

福島第二原子力発電所における
平成 23 年東北地方太平洋沖地震時に取得された
地震観測記録の分析に係わる報告

平成 23 年 5 月 16 日

東京電力株式会社

目 次

1 . はじめに	1
2 . 地震概要	1
3 . 福島第二原子力発電所における地震観測の状況	2
4 . 平成 23 年東北地方太平洋沖地震における観測記録	4
5 . まとめ	38

添付 1 福島第二原子力発電所における地震計配置図及び地盤概要

添付 2 福島第二原子力発電所に設置されている地震計の計器特性

添付 3 観測記録が中断した事象の原因及び今後の対策

添付 4 福島第二原子力発電所における平成 23 年東北地方太平洋沖地震本震の
観測記録

1. はじめに

本報告書は、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震本震の際、当社福島第二原子力発電所に設置している地震観測点のうち、現時点で加速度時刻歴データが得られている各観測点の記録を整理したものである。

2. 地震概要

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の概要を以下に示す。

- ・発生日時：平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃
- ・震央地名：三陸沖
- ・地震諸元（気象庁暫定値）
 - 規 模：マグニチュード 9.0
 - 震央位置：北緯 38 度 6.2 分，東経 142 度 51.6 分
 - 震源深さ：24km
- ・福島第二原子力発電所との距離
 - 震央距離：183km
 - 震源距離：185km
- ・各地の震度
 - 震度 7：栗原市築館
 - 震度 6 強：大熊町下野上，富岡町本岡，浪江町幾世橋，楢葉町北田，双葉町新山，他
 - 震度 6 弱：田村市大越町，田村市常葉町，田村市都路町，田村市滝根町，いわき市小名浜，いわき市三和町，いわき市錦町，いわき市平梅本，福島広野町下北迫大谷地原，川内村上川内小山平，川内村上川内早渡，飯舘村伊丹沢，南相馬市鹿島区，南相馬市小高区，他
 - 震度 5 強：いわき市平四ツ波，福島広野町下北迫苗代替，川内村下川内，葛尾村落合落合，南相馬市原町区三島町，南相馬市原町区本町，田村市船引町，他
 - 震度 5 弱：二本松市小浜，他

3. 福島第二原子力発電所における地震観測の状況

3. 1 地震観測の概要

福島第二原子力発電所では、敷地地盤、各号機の原子炉建屋及びタービン建屋、並びに地震観測室の計 43 箇所地震計を設置し観測を行っている。

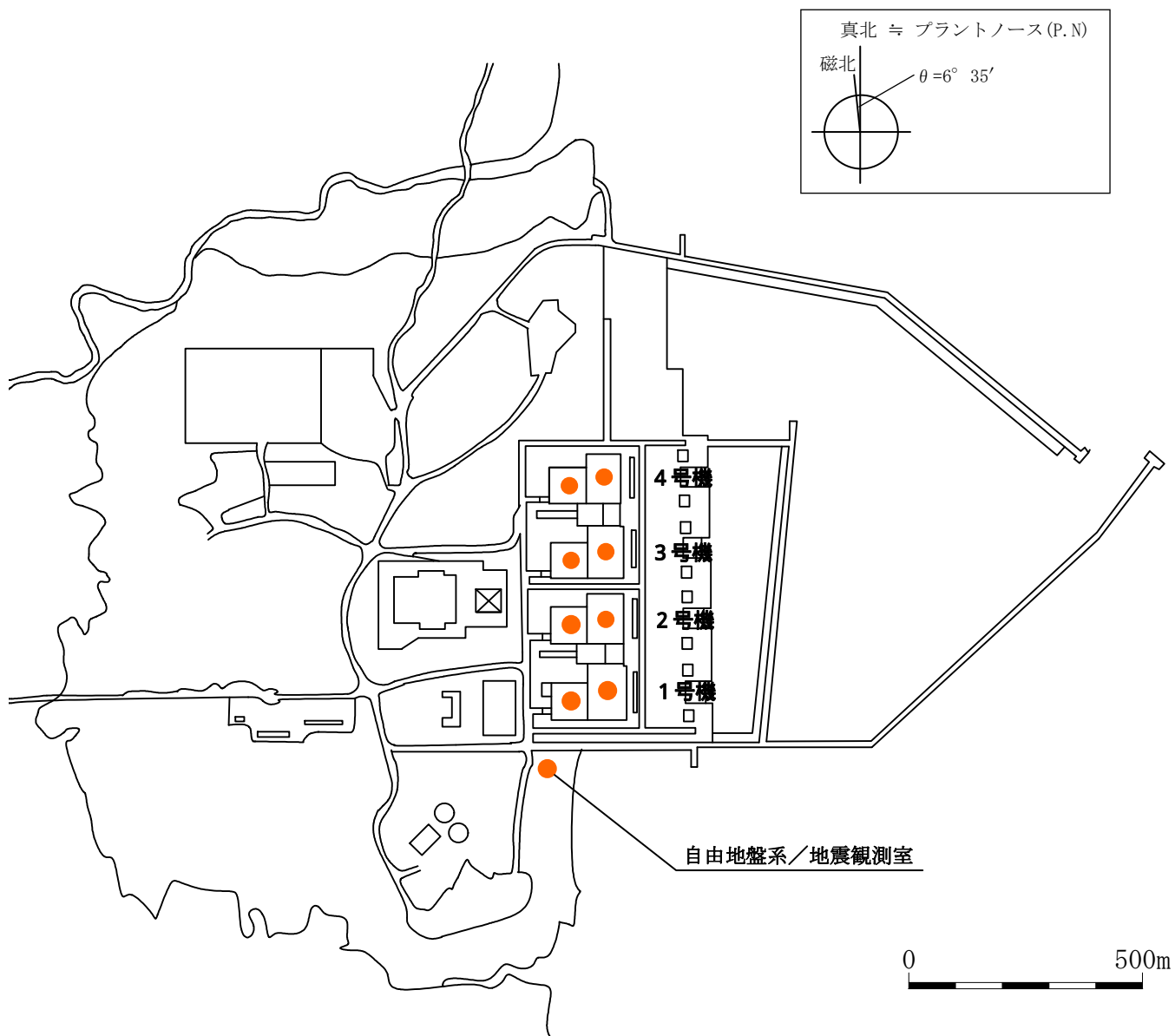
3. 2 地震観測点の配置

福島第二原子力発電所における地震観測点の配置を図 3. 2-1 に示す。敷地地盤では、図 3. 2-1 に示す自由地盤系及び 1 号機建屋周辺地盤の 2 箇所において、鉛直アレイ観測を行っている。詳細な地震計の配置図及び地盤の概要を添付 1 に示す。

なお、本報告書における標高は、東京湾平均海面(T.P.)の下方 0.727m に相当する小名浜港工事基準面(O.P.)で表すものとする。

3. 3 地震計の計器特性

福島第二原子力発電所に設置されている各地震計は、設置時期の相違等により、その計器特性が異なる。各地震計の計器特性を添付 2 に示す。



※ 1号機では、建屋周辺地盤においても観測を実施。

● : 地震観測点

図 3.2-1 福島第二原子力発電所における地震観測点の配置

4．平成 23 年東北地方太平洋沖地震における観測記録

4．1 敷地地盤における観測記録

本震の際，自由地盤系及び 1 号機建屋周辺地盤の地震観測点に設置した地震計 10 台の全てにおいて加速度時刻歴データを取得している。敷地地盤で得られた観測記録の最大加速度値を表 4.1-1 に示す。

これらのうち，自由地盤系地震観測点における地盤の各深度で得られた観測記録の最大加速度分布を図 4.1-1 に，加速度時刻歴波形を図 4.1-2 に示す。また，各深度の応答スペクトルを比較して図 4.1-3 に，解放基盤表面に最も近い深度の観測点 (O.P. -200m) における観測記録の応答スペクトルと基準地震動 Ss の応答スペクトルを図 4.1-4 に示す。

4．2 建屋における観測記録

本震の際，1～4号機の原子炉建屋及びタービン建屋，並びに自由地盤系の地震観測室に設置した地震計 33 台の全てにおいて加速度時刻歴データを取得している。各建屋で得られた観測記録の最大加速度値を表 4.2-1 に示す。

これらのうち，図 4.2-1 に示す各号機の原子炉建屋基礎版上及び 2 階で得られた観測記録の加速度時刻歴波形を図 4.2-2 に，観測記録の応答スペクトルと基準地震動 Ss による応答スペクトルを比較して図 4.2-3 に示す。

図 4.2-3 によると，観測記録の応答スペクトルが一部の周期帯において基準地震動 Ss による応答スペクトルを上回っているものの，概ね同程度以下となっている。

なお，表 4.2-1 において * 印を付した観測記録は，地震計のデータを記録する装置のシステムにおける不具合により，記録開始から 130～150 秒程度で記録が中断している。その原因及び今後の対策については添付 3 に示す。

途中で終了している観測記録のうち，1号機及び2号機の原子炉建屋基礎版上の 1-R2 観測点及び 2-R2 観測点については，近接する観測点 (1-R2 観測点については R4 観測点，2-R2 観測点については R13 観測点) において完全な記録を取得していることから，これらの記録を比較することにより，途中で終了していることによる影響を確認する。

1号機の 1-R2 観測点及び R4 観測点，並びに 2号機の 2-R2 観測点及び R13 観測点における加速度時刻歴波形を比較して図 4.2-4 に，応答スペクトルを比較して図 4.2-5 に示す。

図 4.2-4 及び図 4.2-5 によると，最大加速度値及び応答スペクトルはいずれも概ね同程度となっていること，さらに，敷地地盤において完全な記録が得られていることから，今回の事象は今後の検討において大きな問題となるもので

はないと考えられる。

また、本震時に敷地地盤及び各建屋で取得した全ての観測記録の最大加速度値、加速度時刻歴波形及び応答スペクトルを添付 4 に示す。

なお、これらの記録の値等については、今後の分析・検討の進展に伴い変更となる可能性がある。

表 4.1-1 敷地地盤で得られた観測記録の最大加速度値

観測箇所	観測位置	観測点名	観測された最大加速度値 (単位: Gal)		
			NS 方向	EW 方向	UD 方向
自由地盤系	O.P.+10.2m	FF1	399	382	276
	O.P. -5.5m	FF2	286	274	205
	O.P. -50.0m	FF3	235	211	146
	O.P. -200m	FF4	205	180	162
1号機 建屋周辺地盤	O.P. +4.0m	G1	373	331	266
	O.P. -5.5m	G2	238	258	202
	O.P. -5.5m	R5	251		272
	O.P. -27.4m	R6		253	
	O.P. -49.3m	R15		212	198
	O.P. -150m	R9		176	153

1) 観測していない方向については斜線で示している。

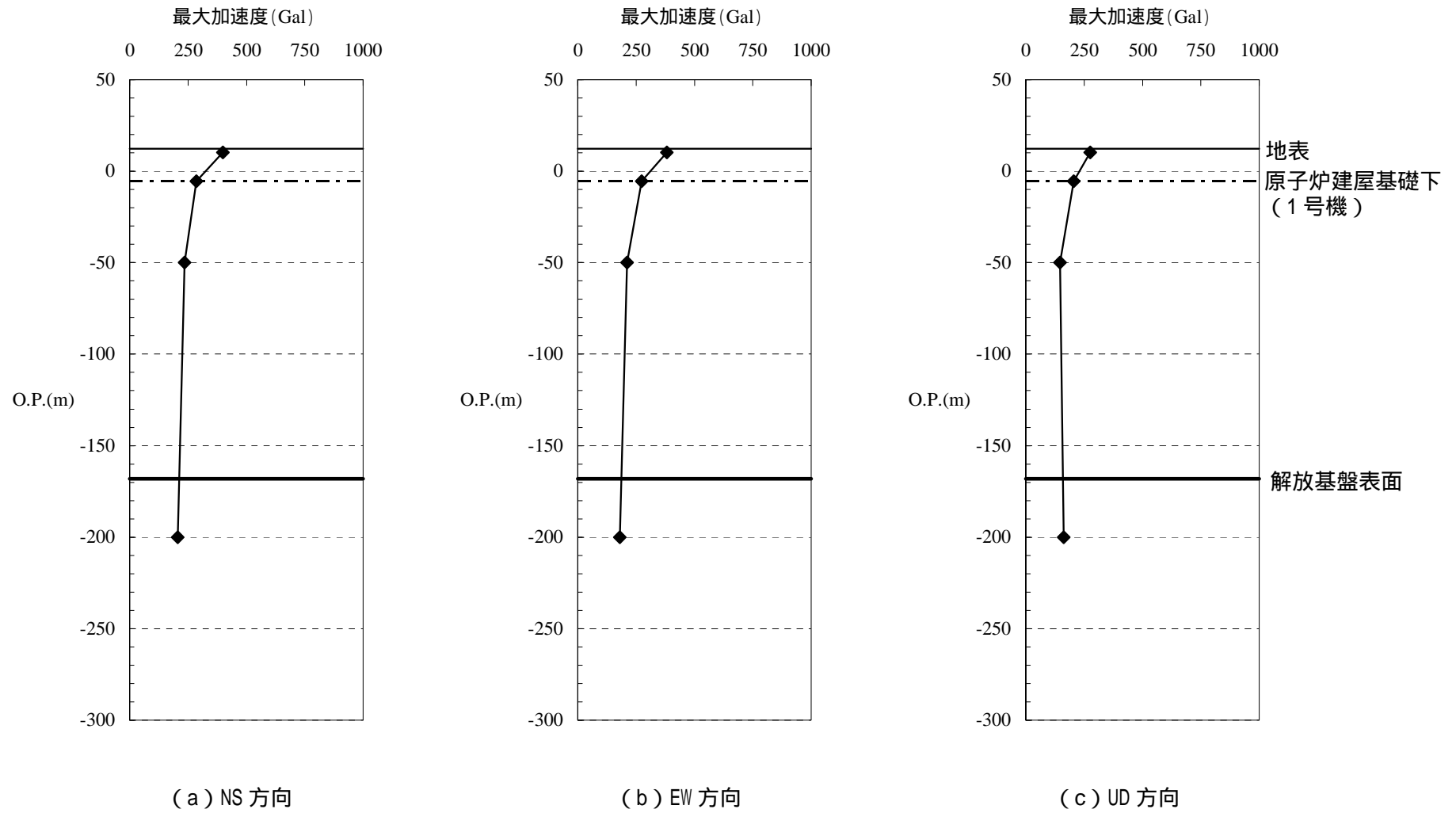
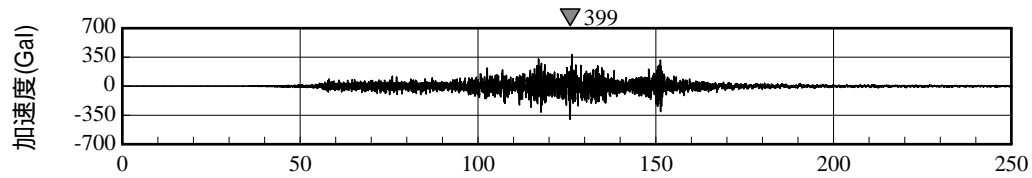
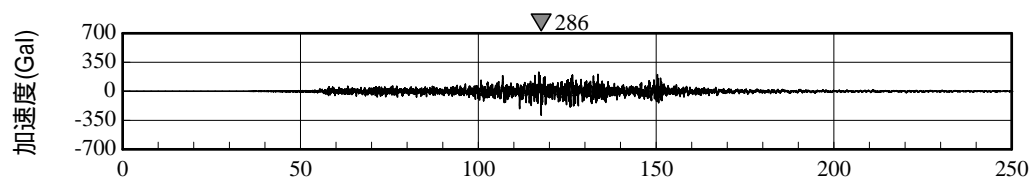


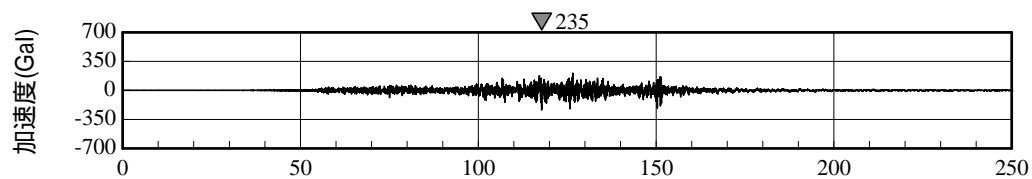
図 4.1-1 自由地盤系地震観測点における最大加速度分布
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



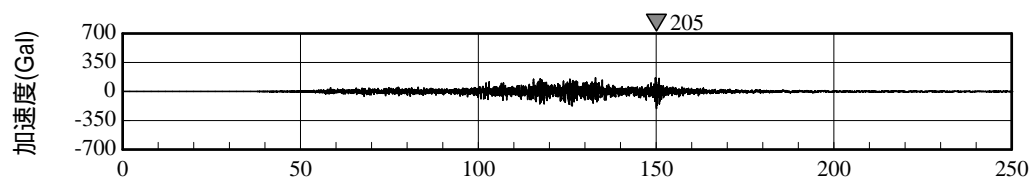
時間(秒)
(a) FF1 観測点 (O.P. +10.2m)



時間(秒)
(b) FF2 観測点 (O.P. -5.5m)

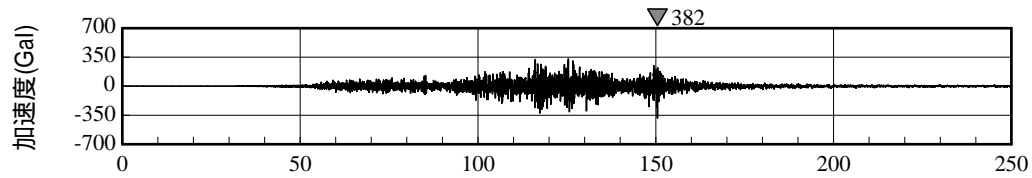


時間(秒)
(c) FF3 観測点 (O.P. -50.0m)

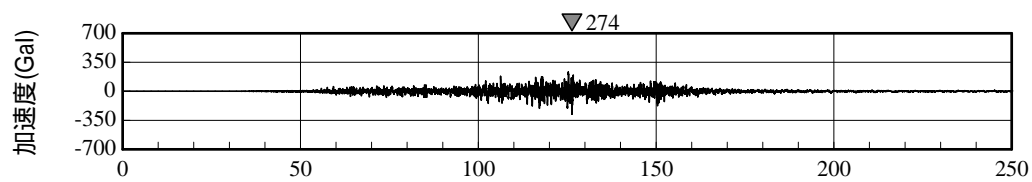


時間(秒)
(d) FF4 観測点 (O.P. -200m)

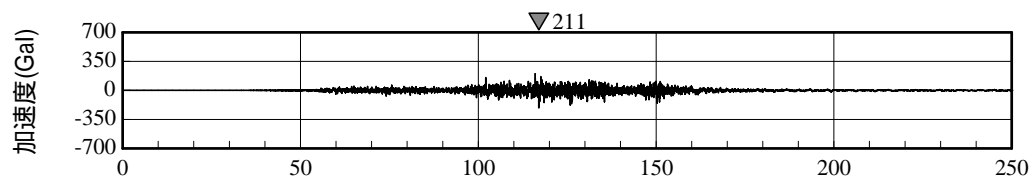
図 4.1-2(1) 自由地盤系地震観測点の加速度時刻歴波形 (NS 方向)
[2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分東北地方太平洋沖地震]



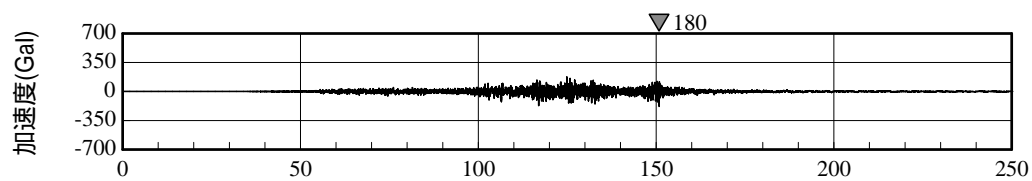
時間(秒)
(a) FF1 観測点 (O.P. +10.2m)



時間(秒)
(b) FF2 観測点 (O.P. -5.5m)

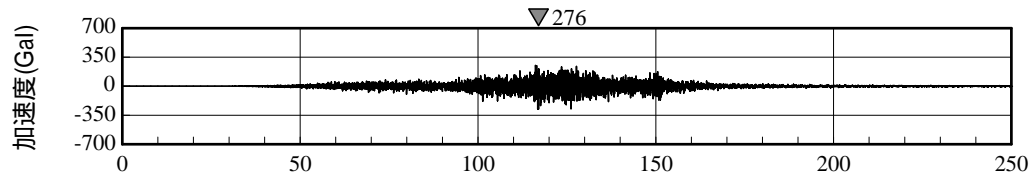


時間(秒)
(c) FF3 観測点 (O.P. -50.0m)

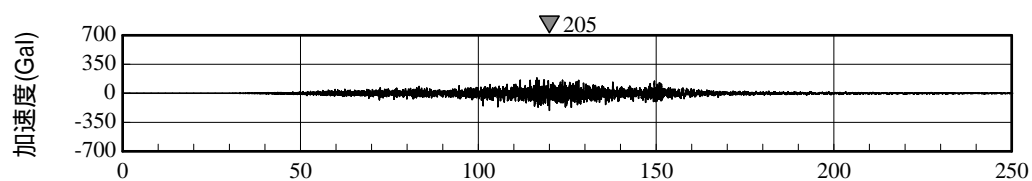


時間(秒)
(d) FF4 観測点 (O.P. -200m)

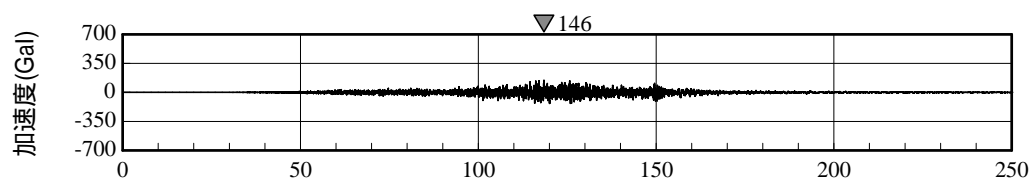
図 4.1-2(2) 自由地盤系地震観測点の加速度時刻歴波形 (EW 方向)
[2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分東北地方太平洋沖地震]



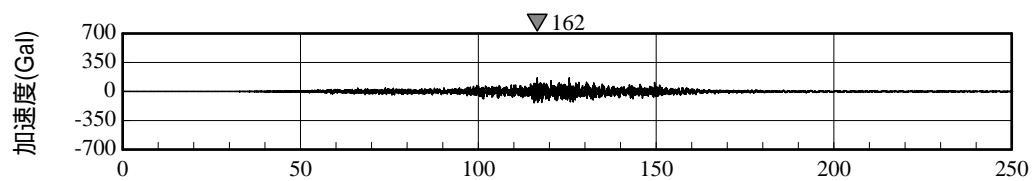
時間(秒)
(a) FF1 観測点 (O.P. +10.2m)



時間(秒)
(b) FF2 観測点 (O.P. -5.5m)



時間(秒)
(c) FF3 観測点 (O.P. -50.0m)



時間(秒)
(d) FF4 観測点 (O.P. -200m)

図 4.1-2(3) 自由地盤系地震観測点の加速度時刻歴波形 (UD 方向)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

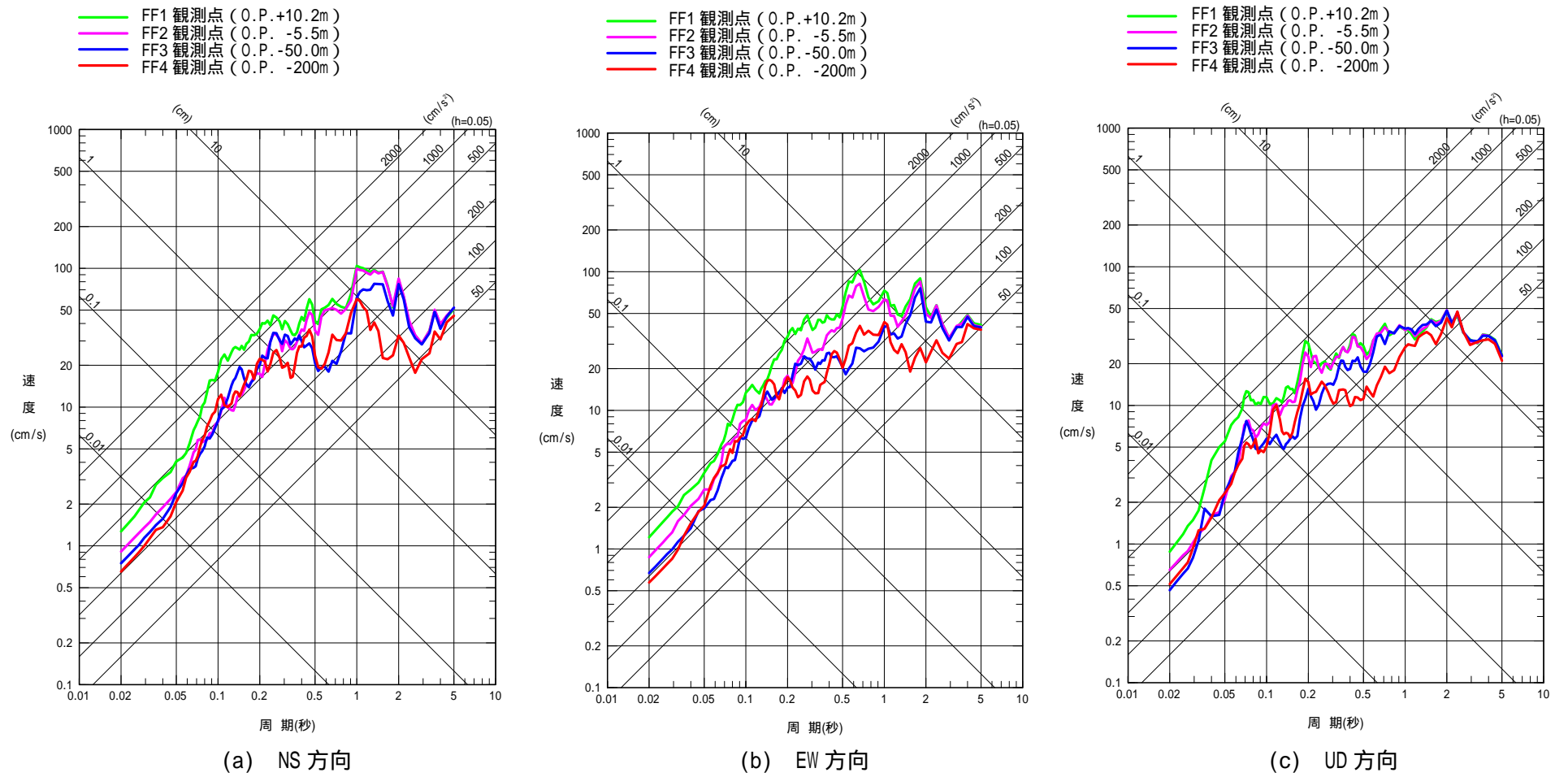
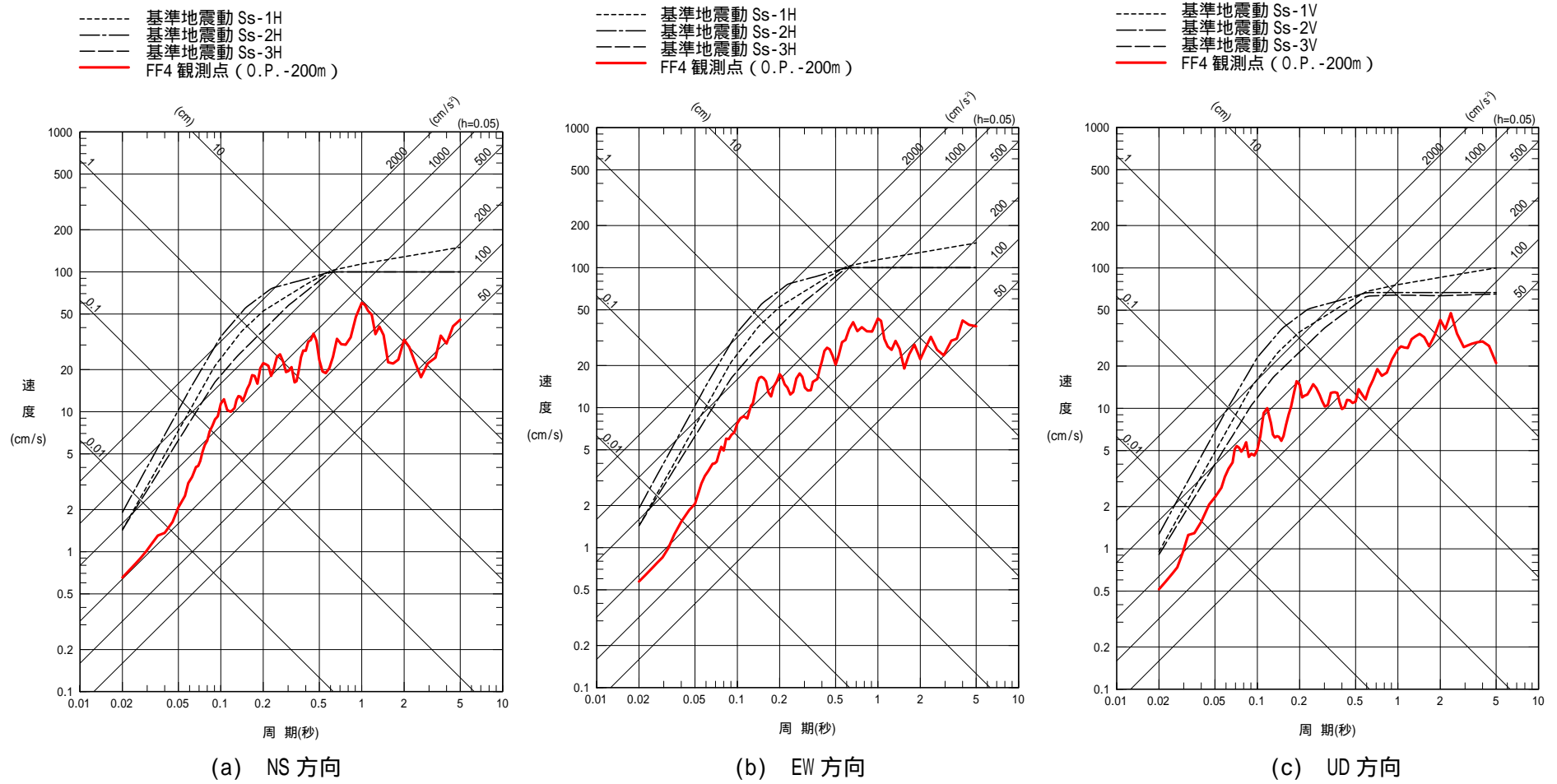


図 4.1-3 自由地盤系地震観測点における深度別の擬似速度応答スペクトル($h=0.05$)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



解放基盤表面上で定義される基準地震動 Ss を併記

図 4.1-4 自由地盤系地震観測点の 0.P.-200m における擬似速度応答スペクトル(h=0.05)

[2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分東北地方太平洋沖地震]

表 4.2-1(1) 原子炉建屋で得られた観測記録の最大加速度値

(単位: Gal)

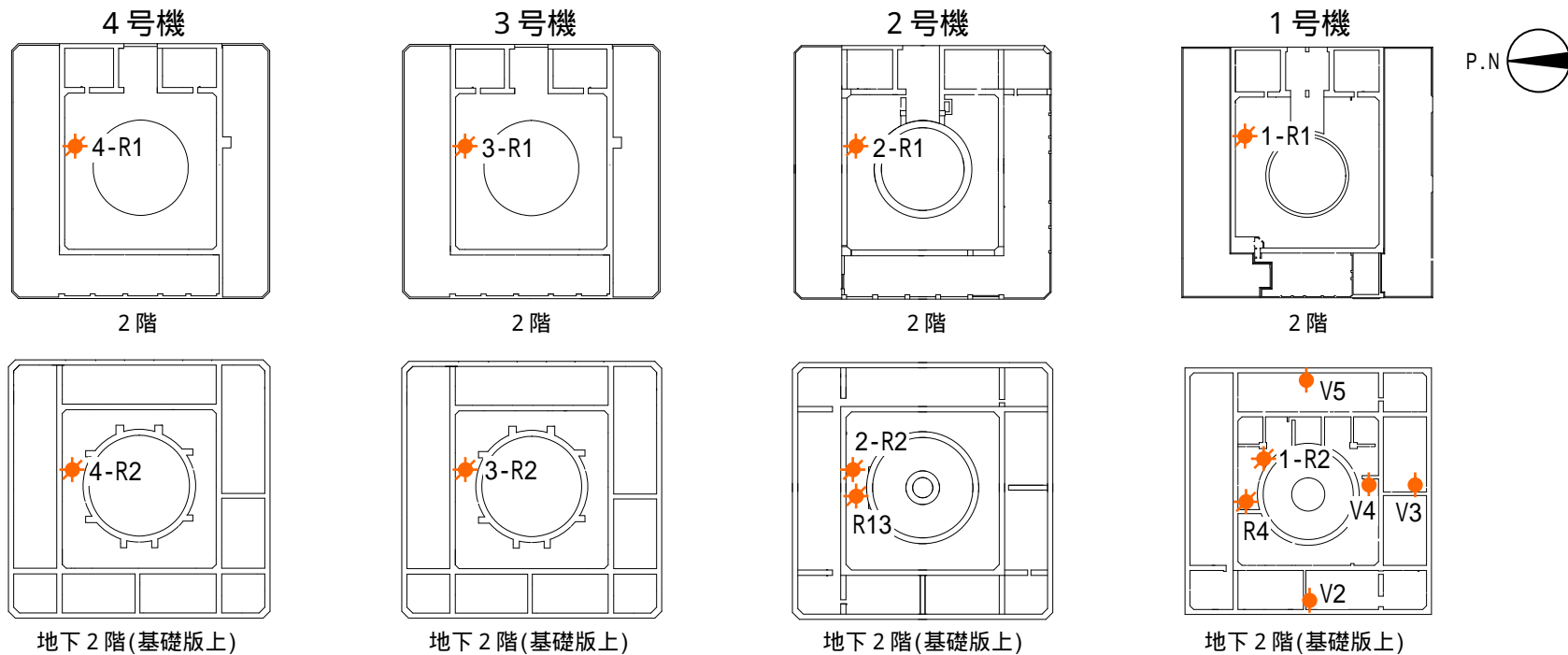
号機	観測位置	観測点名	観測された最大加速度値			基準地震動 Ss に対する最大応答加速度値		
			NS 方向	EW 方向	UD 方向	NS 方向	EW 方向	UD 方向
1号機	屋根トラス	R1	1335	652	437	1238	1187	741
		V1			1820			2332
	6階	R2	534	441	389	826	787	648
	2階	1-R1	297	304	228	467	464	529
	1階	R3	302	271		440	437	526
	地下2階(基礎版上)	1-R2	251 *	230 *	186 *	434	434	512
		R4	254	228	192			
		V2			270			
		V3			305			
		V4			176			
	V5			173				
2号機	屋根トラス	R11	1538	583	469	1096	1074	695
	6階	R12	611	302	346	748	723	569
	2階	2-R1	312	201	233	459	457	518
	地下2階(基礎版上)	2-R2	221 *	196 *	232 *	428	429	504
		R13	243	194	227			
3号機	2階	3-R1	321 *	235 *	198 *	458	455	518
	地下2階(基礎版上)	3-R2	277 *	216 *	208 *	428	430	504
4号機	2階	4-R1	258	241	283	460	459	519
	地下2階(基礎版上)	4-R2	210 *	205 *	288 *	415	415	504

- 1) 表中の*印を付した観測記録は、記録開始から130~150秒程度で記録が中断している。
- 2) 観測していない方向・評価していない方向については斜線で示している。
- 3) 基準地震動 Ss に対する最大応答加速度値は Ss-1 ~ Ss-3 の応答値のうち、最大値を記載。

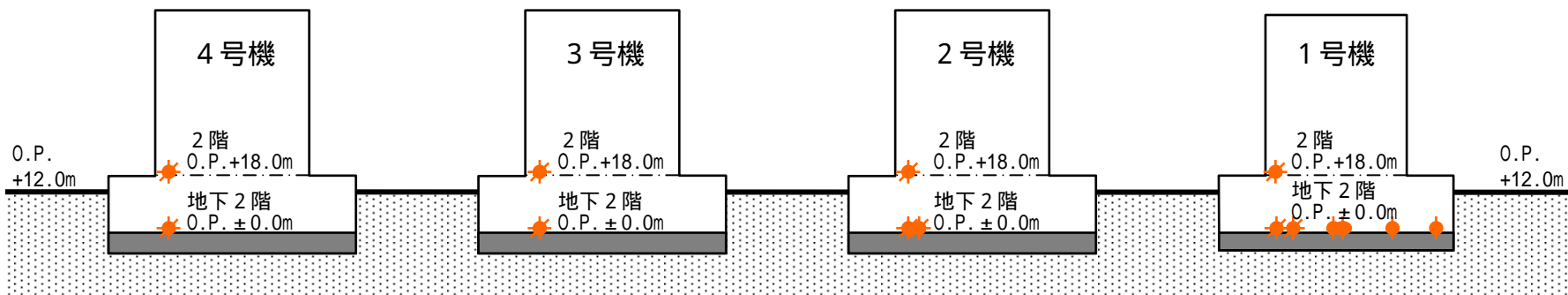
表 4.2-1(2) その他の建屋で得られた観測記録の最大加速度値

号機	建屋	観測位置	観測点名	観測された最大加速度値 (単位: Gal)		
				NS 方向	EW 方向	UD 方向
1号機	タービン建屋	2階	1-T1	418 *	312 *	303 *
		2階(ペDESTAL)	T1	549	424	283
		地下1階(基礎版上)	T2	234	284	225
2号機	タービン建屋	2階	2-T1	366	289	275
		2階(ペDESTAL)	2-T2	345	315	341
		地下1階(基礎版上)	2-T3	263 *	237 *	245 *
3号機	タービン建屋	2階	3-T1	321	287	301
		2階(ペDESTAL)	3-T2	547	451	279
		地下2階(基礎版上)	3-T3	256 *	249 *	297 *
4号機	タービン建屋	2階	4-T1	296 *	265 *	246 *
		2階(ペDESTAL)	4-T2	448	337	251
		地下2階(基礎版上)	4-T3	245 *	196 *	216 *
自由地盤系地震観測室		観測室内 (O.P.+12.5m)	1-G1	639 *	413 *	346 *

- 1) 表中の*印を付した観測記録は、記録開始から130~150秒程度で記録が中断している。



(a) 平面配置



(b) 立面配置

図 4.2-1 原子炉建屋基礎版上及び2階の地震観測点配置



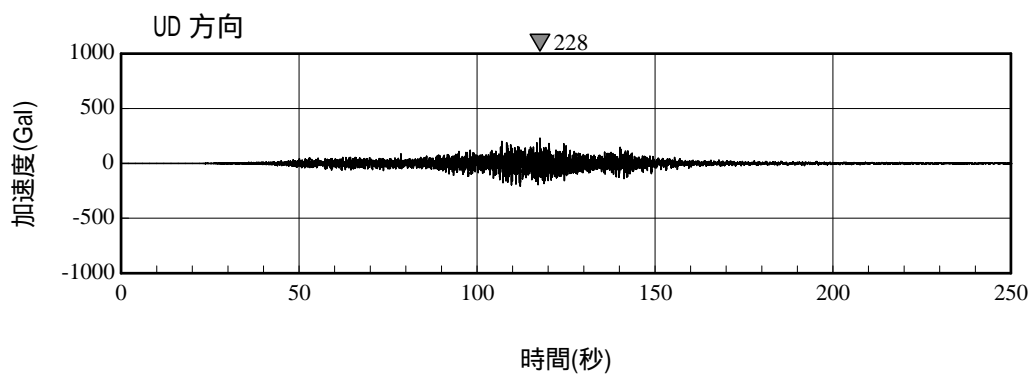
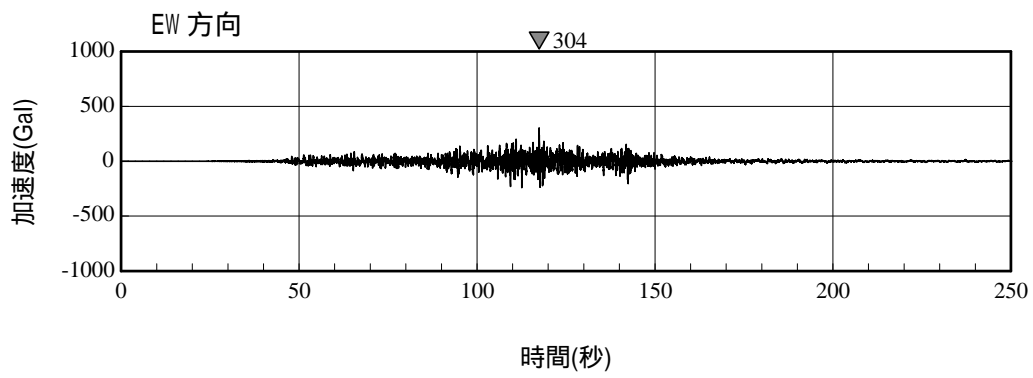
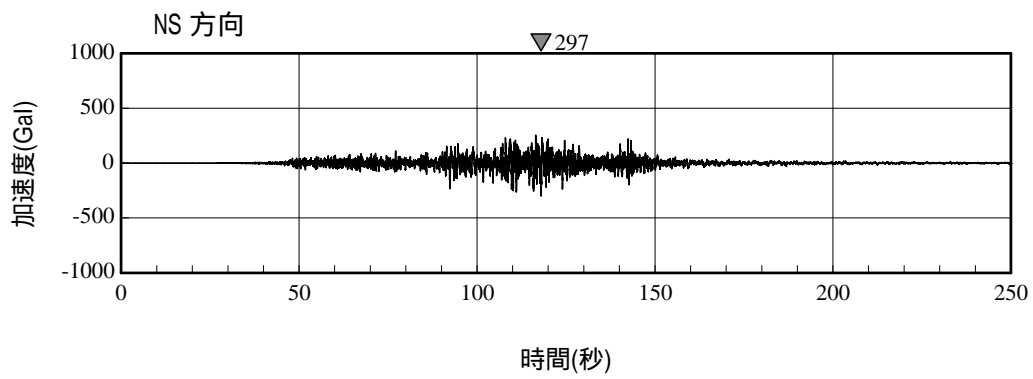


図 4.2-2(1) 1号機原子炉建屋 2 階の加速度時刻歴波形
[2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分東北地方太平洋沖地震, 1-R1 観測点]

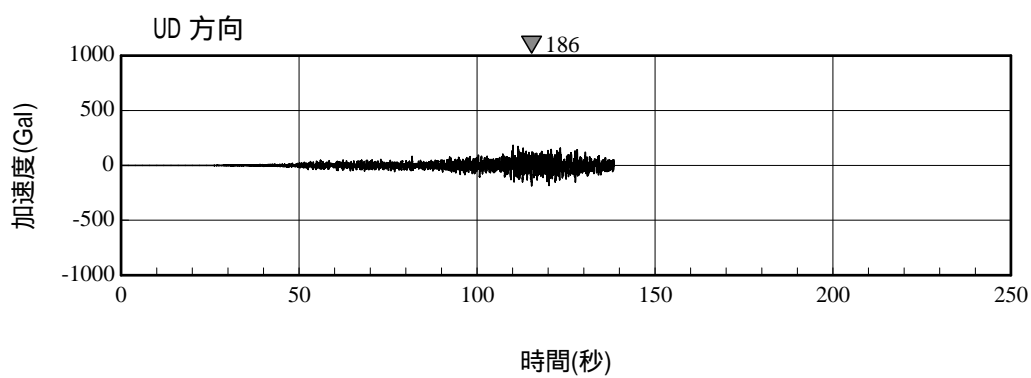
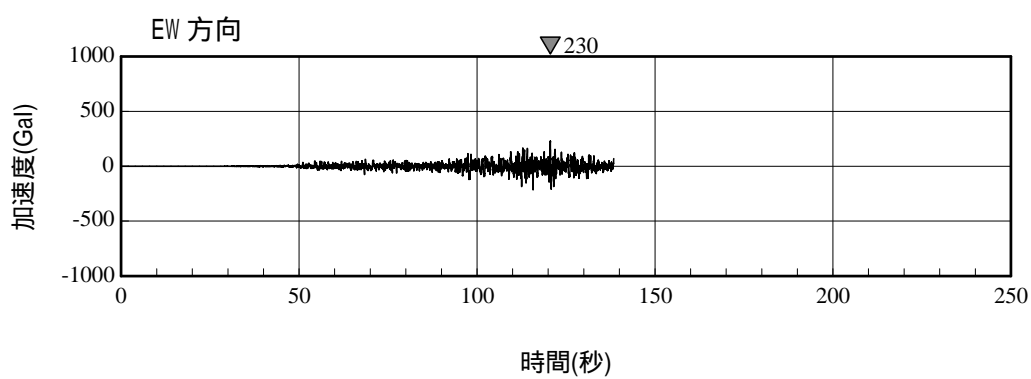
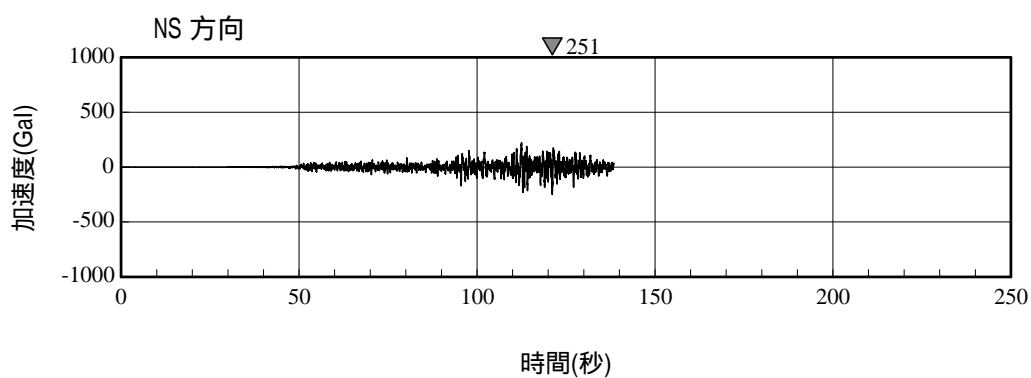


図 4.2-2(2) 1号機原子炉建屋基礎版上の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 1-R2観測点]

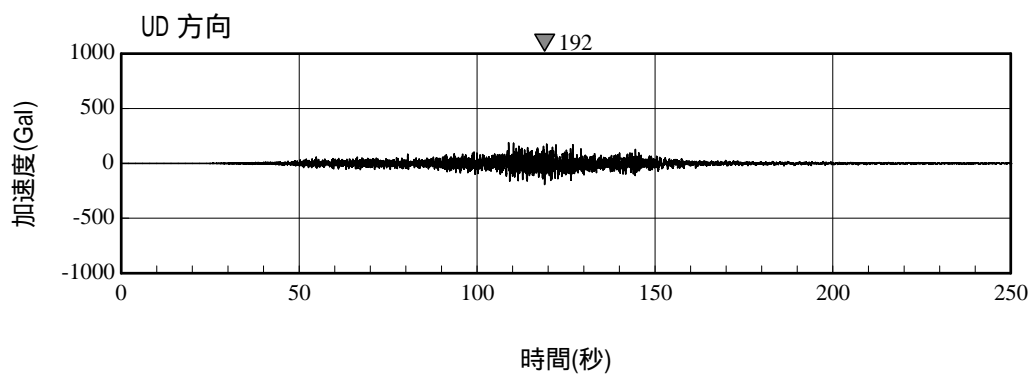
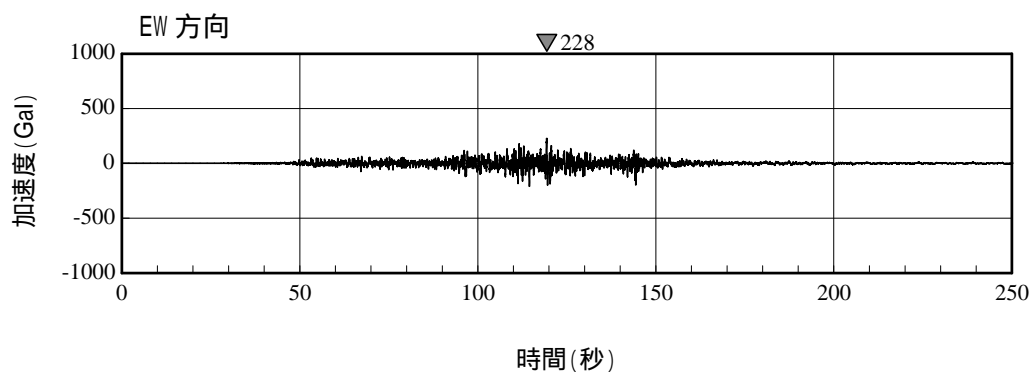
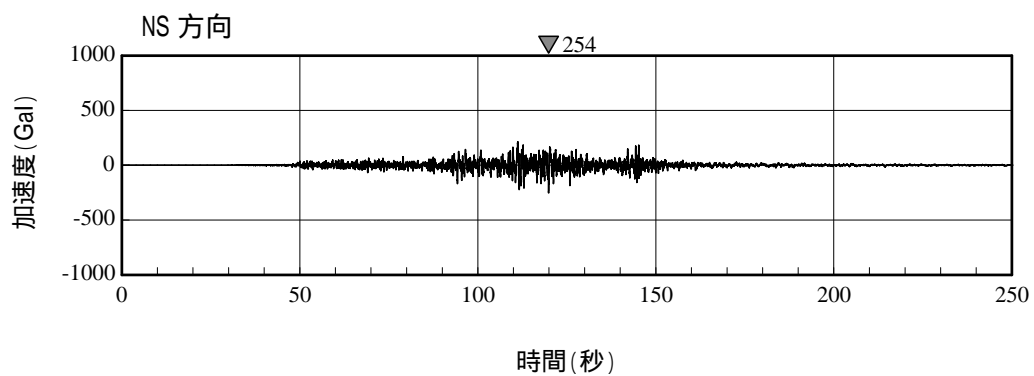
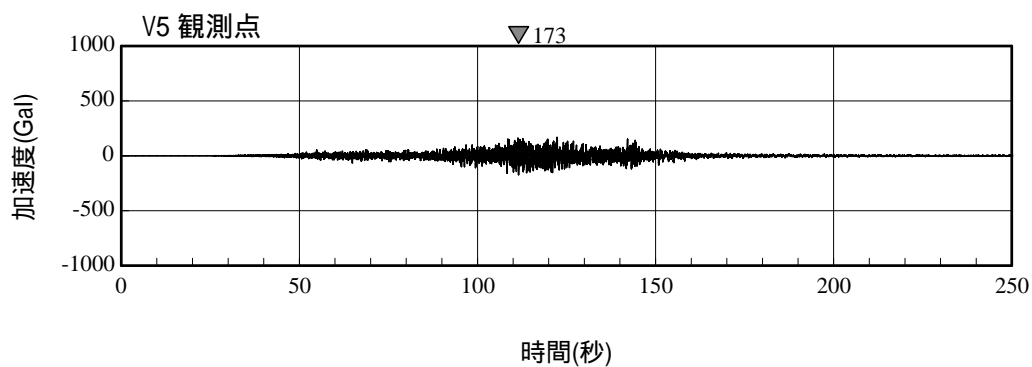
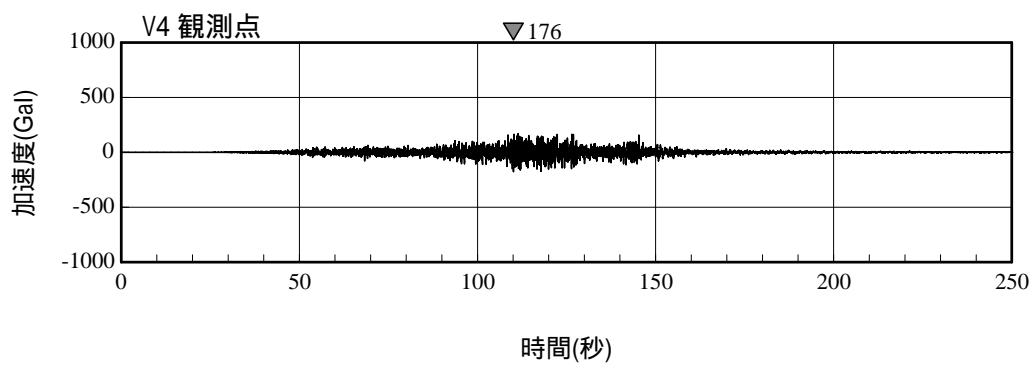
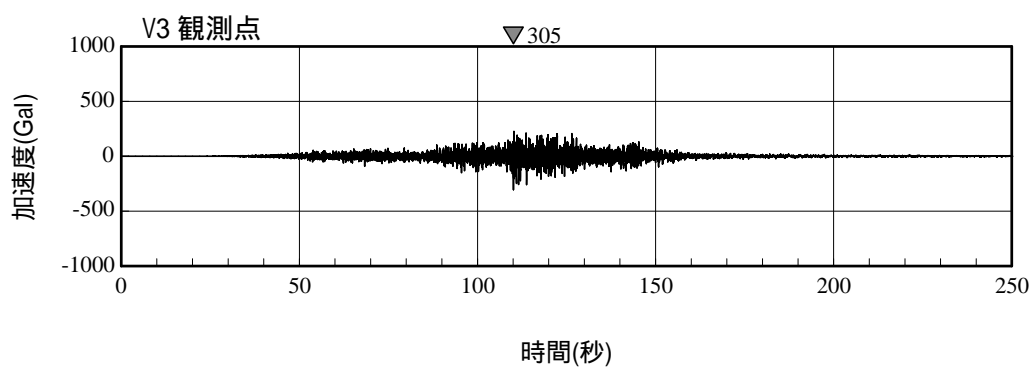
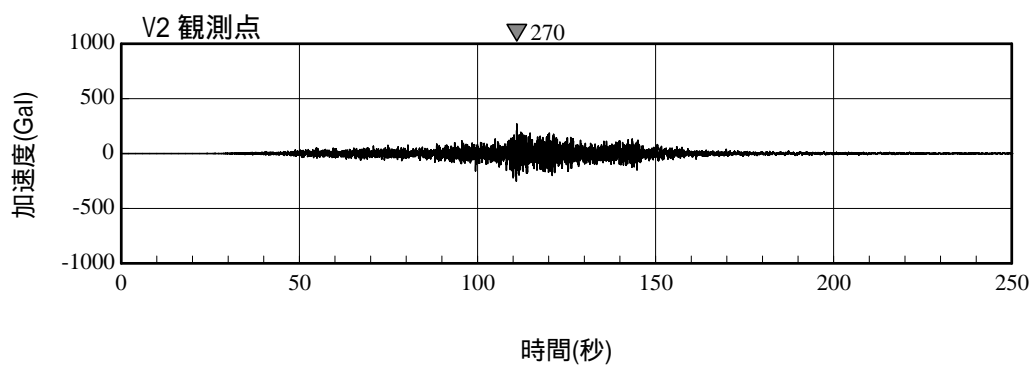


図 4.2-2(3) 1号機原子炉建屋基礎版上の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R4観測点]



V2～V5 観測点は UD 方向のみ観測している。

図 4.2-2(4) 1号機原子炉建屋基礎版上の加速度時刻歴波形 (UD 方向)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, V2～V5 観測点]

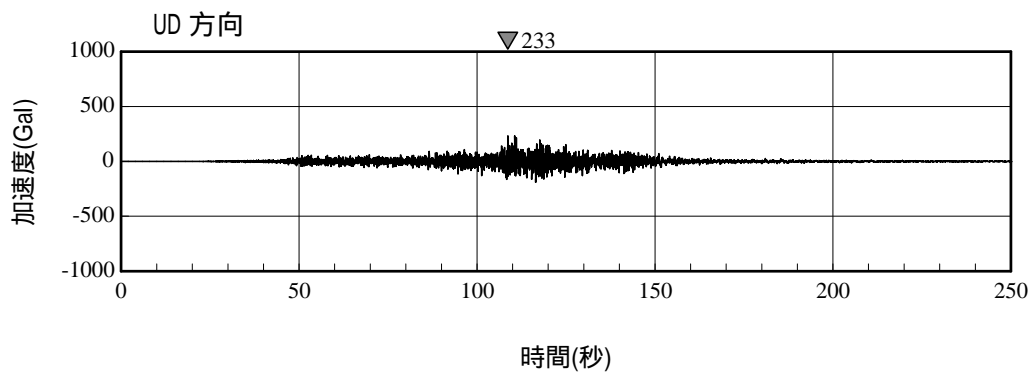
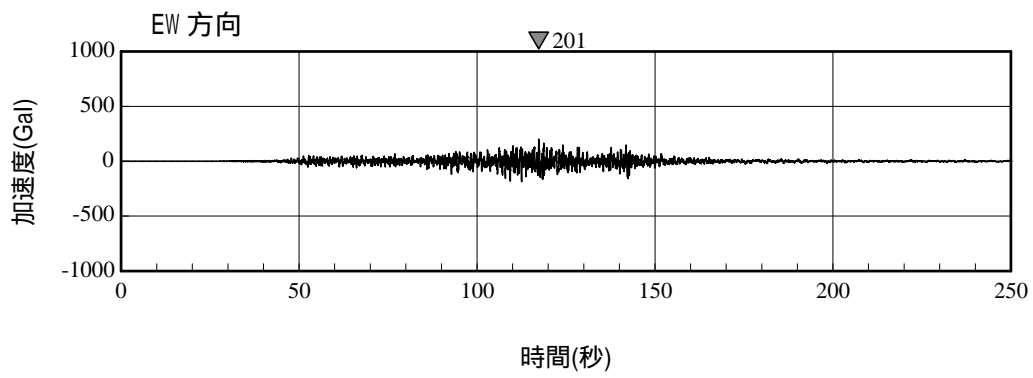
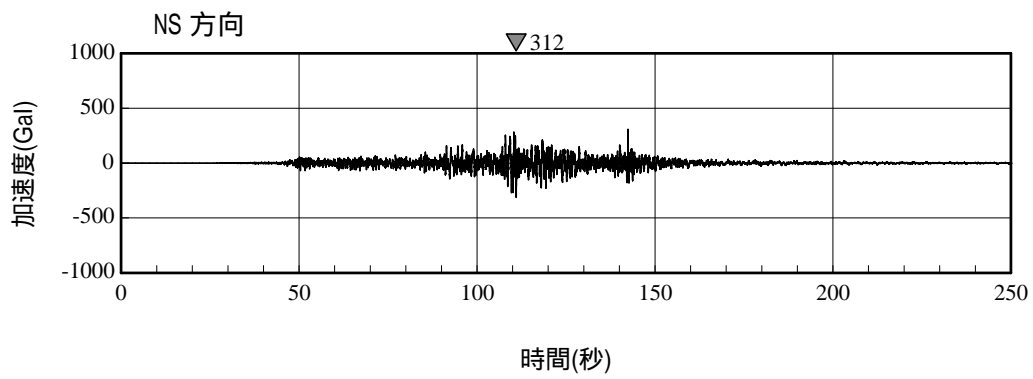


図 4.2-2(5) 2号機原子炉建屋 2階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 2-R1観測点]

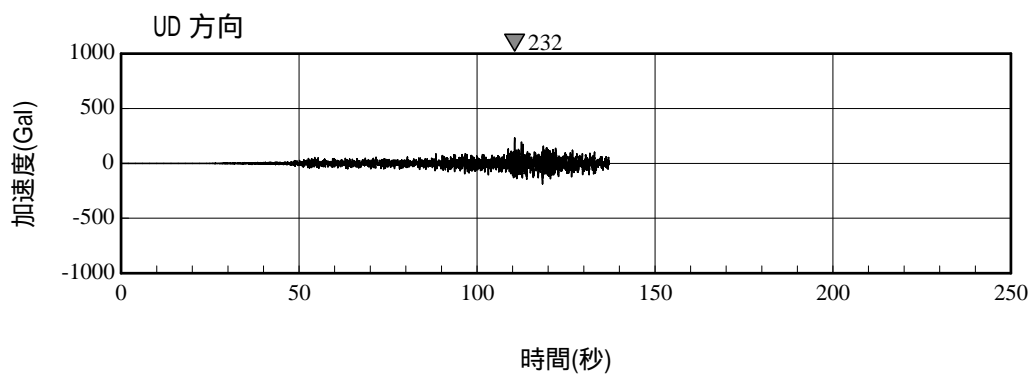
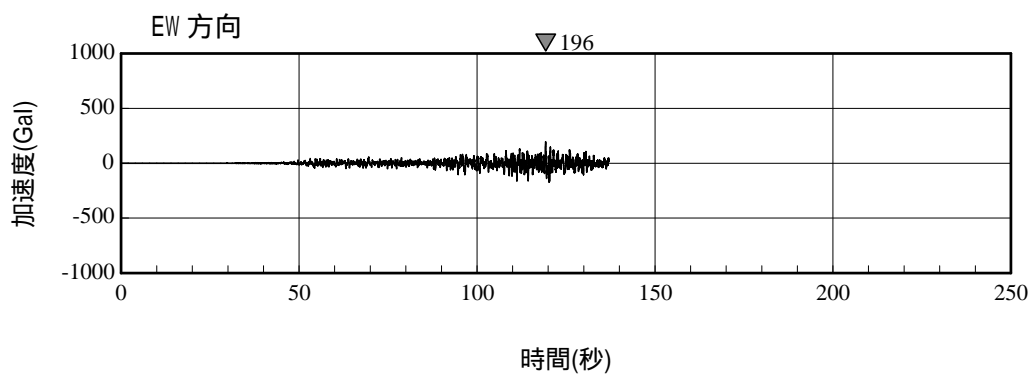
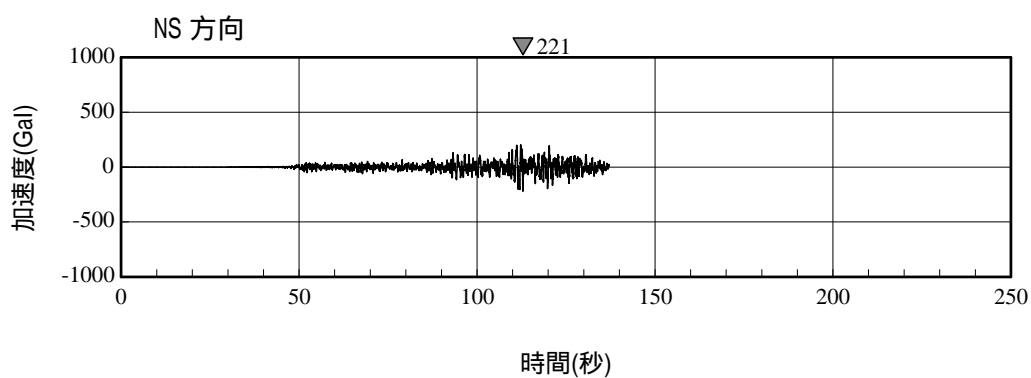


図 4.2-2(6) 2号機原子炉建屋基礎版上の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 2-R2観測点]

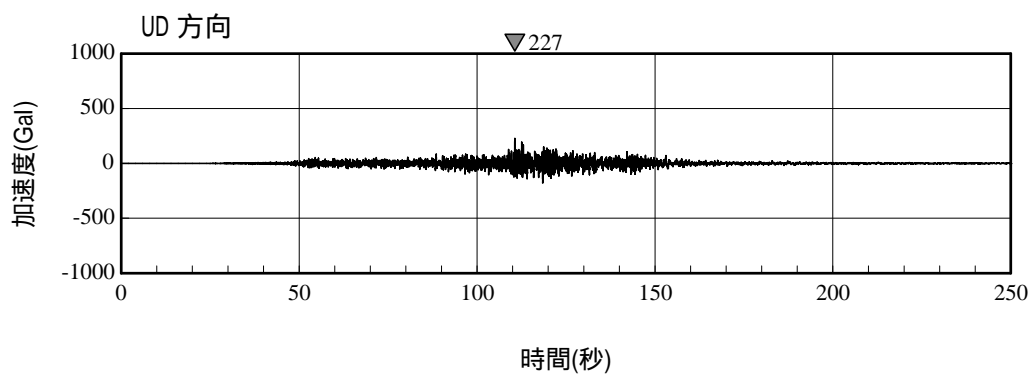
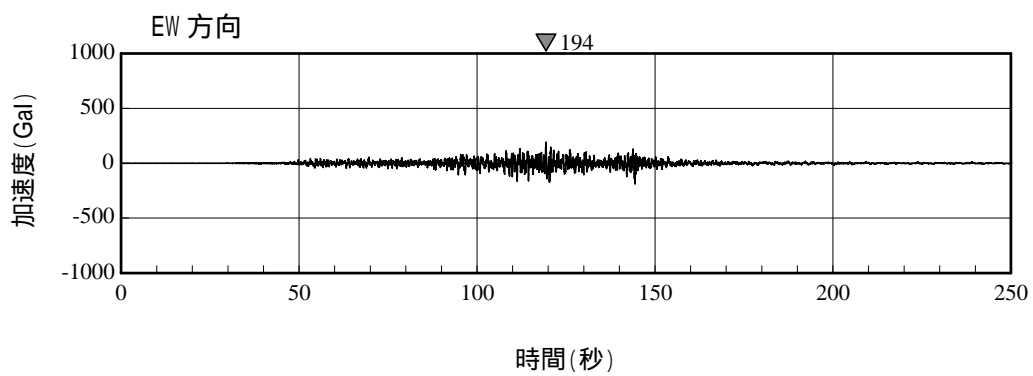
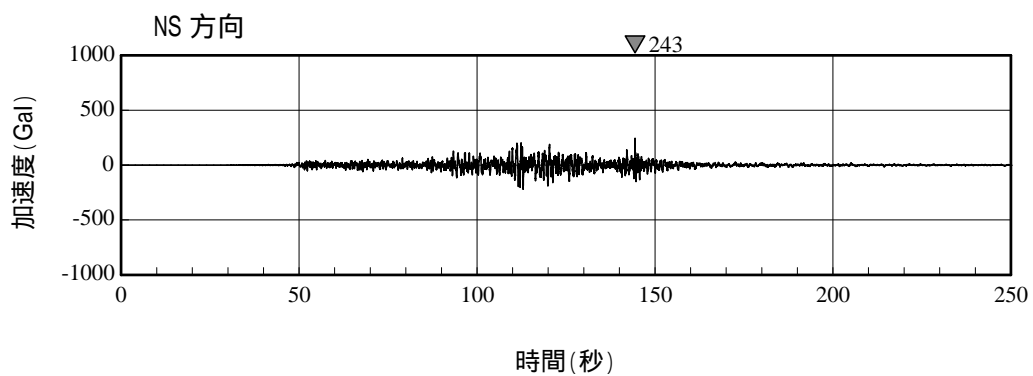


図 4.2-2(7) 2号機原子炉建屋基礎版上の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R13観測点]

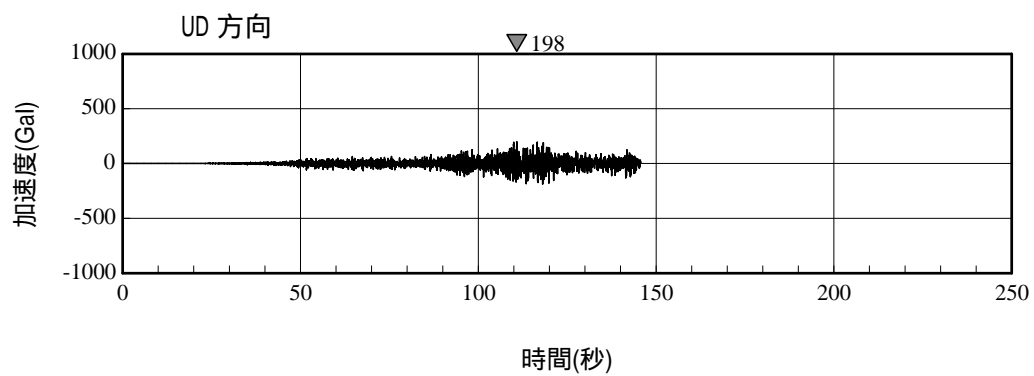
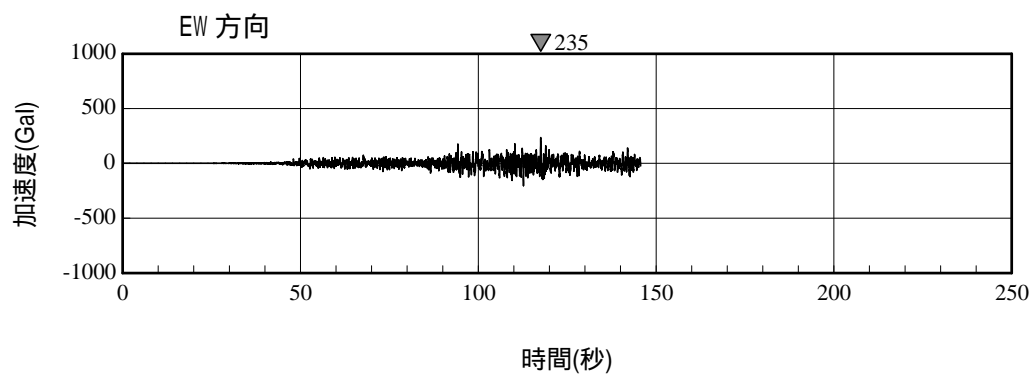
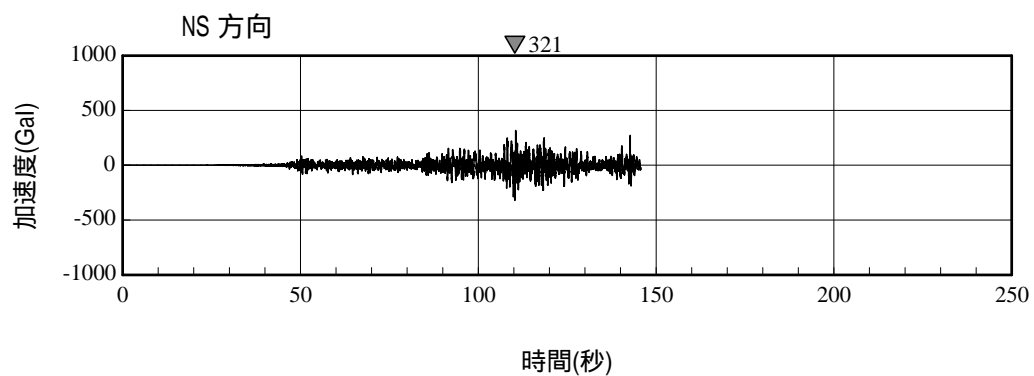


図 4.2-2(8) 3号機原子炉建屋 2 階の加速度時刻歴波形
 [2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分東北地方太平洋沖地震, 3-R1 観測点]

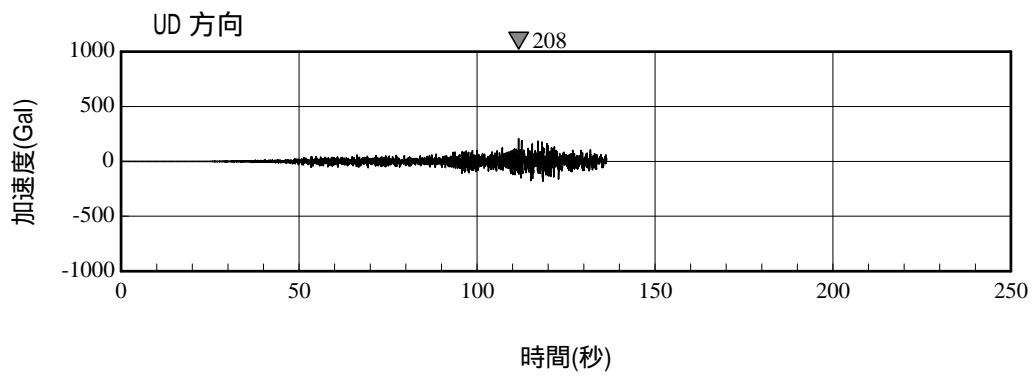
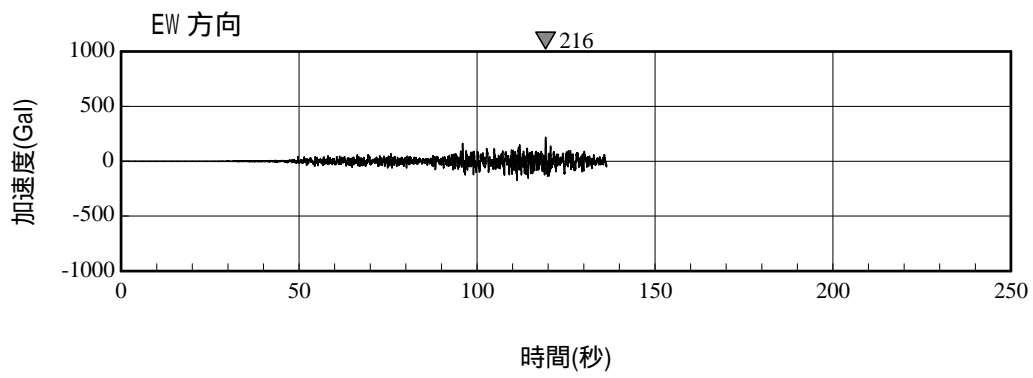
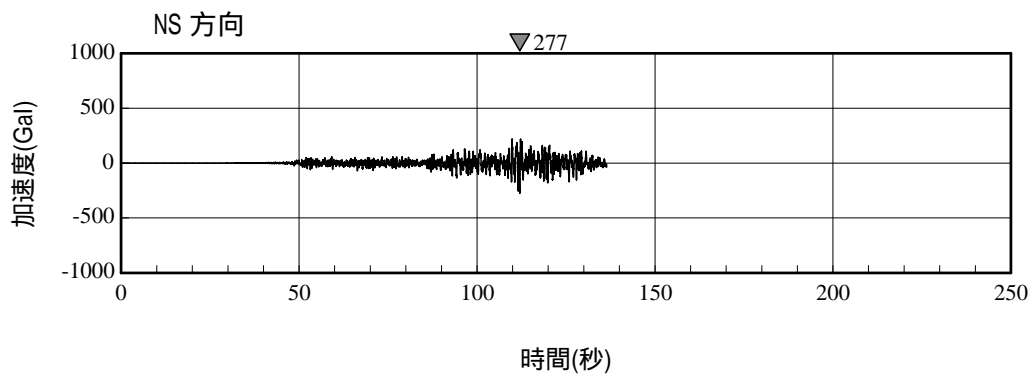


図 4.2-2(9) 3号機原子炉建屋基礎版上の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-R2観測点]

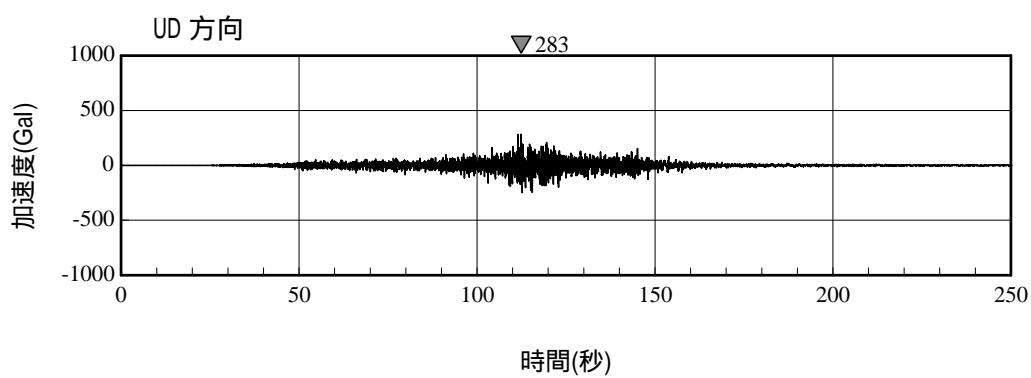
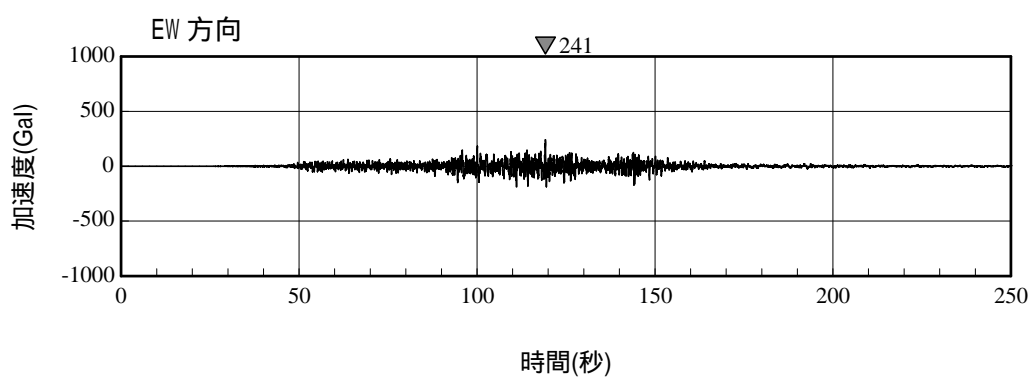
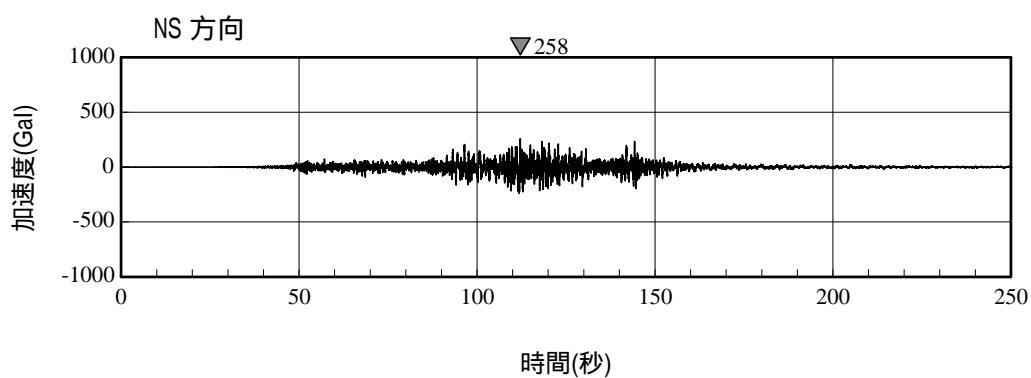


図 4.2-2(10) 4号機原子炉建屋2階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-R1観測点]

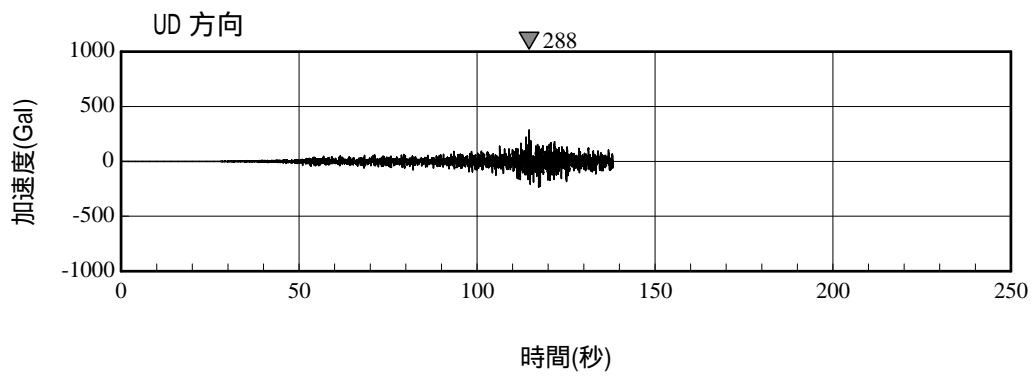
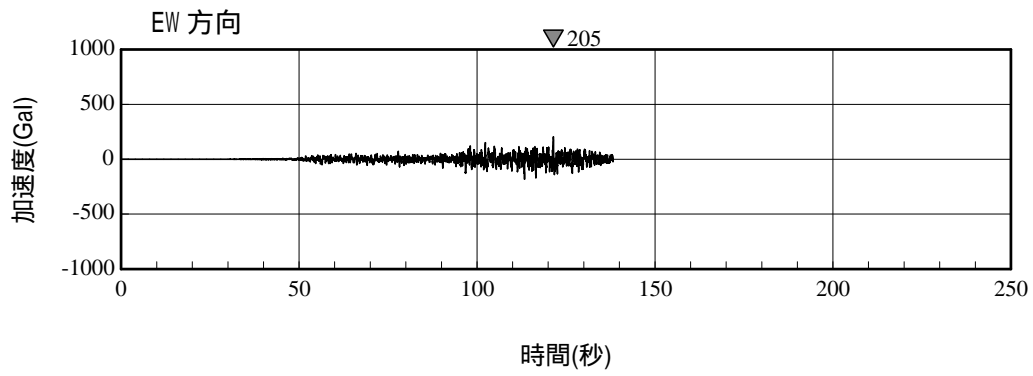
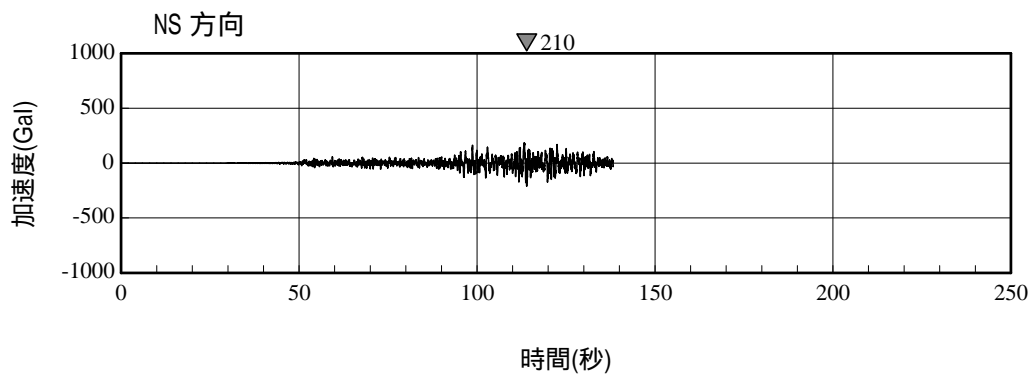
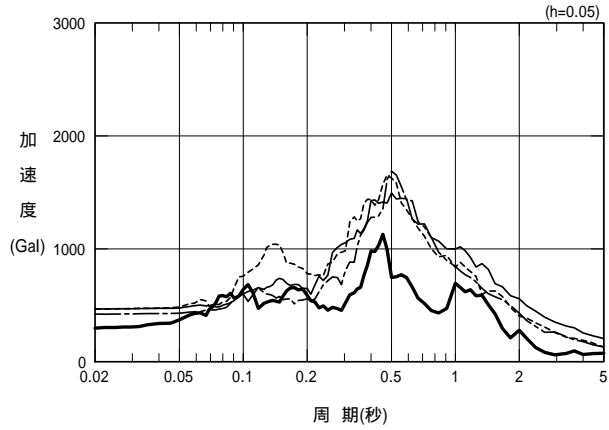
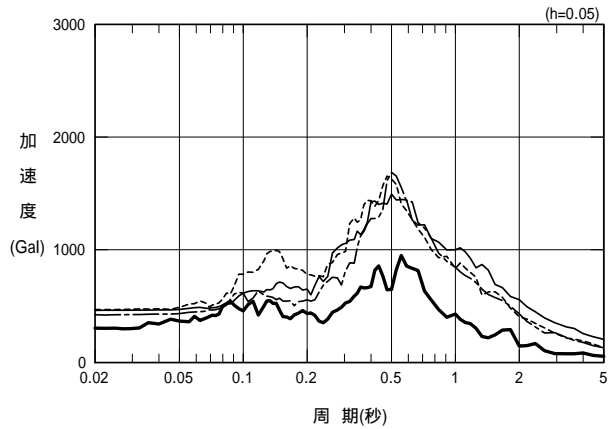


図 4.2-2(11) 4号機原子炉建屋基礎版上の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-R2観測点]

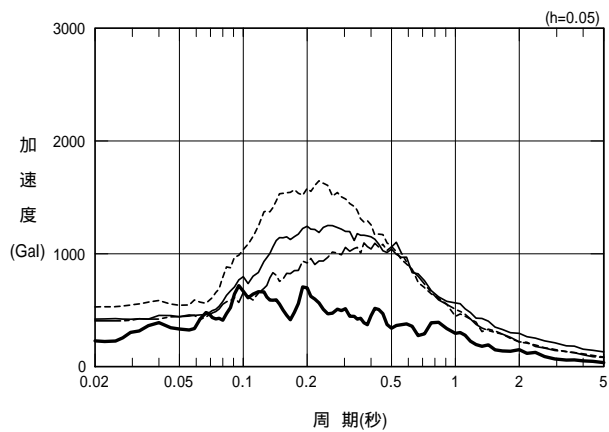
— 1-R1 観測点
 — 基準地震動 Ss-1
 - - - 基準地震動 Ss-2
 - · - 基準地震動 Ss-3



(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 4.2-3(1) 1号機原子炉建屋 2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

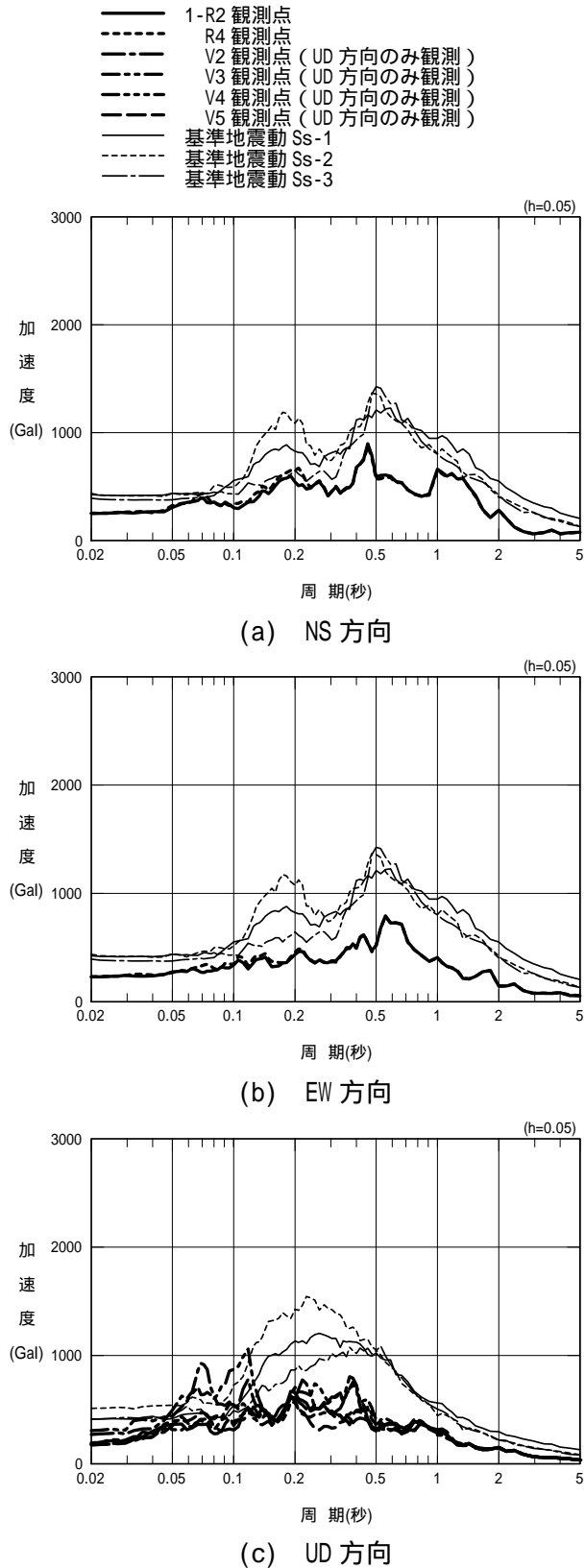
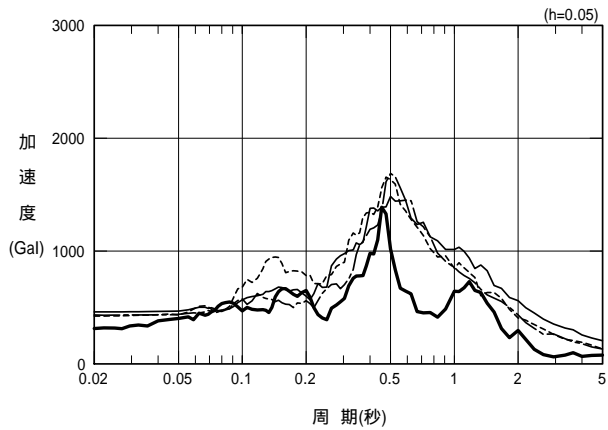
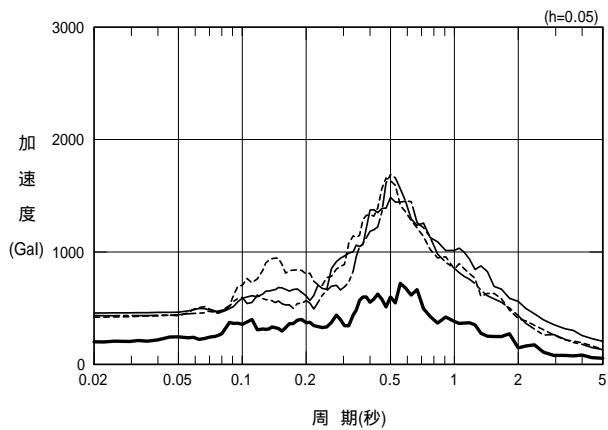


図 4.2-3(2) 1号機原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

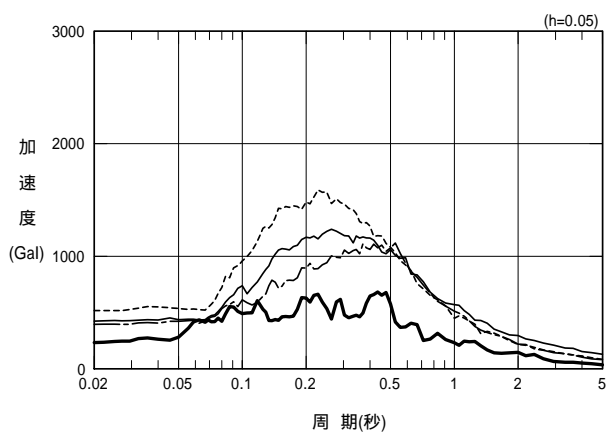
— 2-R1 観測点
 — 基準地震動 Ss-1
 - - 基準地震動 Ss-2
 - · - 基準地震動 Ss-3



(a) NS 方向



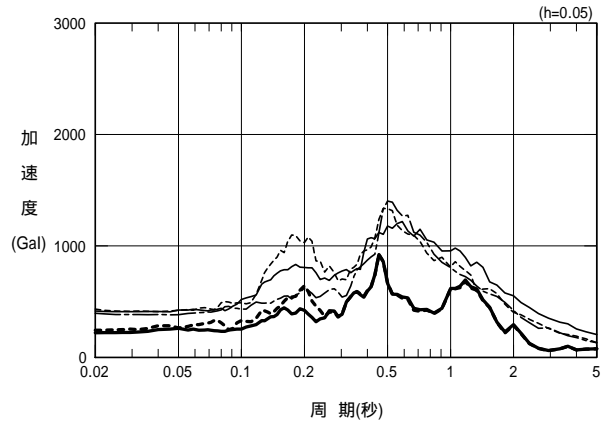
(b) EW 方向



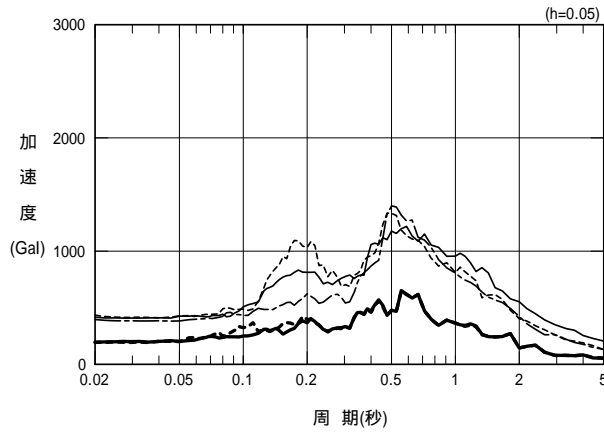
(c) UD 方向

図 4.2-3(3) 2号機原子炉建屋 2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

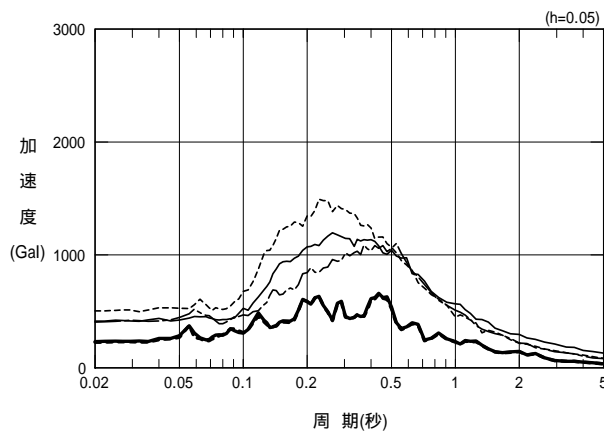
— 2-R2 観測点
 - - - R13 観測点
 — 基準地震動 Ss-1
 - - - 基準地震動 Ss-2
 - - - 基準地震動 Ss-3



(a) NS 方向



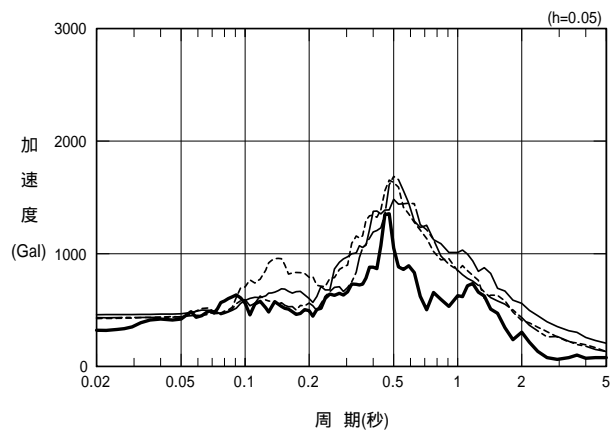
(b) EW 方向



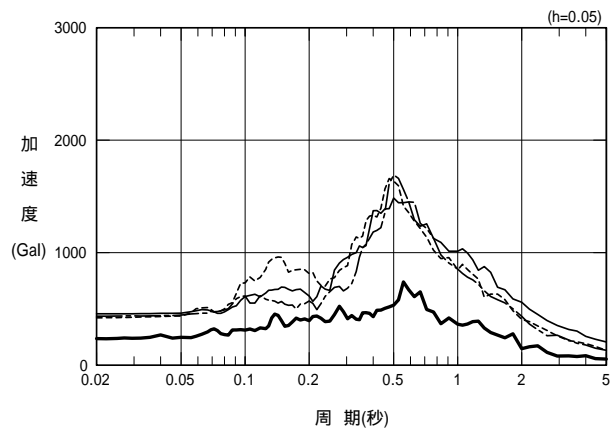
(c) UD 方向

図 4.2-3(4) 2号機原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

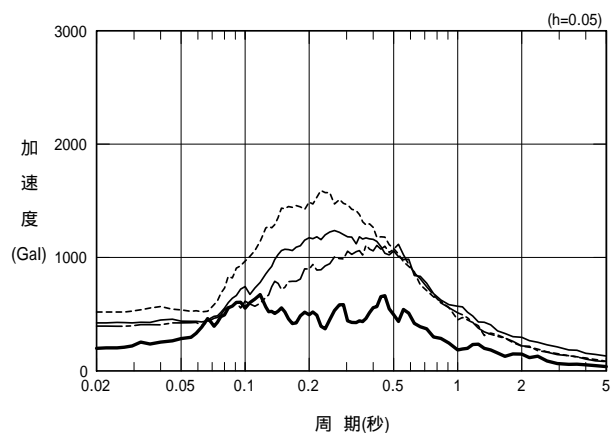
— 3-R1 観測点
 — 基準地震動 Ss-1
 - - 基準地震動 Ss-2
 - · - 基準地震動 Ss-3



(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 4.2-3(5) 3号機原子炉建屋 2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

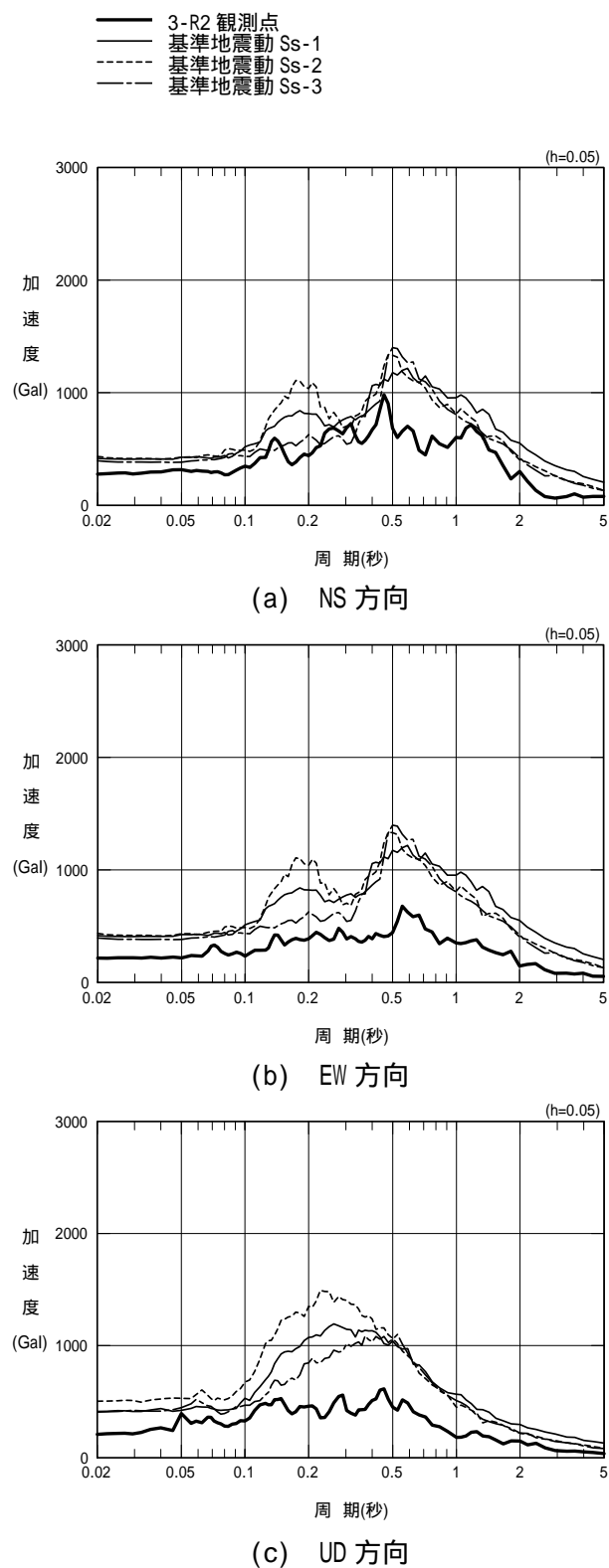
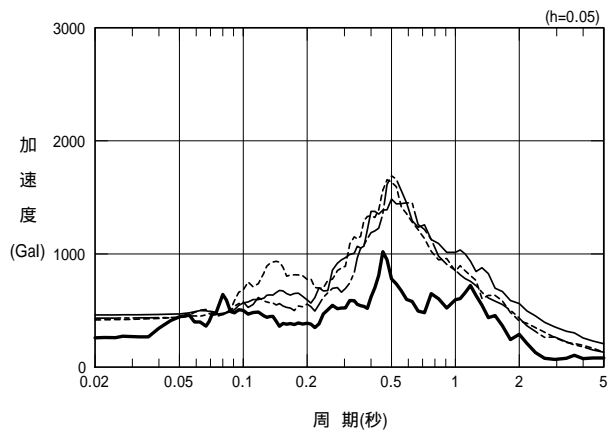
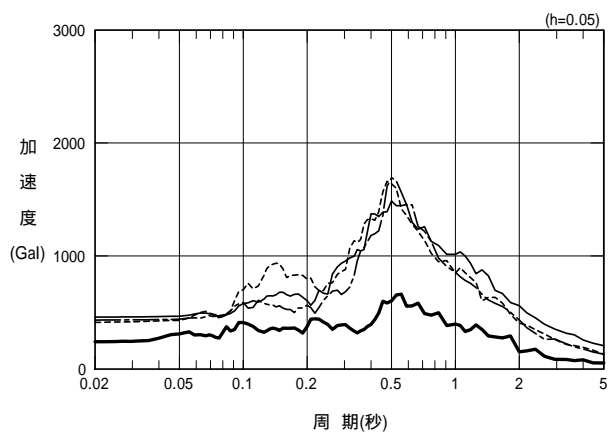


図 4.2-3(6) 3号機原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

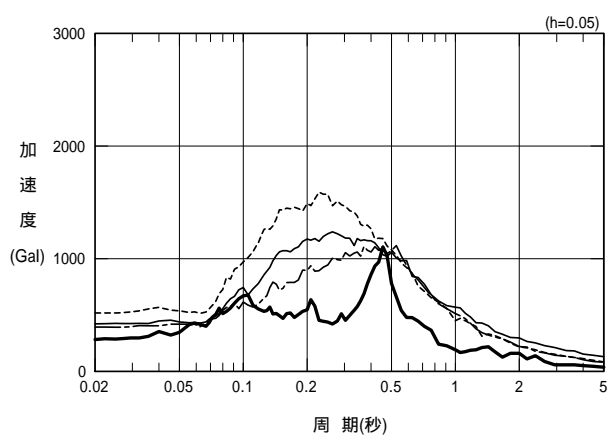
— 4-R1 観測点
 — 基準地震動 Ss-1
 - - - 基準地震動 Ss-2
 - · - 基準地震動 Ss-3



(a) NS 方向



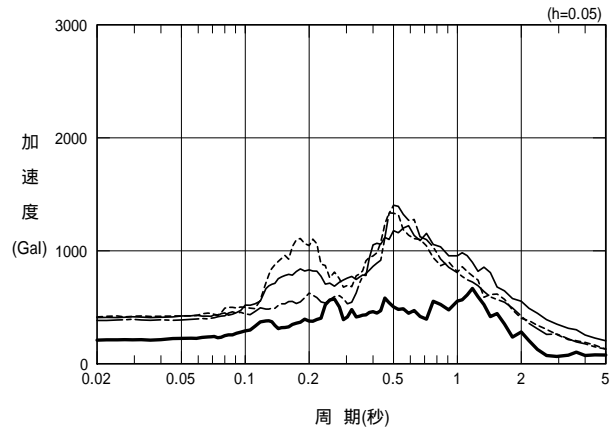
(b) EW 方向



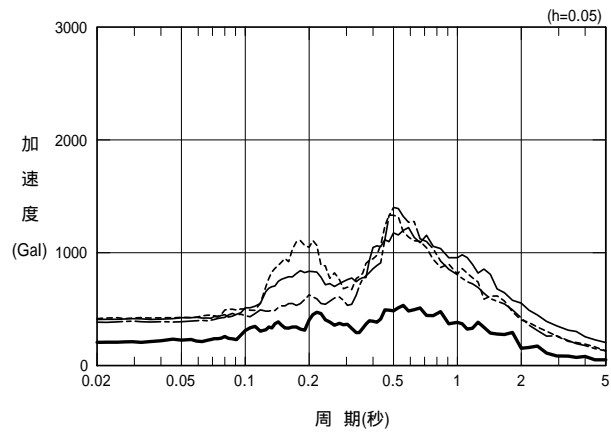
(c) UD 方向

図 4.2-3(7) 4号機原子炉建屋 2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

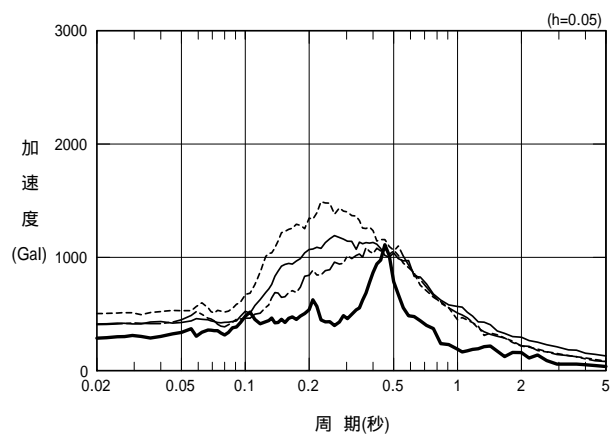
— 4-R2 観測点
 — 基準地震動 Ss-1
 - - 基準地震動 Ss-2
 - · - 基準地震動 Ss-3



(a) NS 方向

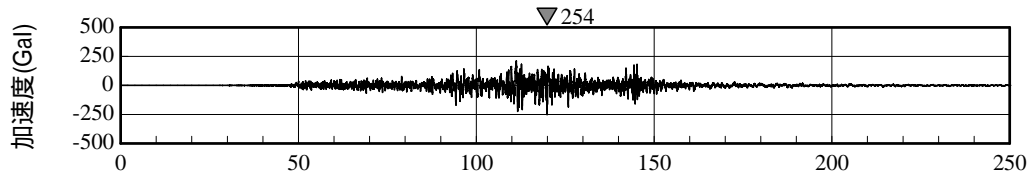
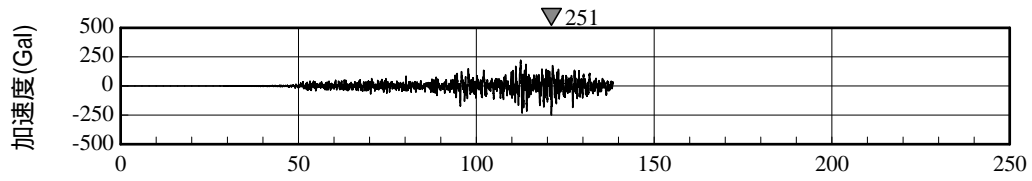


(b) EW 方向

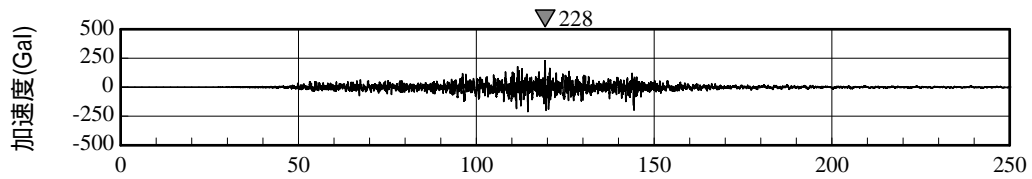
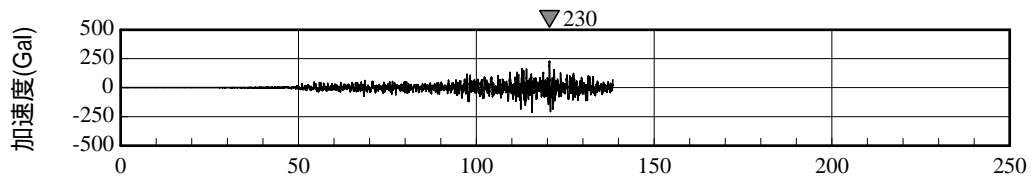


(c) UD 方向

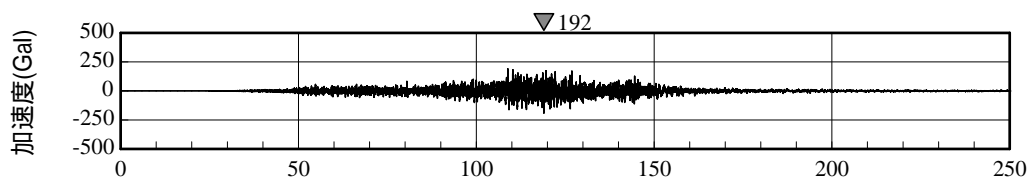
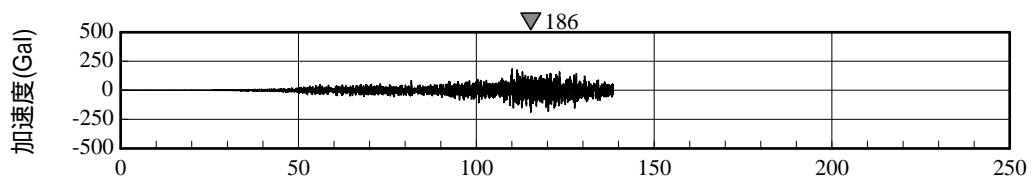
図 4.2-3(8) 4号機原子炉建屋基礎版上の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



時間(秒)
(a) NS 方向



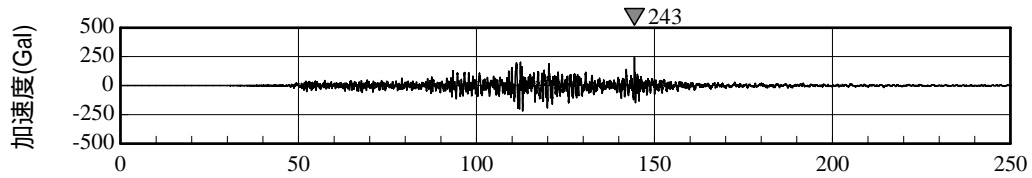
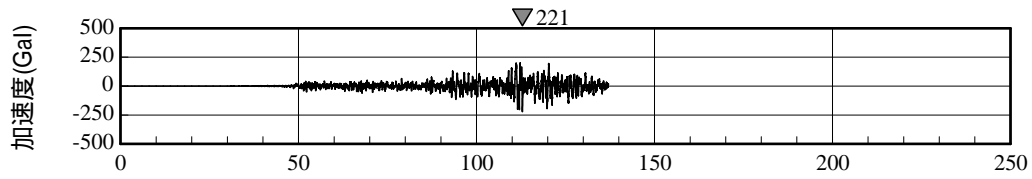
時間(秒)
(b) EW 方向



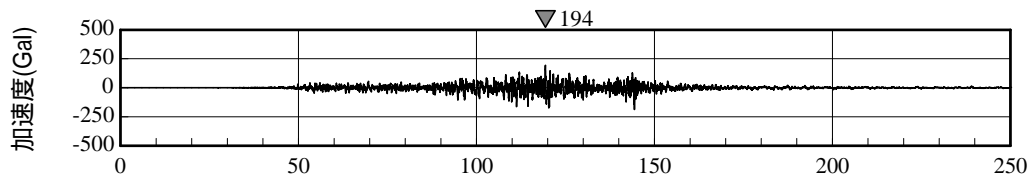
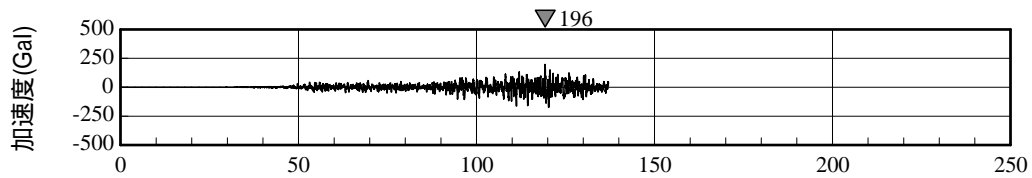
時間(秒)
(c) UD 方向

注) それぞれ上が 1-R2 観測点, 下が R4 観測点の記録。

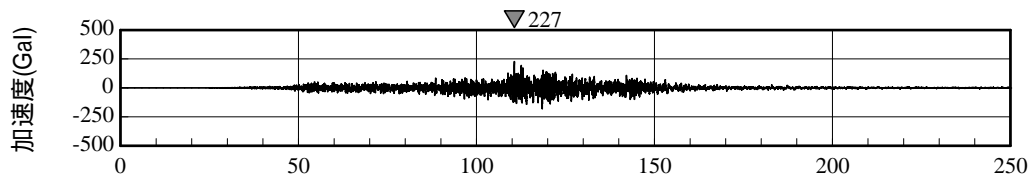
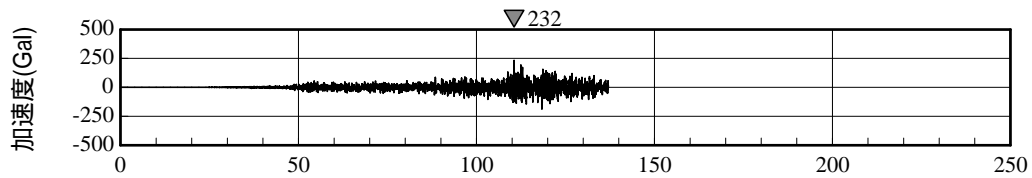
図 4.2-4(1) 近接する観測点における加速度時刻歴波形の比較
(1号機原子炉建屋基礎版上)



時間(秒)
(a) NS 方向



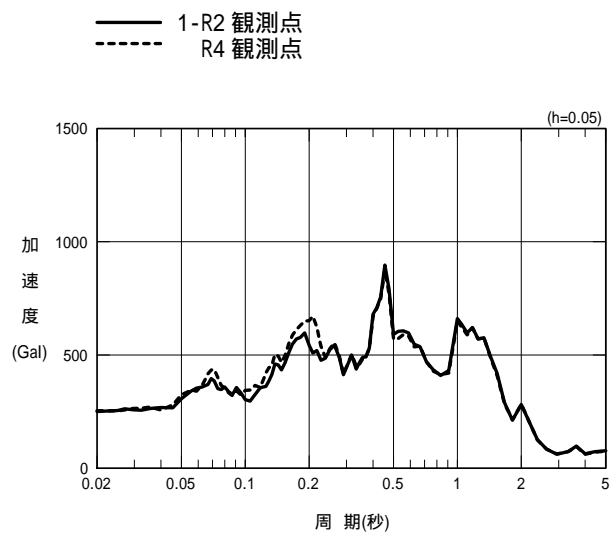
時間(秒)
(b) EW 方向



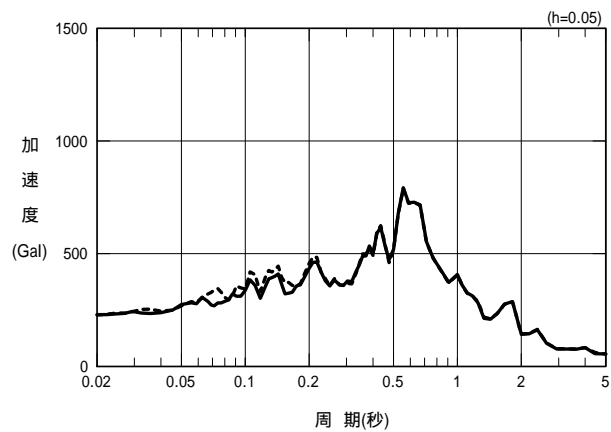
時間(秒)
(c) UD 方向

注) それぞれ上が 2-R2 観測点, 下が R13 観測点の記録。

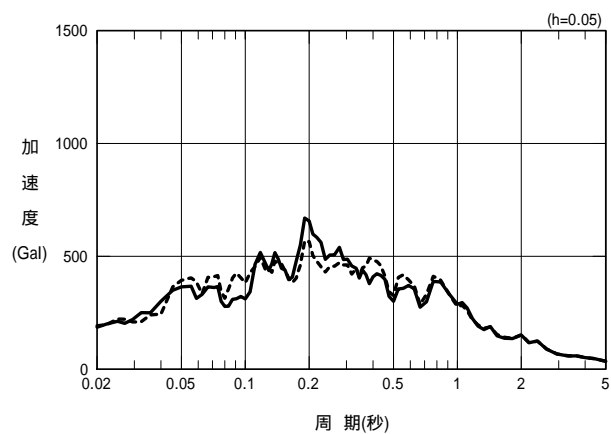
図 4.2-4(2) 近接する観測点における加速度時刻歴波形の比較
(2 号機原子炉建屋基礎版上)



(a) NS 方向

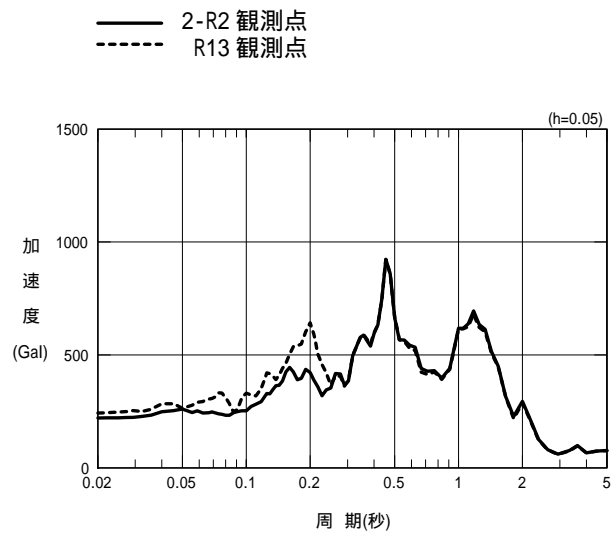


(b) EW 方向

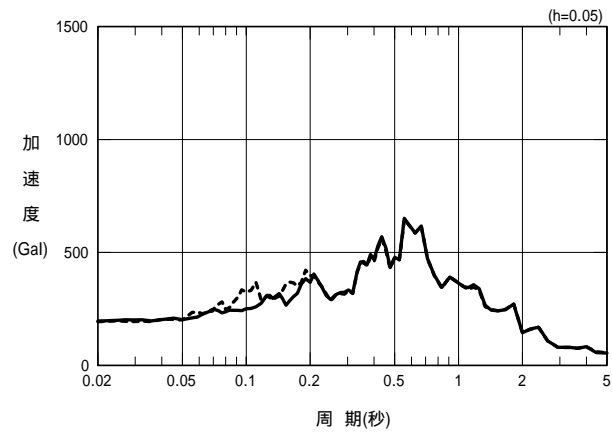


(c) UD 方向

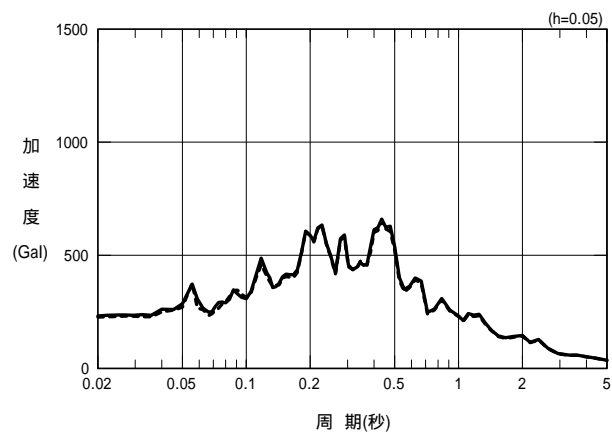
図 4.2-5(1) 近接する観測点における加速度応答スペクトルの比較
(1号機原子炉建屋基礎版上)



(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 4.2-5(2) 近接する観測点における加速度応答スペクトルの比較
(2号機原子炉建屋基礎版上)

5.まとめ

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震本震の際，当社福島第二原子力発電所に設置している地震観測点のうち，現時点で加速度時刻歴データが得られている各観測点の記録を整理した。

今後も引き続き，余震の各観測点における記録の収集，整理に努めるとともに，収集した観測記録の分析及び施設の影響評価を実施していく。

福島第二原子力発電所における
地震計配置図及び地盤概要

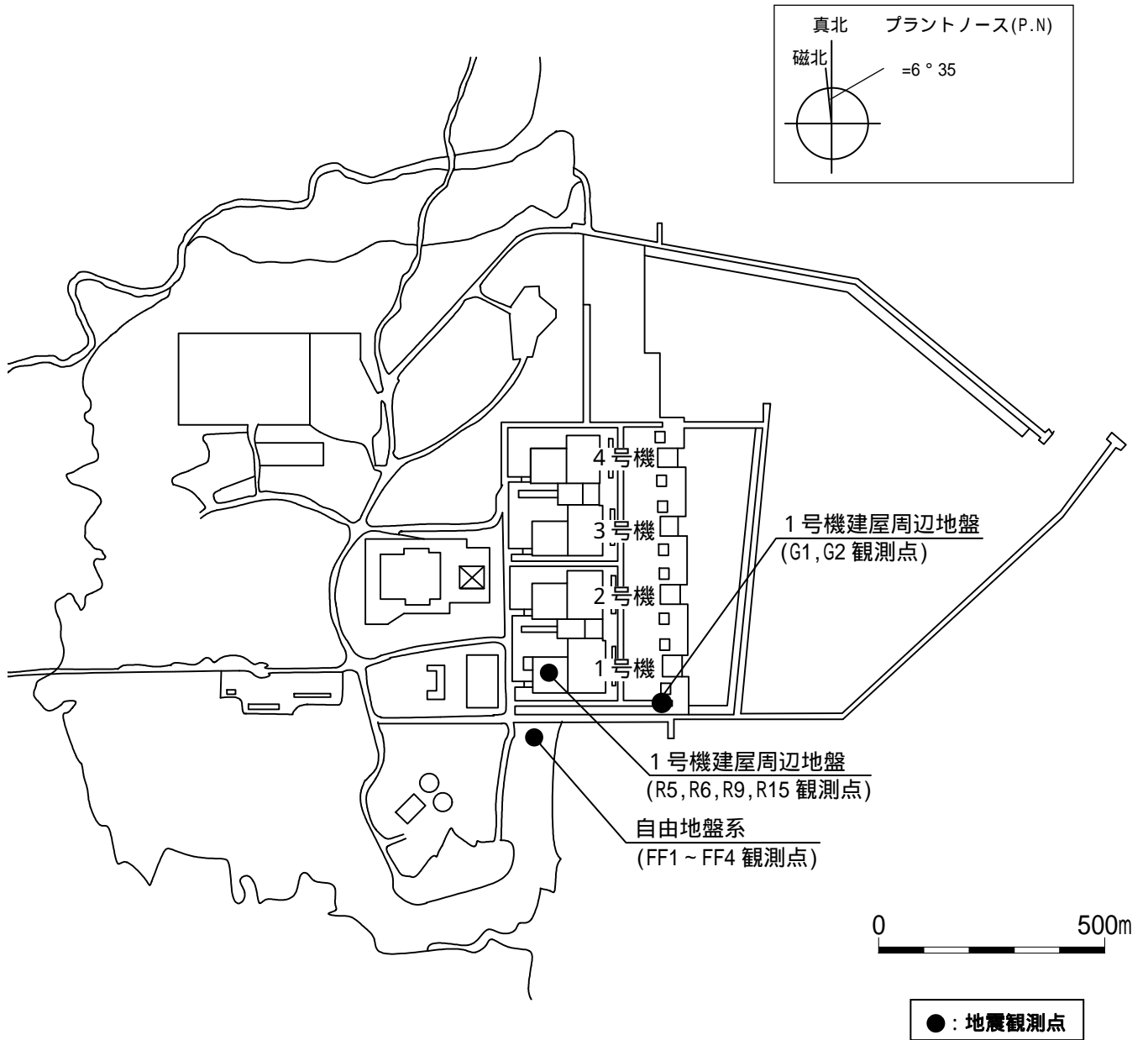


図1 福島第二原子力発電所の敷地地盤における地震観測点の配置

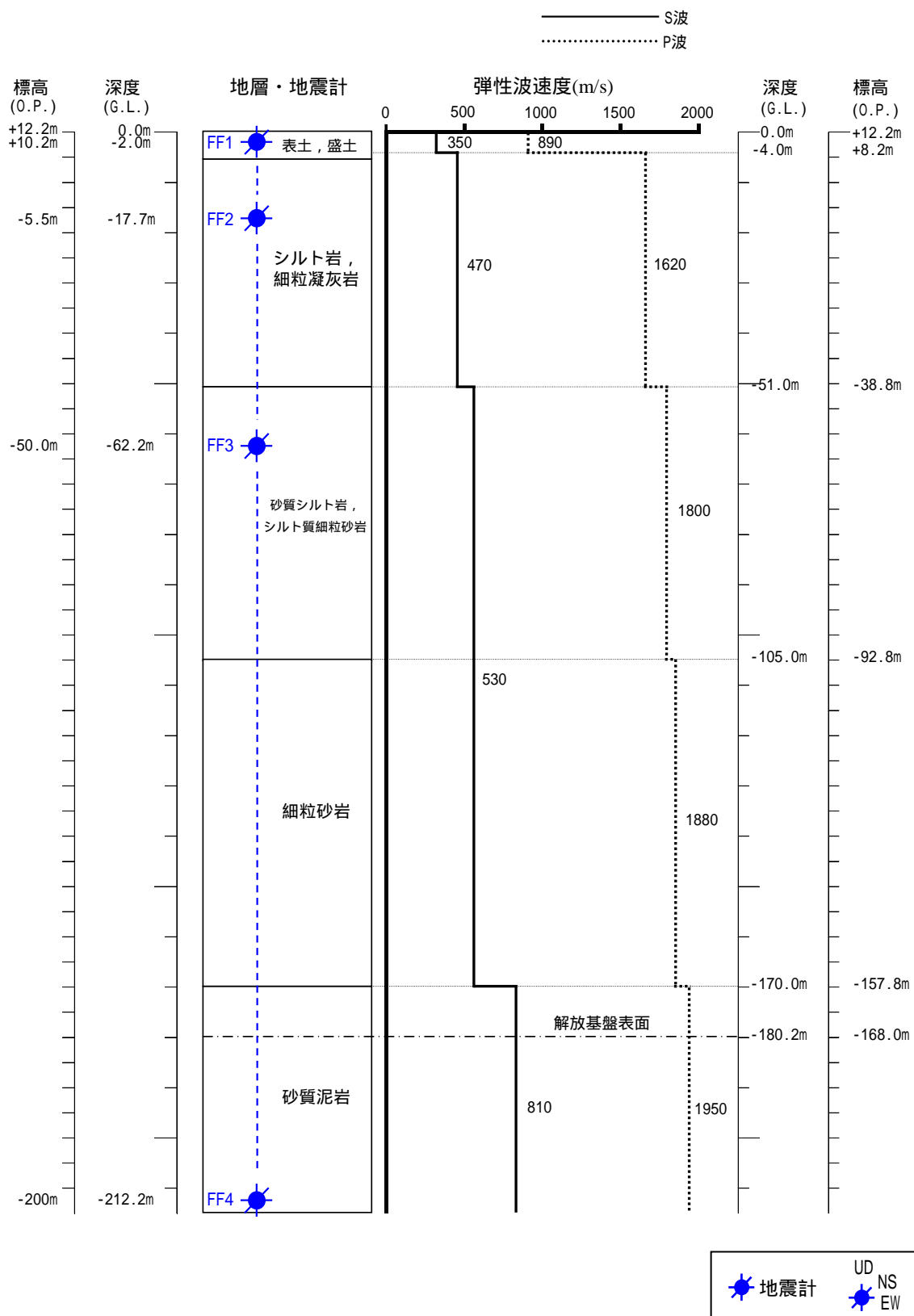
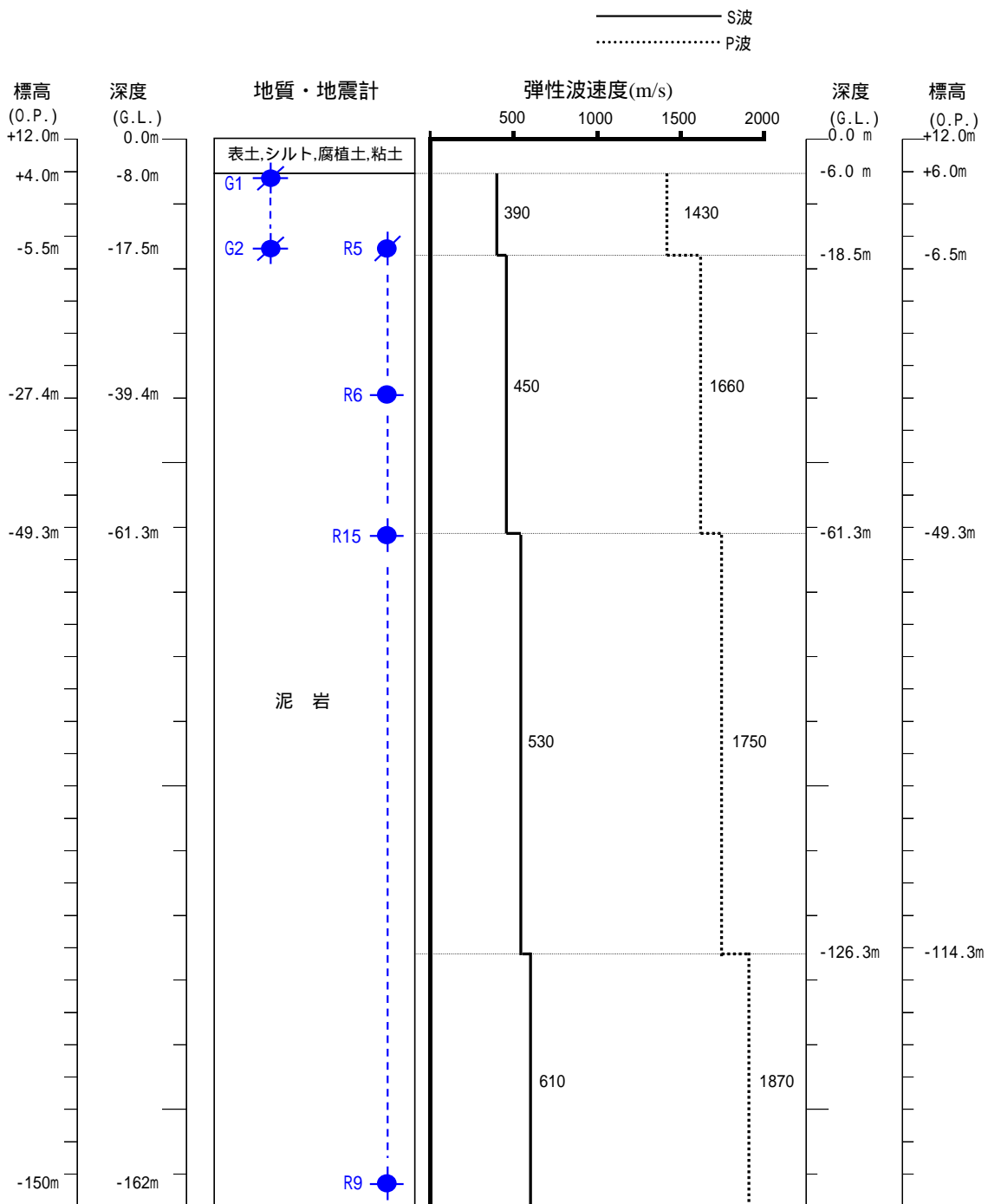


図2 自由地盤系地震観測点の地盤概要



G1・G2 観測点と R5・R6・R15・R9 観測点は平面位置が離れている。
 図中の地質及び弾性波速度は、R5・R6・R15・R9 観測点付近におけるもの。

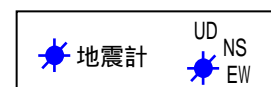


図3 1号機建屋周辺地盤地震観測点の地盤概要

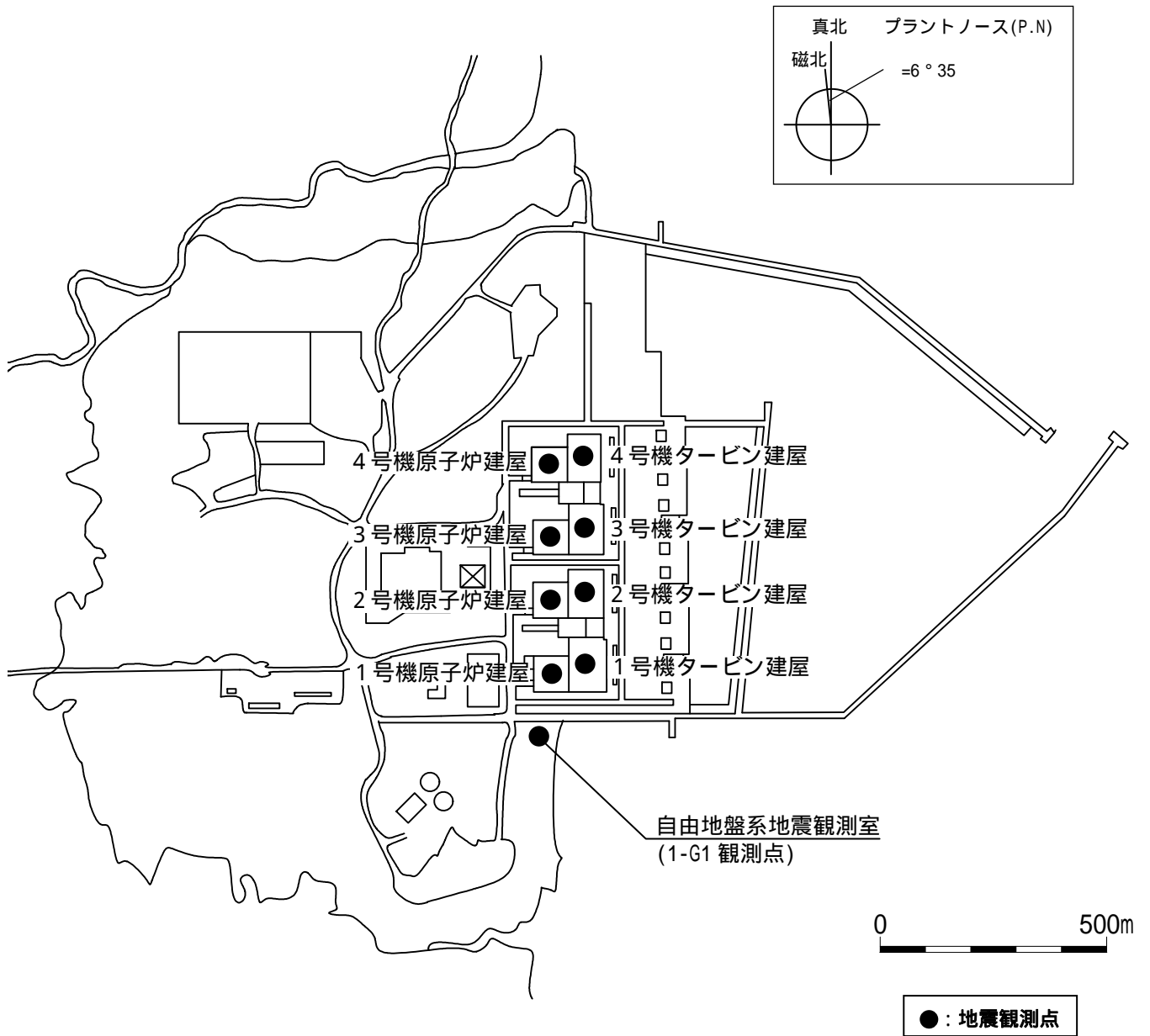
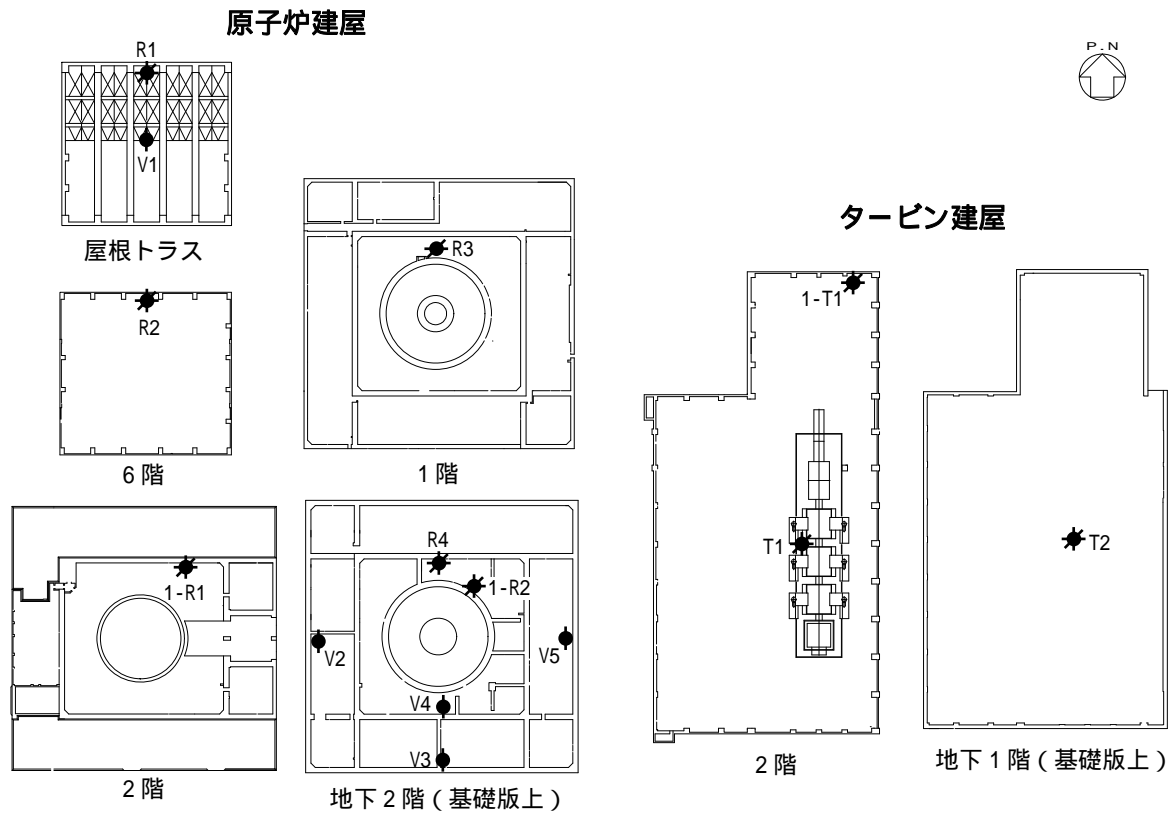
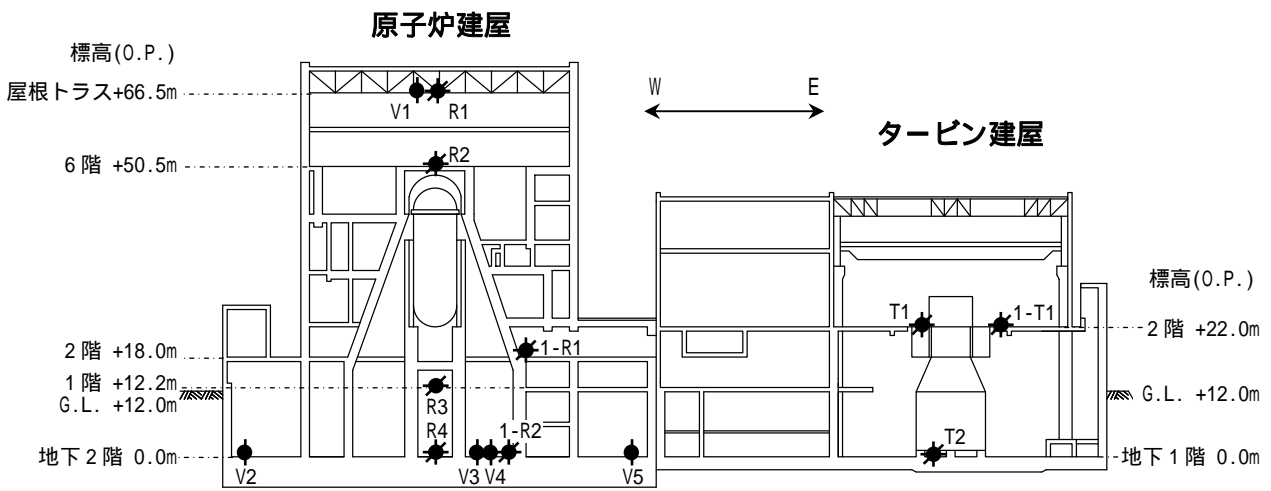


図4 福島第二原子力発電所の建屋における地震観測点の配置



(a) 平面図



(b) 断面図

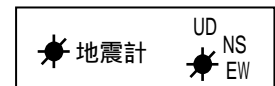
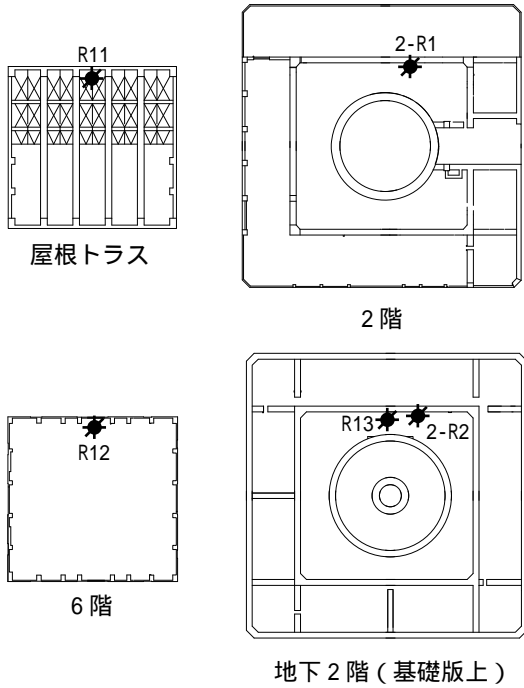
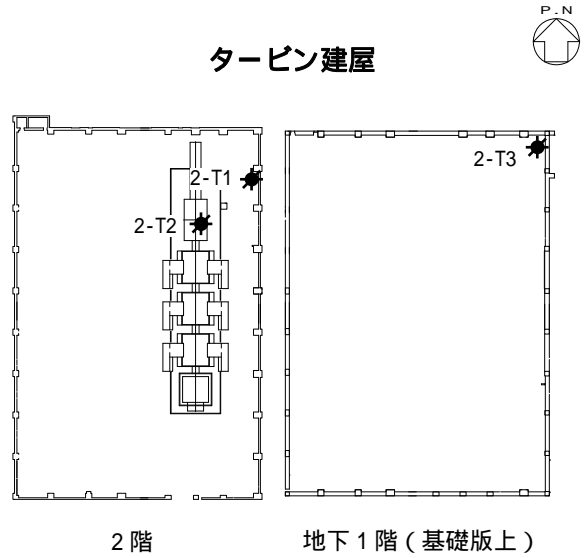


図5 地震計配置図 (1号機)

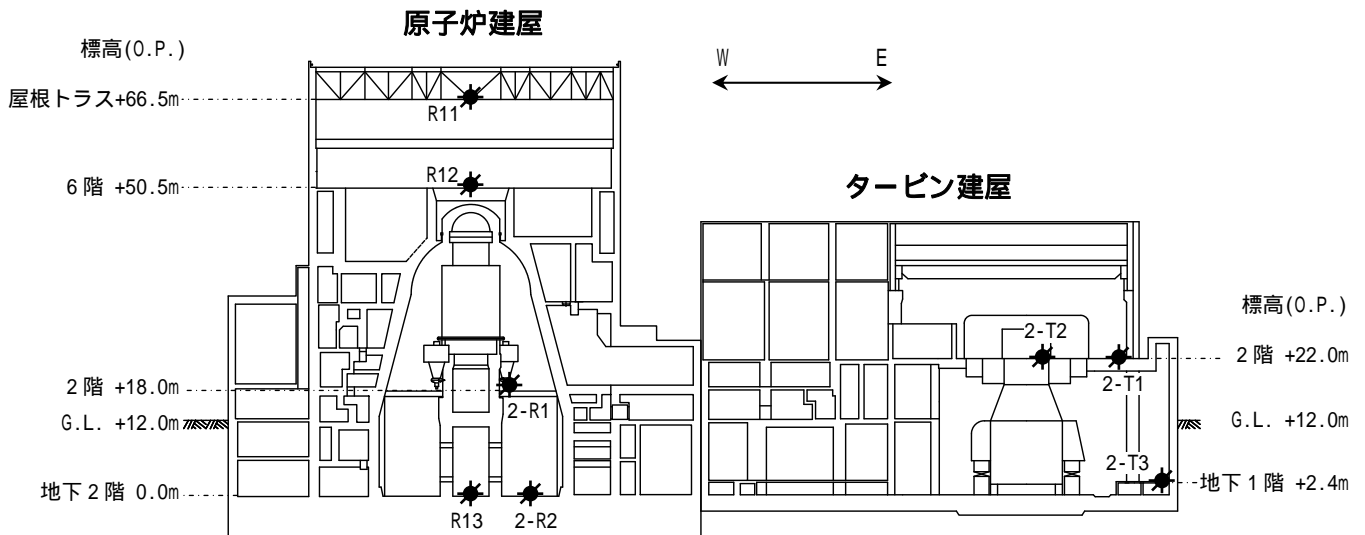
原子炉建屋



タービン建屋



(a) 平面図



(b) 断面図

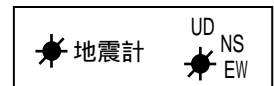
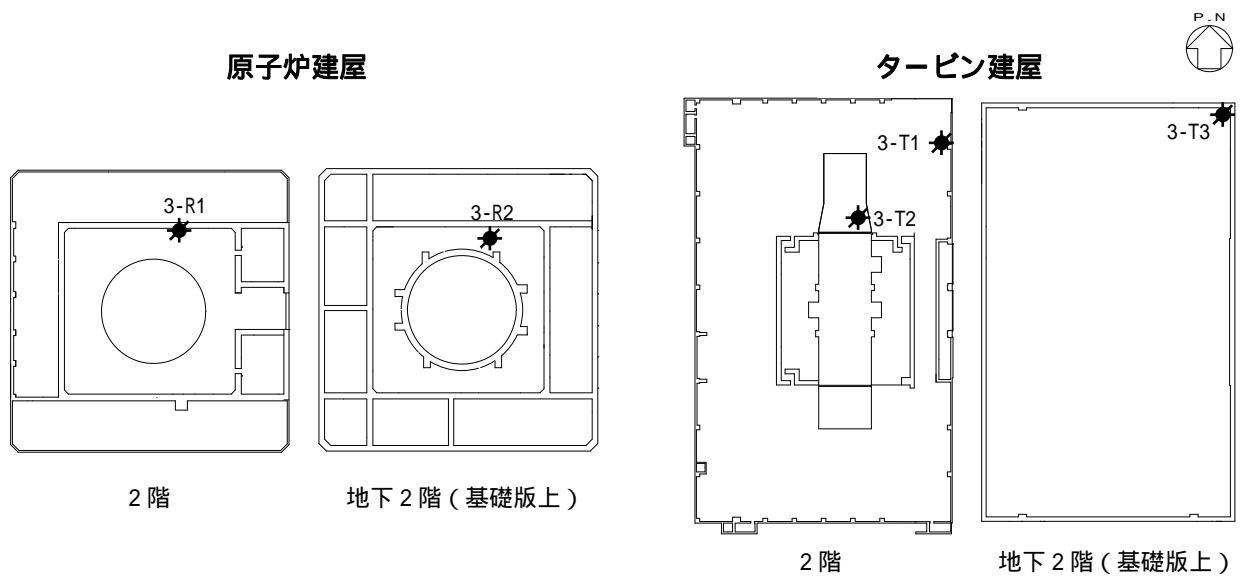
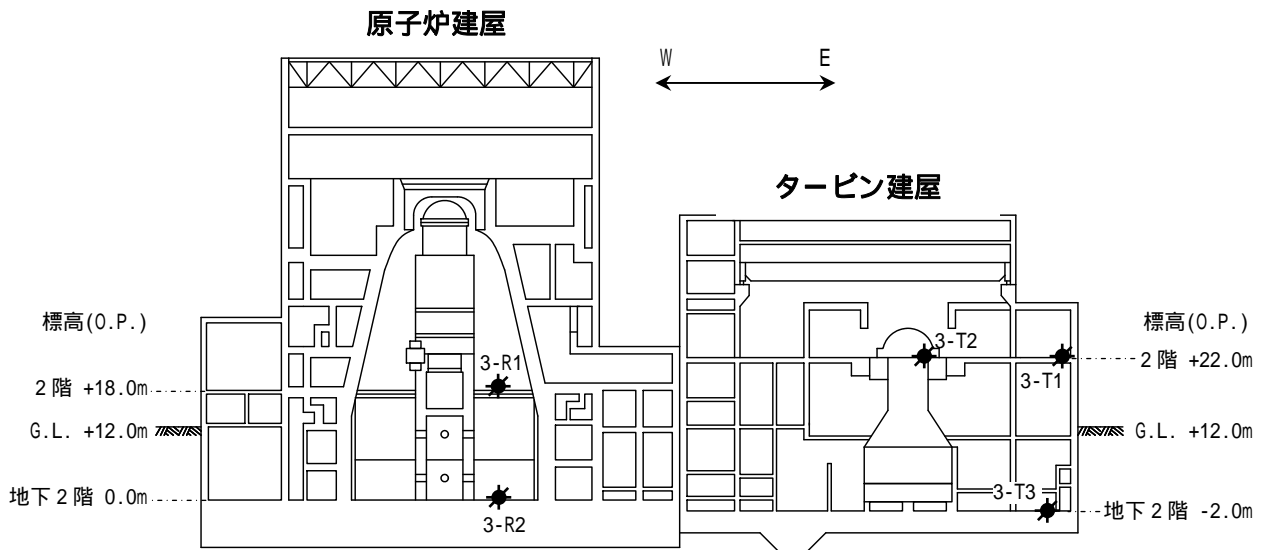


図6 地震計配置図(2号機)



(a) 平面図



(b) 断面図

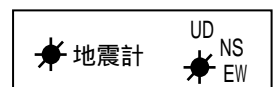
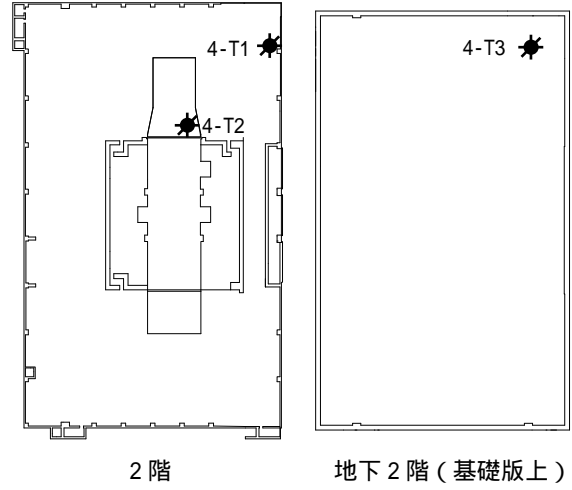
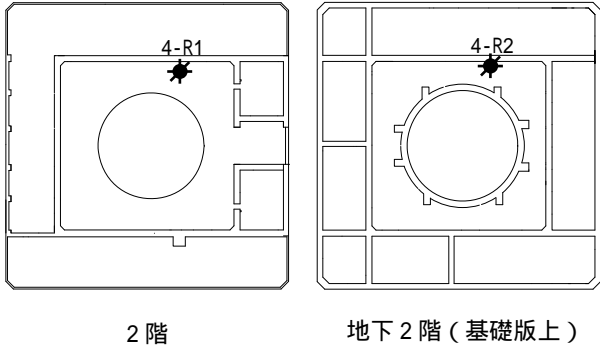


図7 地震計配置図（3号機）

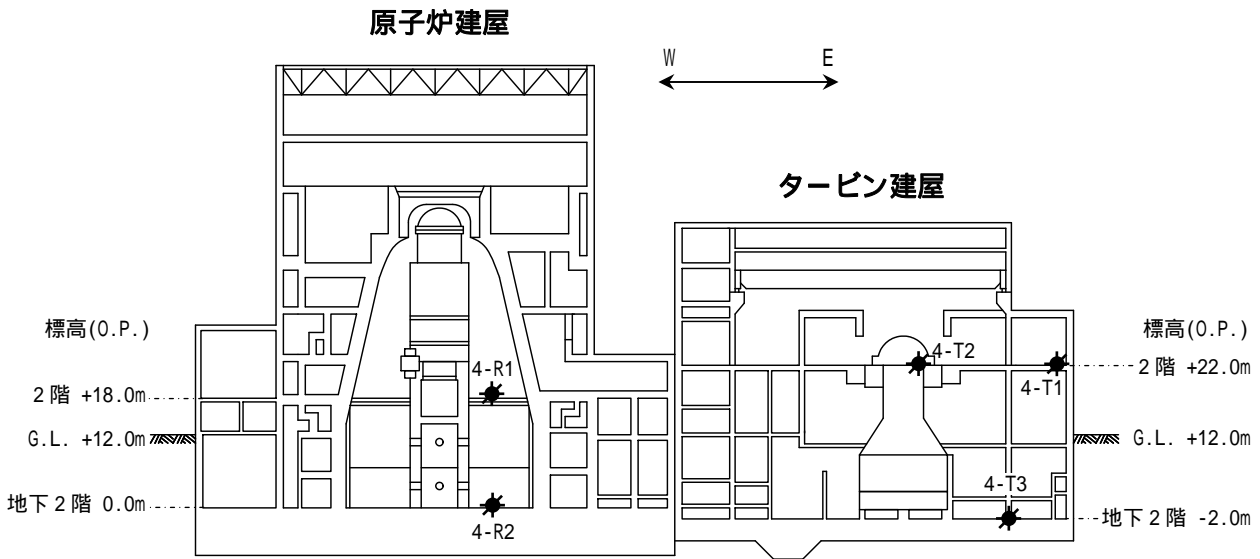


原子炉建屋

タービン建屋



(a) 平面図



(b) 断面図

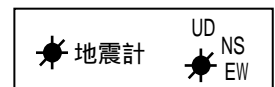


図8 地震計配置図(4号機)

福島第二原子力発電所に設置されている地震計の計器特性

表1 各地震観測点における地震計種別

敷地地盤

観測箇所	観測位置	観測点名	地震計種別
自由地盤系	0. P. +10. 2m	FF1	A
	0. P. -5. 5m	FF2	A
	0. P. -50. 0m	FF3	A
	0. P. -200m	FF4	A
1号機建屋 周辺地盤	0. P. +4. 0m	G1	B
	0. P. -5. 5m	G2	B
	0. P. -5. 5m	R5	B
	0. P. -27. 4m	R6	B
	0. P. -49. 3m	R15	B
	0. P. -150m	R9	B

建屋

号機	建屋	観測位置	観測点名	地震計種別
1号機	原子炉 建屋	屋根トラス	R1	B
			V1	B
		6階	R2	B
		2階	1-R1	C
		1階	R3	B
		地下2階(基礎版上)	1-R2	C
			R4	B
			V2	B
			V3	B
			V4	B
	タービン 建屋	2階	1-T1	C
		2階(ペDESTAL)	T1	B
		地下1階(基礎版上)	T2	B
	2号機	原子炉 建屋	屋根トラス	R11
6階			R12	B
2階			2-R1	C
地下2階(基礎版上)			2-R2	C
		R13	B	
タービン 建屋		2階	2-T1	C
		2階(ペDESTAL)	2-T2	C
	地下1階(基礎版上)	2-T3	C	
3号機	原子炉 建屋	2階	3-R1	C
		地下2階(基礎版上)	3-R2	C
	タービン 建屋	2階	3-T1	C
		2階(ペDESTAL)	3-T2	C
4号機	原子炉 建屋	2階	4-R1	C
		地下2階(基礎版上)	4-R2	C
	タービン 建屋	2階	4-T1	C
		2階(ペDESTAL)	4-T2	C
		地下2階(基礎版上)	4-T3	C
自由地盤系 地震観測室	観測室内 (0. P. +12. 5m)	1-G1	C	

表2 地震計Aの計器特性

部 位	項 目	仕 様	
		FF1 観測点	FF2 ~ FF4 観測点
検出部	方式	電磁フィードバック式加速度計（速度帰還型サーボ式）	
	周波数範囲	0.1 ~ 30 Hz	
	測定可能範囲	± 2000 Gal	± 1000 Gal
増幅部	周波数特性	0.05 ~ 30 Hz	
	フィルタ	LPF IIR, 6次, $f_0 = 30$ Hz	
	フルスケール	± 2000 Gal	± 1000 Gal
記録部	A/D変換	24 bit (実効: 21 bit, ダイナミックレンジ: 126 dB)	
	最小分解能	0.96 mGal	0.48 mGal
	サンプリングレート	100 Hz	
	キャリブレーション	sin波 2.5 Hz 及び 5 Hz, 1回/日	
	記録媒体	CFカード 2 GB (2 GB×1枚)	
	最大収録時間	約 76 時間	
	時計精度	GPSにより毎秒校正	
無停電電源装置	停電保証時間	1 kVA 1時間	

項 目	起動・停止及び記録時間の設定
	全観測点共通
起動・停止を判定する観測点	FF2 観測点 (3成分)
起動レベル	0.5 Gal
起動設定	3成分のいずれかが起動レベルを上回った場合
停止設定	3成分の全てが起動レベルを下回った場合
記録時間	起動を認識した時刻の30秒前より記録を開始し, 停止を認識した時刻の60秒後に記録を終了する。
1地震あたりの最大記録時間	300秒

表3 地震計Bの計器特性

部 位	項 目	仕 様	
		R1, R11, V1 観測点	その他の観測点
検出部	方式	電磁式負帰還方式加速度計 (変位帰還型)	
	周波数範囲	DC ~ 400 Hz	
	測定可能範囲	± 2000 Gal	水平 : ± 2000 Gal 上下 : ± 1000 Gal
増幅部	周波数特性	0.02 ~ 30 Hz	
	フィルタ	LPF IIR, 3次, $f_0 = 30$ Hz HPF IIR, 1次, $f_0 = 0.02$ Hz	
	フルスケール	± 2097 Gal	
記録部	A/D変換	24 bit (実効 19 bit, ダイナミックレンジ : 114 dB)	
	最小分解能	4.00 mGal	
	サンプリングレート	100 Hz	
	キャリブレーション	sin波 1 Hz, 1回/日	
	記録媒体	CFカード 1 GB (512 MB×2枚)	
	最大収録時間	約 18.7 時間	
	時計精度	FM時報により時報毎校正 (誤差 ± 1 ppm 以下)	
無停電電源装置	停電保証時間	3 kVA 1 時間	

項 目	起動・停止及び記録時間の設定	
	全観測点共通	
起動・停止を判定する観測点	R9 観測点 (EW, UD の 2 成分)	
起動レベル	1 Gal	
起動設定	2 成分のどちらかが起動レベルを上回った場合	
停止設定	2 成分の両方が起動レベルを下回った場合	
記録時間	起動を認識した時刻の 30 秒前より記録を開始し, 停止を認識した時刻の 90 秒後に記録を終了する。	
1 地震あたりの最大記録時間	600 秒	

表4 地震計Cの計器特性

部 位	項 目	仕 様
		全観測点共通
検出部	方式	電磁式負帰還方式加速度計（変位帰還型）
	周波数範囲	DC ~ 450 Hz
	測定可能範囲	± 2097 Gal
増幅部	周波数特性	DC ~ 30 Hz
	フィルタ	LPF IIR, 3次, $f_0 = 30$ Hz HPF IIR, 1次, $f_0 = 0.02$ Hz
	フルスケール	± 2097 Gal
記録部	A/D変換	24 bit (実効19 bit, ダイナミックレンジ: 114 dB)
	最小分解能	4.00 mGal
	サンプリングレート	100 Hz
	キャリブレーション	sin波 1 Hz, 1回/日
	記録媒体	CFカード 512 MB (256 MB×2枚)
	最大収録時間	約 160 時間
	時計精度	PCの内部時計により毎時校正 (誤差 ± 1 ppm 以下)
無停電電源装置	停電保証時間	3時間 (内蔵バッテリー)

項 目	起動・停止及び記録時間の設定		
	原子炉建屋/ タービン建屋 基礎版上, 観測室内	タービン建屋 2階(ペDESTAL)	その他の観測点
起動・停止を判定する観測点	各観測点 (3成分)		
起動レベル	1 Gal	20 Gal	2 Gal
起動設定	3成分のいずれかが起動レベルを上回った場合		
停止設定	3成分の全てが起動レベルを下回った場合		
記録時間	起動を認識した時刻の30秒前より記録を開始し, 停止を認識した時刻の90秒後に記録を終了する。		
1地震あたりの最大記録時間	600秒		

観測記録が中断した事象の原因及び今後の対策

1．はじめに

平成 23 年東北地方太平洋沖地震本震の際，福島第二原子力発電所に設置している地震計において得られた観測記録のうち，一部の記録について記録開始から 130～150 秒程度で記録が中断していることが確認された。

今回の事象が発生した原因及び今後の対策について，以下にその概要を整理する。また，詳細については参考資料に示す。

2．今回の事象の原因

現在までに地震計メーカーが調査を実施した結果，当該地震計のデータを記録する装置（収録装置）のソフトウェア上に 2 点の不具合が存在することが判明した。

その結果，一点目の不具合により記録開始から 130～150 秒程度で記録が中断したこと，二点目の不具合により記録中断後のデータを記録できなかったことが複合して今回の事象が発生したものと考えられる。

その概要は以下のとおりである。

2．1 一点目（記録開始から 130～150 秒程度で記録が中断した事象）の原因

収録装置は本来，記録開始後，揺れが収まり起動レベルを下回ることを感知すると，その後一定時間揺れが起動レベルを続けて下回ることを確認して記録を終了する。

しかし，当該収録装置では，記録の終了を判定するソフトウェアのロジックに不具合があり，一旦起動レベルを下回る揺れを感知すると，その時点で記録の終了を判定し，その後の揺れが再度起動レベルを超えているにも関わらず，一定時間経過後，記録を終了することが判明した。

このため，今回の地震のように記録を開始した後大きな揺れが非常に長い間続くような場合には，主要動の途中で一旦起動レベルを下回る揺れを感知してしまうと，その後再度起動レベルを超える揺れを感知していても，一定時間経過後に記録を終了（中断）したものと考えられる。

2．2 二点目（記録中断後のデータを記録できなかった事象）の原因

収録装置は本来，2．1 で述べた原因により記録が中断したとしても，その時点で揺れが起動レベルを超えている場合には，直ちに再度記録を開始して後

続部分のデータを記録し、全時間のデータを複数のファイルとして保存する。

しかし、当該収録装置では、外部記録媒体へデータを書き込んだ後の動作に関するソフトウェアのロジックに不具合があり、データ書き込みの直後に一時的に外部記録媒体を正常に認識できない状況が発生し、その結果、後続部分のデータを外部記録媒体に書き込めなくなったものと考えられる。

3．今後の対策

今回の事象を踏まえて、当社が保有する当該収録装置と同機種 of 装置を対象として、ソフトウェアの更新を実施するとともに、他の原子力事業者へ注意喚起するため、原子力施設情報公開ライブラリー「ニューシア」へ今回の事象を登録する予定である。

4．今回の事象による影響

今回の事象により途中で終了している観測記録のうち、1号機及び2号機原子炉建屋基礎版上の1-R2観測点及び2-R2観測点については、近接する観測点（1-R2観測点についてはR4観測点、2-R2観測点についてはR13観測点）において完全な記録が取得されている。これらの記録を比較した結果、最大加速度値及び応答スペクトルは概ね同程度であることが確認できた。また、敷地地盤においては完全な記録が得られている。

これらのことから、今回の事象は今後の検討において大きな問題となるものではないと考えている。

観測記録が中断した事象の原因及び対策の詳細

1. 原因の詳細

1.1 一点目（記録開始から 130～150 秒程度で記録が中断した事象）の原因

収録装置は本来、図 1 に示す記録の終了について、以下の判定を行うようにソフトウェアのロジックが構築される。

記録開始後、揺れが収まり図 1 の で 3 成分（NS 方向，EW 方向及び UD 方向）の全てが起動レベルを下回ることを感知すると、その後一定時間（ T_1 ）揺れが起動レベルを続けて下回ることを確認し、図 1 の で記録を終了する。

しかしながら、当該収録装置における記録の終了を判定する動作は、以下のとおりであった。

記録開始後、一旦図 1 の で 3 成分（NS 方向，EW 方向及び UD 方向）の全てが起動レベルを下回る揺れを感知すると、その時点で記録の終了を判定し、その後の揺れが再度起動レベルを超えているにも関わらず、一定時間（ T_1 ）経過後、図 1 の で記録を終了する。

ただし、図 2 に示すように、3 成分（NS 方向，EW 方向及び UD 方向）の全てが起動レベルを下回る揺れを感知（図 2 の ）し、その後起動レベルを超える揺れを感知してから再度 3 成分の全てが起動レベルを下回る揺れを感知した場合には、図 2 の から一定時間（ T_1 ）経過後、図 2 の で記録を終了する。

このため、今回の地震のように記録を開始した後大きな揺れが非常に長い間続くような場合に、主要動の途中で一旦起動レベルを下回る揺れを感知してしまうと、その後再度起動レベルを超える揺れを感知していても、再度起動レベルを下回る揺れを感知しなかったため、一定時間（ T_1 ）経過後に記録を終了（中断）したものと考えられる。

なお、地震計設置以降これまで数多くの地震が観測されてきたが、これらの地震では、この不具合によって記録が中断されてしまう前、すなわち図 1 のあるいは図 2 の から一定時間（ T_1 ）以内に地震の揺れ自体が小さくなって記録を終了していたため、こうした事象が生じることはなかった。

1.2 二点目（記録中断後のデータを記録できなかった事象）の原因

収録装置は本来、1.1で述べた原因により記録が中断したとしても、その時点で揺れが起動レベルを超えている場合には、図3に示すように、以下の動作を行うようにソフトウェアのロジックが構築される。

図3の で記録を中断した時点で、揺れが起動レベルを上回っている場合には、直ちに再度記録を開始する。

図3の の時点で記録を終了し、全時間のデータを複数のファイル（データファイルA及びB）として保存する。

また、図3の で記録を中断してから後続部分のデータの記録を開始するまでの間に、収録装置は外部記録媒体に対して以下の(a)から(d)の動作を順次行うようにロジックが構築されている。

- (a) 中断した前半部分のデータ（データファイルA）の外部記録媒体への書き込みを終了する。
- (b) データファイルAについて、外部記録媒体へのデータ書き込みの確認動作を行う。
- (c) データファイルAの外部記録媒体への書き込み終了（上記(a)）から一定時間（ T_2 ）経過後、後続部分のデータ（データファイルB）を書き込むための準備として、外部記録媒体の認識動作を行う。
- (d) データファイルBの外部記録媒体への書き込みを開始する。

しかしながら、当該収録装置における(a)から(d)の動作には、以下の問題点が確認された。

(b)で述べた記録書き込みの確認動作は、(a)で述べた前半部分のデータ書き込み終了後 T_2 以内に完了する設計となっていたが、地震計メーカーの調査によると、実際には T_2 を上回る場合がある。

一方、(a)で述べた前半部分のデータ書き込み終了から T_2 経過後、(c)で述べた後続部分のデータを書き込むための準備としての外部記録媒体の認識動作を試みるが、前述のとおり(b)で述べたデータ書き込みの確認動作が終了していないため、外部記録媒体へのアクセスが(b)の動作で占有されており、この場合、(c)の認識動作に失敗する。

その結果、収録装置は外部記録媒体の不良と判断し、(d)で述べた後続部分のデータの外部記録媒体への書き込みを行わない。

以上の問題点により、記録中断後の後続部分のデータを記録できなかったものと考えられる。

2．対策の詳細

今回の事象を踏まえて、当社が保有する当該収録装置と同機種 of 装置を対象として、以下に示す対応を行うとともに、他の原子力事業者へ注意喚起するため、原子力施設情報公開ライブラリー「ニューシア」へ今回の事象を登録する予定である。

2．1 一点目の不具合への対応

図1の で一旦起動レベルを下回る揺れを感知し、記録の終了を判定した後、再度起動レベルを超える揺れを感知した図1の の段階で、記録の終了判定を解除するようにソフトウェアの更新を実施する。

2．2 二点目の不具合への対応

1．2の(c)で述べた外部記録媒体の認識動作を試みた段階で、(b)で述べたデータ書き込みの確認動作が終了していない可能性を考慮し、(c)の動作について一定間隔で複数回の再試行を行うとともに、収録装置内に一時的にデータを蓄積するためのバッファを追加するようにソフトウェアの更新を実施する。

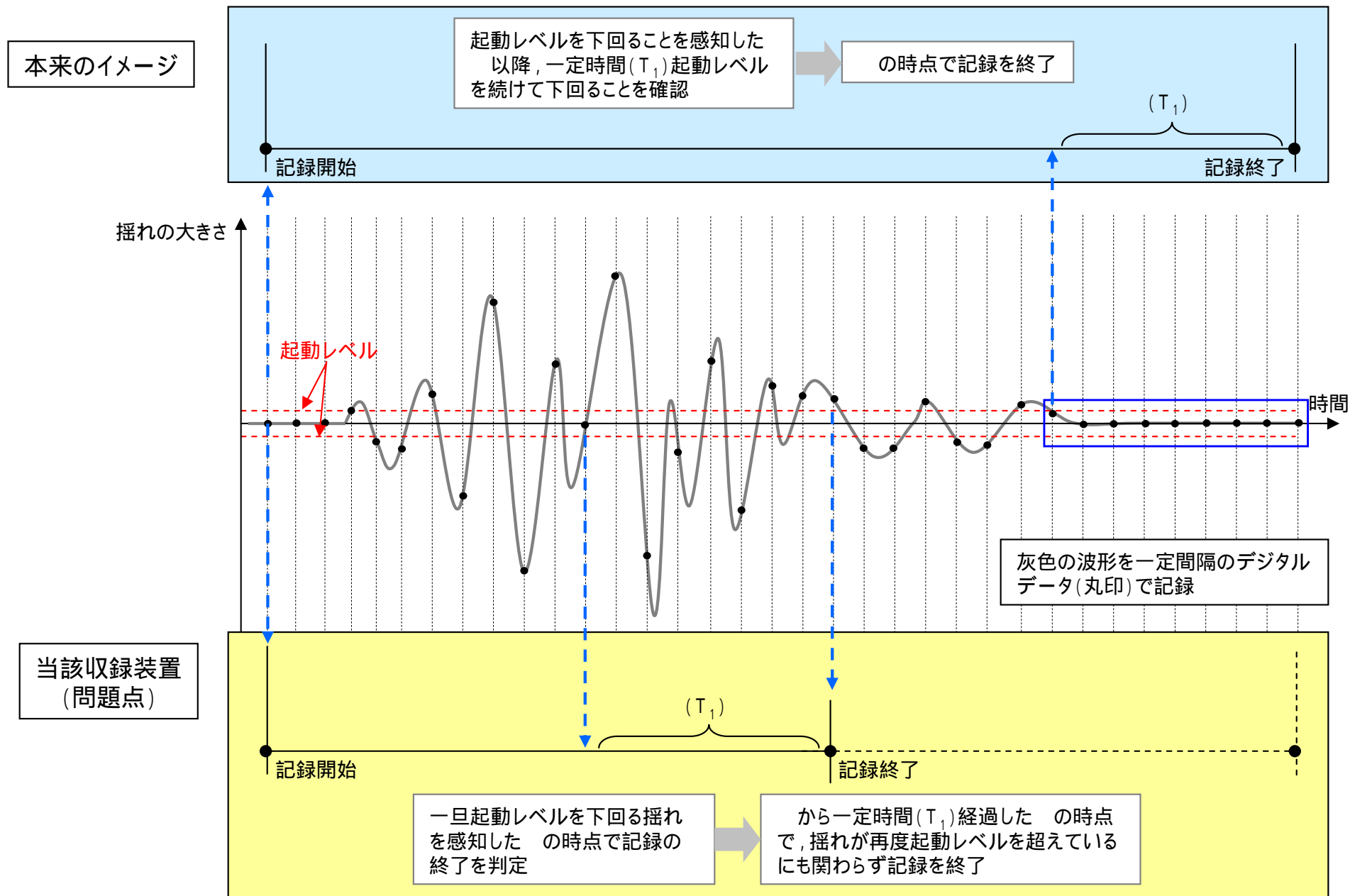


図1．記録終了判定時の収録装置の動作及び当該収録装置の問題点（その1）

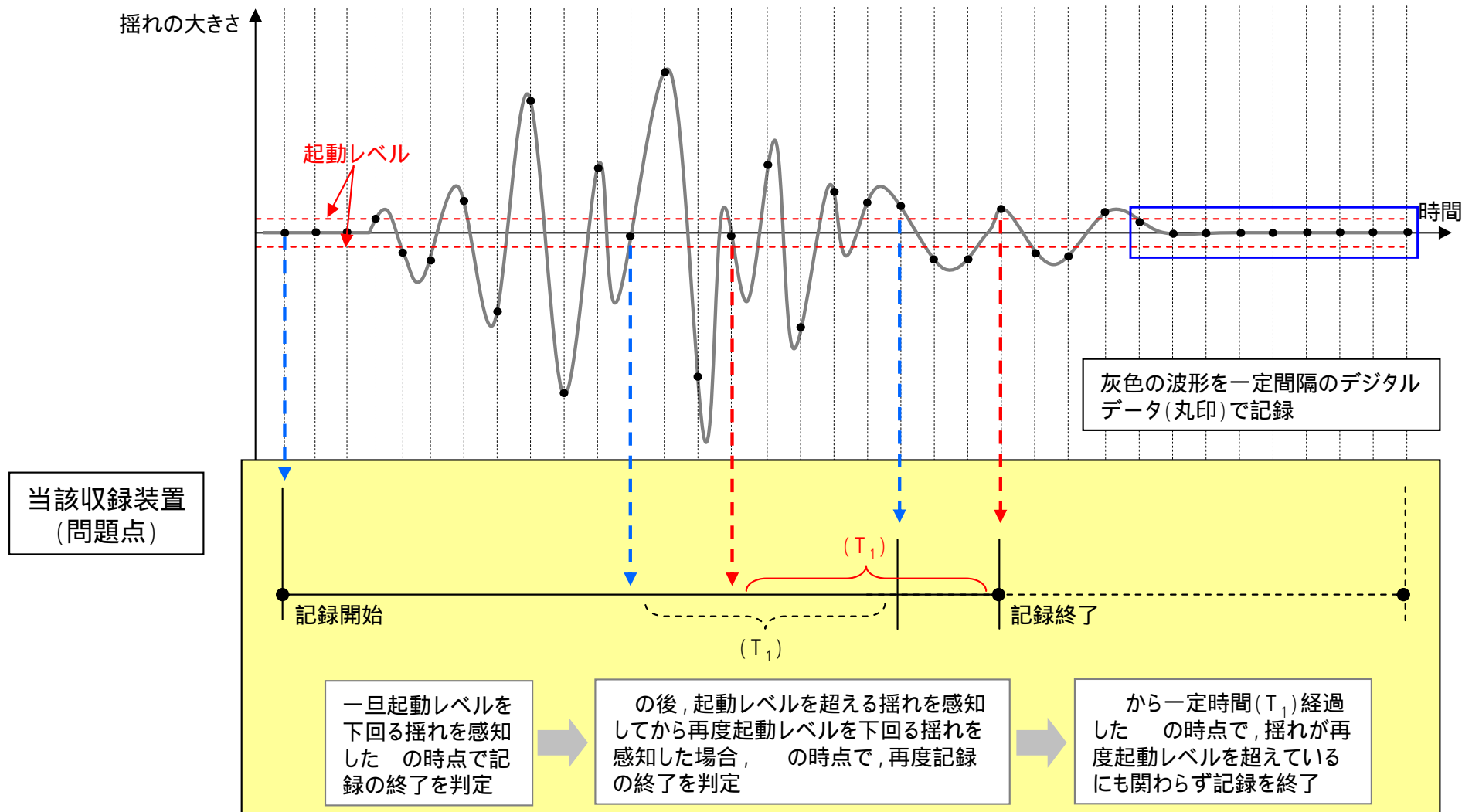


図2．記録終了判定時の収録装置の動作及び当該収録装置の問題点（その2）

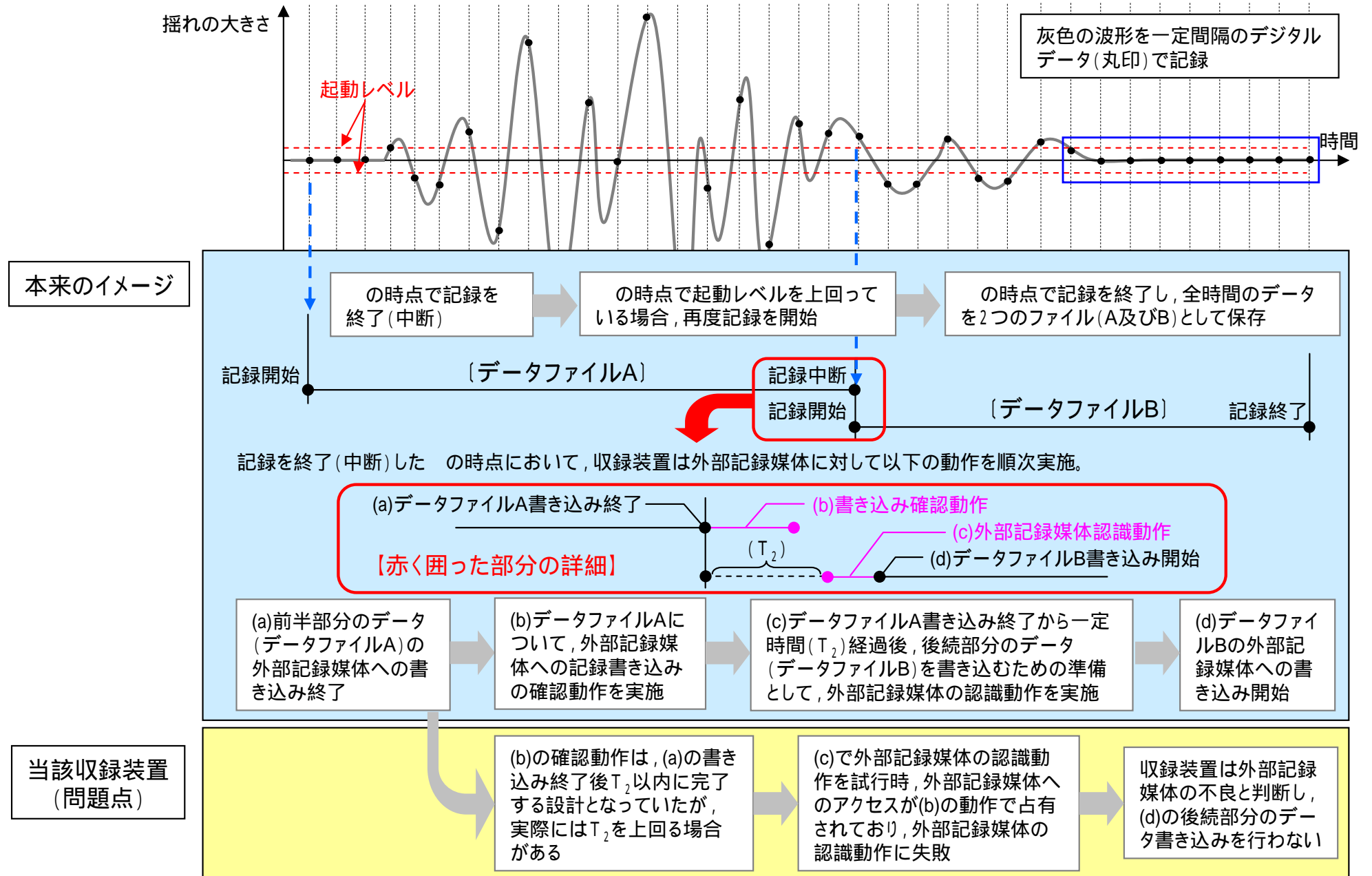


図3 . 記録中断後の収録装置の動作及び当該収録装置の問題点

福島第二原子力発電所における
平成 23 年東北地方太平洋沖地震本震の観測記録

表 1 敷地地盤で得られた観測記録の最大加速度値

観測箇所	観測位置	観測点名	観測された最大加速度値 (単位 : Gal)		
			NS 方向	EW 方向	UD 方向
自由地盤系	0. P. +10. 2m	FF1	399	382	276
	0. P. -5. 5m	FF2	286	274	205
	0. P. -50. 0m	FF3	235	211	146
	0. P. -200m	FF4	205	180	162
1 号機 建屋周辺地盤	0. P. +4. 0m	G1	373	331	266
	0. P. -5. 5m	G2	238	258	202
	0. P. -5. 5m	R5	251		272
	0. P. -27. 4m	R6		253	
	0. P. -49. 3m	R15		212	198
	0. P. -150m	R9		176	153

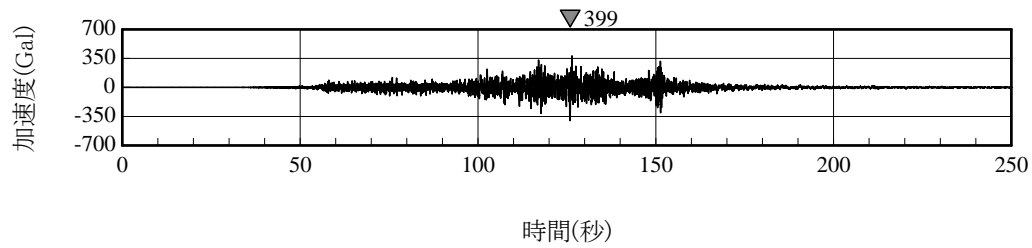
※1) 観測していない方向については斜線で示している。

表2 各建屋で得られた観測記録の最大加速度値

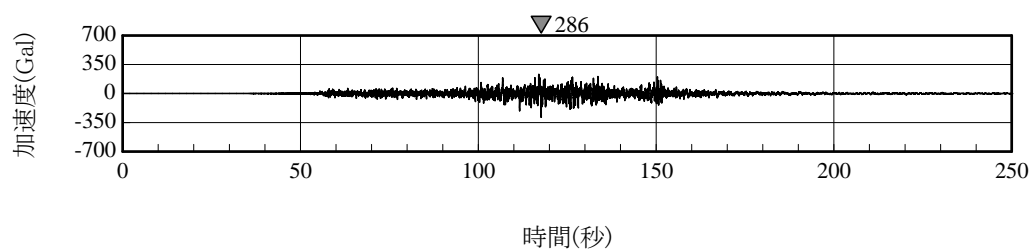
号機	建屋	観測位置	観測点名	観測された最大加速度値 (単位: Gal)		
				NS 方向	EW 方向	UD 方向
1号機	原子炉建屋	屋根トラス	R1	1335	652	437
			V1	/	/	1820
		6階	R2	534	441	389
		2階	1-R1	297	304	228
		1階	R3	302	271	/
		地下2階(基礎版上)	1-R2	251 *	230 *	186 *
			R4	254	228	192
			V2	/	/	270
			V3	/	/	305
			V4	/	/	176
	タービン建屋	2階	1-T1	418 *	312 *	303 *
		2階(ペDESTアル)	T1	549	424	283
地下1階(基礎版上)		T2	234	284	225	
2号機	原子炉建屋	屋根トラス	R11	1538	583	469
		6階	R12	611	302	346
		2階	2-R1	312	201	233
		地下2階(基礎版上)	2-R2	221 *	196 *	232 *
			R13	243	194	227
	タービン建屋	2階	2-T1	366	289	275
		2階(ペDESTアル)	2-T2	345	315	341
地下1階(基礎版上)		2-T3	263 *	237 *	245 *	
3号機	原子炉建屋	2階	3-R1	321 *	235 *	198 *
		地下2階(基礎版上)	3-R2	277 *	216 *	208 *
	タービン建屋	2階	3-T1	321	287	301
		2階(ペDESTアル)	3-T2	547	451	279
		地下2階(基礎版上)	3-T3	256 *	249 *	297 *
4号機	原子炉建屋	2階	4-R1	258	241	283
		地下2階(基礎版上)	4-R2	210 *	205 *	288 *
	タービン建屋	2階	4-T1	296 *	265 *	246 *
		2階(ペDESTアル)	4-T2	448	337	251
		地下2階(基礎版上)	4-T3	245 *	196 *	216 *
自由地盤系地震観測室	観測室内 (O. P. +12. 5m)	1-G1	639 *	413 *	346 *	

※1) 表中の*印を付した観測記録は、記録開始から130~150秒程度で記録が中断している。

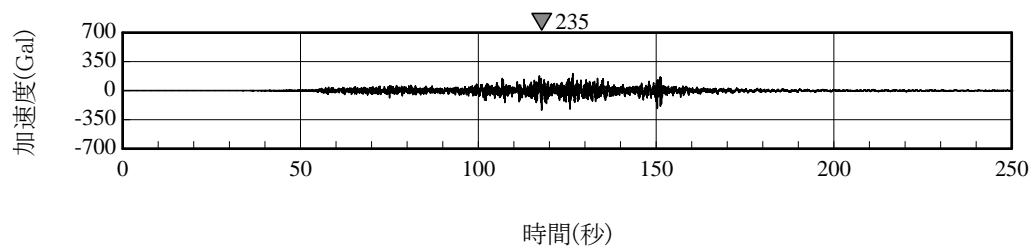
※2) 観測していない方向については斜線で示している。



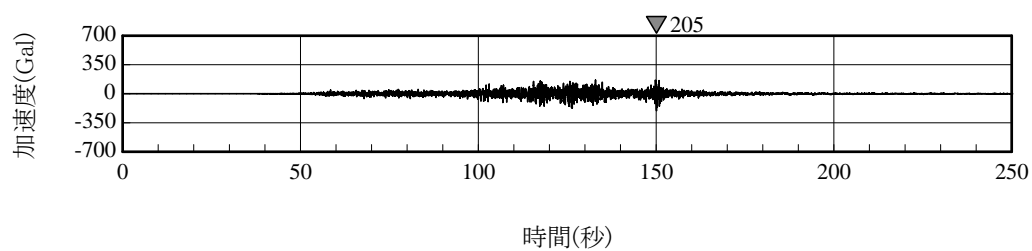
(a) FF1 観測点 (O. P. +10. 2m)



(b) FF2 観測点 (O. P. -5. 5m)

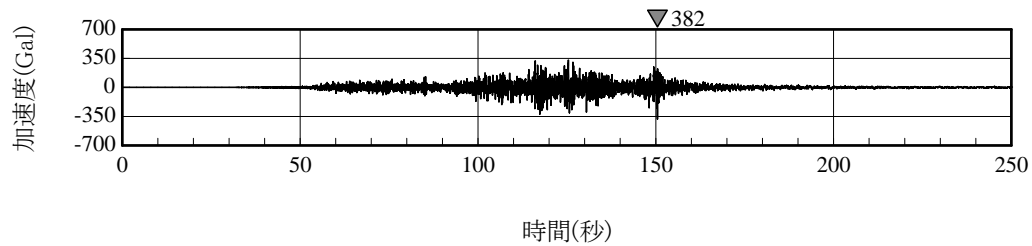


(c) FF3 観測点 (O. P. -50. 0m)

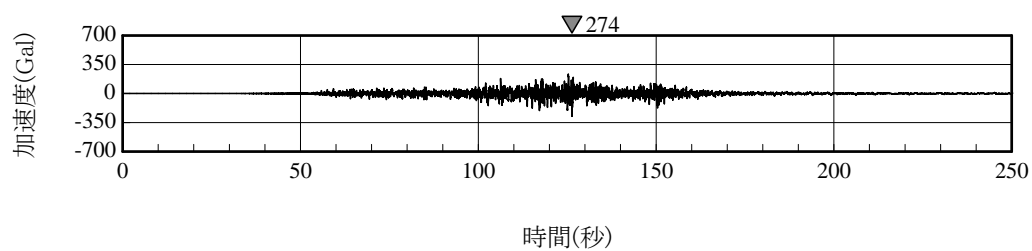


(d) FF4 観測点 (O. P. -200m)

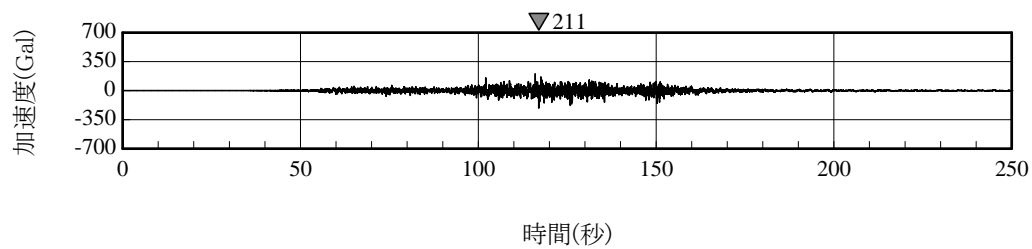
図1 自由地盤系地震観測点の加速度時刻歴波形 (NS 方向)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



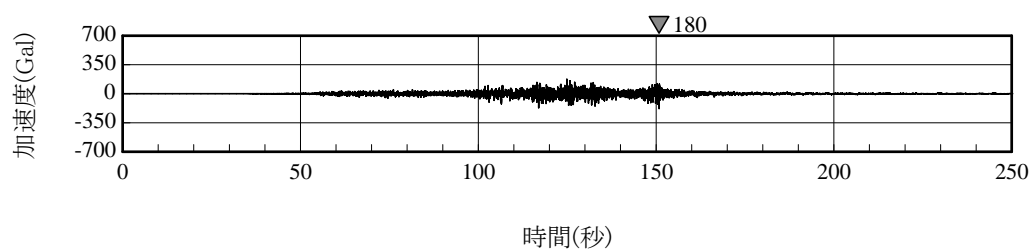
(a) FF1 観測点 (O. P. +10. 2m)



(b) FF2 観測点 (O. P. -5. 5m)

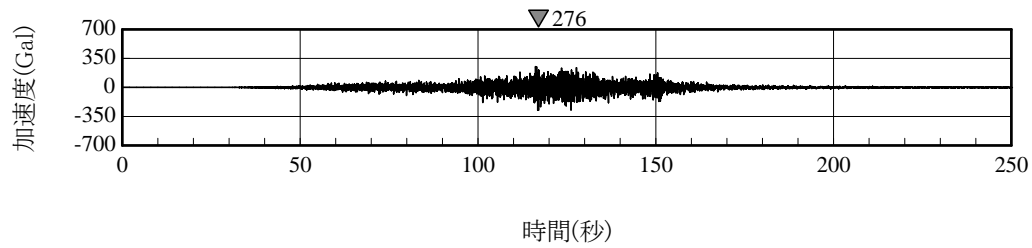


(c) FF3 観測点 (O. P. -50. 0m)

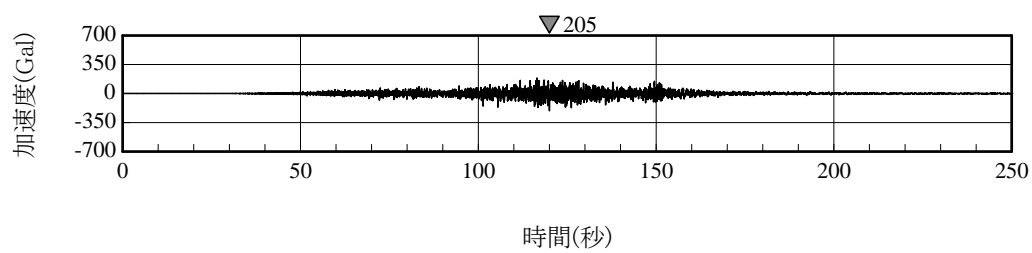


(d) FF4 観測点 (O. P. -200m)

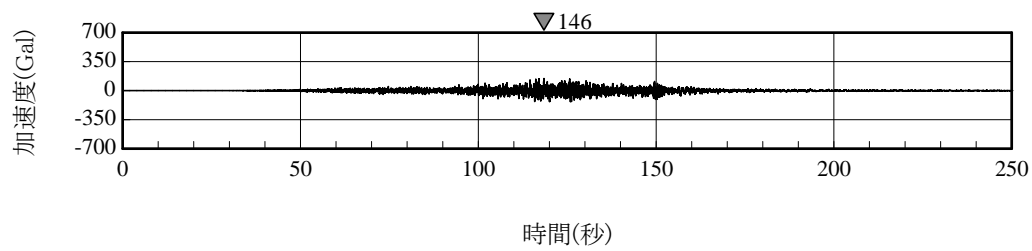
図2 自由地盤系地震観測点の加速度時刻歴波形 (EW 方向)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



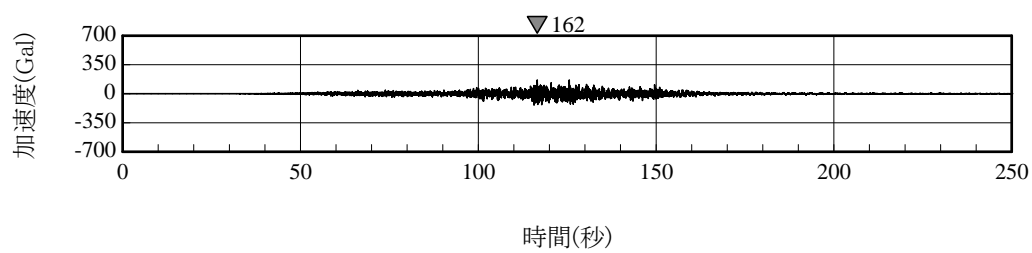
(a) FF1 観測点 (O. P. +10.2m)



(b) FF2 観測点 (O. P. -5.5m)

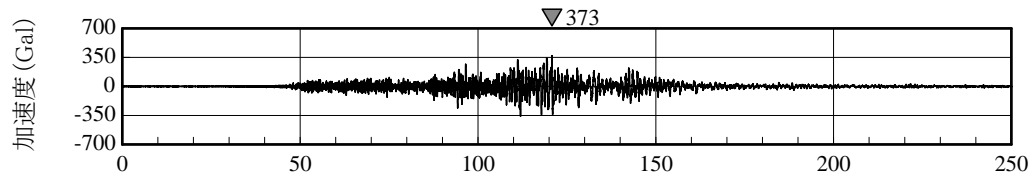


(c) FF3 観測点 (O. P. -50.0m)



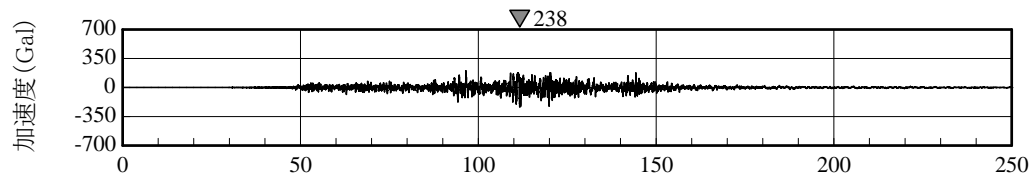
(d) FF4 観測点 (O. P. -200m)

図3 自由地盤系地震観測点の加速度時刻歴波形 (UD 方向)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



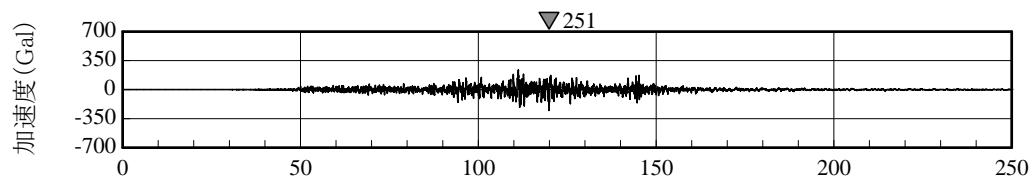
時間 (秒)

(a) G1 観測点 (O. P. +4. 0m)



時間 (秒)

(b) G2 観測点 (O. P. -5. 5m)



時間 (秒)

(c) R5 観測点 (O. P. -5. 5m)

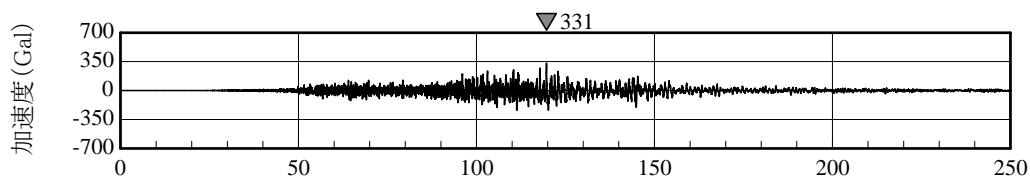
(d) R6 観測点 (O. P. -27. 4m) : 観測していない。

(e) R15 観測点 (O. P. -49. 3m) : 観測していない。

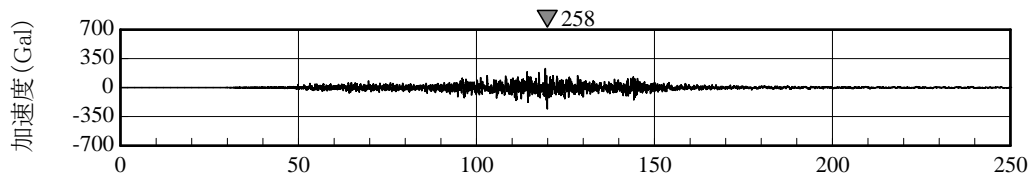
(f) R9 観測点 (O. P. -150m) : 観測していない。

※ G1・G2 観測点と R5・R6・R15・R9 観測点は平面位置が離れている。

図 4 1号機建屋周辺地盤地震観測点の加速度時刻歴波形 (NS 方向)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

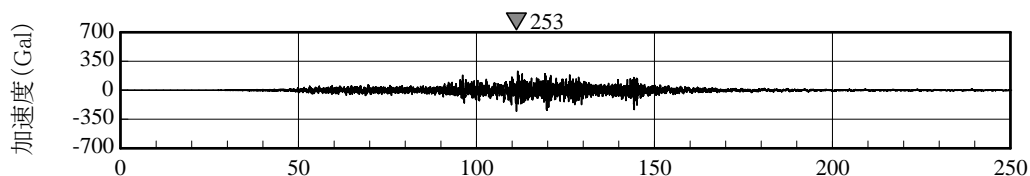


時間 (秒)
(a) G1 観測点 (O. P. +4. 0m)

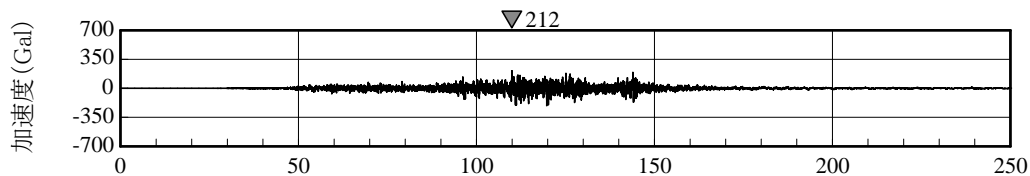


時間 (秒)
(b) G2 観測点 (O. P. -5. 5m)

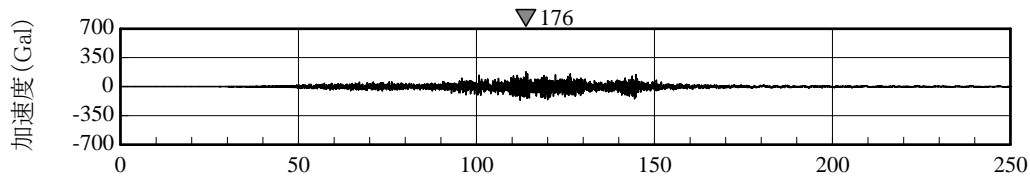
(c) R5 観測点 (O. P. -5. 5m) : 観測していない。



時間 (秒)
(d) R6 観測点 (O. P. -27. 4m)



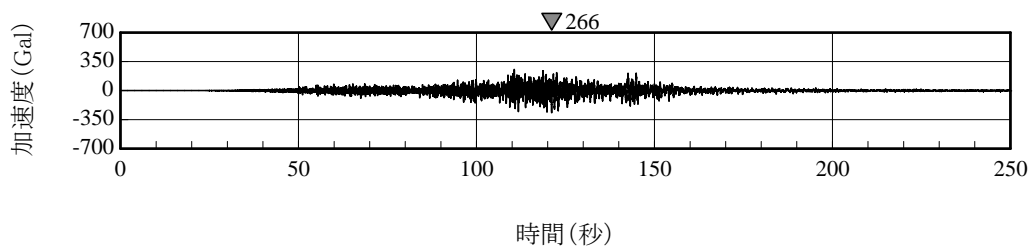
時間 (秒)
(e) R15 観測点 (O. P. -49. 3m)



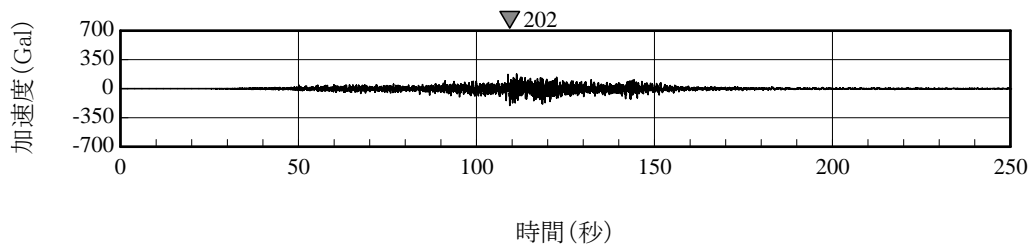
時間 (秒)
(f) R9 観測点 (O. P. -150m)

※ G1・G2 観測点と R5・R6・R15・R9 観測点は平面位置が離れている。

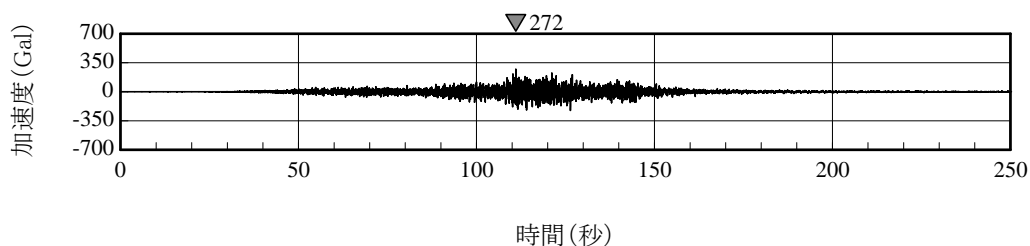
図5 1号機建屋周辺地盤地震観測点の加速度時刻歴波形 (EW 方向)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



(a) G1 観測点 (O. P. +4.0m)

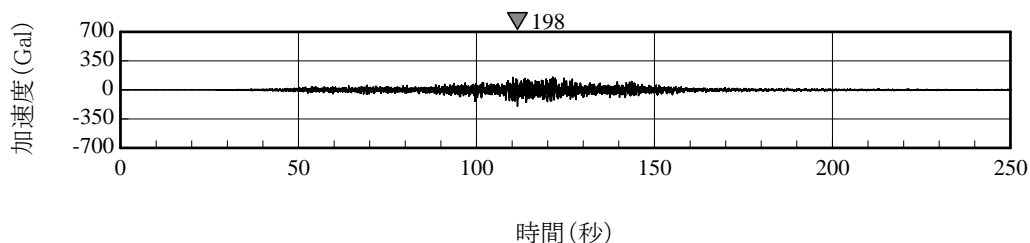


(b) G2 観測点 (O. P. -5.5m)

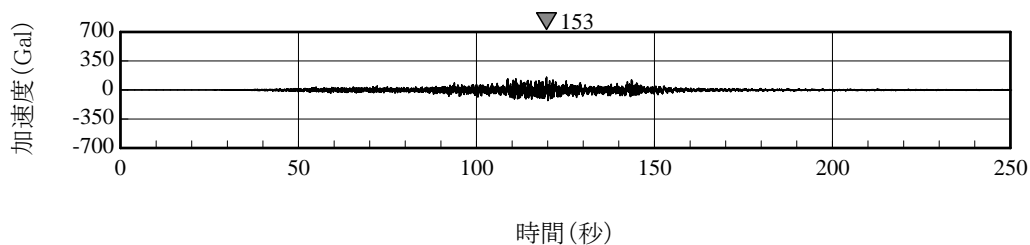


(c) R5 観測点 (O. P. -5.5m)

(d) R6 観測点 (O. P. -27.4m) : 観測していない。



(e) R15 観測点 (O. P. -49.3m)



(f) R9 観測点 (O. P. -150m)

※ G1・G2 観測点と R5・R6・R15・R9 観測点は平面位置が離れている。

図6 1号機建屋周辺地盤地震観測点の加速度時刻歴波形 (UD 方向)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]

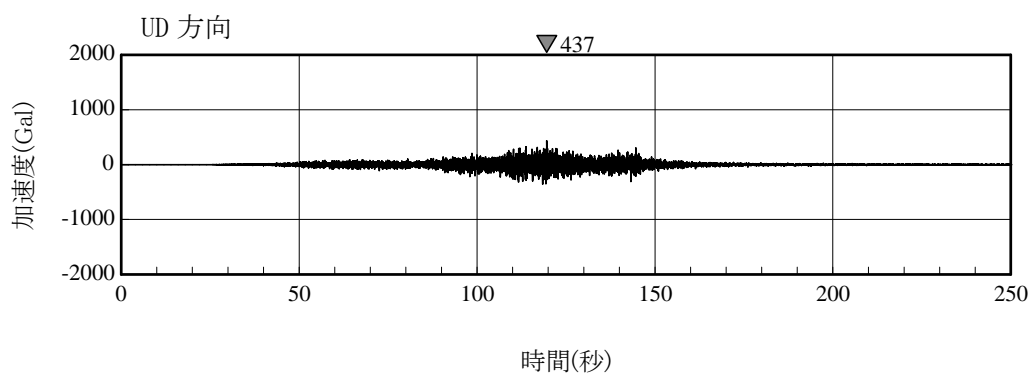
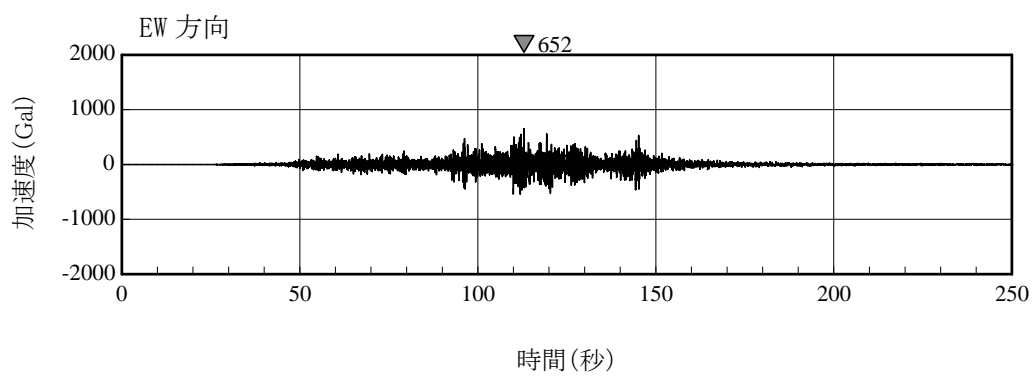
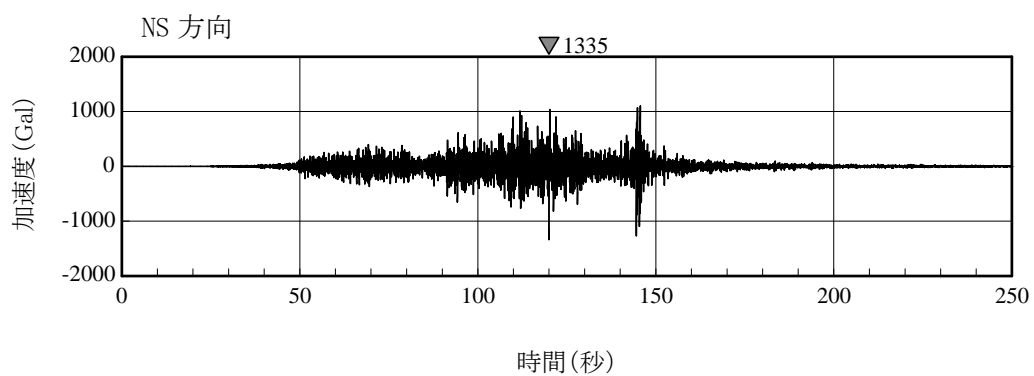


図7 1号機原子炉建屋屋根トラスの加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R1観測点]

NS 方向：観測していない。

EW 方向：観測していない。

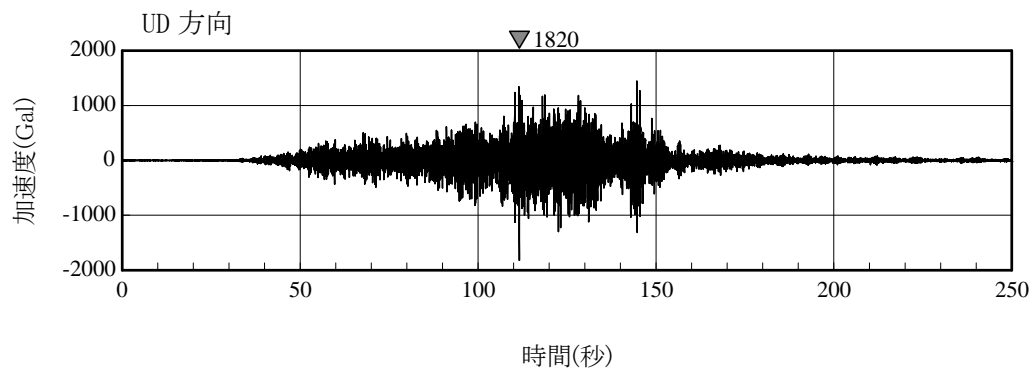


図8 1号機原子炉建屋屋根トラスの加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, V1観測点]

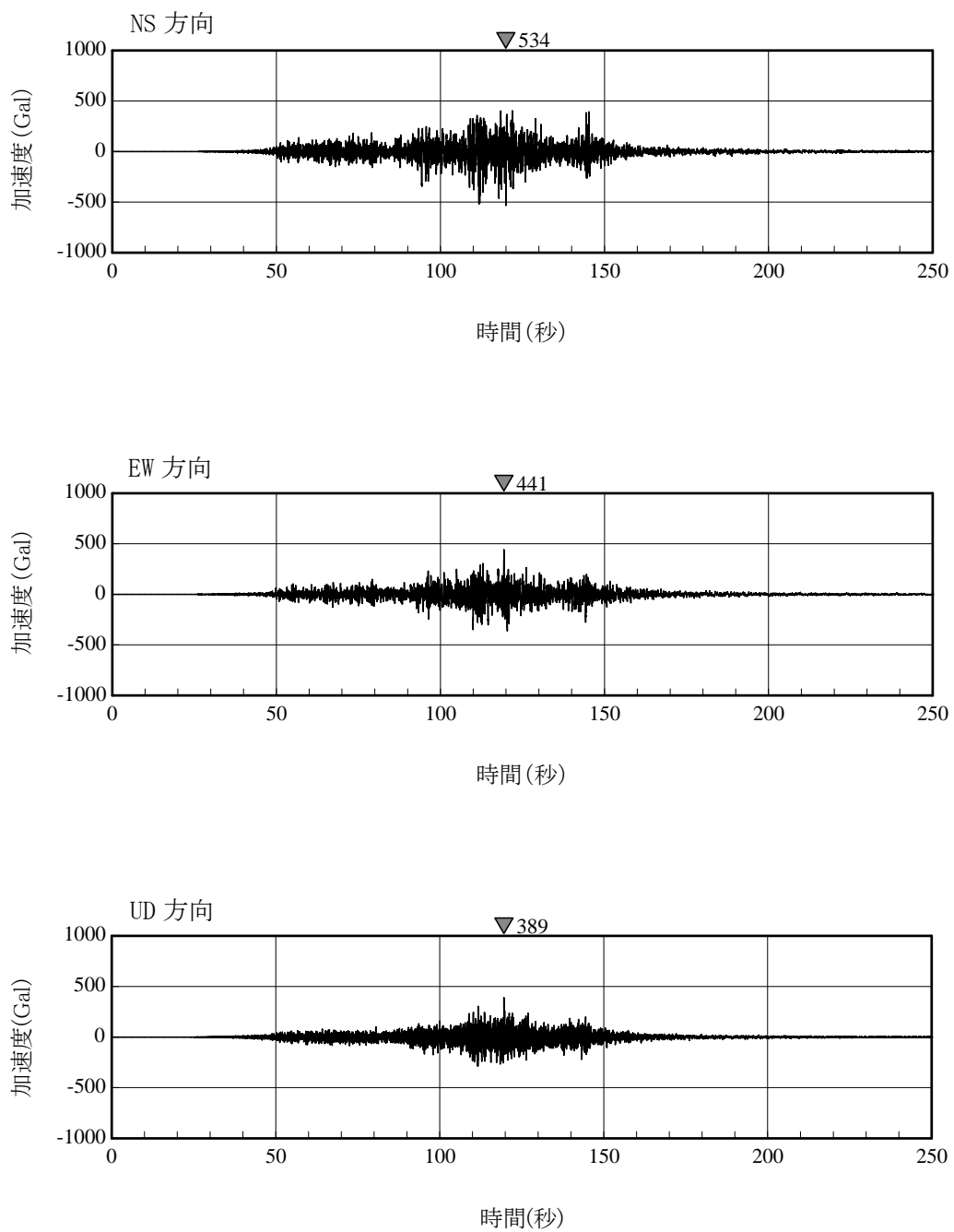


図9 1号機原子炉建屋6階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R2観測点]

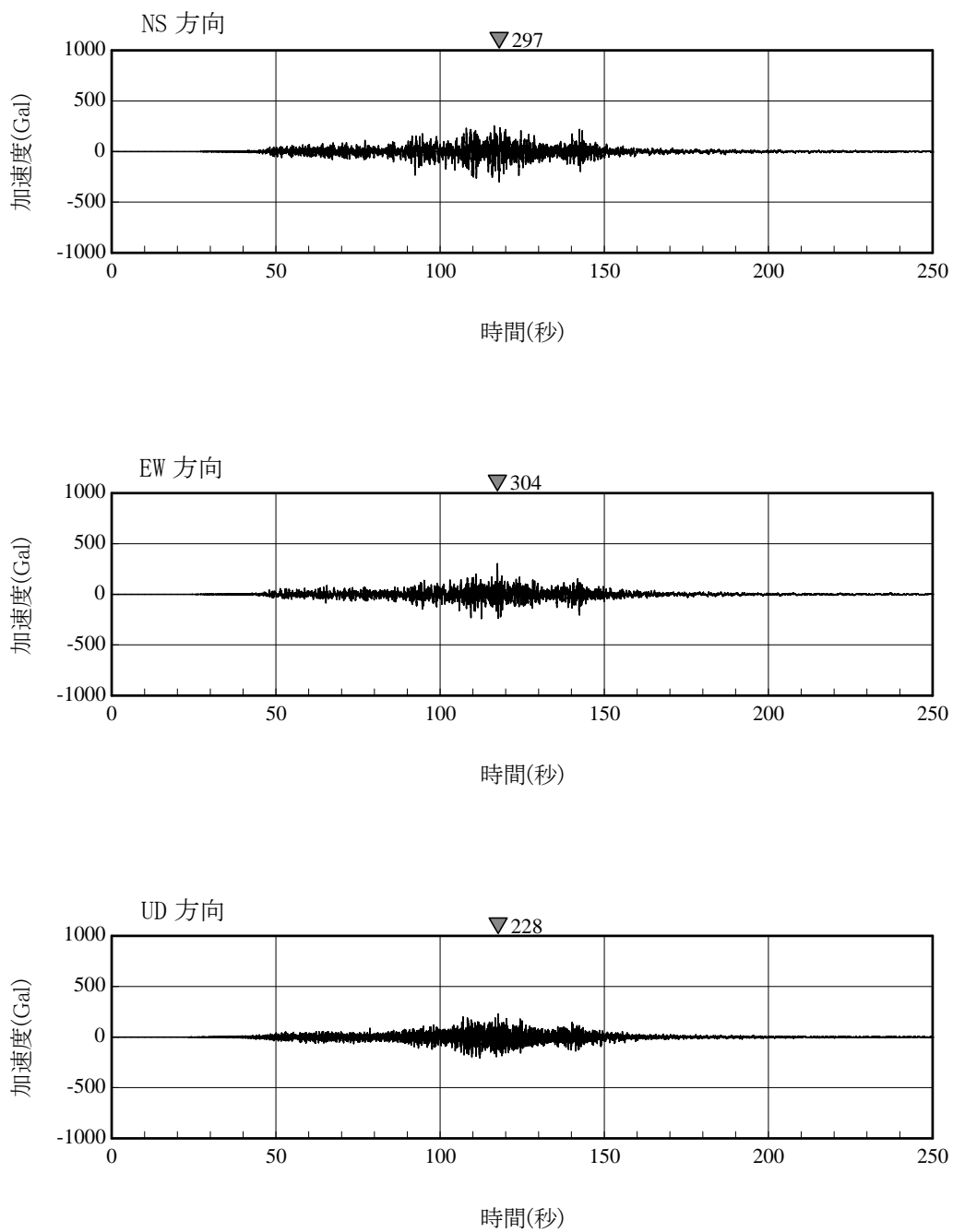
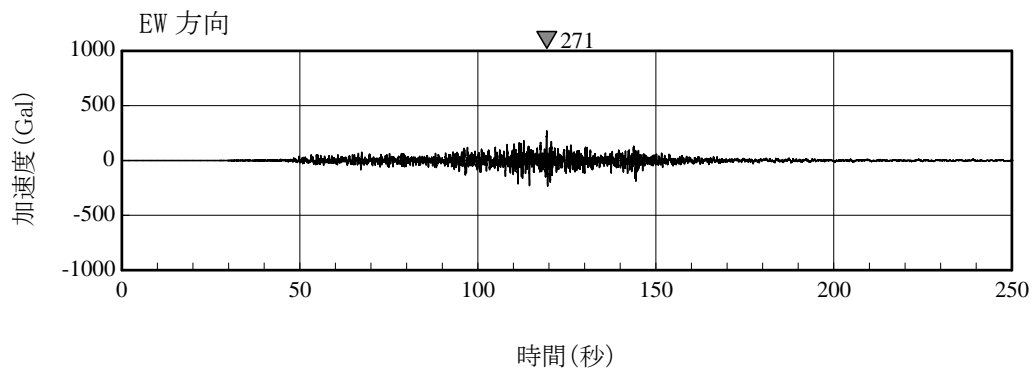
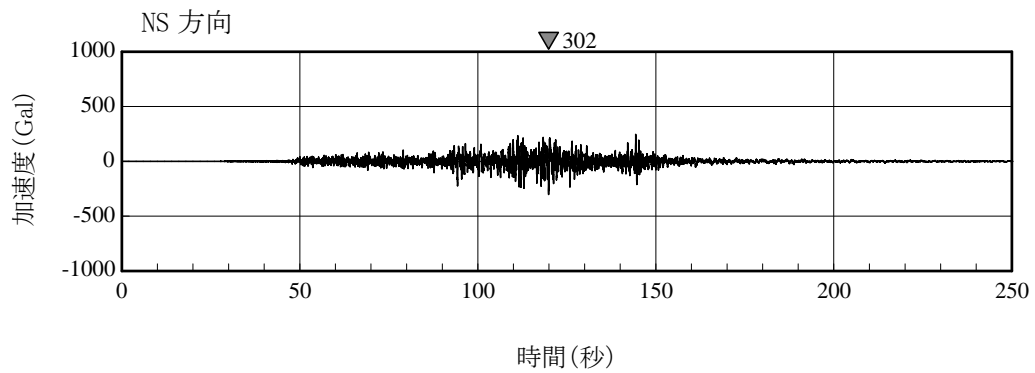


図 10 1号機原子炉建屋2階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 1-R1観測点]



UD 方向：観測していない。

図 11 1号機原子炉建屋1階の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R3観測点]

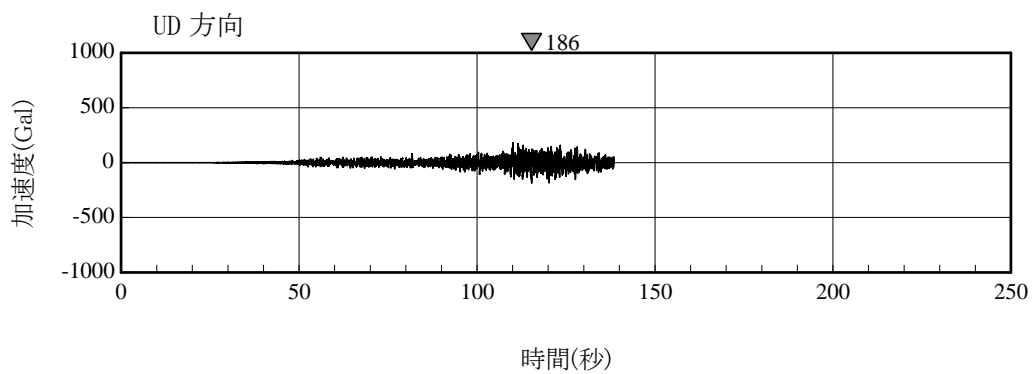
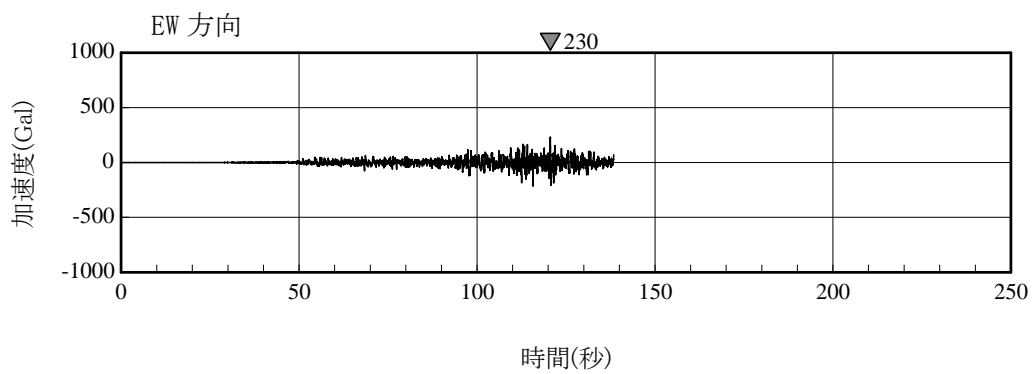
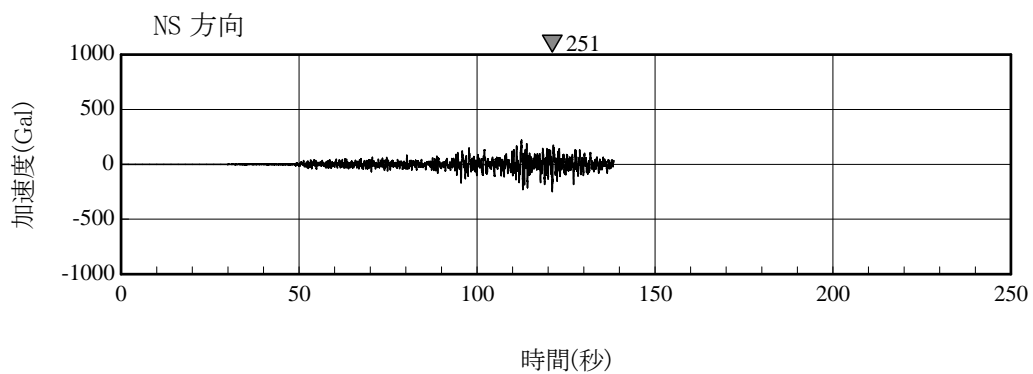


図 12 1号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，1-R2観測点]

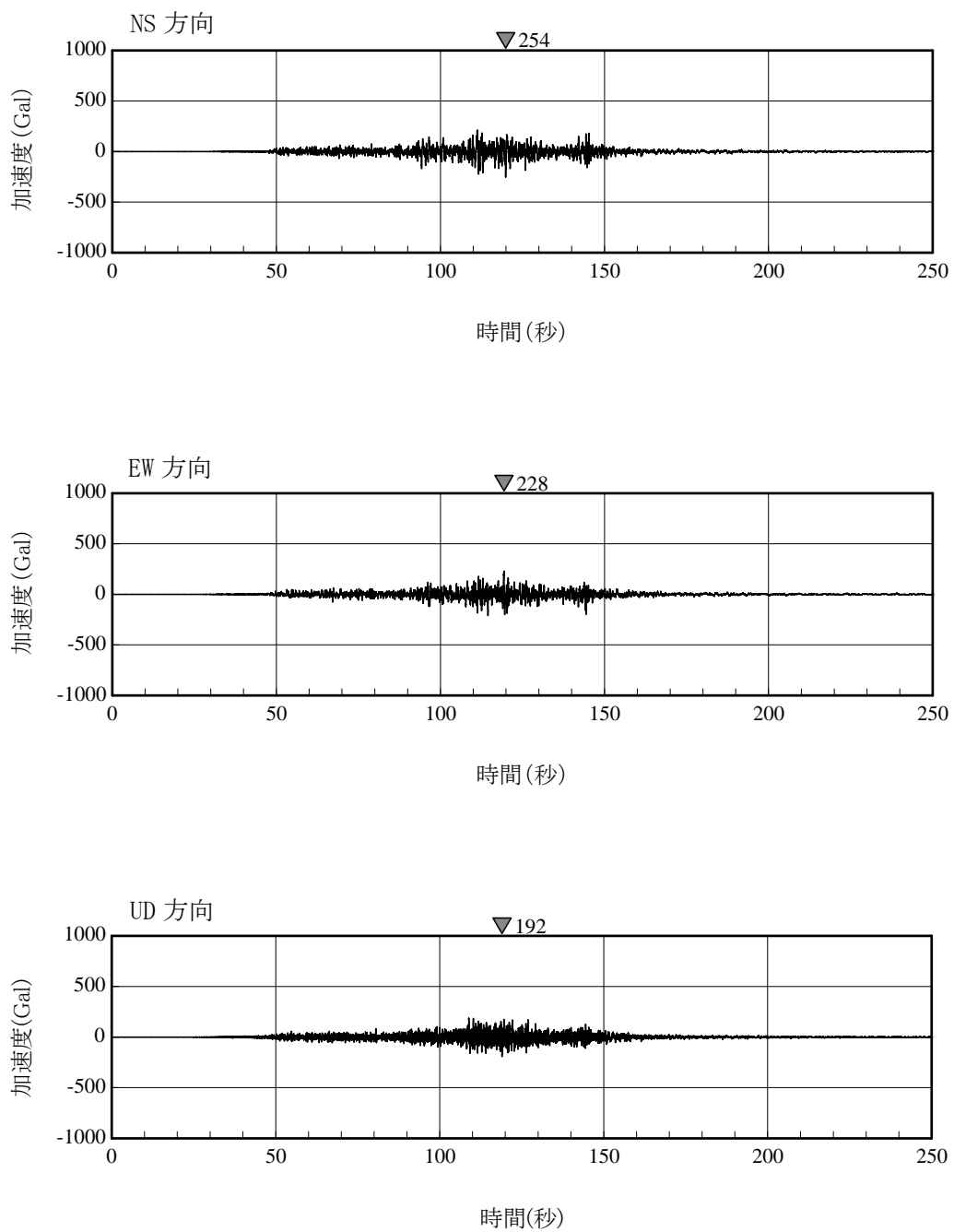


図 13 1号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R4観測点]

NS 方向：観測していない。

EW 方向：観測していない。

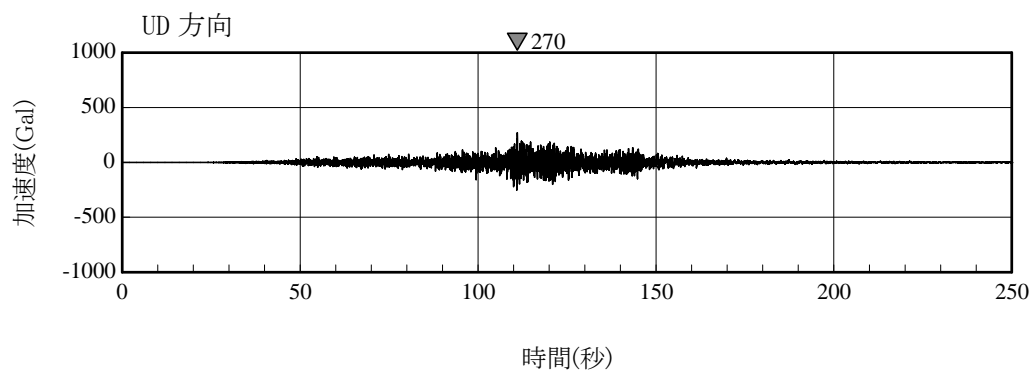


図 14 1号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，V2観測点]

NS 方向：観測していない。

EW 方向：観測していない。

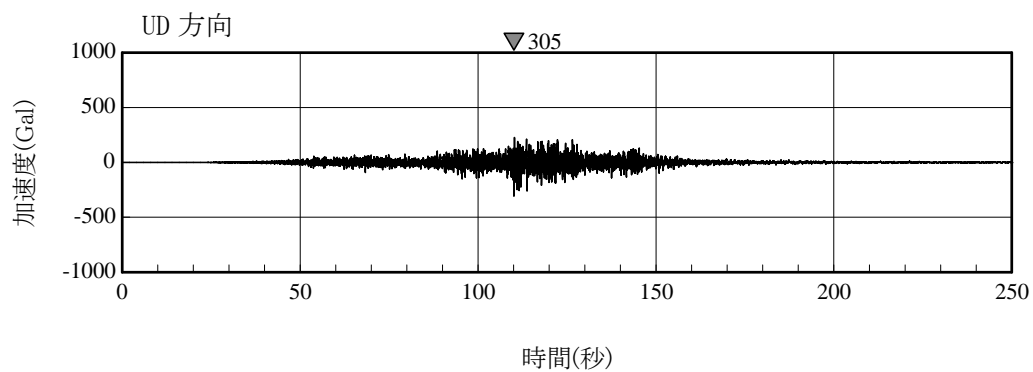


図 15 1号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，V3観測点]

NS 方向：観測していない。

EW 方向：観測していない。

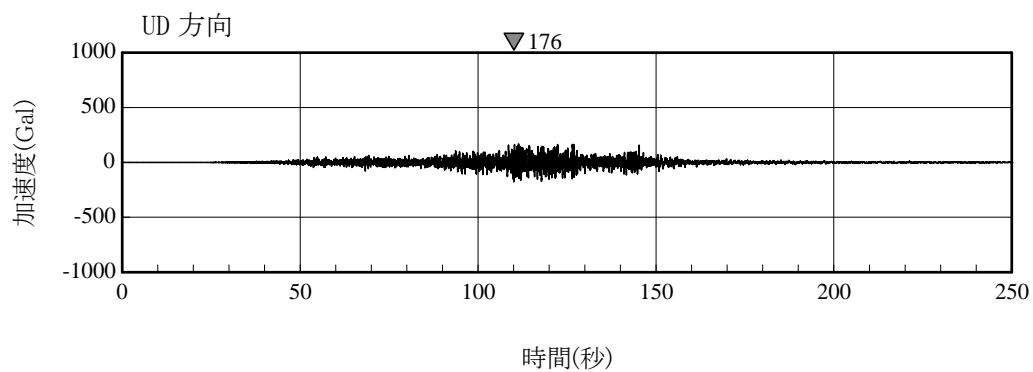


図 16 1号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，V4観測点]

NS 方向：観測していない。

EW 方向：観測していない。

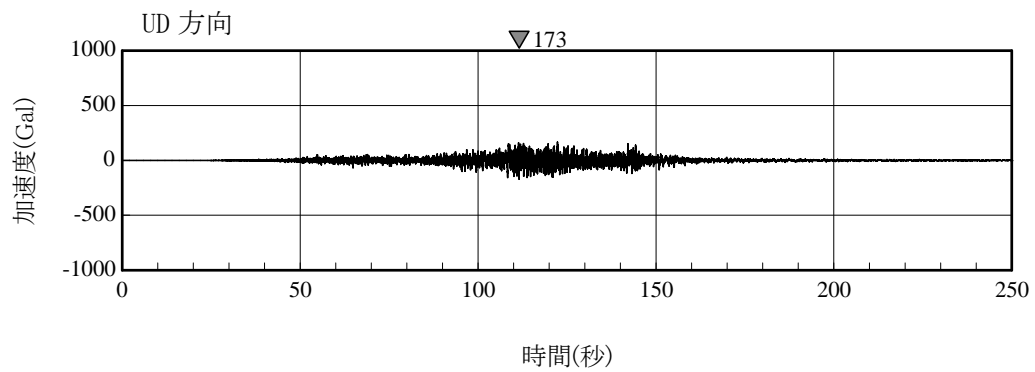


図 17 1号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，V5観測点]

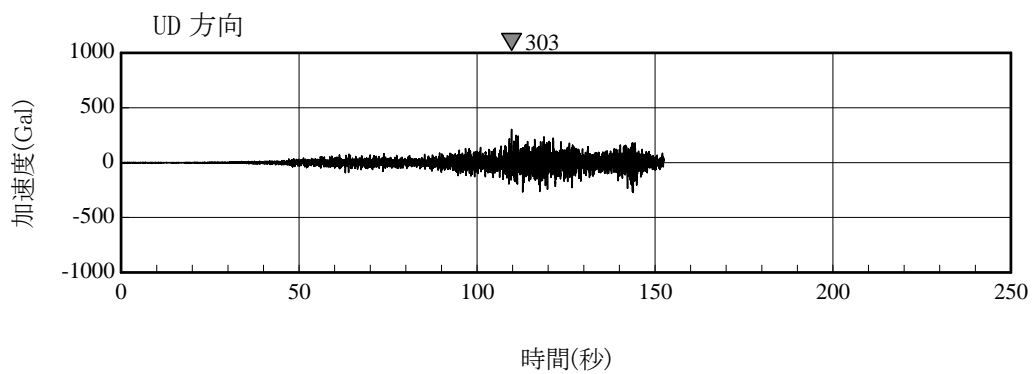
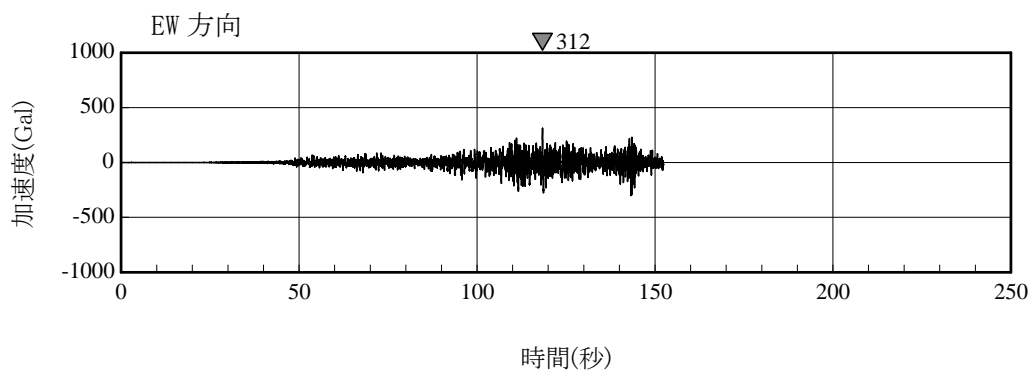
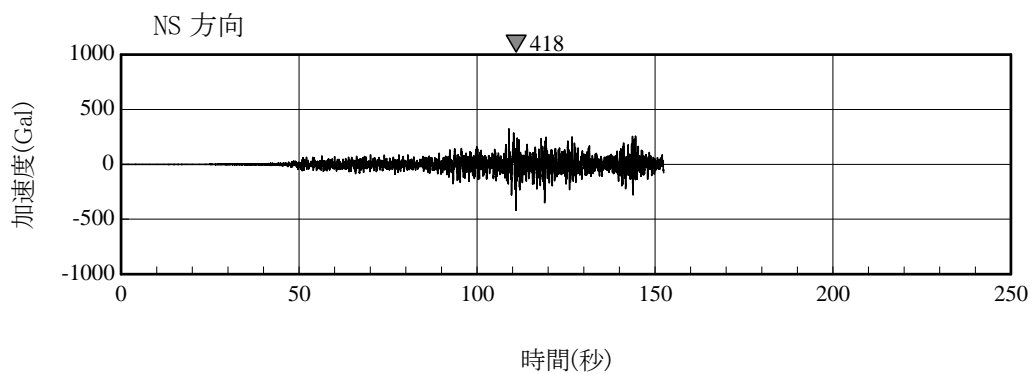


図 18 1号機タービン建屋2階の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 1-T1観測点]

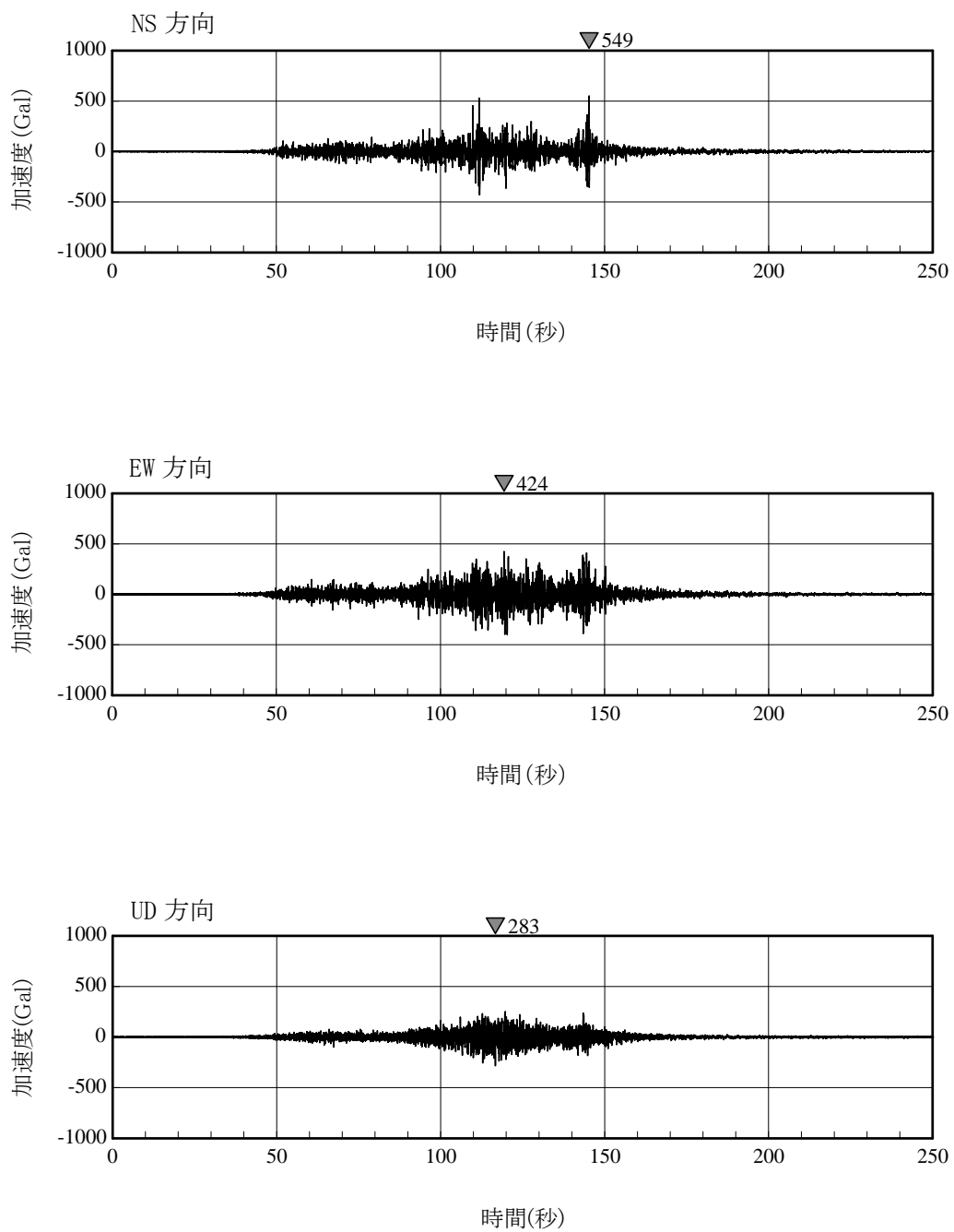


図 19 1号機タービン建屋2階（ペデスタル）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，T1観測点]

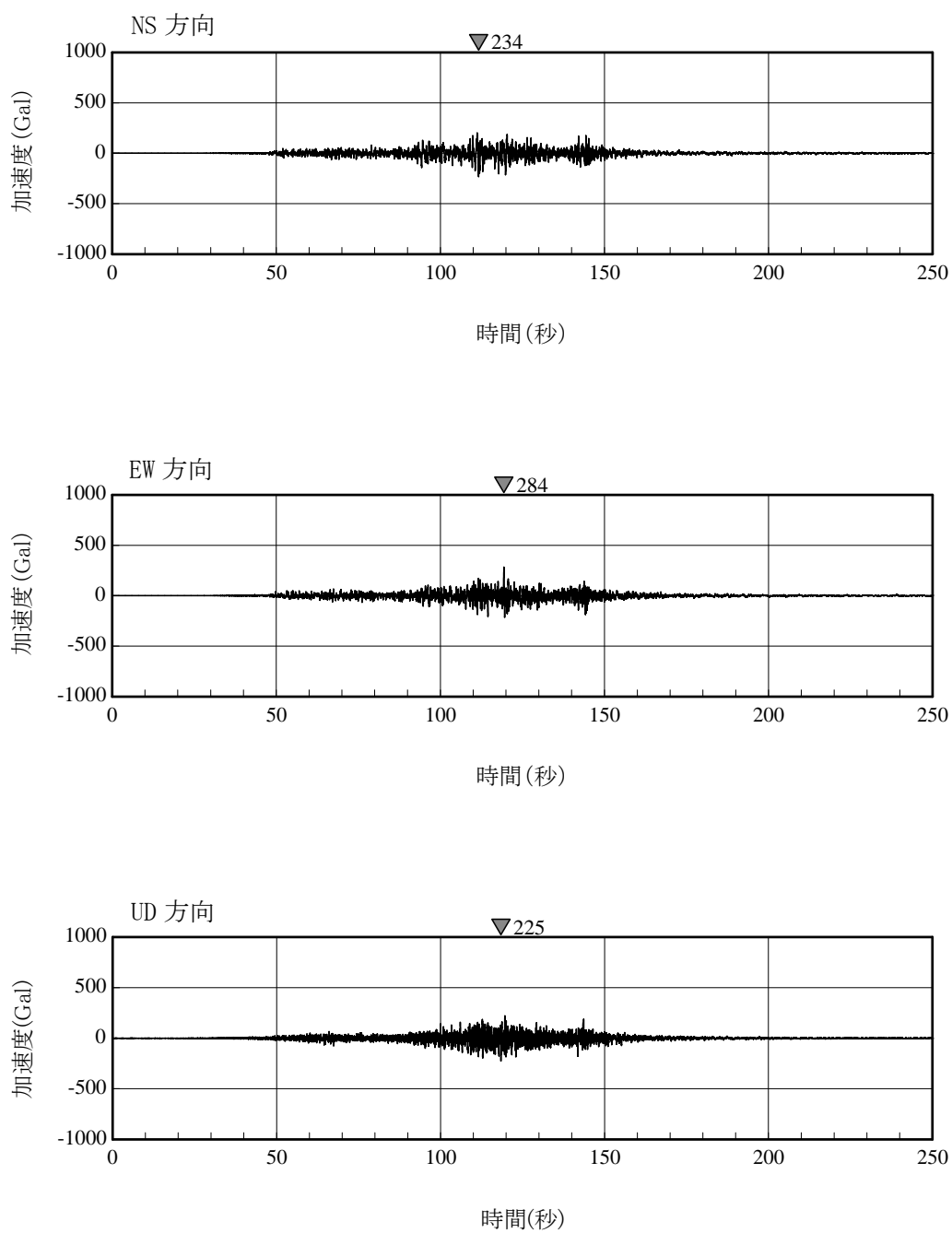


図 20 1号機タービン建屋地下1階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，T2観測点]

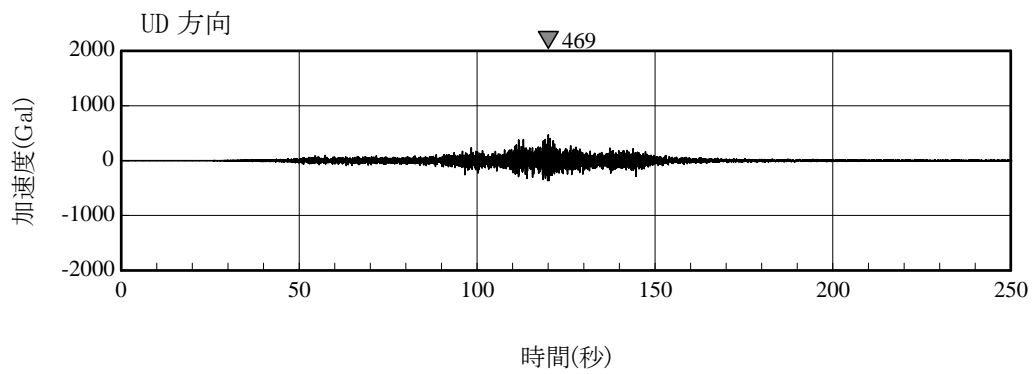
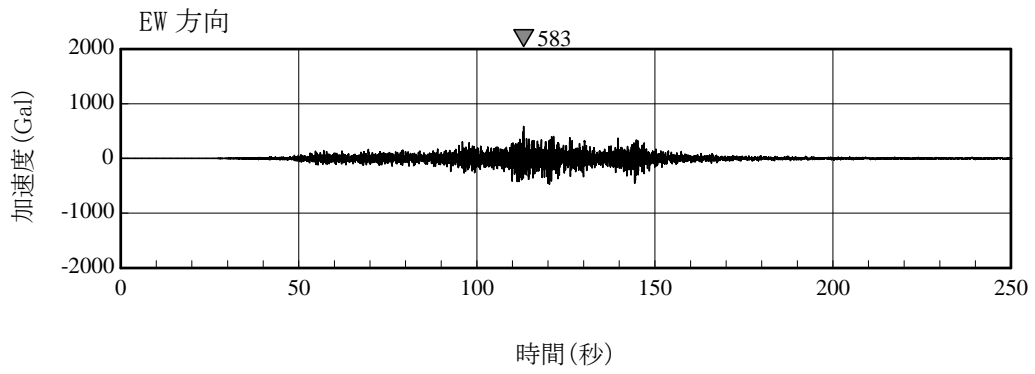
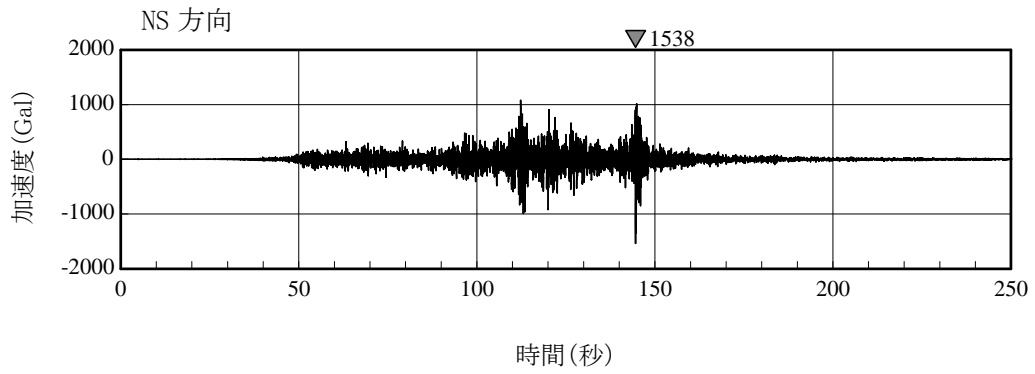


図 21 2号機原子炉建屋屋根トラスの加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R11観測点]

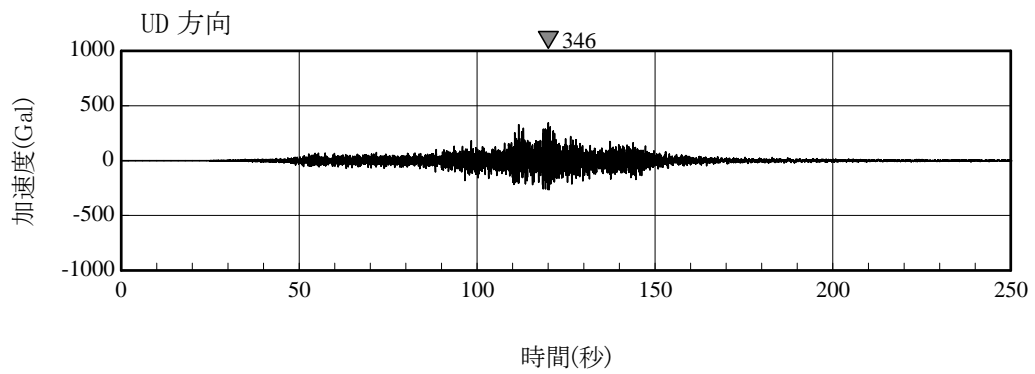
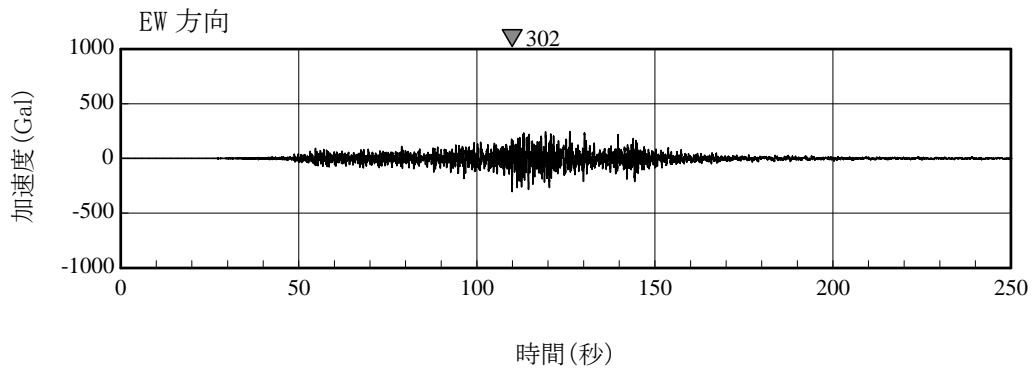
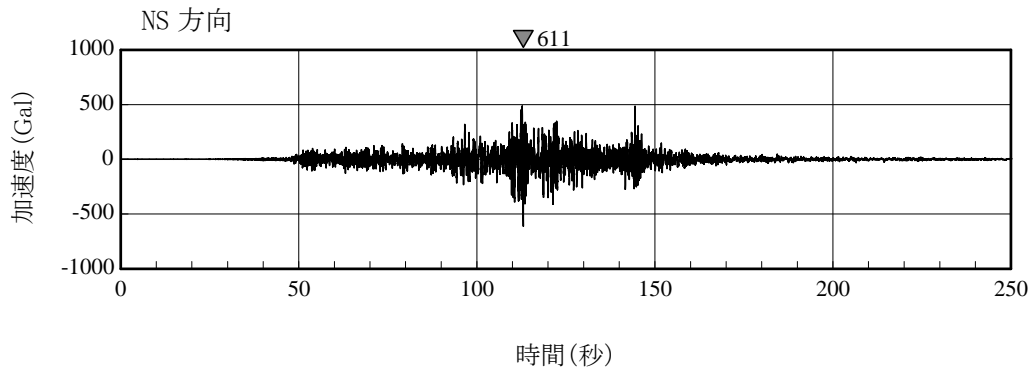


図 22 2号機原子炉建屋6階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R12観測点]

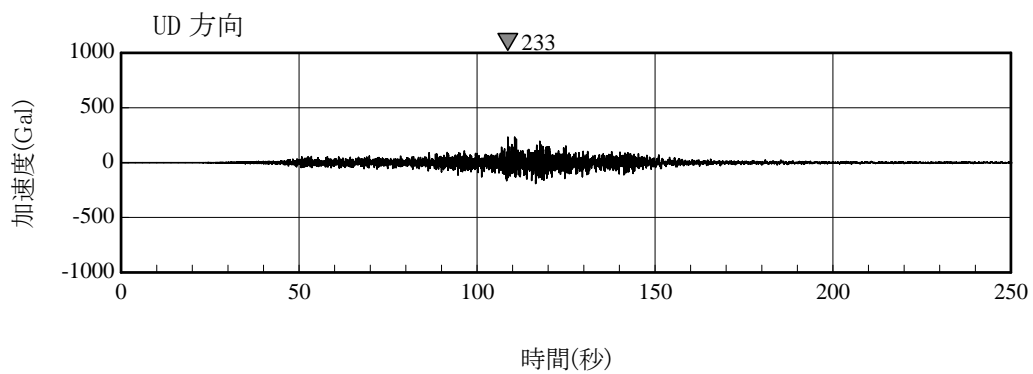
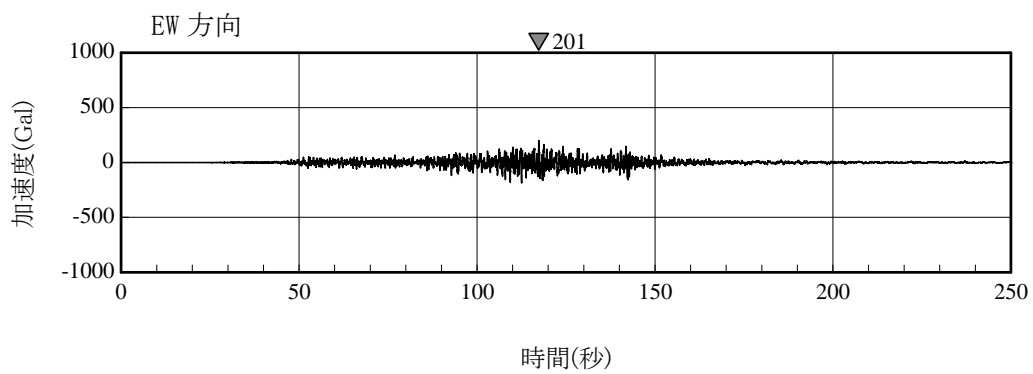
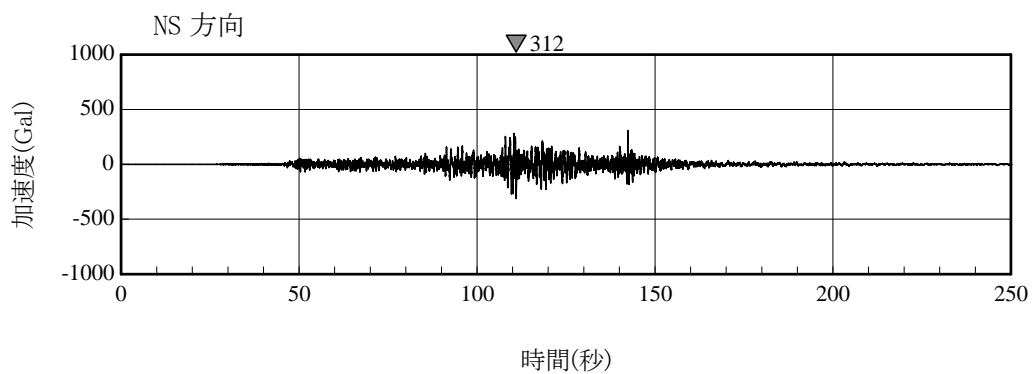


図 23 2号機原子炉建屋2階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 2-R1観測点]

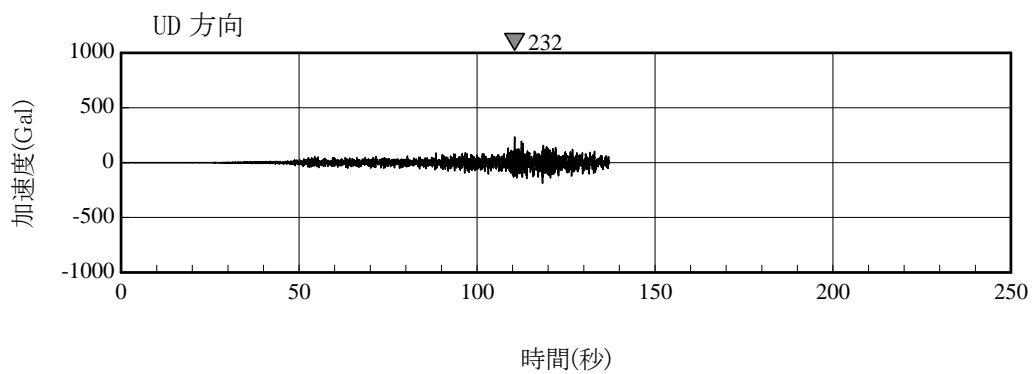
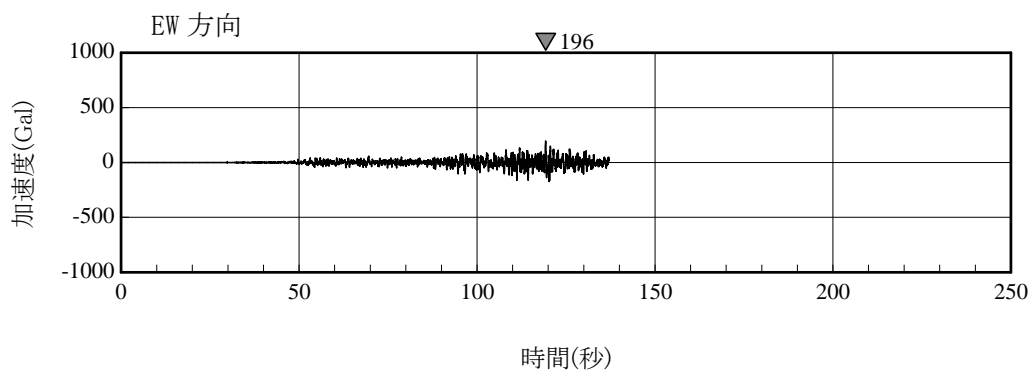
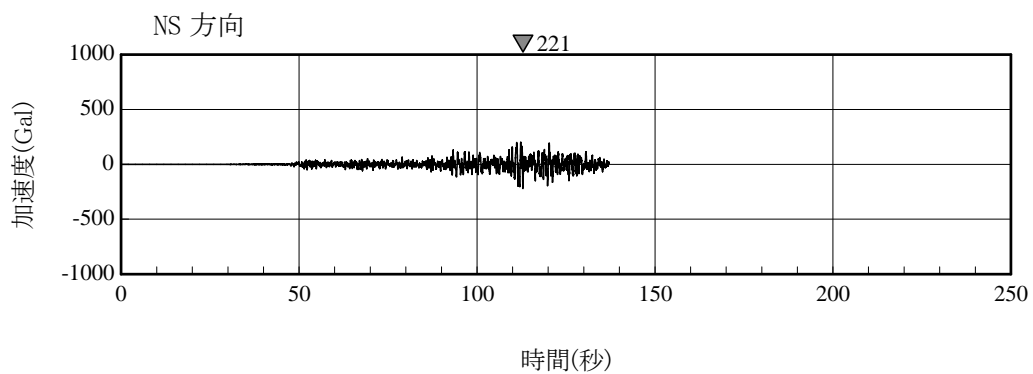


図 24 2号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，2-R2観測点]

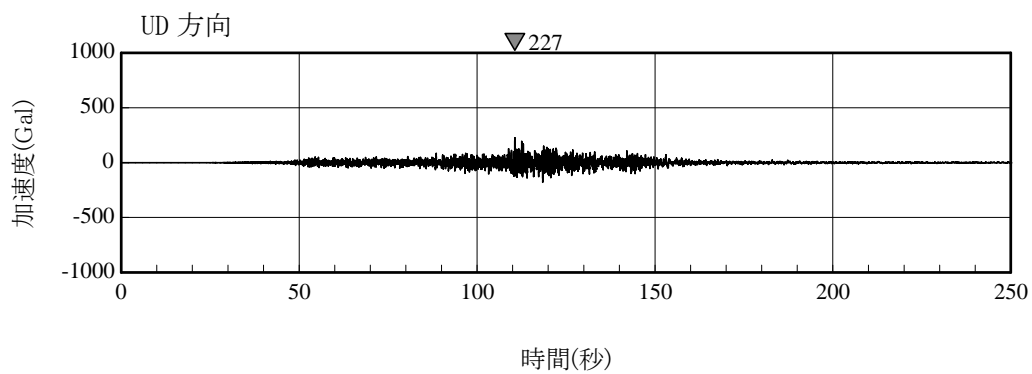
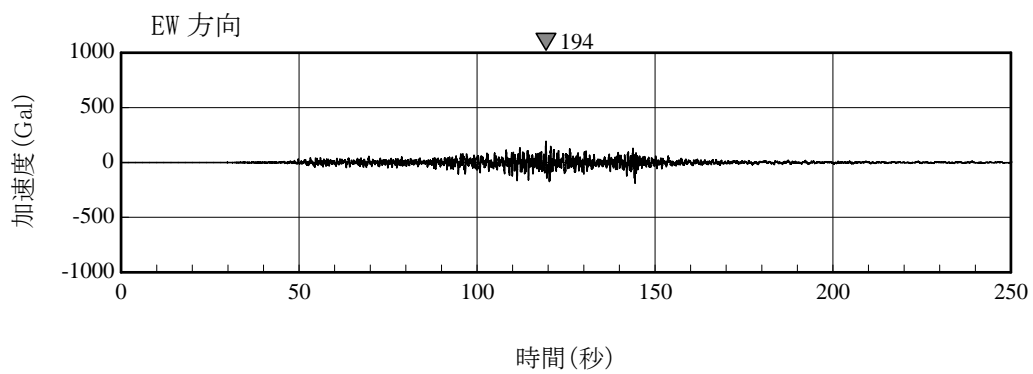
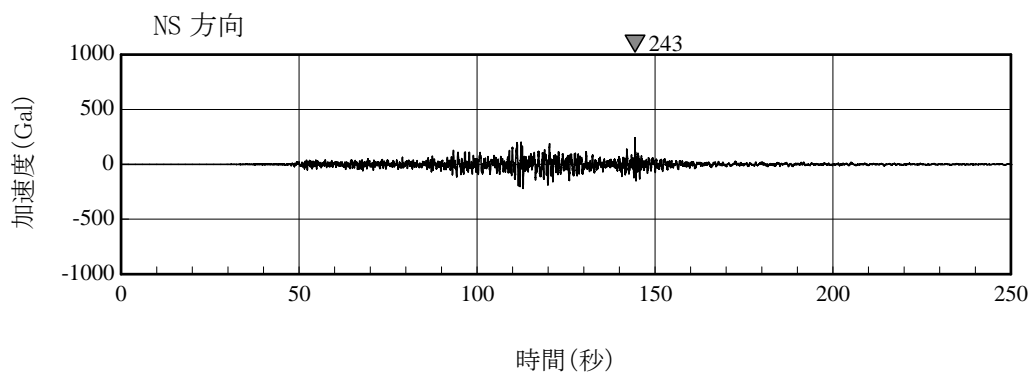


図 25 2号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R13観測点]

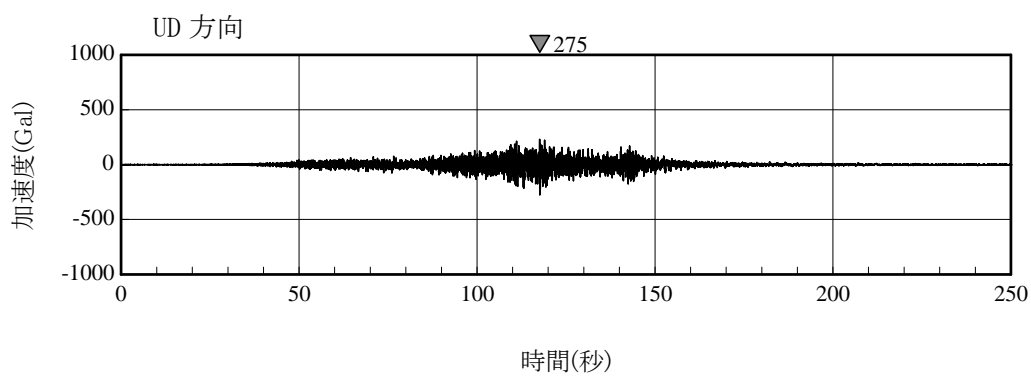
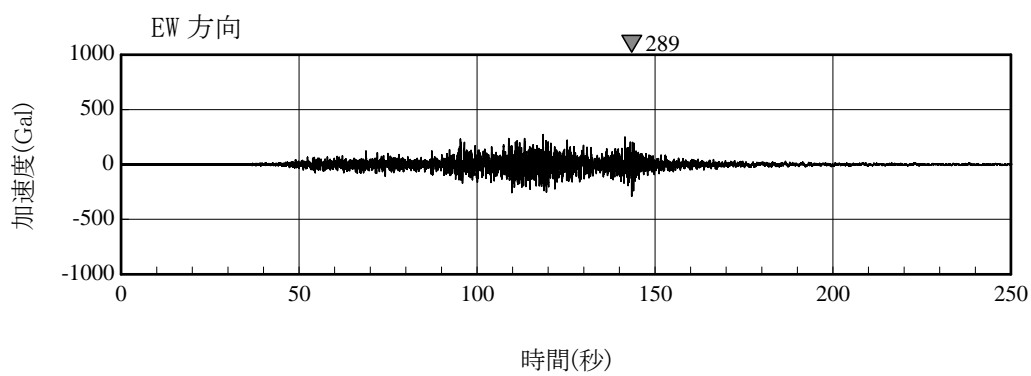
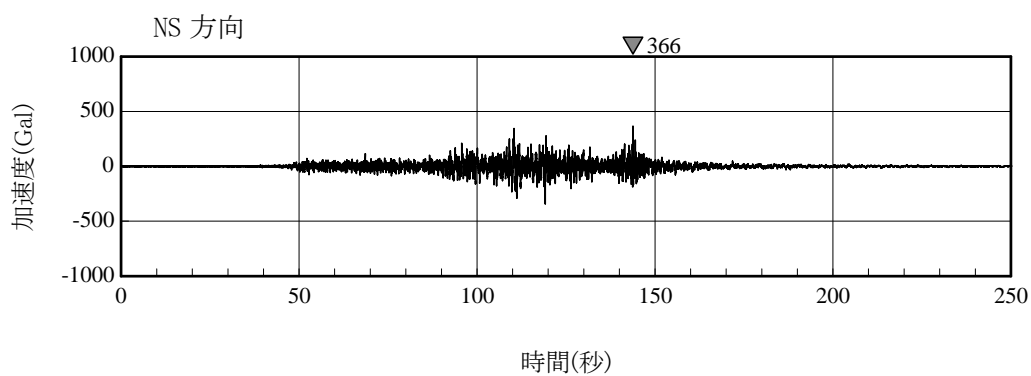
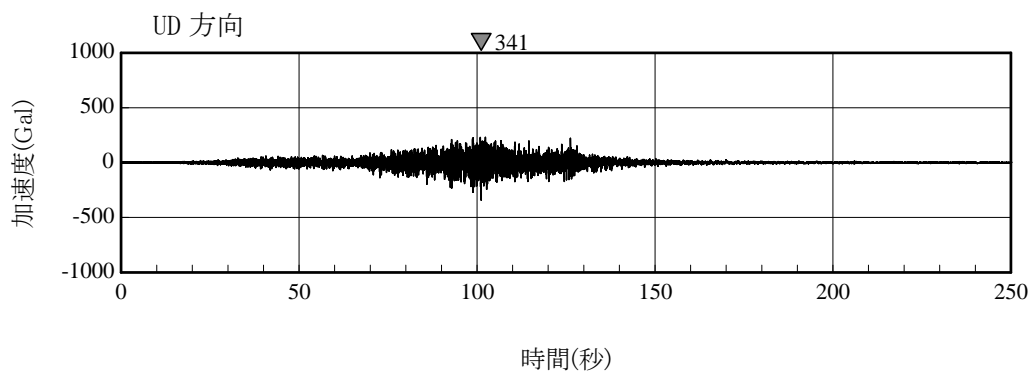
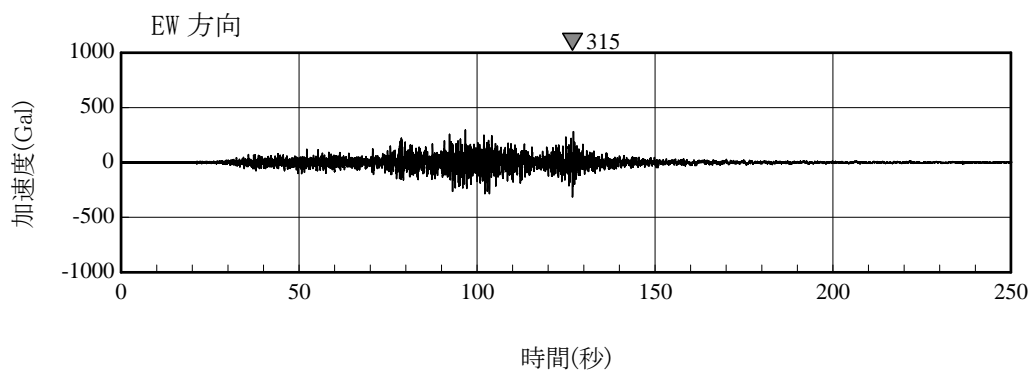
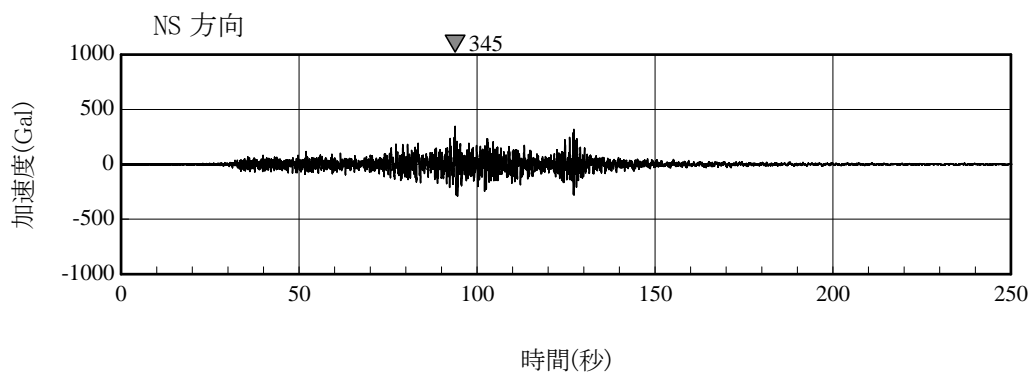


図 26 2号機タービン建屋2階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 2-T1観測点]



※ 起動レベルの設定が大きいため、記録開始時刻が他の観測点より 15 秒程度遅れている。

図 27 2号機タービン建屋2階（ペデスタル）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，2-T2観測点]

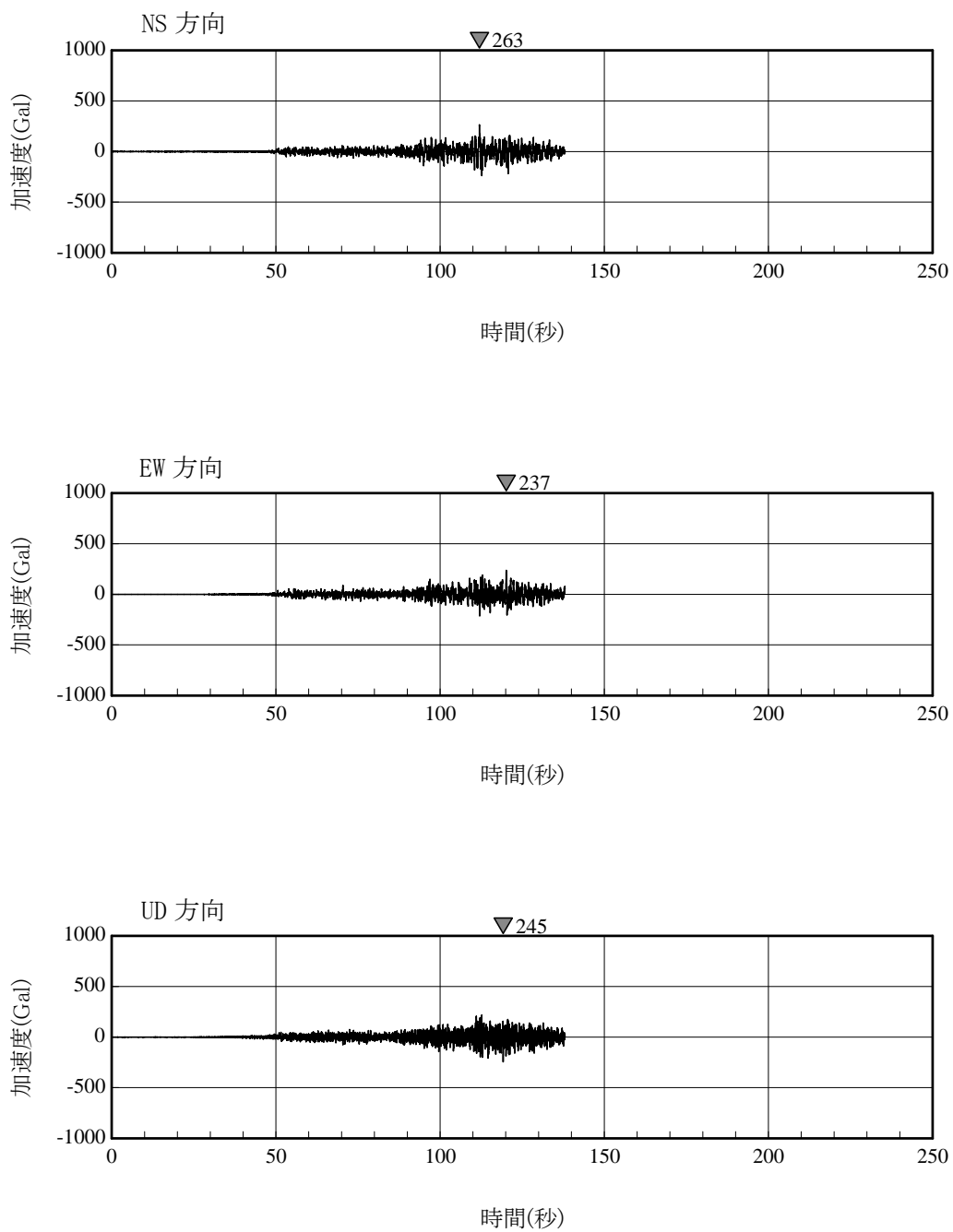


図 28 2号機タービン建屋地下1階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，2-T3観測点]

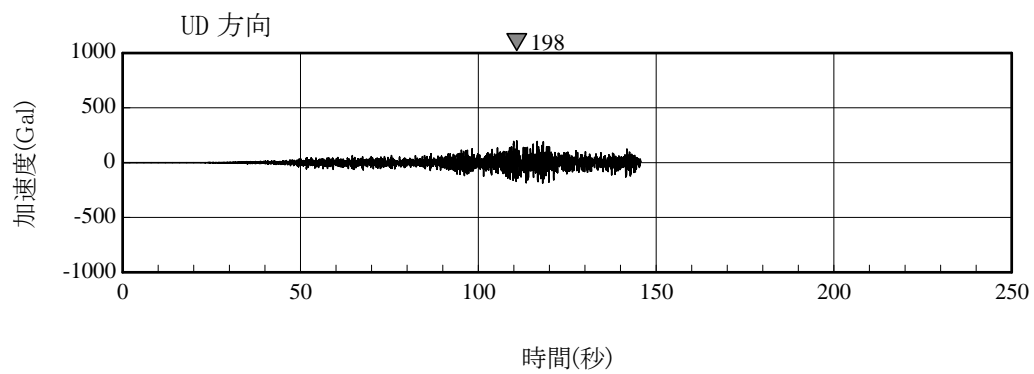
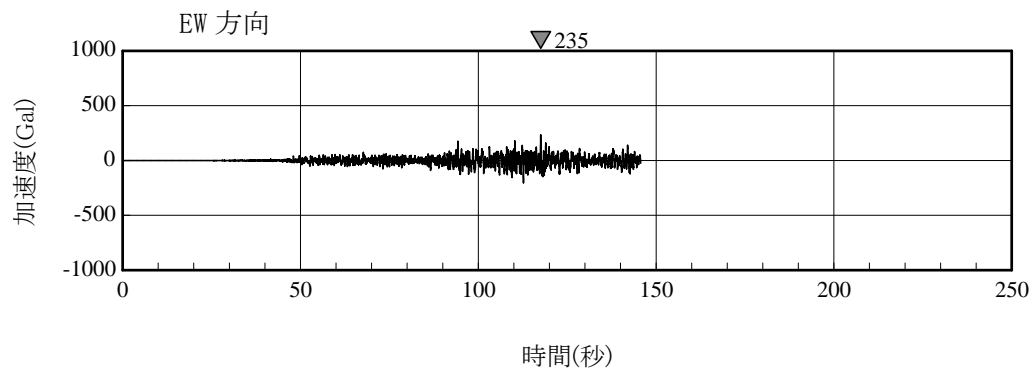
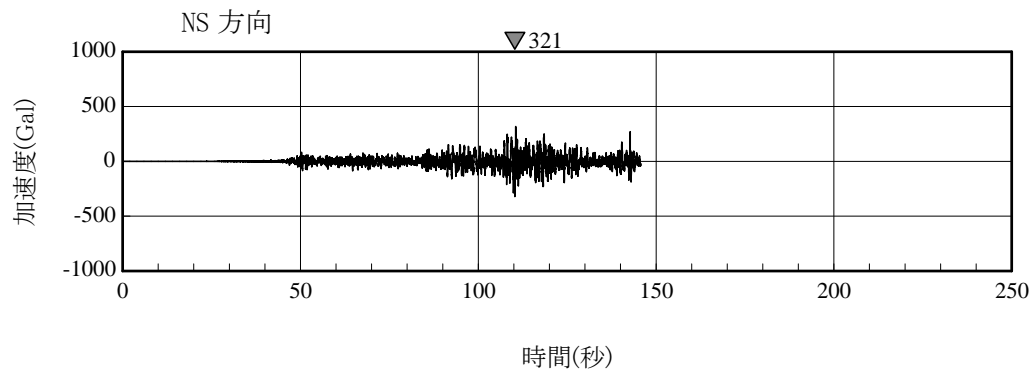


図 29 3号機原子炉建屋2階の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-R1観測点]

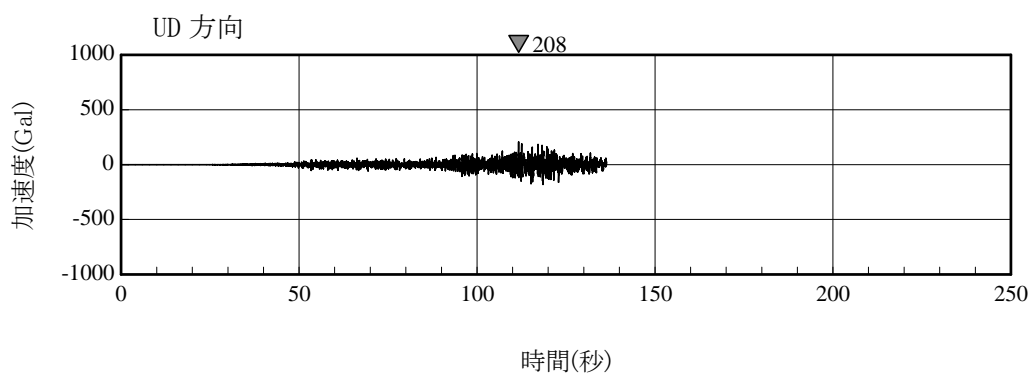
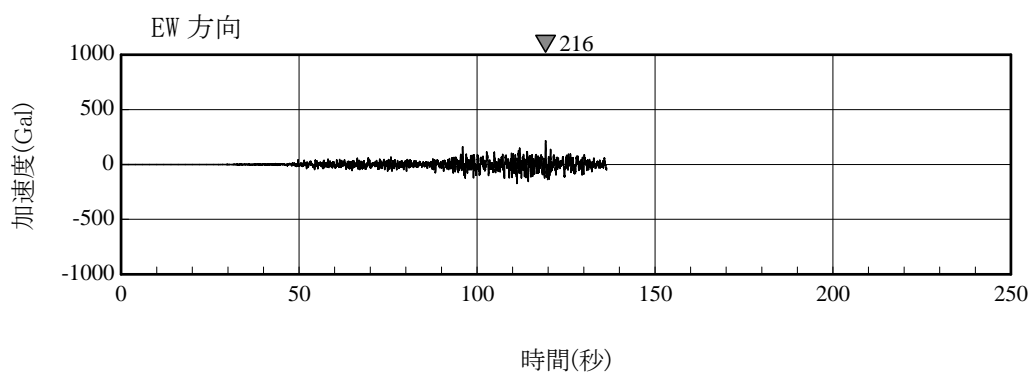
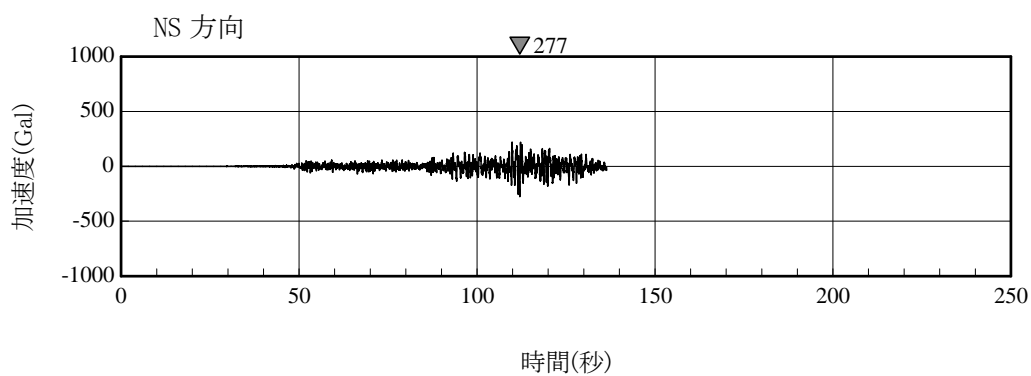


図 30 3号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，3-R2観測点]

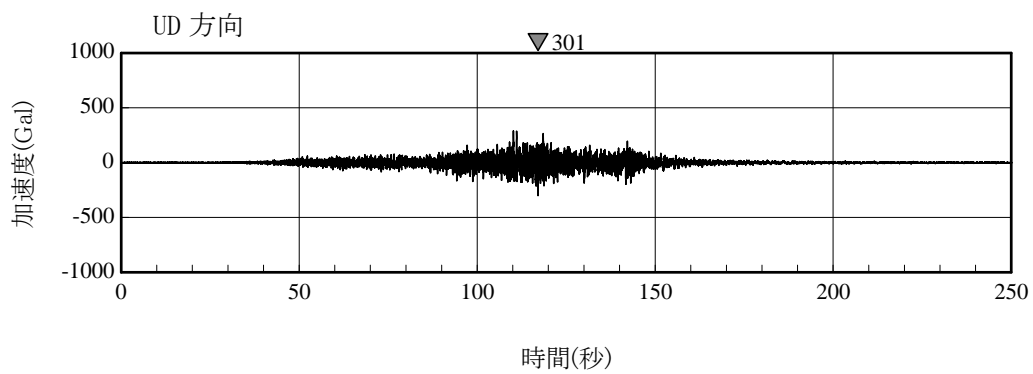
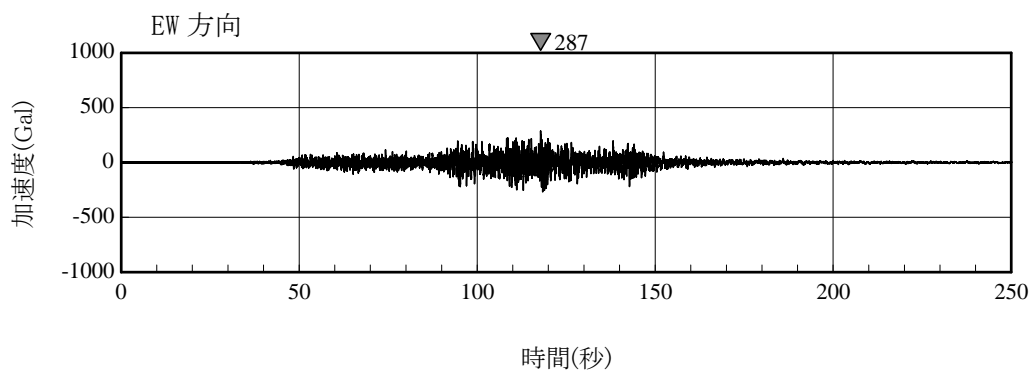
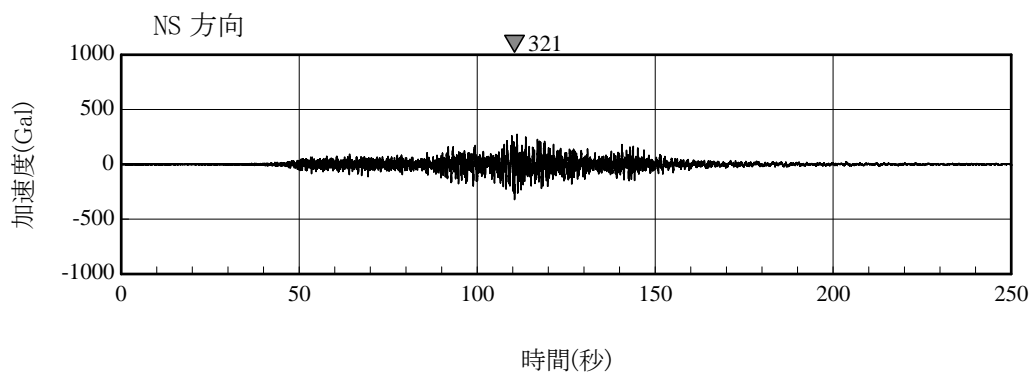
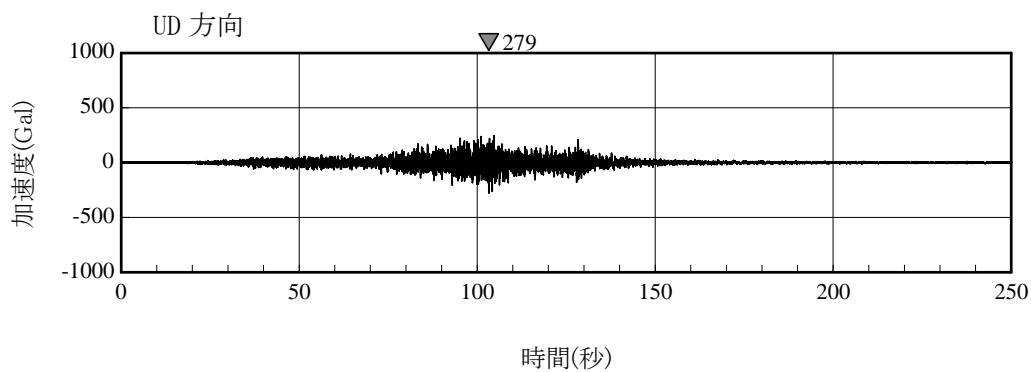
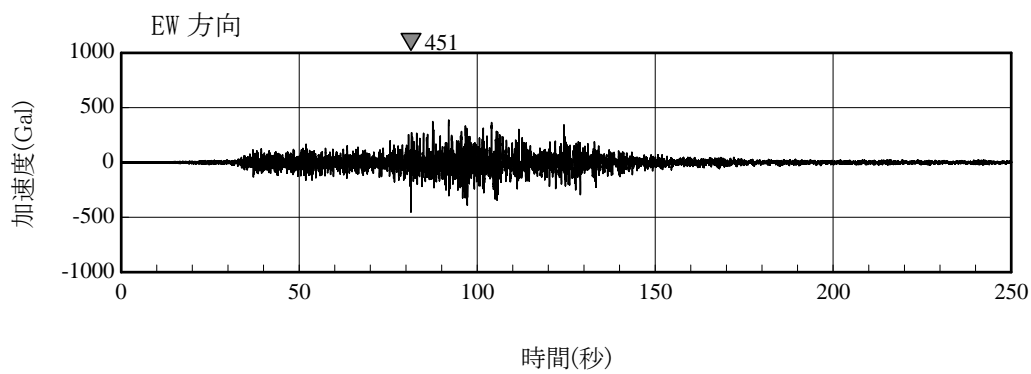
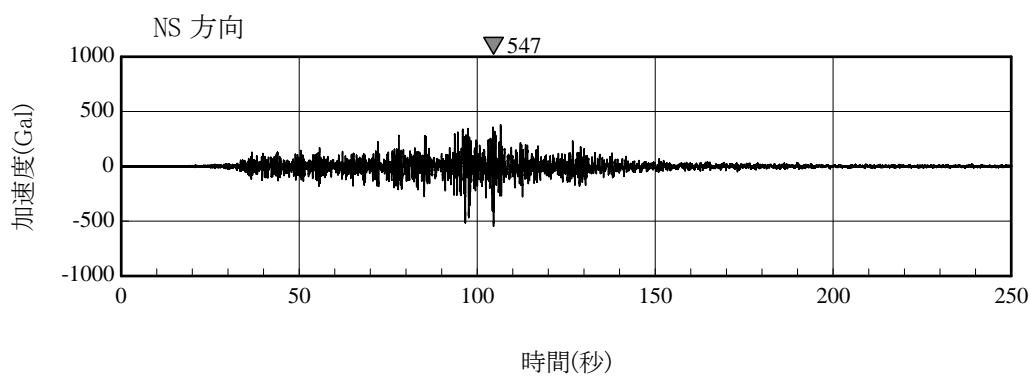


図 31 3号機タービン建屋2階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-T1観測点]



※ 起動レベルの設定が大きいため、記録開始時刻が他の観測点より 15 秒程度遅れている。

図 32 3号機タービン建屋2階（ペデスタル）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，3-T2観測点]

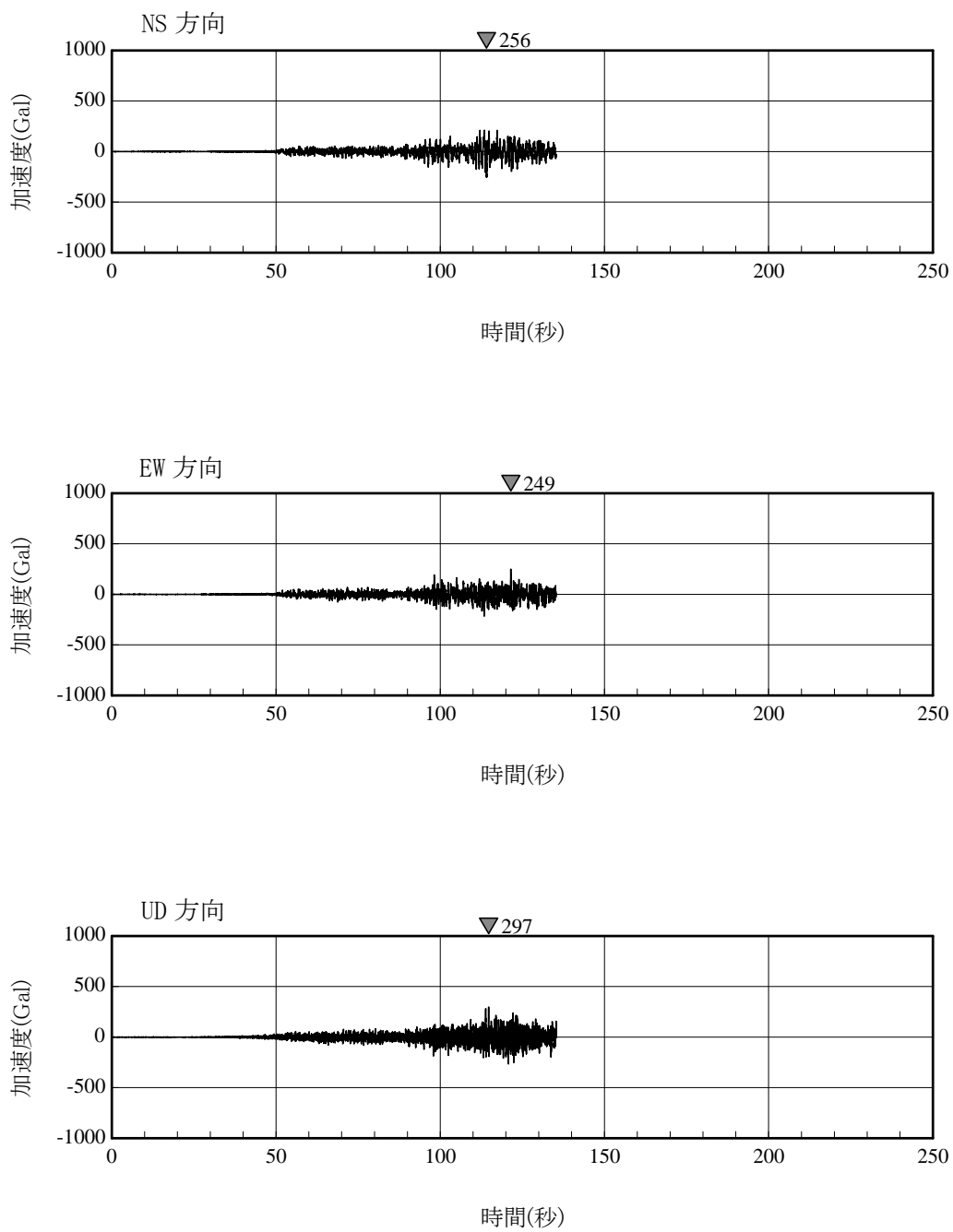


図 33 3号機タービン建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-T3観測点]

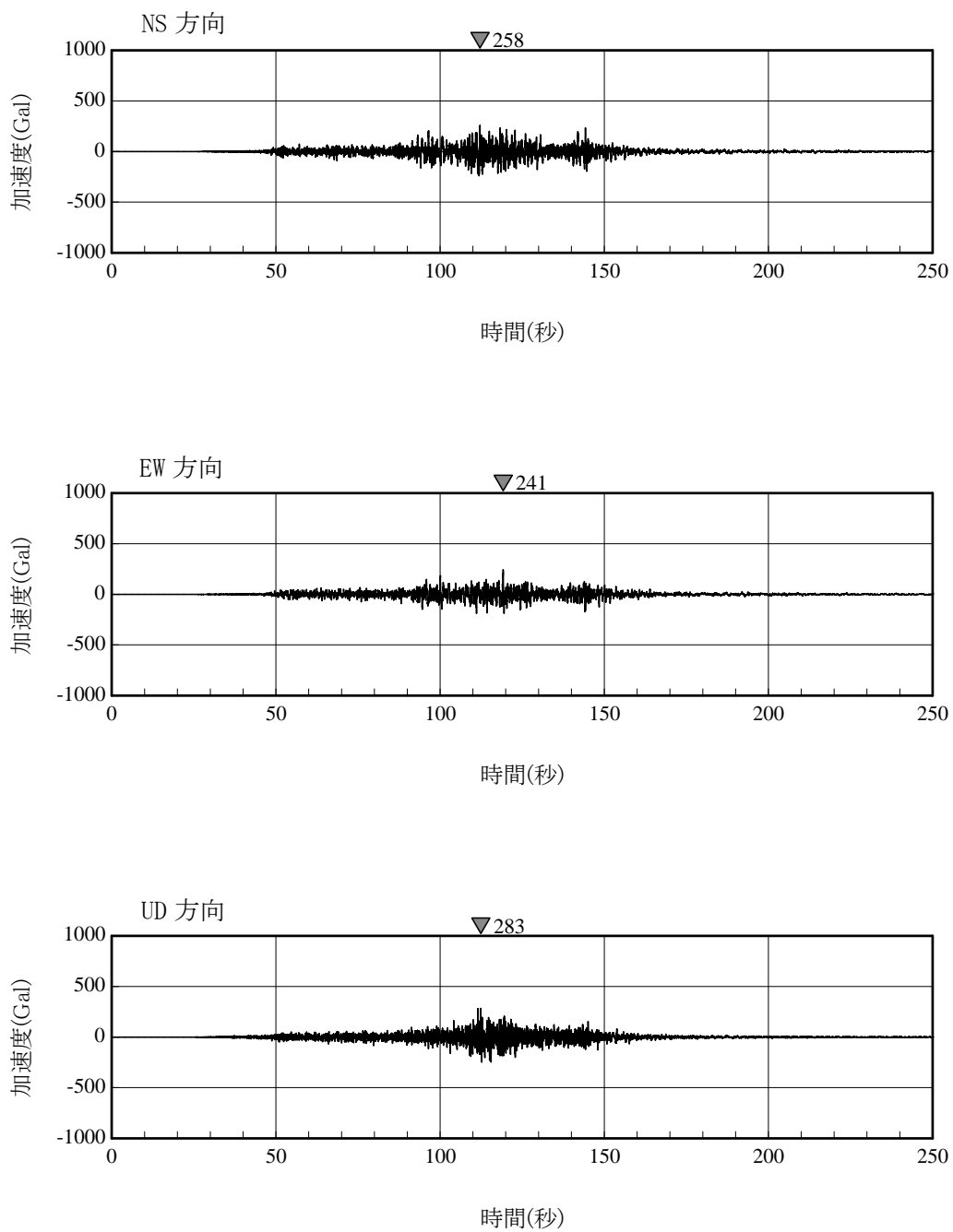


図 34 4号機原子炉建屋2階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-R1観測点]

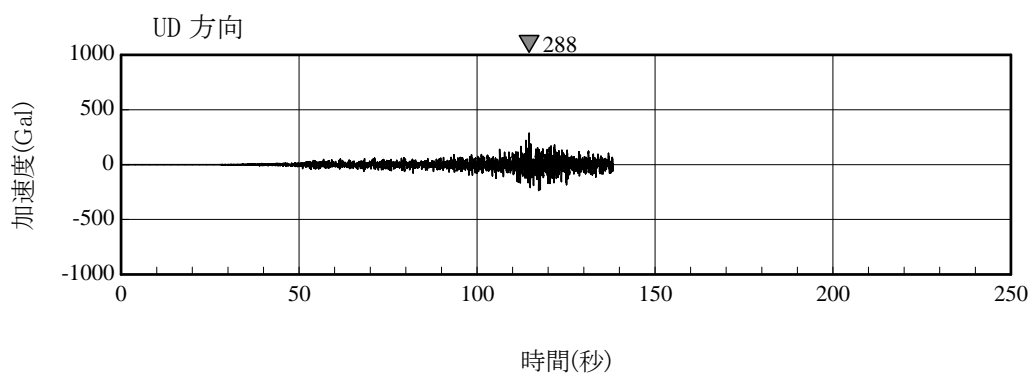
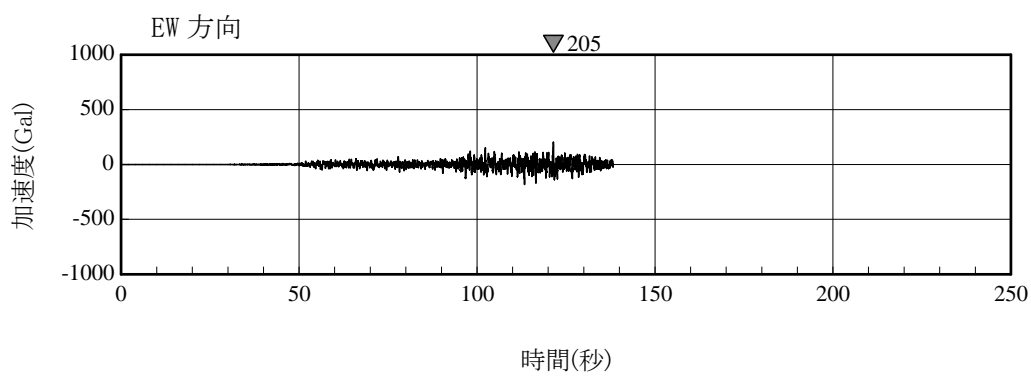
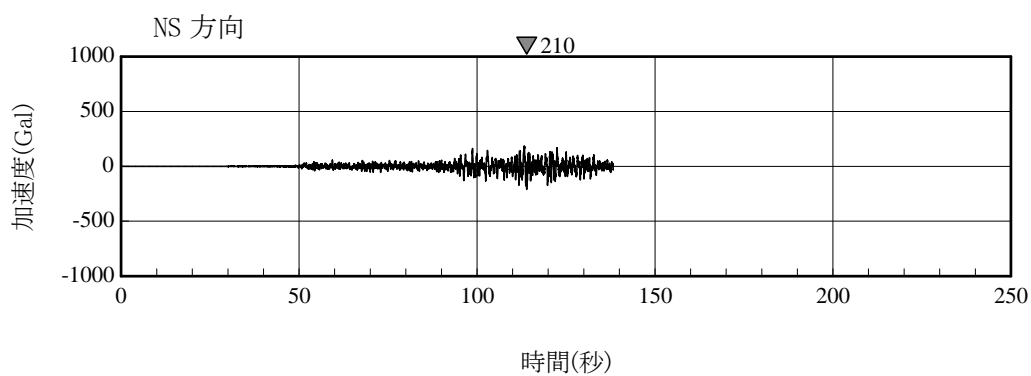


図 35 4号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，4-R2観測点]

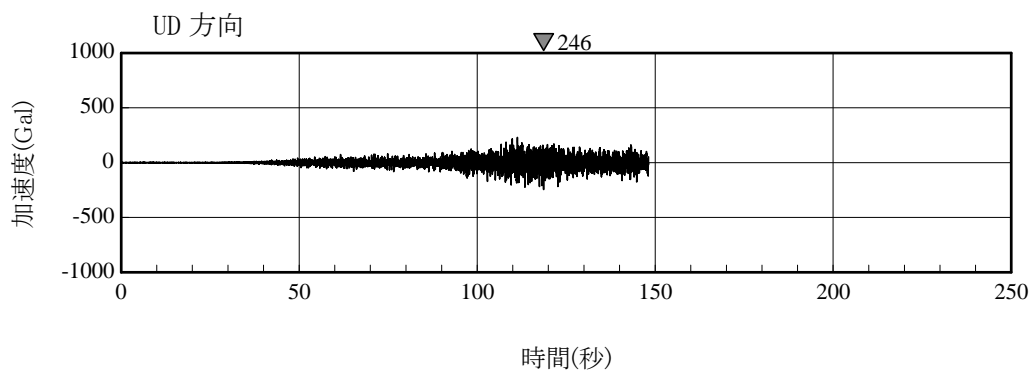
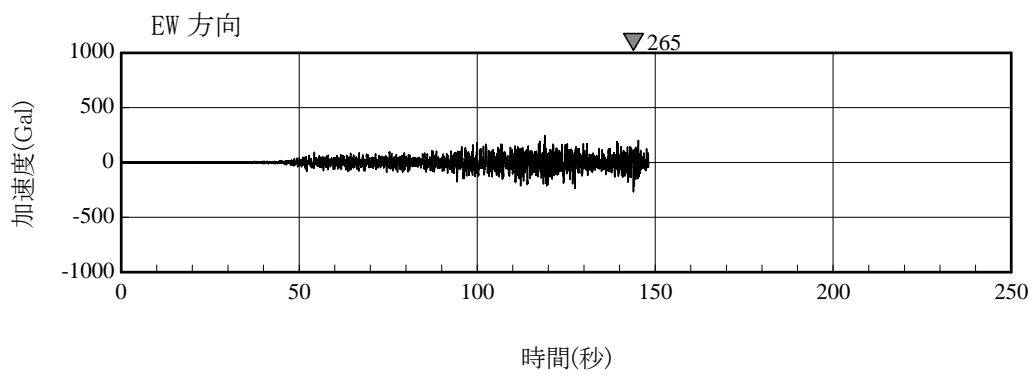
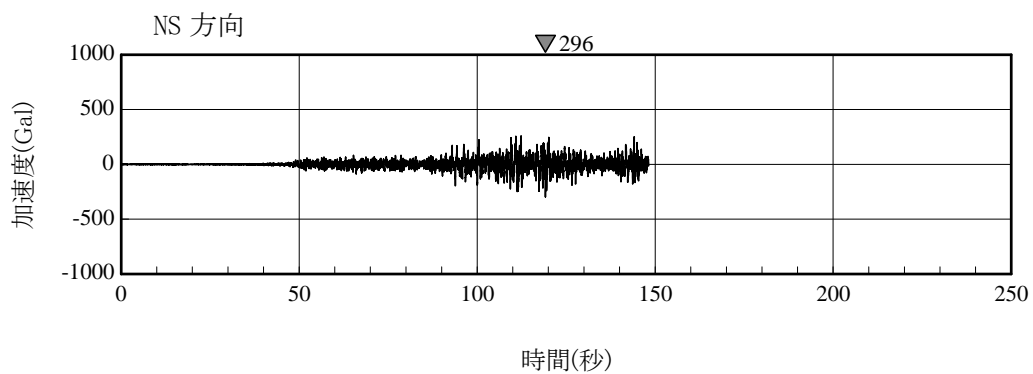
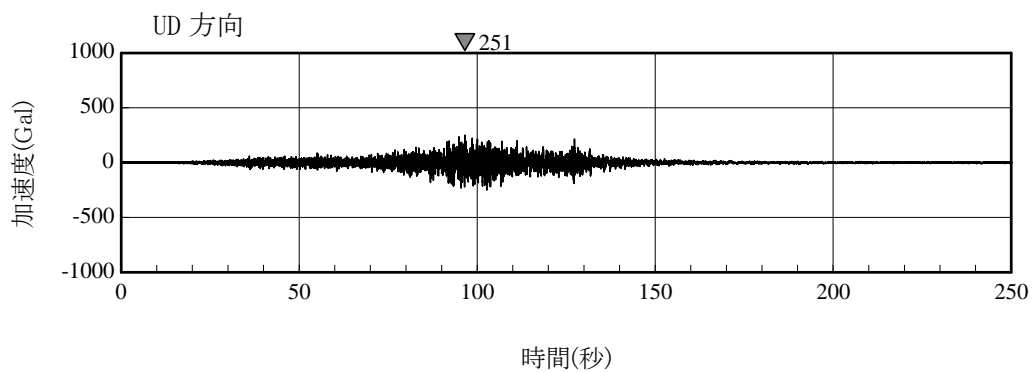
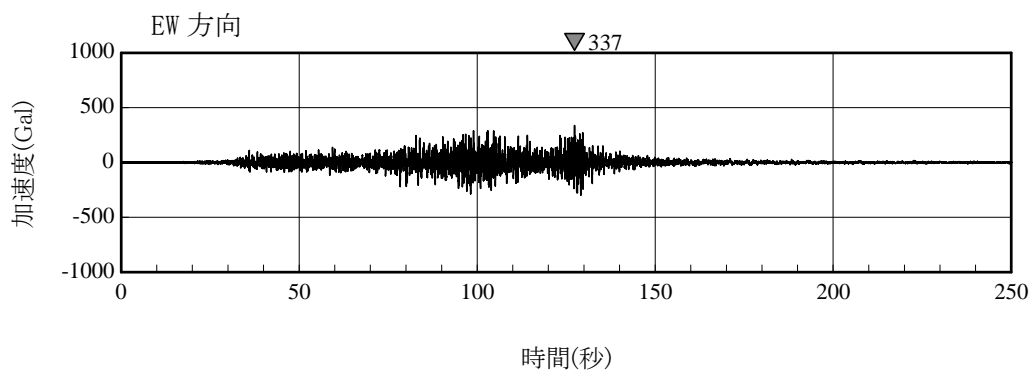
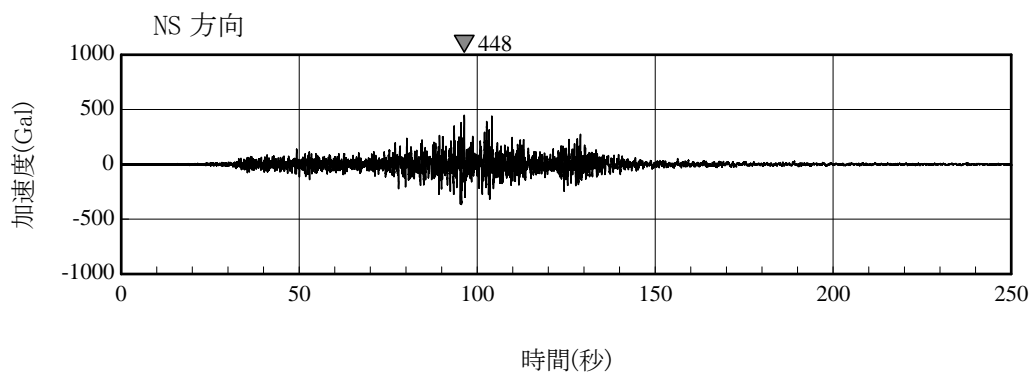


図 36 4号機タービン建屋2階の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-T1観測点]



※ 起動レベルの設定が大きいため、記録開始時刻が他の観測点より 15 秒程度遅れている。

図 37 4号機タービン建屋2階（ペデスタル）の加速度時刻歴波形
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震，4-T2観測点]

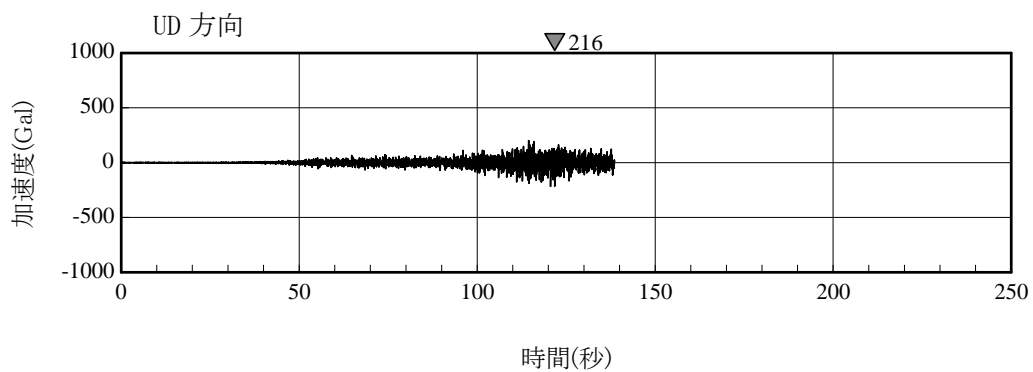
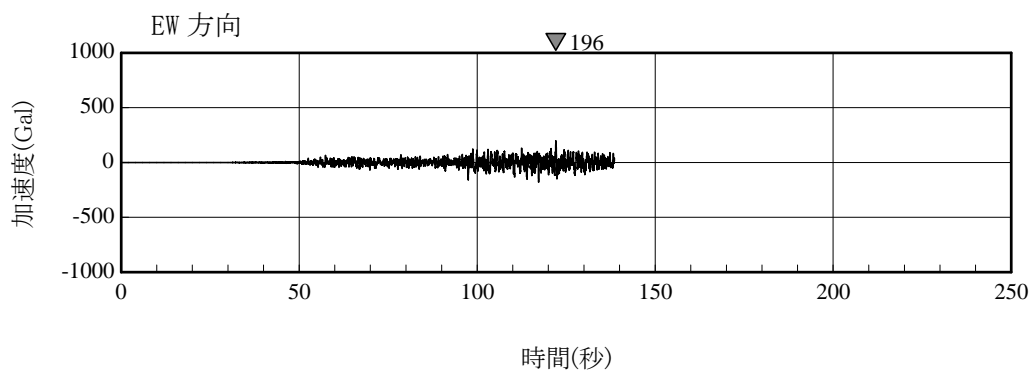
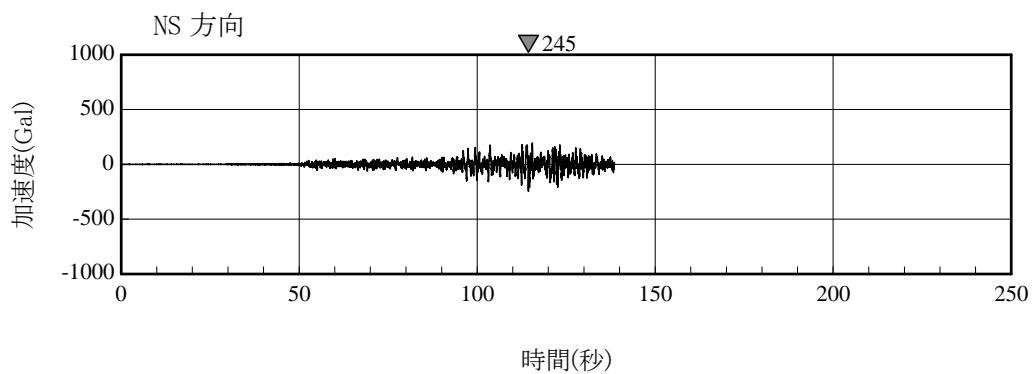


図 38 4号機タービン建屋地下2階（基礎版上）の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-T3観測点]

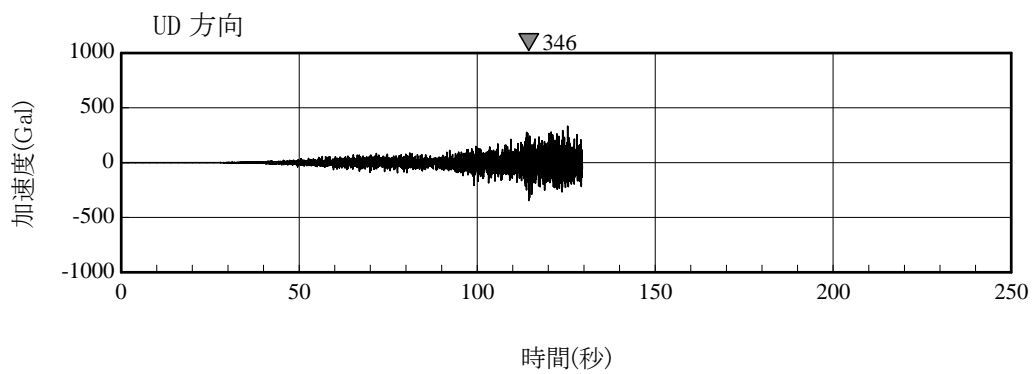
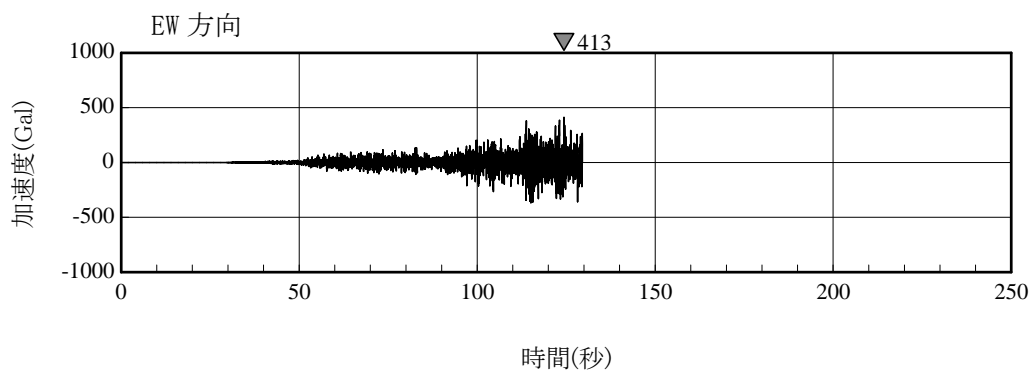
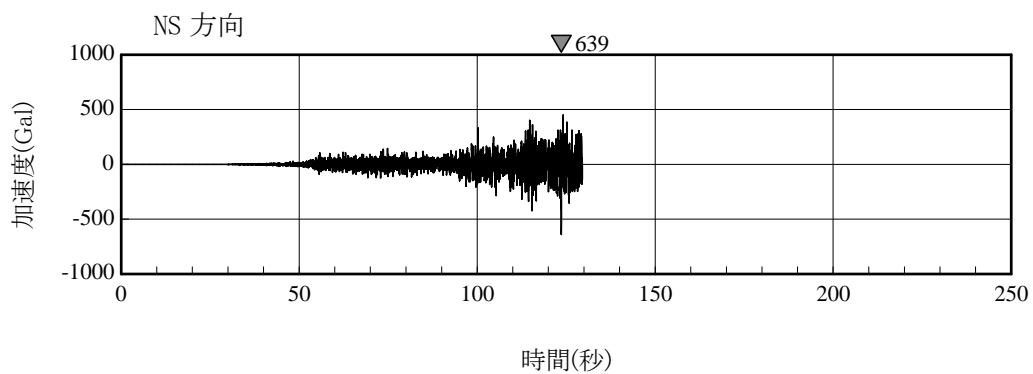


図 39 自由地盤系地震観測室内 (O. P. +12.5m) の加速度時刻歴波形
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 1-G1観測点]

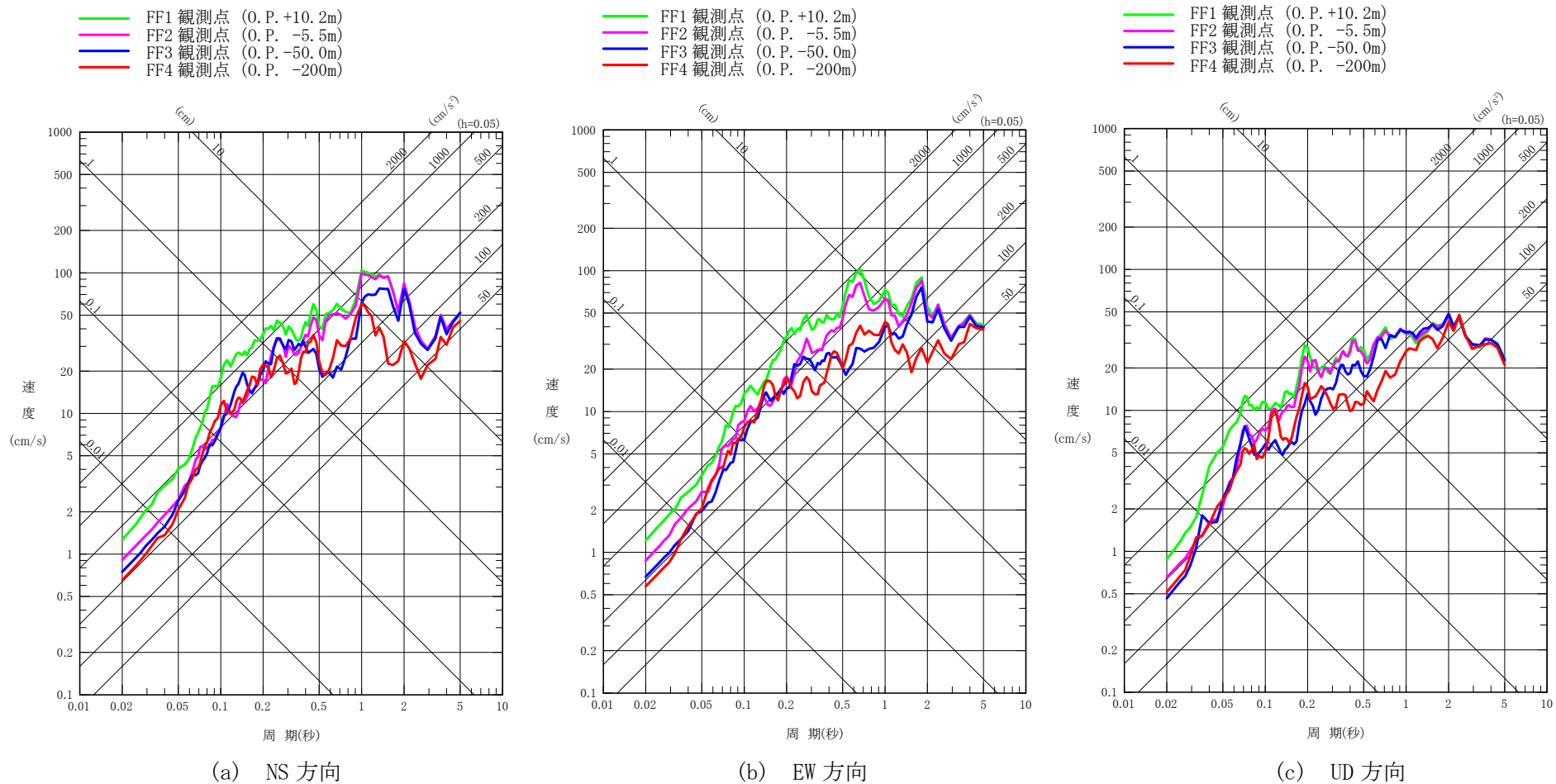
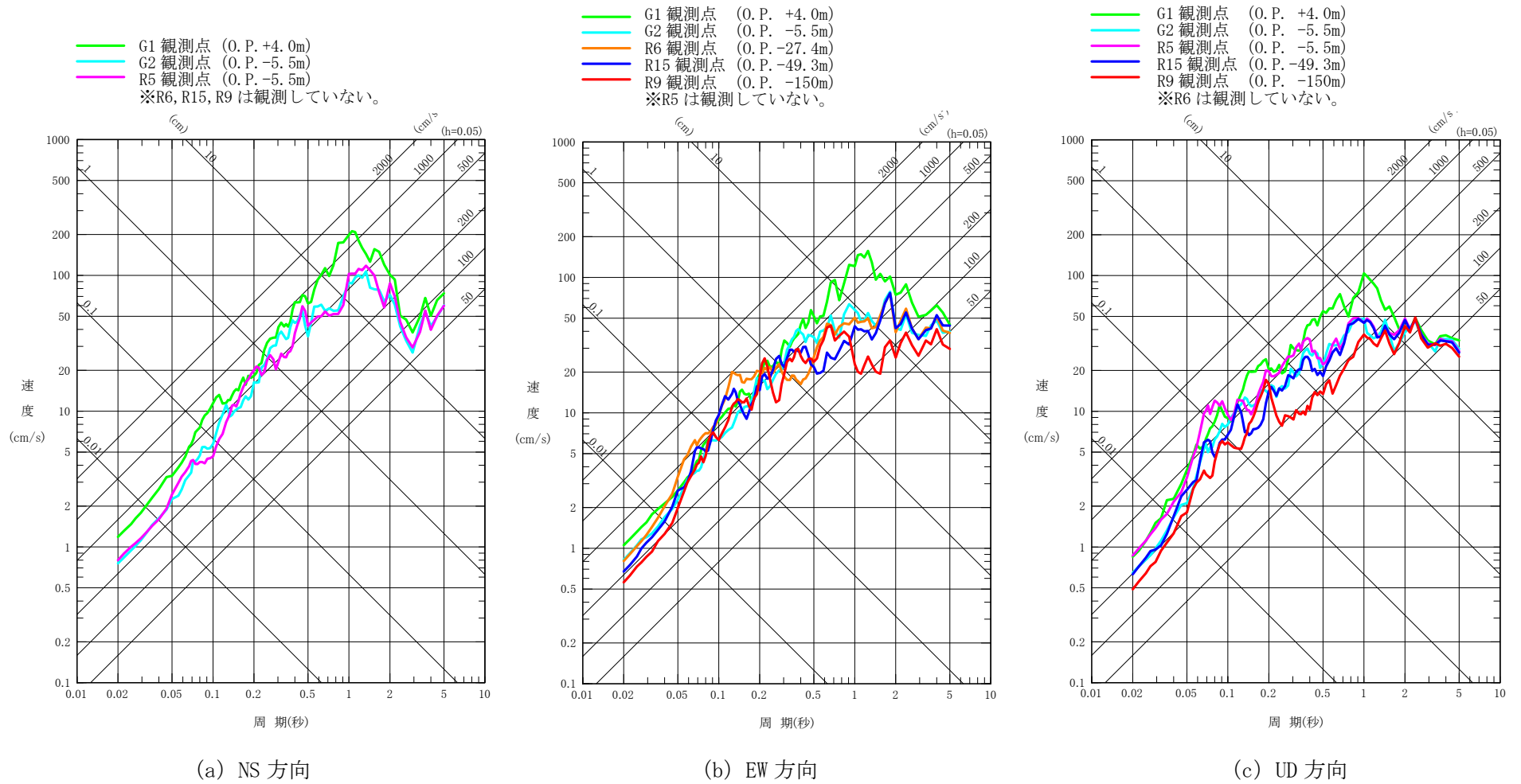


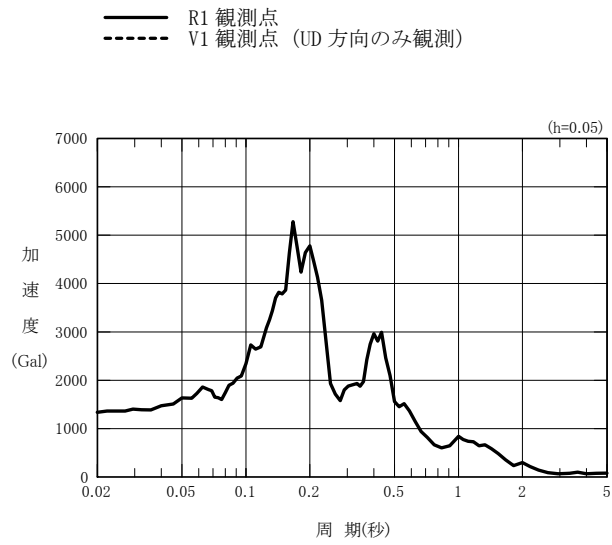
図 40 自由地盤系地震観測点における深度別の擬似速度応答スペクトル ($h=0.05$)
 [2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分東北地方太平洋沖地震]



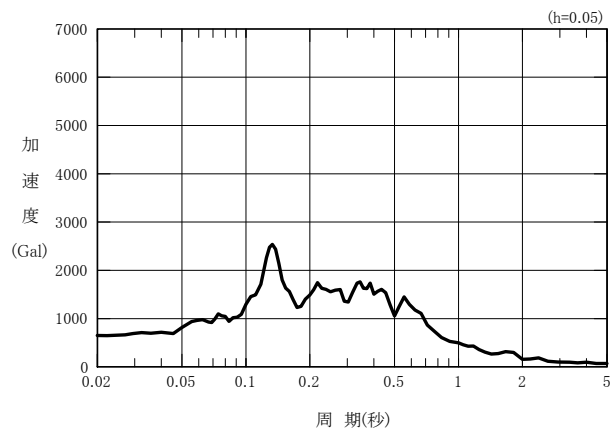
※ G1・G2 観測点と R5・R6・R15・R9 観測点は平面位置が離れている。

図 41 1 号機建屋周辺地盤地震観測点における深度別の擬似速度応答スペクトル (h=0.05)

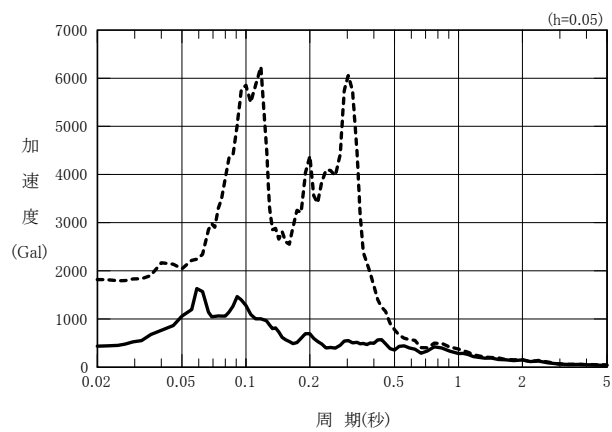
[2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分東北地方太平洋沖地震]



(a) NS 方向

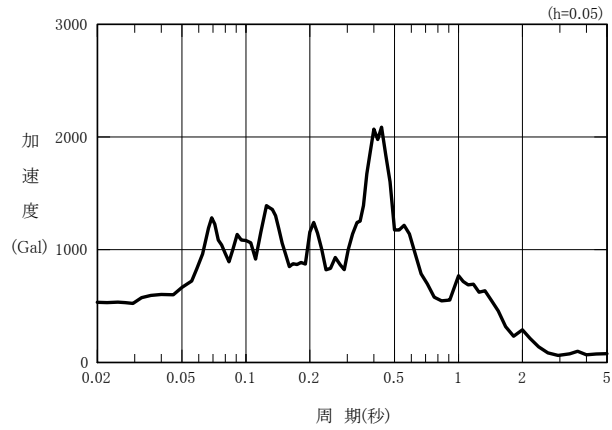


(b) EW 方向

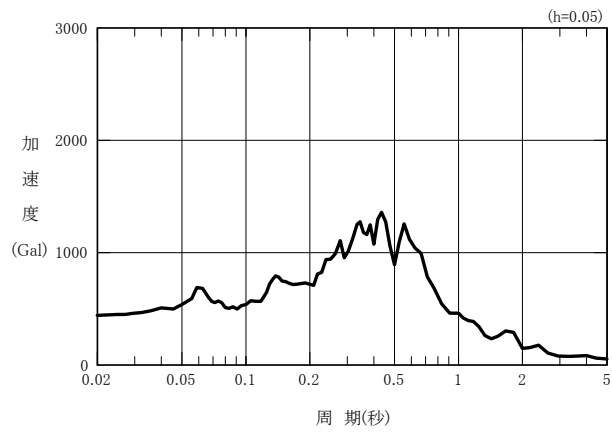


(c) UD 方向

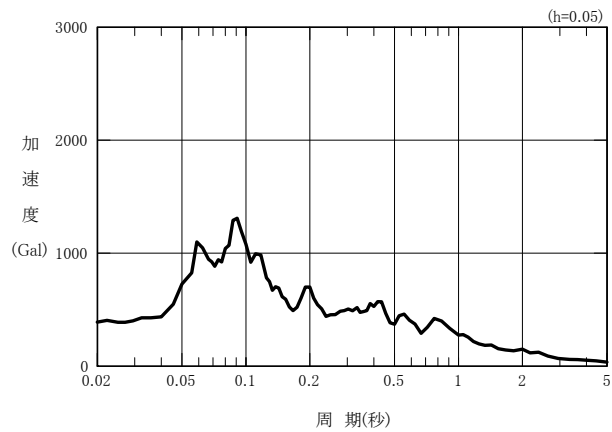
図 42 1 号機原子炉建屋屋根トラスの加速度応答スペクトル (h=0.05)
 [2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分東北地方太平洋沖地震]



(a) NS 方向

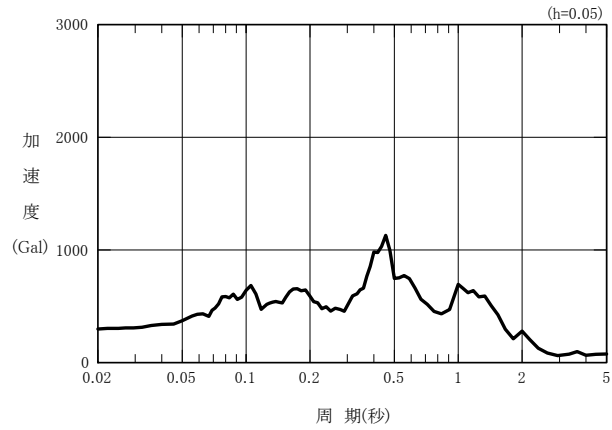


(b) EW 方向

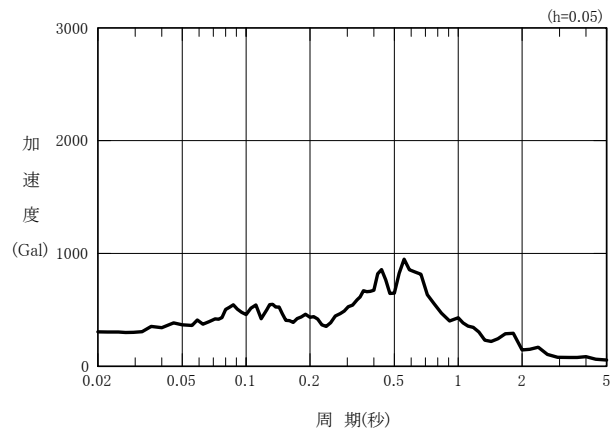


(c) UD 方向

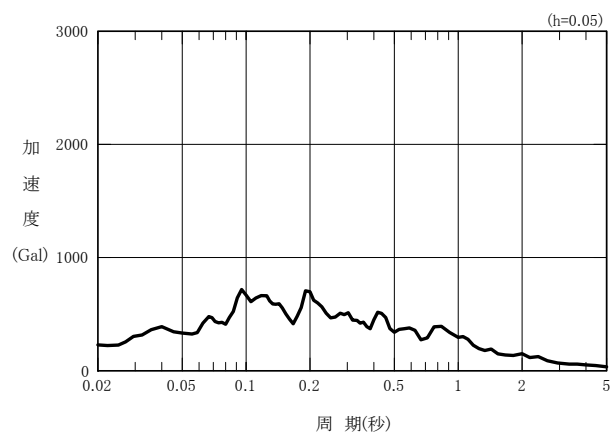
図 43 1号機原子炉建屋6階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R2観測点]



(a) NS 方向

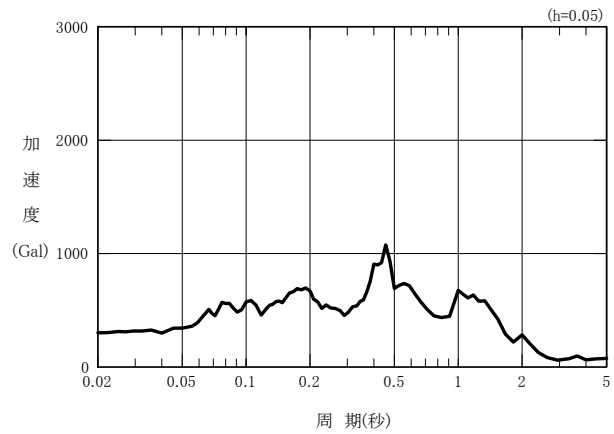


(b) EW 方向

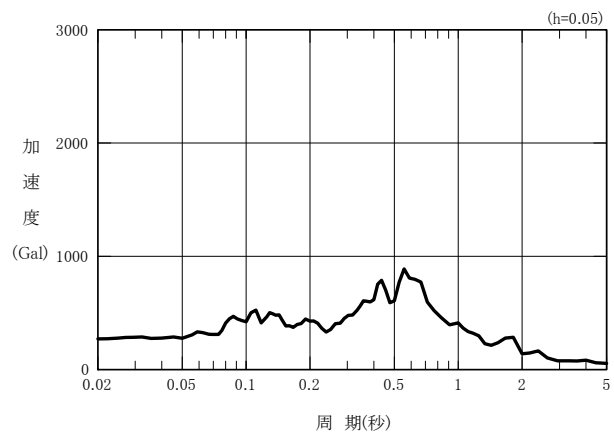


(c) UD 方向

図 44 1号機原子炉建屋2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 1-R1観測点]



(a) NS 方向



(b) EW 方向

(c) UD 方向：観測していない。

図 45 1号機原子炉建屋1階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R3観測点]

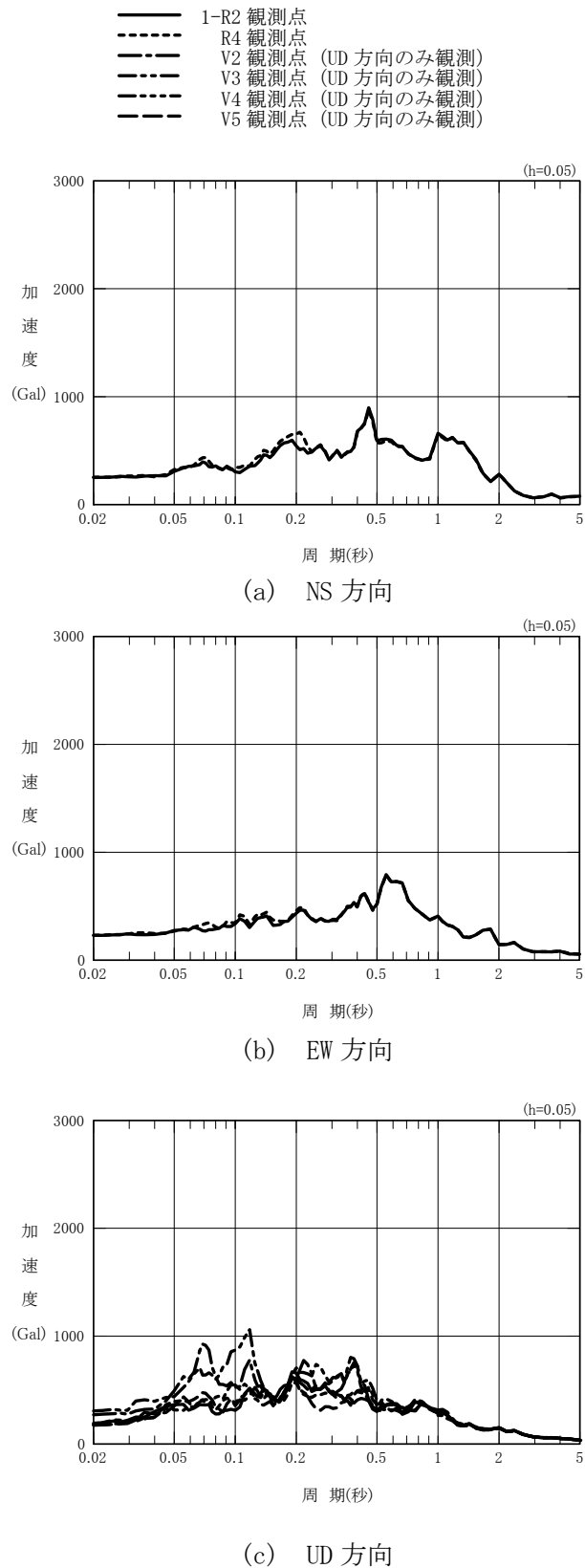
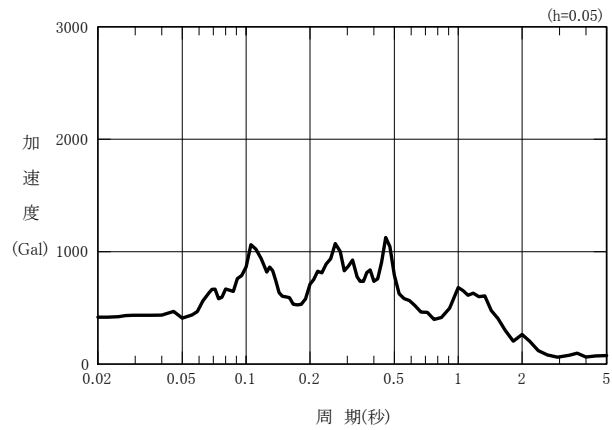
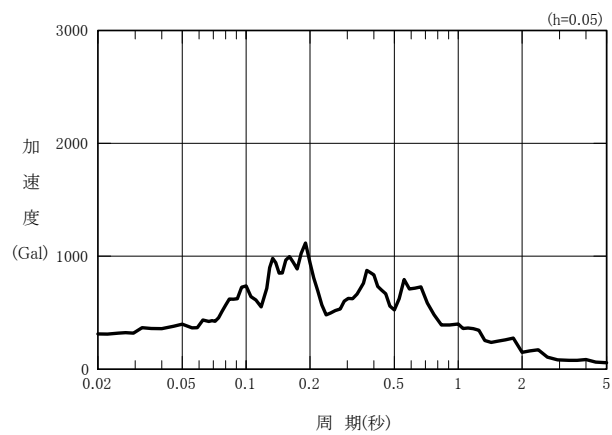


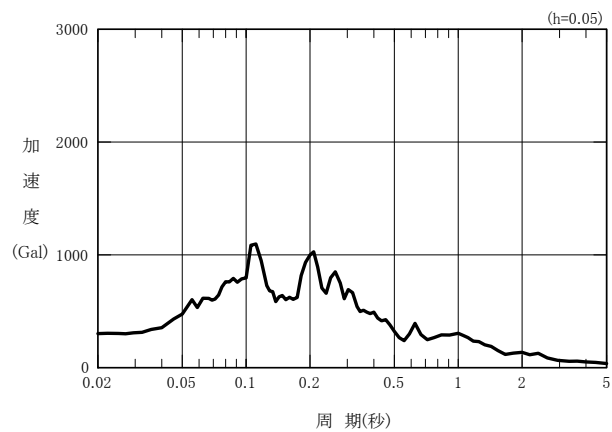
図 46 1号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



(a) NS 方向

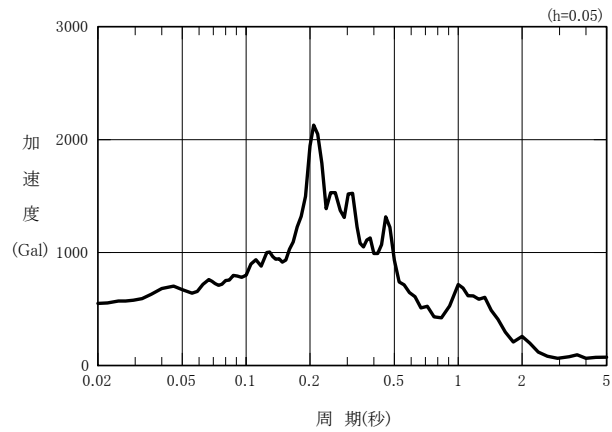


(b) EW 方向

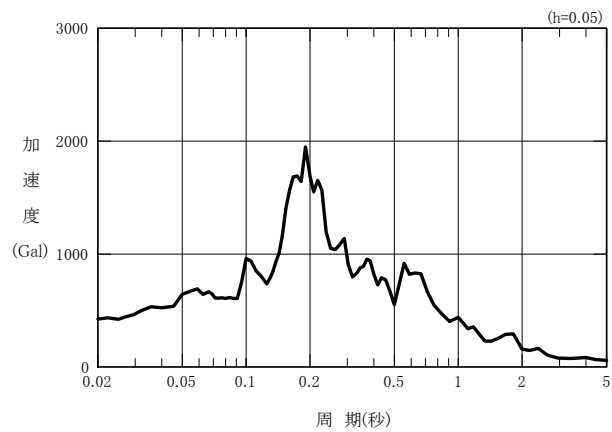


(c) UD 方向

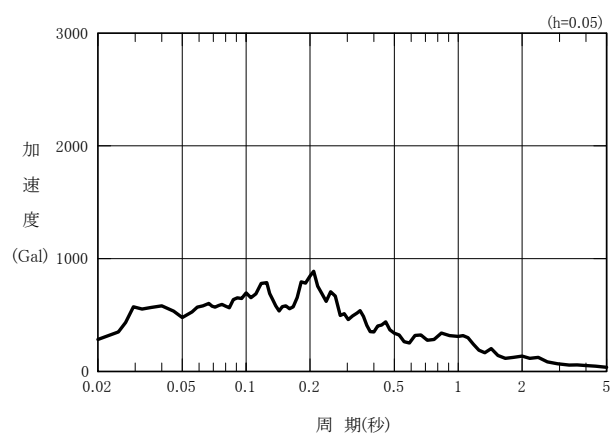
図 47 1号機タービン建屋2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 1-T1観測点]



(a) NS 方向

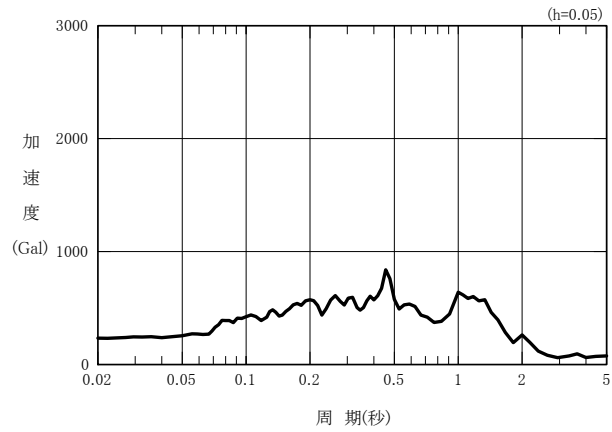


(b) EW 方向

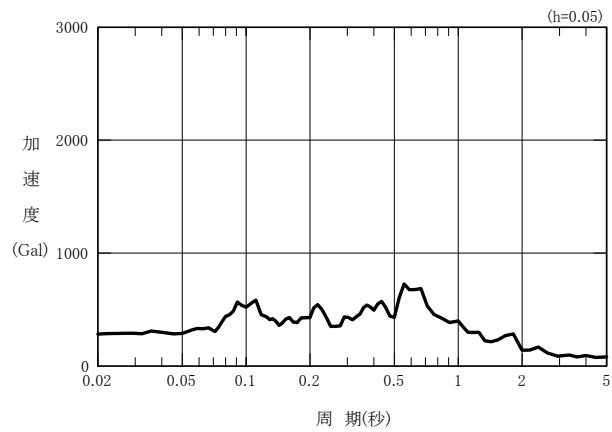


(c) UD 方向

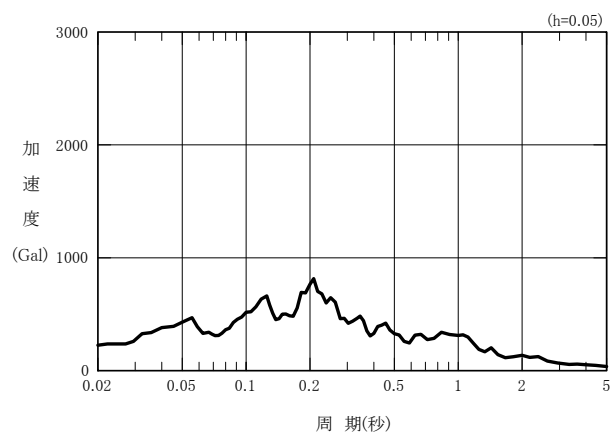
図 48 1号機タービン建屋2階（ペデスタル）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, T1観測点]



(a) NS 方向

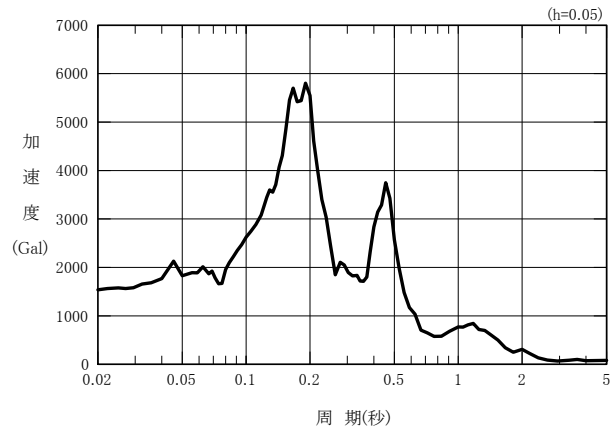


(b) EW 方向

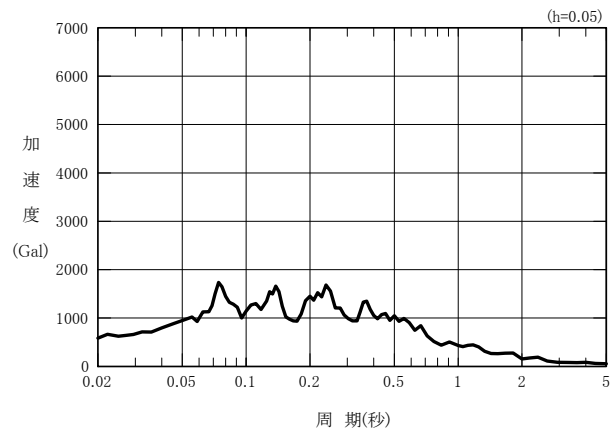


(c) UD 方向

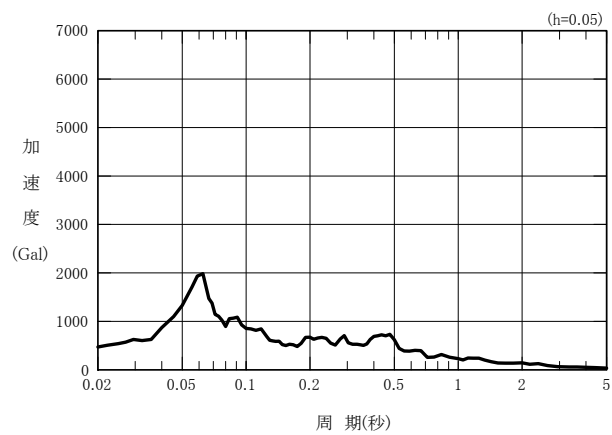
図 49 1号機タービン建屋地下1階（基礎版上）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, T2観測点]



(a) NS 方向

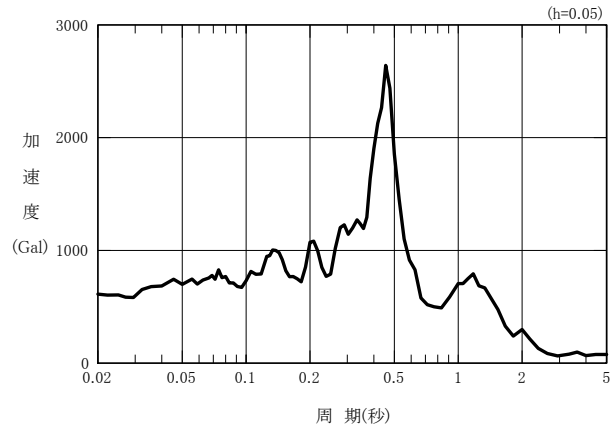


(b) EW 方向

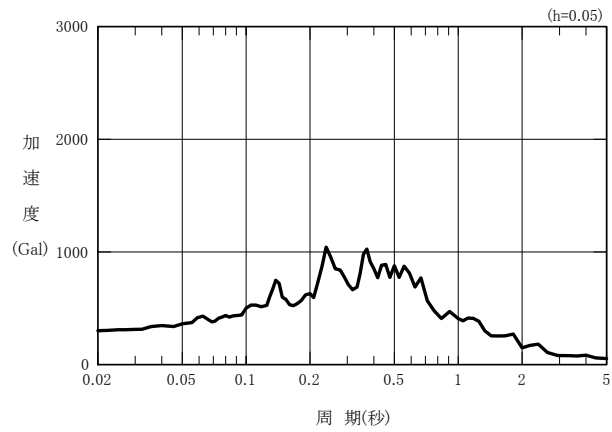


(c) UD 方向

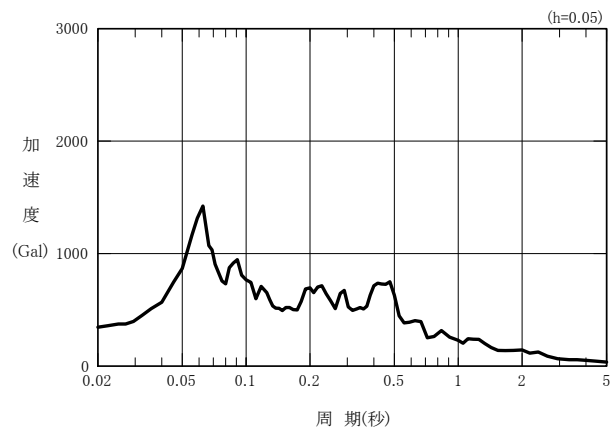
図 50 2号機原子炉建屋屋根トラスの加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R11観測点]



(a) NS 方向

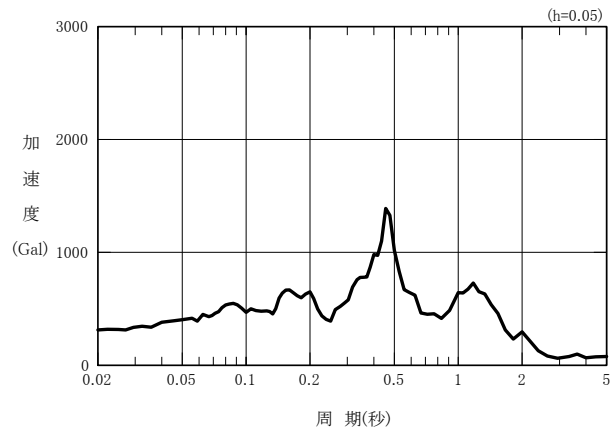


(b) EW 方向

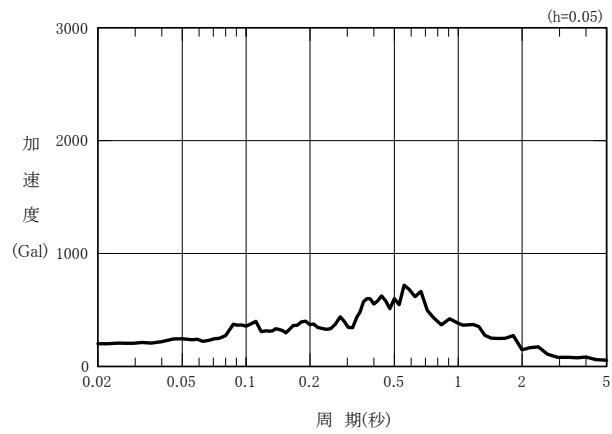


(c) UD 方向

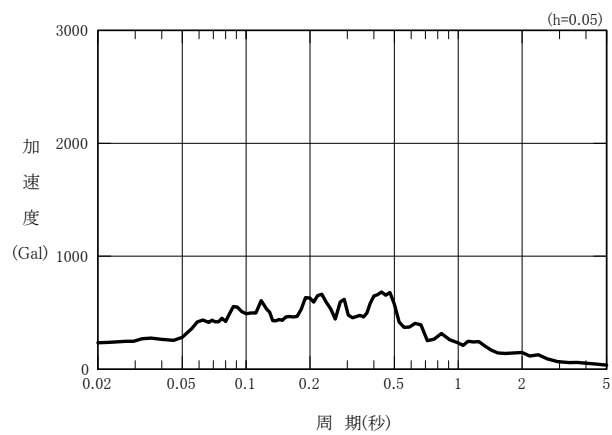
図 51 2号機原子炉建屋6階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, R12観測点]



(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 52 2号機原子炉建屋2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 2-R1観測点]

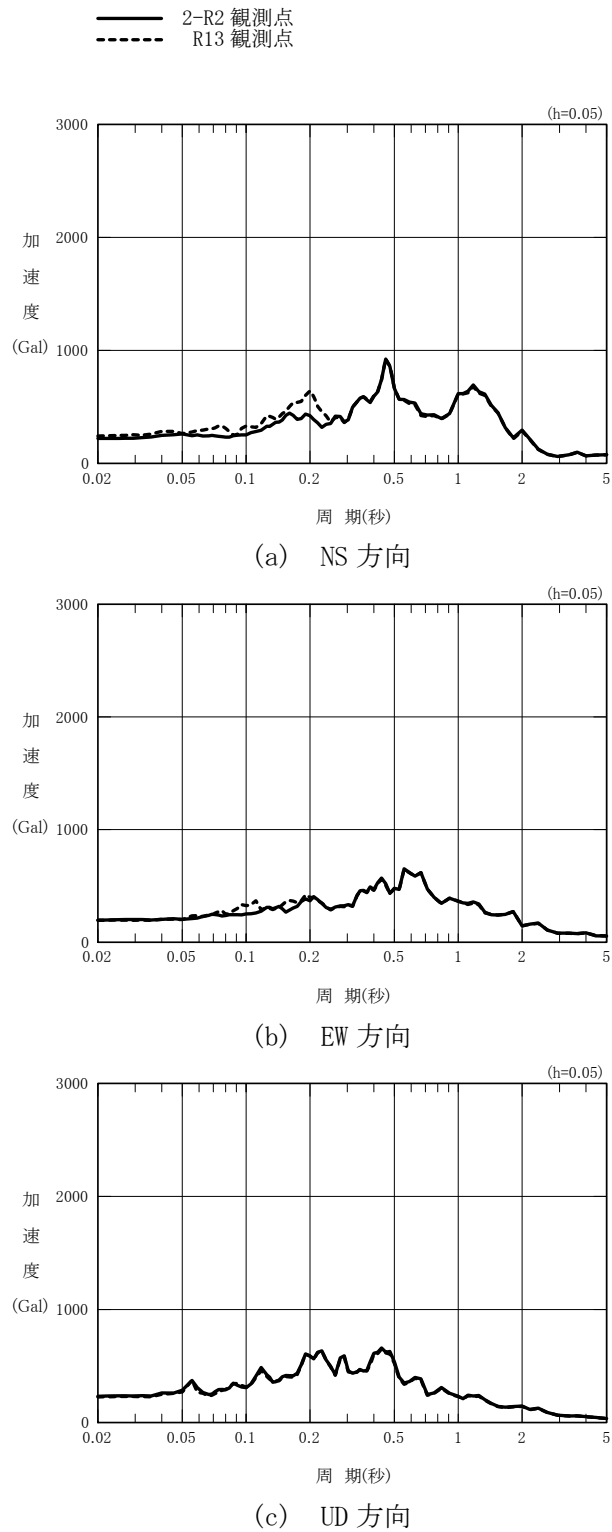
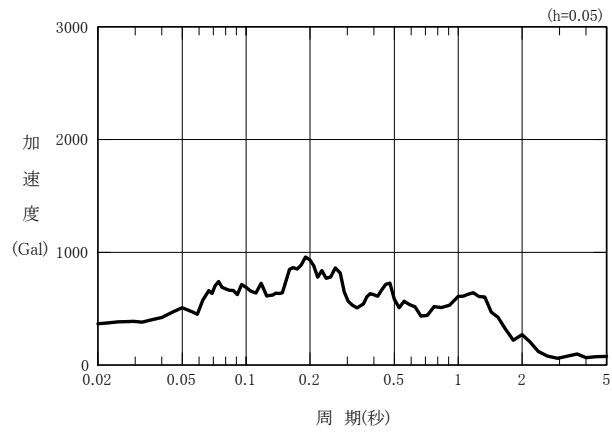
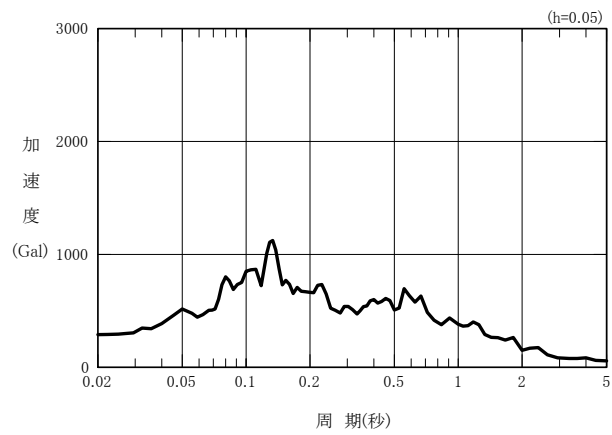


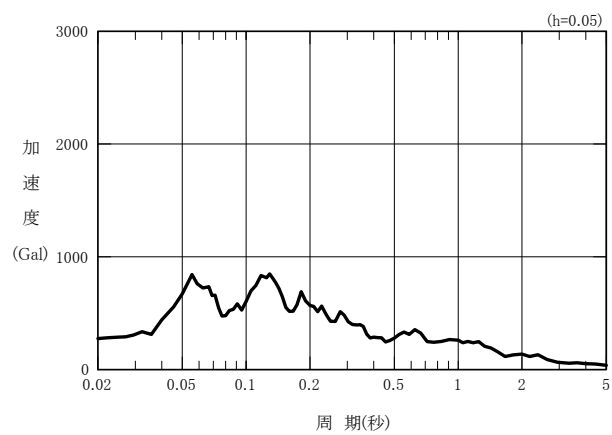
図 53 2号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
 [2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震]



(a) NS 方向

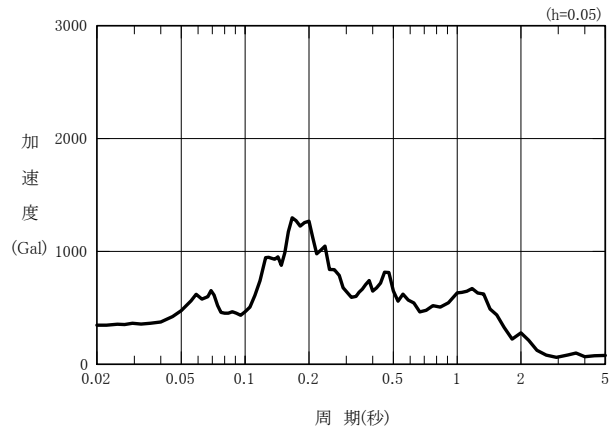


(b) EW 方向

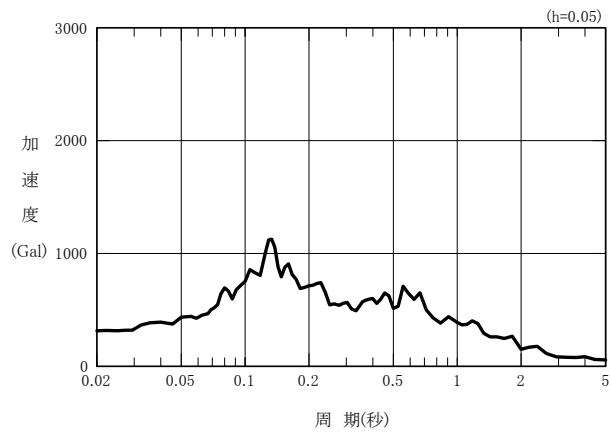


(c) UD 方向

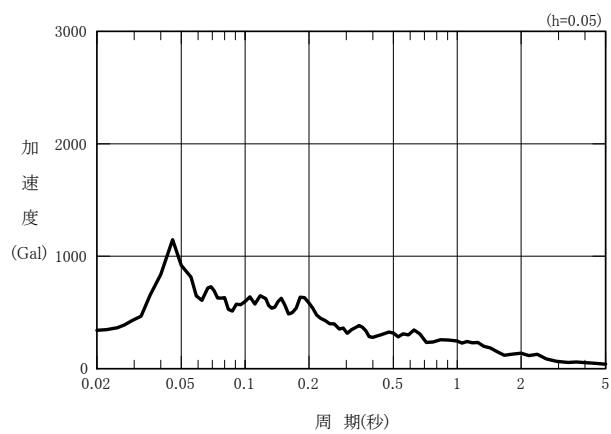
図 54 2号機タービン建屋2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 2-T1観測点]



(a) NS 方向

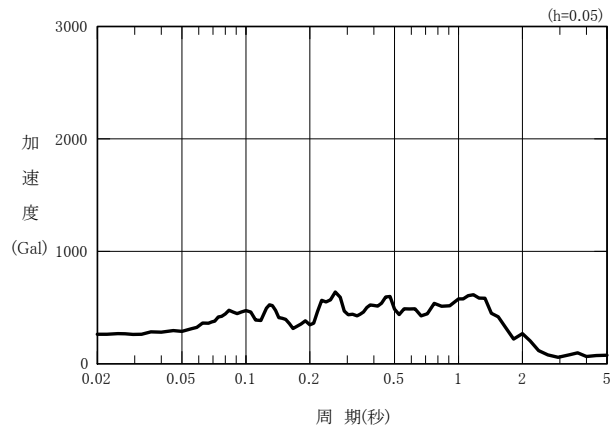


(b) EW 方向

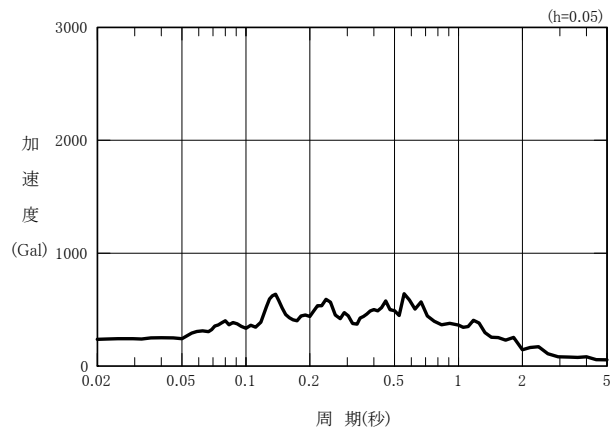


(c) UD 方向

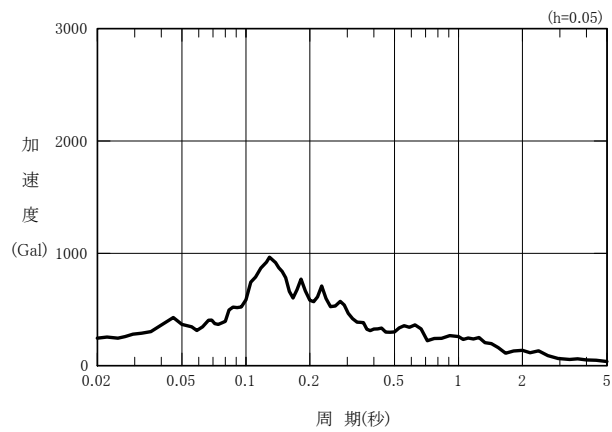
図 55 2号機タービン建屋2階（ペデスタル）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 2-T2観測点]



(a) NS 方向

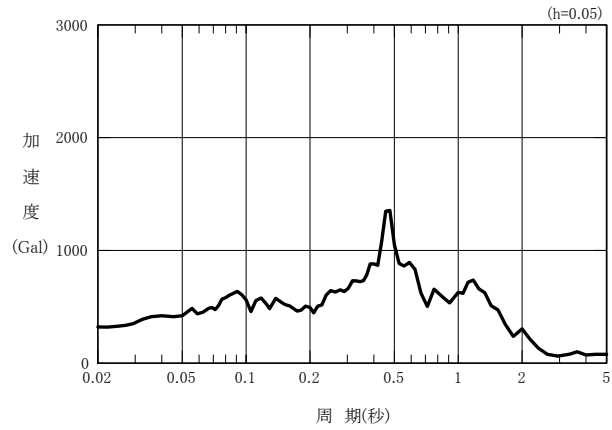


(b) EW 方向

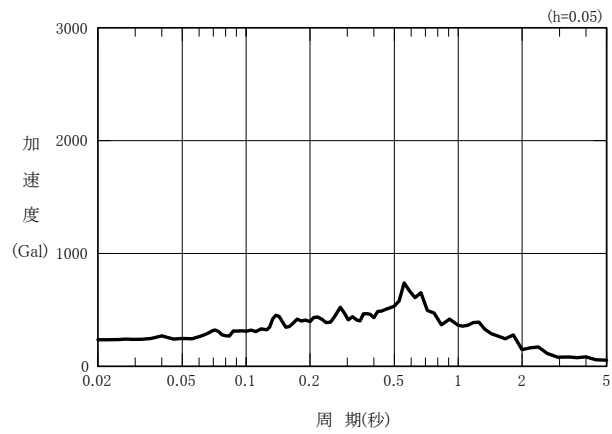


(c) UD 方向

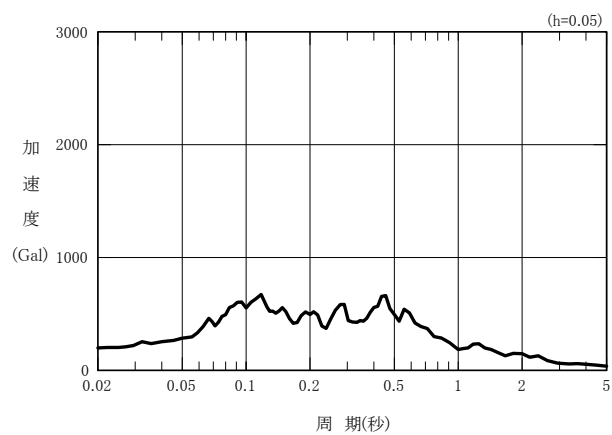
図 56 2号機タービン建屋地下1階（基礎版上）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 2-T3観測点]



(a) NS 方向

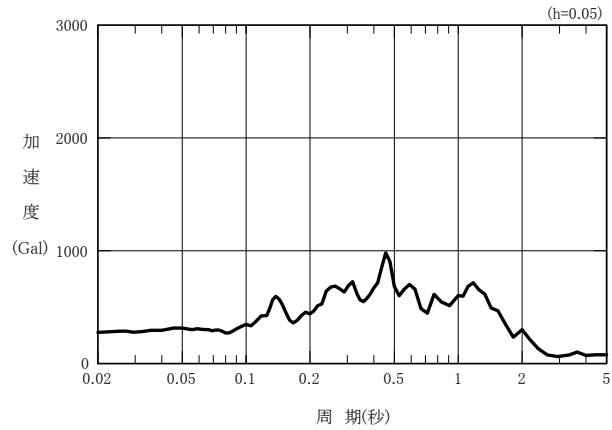


(b) EW 方向

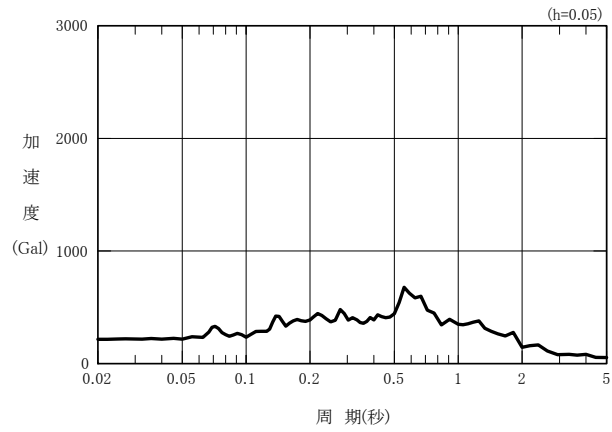


(c) UD 方向

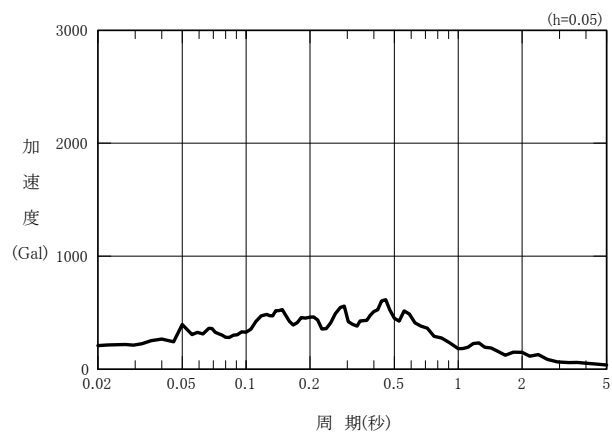
図 57 3号機原子炉建屋2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-R1観測点]



(a) NS 方向

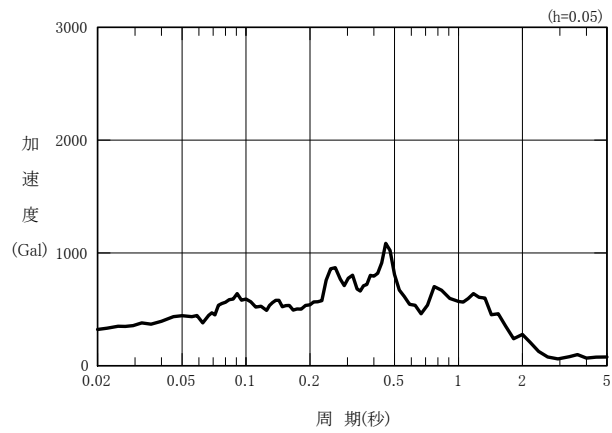


(b) EW 方向

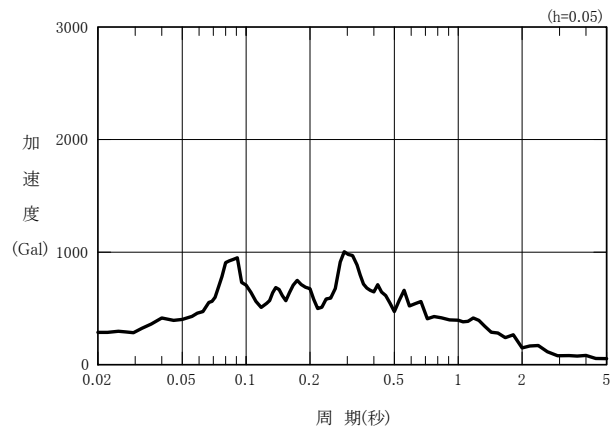


(c) UD 方向

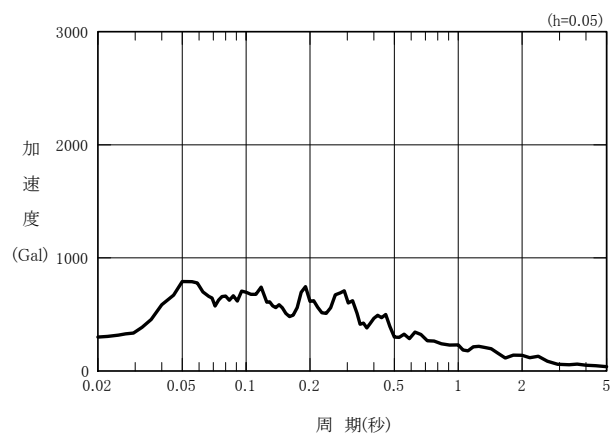
図 58 3号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-R2観測点]



(a) NS 方向

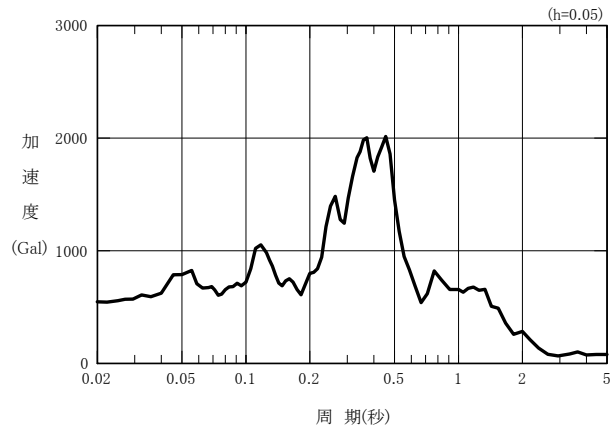


(b) EW 方向

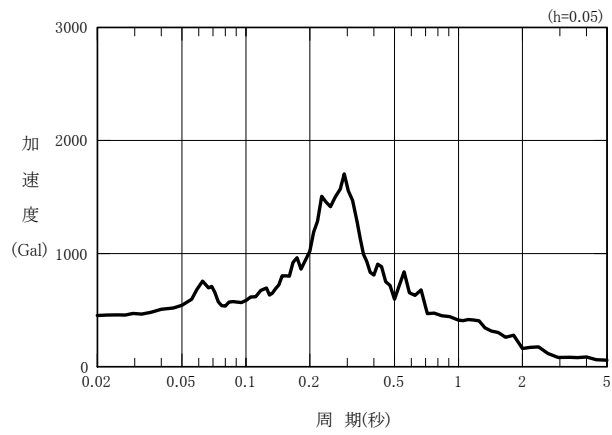


(c) UD 方向

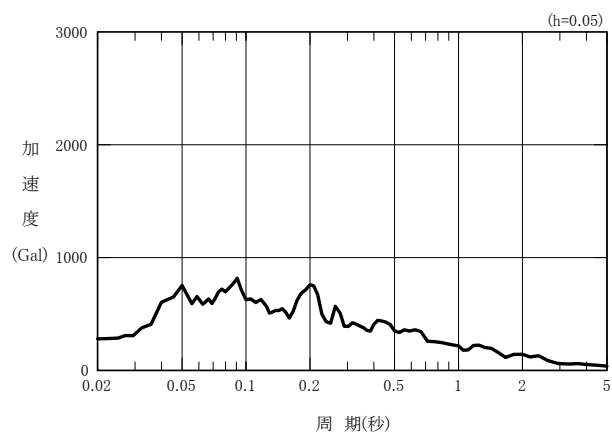
図 59 3号機タービン建屋2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-T1観測点]



(a) NS 方向

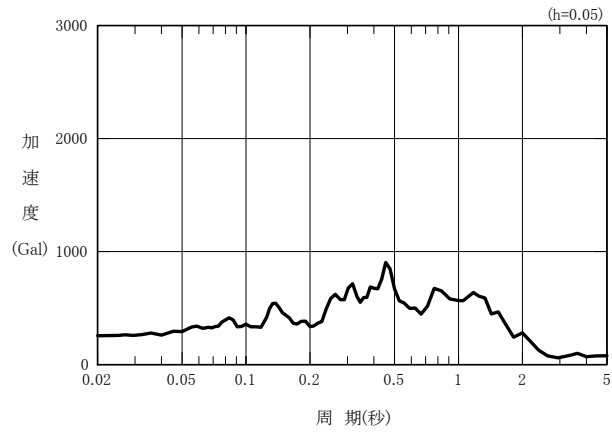


(b) EW 方向

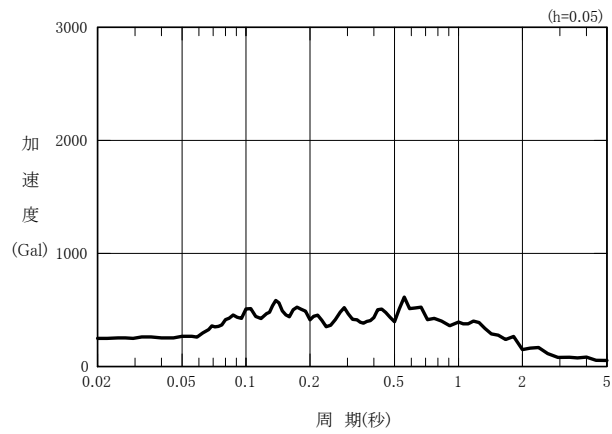


(c) UD 方向

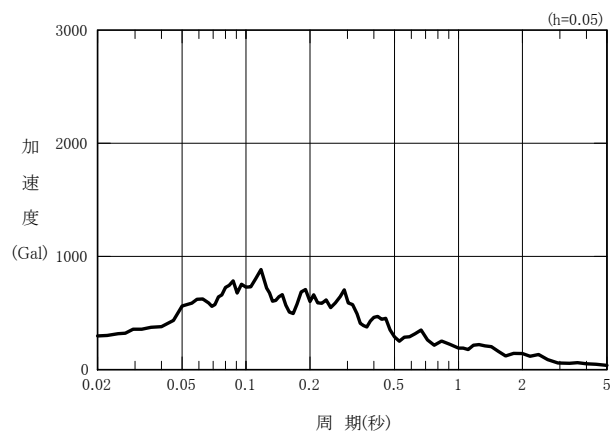
図 60 3号機タービン建屋2階（ペデスタル）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-T2観測点]



(a) NS 方向

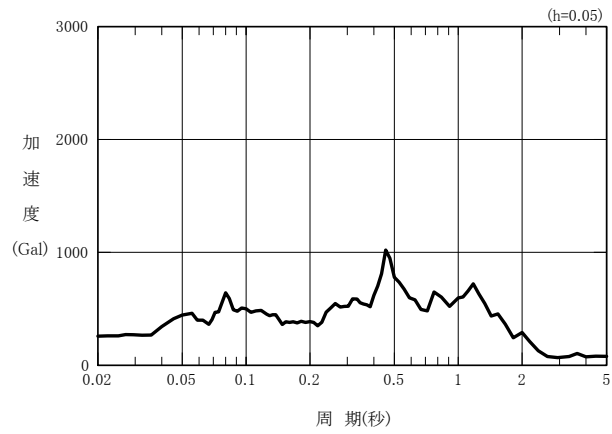


(b) EW 方向

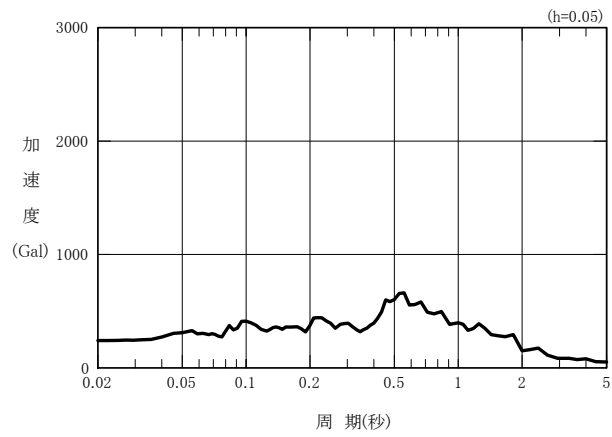


(c) UD 方向

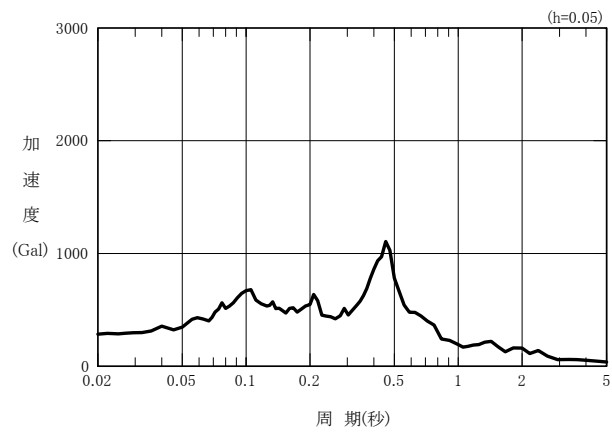
図 61 3号機タービン建屋地下2階（基礎版上）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 3-T3観測点]



(a) NS 方向

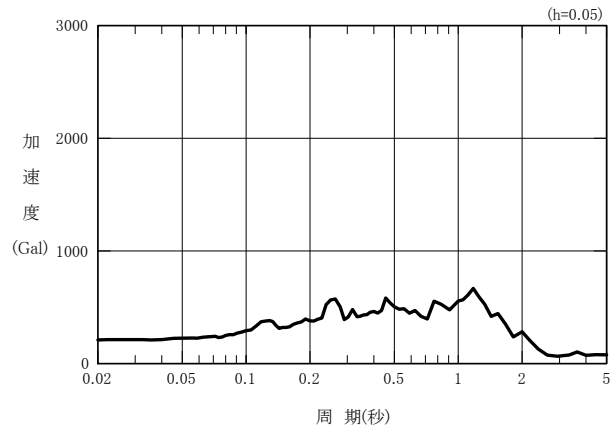


(b) EW 方向

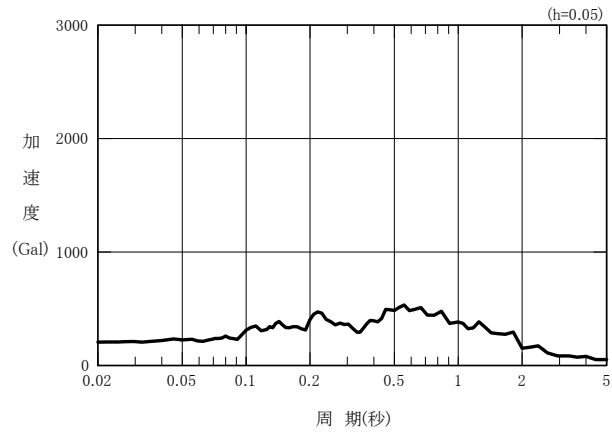


(c) UD 方向

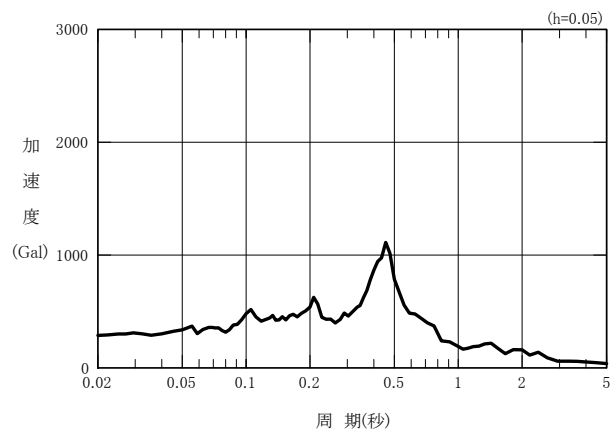
図 62 4号機原子炉建屋2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-R1観測点]



(a) NS 方向

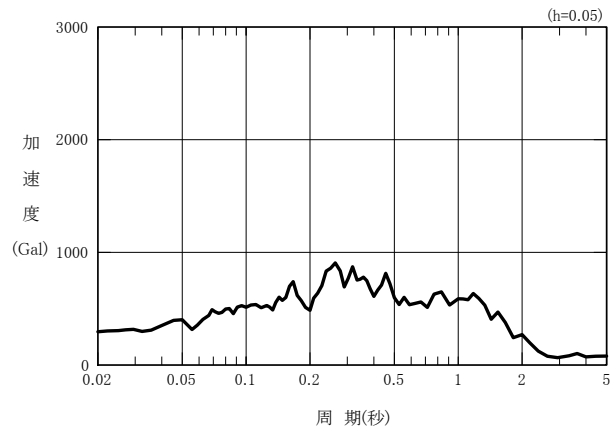


(b) EW 方向

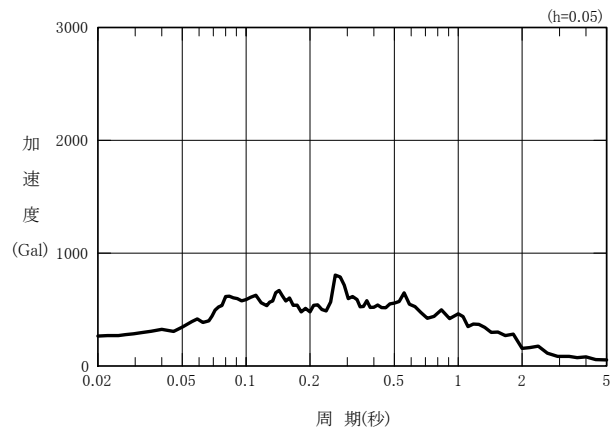


(c) UD 方向

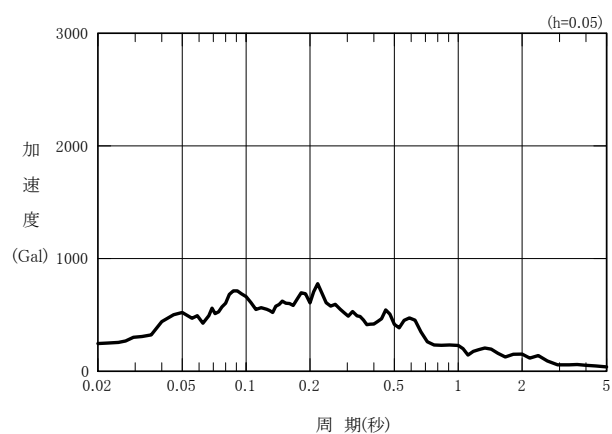
図 63 4号機原子炉建屋地下2階（基礎版上）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-R2観測点]



(a) NS 方向

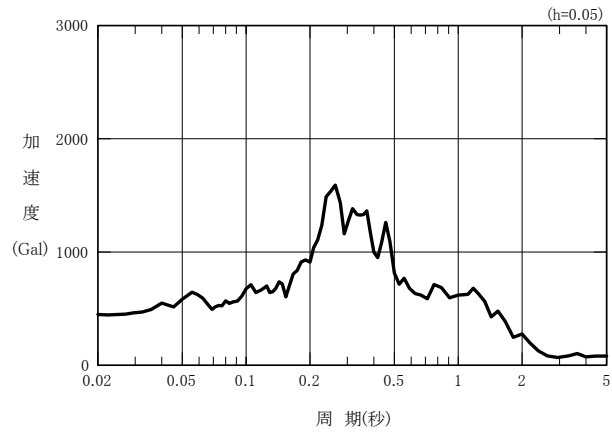


(b) EW 方向

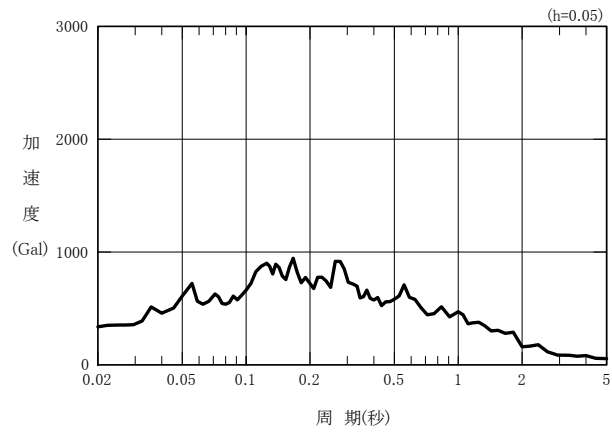


(c) UD 方向

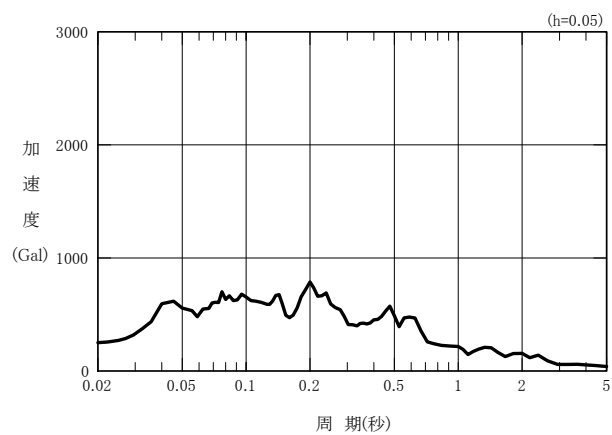
図 64 4号機タービン建屋2階の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-T1観測点]



(a) NS 方向

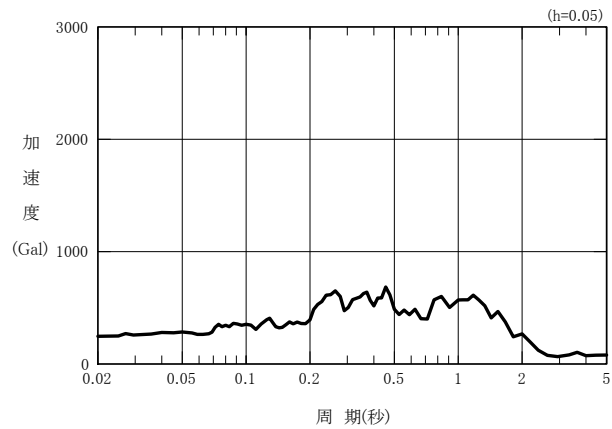


(b) EW 方向

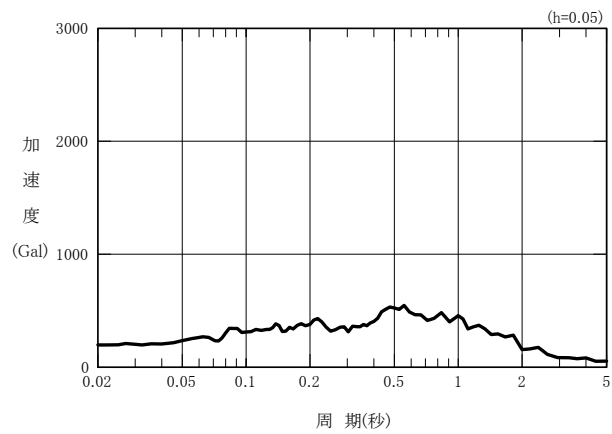


(c) UD 方向

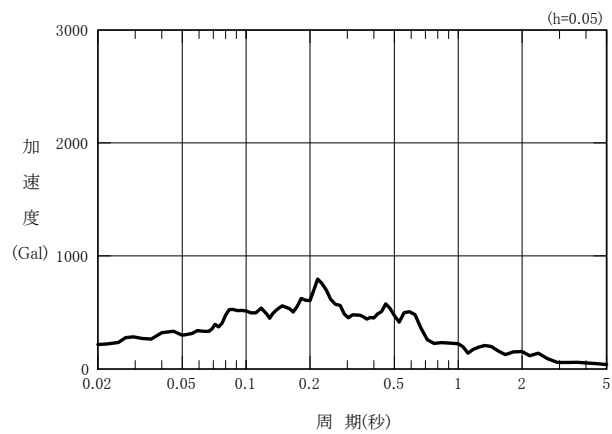
図 65 4号機タービン建屋2階（ペデスタル）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-T2観測点]



(a) NS 方向

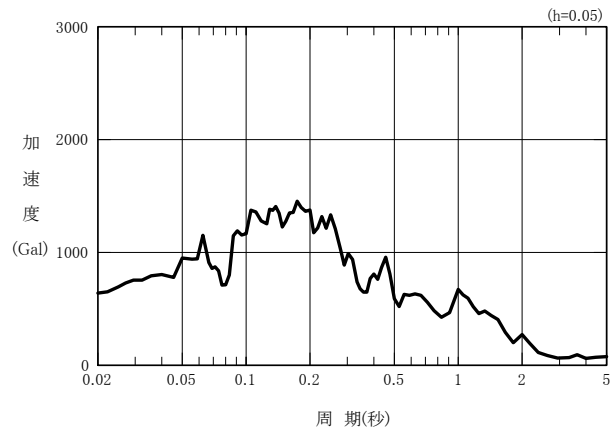


(b) EW 方向

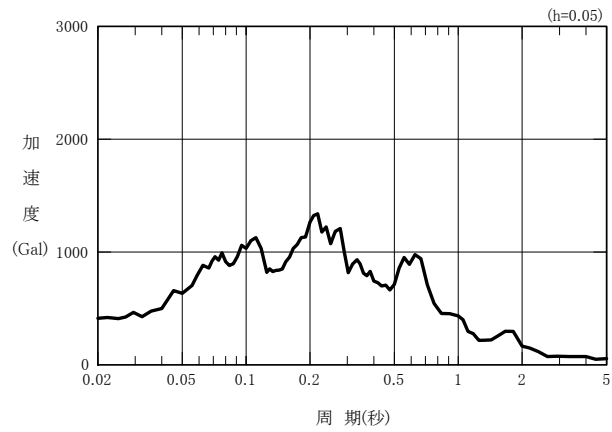


(c) UD 方向

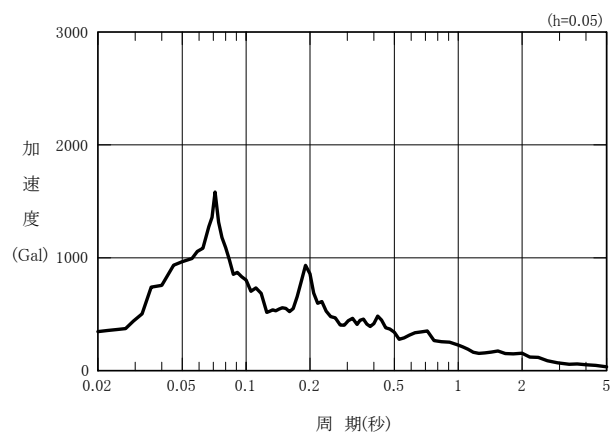
図 66 4号機タービン建屋地下2階（基礎版上）の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 4-T3観測点]



(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 67 自由地盤系地震観測室内 (O. P. +12.5m) の加速度応答スペクトル(h=0.05)
[2011年3月11日14時46分東北地方太平洋沖地震, 1-G1観測点]