

島根原子力発電所第2号機 審査資料

資料番号

NS2-他-067

提出年月日

2022年3月7日

島根原子力発電所第2号機

工事計画認可申請（補正）に係る論点整理について

2022年3月
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

Energia

■ 説明内容

- 工事計画認可申請（補正）に係る論点について、第1018回審査会合（2021年12月7日）にて示した主な説明事項を含め、審査の中で論点として整理された項目について説明する。

分類	No. (主な説明事項)	項目
[1] 詳細設計送り事項	1-12	ブローアウトパネル閉止装置
	1-13	【新規追加】非常用ガス処理系吸込口の位置変更による影響
	1-14	【新規追加】原子炉ウェル排気ラインの閉止及び原子炉ウェル水張りラインにおけるドレン弁の閉運用による影響
[2] 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項	2-1	安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策
[3] 設置変更許可審査時からの設計変更内容	3-1	ドライウェル水位計（原子炉格納容器床面 + 1.0m）設置高さの変更
	3-2	格納容器酸素濃度（B系）及び格納容器水素濃度（B系）計測範囲の変更
	3-3	【新規追加】第4保管エリアの形状変更
	3-4	【新規追加】放射性物質吸着材の設置箇所の変更

- なお、今後の審査にて論点として抽出されたものについても審査会合にて説明する。

[1] 詳細設計申送り事項

■ 説明内容

- 第1018回審査会合（2021年12月7日）において示した主な説明事項のうち、『 [1] 詳細設計申送り事項』のNo.1-12について説明する。
- また、第1018回審査会合（2021年12月7日）での指摘事項に関する内容を主な説明事項No.1-13及びNo.1-14とし、指摘事項に対する回答について説明する。

No. (主な説明事項)	項目	概要
1-12	ブローアウトパネル閉止装置	設置変更許可段階においてダンパを採用すること等を説明しているブローアウトパネル閉止装置について、加振試験等の詳細設計の結果について説明する。
1-13	【新規追加】 非常用ガス処理系吸込口の 位置変更による影響	【審査会合での指摘事項】 非常用ガス処理系など今回の申請で配管の取り回し等を変更している設備について、当該変更が既存の機能へ悪影響を及ぼすことがないことを説明すること。
1-14	【新規追加】 原子炉ウェル排気ラインの閉止 及び原子炉ウェル水張りライン におけるドレン弁の閉運用によ る影響	【審査会合での指摘事項】 原子炉ウェル排気ライン及び水張りラインについて、許可での議論を踏まえ、閉止対策の詳細設計について、既設設備を閉止することの悪影響も含めて、今後の審査で説明すること。

【1-12】ブローアウトパネル閉止装置（1/6）

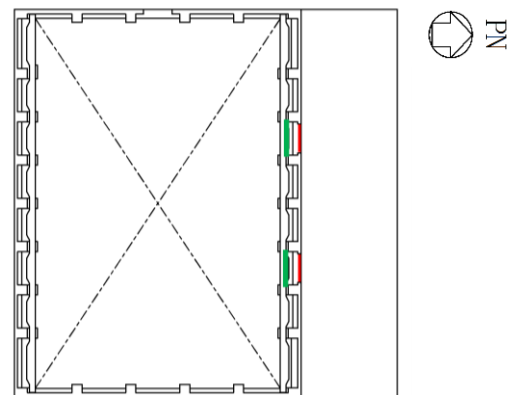
1. ブローアウトパネル閉止装置の要求機能

➤ 概要

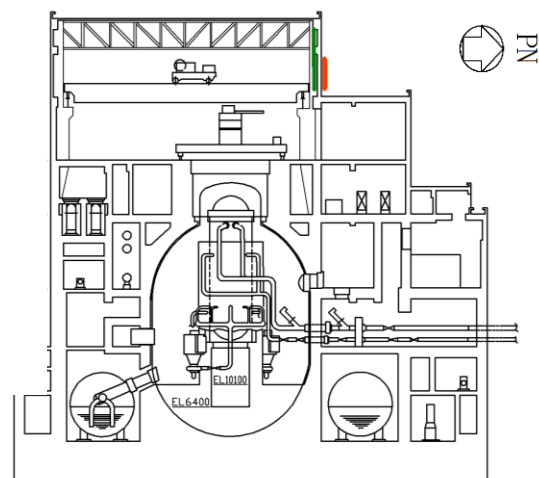
- 重大事故等対処設備である原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置（以下「BOP閉止装置」という。）は、重大事故等時、原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルが開放し、原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル開口部を閉止する必要がある場合に、この開口部を容易かつ確実に閉止することを目的に設置する。
- BOP閉止装置は、原子炉建物原子炉棟外壁北側に2枚設置されている原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルの開口部を閉止するため、原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル1枚あたり1式設置する。

➤ BOP閉止装置の要求機能

- BOP閉止装置は、容易かつ確実に閉止操作する機能が必要であり、閉止後は原子炉建物原子炉棟の壁の一部となることから、二次格納施設のバウンダリとして原子炉建物原子炉棟を負圧に維持できる気密性を保持できることが必要である。また、これらの機能は、基準地震動 S_s により損なわれないようにする必要がある。
- BOP閉止装置は、現場において人力による操作が可能なものとする必要がある。



原子炉建物地上4階中間床 概略平面図



原子炉建物原子炉棟断面図

- : 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル
- : BOP閉止装置

図1 BOP閉止装置配置図

2. BOP閉止装置の詳細設計

➤ BOP閉止装置の詳細設計方針

- BOP閉止装置は、1式（24台）のダンパ方式とし、取付架台を介して原子炉建物原子炉棟に設置する。
- BOP閉止装置は、中央制御室から容易かつ確実に閉止操作できるように設計する。
- 閉止後においては、羽根に取り付けられているパッキングがケーシングに押し付けられることによって気密性を保持するように設計する。
- これらの機能は基準地震動 S_s により損なわれない設計とする。
- 現場にて人力により操作できるように設計する。
- 上記については設置許可段階に説明した設計方針から変更はない。

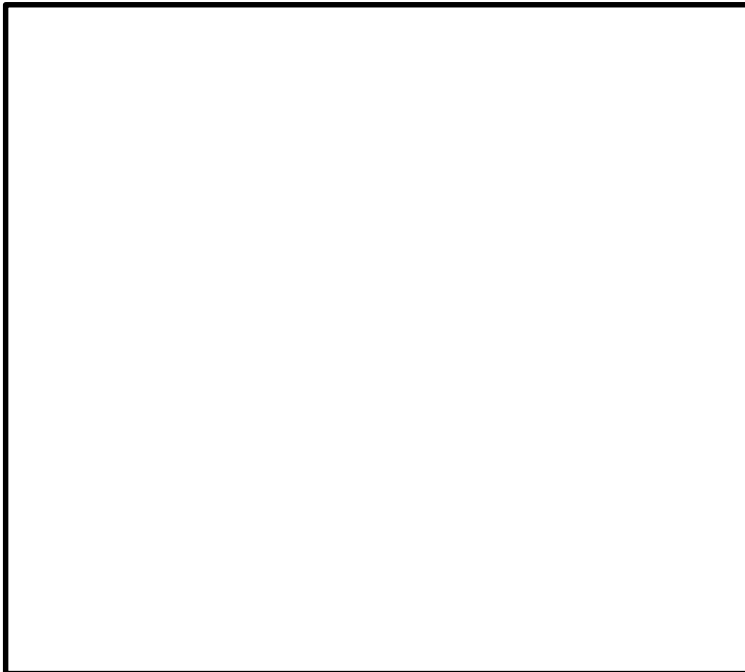


図2 BOP閉止装置（1式）全体概要図

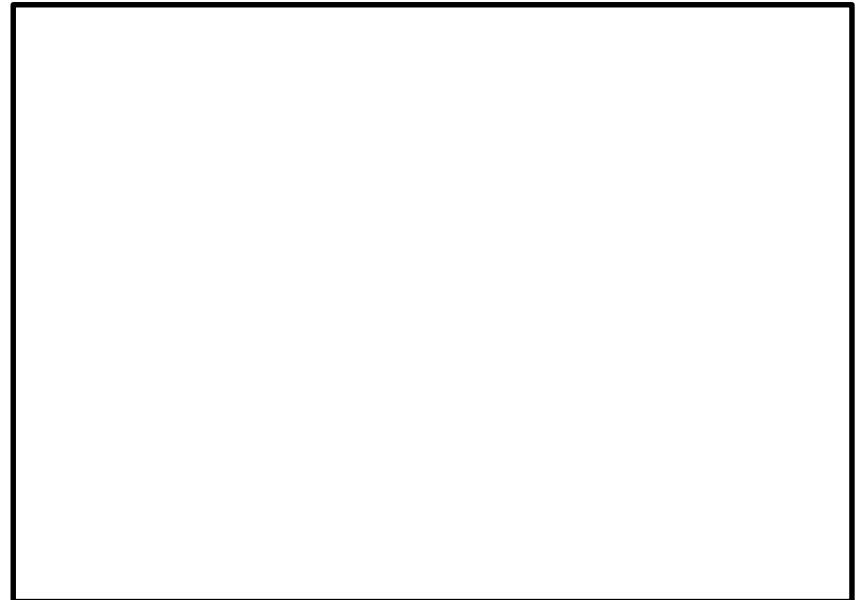


図3 BOP閉止装置構造図
（例として2連ダンパを示す）

➤ BOP閉止装置の詳細設計内容

- BOP閉止装置は、中央制御室から電動で開閉できる設計とする。
- 羽根は通常運転中、開状態で駆動部のウォームギアによるセルフロックで常時固定される設計とする。
- リミットスイッチにより羽根の開閉状態を中央制御室にて確認できる設計とする。
- 羽根は、閉止動作の際、羽根の淵に取り付けられたパッキンをケーシングに押し付け、その状態で駆動部のウォームギアのセルフロックにより閉保持することで全閉状態において高い気密性を確保する設計とする。
- 羽根は、羽根閉状態で地震により羽根が開方向へ回転し、羽根の気密性能に影響を与えないよう、駆動部のウォームギアのセルフロックにより羽根の動きを拘束する設計とする。
- BOP閉止装置は、現場にて手動操作できるよう、駆動部に設けたハンドルにて人力で開閉操作可能な設計とする。

これらの詳細設計の成立性を確認するため、実機大モックアップを製作し、加振試験等を実施した。

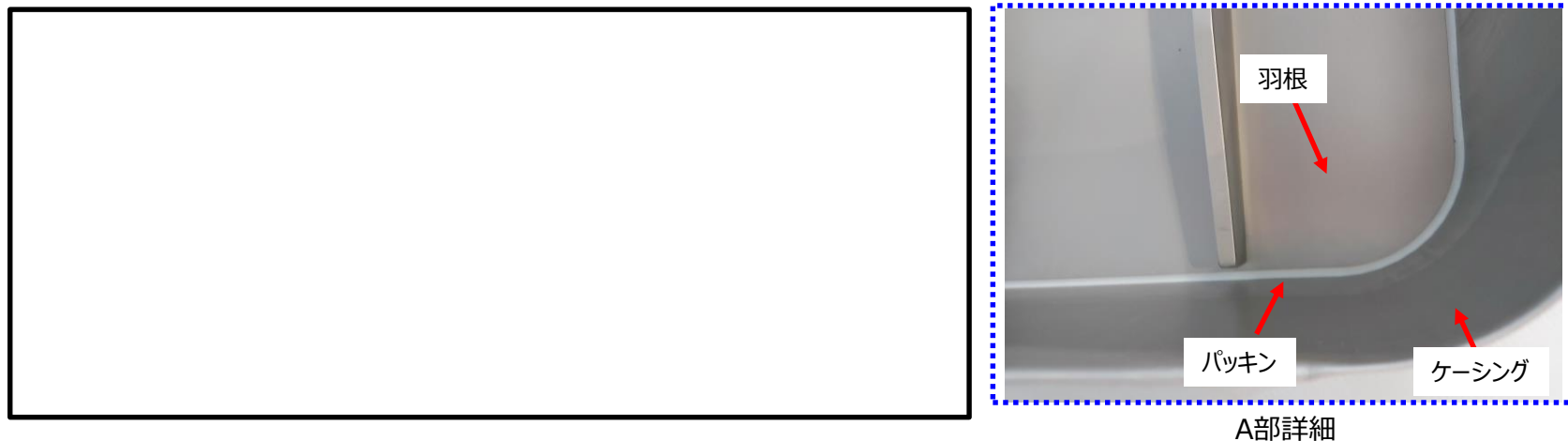


図4 BOP閉止装置手動ハンドルの設置位置及びパッキン取付状況

3. BOP閉止装置の加振試験及び機能確認試験

- BOP閉止装置の詳細設計の成立性を確認するため、実機大モックアップ装置を用いて加振試験及び加振後に以下の機能を確認するための機能確認試験を実施する。
 - 容易かつ確実に閉止操作する機能（手動操作を含む）
 - 閉止後に原子炉建物原子炉棟を負圧に維持できる気密性を保持する機能

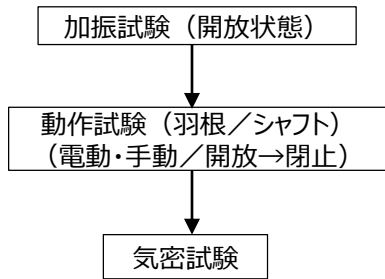
（1）試験方法

試験項目	試験方法
加振試験	模擬地震波による水平及び鉛直方向（X, Y, Zの三方向）の単軸加振を行う。
加振後の作動確認試験	BOP閉止装置が開放状態又は閉止状態において、作動確認及び外観目視確認を実施する。
加振後の気密性能試験	BOP閉止装置が閉止状態において、気密性を確保していることを確認する。

（2）試験概要

〔入力加振波〕：基準地震動 S_s を包絡する模擬地震波（X, Y, Zの三方向）

〔試験手順〕：【羽根開状態】



【羽根閉状態】

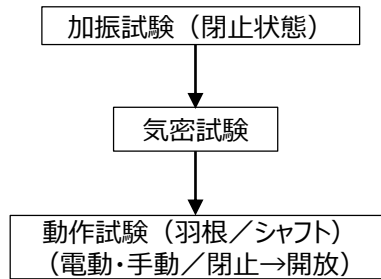


図5 加振試験体概要図

〔気密性能試験〕：送風機により試験装置内を加圧することにより、試験体前後に圧力差を生じさせ試験体のシール部からの漏えい量を測定する。

（3）試験結果

〔加振後の作動確認試験〕

羽根開状態及び羽根閉状態にて模擬地震波で加振後，羽根の作動を確認した結果，作動性に問題はないことを確認した。手動操作についても，問題なく作動することを確認した。

また，外観目視点検を実施し，設備の損傷はなく健全であることを確認した。

表1 BOP閉止装置加振後の羽根の作動確認試験結果

試験対象	加振条件	開閉状態	電動作動時間		手動操作
			加振前動作確認時	加振後動作確認時	
2連ダンパ	S s	開放→閉止	約45秒	約45秒	異常なし
		閉止→開放	約45秒	約45秒	
3連ダンパ	S s	開放→閉止	約47秒	約47秒	異常なし
		閉止→開放	約47秒	約47秒	

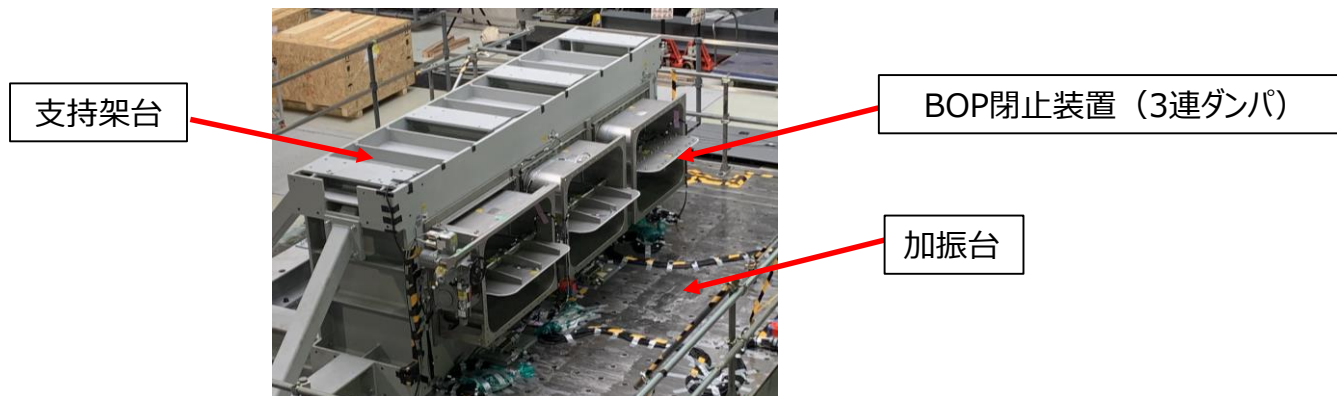


図6 BOP閉止装置加振試験状況（例として3連ダンパを示す）

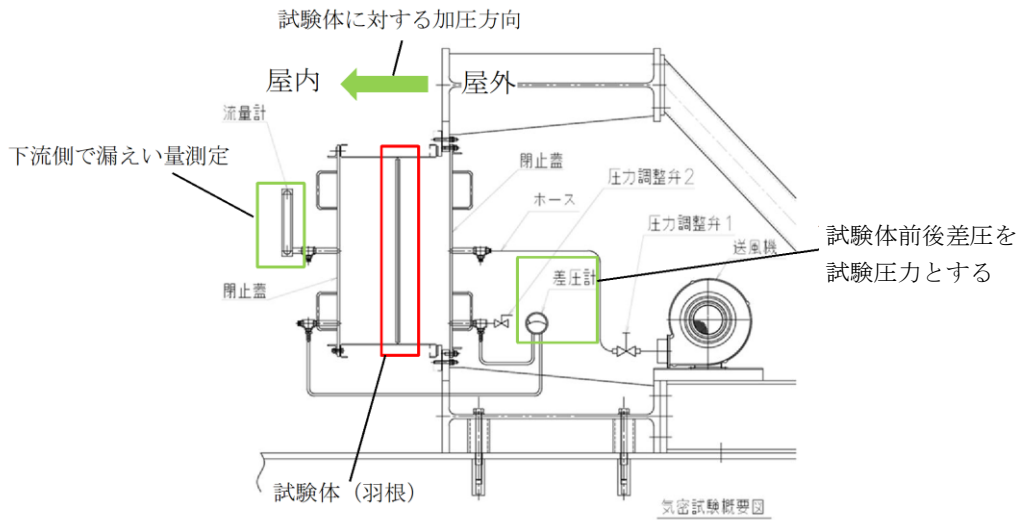
〔加振後の気密性能試験〕

羽根開状態及び羽根閉状態にて模擬地震波で加振後、気密性能試験により通気量を確認した結果、原子炉建物原子炉棟の負圧を達成可能な気密性能を保持していることを確認した。

表2 BOP閉止装置加振後の気密性能試験結果

羽根の初期状態	判定基準 (m ³ /h・m ²)	63Pa*時の通気量 (m ³ /h・m ²)	備考
開	□以下	□	電動にて閉止して試験実施

注記*：非常用ガス処理系の運転により維持される原子炉建物原子炉棟の負圧値を示す。



$$q = Q' / A$$

q : 通気量 (m³/h・m²)

A : ダンパの流路面積 (m²)

Q' : 通過した空気量 (m³/h)

(20℃, 1013hPa換算値)

J I S A 1 5 1 6「建具の気密性試験方法」に準拠

図7 BOP閉止装置気密性能試験概要図

【1-13】非常用ガス処理系吸入口の位置変更による影響（1/2）

1. 概要

非常用ガス処理系吸入口は、原子炉建物原子炉棟2階（周回通路）にある原子炉棟空調換気系排気ダクトに接続していたが、当該ダクトから切り離し、原子炉建物原子炉棟2階（周回通路）天井付近から直接吸引する構成に変更する。

従来	空気の流れを適切に保ち、原子炉建物原子炉棟内の汚染拡大を防止する観点から、原子炉棟空調換気系排気ダクトに接続し、原子炉建物原子炉棟全体から吸引する構成
----	---



変更後	重大事故等時にトーラス室が100℃以上の高温となった場合に、内部流体温度が非常用ガス処理系の設計温度66℃を超過する可能性があるため、吸入口を排気ダクトから切り離し、トーラス室の高温の空気を直接吸引しない構成
-----	--

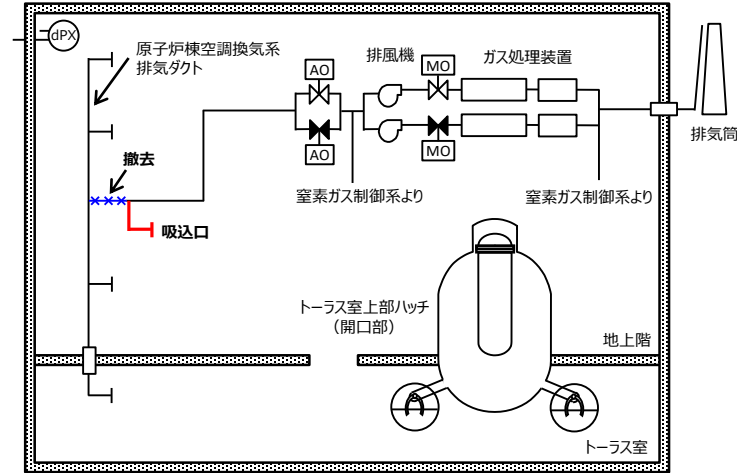


図1 非常用ガス処理系 系統概要図

2. 系統機能の整理

非常用ガス処理系に要求される系統機能

①原子炉建物原子炉棟内の負圧維持機能	原子炉冷却材喪失事故時等に、原子炉棟内の圧力を規定の負圧（約6mmAq）に維持
②放出放射能低減機能	原子炉冷却材喪失事故時等に、原子炉棟からの放出空気中に含まれる放射性物質を除去*し、環境への放出放射能を低減

注記*：重大事故等時においては、高所放出による大気拡散効果のみを期待

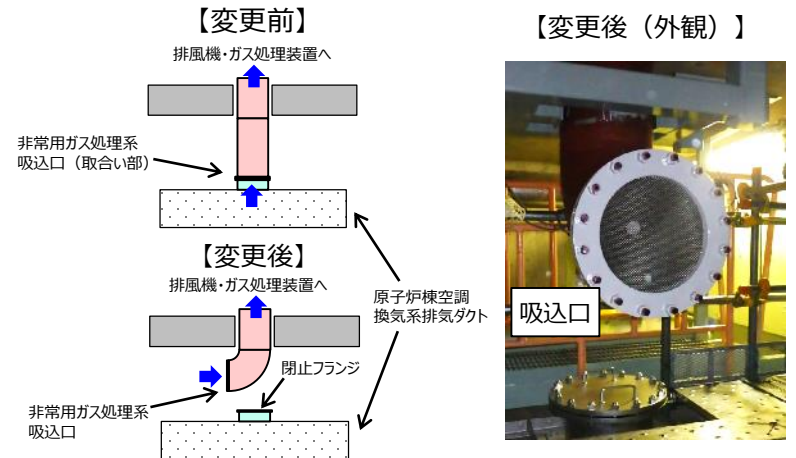


図2 吸入口の位置変更前後の構造・外観

3. 系統機能への影響

① 原子炉建物原子炉棟内の負圧維持

- 吸入口の位置変更により、原子炉建物原子炉棟内の負圧維持機能へ影響がないことを、以下のとおり確認している。
 - 地上階の空気は周回通路や大物搬入口を經由し、地下階の空気は原子炉棟空調換気系排気ダクト（地下階）の流路面積より大きい開口面積であるトラス室上部ハッチを經由することにより、これまでと同様、原子炉建物原子炉棟全体から空気を吸引することが可能である。
 - 排風機までの吸込み配管の長さ・ルートの大きな変更はなく、非常用ガス処理系排風機の容量に影響を与えない。
- なお、非常用ガス処理系起動による負圧達成時間について、机上評価では起動後約250秒と評価しているのに対して、実機においては、吸入口の位置変更によらず約5分であり、影響がないことを確認している。

② 放出放射能低減

- 原子炉建物原子炉棟内の空気を吸入口から吸引したのち、排風機、ガス処理装置フィルタ及び排気管を經由し放出する系統構成の変更はないため、放出放射能の低減機能に影響を与えることはない。

4. 構造健全性への影響

吸入口は非常用ガス処理系の主配管の一部であり、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての機能を有しているため、設備分類や評価条件を踏まえ、吸入口の構造強度に影響がないことを、各計算書にて示すこととしている。

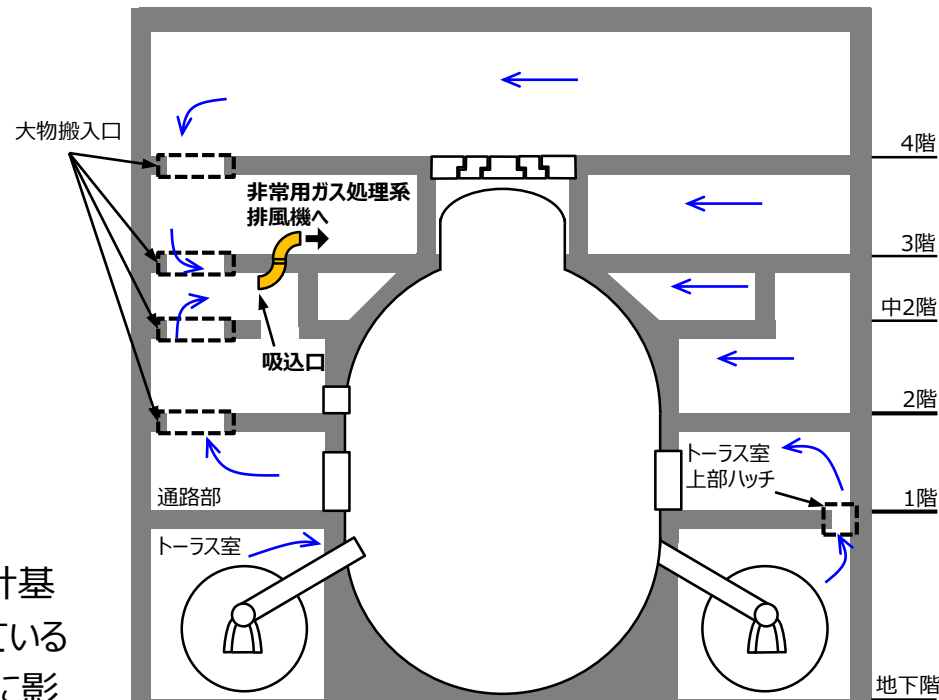


図3 原子炉建物原子炉棟 断面図

【1-14】原子炉ウェル排気ラインの閉止及び原子炉ウェル水張りラインにおける ドレン弁の閉運用による影響（1/3）

1. 概要

- GOTHICコードを用いた水素濃度解析では、ドライウェル主フランジから漏えいする水素ガスは原子炉ウェルシールドプラグの隙間を通して原子炉建物原子炉棟4階に流出する条件で解析を実施しているが、原子炉ウェル排気ライン及び原子炉ウェル水張りラインのドレン弁（V216-512）を通じて原子炉建物原子炉棟4階以外に水素ガスが流出する可能性が考えられることから、次頁に示す対策を実施する。また、その影響について検討する。

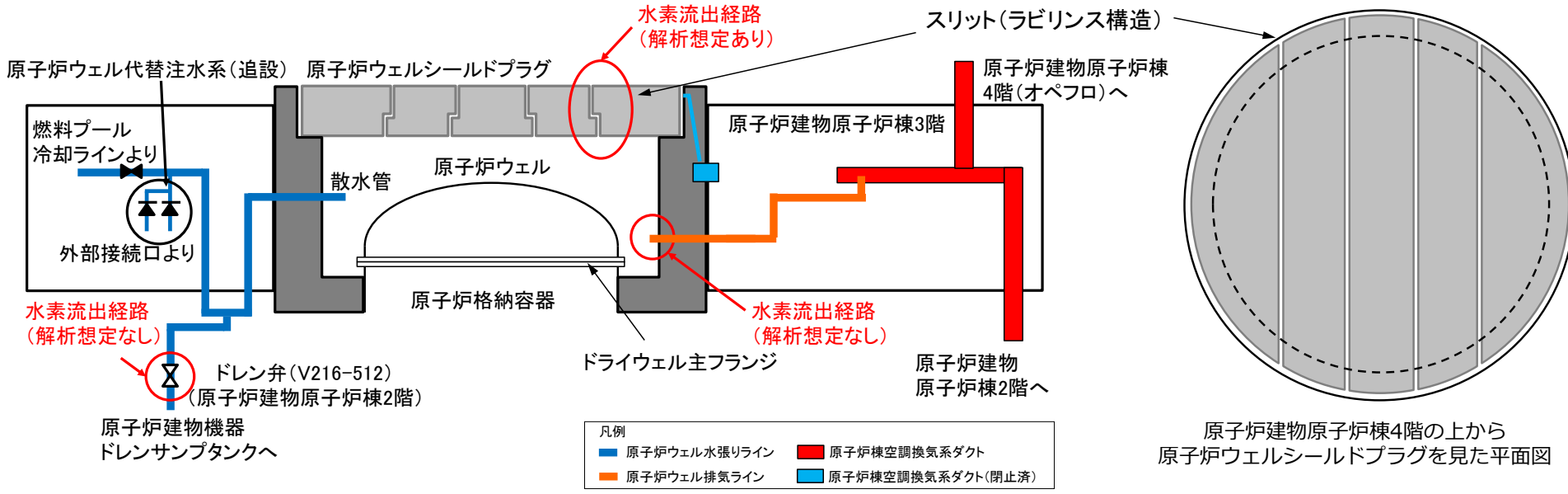


図1 原子炉ウェルからの水素流出

【1-14】原子炉ウェル排気ラインの閉止及び原子炉ウェル水張りラインにおけるドレン弁の閉運用による影響（2/3）

2. 対策

① 原子炉ウェル排気ラインの閉止

- 原子炉ウェル内側の吸込口を閉止（溶接構造）するとともに，原子炉ウェル外側については，原子炉ウェル外側から原子炉棟空調換気系ダクトまでのラインを撤去し，開口部については閉止する。

② 原子炉ウェル水張りラインにおけるドレン弁（V216-512）の閉運用

- ドレン弁（V216-512）の通常運転時の運用を「開」運用から「閉」運用に変更する。

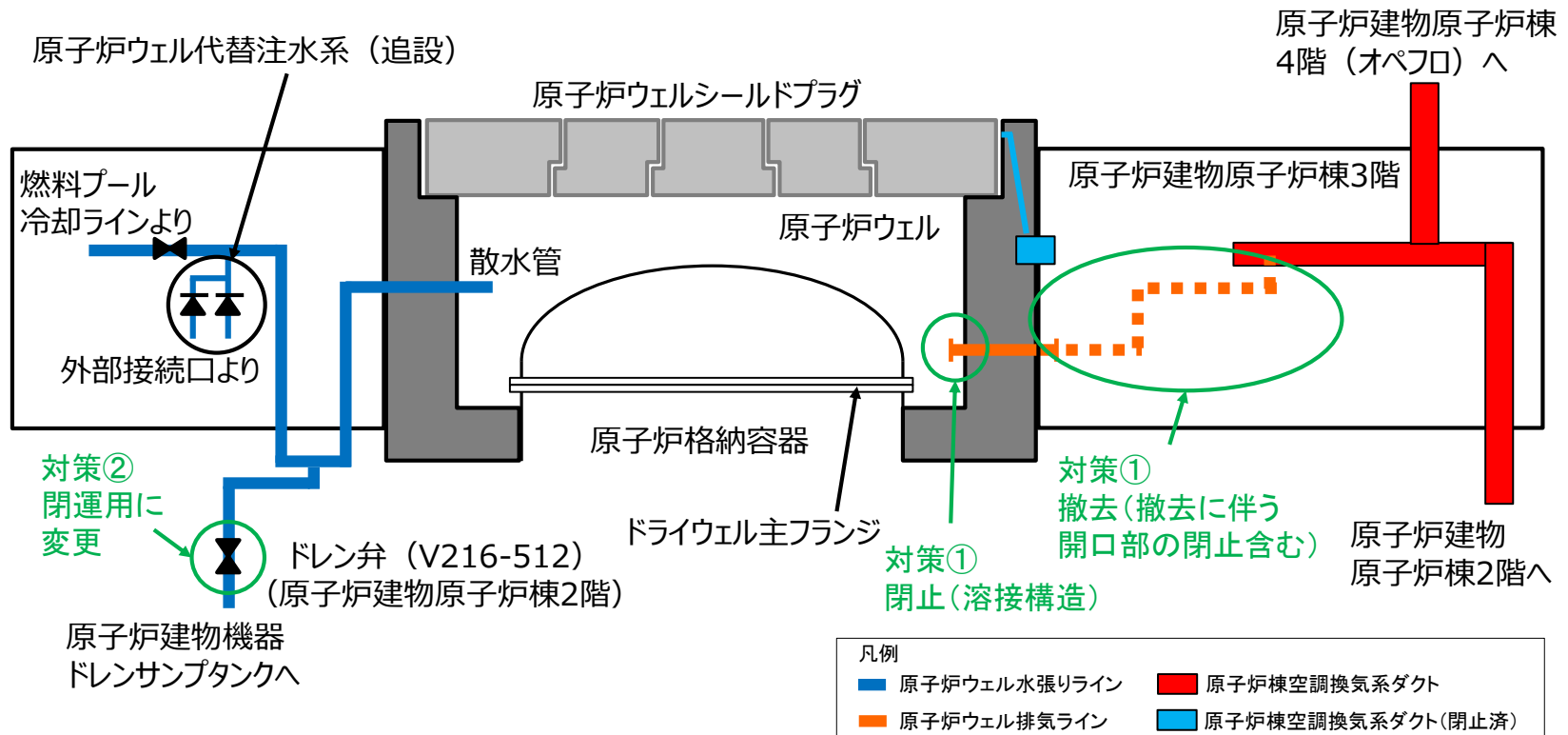


図2 対策イメージ

【1-14】原子炉ウェル排気ラインの閉止及び原子炉ウェル水張りラインにおけるドレン弁の閉運用による影響（3/3）

3. 機能への影響

① 原子炉ウェル排気ラインの閉止

- 原子炉ウェル排気ラインは、通常運転時のドライウェル主フランジからの万一のリークを考慮し、原子炉ウェル内を負圧に保つことを目的に設置しているものであるが、原子炉ウェル排気ラインを閉止しても、ドライウェル主フランジから漏えいしたガスは原子炉ウェル内に溜まることなく、4階に排出された後、原子炉棟空調換気系を通過して適切に処理されることを確認している。
- また、原子炉ウェル排気ラインの排気風量は、原子炉建物原子炉棟全体及び4階の排気風量に対し、ごく僅かであり、当該ラインを閉止したとしても空調バランスへの影響はほとんど無いと考えられるため、当該ラインの吸込口閉止による悪影響はない。

② 原子炉ウェル水張りラインにおけるドレン弁（V216-512）の閉運用

- ドレン弁（V216-512）は、万一、燃料プール冷却ラインとの隔離弁からシートパスした場合に原子炉ウェルへ漏えい水が流入しないよう「開」運用としていた。これを「閉」運用に変更しても、定期的にドレン弁を「開」することにより、燃料プール冷却ラインとの隔離弁からのシートパスの監視及びドレンの排出が可能であることから、「閉」運用による悪影響はない。
- また、新設した原子炉ウェル代替注水系により原子炉ウェルに注水する際には当該ドレン弁（V216-512）の「閉」操作が必要であったことから、運用性も向上する。

[2] 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項

■ 説明内容

- 第1018回審査会合（2021年12月7日）において示した主な説明事項のうち、『[2] 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項』のNo.2-1について説明する。

No. (主な説明事項)	項目	概要
2-1	安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策	遮断時間と短絡電流等により求められるアークエネルギーが、電源盤燃焼試験から求められたしきい値を超えないことを評価することにより、所内電源設備及びD/G設備のHEAF火災対策が適切に実施されていることを説明する。

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策 (1/8)

1. アーク火災発生メカニズム

- 電気盤において、短絡によりアーク放電が発生すると、高温ガスが発生し、急激な圧力・温度上昇に伴うエネルギーの放出が発生する（HEAFの発生）。
- 高温ガスはアーク放電の発生箇所に滞留し、高温ガスから可燃物にエネルギーが伝搬する。
- 可燃物に、あるしきい値以上のエネルギーが印加されるとアーク火災が発生する。
- アーク火災の発生を防止するため、アーク放電によるエネルギーが、火災発生のしきい値を超えないように、アーク放電の遮断時間を適切に設計することによりHEAF火災対策（以下、「HEAF対策」という）を実施する。

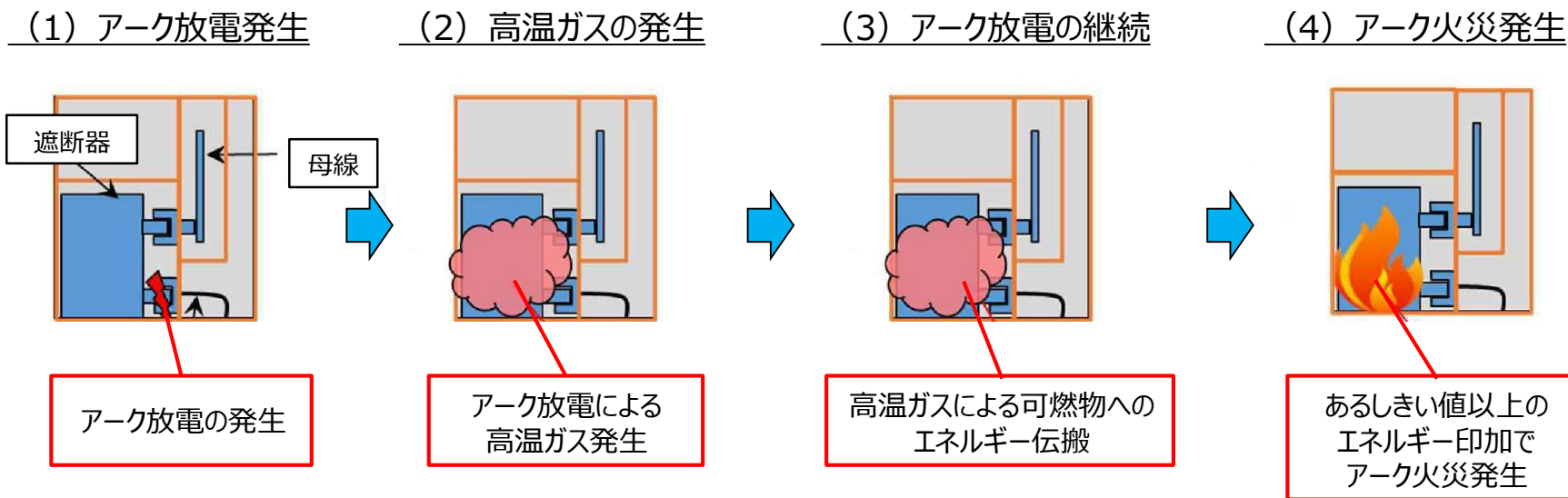
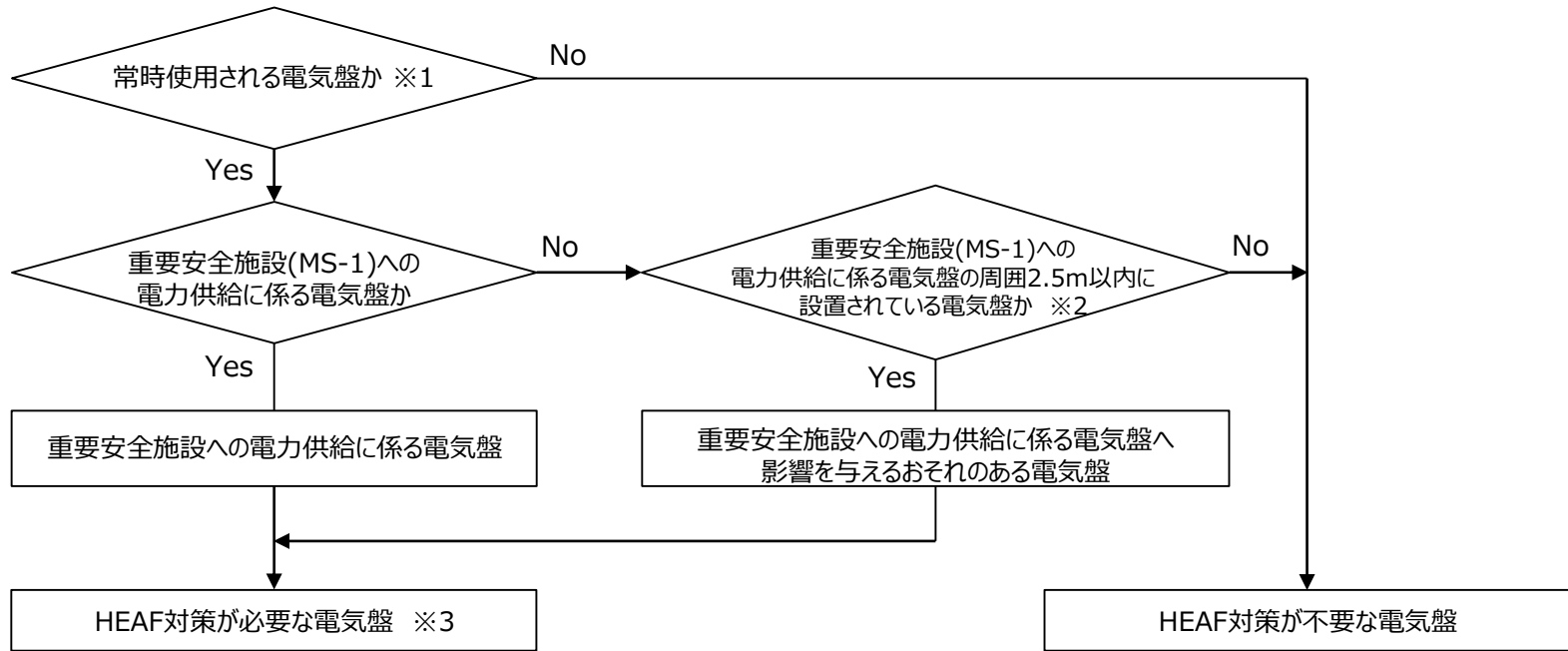


図1 アーク火災発生メカニズム

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策 (2/8)

2. HEAF対策が必要な電気盤

➤ 技術基準規則の解釈に基づき、以下のフローを設定し、HEAF対策が必要な電気盤を抽出した。



- ※1 電線路、主発電機又は非常用電源設備から電気が供給されている電気盤をいう。
- ※2 高エネルギーアーク損傷（HEAF）に係る電気盤の設計に関する審査ガイド（以下「審査ガイド」という）による。
- ※3 短絡等が発生した場合、非常に短時間（0.1秒以下）で電気盤への電力供給を止めることができる場合、適切に遮断されていると判断し、HEAF対策が出来ているものとする（審査ガイドによる）。

図2 HEAF対策が必要な電気盤フロー図

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策 (3/8)

➤ 抽出フローに従い、HEAF対策が必要な電気盤を選定した結果を下図に示す。

- 【凡例】
- M/C : メタルクラッド開閉装置
 - L/C : ロードセンタ
 - C/C : コントロールセンタ
 - D/G : 非常用ディーゼル発電機又は高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機
 - 青色 : 起動変圧器からの給電ライン
 - 橙色 : 所内変圧器からの給電ライン
 - 緑色 : 予備変圧器からの給電ライン
 - 紫色 : D/Gからの給電ライン

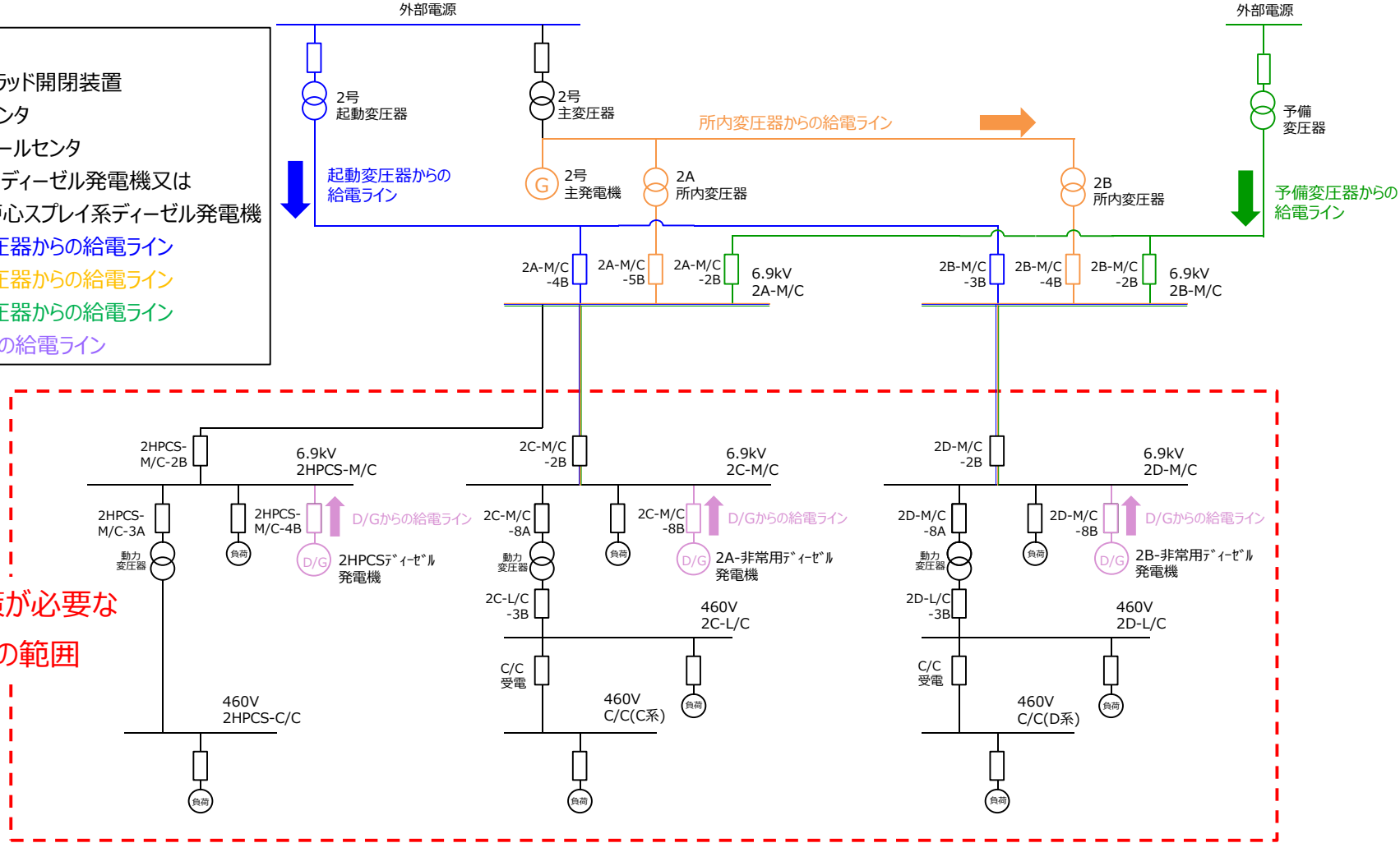


図3 島根2号機 所内電気系統（概要図）

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策 （4/8）

3. HEAF試験の実施・評価

- 審査ガイドを踏まえて、表1のとおり、HEAF試験を実施した。

表1 審査ガイドへの対応内容

審査ガイド	対応内容
1. 総則	「目的、適用範囲、用語の定義」のため省略
2. アーク放電を発生させる試験 2.1 電気盤の選定	実際に発電所内で使用されているものと同等の電気盤を選定した。
2.2 短絡電流の目標値	試験時の短絡電流値、印加電圧は、実機プラントで使用している電気盤の三相短絡電流値、定格電圧値を踏まえて設定した。
2.3 HEAF試験に用いる電気回路	HEAF試験は、審査ガイドの付録Aの電気回路と同等の試験回路で実施した。
2.4 測定項目	HEAF試験時に電圧電流波形、熱流束等を測定した。
2.5 アーク放電の発生方法	アーク放電を発生するための導電性針金のワイヤリングを、適切な規格に基づき電気盤の遮断器の受電側及び配電側に施し試験を実施した。
2.6 アーク放電の継続時間	アーク放電の継続時間は、アークエネルギーのしきい値を得るために段階的に設定した。
2.7 HEAF試験の実施	2.1～2.6の対応を行い試験を実施した。
2.8 アークエネルギーの計算	アークエネルギーは試験で測定した電流・電圧から求めたアークパワーをアーク放電の継続時間で積分した値とした。

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策 (5/8)

➤ 審査ガイドを踏まえて、表2のとおり、アークエネルギーしきい値の評価を実施した。

表2 審査ガイドへの対応内容

審査ガイド	対応内容
3. アーク火災発生の評価 3.1 アーク火災発生の評価の概要	電気盤の目視又は測定した電気盤周囲の熱流束から火災発生を確認している。
3.2 評価に用いる試験データ	試験を実施した一般財団法人電力中央研究所は、公益財団法人日本適合性認定協会から「試験所認定」を取得していることから、評価に用いたデータは、信頼性のある試験に基づくものである。
3.3 アーク火災が発生しないアークエネルギーのしきい値に係る評価	アーク火災が発生しないアークエネルギーのしきい値は、HEAF試験において、アーク火災が発生しなかった場合の最大のアークエネルギー値に保守性を考慮して設定した。このアークエネルギー値は、アーク火災が発生したアークエネルギー値を下回っている。
3.4 しきい値に係る解析による評価	しきい値は試験結果から求めており、解析による評価は用いていない。

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策 (6/8)

4. HEAF対策

- 保護継電器等の動作時間を適切に設定し、発生個所の上流で短絡電流を遮断する。

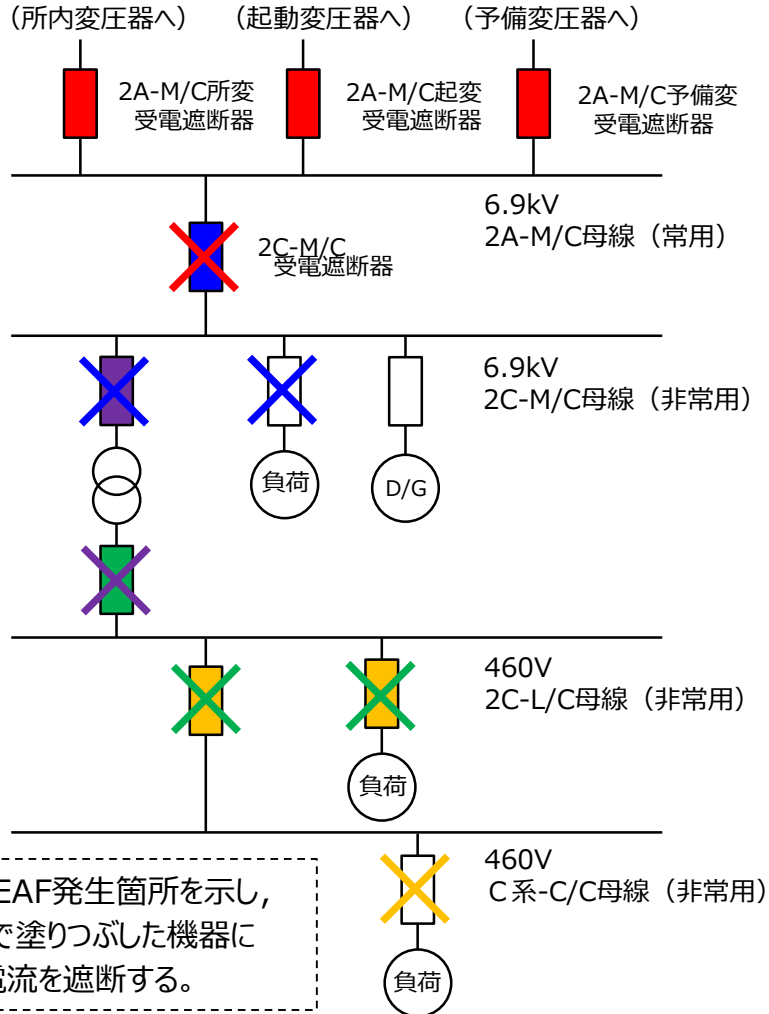


図4 系統給電

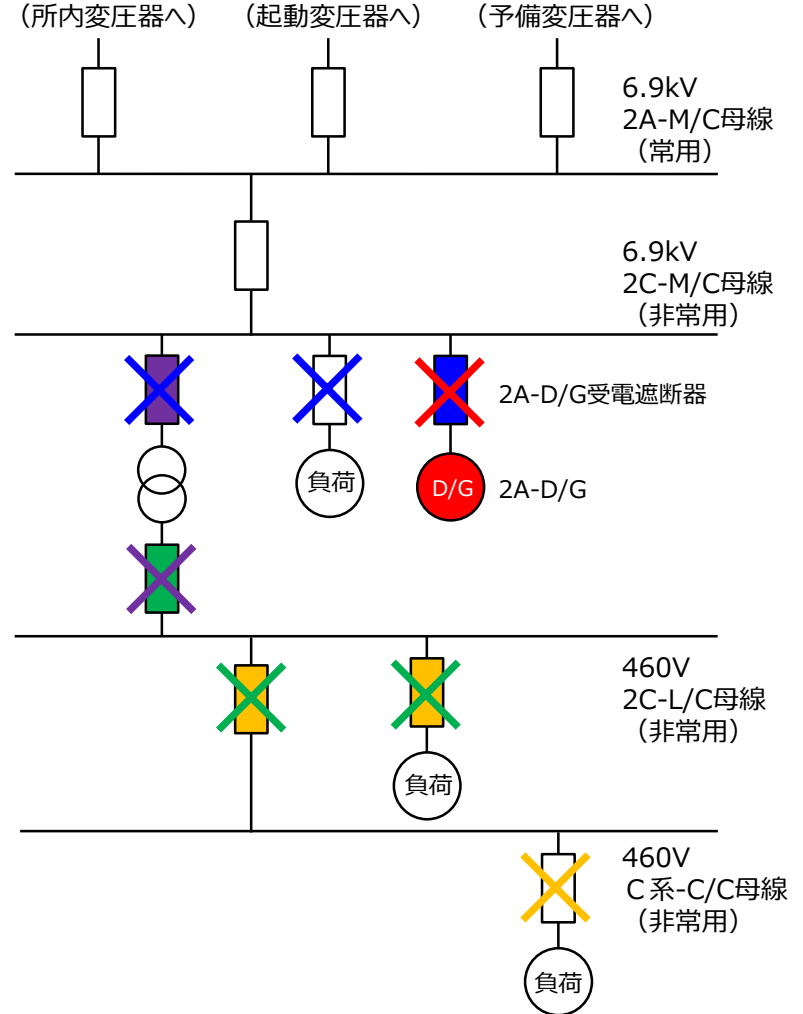


図5 D/G給電

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策 (7/8)

- D/G受電遮断器でHEAFが発生した場合、速やかに短絡電流を減衰させるため「過電流継電器(51)」に界磁開閉器(消磁コンタクト)*投入のインターロックを追加する。

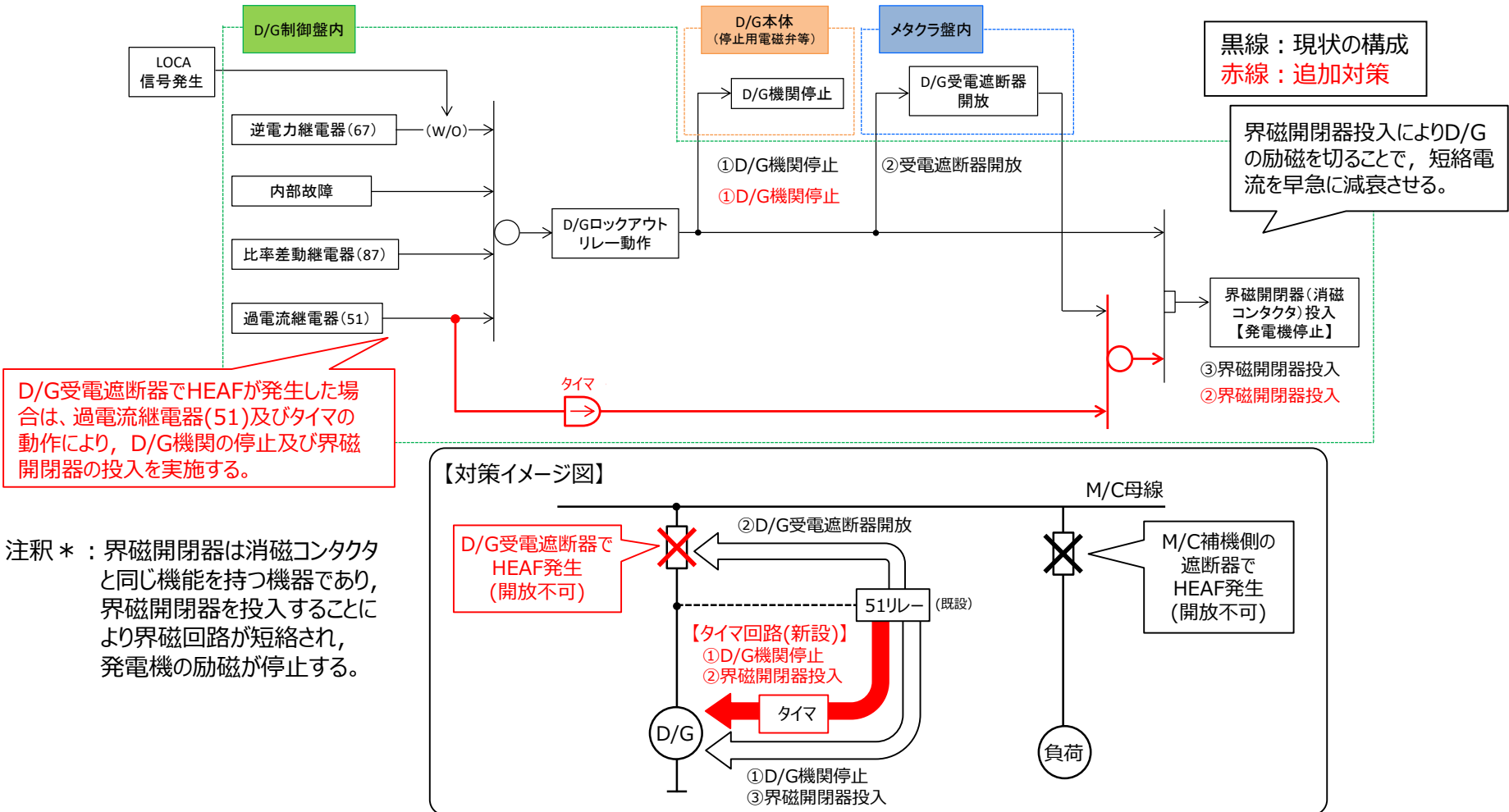


図6 D/Gインターロック概要

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策 (8/8)

5. 先行審査プラントとの比較

➤ 島根2号機は、先行審査プラント（BWR）と同様、既存の設計思想を変更しない対策とした。

表3 先行審査プラント（BWR,PWR）のHEAF対策（D/Gからの給電時）

先行審査プラント		
<p>【BWR】</p> <p>LOCA信号発生 逆電力継電器 (w.o.) 発電機比率差動 発電機過電流</p> <p>D/G機開停止 ① D/G機開遮断器開放 ① 消磁コンタクト投入 ②</p> <p>黒線：現状の構成 赤線：追加対策</p> <p>タイマ(新設)</p>	<p>D/G受電遮断器でHEAF発生(開放不可)</p> <p>M/C母線</p> <p>①D/G受電遮断器開放</p> <p>M/C補機側の遮断器でHEAF発生(開放不可)</p> <p>【タイマ回路(新設)】 ①D/G機開停止 ②(タイマ設定時間経過後)消磁コンタクト投入</p> <p>51リレー</p> <p>タイマ</p> <p>D/G</p> <p>負荷</p>	<p>・既設の過電流継電器（51）にタイマを追加し、タイマが一定時間動作継続した場合には、D/G停止及び消磁コンタクト（界磁開閉器）投入のインターロックを動作させることで、HEAF火災への進展を防止する。</p> <p>・既設の過電流継電器（51）を流用することで、設計思想*1を変更せずに対策。</p> <p>*1：過電流継電器（51）が動作した場合、LOCA発生の有無に関わらずD/G受電遮断器のみ「開」とするプラントや、LOCA発生の有無によりD/G機関を停止するプラントがある。</p>
<p>【PWR】</p> <p>・発電機過速度 ・シフト冷却水圧力異常低 発電機内部故障</p> <p>(新設) 発電機過電流(50)</p> <p>SI信号発生 発電機過電流(51) その他軽故障</p> <p>D/G機開停止 ① D/G受電遮断器開放 ① 消磁コンタクト投入 ①</p> <p>黒線：現状の構成 赤線：追加対策</p>	<p>D/G受電遮断器でHEAF発生(開放不可)</p> <p>M/C母線</p> <p>①D/G機開停止、D/G受電遮断器開放</p> <p>M/C補機側の遮断器でHEAF発生(開放不可)</p> <p>【50リレー(新設)】 ①D/G機開停止、消磁コンタクト投入</p> <p>50リレー/51リレー</p> <p>D/G</p> <p>負荷</p>	<p>・過電流継電器（50）を追加し、過電流継電器（50）動作した場合には、D/G停止及び消磁コンタクト（界磁開閉器）投入のインターロックを動作させることで、HEAF火災への進展を防止する。</p> <p>・既設の過電流継電器（51）を使用するためには、設計思想*2を変更する必要がある。</p> <p>*2：過電流継電器（51）が動作した場合、SI信号挿入状態においては、D/Gが停止せず、D/G受電遮断器が「開」とならない</p>

[3] 設置変更許可審査時からの設計変更内容

■ 説明内容

- 第1018回審査会合（2021年12月7日）において示した主な説明事項のうち、『[3] 設置変更許可審査時からの設計変更内容』のNo.3-1及びNo.3-2について説明する。
- また、第1018回審査会合（2021年12月7日）以降に設計変更を行った内容を主な説明事項No.3-3及びNo.3-4とし、今後、関連する工認図書等にて説明する。

No. (主な説明 事項)	項目	概要
3-1	ドライウェル水位計（原子炉格納容器床面+1.0m） 設置高さの変更	原子炉格納容器床面及びベント管の施工誤差を踏まえ、ドライウェル水位計（原子炉格納容器床面+1.0m）の設置高さを原子炉格納容器床面+0.9mに変更する。 【設置変更許可申請書添付書類八（計装設備（重大事故等対処設備））関連】
3-2	格納容器酸素濃度（B系） 及び格納容器水素濃度 （B系）計測範囲の変更	格納容器ベント判断や可燃限界付近の適切な監視能力を確保するため、格納容器酸素濃度（B系）のナローレンジを0～5vol%から0～10vol%、格納容器水素濃度（B系）のナローレンジを0～5vol%から0～20vol%へ変更する。 【設置変更許可申請書添付書類八（計装設備（重大事故等対処設備））関連】
3-3	【新規追加】 第4保管エリアの形状変更	変更前の第4保管エリアにおいて、埋戻土上に配置する予備及び自主対策設備が可搬型重大事故等対処設備に近接していることから、離隔距離の更なる裕度確保を目的に、第4保管エリアの拡張を行い、当該拡張部に一部の予備及び自主対策設備を当該拡張部に配置する。 【設置変更許可申請書添付書類八（保管場所及びアクセスルート）関連】
3-4	【新規追加】 放射性物質吸着材の設置 箇所の変更	地下水位低下設備において、汲み上げた地下水を確実に海に排水するために排水経路を変更すること、並びに現状の雨水排水路集水柵2箇所（No.3排水路、2号機放水槽南）の下流側に雨水排水路集水柵を追設することから、現状の放射性物質吸着材の設置箇所のうち雨水排水路集水柵2箇所を1箇所（敷地側集水柵）に集約する。 【設置変更許可申請書添付書類八（海洋拡散抑制設備（重大事故等対処設備））関連】

【3-1】ドライウェル水位計（原子炉格納容器床面 + 1.0m）設置高さの変更（1/2）

1. 概要

- 原子炉格納容器床面及びベント管の施工誤差を踏まえ、ドライウェル水位計（原子炉格納容器床面 + 1.0m）の設置高さを原子炉格納容器床面 + 0.9mに変更する。
- 当該水位計は、原子炉格納容器への外部注水の持ち込みを抑制するため、ペDESTAL代替注水系（可搬型）による注水停止の判断を目的にベント管下端高さへの設置を計画していたが、ベント管等の構造物には施工誤差があるため、ベント管下端高さは必ずしも原子炉格納容器床面 + 1.0mではない。
- 原子炉格納容器床面 + 1.0mより低いベント管下端からサプレッションチェンバへ水が流れ込むと検出点まで水位が上昇せず検知ができないため、有効性評価に影響ないことを確認し、施工誤差を考慮しても確実に検知できる設置高さに変更する。

表1 ドライウェル水位計の変更内容

	変更前	変更後
名称	ドライウェル水位	変更なし
個数	3	変更なし
計測範囲	+1.0m* -1.0m* -3.0m*	+0.9m* 変更なし 変更なし

*：原子炉格納容器床面からの高さを示す。

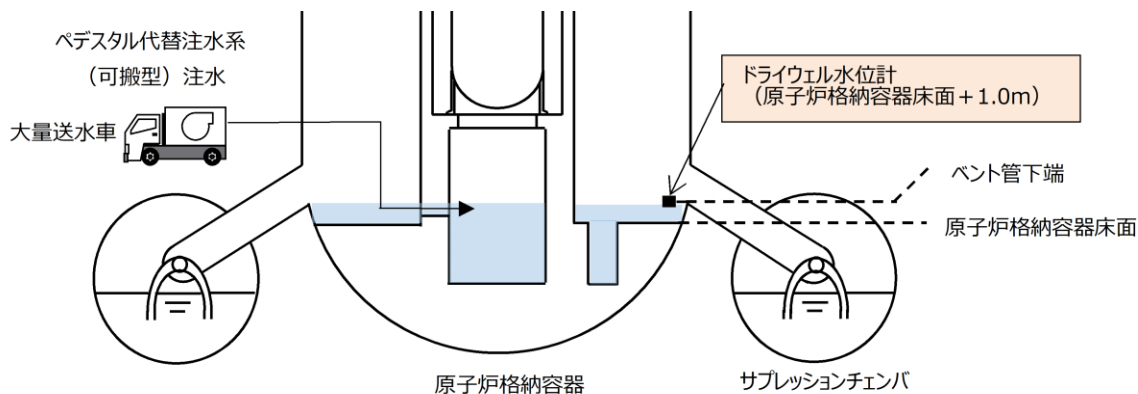


図1 ドライウェル水位計の配置図

【3-1】ドライウェル水位計（原子炉格納容器床面 + 1.0m）設置高さの変更（2/2）

2. 有効性評価解析への影響

➤ 有効性評価の格納容器破損モード「溶融炉心・コンクリート相互作用」で想定される事故シーケンスにおいて、原子炉圧力容器破損後のペDESTAL代替注水系（可搬型）によるペDESTAL注水の停止手順として以下①～③の基準がすべて成立したことをもって実施することとしている。

- ① 残留熱代替除去系運転による格納容器除熱の確認
- ② ドライウェル水位がベント管下端位置に到達
- ③ 格納容器圧力384kPa[gage]未満

➤ ①～③すべての条件が成立するのは、事象発生12時間後の③が成立するタイミングであり、②の基準となる水位を「原子炉格納容器床面 + 0.9m」に引き下げた場合も、有効性評価の解析への影響はない。

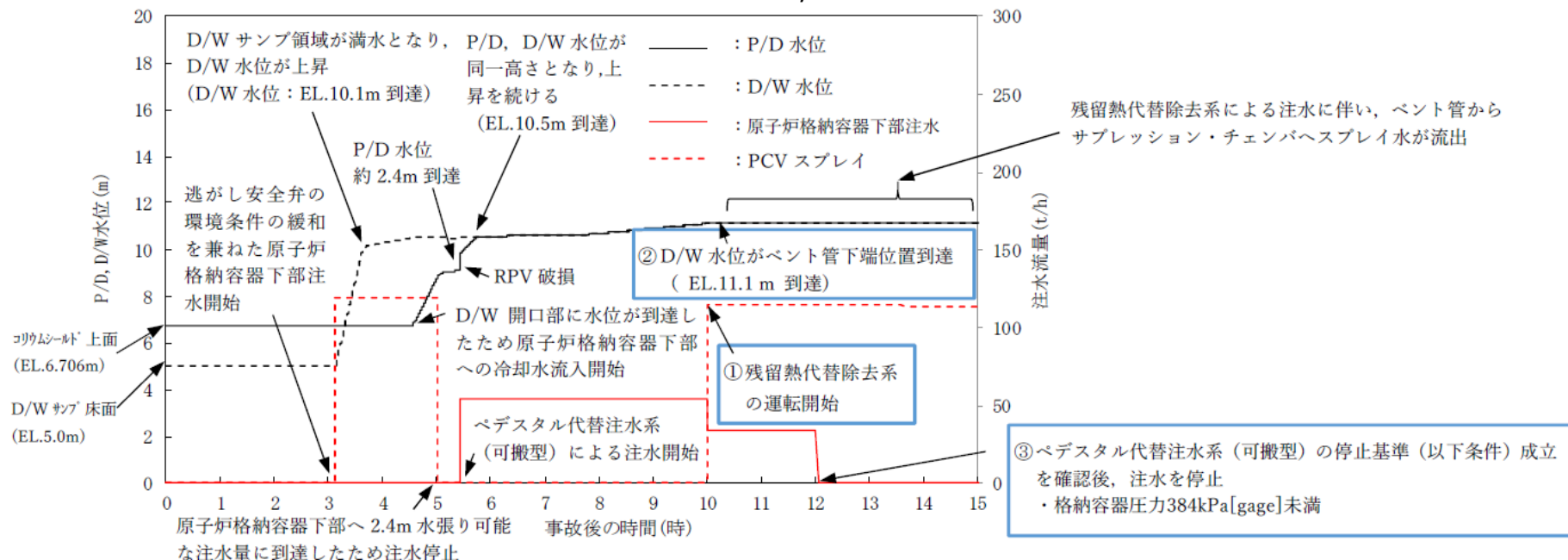


図2 ペDESTAL/ドライウェル水位と注水流量の推移

【3-2】格納容器酸素濃度（B系）及び格納容器水素濃度（B系）計測範囲の変更（1/3）

1. 概要

- 格納容器バント判断や可燃限界付近の適切な監視能力を確保するため、格納容器酸素濃度（B系）のナローレンジを0～5vol%から0～10vol%、格納容器水素濃度（B系）のナローレンジを0～5vol%から0～20vol%へ変更する。
- 格納容器バント判断基準である酸素濃度4.4vol%及び可燃限界である水素濃度4.0vol%前後を既存設備の設計を変更せずにナローレンジ0～5vol%で計測する計画であったが、ナローレンジの計測範囲上限付近では既に自動でワイドレンジに切り替わっており、上記濃度をワイドレンジで計測する可能性を排除できないことが判明した。
- ワイドレンジは、ナローレンジに比べて計測誤差が大きく格納容器バント判断や可燃限界付近の監視に適していないため、レンジの自動切り替えを考慮しても確実にナローレンジで計測可能となる以下の計測範囲に変更する。
- なお、格納容器酸素濃度（A系）及び格納容器水素濃度（A系）についても同様に計測範囲を変更する。

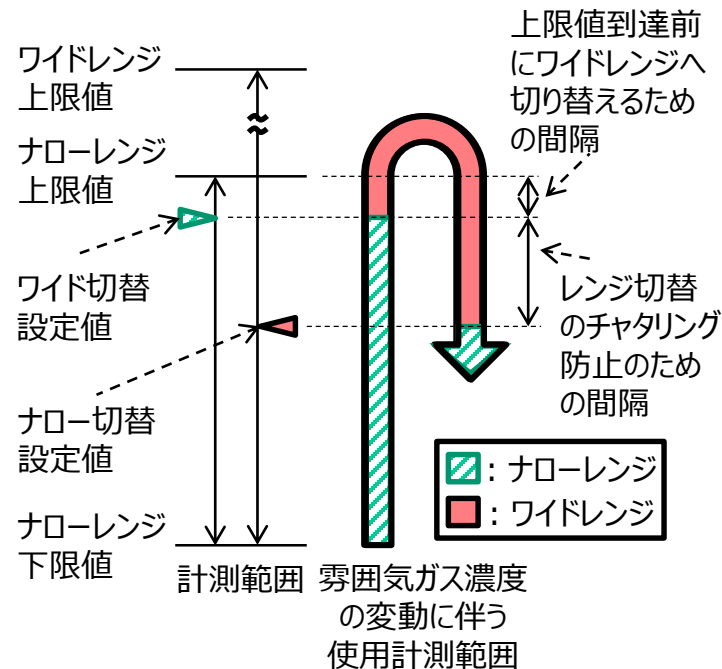


図1 雰囲気ガス濃度変動に伴う使用計測範囲イメージ

表1 格納容器酸素濃度及び格納容器水素濃度の変更内容

名称	変更前		変更後	
	計測範囲 (ナローレンジ/ワイドレンジ)	切替設定値 (ワイド切替/ナロー切替)	計測範囲 (ナローレンジ/ワイドレンジ)	切替設定値 (ワイド切替/ナロー切替)
格納容器酸素濃度	0～ <u>5</u> vol%/0～25vol%	<u>4.6</u> vol%/ <u>3.2</u> vol%	0～ <u>10</u> vol%/0～25vol%	<u>設計検討中</u> / <u>設計検討中*</u>
格納容器水素濃度	0～ <u>5</u> vol%/0～100vol%	<u>4.8</u> vol%/ <u>3.0</u> vol%	0～ <u>20</u> vol%/0～100vol%	<u>設計検討中</u> / <u>設計検討中*</u>

*：酸素濃度4.4vol%，水素濃度4.0vol%以上で計器設計上可能なナローレンジ上限に近い値に設定する。

【3-2】格納容器酸素濃度（B系）及び格納容器水素濃度（B系）計測範囲の変更（2/3）

2. 格納容器酸素濃度の計器誤差拡大に伴う各運転状態における監視性への影響

- 格納容器酸素濃度の計測範囲の変更に伴い、計器誤差も変更となるが、計器誤差の拡大が設計基準対象施設並びに重大事故等対処設備としての監視性に悪影響を及ぼさないことは、以下に示すとおり確認している。

表2 格納容器酸素濃度の計器誤差

名称	変更前（ナローレンジ／ワイドレンジ）		変更後（ナローレンジ／ワイドレンジ）	
	ウェット誤差	ドライ誤差	ウェット誤差	ドライ誤差
格納容器酸素濃度	±0.16vol% / ±0.80vol%	±0.13vol% / ±0.63vol%	±0.32vol% / ±0.80vol%	±0.25vol% / ±0.63vol%

表3 計測範囲変更後の各運転状態における酸素濃度の監視性

名称	停止中 (原子炉格納容器開放時)	通常運転	設計基準事故	重大事故等
格納容器酸素濃度	<ul style="list-style-type: none"> ● 空気中の酸素濃度（約21vol%）の監視はワイドレンジ（0～25vol%）であり計器誤差に変更は生じないため監視性に影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 有効性評価における初期酸素濃度（2.5vol%（ドライ））未満であることを、ナローレンジ（0～10vol%）で監視する。 ● 変更後のドライ誤差（±0.25vol%）を考慮した上で運転することにより、その後に必要な対策を実施することが可能であるため監視性に影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸素濃度が可燃領域（5.0vol%）に到達していないことをナローレンジ（0～10vol%）で監視する。 ● 安全評価上の原子炉格納容器内酸素濃度上昇は最大4.3vol%であるため、変更後のウェット誤差（±0.32vol%）を踏まえても可燃領域未満の監視性に影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸素濃度の可燃領域（5.0vol%）への到達有無をナローレンジ（0～10vol%）で監視し、格納容器ベントの準備及び実施判断を行う。 ● 格納容器ベントの判断基準（4.4vol%）*には計器誤差として±0.5vol%を考慮しており、変更後のドライ誤差（±0.25vol%）でも監視性及び判断に影響はない。 ● なお、格納容器ベント停止時に酸素濃度が可燃領域未満に低下したことを監視する上でも問題ない。

* : 酸素濃度の可燃限界である5.0vol%に到達することを防止するため、計器誤差（±0.5vol%）並びに水素及び酸素排出操作所要時間における上昇分（約0.1vol%）を考慮して設定

【3-2】格納容器酸素濃度（B系）及び格納容器水素濃度（B系）計測範囲の変更（3/3）

3. 格納容器水素濃度の計器誤差拡大に伴う各運転状態における監視性への影響

- 格納容器水素濃度の計測範囲の変更に伴い、計器誤差も変更となるが、計器誤差の拡大が設計基準対象施設並びに重大事故等対処設備としての監視性に悪影響を及ぼさないことは、以下に示すとおり確認している。

表4 格納容器水素濃度の計器誤差

名称	変更前（ナローレンジ／ワイドレンジ）		変更後（ナローレンジ／ワイドレンジ）	
	ウェット誤差	ドライ誤差	ウェット誤差	ドライ誤差
格納容器水素濃度	±0.16vol%／±3.2vol%	±0.13vol%／±2.5vol%	±0.64vol%／±3.2vol%	±0.5vol%／±2.5vol%

表5 計測範囲変更後の各運転状態における水素濃度の監視性

名称	停止中 (原子炉格納容器開放時)	通常運転	設計基準事故	重大事故等
格納容器水素濃度	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素濃度は0vol%であり、計器誤差の変更が監視性に影響しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素濃度は0vol%であり、計器誤差の変更が監視性に影響しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素濃度が可燃領域（4.0vol%）に到達していないことをナローレンジ（0～20vol%）で監視する。 ● 安全評価上の原子炉格納容器内水素濃度上昇は最大2.0vol%であるため、変更後のウェット誤差（±0.64vol%）を踏まえても可燃領域未満の監視性に影響はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素濃度の可燃領域（4.0vol%）及び爆轟領域（13vol%）への到達有無をナローレンジ（0～20vol%）で監視する。 ● 重大事故等時における水素濃度は操作等の判断基準でないことに加え、変更後のナローレンジ（0～20vol%）によるドライ誤差（±0.5vol%）での監視は、変更前のワイドレンジ（0～100vol%）によるドライ誤差（±2.5vol%）での監視*より計器誤差が縮小するため監視性に影響はない。 ● なお、格納容器ベント停止時に水素濃度が可燃領域未満に低下したことを監視する上でも問題ない。

*：変更前におけるナロー切替設定値は3.0vol%であるため、事故初期の水素濃度上昇以降、可燃領域（4.0vol%）及び爆轟領域（13vol%）の監視はワイドレンジ（0～100vol%）となる。

【3-3】 第4 保管エリアの形状変更

1. 概要

- 変更前の第4 保管エリアにおいて、埋戻土上に配置する予備及び自主対策設備が可搬型重大事故等対処設備に近接していることから、離隔距離の更なる裕度確保を目的に、第4 保管エリアの拡張を行い、当該拡張部に一部の予備及び自主対策設備を当該拡張部に配置することとした。
 なお、拡張部は埋戻土であるが、可搬型重大事故等対処設備、アクセスルート、岩盤部に対して十分な離隔距離の確保が可能であることから、重大事故等対応の作業成立性に影響はない。
- 作業成立性上期待している可搬型重大事故等対処設備は変更前後共に全て岩盤上に配置していることから、重大事故等対応の作業成立性に影響はない。

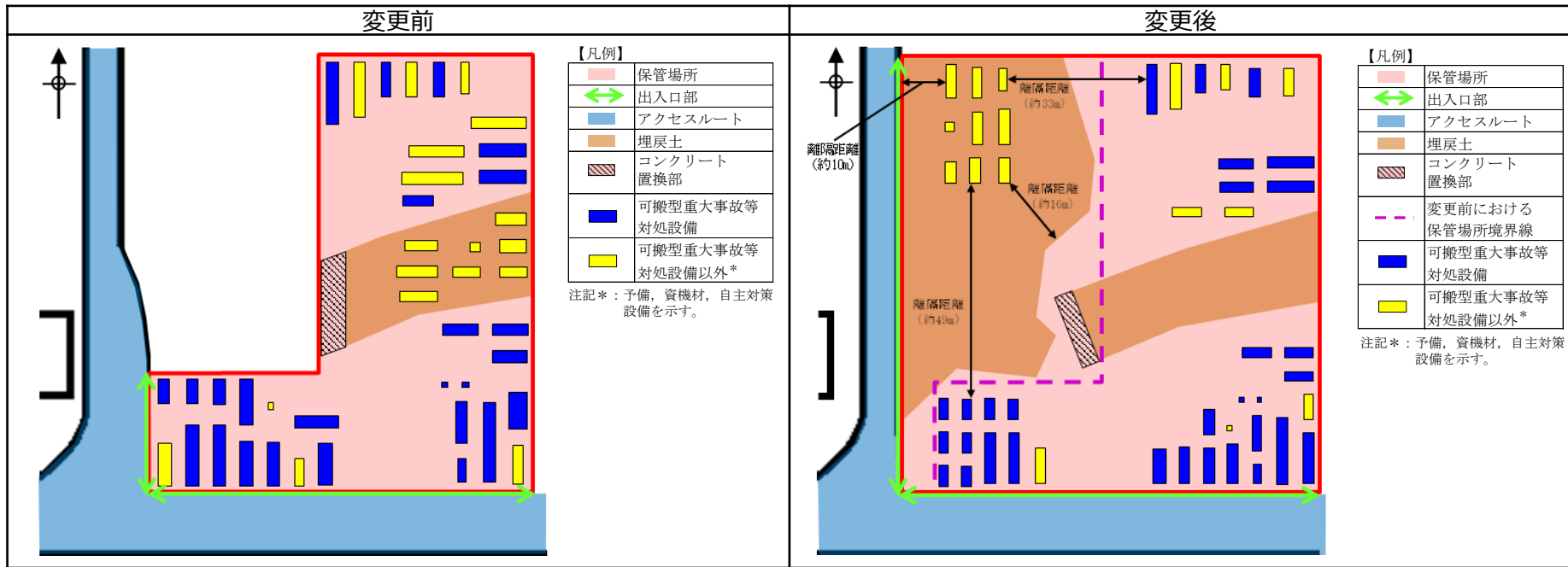


図1 第4 保管エリアにおける可搬型設備の配置

2. 今後の説明予定

- 第4 保管エリアの形状変更に伴う沈下等に対する影響評価については、「VI-1-1-7-別添1 可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」に係る補足説明資料にて、2022年5月以降に説明予定。

【3-4】放射性物質吸着材の設置箇所の変更

1. 概要

- 地下水位低下設備において、汲み上げた地下水を確実に海に排水するために排水経路を変更すること、並びに図1に示す現状の雨水排水路集水枡2箇所（No. 3排水路、2号機放水槽南）の下流側に雨水排水路集水枡を追設することから、現状の放射性物質吸着材の設置箇所のうち雨水排水路集水枡2箇所を1箇所（敷地側集水枡）に集約する。
- 放射性物質吸着材の設置箇所変更に伴い、設置容量減少及び設置作業時間短縮となることから、放射性物質の吸着材の設置完了をもって実施する「大型送水ポンプ車及び放水砲による大気への放射性物質の拡散抑制」の放水開始作業に影響はない。

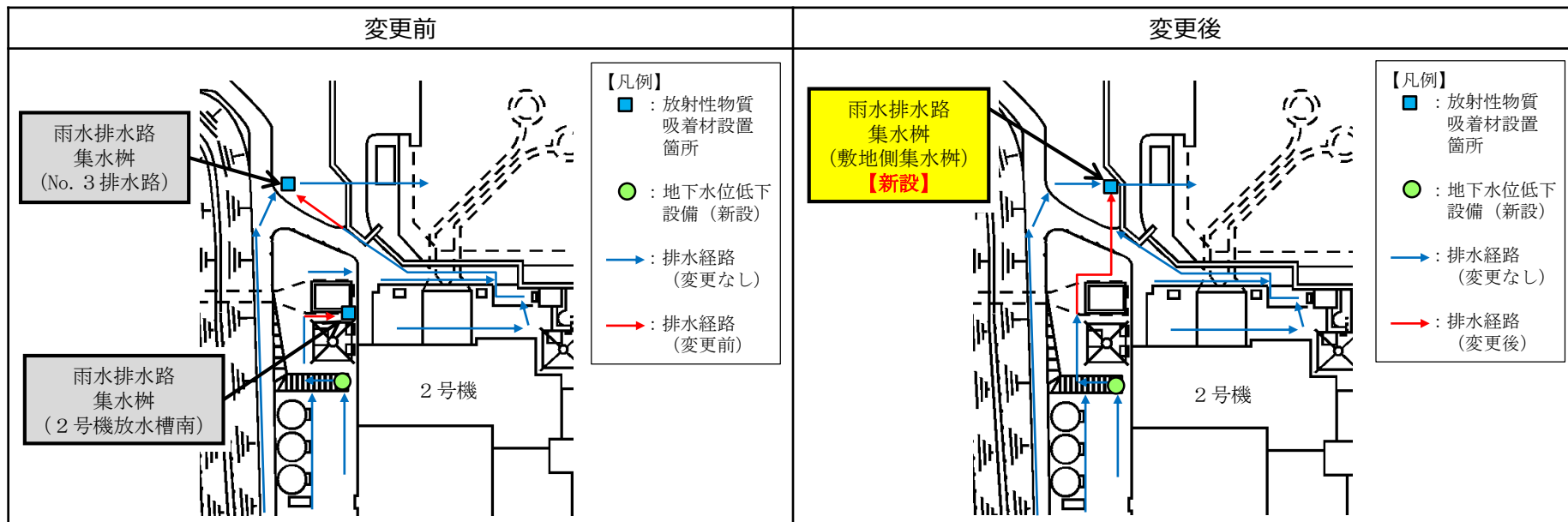


図1 放射性物質吸着材による海洋への放射性物質の拡散抑制 設置位置図

2. 今後の説明予定

- 放射性物質吸着材の設置箇所の変更について、「VI-1-1-5-別添2 設定根拠に関する説明書（別添）」に係る補足説明資料にて、2022年7月以降に説明予定。

分類	No.	主な説明事項
[1] 詳細設計申送り事項	1-1	地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力
	1-2	建物・構築物の地震応答解析における入力地震動の評価
	1-3	横置円筒形容器の応力解析への F E Mモデル適用方針の変更
	1-4	サプレッションチェンバの耐震評価
	1-5	漂流物衝突荷重の設定
	1-6	機器・配管系への制震装置の適用
	1-7	浸水防止設備のうち機器・配管系の基準地震動 S_s に対する許容限界
	1-8	設計地下水位の設定
	1-9	防波壁
	1-10	土石流影響評価
	1-11	保管・アクセス
	1-12	ブローアウトパネル閉止装置
[2] 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項	2-1	安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策
	2-2	火災感知器の配置
[3] 設置変更許可審査時からの設計変更内容	3-1	ドライウエル水位計（原子炉格納容器床面 + 1.0m）設置高さの変更
	3-2	格納容器酸素濃度（B系）及び格納容器水素濃度（B系）計測範囲の変更
[4] その他の詳細設計に係る説明事項	4-1	配管系に用いる支持装置の許容荷重の設定
	4-2	原子炉本体の基礎の応力評価に用いる解析モデルの変更
	4-3	復水器水室出入口弁への地震時復水器の影響
	4-4	制御棒・破損燃料貯蔵ラック等における排除水体積質量減算の適用