

東海第二発電所 建屋基礎下レベルでの地震動評価について

平成29年3月3日
日本原子力発電株式会社

コメント

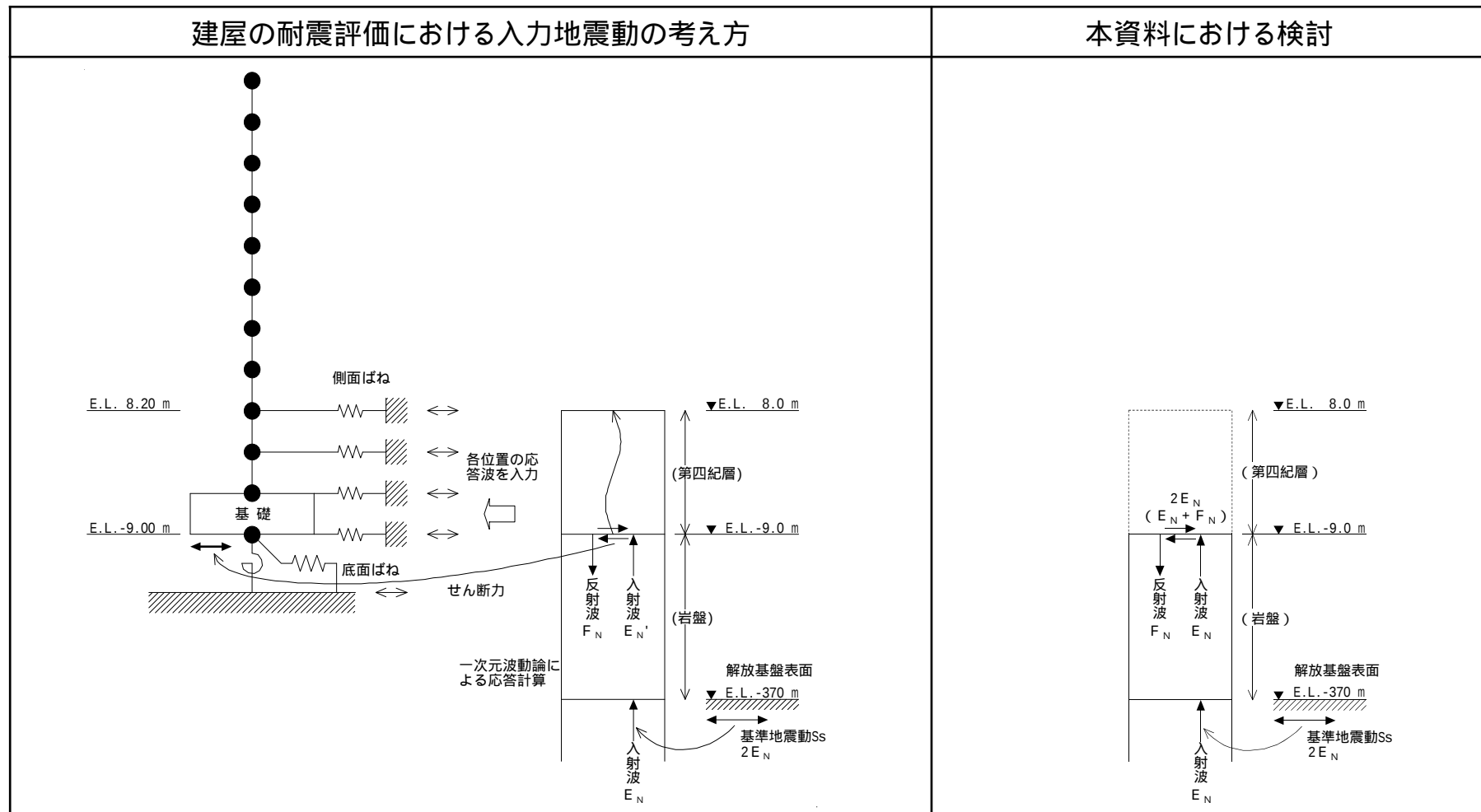
No.	日付	回次	コメント内容	回答	頁
1	平成28年 11月11日	第414回 審査会合	敷地の解放基盤表面が深いことを踏まえ、基準地震動に基づく建屋基礎下レベルでの地震動を示すこと。	本資料で 説明	P.3 ~ 19

目 次

1. 建屋基礎下レベルでの地震動の考え方		4
2. 建屋基礎下レベルでの地震動算定用地盤モデル		5
3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価		6
4. まとめ		19

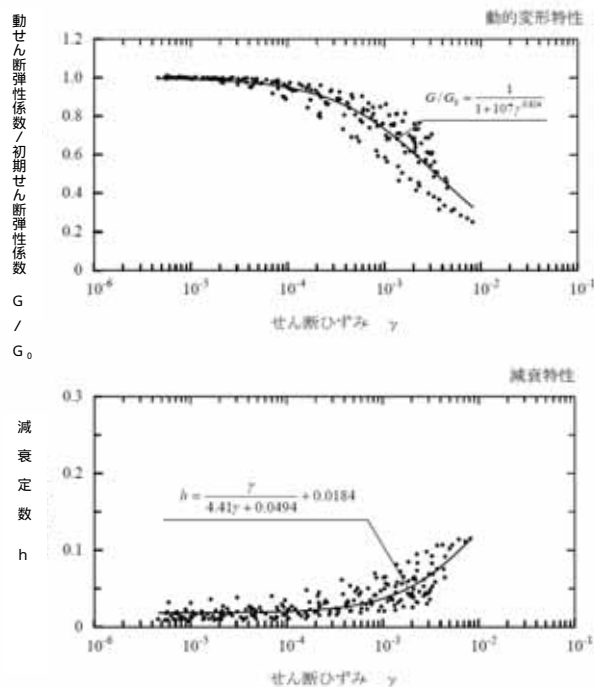
1. 建屋基礎下レベルでの地震動の考え方

- ・建屋の耐震評価に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義された基準地震動 S_s に対して一次元波動論にて評価した各位置の $E+F$ に加え、基礎盤底面に補正水平力(切欠き力)を考慮する。
- ・本資料においては、解放基盤表面で定義された基準地震動 S_s が、建屋基礎盤の底面レベル(以下「建屋基礎下レベルという。」)まで上昇する際の増幅特性の確認を目的とし、解放基盤表面に基準地震動 S_s を入力した際の建屋基礎下レベルにおける自由表面波(2E)を評価する。
- ・解放基盤表面から建屋基礎下レベルの間においては、地盤の非線形性を考慮するため、一次元波動論を用いた等価線形解析による評価を行う。



2. 建屋基礎下レベルでの地震動算定用地盤モデル

- 本検討においては、右に示す耐震設計に用いる浅部地盤モデルを用いて評価した。
- 密度は、ボーリング孔から採取した供試体を用いた物理試験より求めた標高との関係式より設定した。
- S波速度とポアソン比は、ボーリング孔で実施したPS検層より求めた標高との関係式より設定した。
- P波速度は、評価対象となる久米層(Km層)が地下水位以深であるため、体積弾性率一定として設定した。
- 等価線形解析に用いる変形特性は、ボーリング孔から採取した供試体を用いた繰返し三軸試験の結果より設定した。



繰返し三軸試験(ひずみ依存特性)結果(Km層)

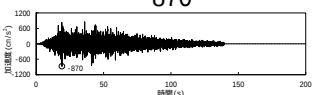
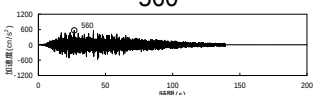
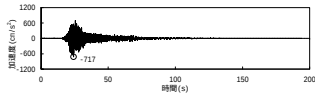
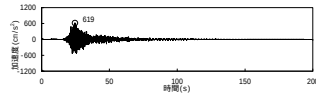
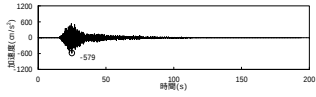
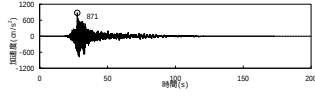
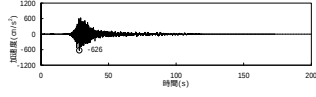
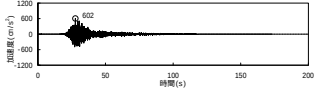
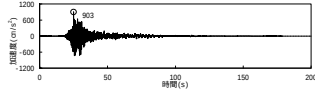
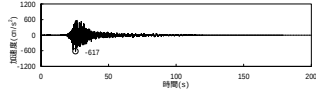
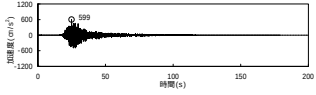
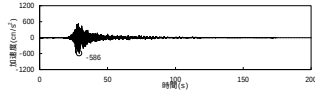
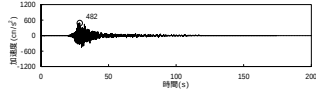
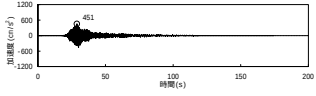
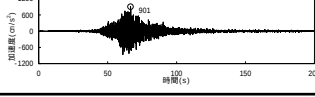
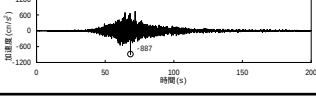
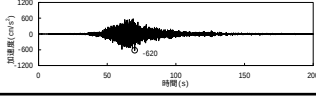
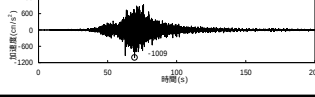
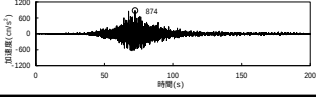
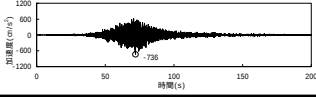
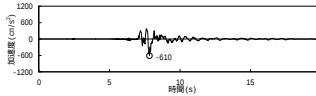
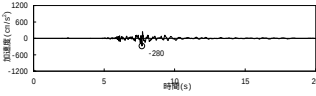
地震動算定用地盤モデル

標高 E.L. m	地層 区分		層厚 m	細分割		密度 ρ t/m ³	S波速度 Vs m/s	ポアソン比 ν	減衰定数				
				層番号	層厚 m				h				
									水平	鉛直			
-9.0	Km	1	11.0	1	2.7	1.72	446	0.461	0.020	0.020			
-20.0				2	2.7								
				3	2.6								
				4	3.0								
-40.0		2	20.0	5	4.0	1.72	456	0.460					
				6	4.0								
				7	4.0								
				8	4.0								
-60.0		3	20.0	9	4.0	1.73	472	0.458					
				10	4.0								
				11	4.0								
				12	4.0								
-90.0		4	30.0	13	4.0	1.73	491	0.455					
				14	4.0								
				15	6.0								
				16	6.0								
-120.0		5	30.0	17	6.0	1.73	514	0.452					
				18	6.0								
				19	6.0								
				20	6.0								
-150.0		6	30.0	21	6.0	1.73	537	0.449					
				22	6.0								
				23	6.0								
				24	6.0								
-190.0		7	40.0	25	6.0	1.74	564	0.445					
				26	6.0								
				27	6.0								
				28	6.0								
-230.0		8	40.0	29	6.0	1.74	595	0.441					
				30	8.0								
				31	8.0								
				32	8.0								
-270.0		9	40.0	33	8.0	1.75	626	0.437					
				34	8.0								
				35	8.0								
				36	8.0								
-320.0		10	50.0	37	8.0	1.75	660	0.433					
				38	8.0								
				39	8.0								
				40	8.0								
-370.0		解放基盤 表面 ▼	11	50.0	41	8.0	1.76	699			0.427		
					42	8.0							
					43	8.0							
					44	8.0							
			—	—	55	—	1.76	718			0.425	0.020	0.020

3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価 基準地震動 S_s (1 / 5)

第414回審査会合
資料2 編集

■ 基準地震動 S_s の最大加速度の一覧を示す。

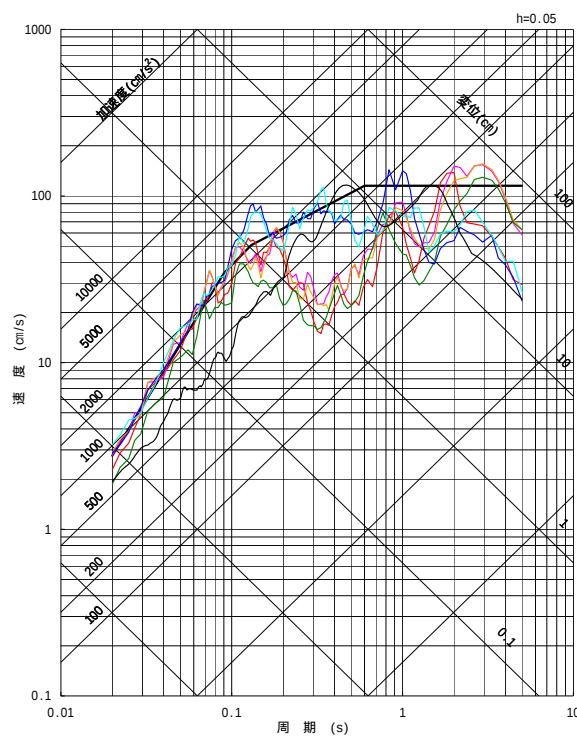
基準地震動		最大加速度 (cm/s ²)		
		NS成分	EW成分	UD成分
S_s -D1	応答スペクトル手法による基準地震動	870 		560 
S_s -11	F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)	717 	619 	579 
S_s -12	F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)	871 	626 	602 
S_s -13	F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)	903 	617 	599 
S_s -14	F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の運動による地震 (断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)	586 	482 	451 
S_s -21	2011年東北地方太平洋沖型地震 (短周期レベルの不確かさ)	901 	887 	620 
S_s -22	2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)	1009 	874 	736 
S_s -31	2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動	610 		280 

3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価 基準地震動 S_s (2 / 5)

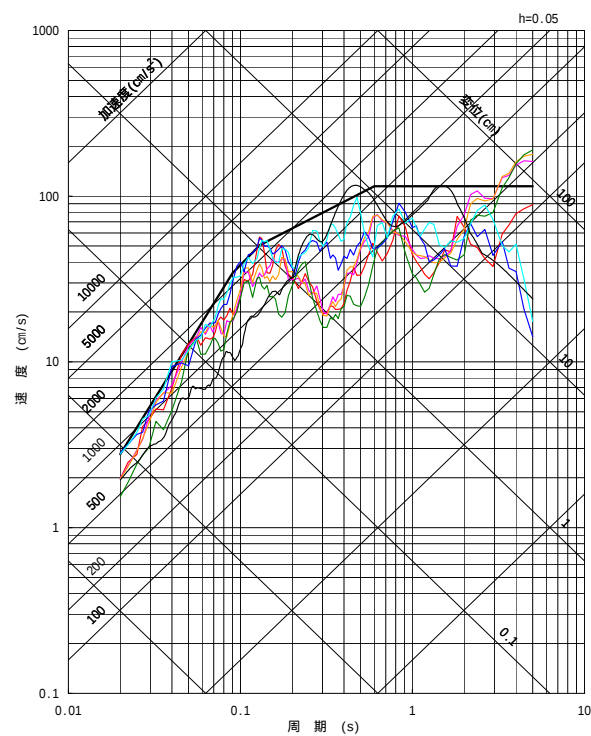
第414回審査会合
資料2 再掲

■ 基準地震動 S_s を示す。

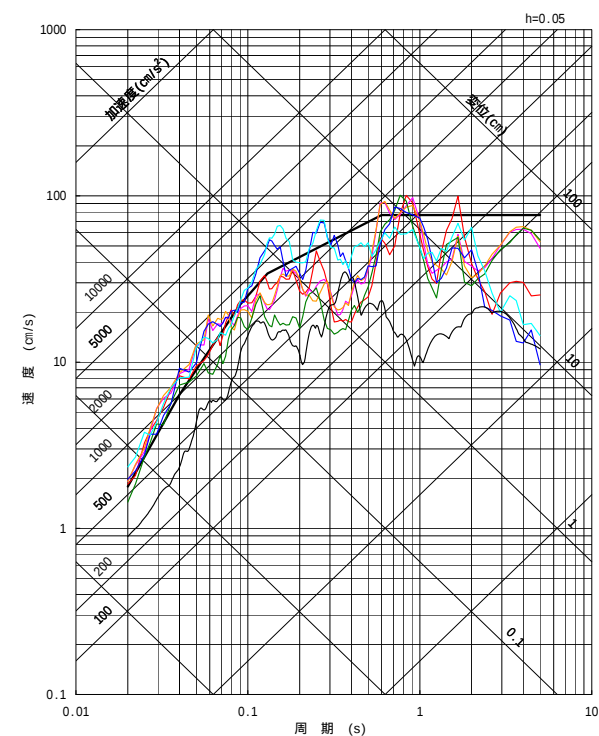
- S_s - D1 応答スペクトル手法による基準地震動
- S_s - 11 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)
- S_s - 12 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)
- S_s - 13 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- S_s - 14 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)
- S_s - 21 2011年東北地方太平洋沖型地震 (短周期レベルの不確かさ)
- S_s - 22 2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)
- S_s - 31 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動



NS成分



EW成分



UD成分

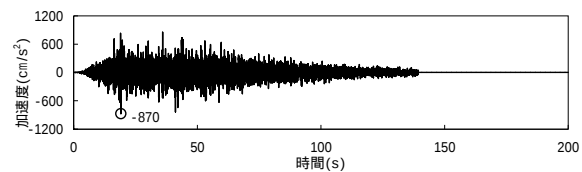
3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価

基準地震動 S_s (3 / 5)

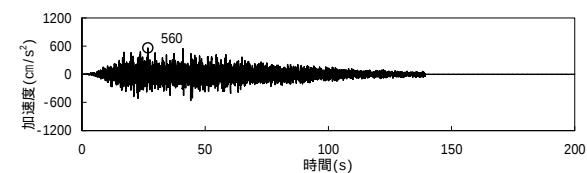
第414回審査会合
資料2 編集

■ 基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形 (1 / 3)

S_s - D1 応答スペクトル手法に基づく模擬地震波



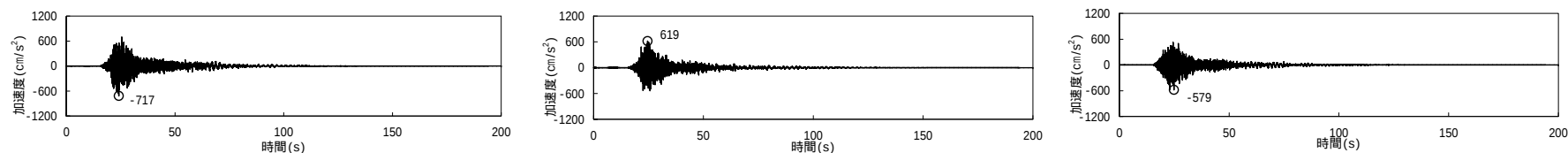
S_s - D1 H (水平成分)



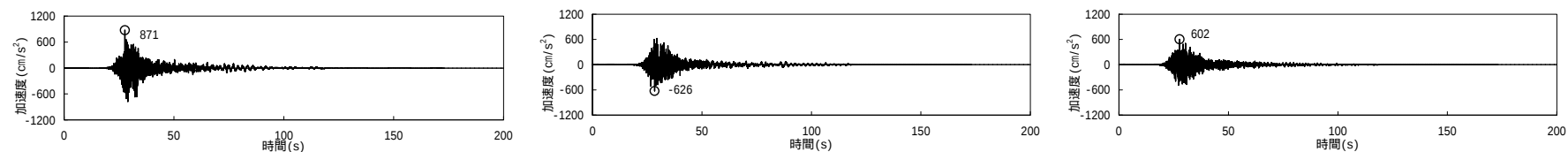
S_s - D1 V (鉛直成分)

■ 基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形 (2 / 3)

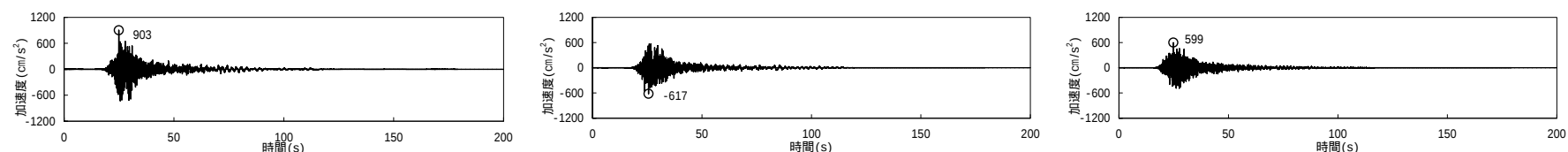
S_s - 11 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点1)



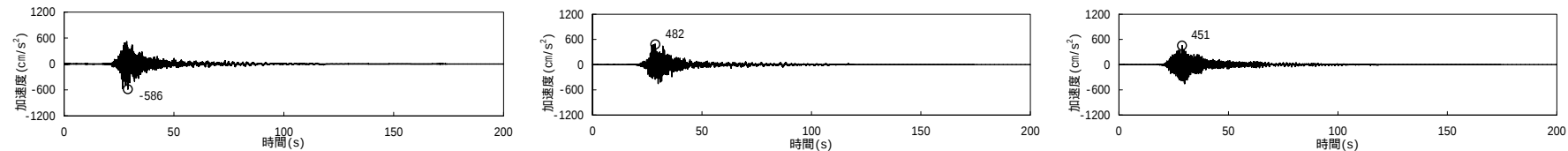
S_s - 12 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点2)



S_s - 13 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)



S_s - 14 F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震(断層傾斜角の不確かさ, 破壊開始点2)



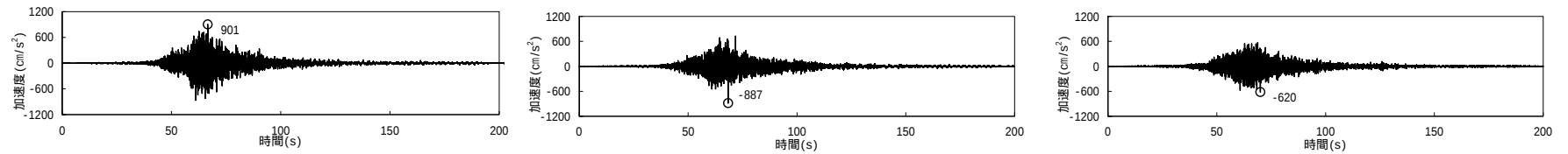
NS成分

EW成分

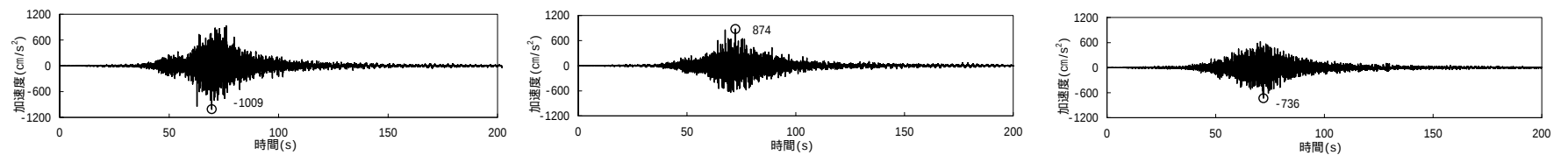
UD成分

■ 基準地震動 S_s の加速度時刻歴波形 (3 / 3)

S_s - 2 1 2011年東北地方太平洋沖型地震 (短周期レベルの不確かさ)



S_s - 2 2 2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)

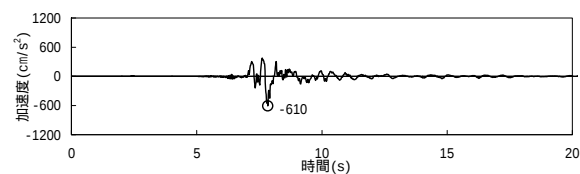


NS成分

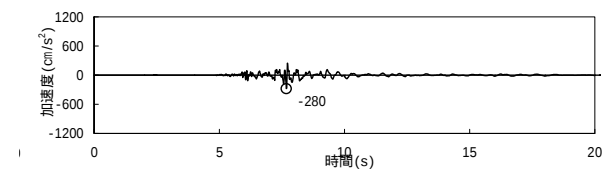
EW成分

UD成分

S_s - 3 1 2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動



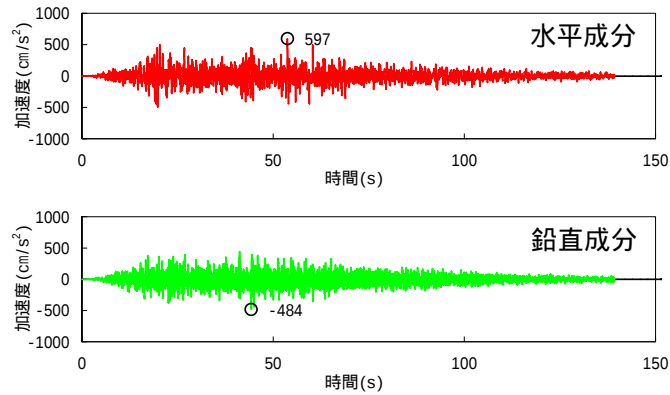
水平成分



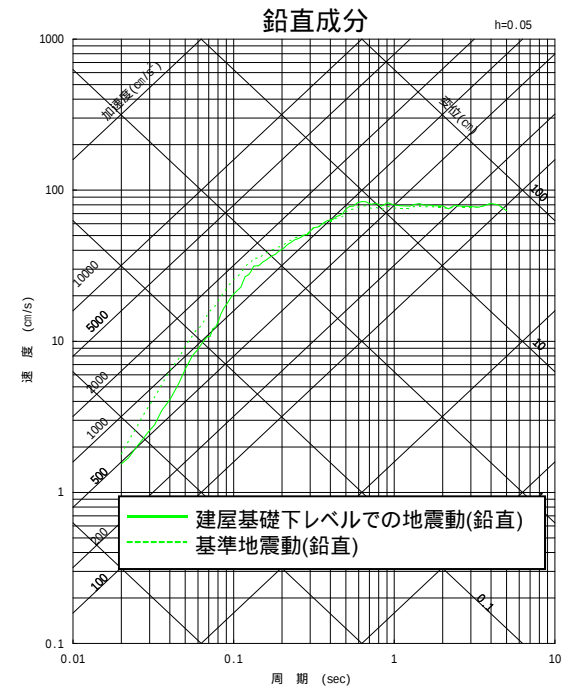
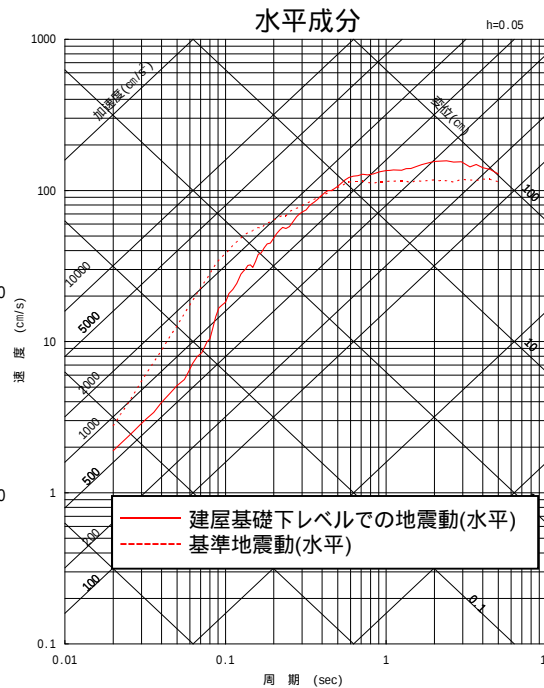
鉛直成分

基準地震動 S_s - D1

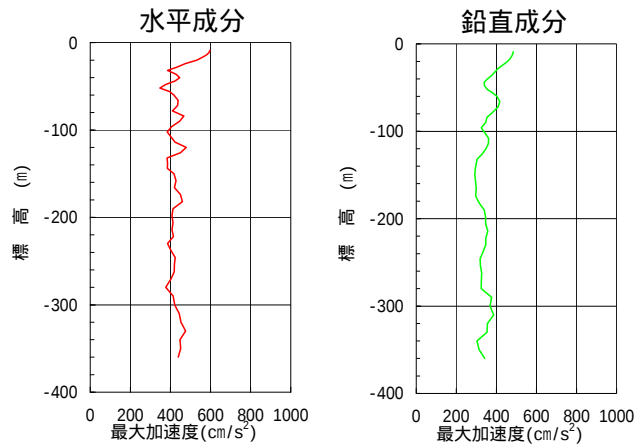
建屋基礎下レベルでの地震動
(基礎下E.L.-9.0m; 自由表面波)



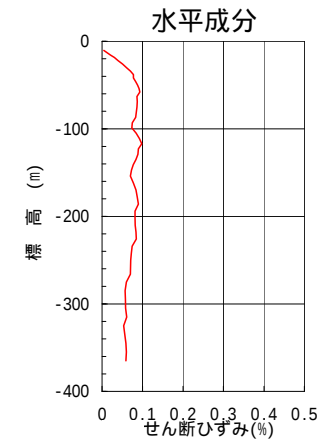
加速度時刻歴波形



擬似速度応答スペクトル



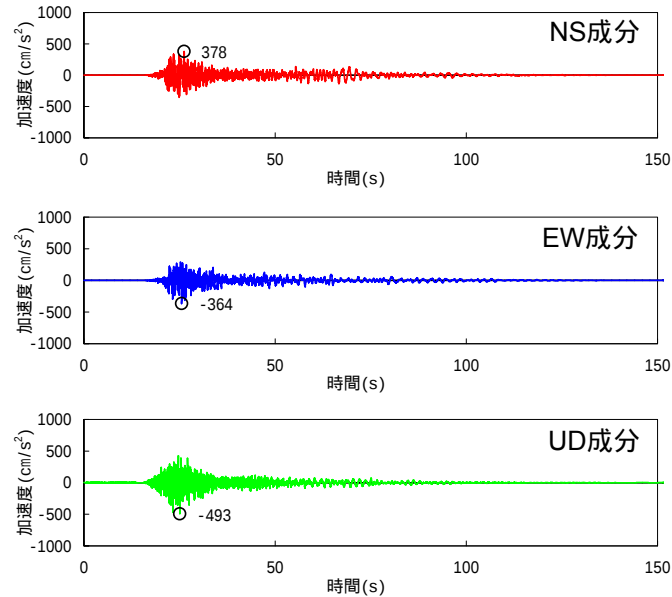
最大加速度分布



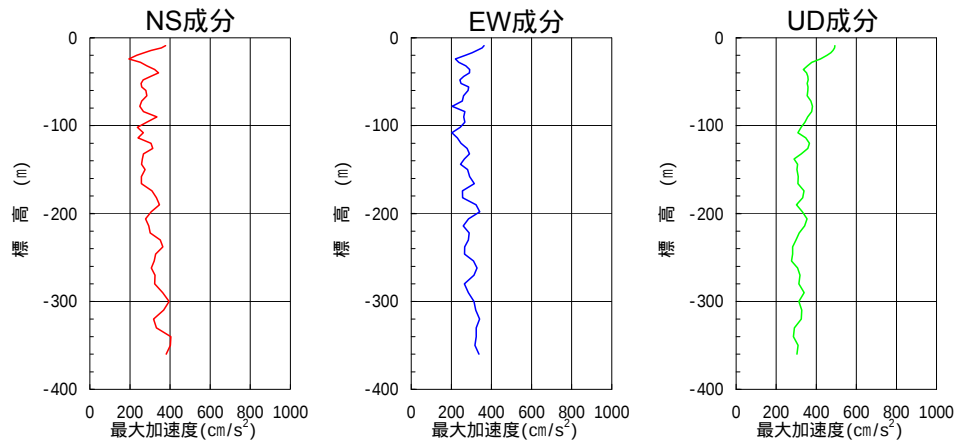
せん断ひずみ分布

基準地震動 S s - 1 1

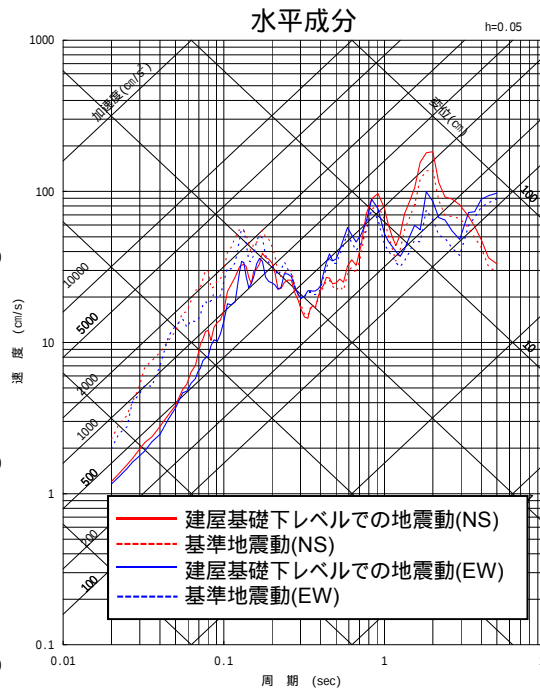
建屋基礎下レベルでの地震動
(基礎下E.L.-9.0m;自由表面波)



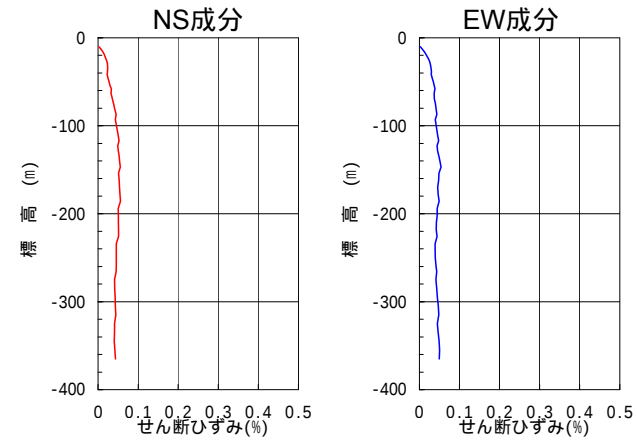
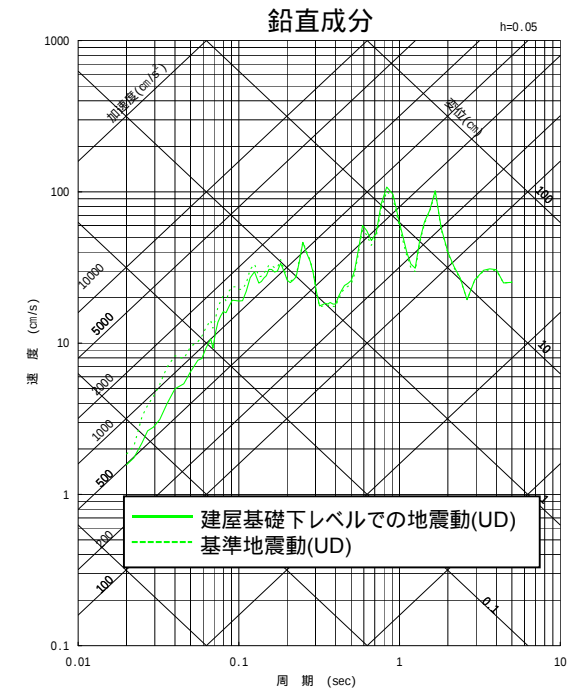
加速度時刻歴波形



最大加速度分布



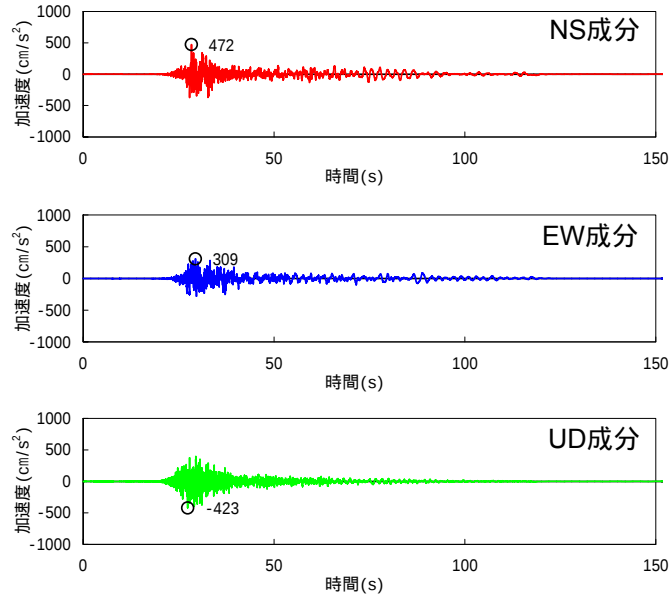
擬似速度応答スペクトル



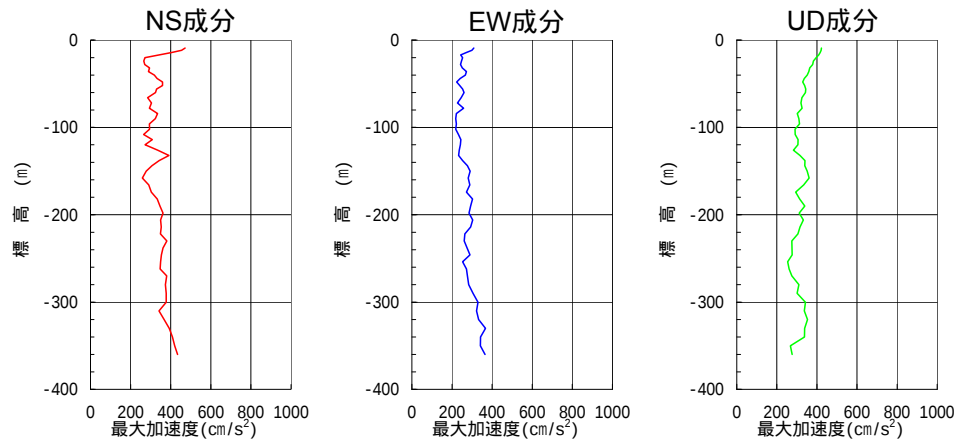
せん断ひずみ分布

3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価 基準地震動 $S_s - 12$

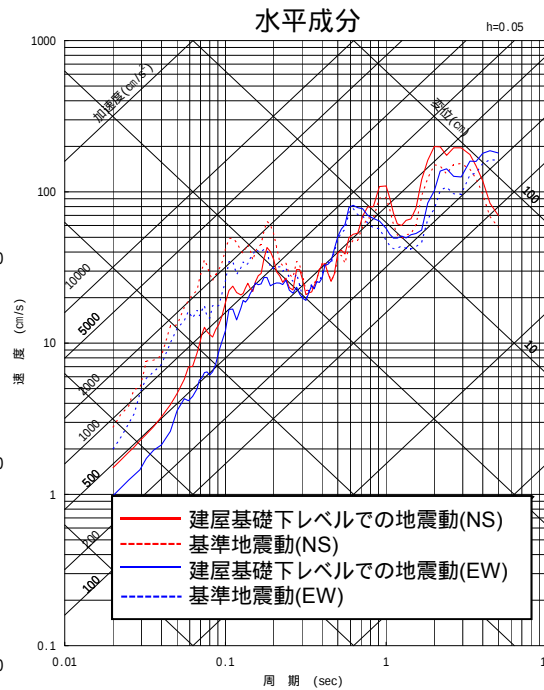
建屋基礎下レベルでの地震動
(基礎下E.L.-9.0m; 自由表面波)



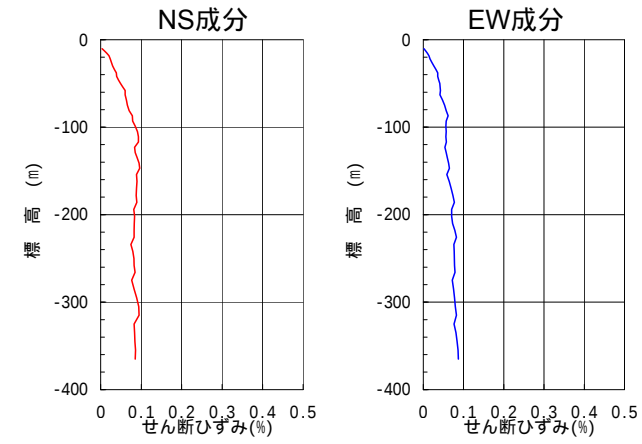
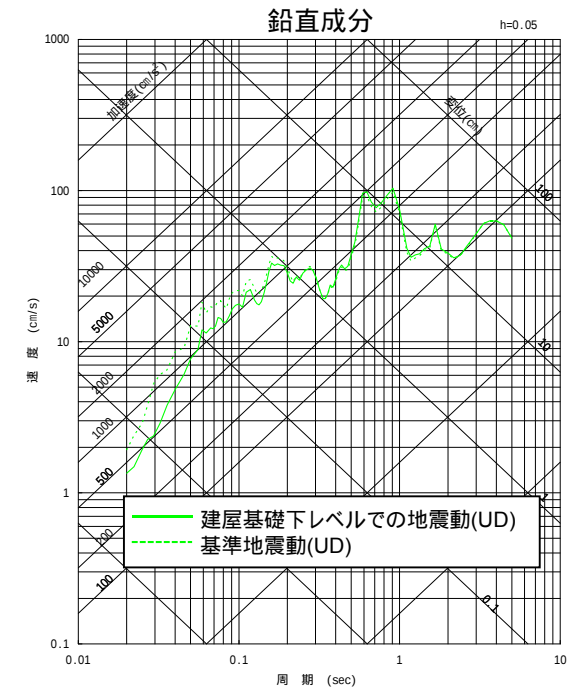
加速度時刻歴波形



最大加速度分布



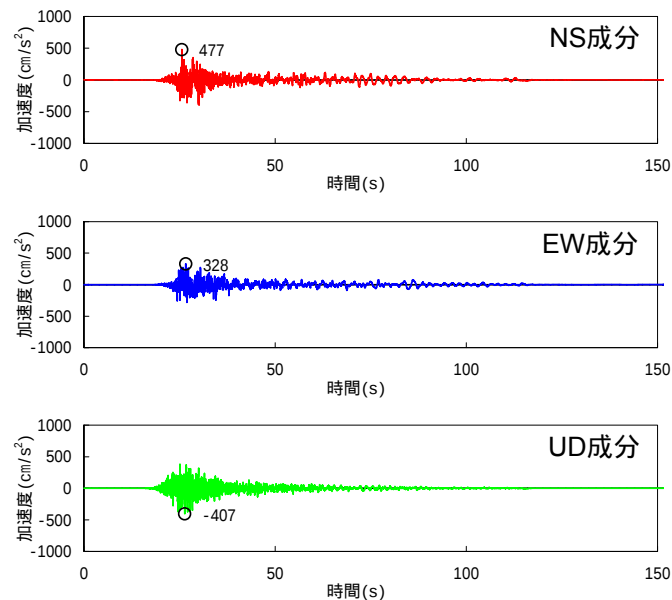
擬似速度応答スペクトル



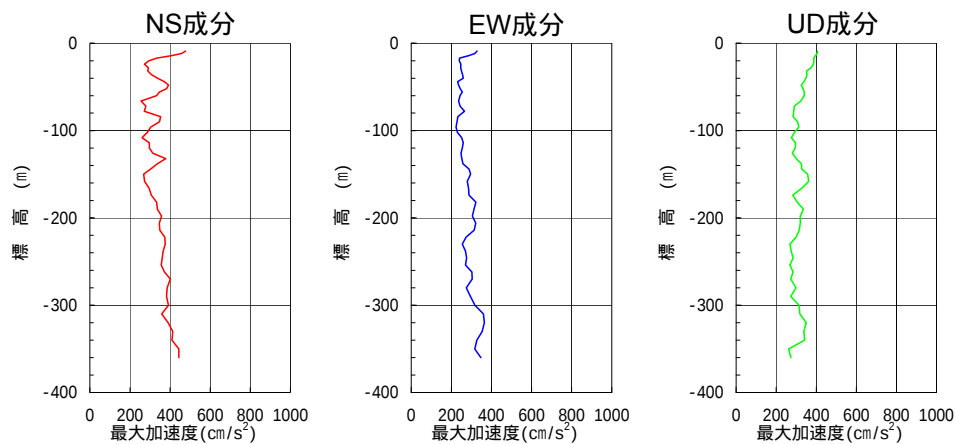
せん断ひずみ分布

3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価 基準地震動 S_s - 13

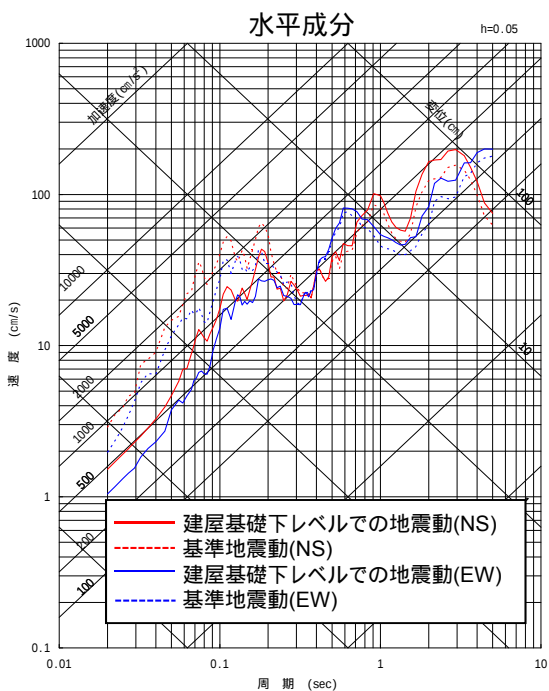
建屋基礎下レベルでの地震動
(基礎下E.L.-9.0m; 自由表面波)



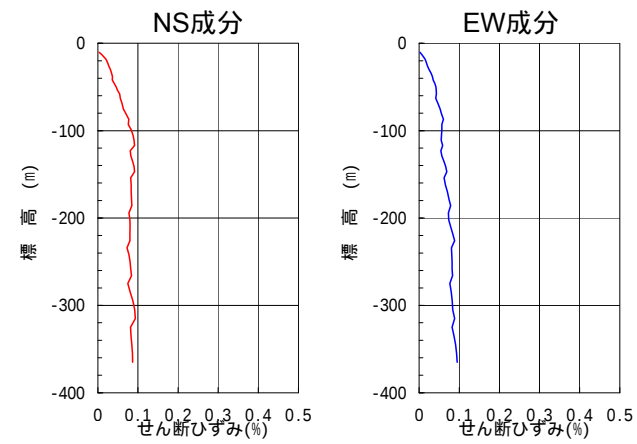
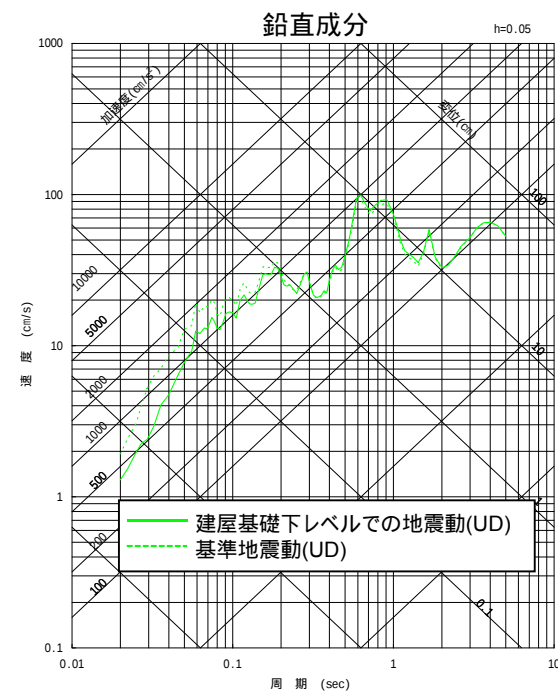
加速度時刻歴波形



最大加速度分布



擬似速度応答スペクトル

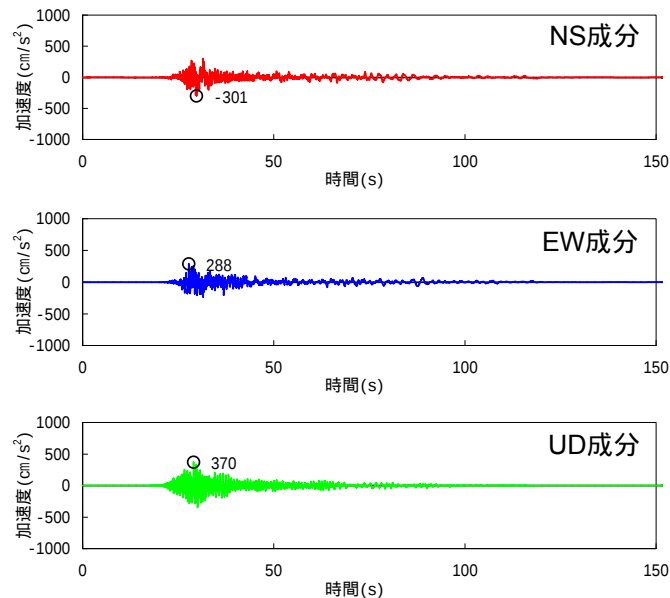


せん断ひずみ分布

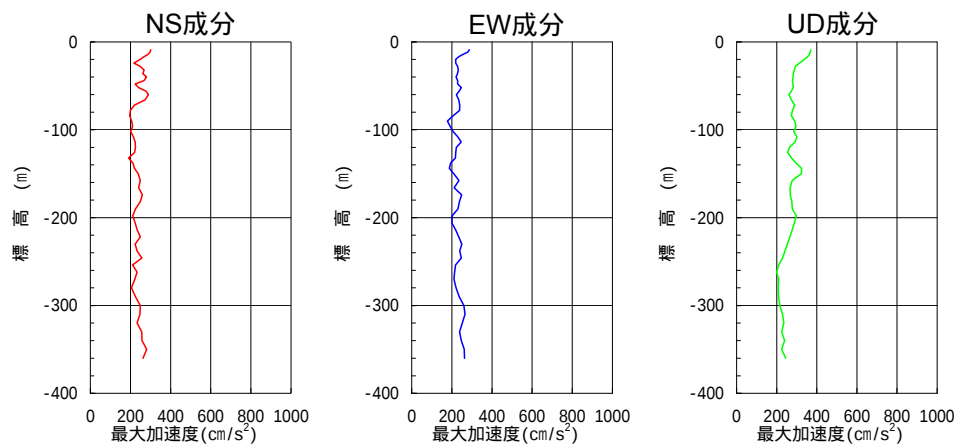
3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価

基準地震動 S_s - 14

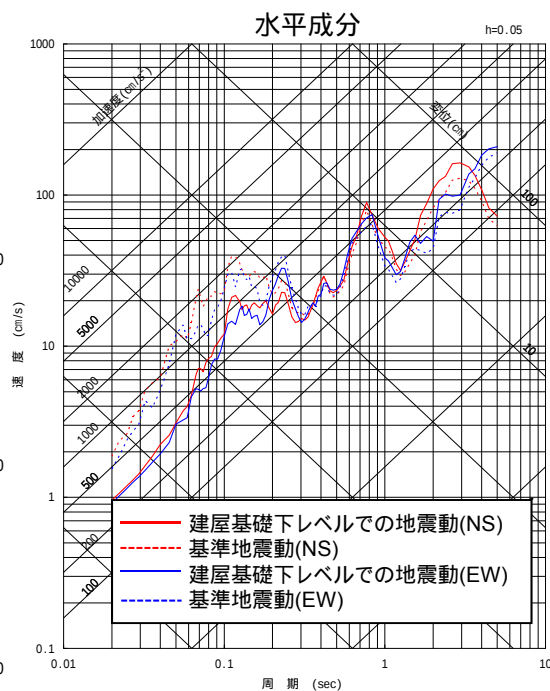
建屋基礎下レベルでの地震動
(基礎下E.L.-9.0m; 自由表面波)



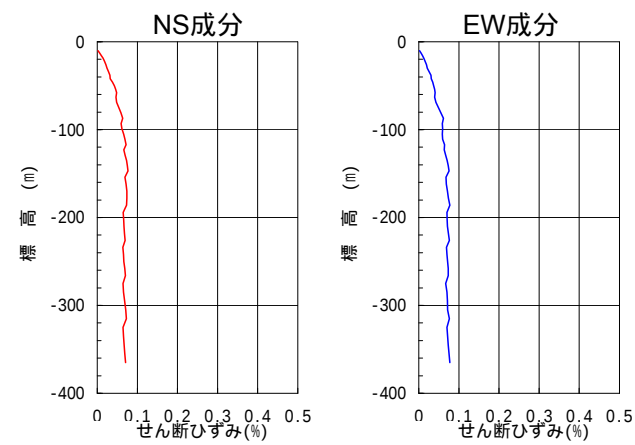
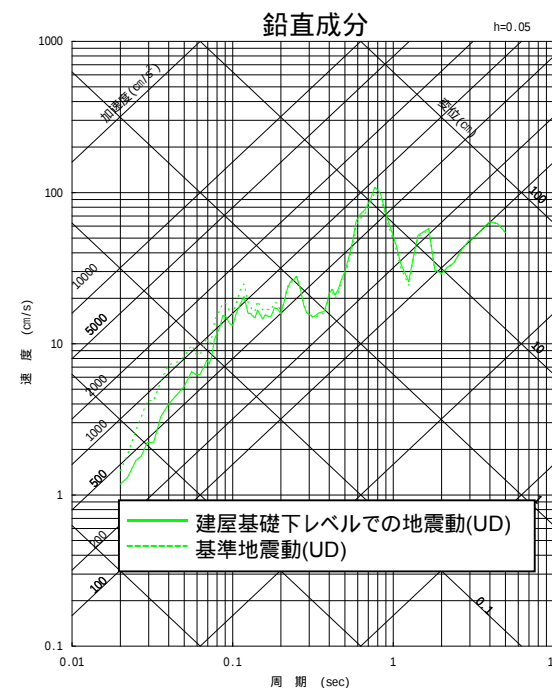
加速度時刻歴波形



最大加速度分布



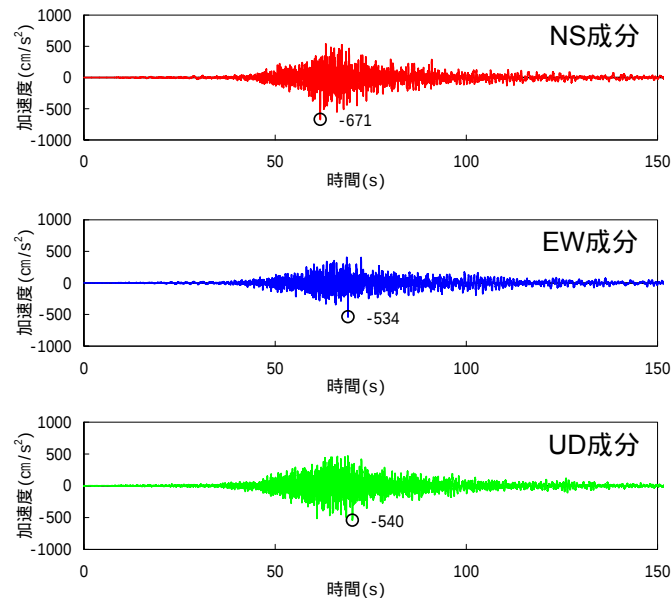
擬似速度応答スペクトル



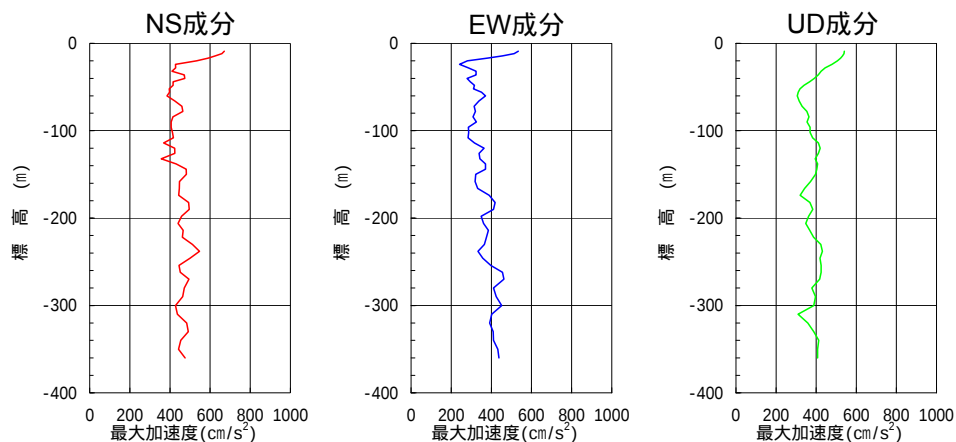
せん断ひずみ分布

3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価 基準地震動 S_s - 21

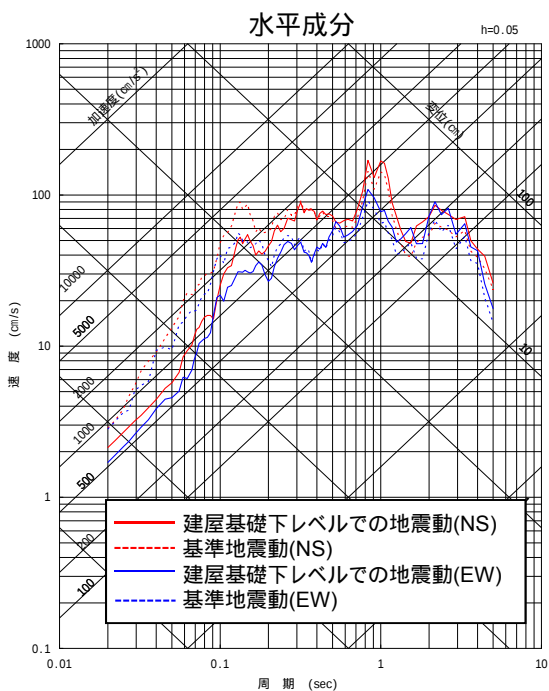
建屋基礎下レベルでの地震動
(基礎下E.L.-9.0m; 自由表面波)



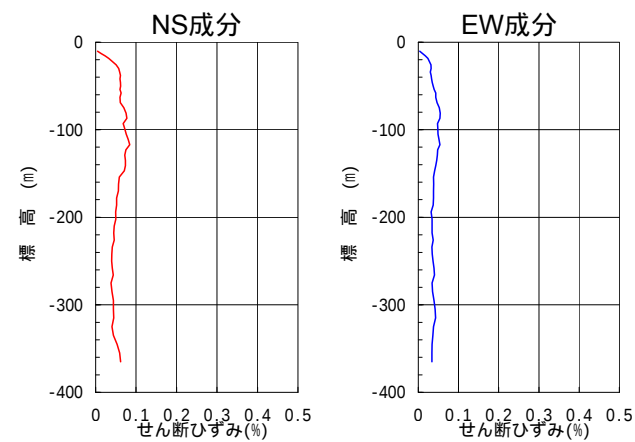
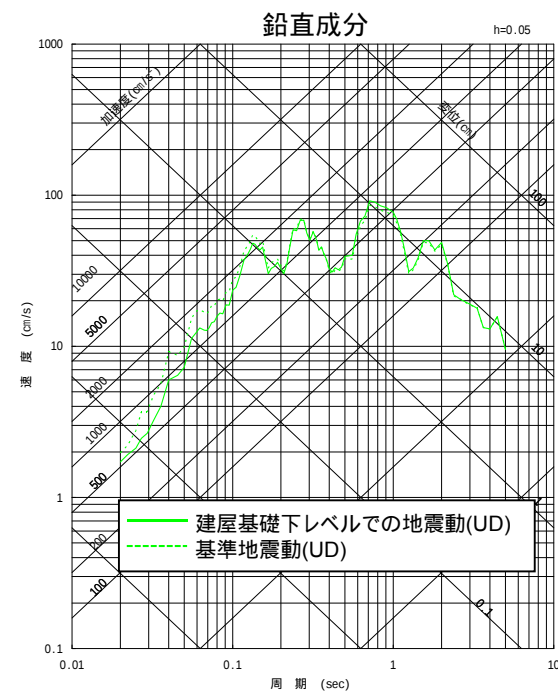
加速度時刻歴波形



最大加速度分布



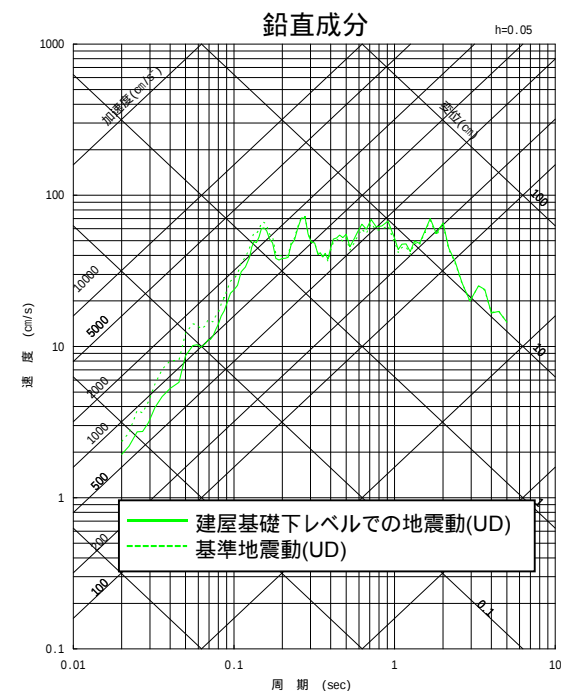
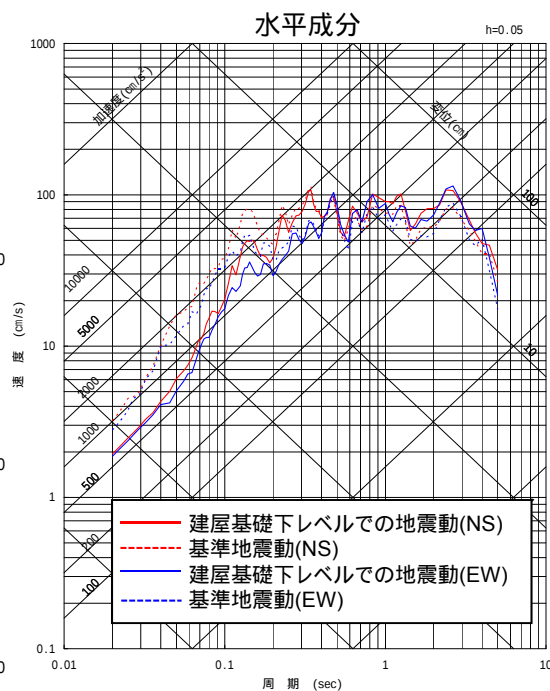
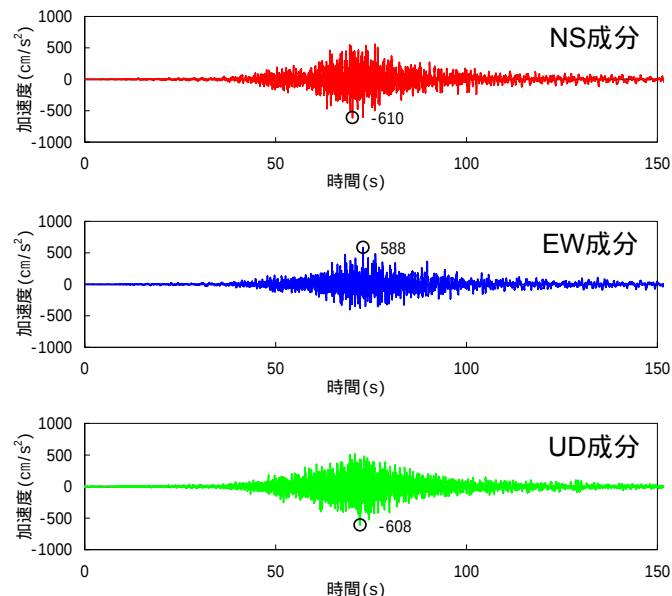
擬似速度応答スペクトル



せん断ひずみ分布

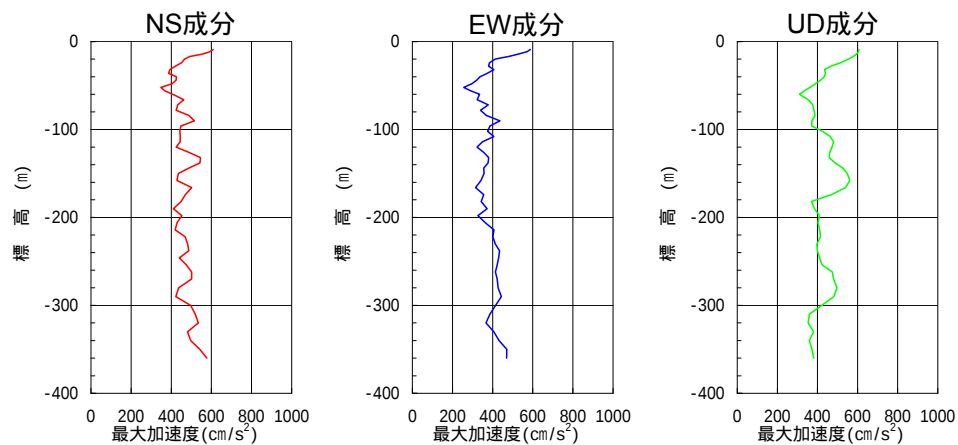
3. 建屋基礎下レベルでの地震動評価 基準地震動 S_s - 2.2

建屋基礎下レベルでの地震動
(基礎下E.L.-9.0m; 自由表面波)

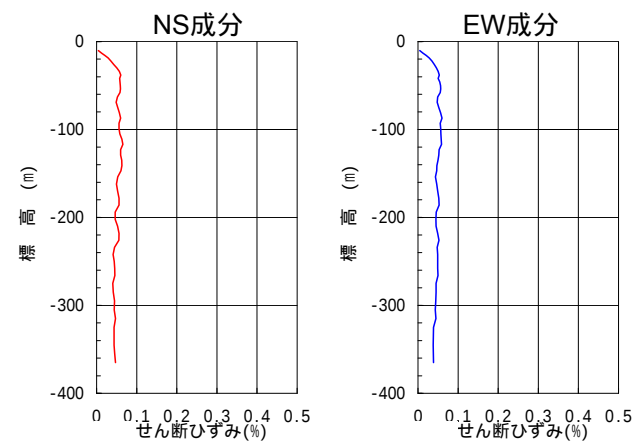


加速度時刻歴波形

擬似速度応答スペクトル



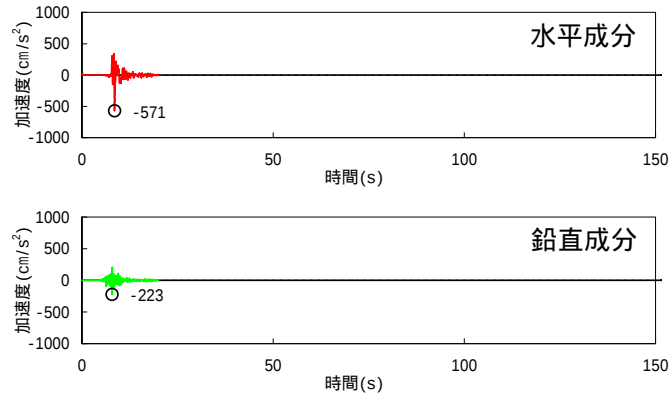
最大加速度分布



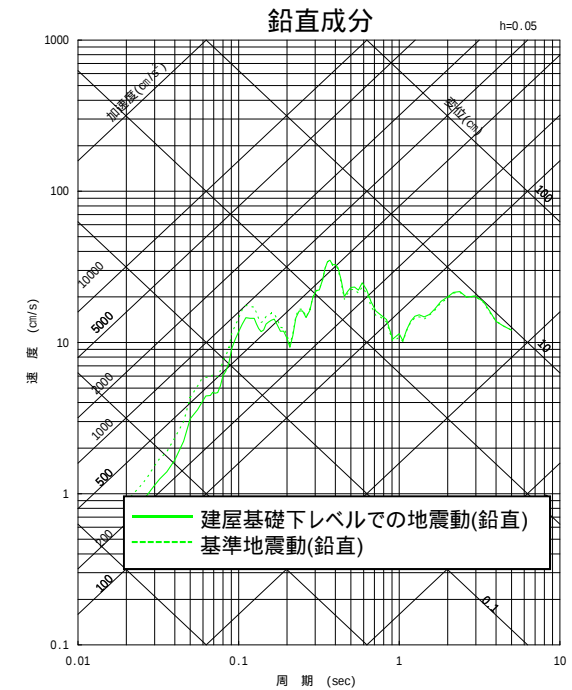
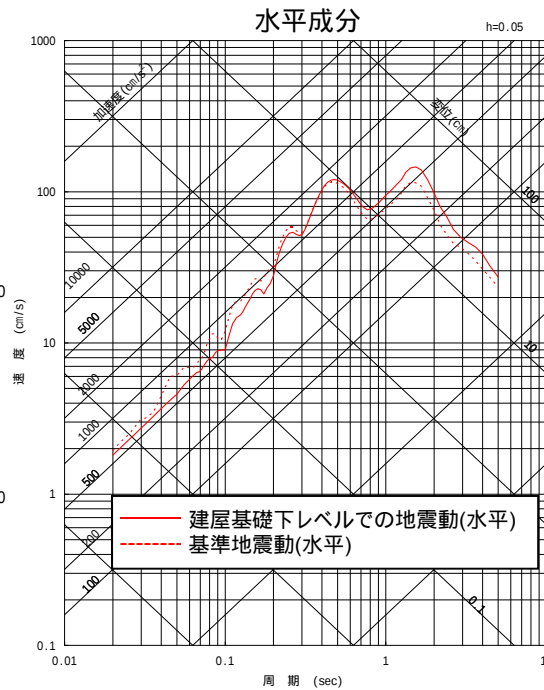
せん断ひずみ分布

基準地震動 S_s - 31

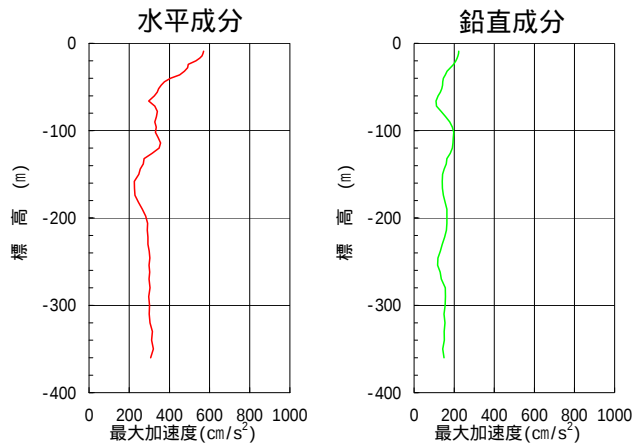
建屋基礎下レベルでの地震動
(基礎下E.L.-9.0m; 自由表面波)



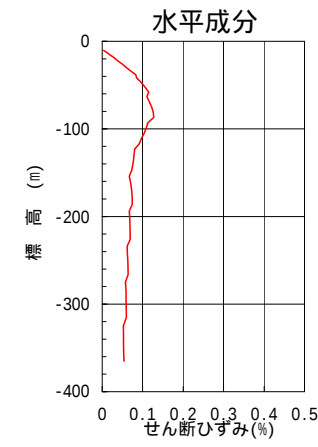
加速度時刻歴波形



擬似速度応答スペクトル



最大加速度分布



せん断ひずみ分布

5. まとめ

- 敷地の解放基盤表面が深いことを踏まえ、基準地震動に基づく原子炉建屋基礎下レベルでの地震動を等価線形解析により評価した。
- 地中の最大加速度分布は深部から浅部にかけて概ね一定の幅で変化しており、特異な増幅や減衰は見られないことを、本解析結果でも確認した。
- 基準地震動Ssと建屋基礎下レベルでの地震動の応答スペクトルを比較すると、短周期側では建屋基礎下レベルでの地震動がやや小さくなる一方、長周期側では同程度となっており、軟岩における一般的な傾向を示している。