



島根原子力発電所保安規定審査資料	
資料番号	保-06(改01)
提出年月日	2023年11月22日

島根原子力発電所
新規制基準への適合性確認に係る
保安規定変更認可申請（補正）について
（SA設備のLCO/AOT コメント回答）

2023年11月
中国電力株式会社

1. 説明実績

2023/3/28 第1129回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合
島根原子力発電所保安規定変更認可申請に係る概要を説明。

- ①新規制基準施行に伴う変更
- ②火山影響等発生時の体制の整備に伴う変更
- ③有毒ガス発生時の体制の整備に伴う変更
- ④原子力安全文化の育成および維持活動体制の見直し

2. 本資料の説明内容

2023/3/28の審査会合における、新規制基準施行に伴う変更のうち重大事故等対処設備に係る運転上の制限等（SA設備のLCO/AOT）に対する指摘事項について回答する。

No	審査会合(3/28)指摘事項	回答	資料
1	<p>原子炉隔離時冷却系ポンプの「低圧運転点」でのサーベイランスについて、先行審査プラントとの相違点を説明すること。その上で、所内蒸気を用いてサーベイランスを行うと判断した理由、主蒸気にてサーベイランスを行うとした場合のプラントへの影響について、建設時に実施した主蒸気を用いた「低圧運転点」の試験方法及び保安規定審査基準の「実条件性能確認」との対応関係を踏まえて説明すること。</p>	<p>低圧運転点はメーカーによるBWR標準設計に対して設計上の配慮として設定したものであり、先行プラントでは設定されていない。</p> <p>低圧運転点での試験は、以下の理由により所内蒸気を用いる。</p> <ul style="list-style-type: none">・タービン制御系の制御範囲外のため、手動操作による原子炉圧力の制御により原子炉圧力を一定に保持する必要があるが、試験時の原子炉圧力の上昇・低下操作を繰り返すことによる中性子束の変動を招く恐れがあるため、手動操作による原子炉圧力の制御は運転操作上好ましくない。・主蒸気を用いた低圧運転点の試験は建設時の試験実績のみであるため、運転操作への配慮が必要になる。 <p>低圧運転点におけるポンプ性能の確認として所内蒸気を用いた確認運転を行い、蒸气流路の健全性の確認として従来から実施している運転点において主蒸気を用いた確認運転を行うことで、実条件と同等の試験が可能である。</p>	スライド P.4～7

No	審査会合(3/28)指摘事項	回答	資料
2	<p>残留熱代替除去系のサーベイランスの実施方法について、保安規定審査基準(確認する機能が必要となる事故時等の条件で必要な性能が発揮できるかを確認するための十分な方法)の要求事項を踏まえ、対象機器を含めた系統の「実条件性能確認」として、十分な方法であることを説明すること。また、説明においては、テストタンクを用いたライン構成での確認が、重大事故時に使用する際の系統構成での圧損を踏まえたものになっていること等、実条件性能確認との同等性を有するものであることを説明すること。</p>	<p>残留熱代替除去ポンプ(以下、RHARポンプという。)のサーベイランスはテストタンクを用いた確認運転を実施することとしているが、複数の試験を組み合わせて実施することにより、実条件性能確認が可能である。</p> <p>テストタンクを用いた循環運転を行う場合においても、残留熱代替除去系(以下、RHARという。)使用時の流路の圧力損失は、ポンプの必要揚程および有効NPSH評価において考慮している。</p>	スライド P.8～13

2. 指摘事項に対する回答 No.1

【審査会合における指摘事項 No.1】

原子炉隔離時冷却系ポンプの「低圧運転点」でのサーベイランスについて、先行審査プラントとの相違点を説明すること。その上で、所内蒸気を用いてサーベイランスを行うと判断した理由、主蒸気にてサーベイランスを行うとした場合のプラントへの影響について、建設時に実施した主蒸気を用いた「低圧運転点」の試験方法及び保安規定審査基準の「実条件性能確認」との対応関係を踏まえて説明すること。

【指摘事項への回答】

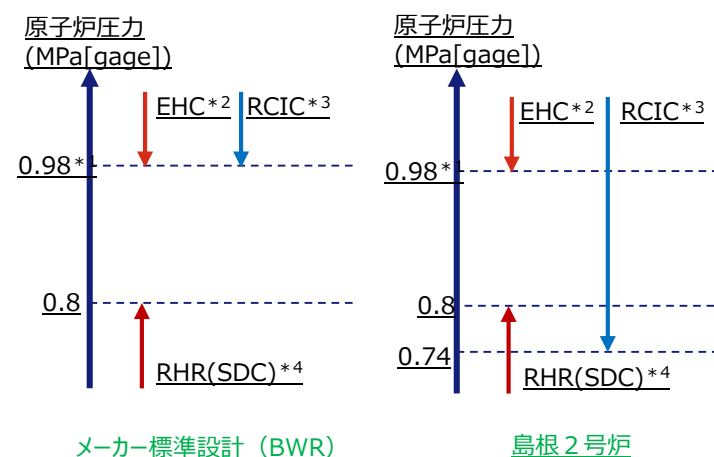
- 低圧運転点はメーカーによるBWR標準設計に対して設計上の配慮として設定したものであり、先行プラントでは設定されていない。

表 原子炉隔離時冷却系の確認運転条件

	第41条変更前	第41条変更後
定事検 停止時	・主蒸気を用いた確認運転 (0.98MPa[gage]相当)	・主蒸気を用いた確認運転 (0.98MPa[gage]相当) ・ 所内蒸気を用いた確認運転 (0.74MPa[gage]※相当)
		先行プラント との相違
月例 点検時	・主蒸気を用いた確認運転 (通常運転圧力)	・主蒸気を用いた確認運転 (通常運転圧力)

注：下線で変更点を示す。

※：島根2号炉では、設計上の配慮として原子炉隔離時冷却系と残留熱除去系（停止時冷却モード）の運転範囲が重複するようにメーカー標準設計（0.98MPa[gage]）から見直し、原子炉隔離時冷却系の運転下限圧力を0.74MPa[gage]として設計している。（残留熱除去系（停止時冷却モード）の運転上限圧力：0.8MPa[gage]）



注記*1：10kg/cm²（≒150psi）の単位換算値

*2：タービン制御系による主蒸気圧力の制御圧力設定範囲

*3：原子炉隔離時冷却系運転範囲

*4：残留熱除去系（停止時冷却モード）運転範囲

2. 指摘事項に対する回答 No.1

➤ 低圧運転点での試験は、以下の理由により所内蒸気を用いる。

- タービン制御系の制御範囲外のため、手動操作により原子炉圧力を一定に保持する必要があるが、試験時の原子炉圧力の上昇・低下操作を繰返すことによる中性子束の変動を招く恐れがあるため、手動操作による原子炉圧力の制御は運転操作上好ましくない。
- 主蒸気を用いた低圧運転点の試験は建設時の試験実績のみであるため、運転操作への配慮が必要になる。なお、所内蒸気による試験は、定事検停止時にタービントリップ試験としてタービン単体試験を実施しており、弁の開度調整により蒸気圧力は容易に調整可能であるため、運転操作に当たっての懸念はない。

※ 原子炉設置変更許可申請書添付書類十における低圧運転点（0.74MPa[gage]）は、原子炉減圧の過程において原子炉隔離時冷却系の機能に期待する最低圧力であり、運転操作により設定する圧力ではないことから、運転操作による当該圧力への調整可否の確認は不要である。

2. 指摘事項に対する回答 No.1

- 低圧運転点におけるポンプ性能の確認として所内蒸気を用いた確認運転を行い、蒸気流路の健全性の確認として従来から実施している運転点において主蒸気を用いた確認運転を行うことで、実条件と同等の試験が可能である。

表 実条件とサーベイランス条件の比較

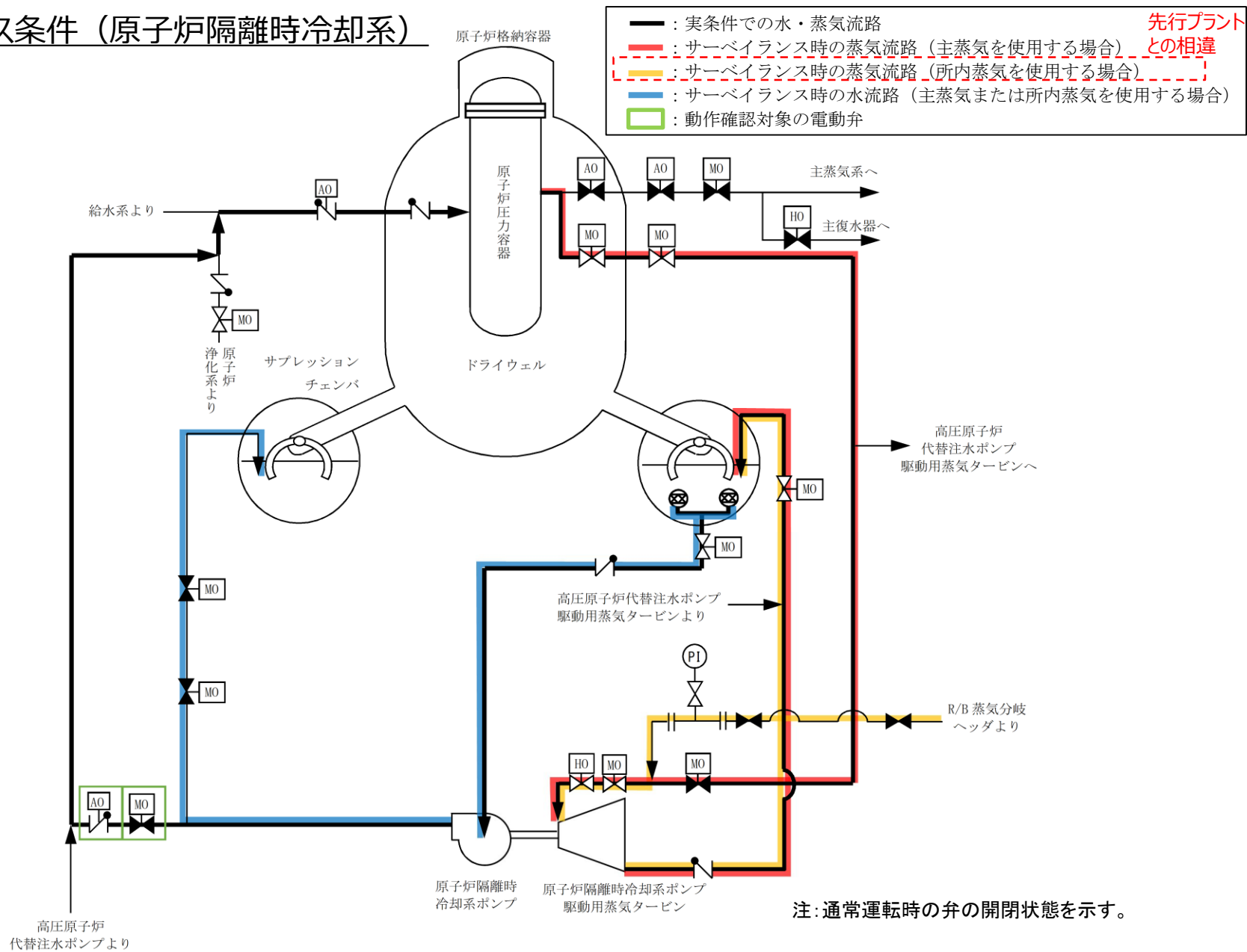
項目	条件の比較		実条件性能適合性の考え方		
	実条件	サーベイランス条件	実条件との差異	実条件性能評価	
タービン	蒸気	主蒸気	①：所内蒸気 ②，③：主蒸気	差異有り（①：0.74MPa[gage] 相当の主蒸気による確認運転は運 転操作上好ましくない）	②，③で実条件と同等の条件による 確認運転を実施する。
	蒸気 圧力	0.74MPa [gage]以上	①：0.74MPa[gage] ②：0.98MPa[gage] ③：通常運転圧力	差異無し	—
	蒸気 流路	原子炉圧力 容器～サブ プレッションチェン バ	①：所内蒸気系～サブプレッション チェンバ ②，③：原子炉圧力容器～サ プレッションチェンバ	差異有り（①：0.74MPa[gage] 相当の主蒸気による確認運転は運 転操作上好ましくない）	②，③で実条件と同等の条件による 確認運転を実施する。
ポンプ	水源	サブプレッション チェンバ	①，②，③：サブプレッションチェン バ	差異無し	—
	水流 路	サブプレッション チェンバ～原 子炉	①，②，③：サブプレッションチェン バ～サブプレッションチェンバ	差異有り（原子炉出力および原子 炉水位の変動、注水に伴う原子炉 水質の悪化により原子炉への送水 は原子力安全上困難）	・ポンプの起動試験により、必要な流 量・揚程を満足することを確認する。 ・電動弁の開閉試験により、系統構成 が適切になされることを確認する。
	流量	91m ³ /h	91m ³ /h	差異無し	—
	全揚 程	蒸気圧力 + 44m	蒸気圧力 +44m	差異無し	—

注1：下線は先行プラントとの実質的な相違箇所を示す。

注2：①は定事検停止時、②は定事検停止後の原子炉起動中、③は月例点検時を示す。

2. 指摘事項に対する回答 No.1

サーベイランス条件（原子炉隔離時冷却系）



2. 指摘事項に対する回答 No.2

【審査会合における指摘事項 No.2】

残留熱代替除去系のサーベイランスの実施方法について、保安規定審査基準（確認する機能が必要となる事故時等の条件で必要な性能が発揮できるかを確認するための十分な方法）の要求事項を踏まえ、対象機器を含めた系統の「実条件性能確認」として、十分な方法であることを説明すること。また、説明においては、テストタンクを用いたライン構成での確認が、重大事故時に使用する際の系統構成での圧損を踏まえたものになっていること等、実条件性能確認との同等性を有するものであることを説明すること。

【指摘事項への回答】

- RHARポンプのサーベイランスは水源として、サブプレッションチェンバではなく、テストタンクを用いた確認運転を実施することとしているが、複数の試験を組み合わせて実施することにより、実条件性能確認が可能である。
- テストタンクを用いた循環運転を行う場合においても、RHAR使用時の流路の圧力損失は、ポンプの必要揚程および有効NPSH評価において考慮している。

2. 指摘事項に対する回答 No.2

- RHARポンプは、サプレッションチェンバを水源とした有効吸込水頭を確保するため、原子炉建物地下2階に設置する必要があるが、原子炉建物地下2階のうち管理区域には設置スペースを確保できないため、原子炉建物地下2階のうち非管理区域に設置している。
- 以下の理由により、サプレッションチェンバを水源としたRHARポンプの確認運転は、非管理区域においてテストタンクを用いた循環運転によりRHARポンプの確認運転を行うこととする。
 - RHARポンプ設置エリアは非管理区域の屋内ホースの接続ルートとして設定されており、RHARポンプ設置エリアを管理区域として設定する場合、RHARポンプ設置エリアを迂回してホースを敷設する必要があり、重大事故等時の現場作業に要する時間が長くなる。このため、RHARポンプ設置エリアを管理区域として設定することは、原子力安全上困難である。
 - サプレッションチェンバを水源としてRHARポンプの確認運転を実施した場合、確認運転後に非管理区域の機器への通水による除染を行ったとしても、弁やポンプは複雑な構造であり、軸封部等の狭隘な部位や部材表面の凹凸に粒子状の放射性物質が入り込むことで、内部の水の流れが少ない部分に滞留した放射性物質を取り除けない可能性がある。また、配管内部に付着した放射性物質が通水により取り除けない場合、配管は溶接により接続された長尺物であることから、分解による配管内部の除染は構造上困難である。このため、サプレッションチェンバ内部水を非管理区域の機器へ通水することは放射線防護上困難である。
 - 分解および組立に起因したシール部の漏えい等の不具合が生じる機会が増えるため、ポンプ等の除染を目的として分解回数を増やすことは、原子力安全上困難である。
- 今回停止期間はサプレッションチェンバ内部水の入れ替えを行うため、非管理区域の機器への放射性物質の付着は少ないと考えられることから、サプレッションチェンバを水源としたRHARポンプの確認運転により実条件性能の確認を行い、テストタンク水源でのRHARポンプの確認運転により実条件と同等の性能評価が可能であることを確認する。

2. 指摘事項に対する回答 No.2

- RHARポンプのサーベイランスはテストタンクを用いた確認運転を実施することとしているが、以下の通り複数の試験を組み合わせて実施することにより、実条件性能確認が可能である。

表 実条件とサーベイランス条件の比較

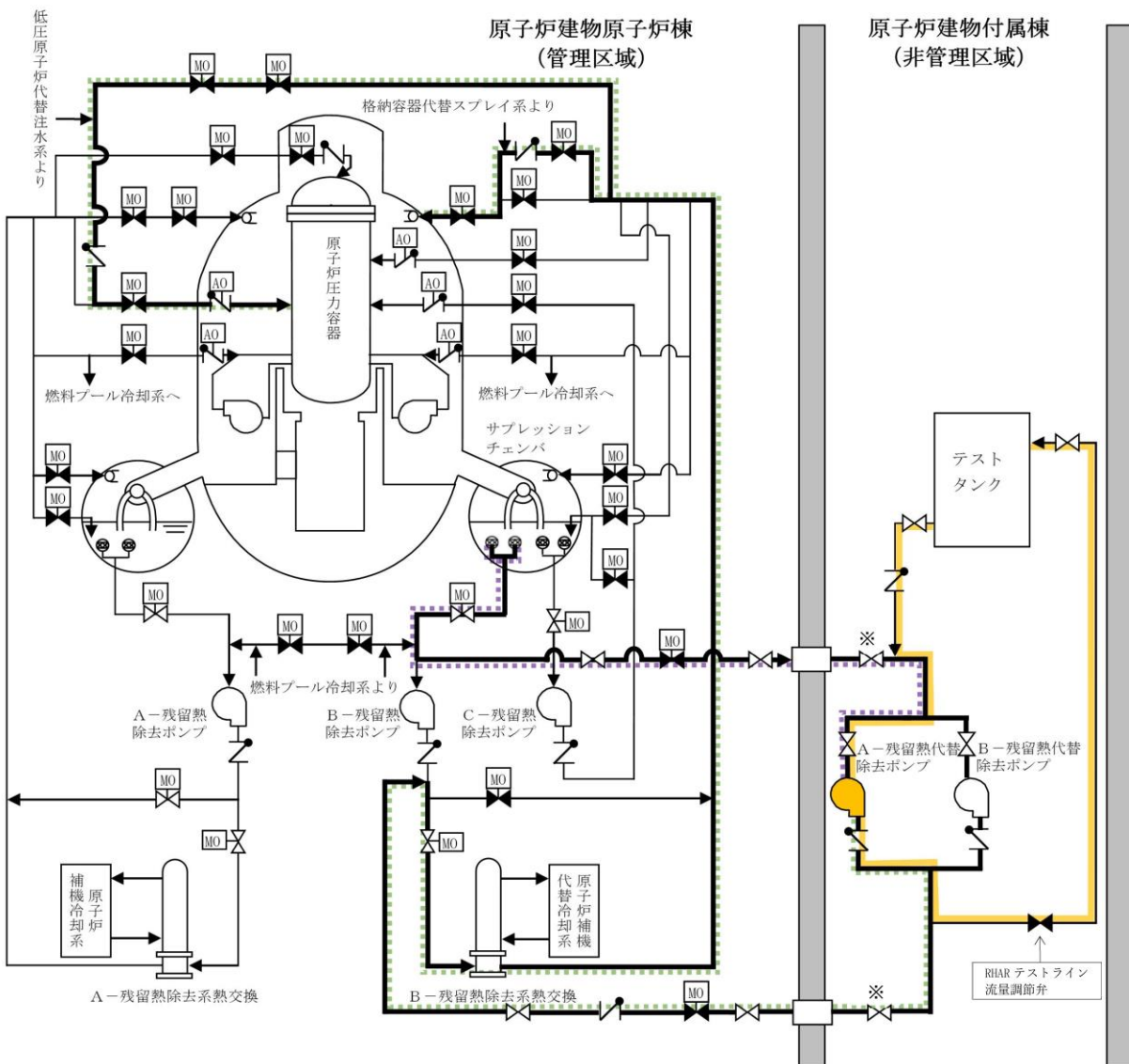
項目	条件の比較		実条件性能適合性の考え方		
	実条件	サーベイランス条件	実条件との差異	実条件性能評価	
ポンプ性能	流量	<input type="text"/> m ³ /h	<input type="text"/> m ³ /h	差異無し	－
	揚程	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	差異無し	－
	吸込側流路の圧力損失	サプレッションチェンバ～RHARポンプ	テストタンク～RHARポンプ	差異有り（①の理由により困難）	有効NPSH評価において圧力損失を考慮
	吐出側流路の圧力損失	RHARポンプ～ドライウエルまたは原子炉圧力容器	RHARポンプ～テストタンク	差異有り（②の理由により困難）	必要揚程として圧力損失を考慮
	流路	サプレッションチェンバ～ドライウエルまたは原子炉圧力容器	テストタンク～テストタンク	差異有り（①および②の理由により困難）	<ul style="list-style-type: none"> ・RHARポンプの起動試験により、必要な流量・揚程を満足することを確認 ・RHRポンプの確認運転により、RHRの流路の通水確認を実施 ・電動弁の開閉試験により、系統構成が適切になされることを月例点検時に確認 ・主な流路の通水確認を定事検停止時に実施
水源	サプレッションチェンバ	テストタンク	差異有り（①の理由により困難）	RHRポンプの確認運転において、サプレッションチェンバを水源としたポンプの運転が可能であることを確認	

注1：テストタンクを用いたRHARポンプの確認運転時のサーベイランス内容を示す。

注2：実条件と同等の条件によりサーベイランスが実施できない理由を以下に示す。

- ①：確認運転後に非管理区域の機器の除染を行ったとしても内部に滞留した放射性物質を取り除けない可能性があるため放射線防護上困難
 ②：原子炉出力および原子炉水位の変動、注水に伴う原子炉水質の悪化により原子炉への送水は原子力安全上困難

流路の圧力損失の考慮方法



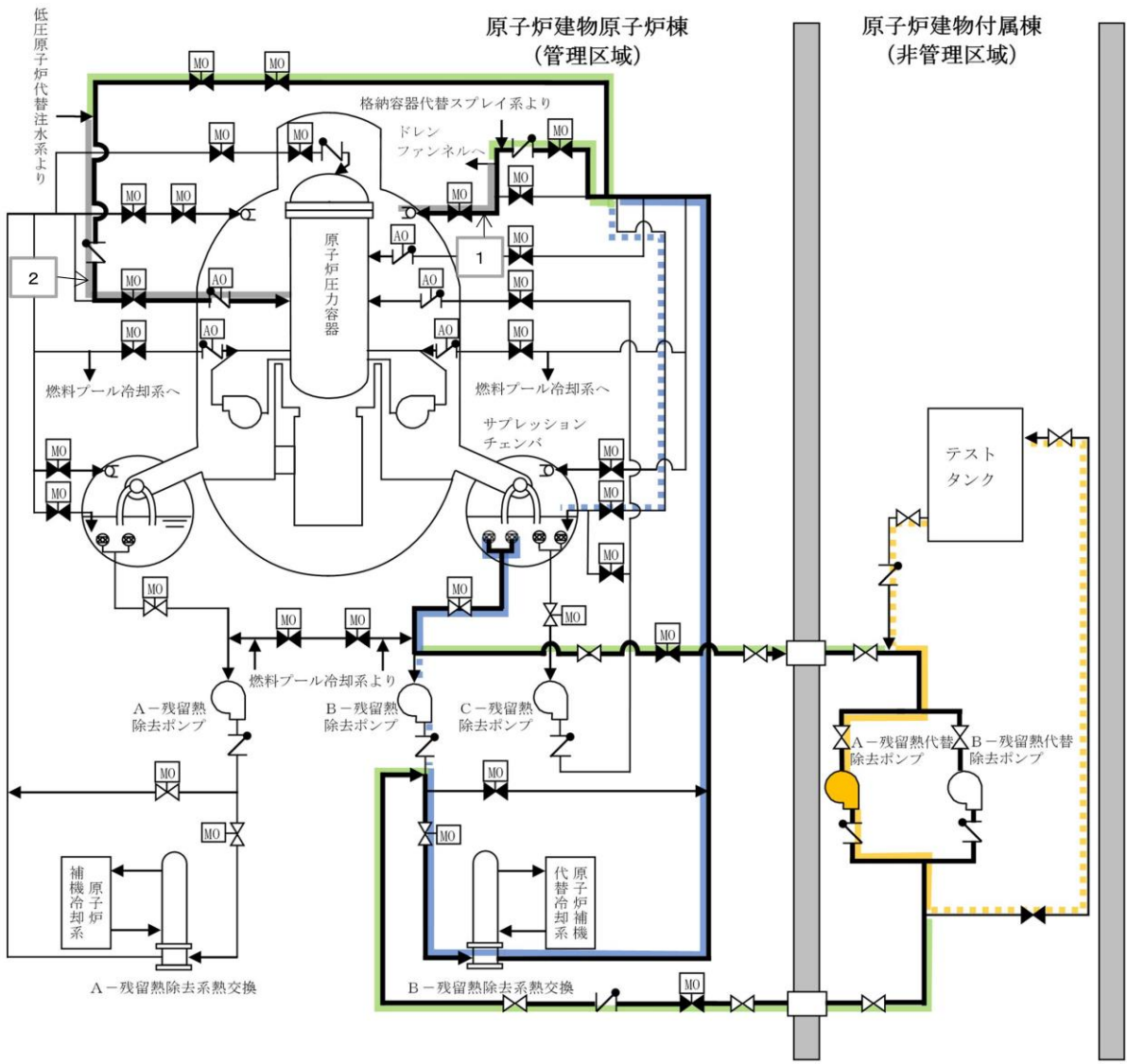
[実条件性能評価]

- テストタンクを用いた循環運転を行う場合においても、RHAR使用時の流路の圧力損失は、ポンプの必要揚程および有効NPSH評価において考慮している。

- (太線) : 重大事故等時の RHAR の流路
- (細線) : その他の配管
- (黄線) : RHAR ポンプテストライン (B-RHAR ポンプの場合も同様)
- (紫点線) : 有効NPSH 評価により圧力損失を考慮する範囲
- (緑点線) : ポンプの必要揚程として圧力損失を考慮する範囲

注: 通常運転時の弁の開閉状態を示す。

定事検停止時のサーベイランス



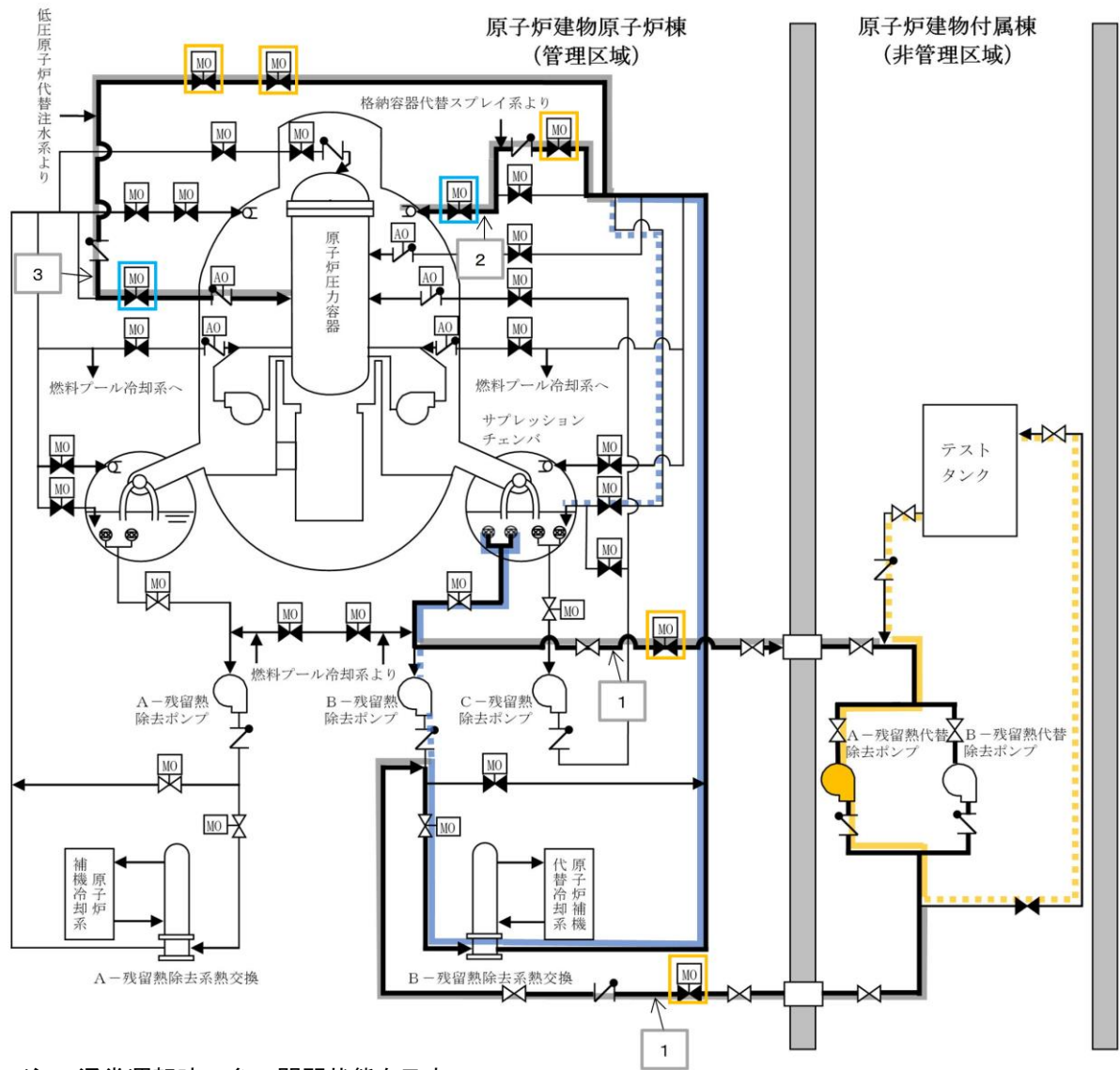
- [実条件性能評価]
- ポンプ運転で確認する流量・揚程は実条件と同じ
 - テストタンクを水源としたRHRポンプの確認運転および通水確認を合わせて実施することにより、RHARポンプ使用時の主な流路の健全性の確認が可能
 - 通水確認が困難な範囲の電動弁の動作確認により、系統構成が適切になされることを月例試験時に確認する。
 - RHARポンプの確認運転はテストタンクを水源とするものの、RHRポンプの確認運転において、サブプレッションチェンバを水源としたポンプの運転が可能であることを確認する。

— : 重大事故等時のRHARの流路
 — : その他の配管
 — : RHAR確認運転における流路 (A-RHARポンプの例, B-RHARポンプの場合も同様)
 — : RHR確認運転における流路
 — : 通水確認を行う範囲
 — : 以下の理由により通水確認が困難な範囲

1 : 被水によるドライウェル機器の破損防止
 2 : 原子炉出力の変動, 原子炉水位の変動, 原子炉圧力容器への異物混入の防止

注1: 通常運転時の弁の開閉状態を示す。
 注2: 重大事故等時のRHARの流路以外のポンプ確認運転の流路を点線で示す。

月例点検時のサーベイランス



[実条件性能評価]

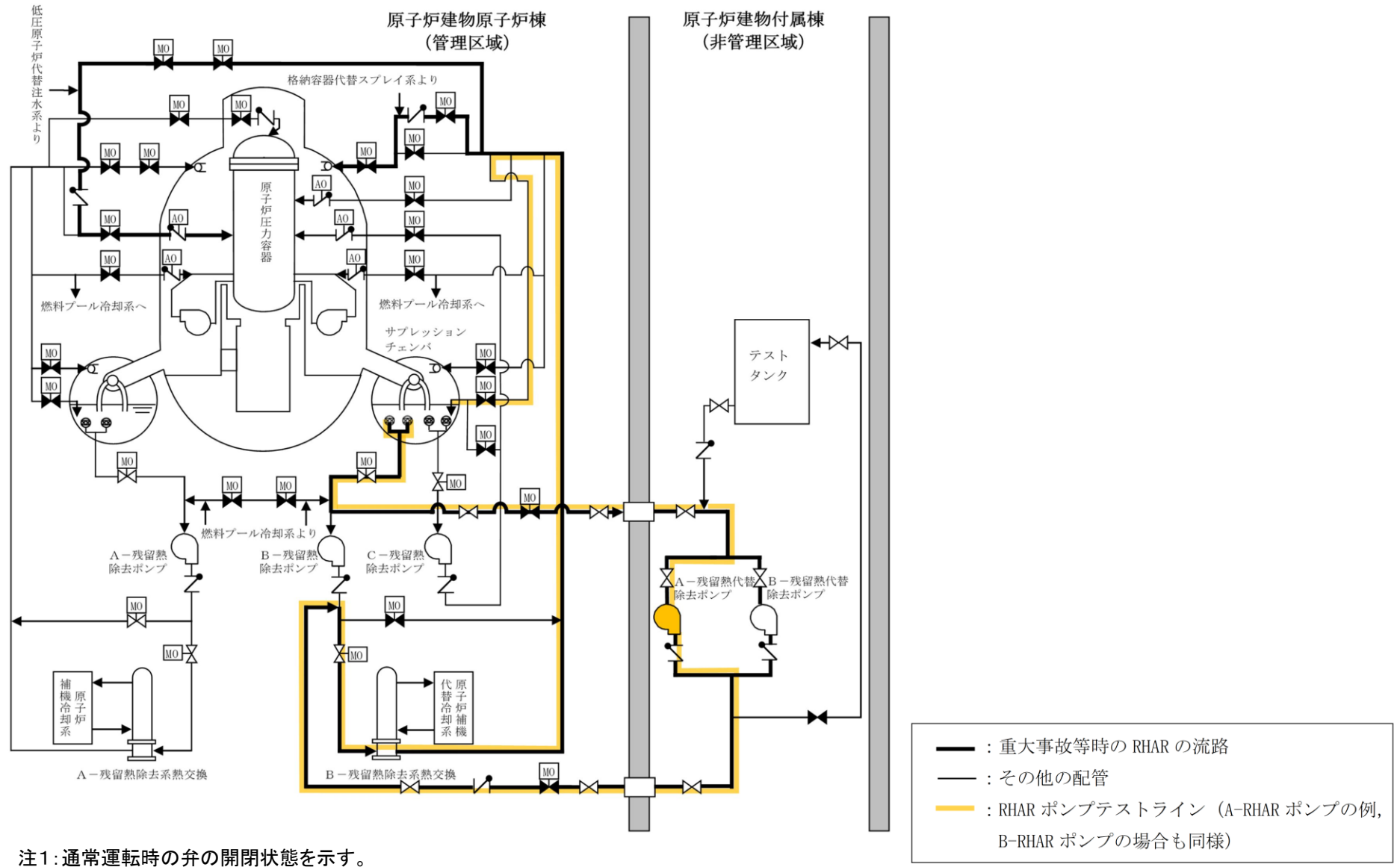
- 弁の動作確認により系統構成が適切になされること、ポンプが動作可能であることを確認
- 通水確認が困難な範囲については、定事検停止時に通水確認を行う。

- : 重大事故等時の RHR の流路
 - : その他の配管
 - (Yellow) : 動作確認対象の弁 (RHAR)
 - (Blue) : 動作確認対象の弁 (RHR)
 - (Yellow) : RHAR 確認運転における流路 (A-RHAR ポンプの例, B-RHAR ポンプの場合も同様)
 - (Blue) : RHR 確認運転における流路
 - (Grey) : 以下の理由により通水確認が困難な範囲
- 1 : サブプレッションチェンバ水源を使用することによる放射性物質の管理区域外への放出防止
 - 2 : 被水によるドライウェル機器の破損防止
 - 3 : 原子炉出力の変動, 原子炉水位の変動, 原子炉圧力容器への異物混入の防止

注1: 通常運転時の弁の開閉状態を示す。
 注2: 重大事故等時のRHARの流路以外のポンプ確認運転の流路を点線で示す。

2. 指摘事項に対する回答 No.2

サプレッションチェンバを水源としたRHARポンプ確認運転（今回停止期間）



注1: 通常運転時の弁の開閉状態を示す。