

平成19年新潟県中越沖地震 柏崎刈羽原子力発電所の観測記録について

平成19年9月13日
東京電力株式会社



本日の報告内容

■本震記録、余震記録の紹介

- 柏崎刈羽原子力発電所では、1号機、5号機、6号機で原子炉建屋、タービン建屋、敷地地盤、計67箇所において地震観測を実施している。(既設地震計)
- また新潟県中越地震の経験を踏まえ、平成19年4月に1号機～7号機の原子炉建屋、タービン建屋、地震観測小屋に、計30箇所に地震計を追加設置した。(新設地震計)
- 今回の新潟県中越沖地震においては、本震記録の内、既設地震計63箇所の地震計波形記録が消失していた。(サービスホールの地盤系のみ波形を取得)
- 新設地震計については、本震における波形記録を取得できた。
- 本日は、本震記録については、新設地震計で観測された地震記録について紹介する。
- 余震記録については、既設地盤系の記録を含め、最大余震の地震記録等を紹介する。

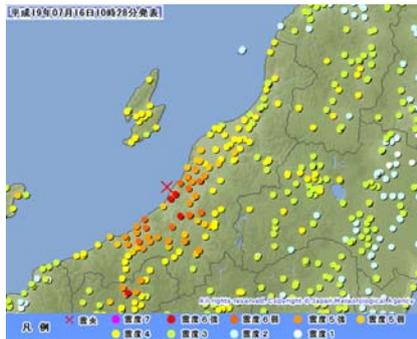
■今後の対応について

- 地質調査、地震記録の分析、施設への影響評価

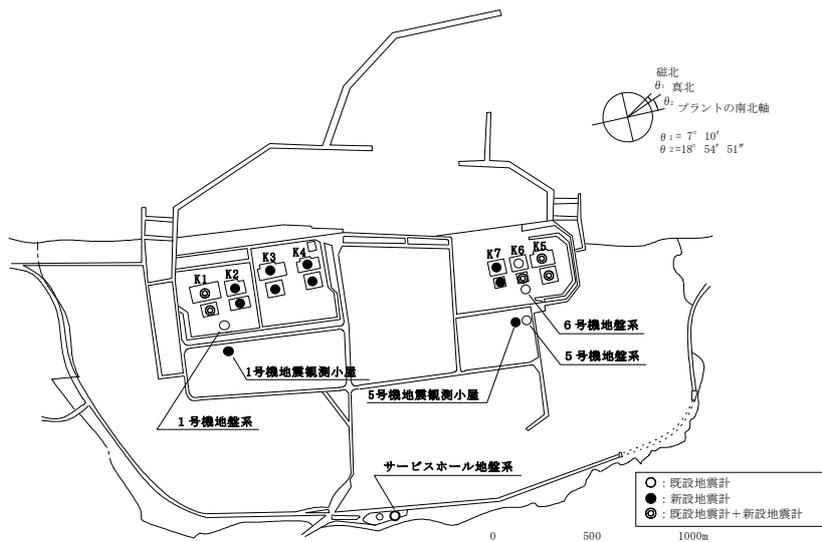


地震の概要（諸元，震度分布）

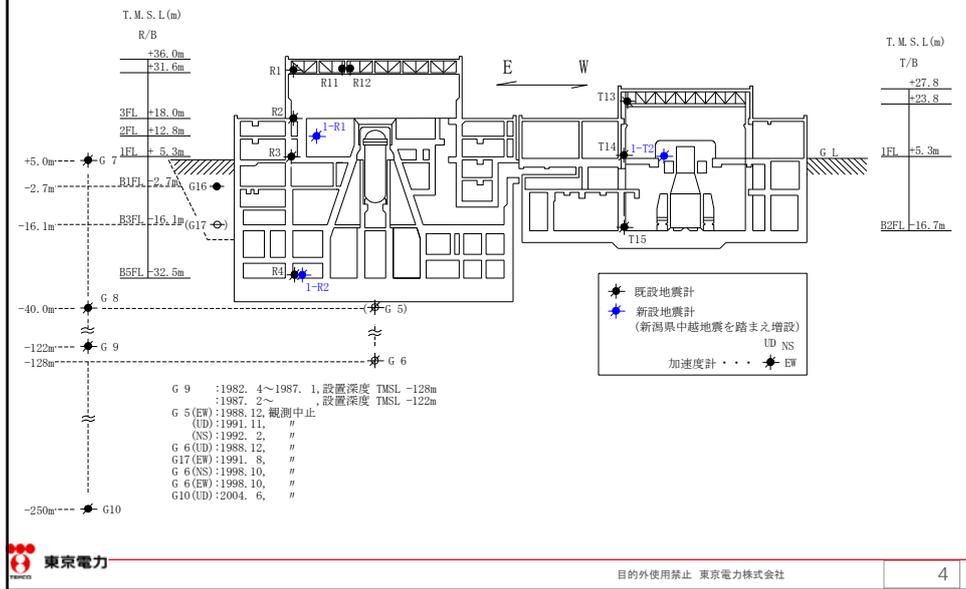
- 発震日時；2007年7月16日10時13分頃
- 震源位置；上中越沖 北緯37度33.4分，東経138度36.5分
- 深さ；17km
- 気象庁マグニチュード；M=6.8
- 柏崎刈羽原子力発電所まで；震央距離：16km，震源距離：23km
- 震度；震度6強：柏崎市，刈羽村，長岡市
震度6弱：上越市，小千谷市，出雲崎町



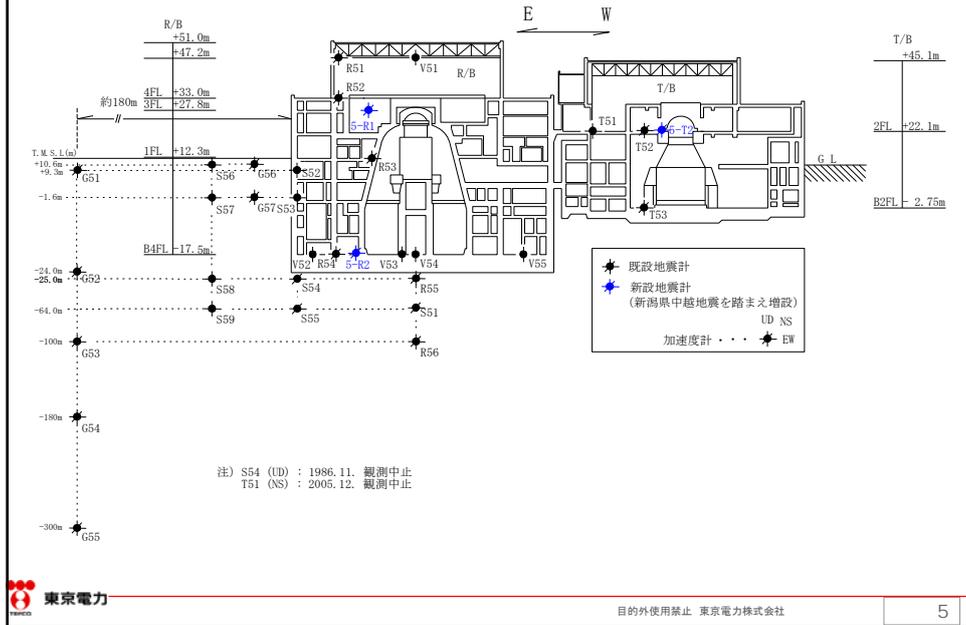
柏崎刈羽原子力発電所 地震計配置



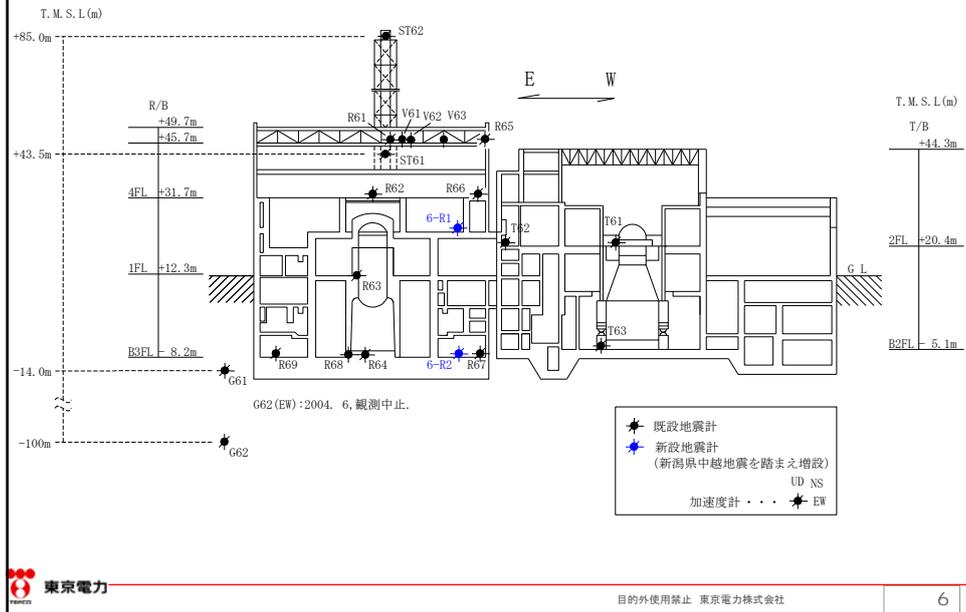
1号機地震観測装置配置 断面図



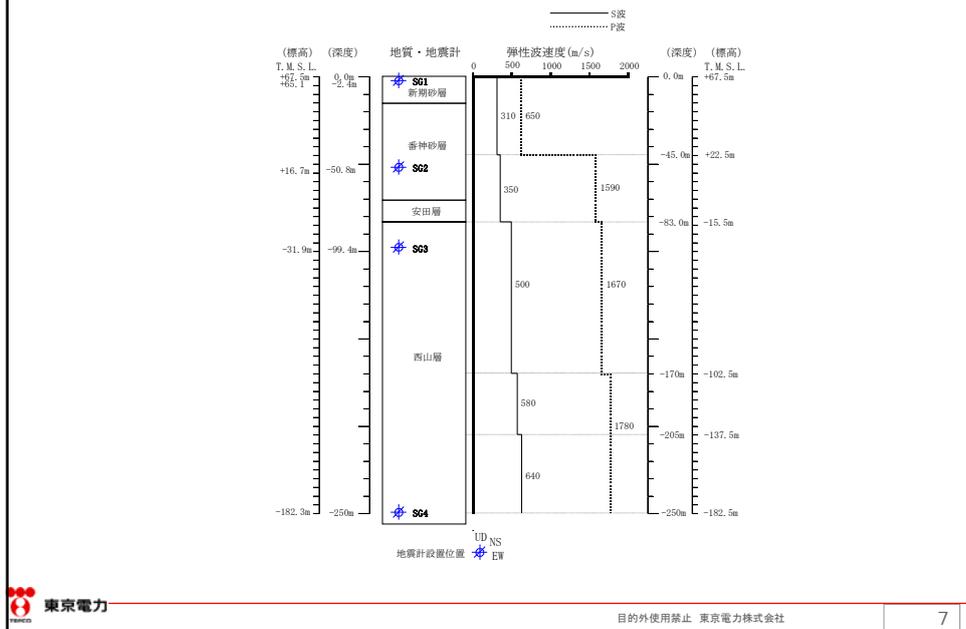
5号機地震観測装置配置 断面図



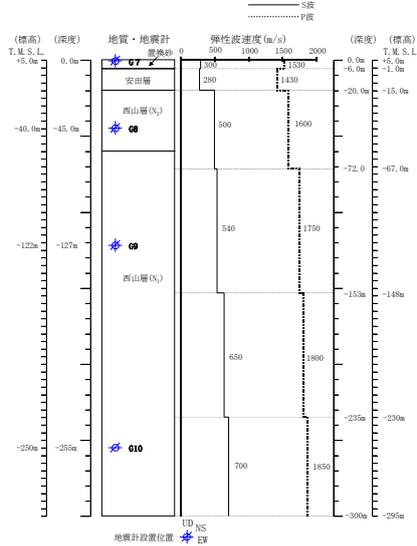
6号機地震観測装置配置 断面図



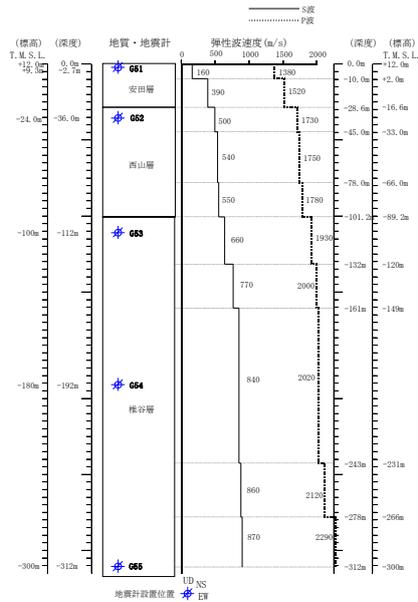
サービスホール地盤系の概要



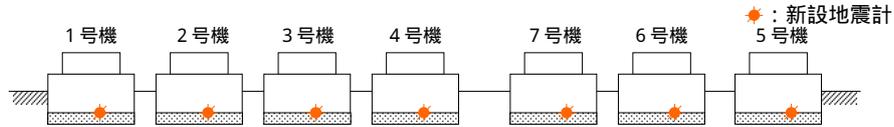
1号機地盤系の概要



5号機地盤系の概要



柏崎刈羽原子力発電所の地震観測記録



観測された最大加速度 (単位:ガル)

設計時(1)の加速度応答値 (単位:ガル)

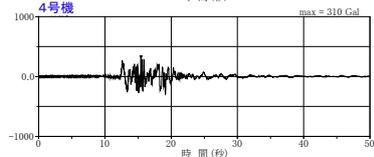
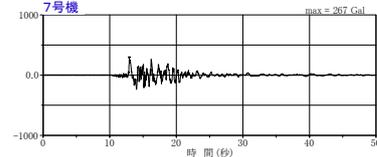
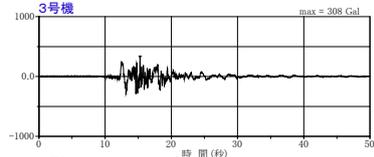
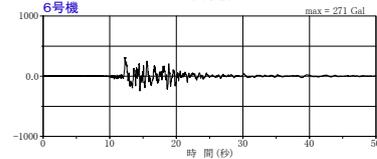
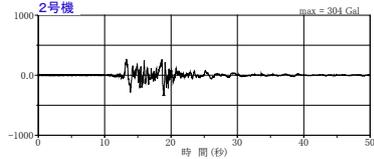
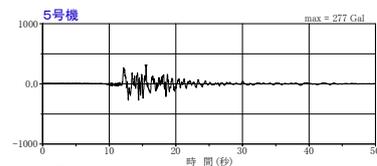
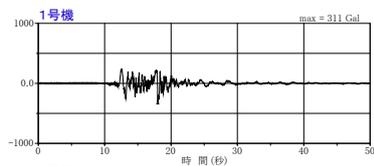
観測値	南北方向	東西方向	上下方向
1号機 最下階(B5F)	311	680	408
2号機 最下階(B5F)	304	606	282
3号機 最下階(B5F)	308	384	311
4号機 最下階(B5F)	310	492	337
5号機 最下階(B4F)	277	442	205
6号機 最下階(B3F)	271	322	488
7号機 最下階(B3F)	267	356	355

観測値	南北方向	東西方向	上下方向 ₂
1号機 最下階(B5F)	274	273	(235)
2号機 最下階(B5F)	167	167	(235)
3号機 最下階(B5F)	192	193	(235)
4号機 最下階(B5F)	193	194	(235)
5号機 最下階(B4F)	249	254	(235)
6号機 最下階(B3F)	263	263	(235)
7号機 最下階(B3F)	263	263	(235)

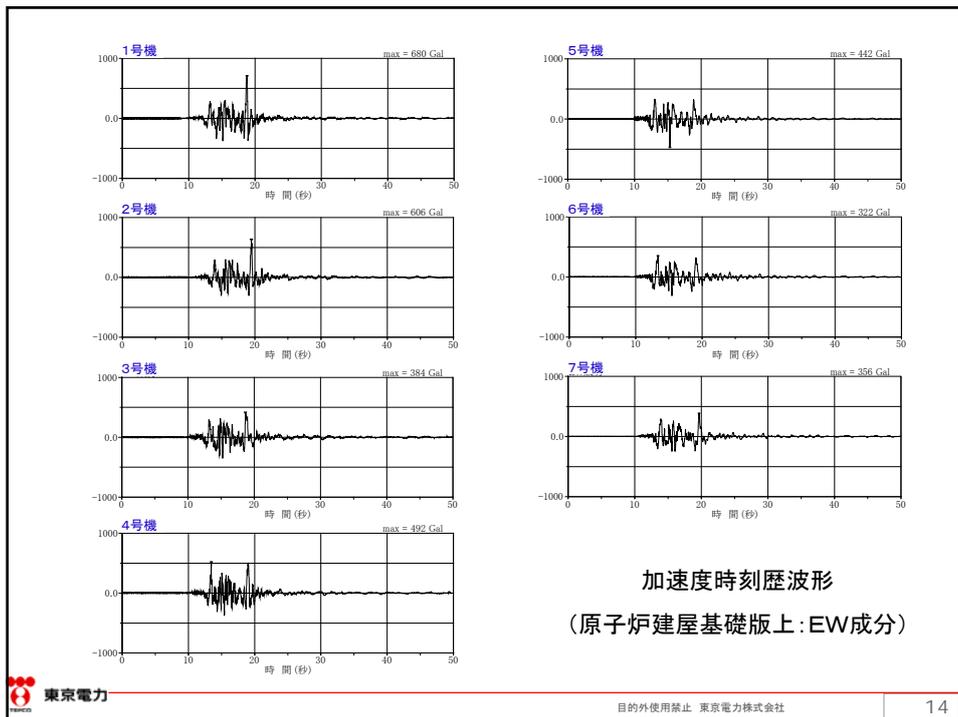
【スクラム設定値】水平方向120ガル, 上下方向100ガル

- 設計時の基準地震動S2(1号機についてはEL CENTRO等)による応答値
- 上下方向については、()内の値を静的設計で用いている

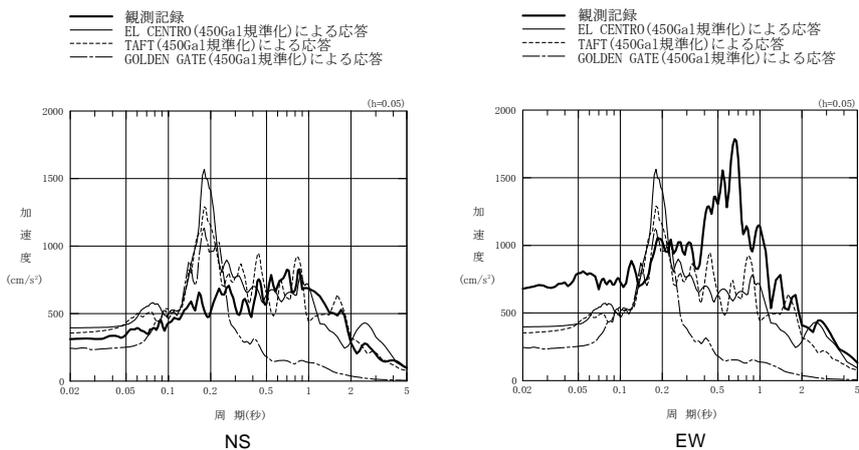
ガル(Gal)とは、地震による地盤や建物等の揺れの大きさを表す加速度の単位(cm/sec^2)で、建物等にどの程度の力が加わるのかを示す。(重力の加速度1Gは980Gal)



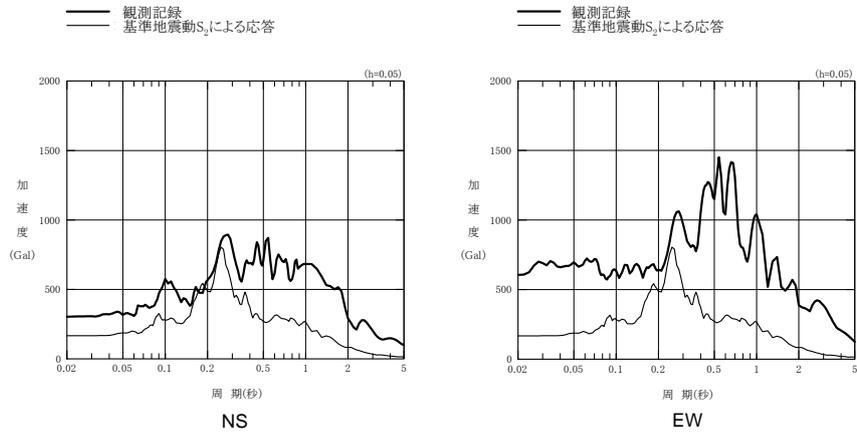
加速度時刻歴波形
(原子炉建屋基礎版上: NS成分)



原子炉建屋基礎版上の観測記録 (1)

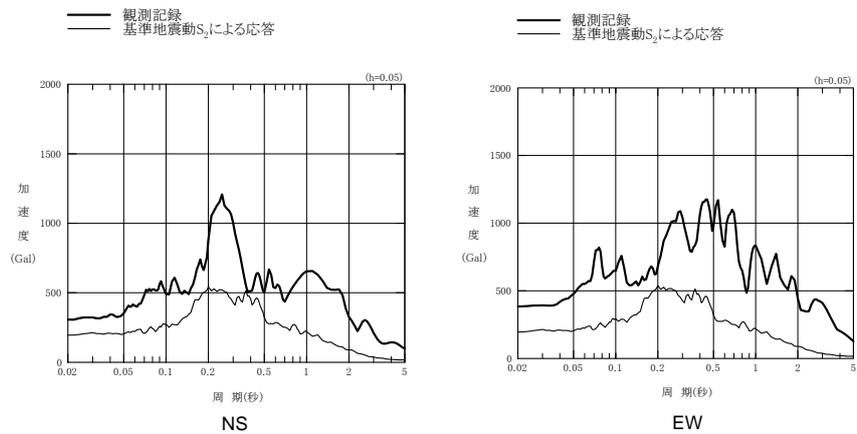


原子炉建屋基礎版上の観測記録（2）



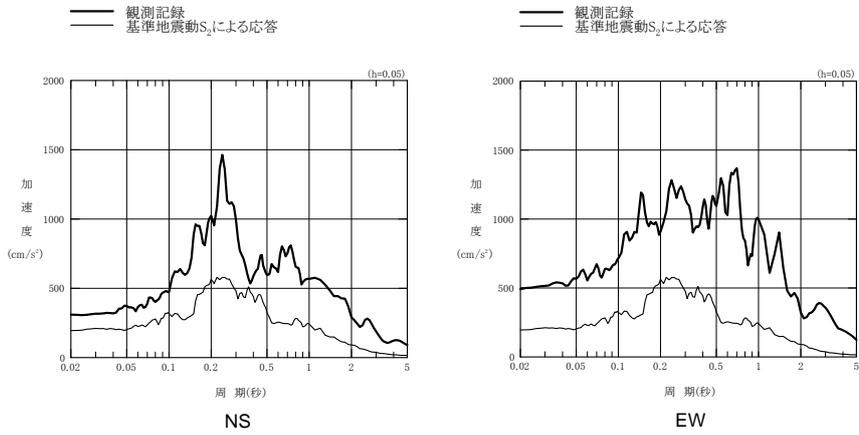
2号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（3）



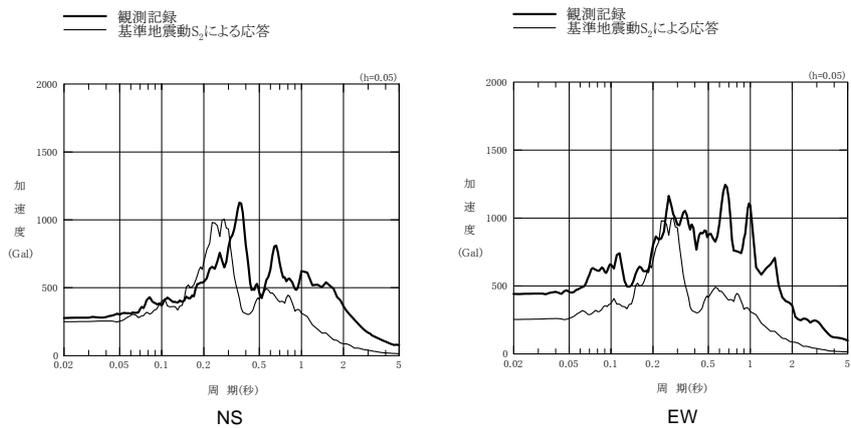
3号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（４）



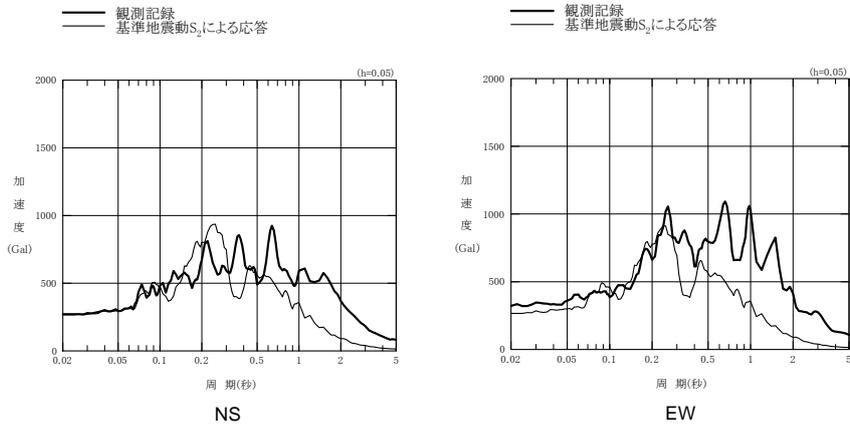
4号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（５）



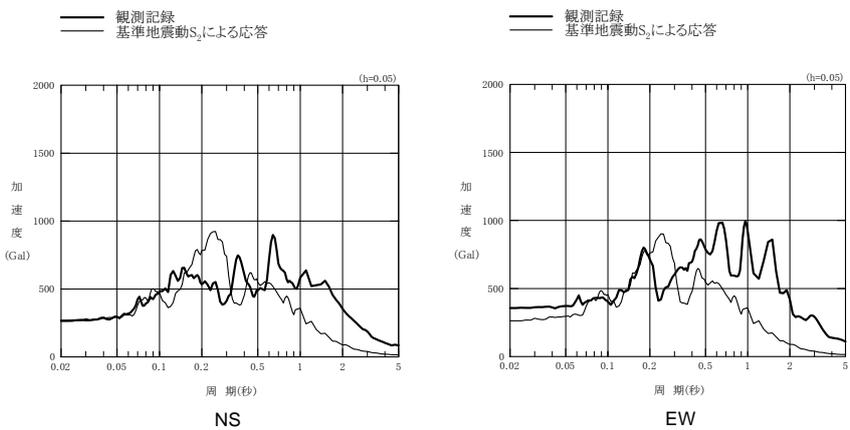
5号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（ 6 ）



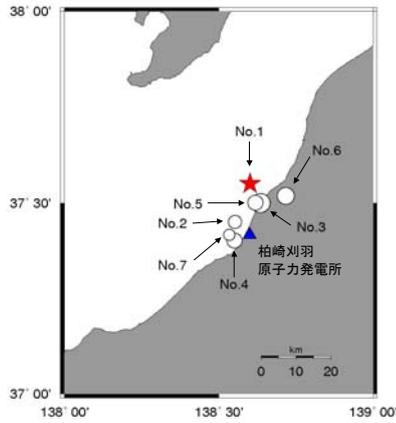
6号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（ 7 ）



7号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

地震の概要（諸元，震度分布）



No.	発震日時	震源地	北緯	東経	地震規模 M	震源深さ H (km)
1	2007/7/16 10:13 本震	新潟県上中越沖	37° 33.4'	138° 36.5'	6.8	17
2	2007/7/16 11:00	新潟県上中越沖	37° 27.4'	138° 33.9'	3.7	22
3	2007/7/16 15:37 最大余震	新潟県上中越沖	37° 30.2'	138° 38.6'	5.8	23
4	2007/7/16 17:42	新潟県上中越沖	37° 24.8'	138° 33.4'	4.2	19
5	2007/7/16 21:08	新潟県上中越沖	37° 30.5'	138° 37.7'	4.4	20
6	2007/7/25 6:52	新潟県中越地方	37° 31.9'	138° 43.2'	4.8	24
7	2007/8/4 0:16	新潟県上中越沖	37° 25.2'	138° 32.2'	3.2	18

本震および余震6地震の原子炉建屋基盤における最大加速度

観測点			本震		最大余震				設計時の最大加速度 応答値※	
			No.1 7月16日 10:13	No.2 7月16日 11:00	No.3 7月16日 15:37	No.4 7月16日 17:42	No.5 7月16日 21:08	No.6 7月25日 6:52		No.7 8月4日 0:16
1号機	1-R2	地下5階(基礎版上)	311	4	52	62	7	14	23	274
			680	5	60	60	10	12	13	273
			408	9	57	32	9	10	8	—
2号機	2-R2	地下5階(基礎版上)	304	5	48	30	8	12	15	167
			606	8	59	34	7	12	13	167
			282	9	41	21	7	9	6	—
3号機	3-R2	地下5階(基礎版上)	308	10	66	39	10	15	15	192
			384	13	73	37	13	12	12	193
			311	13	52	21	15	12	8	—
4号機	4-R2	地下5階(基礎版上)	310	15	74	28	8	19	9	193
			492	14	94	14	15	21	7	194
			337	15	61	15	12	15	7	—
5号機	5-R2	地下4階(基礎版上)	277	16	126	10	21	29	9	249
			442	13	102	11	32	30	6	254
			205	11	57	8	29	14	6	—
6号機	6-R2	地下3階(基礎版上)	271	24	159	14	24	39	12	263
			322	20	114	11	19	31	10	263
			488	14	82	6	20	24	5	—
7号機	7-R2	地下3階(基礎版上)	267	17	170	15	17	49	6	263
			356	16	135	13	16	43	8	263
			355	12	74	10	15	23	6	—

注1：上段が南北方向，中段が東西方向，下段が上下方向を表す

注2：設計時の最大加速度応答値の上下方向については，静的設計により評価しているため省略

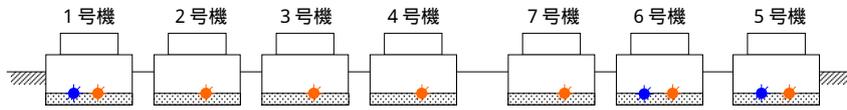
※：設計時の基準地震動S2（1号機についてはEL CENTRO等）による応答値

柏崎刈羽原子力発電所の地震観測記録

最大余震 (7月16日 15時37分 M5.8)

● : 新設地震計

● : 既設地震計



観測された最大加速度 (単位:ガル)

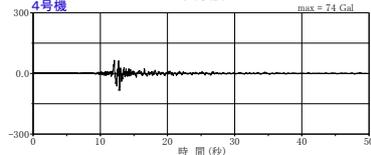
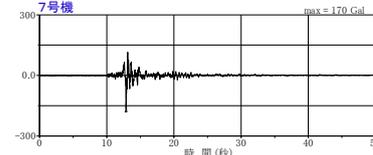
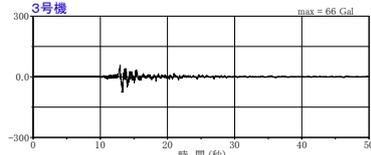
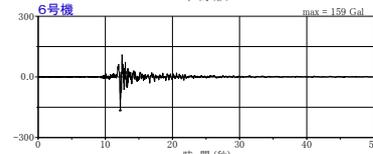
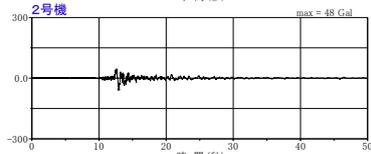
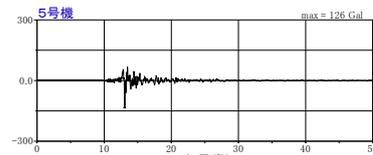
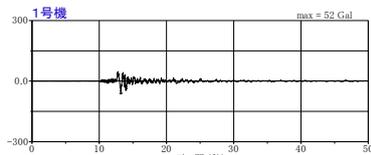
設計時 (1) の加速度応答値 (単位:ガル)

観測値		南北方向	東西方向	上下方向 ²
1号機	最下階 (B5F)	52 〔 50 〕	60 〔 59 〕	57 〔 58 〕
2号機	最下階 (B5F)	48	59	41
3号機	最下階 (B5F)	66	73	52
4号機	最下階 (B5F)	74	94	61
5号機	最下階 (B4F)	126 〔 116 〕	102 〔 111 〕	57 〔 54 〕
6号機	最下階 (B3F)	159	114	82
7号機	最下階 (B3F)	170	135	74

観測値		南北方向	東西方向	上下方向 ²
1号機	最下階 (B5F)	274	273	(235)
2号機	最下階 (B5F)	167	167	(235)
3号機	最下階 (B5F)	192	193	(235)
4号機	最下階 (B5F)	193	194	(235)
5号機	最下階 (B4F)	249	254	(235)
6号機	最下階 (B3F)	263	263	(235)
7号機	最下階 (B3F)	263	263	(235)

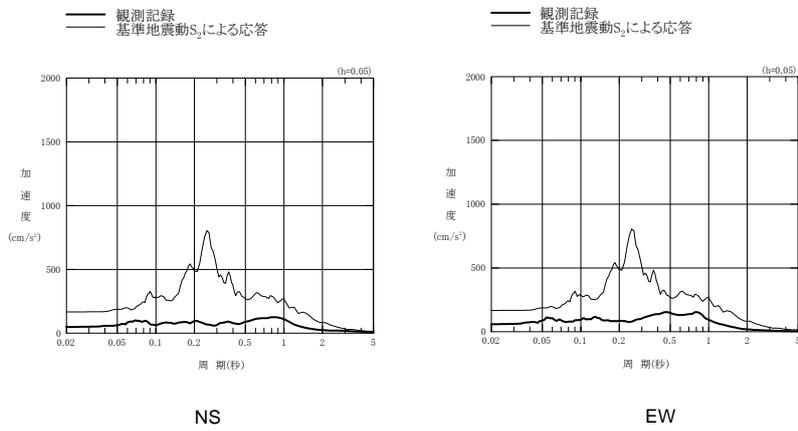
() 内は既設地震計での観測値
【スクラム設定値】水平方向120ガル, 上下方向100ガル

- 1 設計時の基準地震動S2 (1号機についてはEL CENTRO等) による応答値
- 2 上下方向については, () 内の値を静的設計で用いている



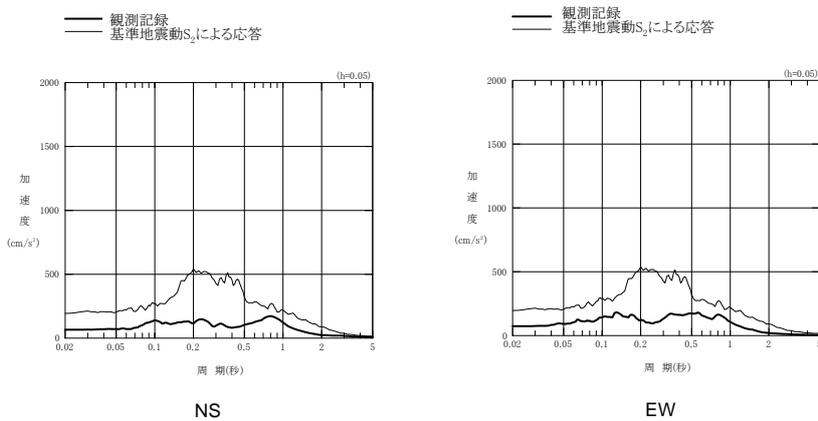
加速度時刻歴波形
(原子炉建屋基礎版上: NS成分)

原子炉建屋基礎版上の観測記録（ 2 ）



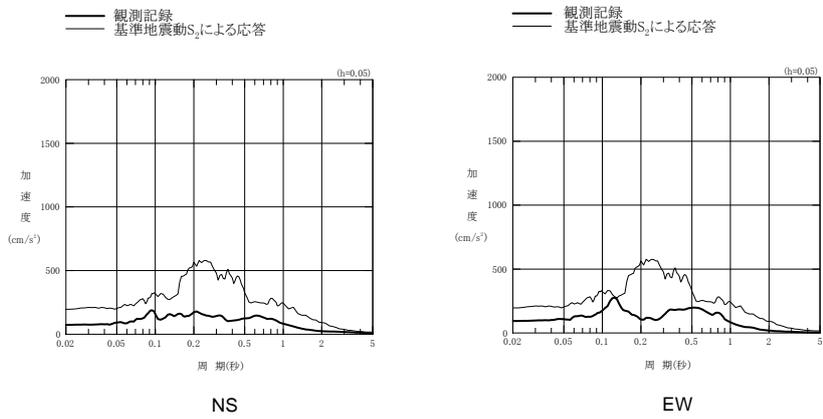
2号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（ 3 ）



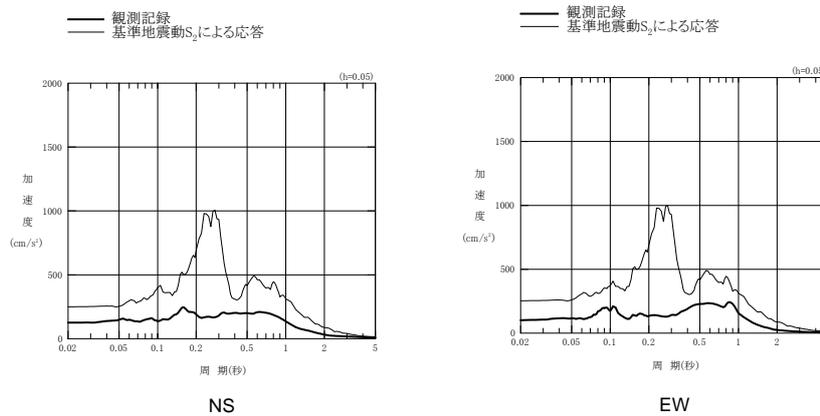
3号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（４）



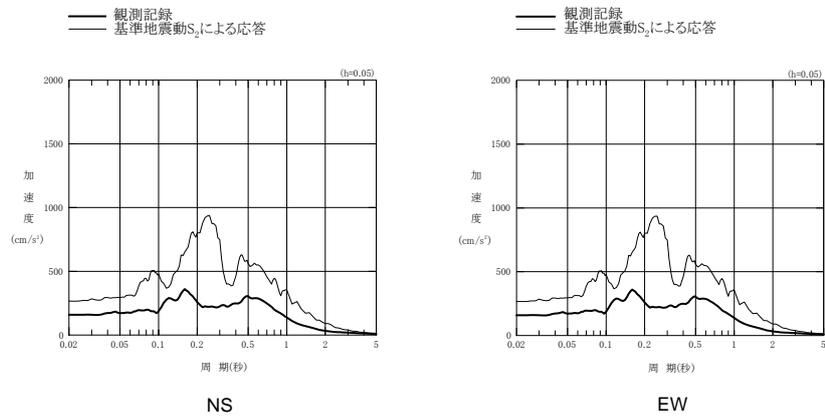
4号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（５）



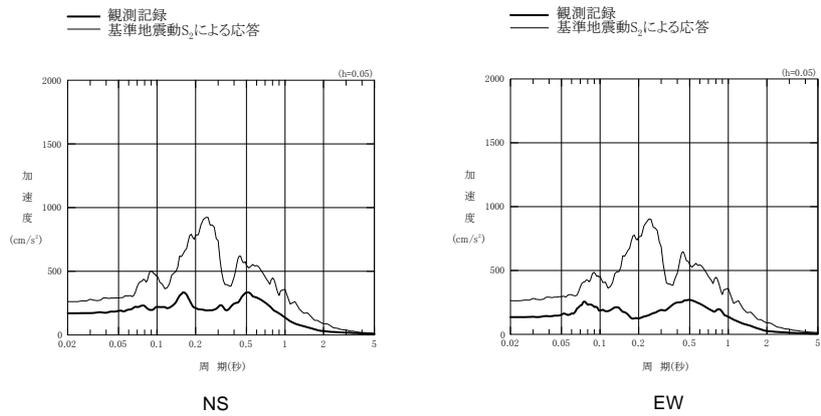
5号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（6）



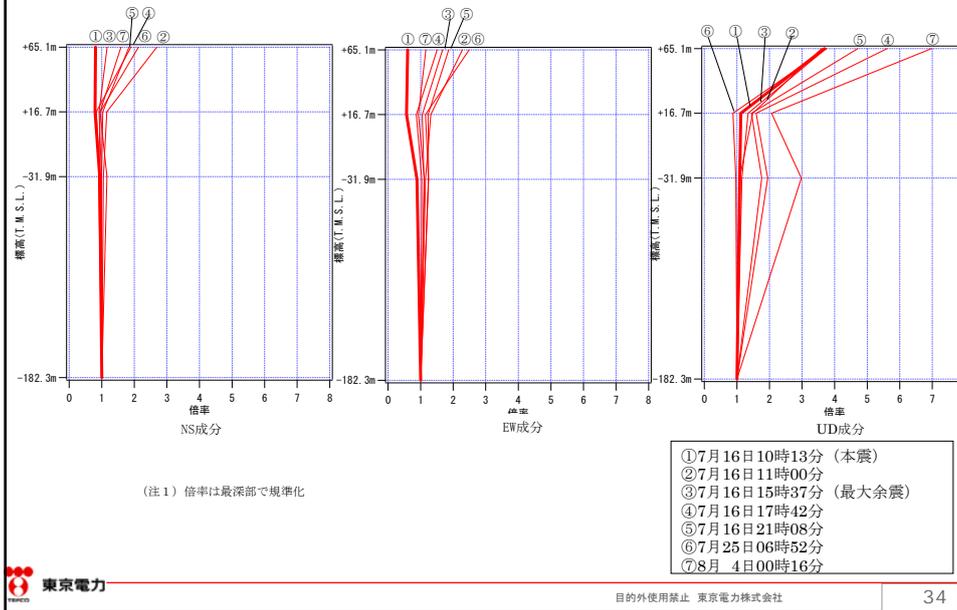
6号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎版上の観測記録（7）

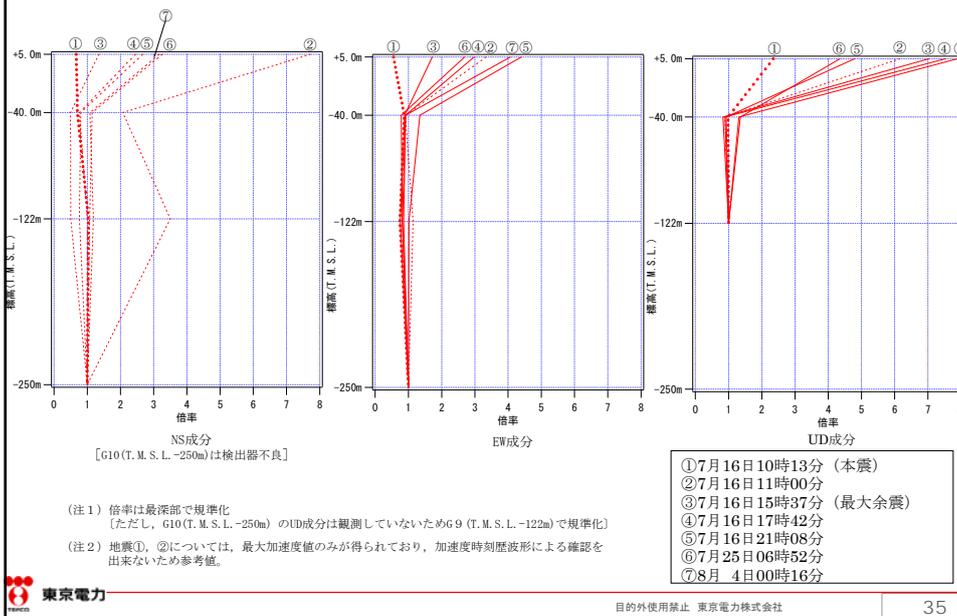


7号機 原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル

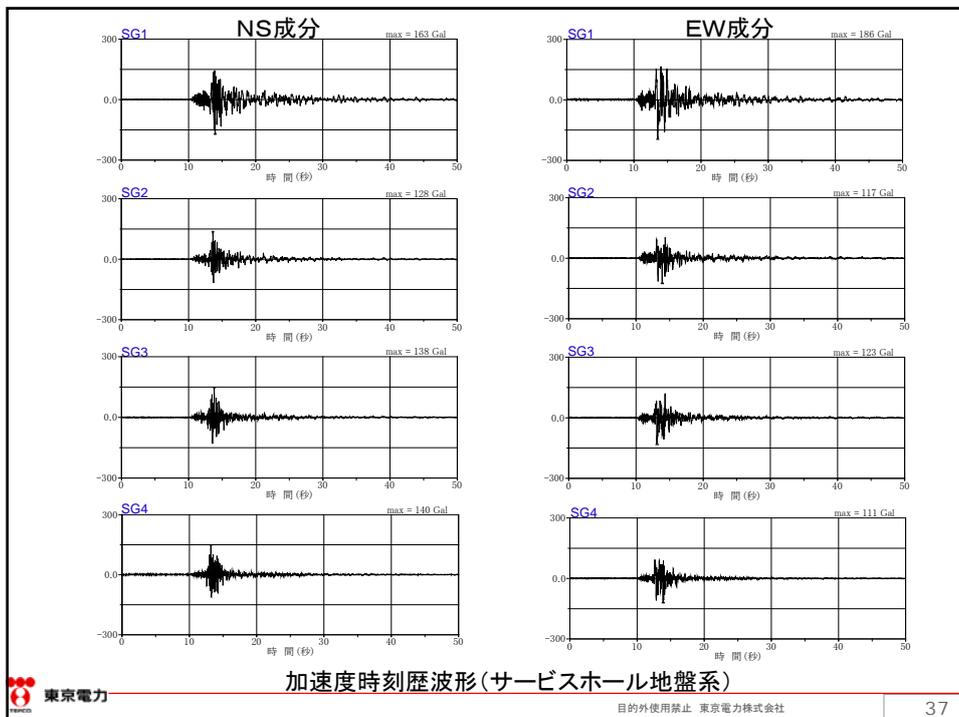
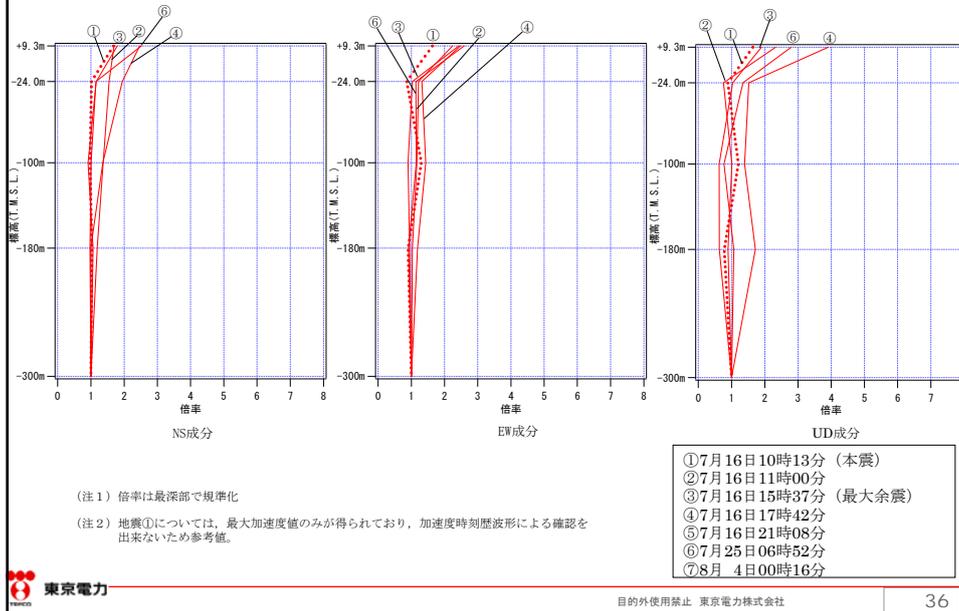
サービスホール地盤系における深度別加速度分布



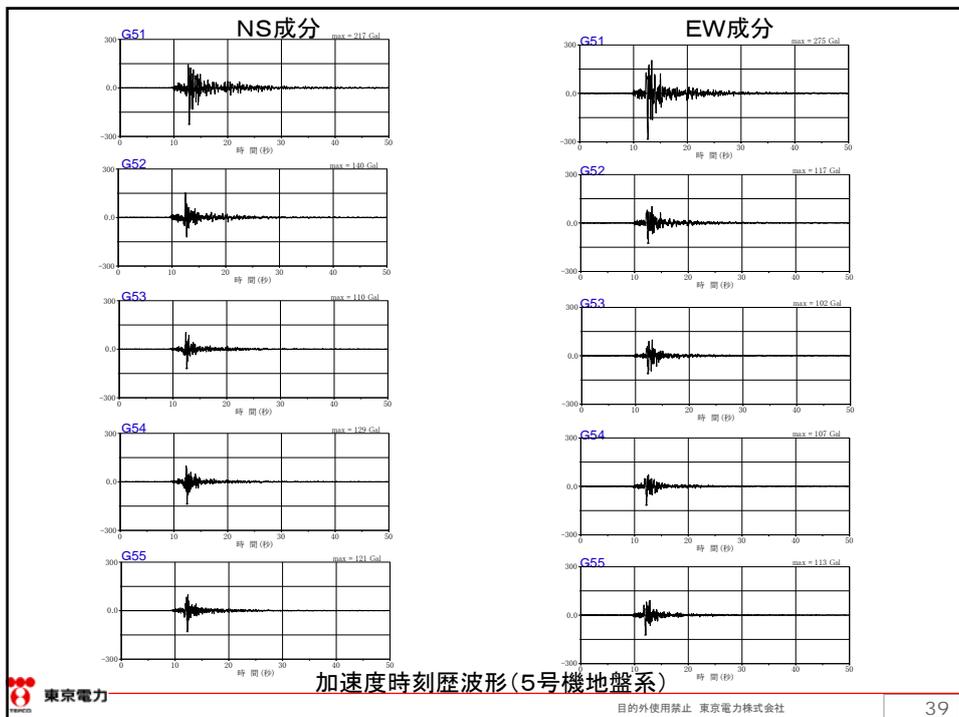
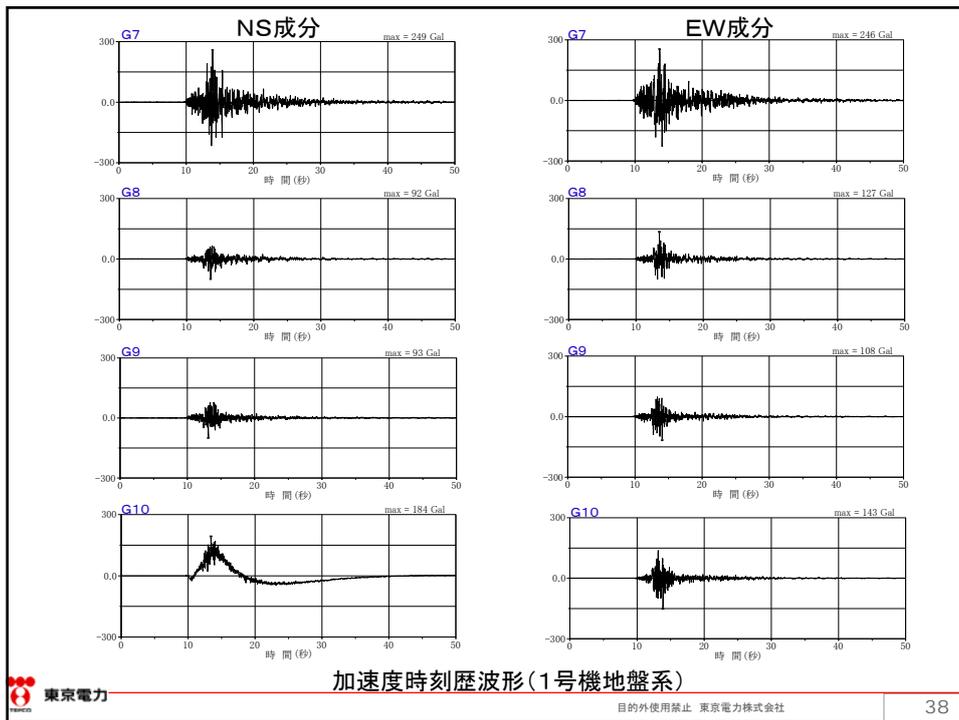
1号機地盤系における深度別加速度分布



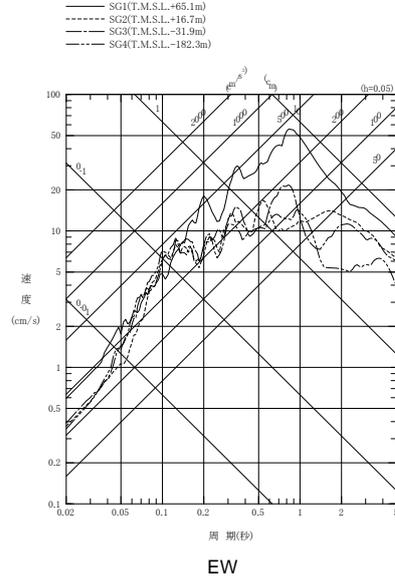
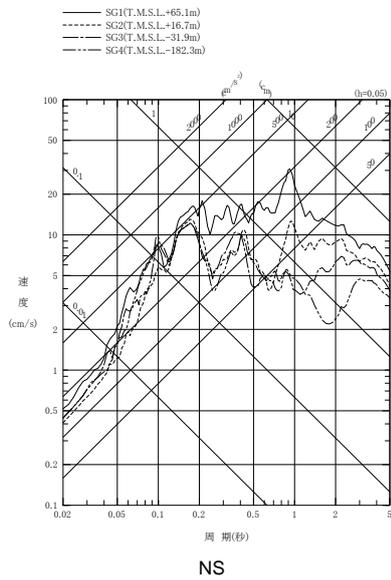
5号機地盤系における深度別加速度分布



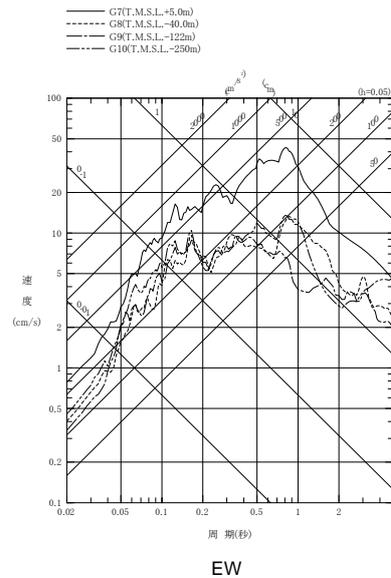
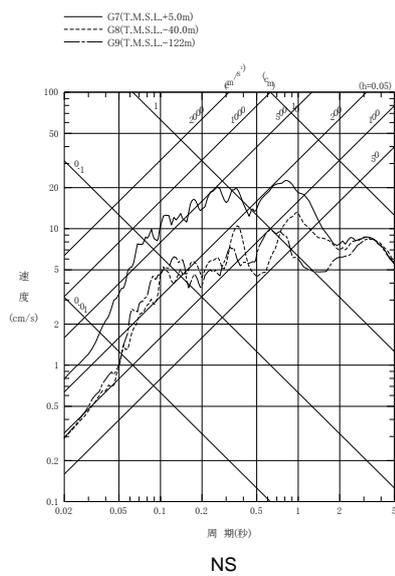
加速度時刻歴波形(サービスホール地盤系)



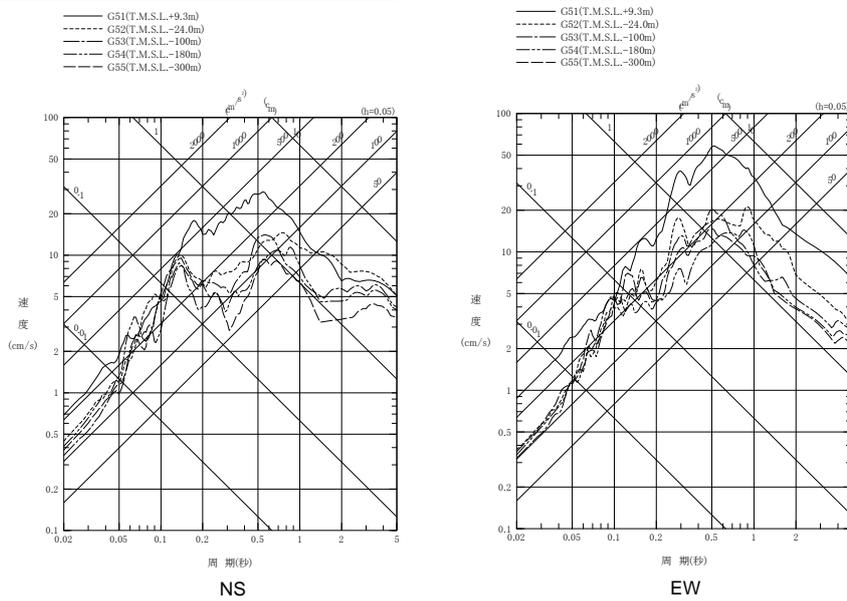
サービスホール地盤系の深度別スペクトル



1号機地盤系の深度別スペクトル

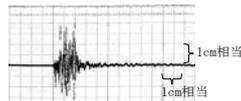


5号機地盤系の深度別スペクトル

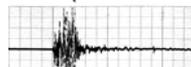


1号機ペンレコード記録 (本震)

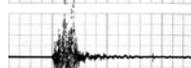
R4 (EW成分)
原子炉建屋
地下5階 (基礎版上)



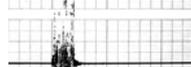
G8 (EW成分)
地盤系T. M. S. L. -40.0m



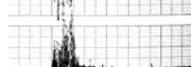
G9 (EW成分)
地盤系T. M. S. L. -122m



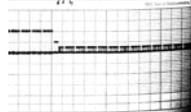
G10 (NS成分)
地盤系T. M. S. L. -250m



G10 (EW成分)
地盤系T. M. S. L. -250m

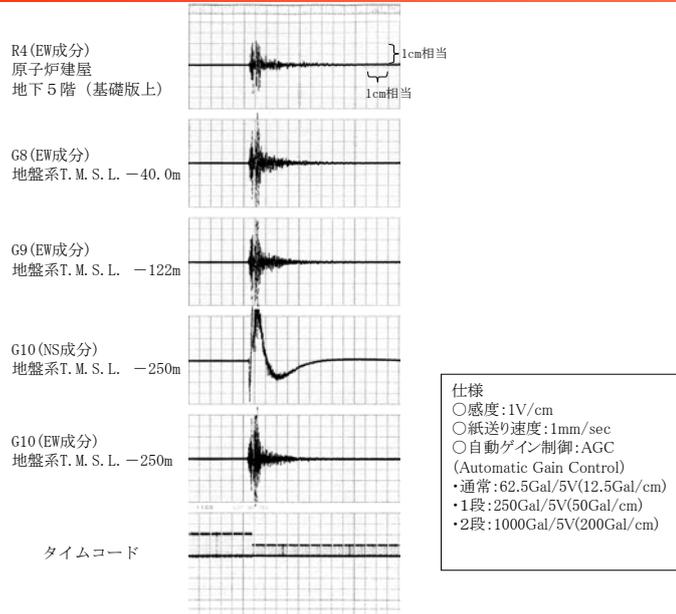


タイムコード



仕様
 ○感度: 1V/cm
 ○紙送り速度: 1mm/sec
 ○自動ゲイン制御: AGC
 (Automatic Gain Control)
 ・通常: 62.5Gal/5V(12.5Gal/cm)
 ・1段: 250Gal/5V(50Gal/cm)
 ・2段: 1000Gal/5V(200Gal/cm)

1号機ペンレコード記録（最大余震）



今後の対応 1

■ 今回の地震を踏まえた地質調査の実施

- 従来の知見の活用
 - 敷地周辺陸域の活断層調査データ
 - 陸域の活断層評価結果（敷地内を含む）
 - 海域の活断層評価結果
- 上記の評価に加え、今後以下の調査および評価を実施してまいります。
 - 発電所近傍における反射法地震探査
 - 余震発生範囲を含めた周辺海域の海上音波探査
 - 大深度ボーリングによる地下構造の評価
 - 地盤変状（液状化・地盤沈下）のメカニズム分析
 - ボーリングによる基礎地盤等の健全性の確認

今後の対応 2

■ 新潟県中越沖地震の分析

- 地震観測データの分析については、今回お示した余震の観測記録をも活用し、本震の地震動について分析してまいります。その方法として以下の方法を検討しております。
 - 原子炉建屋基礎版上の記録を用いた評価
 - サービスホール地盤系の記録を用いた評価
 - 余震の記録を用いた評価
 - 震源情報に基づいた評価
- 上記の評価に当たっては、以下の情報および知見を活用してまいります。
 - 1号機、5号機地盤系の記録（最大加速度値）
 - 新潟県中越地震で得られた地盤の速度構造等の知見
 - 公的機関による発電所周辺の地震観測記録など
 - 地震調査推進本部や学会などの知見

今後の対応 3

■ 今回の地震に対する施設への影響評価

■ 設備の点検実施

- 主要設備の目視点検を実施中です。
- 今後は原子炉圧力容器を含む設備の詳細な調査を行ってまいります。

■ 施設への影響評価

- 施設への影響評価においては、原子炉建屋基礎版上の記録に基づき、評価を実施致します。具体的手順は以下の通りです。
 - 原子炉建屋基礎版上の記録に基づく原子炉建屋の地震応答解析
 - 各床位置での地震による応答の算出
 - 床位置での応答に基づく耐震安全性の評価
- 施設への影響評価に当たっては、設備の点検結果も参考にして検討を進めてまいります。

設備の点検実施の流れ

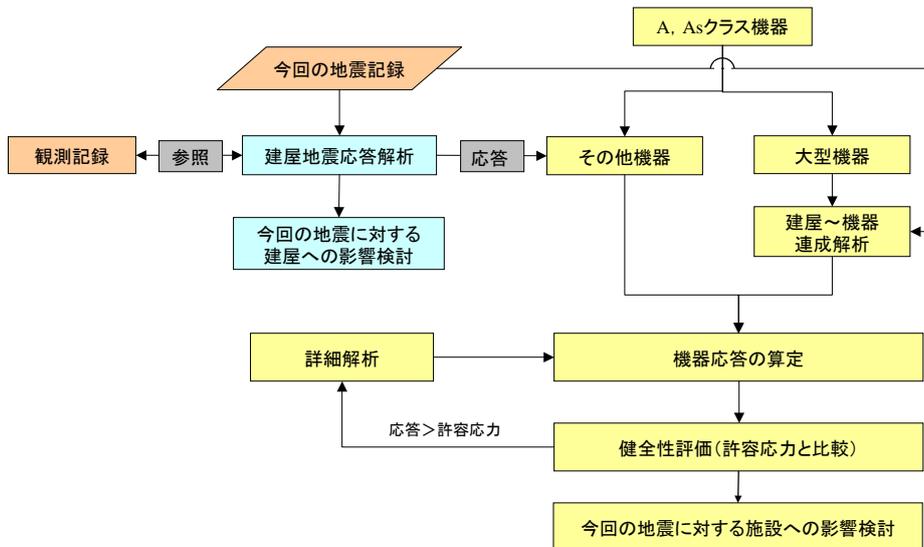
目視点検

- ・耐震安全上重要な施設について、
 - －耐震上の観点から脆弱部位を想定した外観点検を実施。
 - －専門家による ウォークダウンを実施。

詳細点検

- ・プラント運転に係わる全ての設備について、
 - －構造強度、機能維持等の確認を行う
 - －必要に応じて、寸法測定、分解点検等の実施
 - －経年変化事象に対して、地震による影響を確認（例：シュラウドSCC等）
- ・施設への影響評価（次頁）と合わせて設備健全性に係わる総合評価を実施

今回の地震に対する施設への影響評価の流れ



今後の対応 4

■ 今後の取り組み

- 当社は、今回実施する地質調査結果、地震動の分析を地震動の評価に反映してまいります。
- 当社は、今回の地震による地震動の評価結果を各設備の評価に反映し、発電所の安全確保に全力を挙げて取り組んでまいります。

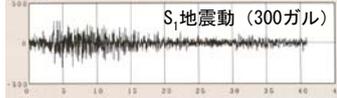
参考資料

敷地で考慮する地震（旧指針による）



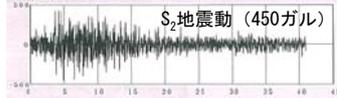
S₁地震で考慮している地震

- 1614年越後高田の地震 (M7.7, Δ=54km)
- 1828年三条地震 (M6.9, Δ=33km)
- 気比ノ宮断層による地震 (M6.9, Δ=20km)

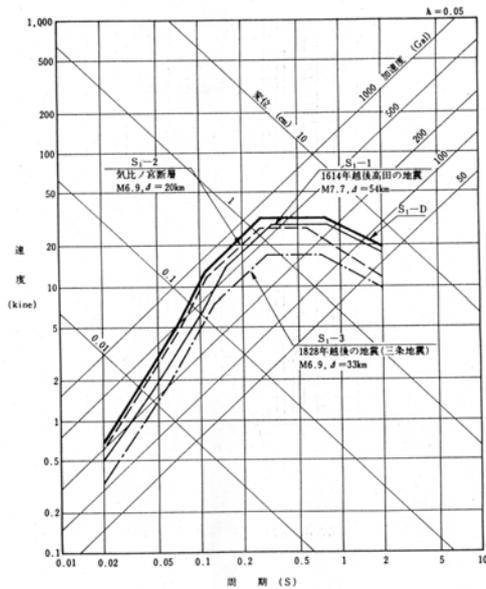


S₂地震で考慮している地震

- 中央丘陵西縁部断層による地震 (M6.7, Δ=12km)
- 長野県北部の地震地体構造による地震 (M7.5, Δ=55km)
- 信濃川下流域の地震地体構造による地震 (M7.0, Δ=20km)
- 直下地震 (M6.5, 深さ10km)



基準地震動S₁の応答スペクトル



基準地震動S2の応答スペクトル

