

原子力発電所における さらなる安全性向上対策の実施状況

平成26年11月17日
関西電力株式会社

深層防護による安全確保対策の強化

◆ ハード・ソフト両面の対策から、深層防護による徹底した安全確保を進めていく

【関西電力の例】

		【事故以前の対策】	【事故直後の対策】	【さらなる安全性向上対策】
設計基準外 (シビアアクシデント)	第5層	人的被害防止 環境回復	防 災	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力緊急事態支援組織の設置 ・地域防災計画への全面的協力 ・水素燃焼装置(イグナイタ) ・恒設非常用発電機 ・免震事務棟 ・フィルタ付ベント設備 ・特定重大事故等対処施設 ・空冷式熱交換器 ・代替蒸気発生器給水ポンプ^o ・中圧ポンプ
	第4層	大規模な放出防止 格納容器損傷防止 (放出抑制・拡散緩和)	アクシデントマネジメント ・常用機器等による炉心損傷回避、格納容器破損回避のためのアクシデントマネジメント対策	
設計基準内	第3層	事故の影響緩和	著しい炉心損傷防止	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急安全対策 電源確保 → 3 冷却確保 → 4 浸水対策
			炉心損傷防止 格納容器健全性維持	
	第2層	異常拡大防止	異常検知・停止装置等	<ul style="list-style-type: none"> ・地震対策 → 5~7 ・津波対策 → 8~10 ・竜巻対策 → 11 ・外部火災対策 → 12 ・火災防護対策
第1層	異常発生防止	インターロック等		

(凡例)

福島第一原子力発電所事故以前の対応範囲

福島第一原子力発電所事故後の対応範囲
(赤字：自主的な取組み)

安全性向上対策の実行性を高めるためのソフト面の強化

- ・事故時対応能力の向上
- ・体制の充実 等

福島第一原子力発電所事故以降の取組み概要（高浜3、4号機）

恒設及び可搬式代替低圧注水ポンプの設置

- 原子炉または格納容器に注水できるよう、専用ポンプ・電源を配備（恒設：1台/ユニット、可搬式：5台/2ユニット）

【可搬式の例】

海水
専用ホース
仮設水槽
電動ポンプ
電源車
屋外
電源ケーブル
消防ポンプ

恒設については、燃料取替用水タンクを水源とし、格納容器等へ注水

水素濃度低減装置の設置

- 静的触媒式水素再結合装置（5台/ユニット）、
- 水素燃焼装置（イグナイタ）（13台/ユニット）

実施済み (Red box)
実施中 (Blue box)

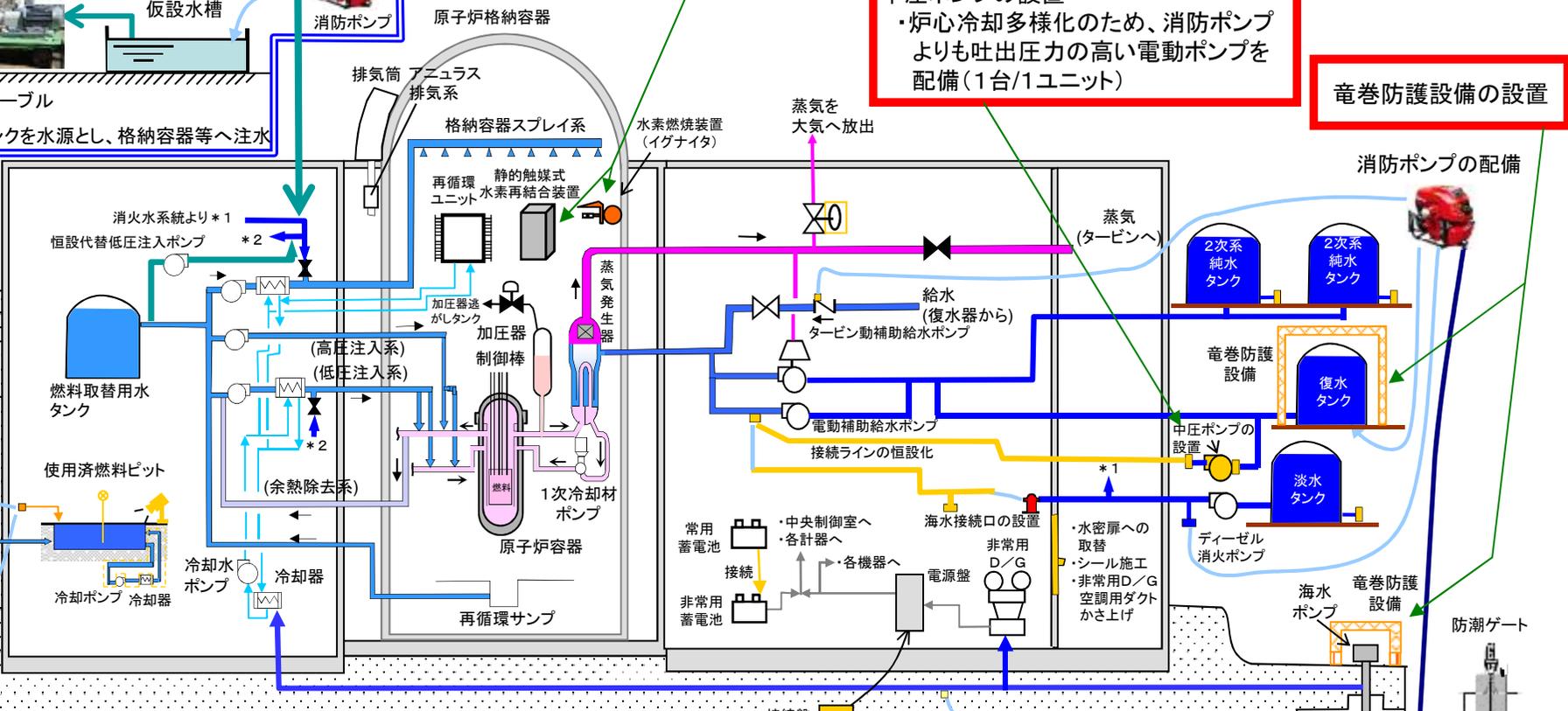
中圧ポンプの設置

- 炉心冷却多様化のため、消防ポンプよりも吐出圧力の高い電動ポンプを配備（1台/1ユニット）

竜巻防護設備の設置

放水砲の配備

- 放射性物質拡散抑制のため放水砲（3台/2ユニット）と大容量ポンプ（2台/2ユニット）を配備（放水砲、大容量ポンプ各1台は手配中）



消防ポンプの配備

淡水タンクより
1次系純水タンクより
海水

火災防護の追加対策

- 系統分離
- 鉄板＋耐火シート
- 消火設備の設置
- 自動消火設備（スプリンクラー、ハロン消火設備等）
- 耐震Sクラスの消火水バックアップライン

ハロン消火設備

空冷式非常用発電装置遠隔起動化

- 中央制御室から起動操作が可能（恒設化）（2台/ユニット）

電源車の配備

空冷式非常用発電装置の配備
電源車の配備

電源車の配備

合計5台/2ユニット

大容量ポンプの配備

（3台/2ユニット）

防潮ゲートの設置

電源確保の取組み

■ : 実施済み
■ : 実施中または計画中

(注1) 括弧内は高浜3, 4号機の震災前後の配備数

電源の多重化・多様化

全交流電源喪失後の電源応急復旧

【供給先の例】
・中央制御室



(注2)

電源車の配備

更なる電源確保による裕度向上

【供給先の例】
・中央制御室
・電動補助給水ポンプ



(注2)

電源車の追加配備

炉心冷却手段の拡大

【供給先の例】
・中央制御室
・電動補助給水ポンプ
・ほう酸ポンプ
・余熱除去系



(0台→4台)

空冷式非常用発電装置の設置

空冷式非常用発電装置の代替確保

【供給先の例】
・中央制御室



(0台→5台)

電源車の追加配備

直流電源の多重化

【供給先の例】
・中央制御室

(イメージ)



(2組→3組)

直流電源第3系統の設置
【今後実施予定】

意図的な航空機衝突への対応

【供給先の例】
・非常用炉心冷却設備
・海水ポンプ
・特定重大事故等対処施設

(イメージ)



(0台→2台)

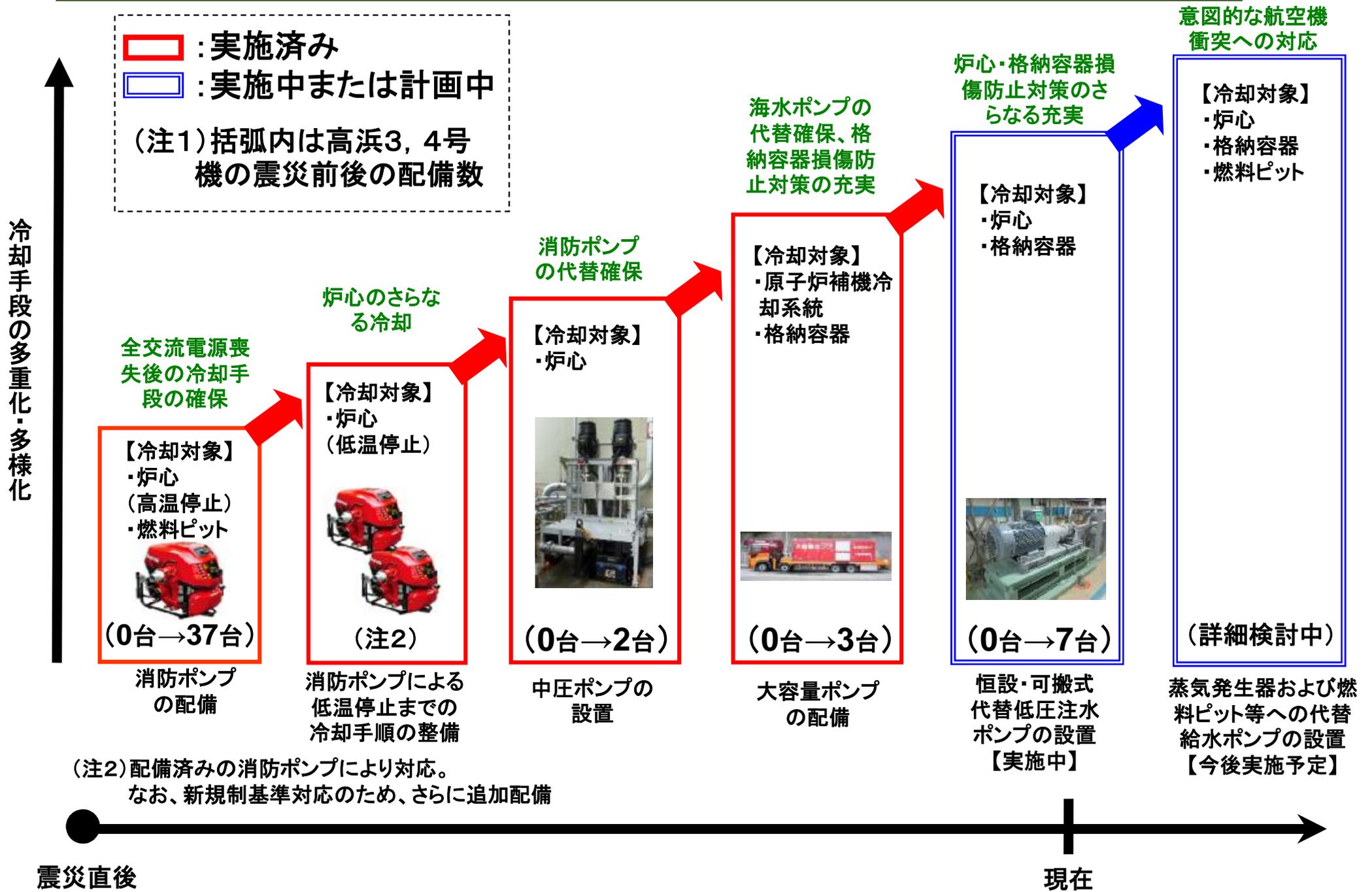
恒設非常用発電機の設置
【今後実施予定】

(注2) 小容量電源については、大容量電源(空冷式非常用発電装置)の設置に伴い置換え

震災直後

現在

冷却確保の取組み

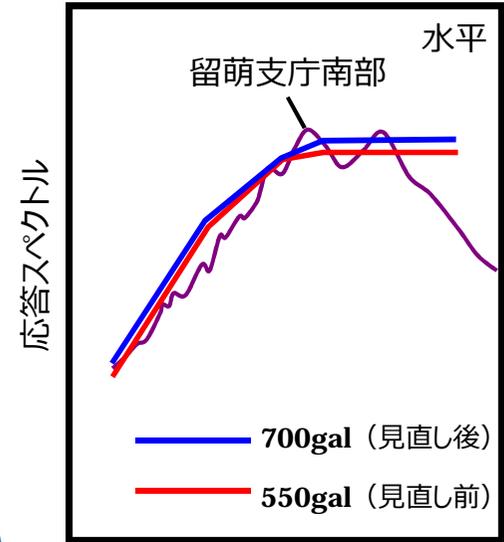


規制基準の要求

基準地震動（ S_s ）は、「震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を相補的に考慮することによって、敷地で発生する可能性のある地震動全体を考慮した地震動として策定されていること。

震源を特定して策定する地震動

- 高浜発電所の基準地震動策定においては、これまでの、**FO-A～FO-B断層**および上林川断層を検討用地震としていたが、これまでの審査会合を踏まえて、**FO-A～FO-B断層については熊川断層との3連動を考慮**することとした。
- 地震動評価に用いる地盤モデルについては、審査会合で示した地盤モデルを用いることとし、また断層**上端深さ3 kmを基本ケース**（従来は4 km）として、**FO-A～FO-B断層と熊川断層との3連動**および上林川断層について地震動評価を行う。

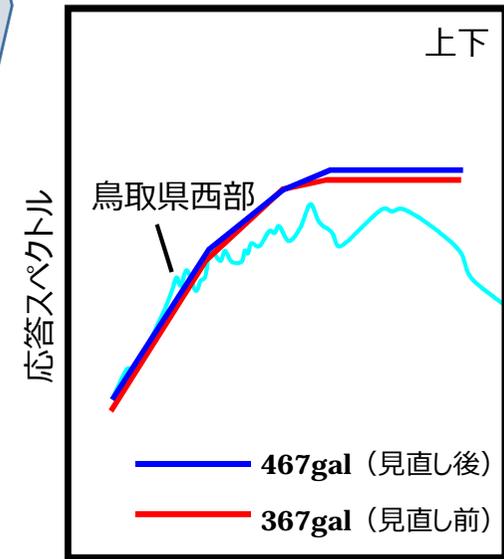
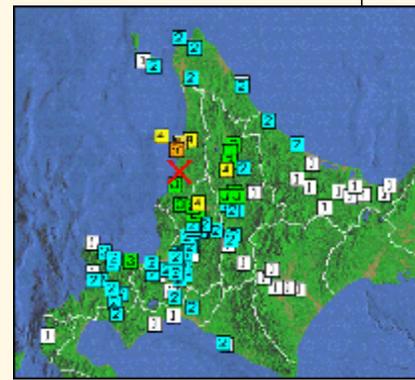


震源を特定せず策定する地震動

- 事前の詳細な地質調査によっても震源（地震規模と震源位置）が見出せない場所で震源近傍に起こりうる地震動
- 震源を特定せず策定する地震動について、以下の基準地震動を採用。
 - ・2000年鳥取県西部地震、賀祥ダムの観測記録
 - ・2004年留萌支庁南部地震、港町観測点の記録を考慮した地震動

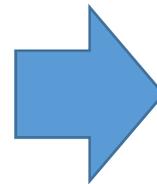
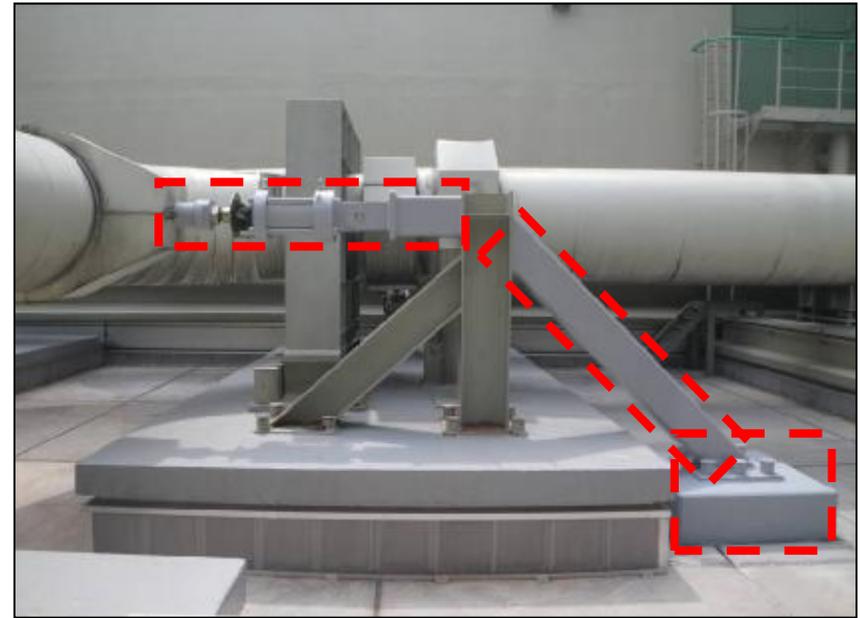
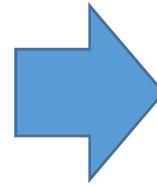
留萌支庁南部地震の概要

- ・発生：2004年12月14日午後2時56分ごろ
- ・震源：北海道留萌支庁南部
- ・地震の規模：M6.1
- ・最大震度：6弱

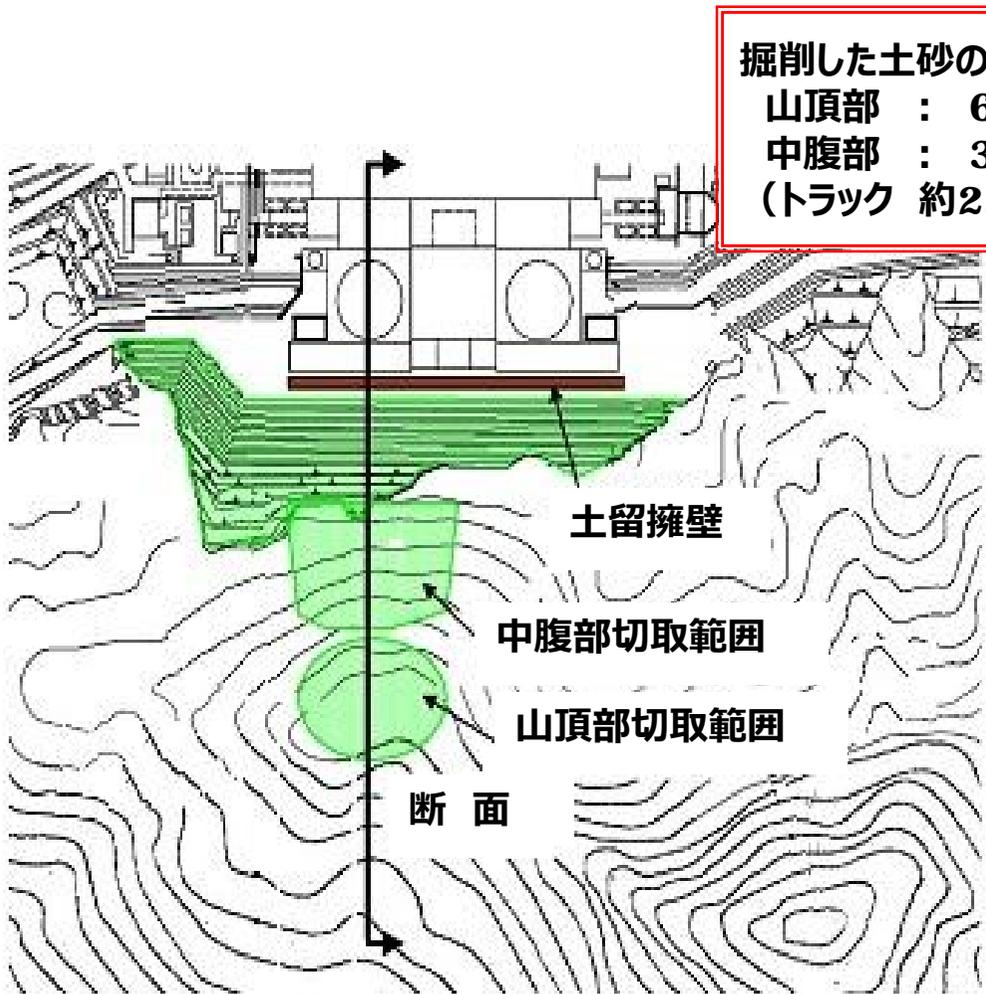


周期

機器・配管の耐震評価およびサポート補強を実施



○周辺斜面(3,4号機 背面)の安定性を確保するために、山頂部および中腹部の土砂の掘削を実施

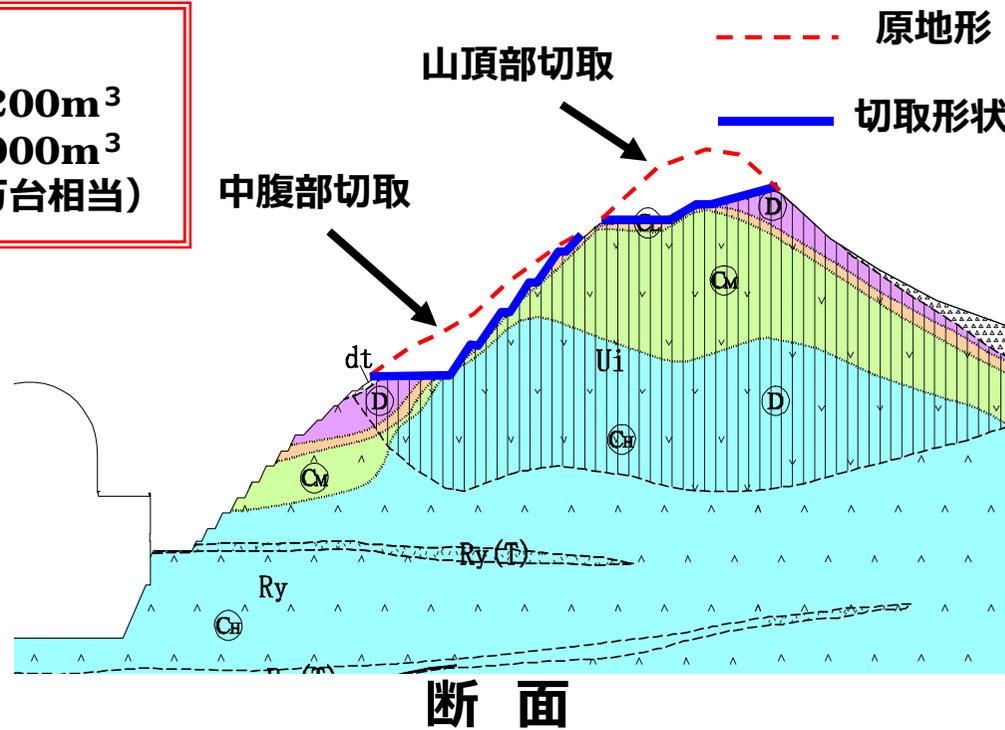


掘削した土砂の量

山頂部 : 60,200m³

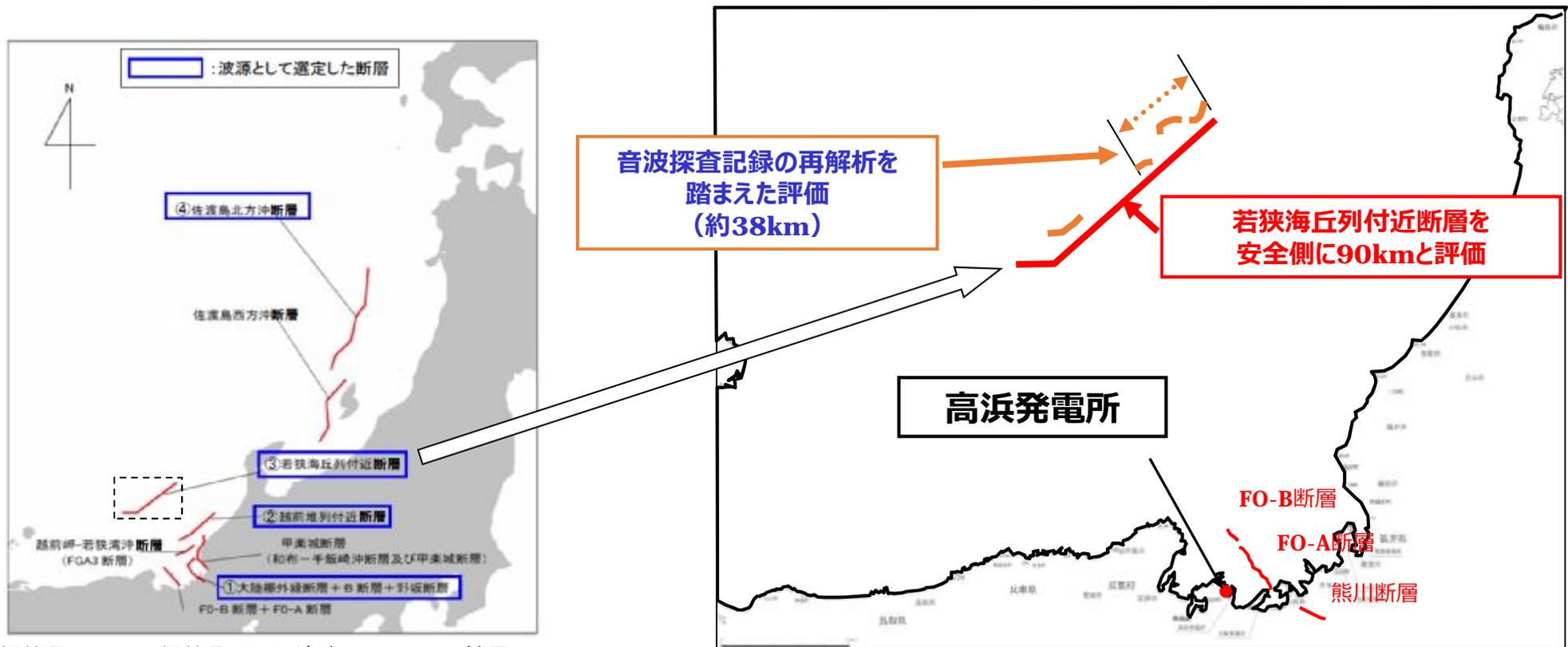
中腹部 : 34,000m³

(トラック 約2.2万台相当)



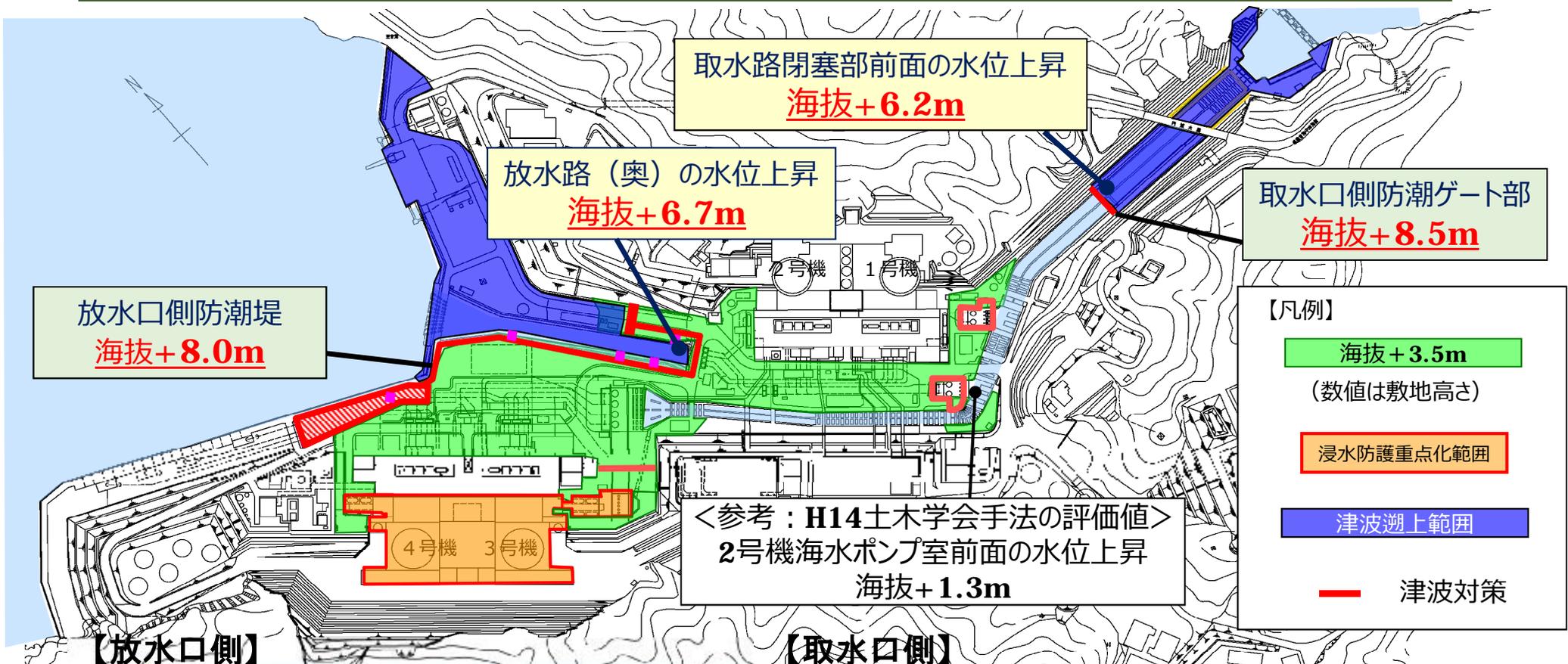
基準津波については、若狭海丘列付近断層や3連動を安全側に考慮して評価することとし、さらに地すべり等の重畳を考慮して設定した。
また、潮位のばらつきを考慮して入力津波高さを設定した。

基準津波に関する断層の位置



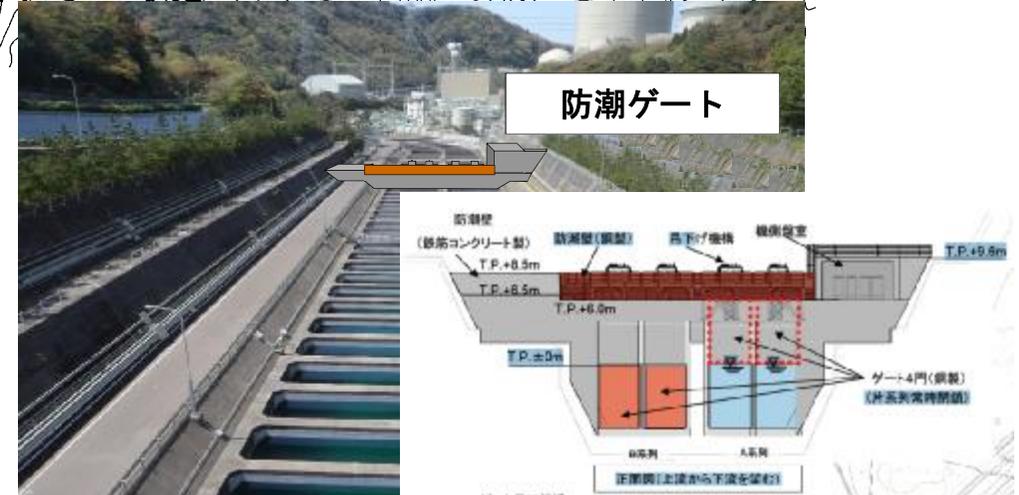
福井県(2002)：福井県における津波シミュレーション結果について、平成24年9月3日、福井県 危機対策・防災課。

津波対策（2 / 3） 入力津波の設定および対策設備

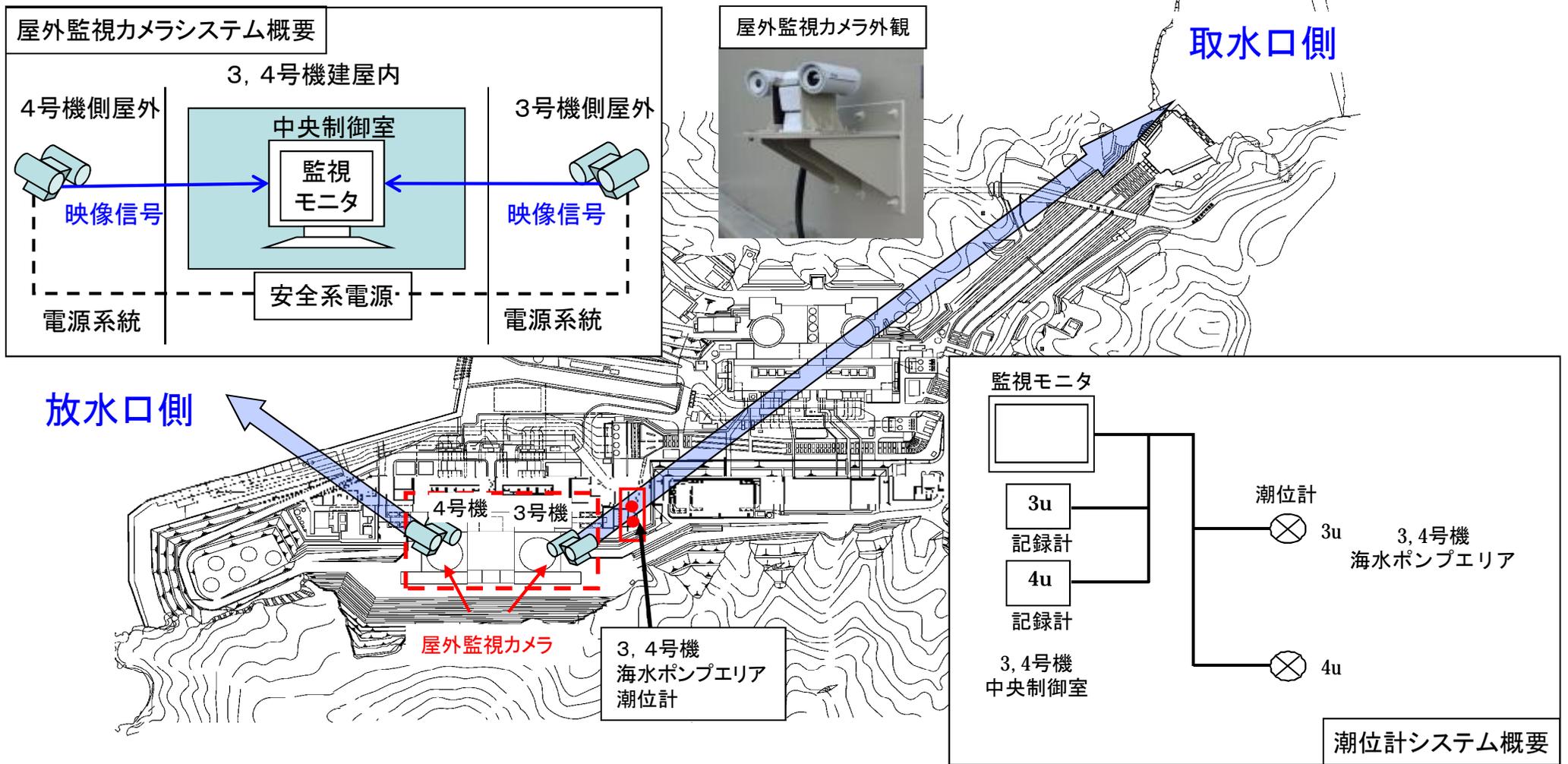


【放水口側】

【取水口側】



津波の襲来を察知するため、放水口及び取水口を監視できる屋外監視カメラを設置済み。
 潮位変動の兆候を把握可能とするため、潮位計を設置済み。



- 風速100m/sで飛来物となり得る物品の飛散防止対策(飛散防止、移動、収納)を実施
- 重要な発電設備を竜巻による飛来物から保護するための飛来物防護対策を実施

飛来物防護対策

〔竜巻飛来物対策設備設置前〕



＜上面＞
ネットで飛来物の
エネルギーを吸収

〔竜巻飛来物対策設備設置後〕

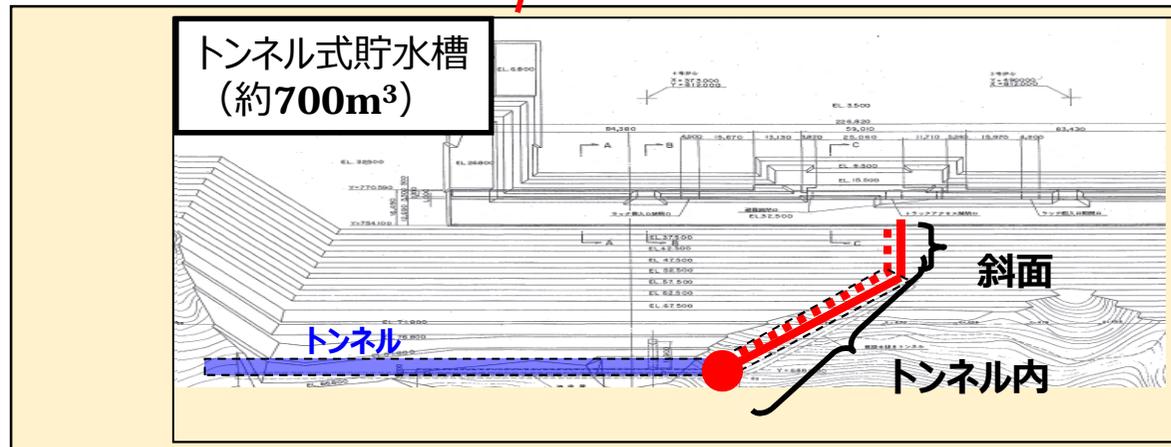
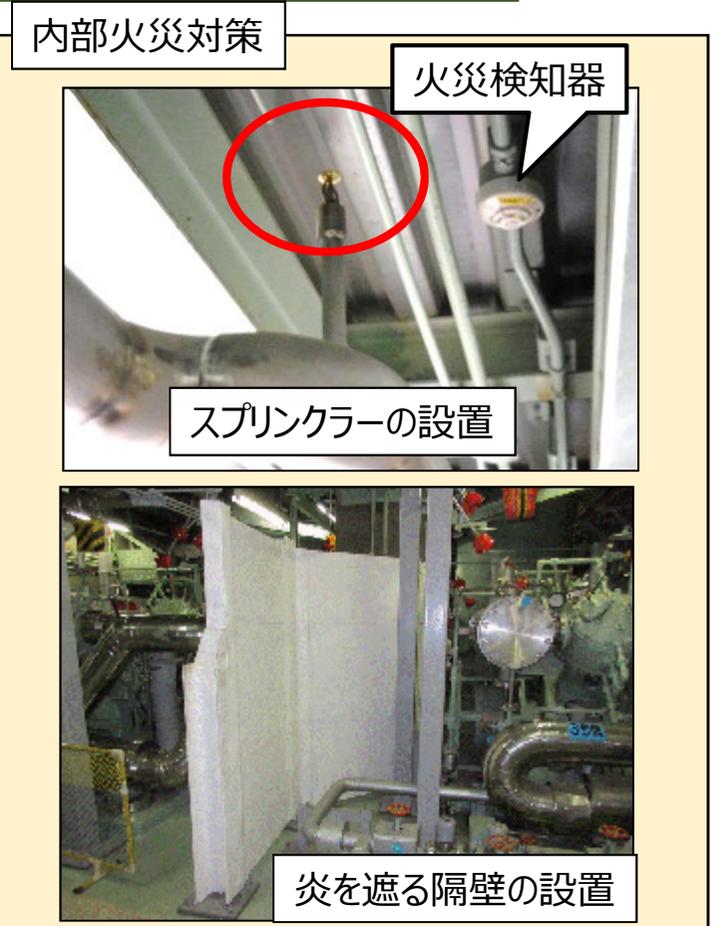


＜側面＞
鋼板で貫通を阻止

飛散防止対策



- 飛散防止対策：飛散対象物をアンカー、ウエイト等にて飛散しないよう固縛する。
- 対象物：ユニットハウス、定検工具保管庫、運転・保守に必要な仮置資機材、定検テント他



大飯発電所、高浜発電所の基準地震動について

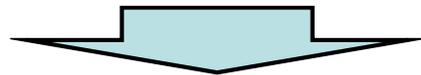
参考1

当初の基準地震動の想定

- 従来、大飯発電所および高浜発電所では、**FO-A断層**および**FO-B断層の2連動を考慮し、基準地震動を策定。**
(ボーリング調査、海上音波探査他の結果、熊川断層は10km以上離れており、連動の可能性は極めて低い)
- 既研究成果等のデータから震源となる断層の上端深さを4kmと設定。**

安全側に余裕をみた基準地震動の想定

- FO-A断層、FO-B断層および熊川断層の3連動を安全側に考慮。**
- 新たに敷地周辺の微動観測データを分析するとともに、上端深さの設定の考え方も安全側に変更し、上端深さを3kmと設定。**



発電所名	審査会合での審議状況
高浜発電所	550ガル→ 700ガル (確定)
大飯発電所	700ガル→ 856ガル (概ね了承)

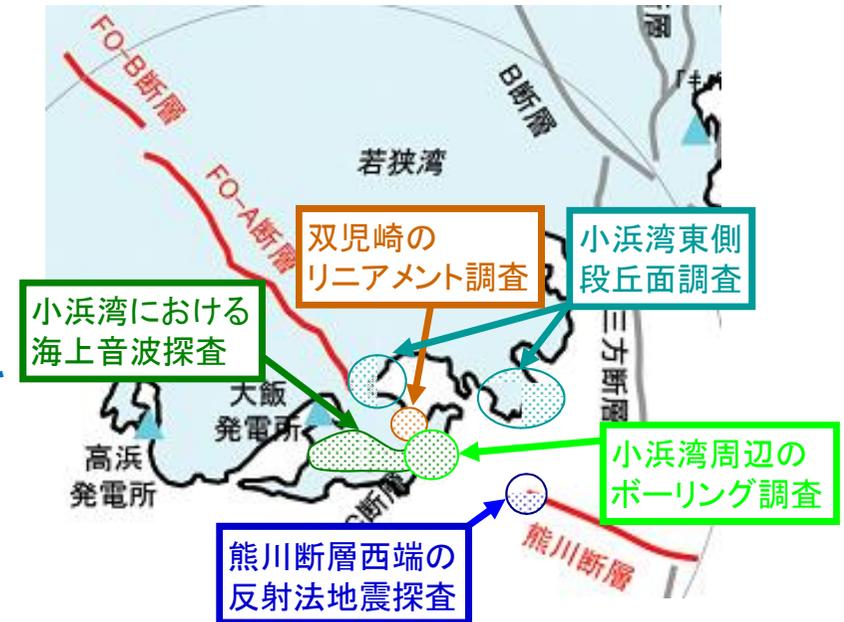


図1 小浜湾等の海域・陸域調査図

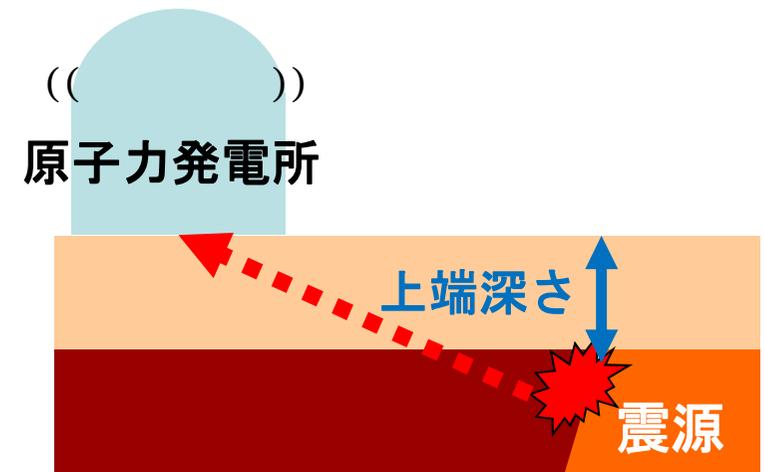


図2 断層上端深さの概念図