

玄海原子力発電所 3号炉及び4号炉

内部溢水防護について

平成29年1月19日

九州電力株式会社

1.1 内部溢水防護の基本方針

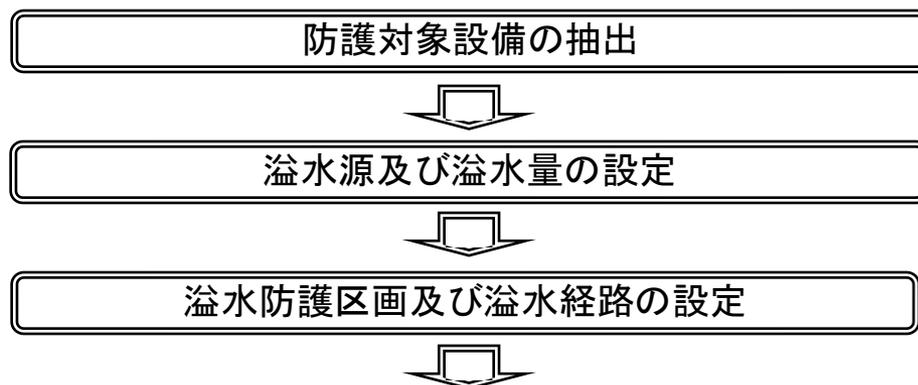
「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）をふまえ、安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、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、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。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設計とする。さらに使用済燃料ピットにおいては、使用済燃料ピットの冷却機能及び使用済燃料ピットへの給水機能を維持できる設計とする。

また、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設計とする。

1.2 内部溢水影響評価フロー

「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」（以下「評価ガイド」という。）に基づき、以下のフローにて内部溢水影響評価を行う。



- ① 溢水（没水、被水、蒸気）の影響に対する評価及び防護設計方針
 - ・ 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（以下「想定破損による溢水」という。）による影響評価
 - ・ 発電所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（以下「消火水の放水による溢水」という。）による影響評価
 - ・ 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（使用済燃料ピットのスロッシングにより発生する溢水を含む）（以下「地震起因による溢水」という。）による影響評価
- ② 放射性物質を含んだ液体の管理区域外への漏えいを防止するための設計方針

2. 防護対象設備の抽出

設置許可基準規則及び評価ガイドをふまえ、防護対象設備を以下のとおり抽出する。

(1) 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

- ・ 原子炉停止、高温停止及び低温停止（停止状態の維持含む）に必要な設備
- ・ 溢水に起因する原子炉外乱^{※1}に対処するための設備（放射性物質の閉じ込め機能維持に必要な設備含む。）

※1 溢水により発生し得る原子炉外乱及び溢水の原因となり得る原子炉外乱を考慮する。また、地震に起因する原子炉外乱（主給水喪失、外部電源喪失、原子炉トリップ等）も考慮する。

(2) 使用済燃料ピットの冷却機能及び使用済燃料ピットへの給水機能を維持するために必要な設備

3. 溢水源及び溢水量の設定

溢水源及び溢水量としては、発生要因別に分類した溢水を想定して評価することとし、評価ガイドをふまえた評価条件とする。

(1) 想定破損による溢水

単一の配管の破損による溢水を想定して、配管の破損箇所を溢水源として設定する。配管の破損形状は、高エネルギー配管は原則「完全全周破断」、低エネルギー配管は原則「貫通クラック」を想定する。なお、応力評価を実施する場合は、発生応力 S_n と許容応力 S_a の比により以下の破損形状を想定する。

【高エネルギー配管※】 $S_n \leq 0.4S_a \Rightarrow$ 破損想定不要 $0.4S_a < S_n \leq 0.8S_a \Rightarrow$ 貫通クラック

【低エネルギー配管】 $S_n \leq 0.4S_a \Rightarrow$ 破損想定不要

※ ターミナルエンド部を除く。

想定する破損箇所は溢水影響が最も大きくなる位置とし、溢水量は隔離により漏えい停止するまでの時間（隔離に期待する場合。運転員の状況確認及び隔離操作を含む。）を適切に考慮し、破損箇所からの流出量及び隔離後の溢水量として隔離範囲内の保有水量を合算して設定する。

(2) 消火水の放水による溢水

発電用原子炉施設内に設置される消火設備等からの放水を溢水源として設定し、消火設備等からの単位時間当たりの放水量と火災荷重をふまえた放水時間から溢水量を設定する。

(3) 地震起因による溢水

溢水源となり得る流体を内包する機器のうち、基準地震動による地震力により破損が生じる機器及び使用済燃料ピットのスロッシングによる漏えい水を溢水源として設定する。溢水量は溢水影響が最も大きくなるように、溢水源となる容器については全保有水量を考慮し、配管については完全全周破断を考慮する。隔離により漏えい停止するまでの時間（隔離に期待する場合。運転員の状況確認及び隔離操作を含む。）を適切に考慮し、破損箇所からの流出量及び隔離後の溢水量として隔離範囲内の保有水量を合算して設定する。

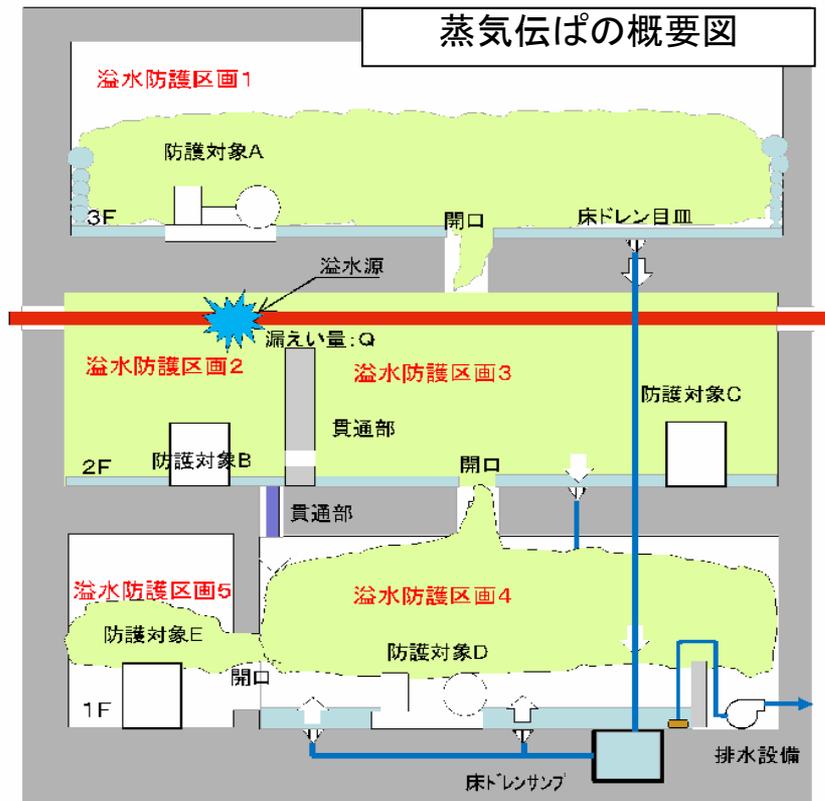
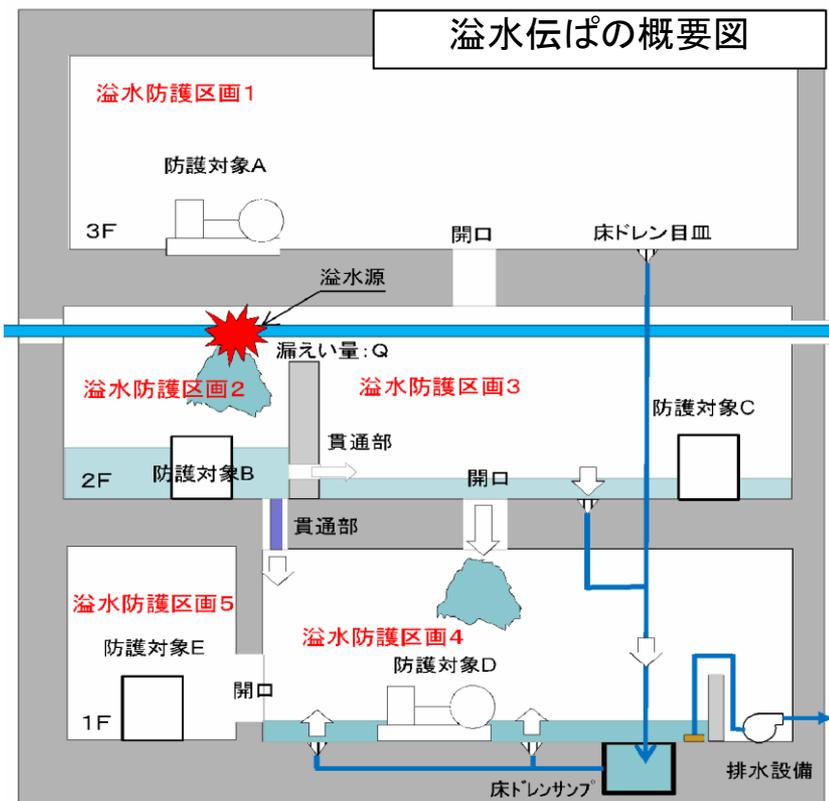
(4) その他の溢水

地下水の流入、竜巻による飛来物の衝突に伴う漏えい等の地震以外の自然現象に伴う溢水、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等を想定する。

内部溢水防護の概要（6／13）

4. 溢水防護区画及び溢水経路の設定

溢水防護区画は、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について設定する。溢水防護区画は壁、扉、堰等、又はそれらの組合せによって他の区画と分離される区画として設定する。溢水経路は、溢水影響が最も大きくなるように保守的に設定する。



5. 溢水（没水、被水、蒸気）の影響に対する評価及び防護設計

想定破損による溢水、消火水の放水による溢水、地震起因による溢水及びその他の溢水に対して、防護対象設備が以下に示す没水、被水及び蒸気の影響を受けて、安全機能を損なわない設計とするとともに、使用済燃料ピットのスロッシングにおける水位低下を考慮しても、使用済燃料ピットの冷却機能、給水機能等が維持できる設計とする。

また、放射性物質を含む液体が管理区域外へ漏えいしない設計とする。

(1) 没水の影響に対する防護設計方針の概要

- ・破損を想定する機器について、耐震対策工事等を実施し溢水源から除外することにより溢水量を低減する。
- ・防護対象設備の機能喪失高さを、発生した溢水による水位に対し裕度を持って上回る設計とする。
- ・壁、扉、堰等により溢水の伝ばを防止し防護対象設備が没水しない設計とする。

(2) 被水の影響に対する防護設計方針の概要

- ・ 破損を想定する機器について、耐震対策工事等を実施し溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。
- ・ 被水に対する保護構造を有する「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以上相当の機器へ取替えを行う。
- ・ 実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを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、被水防護措置を行う。

(3) 蒸気放出の影響に対する防護設計方針の概要

- ・ 蒸気の漏えいを検知し、中央制御室からの遠隔隔離（自動又は手動）を行うための自動検知・遠隔隔離システムを設置し、漏えい蒸気を早期隔離することで蒸気影響を緩和する設計とする。また、自動検知・遠隔隔離システムだけでは防護対象設備の健全性が確保されない破損想定箇所については、防護カバーを設置し、配管と防護カバーのすき間を設定することで漏えい蒸気量を抑制する設計とする。
- ・ 蒸気放出の影響に対して耐性を有しない防護対象設備については、蒸気曝露試験又は机上評価によって蒸気放出の影響に対して耐性を有することが確認された機器への取替えを行う。

(4) 使用済燃料ピットのスロッシング後の機能維持方針

- ・ 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評価し、使用済燃料ピット外へ漏えいする水量を考慮する。算出した溢水量からスロッシング後の使用済燃料ピット水位を求め、使用済燃料ピットの冷却機能（水温65℃以下）及び給水機能、並びに燃料体等からの放射線に対する遮へい機能（水面の設計基準線量率 $\leq 0.01\text{mSv/h}$ ）の維持に必要な水位が確保される設計とする。

(5) 放射性物質を含んだ液体の管理区域外への漏えいを防止するための設計方針

- ・ 非管理区域への溢水経路には壁、扉、堰等を設け、非管理区域への漏えいを防止する設計とする。

【内部溢水防護対策の概要（溢水伝ぱ防止対策）】

防護対象設備が設置される原子炉周辺建屋及び原子炉周辺建屋等へ、建屋外からの溢水が伝ぱしないように、水密扉の設置や貫通部止水処置を実施。

内部溢水防護の概要（11 / 13）

【内部溢水防護対策の概要（貫通部止水処置）】

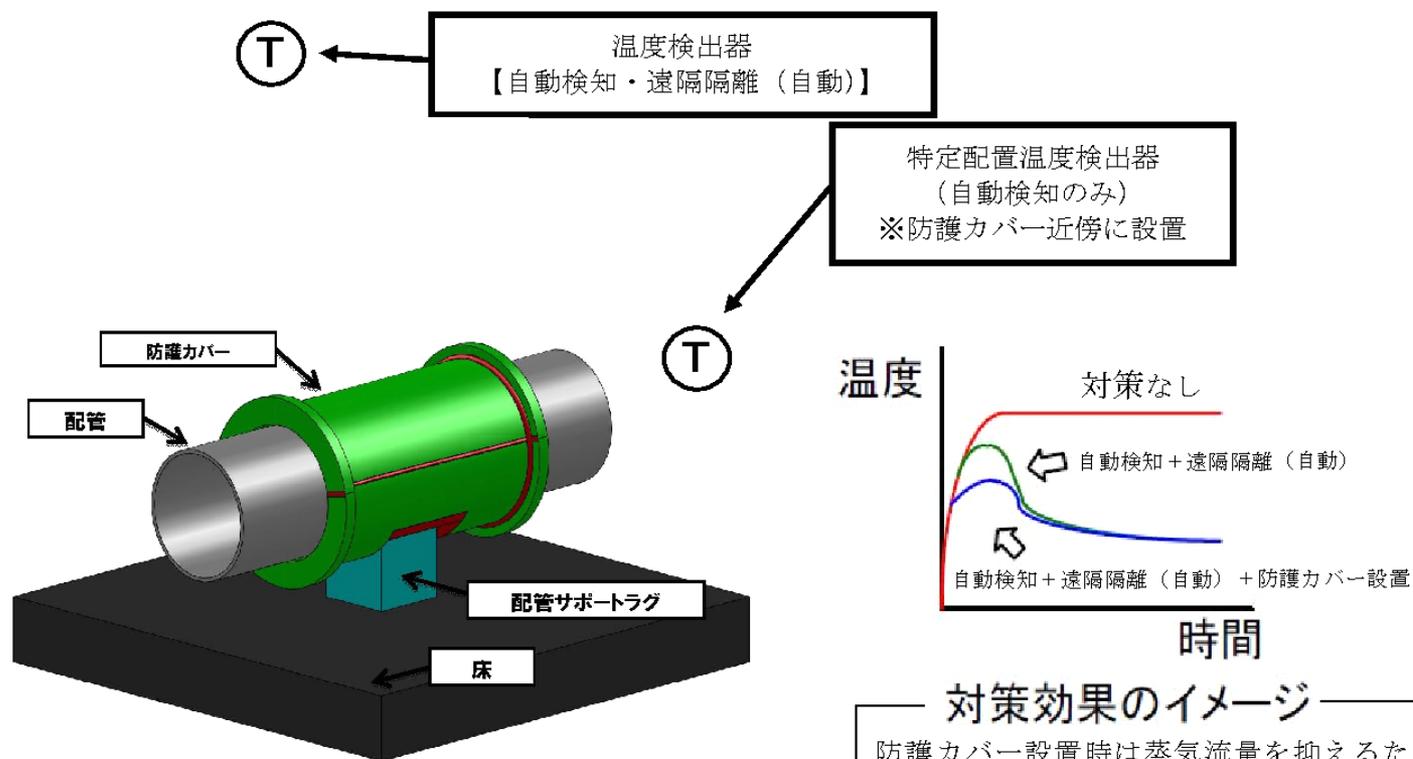
溢水経路となる貫通部に対し、シール材、ブーツ、モルタルにより止水処置を実施。

貫通物 名称	工 事 内 容		説 明		
	施 工 前	施 工 後			
低温配管					シール材を充てんする。
高温配管					既設ブーツから水密ブーツに取替える。
ケーブルトレイ					ケーブルトレイ内部にシール材を充てんする。

内部溢水防護の概要（12 / 13）

【内部溢水防護対策の概要（蒸気影響緩和対策）】

蒸気漏えいの自動検知・遠隔隔離対策で防護対象設備の健全性が確保されない箇所（1次系補助蒸気系統のターミナルエンド部）については防護カバーを設置し、漏えい蒸気量を抑制して環境への温度影響を軽減する。

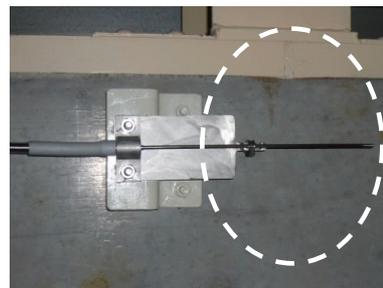


内部溢水防護の概要 (13 / 13)

【内部溢水防護対策の概要 (蒸気影響緩和対策)】



検知監視盤



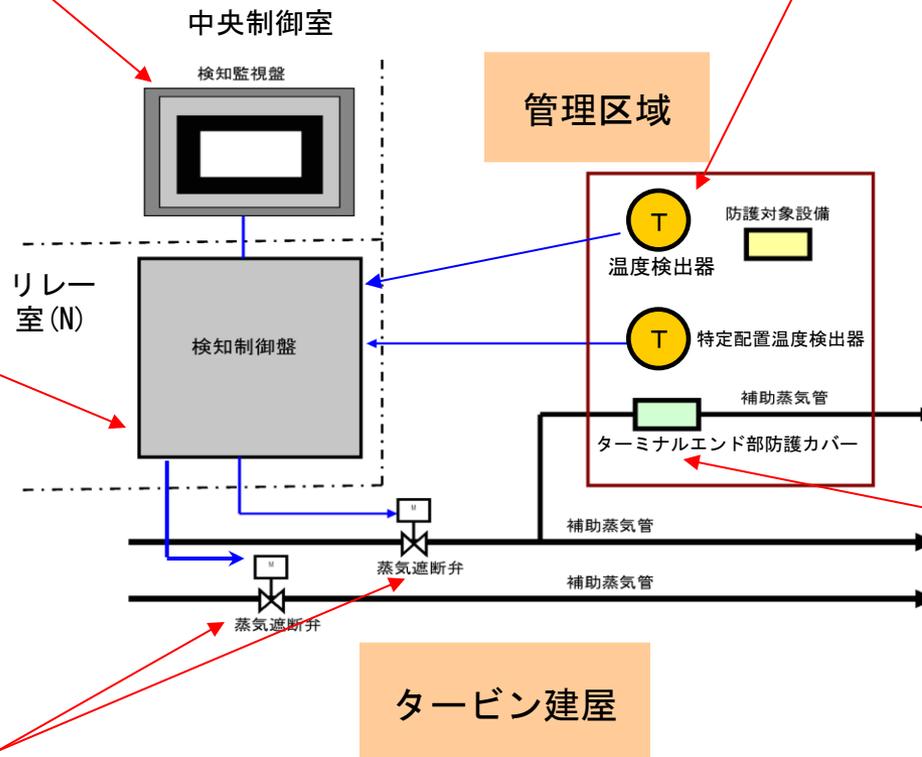
温度検出器



検知制御盤



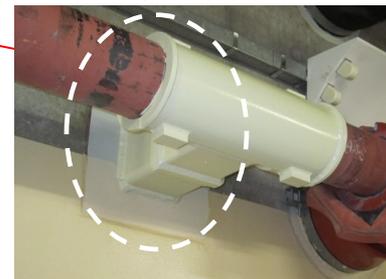
蒸気しゃ断弁



防護カバーと配管の保温材の間には隙間があり蒸気の漏えいが検知できる。



隙間



防護カバー