

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

第9条（溢水による損傷の防止等）に係る説明書

2023年3月7日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
大洗研究所高速実験炉部

< 概 要 >

試験研究用等原子炉施設の設置許可基準規則の要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する高速実験炉原子炉施設の適合性を示す。

## 1. 要求事項の整理

試験炉設置許可基準規則第9条における要求事項等を第1.1表に示す。本要求事項は、新規制基準における追加要求事項に該当する。

第1.1表 試験炉設置許可基準規則第9条における要求事項  
及び本申請における変更の有無

要求事項	変更の有無
<p>1 安全施設は、試験研究用等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。</p> <p><b>【解釈】</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>第1項は、設計基準において想定する溢水に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設、設備等への措置を含む。</li><li>第1項に規定する「試験研究用等原子炉施設内における溢水」とは、試験研究用等原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損（地震起因を含む。）、消火系統等の作動、原子炉等のタンク、容器、使用済燃料貯蔵槽等のスロッシングその他の事象により発生する溢水をいう。</li><li>第1項に規定する「安全機能を損なわないもの」とは、試験研究用等原子炉施設内部で発生が想定される溢水に対し、試験研究用等原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるもの、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるものをいう。さらに、使用済燃料貯蔵槽においては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できるものをいう。</li></ul>	有
2 試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備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。	有

2. 設置許可申請書における記載

添付 1 参照

3. 設置許可申請書の添付書類における記載

3.1 安全設計方針

(1) 設計方針

添付 2 参照

(2) 適合性

添付 3 参照

3.2 気象等

該当なし

3.3 設備等

該当なし

※ 添付の朱書き：審査進捗を踏まえて記載を見直す箇所

## 4. 要求事項への適合性

### 4.1 溢水による損傷の防止に係る設計

#### 4.1.1 溢水の防護に関する基本方針

原子炉施設は、原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損、消火系統の作動又は使用済燃料貯蔵設備の水冷却池のスロッシング等による溢水が生じた場合においても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるように、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるように、さらに、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池においては、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持できるように設計する。また、原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備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ように設計する。

なお、原子炉施設において、原子炉の運転に影響を及ぼすおそれがある溢水が発生し、これを検知した場合には、運転員の手動スクラム操作により、原子炉を停止する。

#### 4.1.2 溢水防護対象機器

【溢水防護に係る機器の選定及び溢水防護対策の考え方について：別紙1参照】

原子炉施設は、安全機能の重要度分類がクラス1、2、3に属する構築物、系統及び機器に対して、適切な溢水防護対策を講じる設計とする。

安全機能の重要度分類から以下の(1)～(3)の構築物、系統及び機器を溢水防護対象機器（溢水防護対象機器を駆動又は制御するケーブルを含む。）として選定する。

- (1) 原子炉を停止し、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するための構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「原子炉の安全停止に係る機器等」という。）

原子炉の安全停止に係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ② 炉心形状の維持機能（PS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ③ 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ④ 原子炉停止後の除熱機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ⑤ 原子炉冷却材バウンダリ機能（PS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ⑥ 2次冷却材を内蔵する機能（通常運転時の炉心の冷却に関連するもの）（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑦ 1次冷却材漏えい量の低減機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑧ 事故時のプラント状態の把握機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器
- ⑨ 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器の一部

- ⑩ 制御室外からの安全停止機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑪ 通常運転時の冷却材の循環機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器の一部
  - ⑫ プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。）（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑬ 安全上特に重要な関連機能（MS－1）及び安全上重要な関連機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部
- (2) 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等」という。）

放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
  - ② 放射性物質の閉じ込め機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器
  - ③ 放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部
  - ④ 安全上特に重要な関連機能（MS－1）及び安全上重要な関連機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部
  - ⑤ 原子炉カバーガスバウンダリ等のバウンダリ機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑥ 原子炉冷却材バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑦ 燃料を安全に取り扱う機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑧ 放射性物質の貯蔵機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑨ 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
- (3) 使用済燃料貯蔵設備において、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持するための構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「使用済燃料の冠水等に係る機器等」という。）

使用済燃料の冠水等に係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 燃料プール水の保持機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器
- ② 燃料プール水の補給機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器

溢水防護対策については、本原子炉施設の安全上の特徴並びに原子炉の安全停止に係る機器等、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等、使用済燃料の冠水等に係る機器等有する安全機能、配置、構造及び動作原理に係る以下の2つの観点を考慮することを基本とし、溢水による機能への影響を判断して決定する。

- (1) 環境条件から溢水が発生しないため、溢水によって、その機能が影響を受けない。
- (2) 密封構造を有するもの、又は水環境での使用を想定しているものであり、溢水によ

って、その機能が影響を受けない。

#### 4.1.3 溢水源の想定

溢水防護対象機器については、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」を参考に、以下の溢水【溢水の影響評価において想定する溢水源：別紙 2 参照】を想定した影響評価を行い、没水、被水及び蒸気により、その安全機能が損なわれないように設計する。また、使用済燃料貯蔵設備水冷却池のスロッシングによる溢水については、当該液体が管理区域外へ漏えいしない設計とする。

(1) 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

① 高エネルギー配管\*<sup>1</sup> (完全全周破断) からの溢水

\*1 呼び径>25A (1B)

運転温度>95°C又は運転圧力>1.9MPa [gage]

② 低エネルギー配管\*<sup>2</sup> (配管内径の 1/2 の長さで配管肉厚の 1/2 の幅を有する貫通クラック) からの溢水

\*2 呼び径>25A (1B)

運転温度≤95°Cかつ運転圧力≤1.9MPa [gage]

(ただし、静水頭圧の配管は除く。)

(2) 原子炉施設内で生じる異常状態 (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

① 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水 (ただし、原子炉施設は、当該設備を有しない。)

② 建物内の消火活動のために設置される消火栓からの放水 (屋内消火ポンプ式消火栓は、第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物に設置される。溢水防護区画の設定が必要なエリアに、消火栓はない。)

(3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

① 原子炉施設内に設置された機器の破損による漏水 (耐震重要度分類 B、C クラス機器の破損)

② 使用済燃料貯蔵設備水冷却池のスロッシングによる溢水

#### 4.1.4 溢水防護区画の設定

溢水防護区画は、基本的に壁、扉で区切られた部屋単位とし、溢水防護対象機器が設置されている全ての区画、中央制御室、及び現場操作が必要な場合には、設備へのアクセス通路について設定する。ただし、「環境条件から明らかに溢水が発生しない」、「密封構造を有するもの、又は水環境での使用を想定しているものであり、明らかに溢水の影響が生じない」の条件を満足する溢水防護対象機器にあっては、溢水防護区画の設定を除外できるものとする。また、溢水防護対象機器に関連するケーブル類は、端部 (電源盤等) を除き、その被覆等により、溢水の影響を受けないと判断できるため、溢水防護区画の設定の対象外とする (溢水の影響を受けないと判断できない場合を除く。)。さらに、必要に応じて、堰等も区画に用いるものとする。【溢水防護区画の設定方法：別紙 3 参照】。

#### 4.1.5 没水の影響への対策

想定される溢水により、溢水防護対象機器が、没水により安全機能を損なわないよう、以下に示すいずれかの対策、又はこれらを組み合わせた対策を講じる。

- (1) 溢水源を保有する区画には、基本的に、漏水検知器又は漏油検知器を設置する。吹き抜け等を有する区画にあっては、最下層に検知器を設置する。

漏水検知器又は漏油検知器は、溢水の発生を確実に検知できる位置に設置する。

漏水検知器又は漏油検知器により溢水の発生を早期に検知し、中央制御室からの遠隔操作又は現場操作により漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。現場操作が必要となる場所にあつては、バッテリー内蔵型又は非常用ディーゼル電源系より給電できる照明を常設する。また、中央制御室には、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配備し、必要に応じて持参できるものとする。さらに、現場操作が必要な設備に対しては、必要に応じて区画の溢水水位、環境の温度及び放射線量を考慮しても、運転員による操作場所までのアクセスが可能な設計とする。

漏水検知器及び漏油検知器は、基準地震動による地震力に対して、その機能が損なわれない設計とするとともに、外部電源喪失時に、その機能を喪失することがないように、非常用電源設備（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給する。

- (2) 溢水防護区画外の溢水に対しては、壁や止水板、貫通部密封処理等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止する設計とする。壁や止水板、貫通部密封処理等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入を防止できる設計とするとともに、基準地震動による地震力に対して、その機能が損なわれない設計とする。止水板等については、「JIS A 4716 浸水防止用設備建具型構成部材」における Ws-3 以上の等級を有するもの又は相当品とする。
- (3) 溢水防護対象機器の設置高さを嵩上げし、溢水防護対象機器の機能喪失高さが、溢水水位を上回る設計とする。

#### 4.1.6 被水の影響への対策

想定される溢水により、溢水防護対象機器が、被水により安全機能を損なわないよう、以下に示すいずれかの対策、又はこれらを組み合わせた対策を講じる。

- (1) 溢水防護区画外の溢水に対しては、壁や止水板、貫通部密封処理等による流入防止対策を図り溢水の被水を防止する設計とする。壁や止水板、貫通部密封処理等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入を防止できる設計とするとともに、基準地震動による地震力に対して、その機能が損なわれない設計とする。止水板等については、「JIS A 4716 浸水防止用設備建具型構成部材」における Ws-3 以上の等級を有するもの又は相当品とする。
- (2) 電源盤等の設備は、固定式消火設備等の水消火を行わない消火手段（二酸化炭素消火設備、消火器等）を採用し、被水の影響がない設計とする。
- (3) 被水する溢水防護対象機器は、「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を有する機器を用い、被水



の影響を受けない設計とする。被水の影響により安全機能を損なうおそれがある機器の電動機及び計器については、水の浸入に対する防護措置（JIS-C-0920 保護等級の防まつ形（IP\*4）以上）を講じる。

- (4) 被水する溢水防護対象機器は、保護カバーやパッキン等による被水防護措置を行い、被水の影響を受けない設計とする。
- (5) 多重性又は多様性を有している溢水防護対象機器は、別区画に設置し、溢水が発生した場合でも同時に安全機能を損なうことがない設計とする。

#### 4.1.7 蒸気の影響への対策

想定される溢水により、溢水防護対象機器が、蒸気により安全機能を損なわないよう、以下に示すいずれかの対策、又はこれらを組み合わせた対策を講じる。

- (1) 想定される蒸気の発生源は、空調設備等に使用するボイラー蒸気設備であり、当該温度・圧力が、約 160°C・約 0.6MPa と比較的低いことに鑑み、検知器として、火災感知器（アナログ式の煙感知器）を流用する。蒸気の放出を検知し、中央制御室からの遠隔操作又は現場操作により漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。
- (2) 溢水防護区画外の蒸気放出に対しては、壁や貫通部密封処理による流入防止対策を図り蒸気の流入を防止する設計とする。壁や貫通部密封処理は、放出された蒸気流入を防止できる設計とするとともに、基準地震動による地震力に対して、その機能が損なわれない設計とする。
- (3) 溢水防護対象機器が、蒸気に直接曝されることがないように防護板による防護措置を行う。また、当該蒸気が、溢水防護区画内に拡散することによる雰囲気温度の上昇を抑制し、溢水防護対象機器の安全機能が損なわれないように対策する。
- (4) 蒸気に曝される溢水防護対象設備は、蒸気に対して耐性を有する機器を用い、蒸気の影響を受けない設計とする。蒸気の影響により安全機能を損なうおそれのある機器の計器については、蒸気環境下に耐えるための防護措置（JIS-C-0920 保護等級の防浸形（IP\*7）以上）を講じる。

#### 4.1.8 放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えい防止対策

想定される溢水により、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よう、以下に示すいずれかの対策、又はこれらを組み合わせた対策を講じる。

- (1) 放射性物質を含む液体を内包する機器及び配管は、全て管理区域内に設置する。
- (2) 放射性物質を含む液体が管理区域内に漏えいした場合に、非管理区域に漏えいすることがないように、管理区域の下階が管理区域となるように配置上できる限り考慮する。
- (3) 配置上、管理区域内より非管理区域に漏えいするおそれが否定できない箇所については、段差や堰、止水板を設けることにより非管理区域側へ漏えいすることを防止する。止水板等については、「JIS A 4716 浸水防止用設備建具型構成部材」における Ws-3 以上の等級を有するもの又は相当品とする。

#### 4.1.9 溢水の影響評価

##### 4.1.9.1 溢水量の想定

(1) 機器の破損等により生じる溢水では、それぞれの溢水防護対象機器に対して影響が最も大きくなる単一の設備破損による溢水源（多重化された系統を有する設備の破損による溢水では、単一の系統破損による溢水源）を想定し、その影響を評価する。溢水量は、漏水を検知し、現場又は中央制御室からの隔離により漏えいを停止するまでの時間を考慮して算出する。溢水量を算出する際の運転員による対応として、設備の配置やアクセス性等を基に設定した以下の時間を考慮する。

- a. 漏えい発生から漏えい検知までの時間
- b. 現場への移動時間 ※ 管理区域への入域はチェンジングに要する時間を含む。
- c. (現場) 漏えい箇所特定に要する時間
- d. 弁操作時間及び循環ポンプ等停止時間

(2) 原子炉施設内で生じる火災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では、それぞれの溢水防護対象機器に対して影響が最も大きくなる単一の放水による溢水源を想定し、その影響を評価する。なお、原子炉建物及び原子炉附属建物並びに主冷却機建物において放水設備を有しない。

(3) 地震による機器の破損（スロッシングを含む。）により生じる溢水では、流体を内包する機器のうち、基準地震動  $S_s$  によって破損が生じる可能性のある機器について破損を想定し、その影響を評価する。評価では、複数系統、複数箇所の同時破損を想定し、最大の溢水量を算出する。

##### 4.1.9.2 溢水経路の想定【溢水経路の想定的基本的な考え方（蒸気を除く）：別紙4参照】

- (1) 溢水防護区画の溢水水位が最も高くなるように、扉の漏水の状態並びに貫通部及び堰の有無を考慮する。
- (2) 溢水防護区画の溢水水位が最も高くなるように、ハッチ及び目皿からの流出はないものとする。一方、上階で生じた溢水に起因する没水の評価では、ハッチがない単純な開口部として、上階で生じた溢水がそのまま当該フロアに落水してくるものとする。
- (3) 放射性物質を含む液体の管理区域外への溢水の影響評価では、管理区域より非管理区域への漏えいがないことを確認するため、管理区域に設けられた段差を考慮する。

##### 4.1.9.3 溢水の影響評価

(1) 原子炉施設内で発生した溢水の溢水防護対象機器への影響評価

溢水防護対象機器については、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」を参考に、想定した溢水に対して、影響評価を行い、没水、被水及び蒸気により、その安全機能が損なわれることがないことを確認する【没水、被水及び蒸気に係る影響評価的基本的な考え方：別紙5参照】。なお、内部溢水により、原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合について、原子炉の安全停止に係る機器等は、没水、被水及び蒸気により、その安全機能が損なわれない設計としていることから、内部

溢水による外乱は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の起因事象の発生に留まり、安全解析に影響を及ぼさない。

溢水防護対象機器に対する没水の影響評価では、溢水の影響を受けて溢水防護対象機器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。）を設定し、発生した溢水による水位（以下「溢水水位」という。）が機能喪失高さを上回らないことをもって溢水防護対象機器が安全機能を損なうおそれがないことを評価する。機能喪失高さは、溢水防護対象機器の各付属品の設置状況を踏まえ、没水によって安全機能を損なうおそれのある最低の高さを設定する。

溢水防護対象機器に対する被水（蒸気を含む。）の影響評価では、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や溢水源からの漏えい蒸気の拡散等により、安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

なお、機器の破損等により生じる溢水について、多重化された設備の破損による溢水では、破損した系統と別の系統は健全であり、当該設備の安全機能は維持されているものとする。

使用済燃料貯蔵設備水冷却池における地震時のスロッシングによる溢水において、溢水後、水冷却池液位が、使用済燃料集合体頂部水位を上回り、使用済燃料の冠水の確保とともに、冷却機能及び遮蔽機能を維持できることを確認する。スロッシングは、基準地震動による地震力によって生じるスロッシング現象を三次元流動解析により評価し、水冷却池の外へ漏えいする水量を考慮する。

#### (2) 放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいの影響評価

放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいの影響評価では、使用済燃料貯蔵設備水冷却池のスロッシングによる溢水について、溢水の管理区域外への漏えいの有無を設備の配置の観点から評価するとともに、配置上管理区域外への漏えいが否定できない箇所については、設けられた段差や堰、止水板を上回らないことをもって管理区域外へと漏えいしないことを評価する【放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいに係る影響評価の基本的な考え方：別紙6参照】。スロッシングは、基準地震動による地震力によって生じるスロッシング現象を三次元流動解析により評価し、水冷却池の外へ漏えいする水量を考慮する。

#### 4.1.10 手順等

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき、原子炉施設保安規定を定める。原子炉施設保安規定には、溢水について、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- ・ 運転要領（運転管理、保守管理、事故発生時の措置）の作成に関すること
- ・ 必要な要員の配置に関すること
- ・ 教育及び訓練に関すること
- ・ 必要な資機材の配備に関すること

#### 4.2 要求事項（試験炉設置許可基準規則第9条）への適合性説明

（溢水による損傷の防止等）

第九条 安全施設は、試験研究用等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。

2 試験研究用等原子炉施設は、当該試験研究用等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。

#### 適合のための設計方針

##### 1 について

原子炉施設において、溢水が発生し、これを検知した場合には、運転員の手動スクラム操作により、原子炉を停止する。原子炉施設は、原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損、消火システムの作動又は使用済燃料貯蔵設備の水冷却池のスロッシング等による溢水が生じた場合においても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるように、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるように、さらに、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池においては、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持できるように設計する。

##### 2 について

原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他設備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ように設計する。

放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他設備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するおそれのあるもの（当該区画に管理区域外との連絡通路（扉等）があるもの）を対象とし、段差や堰を設けることにより非管理区域側へ漏えいすることを防止する。

液体廃棄物処理設備における  
放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいの防止措置

液体廃棄物処理設備を設ける建物の床及び壁面にはエポキシ樹脂塗装を施し、放射性液体廃棄物が漏えいし難い構造とする。また、液体廃棄物処理設備の周辺にせきを設け、放射性液体廃棄物の漏えいの拡大防止対策を講じる（下表参照）。

主要な廃液タンク等	せき材質	せき内容積
廃棄物処理建物		
蒸発濃縮処理装置（蒸発缶：0.4m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート	約 1.8m <sup>3</sup>
液体廃棄物 A 受入タンク（10m <sup>3</sup> ×2）	鉄筋コンクリート	約 15m <sup>3</sup> *1
液体廃棄物 B 受入タンク（30m <sup>3</sup> ×1/5m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート	約 9.6m <sup>3</sup> *2/約 9.6m <sup>3</sup>
廃液調整タンク（5m <sup>3</sup> ×2）	鉄筋コンクリート	約 7.5m <sup>3</sup> *1
廃液移送タンク（10m <sup>3</sup> ×2）	鉄筋コンクリート	約 15m <sup>3</sup> *1
濃縮液タンク（5m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート	約 6.8m <sup>3</sup> （t <sup>°</sup> ヲト容積含む。）
逆洗液タンク（1m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート	約 1.5m <sup>3</sup>
原子炉附属建物		
液体廃棄物 A タンク（10m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート	約 9.9m <sup>3</sup> *1*3
液体廃棄物 B タンク（5m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート	
アルコール廃液タンク（10m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート	約 11m <sup>3</sup>
第一使用済燃料貯蔵建物		
液体廃棄物 A タンク（10m <sup>3</sup> ×2）	鉄筋コンクリート	約 18m <sup>3</sup> *1
第二使用済燃料貯蔵建物		
液体廃棄物 A タンク（5m <sup>3</sup> ×2）	鉄筋コンクリート	約 17m <sup>3</sup>
メンテナンス建物		
液体廃棄物 A タンク（20m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート ステンレス鋼	約 20m <sup>3</sup> *1
液体廃棄物 B タンク（20m <sup>3</sup> ×1）	鉄筋コンクリート ステンレス鋼	

- \*1： タンクの同時破損を想定した場合、せき内容積は、タンクの合計容量を下回る。ただし、これらのタンクは、管理区域内の最下階に設置されるため、漏えいした放射性液体廃棄物が管理区域外に漏えいすることはない。
- \*2： 漏えいした放射性液体廃棄物は、床ドレンを介して、ドレンサンプタンクに集水。ドレンサンプタンクにおけるディスプレイサ式の水位計により、漏えいを早期に検出。運転員等による応急措置により、漏えいの拡大を防止。また、せき内容積は、タンクの容量を下回るが、当該タンクは、管理区域内の最下階に設置されるため、漏えいした放射性液体廃棄物が管理区域外に漏えいすることはない。
- \*3： 水位計の上限設定より、運用管理において、タンク内の放射性液体廃棄物は、せき内容積を下回るため、漏えいした放射性液体廃棄物のせき外への拡大防止が可能。

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.6 溢水による損傷の防止に係る設計

1.6.1 溢水の防護に関する基本方針

原子炉施設は、原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損、消火系統の作動又は使用済燃料貯蔵設備の水冷却池のスロッシング等による溢水が生じた場合においても、原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できるように、また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できるように、さらに、使用済燃料貯蔵設備の水冷却池においては、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持できるように設計する。また、原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備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ように設計する。

なお、原子炉施設において、原子炉の運転に影響を及ぼすおそれがある溢水が発生し、これを検知した場合には、運転員の手動スクラム操作により、原子炉を停止する。

1.6.2 溢水防護対象機器

原子炉施設は、安全機能の重要度分類がクラス 1、2、3 に属する構築物、系統及び機器に対して、適切な溢水防護対策を講じる設計とする。

安全機能の重要度分類から以下の（1）～（3）の構築物、系統及び機器を溢水防護対象機器（溢水防護対象機器を駆動又は制御するケーブルを含む。）として選定する。

- （1）原子炉を停止し、また、停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するための構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「原子炉の安全停止に係る機器等」という。）

原子炉の安全停止に係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ② 炉心形状の維持機能（PS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ③ 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ④ 原子炉停止後の除熱機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ⑤ 原子炉冷却材バウンダリ機能（PS－1）に属する構築物、系統及び機器
- ⑥ 2次冷却材を内蔵する機能（通常運転時の炉心の冷却に関連するもの）（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑦ 1次冷却材漏えい量の低減機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑧ 事故時のプラント状態の把握機能（MS－2）に属する構築物、系統及び

機器

- ⑨ 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑩ 制御室外からの安全停止機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑪ 通常運転時の冷却材の循環機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器の一部
- ⑫ プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く。）（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
- ⑬ 安全上特に重要な関連機能（MS－1）及び安全上重要な関連機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部

（2）放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等」という。）

放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器の一部
  - ② 放射性物質の閉じ込め機能（MS－1）に属する構築物、系統及び機器
  - ③ 放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部
  - ④ 安全上特に重要な関連機能（MS－1）及び安全上重要な関連機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器の一部
  - ⑤ 原子炉カバーガスバウンダリ等のバウンダリ機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑥ 原子炉冷却材バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑦ 燃料を安全に取り扱う機能（PS－2）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑧ 放射性物質の貯蔵機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
  - ⑨ 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能（PS－3）に属する構築物、系統及び機器
- （3）使用済燃料貯蔵設備において、使用済燃料の冠水を確保し、冷却機能を維持するための構築物、系統及び機器（関連する補機を含む。以下「使用済燃料の冠水等に係る機器等」という。）

使用済燃料の冠水等に係る機器等は、安全機能の重要度分類から以下の機能を有する構築物、系統及び機器とする。

- ① 燃料プール水の保持機能（MS－2）に属する構築物、系統及び機器
- ② 燃料プール水の補給機能（MS－3）に属する構築物、系統及び機器

溢水防護対策については、本原子炉施設の安全上の特徴並びに原子炉の安全停止に係る機器等、放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係る機器等、使用済燃料の冠水等に係る機器等有する安全機能、配置、構造及び動作原理に係る以下の2つの観点を考慮することを基本とし、

溢水による機能への影響を判断して決定する。

- (1) 環境条件から溢水が発生しないため、溢水によって、その機能が影響を受けない。
- (2) 密封構造を有するもの、又は水環境での使用を想定しているものであり、溢水によって、その機能が影響を受けない。

### 1.6.3 溢水源の想定

溢水防護対象機器については、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」を参考に、以下の溢水を想定した影響評価を行い、没水、被水及び蒸気により、その安全機能が損なわれることがないように設計する。また、使用済燃料貯蔵設備水冷却池のスロッシングによる溢水については、当該液体が管理区域外へ漏えいしない設計とする。

(1) 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

- ① 高エネルギー配管\*<sup>1</sup> (完全全周破断) からの溢水

\*1 呼び径>25A (1B)

運転温度>95°C又は運転圧力>1.9MPa [gage]

- ② 低エネルギー配管\*<sup>2</sup> (配管内径の1/2の長さと同配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック) からの溢水

\*2 呼び径>25A (1B)

運転温度≤95°Cかつ運転圧力≤1.9MPa [gage]

(ただし、静水頭圧の配管は除く。)

(2) 原子炉施設内で生じる異常状態 (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

- ① 火災検知により自動作動するスプリンクラーからの放水 (ただし、原子炉施設は、当該設備を有しない。)

- ② 建物内の消火活動のために設置される消火栓からの放水 (屋内消火ポンプ式消火栓は、第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物に設置される。溢水防護区画の設定が必要なエリアに、消火栓はない。)

(3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

- ① 原子炉施設内に設置された機器の破損による漏水 (耐震重要度分類B、Cクラス機器の破損)
- ② 使用済燃料貯蔵設備水冷却池のスロッシングによる溢水

### 1.6.4 溢水防護区画の設定

溢水防護区画は、基本的に壁、扉で区切られた部屋単位とし、溢水防護対象機器が設置されている全ての区画、中央制御室、及び現場操作が必要な場合には、設備へのアクセス通路について設定する。ただし、「環境条件から明らかに溢水が発生しない」、「密封構造を有するもの、又は水環境での使用を想定しているものであり、明らかに溢水の影響が生じない」の条件を満足する溢水防護対象機器にあっては、溢水防護区画の設定を除外できるものとする。また、溢水防護対象機器に関連するケーブル類は、端部 (電源盤等) を除き、その被覆等により、溢水の影響を受けないと判断できるため、溢水防護区画の設定の対象外とする (溢水



の影響を受けないと判断できない場合を除く。)。さらに、必要に応じて、堰等も区画に用いるものとする。

#### 1.6.5 没水の影響への対策

想定される溢水により、溢水防護対象機器が、没水により安全機能を損なわないよう、以下に示すいずれかの対策、又はこれらを組み合わせた対策を講じる。

- (1) 溢水源を保有する区画には、基本的に、漏水検知器又は漏油検知器を設置する。吹き抜け等を有する区画にあっては、最下層に検知器を設置する。

漏水検知器又は漏油検知器は、溢水の発生を確実に検知できる位置に設置する。

漏水検知器又は漏油検知器により溢水の発生を早期に検知し、中央制御室からの遠隔操作又は現場操作により漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。現場操作が必要となる場所にあつては、バッテリー内蔵型又は非常用ディーゼル電源系より給電できる照明を常設する。また、中央制御室には、バッテリー内蔵型の可搬型照明を配備し、必要に応じて持参できるものとする。さらに、現場操作が必要な設備に対しては、必要に応じて区画の溢水水位、環境の温度及び放射線量を考慮しても、運転員による操作場所までのアクセスが可能な設計とする。

漏水検知器及び漏油検知器は、基準地震動による地震力に対して、その機能が損なわれない設計とするとともに、外部電源喪失時に、その機能を喪失することがないように、非常用電源設備（非常用ディーゼル電源系及び蓄電池）より電源を供給する。

- (2) 溢水防護区画外の溢水に対しては、壁や止水板、貫通部密封処理等による流入防止対策を図り溢水の流入を防止する設計とする。壁や止水板、貫通部密封処理等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入を防止できる設計とするとともに、基準地震動による地震力に対して、その機能が損なわれない設計とする。止水板等については、「JIS A 4716 浸水防止用設備建具型構成部材」における Ws-3 以上の等級を有するもの又は相当品とする。
- (3) 溢水防護対象機器の設置高さを嵩上げし、溢水防護対象機器の機能喪失高さが、溢水水位を上回る設計とする。

#### 1.6.6 被水の影響への対策

想定される溢水により、溢水防護対象機器が、被水により安全機能を損なわないよう、以下に示すいずれかの対策、又はこれらを組み合わせた対策を講じる。

- (1) 溢水防護区画外の溢水に対しては、壁や止水板、貫通部密封処理等による流入防止対策を図り溢水の被水を防止する設計とする。壁や止水板、貫通部密封処理等は、溢水により発生する水位や水圧に対して流入を防止できる設計とするとともに、基準地震動による地震力に対して、その機能が損なわれない設計とする。止水板等については、

「JIS A 4716 浸水防止用設備建具型構成部材」における Ws-3 以上の等級を有するもの又は相当品とする。

- (2) 電源盤等の設備は、固定式消火設備等の水消火を行わない消火手段（二酸化炭素消火設備、消火器等）を採用し、被水の影響がない設計とする。

- (3) 被水する溢水防護対象機器は、「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を有する機器を用い、被水の影響を受けない設計とする。被水の影響により安全機能を損なうおそれがある機器の電動機及び計器については、水の浸入に対する防護措置 (JIS-C-0920 保護等級の防まつ形 (IP\*4) 以上) を講じる。
- (4) 被水する溢水防護対象機器は、保護カバーやパッキン等による被水防護措置を行い、被水の影響を受けない設計とする。
- (5) 多重性又は多様性を有している溢水防護対象機器は、別区画に設置し、溢水が発生した場合でも同時に安全機能を損なうことがない設計とする。

#### 1.6.7 蒸気の影響への対策

想定される溢水により、溢水防護対象機器が、蒸気により安全機能を損なわないよう、以下に示すいずれかの対策、又はこれらを組み合わせた対策を講じる。

- (1) 想定される蒸気の発生源は、空調設備等に使用するボイラー蒸気設備であり、当該温度・圧力が、約 160℃・約 0.6MPa と比較的低いことに鑑み、検知器として、火災感知器 (アナログ式の煙感知器) を流用する。蒸気の放出を検知し、中央制御室からの遠隔操作又は現場操作により漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。
- (2) 溢水防護区画外の蒸気放出に対しては、壁や貫通部密封処理による流入防止対策を図り蒸気の流入を防止する設計とする。壁や貫通部密封処理は、放出された蒸気流入を防止できる設計とするとともに、基準地震動による地震力に対して、その機能が損なわれない設計とする。
- (3) 溢水防護対象機器が、蒸気に直接曝されることがないように防護板による防護措置を行う。また、当該蒸気が、溢水防護区画内に拡散することによる雰囲気温度の上昇を抑制し、溢水防護対象機器の安全機能が損なわれないように対策する。
- (4) 蒸気に曝される溢水防護対象設備は、蒸気に対して耐性を有する機器を用い、蒸気の影響を受けない設計とする。蒸気の影響により安全機能を損なうおそれのある機器の計器については、蒸気環境下に耐えるための防護措置 (JIS-C-0920 保護等級の防浸形 (IP\*7) 以上) を講じる。

#### 1.6.8 放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えい防止対策

想定される溢水により、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よう、以下に示すいずれかの対策、又はこれらを組み合わせた対策を講じる。

- (1) 放射性物質を含む液体を内包する機器及び配管は、全て管理区域内に設置する。
- (2) 放射性物質を含む液体が管理区域内に漏えいした場合に、非管理区域に漏えいすることがないように、管理区域の下階が管理区域となるように配置上できる限り考慮する。
- (3) 配置上、管理区域内より非管理区域に漏えいするおそれが否定できない箇所については、段差や堰、止水板を設けることにより非管理区域側へ漏えいすることを防止す

る。止水板等については、「JIS A 4716 浸水防止用設備建具型構成部材」におけるWs-3以上の等級を有するもの又は相当品とする。

#### 1.6.9 溢水の影響評価

##### 1.6.9.1 溢水量の想定

- (1) 機器の破損等により生じる溢水では、それぞれの溢水防護対象機器に対して影響が最も大きくなる単一の設備破損による溢水源（多重化された系統を有する設備の破損による溢水では、単一の系統破損による溢水源）を想定し、その影響を評価する。溢水量は、漏水を検知し、現場又は中央制御室からの隔離により漏えいを停止するまでの時間を考慮して算出する。溢水量を算出する際の運転員による対応として、設備の配置やアクセス性等を基に設定した以下の時間を考慮する。
  - a. 漏えい発生から漏えい検知までの時間
  - b. 現場への移動時間 ※ 管理区域への入域はチェンジングに要する時間を含む。
  - c. (現場) 漏えい箇所特定に要する時間
  - d. 弁操作時間及び循環ポンプ等停止時間
- (2) 原子炉施設内で生じる火災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では、それぞれの溢水防護対象機器に対して影響が最も大きくなる単一の放水による溢水源を想定し、その影響を評価する。なお、原子炉建物及び原子炉附属建物並びに主冷却機建物において放水設備を有しない。
- (3) 地震による機器の破損（スロッシングを含む。）により生じる溢水では、流体を内包する機器のうち、基準地震動 $S_s$ によって破損が生じる可能性のある機器について破損を想定し、その影響を評価する。評価では、複数系統、複数箇所の同時破損を想定し、最大の溢水量を算出する。

##### 1.6.9.2 溢水経路の想定

- (1) 溢水防護区画の溢水水位が最も高くなるように、扉の漏水の状態並びに貫通部及び堰の有無を考慮する。
- (2) 溢水防護区画の溢水水位が最も高くなるように、ハッチ及び目皿からの流出はないものとする。一方、上階で生じた溢水に起因する没水の評価では、ハッチがない単純な開口部として、上階で生じた溢水がそのまま当該フロアに落水してくるものとする。
- (3) 放射性物質を含む液体の管理区域外への溢水の影響評価では、管理区域より非管理区域への漏えいがないことを確認するため、管理区域に設けられた段差を考慮する。

##### 1.6.9.3 溢水の影響評価

###### (1) 原子炉施設内で発生した溢水の溢水防護対象機器への影響評価

溢水防護対象機器については、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」を参考に、想定した溢水に対して、影響評価を行い、没水、被水及び蒸気により、その安全機能が損なわれないことを確認する。なお、内部溢水により、原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合について、原子炉の安全停止に係る機器等は、

没水、被水及び蒸気により、その安全機能が損なわれない設計としていることから、内部溢水による外乱は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の起因事象の発生に留まり、安全解析に影響を及ぼさない。

溢水防護対象機器に対する没水の影響評価では、溢水の影響を受けて溢水防護対象機器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。）を設定し、発生した溢水による水位（以下「溢水水位」という。）が機能喪失高さを上回らないことをもって溢水防護対象機器が安全機能を損なうおそれがないことを評価する。機能喪失高さは、溢水防護対象機器の各付属品の設置状況を踏まえ、没水によって安全機能を損なうおそれのある最低の高さを設定する。

溢水防護対象機器に対する被水（蒸気を含む。）の影響評価では、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や溢水源からの漏えい蒸気の拡散等により、安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

なお、機器の破損等により生じる溢水について、多重化された設備の破損による溢水では、破損した系統と別の系統は健全であり、当該設備の安全機能は維持されているものとする。

使用済燃料貯蔵設備水冷却池における地震時のスロッシングによる溢水において、溢水後、水冷却池液位が、使用済燃料集合体頂部水位を上回り、使用済燃料の冠水の確保とともに、冷却機能及び遮蔽機能を維持できることを確認する。スロッシングは、基準地震動による地震力によって生じるスロッシング現象を三次元流動解析により評価し、水冷却池の外へ漏えいする水量を考慮する。

## (2) 放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいの影響評価

放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいの影響評価では、使用済燃料貯蔵設備水冷却池のスロッシングによる溢水について、溢水の管理区域外への漏えいの有無を設備の配置の観点から評価するとともに、配置上管理区域外への漏えいが否定できない箇所については、設けられた段差や堰、止水板を上回らないことをもって管理区域外へと漏えいしないことを評価する。スロッシングは、基準地震動による地震力によって生じるスロッシング現象を三次元流動解析により評価し、水冷却池の外へ漏えいする水量を考慮する。

### 1.6.10 手順等

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき、原子炉施設保安規定を定める。原子炉施設保安規定には、溢水について、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- ・ 運転要領（運転管理、保守管理、事故発生時の措置）の作成に関すること
- ・ 必要な要員の配置に関すること
- ・ 教育及び訓練に関すること
- ・ 必要な資機材の配備に関すること