

# 女川原子力発電所における 防潮堤かさ上げについて(概要)

平成25年5月14日  
東北電力株式会社

1. はじめに
2. 津波評価の概要
  - (1) 津波評価の流れ
  - (2) 津波波源の設定
  - (3) 東北地方太平洋沖型の地震に関する津波評価
  - (4) 津波地震, 海洋プレート内地震に関する津波評価
  - (5) 津波評価の結果
3. 防潮堤のかさ上げ工事の概要
  - (1) 防潮堤のかさ上げ工事の全体概要
  - (2) 防潮堤のかさ上げ構造(鋼管式鉛直壁)
  - (3) 防潮堤のかさ上げ構造(セメント改良土による堤防)
4. 津波による注水機能・除熱機能喪失時の対応手段
5. まとめ

※: 以下, 2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震を「3.11地震」という。

# 1. はじめに

- 女川原子力発電所においては、緊急安全対策として、福島第一原子力発電所に襲来した津波と同程度の津波(約15m)に備えた約3m(O.P.約+17m)の防潮堤を設置している。
- 現在、3.11地震や「新規制基準」の審議動向等の最新知見を踏まえた津波評価を実施しているところであるが、発電所前面の防潮堤に到達する津波の最大遡上水位が、現在の防潮堤を上回ると評価した。
- これは、原子力発電所の安全性を最優先する観点からきわめて厳しい条件で評価したものであるが、より安全性を高める観点から、今般、余裕をもった高さへ防潮堤をかさ上げすることとしたもの。
- なお、現在においても、万一そうした津波が来襲しても緊急安全対策(消防車)により発電所の安全停止状態を維持することが可能である。さらに、その後の対策として送水車、海水ポンプモータ予備品ならびに乾燥資機材により除熱機能を回復させることができる。

---

## 2. 津波評価の概要

## 2. (1) 津波評価の流れ

### 津波波源 の設定

- 敷地に大きな影響を与えると想定される津波として、次の3タイプの地震に起因する津波を選定し、各地震について津波波源を設定
- ・ 東北地方太平洋沖型の地震  
3.11地震のように典型的なプレート間地震と津波地震が連動する地震
  - ・ 津波地震  
日本海溝沿いのプレート間浅部で発生し大きな揺れを伴わずに大きな津波を発生させる地震
  - ・ 海洋プレート内地震  
日本海溝東側の海洋プレート内で発生し大きな津波を発生させる地震

既往地震の発生位置や規模等を参考に波源モデルを設定

### 波源特性の 不確かさの考慮

- 耐津波設計上の十分な余裕を確保するため、最新の知見に基づき、津波評価に及ぼす影響が大きな波源特性の不確かさを考慮
- 【3.11地震の知見等を踏まえて、今回考慮した主な波源特性の不確かさ】
- ・ 断層の位置や走向等の各種パラメータ
  - ・ すべりの不均一性（大きくすべる領域とあまりすべらない領域が偏在）
  - ・ 断層破壊の様式（破壊開始点の位置）

数値シミュレーションの実施

評価結果

## 2. (2) 津波波源の設定

- 既往地震の発生状況や津波の発生メカニズム等を踏まえ、女川原子力発電所に大きな影響を与えると想定される3つのタイプの津波波源を設定

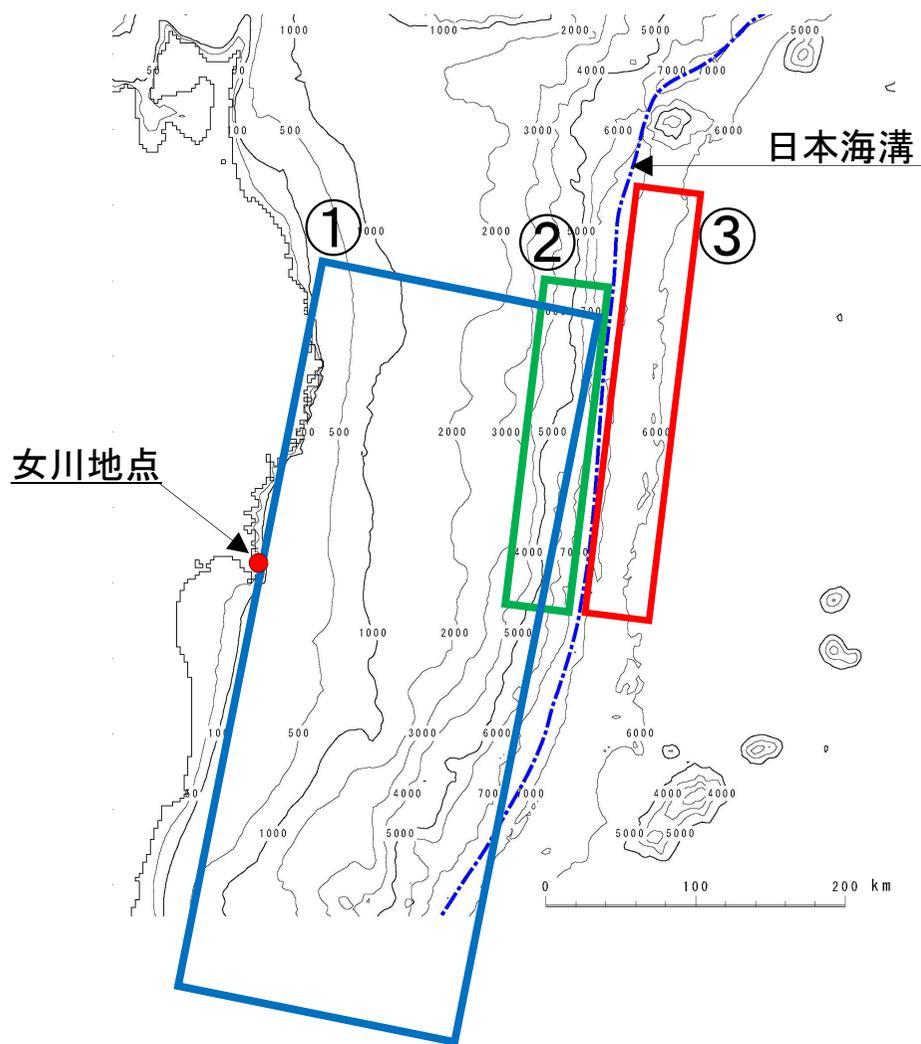


表1: 設定した津波波源の概要

| 設定した津波波源<br>(主な既往津波)           | Mw   |
|--------------------------------|------|
| ① 東北地方太平洋沖型の地震<br>(3.11地震)     | 約9.0 |
| ② 津波地震<br>(1896年明治三陸地震津波)      | 8.3  |
| ③ 海洋プレート内地震<br>(1933年昭和三陸地震津波) | 8.6  |

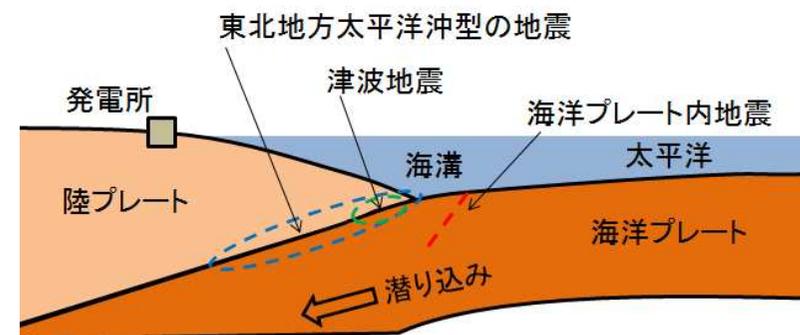


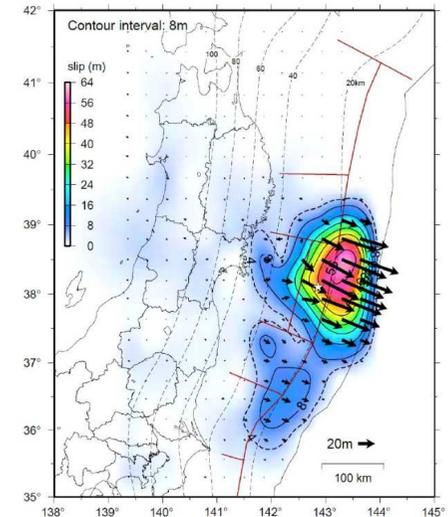
図1: 設定した津波波源の基準位置

図2: 設定した津波波源の発生位置(断面図)

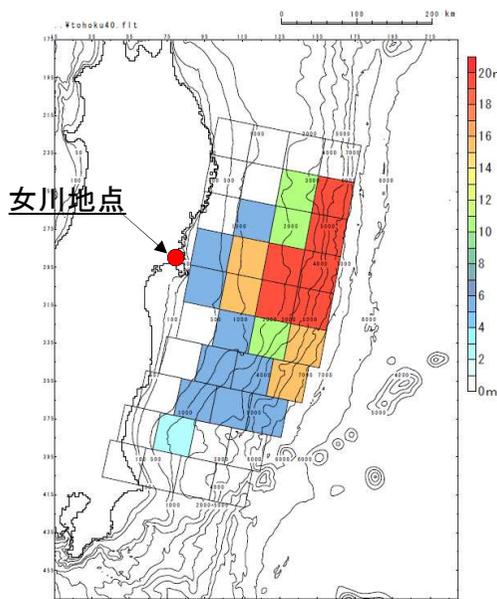
## 2. (3)①東北地方太平洋沖型の地震に関する津波評価(1/2)

### ■ 基準断層モデルの設定

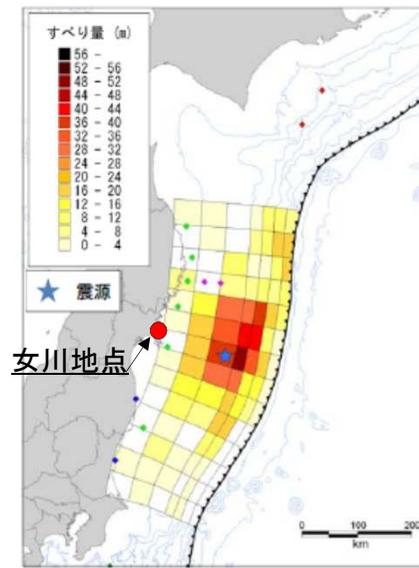
- 3.11地震は右図のとおり局所的に大きなすべりが発生（以下、大きなすべり発生領域を「アスペリティ」という。）しており、基準断層モデルはこのような波源特性を踏まえながら、3.11地震津波を再現できることを条件に複数設定
- モデルA～Cは、3.11地震津波の再現性を重視し、すべりの不均質性をモデル化
- モデルDは、将来の東北地方太平洋沖型の地震津波の予測計算モデル
- 将来の地震におけるアスペリティは、3.11地震で大きなすべりが発生した領域を含めていずれの場所でも位置するとの条件の下で、波源の不確かさを考慮



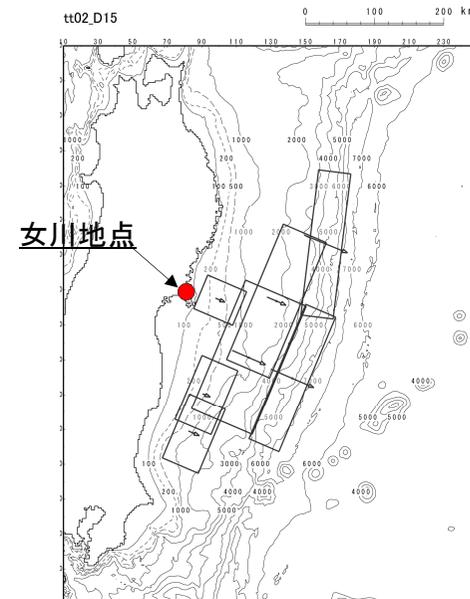
3.11地震の震源域  
(地震調査研究推進本部より)



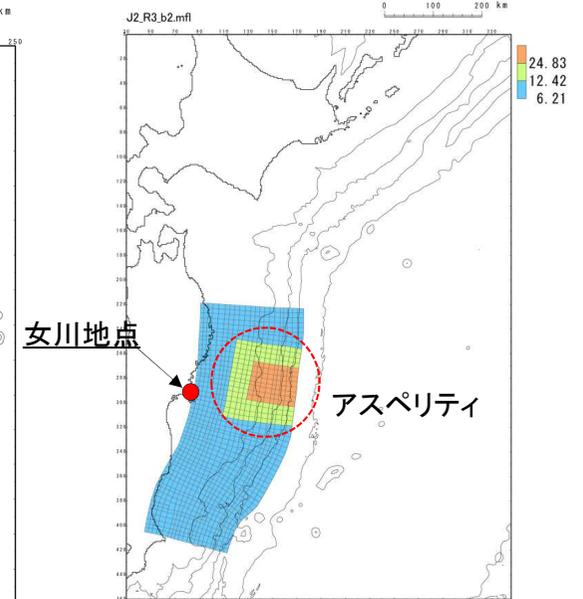
モデルA  
(女川3.11再現モデル)



モデルB  
(内閣府モデル)



モデルC  
(既往地震の組合せモデル)



モデルD  
(予測計算モデル)

図3: 設定した基準断層モデル(地震規模Mw≒9.0)

## 2. (3)①東北地方太平洋沖型の地震に関する津波評価(2/2)

### ■波源特性の不確かさの考慮(例)

- 3.11地震津波の再現性を確認した基準断層モデルについて、すべり量の不確かさを考慮し、アスペリティのすべり量を割り増したモデルを設定
- また、アスペリティ形状の異なるモデルを設定
- 地震発生位置の不確かさを考慮し、アスペリティ位置を北南に移動
- 断層破壊様式の不確かさを考慮し、津波高さが最大となるアスペリティ位置で、複数の破壊開始点を設定
- 以上の不確かさを考慮したパラメータスタディを実施

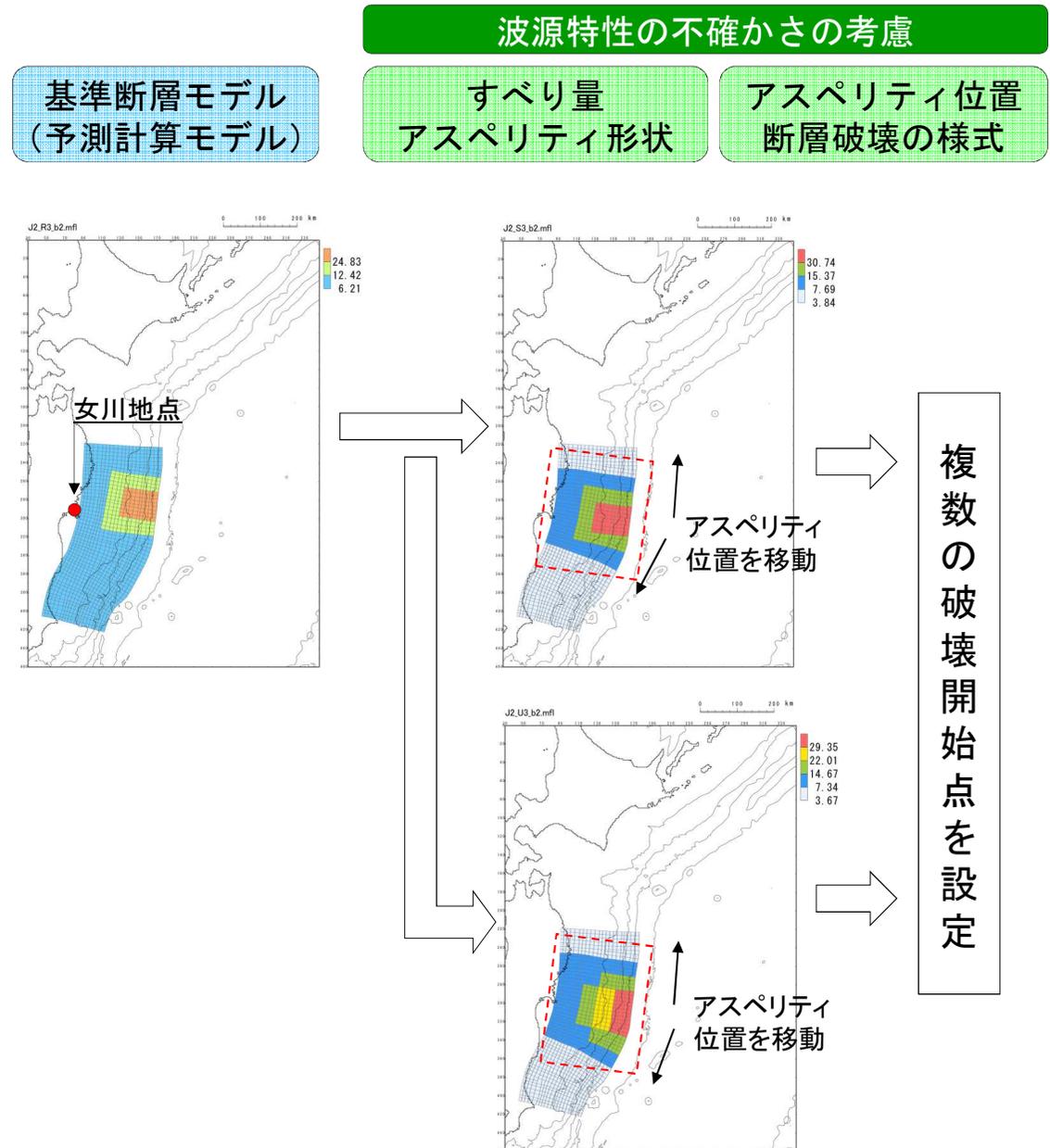


図4: 予測計算モデルによる波源特性の不確かさの考慮の例

## 2. (4)②津波地震, ③海洋プレート内地震に関する津波評価(1/2)

### ■ 基準断層モデルの設定

○1896年明治三陸地震津波（津波地震），1933年昭和三陸地震津波（海洋プレート内地震）を良好に再現するモデルをベースとして，基準断層モデルを設定（図5）

○津波地震および海洋プレート内地震は，日本海溝沿いのいずれの場所でも発生すると想定（図6）

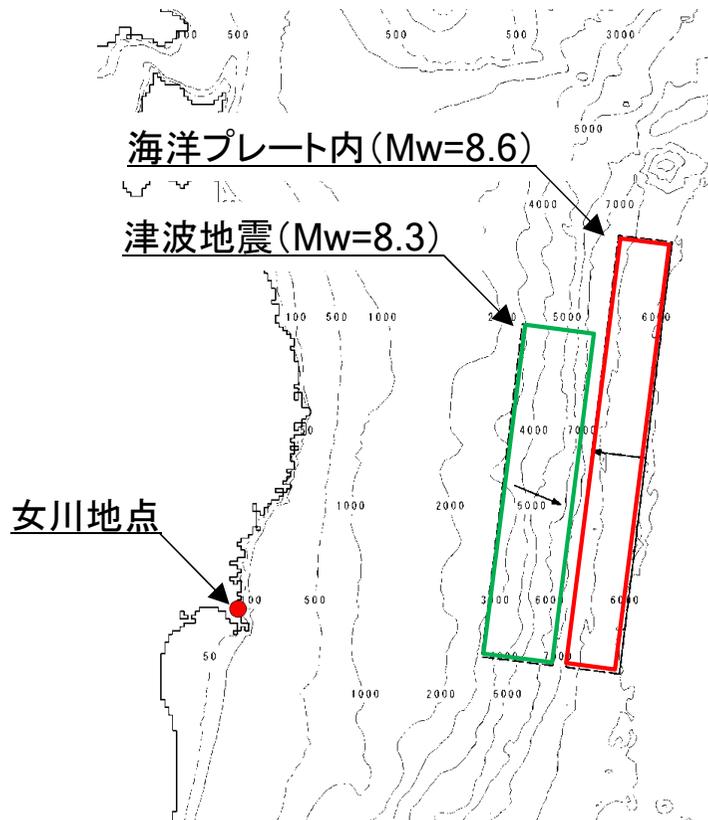


図5: 基準断層モデル

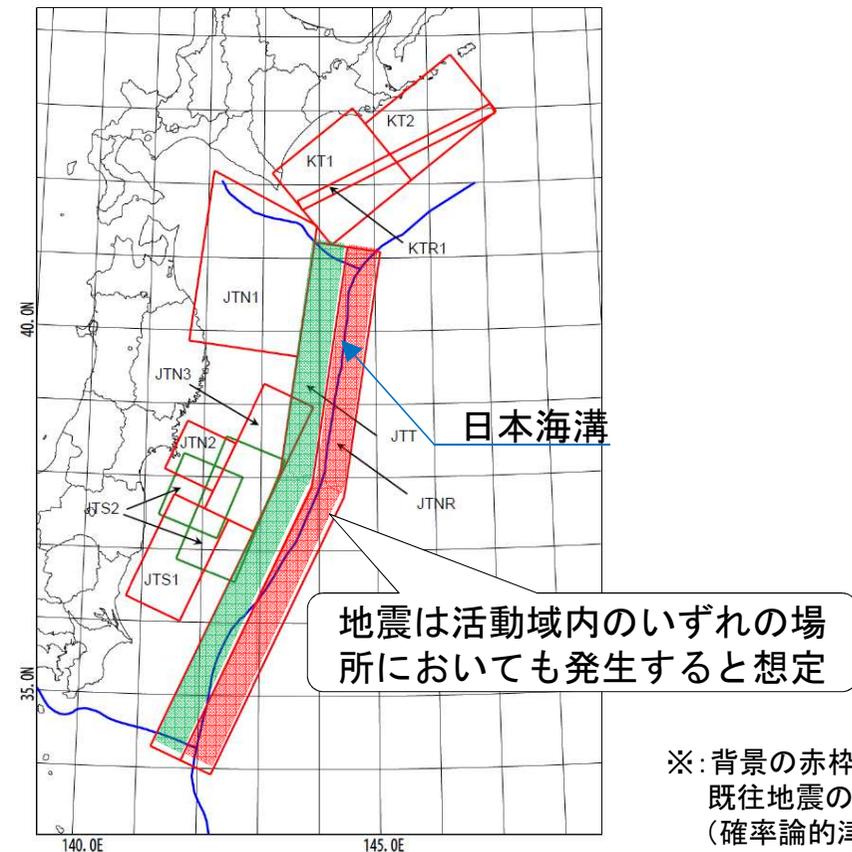


図6: 地震の活動域(着色部)

※: 背景の赤枠, 緑枠は  
既往地震の活動域  
(確率論的津波ハザード  
解析の方法(土木学会  
(2011)の図に一部加筆)

## 2. (4)②津波地震, ③海洋プレート内地震に関する津波評価(2/2) 10

### ■波源特性の不確かさの考慮

○波源特性の不確かさ（断層の位置，走向，傾斜角等）を考慮したパラメータスタディを実施

表2: 津波地震に関する不確かさの考慮内容

| 項目   | パラメータ変動範囲   | ケース数 |     |
|------|---|------|-----|
| 位置   | 基準, 北へ20km, 40km, 南へ20km, 40km, 60km, 80km, 100km, 120km, 140km, 160km, 180km, 200km, 220km移動 | 14   | 計42 |
| 走向   | 基準, 基準 $\pm 5^\circ$  | 3    |     |
| 傾斜角  | 基準, 基準 $\pm 5^\circ$  | 3    | 計9  |
| すべり角 | 基準, 基準 $\pm 10^\circ$   | 3    |     |

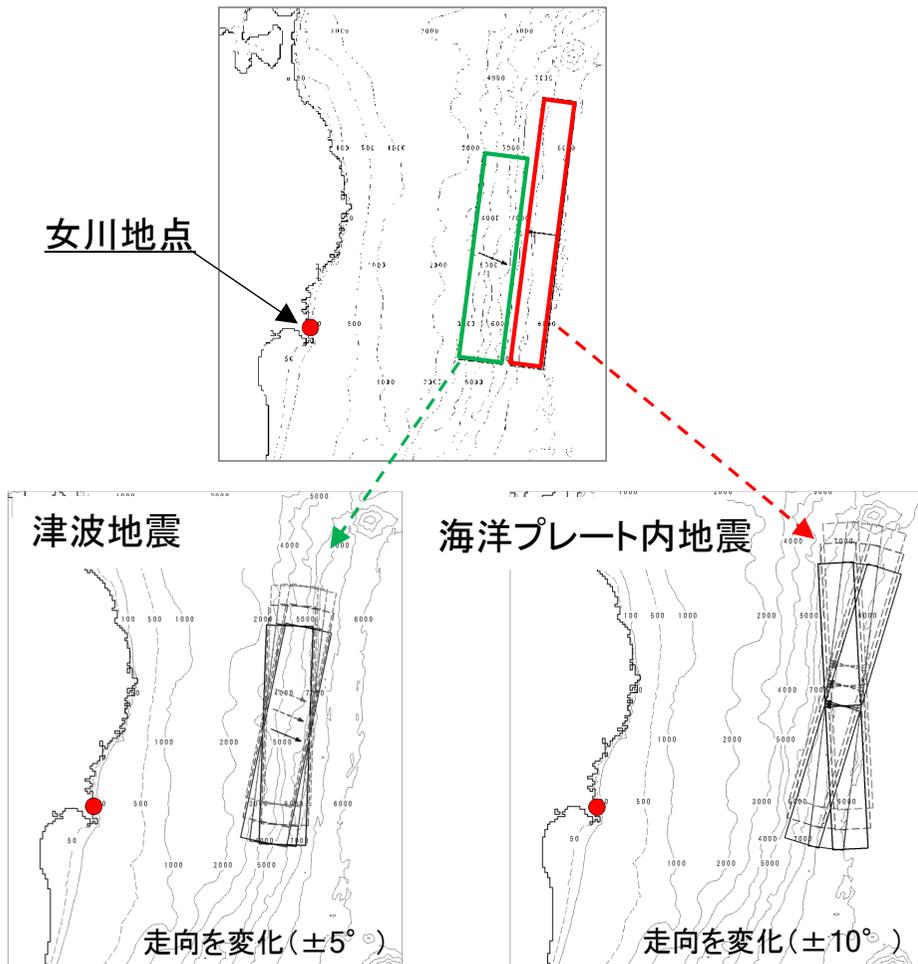
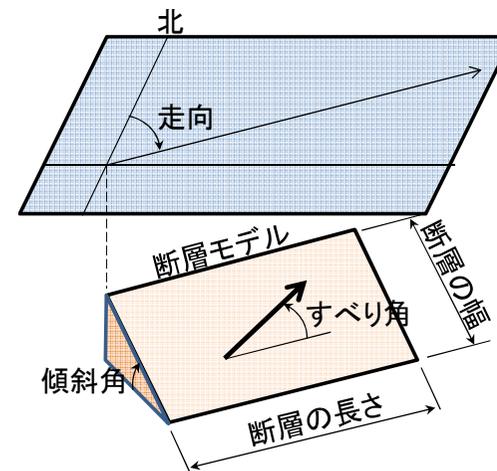


図7: 走向に関する不確かさの考慮(例)

(参考)断層パラメータ



## 2. (5) 津波評価の結果

- 既往地震の発生状況や津波の発生メカニズム等を踏まえ、女川原子力発電所に大きな影響を与えると想定される3つのタイプの津波波源を設定した。
- 波源特性の不確かさを考慮した検討の結果、東北地方太平洋沖型の地震が発電所に最も大きな影響を与える津波であると想定され、発電所前面の防潮堤に到達する津波の最大遡上水位は、O.P.\*<sup>1</sup>約+23mと評価した。

\*<sup>1</sup>: O.P.とは、女川の工事用基準面で、O.P.±0.0mは、東京湾平均海面(T.P.)−0.74m

表3: 津波評価値の変遷

|                                  | 最大遡上水位     | 津波波源のタイプ     |
|----------------------------------|------------|--------------|
| 2・3号設置許可申請                       | O.P.+9.1m  | 海洋プレート内地震    |
| 土木学会(2002)* <sup>2</sup> に基づく再評価 | O.P.+13.6m | 津波地震         |
| 今回の津波評価                          | O.P.約+23m  | 東北地方太平洋沖型の地震 |

\*<sup>2</sup>: 「原子力発電所の津波評価技術」 土木学会(2002)

- 今後も引き続き、最新知見の収集に努め、適切な対策を実施することによって、発電所のさらなる安全性の向上に取り組んでいく。

### 3. 防潮堤のかさ上げ工事の概要

### 3. (1) 防潮堤のかさ上げ工事の全体概要

防潮堤完成予想図(かさ上げ後)

津波評価結果を踏まえ、防潮堤を現在の高さ約3m(O.P.約+17m)から、高さ約15m(O.P.約+29m)にかさ上げする。(平成28年3月完了予定)



図8:完成予想図

### 3. (2) 防潮堤のかさ上げ構造(鋼管式鉛直壁)(1/2)

- 高さ: 約15m(O.P.約+29m), 延長: 約680m
- 現在の防潮堤を活用し, 発電所敷地側に鋼管式鉛直壁を設置
- 大口径鋼管(直径2.5m)により, 津波波力に対する抵抗性を確保
- 鋼管の前面側に遮水板(PC板)を設置し, 津波に対する遮水性を確保
- 鋼管背面側の地盤改良と押え工により, 地震・津波に対する安定性を確保

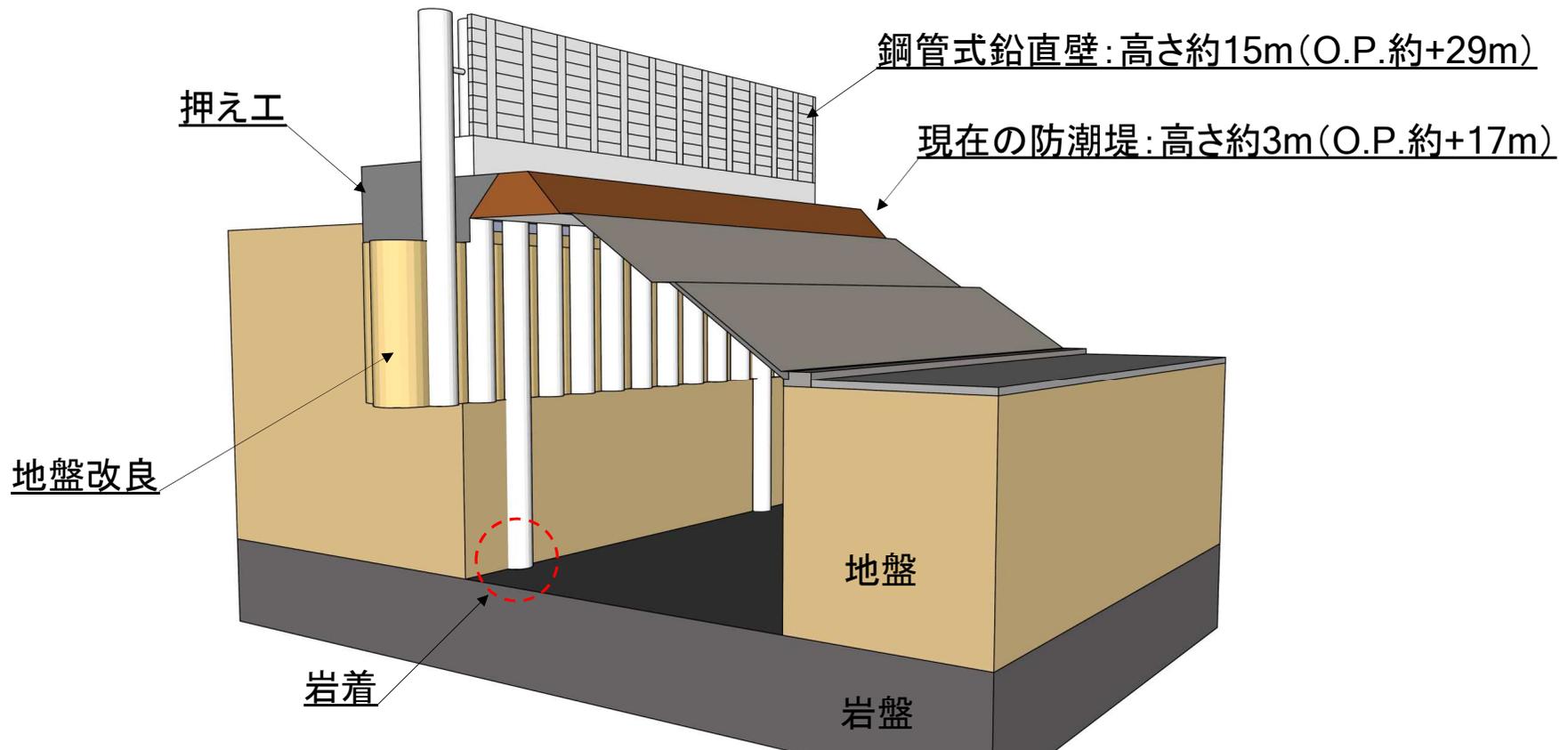


図9: 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の基本構造(概観図)

### 3. (2) 防潮堤のかさ上げ構造(鋼管式鉛直壁)(2/2)

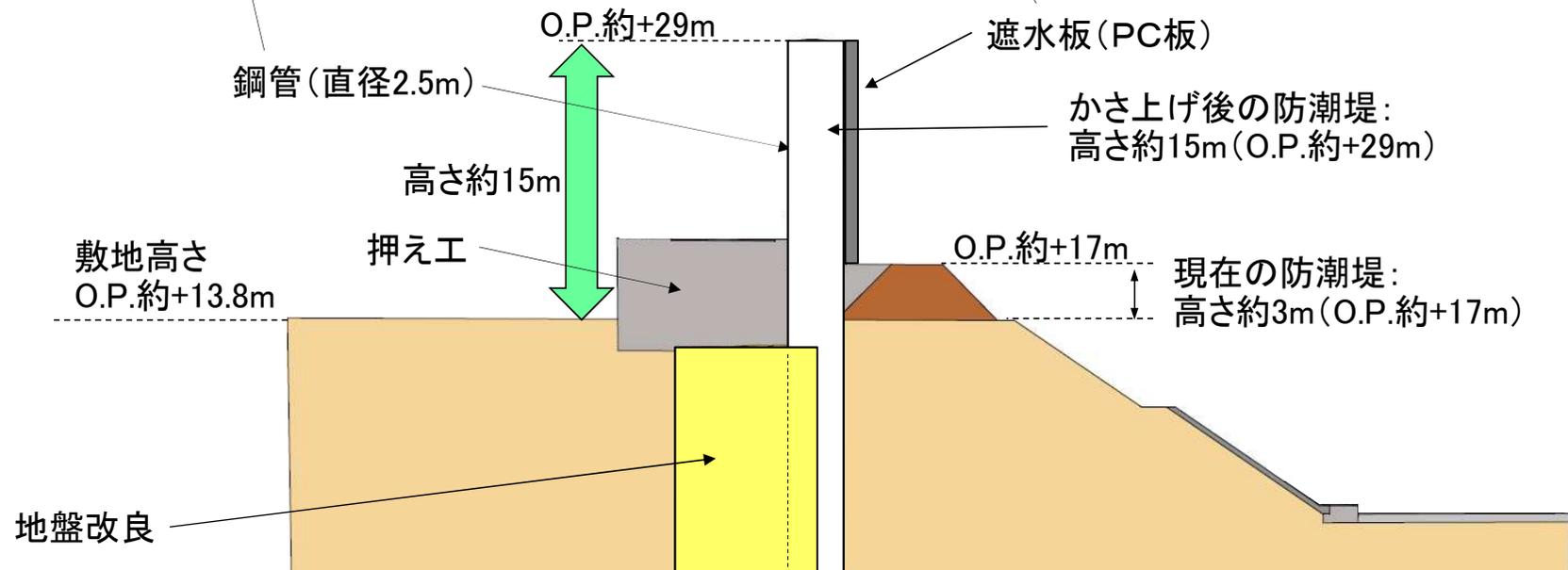


図10: 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の基本構造(断面図)

### 3. (3) 防潮堤のかさ上げ構造(セメント改良土による堤防)

- 高さ:約15m(O.P.約+29m), 延長:約120m
- 地下の重要構造物との干渉がなく, 設置エリアに余裕のある敷地北側区間は, 現在の防潮堤の上部を巻き込むようにセメント改良土による堤防を構築
- 大断面構造として, 地震や津波に対する抵抗性・安定性を確保
- 堤防を横断する道路を設置し, 発電所の運用性を維持

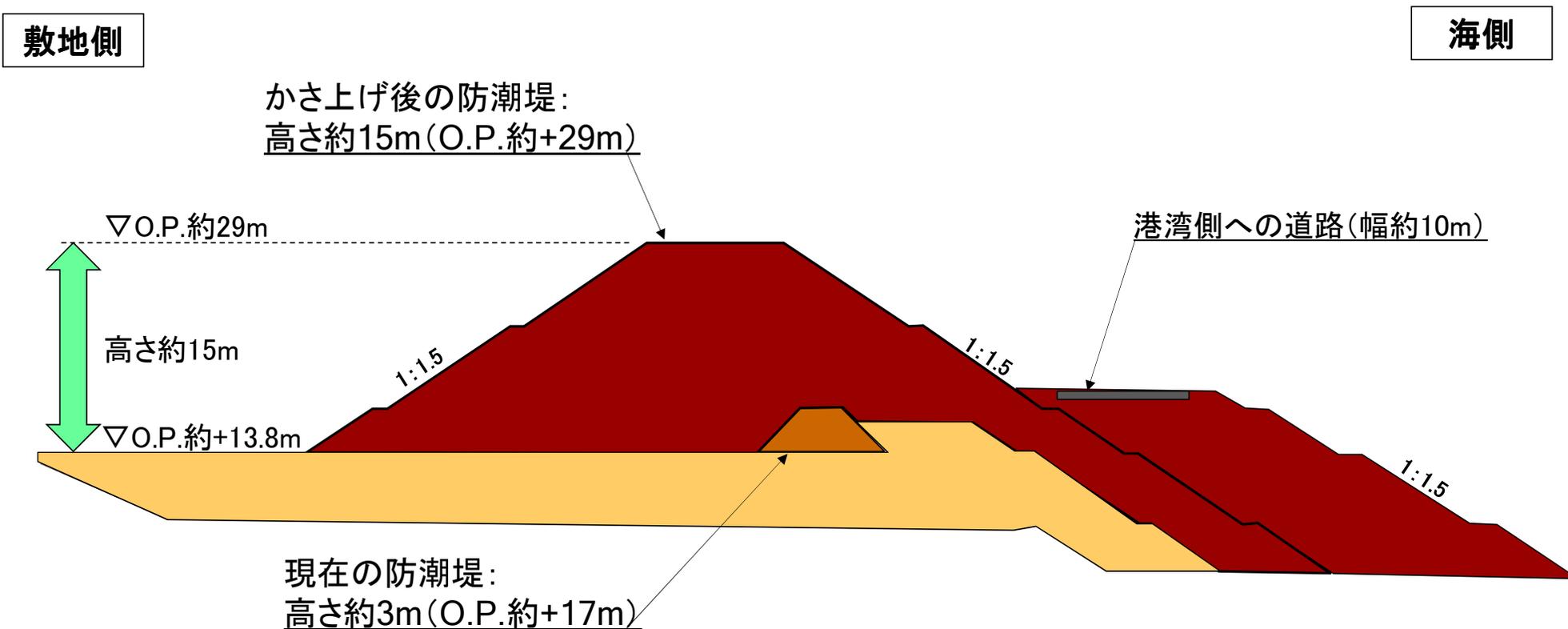
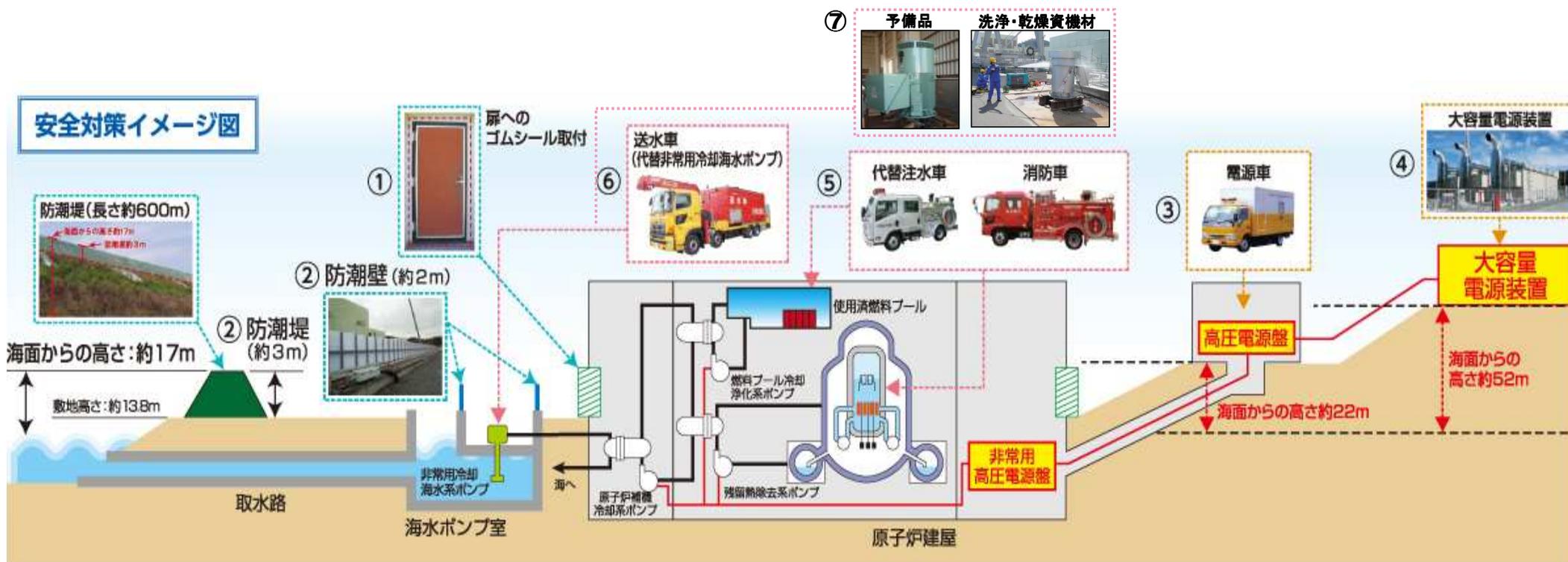


図11:防潮堤(セメント改良土による堤防)の基本構造(断面図)

# 4. 津波による注水機能・除熱機能喪失時の対応手段

現在において、今回評価したような津波が来襲しても、以下の緊急安全対策により発電所の安全停止状態を維持し、除熱機能を回復させることができる。

- 津波が防潮堤(下図②)を越え、敷地内に流入した場合に備え、海水ポンプ室周りへの防潮壁(②)の設置および主要な建屋の外扉の水密処理(①)を実施。
- 仮に、海水ポンプ室および主要建屋へ海水が浸入し、原子炉や使用済燃料プールに注水するための全ての機能ならびに非常用ディーゼル発電機が機能喪失した場合においても、敷地内の高台に配備した可搬型設備(代替注水車、消防車(⑤))により注水を行い、大容量電源装置(④)または電源車(③)から既設の計装機器への電源供給により水位の監視も可能であり、原子炉および使用済燃料プールの燃料の冷却が達成できる。
- また、代替注水車・消防車による注水に加え、配備済みの送水車(⑥)および海水ポンプモータの予備品ならびに洗浄・乾燥資機材(⑦)により、除熱機能を復旧する手段も構築しており、複数の対応が可能な状況。



- 女川原子力発電所における津波評価として、発電所前面の防潮堤に到達する津波の最大遡上水位がO.P.約+23mとなった。
- 津波評価結果を踏まえ、防潮堤を現在の高さ約3m(O.P.約+17m)から、高さ約15m(O.P.約+29m)にかさ上げすることとした(平成28年3月完了予定)。
- 当社としては、今後も引き続き、最新知見の収集に努め、適切な対策を実施することによって、発電所のさらなる安全性の向上に取り組んでいく。