

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-01-0200-11_改3
提出年月日	2021年8月31日

補足-200-11 自主対策設備の悪影響防止について

1. はじめに

自主対策設備として使用するものについて、他の設備への悪影響防止について記載する。

2. 想定される悪影響について

重大事故等時においては、重大事故等対処設備として配備している機器の他に、事故対応の運用性の向上のために配置・配備している自主対策設備を用いる場合がある。この場合には、自主対策設備を使用することにより、他の設備（設計基準対象施設及び重大事故等対処設備）に対し悪影響を及ぼすことがないように考慮する必要がある。

この場合に想定される悪影響については、自主対策設備の使用時の系統的な影響（電氣的な影響を含む。）及びタービンミサイル等の内部発生飛散物による影響を考慮する必要がある。また、地震、火災、溢水等による波及的影響を考慮する必要がある。

これらの自主対策設備を使用することの影響について類型化すると、以下に示す2種類の影響について考慮する必要がある。

- ・自主対策設備を使用することによって生じる直接的な影響
- ・自主対策設備を使用することによって生じる間接的な影響

直接的な影響として考慮すべき事項には、自主対策設備を使用する際、接続する他の設備の設計条件を上回る条件で使用する場合の影響、薬品の使用による腐食や化学反応による影響、他の設備との干渉により使用条件が限定されることによる影響等が挙げられる。

一方、間接的な影響として考慮すべき事項には、自主対策設備の損傷により生じる波及的影響、自主対策設備を使用することにより他の機器の環境条件を悪化させる影響等が挙げられる。

さらに、これらの影響とは別に、自主対策設備を使用する場合に、発電所構内にあらかじめ確保されている水源や燃料、人員等の運用リソースを必要とする場合がある。

これらの影響により、他の設備の機能に悪影響を及ぼすことがないように、自主対策設備の設計及び運用において、以下のとおり考慮する。

2.1 直接的な影響に対する考慮

自主対策設備を使用することにより、接続される他の設備の設計条件を超える場合には、事前に健全性を確認した上で使用する。

自主対策設備において薬品や海水を使用することにより、他の設備に腐食等の影響が懸念される自主対策設備については、事前にその影響や使用時間等を考慮して使用する。また、電気設備の短絡等により生じる電氣的影響については、保護継電装置等により、他の設備に悪影響を及ぼさないよう考慮する。

重大事故等対処設備の配管にホースを接続する等により、他の設備の機能を喪失させる自主対策設備については、当該設備を使用すべき状況になった場合に自主対策設備の使用を中止することで、他の設備に悪影響を及ぼさないよう考慮する。

2.2 間接的な影響に対する考慮

自主対策設備が損傷し溢水等が生じることによる波及的影響について考慮し、耐震性を確保すること、溢水経路を確認すること、必要な強度を有していることを確認すること等により、他の設備に波及的影響を及ぼさないよう考慮する。

高温箇所への注水により水蒸気が発生する場合等、自主対策設備の使用により他の設備の周辺環境が悪化する場合には、環境悪化による他の設備の機能への影響を評価した上で使用する。また、自主対策設備の内部を高放射線量の流体が流れることにより、当該機器の周辺へのアクセスが困難になることが想定される場合には、必要に応じて遮蔽体を設置する等の被ばく低減対策を講じる。

大型設備を運搬して使用する場合や、通路にホース等を敷設して使用する場合等、現場でのアクセス性を阻害する自主対策設備については、あらかじめ通路を確保するよう配置することや、他の設備を使用する場合には移動することにより、他の設備の使用に影響を及ぼさないよう考慮して使用する。

2.3 発電所における運用リソースに対する考慮

注水に淡水を用いる場合、駆動源の燃料として軽油を使用する場合、操作に人員を要する場合等、発電所構内の運用リソースを必要とする自主対策設備については、他の設備の使用に影響を及ぼさないよう考慮して使用する。

3. 自主対策設備の悪影響防止

3.1 自主対策設備の悪影響防止に対する基本的方針

自主対策設備を使用することによる他の設備に対する悪影響防止に対する方針については、大まかには以下の5つの方針に分類される。

- A：設計基準対象施設と同じ系統構成で使用することで、使用による悪影響を防止するもの
- B：設計条件下（既設設備については設計基準対象施設としての設計条件下）又は設備の健全性を確認した条件下で使用、若しくは設備への影響を考慮した運用で使用することで、使用による悪影響を防止するもの
- C：他の設備と独立して使用する設計とすることで、使用による悪影響を防止するもの
- D：保護継電装置等により電氣的波及影響を防止可能な設計とすることで、使用による悪影響を防止するもの
- E：A～D に分類されず、他の設備への影響が多岐に渡るもので、詳細な影響評価を実施したもの

自主対策設備の悪影響防止の方針について分類結果を表 1、各自主対策設備に関する悪影響の検討結果を表 2 に示す。E に分類される以下の設備については、他の設備への影響が多岐に渡ることから、他の設備への影響について評価した結果を次項以降に示す。

- ・原子炉格納容器 pH 調整系
- ・原子炉格納容器頂部注水系
- ・コリウムシールド
- ・コリウムバッファ

3.2 原子炉格納容器 pH 調整系

(1) 設備概要

原子炉格納容器フィルタベント系を使用する際、サブプレッションチェンバのプール水及び原子炉格納容器下部の保有水が酸性化することを防止し、サブプレッションチェンバのプール水及び原子炉格納容器下部の保有水中によう素を保持することでよう素の放出量を低減するための設備として、原子炉格納容器 pH 調整系を設ける。

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ブプレッションチェンバのプール水へ流入し溶解する。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、サブプレッションチェンバのプール水及び原子炉格納容器下部の保有水が酸性化する可能性がある。NUREG-1465 では、pH の低下に伴って無機よう素への転換割合が増加し、無機よう素の存在割合が大きくなることで有機よう素の存在割合も大きくなる結果が示されており、サブプレッションチェンバのプール水及び原子炉格納容器下部の保有水が酸性化すると、有機よう素として気相部へ放出される割合が大きくなる。無機よう素は原子炉格納容器内での自然沈着により一定の低減効果が見込めるのに対し、有機よう素は同様の低減効果を見込めないことから、原子炉格納容器外部への放出の観点からは有機よう素の形態が重要である。そこで、サブプレッションチェンバのプール水及び原子炉格納容器下部の保有水をアルカリ性に保つため、pH 調整として水酸化ナトリウムをサブプレッションチェンバ及び原子炉格納容器下部に注入する。サブプレッションチェンバのプール水及び原子炉格納容器下部の保有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。

本系統は、原子炉格納容器 pH 調整系ポンプ及び弁を中央制御室から遠隔操作することで、原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンク内の水酸化ナトリウムを原子炉格納容器 pH 調整系配管からサブプレッションチェンバ及び原子炉格納容器下部に注入する構成とする。

(2) 他の設備への悪影響について

原子炉格納容器 pH 調整系では、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。このため、原子炉格納容器 pH 調整系を使用することで、他の設備への影響として考慮すべき事象としては、以下の項目がある。

- ・直接的影響：アルカリ薬液による原子炉格納容器バウンダリの腐食
アルカリ薬液と原子炉格納容器内のグレーチングとの反応による水素発生による圧力上昇
アルカリ薬液と原子炉格納容器内のグレーチングとの反応による水素発生による燃焼リスク
- ・間接的影響：原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンクの破損によるアルカリ薬液の漏えい
これらの影響について、以下のとおり確認した。

原子炉格納容器バウンダリの腐食については、pH 調整したサプレッションチェンバの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ない。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 を使用することから、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ない。

また、水素の発生については、原子炉格納容器内では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。しかしながら、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、気相部に占める割合が十分に小さいため、原子炉格納容器の異常な圧力上昇は生じない。さらに、原子炉格納容器内は窒素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。

原子炉格納容器バウンダリの腐食及び水素の発生について影響を確認した結果を添付資料 1 に示す。

一方、原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンクの破損によるアルカリ薬液の漏えいについては、原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンクを十分な強度を有する設計（基準地震動 S_s による地震力に対し、機能を維持する設計）とするとともに、原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンク周囲に堰を設け、悪影響を及ぼさないよう考慮する。

なお、運用リソースに関する影響については、必要な人員を想定した手順を準備しており、手順に基づいた対応を行うため、悪影響はない。

また、電源を必要とするが、他の設備の使用に悪影響を及ぼさないよう必要な電源を確保できる場合にのみ使用する。

3.3 原子炉格納容器頂部注水系

(1) 設備概要

炉心の著しい損傷が発生した場合において、原子炉格納容器頂部を冷却することで原子炉格納容器外への水素漏えいを抑制し、原子炉建屋の水素爆発を防止するため、原子炉格納容器頂部注水系を設ける。

原子炉格納容器頂部注水系は、原子炉ウエルに水を注水し、ドライウエル主フランジシール材を原子炉格納容器外部から冷却することを目的とした系統であり、常設及び可搬型がある。

原子炉格納容器頂部注水系（常設）は、燃料プール補給水ポンプ等で構成しており、炉心の著しい損傷が発生した場合において、復水貯蔵タンクの水を原子炉ウエルに注水し原子

炉格納容器頂部を冷却することで、原子炉格納容器頂部からの水素漏えいを抑制する設計とする。

原子炉格納容器頂部注水系（可搬型）は、大容量送水ポンプ（タイプⅠ）、接続口等で構成しており、炉心の著しい損傷が発生した場合において、淡水貯水槽の水又は海水を原子炉ウエルに注水し原子炉格納容器頂部を冷却することで、原子炉格納容器頂部からの水素漏えいを抑制する設計とする。また、大容量送水ポンプ（タイプⅠ）を接続する接続口は、位置的分散を図った複数箇所に設置する。

なお、事故時に速やかにドライウエル主フランジシール材を冠水させるように原子炉ウエルに水を張ることが必要であり、その際の必要注水量は冠水分と余裕分も見込んだ注水量とする。また、原子炉格納容器頂部注水系は、必要注水量を注水開始から速やかに達成できる設計とする。

(2) 他の設備への悪影響について

原子炉格納容器頂部注水系を使用することで、原子炉ウエルに水が注水される。このため、原子炉格納容器頂部注水系を使用することで、他の設備への影響として考慮すべき事象としては、以下の項目がある。

- ・直接的影響：原子炉格納容器頂部が急冷され、鋼材部が熱収縮することによる原子炉格納容器閉じ込め機能への影響
- ・間接的影響：原子炉格納容器頂部を冷却することにより、原子炉格納容器内の水素漏えいが低減されることによる原子炉建屋水素爆発防止機能への影響
原子炉格納容器頂部を冷却することで、原子炉建屋に水蒸気が発生することによる原子炉建屋水素爆発防止機能への影響
原子炉格納容器頂部が急冷され、原子炉格納容器が除熱されることによる原子炉格納容器負圧破損の影響

これらの影響について、以下のとおり確認した。

このうち、原子炉格納容器頂部を急冷することによる原子炉格納容器閉じ込め機能への影響については、原子炉格納容器頂部締付ボルト冷却時の発生応力を評価した結果、ボルトが急冷された場合でも応力値は降伏応力を下回っていることからボルトが破損することはない。

また、ドライウエル主フランジからの水素漏えいを防ぐことによる、原子炉建屋水素爆発防止機能への影響については、水素の漏えい箇所を原子炉建屋原子炉棟下層階（地上1階、地下1階及びトラス室）のみとして原子炉建屋原子炉棟内の水素挙動を評価した結果、原子炉建屋原子炉棟下層階において、可燃限界に至ることがないことが確認できているため、原子炉建屋水素爆発防止機能に悪影響を与えない。

原子炉ウエルに溜まった水が蒸発することによる原子炉建屋水素爆発防止機能への影響については、原子炉建屋燃料取替床に水蒸気が追加で流入した場合の原子炉建屋原子炉棟内の水素挙動を評価し、可燃限界に至ることがないことが確認できているため、原子炉建屋水素爆発防止機能に悪影響を与えない。

原子炉格納容器の負圧破損に対する影響については、原子炉ウェルに注水し原子炉格納容器頂部を冷却することによる原子炉格納容器の除熱効果は小さいため、原子炉格納容器を負圧にするような悪影響はない。

原子炉格納容器閉じ込め機能及び原子炉建屋水素爆発防止機能について影響を確認した結果を、補足-370-4「原子炉格納施設の水素濃度低減性能に関する説明書に係る補足説明資料の補足4 原子炉格納容器頂部注水系について」に示す。

なお、運用リソースに関する影響については、必要な人員を想定した手順を準備しており、手順に基づいた対応を行うため、悪影響はない。

また、淡水、電源又は燃料を必要とするが、淡水の使用量は水源である淡水貯水槽が保有する水量に比べて十分小さく、悪影響はない。また、電源又は燃料については、他の設備の使用に悪影響を及ぼさないよう必要な電源又は燃料を確保できる場合にのみ使用する。

3.4 コリウムシールド

(1) 設備概要

炉心損傷後に原子炉圧力容器底部が破損し、原子炉格納容器下部への熔融炉心の落下に至り、落下してきた熔融炉心がドライウェル床ドレンサンプ内に流入する場合、ドライウェル床ドレンサンプ底面コンクリートの侵食により原子炉格納容器のパウダリ機能が損なわれるおそれがある。

熔融炉心は、原子炉格納容器下部への注水によって、原子炉格納容器下部からドライウェル床ドレンサンプに通じるドレン配管内で止まることを確認しているが、コリウムシールドを原子炉格納容器下部からドライウェル床ドレンサンプに通じるドレン配管内に設置し、原子炉格納容器下部への注水と併せて、ドライウェル床ドレンサンプへの熔融炉心の流入を防ぐことで、サンプ底面のコンクリートの侵食を抑制し、熔融炉心が原子炉格納容器パウダリに接触することを防止する。

コリウムシールドは、実効的な流路径を小さくすることで冷却を促進し、熔融炉心を早期に固化・停止させるものである。

コリウムシールドの概要図を図1に示す。

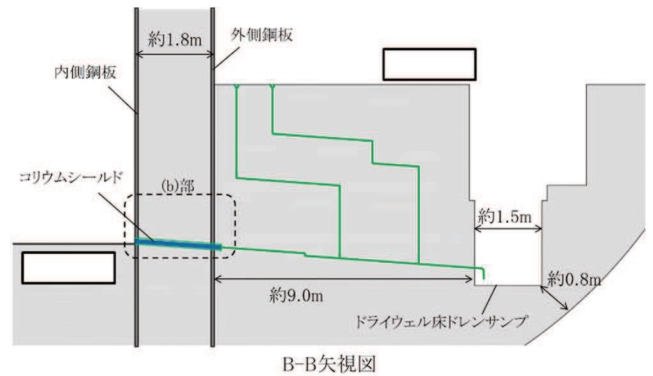
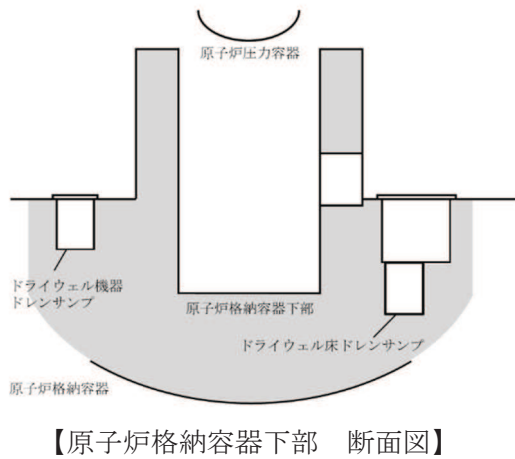
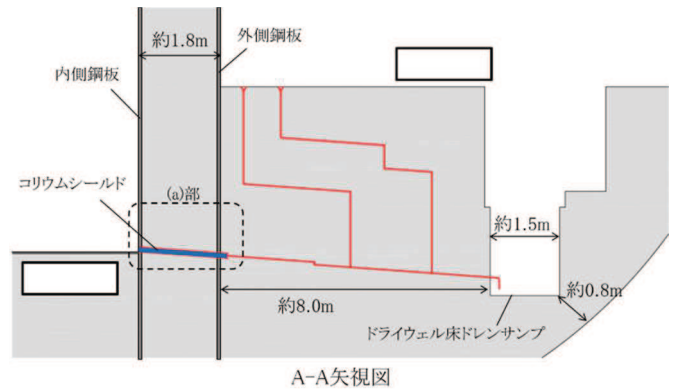
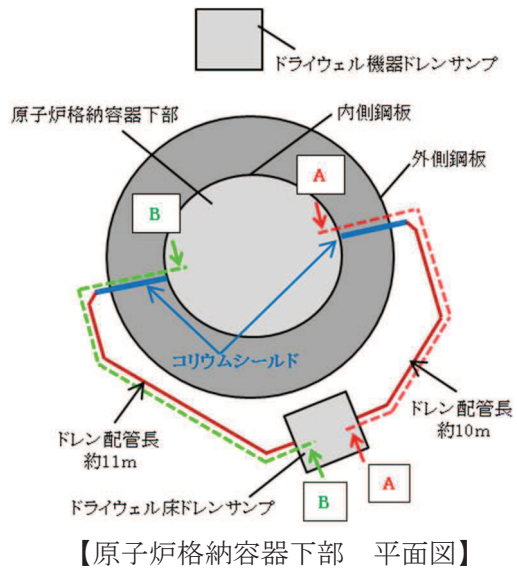


図1 コリウムシールド概要図

(2) 他の設備への悪影響について

コリウムシールドを設置することによる他の設備への影響として考慮すべき事象としては、以下の項目がある。

- ・直接的影響：原子炉格納容器の閉じ込め機能への影響
原子炉格納容器下部注水機能への影響
原子炉冷却材漏えい検出機能への影響
 - ・間接的影響：コリウムシールドの破損による波及的影響
- これらの影響について、以下のとおり確認した。

原子炉格納容器の閉じ込め機能への影響については、コリウムシールドは原子炉格納容器の構造強度を要する箇所に設置するものではなく、コンクリート侵食及び非凝縮性ガスの発生を抑制することから、原子炉格納容器の閉じ込め機能への悪影響はない。

原子炉格納容器下部注水機能への影響については、コリウムシールドはドレン配管内に設置するため、原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備とは独立しており、また、原子炉格納容器下部の空間に設置するものではないことから、原子炉格納容器下部への注水を妨げることはなく、原子炉格納容器下部注水機能への悪影響はない。

原子炉冷却材漏えい検出機能への影響については、ドライウェル床ドレンサンプへの不明確な箇所からの漏えい率が保安規定で定める値以上となった場合に、原子炉冷却材の漏えいを検出できる設計とする必要があるが、コリウムシールドは、原子炉格納容器下部に2箇所あるドライウェル床ドレンサンプに通じるドレン配管内に設置し、1箇所当たりの通水可能流量が保安規定で定める値以上となるよう、コリウムシールドの開口面積を設定しており、不明確な箇所からの漏えい率の検出に対する機能への悪影響はない。さらに、ドライウェル床ドレンサンプ及びドライウェル機器ドレンサンプの総漏えい率についても保安規定で定める値以上となった場合に、原子炉冷却材の漏えいを検出できる設計とする必要があるが、ドライウェル機器ドレンサンプについては設備変更がないことから、総漏えい率の検出に対する機能への悪影響はない。

コリウムシールド設置による原子炉冷却材漏えい検出機能について影響を確認した結果を、補足-330-3「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並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する補足説明資料」に示す。

また、コリウムシールドの破損による波及的影響については、コリウムシールドの耐熱材には、高い融点を有するジルコニアを用い、十分な強度を有する設計としていることから、破損による悪影響はない。

なお、コリウムシールドは操作が不要なことから、運用リソースへの悪影響はない。

3.5 コリウムバッファー

(1) 設備概要

原子炉压力容器外の熔融燃料-冷却材相互作用のうち水蒸気爆発については、実機において発生する可能性は極めて小さいと考えられるが、仮に水蒸気爆発が発生した場合のエネルギー低減を目的として、コリウムバッファーを設置する。

コリウムバッファーは、原子炉格納容器下部に設置することで熔融炉心の一部を保持・冷却するとともに、熔融ジェットを分裂させることで水蒸気爆発発生時のエネルギーの低減を図るものである。

具体的には、既存の CRD 自動交換機プラットフォームの下に設置されている作業架台のアルミ合金製グレーチングについて、より融点の高いステンレス鋼製グレーチングに取り替えることに加え、既存の開口部に同グレーチングを追加する。これらコリウムバッファーとして用いることにより、熔融炉心に接触したグレーチングが熔融するまでの時間を長期化し、熔融炉心の保持・冷却及び熔融ジェットの分裂という効果が得られる時間を長期化する。

なお、コリウムバッファーは、熔融炉心落下時に原子炉格納容器下部への事前水張り後には水中となる位置に設置する。

コリウムバッファーの概要図を図2に示す。また、コリウムバッファーの構造概要を添付資料2に示す。

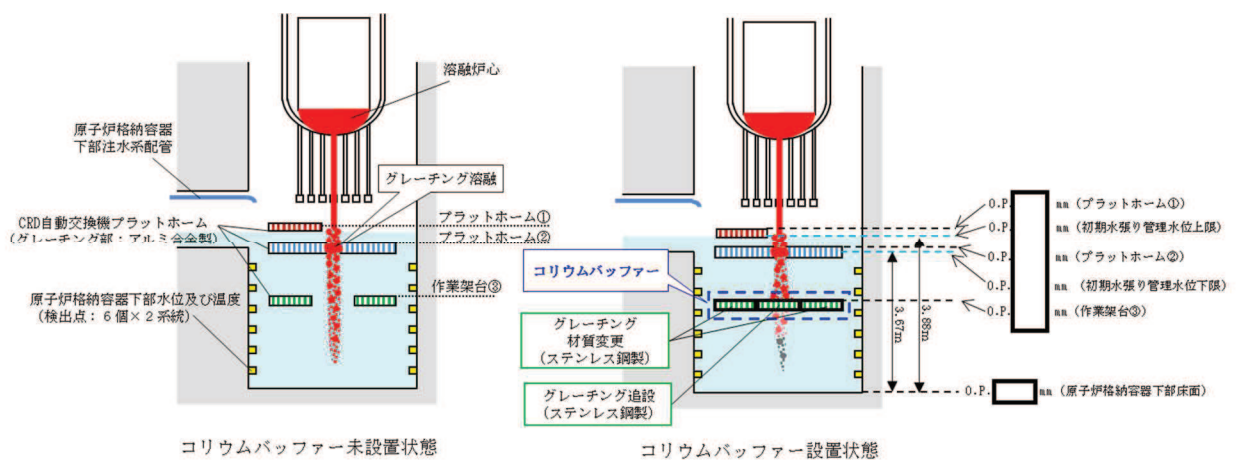


図2 コリウムバッファー概要図

(2) 他の設備への悪影響について

コリウムバッファーを設置することによる他の設備への影響として考慮すべき事象としては、以下の項目がある。

- ・直接的影響：原子炉格納容器下部注水機能への影響
原子炉冷却材漏えい検出機能への影響
- ・間接的影響：地震による波及的影響

これらの影響について、以下のとおり確認した。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

原子炉格納容器下部注水機能及び原子炉冷却材漏えい検出機能への影響については、コリウムバッファは、原子炉格納容器下部における水の流れを妨げるものではないことから、原子炉格納容器下部注水機能及び原子炉冷却材漏えい検出機能への悪影響はない。

地震による波及的影響については、コリウムバッファを設置する CRD 自動交換機の周辺には、上位クラス施設である原子炉格納容器下部水位及び温度があるため、CRD 自動交換機について、上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないよう、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に対して十分な構造強度を有する設計とすることから悪影響はない。評価結果は、VI-2-11-2-21「CRD 自動交換機の耐震性についての計算書」に示す。

なお、コリウムバッファは操作が不要なことから、運用リソースへの悪影響はない。

表1 自主対策設備の分類 (1/3)

技術基準 条文番号	自主対策設備	分類
59	原子炉手動スクラムボタン	A
	原子炉モードスイッチ	A
	選択制御棒挿入機構	A
	スクラムテストスイッチ	A
	スクラムソレノイドヒューズ	A
	原子炉手動制御系, 制御棒駆動水圧系	A
	スクラムパイロット弁用制御空気配管・弁	A
	給水制御系, 給水系 (タービン駆動原子炉給水ポンプ, 電動機駆動原子炉給水ポンプ), 原子炉隔離時冷却系, 高圧炉心スプレイ系	A
60	ほう酸水注入系による原子炉注水 (純水補給水系)	B
	制御棒駆動水圧系による原子炉注水	A
61	タービンバイパス弁, タービン制御系	A
	125V代替充電器用電源車接続設備 (72条と同じ)	—
62	ろ過水ポンプによる原子炉注水 (ろ過水ポンプ, ろ過水タンク)	B
	残留熱除去系ヘッドスプレイ配管を用いた残存溶融炉心の冷却 (復水移送ポンプ, 代替循環冷却ポンプ, 大容量送水ポンプ (タイプ I), ろ過水ポンプ)	B
	ろ過水ポンプによる残存溶融炉心の冷却 (ろ過水ポンプ, ろ過水タンク)	B
	原子炉冷却材浄化系による進展抑制 (原子炉冷却材浄化系ポンプ, 原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器)	B
63	原子炉格納容器フィルタベント系薬液補給装置 (65条と同じ)	—
	原子炉格納容器フィルタベント系排水設備 (65条と同じ)	—
	大容量送水ポンプ (タイプ I) による残留熱除去系除熱	B
64	ろ過水ポンプによる原子炉格納容器内の冷却 (ろ過水ポンプ, ろ過水タンク)	B
	ドライウェル冷却系による原子炉格納容器内の除熱	A
65	原子炉格納容器 pH 調整系 (薬液タンク, ポンプ)	E
	原子炉格納容器フィルタベント系薬液補給装置	C
	原子炉格納容器フィルタベント系排水設備	B
66	ろ過水ポンプによる原子炉格納容器下部への注水 (ろ過水ポンプ, ろ過水タンク)	B
	ろ過水ポンプによる原子炉注水 (溶融炉心の落下遅延及び防止) (ろ過水ポンプ, ろ過水タンク)	B
	制御棒駆動水圧系による原子炉注水 (溶融炉心の落下遅延及び防止)	A
	コリウムシールド	E

表1 自主対策設備の分類 (2/3)

技術基準 条文番号	自主対策設備	分類
67	可燃性ガス濃度制御系による原子炉格納容器内の水素濃度制御	A
68	燃料プール補給水ポンプによる原子炉格納容器頂部注水	E
	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）による原子炉格納容器頂部注水	E
	原子炉建屋ベント設備による水素排出	C
69	ろ過水ポンプによる使用済燃料プールへの注水（ろ過水ポンプ，ろ過水タンク）	B
	化学消防自動車及び大型化学高所放水車による使用済燃料プールへのスプレイ（化学消防自動車，大型化学高所放水車，ろ過水タンク）	C
	使用済燃料プールからの漏えい緩和（シール材，接着剤，ステンレス鋼板，吊り下ろしロープ）	C
70	ガンマカメラ又はサーモカメラによる大気への放射性物質漏えい箇所の絞り込み（ガンマカメラ，サーモカメラ）	C
	海洋への拡散抑制設備（放射性物質吸着材）による海洋への拡散抑制（放射性物質吸着材）	C
	化学消防自動車及び大型化学高所放水車による泡消火（化学消防自動車，耐震性防火水槽，防火水槽，ろ過水タンク，屋外消火栓，泡原液搬送車，大型化学高所放水車，泡原液備蓄車）	C
71	淡水タンク（ろ過水タンク，純水タンク，原水タンク）	C
	化学消防自動車による復水貯蔵タンクへの補給（耐震性防火水槽，化学消防自動車）	C
72	号炉間電力融通ケーブル	D
	125V代替充電器用電源車接続設備	D
73	有効監視パラメータの計器	C
	常用計器	C
	常用代替計器	C
	プロセス計算機	C
	中央制御室記録計	C
74	非常用照明	C
75	モニタリングポスト	C
	放射能観測車	C
	Ge半導体式試料放射能測定装置	C
	可搬型Ge半導体式試料放射能測定装置	C
	ガスフロー測定装置	C
	気象観測設備	C
	モニタリングポスト専用の無停電電源装置	C

表 1 自主対策設備の分類 (3/3)

技術基準 条文番号	自主対策設備	分類
76	通信連絡設備 (送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話 設備(地方公共団体向ホットライン))	C
	電源車接続口(緊急時対策建屋南側)	D
	予備電源車	C
77	通信連絡設備 (送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話 設備(地方公共団体向ホットライン))	C
その他	長期安定冷却設備 (可搬ポンプ, 可搬熱交換器, 原子炉冷却材浄化系, ドライウエル冷却 系)	B
	コリウムバッファー	E

表2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
「－」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
59	原子炉手動スクラムボタン	－	・原子炉手動スクラムボタンは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・原子炉手動スクラムボタンは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・原子炉手動スクラムボタンの操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	原子炉モードスイッチ	－	・原子炉モードスイッチは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・原子炉モードスイッチは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・原子炉モードスイッチの操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	選択制御棒挿入機構	－	・選択制御棒挿入機構は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・選択制御棒挿入機構は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・選択制御棒挿入機構の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	スクラムテストスイッチ	－	・スクラムテストスイッチは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・スクラムテストスイッチは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・スクラムテストスイッチの操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	スクラムソレノイドヒューズ	－	・スクラムソレノイドヒューズは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・スクラムソレノイドヒューズは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・スクラムソレノイドヒューズの操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	原子炉手動制御系、制御棒駆動水圧系	－	・原子炉手動制御系、制御棒駆動水圧系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・原子炉手動制御系、制御棒駆動水圧系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・原子炉手動制御系、制御棒駆動水圧系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・原子炉手動制御系、制御棒駆動水圧系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	スクラムパイロット弁用制御空気配管・弁	－	・スクラムパイロット弁用制御空気配管・弁は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・スクラムパイロット弁用制御空気配管・弁は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・スクラムパイロット弁用制御空気配管・弁の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
給水制御系、給水系（タービン駆動原子炉給水ポンプ、電動機駆動原子炉給水ポンプ）、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系	－	・給水制御系、給水系（タービン駆動原子炉給水ポンプ、電動機駆動原子炉給水ポンプ）、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・給水制御系、給水系（タービン駆動原子炉給水ポンプ、電動機駆動原子炉給水ポンプ）、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・給水制御系、給水系（タービン駆動原子炉給水ポンプ、電動機駆動原子炉給水ポンプ）、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・給水制御系、給水系（タービン駆動原子炉給水ポンプ、電動機駆動原子炉給水ポンプ）、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイ系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。	
60	ほう酸水注入系による原子炉注水（純水補給水系）	－	・ほう酸水注入系による原子炉注水での流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・ほう酸水注入系による原子炉注水での流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・ほう酸水注入系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・ほう酸水注入系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	制御棒駆動水圧系による原子炉注水	－	・制御棒駆動水圧系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・制御棒駆動水圧系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・制御棒駆動水圧系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・制御棒駆動水圧系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。

表2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
「－」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
61	タービンバイパス弁、タービン制御系	－	・タービンバイパス弁、タービン制御系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・タービンバイパス弁、タービン制御系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・タービンバイパス弁、タービン制御系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・タービンバイパス弁、タービン制御系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	125V 代替充電器用電源車接続設備（72条と同じ）	－	－	－	－	－	－
62	ろ過水ポンプによる原子炉注水（ろ過水ポンプ、ろ過水タンク）	－	・ろ過水ポンプによる原子炉注水の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・ろ過水ポンプによる原子炉注水の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・ろ過水ポンプによる原子炉注水は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	残留熱除去系ヘッドスプレー配管を用いた残存熔融炉心の冷却（復水移送ポンプ、代替循環冷却ポンプ、大容量送水ポンプ（タイプI）、ろ過水ポンプ）	－	・残留熱除去系ヘッドスプレー配管を用いた残存熔融炉心の冷却の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・残留熱除去系ヘッドスプレー配管を用いた残存熔融炉心の冷却の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。 ・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・残留熱除去系ヘッドスプレー配管を用いた残存熔融炉心の冷却の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・残留熱除去系ヘッドスプレー配管を用いた残存熔融炉心の冷却は、燃料及び電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な燃料及び電源を確保できる場合のみ使用する。
	ろ過水ポンプによる残存熔融炉心の冷却（ろ過水ポンプ、ろ過水タンク）	－	・ろ過水ポンプによる残存熔融炉心の冷却の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・ろ過水ポンプによる残存熔融炉心の冷却の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・ろ過水ポンプによる残存熔融炉心の冷却は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	原子炉冷却材浄化系による進展抑制（原子炉冷却材浄化系ポンプ、原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器）	－	・原子炉冷却材浄化系による進展抑制の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・原子炉冷却材浄化系による進展抑制の流路は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・原子炉冷却材浄化系による進展抑制の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・原子炉冷却材浄化系による進展抑制は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
63	原子炉格納容器フィルタベント系薬液補給装置（65条と同じ）	－	－	－	－	－	－
	原子炉格納容器フィルタベント系排水設備（65条と同じ）	－	－	－	－	－	－
	大容量送水ポンプ（タイプI）による残留熱除去系除熱	○	・大容量送水ポンプ（タイプI）による残留熱除去系除熱の流路は、淡水仕様であり、海水の通水による腐食が懸念されるが、可能な限り淡水源を優先し、海水通水は短期間とすることで設備への影響を考慮することから、使用による悪影響はない。	○	・大容量送水ポンプ（タイプI）は、他の設備へのアクセス性を阻害しないように設置すること、又は移動が可能であることから、悪影響はない。	○	・大容量送水ポンプ（タイプI）による残留熱除去系除熱の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・大容量送水ポンプ（タイプI）による残留熱除去系除熱は、燃料及び電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な燃料及び電源を確保できる場合のみ使用する。

表2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
 「－」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
64	ろ過水ポンプによる原子炉格納容器内の冷却（ろ過水ポンプ、ろ過水タンク）	－	・ろ過水ポンプによる原子炉格納容器内の冷却の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・ろ過水ポンプによる原子炉格納容器内の冷却の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・ろ過水ポンプによる原子炉格納容器内の冷却は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	ドライウェル冷却系による原子炉格納容器内の除熱	－	・ドライウェル冷却系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・ドライウェル冷却系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・ドライウェル冷却系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・ドライウェル冷却系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
65	原子炉格納容器 pH 調整系（薬液タンク、ポンプ）	○	・原子炉格納容器 pH 調整系は、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ため、アルカリ薬液による原子炉格納容器バウンダリの腐食が考えられるが、材料への腐食影響がないことを確認しており、原子炉格納容器のシール材は耐アルカリ性を確認した改良 EPDM を使用することから、シール性への悪影響はない。 ・原子炉格納容器内のグレーチングとアルカリ薬液との反応で発生する水素の量は、気相部に占める割合が小さいため、原子炉格納容器の異常な圧力上昇は生じないことから、悪影響はない。 ・原子炉格納容器内は窒素により不活性化されており、原子炉格納容器内のグレーチングとアルカリ薬液との反応では酸素の発生はなく、水素の燃焼も発生しないことから、悪影響はない。	○	・原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンクの破損により、アルカリ薬液が漏えいする可能性があるが、原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンクは十分な強度を有する設計としており、かつ原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンクの周囲には堰を設ける設計としていることから、悪影響はない。	○	・原子炉格納容器 pH 調整系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・原子炉格納容器 pH 調整系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	原子炉格納容器フィルタベント系薬液補給装置	－	・薬液補給装置による原子炉格納容器フィルタベント系フィルタ装置への薬液補給は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・薬液タンクの破損により、アルカリ薬液が漏えいする可能性があるが、薬液タンクは十分な強度を有する設計としており、かつ薬液タンクの周囲には堰を設ける設計としていることから、悪影響はない。 ・薬液補給装置は、他の設備のアクセス性を阻害しないように設置すること、又は移動が可能であることから、使用による悪影響はない。	○	・薬液補給装置の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・薬液補給装置は、燃料を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な燃料を確保できる場合のみ使用する。
	原子炉格納容器フィルタベント系排水設備	○	・排水設備は、フィルタ装置のスクラバ溶液をサブプレッションチェンバに移送するため、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原子炉格納容器バウンダリのシール性への影響が考えられるが、材料への腐食影響がないことを確認しており、原子炉格納容器のシール材は耐アルカリ性を確認した改良 EPDM 等を使用することから、シール性への悪影響はない。	○	・排水配管の破損により、スクラバ溶液が漏えいする可能性があるが、排水配管は十分な強度を有する設計としており、かつフィルタ装置室内には堰を設ける設計としていることから、悪影響はない。	○	・排水設備の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・排水設備は、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合、又は遠隔手動弁操作設備を用いて使用する。

表2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
「-」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
66	ろ過水ポンプによる原子炉格納容器下部への注水（ろ過水ポンプ、ろ過水タンク）	-	・ろ過水ポンプによる原子炉格納容器下部への注水の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・ろ過水ポンプによる原子炉格納容器下部への注水の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・ろ過水ポンプによる原子炉格納容器下部への注水は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	ろ過水ポンプによる原子炉注水（熔融炉心の落下遅延及び防止）（ろ過水ポンプ、ろ過水タンク）	-	・ろ過水ポンプによる原子炉圧力容器への注水の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・ろ過水ポンプによる原子炉圧力容器への注水の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・ろ過水ポンプによる原子炉圧力容器への注水は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	制御棒駆動水圧系による原子炉注水（熔融炉心の落下遅延及び防止）	-	・制御棒駆動水圧系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	-	・制御棒駆動水圧系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・制御棒駆動水圧系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・制御棒駆動水圧系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	コリウムシールド	○	・コリウムシールドは、原子炉格納容器の構造強度を要する箇所に設置するものではなく、コンクリート侵食及び非凝縮性ガスの発生を抑制することから、原子炉格納容器の閉じ込め機能への悪影響はない。 ・コリウムシールドは、原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備とは独立しており、また、原子炉格納容器下部の空間に設置するものではないことから、原子炉格納容器下部への注水を妨げることなく、原子炉格納容器下部注水機能への悪影響はない。 ・原子炉冷却材漏えい検出機能への影響については、ドライウエル床ドレンサンプへの不明確な箇所からの漏えい率が保安規定で定める値以上となった場合に、原子炉冷却材の漏えいを検出できる設計とする必要があるが、コリウムシールドは、原子炉格納容器下部に2箇所あるドライウエル床ドレンサンプに通じるドレン配管内に設置し、1箇所当たりの通水可能流量が保安規定で定める値以上となるよう、コリウムシールドの開口面積を設定しており、不明確な箇所からの漏えい率の検出に対する機能への悪影響はない。 さらに、ドライウエル床ドレンサンプ及びドライウエル機器ドレンサンプの総漏えい率についても保安規定で定める値以上となった場合に、原子炉冷却材の漏えいを検出できる設計とする必要があるが、ドライウエル機器ドレンサンプについては設備変更がないことから、総漏えい率の検出に対する機能への悪影響はない。	-	・コリウムシールドは十分な強度を有する設計としており、設置による悪影響はない。	-	・コリウムシールドは操作が不要なことから、運用リソースの消費はない。

表2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
「－」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
67	可燃性ガス濃度制御系による原子炉格納容器内の水素濃度制御	－	・可燃性ガス濃度制御系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	－	・可燃性ガス濃度制御系は、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・可燃性ガス濃度制御系の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・可燃性ガス濃度制御系は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
68	燃料プール補給水ポンプによる原子炉格納容器頂部注水	○	・原子炉格納容器頂部が急冷されることによる鋼材部の熱収縮に伴う原子炉格納容器閉じ込め機能への影響が懸念されるが、原子炉格納容器頂部締付ボルト冷却時の発生応力を評価した結果、ボルトが急冷された場合でも応力値は降伏応力を下回っていることからボルトが破損することはない。	○	・原子炉格納容器頂部を冷却することにより、原子炉建屋に水蒸気が発生することによる、原子炉建屋水素爆発防止機能への影響が懸念されるが、水素の漏えい箇所を原子炉建屋下層階（地上1階、地下1階及びトラス室）のみとして原子炉建屋内の水素挙動を評価した結果、可燃限界に至ることはないことを確認しているため、原子炉建屋水素爆発防止機能に悪影響を与えない。 ・原子炉格納容器頂部を冷却するため、原子炉格納容器を除熱することによる原子炉格納容器負圧破損への影響が懸念されるが、原子炉ウエルに注水し原子炉格納容器頂部を冷却することによる原子炉格納容器除熱効果は小さいため、原子炉格納容器を負圧にするような悪影響はない。	○	・原子炉格納容器頂部注水系（常設）による原子炉ウエルへの注水操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順を準備しており、手順に基づいた対応を行うため、悪影響はない。 ・原子炉格納容器頂部注水系（常設）による原子炉ウエルへの注水操作は、淡水を要するが、淡水の使用量は、水源である代替淡水源 ^{※1} が保有する水量に比べて十分小さく悪影響はない。 ・原子炉格納容器頂部注水系（常設）による原子炉ウエルへの注水操作は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響を及ぼさないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。 ※1 原子炉格納容器頂部注水系（常設）として使用する燃料プール補給水ポンプの水源は復水貯蔵タンクであるが、復水貯蔵タンクへは代替淡水源からの補給が可能
	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）による原子炉格納容器頂部注水	○	・原子炉格納容器頂部が急冷されることによる鋼材部の熱収縮に伴う原子炉格納容器閉じ込め機能への影響が懸念されるが、原子炉格納容器頂部締付ボルト冷却時の発生応力を評価した結果、ボルトが急冷された場合でも応力値は降伏応力を下回っていることからボルトが破損することはない。	○	・原子炉格納容器頂部を冷却することにより、原子炉建屋に水蒸気が発生することによる、原子炉建屋水素爆発防止機能への影響が懸念されるが、水素の漏えい箇所を原子炉建屋下層階（地上1階、地下1階及びトラス室）のみとして原子炉建屋内の水素挙動を評価した結果、可燃限界に至ることはないことを確認しているため、原子炉建屋水素爆発防止機能に悪影響を与えない。 ・原子炉格納容器頂部を冷却するため、原子炉格納容器を除熱することによる原子炉格納容器負圧破損への影響が懸念されるが、原子炉ウエルに注水し原子炉格納容器頂部を冷却することによる原子炉格納容器除熱効果は小さいため、原子炉格納容器を負圧にするような悪影響はない。	○	・原子炉格納容器頂部注水系（可搬型）による原子炉ウエルへの注水操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順を準備しており、手順に基づいた対応を行うため悪影響はない。 ・原子炉格納容器頂部注水系（可搬型）による原子炉ウエルへの注水操作は、淡水を要するが、淡水の使用量は、水源である代替淡水源が保有する水量に比べて十分小さく悪影響はない。 ・原子炉格納容器頂部注水系（可搬型）による原子炉ウエルへの注水操作は、燃料及び電源を要するが、他の設備の使用に悪影響を及ぼさないよう必要な燃料及び電源を確保できる場合のみ使用する。
	原子炉建屋ベント設備による水素排出	－	・原子炉建屋ベント設備は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・原子炉建屋ベント設備は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・原子炉建屋ベント設備の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。

表2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
「－」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
69	ろ過水ポンプによる使用済燃料プールへの注水（ろ過水ポンプ、ろ過水タンク）	－	・ろ過水ポンプによる使用済燃料プールへの注水の流路は、設計基準対象施設としての設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・ろ過水ポンプによる使用済燃料プールへの注水の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・ろ過水ポンプによる使用済燃料プールへの注水は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	化学消防自動車及び大型化学高所放水車による使用済燃料プールへのスプレィ（化学消防自動車、大型化学高所放水車、ろ過水タンク）	－	・化学消防自動車、大型化学高所放水車、ろ過水タンクは、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・化学消防自動車及び大型化学高所放水車は、他の設備のアクセス性を阻害しないように設置すること、又は移動が可能であることから、使用による悪影響はない。 ・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・化学消防自動車、大型化学高所放水車の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・化学消防自動車、大型化学高所放水車は、燃料を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な燃料を確保できる場合のみ使用する。
	使用済燃料プールからの漏えい緩和（シール材、接着剤、ステンレス鋼板、吊り下ろしロープ）	－	・使用済燃料プールからの漏えい緩和は、想定事象としては大規模損壊等の重大事故等を越える事象への対応であり、ステンレス鋼板を単独で使用済燃料プール壁面に吊り下ろす設計とすることから、使用による悪影響はない。	－	・使用済燃料プールからの漏えい緩和は、ステンレス鋼板の使用済燃料プール壁面への設置後、ロープを手摺等に固縛し、ステンレス鋼板の移動を防止することから、使用による悪影響はない。	○	・使用済燃料プールからの漏えい緩和の実施に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
70	ガンマカメラ又はサーモカメラによる大気への放射性物質漏えい箇所の絞り込み（ガンマカメラ、サーモカメラ）	－	・ガンマカメラ及びサーモカメラは、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・ガンマカメラ及びサーモカメラは、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・ガンマカメラ及びサーモカメラの使用に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	海洋への拡散抑制設備（放射性物質吸着材）による海洋への拡散抑制（放射性物質吸着材）	－	・放射性物質吸着材は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・放射性物質吸着材は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・放射性物質吸着材の設置に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	化学消防自動車及び大型化学高所放水車による泡消火（化学消防自動車、耐震性防火水槽、防火水槽、ろ過水タンク、屋外消火栓、泡原液搬送車、大型化学高所放水車、泡原液備蓄車）	－	・化学消防自動車、耐震性防火水槽、防火水槽、ろ過水タンク、屋外消火栓、泡原液搬送車、大型化学高所放水車、泡原液備蓄車は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・化学消防自動車、泡原液搬送車、大型化学高所放水車、泡原液備蓄車は、他の設備のアクセス性を阻害しないように設置すること、又は移動が可能であることから、使用による悪影響はない。 ・水源である耐震性防火水槽、防火水槽は地下に設置されており、破損により地上面への溢水が生じる可能性はないことから、悪影響はない。 ・水源であるろ過水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・化学消防自動車、泡原液搬送車、大型化学高所放水車、泡原液備蓄車の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・化学消防自動車、泡原液搬送車、大型化学高所放水車、泡原液備蓄車は、燃料を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な燃料を確保できる場合のみ使用する。
71	淡水タンク（ろ過水タンク、純水タンク、原水タンク）	－	・淡水タンクは、他の水源である復水貯蔵タンク、サプレッションチェンバ、ほう酸水注入系貯蔵タンク、淡水貯水槽（No.1）及び淡水貯水槽（No.2）と独立した設備であることから、使用による悪影響はない。	○	・水源である淡水タンクの破損により、溢水が生じる可能性があるが、溢水評価により他の設備の機能に影響を及ぼさないことを確認していることから、使用による悪影響はない。	○	・淡水タンクを水源として使用する場合に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	化学消防自動車による復水貯蔵タンクへの補給（耐震性防火水槽、化学消防自動車）	－	・化学消防自動車及び耐震性防火水槽は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。 ・化学消防自動車又は耐震性防火水槽を使用した消火が必要な火災が発生していない場合のみ使用することから、使用による悪影響はない。	○	・化学消防自動車は、他の設備のアクセス性を阻害しないように設置すること、又は移動が可能であることから、使用による悪影響はない。 ・水源である耐震性防火水槽は地下に設置されており、破損により地上面への溢水が生じる可能性はないことから、悪影響はない。	○	・化学消防自動車の操作に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・化学消防自動車による復水貯蔵タンクへの補給は、燃料を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な燃料を確保できる場合のみ使用する。

表2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
 「－」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
72	号炉間電力融通ケーブル	○	・号炉間電力融通ケーブルの接続先の電気設備は、保護継電装置等により電氣的波及影響を防止できるため、使用による悪影響はない。	○	・号炉間電力融通ケーブルは、接続先の電気設備の設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・号炉間電力融通ケーブルの接続に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	125V 代替充電器用電源車接続設備	○	・125V 代替充電器用電源車接続設備の接続先の電気設備は、保護継電装置等により電氣的波及影響を防止できるため、使用による悪影響はない。	○	・125V 代替充電器用電源車接続設備は、接続先の電気設備の設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・125V 代替充電器用電源車接続設備の接続に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
73	有効監視パラメータの計器	－	・有効監視パラメータの計器は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・有効監視パラメータの計器は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・有効監視パラメータの計器の監視に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・有効監視パラメータの計器は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	常用計器	－	・常用計器は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・常用計器は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・常用計器の監視に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・常用計器は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	常用代替計器	－	・常用代替計器は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・常用代替計器は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・常用代替計器の監視に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・常用代替計器は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	プロセス計算機	－	・プロセス計算機は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・プロセス計算機は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・プロセス計算機による記録は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
	中央制御室記録計	－	・中央制御室記録計は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・中央制御室記録計は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・中央制御室記録計は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。
74	非常用照明	－	・非常用照明は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・非常用照明は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・非常用照明は、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。

表2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
 「－」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
75	モニタリングポスト	－	・モニタリングポストは、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・モニタリングポストは、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・モニタリングポストの運転には、電源を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な電源を確保できる場合のみ使用する。 ・モニタリングポストによる監視に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	放射能観測車	－	・放射能観測車は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・放射能観測車は、他の設備のアクセス性を阻害しないように設置すること、又は移動が可能であることから、悪影響はない。	○	・放射能観測車の使用には、燃料及び人員を要するが、重大事故等対処設備（可搬型放射線計測装置）の使用を優先し、他の設備に悪影響を及ぼさない範囲で使用するため、悪影響はない。
	Ge 半導体式試料放射能測定装置	－	・Ge 半導体式試料放射能測定装置は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・Ge 半導体式試料放射能測定装置は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・Ge 半導体式試料放射能測定装置の使用には、電源及び人員を要するが、重大事故等対処設備（可搬型放射線計測装置）の使用を優先し、他の設備に悪影響を及ぼさない範囲で使用するため、悪影響はない。
	可搬型 Ge 半導体式試料放射能測定装置	－	・可搬型 Ge 半導体式試料放射能測定装置は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・可搬型 Ge 半導体式試料放射能測定装置は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・可搬型 Ge 半導体式試料放射能測定装置の使用には、電源及び人員を要するが、重大事故等対処設備（可搬型放射線計測装置）の使用を優先し、他の設備に悪影響を及ぼさない範囲で使用するため、悪影響はない。
	ガスフロー測定装置	－	・ガスフロー測定装置は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・ガスフロー測定装置は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・ガスフロー測定装置の使用には、電源及び人員を要するが、重大事故等対処設備（可搬型放射線計測装置）の使用を優先し、他の設備に悪影響を及ぼさない範囲で使用するため、悪影響はない。
	気象観測設備	－	・気象観測設備は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・気象観測設備は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・気象観測設備の使用には、電源を要するが、他の設備に悪影響を及ぼさない範囲で使用するため、悪影響はない。 ・気象観測設備の使用には、人員を要するが必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	モニタリングポスト専用の無停電電源装置	－	・モニタリングポスト専用の無停電電源装置は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・モニタリングポスト専用の無停電電源装置は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・モニタリングポスト専用の無停電電源装置は操作が不要なことから、運用リソースの消費はない。
76	通信連絡設備 (送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話設備(地方公共団体向ホットライン))	－	・送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話設備(地方公共団体向ホットライン)は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話設備(地方公共団体向ホットライン)は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	○	・社内テレビ会議システムの使用には、人員を要するが、対応可能な範囲内で操作を行うため、悪影響はない。 ・送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話設備(地方公共団体向ホットライン)は、他の設備に悪影響を及ぼさない範囲で使用するため、悪影響はない。
	電源車接続口(緊急時対策建屋南側)	○	・電源車接続口(緊急時対策建屋南側)の接続先の電気設備は、保護継電装置等により電氣的波及影響を防止できるため、使用による悪影響はない。	○	・電源車接続口(緊急時対策建屋南側)は、接続先の電気設備の設計条件下で使用することから、使用による悪影響はない。	○	・電源車接続口(緊急時対策建屋南側)への接続に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。
	予備電源車	－	・予備電源車は、他の設備と独立して使用することから、使用による悪影響はない。	－	・予備電源車は、他の設備へのアクセス性を阻害しないように設置すること、又は移動が可能であることから、悪影響はない。	○	・予備電源車の接続に人員を要するが、必要な人員を想定した手順が確立され、それに基づき対応するため、悪影響はない。 ・予備電源車は、燃料を要するが、他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な燃料を確保できる場合のみ使用する。

表 2 自主対策設備を使用することによる悪影響検討結果

※「○」：影響が懸念されるため、対応（設計・運用）を検討する項目
 「－」：影響が無く、対応（設計・運用）を検討する必要が無い項目

技術基準 条文番号	自主対策設備	(1) 直接的影響		(2) 間接的影響		(3) 発電所における運用リソースの消費	
		検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果	検討 要否*	検討結果
77	通信連絡設備 (送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話設備(地方公共団体向ホットライン))	－	・送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話設備(地方公共団体向ホットライン)は, 他の設備と独立して使用することから, 使用による悪影響はない。	－	・送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話設備(地方公共団体向ホットライン)は, 他の設備と独立して使用することから, 使用による悪影響はない。	○	・社内テレビ会議システムの使用には, 人員を要するが, 対応可能な範囲内で操作を行うため, 悪影響はない。 ・送受話器(ページング)(警報装置を含む。), 電力保安通信用電話設備, 移動無線設備, 局線加入電話設備, 社内テレビ会議システム, 専用電話設備(地方公共団体向ホットライン)は, 電源を要するが, 他の設備に悪影響を及ぼさない範囲で使用するため, 悪影響はない。
その他	長期安定冷却設備 (可搬ポンプ, 可搬熱交換器, 原子炉冷却材浄化系, ドライウエル冷却系)	○	・長期安定冷却設備は, 設備の健全性を確認した条件下で使用することから, 使用による悪影響はない。	○	・内部を高放射線量の流体が流れることにより, 機器周囲の放射線量が上昇する場合は, 必要に応じて遮蔽体を設置する等の被ばく低減対策を講ずることから, 悪影響はない。 ・長期安定冷却設備は, 他の設備のアクセス性を阻害しないように設置すること, 又は移動が可能であることから, 悪影響はない。	○	・長期安定冷却設備の操作に人員を要するが, 必要な人員を想定した手順が確立され, それに基づき対応するため, 悪影響はない。 ・長期安定冷却設備は, 燃料及び電源を要するが, 他の設備の使用に悪影響が生じないよう必要な燃料及び電源を確保できる場合のみ使用する。
	コリウムバッファ	－	・コリウムバッファは, 原子炉格納容器下部における水の流れを妨げるものではないことから, 原子炉格納容器下部注水機能及び原子炉冷却材漏えい検出機能への悪影響はない。	○	・コリウムバッファを設置する CRD 自動交換機の周辺には, 上位クラス施設である原子炉格納容器下部水位及び温度があるため, CRD 自動交換機について, 上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないよう, 上位クラス施設的设计に適用する地震動又は地震力に対して十分な構造強度を有する設計とすることから悪影響はない。	－	・コリウムバッファは操作が不要なことから, 運用リソースの消費はない。

原子炉格納容器 pH 調整系による原子炉格納容器への影響の確認について

1. 設備概要

本系統は、図 1 に示すように、原子炉格納容器 pH 調整系ポンプにより、原子炉格納容器 pH 調整系貯蔵タンク内の水酸化ナトリウム水溶液を原子炉格納容器 pH 調整系配管から原子炉格納容器内に注入する構成とする。

原子炉格納容器 pH 調整系は他系統から独立した系統構成とすることで、他系統に悪影響を及ぼさない設計とする。

さらに、次項に示すとおり、原子炉格納容器内に水酸化ナトリウム水溶液を注入することによる原子炉格納容器内へ及ぼす悪影響はないことを確認している。

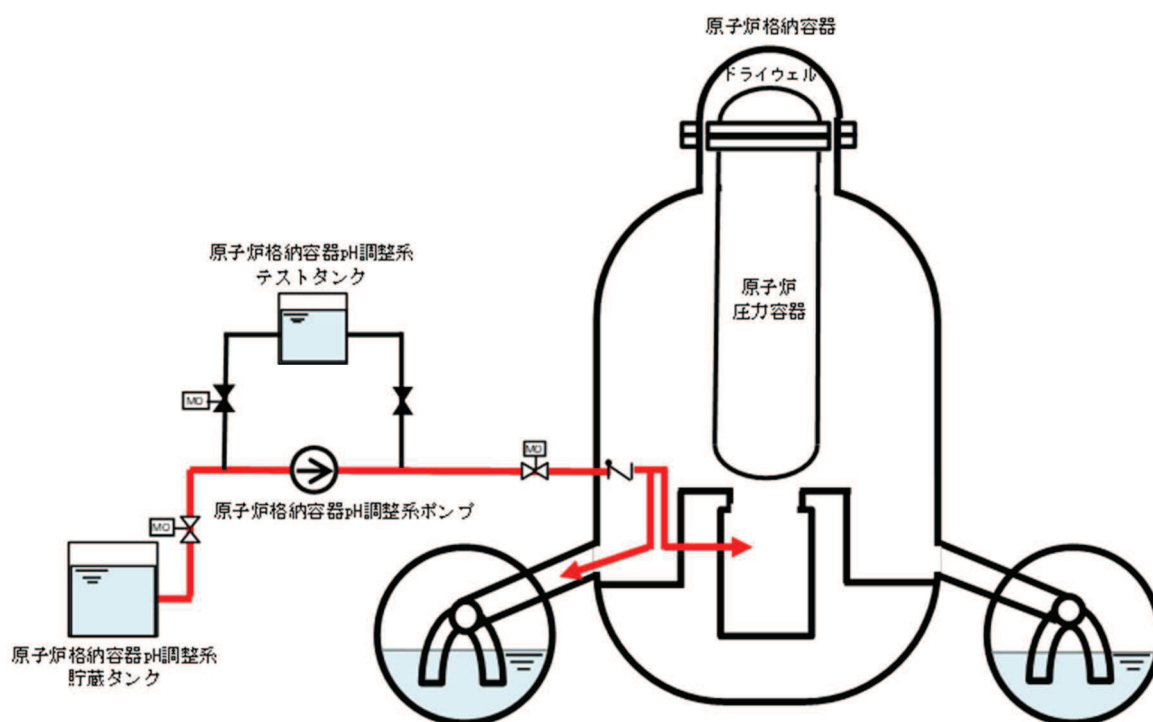


図 1 原子炉格納容器 pH 調整系 系統概要図

2. 原子炉格納容器バウンダリに対する影響について

アルカリ溶液による原子炉格納容器バウンダリの腐食に対する影響評価を行う。

薬液は、サプレッションチェンバ及び原子炉格納容器下部へそれぞれ均等に注入するが、最終的にはサプレッションチェンバのプール水に流入する。その場合、サプレッションチェンバのプール水の水酸化ナトリウム濃度は最大で約 [] [wt%], pH は約 [] となる。また各箇所へ所定量の薬液を注入した後は、格納容器スプレイ等によって、サプレッションチェンバ及び原子炉格納容器下部への水の流入があるため、薬液が局所的に滞留・濃縮することはない。

サプレッションチェンバで使用している炭素鋼のアルカリ腐食への耐性を図 2 及び図 3 に示す。図 2 より、pH 調整操作時の条件は水酸化ナトリウム濃度が約 [] [wt%], 温度は保守的に考えても限界温度 200°C以下であり、アルカリ腐食割れの発生領域に入っていないことから、アルカリ腐食割れは発生しない。また、図 3 より、pH が高くなると腐食速度は低下する傾向にあることから、塩化物による孔食、すきま腐食、SCC の発生を抑制することができる。

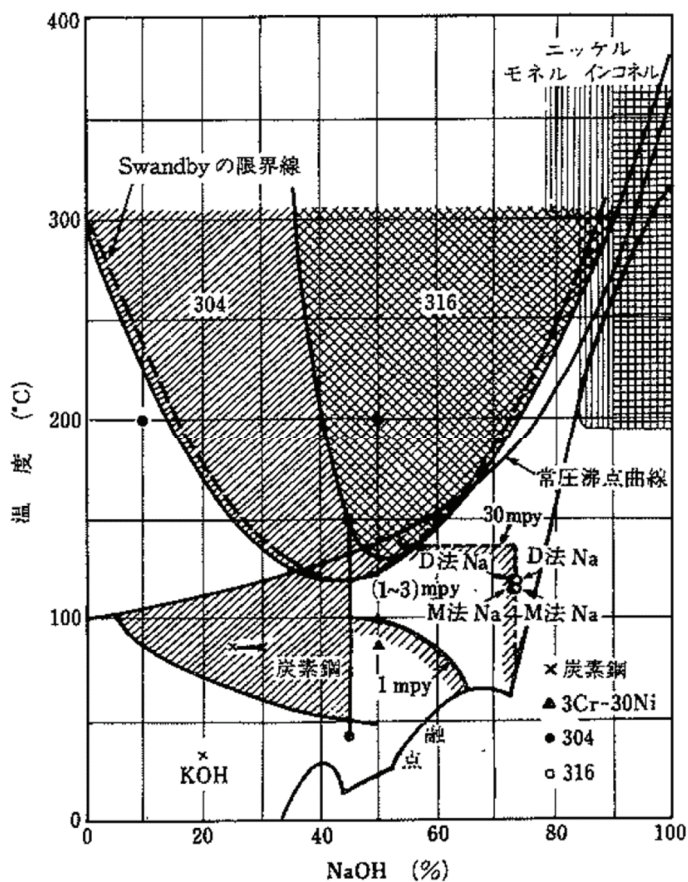


図 2 アルカリ腐食割れに及ぼす温度、濃度の影響

出典『小若, 金属の腐食損傷と防食技術, アグネ承風社, 2000年』

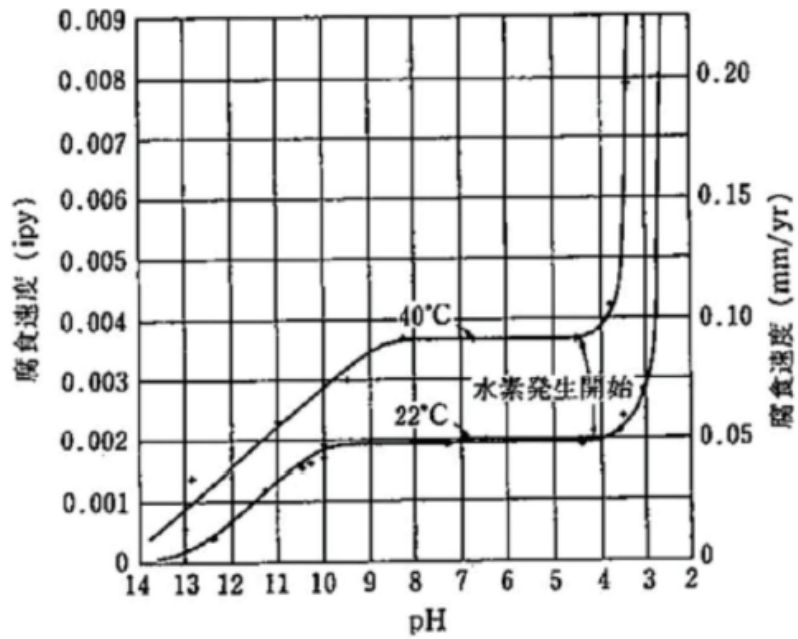


図3 炭素鋼の腐食に及ぼす pH の影響

出典『小若，金属の腐食損傷と防食技術，アグネ承風社，2000年』

また，原子炉格納容器バウンダリで主に使用しているシール材は，耐熱性能に優れた改良 EPDM に変更するが，この改良 EPDM について事故条件下でのシール性能を確認するため，表 1 の条件で蒸気暴露後の気密試験を実施し，耐アルカリ性能を確認した。

表 1 改良 EPDM 耐アルカリ性確認試験

照射量	pH	蒸気温度	暴露時間	気密試験結果

これらから，pH 調整による原子炉格納容器バウンダリへの悪影響はないことを確認した。

なお，水酸化ナトリウムの相平衡を図 4 に示すが，本系統使用後の水酸化ナトリウムの濃度である約 [wt%] では，水温が 0°C 以上であれば相変化は起こらず，析出することはない。

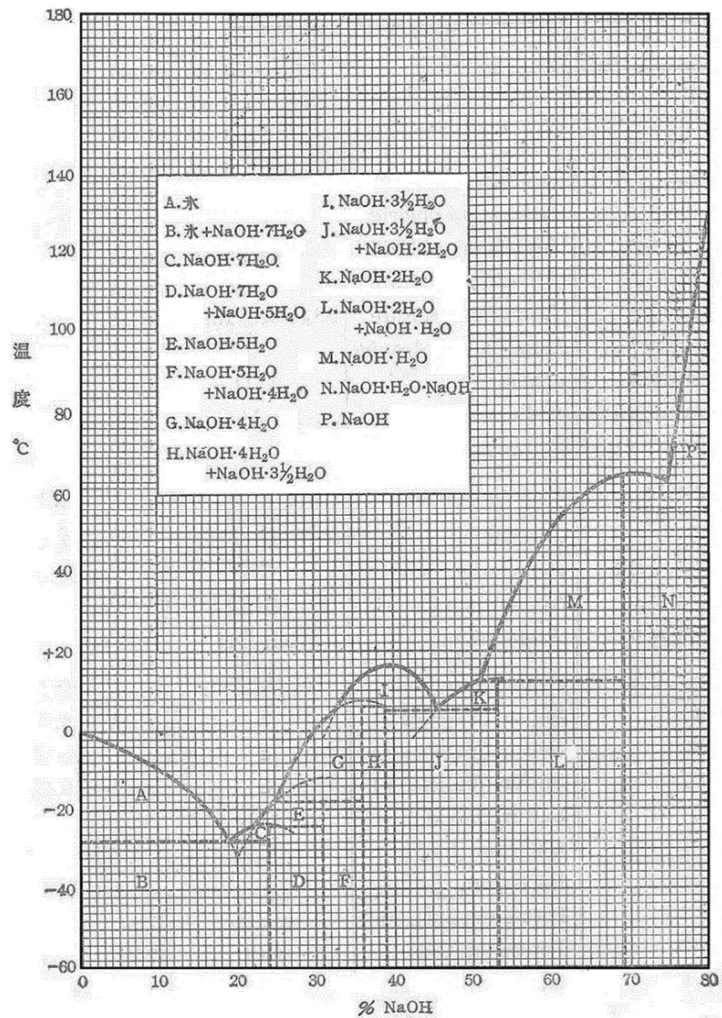


図4 水酸化ナトリウムの水系相平衡図

出典『日本工業用水協会，工業用水便覧，産業図書，1958年』

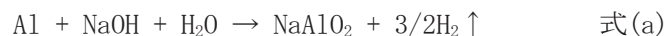
3. 水素の発生について

アルカリ薬液と原子炉格納容器内のグレーチング材等との反応による水素発生による圧力上昇及び燃焼リスクに対する影響評価を行う。

原子炉格納容器内では，プラットホームのグレーチング材等にアルミニウムを使用している。アルミニウムは両性金属であり，水酸化ナトリウムに被水すると式(a)に示す反応により水素が発生する。また，原子炉格納容器内のグレーチングには，亜鉛によるメッキが施されている。亜鉛もまた両性金属であり，式(b)に示すと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。

薬液注入後，水没が予想されるサプレッションチェンバ及び原子炉格納容器下部内に使用しているアルミニウムや亜鉛から水素の発生量を評価する。

評価については，保守的にサプレッションチェンバ及び原子炉格納容器下部内のアルミニウムと亜鉛がすべて反応し水素が発生するとして評価を行う。



3.1 アルミニウムによる水素発生量

原子炉格納容器内のアルミニウムの使用用途は、プラットホームのグレーチング材等である。

これらのうち、原子炉格納容器下部内で使用しているプラットホーム内のアルミニウムのすべてが薬液と反応した場合の水素発生量を評価した。なお、コリウムバッファ設置に伴いステンレス鋼製グレーチングへ取り替えるものは除き、評価した。

【算出条件】

・アルミニウム原子量：27g/mol

【計算結果】

上記条件よりアルミニウムの量は kg となる。そして、式(a)よりこのアルミニウムが全量反応すると、水素の発生量は約 kg となる。

$$\text{ kg} (= \text{ kg} / 27\text{g/mol} \times 3/2 \times 2.016\text{g/mol})$$

注：アルミニウム量の算出については、補足-370-5「圧力低減設備その他の安全設備のポンプの有効吸込水頭に関する補足説明資料の補足2 重大事故等時の発生異物量評価について」による。

3.2 亜鉛による水素発生量

原子炉格納容器内の亜鉛の使用用途は、グレーチングの亜鉛メッキ等である。そのためグレーチングの亜鉛メッキ量を調査し、アルミニウムと同様に全てが薬液と反応した場合の水素発生量を評価した。

【算出条件】

・亜鉛密度：7.2g/cm³ (JIS H8641-2007 記載値)

・亜鉛原子量：65.4g/mol

【計算結果】

上記条件より、亜鉛量はサプレッションチェンバで約 kg となる。

$$\text{ kg} (= \text{ m}^2 \times \text{ } \mu\text{ m} \times 7.2\text{g/cm}^3)$$

そして、式(b)よりこの亜鉛量が全量反応すると、水素の発生量は約 kg となる。

$$\text{ kg} (= \text{ kg} / 65.4\text{g/mol} \times 2.016\text{g/mol})$$

注：亜鉛量の算出については、補足-370-5「圧力低減設備その他の安全設備のポンプの有効吸込水頭に関する補足説明資料の補足 2 重大事故等時の発生異物量評価について」による。

3.3 水素発生による影響について

ジルコニウム-水反応等により原子炉格納容器内で発生する水素量は、有効性評価シナリオ「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 282kg であり、薬液注入によりアルミニウムと亜鉛が全量反応したとしても、事故時の原子炉格納容器内の気相は水蒸気が多くを占めていることから、原子炉格納容器の圧力制御には影響がない。また、原子炉格納容器内は窒素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、水素の燃焼は発生しない。

これらのことから、pH 調整に伴って原子炉格納容器内に水素が発生することを考慮しても影響はないものとする。

コリウムバッファ設置による有効性評価への影響について

1. はじめに

原子炉圧力容器外の熔融燃料-冷却材相互作用のうち水蒸気爆発については、実機において発生する可能性は極めて小さいと考えられるが、仮に水蒸気爆発が発生した場合のエネルギー低減を目的として、コリウムバッファを設置する。

コリウムバッファの構造及びコリウムバッファを設置することによる有効性評価への影響について以下に示す。

2. コリウムバッファの構造

コリウムバッファの構造を図 1 に示す。既存の CRD 自動交換機プラットフォームの下に設置されている作業架台のアルミ合金製グレーチングについて、より融点の高いステンレス鋼製グレーチングに取り替えることに加え、既存の開口部に同じステンレス鋼製グレーチングを追設する。これらをコリウムバッファとして用いることにより、熔融炉心に接触したステンレス鋼製グレーチングが熔融するまでの時間*を長期化し、熔融炉心の保持・冷却及び熔融ジェットの分裂という効果が得られる時間を長期化する。

なお、コリウムバッファは、原子炉格納容器下部への事前水張り後には水中となる位置に設置する。

注記*：ステンレス鋼製グレーチングの熔融時間評価

有効性評価では、熔融炉心は原子炉圧力容器の破損後、原子炉圧力容器下部の中心から落下するとしており、その直下は既存の CRD 自動交換機の作業架台が設置されていない開口部である。ステンレス鋼製グレーチングを開口部に追設することによる効果を確認するため、熔融ジェットによりステンレス鋼製グレーチングが熔融するまでの時間を評価した。評価の条件は以下のとおり。

- ・熔融炉心の落下挙動は、有効性評価の条件と同様に制御棒駆動機構ハウジングの逸出を想定した原子炉圧力容器の大規模な破損口から短期間に全熔融炉心が流出するものとする。
- ・熔融炉心の温度は、有効性評価における MAAP の計算値（熔融プール温度）である約 2349K とする。
- ・ステンレス鋼製グレーチングと熔融炉心との熱伝達率は、熔融炉心によりステンレス鋼製グレーチング格子部分の表面が熔融し、上面が丸い形状となることを想定し、円柱前面の熱伝達率の式^[1]を用いて算出する。
- ・熔融炉心と接触しない箇所のステンレス鋼製グレーチングへの熱伝導及び水冷効果、熔融炉心がクラストになることによる熱抵抗は保守的に考慮しないものとする。

評価の結果、ステンレス鋼製グレーチングが熔融するまでの時間は約 2 秒である。水蒸気爆発の評価において、粗混合融体質量が最初のピークとなる時刻は原子炉圧力容器破損

から約 1 秒後であり、ステンレス鋼製グレーチングはその時点まで形状を保つことができることから、熔融炉心の保持・冷却及び熔融ジェットの分裂という効果を得ることができると考える。

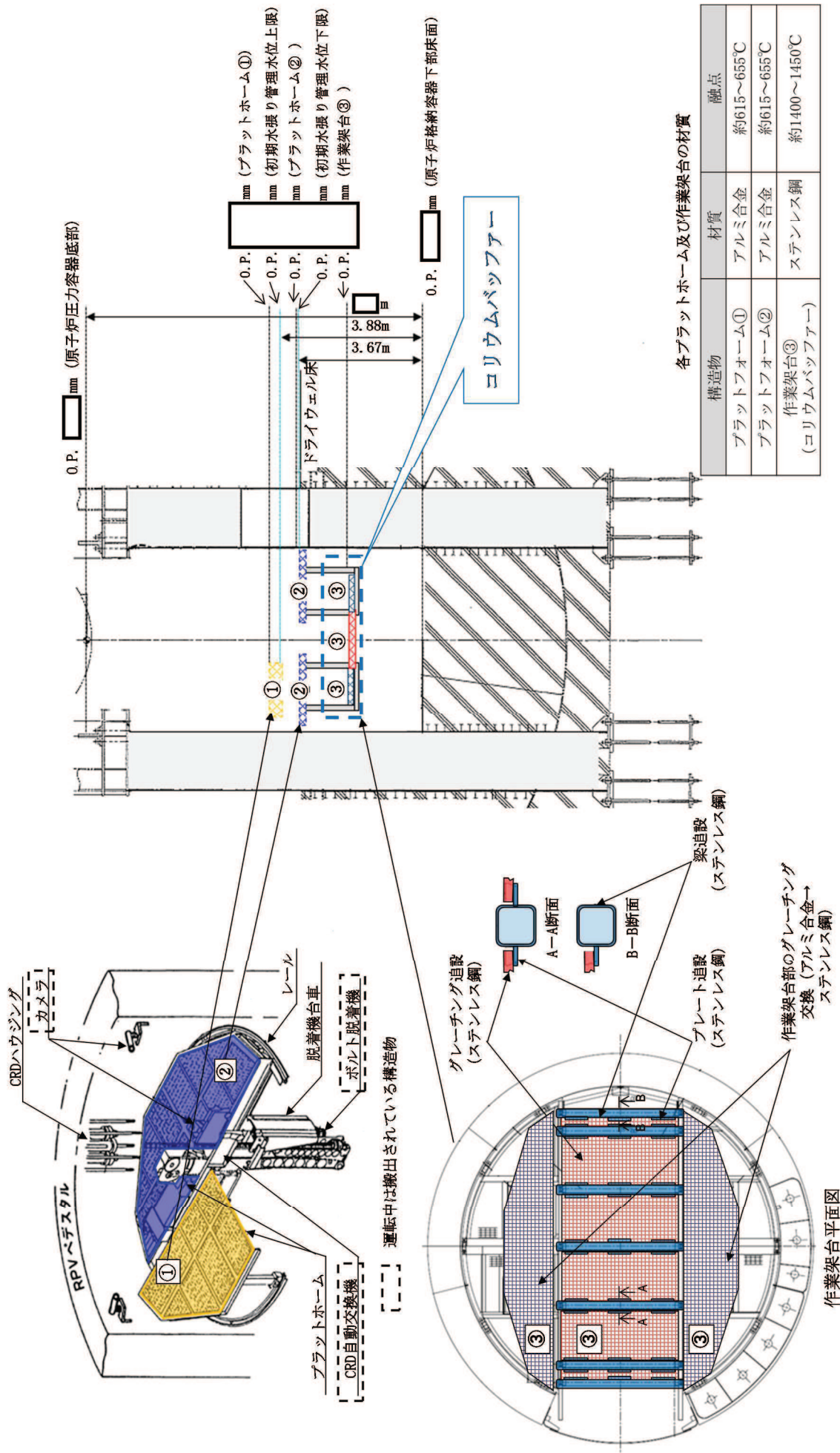


図1 コリウムバンプアワーの構造

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. コリウムバッファを設置することによる有効性評価への影響

(1) 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）

コリウムバッファは、原子炉格納容器下部に設置するが、既存の構造物と同じグレーチング形状であり、原子炉格納容器内の空間部分を分離しない設計であるため、原子炉格納容器の空間部体積に影響を与えることはない。このため、原子炉格納容器の圧力・温度評価に対する影響はない。

(2) 高圧熔融物放出／格納容器雰囲気直接加熱（DCH）

コリウムバッファは、原子炉格納容器下部に設置するため、DCH を防止するための原子炉急速減圧機能への影響はない。

(3) 原子炉圧力容器外の熔融燃料－冷却材相互作用（FCI）

コリウムバッファは、水蒸気爆発が発生した場合のエネルギー低減を目的として設置するものであることから悪影響はない。

(4) 水素燃焼

コリウムバッファは、ステンレス鋼製であり酸素の追加発生源とはならないことから影響はない。

(5) シェルアタック

有効性評価で想定する格納容器破損モードからシェルアタックを除外することの確認として原子炉格納容器下部に落下した熔融炉心の堆積高さを評価し、原子炉格納容器下部開口部から流出しないことを確認している。追設するコリウムバッファが熔融した場合は熔融炉心の原子炉格納容器下部での堆積高さが増大するため、その影響を確認した。

コリウムバッファ設置による原子炉格納容器下部内の構造物の体積増分は保守的に設定しても高々0.1m³程度であり、熔融炉心堆積評価の保守性に包絡されるため、デブリ堆積高さは約3.2mで変わらず、原子炉格納容器下部開口部から流出しない。

(6) 熔融炉心・コンクリート相互作用（MCCI）

熔融ジェットの分散効果により、コリウムバッファ位置下方での熔融物の固化割合は増加する。また、熔融物の保持・冷却効果により、原子炉格納容器底部に移行する過程で熔融物の冷却が促進されるのでMCCIに対して悪影響はない。

4. まとめ

3. に示した通り、コリウムバッファを設置することにより有効性評価への影響はないことを確認した。

[1] 日本機械学会編，伝熱工学資料，改訂第5版（2009），p. 34，日本機械学会.