

9条：溢水による損傷の防止等(4/16)

溢水防護区画及び溢水経路の設定

溢水影響評価を行うため、以下の区画，経路を設定する。

溢水防護区画：防護対象設備が設置されるエリア

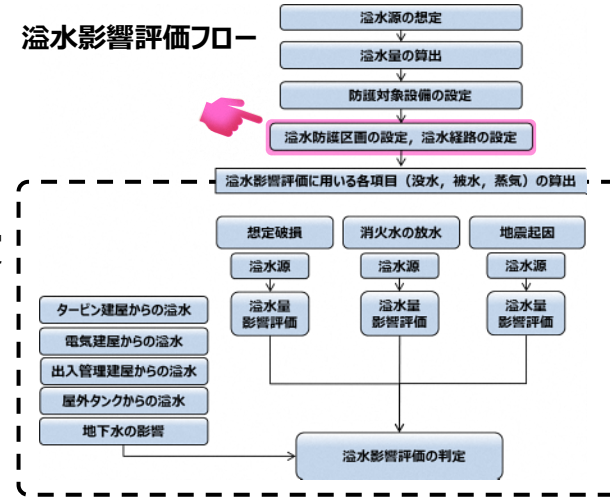
その他区画：溢水の発生が想定されるエリアや溢水の伝播経路となるエリア

溢水経路：床開口部及び止水が期待できる設備を抽出し、溢水の伝播経路を設定

溢水経路は、以下を踏まえて設定する。

- ・溢水影響評価対象を設置する区画での評価が厳しくなるよう溢水経路を設定
- ・床ドレン排出を考慮せず、溢水水位を評価

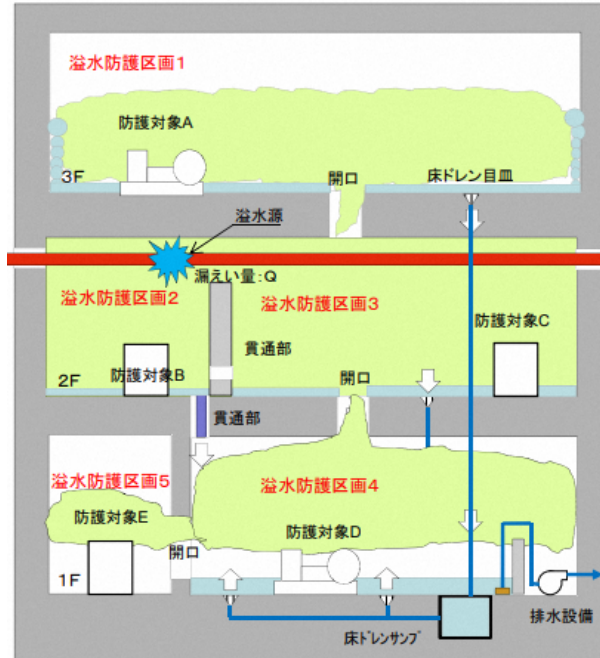
溢水影響評価フロー



没水・被水評価の対象区画の例



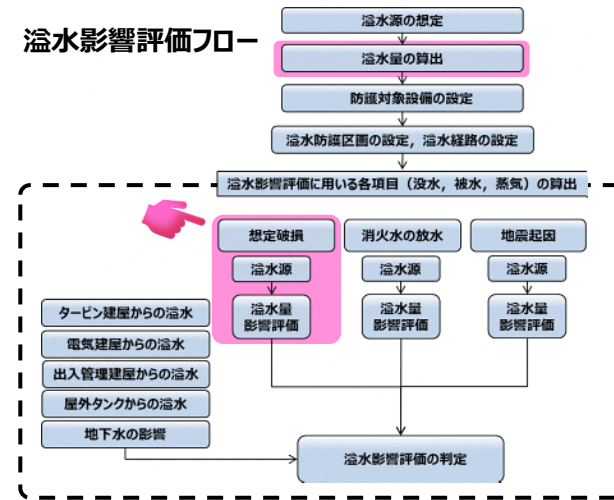
蒸気評価の対象区画の例



9条：溢水による損傷の防止等(5/16)

想定破損による溢水源

下表の配管分類に応じて、系統毎の破損形態を設定し溢水量を設定



高エネルギー配管

呼び径25A以上
通常運転条件が温度95℃超
又は
圧力1.9MPa超の運転割合が、
高エネルギー2%以上
又は
プラント運転の1%以上

低エネルギー配管

呼び径25A以上
高エネルギー配管の条件に
合致しない配管

| 配管分類 | | 没水影響評価 | 蒸気影響評価 |
|----------|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 高エネルギー配管 | ・補助蒸気系統 | 完全全周破断 | 貫通クラック※1 |
| | ・蒸気発生器ブローダウン系統 ・主蒸気系統 | 完全全周破断 (主蒸気管室外は 破損想定なし) ※1 | 完全全周破断 (主蒸気管室外は 破損想定なし) ※1 |
| | ・化学体積制御系統 (充てん系統, 抽出系統) ・主給水系統 | 完全全周破断 | 完全全周破断 |
| 低エネルギー配管 | 原子炉建屋, 原子炉補助建屋及び ディーゼル発電機建屋内の系統配管 | 破損想定なし※1 | — |
| | 循環水ポンプ建屋内の 系統配管 | 循環水管: 伸縮継手部の貫通クラック 循環水管以外: 破損想定なし※1 | — |

※1 溢水ガイド附属書 A「流体を内包する配管の破損による溢水の詳細評価手法について」に基づき応力評価を実施

9条：溢水による損傷の防止等(6/16)

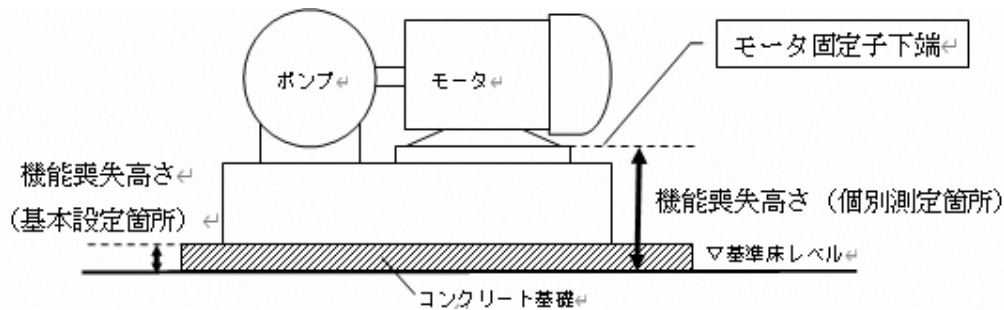
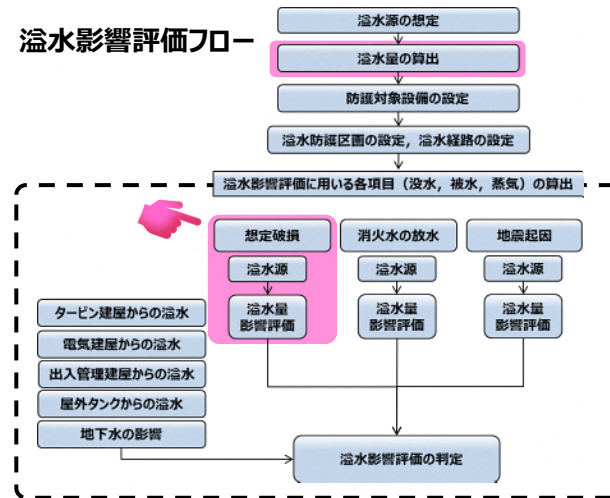
想定破損による没水影響評価

溢水量から算出される溢水水位と防護対象設備の機能喪失高さを比較することで、防護対象設備が機能喪失しないことを確認

(例) 想定破損による没水影響評価結果

| 建屋 | T.P. | 区画 | 防護対象設備 | 溢水水位 (m) | 機能喪失高さ (m) | 判定※ |
|---------|-------|---------|----------------|----------|------------|-----|
| 原子炉補助建屋 | -1.7m | 3AB-L-9 | 3A-高圧注入ポンプ | 0.153 | 0.320 | ○ |
| | | 3AB-L-2 | 3B-高圧注入ポンプ | 0.152 | 0.320 | ○ |
| | | 3AB-L-6 | 3A-余熱除去ポンプ | 0.151 | 0.750 | ○ |
| | | 3AB-L-5 | 3B-余熱除去ポンプ | 0.151 | 0.750 | ○ |
| | | 3AB-L-7 | 3A-格納容器スプレイポンプ | 0.150 | 0.630 | ○ |
| | | 3AB-L-4 | 3B-格納容器スプレイポンプ | 0.153 | 0.630 | ○ |

※ 溢水水位 < 機能喪失高さ



(例) ポンプの機能喪失高さ



(対策例) 止水板の設置

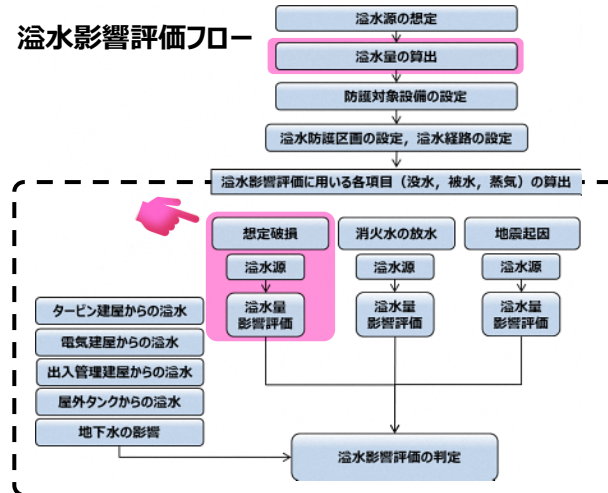
9条：溢水による損傷の防止等(7/16)

想定破損による被水影響評価

評価対象区画内の被水源による直接の被水，天井面の開口部又は貫通部からの被水を考慮し，防護対象設備が機能喪失しないことを確認

(例) 想定破損による被水影響評価結果

| 防護対象設備 | 評価対象区画の被水源の有無 ○：無 ×：有 | 防護対象設備に対し被水防護措置がなされているか ○：有 ×：無 | 防滴仕様を有しているか ○：有 ×：無 | 多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失うか ○：機能喪失しない ×：機能喪失する | 対策要否 |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---|------|
| 3 A - 使用済燃料ピット冷却器補機冷却水出口弁 | × | ○ | - | - | - |



被水防護(保護カバーの設置, コーキング処理等)の対策要否



(対策例) シール施工

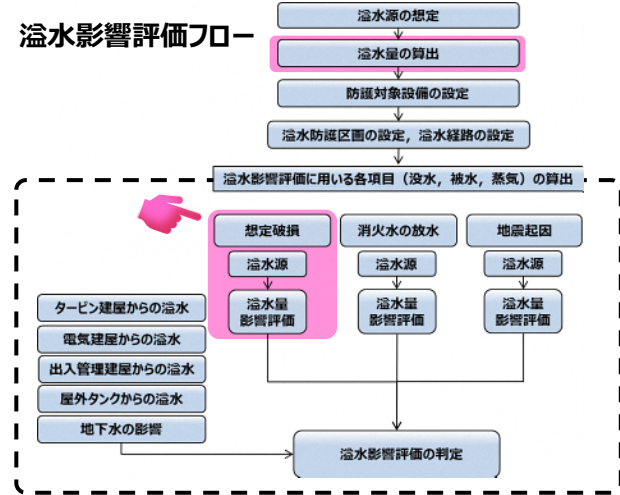
9条：溢水による損傷の防止等(8/16)

想定破損による蒸気影響評価

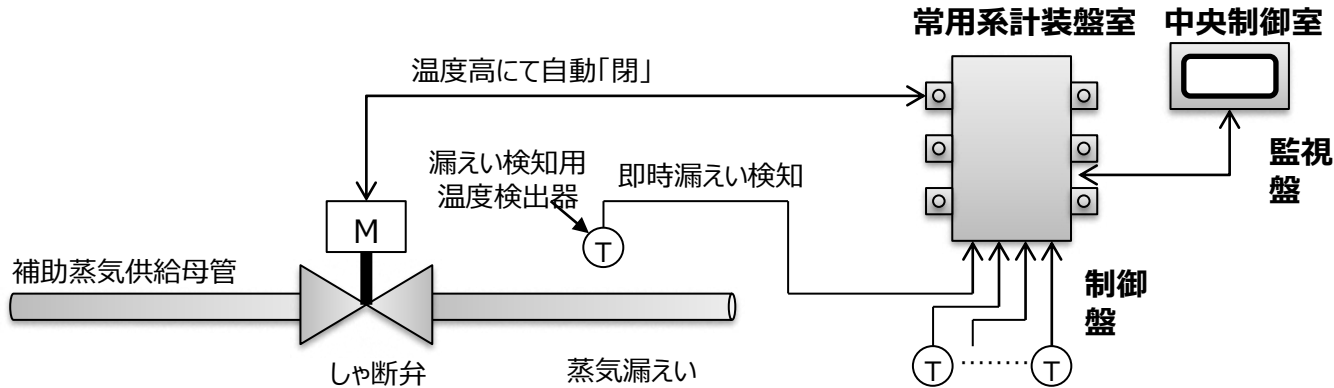
熱流体解析コードを用い、実機を模擬した空調条件や解析区画を設定して解析を実施し、エリアの環境温度を算出し、防護対象設備の確認済耐環境温度と比較することで、防護対象設備の機能維持の可否を評価

(例) 想定破損による蒸気影響評価結果

| 対象範囲 | 防護対象設備 | 隔離 | 最大温度 | 確認済耐環境温度 | 判定 |
|--------|--------------------------|----|------|----------|----|
| 補助蒸気系統 | 廃液蒸発装置 補機冷却水戻りライン第1止め弁 他 | 自動 | 97℃ | 120℃ | ○ |



想定破損の除外を適用すること、蒸気影響緩和対策を実施することにより、蒸気により防護対象設備が機能喪失しないことを確認



(蒸気影響緩和対策の例)

9条：溢水による損傷の防止等(9/16)

消火水の放水による溢水源

- ・自動スプリンクラが設置されていないことから、消火栓による放水を想定
- ・単一故障による誤作動が発生しない原子炉格納容器スプレイは、溢水源として考慮しない。

消火水の放水による没水影響評価

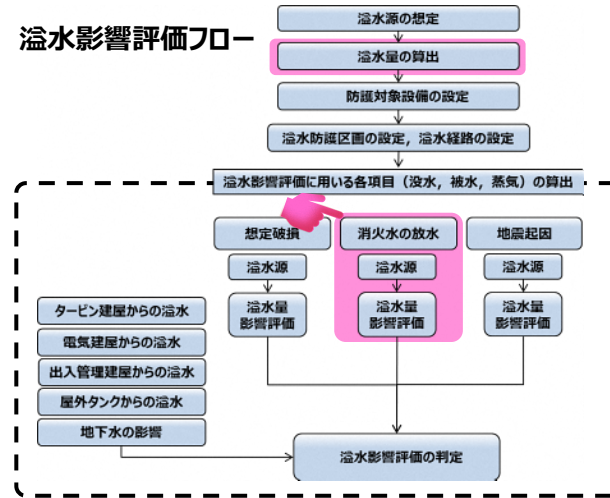
- ・消火水の放水時間は、評価ガイドに従い原則 3 時間に設定
- ・火災源が小さい一部の区画は、日本電気協会電気技術指針「原子力発電所の火災防護指針 (JEAG4607-2010)」に従い、火災荷重に応じた放水時間を設定

屋内消火栓：150L/min×2箇所×放水時間（要求放水量：130L/min以上）
 屋外消火栓：390L/min×2箇所×放水時間（要求放水量：350L/min以上）

- ・溢水量から算出される溢水水位と防護対象設備の機能喪失高さを比較することで、防護対象設備が機能喪失に至らないことを確認

消火水の放水による被水影響評価

- ・評価対象区画内の消火水の放水による直接の被水、天井面の開口部又は貫通部からの被水を考慮し、防護対象設備の機能維持の可否を評価し、被水により防護対象設備が機能喪失しないことを確認



9条：溢水による損傷の防止等(10/16)

地震起因による溢水源

- ・地震により破損する機器（配管，容器等），使用済燃料ピットのスロッシング
- ・ただし，耐震Sクラス機器と同様に基準地震動による耐震評価を実施し，バウンダリ機能の確保が確認されたもの，又は補強工事により耐震性を確保するものは溢水源から除外

地震起因による没水影響評価

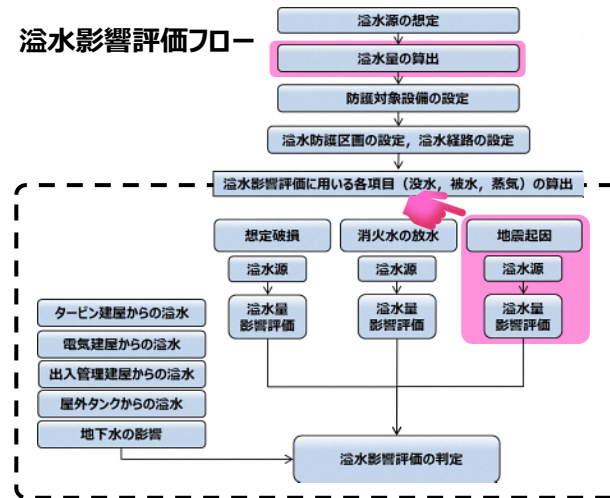
- ・設備の破損が複数箇所でも同時発生を考慮して，隔離には期待できないものとし，建屋内の各区画において設備が破損した場合の溢水量を算定
- ・溢水が発生した区画からの溢水経路を設定し，溢水経路上の評価対象区画のすべてに対して影響評価に用いる溢水水位を算出
- ・溢水量から算出される溢水水位と防護対象設備の機能喪失高さを比較することで，防護対象設備が機能喪失に至らないことを確認

地震起因による被水影響評価

- ・評価対象区画内の地震起因による直接の被水，天井面の開口部又は貫通部からの被水を考慮し，防護対象設備の機能維持の可否を評価し，被水により防護対象設備が機能喪失しないことを確認

地震起因による蒸気影響評価

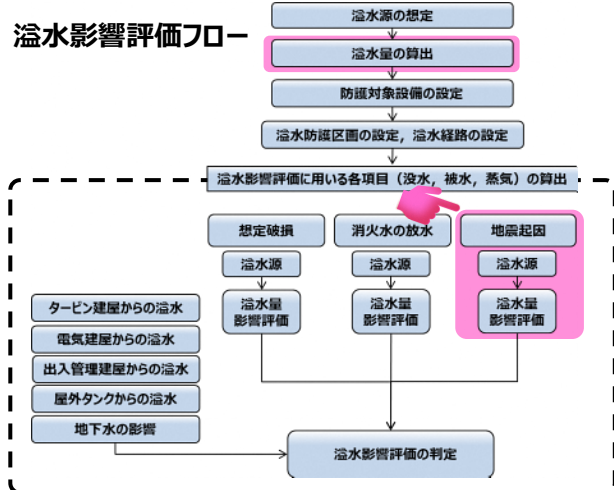
- ・蒸気を内包する系統は，基準地震動による耐震評価を実施し，破損が発生せずバウンダリ機能を確保するため蒸気影響はないことを確認（補強工事による耐震性確保を含む）



9条：溢水による損傷の防止等(11/16)

スロッシング評価

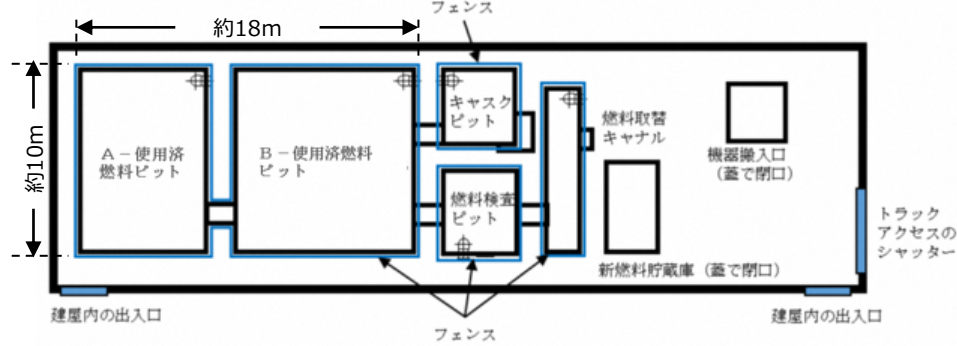
- ・基準地震動に対する使用済燃料ピット等のスロッシングによる溢水量を推定するため、3次元流動解析を実施
- ・使用済燃料ピットの冷却及び遮蔽に必要な水位が確保されていることを確認



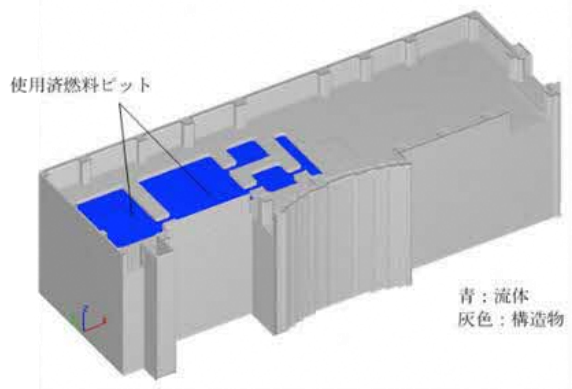
| 評価ケース | | 解析結果 | 評価に用いる溢水量 |
|-------|------------|----------------------|-------------------|
| Ss3-2 | EW+NS+UD方向 | 31.30 m ³ | 35 m ³ |

スロッシング発生後の使用済燃料ピット水位及び必要水位

| | 水位 T.P. [m] |
|--|-------------|
| 初期ピット水位 (使用済燃料ピット低水位警報レベル) | 32.58 |
| スロッシング発生後のピット水位 (溢水量を使用済燃料ピット面積で除すことで算出) | 32.36 |
| ピット冷却に必要な水位 (保安規定で定められた水温65℃の維持に必要な水位) | 31.62 |
| 遮蔽に必要な水位 (遮蔽機能(水面の設計基準線量率 ≤0.01mSv/h)に必要な水位) | 29.74 |



平面図



評価モデル

9条：溢水による損傷の防止等(12/16)

建屋外からの流入防止

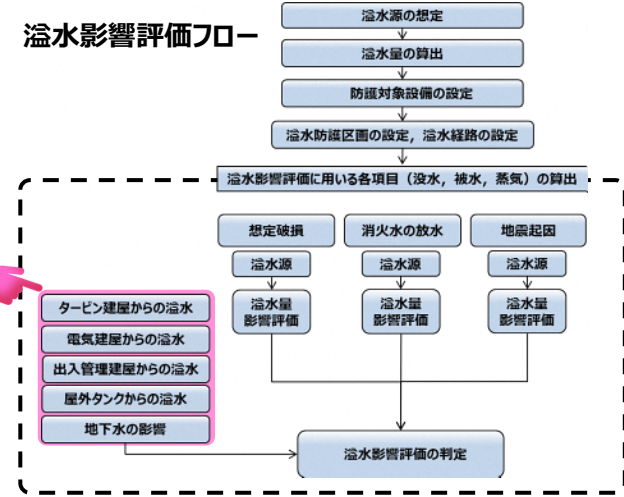
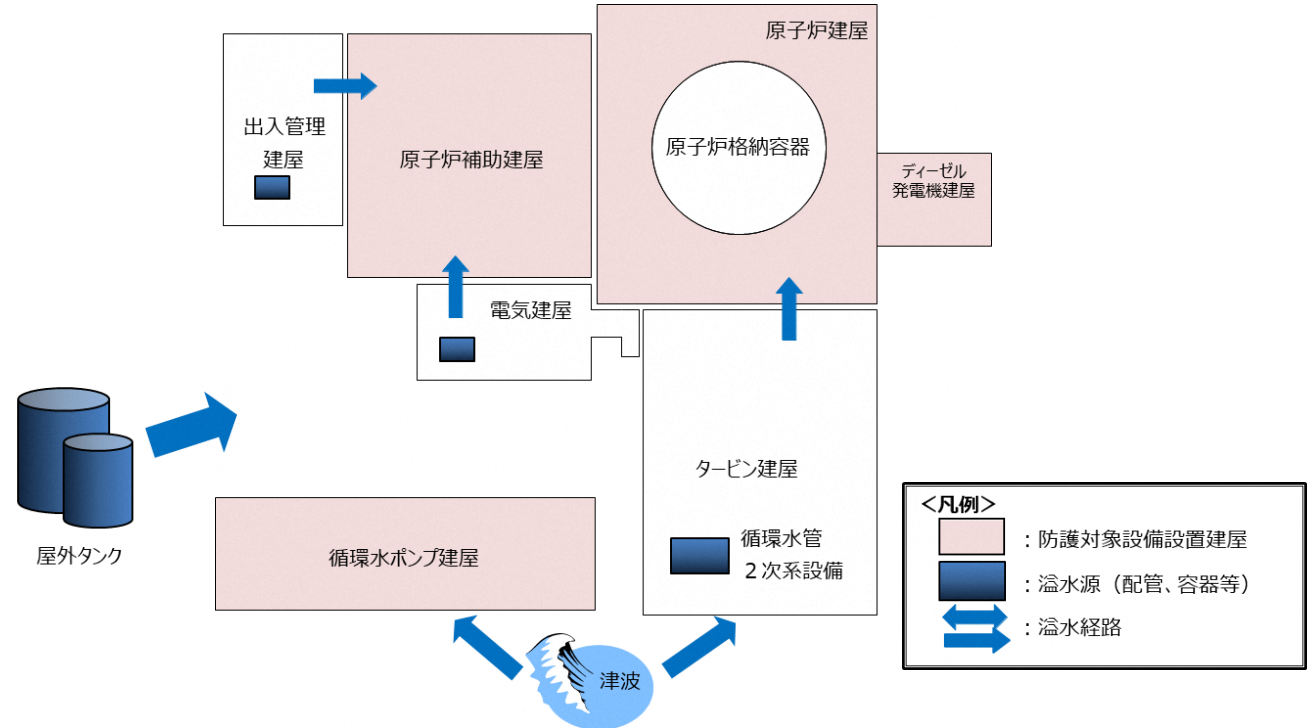
・防護対象設備が設置される建屋外で発生を想定する溢水が、防護対象設備が設置される建屋内へ流入することを防止する。

(防護対象設備設置建屋)

- 原子炉建屋
- 原子炉補助建屋
- 循環水ポンプ建屋
- ディーゼル発電機建屋

(防護対象設備設置建屋外の溢水源)

- タービン建屋
- 電気建屋
- 出入管理建屋
- 屋外タンクからの溢水
- 地下水



9条：溢水による損傷の防止等(13/16)

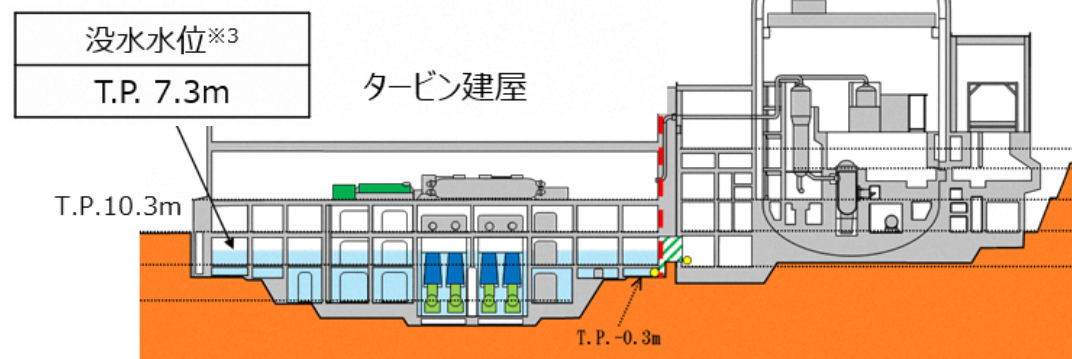
タービン建屋からの溢水影響評価

防護対象設備が設置される原子炉建屋との境界に対して、溢水防護措置（ドレンライン逆止弁、貫通部止水処置等）を講ずることで、タービン建屋からの溢水による影響がないことを確認

地震起因による溢水評価における、タービン建屋における事象進展の想定

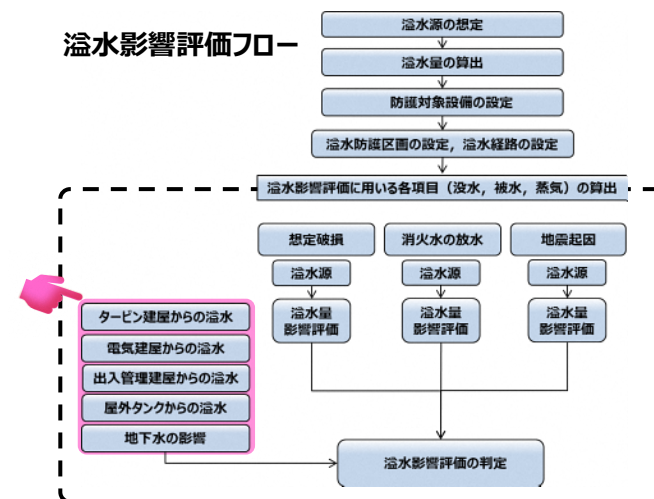
- (1) 地震により循環水管の伸縮継手部及び耐震Cクラス機器が破損し溢水が発生
- (2) 耐震Cクラス機器の破損による溢水は瞬時に滞留し、循環水管の伸縮継手部からの溢水は循環水ポンプ停止まで継続
- (3) 地震に随伴し、津波が来襲することを考慮

| 溢水源 | 溢水量 (m ³) |
|-------------------|-----------------------|
| 耐震Cクラス機器の破損に伴う溢水量 | 12,620 |
| 循環水管伸縮継手からの溢水量※1 | 35,200 |
| 津波の流入量※2, 3 | 0 |
| 合計※3 | 47,820 |



- ※1 循環水ポンプ停止までの溢水量（津波による流入量を含む）
- ※2 暫定の入力津波によるサージ解析結果をもとに保守性を考慮して算定
- ※3 基準津波確定後に津波流入量を評価し、最終的な溢水量が増加した場合においても、防護方針に変更は無い

溢水影響評価フロー



原子炉建屋