

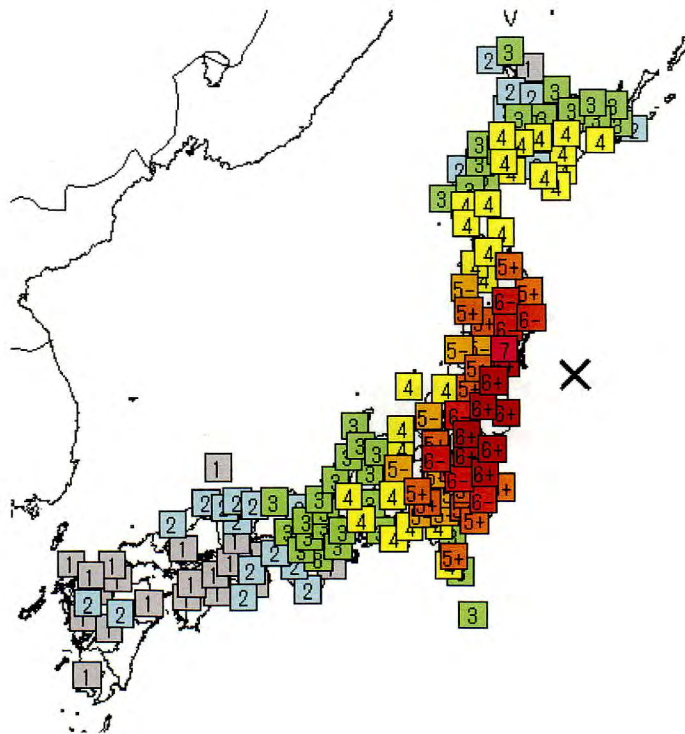
東北地方太平洋沖地震における 東海第二発電所の被災状況 計画について

平成24年2月15日
日本原子力発電(株)

東北地方太平洋沖地震の概要

1. 地震の概要

- ・発生日時：平成23年3月11日14時46分
- ・場 所：三陸沖（牡鹿半島の東南東、約130km付近）
- ・深 さ：約24km
- ・規 模：Mw9.0
- ・主な震度：最大震度7 宮城県栗原市
震度6弱 東海村
震度2 敦賀市

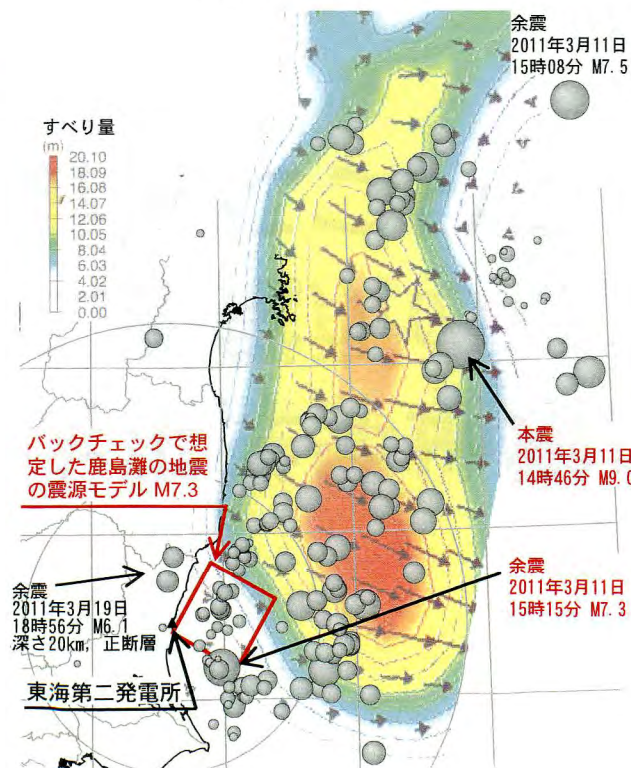


2. 東海第二発電所の状況

3月11日14時46分の本震により「タービン軸受け振動大」により原子炉停止。

原子炉建屋地下2階基礎版上端 (EL-4m) では、NS方向 214ガル、EW方向 225ガル（水平方向ベクトル合成値：262ガル）、UD方向 189ガルの最大加速度を記録

同日15時15分に発生した余震については、原子炉建屋基礎版上端では、NS方向 64ガル、EW方向 76ガル、UD方向 74ガルの最大加速度を記録



<参考>

スクラム地震計設置値

- ・水平 基礎版上端：250ガル、EL14m：300ガル
- ・上下 基礎版上端：120ガル

・20世紀以降の主な大地震

<世 界>

1. 1960年チリ地震 (Mw9.5)
2. 1964年アラスカ地震 (Mw9.2)
3. 2004年スマトラ沖地震 (Mw9.1)

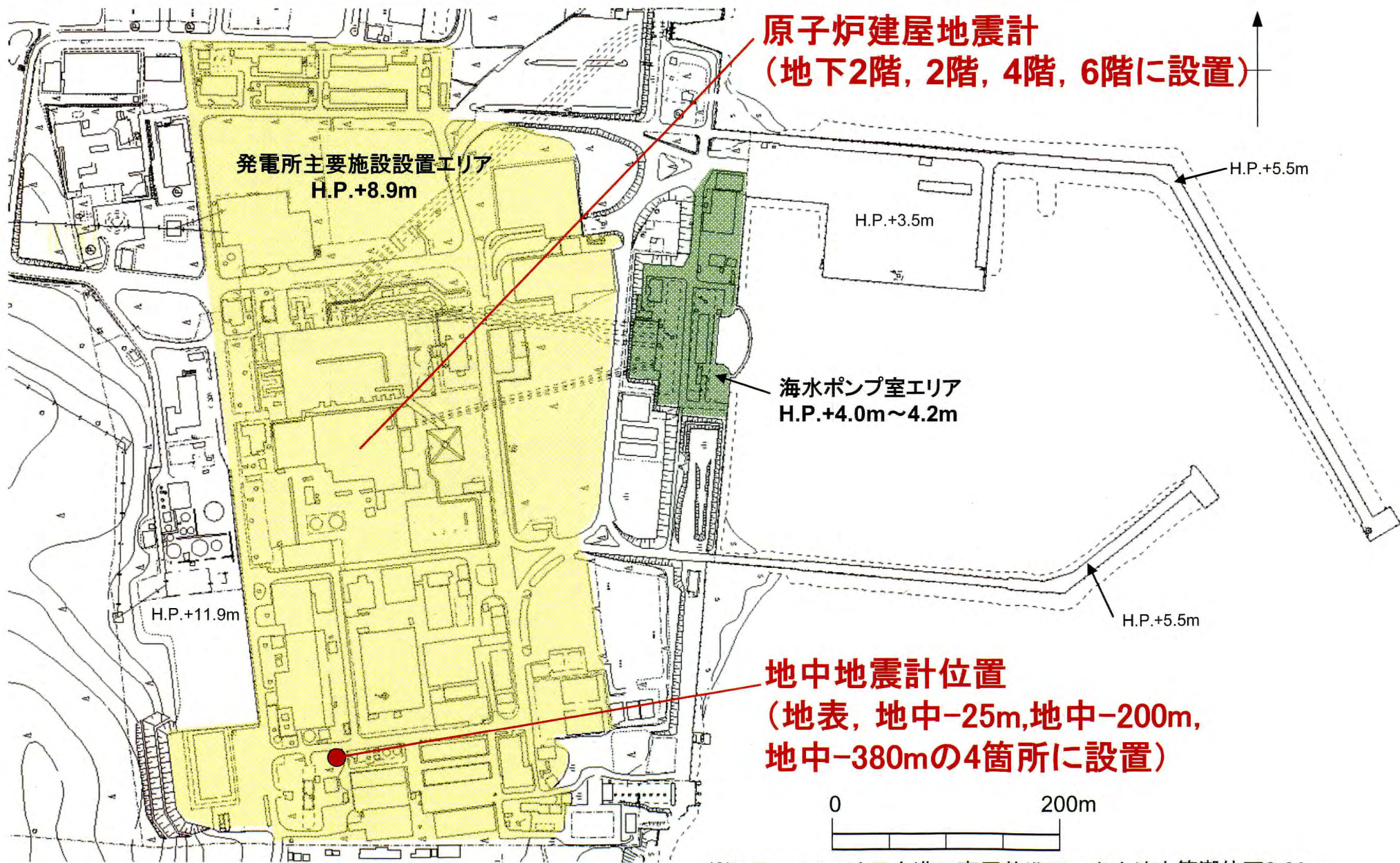
<日 本>

1. 1933年三陸沖地震 (Mw8.4)
2. 1994年北海道東方沖地震 (Mw8.3)
3. 1958年択捉島沖地震 (Mw8.3)

東海第二発電所

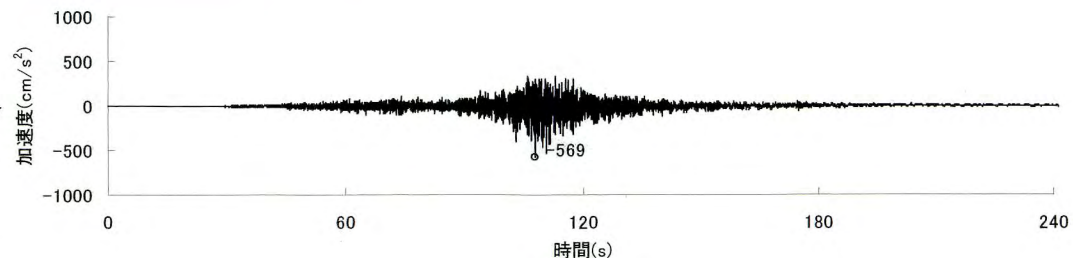
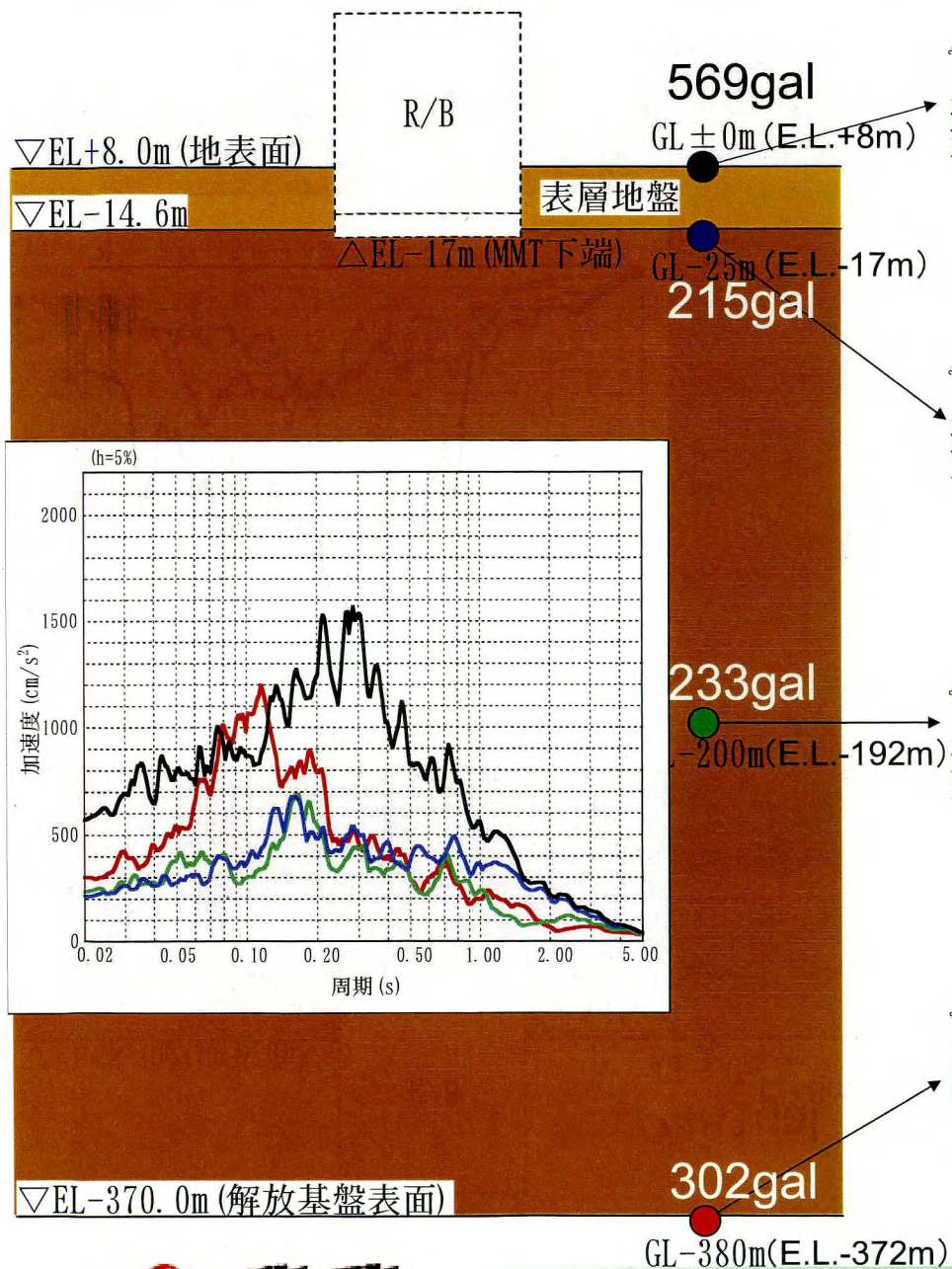


東海第二発電所 敷地レベル及び地震計設置位置

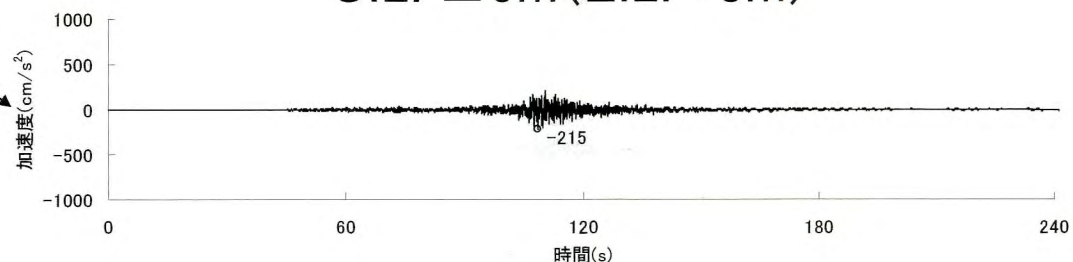


※H.P.±0.0mは日立港工事用基準面で東京湾中等潮位下0.89m

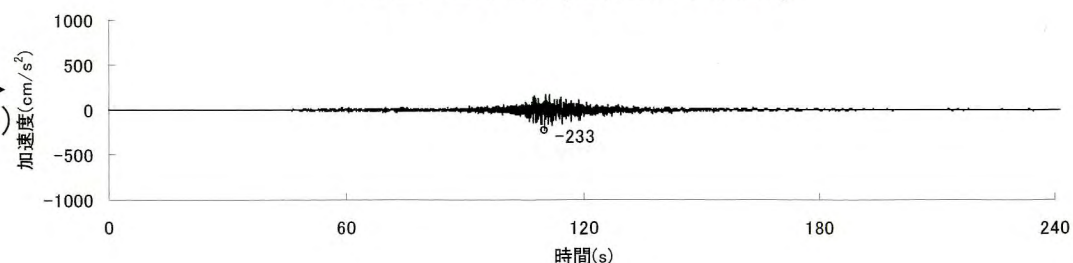
東海第二発電所の地盤観測記録(NS方向)



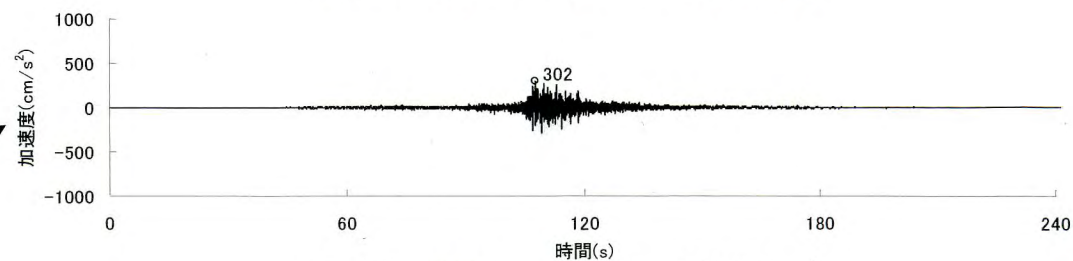
G.L. ±0m (E.L. +8m)



G.L.-25m (E.L.-17m)

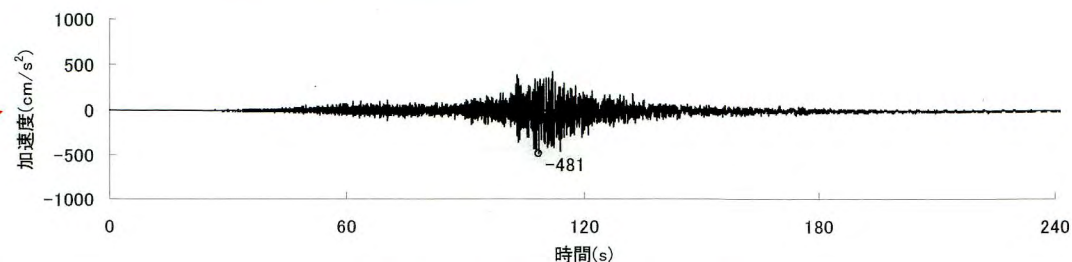
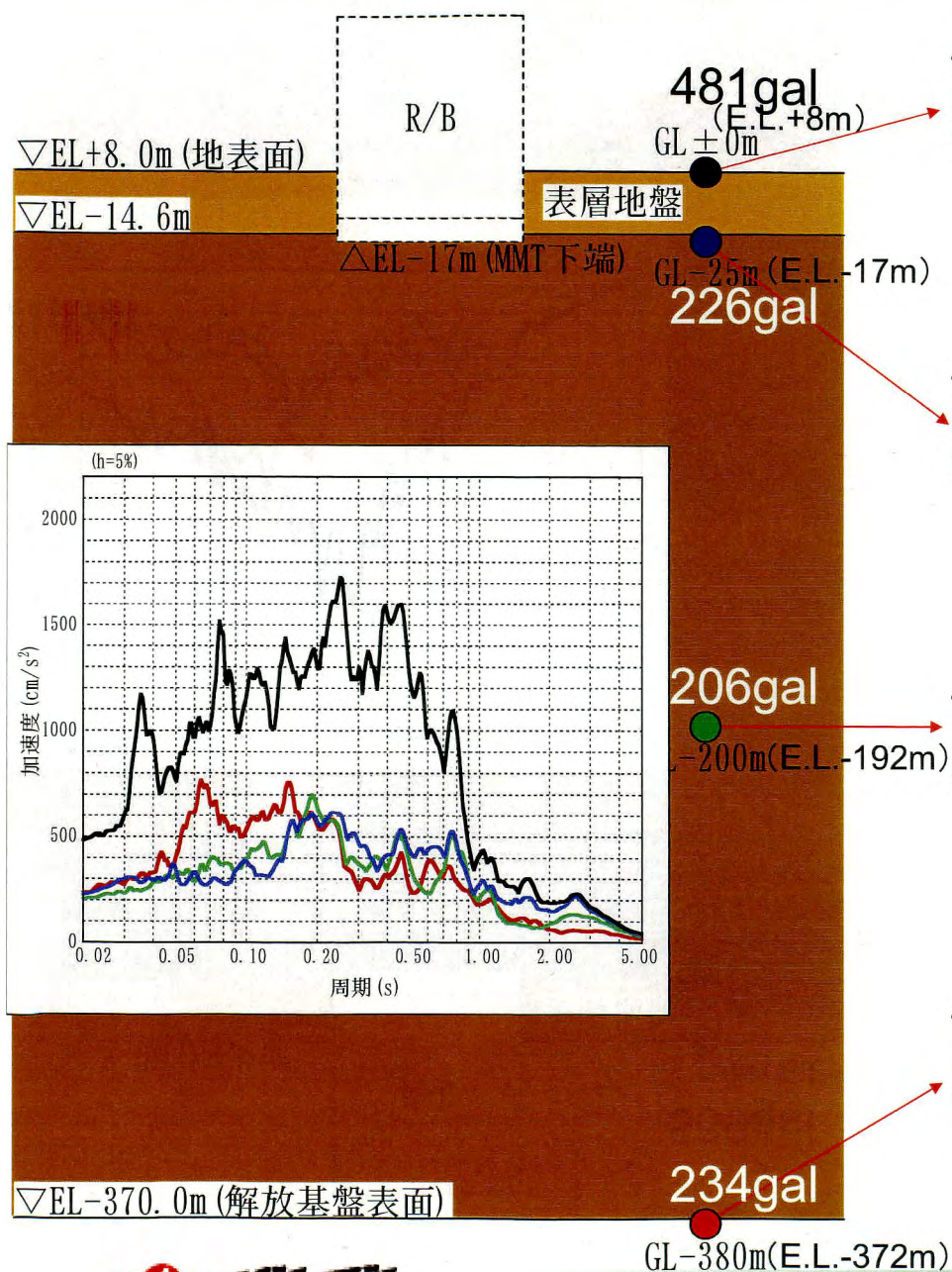


G.L.-200m (E.L.-192m)

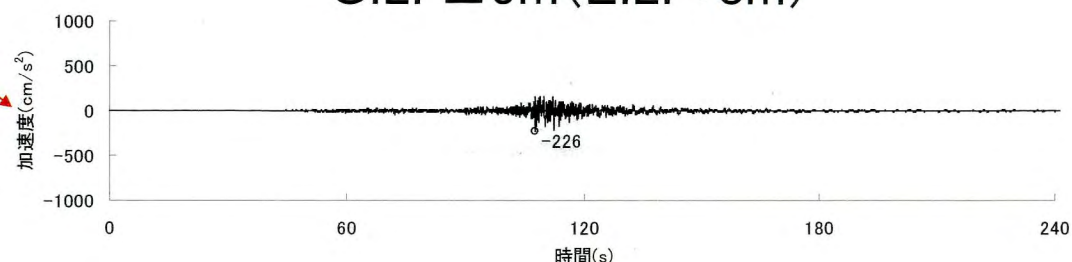


G.L.-380m (E.L.-372m)

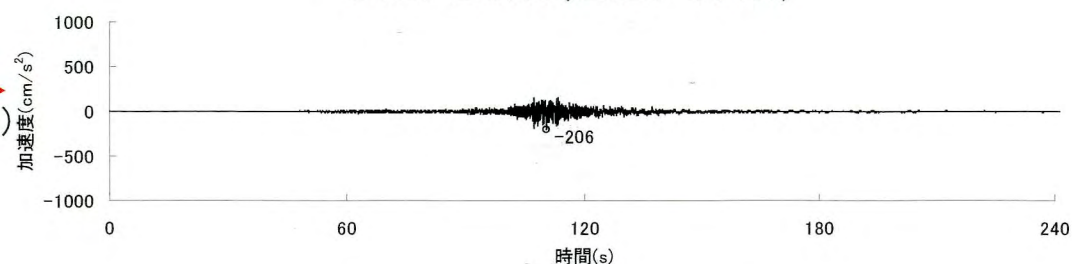
東海第二発電所の地盤観測記録(EW方向)



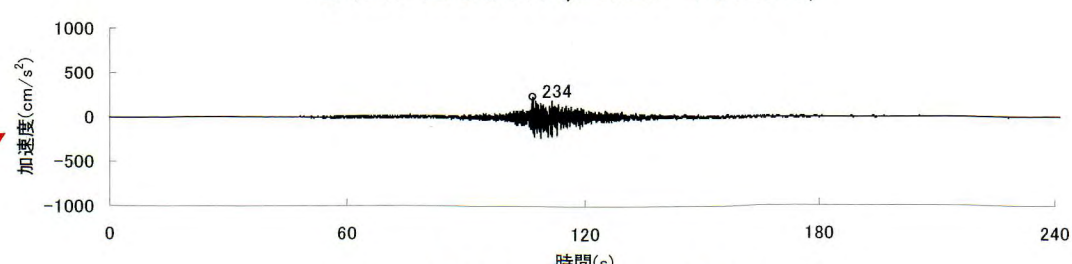
G.L. ±0m (E.L. +8m)



G.L.-25m (E.L.-17m)

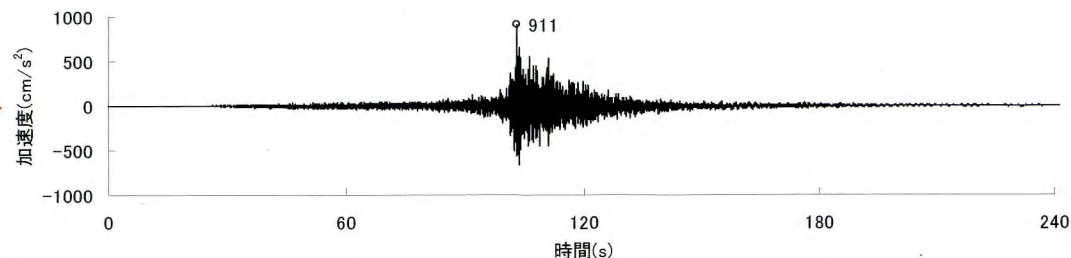
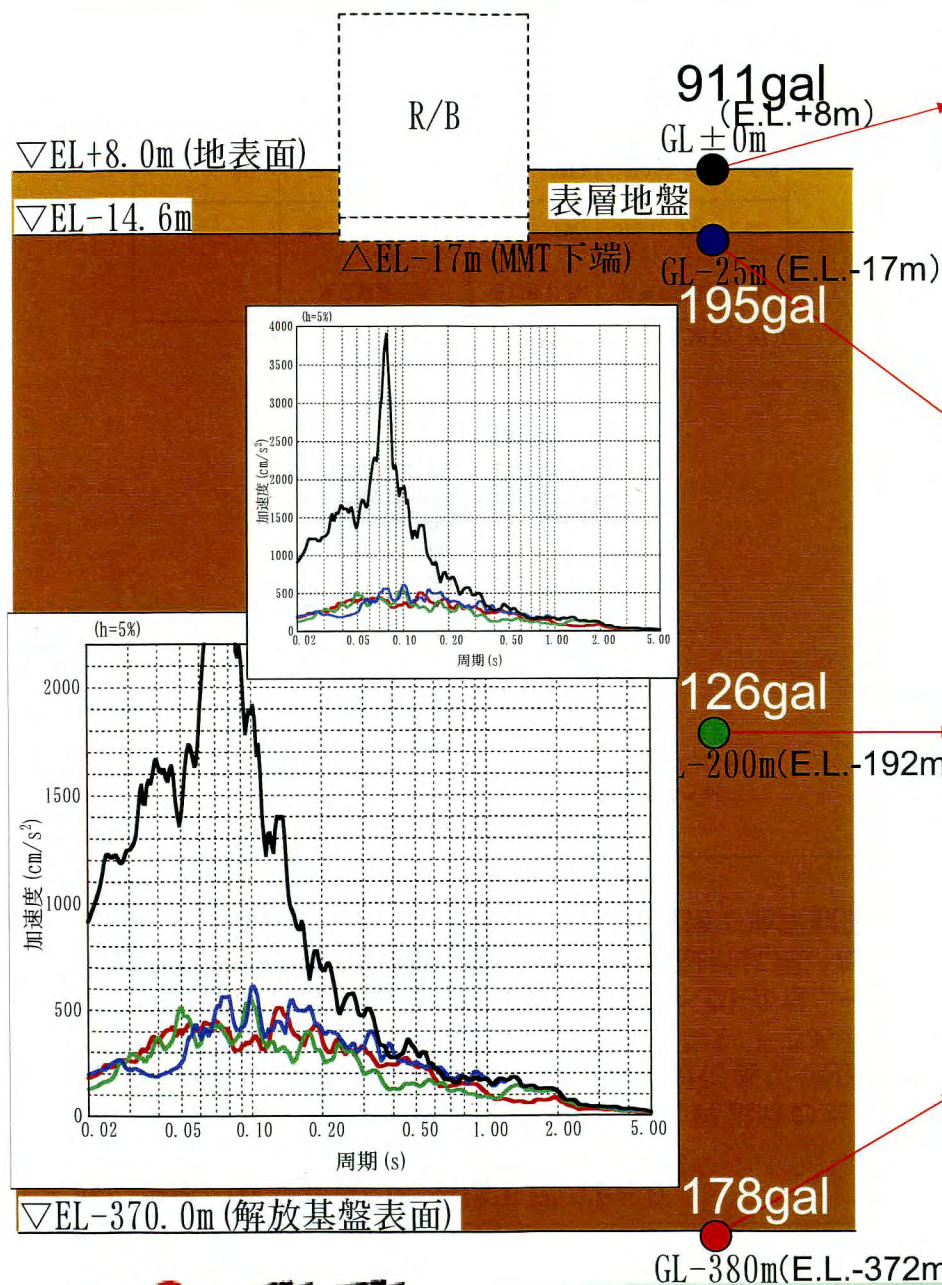


G.L.-200m (E.L.-192m)

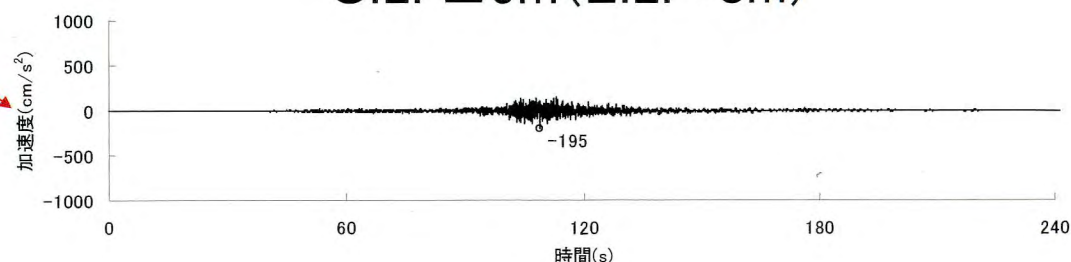


G.L.-380m (E.L.-372m)

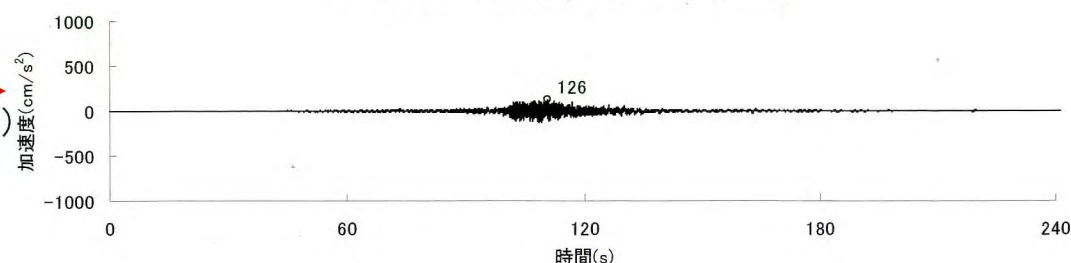
東海第二発電所の地盤観測記録(UD方向)



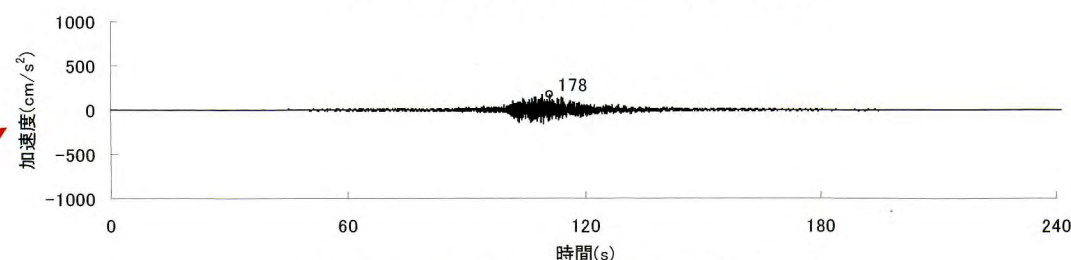
G.L. ±0m (E.L. +8m)



G.L.-25m (E.L.-17m)



G.L.-200m (E.L.-192m)

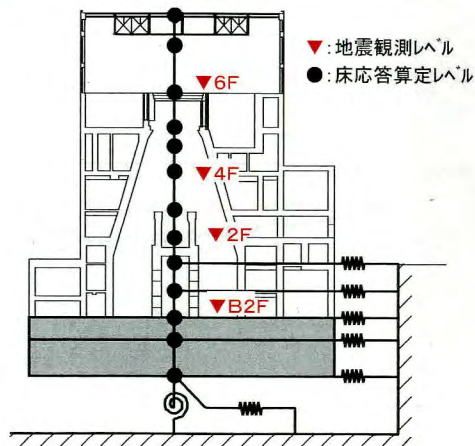


G.L.-380m (E.L.-372m)

東海第二発電所 地震観測記録の概要(原子炉建屋)

今回の地震の観測記録の概要は下記のとおり。

- 観測記録に基づく各階の最大応答加速度は、建設時の当初設計時に用いた最大応答加速及び新耐震指針に基づく耐震BCで設定した基準地震動 S_s の最大応答加速度以下である。
- 原子炉建屋の地震観測記録による床応答スペクトルは、一部の周期帯(約0.65秒から約0.9秒)で建設時の設計に用いた床応答スペクトルを上回っているが、主要な周期帯で地震観測記録が下回っている。

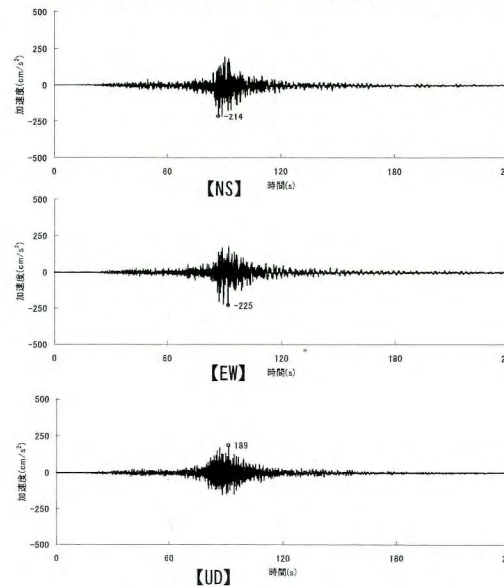


【原子炉建屋の最大加速度】

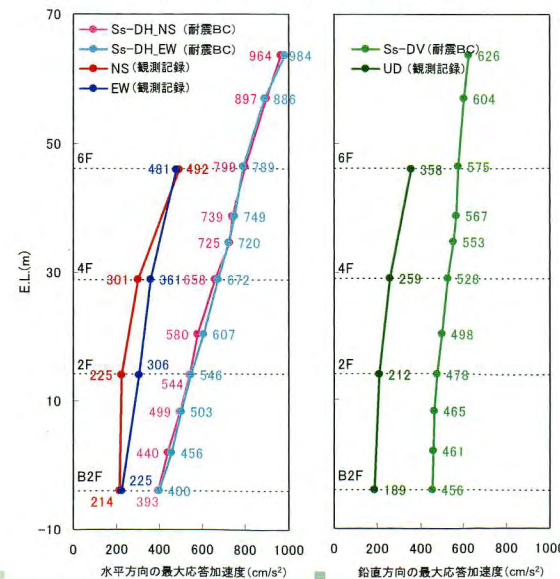
単位:ガル

R/B		地震観測記録			当初設計時		基準地震動 S_s-D		
		NS	EW	UD	NS	EW	NS	EW	UD
R/B	6F	492	481	358	932	951	799	789	575
	4F	301	361	259	612	612	658	672	528
	2F	225	306	212	559	559	544	546	478
	B2F	214	225	189	520	520	393	400	456

【原子炉建屋の加速度時刻歴波形(地下2階)】

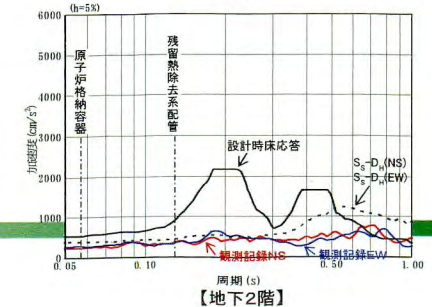
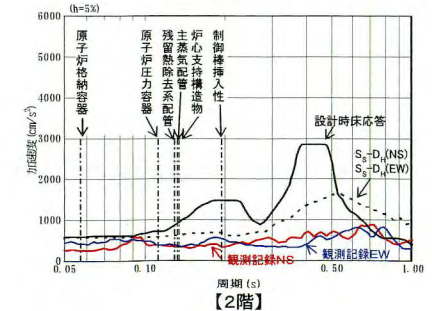
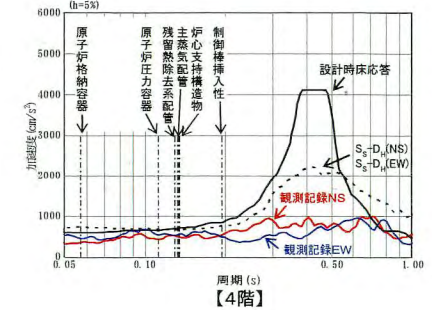
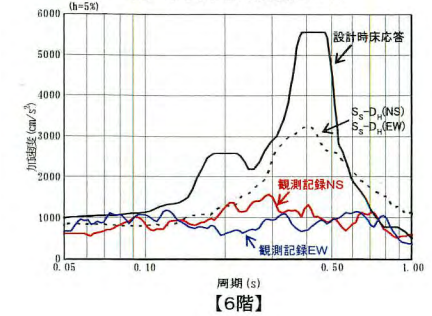


【原子炉建屋の最大加速度分布】



【原子炉建屋の床応答スペクトル】

(水平方向、減衰5%)

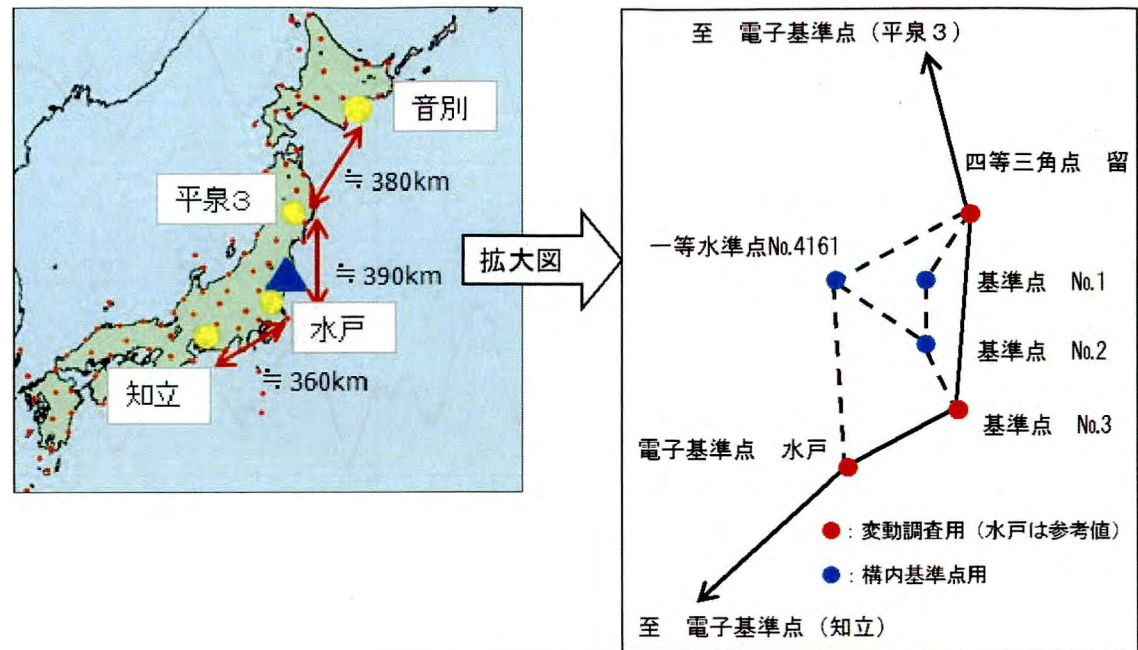


東海第二発電所 地震による地殻変動

【GPS測量】

- ・東海第二発電所構内に設置されている既往基準点についてGPS測量を実施したとしている。
- ・GPS測量に使用する座標の既知点は、電位基準点「音別」及び「知立」としている。
- ・なお、「音別」からの測量においては「平泉3」及び「留」を、「知立」からの測量においては「水戸」を中継点としたとしている。
- ・GPS測量の結果、東海第二発電所の敷地は東側に約1.2m、下側に約0.2m変動したことを確認したとしている。

GPS測量 基準点位置

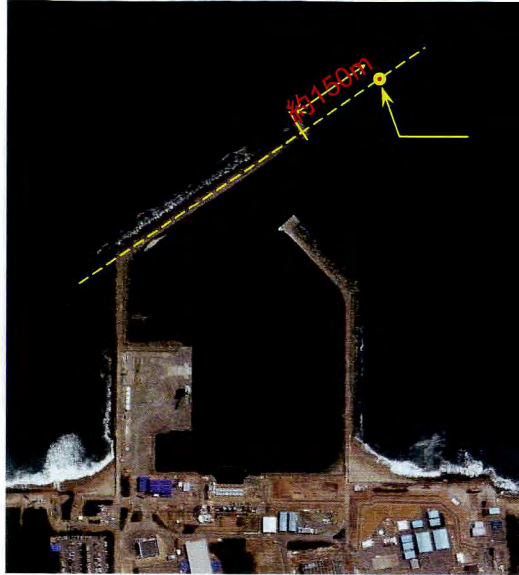


GPS測量結果

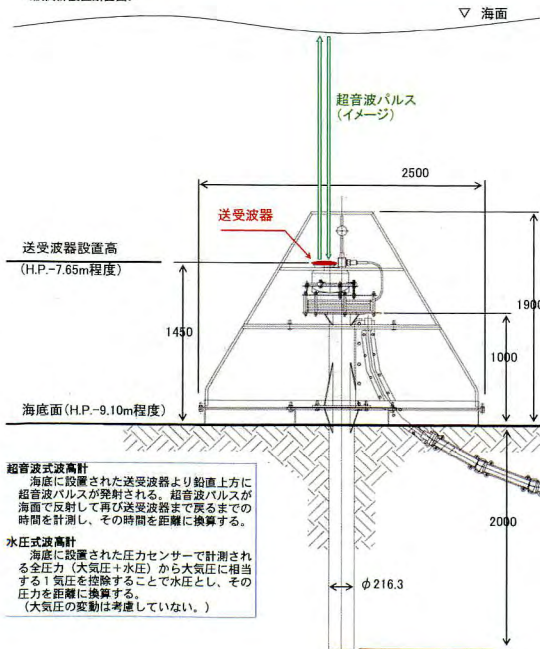
測点	水平方向の変動量(m) (+: 東側)	鉛直方向の変動量(m) (+: 上側)
基準点No.1	1.194	-0.234
基準点No.2	1.175	—
基準点No.3	1.211	—



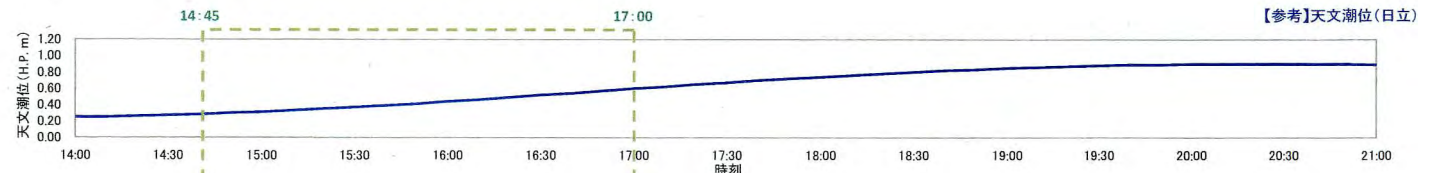
東海第二発電所の津波来襲状況



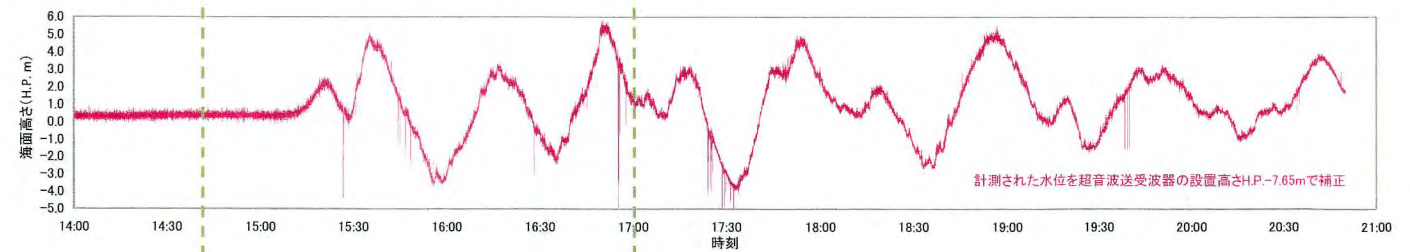
<波高計設置断面図>



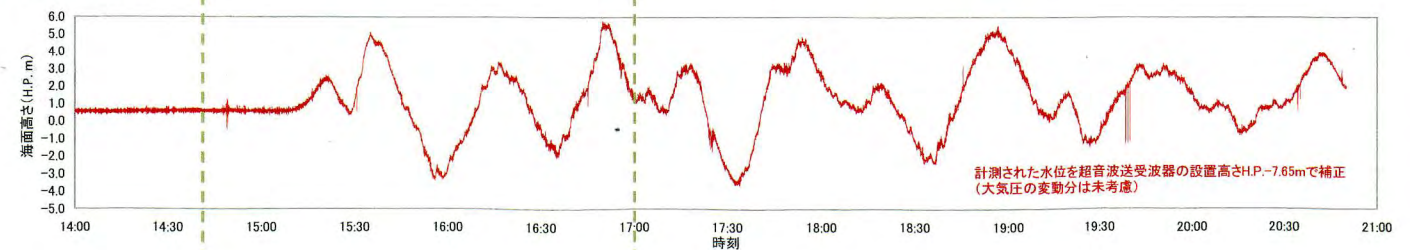
- ① 波高計の生データは3月11日14時から21時頃まで取得することができた。
- ② 3月11日14:46頃が発生した地震動による異常（例えば、広域地盤沈下による水位データのシフトなど）は認められなかった。
- ③ 第一波の到達は、地震発生（14:46頃）から35分後の15:21で、水位上昇量は約1.8mであった。
- ④ 最大の水位上昇量を示したのは第4波目であり、約5.0m（16:50）であった。
- ⑤ 地震発生から21時頃までに観測された津波は11波であった。



水位変動（超音波式波高計より）



水位変動（水圧式波高計より）



東海第二発電所の津波来襲状況

○今回の津波来襲による発電所敷地内における津波の痕跡高は、H.P.+5.9m(標高+5.0m)からH.P.+6.3m(標高+5.4m)※(暫定値)である。 ※:地殻変動による地盤の沈下は考慮していない。

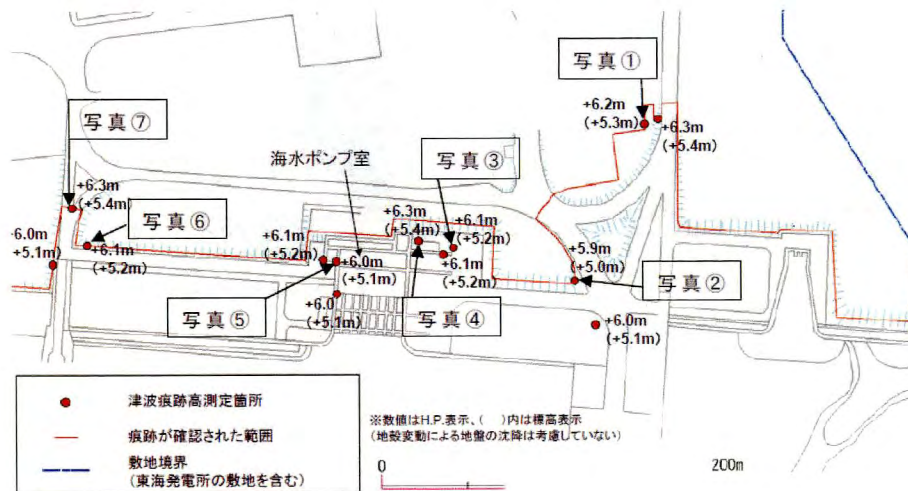


写真 2-1 ①地点

海 →

← 海

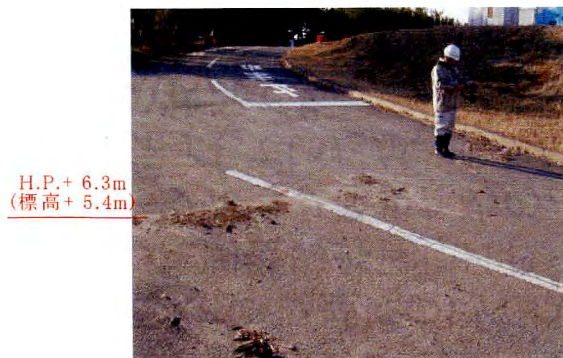


写真 2-8 ⑦地点

H.P.+ 6.1m
(標高+ 5.2m)



写真 2-7 ⑥地点

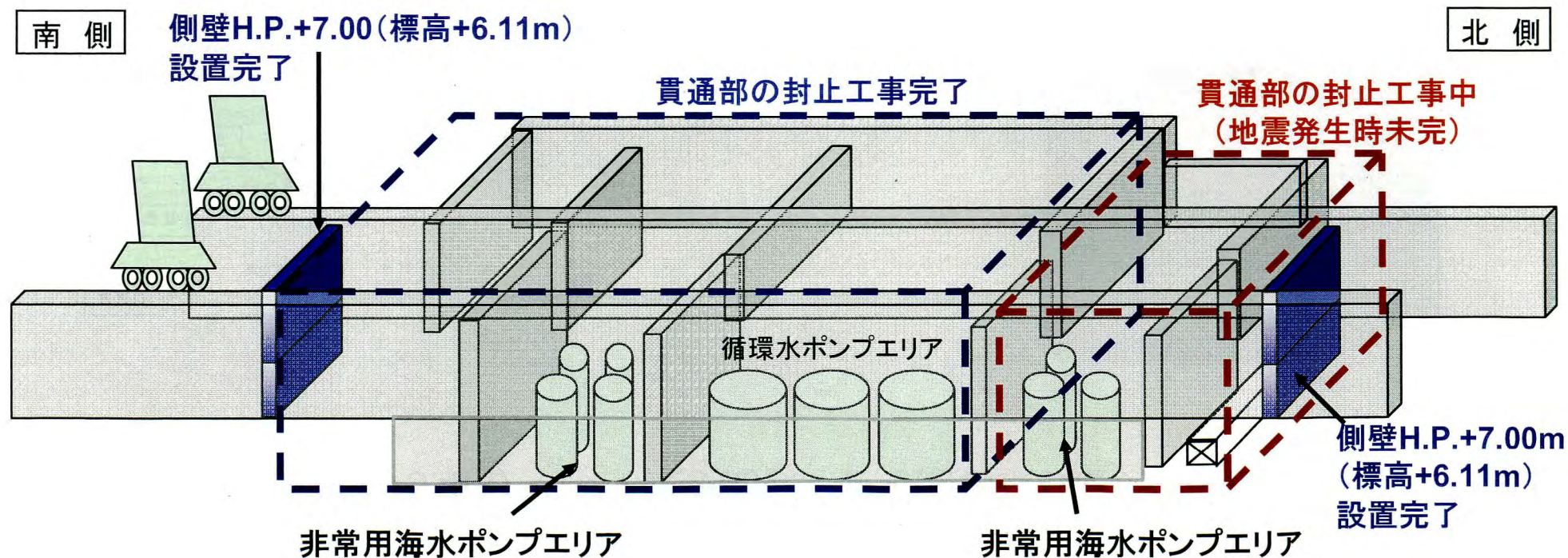


写真 2-3 ②地点

法面に津波による削り込みが認められる。

東北地方太平洋沖地震発生時の津波対策実施状況

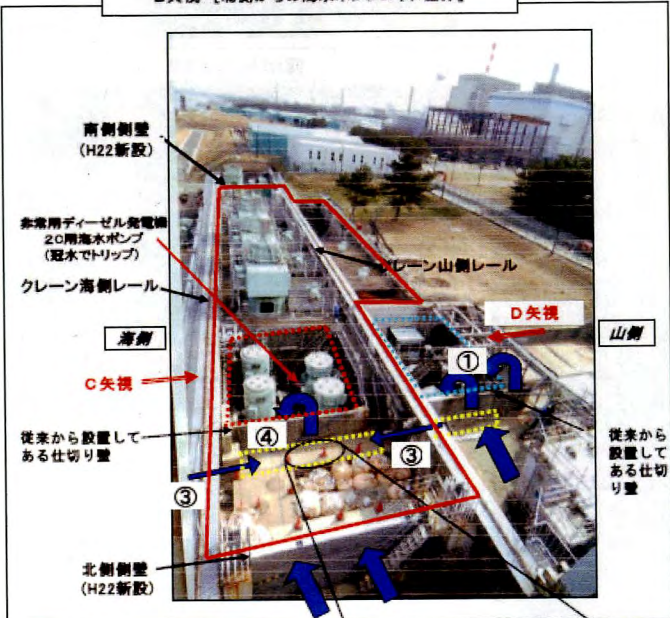
海水ポンプ室については、津波対策として側壁の嵩上げ工事(H.P.+5.80m(標高+4.91m)までであった側壁の外側にH.P.+7.00m(標高+6.11m)までの側壁を新たに設置)や、壁の貫通部(電気ケーブル等を通すための小さな穴)の封止(浸水を防ぐ)工事を実施してきており、側壁の嵩上げ工事は完了していたが、地震が発生した時点では壁の貫通部の封止工事については北側が完了していない状況であった。



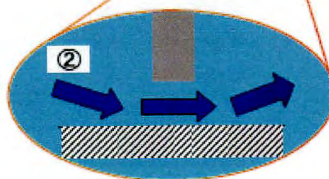
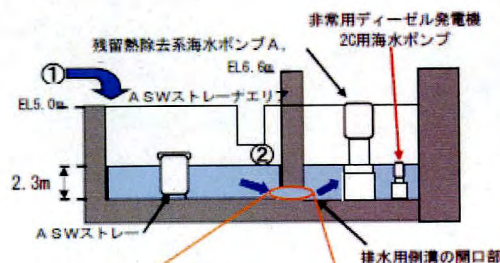
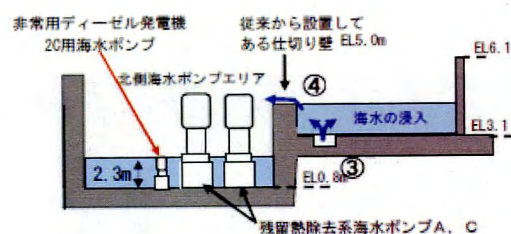
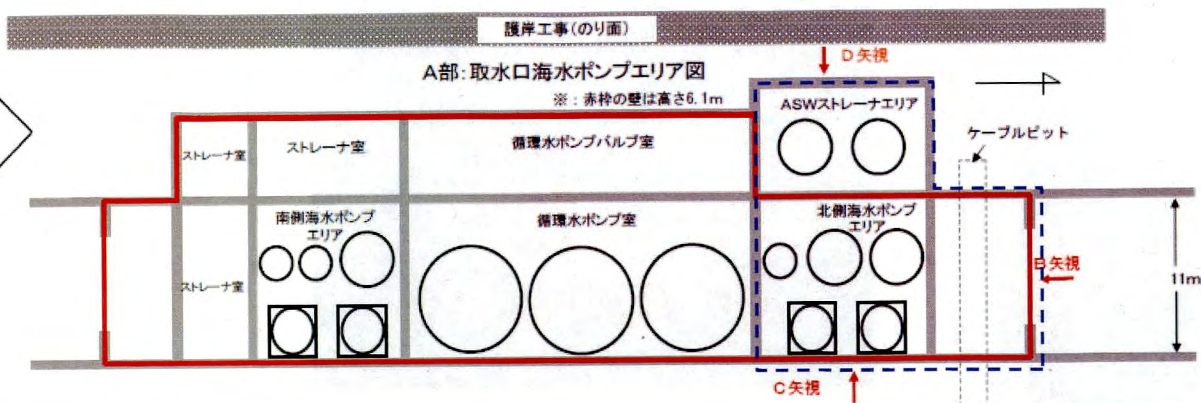
東海第二発電所の地震・津波の影響(海水ポンプ室の浸水状況)



B矢視【北側からの海水ポンプエリア全体】



- : 高さ6.1mエリア
- : 北側海水ポンプエリア
- : ASWストレーナエリア
- : ケーブルビット



○北側海水ポンプ室に海水が浸水し、3台ある非常用ディーゼル発電機用海水ポンプのうち1台が自動停止した。

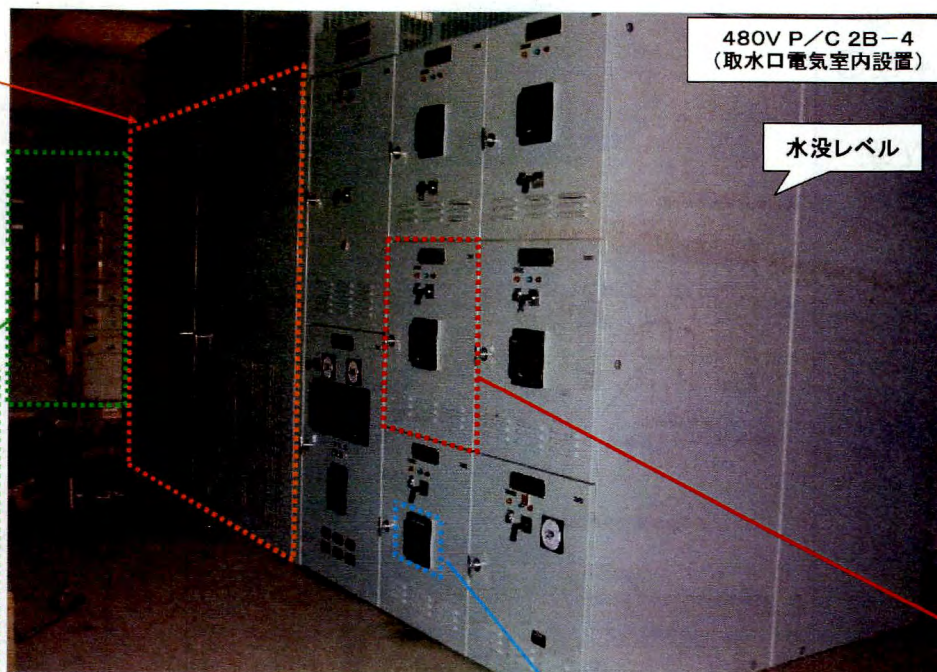
○海水ポンプ室については、津波対策として側壁の嵩上げ工事を実施しており、標高+6.11mの側壁の新設が完了していた。

○しかし、ポンプ室北側の壁貫通部の止水工事が一部未完となっていたことから貫通部を通して海水が海水ポンプ室へ流入した。

○海水の浸水により、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ1台の電動機が冠水し、ポンプが自動停止した。

東海第二発電所の地震・津波の影響(取水口電気室)

動力変圧器(6.9kV/480V)
絶縁抵抗:0MΩ
洗浄・乾燥により絶縁の回復は困難
(類似品で回復した実績なし)



480V P/C 2B-4
(取水口電気室内設置)

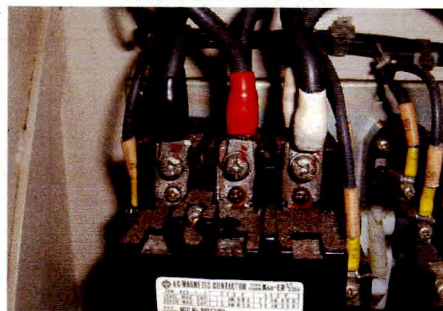
水没レベル

【再起動に必須の取水口廻り機器】
(※:電源が被害を受けた機器)

- ・循環水ポンプ(CWP)A, B, C
- ・CWP潤滑水ポンプA
- ※CWP潤滑水ポンプB
- ・CWP翼操作油ポンプA
- ※CWP翼操作油ポンプB
- ・CWP翼操作油ヒーター
- ・CWP-A, B, C翼操作モータ
- ・CWP-A, C出口弁(MO)
- ※CWP-B出口弁(MO)
- ※CWP A-B出口連絡弁(MO)
- ※トラベリングスクリーン(全数)
- ※レイキ付回転バースクリーン(全数)
- ※スクリーン洗浄ポンプ(全数)
- ※スクリーン制御電源
- ※ろ過水ヘッドタンク定水位制御弁
- ・上記設備制御用125V直流電源

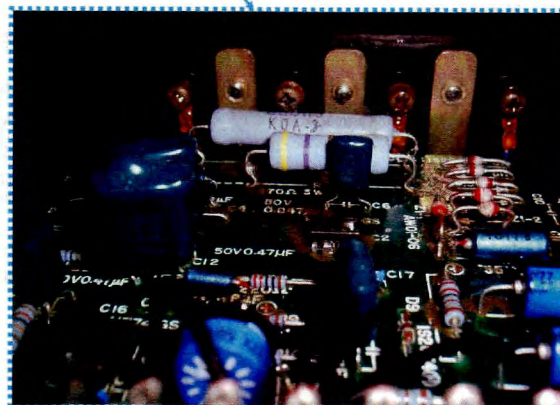


MCCユニット内部

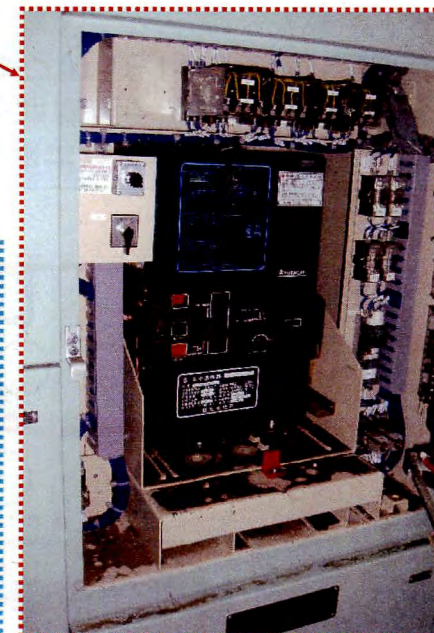


電磁接触器端子部

480V MCC 2B4-1, 2, 3



負荷保護用継電器
(プリント基板被水)



気中遮断器(中段)

東海第二発電所の地震・津波の影響（建物等の津波被害）



輸送本部建屋（S造）津波による外装材破損

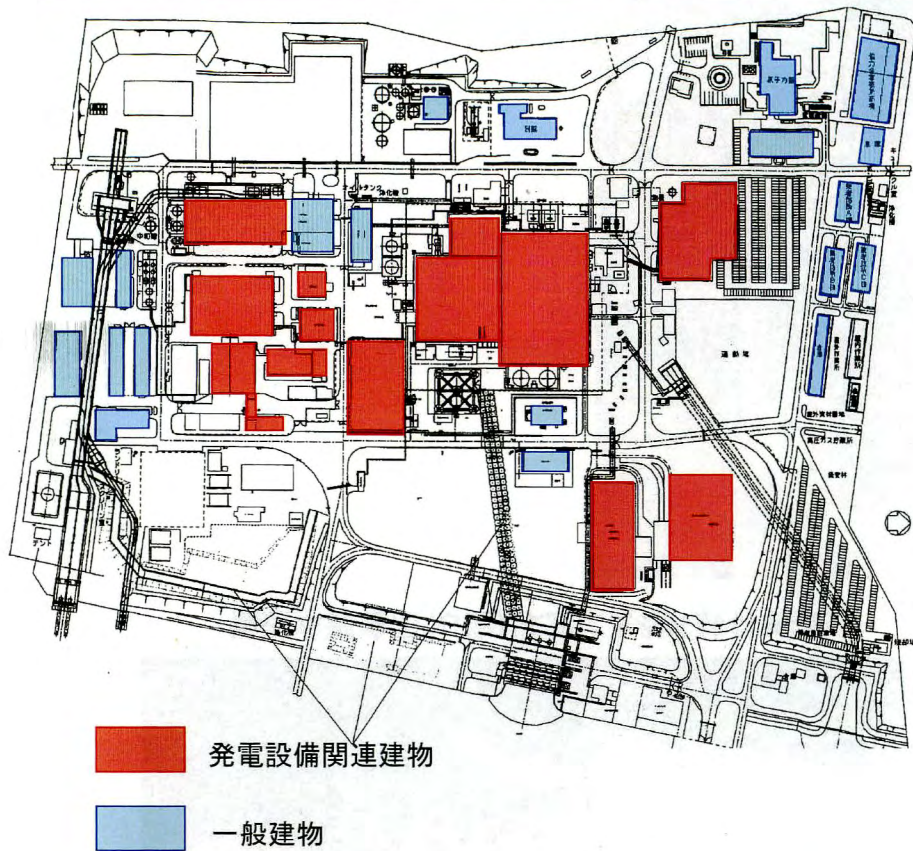


メンテナンスセンター（S造）シャッター変形

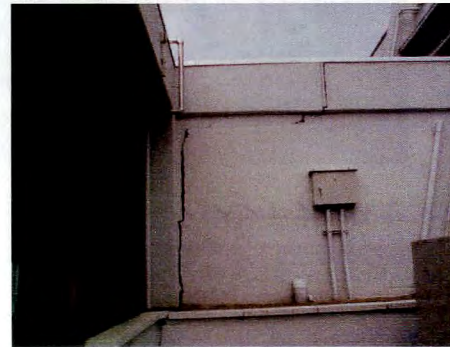


メンテナンスセンター（S造）自動販売機転倒

東海第二発電所等の地震・津波の影響(建物関係)



協力会B棟外部階段接続部コンクリートの割れ(一般建物)



旧PR館(エキスパンション部)、内部階段の割れ(一般建物)

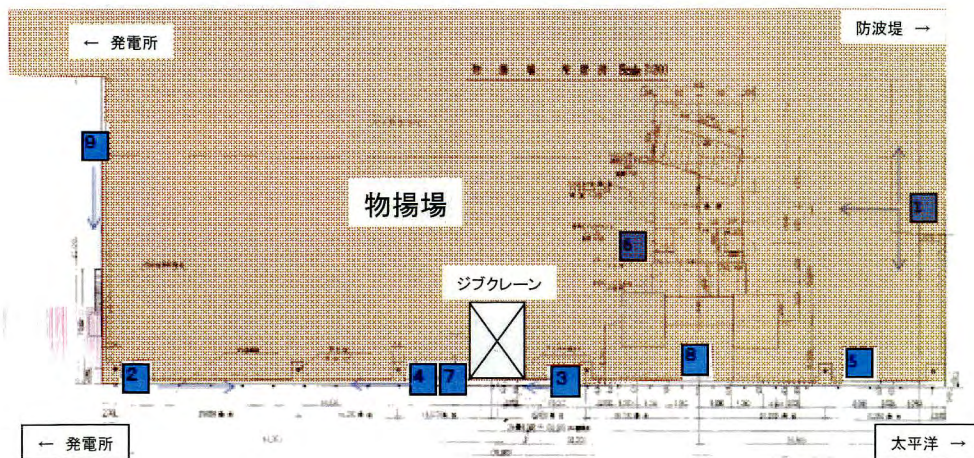


構造物周りの沈下(発電設備)



ブレース変形(発電設備)

東海第二発電所等の地震・津波の影響(港湾関係)



1. 物揚場被災状況全景



2. 岸壁法線湾曲状況



3. 岸壁法線湾曲状況



4. 岸壁法線湾曲状況(目視最大約50cm)



5. 係船柱周辺沈下状況(約30cm)



6. ジンボークレーン基礎周辺沈下状況(約40cm)



7. ジブクレーン基礎周辺沈下状況

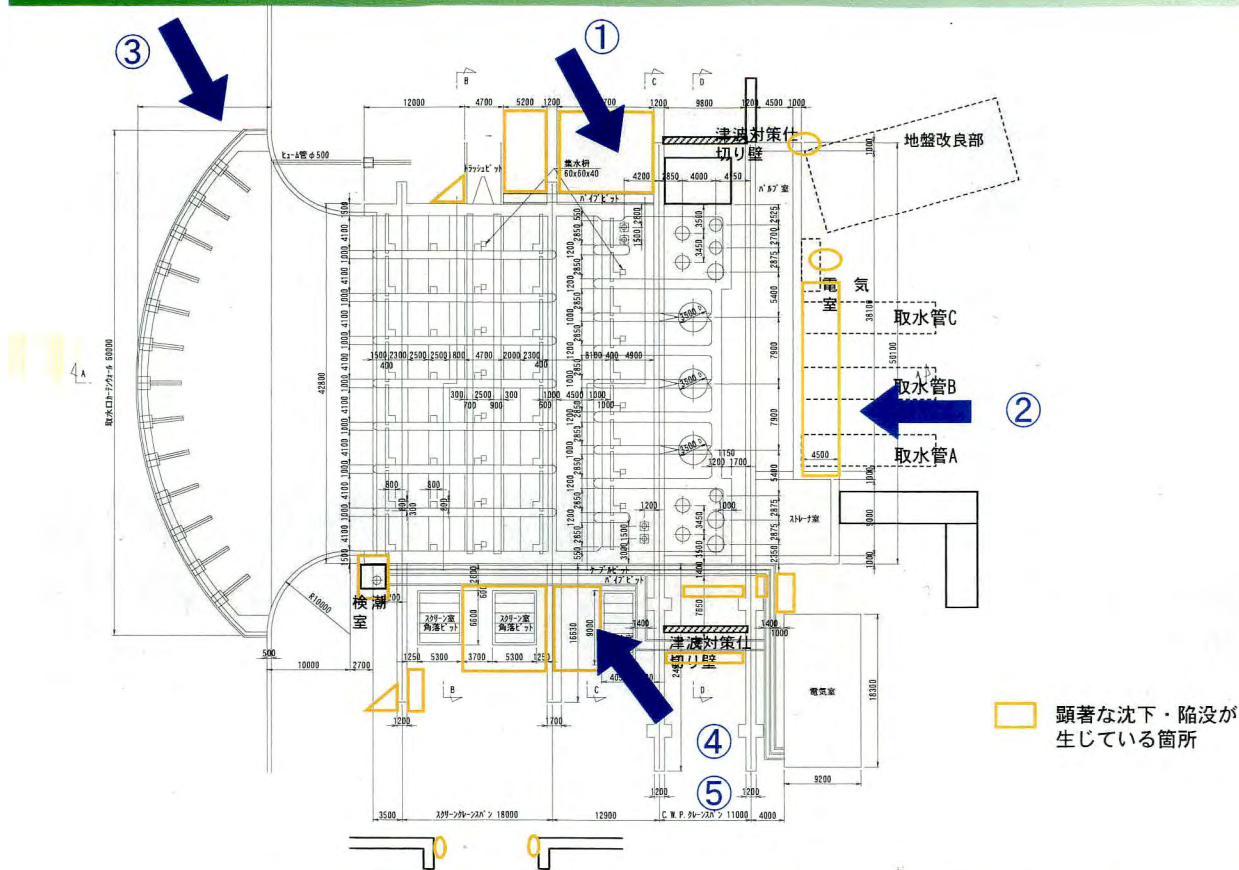


8. 岸壁・ジンボークレーン基礎隙間(約11cm)



9. 小型船用ポンツーン破損

東海第二発電所等の地震・津波の影響(取水口関係)



写真① 液状化(地盤沈下)



写真② 地盤沈下



写真③ 躯体変形(カーテンウォール端部)

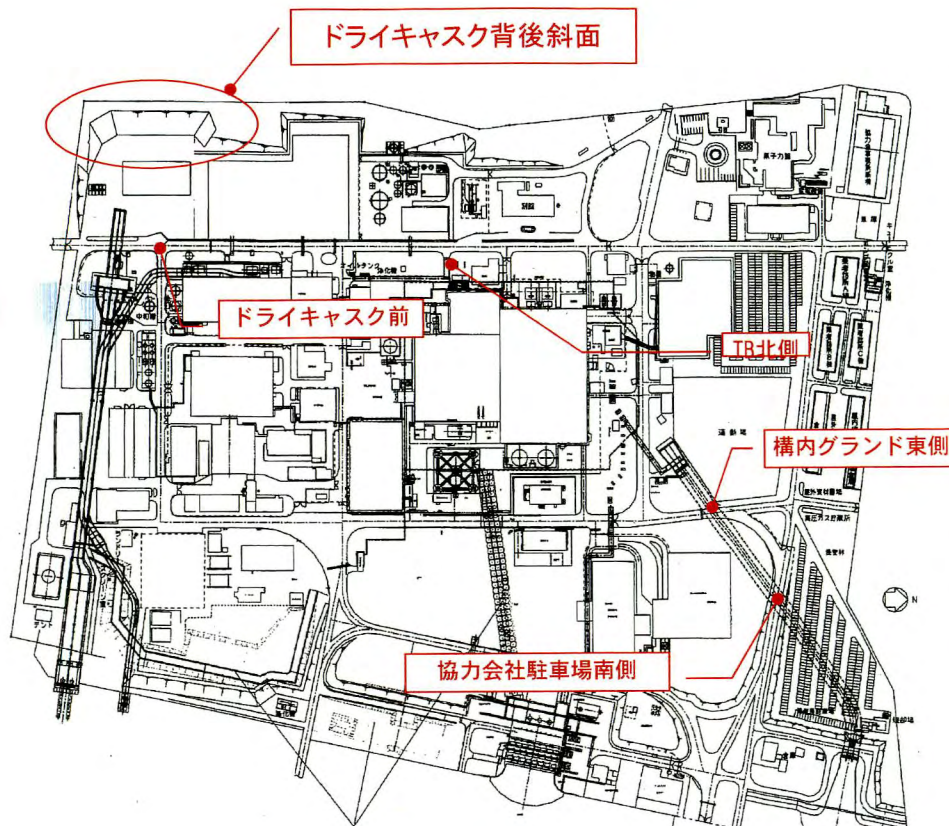


写真④ 液状化(地盤沈下)



写真⑤ 液状化(地盤沈下)

東海第二発電所の地震・津波の影響(道路、敷地関係)



TB北側(路面のひび割れ、沈下)



協力会社駐車場南側
(路面の沈下(沈下量20cm)、ひび割れ)



段差 200mm



段差 130mm



空間延長 1m 程度

ドライキャスク背後斜面(法枠の段差、き裂)