

東海第二発電所

審査における主な論点と対応方針について(プラント関連)

- ・基準津波を超え敷地に遡上する津波に対する防護の考え方について
(緊急用海水系の設置)
- ・可搬型重大事故等対処設備の保管場所の配置について

平成29年2月21日

日本原子力発電株式会社

本内容は今後の検討進捗及び適合性審査結果等により見直しを行う可能性があります。

審査における主な論点と対応方針について(プラント関連)

前回ワーキングチーム(H28/8/3)以降の、東海第二発電所の適合性審査におけるプラント関連の主な論点に関する審査状況、当社の対応方針等を以下に示す。

3.1 基準津波を超え敷地に遡上する津波に対する防護の考え方について (緊急用海水系の設置) (別紙3.1)

東海第二発電所は、基準津波(T.P.+17.1m)を超え敷地に遡上する津波による炉心損傷頻度が有意であることから、重大事故等に係る津波防護設計の前提条件として、防潮堤高さ(T.P.+20m)を上回り敷地に遡上する津波を想定した。

この敷地に遡上する津波により、既設の非常用海水ポンプの取水機能が失われ、海水による最終ヒートシンク機能が喪失した際の対策として、緊急用海水系を新たに導入することとした。緊急用海水系の設置検討に際しては、原子炉建屋東側(海側)の総合的な配置見直し検討を実施し、格納容器圧力逃がし装置格納槽の計画位置の変更等を行った。

敷地に遡上する津波の発生時における対応は、緊急用海水系を基本として、当初より計画していた可搬型設備を用いた代替残留熱除去系海水系については、自主対策設備*として配備することとした。

本対応方針について、原子力規制委員会の審査会合にて確認されている。

*自主対策設備:新規制基準には必ずしも適合しないが安全性向上の観点から事業者が自主的に整備する設備

3.2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所の配置について (別紙3.2)

可搬型設備に対する規制要求及び敷地に遡上する津波の遡上範囲等の東海第二発電所の立地上の特性を踏まえて、可搬型設備の保管場所について、発電所西側の高所の2ヶ所に分散して配置を行うこととした。

また、緊急時対策所についても、要員のアクセス性や津波への対応を考慮して保管場所の近傍に配置することとした。

本対応方針について、原子力規制委員会の審査会合にて確認されている。

東海第二発電所

基準津波を超え敷地に遡上する津波に対する 防護の考え方について (緊急用海水系の設置)

平成29年2月21日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

1. 最終ヒートシンクを確保するための常設設備の再検討について

| 対応案 | H28.7.19審査会合での説明概要 | 再評価結果 |
|----------------|--|--|
| 海水ポンプモータの水密化 | 実機適用には設計・開発が必要な段階であり、現時点での採用は困難 | 同左 |
| 水中ポンプの採用 | 同上 | 同左 |
| 残留熱除去系の空冷化 | <p>システム熱負荷が大きく、かつ海水冷却に対し熱効率が悪い場合、設備が大型化し広い設置スペースが必要、また、冷却塔までの新たな配管の設置が必要であり、実現性に乏しい</p> | <p>◆空冷設備は大型で、高台に設置場所を確保できないため、津波防護壁で取り囲んだ大規模な設備とならざるを得ない。そのため、東海第二構内に設置スペースはなく、空冷設備の設置は困難であると判断。</p> <p>◆以下の課題もあり、空冷化による優位性がない。 ○東海第二は残留熱除去系を直接海水で冷却するため、中間ループに相当する設備が必要となり、既設海水系の大規模な改造が必要。 ○冷却塔用に補給水系(水源含む)の新設が必要。</p> |
| 緊急用海水系(海水冷却方式) | <p>◆ 残留熱除去系海水系配管は、原子炉建屋東側から建屋内に敷設。このため緊急用海水系用配管を敷設する場合、配管トレンチにより原子炉建屋東からの敷設が必要</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>◆ 原子炉建屋東側には、以下に示す既設設備が存在、また新設設備を設置予定で多くの干渉物が存在 <既設設備> ①排気筒(耐震性向上のため地盤改良予定) ②放射性廃棄物処理系配管地下トレンチ ③廃棄物処理系サンプルタンク室(約70m³×3基) ④オフガス系HEPAフィルタ室 <新設予定設備> ⑤可搬型設備接続口 ⑥格納容器圧力逃がし装置格納槽</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>◆ 緊急用海水系及び配管トレンチは、干渉する多くの設備移設等が必要であるため難易度が高い</p> | <p>◆原子炉建屋東側への配管トレンチ敷設は困難であることから、岩盤内トンネルによる海水取水に着目し、緊急用海水系の再検討を実施した。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>◆原子炉建屋東側の総合的な配置見直し検討を実施。格納容器圧力逃がし装置格納槽を原子炉建屋南側に移設し、その跡地に緊急用海水系のポンプピットを設置。(併せて南側の敷地計画も見直し。) ○ポンプピットが原子炉建屋に隣接することとなり、配管トレンチの敷設は不要。 ○取水トンネルは岩盤内に設置することで、既設及び新設設備と干渉しない。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>施工における難易度は高いが、原子炉建屋東側に緊急用海水系を設置可能と判断。</p> |

<参考> 緊急用海水系の設置検討(平成28年7月19日審査会合時の説明)

◆ 緊急用海水系の概要

- ・ 津波波力, 漂流物衝突等を考慮した頑健性・水密性を有する建屋の設置
- ・ 代替海水ポンプ, 空調設備等の設置
- ・ 残留熱除去系熱交換器を格納する原子炉建屋までの配管敷設(配管用トレンチ含む)

◆ 緊急用海水系設置可否に係る検討

- 残留熱除去系海水配管は, 原子炉建屋東側から建屋内に敷設



- 緊急用海水系用配管を敷設する場合, 配管トレンチにより原子炉建屋東からの敷設が必要



- 原子炉建屋東側には, 以下に示す既設設備が存在, また新設設備を設置予定

<既設設備>

- ① 排気筒(耐震性向上のため地盤改良予定)
- ② 放射性廃棄物処理系配管地下トレンチ
- ③ 廃棄物処理系サンプルタンク室(約70m³×3基)
- ④ オフガス系HEPAフィルタ室

<新設予定設備>

- ⑤ 可搬型設備接続口
- ⑥ 格納容器圧力逃がし装置格納槽



- 緊急用海水系用地下トレンチ敷設ルートには多くの干渉物が存在

- ◆ 緊急用海水系は, 干渉する設備の移設等が必要であるため難易度が高い

緊急用海水系の設置検討図(干渉物の状況)

2. 設置許可基準規則第48条に適合する設備について

- ◆ 設置許可基準規則第48条解釈にて例示されている措置(代替残留熱除去系海水系)と同等以上の効果を有する措置を行うための設備として緊急用海水系を設置

【設置許可基準規則 第48条(最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備) 解釈抜粋】

- 1 第48条に規定する「最終ヒートシンクへ熱を輸送するために必要な設備」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための設備をいう。(途中省略)
- c) 取水機能の喪失により最終ヒートシンクが喪失することを想定した上で、BWRにおいては、①サプレッションプールへの熱の蓄積により、原子炉冷却機能が確保できる一定の期間内に、十分な余裕を持って所内車載代替の最終ヒートシンクシステム(UHSS)の繋ぎ込み及び最終的な熱の逃がし場への熱の輸送ができること。加えて、②残留熱除去系(RHR)の使用が不可能な場合について考慮すること。(以下省略)

| | ①に適合する設備 | | ②に適合する設備 | |
|---|----------|-------------|----------|-------------|
| 前回説明 (7/19 審査会合「基準津波を超え敷地に遡上する津波に対する防護の考え方」) | (可搬型設備) | 代替残留熱除去系海水系 | (常設設備) | 格納容器圧力逃がし装置 |
| 今回説明 (10/22審査会合における説明) | (常設設備) | 緊急用海水系 | (常設設備) | 格納容器圧力逃がし装置 |

- ◆ 緊急用海水系について

以下の設計条件を考慮することにより、解釈に例示されている設備と同等以上の効果を有する措置が可能

- 緊急用海水系を用いた残留熱除去系の運転により除熱可能
⇒最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が喪失し、残留熱除去系ポンプが起動可能な状況において、格納容器ベントを行わず除熱可能な設計とする
- 敷地に遡上する津波を考慮した津波防護対策
⇒津波防護対策を実施し、敷地に遡上する津波時にもその機能を維持する設計とする
- 中央制御室からの遠隔手動操作が可能である常設設備
⇒敷地に遡上する津波時においても、中央制御室からの遠隔手動操作を可能とする設計とすることにより、最終ヒートシンクの繋ぎ込みに対する十分な時間余裕の確保が可能な設計とする

- ◆ 以上のことから、緊急用海水系を基準適合設備として有効性評価等で期待する設備とし、可搬型設備である代替残留熱除去系海水系については自主対策設備として配備する

3. 1 緊急用海水系のコンセプトについて(配置関係)

- ◆緊急用海水系の設置場所を確保するため、格納容器圧力逃がし装置格納槽の計画位置を原子炉建屋東側から南側へ変更



緊急用海水系等の配置図

※格納容器圧力逃がし装置の位置変更については、機能・性能に大きな影響を与えるものではない

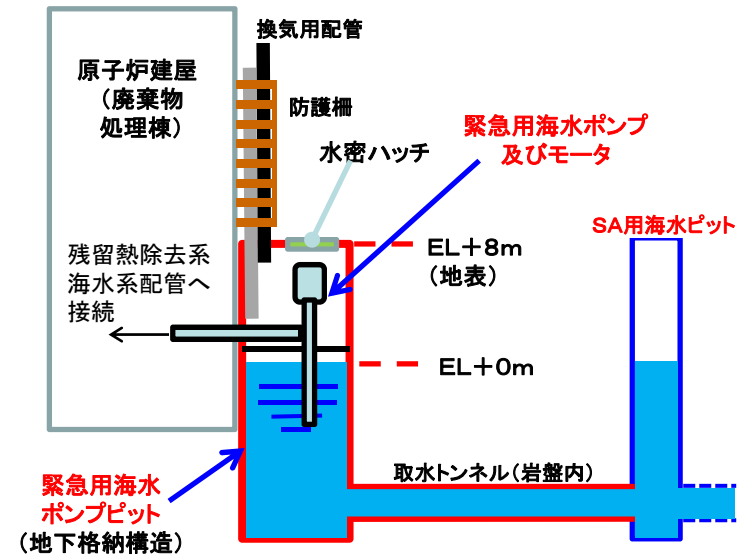
<配置場所>

原子炉建屋東側

- ・ポンプピット(緊急用海水ポンプを含む)を建屋近傍(当初の格納容器圧力逃がし装置格納槽予定位置)に設置
- ・ポンプピットは、SA用海水ピットと取水トンネル(岩盤内設置)により接続し、海水を供給

<ポンプピット構造>

- ・地下格納槽構造とし、敷地に遡上する津波漂流物等から防護
- ・ポンプ排熱のため、原子炉建屋壁面に沿わせて換気用配管を敷設し、津波漂流物等を考慮して、H鋼等により防護柵を設置



3.2 緊急用海水系のコンセプトについて(系統・機能関係)

◆緊急用海水系の系統概略図を以下に示す。

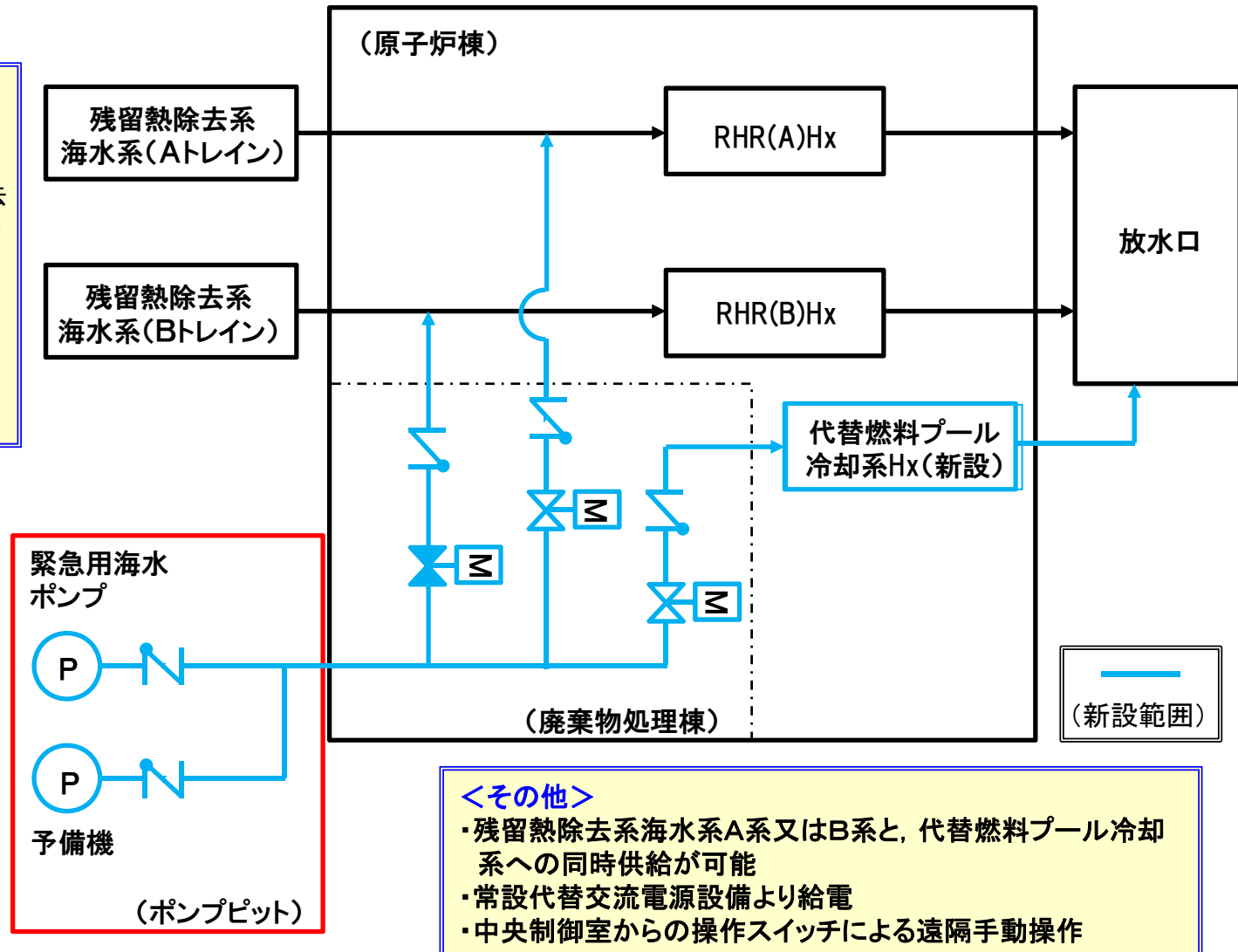
【緊急用海水系の機能】

＜系統構成＞

- ①残留熱除去系海水系機能喪失時の代替海水供給機能
可搬型設備と同様に、残留熱除去系海水系機能喪失時に崩壊熱等を最終ヒートシンクへ移送する機能
- ②代替燃料プール冷却系(熱交換器)への海水供給機能
新設する代替燃料プール冷却系への冷却海水供給機能

＜容量＞

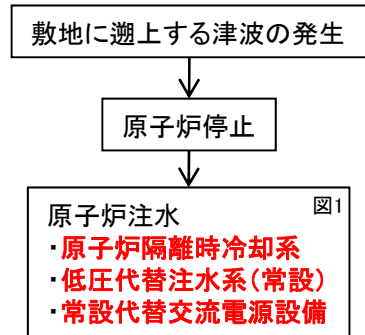
- ・敷地に遡上する津波の発生時に格納容器ベントを行わず、除熱可能な容量を確保
- ・既設燃料プール冷却浄化系と同等の除熱容量を確保



4. 敷地に遡上する津波時における対応について

◆ 敷地に遡上する津波時における対応について、「最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備」を含め常設設備による対応を基本とする

敷地に遡上する津波の対応フロー

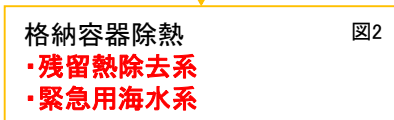


注) 赤文字は、敷地に遡上する津波から防護する重大事故等対処設備

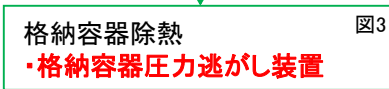
(その他のとり得る手段)

※: 格納容器最高使用圧力

格納容器圧力310kPa[gage]※



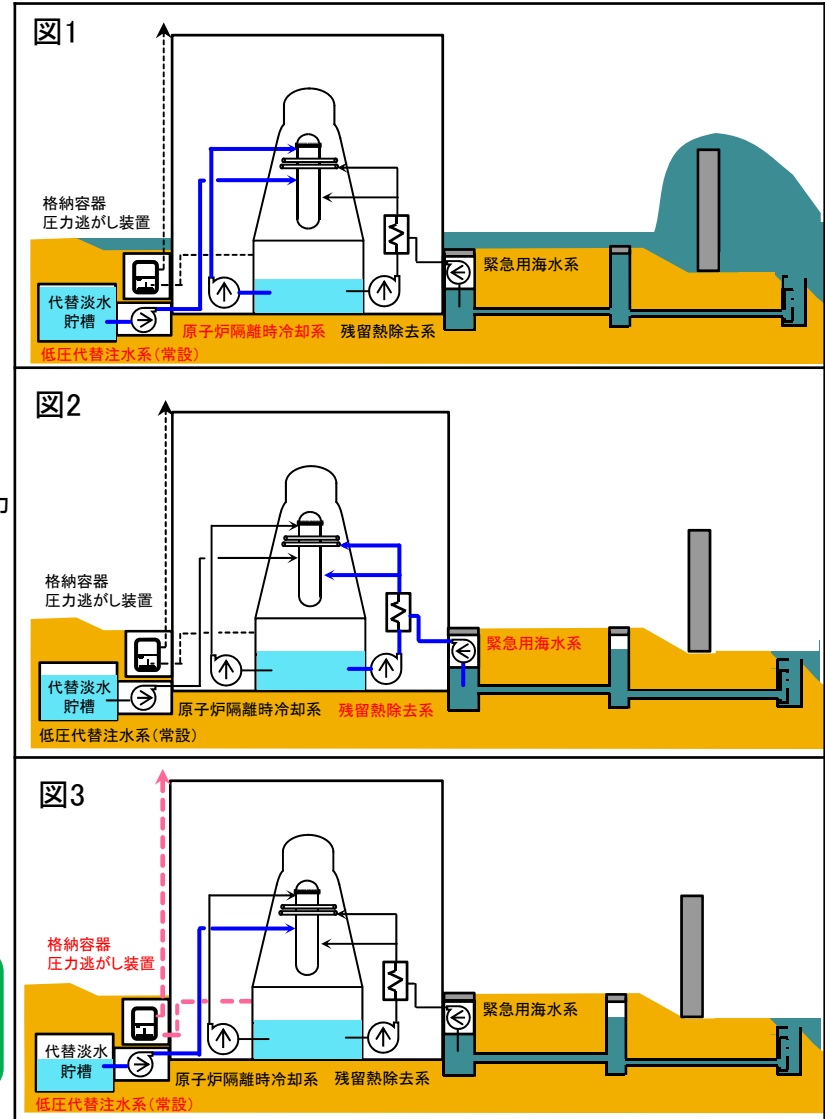
常設設備を用いた海水最終ヒートシンクによる対応



残留熱除去系の使用が不可能な場合における常設設備を用いた海水最終ヒートシンクに依存しない対応

可搬型設備を用いず長期の対応継続が可能
 ・残留熱除去系+緊急用海水系
 ・常設代替交流電源設備+燃料自動補給

可搬型設備を用いず長期の対応継続が可能
 ・低圧代替注水系(常設)+代替淡水貯槽
 ・常設代替交流電源設備+燃料自動補給
 ・格納容器圧力逃がし装置



本頁は空白

東海第二発電所
可搬型重大事故等対処設備の保管場所の
配置について

平成29年2月21日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

1. 経緯及び審査会合における回答内容

➤ 経緯

1. 平成28年4月21日審査会合におけるご指摘

- ・1箇所の建屋で自然現象を防げればよいわけではない

2. 平成28年6月21日審査会合における当社からの説明

- ・自然現象や航空機衝突による同時機能喪失を考慮し、建屋保管(1箇所)から分散保管に変更
- ・保管方法として高所平置及び低地施設の組合せについて、地震、津波及び航空機衝突を考慮してケーススタディを行った結果、「高所平置＋高所平置」が最も優位であることを確認

| 優位性 | 保管方法 | 理由 |
|-----|------------------|--|
| 高 | ケース1 : 高所平置＋高所平置 | ・津波による機能喪失リスク低 ・地震による施設損傷なし ・航空機衝突による2セット要求の可搬型重大事故等対処設備の同時機能喪失なし |
| ↑ | ケース2 : 高所平置＋低地施設 | ・津波による機能喪失リスク低 ・高所平置については地震による施設損傷なし ・航空機衝突による2セット要求の可搬型重大事故等対処設備の同時機能喪失なし |
| 低 | ケース3 : 低地施設＋低地施設 | ・地震による施設損傷リスクあり ・航空機衝突による2セット要求の可搬型重大事故等対処設備の同時機能喪失なし |

3. 平成28年6月21日審査会合におけるご指摘

- ・可搬型重大事故等対処設備(以下、「可搬型設備」という。)の保管場所について、サイト特性を踏まえて説明すること

- サイト特性を踏まえ、可搬型設備の保管場所を東海第二発電所西側の高所の2ヶ所に分散配置
- 可搬型設備の保管場所の配置の適切性について説明

2. 可搬型設備の保管場所の配置に関する考慮事項

可搬型設備の保管場所の配置に関する考慮事項は以下のとおり

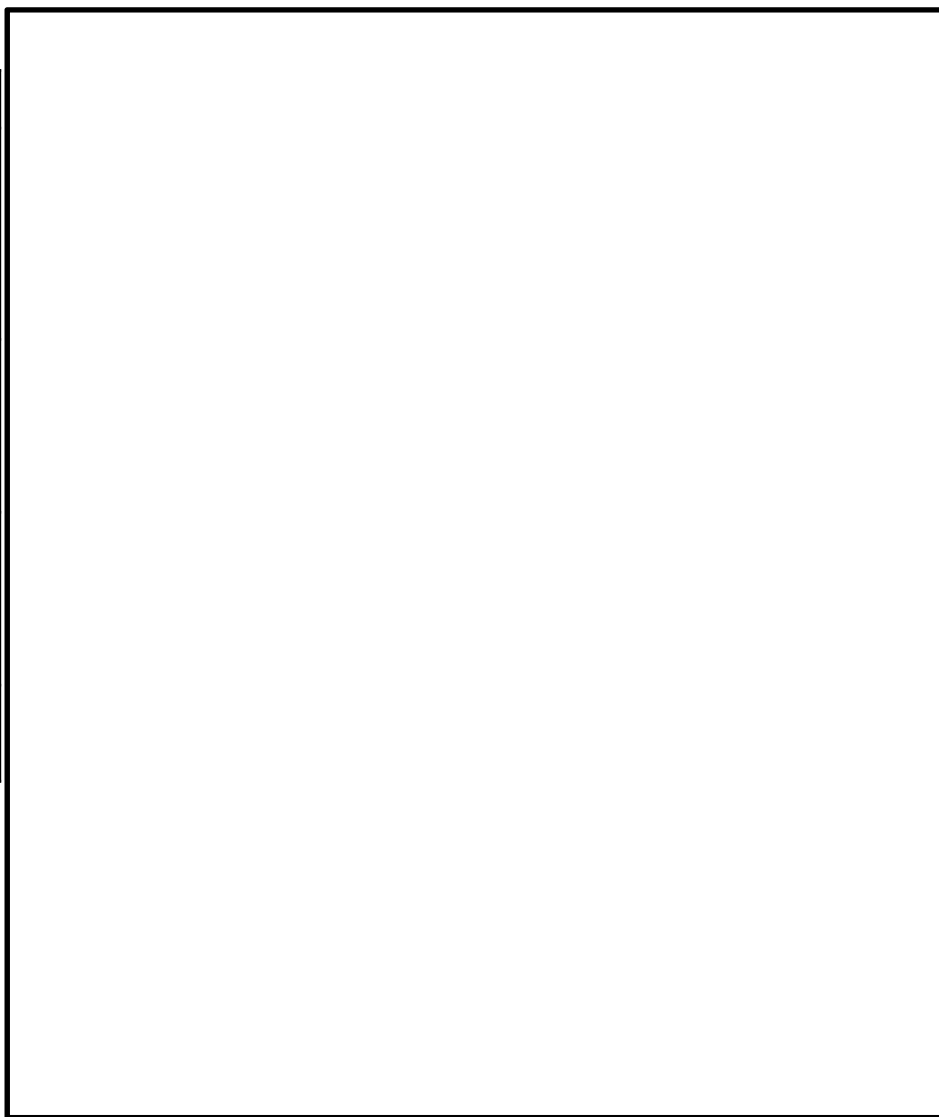
| 設置許可基準規則第四十三条第3項 可搬型重大事故等対処設備に関しては、第一項に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。 | 項目 | 考慮事項 |
|---|--|--|
| <p>五 地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること。</p> <p>(解釈) 可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、故意による大型航空機の衝突も考慮すること。例えば原子炉建屋から100m以上離隔をとり、原子炉建屋と同時に影響を受けないこと。又は、故意による大型航空機の衝突に対して頑健性を有すること。</p> <p>七 重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。</p> | 1 原子炉建屋への航空機衝突 | 可搬型設備の保管場所は、原子炉建屋及び地上の常設重大事故等対処設備に対して、100m以上の離隔距離を確保すること |
| | 2 竜巻発生時の設計基準事故対処設備、常設重大事故等対処設備及び可搬型設備の同時機能喪失 | 竜巻が原子炉建屋等を通過した場合に全ての可搬型設備が同時に機能喪失しないこと |
| | 3 地震時の周辺構造物の倒壊影響 | 可搬型設備の保管場所近傍の構造物の倒壊影響範囲外であること |
| | 4 基準津波を超え敷地に遡上する津波による浸水 | 津波の浸水範囲外であること |

3. 可搬型設備の保管場所の配置の適切性

選定した可搬型設備の保管場所は前項の考慮事項を満足していることを確認

| 項目 | 確認結果 |
|---|---|
| 1 原子炉建屋への航空機衝突 | 可搬型設備の保管場所は、原子炉建屋及び地上の常設重大事故等対処設備に対して、100m以上の離隔距離を確保していることを確認(右図参照) |
| 2 竜巻発生時の設計基準事故対処設備, 常設重大事故等対処設備及び可搬型設備の同時機能喪失 | 竜巻が原子炉建屋等を通過した場合に全ての可搬型設備が同時に機能喪失しないことを確認※(添付資料-1参照) |
| 3 地震時の周辺建造物の倒壊影響 | 可搬型設備の保管場所近傍の建造物の倒壊影響範囲外であることを確認(添付資料-2参照) |
| 4 基準津波を超え敷地に遡上する津波による浸水 | 津波の浸水範囲外であることを確認(添付資料-3参照) |

※可搬型設備の保管場所同士の離隔について十分性を判断するために竜巻はF4(被害幅110m)を想定

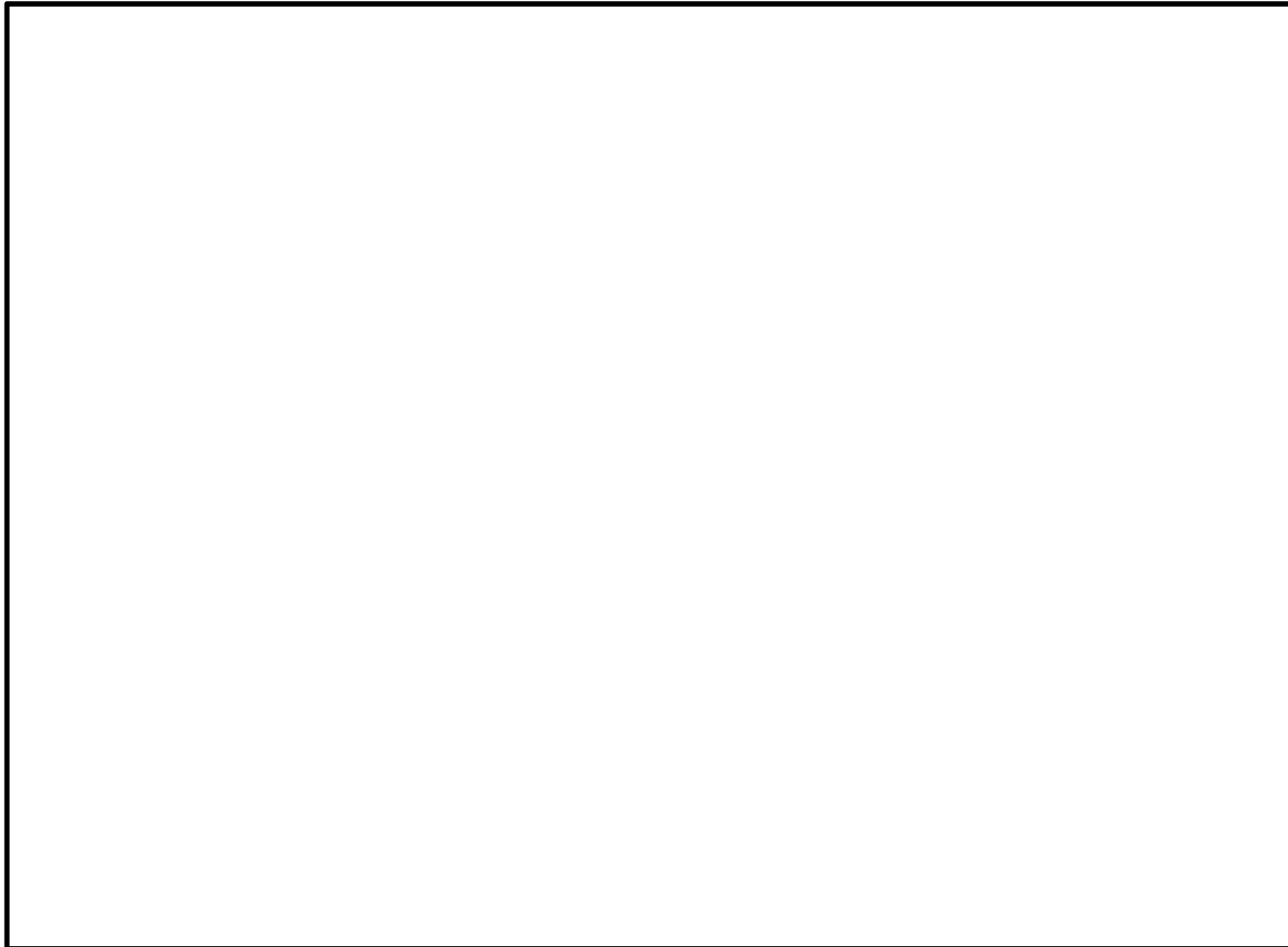


可搬型設備保管場所等の配置図(離隔距離の図示)

4. まとめ

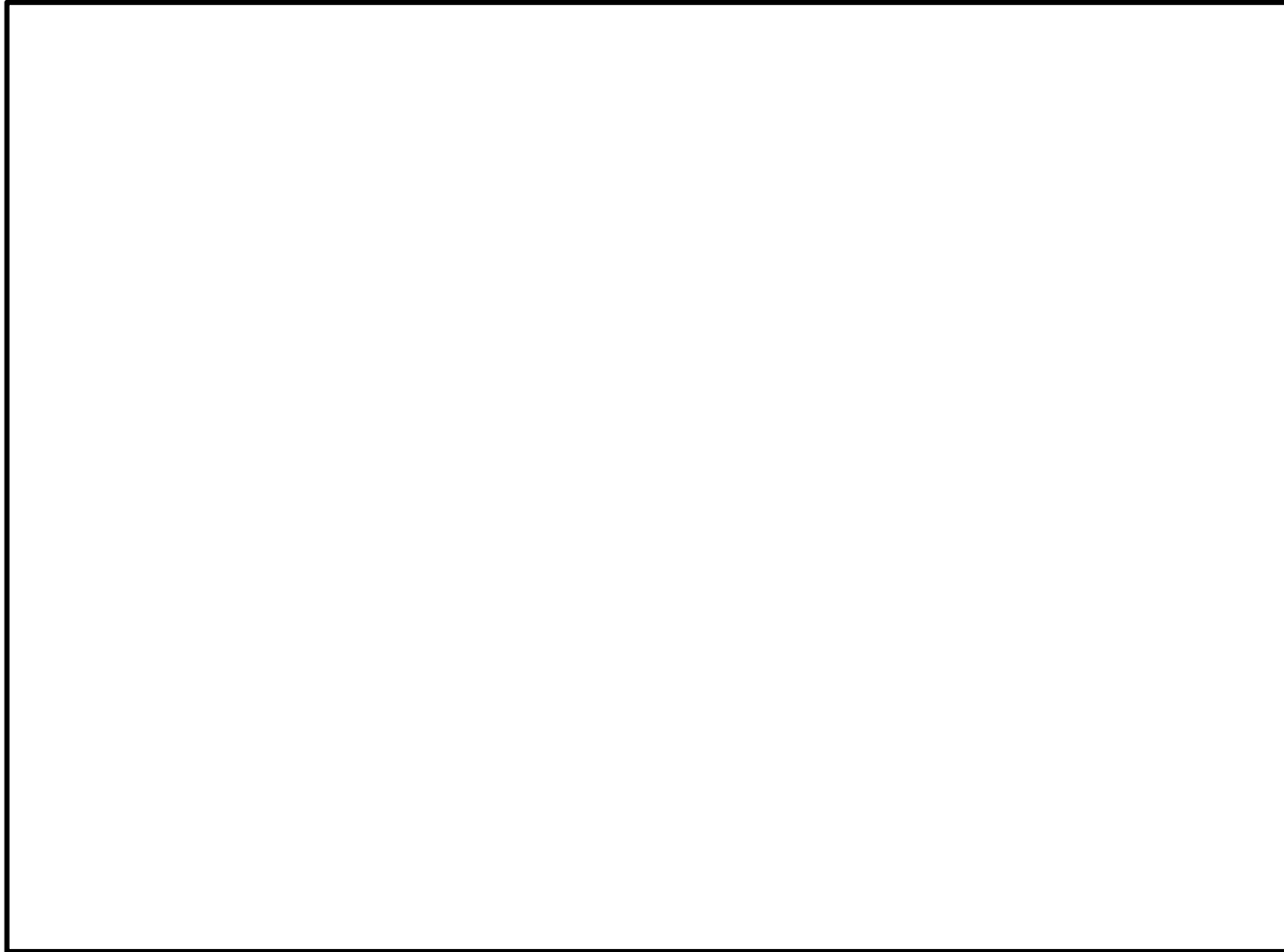
- 東海第二発電所及び周辺の敷地特性や自然現象，故意による大型航空機の衝突等，可搬型設備の保管場所の選定において考慮すべき事項を踏まえ，保管場所の配置について検討
- 検討の結果，サイト特性を踏まえ，可搬型設備の保管場所を東海第二発電所西側の高所の2ヶ所に適切に分散配置
- また，可搬型設備の保管場所への要員のアクセス性および基準津波を超え敷地に遡上する津波を考慮し，緊急時対策所も保管場所近傍へ配置

- 可搬型設備の各保管場所と原子炉建屋が竜巻(被害幅:110m)の影響を受けた場合
進路①:原子炉建屋と西側保管場所が影響を受ける進路
⇒南側保管場所は影響を受けておらず,可搬型設備は使用可能
進路②:原子炉建屋と南側保管場所が影響を受ける進路
⇒西側保管場所は影響を受けておらず,可搬型設備は使用可能



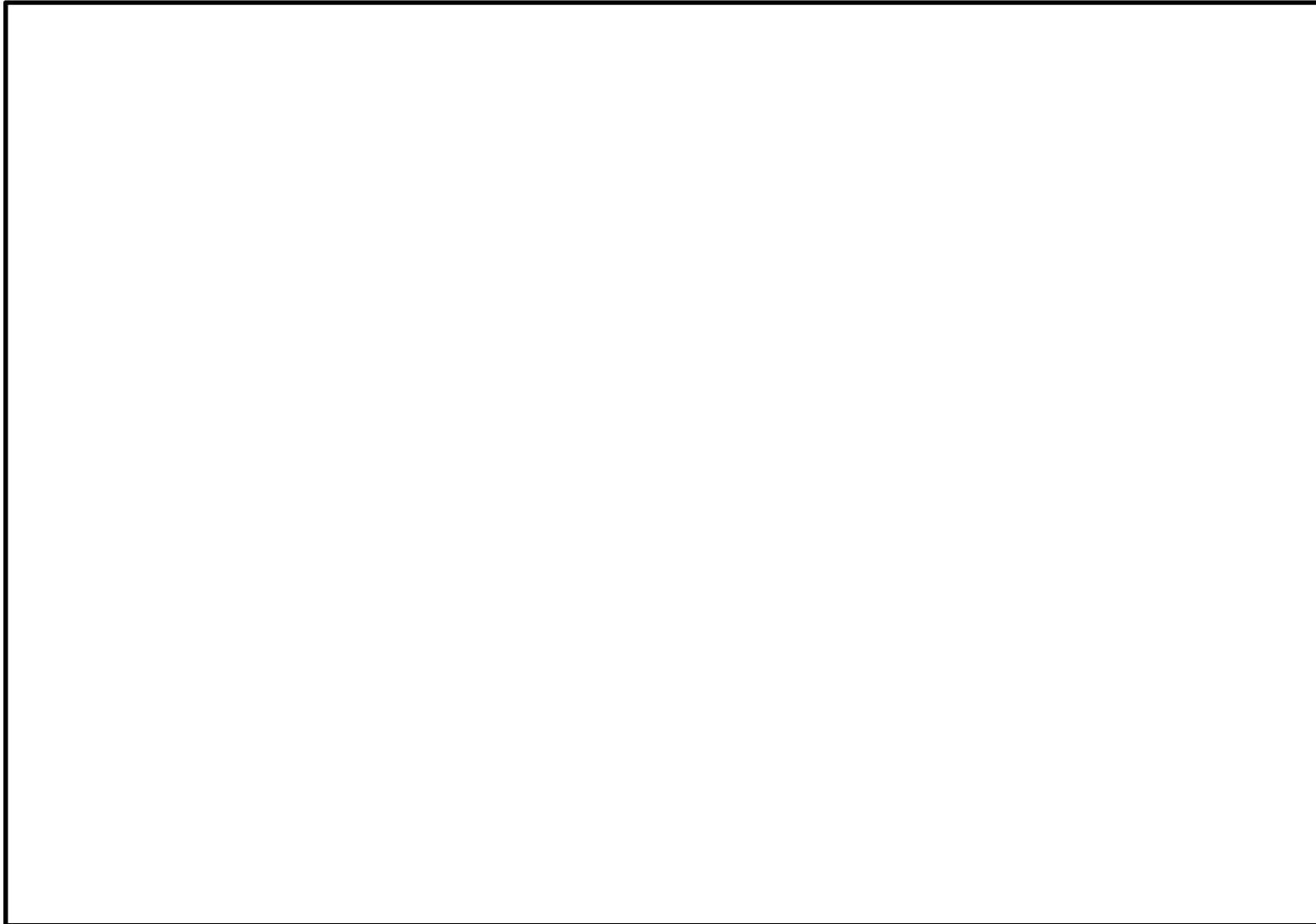
竜巻の影響範囲図

- 保管場所周辺に設置している送電鉄塔が倒壊した場合
⇒可搬型設備の保管場所は送電鉄塔及び送電線の影響範囲になく, 可搬型設備は使用可能



送電鉄塔倒壊時の影響範囲図

- 可搬型設備の保管場所は、津波の遡上解析結果をもとに、津波の浸水範囲外に配置する。
(平成28年6月21日 審査会合における津波の遡上範囲に保管場所を示した。)



津波遡上範囲図