



中部電力

資料3

## 浜岡原子力発電所の 津波対策の状況について



平成23年10月20日

中部電力株式会社

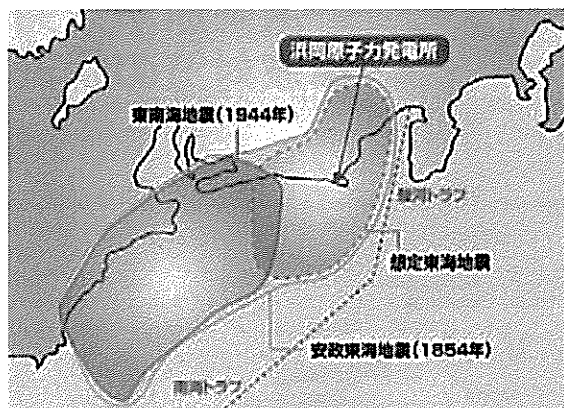


### 1. 地震・津波への取り組みについて

# 浜岡原子力発電所の耐震安全性について



破壊領域	A	B	C	D	E
AD 1600年	1498年 明応地震				
	↓ 107年				
	1605年 慶長地震		1605年 慶長地震		
	↓ 102年				
	1707年 宝永地震				
	↓ 147年				
	1854年 安政南海地震		1854年 安政東海地震		
	↓ 60年				
2000年	1844年 南海地震		1844年 東南海地震		
	↓ 自由地 約100年				



- 南海トラフ沿いでは100年から150年程度の間隔でマグニチュード8クラスのプレート間地震が発生しており、地震の発生状況がよく知られています。
- 東海地震が想定されている地域で浜岡原子力発電所を運営している当社としては、常に最新の知見を反映し、耐震安全性の確認や地震対策を実施してきました。
- 現在は、地域のみなさまにより安心していただけるよう、目標地震動(岩盤上で約1,000ガル)を自主的に設定し、3~5号機の安全上重要な施設に対して耐震裕度向上工事を実施しました。

## 浜岡原子力発電所における耐震評価の取り組み(1)



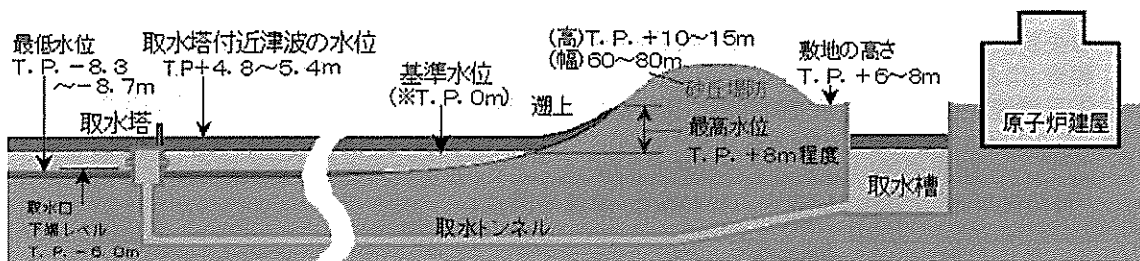
時期	耐震評価等の概要			地震動レベル (最大加速度)
昭和45年5月 (1号機 設置許可)  (昭和47年9月 2号機 設置変更許可)	設計用地震動	対象地震	・1096年 永長地震 ・1498年 明応地震 ・1854年 安政東海地震 等を考慮	300ガル
		地震の選定	上記地震を踏まえ、遠州灘沖合にM8.2の地震を想定	
		地震動評価	経験式等複数の手法により岩盤での地震動を推定	
	安全余裕検討用 地震動	設計用地震動の1.5倍		450ガル
昭和53年9月	◆耐震設計審査指針制定			
昭和54年5月	◆中央防災会議が想定東海地震の断層モデルを公表			
昭和53年12月 (3号機 設置変更許可)  (昭和61年11月 4号機 設置変更許可 平成9年4月 5号機 設置変更許可)	基準地震動S1	対象地震	・1096年 永長地震 ・1707年 宝永地震 ・1854年 安政東海地震 ・想定東海地震 等を考慮	450ガル
		地震の選定	安政東海地震(M8.4)、想定東海地震(M8.0)を震源域内の地震として選定	
	基準地震動S2	地震動評価	①震害調査、②断層モデルにより岩盤の地震動を推定	600ガル
		地震の選定	地震地体構造から想定される限界的な地震(M8.5)を震源域内の地震として選定	
	地震動評価	①震害調査、②断層モデルにより岩盤の地震動を推定		
昭和55年12月	・3号機の安全審査にあわせ、1、2号機についてS1、S2による耐震安全性評価を実施 ・資源エネルギー庁が結果を確認し、耐震安全性は確保されていると評価			

# 浜岡原子力発電所における耐震評価の取り組み(2)

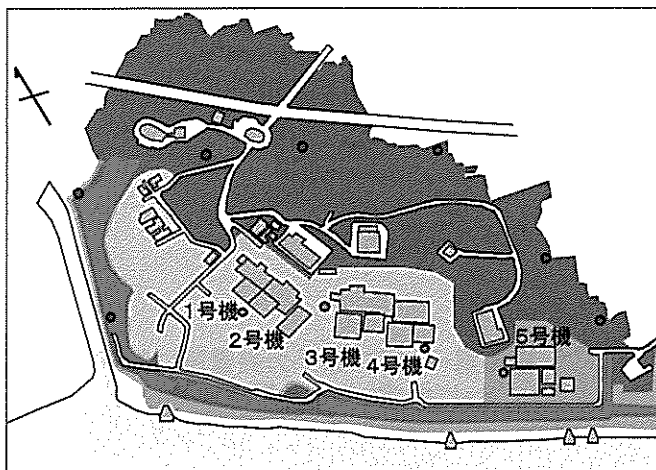


時期	耐震評価等の概要	地震動レベル (最大加速度)	
平成7年1月17日	◆兵庫県南部地震 発生 ・1、2号機についてS1、S2による耐震安全性評価を再度実施 ・資源エネルギー庁が耐震設計審査指針の策定前に設計された全原子力発電所の結果を確認し、耐震安全性は確保されていると評価		
平成13年12月	◆中央防災会議が想定東海地震の断層モデルを「矩形」から「なす型」に見直し ・中央防災会議で見直された想定東海地震の地震動は長周期帯(周期0.8秒付近)を除き浜岡の基準地震動S1を下回っていることを確認 ・念のため、1号機原子炉建屋の地震応答解析を実施し、耐震安全上問題ないことを確認	395ガル	
平成17年1月	耐震設計審査指針改訂の動向を踏まえ、自主的に目標地震動を設定し、耐震上の余裕を高めるための工事実施を決定、公表	約1000ガル	
平成18年9月	◆耐震設計審査指針改訂		
平成19年1月～ (3～5号機 耐震安全性評価)	基準地震動Ss	800ガル	
	検討用地震		プレート間地震として以下の地震を考慮 ・想定東海地震(MB. 0) ・想定東海・南海地震(MB. 3) ・想定東海・東南海・南海地震(MB. 7)
	不確かさの考慮		仮想的なアスペリティの配置を考慮 等
	地震動評価	応答スペクトルに基づく手法と断層モデルを用いた手法	
耐震安全性評価	耐震安全上重要な施設の評価		
平成19年7月16日	◆新潟県中越沖地震 発生 ・免震構造の事務棟の建設や初動対応に必要なアクセス道路の改良等を実施		
平成21年8月11日	◆駿河湾の地震 発生 ・5号増幅を暫定的に反映した地震動に対し、耐震設計上重要な施設の機能維持を確認		

# 浜岡原子力発電所の津波に対する安全性について



※ T. P. : 東京湾平均海面



砂丘堤防は、消波ブロックや植栽などで、高さも幅もある堤防の役目をしており、津波を防護する機能を有しています。

砂丘堤防に関する耐震バックチェック審議では、地震時の健全性評価、砂移動など津波影響を考慮した健全性評価を実施しています。

凡例	
	敷地高T. P. +8mのエリア
	敷地高T. P. +6mのエリア
	発電所背面の山T. P. +20m以上
	T. P. +12m以上の砂丘堤防等
	T. P. +10m以上の砂丘堤防、背面の山等
	T. P. +5m以上の砂丘堤防等

# 浜岡原子力発電所における津波評価の経緯



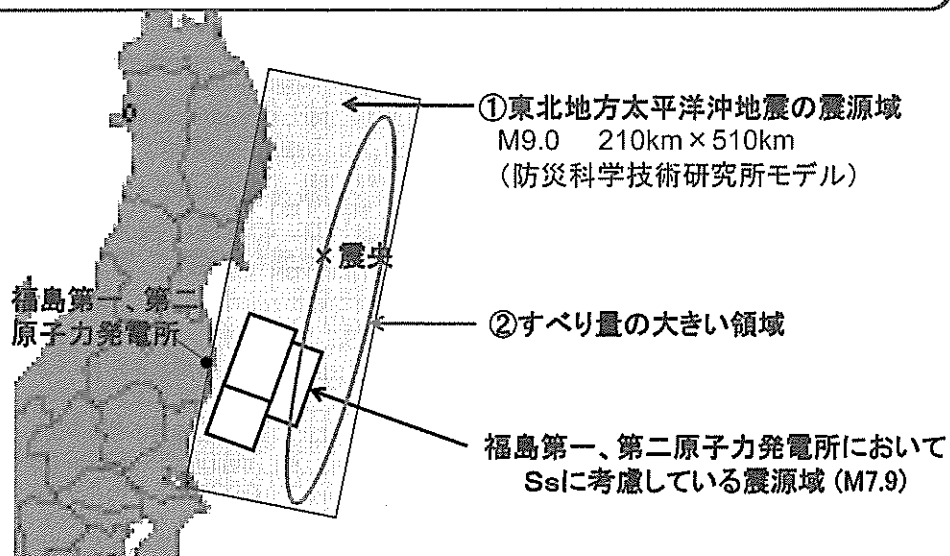
時期	津波評価等の概要	浜岡発電所における津波高さ
昭和45年5月 (1号機 設置許可) 昭和47年9月 2号機 設置変更許可	<ul style="list-style-type: none"> <li>御前崎検潮所の最高潮位がT.P.+1.98m(昭和35年のチリ地震時)であることを確認</li> <li>安政東海地震時に、相良、榛原のあたりで約5m程度の津波が押し寄せたという記録があることを確認</li> </ul>	
昭和53年12月 (3号機 設置変更許可) 昭和61年11月 4号機 設置変更許可 平成9年4月 5号機 設置変更許可	<ul style="list-style-type: none"> <li>宝永地震や安政東海地震等の古文書、過去の観測記録およびシミュレーション解析(安政東海地震の矩形モデル)等からの推定</li> <li>余裕をみた水位上昇を踏まえ、腰部防水扉を設置</li> </ul>	T.P.+6m
平成13年12月	<ul style="list-style-type: none"> <li>中央防災会議が想定東海地震の断層モデルを「矩形」から「なす型」に見直し</li> <li>中央防災会議のモデル見直しを踏まえた津波評価を実施</li> </ul>	T.P.+6.8m
平成14年2月	<ul style="list-style-type: none"> <li>土木学会が報告書「原子力発電所の津波評価技術」をとりまとめ</li> <li>土木学会の報告書を踏まえた津波評価を実施(矩形モデルを用いたパラメータスタディ)</li> </ul>	T.P.+6.8m
平成18年9月	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐震設計審査指針改訂</li> <li>新たに「地震随伴事象」として、津波によって、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと</li> </ul>	
平成19年1月～ (3～5号機 耐震安全性評価)	<ul style="list-style-type: none"> <li>安政東海地震の震源モデルである東海・東南海地震について不確かさを考慮して評価</li> <li>基準地震動Ssに対する砂丘の健全性を確認</li> <li>津波に伴う砂移動、漂流物(船舶、流木等)の影響を評価し、砂丘の健全性を確認</li> </ul>	T.P.+8.3m
平成23年7月 (津波対策の強化策を公表)	<ul style="list-style-type: none"> <li>東海・東南海・南海の3連動地震に対して、日向灘沖および南海トラフ沿いに波源域を広げて、仮想的にM9規模の津波モデルを作成して評価</li> </ul>	T.P.+10m程度

# 東北地方太平洋沖地震(M9.0)津波の特徴



中央防災会議の「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」によれば、

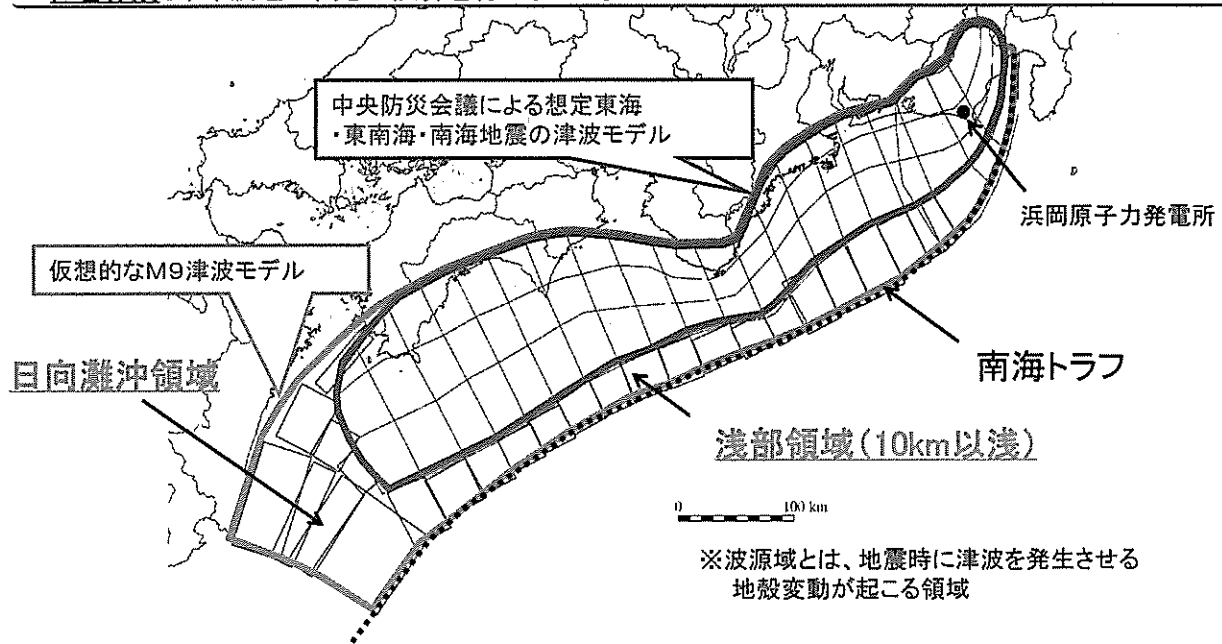
- ①三陸沖から茨城県沖までの非常に広い範囲で連動したことで、地震のエネルギーを表すマグニチュード(M)が、9.0まで大きくなり、
- ②プレート境界の浅い部分のすべりが大きかったことで、非常に大きな津波を発生させた可能性があるとされています。(いわゆる「津波地震」)



# 浜岡原子力発電所での仮想的M9津波モデル



- ◆東北地方太平洋沖地震の津波発生メカニズムは、今後さらに調査分析がなされるところです。
- ◆想定を上回る津波により発生した福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、東海・東南海・南海の3連動地震に対して、日向灘沖および南海トラフ沿いに波源域※を広げて、仮想的にM9規模の津波モデルを作成し、津波遡上高さの試算を行いました。



© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved 9

## 津波の数値シミュレーション(計算条件)



項目	計算条件
計算領域	・九州南岸から房総半島に至る約1000km×1000kmの領域
格子分割サイズ	・沖合での最大6400mから3200, 1600, 800, 400, 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.25mと1/2ずつ徐々に細かい格子間隔を設定
計算時間間隔	・0.25秒
基礎方程式	・非線形長波(浅水理論)の連続式および運動方程式
初期条件	・Mansinha and Smylie(1971)の方法により計算
沖側境界条件	・自由透過条件
陸側境界条件	・敷地周辺(6.25m~50m格子領域)は、小谷ほか(1998)の遡上境界条件 ・上記以外の領域は、陸上に向かう津波に対して完全反射条件、引き津波については海底露出を考慮
海底摩擦係数	・マンニングの粗度係数 $n=0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$ (土木学会(2002)より)
水平渦動粘性係数	・ $10\text{m}^2/\text{s}$ (土木学会(2002)より)
計算対象現象時間	・地震発生後3時間

© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved 10

## 仮想的M9津波モデルによる試算



◆津波については、  
浜岡原子力発電所での仮想津波遡上高は、T.P.+10m程度



この高さは、発電所前面の砂丘堤防高さ(T.P.+10~15m)を上回るものではありません。

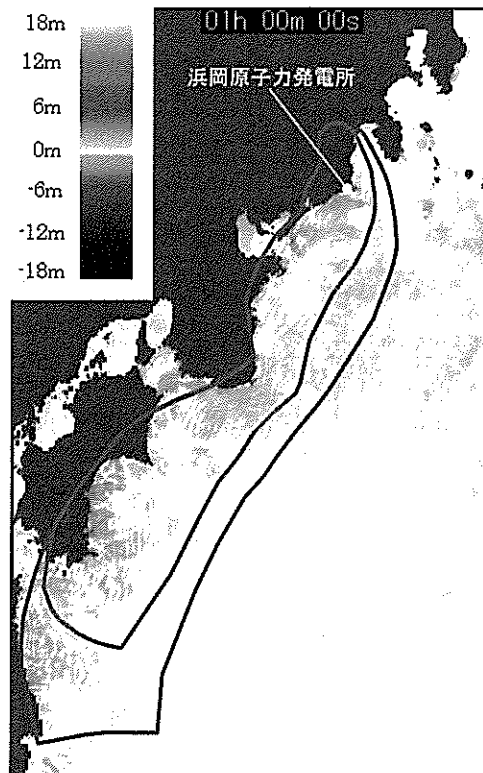
◆耐震性については、

- ①M9の地震の領域のうち遠方の日向灘沖の領域や、短周期の強い揺れを伴わない浅部の領域による敷地への影響は小さいと考えられること。
- ②浜岡原子力発電所では、目標地震動(約1000ガル)を用いて耐震裕度向上工事を行うとともに、基準地震動Ss評価では、東海・東南海・南海の3連動の地震(M8.7)を考慮し、それに余裕を見込んでいること。

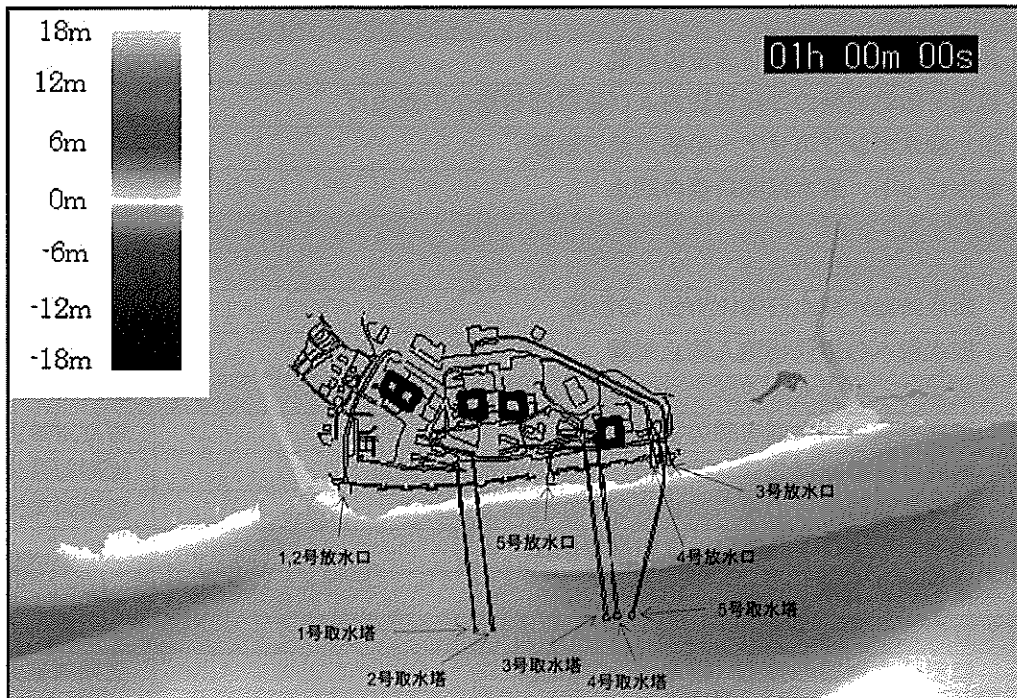
以上のことから、耐震安全性は確保できるものと考えています。

◆現在、中央防災会議の検討などが行われているところであり、今後新たな知見に対し、適切に対応していきます。

## 津波の数値シミュレーション (津波伝播の様子:広域)



# 津波の数値シミュレーション (津波伝播の様子:敷地周辺)



## 2. 津波対策工事の状況について

## 津波対策(1/2)



浸水防止対策1	
発電所敷地海側への防波壁の設置	
発電所敷地前面の砂丘堤防および東側西側盛土の嵩上げ	
海水取水ポンプエリアへの防水壁の設置	
放水ピット、放水路開口部の閉止	
浸水防止対策2	
<海水冷却機能の維持>	
緊急時海水取水設備(EWS)の設置	
取水槽への漂流物流入防止対策	
<建屋内への浸水防止>	
建屋外壁の防水構造扉の信頼性強化	短期対策完了
建屋外壁の給排気口(開口部)からの浸水防止対策	短期対策完了
建屋貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策	短期対策完了
地下配管ダクト点検口、入口扉等閉止	
建物構造強化	
<機器室内への浸水防止>	
建屋排水対策の強化(排水ポンプ設置)	短期対策完了
水密扉の追加設置、補強	
機器室貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策	

© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved. 15

## 津波対策(2/2)



緊急時対策の強化	
<注水設備対策「高圧注水機能の多様化」>	
高圧注水系を運転可能とするための機器冷却の代替確保	
<注水設備対策「水源・供給方法の多様化・供給ライン耐震信頼性向上」>	
可搬式動力ポンプの確保	対策完了
取水源の多様化(新野川からの取水)	短期対策完了
水源の多様化(水タンクの増設、試掘立坑の水源化)	
補給水系等の耐震強化、注水配管の追設	
<除熱設備対策「格納容器ベントシステムの強化」>	
格納容器ベント弁操作用窒素ポンプの設置	対策完了
格納容器ベントの遠隔操作化	
<除熱設備対策「最終ヒートシンクのための予備品確保」>	
原子炉機器冷却海水系(RCWS)、原子炉機器冷却水系(RCCW)、余熱除去系(RHR)ポンプおよび電動機の予備品確保	
仮設水中ポンプの確保(RCWSポンプの代替)	
<電源設備対策「電源の多様化と信頼性向上」>	
非常用交流電源装置(ガスタービン発電機)の高台設置	
災害対策用発電機の建屋屋上への追設	対策完了
予備蓄電池の確保	
電源盤及び配電盤の上層階又は高台への設置	
<その他>	
ブルドーザー等の重機を配備	対策完了
緊急時用資機材倉庫の高台設置	

© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved. 16



## 津波対策工事の対応スケジュールについて



■当社ホームページ内に専用のコンテンツを開設し、津波対策工事の概要(防波壁設置・EWS設置等)や、工事の進捗状況等をお知らせしています。

### ●主な対策工事の対応スケジュール

	2011年度				2012年度			
	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
浸水防止対策1								
防波壁の設置 等	調査・準備工事		本体準備工事・本体工事(基礎・壁工事)					
浸水防止対策2								
緊急時海水取水設備(EWS)の設置 等			EWS設置および漂流物流入防止対策工事等					
緊急時対策の強化				高台整備				
ガスタービン発電機の高台設置 等	ガスタービン手配等		ガスタービン発電機・燃料タンク高台設置工事等					
その他								
5号機受電回路増設(外部電源信頼性強化)等			ケーブル布設工事・配電盤工事等					

© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved. 17

## 防波壁の設置工事スケジュールについて



■当社は、2011年4月5日より浜岡原子力発電所敷地海側への防波壁設置に伴う調査・準備工事として、地盤調査・測量・干渉物移設工事を進めてきましたが、本体準備工事について、9月22日より着手いたしました。

### ●防波壁の設置工事スケジュール

	2011年度				2012年度		
	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月
調査・準備工事	▼4月5日着手(地盤調査・測量・干渉物移設工事等)						
本体準備工事			▼9月22日着手(鋼矢板打設・支障物撤去・地盤改良工事等)				
本体工事					(基礎工事・壁工事等)		

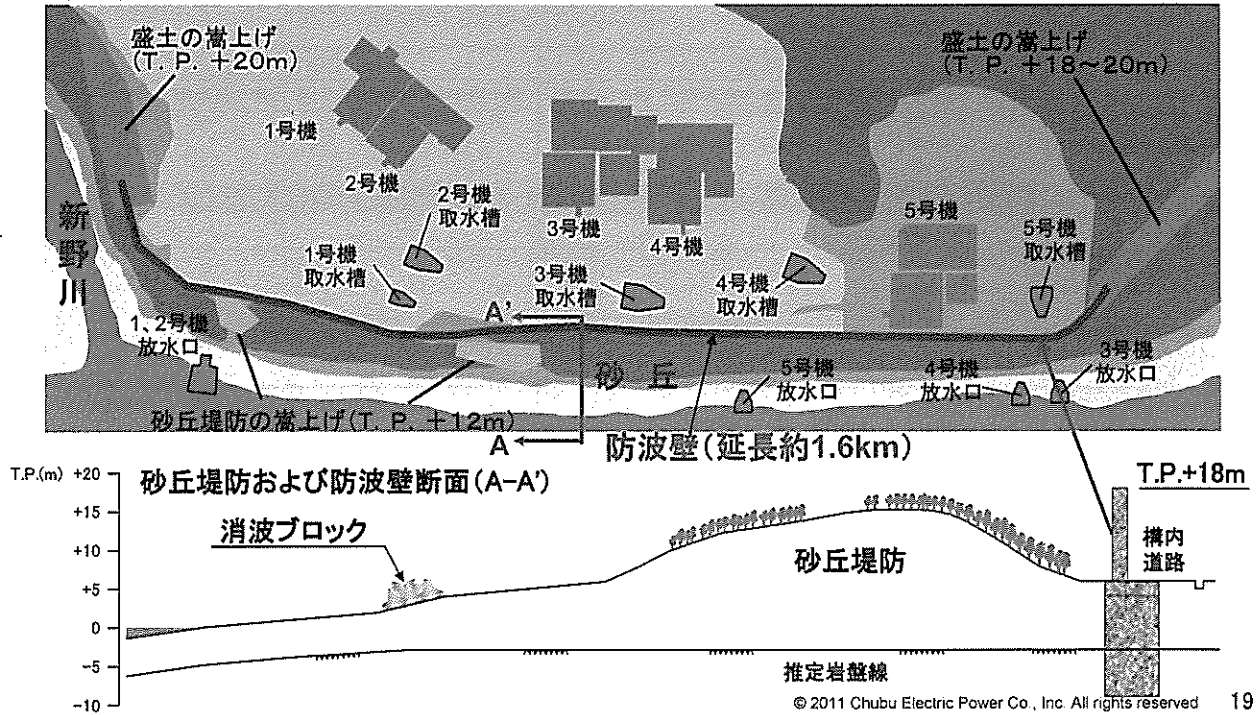
© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved. 18

# 防波壁等の配置状況



①発電所敷地海側へ防波壁の設置 ②発電所敷地前面の砂丘堤防および東側西側盛土の嵩上げ

発電所敷地海側の砂丘堤防背面および側面の一部に高さT.P.+18m、総延長1.6kmの防波壁を設置し、その両端部はT.P.+18～20mの盛土をすることにより、T.P.+20m以上の地山に接続します。これにより敷地前面および側面からの津波の浸入を防ぐとともに、背面への回り込みによる被害も生じないようにします。



# 発電所敷地東側西側盛土の嵩上げ



発電所西側(新野川河口)付近

盛土の嵩上げ ← 防波壁



発電所東側付近

防波壁 ← 盛土の嵩上げ



# 防波壁の構造

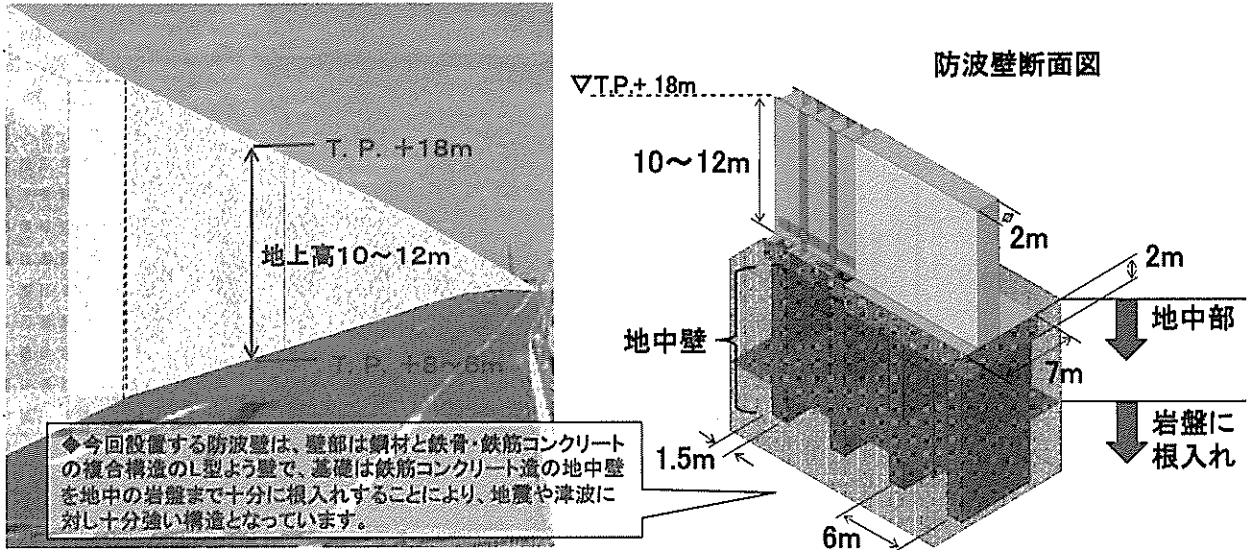
## ①発電所敷地海側への防波壁の設置

◆ 天端高さ： T. P. +18m

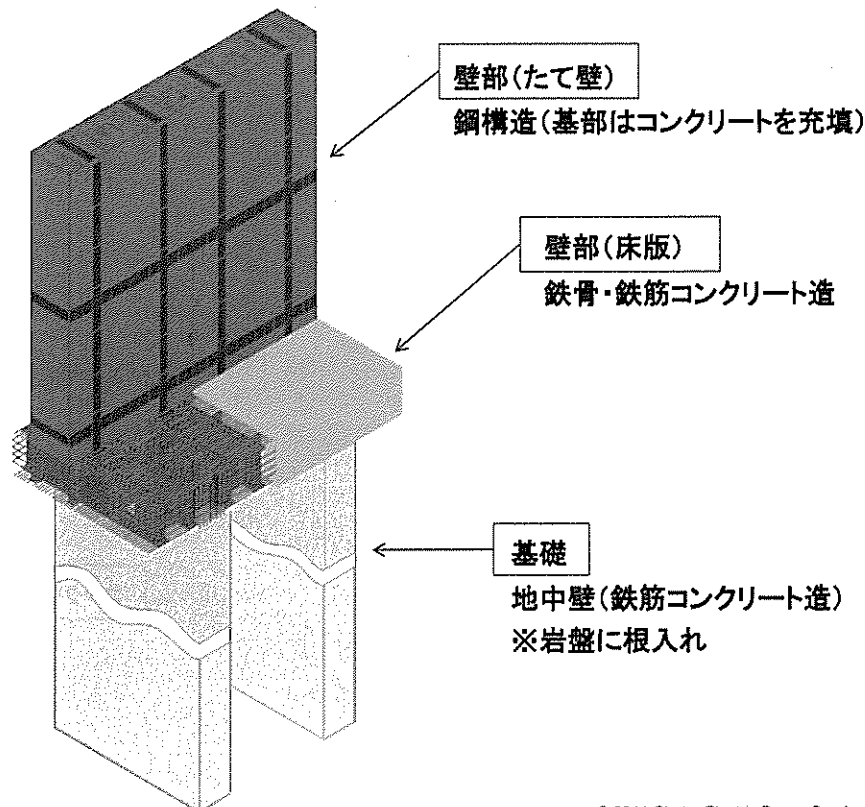
浜岡原子力発電所前面の砂丘堤防高さ(T. P. +10~15m)に、福島第一原子力発電所での津波遡上高(T. P. +15m程度)も考慮し、防波壁の高さをT. P. +18mとします。

◆ 壁部構造： L型よう壁(鋼材と鉄骨・鉄筋コンクリート複合構造)

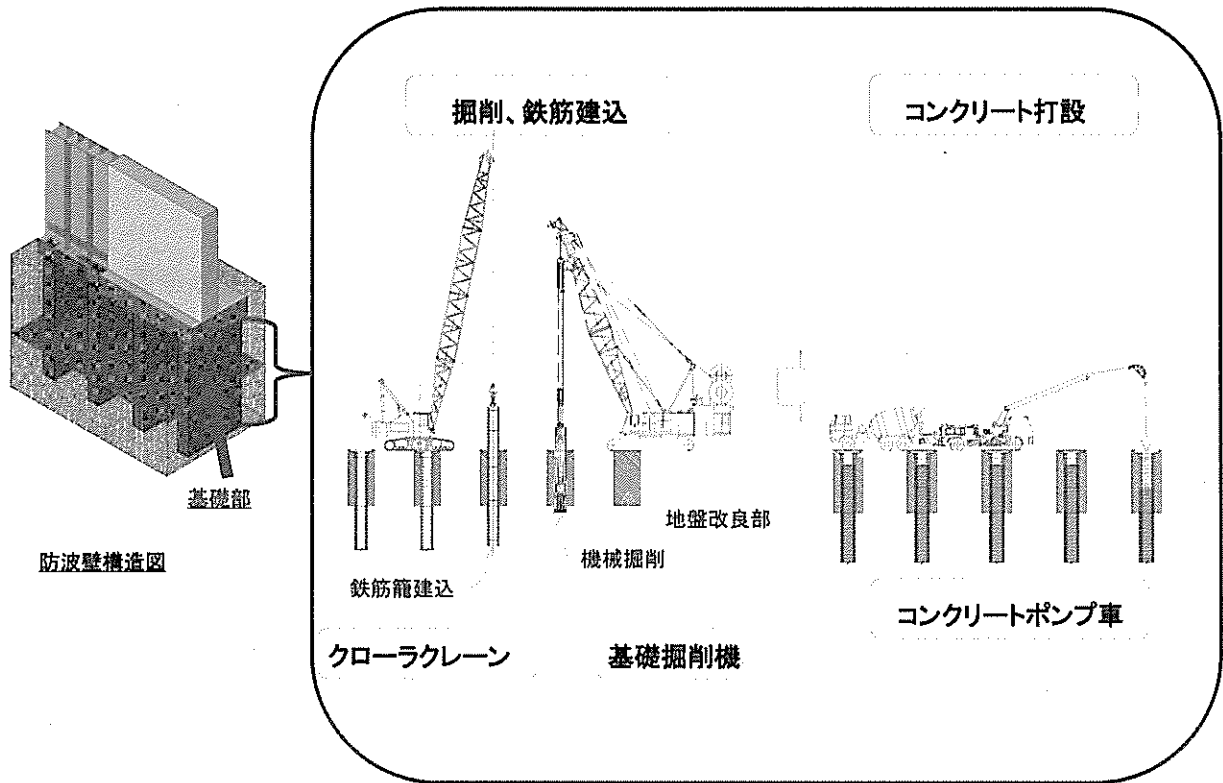
◆ 基礎構造： 地中壁(鉄筋コンクリート造、岩盤に根入れ)



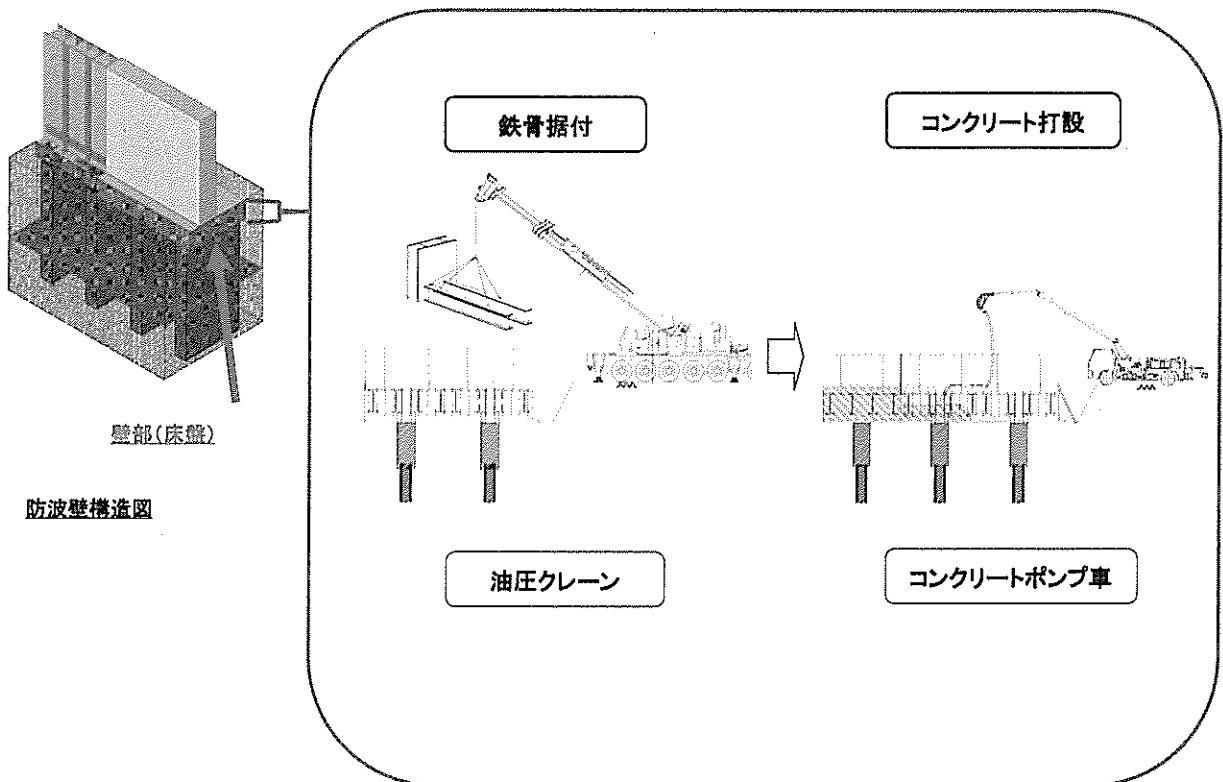
# 防波壁の鳥瞰図

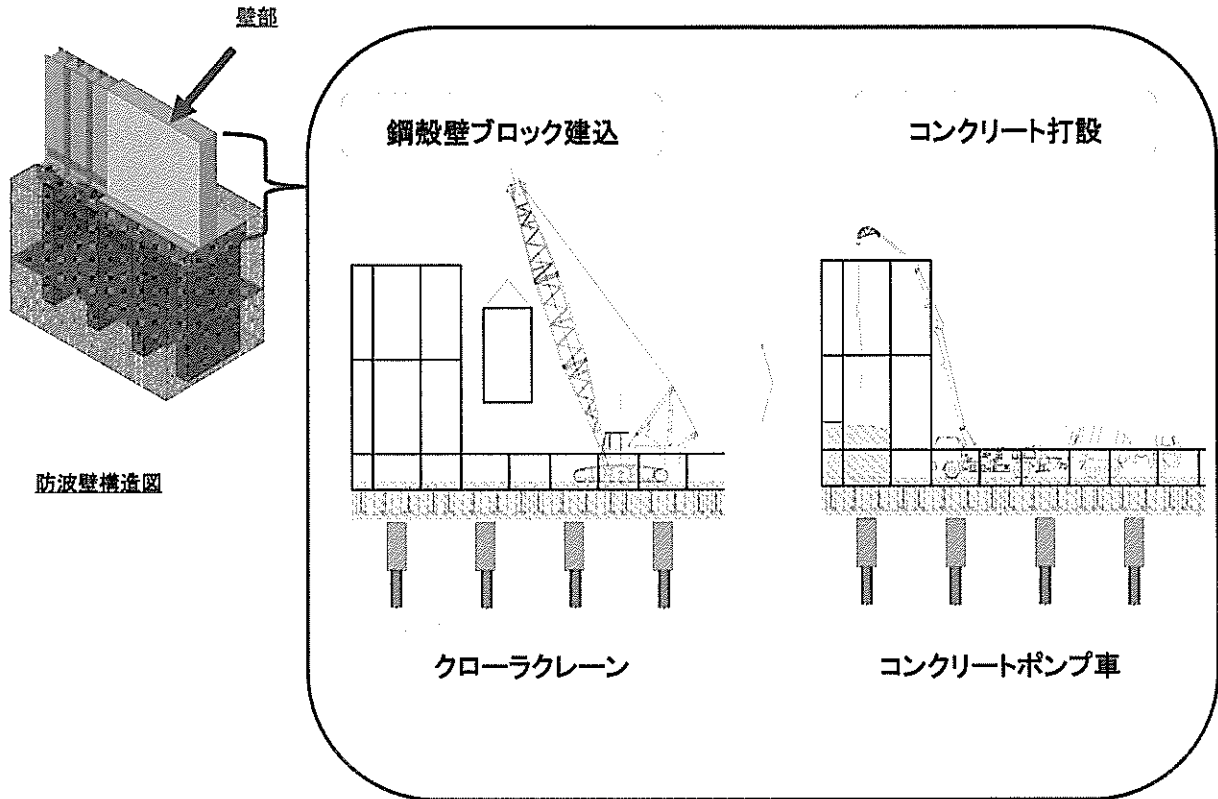


# 防波壁本体工事 基礎部 施工概要



# 防波壁本体工事 壁部(床盤) 施工概要





© 2011 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved. 25

## おわりに

- ◆当社といたしましては、本日ご説明した津波対策工事を2012年12月に完了することを目標に実施し、浜岡原子力発電所の安全性を一層向上させるとともに、丁寧にご説明することで、地元をはじめ社会の皆さまの安心につながるよう、全力で取り組んでまいります。
- ◆今後も福島第一原子力発電所の事故調査や中央防災会議の検討における新たな知見に対し、適切に必要な対策を講じてまいります。

