

国内原子力発電所の 津波防護対策について



女川原子力発電所
2016.4 撮影

東北電力株式会社



Tohoku Electric Power

国内原子力発電所の津波防護対策について

1. 2011年東北地方太平洋沖地震・津波の被害について
 - 2011年東北地方太平洋沖地震・津波の概要
 - 地震発生後の女川原子力発電所の状況
 - 女川原子力発電所で観測された津波
 - 女川原子力発電所の地震・津波による主な被害状況
2. 新規制基準の要求事項について
 - 新規制基準の要求事項
 - 原子力発電所の敷地高さとは津波高さ(例)
3. 原子力発電所の津波防護対策について
 - 女川原子力発電所の防潮堤
 - 引き波時の取水確保対策
 - 他の原子力発電所における津波防護対策(例)

国内原子力発電所の津波防護対策について

1. 2011年東北地方太平洋沖地震・津波の被害について



2011年東北地方太平洋沖地震・津波の概要

- ・発生日時：2011年3月11日(金)14時46分頃
- ・震源地：三陸沖約130km 深さ約24km
- ・マグニチュード：9.0(日本国内観測史上最大)
- ・震度：6弱(女川町)
 - ※宮城県内で観測された最大震度は「7」
- ・地震加速度：567.5ガル(過去最大：251.2ガル, H17.8.16)



【女川町被害状況】

- ・震災前人口(2011.3.11現在)：約10,000名
- ・死亡(認定者含む)：約830名
- ・住家被害(全壊+半壊)：4,411棟



地震発生後の女川原子力発電所の状況

		1号機		2号機		3号機	
地震発生前		運転中		起動中 (3/11 14:00 起動開始)		運転中	
地震発生後	止める	3/11 14:46	自動停止	3/11 14:46	自動停止	3/11 14:46	自動停止
	冷やす	3/12 0:58	冷温停止 (100°C未満)	3/11 14:49	冷温停止 (100°C未満)	3/12 1:17	冷温停止 (100°C未満)
	閉じ込める	排気筒モニタ・各区域の放射線モニタの指示値に異常なし					

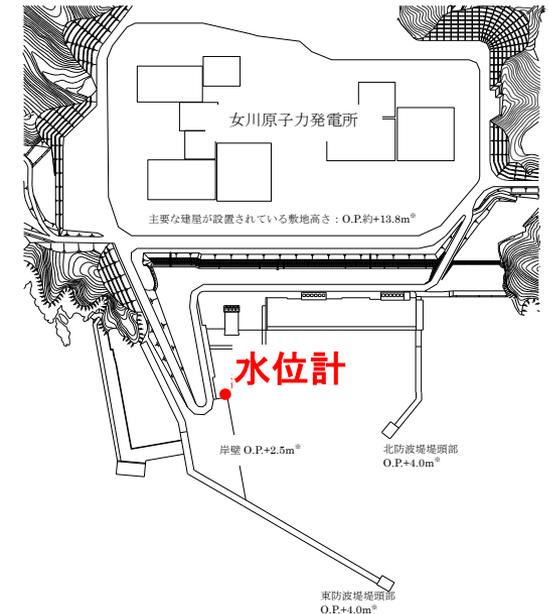
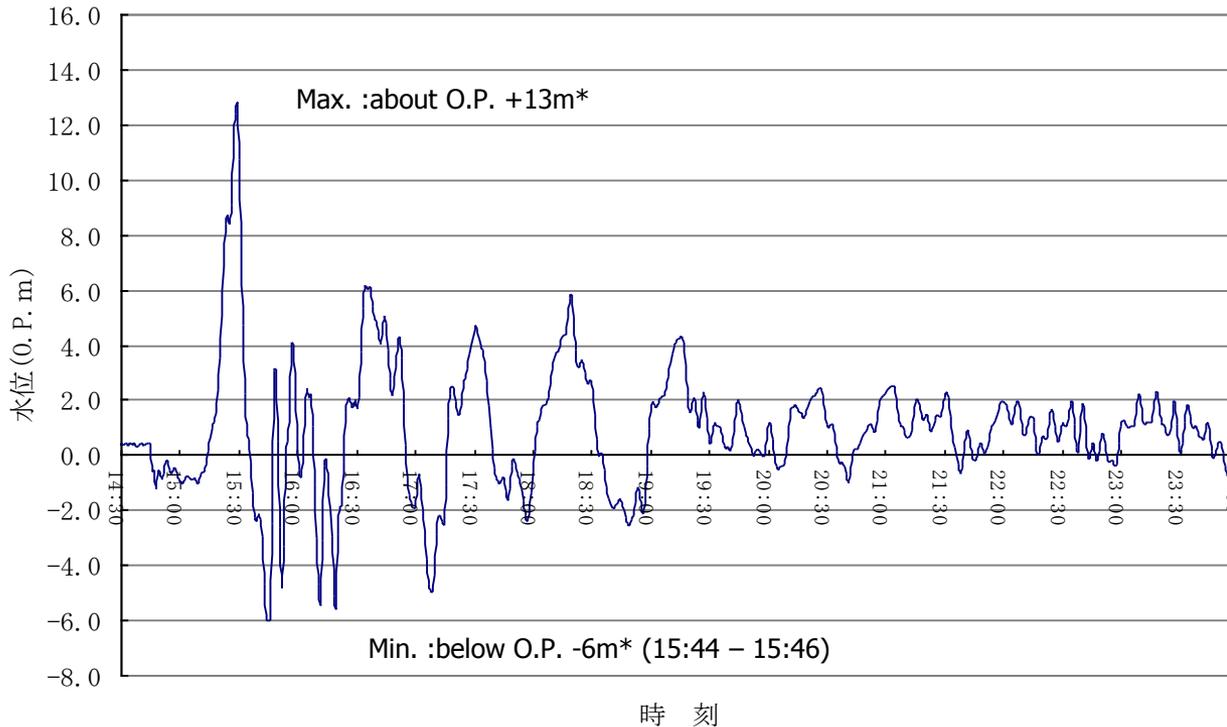
⇒『止める, 冷やす, 閉じ込める』が健全に機能



女川原子力発電所で観測された津波

2011年3月11日に観測された津波

女川原子力発電所の水位計による最高水位は、O.P.+13m



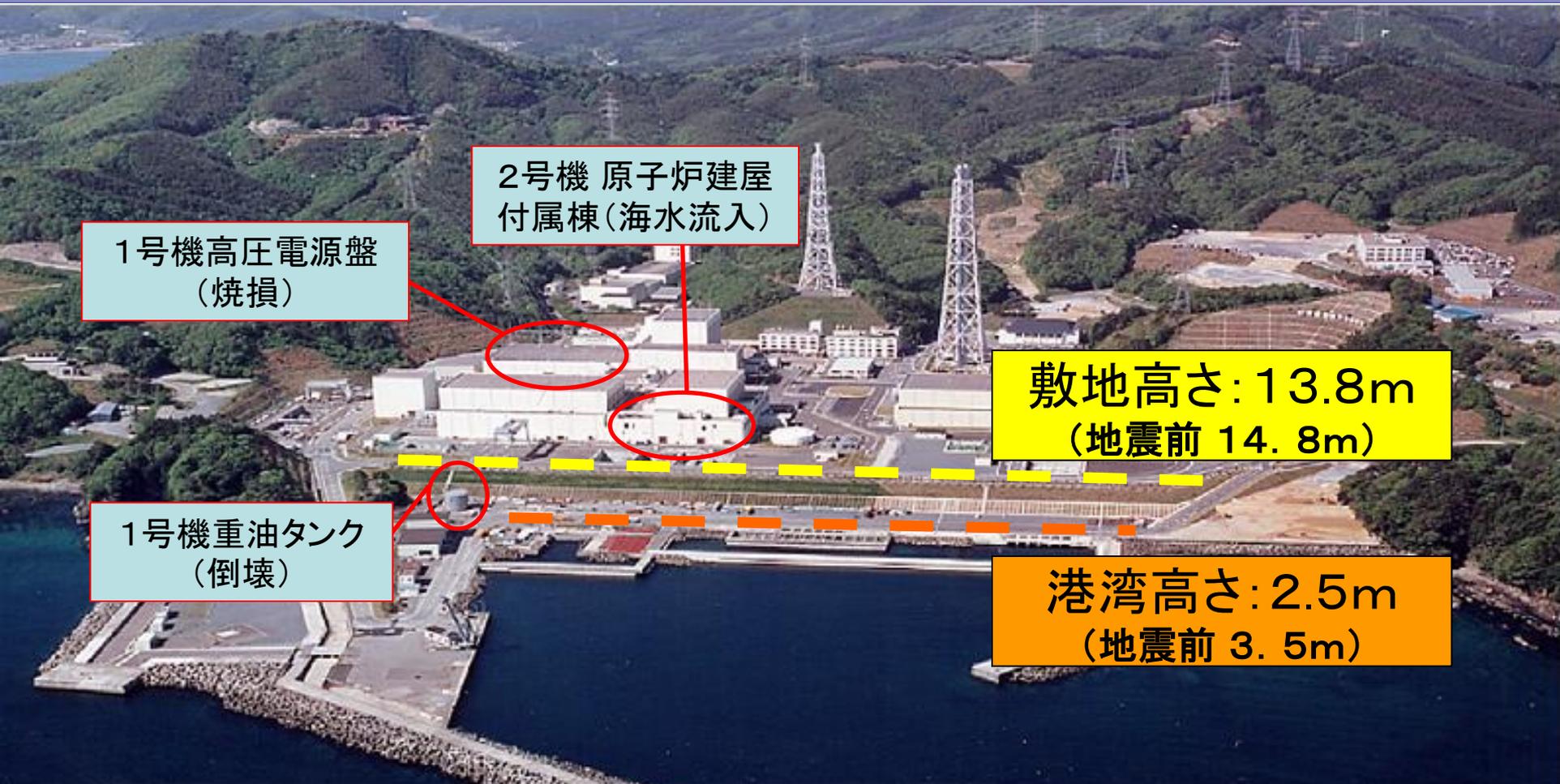
女川原子力発電所で観測された津波の時刻暦波形

水位計位置

O.P. : 女川工事標準, 東京湾標準(T.P.)-0.74m



女川原子力発電所の地震・津波による主な被害状況(1)



1号機高圧電源盤
(焼損)

2号機 原子炉建屋
付属棟(海水流入)

敷地高さ: 13.8m
(地震前 14.8m)

1号機重油タンク
(倒壊)

港湾高さ: 2.5m
(地震前 3.5m)

津波高さ: 約13m

津波最大波到達時刻: 15時29分

(地震発生から43分後)



女川原子力発電所の地震・津波による主な被害状況(2)

発電所港湾部(海拔3.5m)の浸水

←津波到達約2時間後



発電所港湾部(17:24 津波第一波到達後約2時間)



同じアングルの写真→
(通常時)



女川原子力発電所の地震・津波による主な被害状況(3)

機器点検用作業建屋(港湾部)

約13m



電動機点検建屋

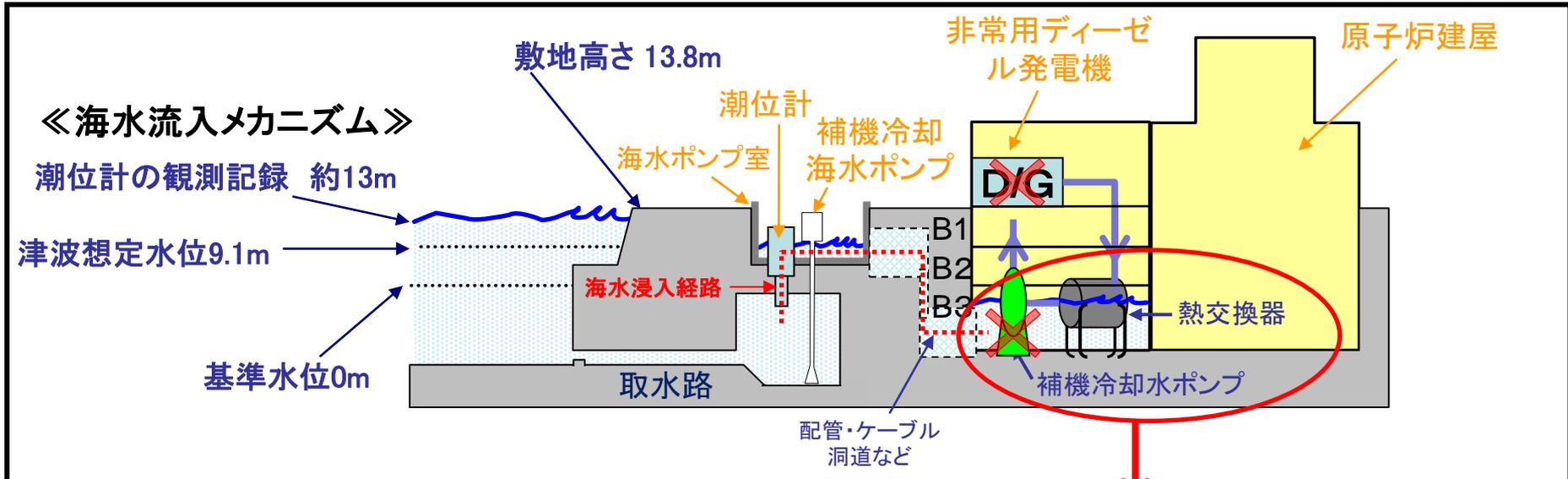


津波が天井付近まで押し寄せ、引いていったにも関わらず、壁の損傷は少ない。

津波の上昇・下降速度は1m/分程度

女川原子力発電所の地震・津波による主な被害状況(4)

女川原子力発電所 2号機 原子炉建屋付属棟への海水流入



海水流入源となった海水ポンプ室内潮位計への閉止板取り付け



高さ約2.5m
まで浸水

仮設ポンプ8台
で海水の汲み
上げを実施

非常用発電機を冷やす設備(熱交換器)が浸水



2. 新規制基準の要求事項について

新規制基準の要求事項

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(抜粋)

第二章 設計基準対象施設

(津波による損傷の防止)

第五条 設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波(以下「基準津波」という。)に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

第三章 重大事故等対処施設

(津波による損傷の防止)

第四十条 重大事故等対処施設は、基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。



新規制基準の要求事項

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の解釈（別記3抜粋）

第5条の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。

- 一 Sクラスに属する施設の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させないこと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。
- 二 取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止すること。
- 三 上記の前二号に規定するものの他、Sクラスに属する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。
- 四 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止すること。そのため、非常用海水冷却系については、基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持でき、かつ冷却に必要な海水が確保できる設計であること。
- 五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。
- 六 地震による敷地の隆起・沈降、地震（本震及び余震）による影響、津波の繰り返しの襲来による影響及び津波による二次的な影響（洗掘、砂移動及び漂流物等）を考慮すること。
- 七 津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに非常用海水冷却系の評価に当たっては、入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施すること。
また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合、想定される地震の震源モデルから算定される、敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施すること。



原子力発電所の津波高さ と 敷地高さ (例)

原子力発電所の敷地高さ, 津波高さおよび防護対策 (1 / 2)

サイト	敷地高さ	津波高さ	防護対策
泊	10 m	13.24m	防潮堤 (16.5m), 取水路浸水防止
大間	12 m	6.3 m	防潮壁 (15m), 建屋浸水防止
東通	13 m	11.7 m	防潮堤 (16m), 建屋浸水防止
女川	13.8m	23.1 m	防潮堤 (29m), ピット浸水防止
柏崎	12 m / 5 m	7.6 m	防潮堤 (15m), 建屋浸水防止
志賀	11 m	7.1 m	防潮堤 (15m), 建屋浸水防止
東海第二	8 m	17.2 m	防潮堤 (20m), ピット浸水防止
浜岡	6 m	21.1 m	防潮堤 (22m), 建屋浸水防止

注: 各発電所の新規制基準適合性審査等において示している敷地高さ, 津波高さおよび防護対策の一例を記載。
各発電所における評価基準点や評価場所(敷地前面, 取水位置等)は異なる。



原子力発電所の敷地高さ と津波高さ(例)

原子力発電所の敷地高さ, 津波高さおよび防護対策(2/2)

サイト	敷地高さ	津波高さ	防護対策
敦賀	7 m	4.38m	防潮堤 (7m) , ピット浸水防止
美浜	3.5m	5.0 m	防潮堤 (6m) , ピット浸水防止
大飯	9.7m	8.8 m	防護壁 (8m) , 止水壁 (9m)
高浜	3.5m	6.7 m	防潮壁 (8.5m) , 取水路防潮ゲート
島根	8.5m	9.5 m	防潮堤 (15m) , ピット浸水防止
伊方	10 m	8.7 m	ピット浸水防止
玄海	11 m	7 m	ピット浸水防止
川内	13 m	7 m	防護壁 (15m) , ピット浸水防止

注: 各発電所の新規制基準適合性審査等において示している敷地高さ, 津波高さおよび防護対策の一例を記載。
各発電所における評価基準点や評価場所(敷地前面, 取水位置等)は異なる。



3. 原子力発電所の津波防護対策について

女川原子力発電所の防潮堤(1)

防潮堤完成予想図(かさ上げ後)

- 工事開始
2013年5月29日
- 完了時期
2017年4月(予定)



鋼管式鉛直壁
延長:約680m

防潮堤全長:約800m

セメント改良土による堤防
延長:約120m



女川原子力発電所の防潮堤(2)



2012年9月撮影



2014年3月撮影



2014年11月撮影



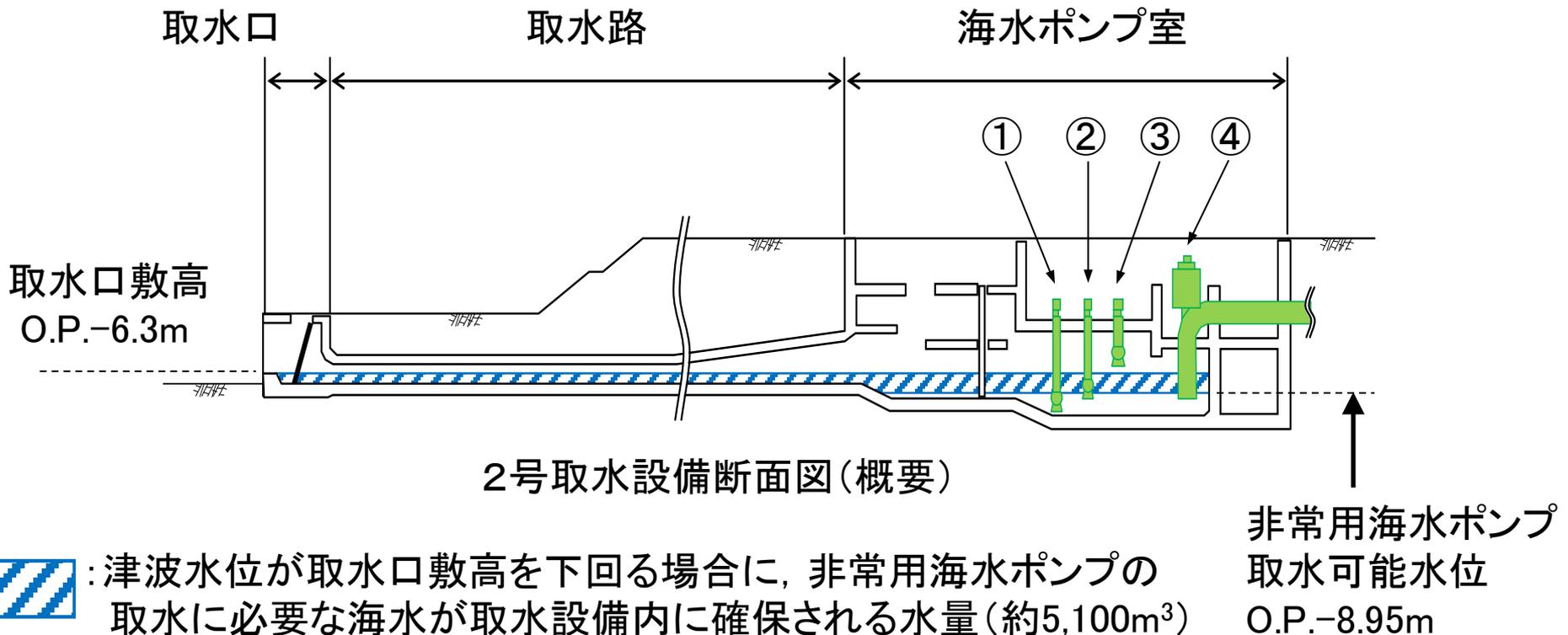
2015年8月撮影



引き波時の取水確保対策

非常用海水ポンプの取水確保

- ①: 原子炉補機冷却海水ポンプ
- ②: 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ
- ③: タービン補機冷却海水ポンプ
- ④: 循環水ポンプ



原子力発電所における津波防護対策(例)

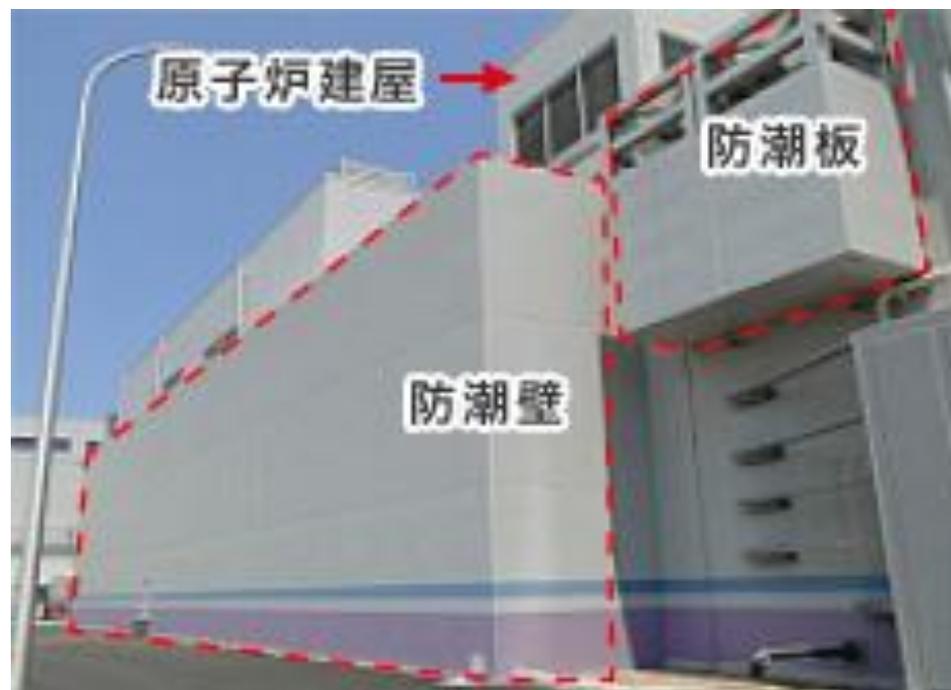
津波防護対策の例(各社HPより)



高浜発電所:防潮ゲートの設置



泊発電所:水密扉の設置



柏崎刈羽原子力発電所:防潮壁, 防潮板の設置