

東海第二発電所

内部溢水への対応について(改訂版)

2021年2月16日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. 溢水防護における安全対策の対応方針 | 3 |
| 2. 溢水防護対象設備の設定 | 5 |
| 3. 溢水防護区画及び溢水経路の設定 | 7 |
| 4. 溢水源の想定 | 9 |
| 5. 内部溢水対策における安全性の向上 | 10 |
| 6-1. 原子炉建屋における対策 | 12 |
| ・地震時溢水量の削減 | |
| ・漏えい検知器の追設 | |
| ・重要区画の水密化 | |
| ・使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水対策 | |
| 6-2. タービン建屋における対策 | 18 |
| 6-3. 海水ポンプエリアにおける対策 | 19 |
| 6-4. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水対策 | 21 |
| 7. 安全向上対策結果 | 22 |

補足説明資料 内部溢水への対応について

○溢水の影響に対する防護設計方針

発電所内における機器の破損、地震・降水等の自然現象(津波の流入を含む)、火災時の消火活動により生じる漏水等を保守的に設定し、発生を想定する「溢水」とする。

安全上の重要度が高い系統設備等について、その重要度に応じて溢水に対する防護措置を講ずる。これらの対象設備を「溢水防護対象設備」とする。

溢水防護対象設備が没水等により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組み合わせの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

【発生防止】⇒ 溢水源の対策

- ・溢水源となる設備等の補強工事や耐震工事により、溢水量の低減又は溢水源の削減を図る設計とする。
- ・固定式消火設備等の水消火を行わない消火手段を採用し、被水の影響が発生しない設計とする。

【早期検知】⇒ 検知器機能の追設

- ・床漏えい検知器を追設し、溢水発生時に早期に検知できる設計とする。

【早期隔離】⇒ インターロック等による自動隔離機能の追設

- ・漏えい検知システム等による早期検知、隔離を行う設計とする。

【拡大防止】⇒ 溢水経路の止水対策、個別機器毎の防護対策

- ・設備が設置される区画外からの溢水に対し、壁、扉、堰等により溢水の流入を防止する。
- ・火災発生時に、消火対象以外の溢水防護対象設備に対して不用意な放水を行わないことを「火災防護計画」に定める。
- ・溢水発生時の流下経路を限定し、建屋最下層に滞留させ、外部への拡大を防止する。
- ・溢水防護対象設備に対する止水・防水等の防護対策を行う。
 - 「没水対策」・溢水防護対象設備周囲に浸水防護堰を設置し、対象設備が没水しない対策を行う。
 - 「被水対策」・「JIS に規定された保護等級(IPコード)」4以上の防滴仕様機器に取替を行う。
 - 「蒸気対策」・蒸気曝露試験又は机上評価により、蒸気環境への耐性を有する機器への取替を行う。
 - ・蒸気曝露試験等により安全機能を損なわないことを確認した、シールやパッキン等による防護措置を行う。

2. 溢水防護対象設備の設定

「溢水防護対象設備」を、新規制基準の要求より、以下のとおり設定する。

○重要度の特に高い安全機能を有するシステムがその安全機能を適切に維持するために必要な設備

・「重要度分類審査指針」より、「止める」「冷やす」「閉じ込める」に必要な構造物、システム及び機器を抽出

○使用済燃料プールの冷却・給水機能を適切に維持するために必要な設備

・燃料プール冷却浄化系、残留熱除去系を抽出

◆防護対象設備のうち溢水影響評価対象の選定

- ・上記で抽出したシステム、設備について、図2.1のフローに従い溢水影響評価の対象となる設備を抽出
- ・溢水影響評価の対象外とする考え方は表2.1のとおり。



図2.1 防護対象設備のうち溢水影響評価対象の選定フロー

表2.1 溢水影響評価の対象外とする理由

| 各ステップの項目 | 理由 |
|-------------------------|--|
| ① 溢水により機能を喪失しない。 | 容器、熱交換器、ろ過機、フィルタ、安全弁、逆止弁、配管等の静的機器は、構造が単純で外部からの動力の供給を必要としないことから、溢水により機能喪失はしない。 |
| ② PCV内耐環境仕様の設備である。 | PCV内設備のうち、温度・圧力条件及び溢水影響を考慮した耐環境仕様の設備は、溢水により機能喪失しない。 なお、対象設備が耐環境仕様であることの確認は、メーカ試験等で行った事故時の環境条件を模擬した試験結果を確認することにより行う。 |
| ③ 動作機能の喪失により安全機能に影響しない。 | 機能要求のない電動弁及び状態が変わらず安全機能に影響しない電動弁等は、機能喪失しても安全機能に影響しない。 |
| ④ 他の設備で代替できる。 | 他の設備により要求機能が代替できる設備は、機能喪失しても安全機能に影響しない。 |

※ 後フェイルセーフ設計となっている機器であっても、電磁弁、空気作動弁については、溢水による誤動作等防止の観点から安全側に防護対象設備に分類。

2. 溢水防護対象設備の設定



【溢水防護対象設備等の選定】

(1)「発電用軽水炉型原子力施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下「重要度分類審査指針」)に基づき、発電用原子炉施設において溢水が発生した場合に、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し維持するために必要な機能及び放射性物質の閉じ込めに必要な機能を抽出し、溢水による影響を考慮して、これらの機能に必要なポンプ、電動機、弁、計器等、およびこれらに関連する電源盤、制御盤等を抽出

- ◆ 原子炉の緊急停止機能や原子炉停止後の除熱機能及び放射性物質の閉じ込めに必要な機能として、これらを達成するために必要な系統等を抽出

| 原子炉の安全停止及び放射性物質の閉じ込めに必要な機能の抽出 | 安全停止及び放射性物質の閉じ込めに必要な機能を達成するための系統 |
|-------------------------------|--|
| 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 | 原子炉冷却材圧力バウンダリ |
| 原子炉の緊急停止機能 | 原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能)) |
| 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能 | 逃がし安全弁(安全弁機能) [※] <small>※:非常時に原子炉の圧力を下げるための安全弁</small> |
| 原子炉停止後の除熱機能 他 | 自動減圧系 ^{※1} , 逃がし安全弁(手動逃がし機能) ^{※2} <small>※1:原子炉水位低値等により逃がし安全弁を動作させ炉心の圧力を下げるための系統 ※2:逃がし安全弁を手動で動作させる機能</small> |
| | 原子炉隔離時冷却系 [※] <small>※:原子炉で発生した蒸気を駆動源として原子炉に外から注水する系統</small> |
| | 残留熱除去系(停止時冷却モード) [※] <small>※:原子炉から廢熱を除去し低温停止させるための系統</small> |
| | 高圧炉心スプレイ系 [※] 他 <small>※:事故時に外から原子炉に注水する系統(非常用炉心冷却系の一部)</small> |
| 放射性物質の閉じ込め機能 他 | 原子炉格納容器 |
| | 非常用ガス処理系 [※] 他 <small>※:事故時に原子炉建屋の負圧を維持し、放射性物質の拡散を防止する系統</small> |

(2)使用済燃料プールの冷却及びプールへの給水機能を維持するために必要な機能・系統

- ◆ 使用済燃料プールの冷却及び給水に必要な系統として残留熱除去系等を選定

| 使用済燃料プールの冷却及び給水に必要な機能の抽出 | 使用済燃料プールの冷却及び給水に必要な機能を達成するための系統 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 使用済燃料プールの冷却及び給水機能 | 燃料プール冷却浄化系 |
| | 残留熱除去系他 |

- ◆ 上記の防護対象設備が設置されている区域、区画を「評価エリア」として区分し、溢水影響評価を行い、多重化された系統が同時に機能を失うことなく、発電所の安全機能が維持できる設計であることを確認する。
- ◆ 地震時の評価については、同時に溢水防護対象機器の単一故障も想定して評価を実施する。

3. 溢水防護区画及び溢水経路の設定

- 防護対象設備が設置され、浸水防護を行う建屋、区域等を耐津波設計において、「浸水防護区画」として設定し、基準津波の流入防止や地下水等の浸水防止対策を実施する。（内部溢水の評価においても、建屋外で発生する津波等の影響を防止する必要があることから同様の対策を実施する）
- 浸水防護区画を、以下の観点から「溢水防護区画」として区分する。
 - ・ 溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、並びに中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路
 - ・ 溢水防護対象設備が設置されている区画で、壁、堰、扉、階段等の段差又はそれらの組合せによって他の区画と分離され、溢水防護の観点から1つの単位と考えられる区画

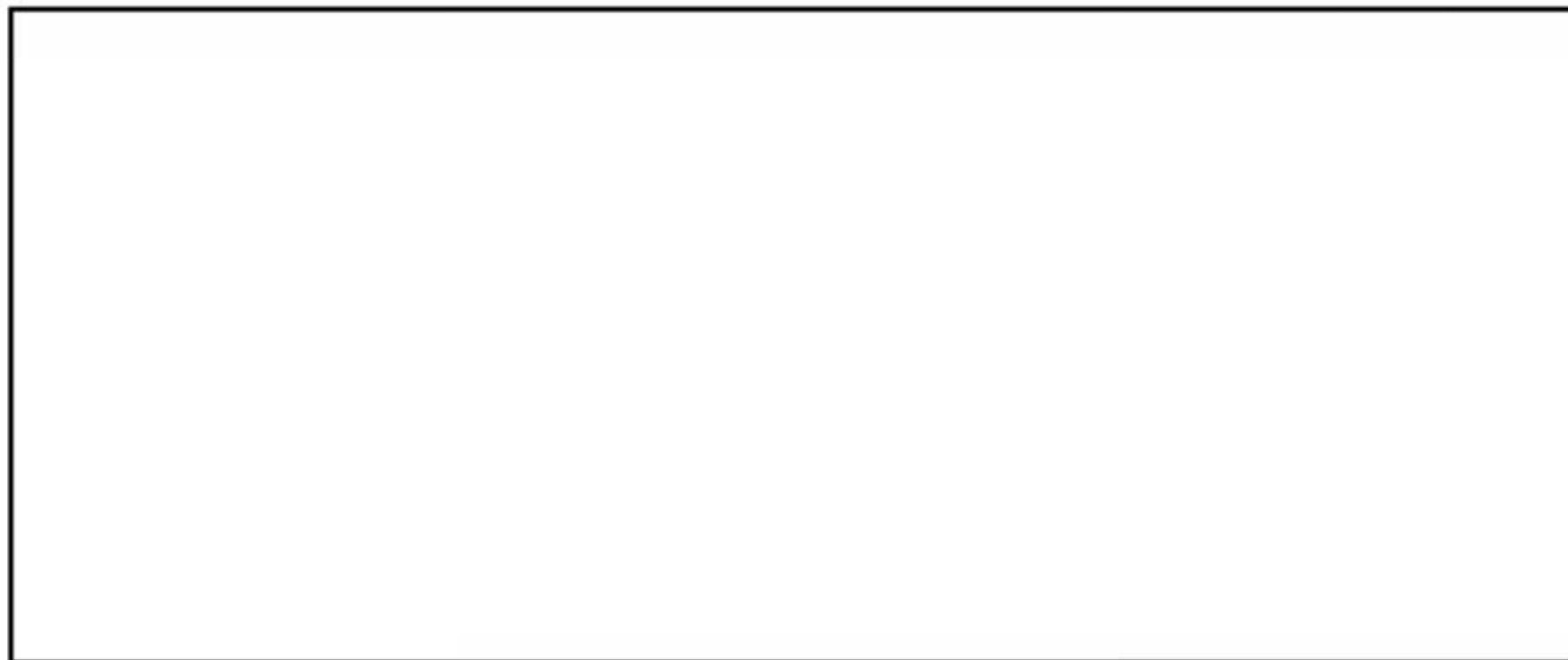


図3.1 区域・区画区分図（原子炉建屋 地下2階）
内部溢水-7

3. 溢水防護区画及び溢水経路の設定



- ・溢水評価を行うにあたり、以下のとおり「評価エリア」及び「溢水経路」を設定し、各エリア毎に溢水量／水位を算出する
 - ①各フロアを部屋等の区画及び堰等を考慮した単位で分割し、評価エリアとする(火災防護上の区域、区画も考慮)
 - ②評価エリア間の流入／流出経路を決定する
 - ③配管ルートや機器の配置等を確認し、②の流入／流出経路を考慮した溢水の発生源を評価エリア毎に決定する

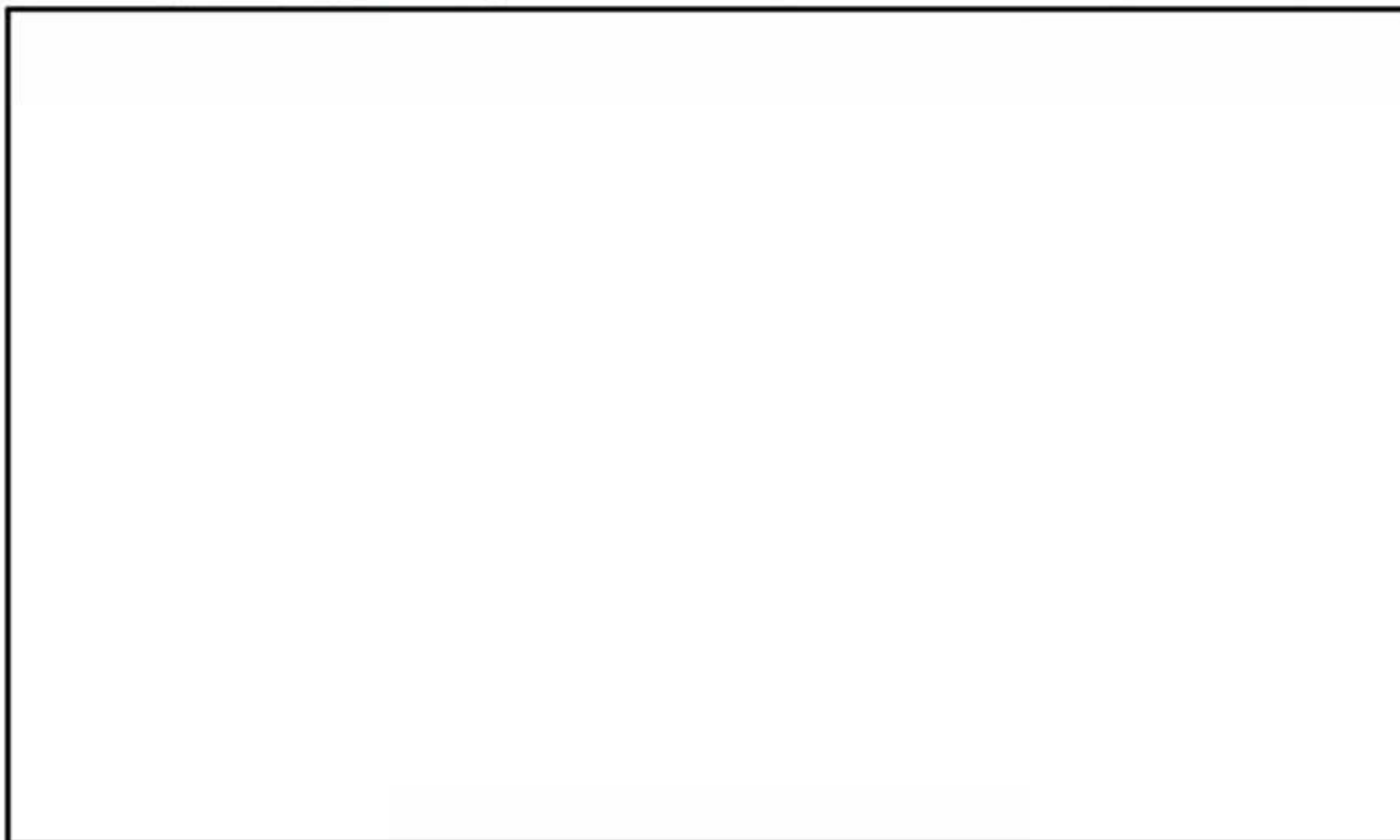


図3. 2 溢水経路モデル図(対策後状況)
内部溢水-8

溢水源は、発生要因別に分類した以下の溢水を想定し、保守的な量にて評価を行う。

○溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等(以下「想定破損」という。)により生じる溢水

- ・配管は、内包する流体のエネルギーに応じて溢水評価ガイドに従い高エネルギー配管、低エネルギー配管の2種類に分類し、溢水評価ガイド附属書Aの規定による評価から、許容応力の状態に応じた破損形状を想定
- ・破損は、単一故障として評価
- ・漏水量は、配管の破損形状を考慮した流出流量に漏水箇所との隔離までに必要な時間を乗じて設定(溢水量は想定する系統により異なるが、最大約380m³)

○発電所内で生じる異常事態(火災を含む)の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水

- ・自動作動するスプリンクラーは設置されていないことから、消火栓からの放水を考慮。ただし、ガス消火設備や消火器等を用いて消火活動を行うことを前提としている区画については、当該区画における放水を想定しない。
- ・消火設備等からの単位時間当たりの放水量(130L/min:屋内)と放水時間(一律3時間、2箇所同時放水)から溢水量を設定。(溢水量は火災時に消火を想定する各区画で同じ46.8m³)

○地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

- ・水、蒸気、油等を内包する系統のうち、基準地震動Ssによる地震力に対する耐震性が確認されていない耐震B、Cクラスに属する系統を溢水源とし、内包する水の全量放出を想定(原子炉棟内の全破損溢水量は約520m³⇒耐震補強により約125m³に低減)
- ・地震による使用済燃料プール等のスロッシングについても地震時の溢水として想定。(溢水量は、約89m³(通常運転中)、約247m³(定期事業者検査中))

○その他の溢水

- ・地下水の流入、降水、屋外タンクの破損等に伴う漏えい等の地震以外の自然現象やその波及的影響に伴う溢水
- ・機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象も考慮。(上記以外の少量漏えいを想定)
- ・人的過誤による漏えいを考慮

5. 内部溢水対策における安全性の向上(1/2)



【新規制基準を踏まえた対策】

| 安全性向上 | 項目 | 従来の方策 | 新規制対応 | 備考 |
|----------|-------------------|--|---|----|
| 溢水の発生防止 | 低耐震クラス配管等の耐震補強 | 非常用ディーゼル発電機室の消火系配管等の耐震補強を実施し、地震時の破損を防止 | 低耐震クラス機器、配管等の耐震補強により地震時の溢水を防止 | 強化 |
| | 配管の撤去 | バッテリー室の水系配管を撤去し溢水源を除去 | 同左 | |
| | 水系消火設備以外の選定 | — | 中央制御室及び電気室等については、新たに設置する自動消火設備、固定式消火設備には、水系消火設備を採用しない | 新規 |
| 溢水の検知 | 漏えい検知器の設置 | 安全系ポンプ室等に床漏えい検知器を設置 | 床漏えい検知器の追設（原子炉建屋内に約30箇所追加、既設と合わせ約50箇所） | 強化 |
| 溢水の検知・隔離 | 循環水ポンプへのインターロック追設 | — | インターロック設置による溢水発生時の循環水ポンプ停止及び隔離弁閉止による系統隔離により溢水の発生を低減 | 新規 |

6. 内部溢水対策における安全性の向上(2/2)



【新規制基準を踏まえた対策】

| 安全性向上 | 項目 | 従来の方策 | 新規制対応 | 備考 |
|---------|-------------------|--|---|----|
| 溢水の拡大防止 | 貫通部の止水処置 | 重要区画の水密化のために、配管等貫通部等の止水処置と床ファンネルの閉止を実施 | 同左 | |
| | 開口部への堰の設置 | 階段部に止水堰を設置し、原子炉建屋地下の安全系ポンプ室への溢水流入を防止 | 同左 | |
| | 区画分離 | — | 建屋内の区画分離を実施 (火災防護対策の耐火隔壁を兼用) | 新規 |
| | 重要区画の水密化 | — | 防護対象区画の水密化及び水密扉の設置と既設扉の補強 | 新規 |
| | 堰の追加設置・止水処置 | — | 溢水拡大防止堰の設置及び貫通部の止水処置 | 新規 |
| | 使用済燃料プールのスロッシング対策 | — | 燃料プール廻りの換気口を閉止すると共に、燃料プール廻りの排気ダクトを通常空調ダクトと切り離して閉止板を設置 スロッシング水のダクトを通じた拡大を防止 | 新規 |
| | 循環水系伸縮継手の交換 | — | 循環水伸縮継手を可撓継手へ交換し、地震時の溢水量を低減 | 新規 |

【地震時溢水量の削減】

○地震時に破損が想定される設備について、耐震補強により破損させない対策を実施

○地震時に原子炉棟内で発生する溢水量を削減(約520m³※ → 約125m³)

- ・耐震B,Cクラス配管について基準地震動S_sによる耐震評価を行い、原子炉建屋内で破損を想定した場合に影響が大きい6系統については、耐震補強により地震時に溢水させない対策を行う。
- ・溢水量の削減を行うことで、地震時に発生する溢水を最地下階に溜めた場合でも安全機能を喪失しない対応が可能となる。

※ 補強対策前の溢水量想定は約520³m(原子炉棟内の低耐震クラス設備の全溢水量)

| No. | 耐震補強する系統 | 機能 | 溢水量(m ³) |
|---------|------------------|-----------|----------------------|
| 1 | 原子炉補機冷却水系(RCW系) | プラント運転補助 | 92 |
| 2 | 燃料プール冷却浄化系(FPC系) | 放射性物質の貯蔵 | 86 |
| 3 | 復水・純水移送系(MUW系) | プラント運転補助 | 96 |
| 4 | 屋内消火系(FP系) | 緊急時対策上重要 | 6 |
| 5 | 原子炉冷却材浄化系(CUW系) | 原子炉冷却材の浄化 | 96 |
| 6 | 制御棒駆動系(CRD系) | 原子炉冷却材の補給 | 6 |
| 削減した溢水量 | | | 382 |

※:スロッシングの増加分他を含む

【漏えい検知器の追設】

○漏えい検知器を追加設置し、漏えい発生箇所の早期検知を図る。

- ・主な溢水の検知手段としては、床ドレンファンネルより建屋最下層に設置されているドレンサンプへの流入により漏えいを検知する方法、及び床漏えい検知器により検知する方法がある。
- ・溢水の発生をより早期に検知し、その後の隔離作業等を迅速に実施するために、床漏えい検知器の追設を行う。

原子炉建屋内の漏えい検知器設置数 54箇所

・既 設:21箇所

・新 設:33箇所

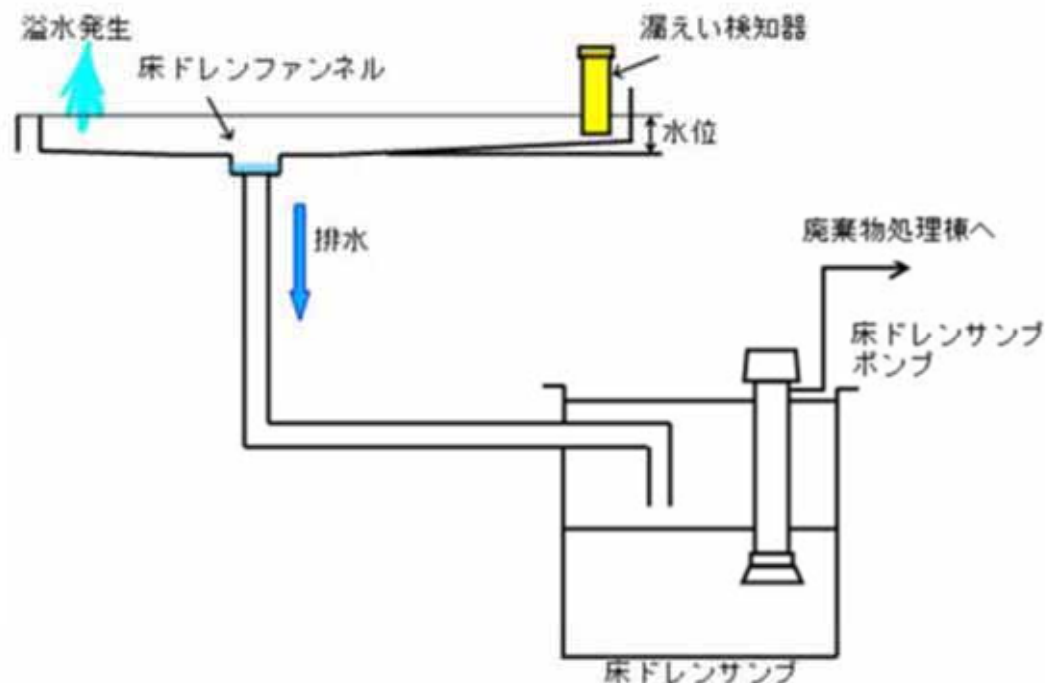


図6.1 溢水発生時の漏えい検知方法

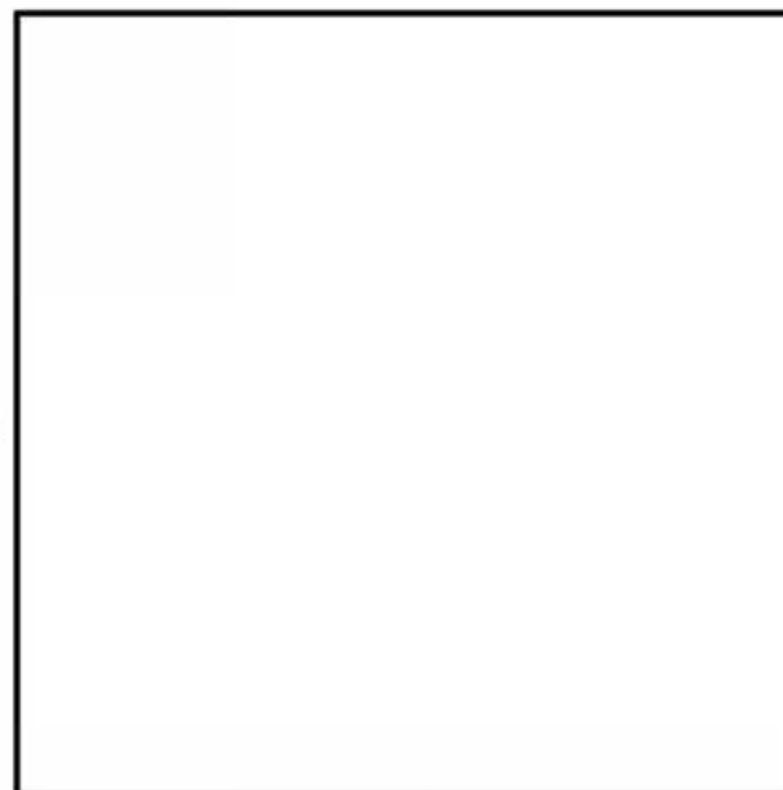


図6.2 漏えい検知器配置図

【重要区画の水密化】

○水密扉の設置並びに既設扉の補強を実施し、重要な設備が設置されている区画の水密化を図る。

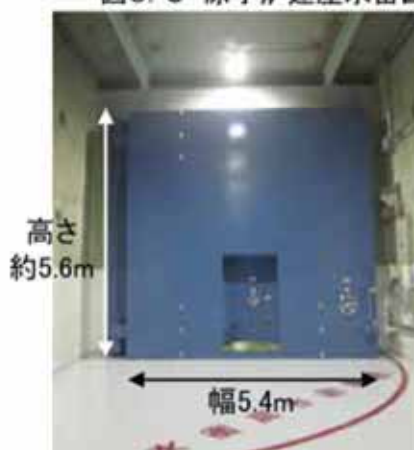


図6.3 原子炉建屋水密区画図

○: 水密扉設置箇所
—: 区域分離壁



厚さ約0.9m



高さ
約5.6m

幅5.4m

(原子炉建屋機器搬入口扉)
扉総重量約19ton(既設)

【重要区画】

重要な設備が設置されている建屋、区域を重要区画として、防水を目的とした壁及び水密扉にて区画、分離する。

図6.4 水密扉設置状況

【重要区画の水密化】

○地下水による影響評価

- ・溢水防護対象設備を内包する原子炉建屋, タービン建屋等の周辺地下部に排水設備(サブドレン)を設置しており, 地震によりすべての排水ポンプが同時に機能喪失した場合は, 仮設分電盤及び仮設ポンプを常備していることから排水は可能。
- ・建屋地下部の配管等の貫通部における止水措置としては, 敷地への津波浸水等も考慮した仕様とすることから, 30m耐水圧相当の仕様とするため, 地下水の上昇時においても影響はない。



図6.5 サブドレン概要図



図6.6 貫通部止水対策(例)

【使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水対策】

○使用済燃料プール溢水量の評価

- ・基準地震動 S_s におけるスロッシングによる使用済燃料プール溢水時の水位を求め、プール冷却機能及び使用済燃料の遮蔽機能に必要な水位が確保されていることを、3次元流動解析により算定。

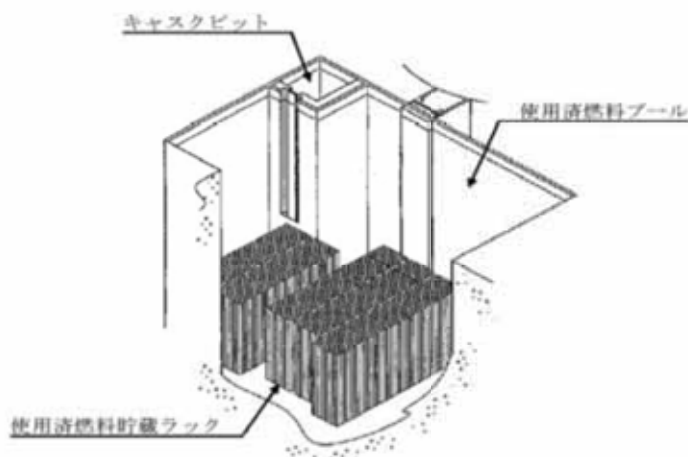


図6.7 使用済燃料プール概要図

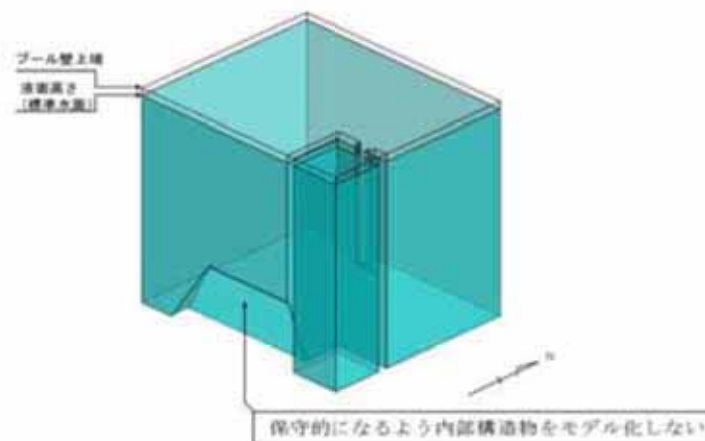


図6.8 使用済燃料プールのモデル概要図

○使用済燃料プールの冷却機能及び遮蔽機能維持の確認

- ・使用済燃料の遮蔽に必要な水位が維持されること及び冷却機能維持への影響はないことを確認

表6.1 使用済燃料プールの水位評価

| 地震後の使用済燃料プール水位(m) ※1 | 遮蔽に必要な水位(m) ※2 | 循環に必要な水位(m) ※3 |
|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 10.75 (EL.45.495) | 10.45 (EL.45.195) | 11.337 (EL.46.082) |

※1 地震によるスロッシング水量分の水位低下を反映

※2 保安規定で定めた管理区域内における特別措置を講じる基準である線量率($\leq 1.0\text{mSv/h}$)を満足する水位

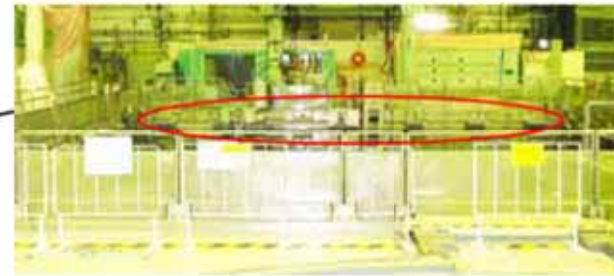
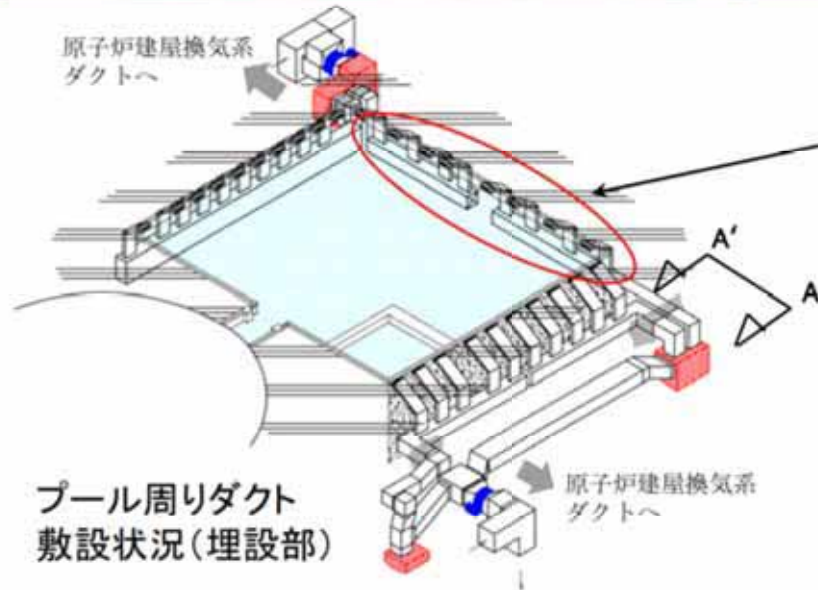
※3 スキマサージタンクに流入するオーバーフローに必要な水位

一時的にオーバーフロー水位を下回るが、残留熱除去系による給水・冷却が可能であり、冷却機能維持への影響はない。

6-1. 原子炉建屋における対策(6/6)



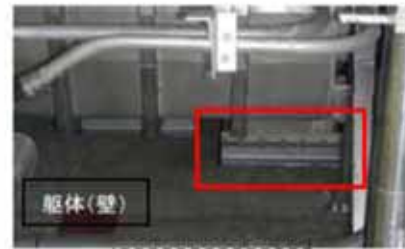
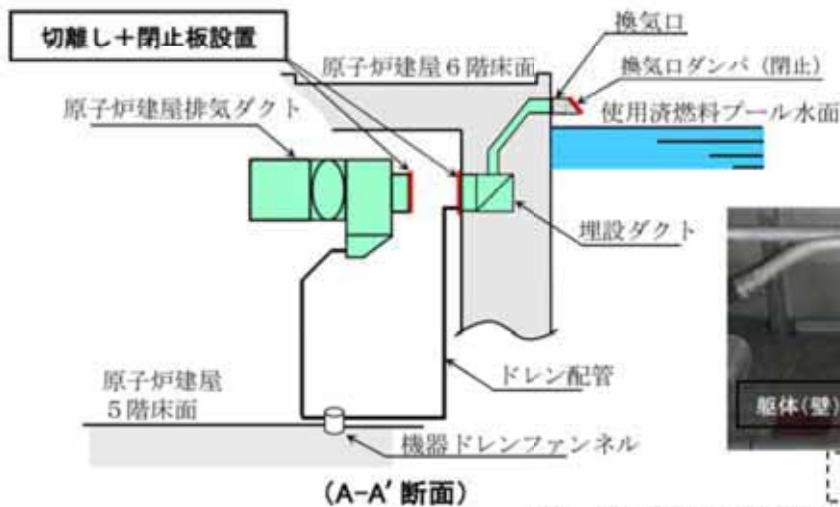
○スロッシングに起因する使用済燃料プール水のダクト流入による下層階等への溢水影響を防止



【対策内容】

- ・プール側換気口の閉止
- ・空調ダクトから切離し埋設ダクト出口側の躯体壁面へ閉止板を設置

図6.9 プール側ダクト換気口(現状)



下から見た状況

図6.10 閉止板設置箇所

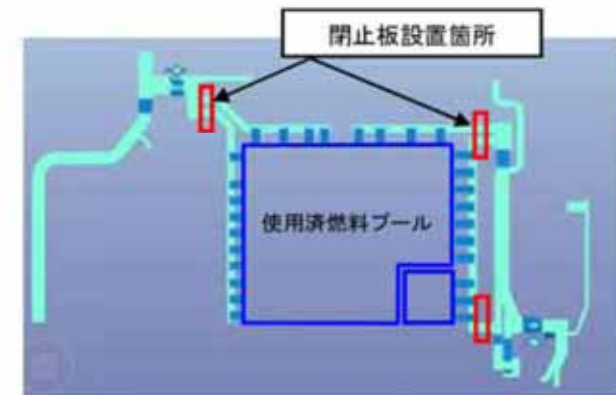


図6.11 ダクト敷設状況(平面図)

6-2. タービン建屋における対策

○溢水影響評価

- タービン建屋における溢水については、循環水管の伸縮継手破損及び地震に起因する耐震B、Cクラス機器の破損を想定。循環水ポンプを停止、復水器出入口弁を閉止するまでの間に生じる溢水量と耐震B、Cクラス機器の保有水による溢水量を合算した水量が、タービン建屋空間部に滞留するものとして没水評価※を実施。
(※漏洩検知器による循環水ポンプ停止と隔離弁閉インターロックを考慮)

<想定破損による没水影響評価結果>

- 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量 $11,287\text{m}^3$ は、タービン建屋の最下層(E.L.-4.00m ~ E.L.-1.60m)の貯留可能容積 $2,784\text{m}^3$ より大きいことから、地下1階範囲は溢水により没水するが、代替設備への切替が可能のため、安全機能への影響はない。また、溢水量がタービン建屋の溢水を貯留できる空間容積を上回らないことから、タービン建屋内の地下部に滞留が可能であり、**原子炉建屋への溢水の流出はないことを確認**

表6.2 タービン建屋の溢水を貯留できる空間容積

| タービン建屋階層 | 空間容積(m ³) |
|------------------------|-----------------------|
| E.L.-4.00 ~ E.L.-1.60m | 約 2,784 |
| E.L.-1.60 ~ E.L. 5.50m | 約 17,326 |
| E.L. 5.50 ~ E.L. 8.20m | 約 6,589 |
| 合計 | 約 26,699 |



図6.12 タービン建屋断面図

<地震起因による没水影響評価結果>

- 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量と耐震B、Cクラス機器の保有水量を合計した溢水量は、タービン建屋の貯留可能容積より小さいことから、タービン建屋内の地下部に貯留可能で、**原子炉建屋への流出がないことを確認**

$20,910\text{m}^3$ (地震起因による溢水量) < $26,699\text{m}^3$ (タービン建屋地下部の貯留可能容積)

貫通部止水対策は、裕度を見込みT.P.+8.2mまで実施

6-3. 海水ポンプエリアにおける対策

○想定破損による溢水影響評価

- ・循環水ポンプエリアでの想定破損による溢水が、隣接する海水ポンプエリアの防護対象設備である**残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機海水系ポンプ等の設置エリアに流出しないことを確認**

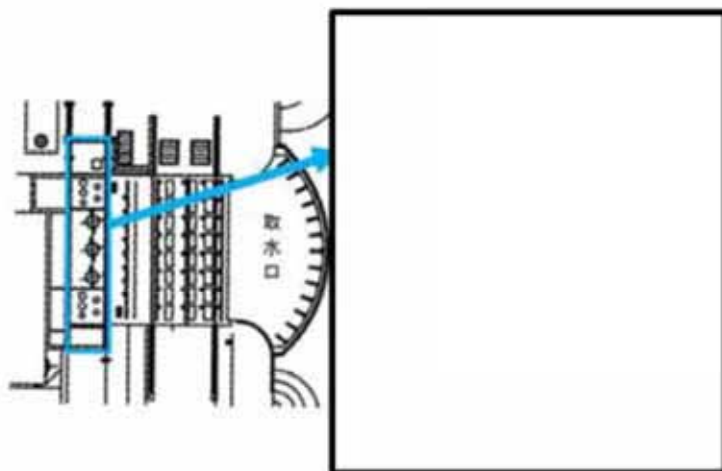


図6.13 海水ポンプエリア平面図

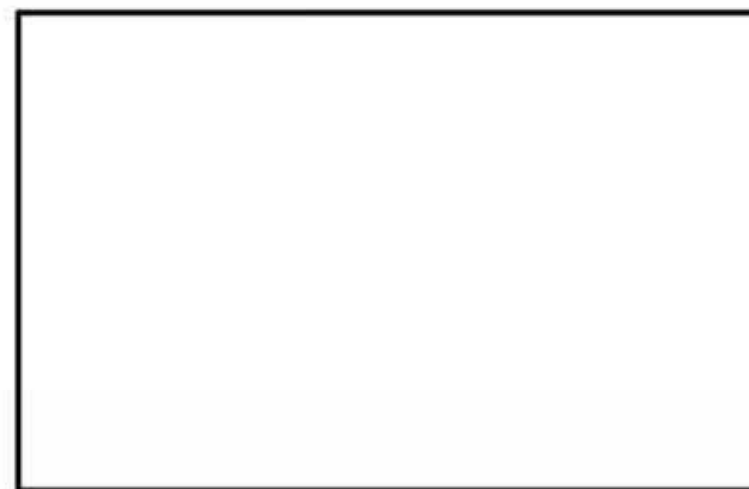


図6.14 海水ポンプエリア断面図

○地震起因による溢水影響評価(伸縮継手の破損考慮)

- ・地震起因により溢水源となりうる機器のうち、破損の生じるおそれがある伸縮継手部を溢水源として評価。溢水量が、海水ポンプエリア躯体壁上部から流出する際の越流水深は0.14mであり、**既設分離壁の高さを越えて、防護対象設備の設置されている区画に流入しないことを確認**

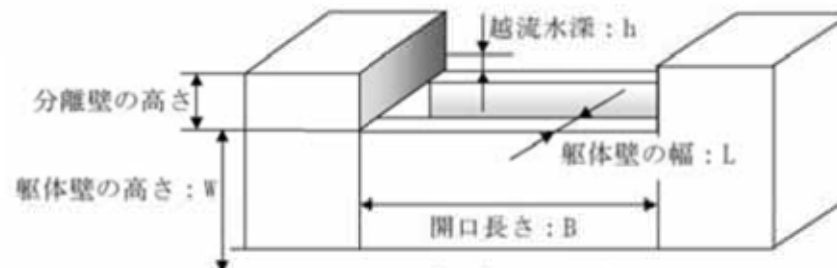
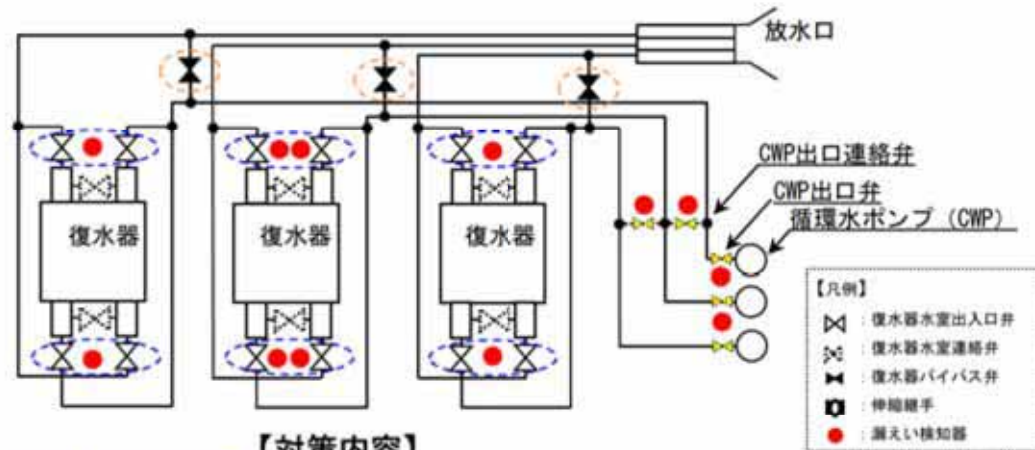


図6.15 海水ポンプエリアモデル図

6-3. 海水ポンプエリアにおける対策

○浸水量の低減対策



【対策内容】

- ・循環水ポンプ出口のゴム伸縮継手を可撓継手に交換することで、継手の破損幅を80mmから7mmに削減し、地震時に発生するポンプエリアでの浸水量を約1/10に低減。
- ・伸縮継手部の溢水を検知し、循環水ポンプを停止するとともに復水器出入口弁及びポンプ出口弁を閉止するインターロックを設置することで、タービン建屋内に流入する溢水量を削減し、系外への漏れも防止する。

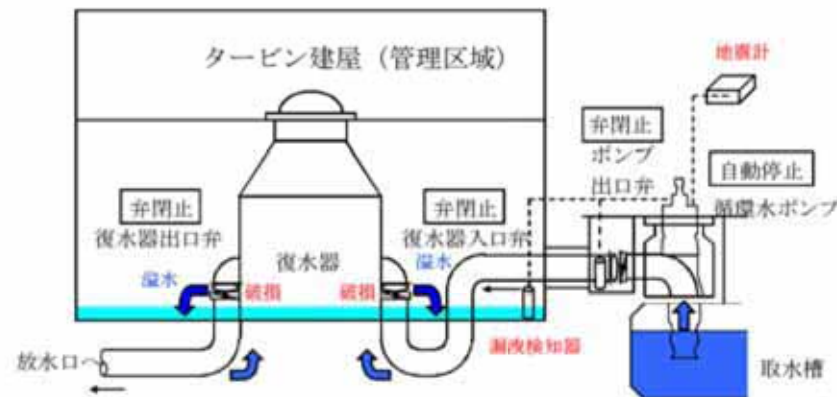


図6.17 対策概要図

内部溢水-20



図6.16 循環水ポンプ出口管及び伸縮継手

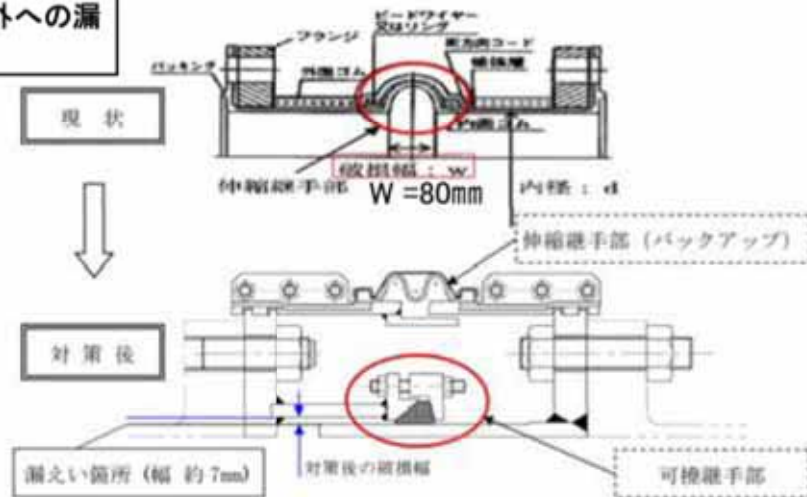


図6.18 循環水ポンプ出口伸縮継手対策概要

6-4. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水対策

○屋外タンクの溢水による影響評価

- ・発電所敷地近傍にある屋外タンク等の溢水が重要な設備が設置されている建屋、区画に与える影響を評価。
- ・評価した水位は、重要区画への浸水水位に達しないことから影響なし。



図6.19 屋外タンク等の配置図(各No.位置に配置)



図6.20 東海第二発電所敷地のレベル図

表6.3 屋外タンク等による溢水影響評価結果(E.L.+8.0mエリア)

| E.L.+8.0m エリア | 許容浸水深 (m) | 溢水量 (m ³) | 敷地面積 (m ²) | 敷地浸水深 (m) | 評価 |
|-----------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|----|
| 原子炉建屋 | 0.2 ^{※1} | 7,408 | 151,000 | 0.1 | ○ |
| タービン建屋 | 0.2 ^{※1} | | | | ○ |
| 使用済燃料乾式 貯蔵建屋 | 0.3 ^{※1} | | | | ○ |

※1 設置高さから敷地レベル E.L.+8.0m を引いた値 (設計床高さまでの高さ)

表6.4 屋外タンク等による溢水影響評価結果(E.L.+3.3mエリア)

| E.L.+3.3m エリア | 許容 浸水深 (m) | 溢水量 (m ³) | 海水ポンプ室周り の滞留可能容積 (m ³) | 敷地 浸水深 (m) | 評価 |
|---------------|---------------------|--------------------------|--|------------------|----|
| 海水ポンプ室 | 約 4.0 ^{※2} | 7,408 | 9,000 | 2.4 | ○ |

※2 既設分離壁の上端から設置高さを引いた値

○溢水対策のまとめ

◆原子炉建屋での対策

- ・溢水影響を軽減するための壁、扉、堰等にて溢水防護区画への流入防止対策を行う
- ・多重性又は多様性を有する防護対象設備については、同時に没水等により機能が損なわれない別区画に設置するため、区画間の流入を防止する対策や溢水発生区画からの拡大を防止する
- ・地震時に想定される機器の破損等による溢水については、耐震補強等により溢水量を削減する

◆タービン建屋での対策

- ・機器の破損等による溢水を想定した場合でも、建屋地下部に漏えい水を滞留させることが可能であり、外部への漏えいを防止する

◆海水ポンプエリアでの対策

- ・溢水影響の大きい循環水配管の破損に対し、インターロックによる早期隔離対策を実施する
- ・多重性又は多様性を有する防護対象設備については、同時に没水等により機能が損なわれない別区画に設置するため、区画間の流入を防止する対策や溢水発生区画からの拡大を防止する

◆建屋及び区画外からの溢水対策

- ・発電所敷地内にある屋外タンク等の破損、降水、地下水の上昇による溢水についても、壁、扉、堰等にて重要な設備が設置された建屋・区画への流入防止対策を行う

これら溢水対策を実施することで、地震時に想定する機器の破損等による溢水だけでなく、自然災害や火災発生時、保守的に想定した機器の破損により生じる溢水に対しても、プラントの安全機能を維持するとともに、発生した溢水を外部に漏えいさせないこととする。

補足説明資料 内部溢水への対応について

補足説明資料 目次

| | |
|---|----|
| 1. 規制の概要 | 25 |
| 2. 安全機能の多重性又は多様性及び独立性確保と溢水対策の考え方 | 26 |
| 3. 溢水の想定と評価の保守性 | 32 |
| 4. 東北地方太平洋沖地震による使用済燃料プールスロッシング発生と冷却状況 | 36 |
| 5. 使用済燃料プールのスロッシング周期及び発電所で想定する地震動の影響 | 37 |
| 6. 使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水に対する主な対策 | 48 |
| 7. 溢水対策設備の運用方法, 点検計画, 健全性確認 | 54 |

<第9条>

- 安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損によって当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならない。

基準及びガイド要求に従い、原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないことを以下のように確認している。

- ①重要度の特に高い安全機能を有する系統並びに使用済燃料プールの冷却及びプールの給水機能を有する系統を抽出し、それらの系統から防護すべき対象設備を抽出
- ②発電用原子力施設内に設置された機器及び配管の破損、消火系統等の作動又は使用済燃料プールのスロッシングにより発生する溢水量を基準に従い算出
- ③発生する溢水量に加え単一故障を仮定しても防護すべき対象設備の機能(安全保護機能等)が喪失しないことを確認

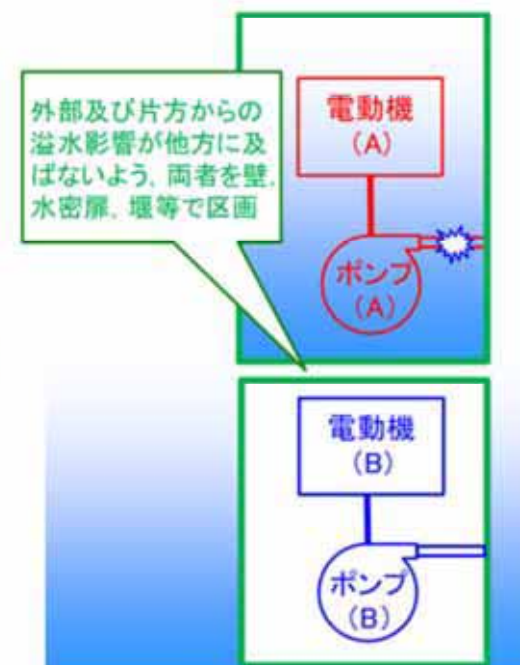
(1) 安全機能の多重性又は多様性及び独立性の確保

- 原子炉の安全確保に際して、**原子炉の高温及び冷温停止(原子炉の安全停止等)を達成・維持**するため要求される機能として、「**バウンダリの健全性**」、「**止める**」及び「**冷やす**」と、これらに「**関連する電源供給や計測制御**」の機能が必要であり、**それぞれの機能を確保するために必要となる系統**について、**多重性又は多様性及び独立性を確保して設置**する。
- 仮に、**多重化等を施した系統の1つが使用できない状態であっても**、**残りの系統により要求されている機能を確保可能とする。**

(2) 安全機能の考え方を踏まえた溢水防護対策 <別紙参照>

- (1)の安全機能確保の考え方を踏まえた溢水防護対策として、**溢水防護対象設備**を定め、それぞれに**溢水防護区画**を設定し、**溢水が生じた場合でも原子炉の安全停止等を確保できる**ようする。
 - ・**特定の区画で溢水が発生し、当該系統・設備の機能喪失を想定しても、多重化された系統が同時に機能喪失しないように溢水防護の観点から対策***を施すことで、**原子炉の安全停止等に必要なもう片方の系統機能を維持可能とする。**
 - ・**上記の防護対象として使用済燃料プールの冷却・給水機能も対象**

* 溢水防護区画(壁, 水密扉, 堰の設置), 防滴仕様・蒸気耐性機器への取替, 等



同じ機能を有する
2系統のポンプ・電動機の
溢水防護対策イメージ

2. 安全機能の多重性又は多様性及び独立性確保と溢水対策の考え方 (2/3)



(3) 溢水防護対象設備と溢水防護区画の設定

○溢水防護区画(壁, 堰, 扉, 階段等の段差又はそれらの組合せ)により他の区画と分離し, 溢水により多重化された溢水防護対象設備の機能が喪失しても, もう片方の系統機能を維持可能とする。

○溢水防護区画は, **多重化・多様化した系統・設備毎にそれぞれ設定**。具体的な対策は以下参照

安全機能と溢水防護区画の対応(原子炉建屋地下2階)

| 機能 | 主な溢水防護区画 | 系統 |
|---------|--|----|
| 電源供給機能 | ①非常用ディーゼル発電設備(2C) ②非常用ディーゼル発電設備(2D) ③高圧炉心スプレイ系(HPCS) ディーゼル発電設備 | 3 |
| | ④6.9kV電源盤(2C) -6.9kV電源盤(2D)(他階設置) ⑤6.9kV電源盤(HPCS) | 3 |
| 原子炉注水機能 | ⑥原子炉隔離時冷却系ポンプ ⑦高圧炉心スプレイ系ポンプ ⑧低圧炉心スプレイ系ポンプ ⑨残留熱除去系ポンプ(A) ⑩残留熱除去系ポンプ(B) ⑪残留熱除去系ポンプ(C) | 6 |
| 除熱機能 | ⑨残留熱除去系ポンプ(A) ⑩残留熱除去系ポンプ(B) | 2 |

1. は防護対象区域境界線を示す。
2. は溢水防護区域の区域番号を示す。
3. は管路上の区域番号を示す。

溢水防護区画配置図(原子炉建屋地下2階) 内部溢水-27

2. 安全機能の多重性又は多様性及び独立性確保と溢水対策の考え方 (3/3)



(4) 溢水評価における安全機能の確保の判定

- 溢水影響評価では溢水防護区画毎に溢水防護対象設備の没水等による機能喪失の有無を判定し、最終的に原子炉の安全停止等の達成に必要な安全機能が確保されていることを確認する。
- 安全機能の判定は、原子炉の停止、注水、除熱等の機能毎に設定した以下の判定基準を用いる。

| 評価対象 | 原子炉施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------------------|---------|--|---------|---------------|----------|----------------------------------|--------------|------------------|------------------------------------|--------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|------------------------------------|---------|----------|
| 安全機能 | 緊急停止機能 | | 未臨界維持機能 | | | | 高温停止機能 | | | | | | 原子炉隔離時注水機能 | | 手動逃がし機能 | | | |
| 機能判定 | *1 | | *1 | | | | *1 | | | | | | *1 | | *1 | | | |
| 主たる系統 | 水圧制御ユニット (HCU) | | 水圧制御ユニット (HCU) | | ほう酸水注入系 (SLC) | | 自動減圧系 (ADS) | 残留熱除去系 (RHR) | 低圧炉心スプレイ系 (LPCS) | 自動減圧系 (ADS) | 残留熱除去系 (RHR) | 高圧炉心スプレイ系 (HPCS) | 原子炉隔離時冷却系 (RCIC) | 高圧炉心スプレイ系 (HPCS) | 逃がし安全弁 (SRV) | 自動減圧系 (ADS) | | |
| 系列 (安全区分) | — (I系) | — (II系) | — (I系) | — (II系) | A系 (I系) | B系 (II系) | A系 (I系) | A系 (I系) | — (I系) | B系 (II系) | B系 (II系) | C系 (II系) | — (III系) | — (I系) | — (III系) | — (I・II系) | A系 (I系) | B系 (II系) |
| 系列の判定 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | * | *2 | *2 | *2 |
| 安全機能の維持 | 機能維持 HCU(I) and HCU(II) | | 機能維持 [HCU(I) and HCU(II)] or [SLC(A) and SLC(B)] | | | | 機能維持 ADS(A) and [RHR(A) or LPCS] | | | 機能維持 ADS(B) and [RHR(B) or RHR(C)] | | | 機能維持 HPCS | 機能維持 RCIC or HPCS | | 機能維持 SRV(I・II) or ADS(A) or ADS(B) | | |
| | 機能維持 2区分以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 評価対象 | 原子炉施設 | | | | | | | | | | 使用済燃料プール | | | | 中央制御室 | | | | |
|-----------|---------------------------------|----------|--------------------------|---------|-----------------------------------|----------|-----------------------|----------|---------------|----------|---|----|------------------------------|-----------------|---------------------------------|---------|-----------------------|---------|----------|
| 安全機能 | 低温停止機能 | | 閉じ込め機能 | | | | 監視機能 | | | | 冷却機能 | | 給水機能 | | 中央制御室換気機能 | | | | |
| 機能判定 | *1 | | *1 | | | | *1 | | | | *1 | | *1 | | *1 | | | | |
| 主たる系統 | 残留熱除去系 (RHR) | | 隔離弁機能 (PCIS) | | 非常用ガス処理系 非常用ガス再循環系 (FRVS-SGTS) | | 可燃性ガス濃度制御系 (FCS) | | 事故時計装系 | | 燃料プール冷却浄化系 (FPC) | | 残留熱除去系 (RHR) | 燃料プール補給水系 (CST) | 残留熱除去系 (RHR) | | 中央制御室換気空調系 (MCR-HVAC) | | |
| 系列 (安全区分) | A系 (I系) | B系 (II系) | — (I系) | — (II系) | A系 (I系) | B系 (II系) | A系 (I系) | B系 (II系) | A系 (I系) | B系 (II系) | A系 | B系 | A系 (I系) | B系 (II系) | — | A系 (I系) | B系 (II系) | A系 (I系) | B系 (II系) |
| 系列の判定 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 | *2 |
| 安全機能の維持 | 機能維持 RHR(A) or RHR(B) | | 機能維持 PCIS(I) or PCIS(II) | | 機能維持 FRVS-SGTS(A) or FRVS-SGTS(B) | | 機能維持 FCS(A) or FCS(B) | | 機能維持 A系 or B系 | | 機能維持 FPC(A) or FPC(B) or RHR(A) or RHR(B) | | 機能維持 CST or RHR(A) or RHR(B) | | 機能維持 MCR-HVAC(A) or MCR-HVAC(B) | | | | |
| | 機能維持 PCIS and FRVS-SGTS and FCS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- *1: *2の判定結果より、最終的に機能判定がすべて○になることを確認する。
- *2: 各区画の溢水影響を評価し、系列毎に○又は×を判定する。

<別紙> 溢水防護対象設備と溢水防護区画等の設定 (1/3)

* 本文「2. 溢水防護対象設備の設定」再掲 

「溢水防護対象設備」を以下のとおり設定する。

○重要度の特に高い安全機能を有する系統がその安全機能を適切に維持するために必要な設備

・「重要度分類審査指針」より、「止める」「冷やす」「閉じ込める」に必要な構造物、系統及び機器を抽出

○使用済燃料プールの冷却・給水機能を適切に維持するために必要な設備

・燃料プール冷却浄化系、残留熱除去系を抽出

◆ 防護対象設備のうち溢水影響評価対象の選定

- ・上記で抽出した系統、設備について、図のフローに従い溢水影響評価の対象となる設備を抽出
- ・溢水影響評価の対象外とする考え方は表のとおり。



図 防護対象設備のうち溢水影響評価対象の選定フロー

表 溢水影響評価の対象外とする理由

| 各ステップの項目 | 理由 |
|-------------------------|---|
| ① 溢水により機能を喪失しない。 | 容器、熱交換器、ろ過装置、フィルタ、安全弁、逆止弁、配管等の静的機器は、構造が単純で外部からの動力の供給を必要としないことから、溢水により機能喪失はしない。 |
| ② PCV内耐環境仕様の設備である。 | PCV内設備のうち、温度・圧力条件及び溢水影響を考慮した耐環境仕様の設備は、溢水により機能喪失しない。 なお、対象設備が耐環境仕様であることの確認は、メーカー試験等で行った事故時の環境条件を模擬した試験結果を確認することにより行う。 |
| ③ 動作機能の喪失により安全機能に影響しない。 | 機能要求のない電動弁及び状態が変わらず安全機能に影響しない電動弁等は、機能喪失しても安全機能に影響しない。 |
| ④ 他の設備で代替できる。 | 他の設備により要求機能が代替できる設備は、機能喪失しても安全機能に影響しない。 |

※フェイルセーフ設計となっている機器であっても、電磁弁、空気作動弁については、溢水による誤動作等防止の観点から安全側に防護対象設備に分類。

<別紙> 溢水防護対象設備と溢水防護区画等の設定 (2/3)

* 本文「2. 溢水防護対象設備の設定」再掲 

【溢水防護対象設備等の選定】

(1) 「発電用軽水炉型原子力施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」(以下「重要度分類審査指針」)に基づき、発電用原子炉施設において溢水が発生した場合に、原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し維持するために必要な機能及び放射性物質の閉じ込めに必要な機能を抽出し、溢水による影響を考慮して、これらの機能に必要なポンプ、電動機、弁、計器等、およびこれらに関連する電源盤、制御盤等を抽出

◆ 原子炉の緊急停止機能や原子炉停止後の除熱機能及び放射性物質の閉じ込めに必要な機能として、これらを達成するために必要な系統等を抽出

| 原子炉の安全停止及び放射性物質の閉じ込めに必要な機能の抽出 | 安全停止及び放射性物質の閉じ込めに必要な機能を達成するための系統 |
|-------------------------------|---|
| 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 | 原子炉冷却材圧力バウンダリ |
| 原子炉の緊急停止機能 | 原子炉停止系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能)) |
| 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能 | 逃がし安全弁(安全弁機能)* <small>※: 非常時に原子炉の圧力を下げるための安全弁</small> |
| 原子炉停止後の除熱機能 他 | 自動減圧系* ¹ , 逃がし安全弁(手動逃がし機能)* ² <small>※1: 原子炉水位低値等により逃がし安全弁を動作させ炉心の圧力を下げるための系統 ※2: 逃がし安全弁を手動で動作させる機能</small> |
| | 原子炉隔離時冷却系* <small>※: 原子炉で発生した蒸気を駆動源として原子炉に外から注水する系統</small> |
| | 残留熱除去系(停止時冷却モード)* <small>※: 原子炉から炉壁熱を除去し冷温停止させるための系統</small> |
| | 高圧炉心スプレイ系* 他 <small>※: 事故時に外から原子炉に注水する系統(非常用炉心冷却系の一部)</small> |
| 放射性物質の閉じ込め機能 他 | 原子炉格納容器 |
| | 非常用ガス処理系* 他 <small>※: 事故時に原子炉建屋の負圧を維持し、放射性物質の拡散を防止する系統</small> |

(2) 使用済燃料プールの冷却及びプールへの給水機能を維持するために必要な機能・系統

◆ 使用済燃料プールの冷却及び給水に必要な系統として残留熱除去系等を選定

| 使用済燃料プールの冷却及び給水に必要な機能の抽出 | 使用済燃料プールの冷却及び給水に必要な機能を達成するための系統 |
|--------------------------|---------------------------------|
| 使用済燃料プールの冷却及び給水機能 | 燃料プール冷却浄化系 |
| | 残留熱除去系他 |

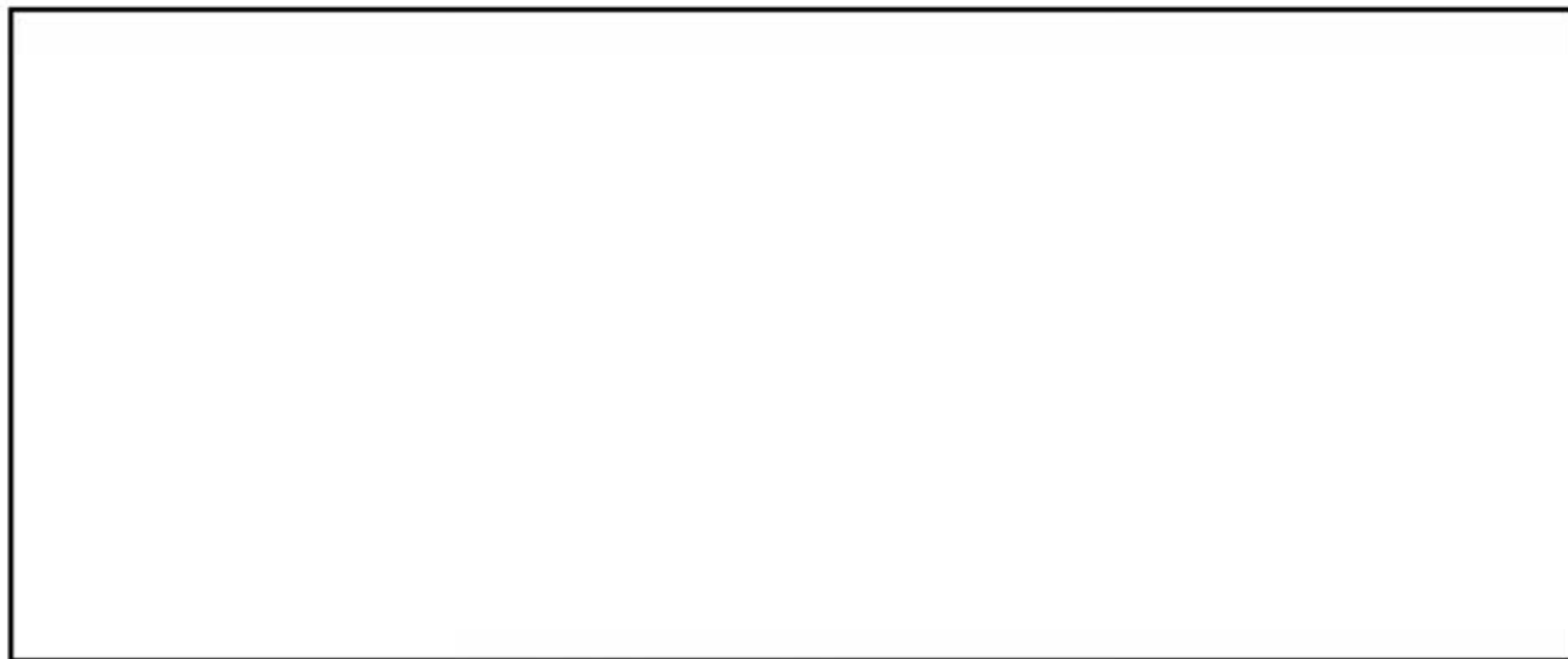
◆ 上記の防護対象設備が設置されている区域、区画を「評価エリア」として区分し、溢水影響評価を行い、多重化された系統が同時に機能を失うことなく、発電所の安全機能が維持できる設計であることを確認する。

◆ 地震時の評価については、同時に溢水防護対象機器の単一故障も想定して評価を実施する。

<別紙> 溢水防護対象設備と溢水防護区画等の設定 (3/3)

* 本文「2. 溢水防護対象設備の設定」再掲 

- 防護対象設備が設置され、浸水防護を行う建屋、区域等を耐津波設計において、「浸水防護区画」として設定し、基準津波の流入防止や地下水等の浸水防止対策を実施する。(内部溢水の評価においても、建屋外で発生する津波等の影響を防止する必要があることから同様の対策を実施する)
- 浸水防護区画を、以下の観点から「溢水防護区画」として区分する。
 - ・ 溢水防護対象設備が設置されている全ての区画、並びに中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路
 - ・ 溢水防護対象設備が設置されている区画で、壁、堰、扉、階段等の段差又はそれらの組合せによって他の区画と分離され、溢水防護の観点から1つの単位と考えられる区画

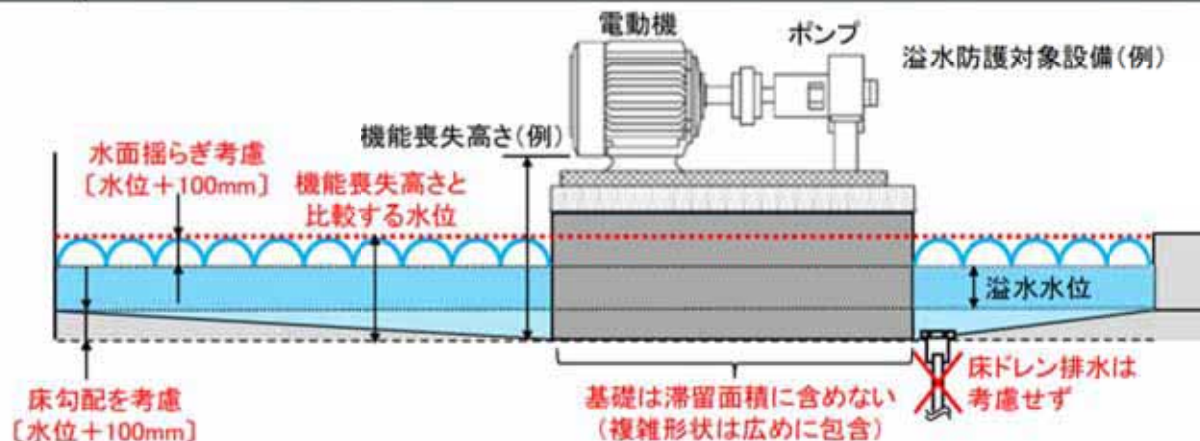


区域・区画区分図 (原子炉建屋 地下2階)
内部溢水-31

3. 溢水の想定と評価の保守性 (1/2)

○溢水の想定及び評価では、機器の偶発的な破損に伴う溢水、地震等の自然現象に伴う溢水、火災時消火活動等、種々の起因事象による溢水を想定し、溢水評価にて溢水発生時の実現象を十分包含するよう、溢水源、滞留面積、溢水水位等をそれぞれ保守的に扱っている。〈別紙参照〉

| 項目 | 溢水想定・評価における主な保守性 |
|---|--|
| ①想定破損による溢水(溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水) | |
| 溢水源 | ・溢水源となる系統の 保有水量は1.1倍 とする。 |
| 滞留面積 | ・溢水した水位の算出に用いる床の滞留面積には、 機器の基礎等の占有面積は含めない 。 ・評価で用いる 床の滞留面積は0.7倍 とする。 |
| 溢水水位 | ・床ドレンによる排水が期待できる場合でも、 当該区画の溢水評価上は排水を考慮しない 。 (一方で、上層階からの流入の可能性がある場合は流入水を考慮する。) ・ 床勾配を考慮して最も高い場所を起点とする考えから、溢水水位を一律100mm上昇 (下図参照) ・ 水面の揺らぎを考慮し、溢水水位を一律100mm上昇 (下図参照) (溢水の流入状態や溢水源からの距離、人のアクセス等による一時的な水位変動) |



没水による機能喪失
評価条件イメージ

内部溢水-32

3. 溢水の想定と評価の保守性 (2/2)



| 項目 | 溢水想定・評価における主な保守性 |
|---|---|
| ②消火による溢水(発電所内の火災等の異常事態の拡大防止のため設置される系統からの放水による溢水) | |
| 溢水源 | <ul style="list-style-type: none"> ・消火設備からの放水の想定として2箇所同時に3時間の連続放水(屋内;合計放水量約47m³)を仮定しており、消防法上で要求される消火継続時間(20分間)に比べ長めの見積もりをしている。 |
| 滞留面積 溢水水位 | <ul style="list-style-type: none"> ・「①想定破損による溢水」と同様の保守性を考慮している。 |
| ③地震による溢水(地震に起因する機器の破損等により生じる溢水) | |
| 溢水源 | <ul style="list-style-type: none"> ・耐震B, Cクラスで基準地震動S_sの地震力に対する耐震性が確認されていない系統を溢水源とし、内包する水の全量放出を仮定。この系統の保有水量は1.1倍とする。 |
| 滞留面積 溢水水位 | <ul style="list-style-type: none"> ・「①想定破損による溢水」と同様の保守性を考慮している。 |
| ④その他の溢水(地下水の流入, 降水, 屋外タンクの破損, 機器の誤作動や人的過誤による漏えい等) | |
| 溢水源 | <p>【地下水の流入, 降水】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建屋の止水措置により, 地下水は浸水防護区画に浸水しない。 ・想定する降水(雨水)強度は127.5mm/hであり構内排水路で排水可能 <p>【機器誤作動による漏えい】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前頁表「①想定破損による溢水」の溢水量で包含される。 <p>【人的過誤による漏えい】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・漏えい検知システムによる早期検知・隔離対応が可能 |
| 滞留面積 溢水水位 | <p>【屋外タンクの破損の評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・滞留面積として, 敷地高さの低いエリアへの流出を考慮しない。 ・水位評価として, 構内排水路への流入や地中への浸透は考慮しない。 |

溢水源は、発生要因別に分類した以下の溢水を想定し、保守的な量にて評価を行う。

○溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等(以下「想定破損」という。)により生じる溢水

- ・配管は、内包する流体のエネルギーに応じて溢水評価ガイドに従い高エネルギー配管、低エネルギー配管の2種類に分類し、溢水評価ガイド附属書Aの規定による評価から、許容応力の状態に応じた破損形状を想定
- ・破損は、単一故障として評価
- ・漏水量は、配管の破損形状を考慮した流出流量に漏水箇所との隔離までに必要な時間を乗じて設定(溢水量は想定する系統により異なるが、最大約380m³)

○発電所内で生じる異常事態(火災を含む)の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水

- ・自動作動するスプリンクラーは設置されていないことから、消火栓からの放水を考慮。ただし、ガス消火設備や消火器等を用いて消火活動を行うことを前提としている区画については、当該区画における放水を想定しない。
- ・消火設備等からの単位時間当たりの放水量(130L/min:屋内)と放水時間(一律3時間、2箇所同時放水)から溢水量を設定。(溢水量は火災時に消火を想定する各区画で同じ46.8m³)

○地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

- ・水、蒸気、油等を内包する系統のうち、基準地震動Ssによる地震力に対する耐震性が確認されていない耐震B、Cクラスに属する系統を溢水源とし、内包する水の全量放出を想定(原子炉棟内の全破損溢水量は約520m³⇒耐震補強により約125m³に低減)
- ・地震による使用済燃料プール等のスロッシングについても地震時の溢水として想定。(溢水量は、約89m³(通常運転中)、約247m³(定期事業者検査中))

○その他の溢水

- ・地下水の流入、降水、屋外タンクの破損等に伴う漏えい等の地震以外の自然現象やその波及的影響に伴う溢水
- ・機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象も考慮。(上記以外の少量漏えいを想定)
- ・人的過誤による漏えいを考慮

○没水の影響に対する評価及び対策方針(機能喪失高さの設定)

- ・発生した溢水による水位が、溢水の影響を受けて防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ(以下「機能喪失高さ」という。)が最も低い設備を選定し、機能喪失高さと溢水水位を比較し水位が上回らない設計とする。その際、溢水の流入状態、溢水源からの距離、人のアクセス等による一時的な水位変動を考慮した裕度を確保した設計とする。また、溢水源となるシステムの保有水量の算定にあたっては、10%の裕度を確保する。
- ・水位の算出に用いる床の滞留面積は、機器等の占有面積を除外し、更に30%の裕度を考慮して算出する。

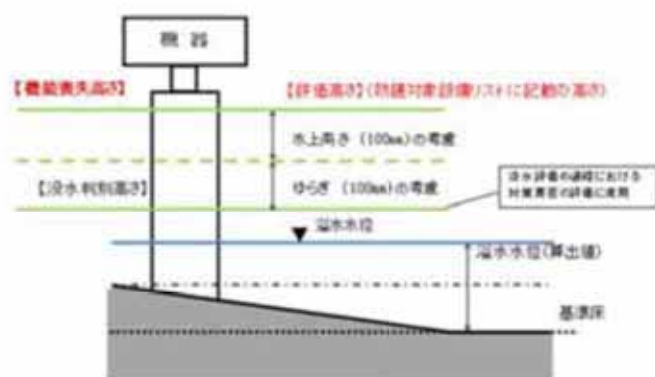


図1 内部溢水評価に用いる高さの関連図
(評価高さを機能喪失高さとする場合)

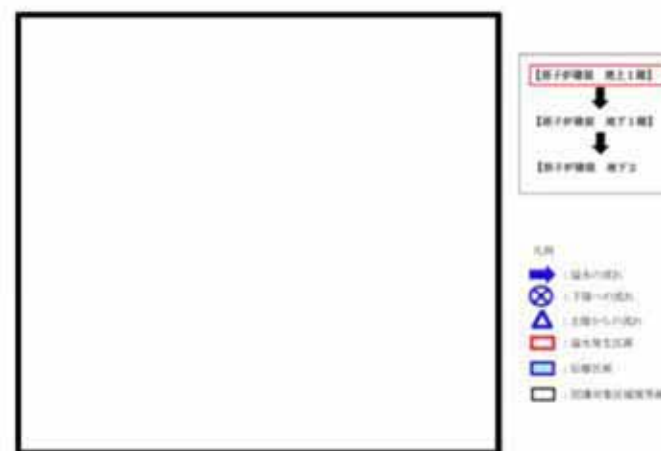


図2 溢水伝播経路概略図(例)

○被水の影響に対する評価及び対策方針

- ・溢水源からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水、及び天井面の開口部若しくは貫通部からの被水の影響を受ける範囲内にある防護対象設備が被水により有害な影響を生じないように、保護構造※を有する設計とする。
- ・実機での被水試験等により確認した保護カバーやパッキン等により、被水防護措置を実施
※「JIS C 0920電気機械器具の外郭による保護等級(IPコード)」における第二特性数字4以上相当の保護等級

○蒸気の影響に対する評価及び対策方針

- ・防護対象設備の仕様(温度、湿度およびその継続時間等)と建設時に求めた蒸気漏えい発生時の環境条件を比較し、想定破損発生区画内での漏えい蒸気による防護対象設備への影響及び区画間を拡散する漏えい蒸気による防護対象設備への影響が、蒸気曝露試験又は机上評価によって防護対象設備の健全性が確認されている条件(温度、湿度及び圧力)を超えない対策を行う。

4. 東北地方太平洋沖地震による使用済燃料プールスロッシング発生と冷却状況

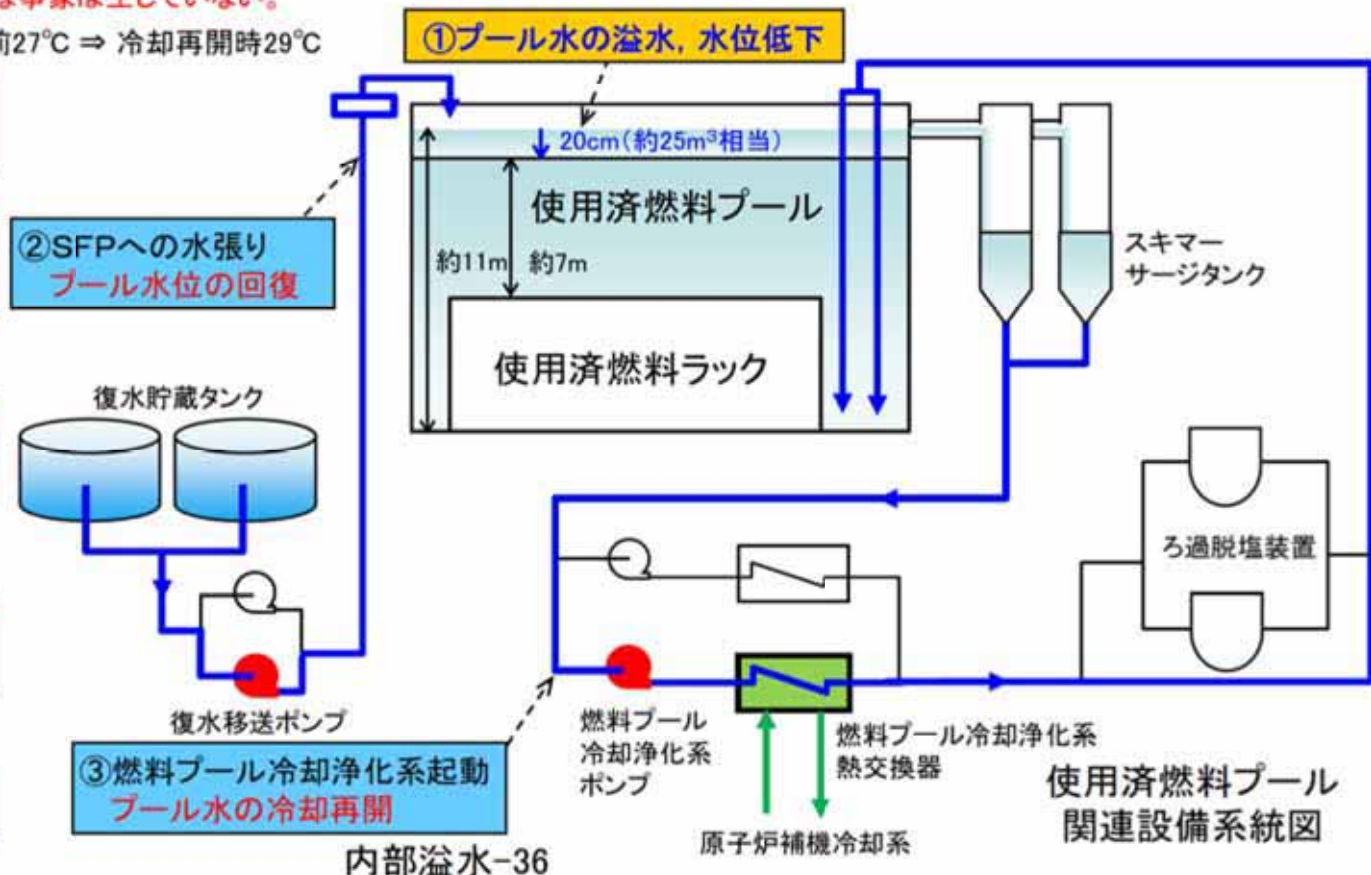
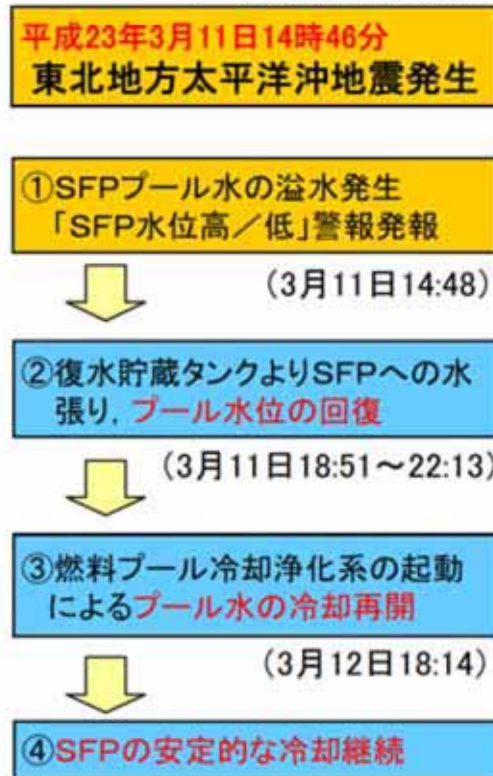


○東北地方太平洋沖地震発生以降の使用済燃料プール(以下「SFP」という。)の燃料体の冷却状況(2011/3/11～)

- ・地震によるSFPプール水スロッシング(揺動)による溢水発生, プール水位は通常水位より20cm低下(約25m³相当)^{*1}
- ・外部の水源(復水貯蔵タンク)からSFPに水張りをを行い, プール水位の回復
- ・外部電源喪失で停止した燃料プール冷却浄化系を起動して, プール水の冷却再開^{*2}
- ・SFPの水張り, 冷却用の設備の電源は, 非常用ディーゼル発電機(2C又は2D)からの給電で確保
- ・以上の対応により, SFPの安定的な冷却を継続

^{*1} 「使用済燃料プール水位高/低」警報発報。この水位低下時も燃料頂部より約7mの水位が確保され, 燃料冠水や放射線遮蔽への影響はなし。原子炉建屋6階のSFP周りでスロッシングによる溢水が生じたが, 溢水は床ドレンファンネル等を流下し下階タンク等に収集され, 原子炉の安全停止に影響を与えるような事象は生じていない。

^{*2} プール水温度: 冷却停止前27℃ ⇒ 冷却再開時29℃



(1) 使用済燃料プールのスロッシングの特性

- ・一般に**矩形水槽のスロッシングの固有振動数は下式**のとおり。

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{(2n-1) \cdot \pi \cdot g}{L} \cdot \tanh\left\{\frac{(2n-1) \cdot \pi \cdot H}{L}\right\}}$$

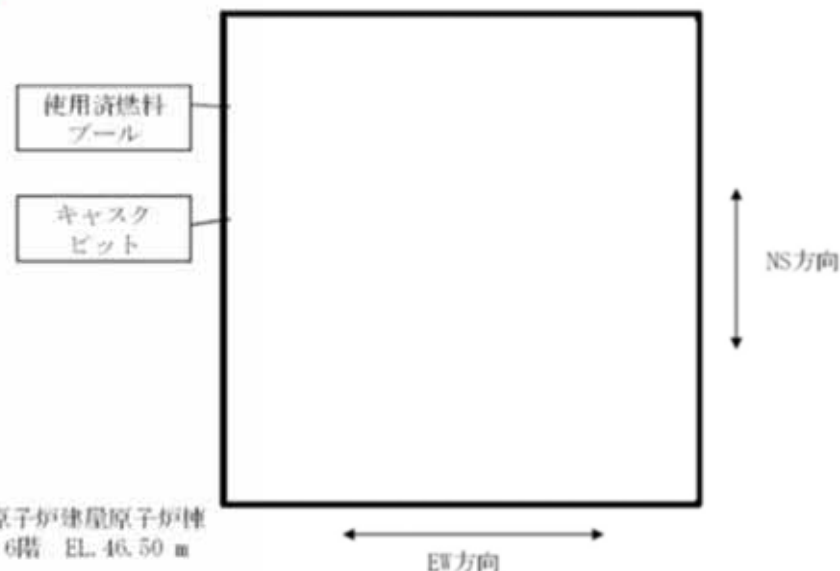
fn: n次の固有振動数(Hz)
 g: 重力加速度(9.8m/s²)
 L: プールの幅(m)
 H: プールの深さ(m)

出典: 藤田勝久: タンクのスロッシング(その: 2矩形)タンク), 三菱振動マニュアル, 1976.7

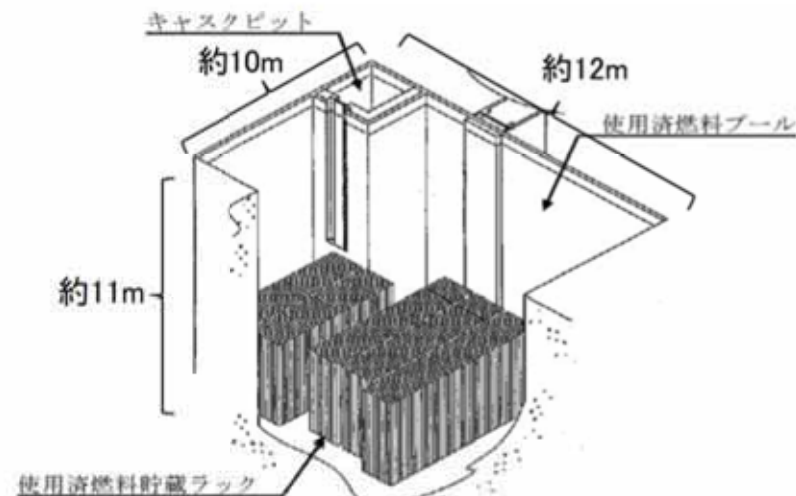
- ・東海第二発電所の使用済燃料プールは矩形水槽に該当する。使用済燃料プールの仕様より上式を用いてスロッシングの固有振動数・固有周期を求めると、**以下のとおり**となる。

| プール大きさ | プール水深 | 固有振動数／固有周期* | |
|-------------|-------|-------------------|-------------------|
| | | 1次 | 2次 |
| 約12m × 約10m | 約11m | 約0.25Hz／ 約3.9秒 | 約0.44Hz／ 約2.3秒 |

* 代表長さとしてプール長尺側(12m)で算出



原子炉建屋原子炉棟
6階 EL. 46.50 m

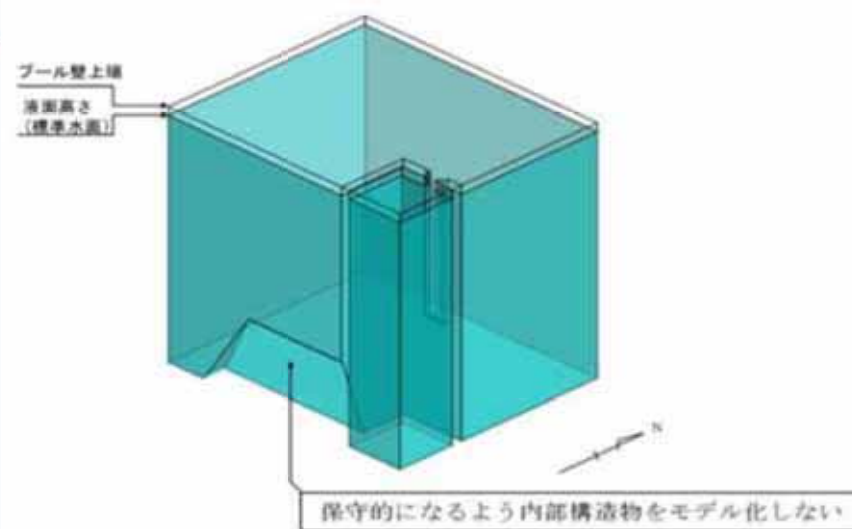


東海第二発電所 使用済燃料プール概要図

(2) 基準地震動による使用済燃料プールのスロッシング評価 <別紙参照>

- ・東海第二発電所の使用済燃料プールのスロッシング評価は、汎用熱流体解析コードSTAR-CDを用いて使用済燃料プールを3次元でモデル化し、基準地震動 S_s による時々刻々の応答加速度を入力してプール水のスロッシングによる溢水量を3次元流動解析で評価している。
- ・基準地震動 S_s は東海第二発電所で起こり得る種々の地震を包含するよう8波を想定しているが、それぞれ周期や継続時間等の特性が異なり、スロッシングに最も影響する地震波を特定することは難しいため、すべての地震波のプールの応答加速度を用いてスロッシング評価を行った。
- ・各地震波による評価の結果、 S_s-13 で最もスロッシングによる溢水量が多くなる結果(81.49m^3)が得られた。この結果に基づき地震による溢水の評価を実施している。

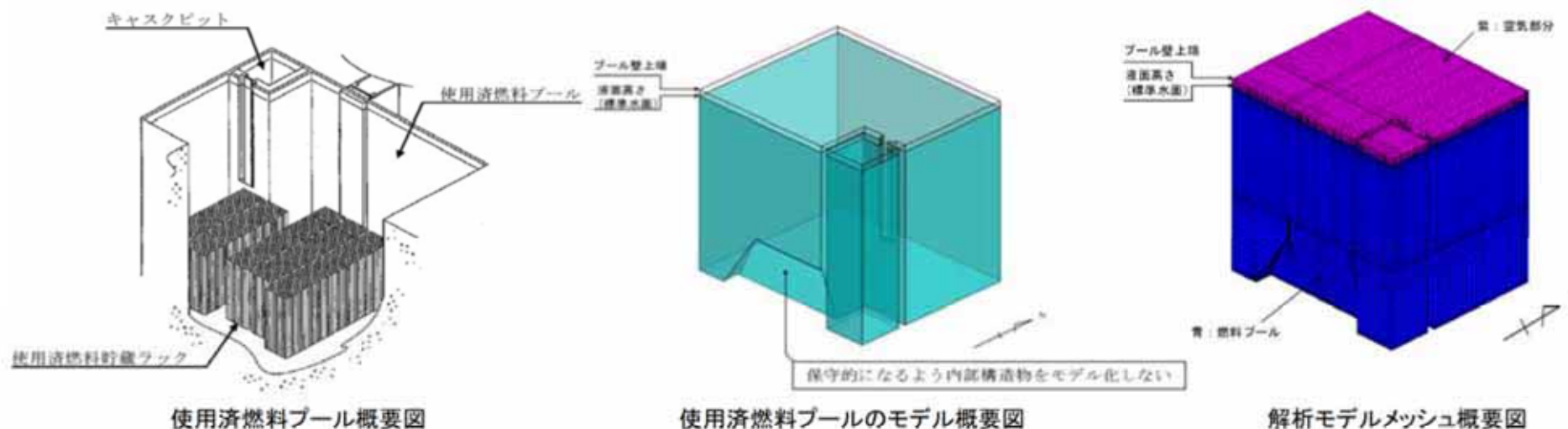
| ケース名 | 入力地震動 (基準地震動) | スロッシングによる 溢水量(m^3) | 地震による溢水 評価上の扱い |
|------|------------------|----------------------------------|---|
| ケース1 | | | <p>最も溢水量が多い ケース4の81.49m^3 に基づき、これに保 守性を考慮して1.1 倍した89.64m^3を地 震による溢水評価 に用いる。</p> |
| ケース2 | | | |
| ケース3 | | | |
| ケース4 | | | |
| ケース5 | | | |
| ケース6 | | | |
| ケース7 | | | |
| ケース8 | | | |



使用済燃料プールのモデル概要図

○使用済燃料プール溢水量の評価

・基準地震動Ssにおけるスロッシングによる使用済燃料プール溢水時の水位を求め、プール冷却機能及び使用済燃料の遮蔽機能に必要な水位が確保されていることを、3次元流動解析により算定。



○使用済燃料プールの冷却機能及び遮蔽機能維持の確認

・基準地震動Ssによるスロッシングに伴う水位低下時も、**使用済燃料の遮蔽に必要な水位が維持されること及び冷却機能維持への影響はないことを確認**

使用済燃料プールの水位評価

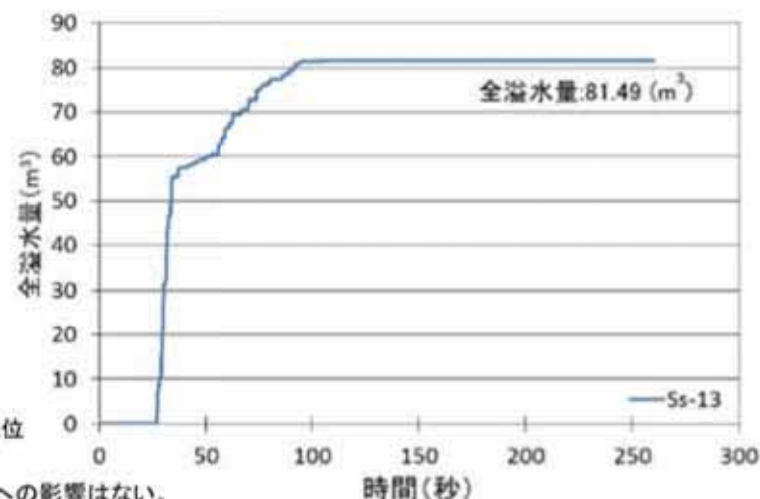
| 地震後の使用済燃料プール水位(m) ※1 | 遮蔽に必要な水位(m) ※2 | 循環に必要な水位(m) ※3 |
|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 10.75 (EL.45.495) | 10.45 (EL.45.195) | 11.337 (EL.46.082) |

※1 地震によるスロッシング水量分の水位低下を反映

※2 保安規定で定めた管理区域内における特別措置を講じる基準である線量率(≤1.0mSv/h)を満足する水位

※3 スキマサージタンクに流入するオーバーフローに必要な水位

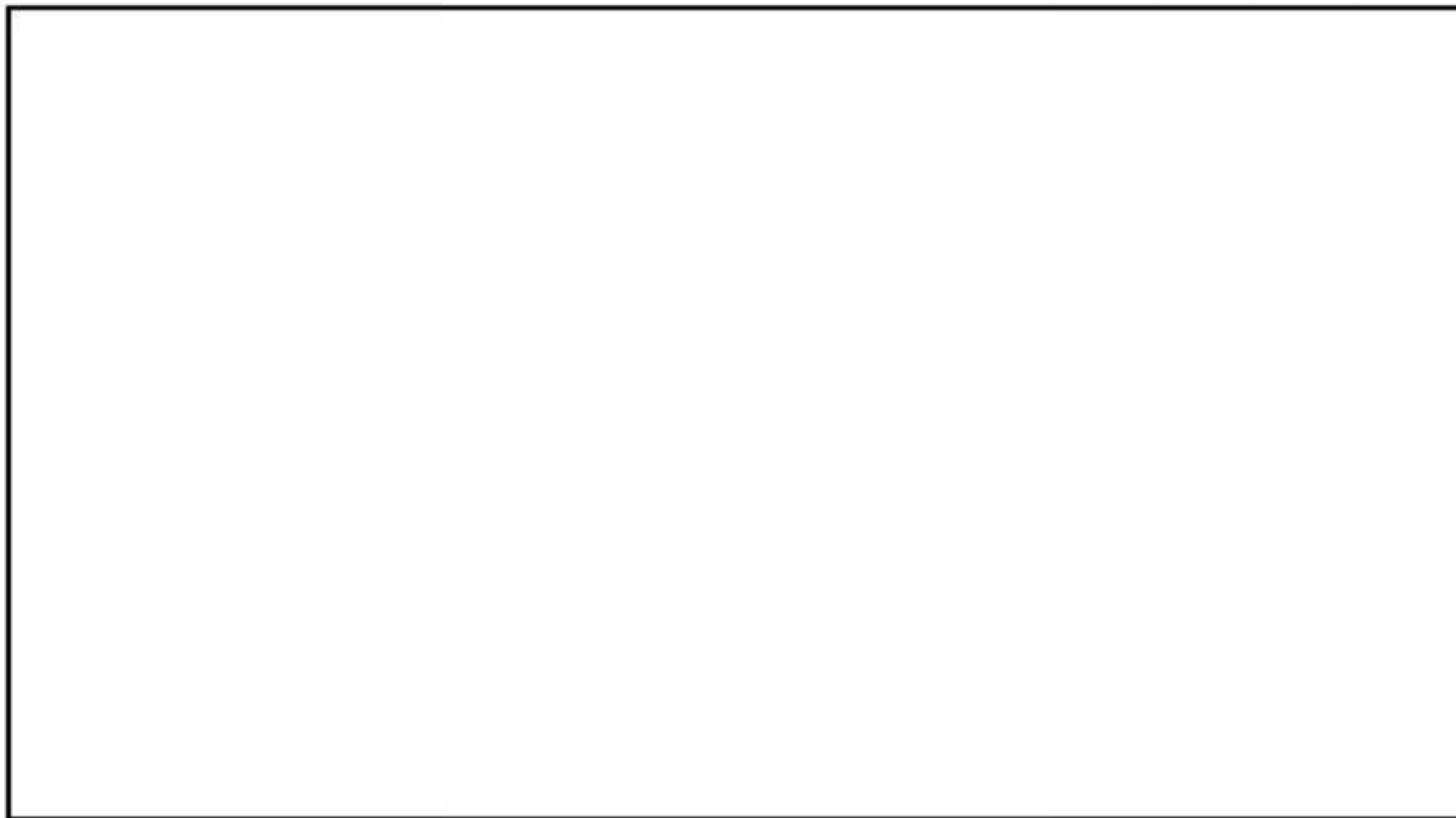
一時的にオーバーフロー水位を下回るが、残留熱除去系による給水・冷却が可能であり、冷却機能維持への影響はない。



時間ごとの溢水量の変化(ケース4)

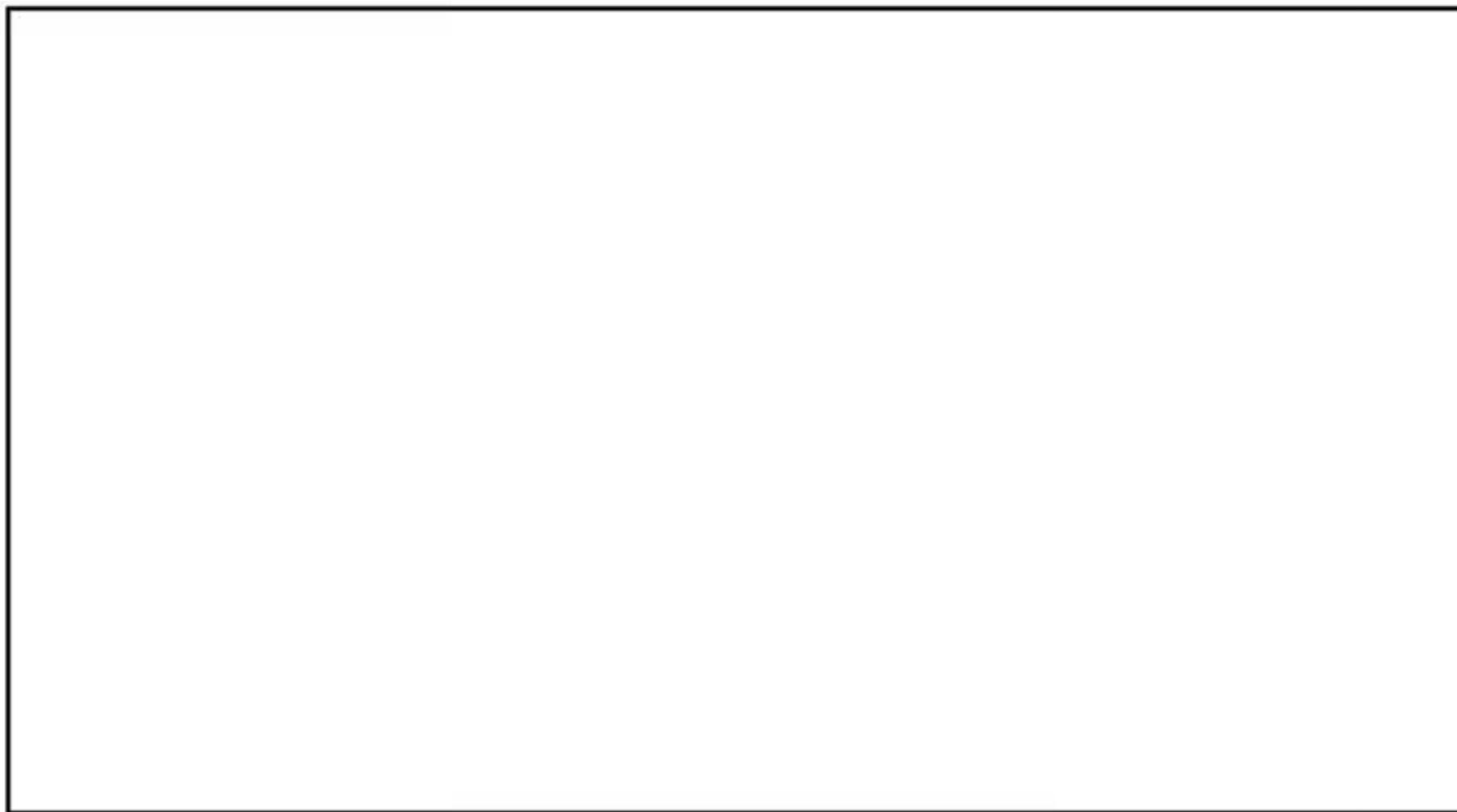
使用済燃料プールのスロッシング評価 (1/8)

OS_s-D1による応答加速度



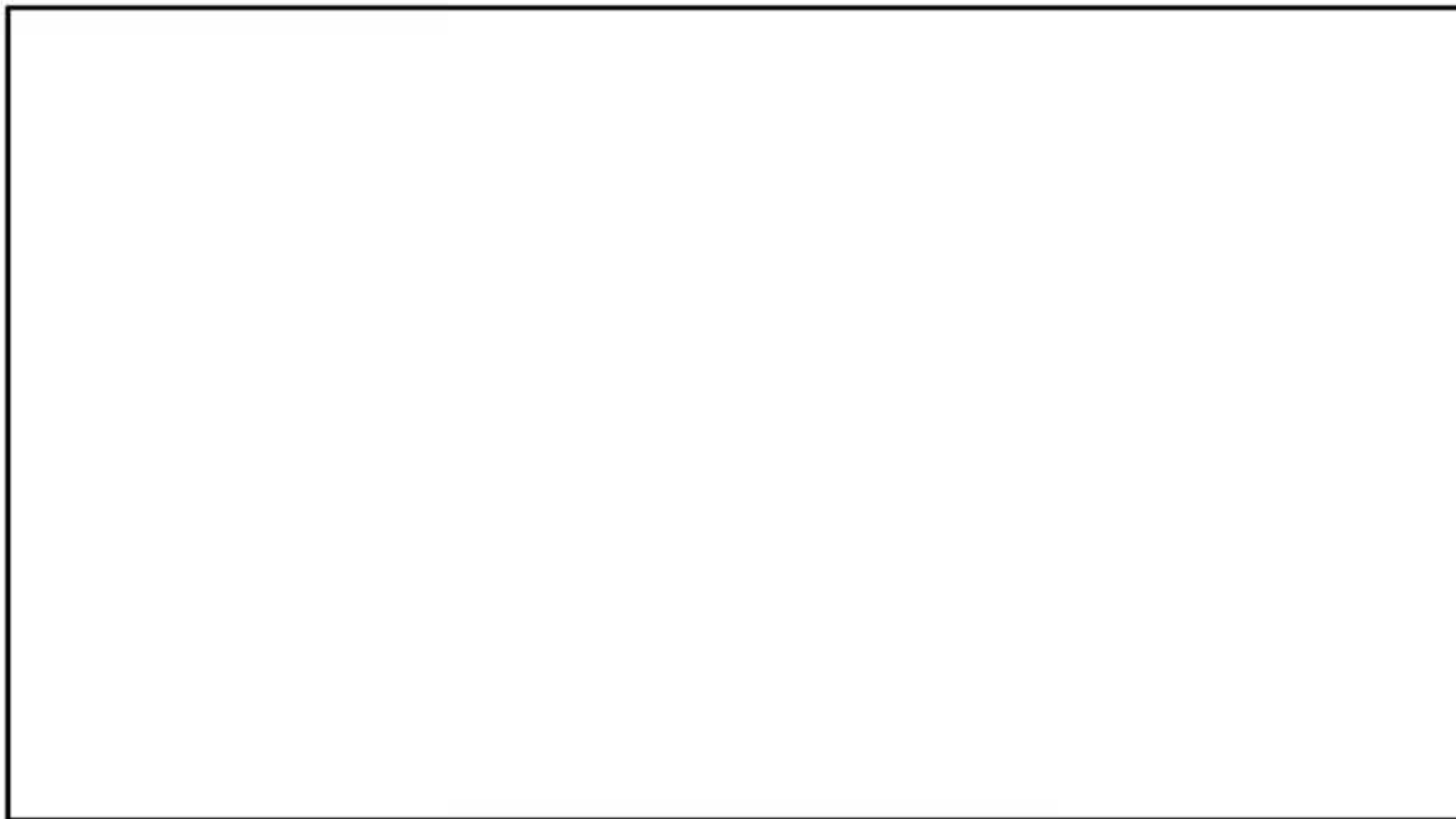
使用済燃料プールのスロッシング評価 (2/8)

OS_s-11による応答加速度



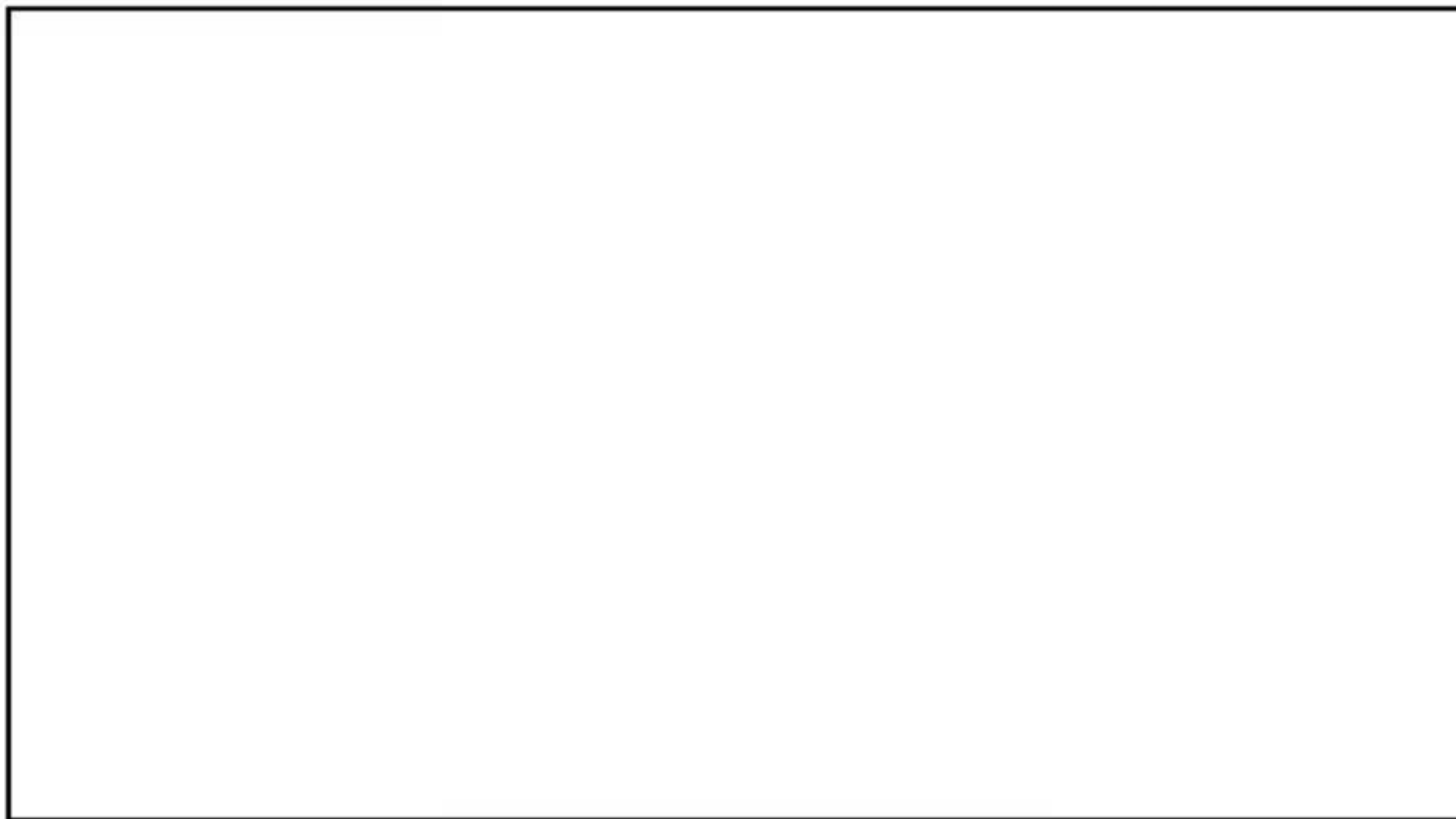
使用済燃料プールのスロッシング評価 (3/8)

OS_s-12による応答加速度



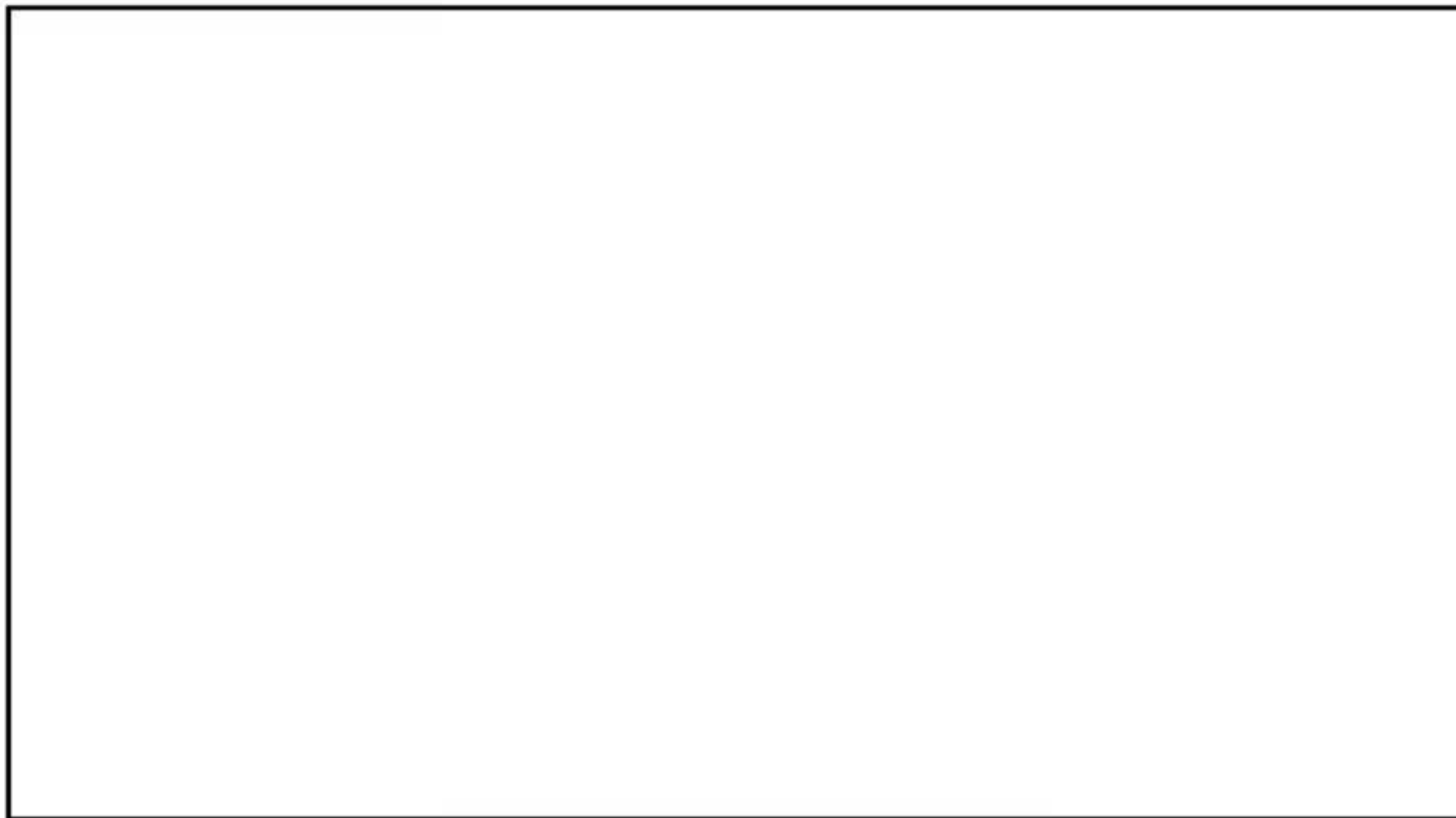
使用済燃料プールのスロッシング評価 (4/8)

OS_s-13による応答加速度



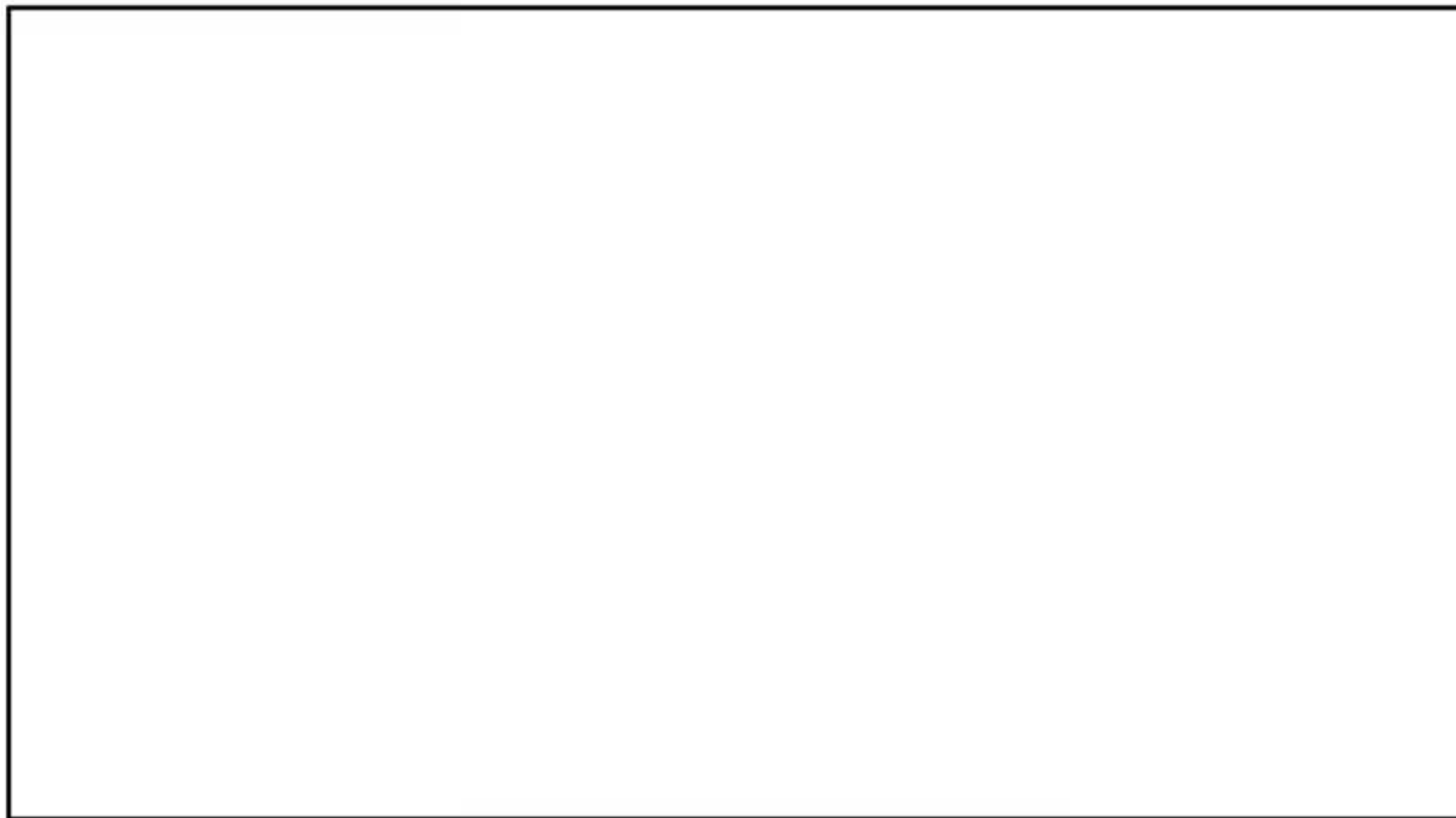
使用済燃料プールのスロッシング評価 (5/8)

OS_s-14による応答加速度



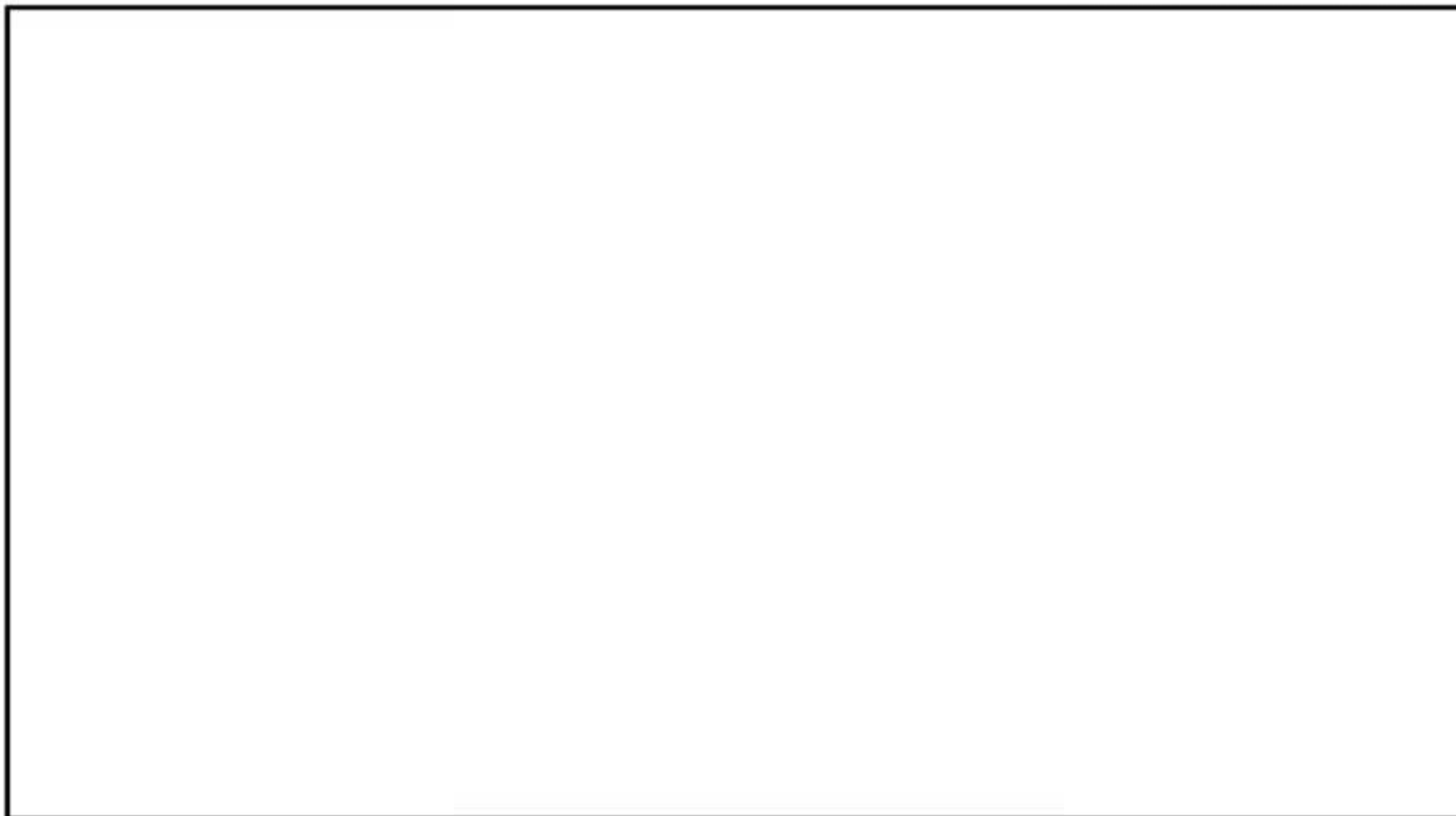
使用済燃料プールのスロッシング評価 (6/8)

OS_s-21による応答加速度



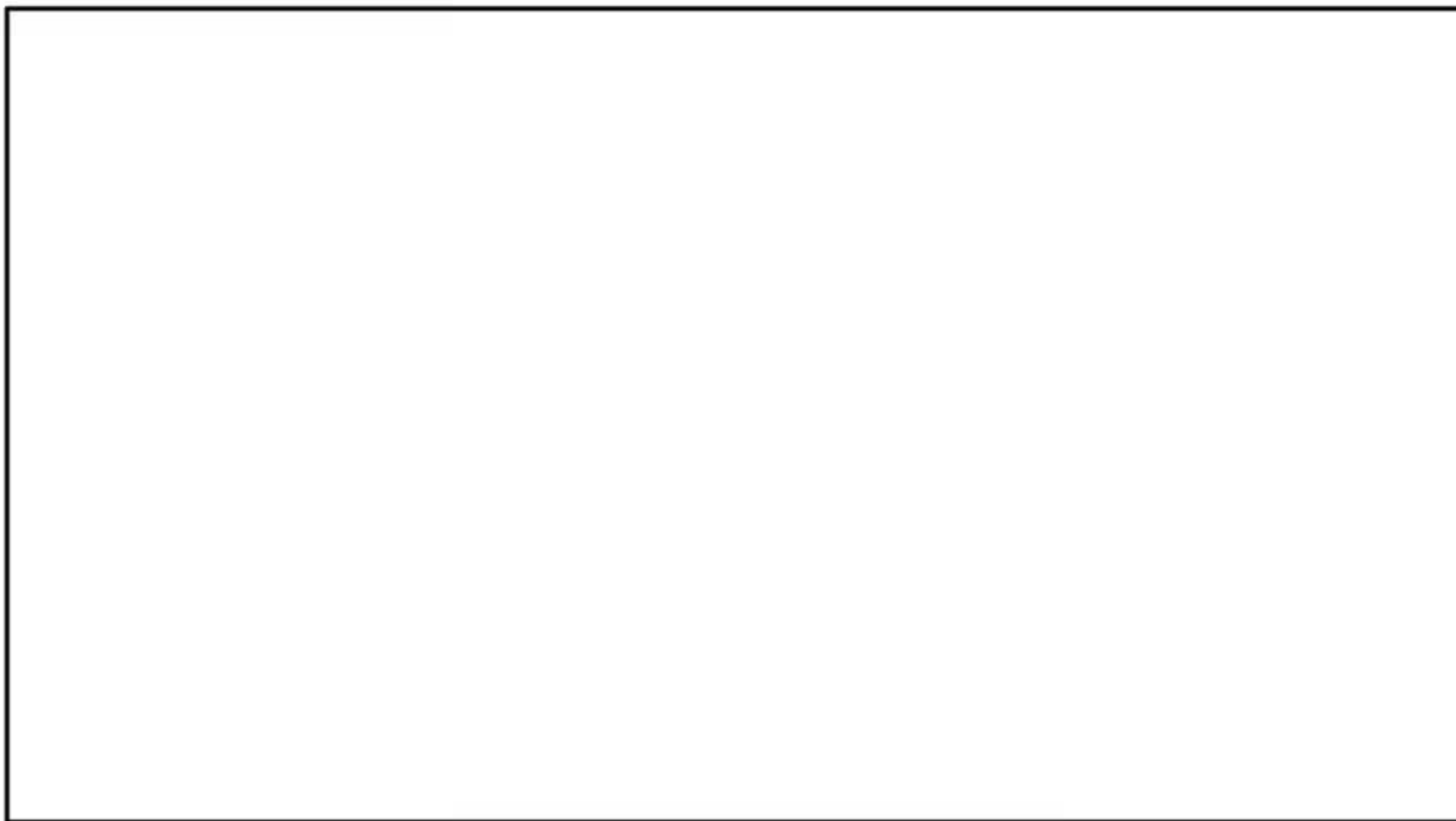
使用済燃料プールのスロッシング評価 (7/8)

OS_s-22による応答加速度



使用済燃料プールのスロッシング評価 (8/8)

OS_s-31による応答加速度



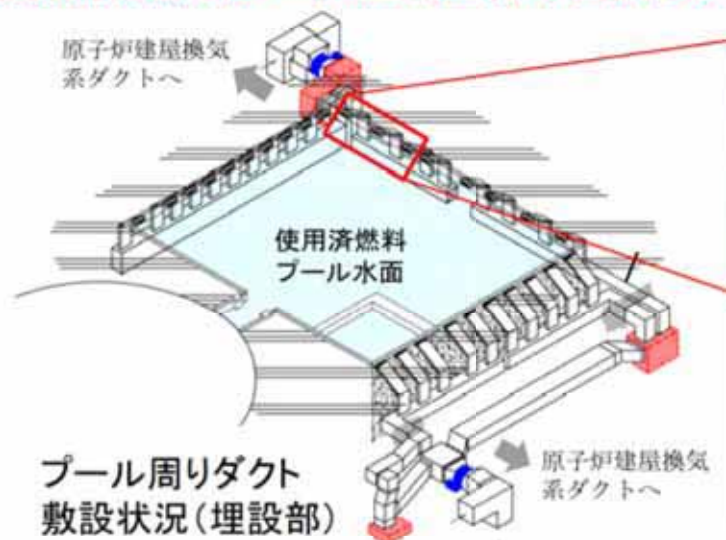
6. 使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水に対する主な対策 (1/2)



(1) 通常運転中のプラント状態の溢水対策

使用済燃料プールからのスロッシングによる溢水に対して、以下の対策を実施する。

① 使用済燃料プール壁面上部の空調ダクトへの流入防止対策 <別紙1参照>



* 空調ダクト換気口の対策

- ・対策前: 通常開でスロッシング時には波圧で蓋が閉止する機構
- ・対策後: 閉止板により完全閉止

【対策内容】

- ・使用済燃料プール側の換気口を完全閉止
- ・原子炉建屋換気系への空調ダクト接続部を切離し、埋設ダクト出口側の躯体壁面へ閉止板を設置

② 原子炉建屋6階から下層階への流下対策* <別紙2参照>

- ・原子炉建屋東側区画に通じる開口部等に堰を設置
- ・原子炉建屋東側区画に通じる床ドレンファンネル閉止
- ・溢水は新設する排水開口より西側区画に流下

* 溢水を原子炉建屋の東側の区画に流下させない対策

原子炉建屋6階の使用済燃料プールのスロッシングによる溢水は、対策を実施しない場合、各所の床ドレンファンネル・配管、階段、床開口部等を経由して下階に流下し、最終的に建屋最下層の地下2階に滞留する。地下2階は東側の区画が比較的狭隘であり、溢水水位が高くなるため、上層階から東側区画への流下を抑制する。

排水開口より西側区画に流下



東側区画に通じる床ドレンファンネルを閉止し流下を防止

堰により東側開口部等からの流下を防止



6. 使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水に対する主な対策 (2/2)



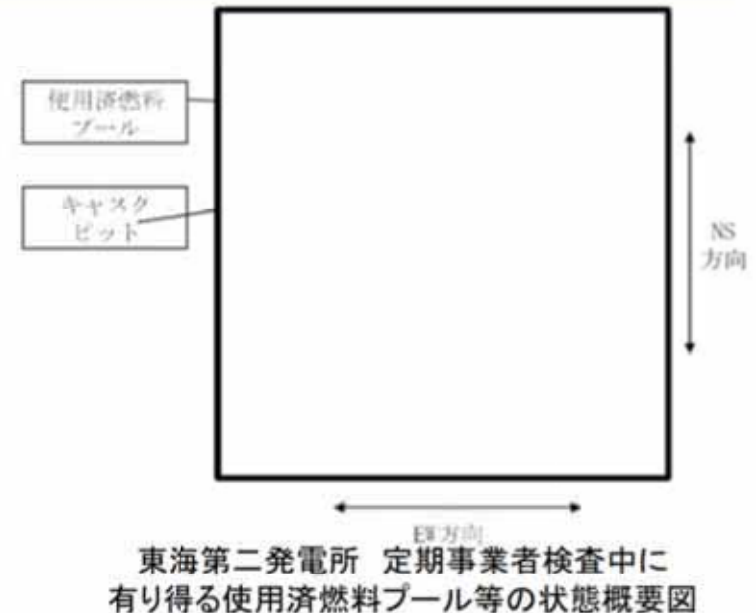
(2) 定期事業者検査中のプラント状態の対策<別紙3,4参照>

- 定期事業者検査中には、原子炉運転中と比べて原子炉建屋6階により多くの水プールが構成される時期がある。具体的には、原子炉圧力容器蓋の開放、圧力容器内部のドライヤ・セパレータの取り出し、燃料の取替等に際しては、**原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールに水張りを行う。**
- このため使用済燃料プールに加え原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールが水で満たされた状態でモデル化し、スロッシングの溢水量を3次元流動解析で評価した。
- 評価の結果、これらのスロッシングによる溢水量は合計で**約247m³**となり、**原子炉運転中のスロッシング溢水量(約81m³)**と比べて大幅に増加することを確認した。
- これより、原子炉建屋6階から下層階の溢水影響がより厳しくなることから、**原子炉運転中の対策に加えて定期事業者検査中の溢水対策***を以下のとおりとした

- 原子炉建屋**西側区画に通じる床ドレンファンネル閉止**
- 原子炉建屋**西側区画に通じる排水開口(2箇所)閉止**
- 上記対策で溢水を**6階から流下させず各プールに戻す**

* 溢水を下層階に流下させない対策

下層階へ溢水影響を及ぼさないよう、原子炉建屋6階から下層階への溢水伝播をすべて防止する。6階に滞留した溢水は、ほぼ全量が使用済燃料プール、原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールへ流下して戻るため、原子炉建屋6階に滞留し続けることはない。



西側区画に通じる床ドレンファンネルを閉止し流下を防止

排水開口を閉止し流下を防止

東側区画に通じる床ドレンファンネルを閉止し流下を防止

堰により東側開口部等からの流下を防止

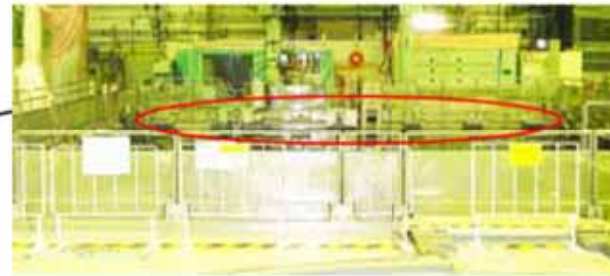
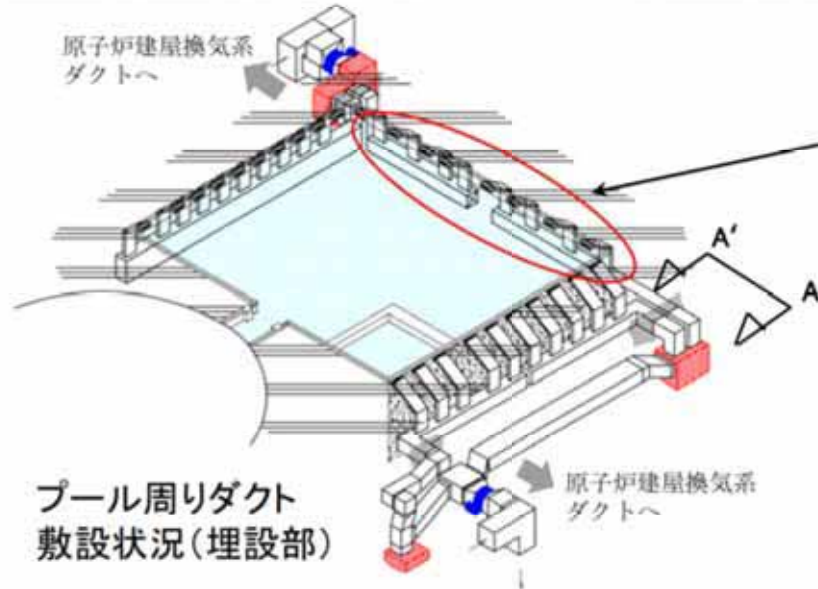


<別紙1> 使用済燃料プールのスロッシングに対する空調ダクトの対策

* 本文「6-1. 原子炉建屋における対策」再掲



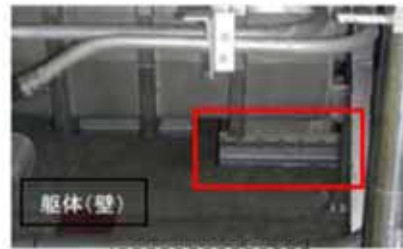
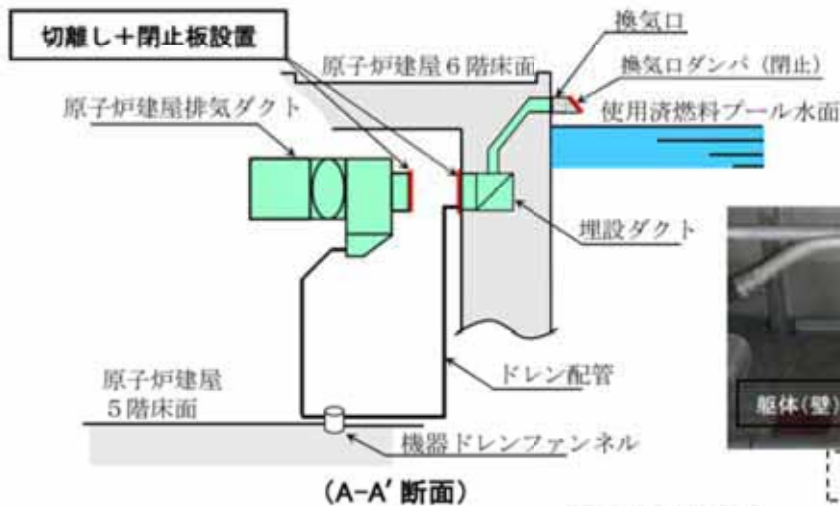
○スロッシングに起因する使用済燃料プール水のダクト流入による下層階等への溢水影響を防止



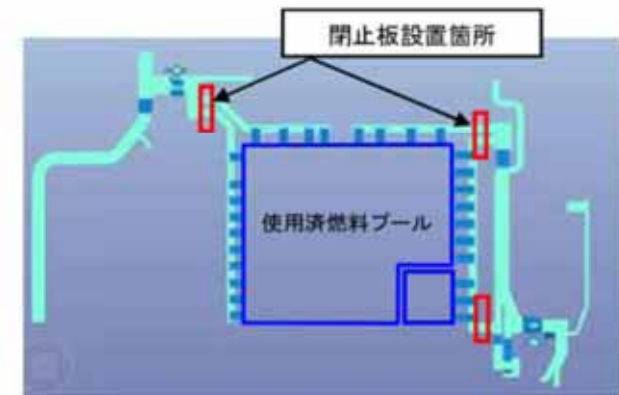
【対策内容】

- ・プール側換気口の閉止
- ・空調ダクトから切離し埋設ダクト出口側の躯体壁面へ閉止板を設置

プール側ダクト換気口(現状)



下から見た状況



ダクト敷設状況(平面図)

○スロッシングによる原子炉建屋6階から下層階への溢水の流下対策(通常運転中)*

- ・原子炉建屋東側区画に通じる開口部等に堰を設置する。
- ・原子炉建屋東側区画に通じる床ドレンファンネルを閉止する。
- ・溢水は6階西側の新設する排水開口より西側区画に流下させる。

* 溢水を原子炉建屋の東側の区画に流下させない対策

原子炉建屋6階の使用済燃料プールのスロッシングによる溢水は、対策を実施しない場合、各所の床ドレンファンネル・配管、階段、床開口部等を経由して下階に流下し、最終的に建屋最下層の地下2階に滞留する。地下2階は東側の区画が比較的狭隘であり、溢水水位が高くなるため、上層階から東側区画への流下量を抑制する。

排水開口より西側区画に流下



東側区画に通じる床ドレンファンネルを閉止し流下を防止

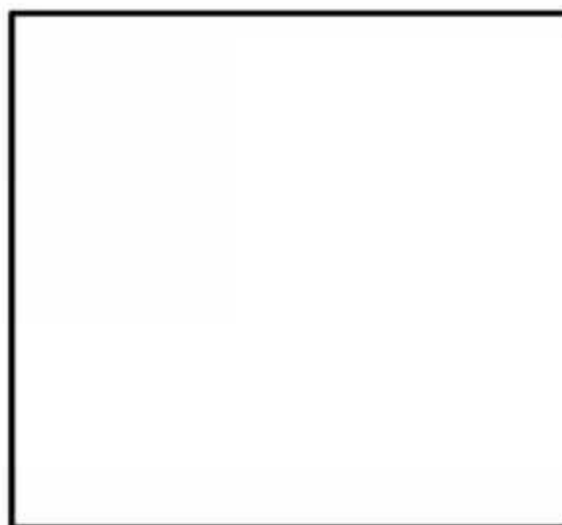
図-6-1

堰により東側開口部等からの流下を防止

- ➡ : 溢水経路
- : 溢水評価において維持する流下経路
- : 下階へ
- : 堰

溢水経路(原子炉建屋6階)

地震による溢水
 ・溢水量 : 123.26m³
 ・溢水水位 : 0.64m
 (6階対策実施後)



溢水経路(原子炉建屋地下2階西側区画)

地震による溢水
 ・溢水量 : 0.5m³
 ・溢水水位 : 0.01m
 (6階対策実施後)

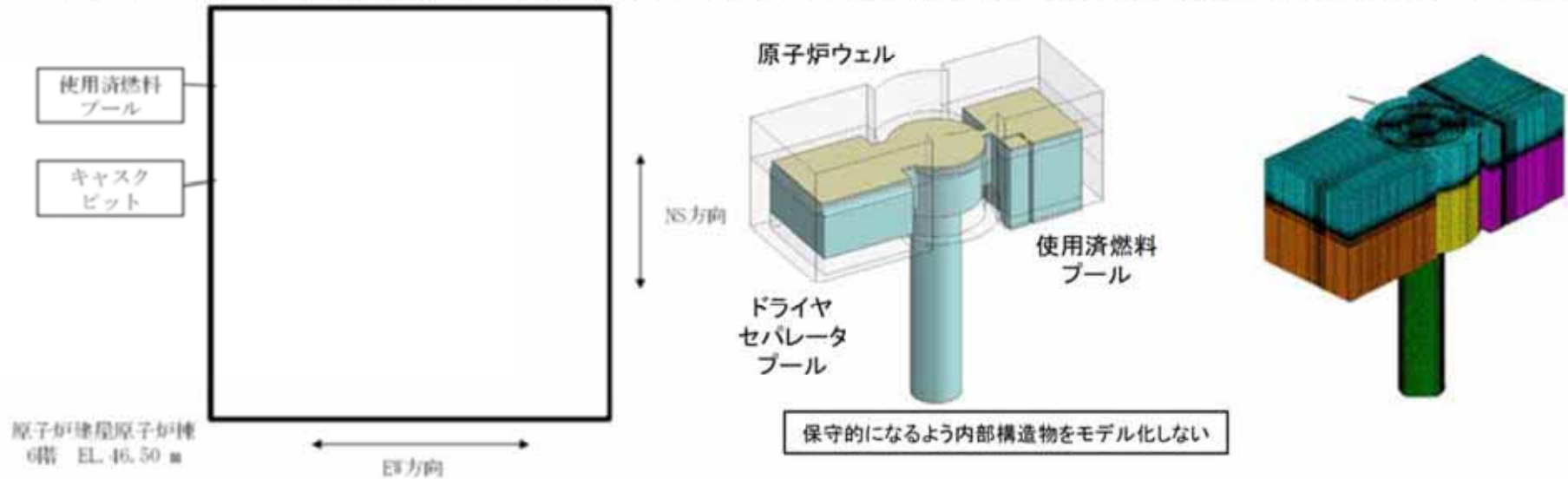


溢水経路(原子炉建屋地下2階東側区画)

- 凡例
- ➡ : 溢水の流下
- ⊗ : 下階への流下
- △ : 上階からの流下
- : 溢水発生区画
- : 防護区画
- : 防護対象区域境界線

○定期事業者検査中の使用済燃料プール等のスロッシングによる溢水量の評価

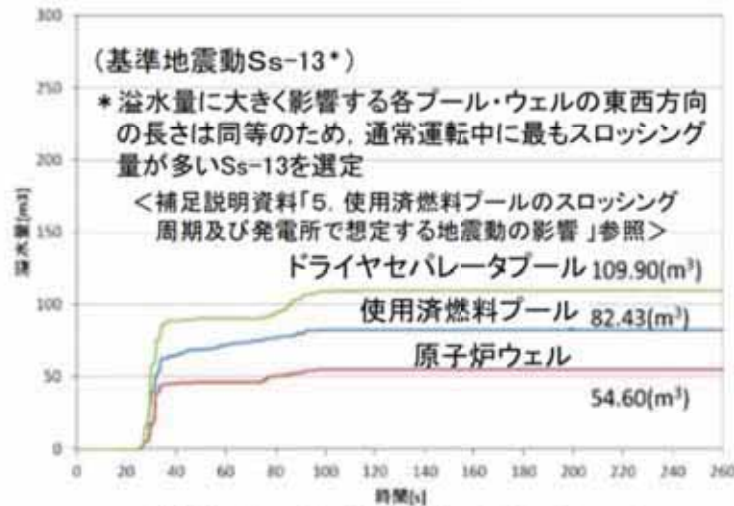
・定期事業者検査中において、基準地震動 S_s によるスロッシングに伴う使用済燃料プール、原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールの溢水量を求め、流下により下層階の溢水防護対象設備の安全機能を損なわないよう対策を行う。



使用済燃料プール等概要図

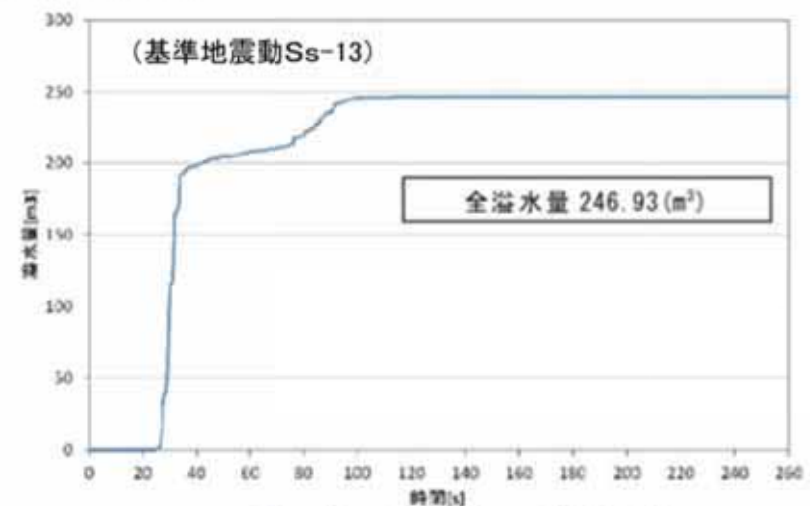
使用済燃料プール等のモデル概要図

解析モデルメッシュ概要図



時間ごとの溢水量の変化(各プール)

内部溢水-52



時間ごとの溢水量の変化(合計)

○スロッシングによる原子炉建屋6階から下層階への溢水の流下対策(定期事業者検査中)*

- ・原子炉建屋西側区画に通じる床ドレンファンネルを閉止する。
- ・原子炉建屋西側区画に通じる排水開口(2箇所)を閉止する。
- ・上記の対策より溢水を6階から流下させず各プールに戻す。

* 溢水を下層階に流下させない対策

下層階へ溢水影響を及ぼさないよう、原子炉建屋6階から下層階への溢水伝播をすべて防止する。6階に滞留した溢水は、全量が使用済燃料プール、原子炉ウェル及びドライヤセパレータプールへ流下して戻るため、原子炉建屋6階に滞留し続けることはない。

西側区画に通じる床ドレンファンネルを閉止し流下を防止

排水開口を閉止し流下を防止

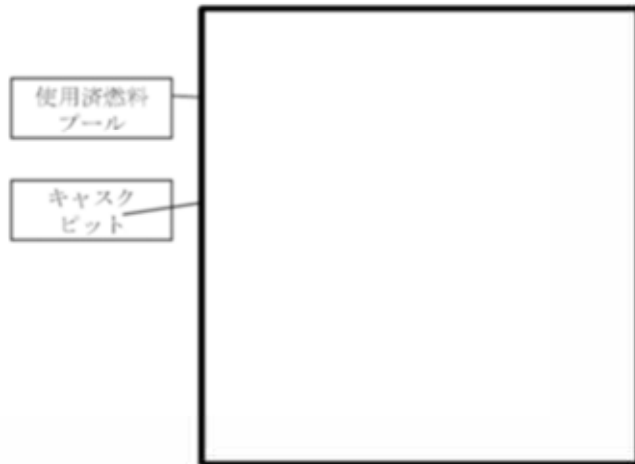
東側区画に通じる床ドレンファンネルを閉止し流下を防止

堰により東側開口部等からの流下を防止

- ⇒ : 溢水経路
- : 溢水評価において維持する流下経路
- : 下階へ
- : 堰



溢水経路概要(原子炉建屋6階)

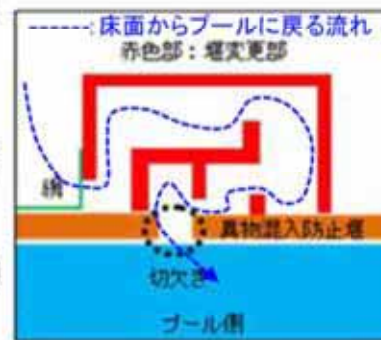


原子炉建屋6階の各プールの堰の高さ

異物混入防止堰有り (高さ10cm)

異物混入防止堰なし (床面からウェルに落水)

異物混入防止堰有り (高さ10cm)



異物混入防止堰の切欠き部処理 (平面図)

- ・使用済燃料プールとドライヤセパレータプールには、床との境に10cm高さの縁石(異物混入防止堰)がある。
- ・床面の水位が10cm以下に低下しても溢水をプールにより戻り易くするため、異物混入防止堰に切欠きを設け、迷路構造と網を設置する。

7. 溢水対策設備の運用方法, 点検計画, 健全性確認



(1) 溢水対策設備の運用方法, 点検計画等

＜別紙参照＞

- ・6. に示したとおり, 使用済燃料プールのスロッシングに対する溢水対策設備は, 発電所の**通常運転中又は定期事業者検査中の状態**に応じて溢水対策を一部切り替える必要があるため, これらの**運用方法を保安規定に定め, 詳細を社内規程に記載して管理・運用していく。**

| 溢水対策設備 | 通常運転中 | 定期事業者検査中 | 運用方法の説明 |
|----------------------------|--------|----------|---|
| ①溢水拡大防止堰 (エレベータ等用) | 設置 | 設置 | プラントの状態に関わらず常時設置 |
| ②溢水拡大防止堰 (大物機器搬入口側) | 設置/取外し | 設置 | 使用済燃料輸送容器, 使用済燃料乾式貯蔵容器等を原子炉建屋6階に搬出入する際に干渉するため, 通常運転中に一時的に取外し |
| ③残留熱除去系熱交換器 ハッチ止水板 | * | * | * 殆どの期間はハッチを閉止して水密性を確保しているが, 熱交換器の補修作業等によるハッチ開放時(10年に1回程度)に限り, ハッチ周囲に止水板を設置 |
| ④床ドレンファンネル(主に西側) 排水開口 | 開運用 | 閉止運用 | ・通常運転中 : 開放し, 溢水の下階への排水を許容 ・定期事業者検査中 : 閉止し, 溢水の下階への排水を防止 |
| ⑤床ドレンファンネル(主に東側) (常時閉止) | 閉止 | 閉止 | プラントの状態に関わらず常時閉止。閉止板・モルタル等により完全閉止 |

(2) 床ドレンファンネル及び床ドレン配管の健全性確認

＜別紙参照＞

- ・内部溢水評価では, 流入した区画の床ドレン配管からの排水に期待せず溢水水位を評価しており, その条件でも原子炉の高温停止及び冷温停止の達成が可能になるよう対処している。 * 補足説明資料「3. 溢水の想定と評価の保守性」参照
- ・上記の評価上の取り扱いに関わらず, **開口部の閉止を行わず排水を考慮する床ドレンファンネル及びドレン配管については, 保安規定等で点検計画を定め, 年1回の通水試験を行い, 健全性の確認を行っていく。**
- ・また, 内部溢水事象静定後のプラント復旧作業に際しては, これらの床ドレン配管に閉塞が生じて溢水が滞留している場合も想定して, 排水ポンプ・仮設ホース等を配備して排水処理が行えるよう対応していく。

使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水対策を図1に示す。

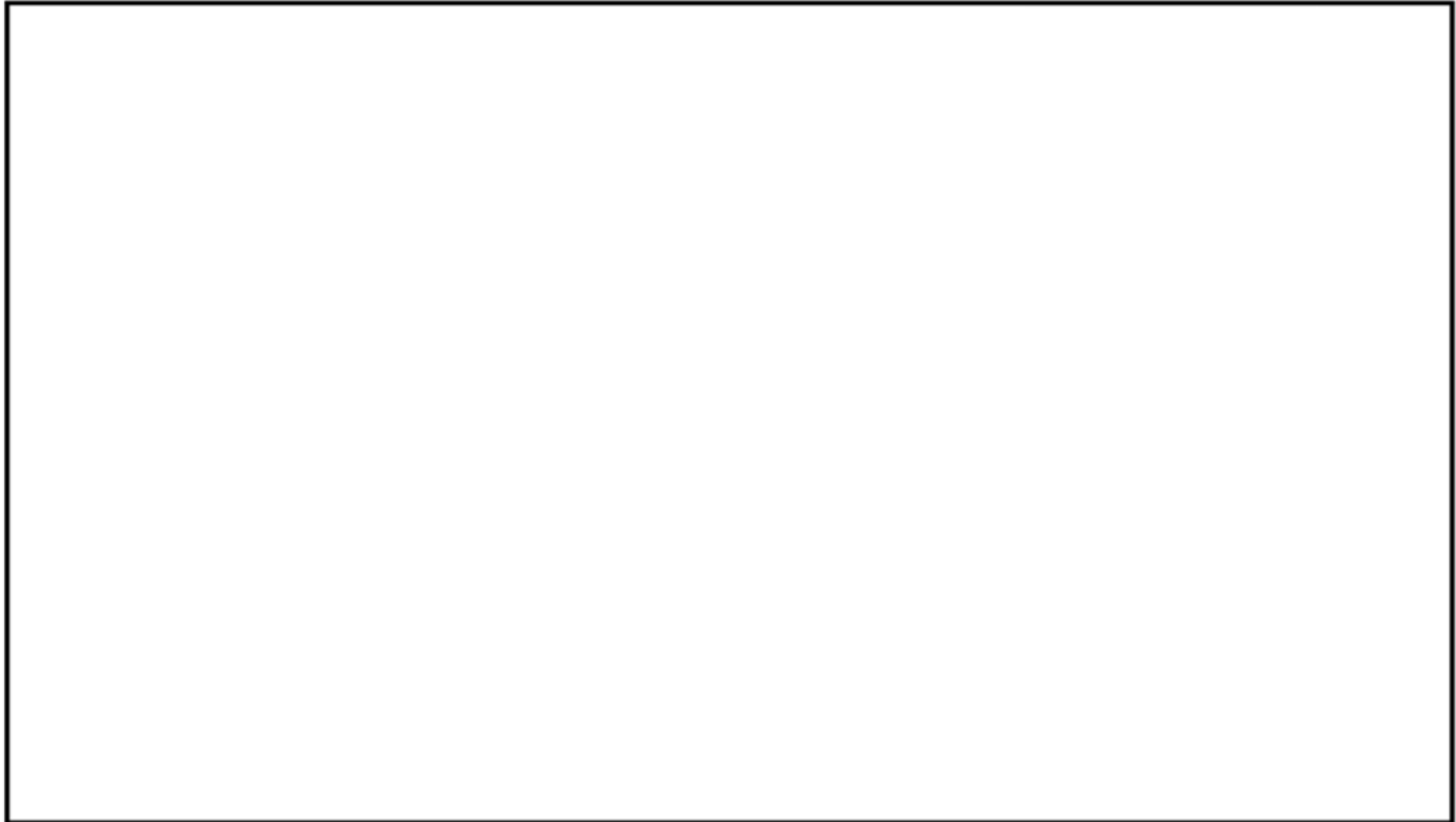


図1 原子炉建屋6階での溢水対策

<別紙> 溢水対策の運用方法, 点検計画, 健全性確認



使用済燃料プールのスロッシングに伴う溢水対策の運用を以下に示す。

| | ① 溢水拡大防止堰 (緑色) | ② RHR熱交換器ハッチ 止水板(青色) | ③ 溢水拡大防止堰 (赤色) | 床ファンネル及び排水開口 | |
|--------------------|---|---|--|--|---|
| | | | | ●床ファンネル ○:排水開口 | ●床ファンネル |
| 保安規定 及び 社内規程 | ・通常運転時, 定期事業者 検査時ともに常時設置とす るため, 設置・取り外しに 関する運用はなし。 | ・ハッチ開放時(1回/10年程 度)に設置し, ハッチ閉止後 に取り外す運用とする。 | ・通常運転中のキャスク搬出入 時に鋼板部の設置・取り外し を行う運用とする。 ・定期事業者検査時には, 確 実に常時設置する運用とする。 | ・通常運転中は閉止し ない運用とする。 ・定期事業者検査中は 閉止する運用とする。 | ・通常運転中及び定期 事業者検査中ともに常 時閉止措置を行うため, 運用はなし。 |
| 運用 概念図 | <p>通常運転時及び 定期事業者検査時</p> <p>エレベータ扉</p> | <p>ハッチ閉止時</p> <p>コーキング処理</p> <p>ハッチ</p> <hr/> <p>ハッチ開放時</p> | <p>通常運用状態</p> <hr/> <p>ドライキャスク搬出入時</p> <p>キャスク</p> | <p>通常運転中</p> <p>閉止板取付用ボルト穴</p> <p>床</p> <hr/> <p>定期事業者検査中</p> <p>以下のうち施工性を考 慮し, 実施可能な閉止 措置を行う。</p> <p>閉止板</p> <p>床</p> <p>閉止 キャップ</p> <p>閉止プラグ</p> | <p>以下の閉止板, モルタル, 閉止キャップ等のう ち, 施工性を考慮し, 実 施可能な閉止措置を行 う。</p> <p>閉止板</p> <p>モルタル</p> <p>床</p> <p>閉止 キャップ</p> <p>溶接処理</p> <p>閉止プラグ</p> <hr/> <p>接続配管移設</p> <p>床</p> |

➤ 堰(止水板)の施工について(図2)

構造強度: 堰のボルト取付位置(メス側)は躯体側に固定されることから、運用による設置時のボルト間の寸法と耐震/強度計算書の評価モデルが同様となり、基準地震動 S_s に対しても構造強度を確保することは可能であるため、本施工方法を保安規定に定める。*

止水性能: 鋼板部同士の接合部はゴムパッキンにて止水性を確保する構造であり、モックアップ試験にて止水性を確認した締め代寸法を管理することを保安規定に定める。鋼板部と躯体との接合部はシーリング処理にて止水性を確保する構造であり、モックアップにて確認したシーリング処理の厚さ・脚長を管理することを保安規定に定める。*

* 堰及び止水板の設置時には、外観点検、ボルトの締め付け力、ゴムパッキンの締め代寸法、シーリング処理の厚さ・脚長等を管理することで、地震を想定した止水性能を確保できる。



設置前状況



支柱レールの取付状況例



堰設置状況

図2 堰(止水板)の設置例)

➤ 床ファンネル及び排水開口について

(1) 保守管理

- ・排水を考慮する床ドレン配管については, 点検計画を定め, 年1回の通水試験を行い健全性の確認*を行う。

(2) 逆流防止装置の設置及び管理

- ・堰や壁等で区画され溢水発生時に開口部等からの排水を期待しない浸水防護区画の床ドレンファンネルについては, 排水ラインの詰まり等から他区画のドレン水の逆流により浸水するおそれがあるため, 床ドレンファンネルに逆流防止装置を設ける。なお, 当該装置については, 点検計画を定め保守管理を行う。

*ドレン配管の定期的な健全性確認

タンクベント処理装置室内の各ドレンファンネル配管に鉄さび等による閉塞部位や狭隘化した部位を確認したことから, 管理区域内で放射能を含んだ液体を排水する各ドレンファンネル配管については, 定期的に健全性を確認するため, 通水確認することを点検計画に反映している。また, その排水状況により修繕を行う。

(3) 閉止板の施工について(図3, 図4)

構造強度: 取付ボルトの設置位置(メス側)は躯体側に固定されることから, 運用による設置時のボルト間の寸法と耐震性及び強度の評価モデルと同様となり, 構造強度を確保することは可能であるため, 本施工方法を保安規定に定める。*

止水性能: 鋼板部同士の接合部はゴムパッキンにて止水性を確保する構造であり, モックアップ試験にて止水性を確認した締め代寸法を管理することを保安規定に定める。*

* 閉止板の設置時には, 外観点検, ボルトの締め付け力, ゴムパッキンの締め代寸法等を管理することで, 地震を想定した止水性能を確保できる。

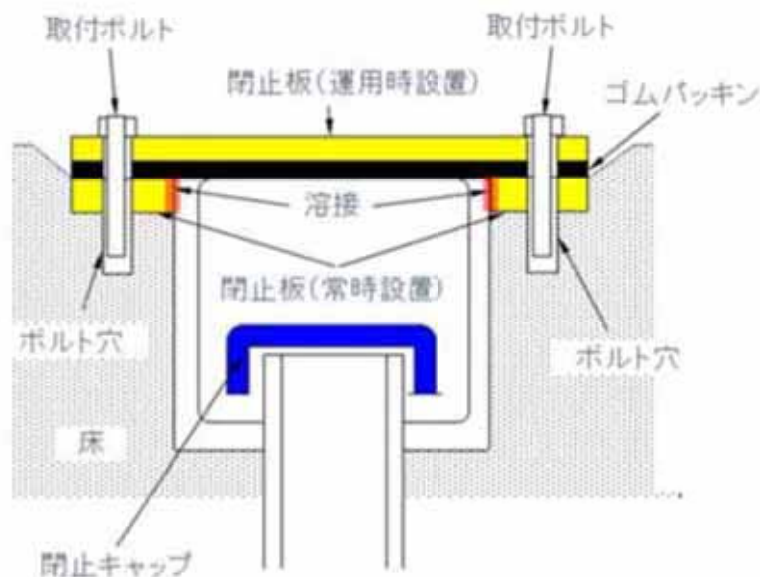


図3 閉止板の概要

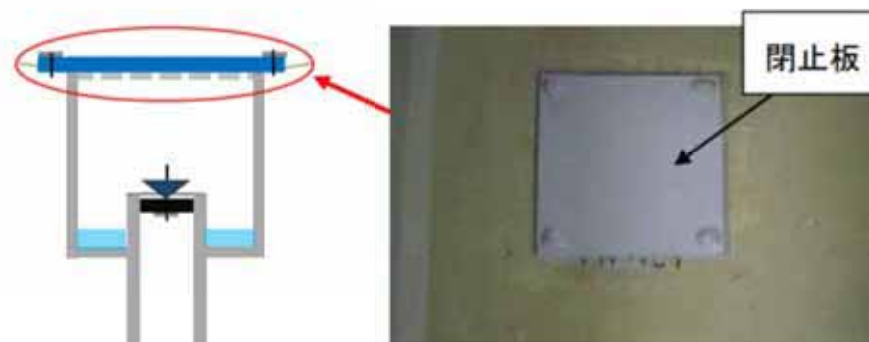


図4 床ファンネルへの閉止例

➤その他

(1)溢水の滞留に対する措置について

- ・原子炉棟6階において、溢水の滞留に対する措置として、プール廻りには異物混入防止を目的とした縁石（高さ約0.10m）を設置している（図5）。滞留する水位が0.10 m以下となった場合においても、溢水が各プールへ戻りやすくするよう、使用済燃料プール及びドライヤセパレータプール廻りの縁石の一部に切欠きを設置している。（図6）
- ・切欠きについては、従来の異物混入防止を考慮するだけでなく、スロッシング水の越流による物品の流入や作業における仮置物品などの流入を防止するために迷路構造とし、また流入部には異物混入防止の網を設置する。
- ・上記の措置に加えて、原子炉建屋6階エリアは、社内規程に従い特定異物混入防止管理区域として管理し、持込み工具や資機材と消耗品等物品の搬出入管理、機材の固縛や固定等の実施及び監視人の配置や表示による管理を行い、これに加えてスロッシング等の溢水を考慮した物品の固定や保管管理を行い、溢水時のプール等への物品の流入を抑制していく。



図5 使用済燃料プール及びドライヤセパレータプール縁石位置

内部溢水-60

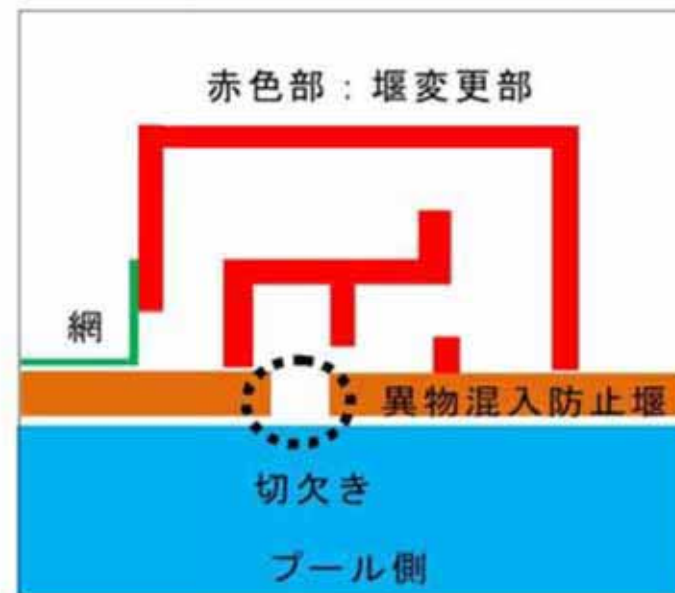


図6 切り欠き概要(平面図)

(2) 排水ライン閉塞時における排水処理について

- ・原子炉棟6階において、排水開口及びプール廻りの縁石の切欠き部に閉塞が発生した場合を想定し、滞留水が発生する場合は、排水ポンプ等にて他フロアの既設ファンネルを利用し排水を実施する。具体的には、ドレンラインや排水受入れ先の廃棄物処理系設備の復旧、若しくは健全性の確認後、各階段室を通して下層階に仮設ホースを設置し、健全が確認されたファンネルに排水を行う。必要な排水作業について図7に示す。
- ・溢水したスロッシング水を再びプール側に戻す場合、水質悪化等による燃料等への影響が考えられるが、各浄化系統を復旧することで、設備等への大きな影響はないと考える。なお、異物の有無を確認するため燃料や炉内の点検を実施する。

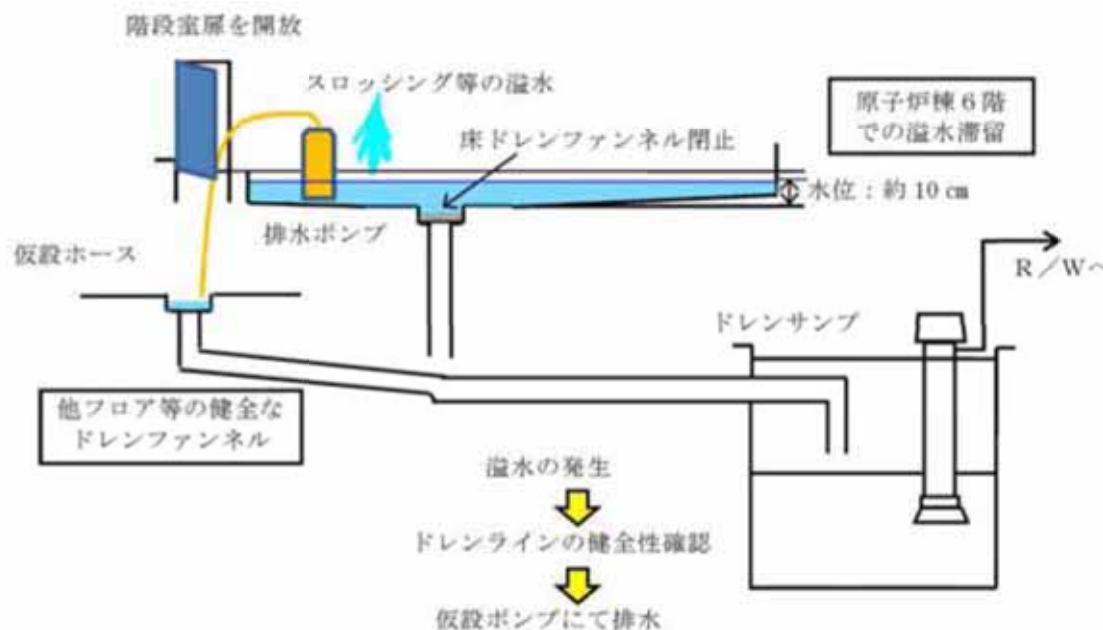


図7 排水作業概要

