

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第6号機 設計及び工事計画審査資料	
資料番号	KK6 補足-008 改0
提出年月日	2023年12月22日

工事計画に係る補足説明資料（原子炉冷却系統施設）

2023年12月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

資料 No.	添付書類名称	補足説明資料（内容）	備考
1	クラス1 機器及び炉心支持構造物の応力腐食割れ対策に関する説明書に係る補足説明資料		
2	発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護に関する説明書に係る補足説明資料		
3	原子炉格納容器内の原子炉冷却材の漏えいを監視する装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書に係る補足説明資料		
4	流体振動又は温度変動による損傷の防止に関する説明書に係る補足説明資料		
5	非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの有効吸込水頭に関する説明書に係る補足説明資料	1. 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの有効吸込水頭について 2. 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備及び圧力低減設備その他の安全設備で兼用するポンプの有効NPSH 評価条件について	今回提出範囲
6	安全弁及び逃がし弁の吹出量計算書に係る補足説明資料		

別紙 工認添付書類と設置許可まとめ資料との関係

非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの
有効吸込水頭に関する説明書に係る補足説明資料

目 次

1. 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの有効吸込水頭について 1
2. 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備及び圧力低減設備その他の安全設備で兼用するポンプの有効 NPSH 評価条件について 3

1. 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備のポンプの有効吸込水頭について
 (1) 高圧代替注水ポンプの有効吸込水頭に関する補足説明

記載内容		値	根拠
項目			
H_a : 吸込み液面に作用する絶対圧力		10.3m	水源である復水貯蔵槽は大気に開放しているため、吸込み液面に作用する絶対圧力は、大気圧とし10.3mとしている。
H_s : 吸込揚程		<input type="text"/> m	<p>静水頭は、以下の差分 <input type="text"/> m の小数点以下第二位を切り捨てし <input type="text"/> m としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水源の水位 : T. M. S. L. <input type="text"/> m (復水貯水槽の水位低警報水位) ● ポンプの吸込み口高さ : T. M. S. L. <input type="text"/> m <p>水源の水位としては、プラント運転時の復水貯水槽の水位低警報水位とした。</p>
H_1 : ポンプ吸込配管圧損		<input type="text"/> m	<p>復水貯水槽から高圧代替注水ポンプまでの配管及び弁類圧損は、高圧代替注水ポンプが以下の流量*で運転することを想定する。</p> <p>この場合、復水貯水槽から高圧代替注水ポンプまでの配管及び弁類圧損の合計値は、<input type="text"/> m となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 高圧代替注水ポンプ : $182\text{m}^3/\text{h} \times 1$ 台 <p>ポンプ吸込配管圧損は、圧損合計値より <input type="text"/> m に設定する。</p> <p>注* : 復水貯水槽から高圧代替注水ポンプの吸込配管は、高圧炉心注水ポンプ、原子炉隔離時冷却系ポンプ並びに低圧代替注水系、格納容器下部注水系、代替格納容器スプレイ系及び代替循環冷却系に用いる復水移送ポンプと共用する部分があるが、同時使用しない運用であるため、高圧炉心注水系ポンプ等の運転流量を圧損計算上で考慮する必要はない。</p>
h_s : ポンプ吸込口における飽和蒸気圧水頭		2.7m	復水貯水槽の最高使用温度 66°C における飽和蒸気圧水頭として、2.7m としている。
有効 NPSH ($H_a + H_s - H_1 - h_s$)		<input type="text"/> m	<p>有効 NPSH は、以下の計算式により算出している。</p> $\text{有効 NPSH} = H_a + H_s - H_1 - h_s$ $= 10.3\text{m} + \text{ m} - \text{ m} - 2.7\text{m}$ $= \text{ m}$
必要 NPSH		<input type="text"/> m	高圧代替注水ポンプ運転流量 $182\text{m}^3/\text{h}$ における必要 NPSH としてポンプ性能より設定している。
評価結果			<p>有効 NPSH と必要 NPSH との関係は以下のとおりとなり、必要 NPSH が確保されることからポンプ運転状態として問題ない結果となる。</p> <p>有効 NPSH: <input type="text"/> m > 必要 NPSH: <input type="text"/> m</p>

(2) 低圧代替注水系に用いる復水移送ポンプの有効吸込水頭に関する補足説明

記載内容		値	根拠
項目			
H_a : 吸込み液面に作用する絶対圧力		10.3m	水源である復水貯蔵槽は大気に開放しているため、吸込み液面に作用する絶対圧力は、大気圧とし10.3mとしている。
H_s : 吸込揚程		<input type="text"/> m	<p>静水頭は、以下の差分 <input type="text"/> m の小数点以下第二位を切り捨てし <input type="text"/> m としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水源の水位: T. M. S. L. <input type="text"/> m (復水貯水槽の復水移送ポンプ停止水位) ● 水源の水位としては、プラント定検時の復水貯水槽の復水移送ポンプ停止水位とした。 ● ポンプの吸込み口高さ: T. M. S. L. <input type="text"/> m
H_1 : ポンプ吸込配管圧損		<input type="text"/> m	<p>復水貯水槽から復水移送ポンプまでの配管及び弁類圧損は、復水移送ポンプが以下の流量*で運転することを想定する。 この場合、復水貯水槽から復水移送ポンプまでの配管及び弁類圧損の合計値は、<input type="text"/> m となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 復水移送ポンプ: <input type="text"/> m³/h × 2 台 <p>ポンプ吸込配管圧損は、圧損合計値より <input type="text"/> m に設定する。</p> <p>注記*: 復水貯水槽から復水移送ポンプの吸込配管は、高圧炉心注水系ポンプ、原子炉隔離時冷却系ポンプ、高圧代替注水系ポンプ並びに格納容器下部注水系、代替格納容器スプレイス系及び代替循環冷却系に用いる復水移送ポンプと共用する部分があるが、同時使用しない運用であるため、高圧炉心注水系ポンプ等の運転流量を圧損計算上で考慮する必要はない。</p>
h_s : ポンプ吸込口における飽和蒸気圧水頭		2.7m	復水貯水槽の最高使用温度 66°C における飽和蒸気圧水頭として、2.7m としている。
有効 NPSH ($H_a + H_s - H_1 - h_s$)		<input type="text"/> m	<p>有効 NPSH は、以下の計算式により算出している。</p> $\begin{aligned} \text{有効 NPSH} &= H_a + H_s - H_1 - h_s \\ &= 10.3\text{m} + \text{ m} - \text{ m} - 2.7\text{m} \\ &= \text{ m} \end{aligned}$
必要 NPSH		<input type="text"/> m	復水移送ポンプ運転流量 <input type="text"/> m ³ /h における必要 NPSH としてポンプ性能より設定している。
評価結果			<p>有効 NPSH と必要 NPSH との関係は以下のとおりとなり、必要 NPSH が確保されることからポンプ運転状態として問題ない結果となる。</p> <p>有効 NPSH: <input type="text"/> m > 必要 NPSH: <input type="text"/> m</p>

2. 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備及び圧力低減設備その他の安全設備で兼用するポンプの有効NPSH評価条件について
設計及び工事計画認可申請書において、「非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備」の原子炉压力容器に注水するために使用するポンプ及び「圧力低減設備」の原子炉格納容器熱除去又は冷却のために使用するポンプとして兼用するポンプについて、それぞれの機能に期待する際の有効NPSH評価条件を比較し、評価対象を整理した結果を下表に示す。また、各ポンプの系統機能の概要を第1～3図に示す。

第1表 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備及び圧力低減設備その他の安全設備で兼用するポンプの有効NPSH評価条件の比較

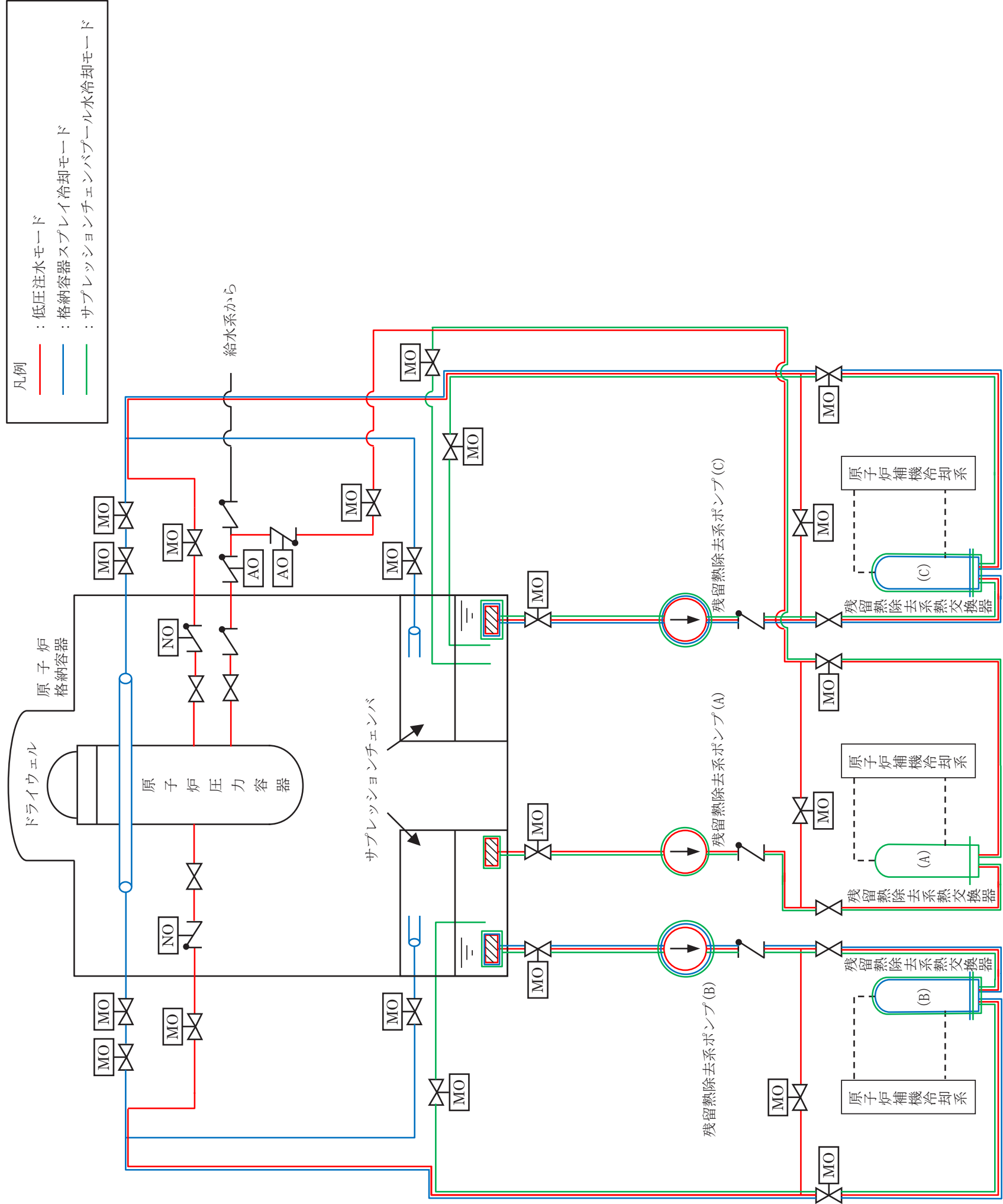
ポンプ名称	系統機能	水源	有効NPSH評価条件				評価対象の整理	
			流量	水源の圧力	水源の水位	水源の温度		異物有無
残留熱除去系ポンプ	低圧注水	サブプレッションプール	954m ³ /h	□℃の飽和蒸気圧	サブプレッションプール 最低水位	□℃	ストレーナへの異物付着による圧損上昇を考慮するDBA時の評価条件に包絡されることから、個別評価対象外としている。	
	格納容器スプレイ冷却							
	サブプレッションチェンバプール水冷却							
	低圧注水、格納容器スプレイ冷却 (DBA評価)							
復水移送ポンプ	低圧代替注水	復水貯蔵槽	□m ³ /h	大気圧	定検時復水移送ポンプ 停止水位	66℃	吸込配管の圧損等に寄与する流量が最も大きくなる低圧代替注水時を代表とし、IV-1-4-3にて評価している。	
	格納容器下部注水							
	代替格納容器スプレイ冷却							
	代替循環冷却							
可搬型代替注水ポンプ (A-2級) (7号機設備, 6,7号機共用)	低圧代替注水	防火水槽 淡水貯水池	84m ³ /h	□MPa [gauge]*1	サブプレッションプール 最低水位	85℃*2	代替循環冷却時は、原子炉炉冷却材配管の破断による異物がストレーナに付着し、圧損が増加することから、IV-1-8-4にて評価している。 水源が同じ場合、吸込配管 (ホース) のルートも同じであるため、圧損等に寄与する流量が最も大きくなる時が代表となる。 防火水槽を水源として使用する場合、水の供給設備として使用するときが最大流量となる。また、淡水貯水池を水源として使用する場合、配管圧損が大きいもの、防火水槽を水源として使用する場合の方が、水源の水位が厳しくなり、有効NPSHが小さくなるため、評価対象外とする。さらに、海を水源とする場合、大容量送水車 (海水取水用) により可搬型代替注水ポンプ (A-2級) の必要NPSHを上回る押込水頭が可搬型代替注水ポンプ (A-2級) の吸込側にかかるよう設計していることから、評価対象外とする。	
	水の供給設備							
	格納容器下部注水	防火水槽 淡水貯水池 海*3	130m ³ /h	大気圧	水源側可搬型代替注水ポンプ (A-2級) : 防火水槽下端 下流側可搬型代替注水ポンプ (A-2級) : 水源側可搬型代替注水ポンプ (A-2級) もしくは大容量送水車 (海水取水用) の押込水頭を吸込側に向け、必要NPSHを上回るよう考慮	40℃	以上より、水の供給設備として機能を期待するときが代表となるため、令和2年10月14日付け原規規発第2010147号にて認可された柏崎刈羽原子力発電所第7号機の設計及び工事の計画のV-1-4-3にて評価している。	
	代替格納容器スプレイ冷却							
	低圧代替注水+代替格納容器スプレイ冷却	防火水槽 淡水貯水池	90m ³ /h 80m ³ /h 120m ³ /h*4					

注記*1 : 水源としてのS/C圧力は、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))解析より外部支援が期待できない7日後のS/C圧力が最も低くなることから、保守的に有効性評価解析結果より厳しいS/C圧力としている。

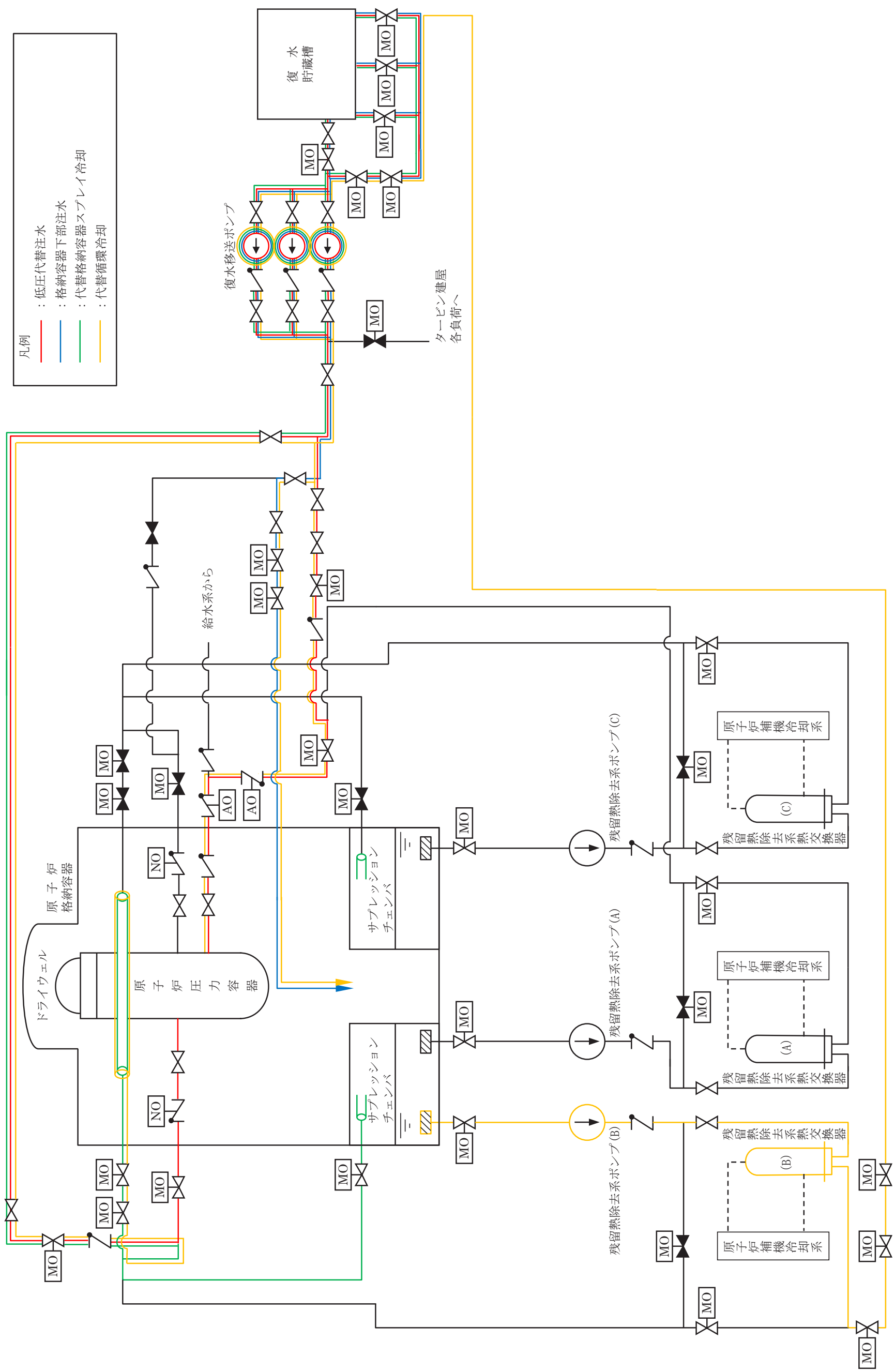
*2 : 重大事故等時の復水移送ポンプの最高使用温度を、復水移送ポンプ吸込口での水温としている。

*3 : 可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) は、大容量送水車 (海水取水用) を介して海を水源とする。大容量送水車 (海水取水用) の付属品である水中ポンプには、吸込口に異物混入防止のフィルタを設置する設計とする。万一、ポンプの吸込口のフィルタが詰まった場合は、ポンプの起動停止によるフィルタ閉塞の回復及び水中ポンプの吊り上げによるフィルタ清掃が短時間で可能である。

*4 : 原子炉圧力容器への注水流量は $40\text{m}^3/\text{h}$ 、原子炉格納容器へのスプレイ流量は $80\text{m}^3/\text{h}$ である。



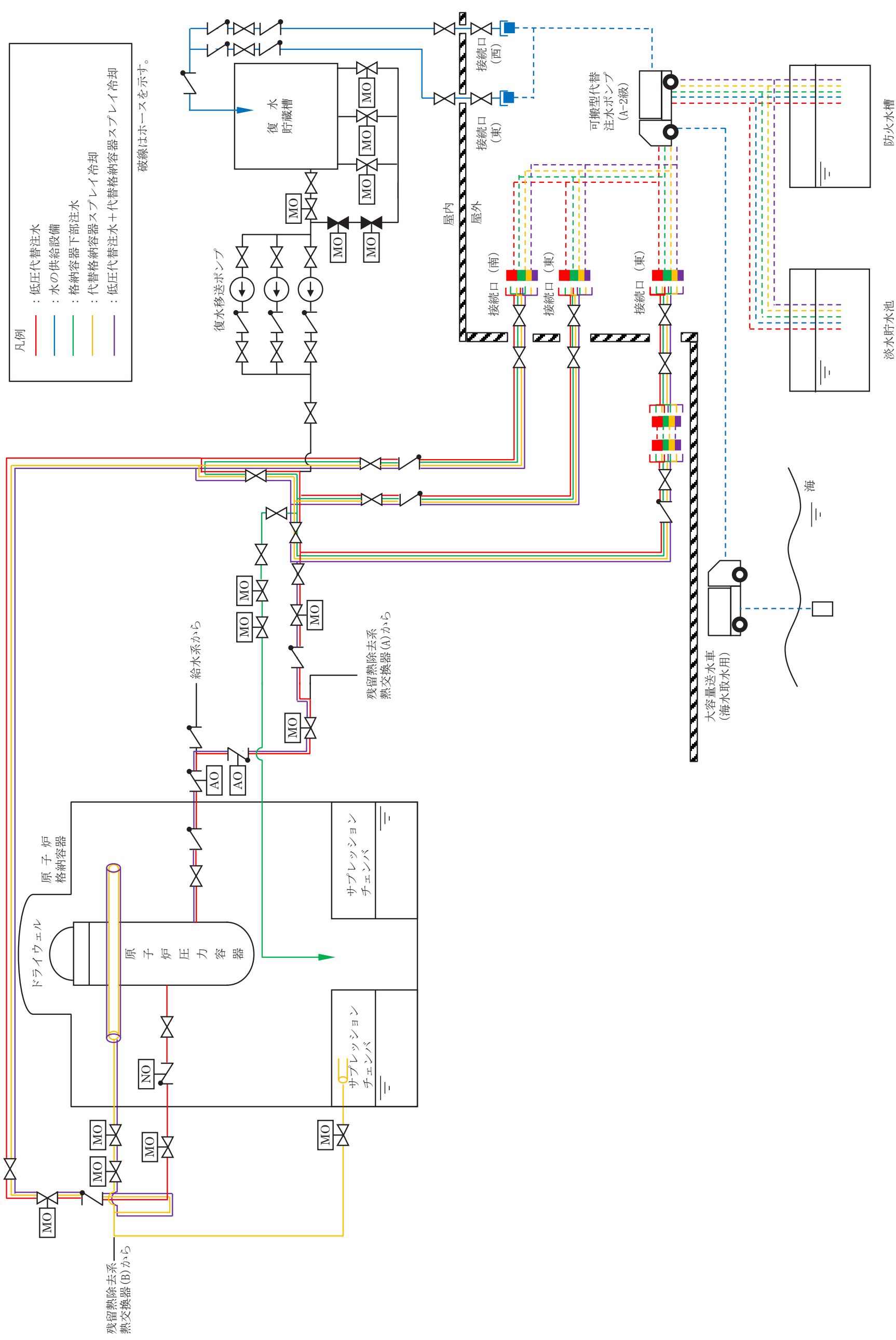
第1図 残留熱除去系ポンプ 系統機能概要図



凡例

- : 低圧代替注水
- : 格納容器下部注水
- : 代替格納容器スプレイ冷却
- : 代替循環冷却

第2図 復水移送ポンプ 系統機能概要図



第3図 可搬型代替注水ポンプ 系統機能概要図