

駿河湾の地震に関する浜岡原子力発電所の状況

2010年11月23日
中部電力株式会社

本日の報告内容

◆報告概要

- 駿河湾の地震後の設備の健全性評価結果について
- 駿河湾の地震を踏まえた5号機の耐震安全性への影響確認
 - (1) 他号機に比べて5号機の揺れが大きかった要因の分析
 - ・地震観測記録の分析
 - ・地下構造調査に基づく検討
 - (2) 駿河湾の地震を踏まえた想定東海地震等に対する影響確認の検討

駿河湾を震源とする地震の概要



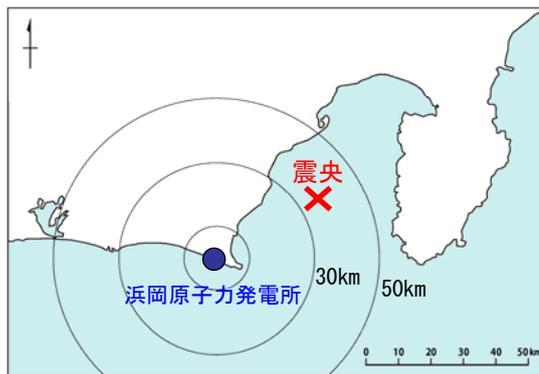
発生日時: 2009年8月11日(火)午前5時07分

地震諸元(気象庁)

地震規模: マグニチュード6.5

震央位置: 北緯34度47.1分, 東経138度29.9分

震源深さ: 23km



浜岡原子力発電所との距離

震央距離: 37.0km

震源距離: 43.5km

地震時の浜岡原子力発電所の状況

4市の震度:

御前崎市、
牧之原市 ……震度6弱

菊川市 ……震度5強

掛川市 ……震度5弱

| 号機 | 1号機 | 2号機 | 3号機 | 4号機 | 5号機 |
|----------------------|---------------|-----|----------------|--------------------|--------------------|
| 運転状況 | 停止中 (運転終了) | | 停止中 (定期検査中) | 調整運転中 ↓ 自動停止 | 営業運転中 ↓ 自動停止 |
| 観測した加速度 [※] | 109ガル | | 147ガル | 163ガル | 426ガル |
| 地震動における自動停止設定値 | — | | 120ガル | | |

※中央制御室で運転員が地震の揺れを確認するための地震計により観測した、原子炉建屋地下2階の加速度

© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

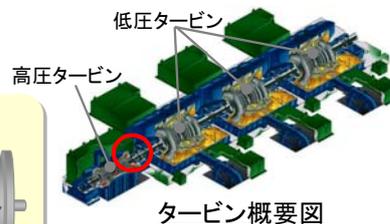
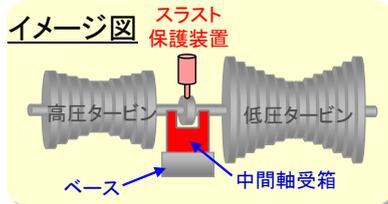
地震発生後の点検等により確認した事象と対応状況



安全機能(止める、冷やす、閉じ込める)に影響を与えた事象 : なし

安定運転(発電)に必要な機能に影響を与えた事象 : 1件

5号機タービンの中間軸受箱の浮き上がりや取付ボルトの緩みなどを確認し、修理を行いました。
(2009年12月21日完了)



その他軽微な事象

| 号機 | 営業運転プラント | | | 廃止措置プラント | |
|------|----------|----|----|----------|----|
| | 3号 | 4号 | 5号 | 1号 | 2号 |
| 件数 | 1 | 7 | 32 | 3 | 4 |
| 対応状況 | 完了 | 完了 | 完了 | 完了 | 完了 |

© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

3, 4号機の営業運転再開



駿河湾の地震発生後、浜岡原子力発電所の設備について、号機毎に「特別な保全計画(※1)」を策定し、設備の点検、健全性確認を実施した後、4号機に続いて3号機の発電を再開しました。

※1 駿河湾の地震に伴い、安全・安定運転に必要な設備の健全性を確認するための点検計画(地震観測記録を用いたプラント健全性の評価を含む)をまとめたもの。

◆営業運転の再開

4号機 → 2009年10月16日 (9月17日 発電再開)
 3号機 → 2009年10月30日 (10月3日 発電再開)

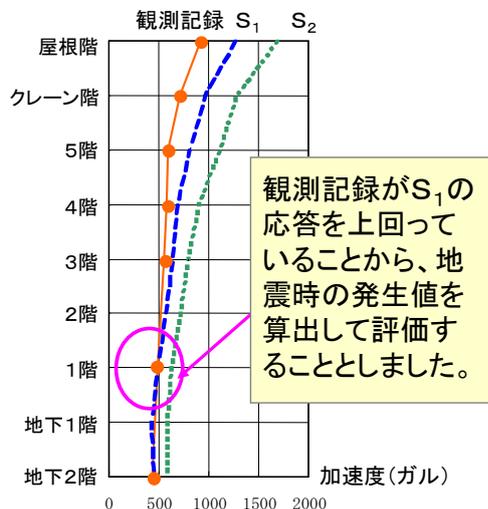
5号機 設備の健全性評価結果について ①



主要な設備(原子炉圧力容器、主蒸気系配管、炉心支持構造物など)は弾性状態にあり、健全性が確保されていることを確認しましたが、一部の観測記録で基準地震動 S_1 による応答加速度を超えていました。

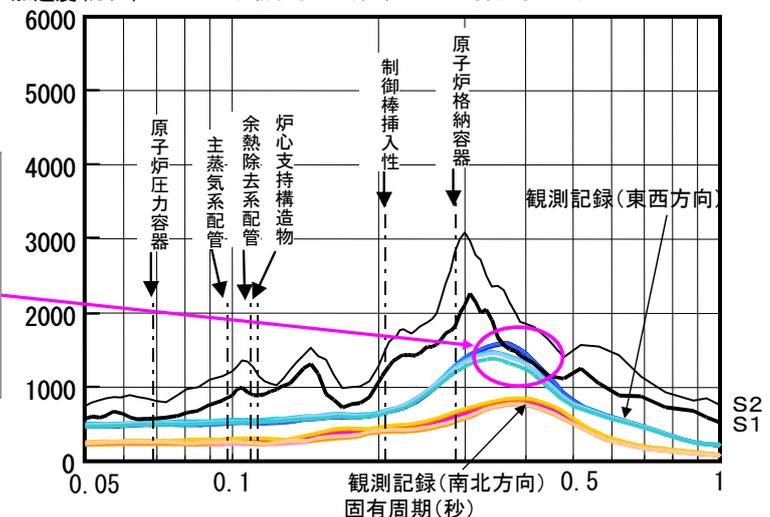
最大加速度(東西方向)の比較

(5号機原子炉建屋の例)



応答値の比較

(5号機原子炉建屋1階床の例)



更に、「地震応答解析による健全性評価」と「設備の点検・評価」を行いました。

◆原子力安全・保安院からの指示と報告の内容(概略)

- ①5号機の耐震設計上重要な設備の地震応答解析による健全性評価
→ 設備の健全性が確保されていることを確認(2009年10月2日報告)
- ②5号機設備の点検・評価
 - ア. タービンの軸方向の揺れについての点検・評価
→ 中間軸受箱等修理完了/基礎ボルト異常なし(2010年3月23日報告)
 - イ. 制御棒の挿入性の点検・評価
→ 地震による影響がないことを確認(2010年3月23日報告)
 - ウ. 燃料集合体への影響に関する点検・評価
→ 健全性を確認(2010年3月23日報告)
 - エ. 建屋を貫通している主蒸気配管および給水配管の点検・評価
→ 健全性を確認(2010年3月23日報告)

これらの評価結果について、「5号機の設備の健全性は維持されているものと判断する」旨、原子力安全・保安院に報告し、原子炉を起動して行う試験の実施について、安全上の問題はないと判断されました。(2010年6月24日)

5号機に関する地元からの要請

静岡県や御前崎市など地元より、当社に対して、以下の要請がなされました。

◆要請の内容

- ①他号機に比べて5号機の揺れが大きかった要因の分析
- ②駿河湾の地震を踏まえた東海地震に対する安全性について国の確認を得ること

地震観測記録の分析結果 ①

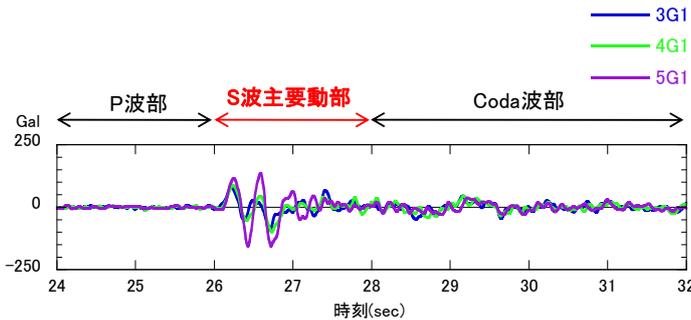


経時特性

号機間における揺れの差は26~28秒付近のS波主要動部に見られ、P波部、Coda波部では揺れの差が顕著ではありませんでした。

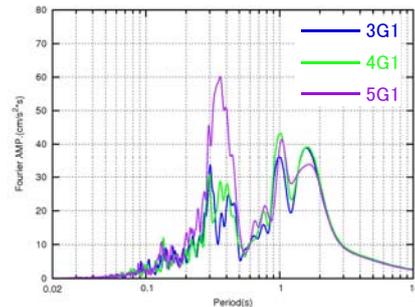
周波数特性

号機間における顕著な揺れの差は周期0.2~0.5秒付近の短周期側に見られ、これより長周期側では号機間の揺れに顕著な差異が見られませんでした。



< Transverse 方向 >

地盤観測点 (G.L.-100m) の加速度時刻歴波形
(3G1、4G1、5G1)



< Transverse 方向 >

地盤観測点 (G.L.-100m) の加速度フーリエスペクトル
(3G1、4G1、5G1)

© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

地震観測記録の分析結果 ②



地震波到来方向毎の増幅特性

地震観測記録に基づき、到来方向毎に号機間の揺れを比較した結果、

駿河湾の地震の方向から到来する

地震波については、

5号機の揺れが**他号機に比べ大きく、**

その他の方向から到来する地震波

については、

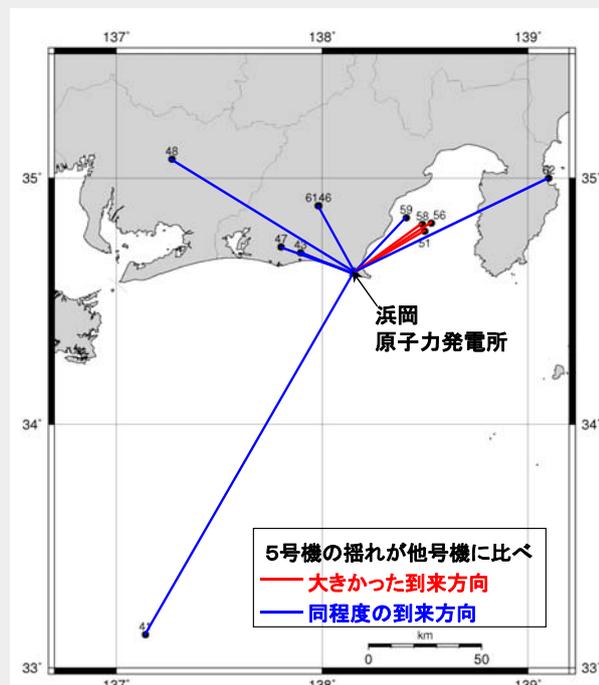
5号機の揺れは**他号機と同程度**でした。

増幅特性の程度(本震時)

最大加速度などを指標とした3号機に対する5号機の増幅特性の比率

< 水平方向 >

- 南北方向 1.4~1.6倍程度
- 東西方向 2.2~2.3倍程度
- 水平平均 1.9倍程度



5号機の揺れが他号機に比べ
— 大きかった到来方向
— 同程度の到来方向

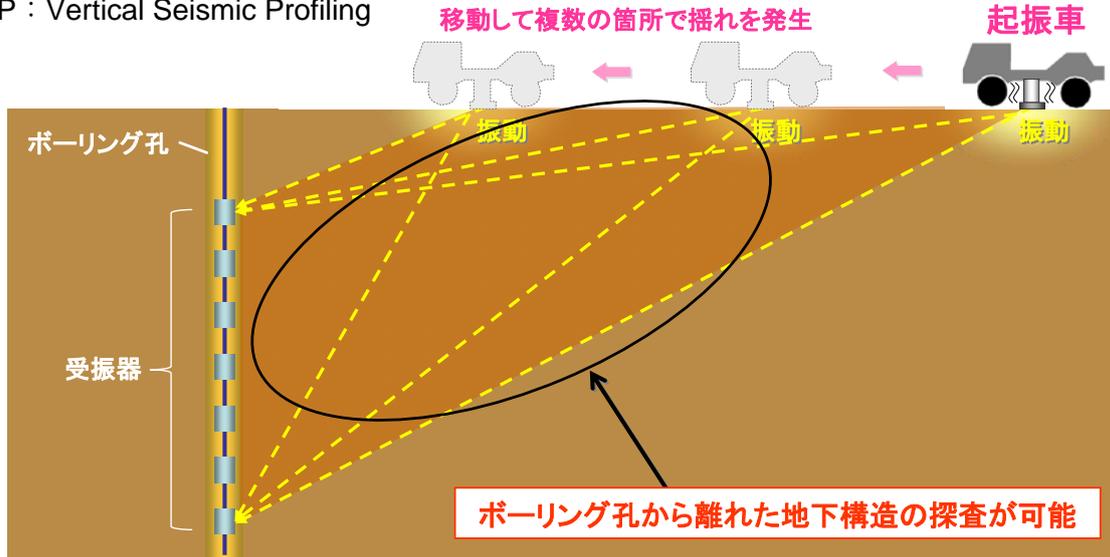
© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

地下構造調査(2009.9~2010.3)のうち オフセットVSP調査



- オフセットVSP調査では、起振車で発生させた振動をボーリング孔内の受振器で観測し、地下の構造(地震波の伝わり方)を探查します。
- 起振車を移動させながら、複数の地点で振動を発生させることにより、ボーリング孔から離れた地下構造を知ることができます。

VSP : Vertical Seismic Profiling

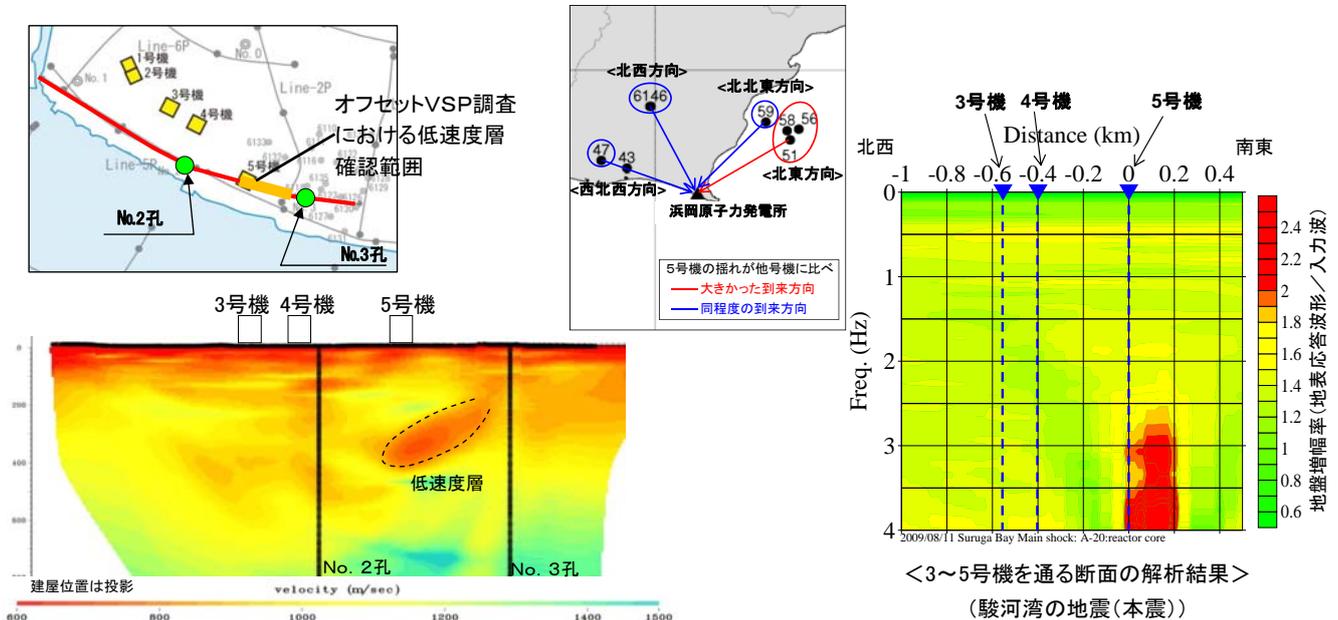


© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

現時点で確認できた事項 (地下構造調査に基づく検討)



- オフセットVSP調査により、5号機の地下200~400m程度に、S波速度が700m/s程度と、周囲の岩盤に比べ3割程度低下している岩盤(低速度層)を確認しました。
- 低速度層を確認できた調査測線は、オフセットVSP調査を実施した1測線のみであるが、地質調査結果に基づく検討より想定した低速度層の分布モデルに基づき解析検討を行った結果、駿河湾の地震(本震)を含め、浜岡原子力発電所周辺で発生した地震(到来方向:4方向)の“観測記録の傾向”を定性的に説明できたことから、5号機増幅の主要因は「低速度層」であると推定しました。



<オフセットVSP調査結果(S波速度構造)>

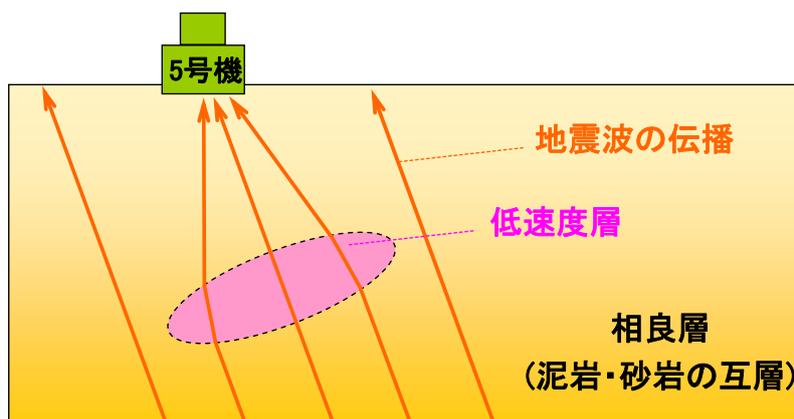
© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

他号機に比べて5号機の揺れが大きかった要因



- 「低速度層」は5号機東側の地下浅部に局所的に分布していると推定しました。
- 解析の結果、駿河湾の地震の本震方向からの揺れについて、5号機東側周辺の揺れに違いがみられることから、「低速度層」が主要因であると推定しました。
- 「低速度層」の分布形状等をより詳細に把握すること等のコメントがありました。(後に、追加調査を行うこととしています。)

【2010年4月27日の合同WGへ報告】



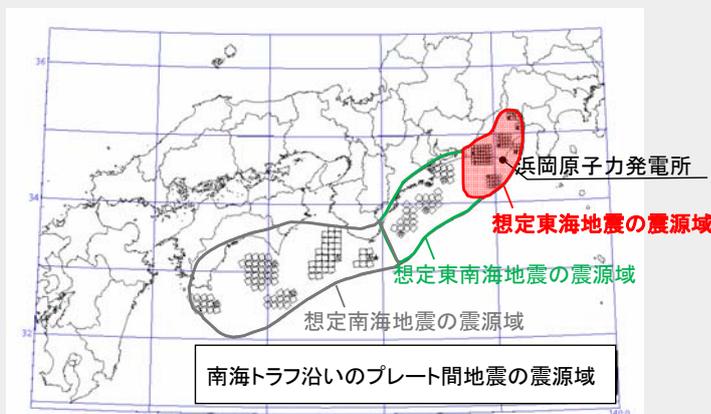
<現時点における5号機増幅のメカニズムの推定>

© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

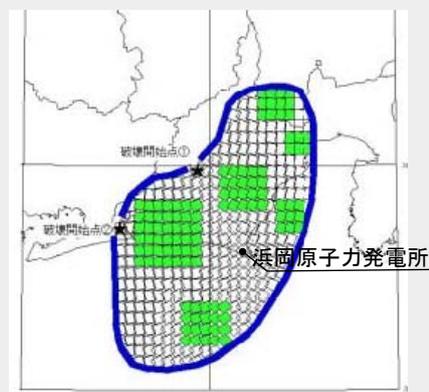
想定東海地震に対する影響確認用地震動の算定 ～国の中央防災会議による震源モデル～



- 地震観測記録の分析結果を踏まえた想定東海地震に対する影響確認用地震動の算定にあたっては、国の中央防災会議による想定東海地震のモデルを用いました。



中央防災会議による
南海トラフ沿いのプレート間地震の震源モデル



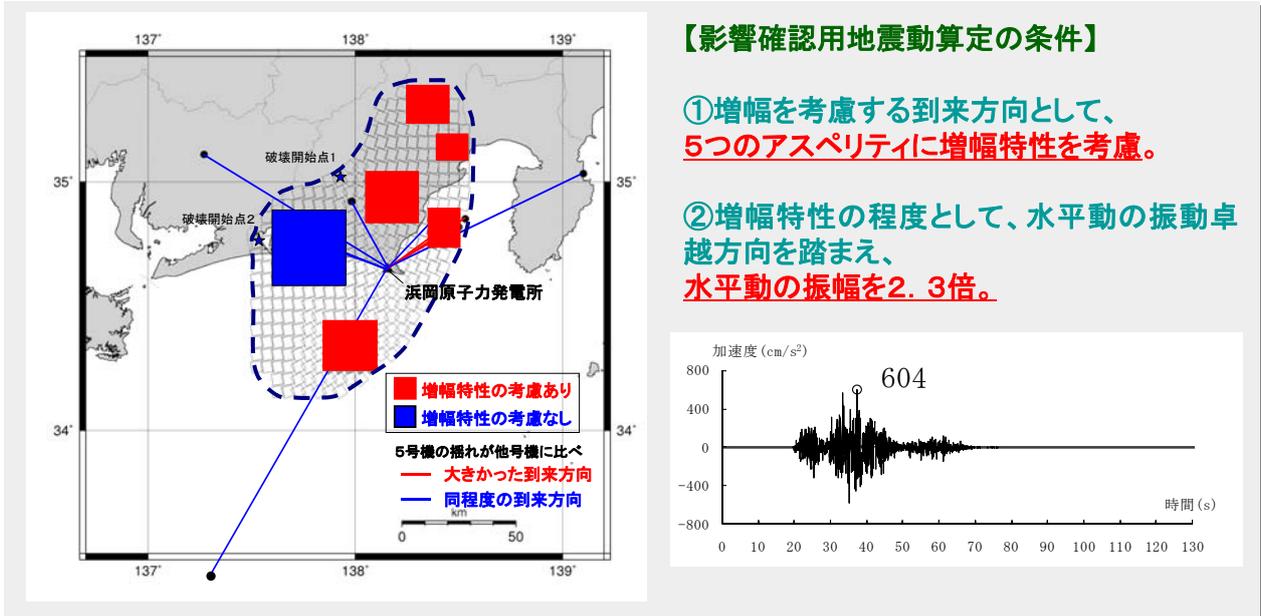
中央防災会議による想定東海地震の震源モデル

© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

地震観測記録の分析結果を踏まえた 想定東海地震に対する影響確認用地震動の算定



地震観測記録の分析結果を安全側に反映した影響確認用地震動を暫定的に算定しました。



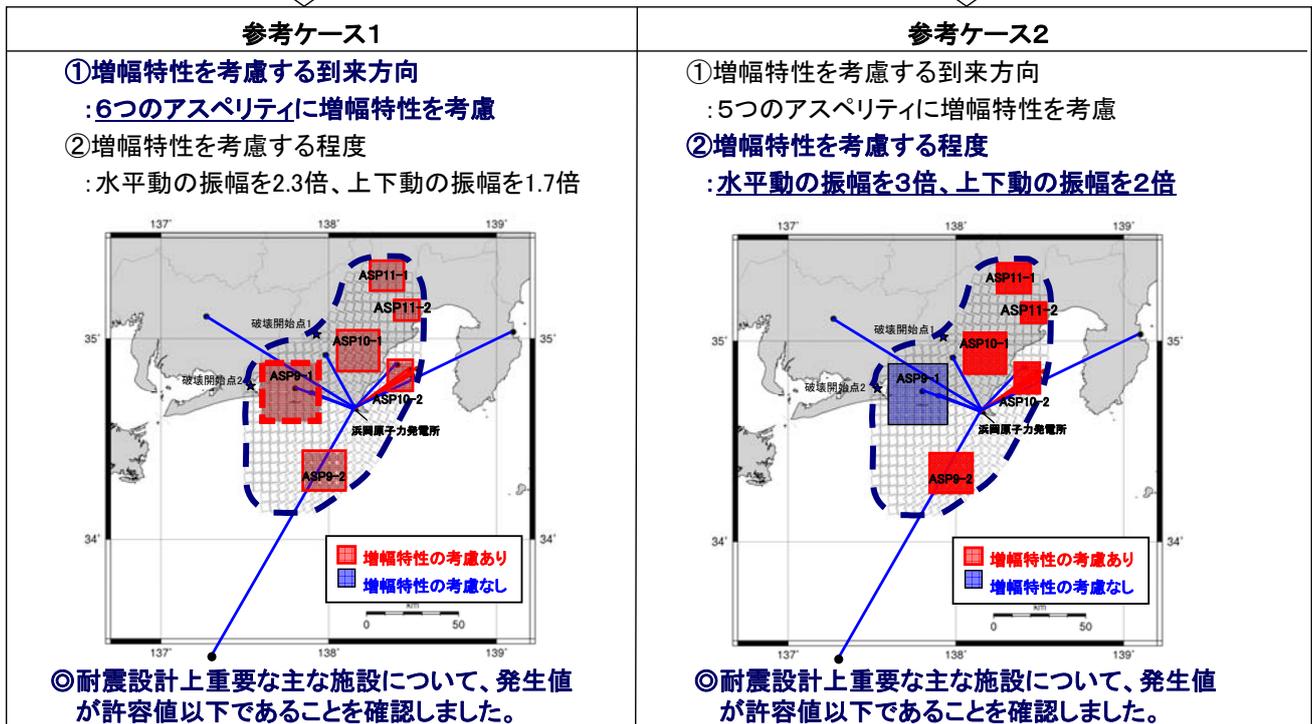
◎耐震設計上重要な主な施設について、発生値が許容値以下であることを確認しました。

参考ケースの検討



全てのアスペリティに増幅特性を考慮した場合

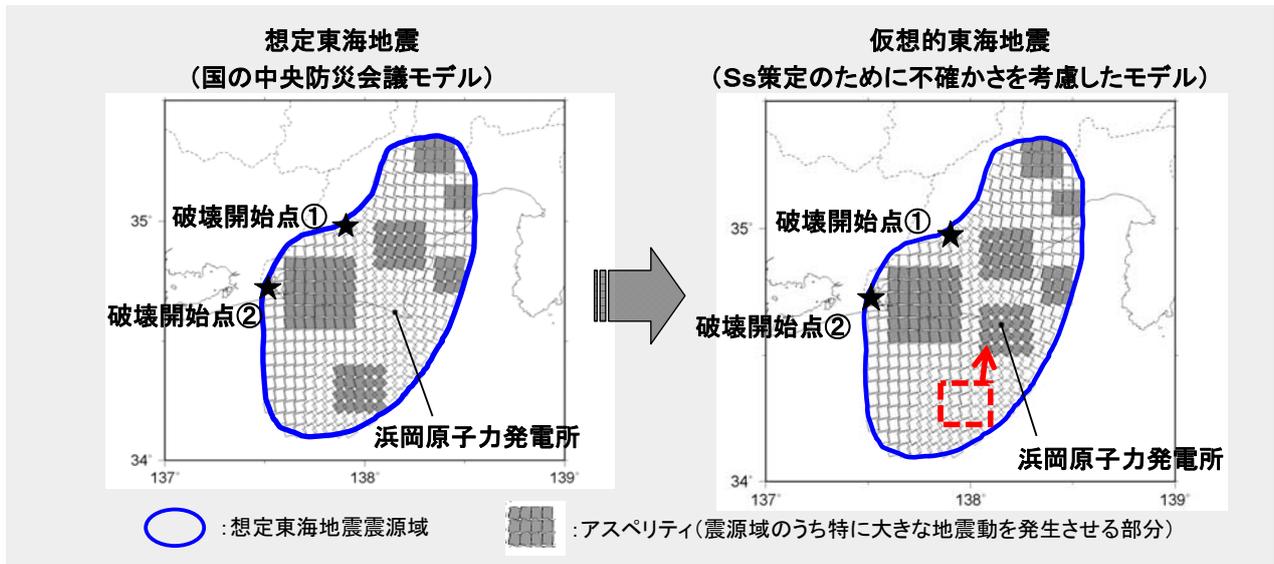
増幅特性の程度を更に考慮した場合



仮想的東海地震に対する検討



新耐震指針に照らした基準地震動 S_s の検討を実施中である状況に鑑み、5号機の耐震安全性に対する説明性の向上の観点から、これまでの耐震バックチェックの検討から浜岡原子力発電所に最も影響を及ぼす震源モデル「仮想的東海地震(アスペリティが発電所直下にあると仮定した地震)」に対して耐震余裕を検討しました。



◎5号機の耐震設計上重要な主な施設の地震力に対する耐震余裕は、仮想的東海地震に対して2.5倍以上あります。仮想的東海地震に駿河湾の地震で見られた顕著な増幅(水平2.3倍)を仮に考慮すると、1454ガルの地震動が算定されますが、これら施設の機能維持に支障がないことを確認しました。

© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

今後の予定



■ 新耐震指針に照らした5号機の耐震バックチェックにつきましては、駿河湾の地震を踏まえた更なる追加調査および地震観測記録に基づく検討等により、

- ・地下構造モデルを作成し、5号機増幅のメカニズムの詳細を把握
- ・駿河湾の地震における反映事項の整理

駿河湾の地震において得られた知見を明確化した上で、基準地震動 S_s の検討を行い、評価を進めて参ります。

■ 5号機の運転再開に際して報告した「駿河湾の地震を踏まえた浜岡5号機の耐震安全性への影響確認」につきましては、地震、地質等の専門家で構成する地震・津波、地質・地盤合同ワーキンググループで、「委員の合意が得られた」としてまとめられました。

今後、建物や機器の専門家で構成する国の構造WGの審議を受けます。

© 2010 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.