 - ix) 使用後に高線量となるフィルター等からの被ばくを低減するための遮蔽等の放射線防護対策がなされていること。

3.7 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備

3.7.1 設置許可基準規則第 50 条への適合方針

炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために必要な設備を設置する。

(1) 格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置の設置（設置許可基準規則解釈の第 1 項 a), b)）

炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置を設ける。

なお、格納容器圧力逃がし装置及び代替循環冷却系を設置することで設置許可基準規則第 50 条に対する要求事項に適合させるものとするが、更なる安全性向上の観点から代替格納容器圧力逃がし装置を追って設置することにより、格納容器圧力逃がし装置に対する多重化を図るものとする。

これらの設備は、重大事故緩和設備として整備し、以下のとおり設置許可基準規則解釈の第 1 項 b) に対する要求事項を満たすものとする。

i) 当該設備は排気中に含まれる放射性物質を低減するため、フィルタ装置及びよう素フィルタを設置する設計とする。

フィルタ装置にて、粒子状放射性物質の 99.9%以上、ガス状の無機よう素に対して 99.9%以上を除去可能である。また、よう素フィルタにて、有機よう素に対して 98%以上を除去可能である。

ii) 可燃性ガスの爆発防止等の対策として、当該系統内を可搬型窒素供給装置にて不活性ガス（窒素ガス）にて置換した状態で待機し、使用後には同様に可搬型窒素供給装置を用いて、系統内を不活性ガスにてパージする。これにより、排気中に含まれる可燃性ガス及び使用後に水の放射線分解により発生する可燃性ガスによる爆発を防ぐことが可能な設計とする。

ベント初期に含まれるガスのモル組成は、ドライ条件で評価した場合でも酸素濃度が 5vol%を下回っており、系統内で可燃域に達することはない。

また、ベント実施後に原子炉格納容器及びスクラバ水内に貯留された FP による水の放射線分解によって発生する水素・酸素の量は微量であり、また、連続して系外に排出されていることから、系統内で可燃域に達することはない。系統内で可燃性ガスが蓄積する可能性のある箇所については、可燃性ガスを連続して排出するバイパスラインを設置し、可燃性ガスが局所的に滞留しない設計とする。

iii) 格納容器圧力逃がし装置を使用する際に流路となる不活性ガス系、耐圧強化ベント系、及び格納容器圧力逃がし装置の配管等は、他号炉とは共用しない。また、格納容器圧力逃がし装置と他の系統・機器を隔離する弁は直列で二重に設置し、格納容器圧力逃がし装置と他の系統・機器を確実に隔離することで、悪影響を及ぼさない設計とする。

代替格納容器圧力逃がし装置は、他の号機、系統、機器とは共用しない設計とする。

- iv) 重大事故等対策の有効性評価において、格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置を使用しても原子炉格納容器が負圧にならないことを確認している。また、ベント停止後に再度格納容器スプレイを行う場合においても、原子炉格納容器内圧力を確認し、規定の圧力まで減圧した場合は格納容器スプレイを停止する運用とする。
- v) 格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置を使用する際に操作が必要な隔離弁については、遠隔手動弁操作設備により人力で容易かつ確実に開閉操作ができる設計とする。
- vi) 格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置を使用する際に操作が必要な隔離弁の遠隔手動弁操作設備を介した操作エリアは原子炉建屋の二次格納施設外に設置するものとし、操作時の被ばく線量評価を行った上で、必要に応じて遮蔽材を設置することで、作業員の放射線防護を考慮する設計とする。
- vii) ラプチャーディスクについては、待機時に系統内を不活性ガス（窒素ガス）にて置換する際の大気との障壁、並びにフィルタ装置とよう素フィルタとの隔壁として設置する。また、バイパス弁は併置しないものの、ラプチャーディスクは原子炉格納容器からの排気圧力（620kPa[gage]）と比較して十分に低い圧力である約 100kPa[gage]にて破裂する設計であり、排気の妨げにならない設計とする。
- viii) 原子炉格納容器との接続位置は、サブプレッション・チェンバ及びドライウエルに設けるものとし、いずれからも格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置を用いた排気操作を実施することができるよう設計する。
サブプレッション・チェンバからの排気では、サブプレッション・チェンバの水面からの高さを確保すること、また、ドライウエルからの排気では、ダイヤフラムフロア面からの高さを確保すること、及び有効燃料棒頂部よりも高い位置に接続箇所を設けることにより、長期的にも熔融炉心及び水没の悪影響を受けない設計とする。
- ix) 格納容器圧力逃がし装置について、フィルタ装置、よう素フィルタ及び使用時に高線量となる配管、機器等の周囲には遮蔽体を設置し、作業員の放射線防護を考慮した設計とする（詳細は 3.7.2.1.3.1(6) 参照）。
代替格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置及びよう素フィルタは地下ピット内に格納し、十分な厚さのコンクリート蓋により地上面の放射線量は十分に低減されている。また、フィルタ装置に接続する配管等については原子炉建屋の二次格納施設内に設置されるが、重大事故等時のアクセスルートや作業エリアの放射線量率に影響する箇所については、遮蔽体を設置することにより、原子炉建屋内での作業における被ばく低減を行うこととしている。

(2) 代替循環冷却系の設置（設置許可基準規則第1項）

炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるために代替循環冷却系を設ける。

代替循環冷却系は、サプレッション・チェンバを水源とし、代替原子炉補機冷却系による除熱と復水移送ポンプによる原子炉注水及び格納容器スプレイ又は、格納容器下部注水及び格納容器スプレイが可能な設計とする。

なお、格納容器圧力逃がし装置の排気中に含まれる放射性物質を低減するための自主対策設備として、以下を整備する。

(3) 格納容器 pH 制御設備

設置許可基準規則解釈第1項 b) i) に関連する自主対策設備として、格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置を使用する際、原子炉格納容器内が酸性化することを防止し、サプレッションプール水中にイオン素を捕捉することでイオン素の放出量を低減するために、格納容器 pH 制御設備を設ける。

本システムは、復水移送ポンプの吸込配管に水酸化ナトリウムを混入させ、上部ドライウエルスプレイ配管、サプレッション・チェンバスプレイ配管、下部ドライウエル注水配管から原子炉格納容器内に薬液を注入する構成とする。

また、原子炉格納容器の負圧破損を防止するための自主対策設備として、以下を整備する。

(4) 可搬型格納容器窒素供給設備

設置許可基準規則解釈第1項 b) iv) に関連する自主対策設備として、中長期的に原子炉格納容器内の水蒸気凝縮による負圧破損を防止するとともに、原子炉格納容器内の可燃性ガス濃度を低減するために可搬型格納容器窒素供給設備を設ける。本システムは、可燃性ガス濃度制御系配管に接続治具を用いてホースを接続し、可搬型窒素ガス発生装置にて発生した窒素ガスをドライウエル及びサプレッション・チェンバに供給可能な設計とする。

3.7.2 重大事故等対処設備

3.7.2.1 格納容器圧力逃がし装置

3.7.2.1.1 設備概要

格納容器圧力逃がし装置は、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるとともに、原子炉格納容器内に滞留する水素ガスを環境へ放出するために重大事故緩和設備として設けるものである。

本システムの主要設備は、フィルタ装置、よう素フィルタ及びラプチャーディスクで構成し、排気圧力によりラプチャーディスクが破裂することから、原子炉格納容器内雰囲気ガスを不活性ガス系及び耐圧強化ベント系を經由しフィルタ装置、よう素フィルタへ導き、放射性物質を低減させた後に原子炉建屋屋上に設ける排気口を通して放出する。

本システムを使用する際には、サプレッション・チェンバ内でのスクラビング効果が期待できるウェットウェルベントを優先とするが、サプレッション・チェンバ側のベントラインが水没した場合、若しくは何らかの原因によりサプレッション・チェンバ側からのベントが実施できない場合は、ドライウェル側からベント（ドライウェルベント）を行う。ドライウェルベントを行った際には、サプレッション・チェンバ内のガスは真空破壊弁を經由してドライウェルへ排出する。

本システムを使用した際に原子炉格納容器からのガスが流れる配管には、系統構成上必要な隔離弁、ラプチャーディスクが設置される。操作を行う必要がある隔離弁については、遠隔手動弁操作設備を用いて全ての電源喪失時においても原子炉建屋の二次格納施設外から人力にて操作を行うことが可能な設計としている。また、大気放出する配管内で発生する蒸気凝縮ドレンを貯留するドレンタンクが設置され、フィルタ装置、及びドレンタンクに貯留した蒸気凝縮ドレンをサプレッション・チェンバに排出するドレン移送ポンプが設置される。蒸気凝縮ドレンを排出した際には、フィルタ装置内のスクラバ水に添加されている薬液が薄まることにより、除去効率に影響を及ぼすため、可搬型のスクラバ水 pH 制御設備を用いて薬液濃度を調整する。一方で、本システムを使用した際には、原子炉格納容器内に含まれる非凝縮性ガスが本システムを經由して大気へ放出されるため、系統内での水素爆発を防ぐために、可搬型窒素供給装置を用いて本系統内を不活性化しておく。本システムを使用した際には、フィルタ装置及び入口側の配管の放射線量が高くなることから、遮蔽壁を設置し、周辺での作業における被ばくを低減することとする。

本システムに関する系統概要図を図 3.7-1 に、本システムに関する重大事故等対処設備一覧を表 3.7-1 に示す。

本システムは、中央制御室での弁操作によって原子炉格納容器からの排気ラインの流路構成を行うことにより、ベントを実施可能である。また、全電源喪失により中央制御室からの弁操作が不可能となった場合においても、現場での弁操作によりベントを実施することが可能である。

- 水源については「3.13 重大事故等の取束に必要な水の供給設備（設置許可基準規則第56条に対する設計方針を示す章）」で示す。
- 電源設備については「3.14 電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」で示す。
- 計装設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

— 重大事故等対処設備（主要設備）
— 重大事故等対処設備（附属設備等）

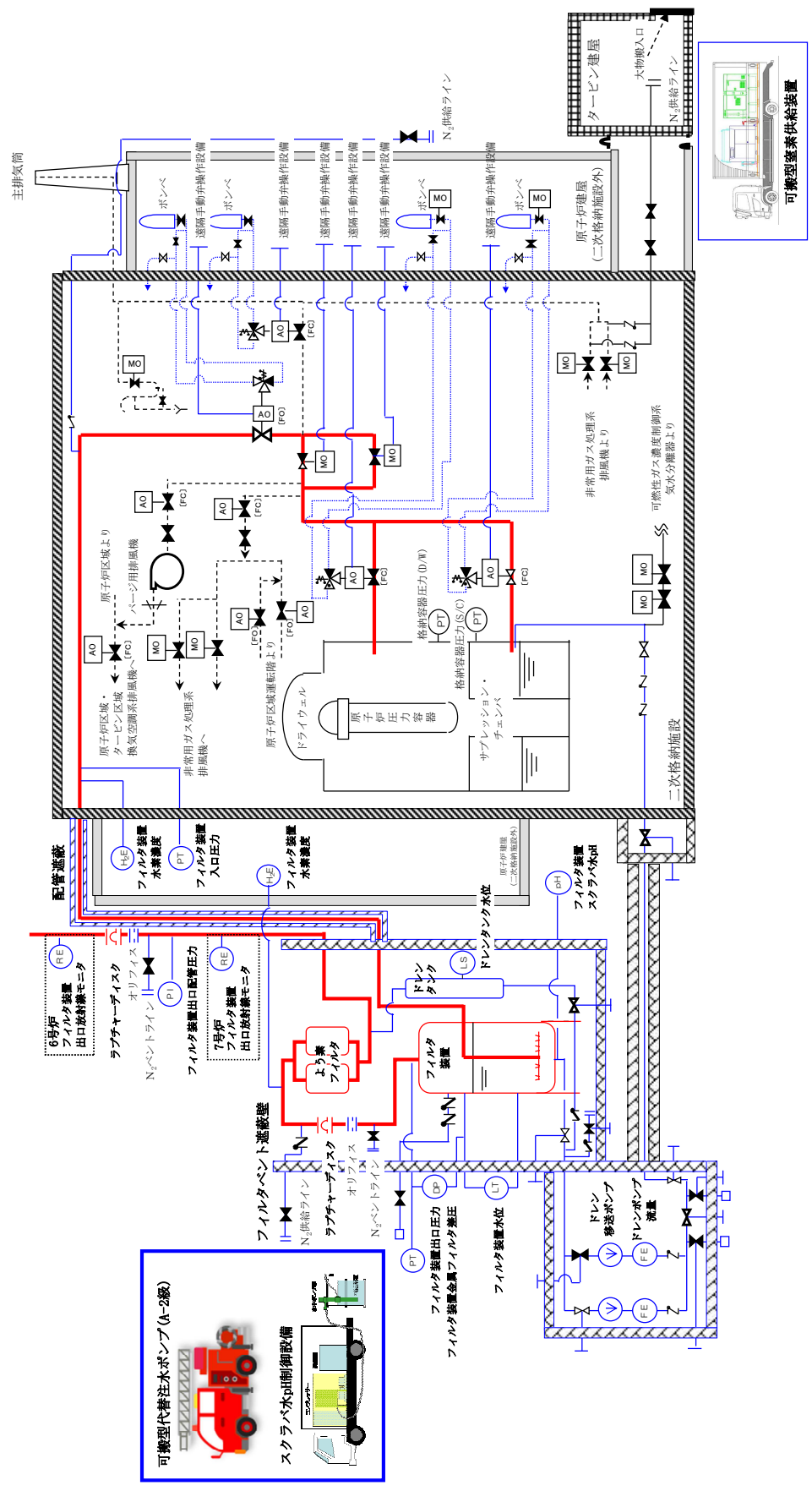


図 3.7-1 格納容器圧力逃がし装置 系統概要図

表 3.7-1 格納容器圧力逃がし装置に関する重大事故等対処設備一覧

設備区分	設備名
主要設備	フィルタ装置【常設】 よう素フィルタ【常設】 ラプチャーディスク【常設】
附属設備	ドレン移送ポンプ【常設】 ドレンタンク【常設】 遠隔手動弁操作設備【常設】 遠隔空気駆動弁操作ポンベ【可搬】 可搬型窒素供給装置【可搬】 スクラバ水 pH 制御設備【可搬】 フィルタベント遮蔽壁【常設】 配管遮蔽【常設】 可搬型代替注水ポンプ (A-2 級)【可搬】
水源 ^{※1}	防火水槽【常設】 淡水貯水池【常設】
流路	不活性ガス系 配管・弁【常設】 耐圧強化ベント系 配管・弁【常設】 格納容器圧力逃がし装置 配管・弁【常設】 遠隔空気駆動弁操作設備 配管・弁【常設】 原子炉格納容器【常設】 真空破壊弁 (S/C→D/W)【常設】 ホース・接続口【可搬】
注水先	—
電源設備 ^{※2}	常設代替交流電源設備 第一ガスタービン発電機【常設】及び第二ガスタービン発電機【常設】 軽油タンク【常設】 タンクローリ (16kL)【可搬】 第一ガスタービン発電機用燃料タンク【常設】及び第二ガスタービン発電機用燃料タンク【常設】 第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ【常設】及び第二ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ【常設】 可搬型代替交流電源設備 電源車【可搬】 軽油タンク【常設】 タンクローリ (4kL)【可搬】

(次頁へ続く)

設備区分	設備名
	代替所内電気設備 緊急用高圧母線【常設】 緊急用断路器【常設】 緊急用電源切替箱断路器【常設】 緊急用電源切替箱接続装置【常設】 AM用動力変圧器【常設】 AM用MCC【常設】 AM用切替盤【常設】 AM用操作盤【常設】 非常用高圧母線C系【常設】 非常用高圧母線D系【常設】 常設代替直流電源設備 AM用直流125V蓄電池【常設】 AM用直流125V充電器【常設】 可搬型直流電源設備 電源車【可搬】 AM用直流125V充電器【常設】 軽油タンク【常設】 タンクローリ(4kL)【可搬】 上記常設代替直流電源設備への給電のための設備として以下の設備を使用する。 常設代替交流電源設備 可搬型代替交流電源設備
計装設備 ^{※3}	フィルタ装置水位【常設】 フィルタ装置入口圧力【常設】 フィルタ装置出口放射線モニタ【常設】 フィルタ装置水素濃度【常設】 フィルタ装置金属フィルタ差圧【常設】 フィルタ装置スクラバ水pH【常設】 ドライウエル雰囲気温度【常設】 サプレッション・チェンバ気体温度【常設】 格納容器内圧力(D/W)【常設】 格納容器内圧力(S/C)【常設】

※1：水源については「3.13 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備」で示す。

※2：単線結線図を補足説明資料 50-2 に示す。

電源設備については「3.14 電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」で示す。

※3：主要設備を用いた炉心損傷防止及び原子炉格納容器破損防止対策を成功させるために把握することが必要な原子炉施設の状態

計装設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

3.7.2.1.2 主要設備の仕様

主要機器の仕様を以下に示す。

(1) フィルタ装置

材料	: スクラバ水 : 水酸化ナトリウム水溶液 (<input type="text"/> 以上)
	: 金属フィルタ : SUS316L
放射性物質除去効率	: 99.9%以上 (粒子状放射性物質並びに無機よう素に対して)
最高使用圧力	: 620kPa[gage]
最高使用温度	: 200℃
系統設計流量	: 約 31.6kg/s
個数	: 1
取付箇所	: フィルタベント遮蔽壁内

(2) よう素フィルタ

材料	: 銀ゼオライト
放射性物質除去効率	: 98%以上 (有機よう素に対して)
最高使用圧力	: 250kPa[gage]
最高使用温度	: 200℃
系統設計流量	: 約 15.8kg/s/基
個数	: 2
取付箇所	: フィルタベント遮蔽壁内

(3) ラプチャーディスク

設定破裂圧力	: 約 100kPa[gage]
個数	: 2
取付箇所	: フィルタベント遮蔽壁内及び原子炉建屋屋上

なお、水源については「3.13 重大事故等の収束に必要な水の供給設備 (設置許可基準規則第 56 条に対する設計方針を示す章)」、電源設備については「3.14 電源設備 (設置許可基準規則第 57 条に対する設計方針を示す章)」、計装設備については「3.15 計装設備 (設置許可基準規則第 58 条に対する設計方針を示す章)」で示す。

3.7.2.1.3 設置許可基準規則第43条への適合方針

3.7.2.1.3.1 設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1) 環境条件及び荷重条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合における温度，放射線，荷重その他の使用条件において，重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること。

(ii) 適合性

基本方針については，「2.3.3 環境条件等」に示す。

格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置，よう素フィルタ及びラプチャーディスク（よう素フィルタ上流側）は，屋外（フィルタベント遮蔽壁内）に設置されている設備であることから，想定される重大事故等時における屋外（フィルタベント遮蔽壁内）の環境条件及び荷重条件を考慮し，その機能を有効に発揮することができるよう，以下の表3.7-2に示す設計とする。

格納容器圧力逃がし装置のラプチャーディスク（よう素フィルタ下流側）は，原子炉建屋屋上に設置される設備であることから，想定される重大事故等時における原子炉建屋屋上の環境条件及び荷重条件を考慮し，その機能を有効に発揮することができるよう，以下の表3.7-3に示す設計とする。

また，降水及び凍結により機能を損なわないよう，放出口が屋外に開放される配管については雨水が蓄積しない構造とするとともに，フィルタ装置外面にはヒーター及び保温材を設置することによる凍結防止対策を行う。なお，ヒーターが使用できない場合においても24時間以上はスクラバ水が凍結しないことを確認している。

(50-4-2～50-4-15)

表 3.7-2 想定する環境条件及び荷重条件（屋外（フィルタベント遮蔽壁内））

環境条件等	対応
温度・圧力・湿度・放射線	屋外（フィルタベント遮蔽壁内）で想定される温度，圧力，湿度及び放射線条件下に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	降水及び凍結により機能を損なうことのないよう防水対策及び凍結対策を行える設計とする。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを考慮した上で機器が損傷しないことを確認する（詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す）。
風（台風）・積雪	屋外（フィルタベント遮蔽壁内）で風荷重，積雪荷重を考慮しても機器が損傷しないことを評価により確認する。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても，電磁波によりその機能が損なわれない設計とする。

表 3.7-3 想定する環境条件及び荷重条件（原子炉建屋屋上）

環境条件等	対応
温度・圧力・湿度・放射線	原子炉建屋屋上で想定される温度，圧力，湿度及び放射線条件下に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	降水及び凍結により機能を損なうことのないよう防水対策及び凍結対策を行える設計とする。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを考慮した上で機器が損傷しないことを確認する（詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す）。
風（台風）・積雪	原子炉建屋屋上で風荷重，積雪荷重を考慮しても機器が損傷しないことを評価により確認する。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても，電磁波によりその機能が損なわれない設計とする。

格納容器圧力逃がし装置の操作は，重大事故等が発生した場合の二次格納施設内の環境を考慮し，また，電源喪失時においても操作可能なように，原子炉建屋の二次格納施設外より遠隔手動弁操作設備を介しての人力操作が可能な設計とする。

(2) 操作性（設置許可基準規則第 43 条第 1 項二）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において確実に操作できるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

格納容器圧力逃がし装置の流路に接続される弁（一次隔離弁（サブプレッション・チェンバ側又はドライウェル側）並びに二次隔離弁）を遠隔手動弁操作設備により原子炉建屋の二次格納施設外より人力にて操作することにより、原子炉格納容器内のガスをフィルタ装置及びよう素フィルタに導き、排気口より環境へ放出することで、格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器減圧が可能である。また、二次隔離弁については電源が復旧することにより、中央制御室でも遠隔操作可能である。二次隔離弁が使用できない場合には二次隔離弁バイパス弁を原子炉建屋の二次格納施設外より人力にて操作することも可能である。また、流路に設けるラプチャーディスクは、格納容器圧力逃がし装置の使用の妨げにならないよう、原子炉格納容器からの排気圧力と比較して十分に低い圧力で破裂する設計とする。そのため、想定される重大事故等時の環境下においても、確実に操作をすることが可能である。

格納容器圧力逃がし装置使用時に、格納容器圧力逃がし装置に接続される系統との隔離のための弁（換気空調系一次隔離弁、非常用ガス処理系一次隔離弁、非常用ガス処理系フィルタ装置出口隔離弁 A 及び B、非常用ガス処理系 U シール隔離弁）については、中央制御室により閉操作、若しくは閉確認をすることができる。なお、換気空調系、非常用ガス処理系には、格納容器圧力逃がし装置との隔離を確実にするため、手動駆動の二次隔離弁をそれぞれ設置しているが、これらの弁については通常時閉とし、さらに運転操作上、弁を開とする必要が生じた場合には運転員を近傍に配置し、緊急時には即座に弁の閉操作を可能とすることで、格納容器圧力逃がし装置使用時には、これらの弁が確実に閉となるような運用とする。

これら操作機器については、運転員のアクセス性、操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また、それぞれの操作対象については銘板をつけることで識別可能とし、運転員の操作及び監視性を考慮して確実に操作できる設計とする。

(50-4-8～50-4-15)

表 3.7-4 操作対象機器

機器名称	状態の変化	操作場所	操作方法
フィルタ装置	—	—	—
よう素フィルタ	—	—	—
ラブチャーディスク	閉止→破裂	—	—
一次隔離弁 (サプレッション・チェンバ側)	弁閉→弁開	原子炉建屋地下1階 (二次格納施設外)	手動操作 (遠隔手動弁操作設備)
一次隔離弁 (ドライウエル側)	弁閉→弁開	原子炉建屋地上2階 (二次格納施設外)	手動操作 (遠隔手動弁操作設備)
二次隔離弁	弁閉→弁開	中央制御室	スイッチ操作
	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	手動操作 (遠隔手動弁操作設備)
二次隔離弁バイパス弁	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	手動操作 (遠隔手動弁操作設備)
フィルタ装置入口弁	弁開確認	中央制御室	手動操作※ ¹ (遠隔手動弁操作設備)
耐圧強化ベント弁	弁閉確認	中央制御室	手動操作※ ¹ (遠隔手動弁操作設備)
換気空調系 一次隔離弁	弁閉確認	中央制御室	スイッチ操作※ ²
換気空調系 二次隔離弁	弁閉確認	中央制御室	手動操作※ ³
非常用ガス処理系 一次隔離弁	弁閉確認	中央制御室	スイッチ操作※ ²
非常用ガス処理系 二次隔離弁	弁閉確認	中央制御室	手動操作※ ³
非常用ガス処理系 フィルタ装置出口隔離弁 A	弁閉確認	中央制御室	スイッチ操作※ ²
非常用ガス処理系 フィルタ装置出口隔離弁 B	弁閉確認	中央制御室	スイッチ操作※ ²
非常用ガス処理系 U シール隔 離弁	弁開→弁閉	中央制御室	スイッチ操作※ ²

※¹ 中央制御室にてランプ確認を行う。

全閉もしくは全開でないことが確認された場合は、二次格納施設外より遠隔手動弁操作設備を用いて操作を行う。

※² 中央制御室にてランプ確認を行う。

全開でないことが確認された場合はスイッチ操作にて閉操作を行う。

※³ 中央制御室にてランプ確認を行う。

これらの弁は、運転操作上、弁を開とする必要が生じた場合には運転員を近傍に配置し、緊急時には即座に弁の閉操作を可能とすることで、格納容器圧力逃がし装置使用時には、これらの弁が確実に閉となるような運用とする。

(3) 試験及び検査（設置許可基準規則第 43 条第 1 項三）

(i) 要求事項

健全性及び能力を確認するため、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置は、表 3.7-5 に示すように発電用原子炉の停止中にマンホールを開放して内部構造物の外観検査が可能な設計とする。

よう素フィルタについては、マンホールを開放して内部構造物の外観検査が可能であることに加え、内部に設置されている吸着材試験片（銀ゼオライト）を用いてよう素除去性能試験を実施可能な設計とする。

ラプチャーディスクについては、ホルダーから取外して定期的に取り替可能な設計とする。

また、発電用原子炉の停止中に、一次隔離弁（サプレッション・チェンバ側並びにドライウェル側）、二次隔離弁、二次隔離弁バイパス弁並びにフィルタ装置入口弁については弁開閉試験を実施し、さらに格納容器圧力逃がし装置の主配管は漏えいの有無の確認を実施することで、機能・性能試験が可能な設計とする。

(50-6-2～50-6-8)

表 3.7-5 格納容器圧力逃がし装置の試験及び検査

発電用原子炉の状態	項目	内容
停止中	機能・性能試験	漏えいの確認 銀ゼオライトよう素除去性能確認
	弁動作試験	弁開閉動作の確認
	外観検査	フィルタ装置，よう素フィルタの容器 外面並びに内部構造物の外観の確認
	分解検査	ラプチャーディスクの取替

(4) 切り替えの容易性（設置許可基準規則第 43 条第 1 項四）

(i) 要求事項

本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備にあっては、通常時に使用する系統から速やかに切り替えられる機能を備えるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置、よう素フィルタ及びラプチャーディスクについては本来の用途以外の用途には使用しない。

本システムを使用する際には、流路に接続される弁（一次隔離弁（サプレッション・チェンバ側又はドライウェル側）並びに二次隔離弁）を電源喪失時においても遠隔手動弁操作設備にて原子炉建屋の二次格納施設外より人力にて開操作することにより、排気ガスをフィルタ装置及びよう素フィルタに導くことが可能である。また、二次隔離弁については電源が復旧することにより、中央制御室でも遠隔操作可能である。二次隔離弁が使用できない場合には二次隔離弁バイパス弁を原子炉建屋の二次格納施設外より人力にて操作することも可能である。

これにより、図 3.7-2 及び図 3.7-3 で示すタイムチャートの通り速やかに切り替え操作が可能である。

(50-4-8～50-4-13)

手順の項目		要員(数)		経過時間(分)																備考
				10	20	30	40	50	60	70	80									
				減圧及び除熱開始 70分																
格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱(W/Wベント)	中央制御室運転員A, B	2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 遠隔手段確保、電源確認 系統構成 </div>																電源を復旧しながら系統構成を行う。	
	現場運転員C, D	2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 移動、電源確保 W/Wベント弁 遠隔手動弁操作設備による開操作 </div>																	

手順の項目		要員(数)		経過時間(分)																備考
				10	20	30	40	50	60	70	80									
				35分系統構成完了																
				減圧及び除熱開始 55分																
格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱(現場操作)(W/Wベント)	中央制御室運転員A, B	2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 遠隔手段確保、弁状態及び監視計器指示の確認 </div>																	
	現場運転員C, D	2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 移動・系統構成 W/Wベント弁 遠隔手動弁操作設備による開操作 </div>																	
	現場運転員E, F	2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 移動・系統構成 </div>																	

図 3.7-2 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱(W/W ベント) タイムチャート*

		経過時間(分)																備考	
		10	20	30	40	50	60	70	80										
手順の項目	要員(数)	減圧及び除熱開始 70分																	
格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱(D/Wベント)	中央制御室運転員A, B	2	通信手段確保、電源確認																電源を復旧しながら系統構成を行う。
			系統構成																
	現場運転員C, D	2	移動、電源確保																
			D/Wベント弁 遠隔手動弁操作設備による開操作																

		経過時間(分)																備考					
		10	20	30	40	0	10	20	30	40	50	60											
手順の項目	要員(数)	35分 系統構成完了																減圧及び除熱開始 55分					
格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱(現場操作)(D/Wベント)	中央制御室運転員A, B	2	通信手段確保、弁状態及び監視計器指示の確認																				
			移動・系統構成																				
	現場運転員C, D	2	D/Wベント弁 遠隔手動弁操作設備による開操作																				
			移動・系統構成																				

図 3.7-3 格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器内の減圧及び除熱(D/Wベント) タイムチャート*

* : 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況についての 1. 7 示すタイムチャート

(5) 悪影響の防止（設置許可基準規則第 43 条第 1 項五）

(i) 要求事項

工場等内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

格納容器圧力逃がし装置には，排気経路に非常用ガス処理系，換気空調系並びに耐圧強化ベント系が接続されている。

非常用ガス処理系と換気空調系との接続箇所は，一次隔離弁と二次隔離弁の間となっている。それぞれの系統を隔離する弁は各 2 弁ずつ設置する。これらのうち格納容器圧力逃がし装置から 1 つ目の弁（一次隔離弁）は通常時閉，電源喪失時にはフェイルクローズにより閉となる空気駆動弁である。また，2 つ目の弁（二次隔離弁）は通常時閉の手動弁である。これら手動弁については運転操作上，弁を開とする必要が生じた場合には，速やかに弁の操作を実施できるように運転員を近傍に配置し，緊急時には即座に弁の閉操作を可能とすることで，格納容器圧力逃がし装置使用時には，これらの弁が確実に閉となるような運用とする。

また，耐圧強化ベント系は二次隔離弁とフィルタ装置入口弁との間に接続され，系統を隔離する弁は各 2 弁ずつ設置してある。格納容器圧力逃がし装置から 1 つ目の弁は通常時閉，電源喪失時にはフェイルクローズにより閉となる空気駆動弁である。2 つ目の弁について，非常用ガス処理系フィルタ装置に接続する弁は通常時閉の電動駆動弁であり，電源喪失時にはアズイズとなるため，中央制御室での閉確認が必要である。また，排気筒で発生するドレンをサンプへ導くラインに接続する弁については通常時開の弁であり，U シールドレンを介して原子炉建屋内に接続されている。通常時は U シール部は水シールされており，原子炉建屋内に開放されていないが，念のためにベント実施前に中央制御室で当該弁の閉操作を行う運用とする。

以上のことから，格納容器圧力逃がし装置と他の系統及び機器を隔離する弁は表 3.7-6 に示すように直列で二重に設置し，格納容器圧力逃がし装置と他の系統・機器を確実に隔離することで，悪影響を及ぼさない。

(50-5-2～50-5-3)

表 3.7-6 他系統との隔離弁

取合系統	系統隔離弁	駆動方式	動作
非常用ガス処理系	非常用ガス処理系 一次隔離弁	空気駆動	通常時閉 電源喪失時閉
	非常用ガス処理系 二次隔離弁	手動	通常時閉
換気空調系	換気空調系一次隔離弁	空気駆動	通常時閉 電源喪失時閉
	換気空調系二次隔離弁	手動	通常時閉
耐圧強化ベント系	一次隔離弁 (耐圧強化ベント弁※)	空気駆動	通常時閉 電源喪失時閉
	二次隔離弁 (フィルタ装置 出口隔離弁 A/B)	電動駆動	通常時閉 (自動起動 インターロック有)
	二次隔離弁 (非常用ガス処理系 U シール隔離弁)	電動駆動	通常時開

※ 耐圧強化ベント使用時に切り替え操作が必要(中央制御室若しくは現場にて容易に切り替え可能)

(6) 設置場所 (設置許可基準規則第 43 条第 1 項六)

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において重大事故等対処設備の操作及び復旧作業を行うことができるよう、放射線量が高くなるおそれが少ない設置場所の選定、設置場所への遮蔽物の設置その他の適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.3 環境条件等」に示す。

格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置及びよう素フィルタについては、当該系統を使用した際に放射線量が高くなることから、約 1.3m 厚さのコンクリート製のフィルタベント遮蔽壁の中に設置することにより、重大事故等対処設備の操作及び復旧作業に影響を及ぼさないものとする。また、フィルタ装置へ接続する屋外配管についても、同様に高放射線量となることから、機器の周囲に鉄板遮蔽を設置している。

また、当該系統を使用する際に操作が必要な機器の設置場所、操作場所を表 3.7-7 に示す。このうち、中央制御室で操作をする機器は、操作位置の放射線量が高くなる恐れが少ないため、操作可能である。一方、現場にて操作を実施する機器のうち、原子炉建屋内に設置の機器については、操作場所を放射線量が高くなる恐れが少ない二次格納施設外としているため、操作可能である(二次格納施設外であっても、二次格納施設内の高線量配管の影響により放射線量が高くなる恐れのある場所においては、現場での被ばく線量率を評価した上で、追加で遮蔽体を設置する等の対策を行う)。また、現場にて操作を実施する機器のうち、屋外に設置の機器については、格納容器圧力

逃がし装置使用時に高線量となるフィルタ装置，よう素フィルタ，配管，機器の周囲には遮蔽体を設置し，現場の放射線量を低減させるため，操作可能である。

(50-4-8～50-4-13)

表 3.7-7 操作対象機器設置場所

機器名称	設置場所	操作場所
フィルタ装置	フィルタベント遮蔽壁内	—
よう素フィルタ	フィルタベント遮蔽壁内	—
ラブチャーディスク	フィルタベント遮蔽壁内 原子炉建屋屋上	—
一次隔離弁 (サプレッション・チェンバ側)	原子炉建屋地下 1 階 (二次格納施設内)	原子炉建屋地下 1 階 (二次格納施設外)
一次隔離弁 (ドライウエル側)	原子炉建屋地上 2 階 (二次格納施設内)	原子炉建屋地上 2 階 (二次格納施設外)
二次隔離弁	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	中央制御室 原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設外)
二次隔離弁バイパス弁	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設外)
フィルタ装置入口弁	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設外)
耐圧強化ベント弁	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設外)
換気空調系 一次隔離弁	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	中央制御室
換気空調系 二次隔離弁	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	原子炉建屋地上 3 階 ^{※1} (二次格納施設内)
非常用ガス処理系 一次隔離弁	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	中央制御室
非常用ガス処理系 二次隔離弁	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	原子炉建屋地上 3 階 ^{※1} (二次格納施設内)
真空破壊弁	原子炉格納容器内	—
非常用ガス処理系 フィルタ装置出口隔離弁 A	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	中央制御室
非常用ガス処理系 フィルタ装置出口隔離弁 B	原子炉建屋地上 3 階 (二次格納施設内)	中央制御室
非常用ガス処理系 U シール隔離弁	原子炉建屋地上 4 階 (二次格納施設内)	中央制御室

※1 これらの弁は，運転操作上，弁を開とする必要が生じた場合には運転員を近傍に配置し，緊急時には即座に弁の閉操作を可能とすることで，格納容器圧力逃がし装置使用時には，これらの弁が確実に閉となるような運用とする。

3.7.2.1.3.2 設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

(1) 容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

(i) 要求事項

想定される重大事故等の収束に必要な容量を有するものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.2 容量等」に示す。

格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置及びよう素フィルタの設計流量については、重大事故等時に原子炉格納容器内で発生する蒸気量よりも、排出可能な蒸気量を大きくすることで、原子炉格納容器を減圧するために十分な容量を有する設計とする。

スクラバ水位については、想定される重大事故シナリオにおいて、フィルタ装置のエアロゾルに対する除去効率が金属フィルタと組み合わせて99.9%以上確保可能な水位とする。また、当該システムを使用した際に、システム内で蒸気凝縮によってスクラバ水位が機能喪失となるまで上昇しないよう、ドレン移送ポンプを用いて間欠的にスクラバ水をサプレッション・チェンバへ移送することで、フィルタ装置を長期間使用可能な設計とする。

スクラバ水待機時薬液添加濃度については、想定されるスクラバ水pH低下要因に対しても、無機よう素に対する除去効率が99.9%以上確保可能な□□以上を保持可能な添加濃度とする。

金属フィルタ許容エアロゾル量については、想定される重大事故シナリオにおいて当該システムを使用した際に、金属フィルタへ流入するエアロゾル量を算定し、金属フィルタの閉塞が生じないだけの十分な容量を有する設計とする。

よう素フィルタの銀ゼオライト吸着層は十分は有効面積と層厚さを有し、吸着層と排気ガスとの接触時間を十分に確保することにより、有機よう素に対する除去効率が98%以上となる設計とする。

ラプチャーディスクの破裂圧力は、格納容器圧力逃がし装置の使用の妨げにならないよう、原子炉格納容器からの排気圧力と比較して十分に低い圧力として約100kPa[gage]で破裂する設計とする。

(50-7-2～50-7-14)

(2) 共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

(i) 要求事項

二以上の発電用原子炉施設において共用するものでないこと。ただし、二以上の発電用原子炉施設と共用することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合であって、同一の工場等内の他の発電用原子炉施設に対して悪影響を及ぼさない場合は、この限りでない。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

格納容器圧力逃がし装置は、二以上の発電用原子炉施設において共用しない設計とする。

(50-5-2～50-5-3)

(3) 設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第 43 条第 2 項三）

(i) 要求事項

常設重大事故防止設備は、共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

格納容器圧力逃がし装置は、設置許可基準規則第 50 条においては重大事故緩和設備であり、代替する設計基準事故対処設備はないものと整理するが、代替機能を持つ重大事故等対処設備である代替格納容器圧力逃がし装置に対して多重性、独立性及び位置的分散を図ったものとする。また、代替循環冷却系に対しても多重性、独立性及び位置的分散を図るとともに、駆動方式、ヒートシンクについて多様性を有した設計とする。

一方で、格納容器圧力逃がし装置は、設置許可基準規則第 48 条においては、常設耐震重要重大事故防止設備兼常設重大事故緩和設備と整理し、残留熱除去系（格納容器スプレー冷却モード）の安全機能を代替する。残留熱除去系（格納容器スプレー冷却モード）については、サブプレッション・チェンバ内のプール水をドライウエル及びサブプレッション・チェンバの気層部にスプレーし、崩壊熱及び燃料の過熱に伴う燃料被覆管（ジルカロイ）と水の反応による発生熱を除去するものである。ドライウエルにスプレーされた水は、ベント管を通過してサブプレッション・チェンバ内に戻り、サブプレッション・チェンバ内にスプレーされた水とともに残留熱除去系ポンプにより、熱交換器によって冷却された後、再びスプレーされる。

したがって、当該系統については目的を果たすための原理及び構成機器を共有するものではなく、更には設置エリアは近接していないため、共通要因によって同時に機能喪失となることはない。

3.7.2.2 代替格納容器圧力逃がし装置

3.7.2.2.1 設備概要

代替格納容器圧力逃がし装置は、格納容器圧力逃がし装置が機能喪失した場合においても、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させるとともに、原子炉格納容器内に滞留する水素ガスを環境へ放出するために重大事故緩和設備として設けるものである。

本システムの主要設備は、フィルタ装置、よう素フィルタ及びラプチャーディスクで構成し、排気圧力によりラプチャーディスクが破裂することにより、原子炉格納容器内雰囲気ガスをフィルタ装置、よう素フィルタへ導き、放射性物質を低減させた後に原子炉建屋屋上に設ける排気口を通して放出する。

本システムを使用する際には、サプレッション・チェンバ内でのスクラビング効果が期待できるウェットウェルベントを優先とするが、サプレッション・チェンバ側のベントラインが水没した場合、若しくは何らかの原因によりサプレッション・チェンバ側からのベントが実施できない場合は、ドライウェル側からベント（ドライウェルベント）を行う。ドライウェルベントを行った際には、サプレッション・チェンバ内のガスは真空破壊弁を経由してドライウェルへ排出する。

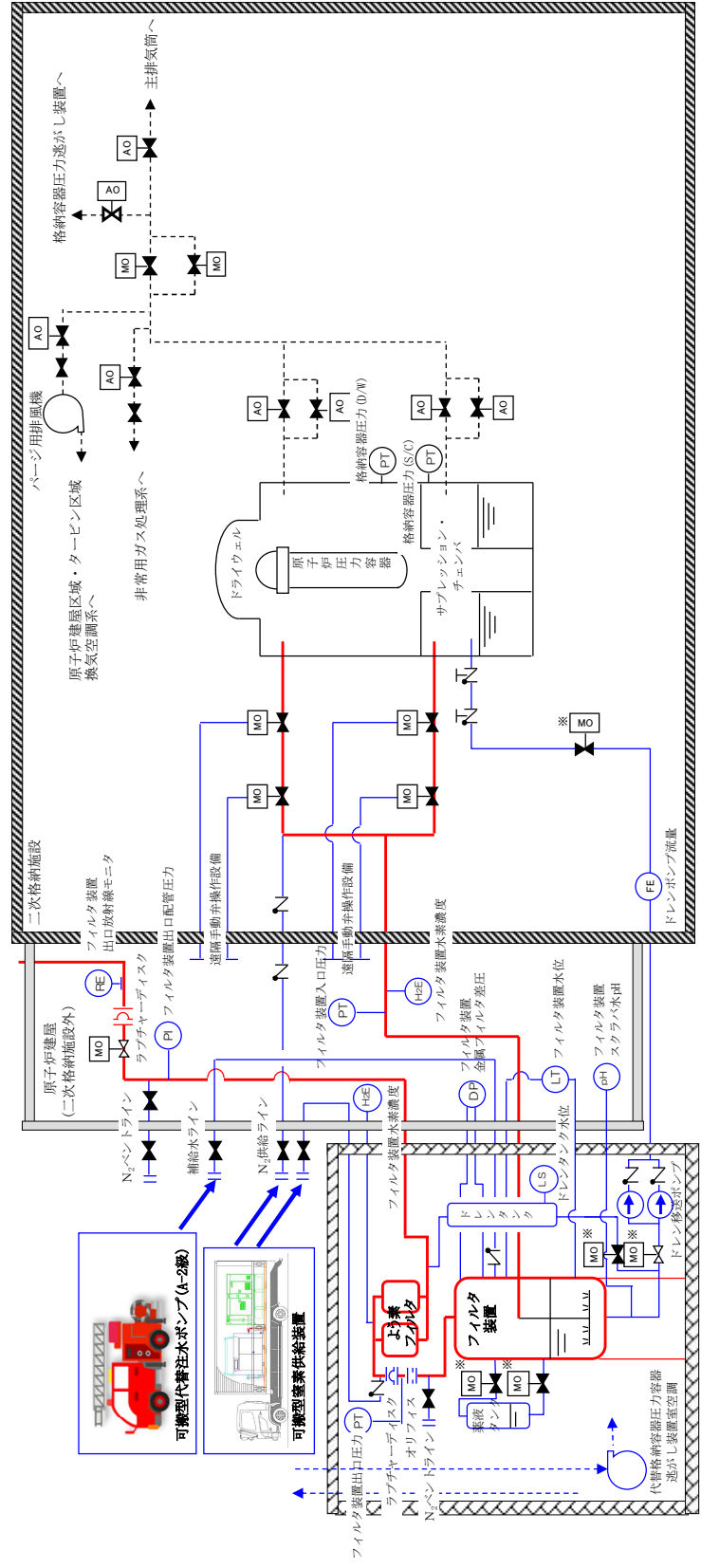
本システムを使用した際に原子炉格納容器からのガスが流れる配管には、系統構成上必要な隔離弁、ラプチャーディスクが設置される。操作を行う必要がある隔離弁については、遠隔手動弁操作設備を用いて全ての電源喪失時においても原子炉建屋の二次格納施設外から人力にて操作を行うことが可能としている。また、大気放出する配管内で発生する蒸気凝縮ドレンを貯留するドレンタンクが設置され、フィルタ装置、及びドレンタンクに貯留した蒸気凝縮ドレンをサプレッション・チェンバに排出するドレンポンプが設置される。蒸気凝縮ドレンを排出した際には、フィルタ装置内のスクラバ水に添加されている薬液が薄まることにより、除去効率に影響を及ぼすため、地下ピット内に常設している薬液タンクを用いて薬液濃度を調整する。一方で、本システムを使用した際には、原子炉格納容器内に含まれる非凝縮性ガスが本システムを経由して大気へ放出されるため、系統内での水素爆発を防ぐために、可搬型窒素供給装置を用いて本系統内を不活性化しておく。

本システムに関する系統概要図を図 3.7-4、本システムに関する重大事故対処設備一覧を表 3.7-8 に示す。

本システムは、中央制御室での弁操作によって原子炉格納容器からの排気ラインの流路構成を行うことにより、ベントを実施可能である。また、全電源喪失により中央制御室からの弁操作が不可能となった場合においても、現場での弁操作によりベントを実施することが可能である。

- 水源については「3.13 重大事故等の収束に必要な水の供給設備（設置許可基準規則第56条に対する設計方針を示す章）」で示す。
- 電源設備については「3.14 電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」で示す。
- 計装設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

— 重大事故等対処設備（主要設備）
— 重大事故等対処設備（附属設備等）



※ 電動弁を並列に二台設置することにより、信頼性の向上を図る

図 3.7-4 代替格納容器圧力逃がし装置 系統概要図

表 3.7-8 代替格納容器圧力逃がし装置に関する重大事故等設備一覧

設備区分	設備名
主要設備	フィルタ装置【常設】 よう素フィルタ【常設】 ラプチャーディスク【常設】
附属設備	代替格納容器圧力逃がし装置室空調【常設】 ドレン移送ポンプ【常設】 ドレンタンク【常設】 遠隔手動弁操作設備【常設】 薬液タンク【常設】 可搬型窒素供給装置【可搬】 可搬型代替注水ポンプ（A-2級）【可搬】
水源 ^{※1}	防火水槽【常設】 淡水貯水池【常設】
流路	代替格納容器圧力逃がし装置 配管・弁【常設】 原子炉格納容器【常設】 真空破壊弁(S/C→D/W)【常設】 ホース・接続口【可搬】
注水先	—
電源設備 ^{※2}	常設代替交流電源設備 第一ガスタービン発電機【常設】及び第二ガスタービン発電機【常設】 軽油タンク【常設】 タンクローリ（16kL）【可搬】 第一ガスタービン発電機用燃料タンク【常設】及び第二ガスタービン発電機用燃料タンク【常設】 第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ【常設】及び第二ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ【常設】 可搬型代替交流電源設備 電源車【可搬】 軽油タンク【常設】 タンクローリ（4kL）【可搬】

(次頁へ続く)

設備区分	設備名
	代替所内電気設備 緊急用高圧母線【常設】 緊急用断路器【常設】 緊急用電源切替箱断路器【常設】 緊急用電源切替箱接続装置【常設】 AM用動力変圧器【常設】 AM用MCC【常設】 AM用切替盤【常設】 AM用操作盤【常設】 非常用高圧母線C系【常設】 非常用高圧母線D系【常設】 常設代替直流電源設備 AM用直流125V蓄電池【常設】 AM用直流125V充電器【常設】 可搬型直流電源設備 電源車【可搬】 AM用直流125V充電器【常設】 軽油タンク【常設】 タンクローリ(4kL)【可搬】 上記常設代替直流電源設備への給電のための設備として以下の設備を使用する。 常設代替交流電源設備 可搬型代替交流電源設備
計装設備 ^{※3}	フィルタ装置水位【常設】 フィルタ装置入口圧力【常設】 フィルタ装置出口放射線モニタ【常設】 フィルタ装置水素濃度【常設】 フィルタ装置金属フィルタ差圧【常設】 フィルタ装置スクラバ水pH【常設】 ドライウエル雰囲気温度【常設】 サプレッション・チェンバ氣體温度【常設】 格納容器内圧力(D/W)【常設】 格納容器内圧力(S/C)【常設】

※1: 水源については「3.13 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備」で示す。

※2: 単線結線図を補足説明資料 50-2 に示す。

電源設備については「3.14 電源設備(設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章)」で示す。

※3: 主要設備を用いた炉心損傷防止及び原子炉格納容器破損防止対策を成功させるために把握することが必要な原子炉施設の状態

計装設備については「3.15 計装設備(設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章)」で示す。

3.7.2.2.2 主要設備の仕様

主要機器の仕様を以下に示す。

(1) フィルタ装置

材料	: スクラバ水 : 水酸化ナトリウム水溶液 () 以上)
	: 金属フィルタ : SUS316L
放射性物質除去効率	: 99.9%以上 (粒子状放射性物質並びに無機よう素に対して)
最高使用圧力	: 620kPa [gage]
最高使用温度	: 200℃
系統設計流量	: 約 31.6kg/s
個数	: 1
取付箇所	: フィルタベント地下ピット

(2) よう素フィルタ

材料	: 銀ゼオライト
放射性物質除去効率	: 98%以上 (有機よう素に対して)
最高使用圧力	: 250kPa [gage]
最高使用温度	: 200℃
系統設計流量	: 約 15.8kg/s/基
個数	: 2
取付箇所	: フィルタベント地下ピット

(3) ラプチャーディスク

設定破裂圧力	: 約 100kPa [gage]
個数	: 2
取付箇所	: フィルタベント地下ピット及び 原子炉建屋の二次格納施設外

水源については「3.13 重大事故等の収束に必要な水の供給設備 (設置許可基準規則第 56 条に対する設計方針を示す章)」, 電源設備については「3.14 電源設備 (設置許可基準規則第 57 条に対する設計方針を示す章)」, 計装設備については「3.15 計装設備 (設置許可基準規則第 58 条に対する設計方針を示す章)」で示す。

3.7.2.2.3 設置許可基準規則第43条への適合方針

3.7.2.2.3.1 設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1) 環境条件及び荷重条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.3 環境条件等」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置、よう素フィルタ及びラプチャーディスク（よう素フィルタ上流側）は、常設で地下ピット内に設置する設備であることから、想定される重大事故等時における、地下ピット内の環境条件及び荷重条件を考慮し、その機能を有効に発揮することができるよう、以下の表3.7-9に示すような設計とする。

代替格納容器圧力逃がし装置のラプチャーディスク（よう素フィルタ下流側）は、原子炉建屋の二次格納施設外に設置される設備であることから、想定される重大事故等時における原子炉建屋の二次格納施設外の環境条件及び荷重条件を考慮し、その機能を有効に発揮することができるよう、以下の表3.7-10に示す設計とする。

表3.7-9 環境条件及び荷重条件（フィルタベント地下ピット内）

環境条件等	対応
温度・圧力・湿度・放射線	フィルタベント地下ピット内で想定される温度、圧力、湿度及び放射線条件下に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	屋外に設置するものではないため、天候による影響は受けない。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを考慮した上で機器が損傷しないことを確認する（詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す）。
風（台風）・積雪	フィルターベント地下ピット内に設置するため、風（台風）及び積雪の影響は受けない。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても、電磁波によりその機能が損なわれない設計とする。

表 3.7-10 想定する環境条件及び荷重条件（原子炉建屋の二次格納施設外）

環境条件等	対応
温度・圧力・湿度・放射線	原子炉建屋の二次格納施設外で想定される温度，圧力，湿度及び放射線条件下に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	屋外に設置するものではないため，天候による影響は受けない。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを考慮した上で機器が損傷しないことを確認する。（詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す）。
風（台風）・積雪	原子炉建屋の二次格納施設外に設置するため，風（台風）及び積雪の影響は受けない。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても，電磁波によりその機能が損なわれない設計とする。

代替格納容器圧力逃がし装置の操作は，重大事故等が発生した場合の二次格納施設内の環境を考慮し，また，電源喪失時においても操作可能なように，原子炉建屋の二次格納施設外より遠隔手動弁操作設備を介して人力操作が可能な設計とする。

(2) 操作性（設置許可基準規則第 43 条第 1 項二）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において確実に操作できるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については，「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置の流路に接続される弁（一次隔離弁並びに二次隔離弁（サプレッション・チェンバ側又はドライウエル側））を中央制御室より開操作することにより，原子炉格納容器内のガスをフィルタ装置及びよう素フィルタに導き，排気口より環境へ放出することで，代替格納容器圧力逃がし装置による原子炉格納容器減圧が可能である。これらの弁は，電源喪失時においては遠隔手動弁操作設備により原子炉建屋の二次格納施設外より人力にて操作することが可能である。また，流路に設けるラプチャーディスクは，代替格納容器圧力逃がし装置の使用の妨げにならないよう，原子炉格納容器からの排気圧力と比較して十分に低い圧力で破裂する設計とする。そのため，想定される重大事故等時の環境下においても，確実に操作することが可能である。操作対象機器を表 3.7-11 に示す。

これら操作機器については、運転員のアクセス性、操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また、それぞれの操作対象については銘板をつけることで識別可能とし、運転員の操作及び監視性を考慮して確実に操作できる設計とする。

表 3.7-11 操作対象機器

機器名称	状態の変化	操作場所	操作方法
フィルタ装置	—	—	—
よう素フィルタ	—	—	—
ラプチャーディスク	閉止→破裂	—	—
一次隔離弁 (サプレッション・ チェンバ側)	弁閉→弁開	中央制御室	スイッチ操作
	弁閉→弁開	原子炉建屋 (二次格納施設外)	手動操作 (遠隔手動弁操作設備)
一次隔離弁 (ドライウエル側)	弁閉→弁開	中央制御室	スイッチ操作
	弁閉→弁開	原子炉建屋 (二次格納施設外)	手動操作 (遠隔手動弁操作設備)
二次隔離弁 (サプレッション・ チェンバ側)	弁閉→弁開	中央制御室	スイッチ操作
	弁閉→弁開	原子炉建屋 (二次格納施設外)	手動操作 (遠隔手動弁操作設備)
二次隔離弁 (ドライウエル側)	弁閉→弁開	中央制御室	スイッチ操作
	弁閉→弁開	原子炉建屋 (二次格納施設外)	手動操作 (遠隔手動弁操作設備)

(3) 試験及び検査（設置許可基準規則第 43 条第 1 項三）

(i) 要求事項

健全性及び能力を確認するため、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置は、表 3.7-12 に示すように、発電用原子炉の停止中にマンホールを開放して内部構造物の外観検査が可能な設計とする。

よう素フィルタについては、マンホールを開放して内部構造物の外観検査が可能であることに加え、内部に設置されている吸着材試験片（銀ゼオライト）を用いてよう素除去性能試験を実施可能な設計とする。

ラプチャーディスクについては、ホルダーから取外して定期的に取り替可能な設計とする。

また、発電用原子炉の停止中に、一次隔離弁（サプレッション・チェンバ

側並びにドライウエル側), 二次隔離弁 (サプレッション・チェンバ側並びにドライウエル側) については弁開閉試験を実施し, さらに代替格納容器圧力逃がし装置の主配管は漏えいの有無の確認を実施することで, 機能・性能試験が可能な設計とする。

(50-6-2~50-6-8)

表 3.7-12 代替格納容器圧力逃がし装置の試験及び検査

発電用原子炉の状態	項目	内容
停止中	機能・性能試験	漏えいの確認 銀ゼオライトよう素除去性能確認
	弁動作試験	弁開閉動作の確認
	外観検査	フィルタ装置, よう素フィルタの容器 外面並びに内部構造物の外観の確認
	分解検査	ラプチャーディスクの取替

(4) 切り替えの容易性 (設置許可基準規則第 43 条第 1 項四)

(i) 要求事項

本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備にあつては, 通常時に使用する系統から速やかに切り替えられる機能を備えるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については, 「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置については他系統とは独立した系統構成であることから, 切り替え操作は不要である。

(50-5-4~50-5-5)

(5) 悪影響の防止 (設置許可基準規則第 43 条第 1 項五)

(i) 要求事項

工場等内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないものであること。

(ii) 適合性

基本方針については, 「2.3.1 多様性, 位置的分散, 悪影響防止等」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置は, 他の系統及び機器とは共用しない。

(50-5-4~50-5-5)

(6) 設置場所（設置許可基準規則第 43 条第 1 項六）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において重大事故等対処設備の操作及び復旧作業を行うことができるよう、放射線量が高くなるおそれが少ない設置場所の選定，設置場所への遮蔽物の設置その他の適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.3 環境条件等」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置を使用する際に操作が必要な隔離弁は表 3.7-13 に示す通りであるが、電源喪失時においてこれらの弁を操作する際の現場での操作位置は、重大事故等時に放射線量が高くなる恐れが少ない原子炉建屋の二次格納施設外に設置する。また、二次格納施設内の高線量配管に対して二次格納施設壁厚さが足りないため、遮蔽効果が不十分である場合は、現場での被ばく線量率を評価した上で、追加で遮蔽体を設置する等の対策を行う。

表 3.7-13 操作対象機器設置場所

機器名称	設置場所	操作場所
フィルタ装置	フィルタベント地下ピット	—
よう素フィルタ	フィルタベント地下ピット	—
ラプチャーディスク	フィルタベント地下ピット 原子炉建屋（二次格納施設外）	—
一次隔離弁 （サプレッション・ チェンバ側）	原子炉建屋 （二次格納施設内）	中央制御室
		原子炉建屋 （二次格納施設外）
一次隔離弁 （ドライウエル側）	原子炉建屋 （二次格納施設内）	中央制御室
		原子炉建屋 （二次格納施設外）
二次隔離弁 （サプレッション・ チェンバ側）	原子炉建屋 （二次格納施設内）	中央制御室
		原子炉建屋 （二次格納施設外）
二次隔離弁 （ドライウエル側）	原子炉建屋 （二次格納施設内）	中央制御室
		原子炉建屋 （二次格納施設外）
真空破壊弁	原子炉格納容器内	—

3.7.2.2.3.2 設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

(1) 容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

(i) 要求事項

想定される重大事故等の収束に必要な容量を有するものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.2 容量等」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置のフィルタ装置及びよう素フィルタの設計流量については、重大事故等時に原子炉格納容器内で発生する蒸気量よりも、排出可能な蒸気量を大きくすることで、原子炉格納容器を減圧するために十分な容量を有する設計とする。

スクラバ水位については、想定される重大事故シナリオにおいて、フィルタ装置のエアロゾルに対する除去効率が金属フィルタと組み合わせて99.9%以上確保可能な水位とする。また、当該システムを使用した際に、システム内で蒸気凝縮によってスクラバ水位が機能喪失となるまで上昇しないよう、ドレン移送ポンプを用いて間欠的にスクラバ水をサプレッション・チェンバへ移送することで、フィルタ装置を長期間使用可能な設計とする。

スクラバ水待機時薬液添加濃度については、想定されるスクラバ水pH低下要因に対しても、無機よう素に対する除去効率が99.9%以上確保可能な□□以上を保持可能な添加濃度とする。

金属フィルタ許容エアロゾル量については、想定される重大事故シナリオにおいて当該システムを使用した際に、金属フィルタへ流入するエアロゾル量を算定し、金属フィルタの閉塞が生じないだけの十分な容量を有する設計とする。

よう素フィルタの銀ゼオライト吸着層は十分は有効面積と層厚さを有し、吸着層と排気ガスとの接触時間を十分に確保することにより、有機よう素に対する除去効率が98%以上となる設計とする。

ラプチャーディスクの破裂圧力は、代替格納容器圧力逃がし装置の使用の妨げにならないよう、原子炉格納容器からの排気圧力と比較して十分に低い圧力として約100kPa[gage]で破裂する設計とする。

(50-7-2～50-7-14)

(2) 共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

(i) 要求事項

二以上の発電用原子炉施設において共用するものでないこと。ただし、二以上の発電用原子炉施設と共用することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合であって、同一の工場等内の他の発電用原子炉施設に対して悪影響を及ぼさない場合は、この限りでない。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置は、二以上の発電用原子炉施設において共用しない設計とする。

(50-5-4～50-5-5)

(3) 設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第 43 条第 2 項三）

(i) 要求事項

常設重大事故防止設備は、共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

代替格納容器圧力逃がし装置は、設置許可基準規則第 50 条においては重大事故緩和設備であり、代替する設計基準事故対処設備はないものと整理するが、代替機能を持つ重大事故等対処設備である格納容器圧力逃がし装置に対して多重性、独立性及び位置的分散を図ったものとする。また、代替循環冷却系に対しても多重性、独立性及び位置的分散を図るとともに、駆動方式、ヒートシンクについて多様性を有した設計とする。

一方で、代替格納容器圧力逃がし装置は、設置許可基準規則第 48 条においては、常設耐震重要重大事故防止設備兼常設重大事故緩和設備と整理し、残留熱除去系（格納容器スプレイ冷却モード）の安全機能を代替する。残留熱除去系（格納容器スプレイ冷却モード）については、サプレッション・チェンバ内のプール水をドライウエル及びサプレッション・チェンバの気層部にスプレイし、崩壊熱及び燃料の過熱に伴う燃料被覆管（ジルカロイ）と水の反応による発生熱を除去するものである。ドライウエルにスプレイされた水は、ベント管を通過してサプレッション・チェンバ内に戻り、サプレッション・チェンバ内にスプレイされた水とともに残留熱除去系ポンプにより、熱交換器によって冷却された後、再びスプレイされる。

したがって、当該系統については目的を果たすための原理及び構成機器を共有するものではなく、更には設置エリアは近接していないため、共通要因によって同時に機能喪失となることはない。

3.7.2.3 代替循環冷却系

3.7.2.3.1 設備概要

代替循環冷却系は、サブプレッション・チェンバを水源とし、復水移送ポンプにより原子炉圧力容器への注水及び格納容器スプレイを行うとともに、代替原子炉補機冷却系である可搬型の熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）を用いて除熱することで、原子炉の循環冷却を行うことを目的に設ける系統である。

本系統は、原子炉圧力容器及び原子炉格納容器を直接冷却する冷却水が流れる一次側の代替循環冷却系、及び一次側で除熱した熱を残留熱除去系熱交換器を介して最終ヒートシンクである海水へ移送する二次側の代替原子炉補機冷却系で構成される。

一次側の系統構成としては、サブプレッション・チェンバから、残留熱除去系の配管及び熱交換器を通り、高圧炉心注水系の配管を経て、復水移送ポンプに供給される。復水移送ポンプにより昇圧された系統水は、復水補給水系配管、残留熱除去系配管を通り、原子炉圧力容器への注水及び格納容器スプレイに使用される。また、原子炉圧力容器への注水ができず、原子炉圧力容器の破損を判断した場合は、原子炉格納容器下部への注水及び格納容器スプレイを行うことも可能とする。

原子炉圧力容器及び原子炉格納容器内に注水された系統水は、原子炉圧力容器や原子炉格納容器内配管の破断口等からダイヤフラムフロア、ペDESTALを経て、ベント管に設けられている連通孔からサブプレッション・チェンバに流出することにより、循環冷却ラインを形成する。

なお、重大事故等における想定として、非常用炉心冷却系等の設計基準事故対処設備に属する動的機器は、機能を喪失していることが前提条件となっていることから、本系統は、全交流動力電源喪失した場合でも、発電所構内の高台に設置した常設代替交流電源設備からの給電により駆動が可能となる設計としている。

前述の通り、本系統はサブプレッション・チェンバを水源として、原子炉圧力容器へ注水及び格納容器スプレイ、又は原子炉格納容器下部への注水及び格納容器スプレイとして使用する系統であるが、重大事故等時におけるサブプレッション・チェンバの水温は100℃を超える状況が想定され、高温水を用いて原子炉圧力容器又は原子炉格納容器へ注水を行った場合、原子炉格納容器に対して更なる過圧の要因となり得る。このため、代替循環冷却系を行うには、代替原子炉補機冷却系からの冷却水の供給により、残留熱除去系熱交換器を介した冷却機能を確保する。

代替原子炉補機冷却系の系統構成について、熱交換器ユニットの淡水側は、代替原子炉補機冷却水ポンプにより、大容量送水車（熱交換器ユニット用）を用いて除熱された水をタービン建屋に設置された接続口を介して原子炉補機冷却系に送水し、残留熱除去系熱交換器で熱交換を行う系統設計とする。熱交換した後の水は、原子炉補機冷却系から接続口及びホースを介し、熱交換器ユニットに戻る構成とし、熱交換器で除熱した水は再び原子炉補機冷却系を通じて残留熱除去系熱交換器に送水される。

一方で、熱交換器ユニットの海水側としては、熱交換器ユニットと大容量送水車（熱交換器ユニット用）を含む海水側配管は、ホースを接続することで流路を構成できる設計とする。また、熱交換器ユニットの淡水側配管については、ホースを熱交換器ユニットと建屋の接続口に接続することで流路を構成できる設計とする。

なお、代替循環冷却系の機能を確保する際に使用する系統からの核分裂生成物の放出を防止するため、代替循環冷却系による循環ラインは閉ループにて構成する。

本システムに関する系統概要図を図 3.7-5, 本システムに関する重大事故対処設備一覧を表 3.7-14 に示す。

- 電源設備については「3.14 電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」で示す。
- 計装設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

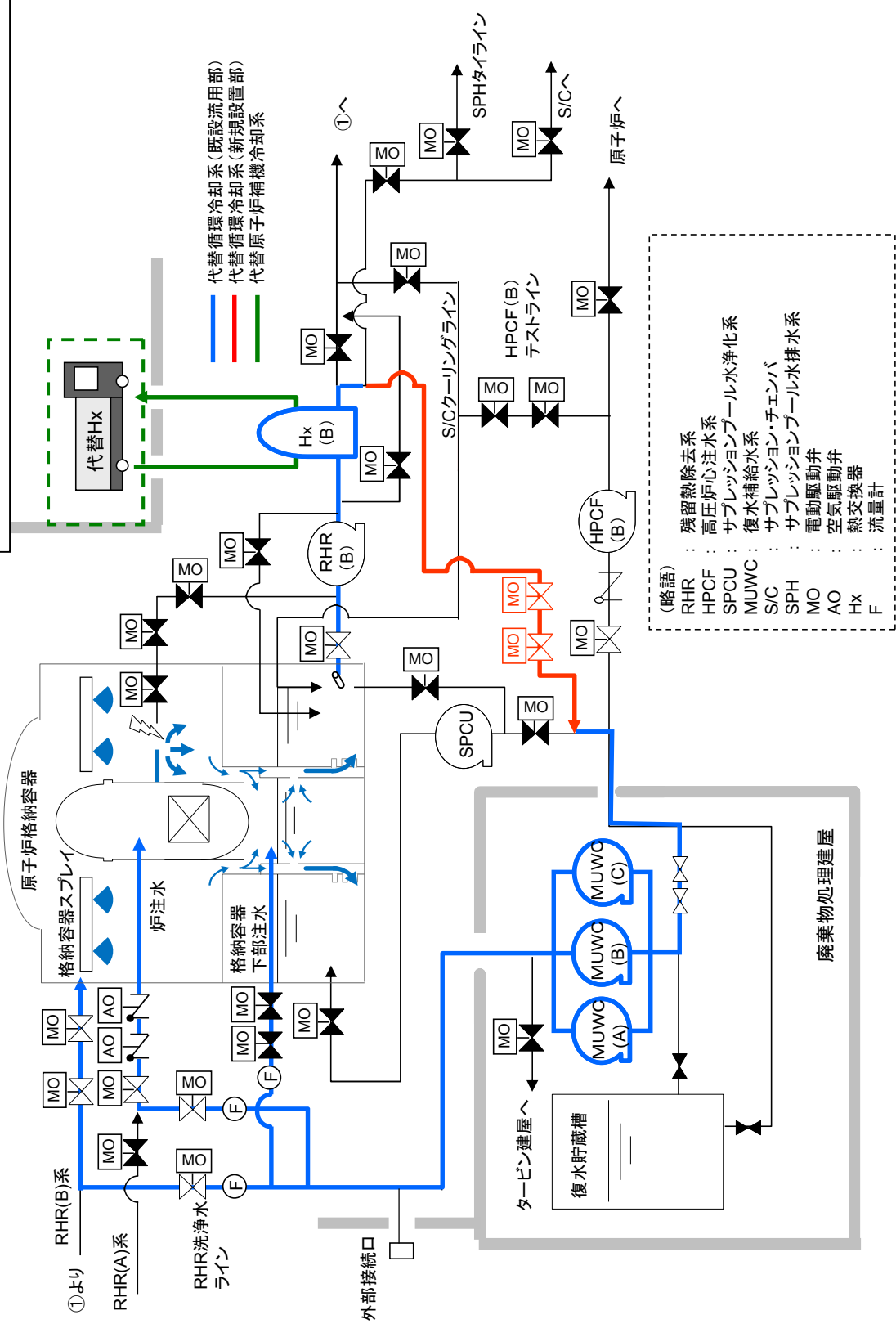


図 3.7-5 代替循環冷却系 系統概要図

表 3.7-14 代替循環冷却系に関する重大事故等対処設備一覧

設備区分	設備名
主要設備	復水移送ポンプ【常設】 残留熱除去系 熱交換器【常設】 熱交換器ユニット【可搬】 大容量送水車（熱交換器ユニット用）【可搬】
附属設備	代替原子炉補機冷却海水ストレーナ【可搬】 可搬型代替注水ポンプ（A-2級）【可搬】
水源 ^{※1}	サプレッション・チェンバ【常設】 防火水槽【常設】 淡水貯水池【常設】
流路	原子炉補機冷却系 配管・弁・サージタンク【常設】 代替循環冷却系 配管・弁【常設】 残留熱除去系 配管・弁・ストレーナ・スプレイヘッド【常設】 高压炉心注水系 配管・弁【常設】 復水補給水系 配管・弁【常設】 給水系 配管・弁・スパージャ【常設】 格納容器下部注水系 配管・弁【常設】 ホース【可搬】 海水貯留堰 スクリーン室 取水路
注水先	原子炉圧力容器【常設】 原子炉格納容器【常設】
電源設備 ^{※2} （燃料補給設備を含む）	常設代替交流電源設備 第一ガスタービン発電機【常設】及び第二ガスタービン発電機【常設】 軽油タンク【常設】 タンクローリ（16kL）【可搬】 第一ガスタービン発電機用燃料タンク【常設】及び第二ガスタービン発電機用燃料タンク【常設】 第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ【常設】及び第二ガスタービン発電機用燃料移送ポンプ【常設】 可搬型代替交流電源設備 電源車【可搬】 軽油タンク【常設】 タンクローリ（4kL）【可搬】 代替所内電気設備 緊急用高压母線【常設】 緊急用断路器【常設】 緊急用電源切替箱断路器【常設】 緊急用電源切替箱接続装置【常設】

（次頁へ続く）

設備区分	設備名
	AM 用動力変圧器【常設】 AM 用 MCC【常設】 AM 用切替盤【常設】 AM 用操作盤【常設】 非常用高圧母線 C 系【常設】 非常用高圧母線 D 系【常設】 燃料補給設備 軽油タンク【常設】 タンクローリ（4kL）【可搬】
計装設備 ^{※3}	復水補給水系流量（原子炉圧力容器）【常設】 復水補給水系流量（原子炉格納容器）【常設】 復水移送ポンプ吐出圧力【常設】 復水補給水系温度（代替循環冷却）【常設】 サプレッション・チェンバ・プール水温度【常設】 格納容器下部水位【常設】 ドライウエル雰囲気温度【常設】

※1：水源については「3.13 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備」で示す。

※2：単線結線図を補足説明資料 50-2 に示す。

電源設備については「3.14 電源設備（設置許可基準規則第 57 条に対する設計方針を示す章）」で示す。

※3：主要設備を用いた炉心損傷防止及び原子炉格納容器破損防止対策を成功させるために把握することが必要な原子炉施設の状態

計装設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第 58 条に対する設計方針を示す章）」で示す。

3.7.2.3.2 主要設備の仕様

主要機器の仕様を以下に示す。

(1) 復水移送ポンプ

種類	: うず巻形
容量	: 125m ³ /h/台
揚程	: 85m
最高使用圧力	: 1.37MPa[gage] 1.7MPa (重大事故等時における使用時の値)
最高使用温度	: 66℃ 85℃ (重大事故等時における使用時の値)
個数	: 2 (予備 1)
取付箇所	: 廃棄物処理建屋地下 3 階

(2) 残留熱除去系 熱交換器

容量	: 約 8MW
伝熱面積	: 約 <input type="text"/> m ²
個数	: 1

(3) 熱交換器ユニット (6号及び7号炉共用)

容量	: 約 23 MW/式 (海水温度 30℃において)
伝熱面積	: 約 <input type="text"/> m ² /式 約 <input type="text"/> m ² /式
最高使用圧力	: 淡水側 1.37MPa[gage] / 海水側 1.4MPa[gage]
最高使用温度	: 淡水側 70 又は 90℃ / 海水側 80 又は 50℃ 淡水側 70 又は 90℃ / 海水側 80 又は 40℃
使用箇所	: 屋外
保管場所	: 荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所
個数	: 3 ^{※1} 1 ^{※1}

※1 6号及び7号炉の必要数はそれぞれ2とする。

代替原子炉補機冷却水ポンプ

種類	: うず巻形
容量	: 300 m ³ /h/台 600 m ³ /h/台
揚程	: 75m
最高使用圧力	: 1.37MPa[gage]
最高使用温度	: 70℃
原動機出力	: 110kW 200kW
個数	: 2 1

(4) 大容量送水車（熱交換器ユニット用）（6号及び7号炉共用）

種類	: うず巻形
容量	: 900m ³ /h/台
吐出圧力	: 1.25MPa
最高使用圧力	: 1.3MPa[gage]
最高使用温度	: 60℃
原動機出力	: <input type="text"/> kW
個数	: 4 ^{※1}
使用箇所	: 屋外
保管場所	: 荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所

※1 6号及び7号炉の必要数はそれぞれ2とする。

なお、水源については「3.13 重大事故等の収束に必要となる水の供給設備（設置許可基準規則第56条に対する設計方針を示す章）」、電源設備については、「3.14 電源設備（設置許可基準規則第57条に対する設計方針を示す章）」、計測制御設備については「3.15 計装設備（設置許可基準規則第58条に対する設計方針を示す章）」で示す。

3.7.2.3.3 設置許可基準規則第43条への適合方針

3.7.2.3.3.1 設置許可基準規則第43条第1項への適合方針

(1) 環境条件及び荷重条件（設置許可基準規則第43条第1項一）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合における温度，放射線，荷重その他の使用条件において，重大事故等に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること。

(ii) 適合性

基本方針については，「2.3.3 環境条件等」に示す。

代替循環冷却系の復水移送ポンプは，廃棄物処理建屋内に設置している設備であり，残留熱除去系熱交換器は，二次格納施設内に設置している設備であることから，想定される重大事故等時における，廃棄物処理建屋内又は二次格納施設内の環境条件及び荷重条件を考慮し，その機能を有効に発揮することができるよう，以下の表3.7-15に示す設計とする。

復水移送ポンプの操作は，中央制御室の操作スイッチから遠隔操作可能な設計とする。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は，屋外の荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所に保管し，重大事故等時にタービン建屋の接続口付近の屋外に設置する設備であることから，想定される重大事故等時における，屋外の環境条件及び荷重条件を考慮し，その機能を有効に発揮することができるよう，以下の表3.7-16に示す設計とする。

熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）の操作は，熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）に付属する操作スイッチにより，想定される重大事故等時において，設置場所から操作可能な設計とする。風（台風）による荷重については，転倒しないことの確認を行っているが，詳細評価により転倒する結果となった場合は，転倒防止措置を講じる。積雪の影響については，適切に除雪する運用とする。また，降水及び凍結により機能を損なわないよう防水対策を行うと共に，凍結対策を行う。更に，使用時に海水を通水する熱交換器ユニット内の一部，及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は，海水の影響を考慮した設計とし，ストレーナを設置することで異物の流入を防止する設計とする。

(50-4-16～50-4-37, 50-5-6～50-5-9, 50-8-3)

表 3.7-15 想定する環境条件及び荷重条件
(復水移送ポンプ, 残留熱除去系熱交換器)

環境条件等	対応
温度・圧力・湿度・放射線	廃棄物処理建屋内又は二次格納施設内で想定される温度, 圧力, 湿度及び放射線条件下に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	屋外に設置するものではないため, 天候による影響は受けない。
海水を通水する系統への影響	海水を通水することはない。
地震	適切な地震荷重との組合せを考慮した上で機器が損傷しないことを確認する(詳細は「2.1.2 耐震設計の基本方針」に示す)。
風(台風)・積雪	廃棄物処理建屋内又は二次格納施設内に設置するため, 風(台風)及び積雪の影響は受けない。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても, 電磁波によりその機能が損なわれない設計とする。

表 3.7-16 想定する環境条件及び荷重条件
(熱交換器ユニット及び大容量送水車(熱交換器ユニット用))

環境条件等	対応
温度・圧力・湿度・放射線	屋外で想定される温度, 圧力, 湿度及び放射線条件に耐えられる性能を確認した機器を使用する。
屋外の天候による影響	降水及び凍結により機能を損なうことのないよう防水対策及び凍結対策を行える設計とする。
海水を通水する系統への影響	使用時に海水を通水する機器については, 海水の影響を考慮した設計とする。
地震	適切な地震荷重との組合せを考慮した上で機器が損傷しないことを確認し, 治具や輪留め等により転倒防止対策を行う。
風(台風)・積雪	屋外で風荷重, 積雪荷重を考慮しても機器が損傷しないことを評価により確認する。
電磁的障害	重大事故等が発生した場合においても, 電磁波によりその機能が損なわれない設計とする。

(2) 操作性(設置許可基準規則第43条第1項二)

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において確実に操作できるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

代替循環冷却系の復水移送ポンプの起動及び系統構成に必要な弁は、中央制御室及び廃棄物処理建屋内で操作する。

復水移送ポンプの起動は、中央制御室において、操作盤上での操作が可能な設計とする。また、系統構成に必要な弁操作は、中央制御室又は現場での手動操作が可能な設計とする。中央制御室の操作スイッチを操作するにあたり、運転員のアクセス性、操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また、操作対象については銘板をつけることで識別可能とし、運転員の操作及び監視性を考慮して確実に操作できる設計とする。想定される重大事故等時の環境条件（被ばく影響）を考慮し、確実に操作できる設計とする。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は、タービン建屋外部に設置している接続口まで車両による運搬が可能な設計とする。また設置場所であるタービン建屋脇にて輪留めによる固定等が可能な設計とする。ホースの接続作業にあたっては、特殊な工具、及び技量は必要とせず、簡便な結合金具による接続方式及びフランジ接続方式並びに一般的な工具を使用することにより、確実に接続が可能な設計とする。また、付属の操作盤により設置場所であるタービン建屋脇において熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）の操作を行う。操作盤の操作スイッチを操作するにあたり、運転員のアクセス性、操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また、操作対象については銘板をつけることで識別可能とし、運転員の操作及び監視性を考慮して確実に操作できる設計とする。

その他操作が必要な電動弁については、原子炉建屋地上 3 階（原子炉建屋の二次格納施設外）に設置している AM 用切替盤より、配線用しゃ断器の「入」「切」操作にて電源を切り替えた後、近傍に設置している AM 用操作盤のスイッチ操作より、遠隔で弁を開閉することが可能な設計とする。操作盤の操作スイッチを操作するにあたり、運転員のアクセス性、操作性を考慮して十分な操作空間を確保する。また、操作対象については銘板をつけることで識別可能とし、運転員の操作及び監視性を考慮して確実に操作できる設計とする。

また、代替循環冷却系運転中に残留熱除去系吸込ストレーナが閉塞した状況を想定し、残留熱除去系吸込ストレーナを逆洗操作することが可能な設計とする。具体的な操作としては、残留熱除去系ポンプ炉水吸込弁及び復水補給水系からの洗浄水弁を開き、復水補給水系に可搬型代替注水ポンプ（A-2 級）から外部水源を供給することにより、逆洗操作を実施する。

表 3.7-17 に操作対象機器の操作場所を示す。

(50-4-16～50-4-37, 50-5-6～50-5-13, 50-11-12)

表 3.7-17 操作対象機器

機器名称	状態の変化	操作場所	操作方法
復水移送ポンプ(A)	起動・停止	中央制御室	スイッチ操作
復水移送ポンプ(B)	起動・停止	中央制御室	スイッチ操作
復水移送ポンプ(C)	起動・停止	中央制御室	スイッチ操作
残留熱除去系注入弁(A)	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
残留熱除去系洗浄水弁(A)	弁閉→弁開	中央制御室	スイッチ操作
残留熱除去系洗浄水弁(B)	弁閉→弁開	中央制御室	スイッチ操作
残留熱除去系格納容器冷却 流量調節弁(B)	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
残留熱除去系格納容器冷却 ライン隔離弁(B)	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
タービン建屋負荷遮断弁	弁開→弁閉	中央制御室	スイッチ操作
残留熱除去系高圧炉心注水 系第一止め弁	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
残留熱除去系高圧炉心注水 系第二止め弁	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
残留熱除去系最小流量バイ パス弁(B)	弁開→弁閉	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
残留熱除去系熱交換器出口 弁(A)	弁開→弁閉	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
残留熱除去系熱交換器出口 弁(B)	弁開→弁閉	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
残留熱除去系圧力抑制室プ ール水排水系第一止め弁(B) (6号炉のみ)	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
サプレッションプール浄化 系復水貯蔵槽側吸込弁	弁開→弁閉	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
復水補給水系下部ドライウ ェル注水流量調節弁	弁閉→弁開	中央制御室	スイッチ操作
復水補給水系下部ドライウ ェル注水ライン隔離弁	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階(二次格納施 設外)(6号炉) 中央制御室(7号炉)	スイッチ操作
復水補給水系常/非常用連 絡1次止め弁	弁閉→弁開	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
復水補給水系常/非常用連 絡2次止め弁	弁閉→弁開	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
高圧炉心注水系復水貯蔵槽 出口第一元弁	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
高圧炉心注水系復水貯蔵槽 出口第二元弁	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
高圧炉心注水系復水貯蔵槽 出口第三元弁	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
復水移送ポンプ(A)ミニマム フロー逆止弁後弁	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作

(次頁へ続く)

機器名称	状態の変化	操作場所	操作方法
復水移送ポンプ(B) ミニマム フロー逆止弁後弁	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
復水移送ポンプ(C) ミニマム フロー逆止弁後弁	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
復水補給水系復水貯蔵槽出 口弁	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下2階(6号炉) 廃棄物処理建屋地下3階(7号炉)	手動操作
復水補給水系制御棒駆動系 駆動水供給元弁	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
廃棄物処理建屋復水積算流 量計バイパス弁(6号炉のみ)	弁開→弁閉	廃棄物処理建屋地下3階	手動操作
熱交換器ユニット	起動・停止	タービン建屋脇	スイッチ操作
代替原子炉補機冷却水ポン プ	起動・停止	タービン建屋脇	スイッチ操作
代替原子炉補機冷却海水ポン プ	起動・停止	タービン建屋脇	スイッチ操作
熱交換器ユニット流量調整 弁	弁閉→弁開	熱交換器ユニット内	手動操作
代替冷却水供給第二止め弁 (B)	弁閉→弁開	タービン建屋地上1階	手動操作
代替冷却水戻り第二止め弁 (B)	弁閉→弁開	タービン建屋地上1階	手動操作
残留熱除去系熱交換器(B)冷 却水出口弁	弁閉→弁開	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)	スイッチ操作
常用冷却水供給側分離弁(B)	弁開→弁閉	中央制御室	スイッチ操作
常用冷却水戻り側分離弁(B)	弁開→弁閉	中央制御室	スイッチ操作
原子炉補機冷却水系ポンプ (B)吸込弁	弁開→弁閉	タービン建屋地下1階	手動操作
原子炉補機冷却水系ポンプ (E)吸込弁	弁開→弁閉	タービン建屋地下1階	手動操作
原子炉補機冷却海水ポンプ (B)電動機軸受出口弁	弁開→弁閉	タービン建屋地下1階	手動操作
原子炉補機冷却海水ポンプ (E)電動機軸受出口弁	弁開→弁閉	タービン建屋地下1階	手動操作
換気空調補機非常用冷却水 系冷凍機(B)冷却水温度調節 弁後弁	弁開→弁閉	コントロール建屋地下2階	手動操作
換気空調補機非常用冷却水 系冷凍機(D)冷却水温度調節 弁後弁	弁開→弁閉	コントロール建屋地下2階	手動操作
ホース	ホース接続	屋外	人力接続

(3) 試験及び検査（設置許可基準規則第 43 条第 1 項三）

(i) 要求事項

健全性及び能力を確認するため、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

代替循環冷却系である復水移送ポンプ及び残留熱除去系熱交換器は、表 3.7-18 及び表 3.7-19 に示すように発電用原子炉の運転中に機能・性能試験、弁動作試験が可能な設計とする。また、発電用原子炉の停止中に機能・性能試験、弁動作試験と分解検査、外観検査が可能な設計とする。

復水移送ポンプは、発電用原子炉の停止中にケーシングカバーを取り外して、ポンプ部品（主軸、軸受、羽根車等）の状態を確認する分解検査が可能な設計とする。

残留熱除去系熱交換器は、発電用原子炉の停止中に鏡板を取外して、熱交換器部品（伝熱管等）の状態を確認する分解検査が可能な設計とする。

また、発電用原子炉の運転中及び停止中に、復水貯蔵槽を水源とし、復水移送ポンプを起動させサプレッション・チェンバへ送水する試験を行うテストラインを設けることで、機能・性能及び漏えいの有無の確認が可能な系統設計とする。なお、残留熱除去系洗浄水弁（A）から原子炉圧力容器までのライン、残留熱除去系洗浄水弁（B）から原子炉格納容器までのライン、格納容器下部注水ラインについては、上記の試験に加えて、発電用原子炉の運転中及び停止中に残留熱除去系格納容器冷却ライン隔離弁（B）、残留熱除去系格納容器冷却流量調節弁（B）、復水補給水系下部ドライウエル注水ライン隔離弁、復水補給水系下部ドライウエル注水流量調節弁の弁開閉試験を実施することで機能・性能が確認可能な設計とする。

また、代替循環冷却系の流路を確保するための残留熱除去系高圧炉心注水系第一止め弁及び残留熱除去系高圧炉心注水系第二止め弁についても、発電用原子炉の運転中及び停止中に弁開閉試験を実施することで機能・性能が確保可能な設計とする。これらの試験を組み合わせることにより、代替循環冷却系の機能を確認できる設計とする。

表 3.7-18 復水移送ポンプの試験及び検査

発電用原子炉の状態	項目	内容
運転中	機能・性能試験	運転性能, 漏えいの確認
	弁動作試験	弁開閉動作の確認
停止中	機能・性能試験	運転性能, 漏えいの確認
	弁動作試験	弁開閉動作の確認
	分解検査	ポンプ部品の表面状態を, 試験及び目視により確認
	外観検査	ポンプ外観の確認

表 3.7-19 残留熱除去系熱交換器の試験及び検査

発電用原子炉の状態	項目	内容
運転中	機能・性能試験	運転性能, 漏えいの確認
停止中	機能・性能試験	運転性能, 漏えいの確認
	分解検査	熱交換器部品の表面状態を, 試験及び目視により確認
	外観検査	熱交換器外観の確認

代替原子炉補機冷却系である熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は、表 3.7-20 に示すように発電用原子炉の停止中に、各機器の機能・性能試験、分解検査及び外観検査が可能であり、発電用原子炉の運転中には弁の動作確認が可能な設計とする。

発電用原子炉の運転中又は停止中に車両としての運転状態の確認が可能な設計とする。

発電用原子炉の停止中の試験・検査として、熱交換器ユニットのうち、熱交換器はフレームを取り外すことでプレート式熱交換器の状態を試験及び目視により確認する分解検査又は取替が可能な設計とする。代替原子炉補機冷却水ポンプは、ケーシングカバーを取り外して、ポンプ部品（主軸、軸受、羽根車等）の状態を試験及び目視により確認する分解検査又は取替が可能である。大容量送水車（熱交換器ユニット用）は、ケーシングを取り外すことでポンプ部品（主軸、軸受、羽根車等）の状態を試験及び目視により確認する分解検査又は取替が可能な設計とする。

運転性能の確認として、熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）流量、系統（ポンプ廻り）の振動、異音、異臭及び漏えいの確認を行うことが可能な設計とする。

発電用原子炉の運転中の試験・検査として、系統を構成する弁は、単体で動作確認可能な設計とする。

ホースの外観検査として、機能・性能に影響を及ぼすおそれのある亀裂、腐食等がないことの確認を行うことが可能な設計とする。

表 3.7-20 代替原子炉補機冷却系の試験及び検査

発電用原子炉の状態	項目	内容
運転中	弁動作試験	弁開閉動作の確認
	車両検査	車両としての運転状態の確認
停止中	機能・性能試験	運転性能、漏えいの確認
	弁動作試験	弁開閉動作の確認
	分解検査	熱交換器及びポンプ部品の表面状態を、試験及び目視により確認 又は必要に応じて取替
	外観検査	熱交換器、ポンプ及びホースの外観の確認
	車両検査	車両としての運転状態の確認

(50-6-9～50-6-19)

(4) 切り替えの容易性（設置許可基準規則第 43 条第 1 項四）

(i) 要求事項

本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備にあっては、通常時に使用する系統から速やかに切り替えられる機能を備えるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

代替循環冷却系である復水移送ポンプは、本来の用途以外の用途として重大事故等に対処するために使用する設備であることから、通常時に使用する系統から速やかに切替操作が可能なように、弁を中央制御室から遠隔操作可能とする設計とするか、又は、弁を現場で速やかに操作できる配置上の考慮がなされた設計とする。残留熱除去系熱交換器は、本来の用途以外の用途に

は使用しない。

また、代替循環冷却系のバイパス流を防止するため、代替循環冷却系の主ラインからの分岐部については、主ラインから最も近い弁（第一止め弁）で閉止する運用とする。事故時の対応に支障を来す等の理由から第一止め弁が閉止できないライン（非常用炉心冷却系ポンプ封水ライン等）についても、代替循環冷却系のバイパス流を防止するため、第一止め弁以降の弁で閉止されたバウンダリ構成とし、このバウンダリ範囲においては、適切な地震荷重との組合せを考慮した上でバウンダリ機能が喪失しない設計とする。

代替原子炉補機冷却系である熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は、本来の用途以外の用途には使用しない。なお、原子炉補機冷却系から代替原子炉補機冷却系に切替えるために必要な操作弁については、原子炉補機冷却系ポンプ吸込弁2弁を閉操作し、熱交換器ユニットの接続ラインの2弁を開操作し、残留熱除去系熱交換器冷却水出口弁を開操作することで速やかに切り替えられる設計とする。なお、これら弁については中央制御室での操作スイッチによる操作と共に、現場での手動ハンドル操作も可能な設計とし、容易に操作可能とする。

これにより図 3.7-6 で示すタイムチャートの通り速やかに切り替えが可能である。

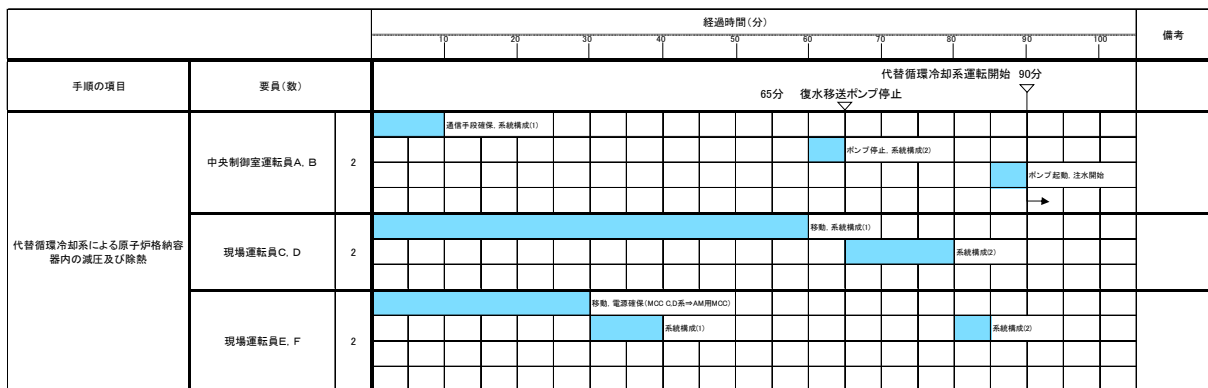


図 3.7-6 代替循環冷却系のタイムチャート*

* : 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況についての 1.7 で示すタイムチャート

(5) 悪影響の防止（設置許可基準規則第 43 条第 1 項五）

(i) 要求事項

工場等内の他の設備に対して悪影響を及ぼさないものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

代替循環冷却系は重大事故等時に残留熱除去系と高圧炉心注水系を繋ぐことで系統を構成するが，通常運転時に残留熱除去系と高圧炉心注水系に相互に悪影響を及ぼすことを防止するために，残留熱除去系高圧炉心注水系第一止め弁及び残留熱除去系高圧炉心注水系第二止め弁を常時閉とすることで悪影響を及ぼさない設計とする。

また，復水移送ポンプは，通常時は残留熱除去系洗浄水弁（A 及び B）を閉止することで隔離する系統構成としており，残留熱除去系に対して悪影響を及ぼさない設計とする。他系統との隔離弁を表 3.7-21 に示す。

代替循環冷却系を用いる場合は，弁操作によって，通常時の系統構成から重大事故等対処設備としての系統構成とすることで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニットと大容量送水車（熱交換器ユニット用）は，通常時は接続先の系統と分離された状態で保管する。

また，代替循環冷却系の運転時には原子炉補機冷却系と代替原子炉補機冷却系を同時に使用しない運用とすることで，相互の機能に悪影響を及ぼさない構成とする。

代替原子炉補機冷却系を用いる場合は，弁操作によって，通常時の系統構成から重大事故等対処設備としての系統構成とすることで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

表 3.7-21 他系統との隔離弁

取合系統	系統隔離弁	駆動方式	動作
残留熱除去系 高圧炉心注水系	残留熱除去系高圧炉心注水系 第一止め弁	電動駆動	通常時閉 電源喪失時閉
	残留熱除去系高圧炉心注水系 第二止め弁	電動駆動	通常時閉 電源喪失時閉
残留熱除去系	残留熱除去系洗浄水弁 (A)	電動駆動	通常時閉 電源喪失時閉
	残留熱除去系洗浄水弁 (B)	電動駆動	通常時閉 電源喪失時閉

(50-4-17～37, 50-5-6～13)

(6) 設置場所（設置許可基準規則第 43 条第 1 項六）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において重大事故等対処設備の操作

及び復旧作業を行うことができるよう、放射線量が高くなるおそれが少ない設置場所の選定、設置場所への遮蔽物の設置その他の適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.3 環境条件等」に示す。

代替循環冷却系及び代替原子炉補機冷却系の系統構成に必要な機器の設置場所、操作場所を表 3.7-22 に示す。このうち、復水移送ポンプ、タービン建屋負荷遮断弁、原子炉建屋内に設置されている弁のうち残留熱除去系洗浄水弁(A)及び(B)、復水補給水系下部ドライウェル注水流量調節弁、復水補給水系下部ドライウェル注水ライン隔離弁(7号炉のみ)、常用冷却水供給側分離弁(B)、常用冷却水戻り側分離弁(B)については中央制御室から操作を可能とし、それ以外の原子炉建屋内に設置されている弁については放射線の影響を考慮し、原子炉建屋の二次格納施設外に AM 用切替盤、AM 用操作盤を設置し、遠隔操作が可能な設計とする。その他、廃棄物処置建屋、タービン建屋、コントロール建屋で手動弁の操作が必要であるが、操作は代替循環冷却系起動前の状況のため、アクセス及び操作への放射線による大きな影響はない。

なお、屋外又はタービン建屋内にホースを設置する場合は、放射線量を確認して、適切な放射線対策に基づき作業安全を確保した上で作業を実施する。

また、代替循環冷却系を運転すると、系統配管廻りが高線量になる可能性があり、操作に必要な機器に近づけないおそれがあるため、運転開始後に操作が必要な弁、ポンプについては遠隔操作可能な設計とする。

代替循環冷却系の運転開始後において系統の配管周辺が高線量になる範囲を最小限にするため、主ラインからの分岐部については、主ラインから最も近い弁(第一止め弁)で閉止する運用とする。事故時の対応に支障を来たす等の理由から第一止め弁が閉止できないライン(非常用炉心冷却系ポンプ封水ライン等)についても、高線量となる範囲が限定的となるよう、第一止め弁以降の弁で閉止されたバウンダリ構成とし、このバウンダリ範囲においては、適切な地震荷重との組合せを考慮した上でバウンダリ機能が喪失しない設計とする。

また、代替循環冷却系が機能喪失した場合に必要な操作及び監視、代替循環冷却系の運転と同時に必要な操作、代替循環冷却系運転時に必要な復旧作業(残留熱除去系の復旧作業)において、放射線によるアクセス性への影響を低減するため、高線量が想定される箇所については遮蔽体を配備する等の適切な放射線防護対策を行う。

なお、代替循環冷却系運転後長期における系統廻りの線量低減対策として、系統水を入れ替えるためにフラッシング可能な設計としている。具体的な操作としては、残留熱除去系ポンプのサプレッション・プール吸込弁を閉じ、復水補給水系からの洗浄水弁を開き、復水補給水系に可搬型代替注水ポンプから外部水源を供給することにより、系統のフラッシングを実施する。

表 3.7-22 操作対象機器設置場所

機器名称	設置場所	操作場所
復水移送ポンプ(A)	廃棄物処理建屋地下3階	中央制御室
復水移送ポンプ(B)	廃棄物処理建屋地下3階	中央制御室
復水移送ポンプ(C)	廃棄物処理建屋地下3階	中央制御室
残留熱除去系注入弁(A)	原子炉建屋地上1階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
残留熱除去系洗浄水弁(A)	原子炉建屋地上1階	中央制御室
残留熱除去系洗浄水弁(B)	原子炉建屋地上1階	中央制御室
残留熱除去系格納容器冷却流量調節弁(B)	原子炉建屋地上1階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
残留熱除去系格納容器冷却ライン隔離弁(B)	原子炉建屋地上1階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
タービン建屋負荷遮断弁	タービン建屋アクセス通路 地下2階(6号炉) 廃棄物処理建屋地下3階 (7号炉)	中央制御室
残留熱除去系高圧炉心注水系第一止め弁	原子炉建屋地下3階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
残留熱除去系高圧炉心注水系第二止め弁	原子炉建屋地下3階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
残留熱除去系最小流量バイパス弁(B)	原子炉建屋地下2階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
残留熱除去系熱交換器出口弁(A)	原子炉建屋地下3階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
残留熱除去系熱交換器出口弁(B)	原子炉建屋地下3階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
残留熱除去系圧力抑制室プール水排水系第一止め弁(B)(6号炉のみ)	原子炉建屋地下3階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
サプレッションプール浄化系復水貯蔵槽側吸込弁	原子炉建屋地下3階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
復水補給水系下部ドライウェル注水流量調節弁	原子炉建屋地下1階(6号炉) 原子炉建屋地下2階(7号炉)	中央制御室
復水補給水系下部ドライウェル注水ライン隔離弁	原子炉建屋地下1階(6号炉) 原子炉建屋地下2階(7号炉)	原子炉建屋地上3階(二次格納施設外)(6号炉) 中央制御室(7号炉)
復水補給水系常/非常用連絡1次止め弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
復水補給水系常/非常用連絡2次止め弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
高圧炉心注水系復水貯蔵槽出口第一元弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
高圧炉心注水系復水貯蔵槽出口第二元弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
高圧炉心注水系復水貯蔵槽出口第三元弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階

(次頁へ続く)

機器名称	設置場所	操作場所
復水移送ポンプ(A)ミニマムフロー逆止弁後弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
復水移送ポンプ(B)ミニマムフロー逆止弁後弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
復水移送ポンプ(C)ミニマムフロー逆止弁後弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
復水補給水系復水貯蔵槽出口弁	廃棄物処理建屋地下2階 (6号炉) 廃棄物処理建屋地下3階 (7号炉)	廃棄物処理建屋地下2階 (6号炉) 廃棄物処理建屋地下3階 (7号炉)
復水補給水系制御棒駆動系駆動水供給元弁	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
廃棄物処理建屋復水積算流量計バイパス弁(6号炉のみ)	廃棄物処理建屋地下3階	廃棄物処理建屋地下3階
熱交換器ユニット	タービン建屋脇	タービン建屋脇
代替原子炉補機冷却水ポンプ	タービン建屋脇	タービン建屋脇
代替原子炉補機冷却海水ポンプ	タービン建屋脇	タービン建屋脇
熱交換器ユニット流量調整弁	熱交換器ユニット内	熱交換器ユニット内
代替冷却水供給第二止め弁(B)	タービン建屋地上1階	タービン建屋地上1階
代替冷却水戻り第二止め弁(B)	タービン建屋地上1階	タービン建屋地上1階
残留熱除去系熱交換器(B)冷却水出口弁	原子炉建屋地下2階	原子炉建屋地上3階 (二次格納施設外)
常用冷却水供給側分離弁(B)	原子炉建屋地下2階	中央制御室
常用冷却水戻り側分離弁(B)	原子炉建屋地下2階	中央制御室
原子炉補機冷却水系ポンプ(B)吸込弁	タービン建屋地下1階	タービン建屋地下1階
原子炉補機冷却水系ポンプ(E)吸込弁	タービン建屋地下1階	タービン建屋地下1階
原子炉補機冷却海水ポンプ(B)電動機軸受出口弁(7号炉のみ)	タービン建屋地下1階	タービン建屋地下1階
原子炉補機冷却海水ポンプ(E)電動機軸受出口弁(7号炉のみ)	タービン建屋地下1階	タービン建屋地下1階
換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(B)冷却水温度調節弁後弁	コントロール建屋地下2階	コントロール建屋地下2階
換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(D)冷却水温度調節弁後弁	コントロール建屋地下2階	コントロール建屋地下2階
ホース	屋外又はタービン建屋	屋外又はタービン建屋

(50-4-16~37, 50-8-3)

3.7.2.3.3.2 設置許可基準規則第43条第2項への適合方針

(1) 容量（設置許可基準規則第43条第2項一）

(i) 要求事項

想定される重大事故等の収束に必要な容量を有するものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.2 容量等」に示す。

代替循環冷却系は、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の冷却機能が喪失した場合においても原子炉格納容器の破損を防止するとともに、原子炉格納容器の除熱をする設計とする。代替循環冷却系として使用する復水移送ポンプの容量は、炉心損傷後の原子炉格納容器破損防止の重要事故シーケンスのうち、「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」に係る有効性評価解析（原子炉設置変更許可申請書添付書類十）において有効性が確認されている循環流量が 190 m³/h（原子炉圧力容器への注入流量が 90 m³/h，原子炉格納容器へのスプレイ流量が 100 m³/h）（復水移送ポンプ 2 台）又は、「高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱」に係る有効性評価解析（原子炉設置変更許可申請書添付書類十）において有効性が確認されている循環流量が 190 m³/h（原子炉格納容器下部への注入流量が 50 m³/h，原子炉格納容器へのスプレイ流量が 140 m³/h）（復水移送ポンプ 2 台）であることから、1 台あたりの 95 m³/h 流量を確保可能な設計とする。その際のポンプの揚程は、水源と移送先の圧力差，静水頭，機器圧損，配管，及び弁配管圧損を考慮して循環流量が 190m³/h 達成可能な設計とする。

また、残留熱除去系熱交換器の容量については、代替循環冷却系として使用する場合における熱交換量がサプレッション・チェンバ・プール水温が約 160℃の場合において約 17MW であるが、重大事故等対処設備として想定する条件での必要伝熱面積に対して、設計基準事故対処設備として想定する条件での必要伝熱面積が大きいことから、設計基準事故対処設備として、海水温度が 30℃，サプレッション・チェンバ・プール水温が 52℃の場合の熱交換量である約 8MW とする。

(50-7-15～20)

(2) 共用の禁止（設置許可基準規則第43条第2項二）

(i) 要求事項

二以上の発電用原子炉施設において共用するものでないこと。ただし、二以上の発電用原子炉施設と共用することによって当該二以上の発電用原子炉施設の安全性が向上する場合であって、同一の工場等内の他の発電用原子炉施設に対して悪影響を及ぼさない場合は、この限りでない。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

代替循環冷却系の復水移送ポンプ及び残留熱除去系熱交換器は，二以上の発電用原子炉施設において共用しない設計とする。

(50-5-6～13)

(3) 設計基準事故対処設備との多様性（設置許可基準規則第 43 条第 2 項三）

(i) 要求事項

常設重大事故防止設備は，共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう，適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

代替循環冷却系は重大事故緩和設備であり，原子炉格納容器の過圧破損防止の同一目的である格納容器圧力逃がし装置，及び代替格納容器圧力逃がし装置に対し駆動方式，ヒートシンクについて多様性を有した設計とする。

また，復水移送ポンプは，設計基準事故対処設備である残留熱除去系ポンプに対し，位置的分散されている。また，電源，冷却水を含むサポート系は独立性を有した設計としており，それぞれ異なる電源から供給することで多様性を有した設計とする。

代替原子炉補機冷却系の常設部である熱交換器ユニット接続口から原子炉補機冷却系に繋がるまでの弁及び配管は，共通要因によって設計基準事故対処設備である原子炉補機冷却系と同時に機能が損なわれることを防止するために，可搬型重大事故等設備として熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）を設置する。「(7) 設計基準事故対処設備及び常設重大事故防止設備との多様性（設置許可基準規則第 43 条第 3 項七）」の適合性で示す。

(50-4-17～37， 50-5-6～9)

3.7.2.3.3.3 設置許可基準規則第43条第3項への適合方針

(1) 容量（設置許可基準規則第43条第3項一）

(i) 要求事項

想定される重大事故等の収束に必要な容量に加え，十分に余裕のある容量を有するものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.2 容量等」に示す。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニットと大容量送水車（熱交換器ユニット用）は，最終ヒートシンクへの熱を輸送する機能が喪失した場合であって，復水移送ポンプが起動可能な状況において，残留熱除去系熱交換器の冷却水として，原子炉格納容器の破損を防止するために必要な除熱量とポンプ流量を有する設計とする。

熱交換器ユニットの容量は，熱交換容量約23MWとして設計し，代替循環冷却系を使用する有効性評価「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」で，事故発生22.5時間後に代替循環冷却系による原子炉圧力容器への注水及び格納容器スプレイの同時運転で冷却効果を確保可能な設計とし，有効性評価「高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱」で，事故発生20.5時間後に代替循環冷却系による原子炉格納容器下部への注水及び格納容器スプレイの同時運転で冷却効果を確保可能な設計とする。

大容量送水車（熱交換器ユニット用）の容量は，流量900m³/hとして設計し，代替循環冷却系を使用する有効性評価「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」で，事故発生22.5時間後に代替循環冷却系による原子炉圧力容器への注水及び格納容器スプレイの同時運転で冷却効果を確保可能な設計とし，有効性評価「高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱」で，事故発生20.5時間後に代替循環冷却系による原子炉格納容器下部への注水及び格納容器スプレイの同時運転で冷却効果を確保可能な設計とする。

また，熱交換器ユニットは，1セット1式使用する。保有数は1プラントあたり2セット2式で6号及び7号炉共用で4セット4式確保する。

大容量送水車（熱交換器ユニット用）は1セット1台として使用する。保有数は1プラントあたり1セット1台で6号及び7号炉共用で4セット4台確保する。更に熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップとして，同様の機能を有する格納容器圧力逃がし装置と多様性を持つ設計とする。

(50-7-21～39)

(2) 確実な接続（設置許可基準規則第43条第3項二）

(i) 要求事項

常設設備（発電用原子炉施設と接続されている設備又は短時間に発電用原子炉施設と接続することができる常設の設備をいう。以下同じ。）と接続する

ものにあつては、当該常設設備と容易かつ確実に接続することができ、かつ、二以上の系統又は発電用原子炉施設が相互に使用することができるよう、接続部の規格の統一その他の適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニットを接続するためのホースは、タービン建屋側の接続口と口径を統一しかつフランジ構造とすることで、常設設備と確実に接続ができる設計とする。また、6号及び7号炉が相互に使用することができるよう、それぞれの熱交換器ユニット及びホースは、6号及び7号炉に接続可能な設計とする。

また、代替原子炉補機冷却系の大容量送水車（熱交換器ユニット用）を接続するためのホースは、熱交換器ユニットの接続口と口径を統一しかつ簡便な接続方式である結合金具による接続とすることで、確実に接続ができる設計とする。また、6号及び7号が相互に使用することができるよう、それぞれの大容量送水車（熱交換器用）は、6号及び7号炉の熱交換器ユニットに接続可能な設計とする。

(50-4-31, 50-8-3)

(3) 複数の接続口（設置許可基準規則第43条第3項三）

(i) 要求事項

常設設備と接続するものにあつては、共通要因によって接続することができなくなることを防止するため、可搬型重大事故等対処設備（原子炉建屋の外から水又は電力を供給するものに限る。）の接続口をそれぞれ互いに異なる複数の場所に設けるものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニットの接続箇所である接続口は、重大事故等時の環境条件、自然現象、外部人為事象、溢水及び火災の影響により接続できなくなることを防止するため、接続口をフィルタ装置との離隔を考慮し、6号炉についてはタービン建屋西側から建屋外と建屋内に接続できる箇所を1個ずつ計2個設け、7号炉についてはタービン建屋南側及び西側から接続できる箇所を1個ずつ計2個設けることで、互いに異なる複数の場所に接続口を設ける設計とする。なお、代替循環冷却系は残留熱除去系B系の熱交換器を使用するため、残留熱除去系A系側の接続口（熱交換器ユニットとの接続口）については使用しない。

(50-4-31, 50-8-3)

(4) 設置場所（設置許可基準規則第 43 条第 3 項四）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において可搬型重大事故等対処設備を設置場所に据え付け、及び常設設備と接続することができるよう、放射線量が高くなるおそれが少ない設置場所の選定、設置場所への遮蔽物の設置その他の適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.3 環境条件等」に示す。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は、原子炉格納容器ベントを実施していない状況で屋外に設置する設備であり、想定される重大事故等が発生した場合における放射線を考慮しても、線源からの離隔距離をとることにより、これら設備の設置及び常設設備との接続が可能とする。また、現場での接続作業にあたって、簡便な結合金具による接続方式及びフランジ接続方式により、確実に速やかに接続が可能な設計とする。

(50-8-3)

(5) 保管場所（設置許可基準規則第 43 条第 3 項五）

(i) 要求事項

地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は、地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮し、原子炉補機冷却系中間ループ循環ポンプ、格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置と位置的分散を図り、発電所敷地内の高台にある荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の複数箇所分散して保管する。

(50-9-2)

(6) アクセスルートの確保（許可基準規則第 43 条第 3 項六）

(i) 要求事項

想定される重大事故等が発生した場合において、可搬型重大事故等対処設備を運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、工場等内の道路及び

通路が確保できるよう、適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

代替原子炉補機冷却系の熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は、通常時は高台に保管しており、想定される重大事故等が発生した場合においても、可搬型重大事故等対処設備の運搬、移動に支障をきたすことのないよう、迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確認する。（『可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて』参照）

(50-10-2, 3)

(7) 設計基準事故対処設備及び常設重大事故防止設備との多様性(設置許可基準規則第43条第3項七)

(i) 要求事項

重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故等に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。

(ii) 適合性

基本方針については、「2.3.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

代替原子炉補機冷却系は、設置許可基準規則第50条においては重大事故緩和設備であり、熱交換器ユニット及び大容量送水車（熱交換器ユニット用）は、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故等に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、設計基準事故対処設備である原子炉補機冷却系中間ループ循環ポンプ及び原子炉補機冷却系海水ポンプ、原子炉格納容器の過圧破損防止の同一目的である格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置と表3.7-23で示す通り多様性、位置的分散を図る。また、最終ヒートシンクについても、原子炉補機冷却系及び代替原子炉補機冷却系が海水であることに対し、格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置は大気とし、多様性を有する設計とする。

表 3.7-23 代替循環冷却系の多様性，位置的分散

項目	設計基準事故対処設備	重大事故等対処設備	
	原子炉補機冷却系	格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置	代替循環冷却系
ポンプ (淡水)	原子炉補機冷却系中間ループ循環ポンプ <タービン建屋>	—	熱交換器ユニット (代替原子炉補機冷却水ポンプ) <屋外>
ポンプ (海水)	原子炉補機冷却系海水ポンプ <タービン建屋>	—	大容量送水車(熱交換器ユニット用) <屋外>
熱交換器	原子炉補機冷却系熱交換器 <タービン建屋>	—	熱交換器ユニット (熱交換器) <屋外>
最終ヒートシンク	海水	大気	海水
駆動方式	非常用交流電源設備 (非常用ディーゼル発電機) <原子炉建屋>	不要	可搬型代替交流電源設備 (電源車) <屋外>

<>内は設置場所を示す。

3.7.3 その他設備

3.7.3.1 格納容器 pH 制御設備

3.7.3.1.1 設備概要

格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置を使用する際、原子炉格納容器内が酸性化することを防止し、サプレッション・チェンバのプール水中によう素を捕捉することでよう素の放出量を低減するために、格納容器 pH 制御設備を設ける。なお、本設備は事業者の自主的な取り組みで設置するものである。

炉心の著しい損傷が発生した場合、熔融炉心に含まれるよう素がサプレッション・チェンバ・プールへ流入し溶解する。また、原子炉格納容器内のケーブル被覆材には塩素等が含まれており、重大事故等時にケーブルの放射線分解と熱分解により塩酸等の酸性物質が大量に発生するため、サプレッション・チェンバのプール水が酸性化する可能性がある。サプレッション・チェンバのプール水が酸性化すると、水中に溶解しているよう素が有機よう素としてサプレッション・チェンバの気相部へ放出されるという知見がある。そこで、サプレッション・チェンバのプール水をアルカリ性に保つため、pH 制御として水酸化ナトリウムをサプレッション・チェンバ・プールに注入する。よう素の溶解量と pH の関係については、米国の論文*¹にまとめられており、サプレッション・チェンバ・プール水をアルカリ性に保つことで、気相部へのよう素の移行を低減することが期待できる。

本システムは、復水移送ポンプの吸込配管に水酸化ナトリウムを注入させ、上部ドライウエルスプレイ配管、サプレッション・チェンバスプレイ配管、下部ドライウエル注水配管から原子炉格納容器内に薬液を注入する構成とする。

本システムは、廃棄物処理建屋に設置している薬液タンク隔離弁（2 弁）を中央制御室からの遠隔操作、若しくは現場での操作により開操作することで、復水移送ポンプの吸い込み配管に薬液を混入させる。

* 1 : 米国原子力規制委員会による研究 (NUREG-1465) や、米国 Oak Ridge National Laboratory による論文 (NUREG/CR-5950) によると、pH が酸性側になると、水中に溶解していたよう素が気体となって気相部に移行するとの研究結果が示されている。NUREG-1465 では、原子炉格納容器内に放出されるよう素の化学形態と、よう素を水中に保持するための pH 制御の必要性が整理されている。また、NUREG/CR-5950 では、酸性物質の発生量と pH が酸性側に変化していく経過を踏まえて、pH 制御の効果を達成するための考え方が整理されている。これらの論文での評価内容を参照し、柏崎刈羽 6 号及び 7 号炉の状況を踏まえ、サプレッション・チェンバへのアルカリ薬液の注入時間及び注入量を算定している。

3.7.3.1.2 他設備への悪影響について

格納容器 pH 制御設備を使用することで、アルカリ薬液である水酸化ナトリウムを原子炉格納容器へ注入する。この際、悪影響として懸念されるのは、

- ・アルカリとの反応で原子炉格納容器が腐食することによる、格納容器バウンダリのシール性への影響
- ・アルカリとの反応で水素が発生することによる格納容器の圧力上昇、及び水素燃焼

である。このうち、原子炉格納容器の腐食については、pH 制御したサプレッション・チェンバ・プール水の水酸化ナトリウムは低濃度であり、原子炉格納容器バウンダリを主に構成しているステンレス鋼や炭素鋼の腐食領域ではないため悪影響は無い。同

様に，原子炉格納容器のシール材についても耐アルカリ性を確認した改良 EPDM を使用していることから，原子炉格納容器バウンダリのシール性に対する悪影響は無い。

また水素の発生については，原子炉格納容器内では配管の保温材やグレーチングに両性金属であるアルミニウムや亜鉛を使用しており，水酸化ナトリウムと反応することで水素が発生する。しかし，原子炉格納容器内のアルミニウムと亜鉛が全量反応し水素が発生すると仮定しても，水-ジルコニウム反応で発生する水素量に比べて十分少ないため，原子炉格納容器の異常な圧力上昇は生じない。更に，原子炉格納容器内は窒素ガスにより不活性化されており，本反応では酸素の発生がないことから，水素の燃焼も発生しない。

3.7.3.2 可搬型格納容器窒素供給設備

3.7.3.2.1 設備概要

中長期的に原子炉格納容器内の水蒸気凝縮による負圧破損を防止するとともに原子炉格納容器内の可燃性ガス濃度を低減するために可搬型格納容器窒素供給設備を設ける。なお、本設備は事業者の自主的な取り組みで設置するものである。

重大事故等時に放射線分解により可燃性ガスが発生した場合、発電用原子炉運転中は常時原子炉格納容器内を窒素ガスで置換しているため、事故発生直後に可燃性ガス濃度が可燃限界に至ることはないが、中長期的には、可燃性ガス濃度を可燃限界以下に抑制する必要がある。また、崩壊熱の減少により原子炉格納容器内の水蒸気発生量が減少することにより原子炉格納容器内が負圧に至る可能性があることから、可燃性ガス濃度を可燃限界以下に抑制し、原子炉格納容器の負圧破損を防止するため、可搬型格納容器窒素供給設備による窒素供給を行う。

本システムは、可燃性ガス濃度制御系配管に接続治具を用いてホースを接続し、可搬型窒素ガス発生装置を現場にて操作することで、発生した窒素ガスをドライウエル及びサプレッション・チェンバに供給可能な設計とする。

別添資料－ 1

原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備
(格納容器圧力逃がし装置) について

2.3 附帯設備

2.3.1 格納容器圧力逃がし装置電源設備

2.3.1.1 概要

【格納容器圧力逃がし装置】【代替格納容器圧力逃がし装置】

格納容器圧力逃がし装置の使用時，待機時，使用後に必要な計測制御設備，電動駆動弁，空気駆動弁用電磁弁，ドレン移送ポンプを作動させるため，常設代替直流電源設備（AM用直流125V蓄電池），非常用低圧母線，代替所内電気設備より必要な電力を供給する設計としている。

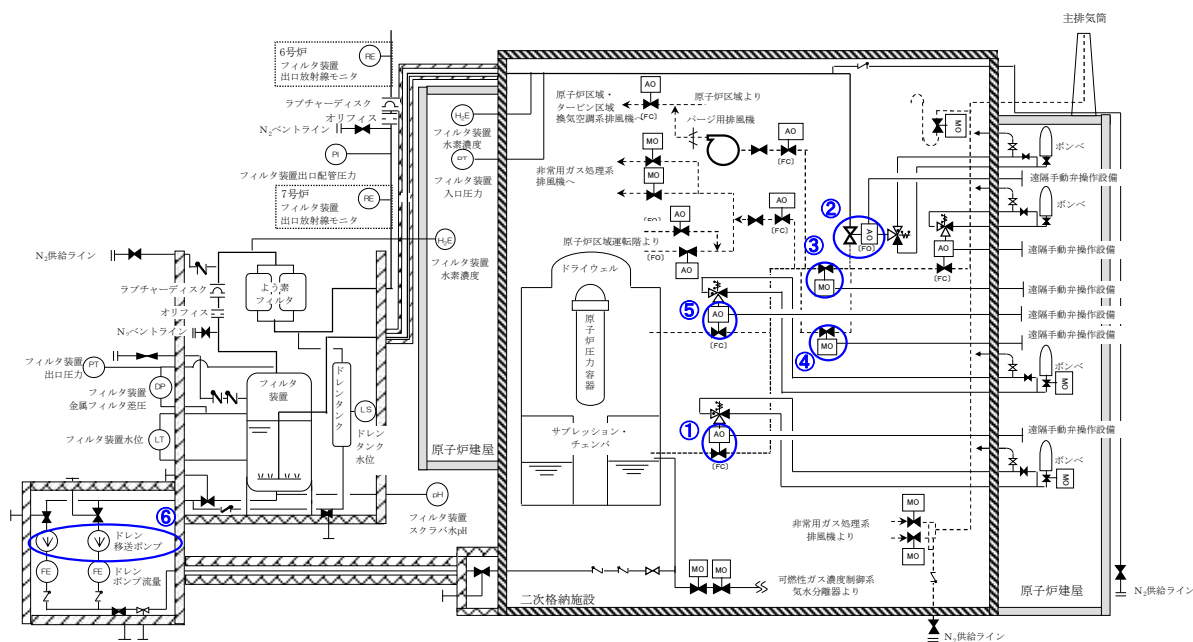
格納容器圧力逃がし装置については，代替交流電源設備（ガスタービン発電機，電源車）及び常設代替直流電源設備（AM用直流125V充電器，AM用直流125V蓄電池）から給電可能であり，全交流電源が喪失した場合でも監視，操作できる設計としている。

電源喪失時においても，電動駆動弁については，駆動部に遠隔手動弁操作設備を設け，二次格納施設の外から人力による操作が可能な設計としている。空気駆動弁については，二次格納施設の外から，ポンプを用いて操作するか，遠隔手動弁操作設備により人力で操作することが可能な設計としている。

2.3.1.2 電源供給負荷

【格納容器圧力逃がし装置】

格納容器圧力逃がし装置の使用時，待機時，使用後に電源供給が必要な負荷は，第2.3.1.2-1図及び第2.3.1.2-1表に示すとおりである。



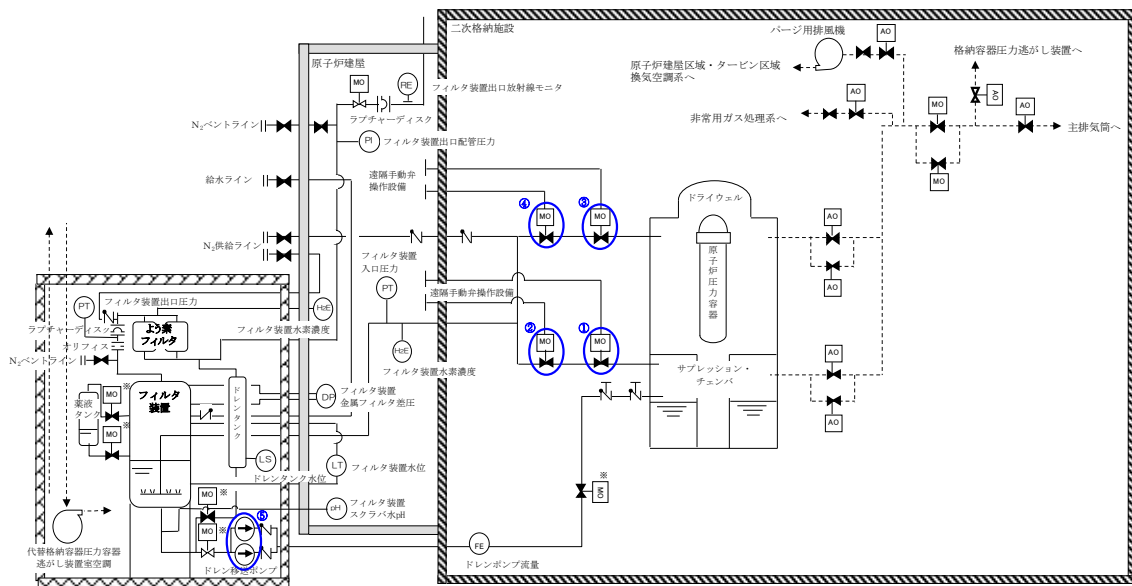
第2.3.1.2-1図 格納容器圧力逃がし装置概略図

第2.3.1.2-1表 格納容器圧力逃がし装置の電源供給負荷

	格納容器圧力逃がし装置の 電源供給負荷	電源供給元	
		6号炉	7号炉
①	S/C ベント用出口隔離弁 (一次隔離弁(サブプレッション・チェンバ側))	交流 120V フィルタベント 無停電電源装置 (MCC 6C-1-1, 直流 125V フィルタベント分電盤)	交流 120V フィルタベント 無停電電源装置 (MCC 7C-1-1, 直流 125V フィルタベント分電盤)
②	耐圧強化ベント系 PCV ベントラ インフィルタベント側隔離弁 (フィルタ装置入口弁)	交流 120V フィルタベント 無停電電源装置 (MCC 6C-1-1, 直流 125V フィルタベント分電盤)	交流 120V フィルタベント 無停電電源装置 (MCC 7C-1-1, 直流 125V フィルタベント分電盤)
③	PCV 耐圧強化ベント用連絡配管隔 離弁 (二次隔離弁)	MCC 6C-1-3	MCC 7C-1-3
④	二次隔離弁バイパス弁	AM 用 MCC 6B	AM 用 MCC 7B
⑤	D/W ベント用出口隔離弁 (一次隔離弁(ドライウエル側))	交流 120V フィルタベント 無停電電源装置 (MCC 6C-1-1, 直流 125V フィルタベント分電盤)	交流 120V フィルタベント 無停電電源装置 (MCC 7C-1-1, 直流 125V フィルタベント分電盤)
⑥	ドレン移送ポンプ(区分Ⅰ) (ドレン流量含む)	フィルタベント現場制御 盤 No. 1 (MCC 6C-1-3)	フィルタベント現場制御 盤 No. 1 (MCC 7C-1-2)
	ドレン移送ポンプ(区分Ⅱ) (ドレン流量含む)	フィルタベント現場制御 盤 No. 2 (AM 用 MCC 6B)	フィルタベント現場制御 盤 No. 2 (AM 用 MCC 7B)
—	計測制御設備	直流 125V フィルタベント 分電盤 (常設代替直流電源設備) 又は 直流 125V 分電盤 6A-1	直流 125V フィルタベント 分電盤 (常設代替直流電源設備) 又は 直流 125V 7A-1-1
—	フィルタ装置水素濃度 (サンプルポンプを含む)	水素サンプリングラック 制御電源用変圧器 (MCC 6C-1-3, AM 用 MCC 6B)	水素サンプリングラック 制御電源用変圧器 (MCC 7C-1-1, AM 用 MCC 7B)
—	フィルタ装置スクラバ水 pH	フィルタベント現場制御 盤 No. 1 (MCC 6C-1-3, AM 用 MCC 6B)	フィルタベント現場制御 盤 No. 1 (MCC 7C-1-2, AM 用 MCC 7B)

【代替格納容器圧力逃がし装置】

代替格納容器圧力逃がし装置の使用時、待機時、使用後に電源供給が必要な負荷は、第2.3.1.2-2図及び第2.3.1.2-2表に示すとおりである。



第 2.3.1.2-2 図 代替格納容器圧力逃がし装置概略図

第2.3.1.2-2表 代替格納容器圧力逃がし装置の電源供給負荷

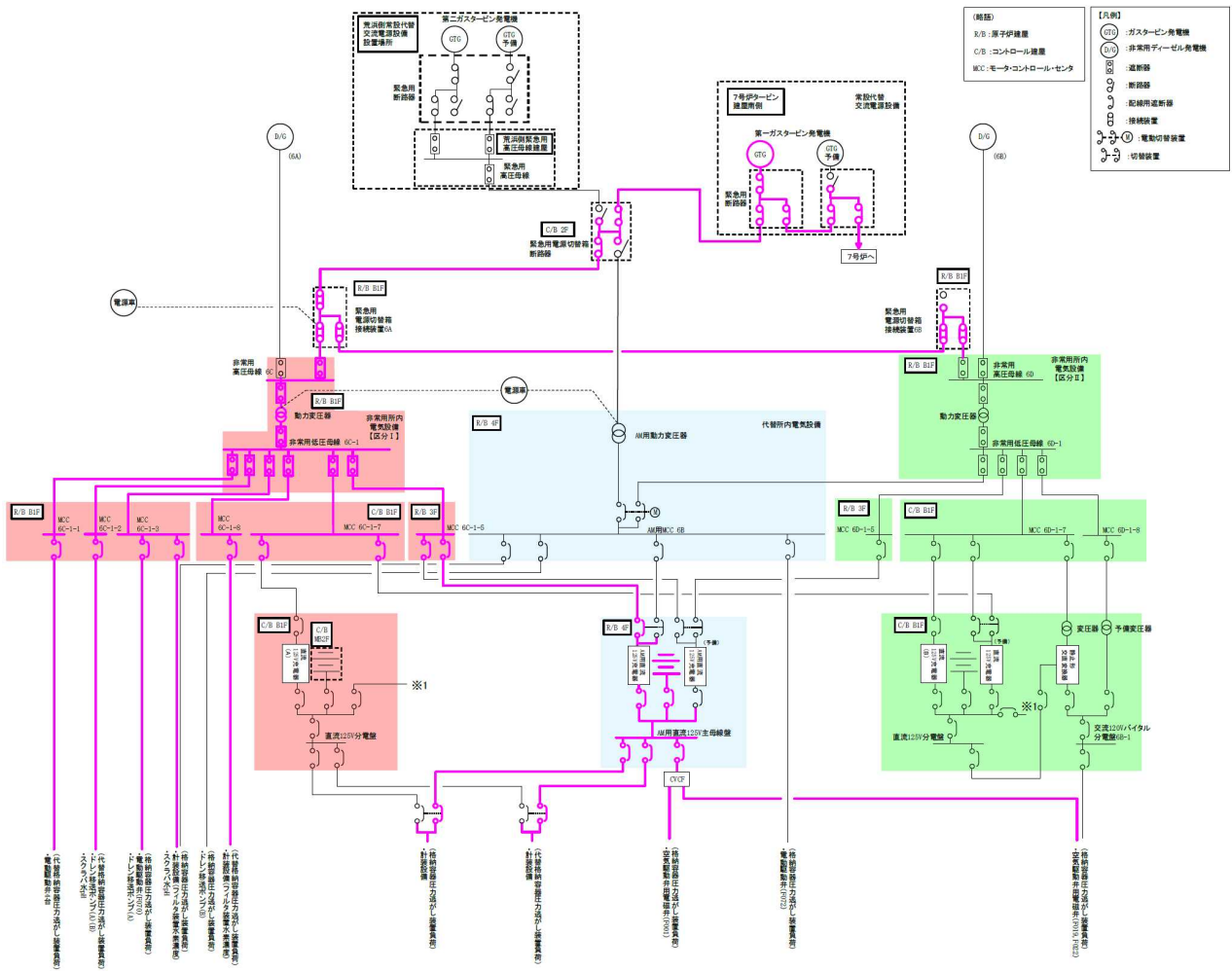
	代替格納容器圧力逃がし装置の 電源供給負荷	電源供給元	
		6号炉	7号炉
①	地下式 FCVS 一次隔離弁 (サブプレッション・チェンバ側)	MCC 6C-1-1	MCC 7C-1-1
②	地下式 FCVS 二次隔離弁 (サブプレッション・チェンバ側)	MCC 6C-1-1	MCC 7C-1-1
③	地下式 FCVS 一次隔離弁 (ドライウエル側)	MCC 6C-1-1	MCC 7C-1-1
④	地下式 FCVS 二次隔離弁 (ドライウエル側)	MCC 6C-1-1	MCC 7C-1-1
⑤	ドレン移送ポンプ (区分Ⅰ) (ドレン流量含む)	現場分電盤 (MCC 6C-1-2)	現場分電盤 (MCC 7C-1-1)
	ドレン移送ポンプ (区分Ⅱ) (ドレン流量含む)	AM用 MCC 6B	AM用 MCC 7B
—	計測制御設備	直流 125V HPAC MCC (常設代替直流電源設備), 又は 直流 125V 分電盤 6A-1	直流 125V HPAC MCC (常設代替直流電源設備), 又は 直流 125V 分電盤 7A-1-2A
—	フィルター装置水素濃度 (サンプルポンプを含む)	MCC 6C-1-8	MCC 7C-1-7
—	フィルター装置スクラバ水 pH	現場分電盤 (MCC 6C-1-2)	現場分電盤 (MCC 7C-1-1)

※代替所内電気設備からの受電方法については詳細検討中

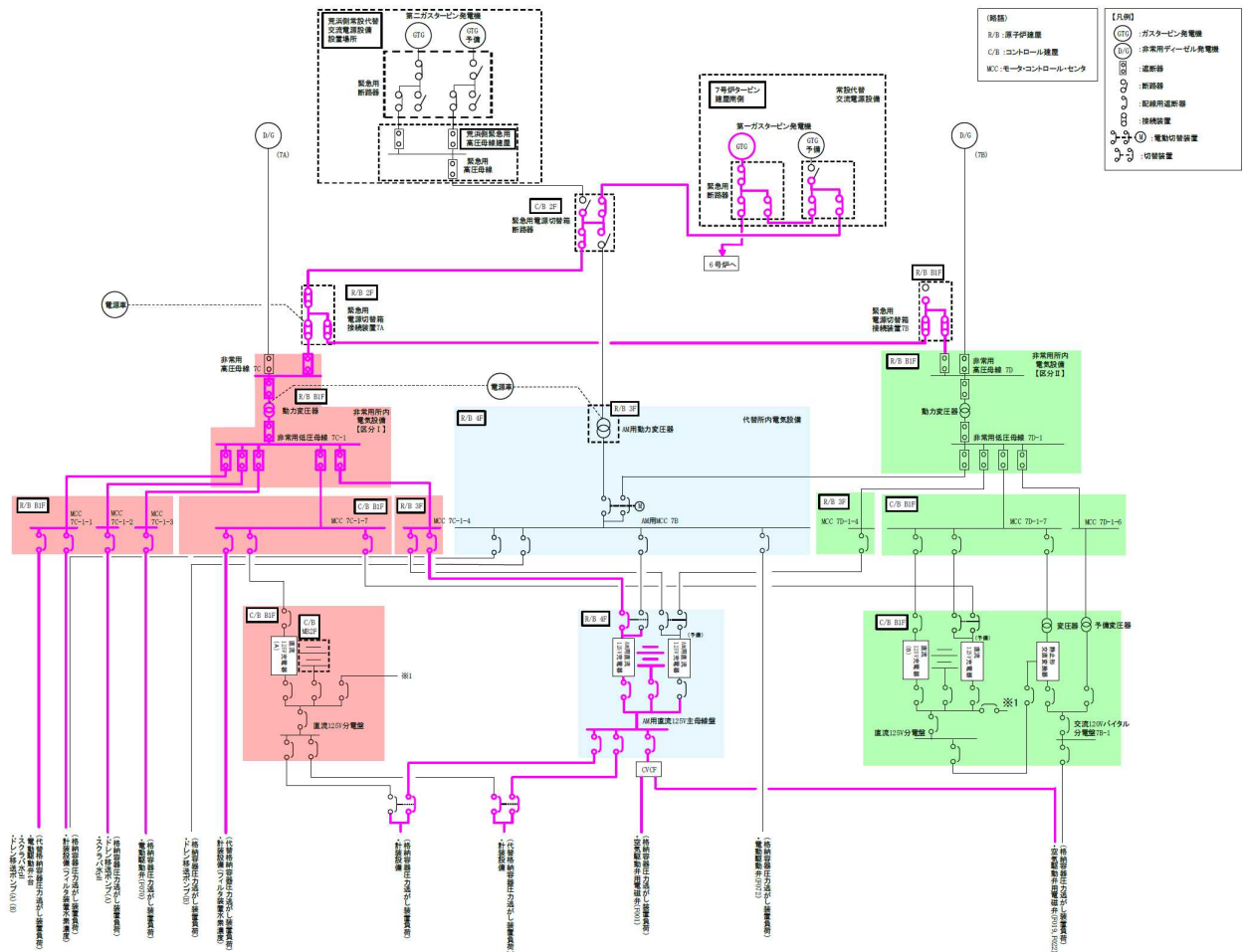
2.3.1.3 単線結線図

【格納容器圧力逃がし装置】【代替格納容器圧力逃がし装置】

格納容器圧力逃がし装置電源設備の単線結線図は、第 2.3.1.3-1 図及び第 2.3.1.3-2 図に示すとおりである。



第2.3.1.3-1 図 格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置 電源設備の単線結線図 (6号炉)



第2.3.1.3-2 図 格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置電源設備の単線結線図（7号炉）

2.3.1.4 電源設備の多重性又は多様性及び独立性

【格納容器圧力逃がし装置】【代替格納容器圧力逃がし装置】

(1) 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備用電源の多様性及び独立性

格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置は、設計基準事故対処設備である残留熱除去系（格納容器スプレイ機能）及び当該系統の除熱を行う原子炉補機冷却水系，原子炉補機冷却海水系に対し，多様性を確保する設計としている。

格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置は，区分Ⅰの非常用電源及び代替所内電気設備から，残留熱除去系（格納容器スプレイ機能）（2系統）は，区分Ⅱ／Ⅲの非常用電源から，各々供給されており，電源としては互いに独立性を確保する設計としている。

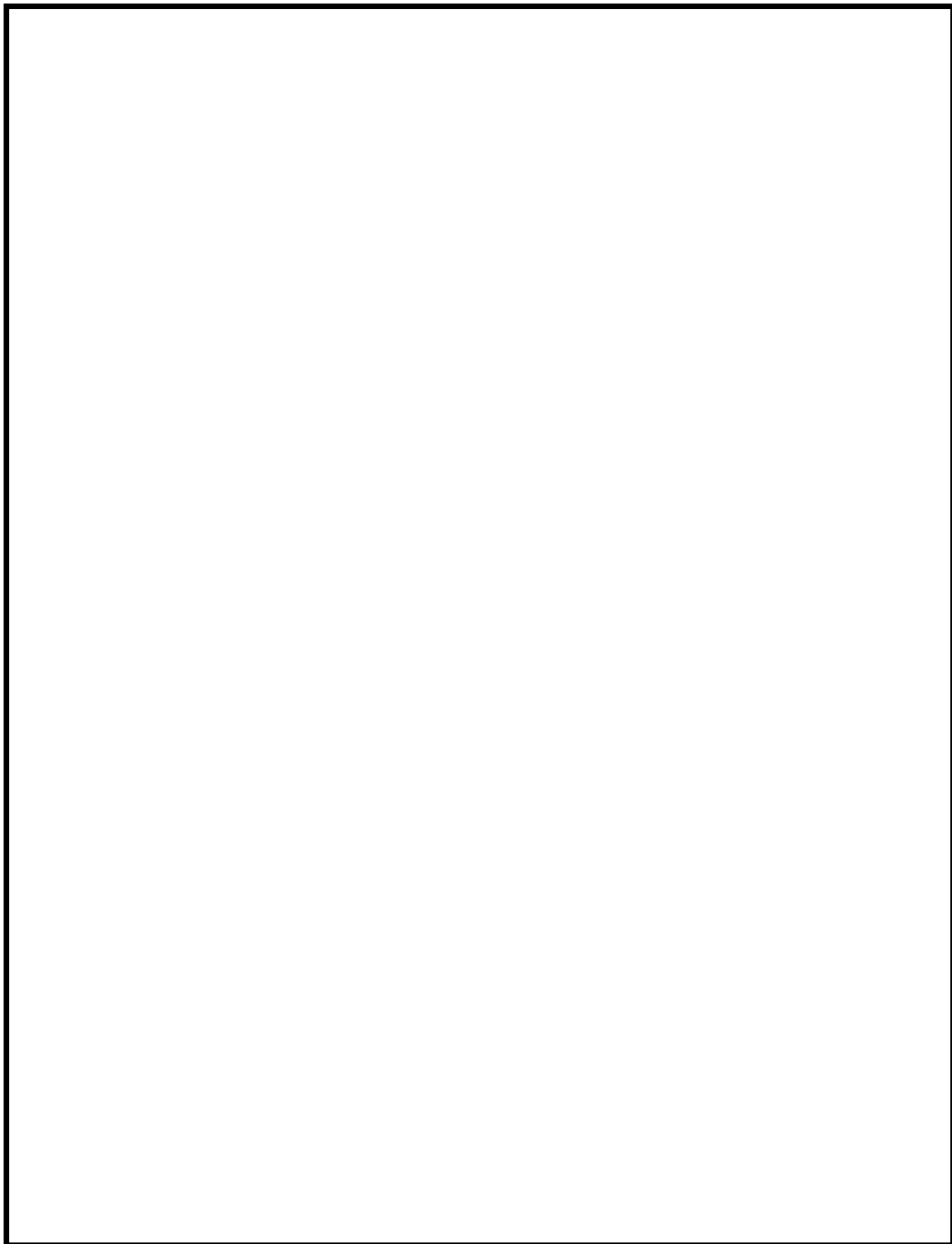
具体的には，区分分離された非常用電源及び代替所内電気設備は，基準地震動 S_s による地震力に対して十分な耐震性を有している。区分Ⅰと区分Ⅱ／Ⅲの非常用電源盤及び代替所内電気設備の電源盤（AM用MCC 6B及び7B）が設置されている電気品室については，位置的分散（第2.3.1.4-1図参照）を図る設計としている。また，格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置用の電路については，電線管で布設され，感知，消火対策が施されていることから，単一火災により格納容器スプレイ機能と同時に機能喪失しない設計としている。また，区分Ⅰと区分Ⅱ／Ⅲの非常用電気品室，代替所内電気設備の電気品室及び計測制御用電気品室は溢水防護区画により分離されていることから，溢水に対しても同時に機能喪失しない設計としている。

(2) 格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置用電源の多重性又は多様性及び独立性

格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置用電源については，24時間の長期にわたる全交流電源喪失時においても機能が維持されるよう，区分Ⅰの直流電源から供給するものとする（第2.3.1.3-1図参照）。また，最低限必要な動的機器（一次隔離弁，二次隔離弁，フィルタ装置入口弁）は人力にて操作できる設計としている。

24時間を超える格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置の運転において必要不可欠な動的機器であるドレン移送ポンプ及び付属する流量計については，単一故障を想定し二重化する設計としていることから，この電源（交流）については各々区分Ⅰの非常用電源及び代替所内電気設備から供給するものとする（第2.3.1.3-1図参照）。区分Ⅰの非常用電源及び代替所内電気設備については，(1)にて述べたとおり独立性を確保する設計としている。

また、格納容器圧力逃がし装置及び代替格納容器圧力逃がし装置の多重化を図る計測制御設備については、電源（直流）の単一故障を想定し、同じ区分Ⅰではあるものの位置的分散（第2.3.1.4-1図参照）を図るとともに、電気的分離を確保するために相互に接続されることのない措置を講じた蓄電池（直流125V蓄電池A：C/B地下中2階、AM用直流125V蓄電池：R/B4階）より供給していることから独立性を確保する設計としている（第2.3.1.3-1図参照）。

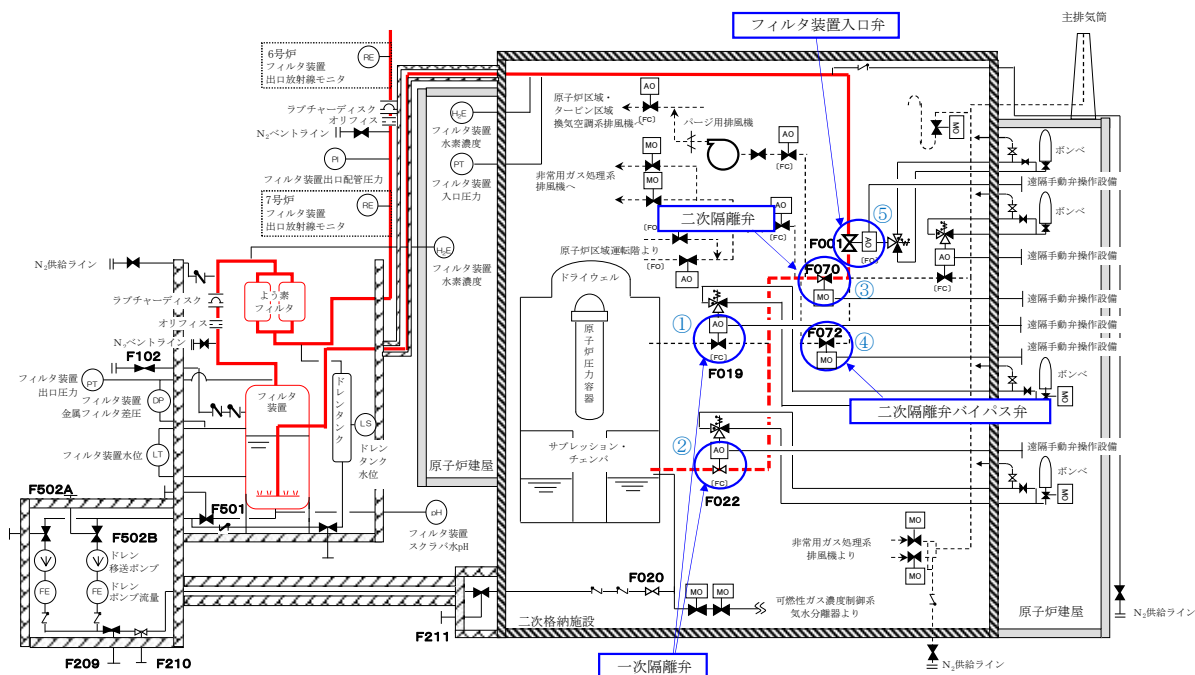


第 2.3.1.4-1 図 電源設備配置図

別紙 16 格納容器圧力逃がし装置の弁選定の考え方

格納容器圧力逃がし装置を使用するためには、第1図に示す通り、一次隔離弁、二次隔離弁、フィルタ装置入口弁の合計3つの弁が「開」となる必要がある。一次隔離弁とフィルタ装置入口弁には空気駆動弁（AO弁）、二次隔離弁には電動駆動弁（MO弁）を選定している。それぞれの弁の駆動方式・弁の状態（NC（通常状態「閉」；Normal Close）、NO（通常時「開」；Normal Open）、FC（電源喪失時「閉」；Failure Close）、FO（電源喪失時「開」；Failure Open））及び採用理由について第1表に示す。

一方、二次隔離弁については、単一故障により格納容器圧力逃がし装置、ならびに耐圧強化ベントともに機能を喪失し、格納容器ベントが実施できなくなる。そのため、原子炉格納容器減圧機能の信頼性を向上されるため、二次隔離弁をバイパスする二次隔離弁バイパス弁を設置する。なお、二次隔離弁バイパス弁は電動駆動弁（MO弁）とする。



第1図 格納容器圧力逃がし装置系統概要と主要弁

第1表 格納容器圧力逃がし装置 弁選定理由

No.	弁名称	駆動方式 弁の状態		選定理由
① ②	一次隔離弁 (ドライウエル側, サ プレッション・チェン バ側)	空気 駆動	NC FC	<ul style="list-style-type: none"> ■原子炉格納容器隔離機能の信頼性を高めるためには、FC動作の空気駆動弁が望ましいこと。 ■全開・全閉の運用であること。 ■重大事故等時の作業員の弁操作に関する労力の低減を図れること。 (弁駆動空気系の改造により、全電源が喪失した状態においても、二次格納施外よりポンベの空気を弁駆動部へ供給することにより開操作が可能。ポンベは現場に設置済みであり、小型弁を操作することだけでポンベの空気を弁駆動部へ供給して弁操作をすることができることから、労力が非常に小さい) ■遠隔手動弁操作設備により、二次格納施設外からの人力操作も可能であること。 ■遠隔手動弁操作設備により、弁の開保持が可能であること。 ■弁操作時に動力電源が不要であること。(同等の機能を有する代替循環冷却系が動力電源を必要とするのに対して、動力源の多様性を確保できる)
③	二次隔離弁	電動 駆動	NC	<ul style="list-style-type: none"> ■開度調整が必要であること ■遠隔手動弁操作設備により、二次格納施設外からの人力操作が可能であること ■電動機の電路は、二次隔離弁バイパス弁との多重性を図ることで、信頼性向上を図れること。(非常用所内電気設備【区分I】より給電)
④	二次隔離弁バイパス弁	電動 駆動	NC	<ul style="list-style-type: none"> ■開度調整が必要であること ■遠隔手動弁操作設備により、二次格納施設外からの人力操作が可能であること ■電動機の電路は、二次隔離弁との多様性を図ることで、信頼性向上を図れること。(代替所内電気設備より給電)
⑤	フィルタ装置入口弁	空気 駆動	NO FO	<ul style="list-style-type: none"> ■格納容器圧力逃がし装置の機能信頼性を高めるためには、FO動作の空気駆動弁が望ましいこと。 ■全開・全閉の運用であること ■重大事故等時の作業員の弁操作に関する労力の低減を図ること。 (弁駆動空気系の改造により、全電源が喪失した状態においても、二次格納施外よりポンベの空気を弁駆動部へ供給することにより開操作が可能。ポンベは現場に設置済みであり、小型弁を操作することだけでポンベの空気を弁駆動部へ供給して弁操作をすることができることから、労力が非常に小さい) ■遠隔手動弁操作設備により、二次格納施設外からの人力操作が可能であること。 ■遠隔手動弁操作設備により、弁の開保持が可能であること。 ■弁操作時に動力電源が不要であること。(同等の機能を有する代替循環冷却系が動力電源を必要とするのに対して、動力源の多様性を確保できる)

一方、格納容器圧力逃がし装置（FCVS）を設置している諸外国の弁構成を以下に例示する。

【フィンランド】

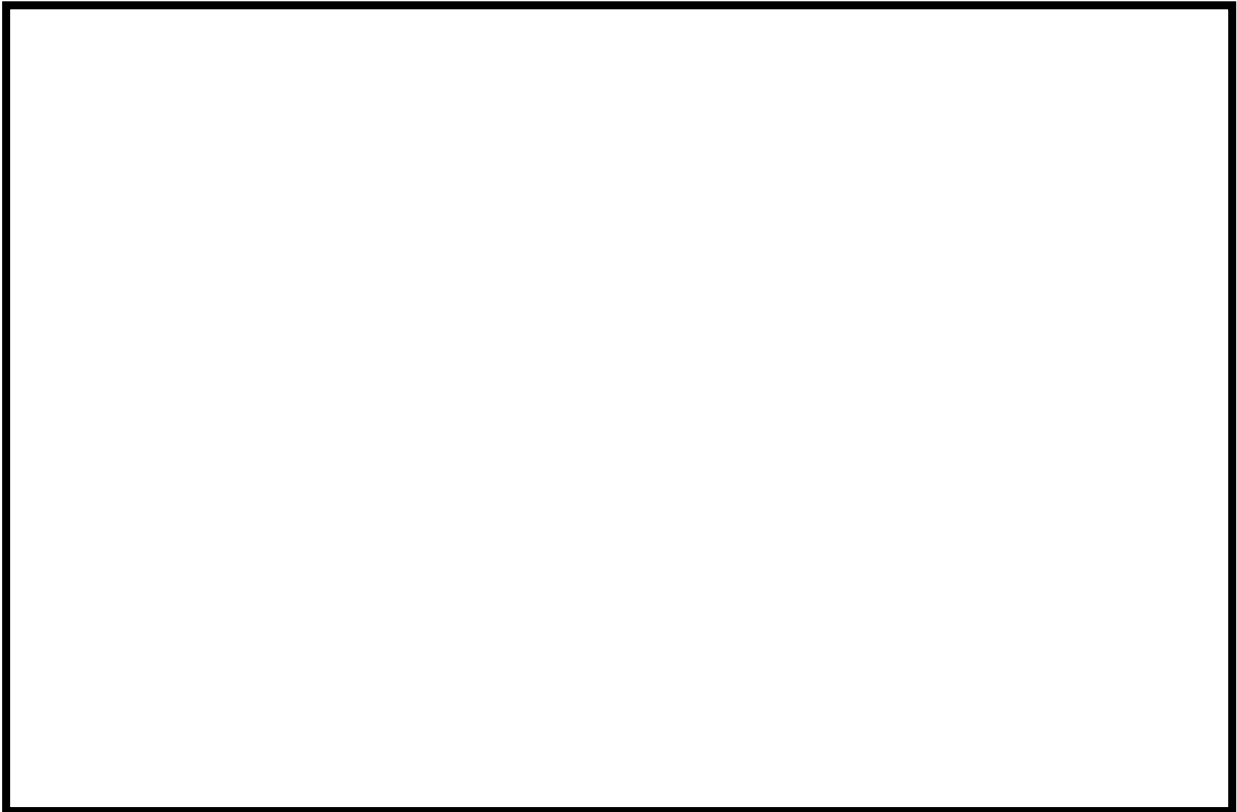
フィンランド BWR プラントに設置されている FCVS 系統の概略系統図を第 2 図に示す。V1 と V20 はラプチャーディスクである。ベントラインに設置している弁は全て手動駆動弁で構成されている。D/W のラインにはバイパスラインが設置されており、V2, V3 は通常時「開」となっている。また、V21, V23 についても通常時「開」となっている。そのため、操作員がベントラインに設置された弁の「開」操作を実施しなくても、原子炉格納容器圧力が規定の値まで上昇し、V1 と V20 のラプチャーディスクが開放すれば、D/W のバイパスラインより格納容器ベントは自動的に開始される。



第 2 図 概略系統図（フィンランド BWR プラント）

【ドイツ】

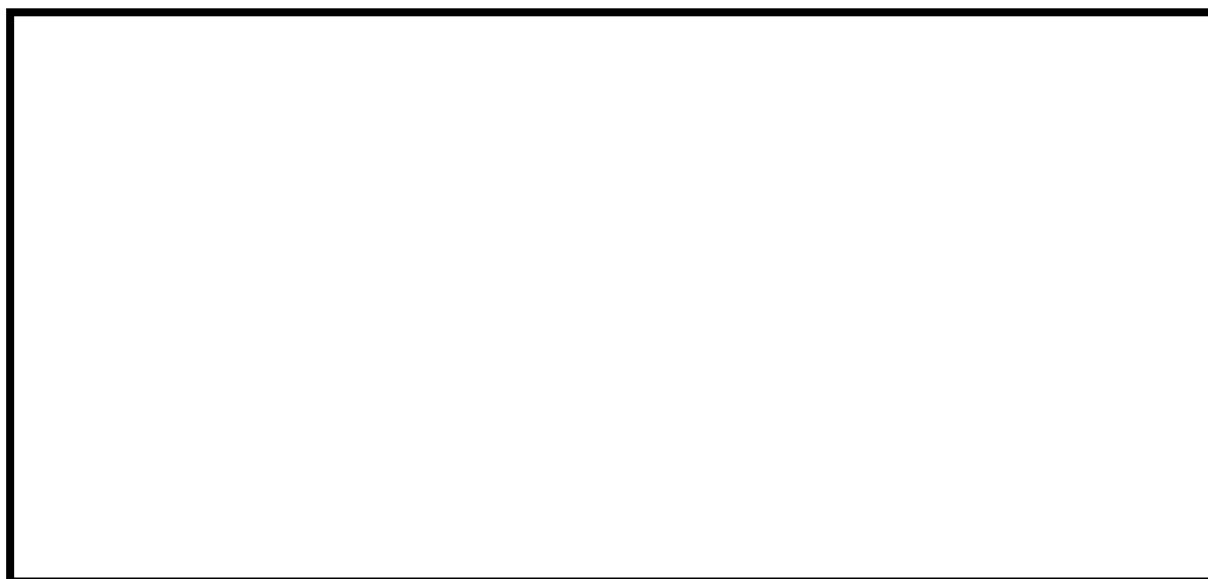
ドイツの BWR プラントに設置されている FCVS 系統の概略系統図を第 3 図に示す。FCVS 系統は、2 ユニットで共有する設計となっている。ベントラインには、原子炉格納容器隔離のための電動弁が 2 つと、ユニット間の切り替えのための電動弁が 1 つ設置されている。また、フィルタ装置の出口側には逆止弁が設置されている（FCVS 使用後にフィルタ装置内の水蒸気が凝縮し、フィルタ装置内圧力が負圧となった場合に、スタックから空気を吸い込むことがないように設置されているものと考えられる）。



第3図 概略系統図（ドイツ BWR プラント）

【スイス】

スイスの BWR プラントに設置されている FCVS 系統の概略系統図を第4図に示す。ベントラインには電動弁が2つ設置されており、原子炉格納容器から1つめの弁は通常時「開」、2つめの弁は通常時「閉」となっている。また、2つめの弁をバイパスするラインが設置されており、バイパスラインにはラプチャーディスクが設置されている。そのため、操作員が2つめの弁の「開」操作を実施しなくても、原子炉格納容器圧力が規定の値まで上昇し、ラプチャーディスクが開放すれば、格納容器ベントは自動的に開始される。



第4図 概略系統図（スイス BWR プラント）

フィンランドならびにスイスのプラントでは、ラブチャーディスクにより格納容器ベントの開始に際して人的介入が不要な弁構成となっている。一方、柏崎刈羽 6/7 号炉は格納容器ベントを実施する際は、必ず操作員による弁操作が必要な構成としている。これは、格納容器ベントのタイミングは、あくまでも人間が決めるべきであるという設計思想によるものである。ただし、弁操作を実施しないと格納容器ベントができないことから、弁は事故時に確実に操作できることが要求される。そのため、空気駆動弁には、遠隔手動弁操作設備による人力操作機構とポンペによる駆動機構を二次格納施設外に設置し、電動駆動弁についても遠隔手動弁操作設備による人力操作機構を二次格納容器外に設置している。また、電動駆動弁（二次隔離弁）が単一故障した場合に備え、それをバイパスする手動駆動弁を設置し、弁操作に対する信頼性の向上を図った構成としている。

また、ドイツのプラントでは、フィルタ装置の下流側に逆止弁が設置されているが、柏崎刈羽 6/7 号炉には設置していない。これは、逆止弁の固着等により、格納容器ベントの実施が阻害されるのを防止するためである。しかしながら、ベント実施後には格納容器圧力逃がし装置内が負圧となり、排気口から空気を吸い込む可能性がある。そのため、格納容器ベント実施後には、可搬型窒素供給装置により格納容器圧力逃がし装置の窒素パージを実施することとしている。

以上より、諸外国のプラントと柏崎刈羽 6/7 号炉では、格納容器圧力逃がし装置の弁構成が異なるが、これは設計思想の違いであり、諸外国の懸念事項に対して、柏崎刈羽 6/7 号炉の弁構成であったとしても対策は施せていると考えている。