

5. TVF 施設建家の地震応答計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	8
2.1 位置	8
2.2 構造概要	9
2.3 評価方針	15
2.4 準拠規格・基準	16
2.5 使用材料	16
3. 入力地震動	17
3.1 水平方向の入力地震動.....	17
3.2 鉛直方向の入力地震動.....	27
4. 解析モデル	32
4.1 水平方向の解析モデル.....	32
4.2 鉛直方向の解析モデル.....	41
5. 解析結果	44
5.1 固有値解析結果	44
5.2 地震応答解析結果.....	54
6. 基礎浮き上がりの検討.....	62
7. 評価結果	64

1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動(Ss)に対して、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟(以下「TVF 開発棟」という)が耐震余裕を有することを説明するものである。

廃止措置計画用設計地震動は、令和2年2月10日付け原規規発第2002103号をもって認可された「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」において策定した敷地の解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動とする。策定した廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトルを図1-1から図1-3に、時刻歴波形を図1-4から図1-6に示す。解放基盤表面は、S波速度が0.7 km/s以上であるT.P.*-303 m(G.L. -309 m)とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

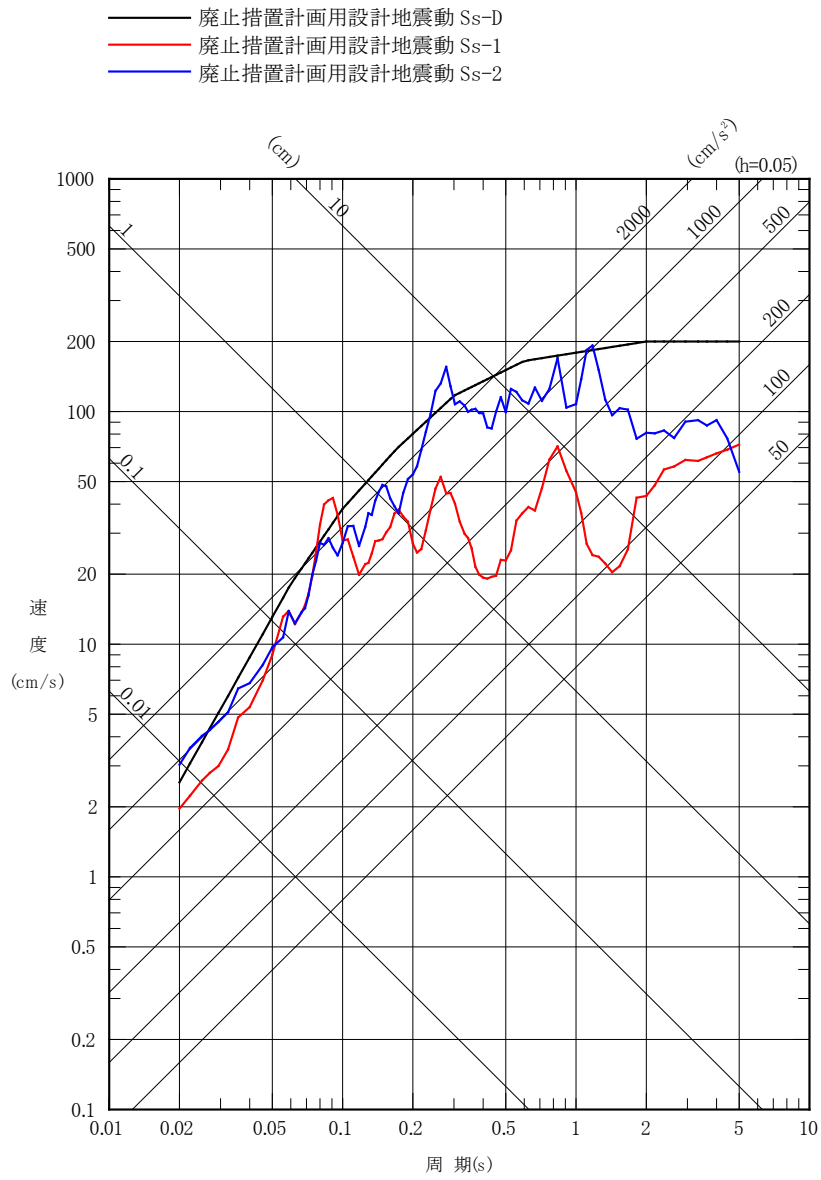


図 1-1 廃止措置計画用設計地震動(Ss)の応答スペクトル(NS 成分)

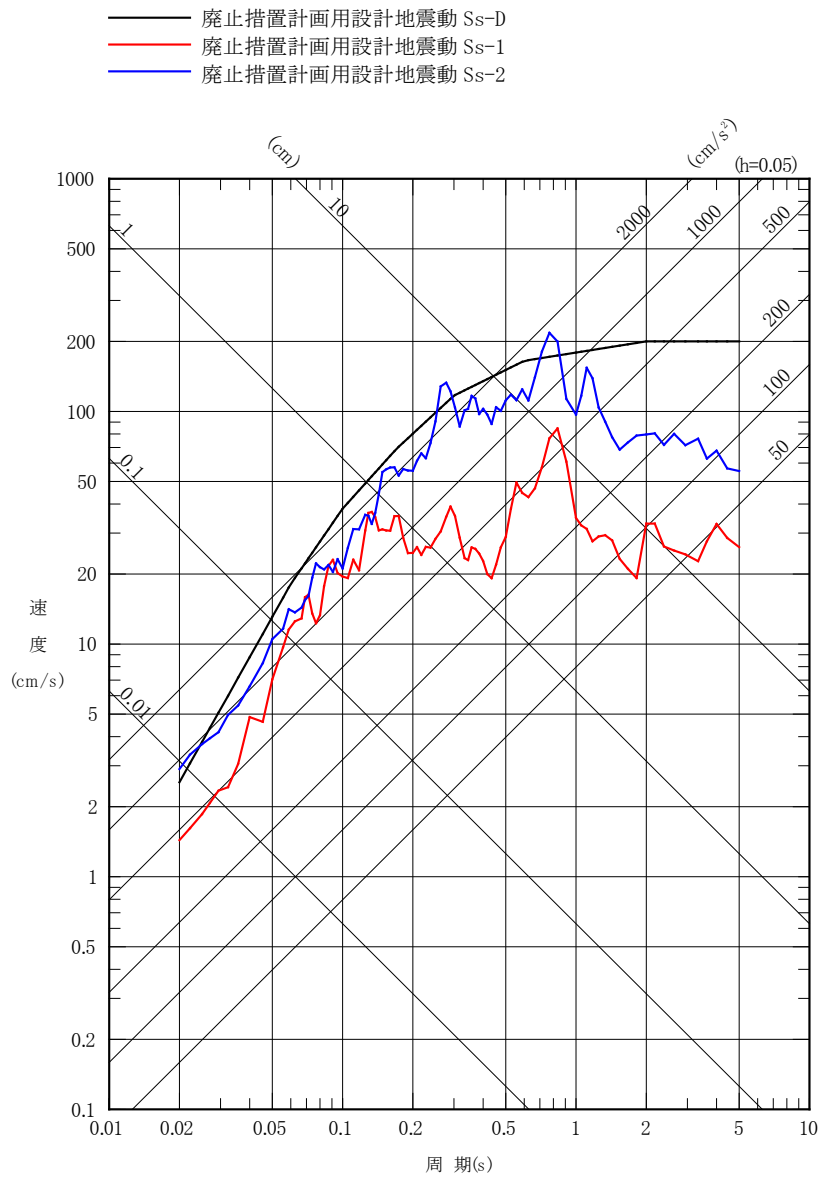


図 1-2 廃止措置計画用設計地震動(Ss)の応答スペクトル(EW成分)

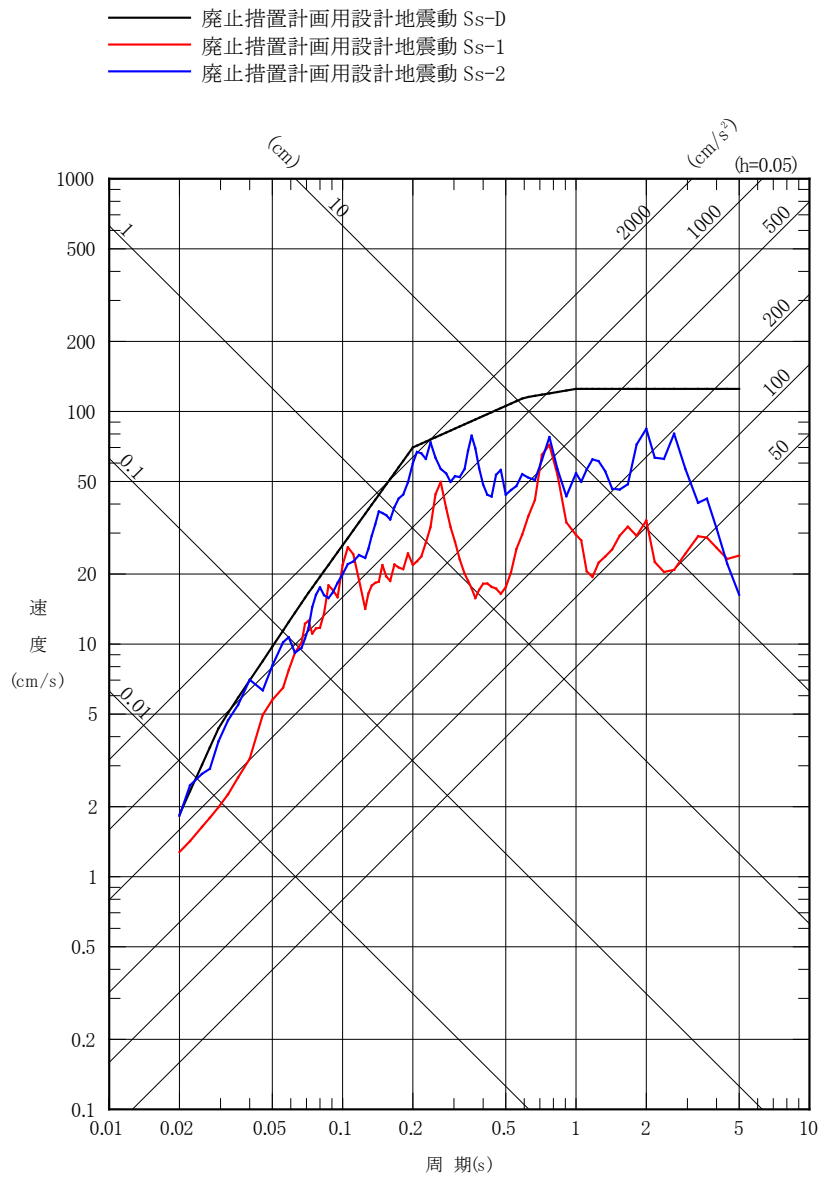
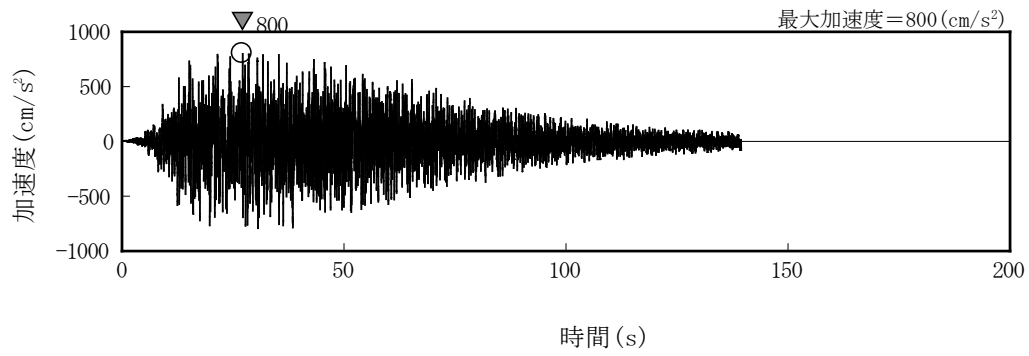
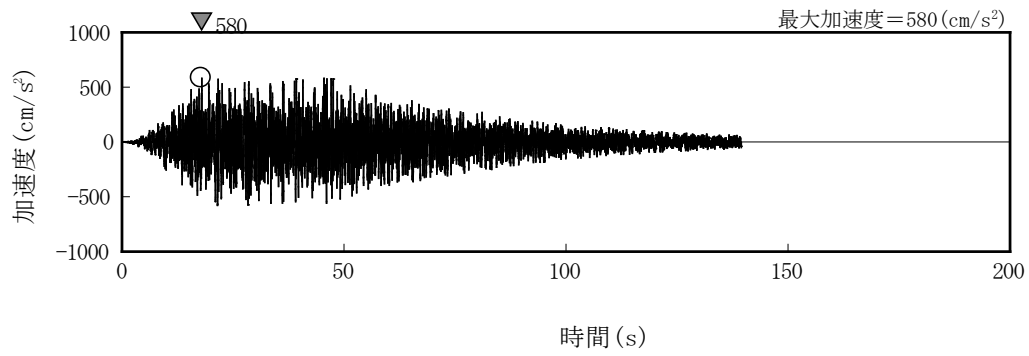


図 1-3 廃止措置計画用設計地震動(Ss)の応答スペクトル(UD成分)



(水平成分)



(鉛直成分)

図 1-4 廃止措置計画用設計地震動(Ss-D)の時刻歴波形

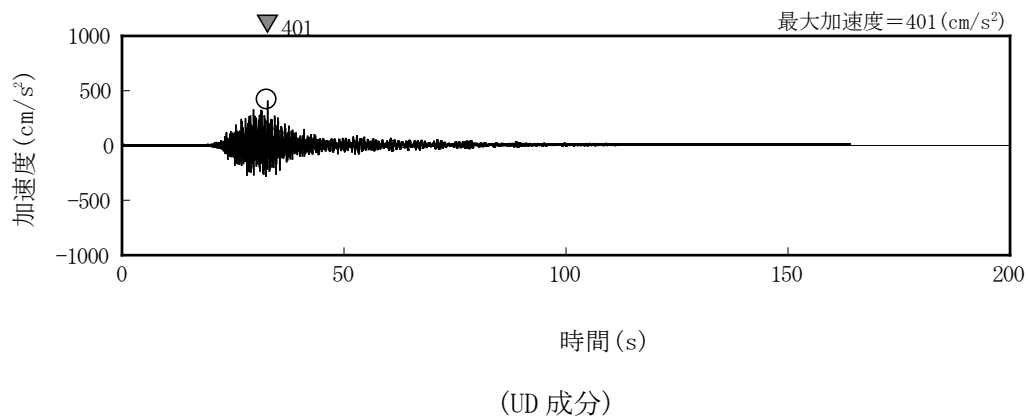
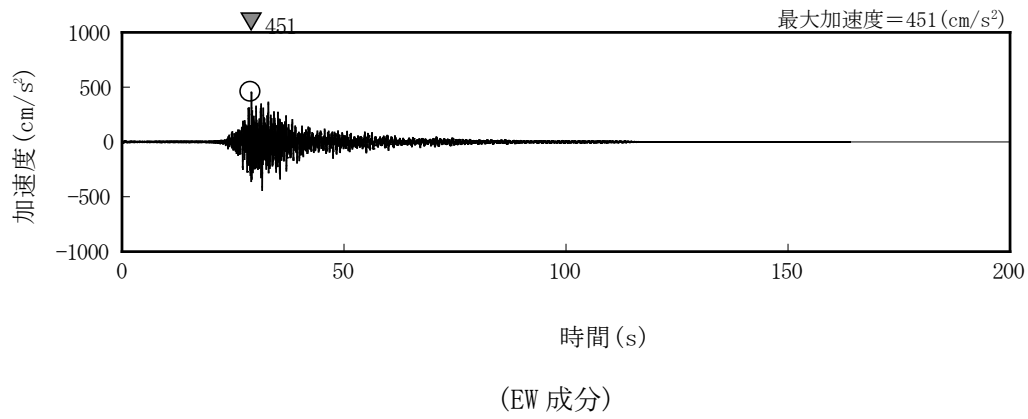
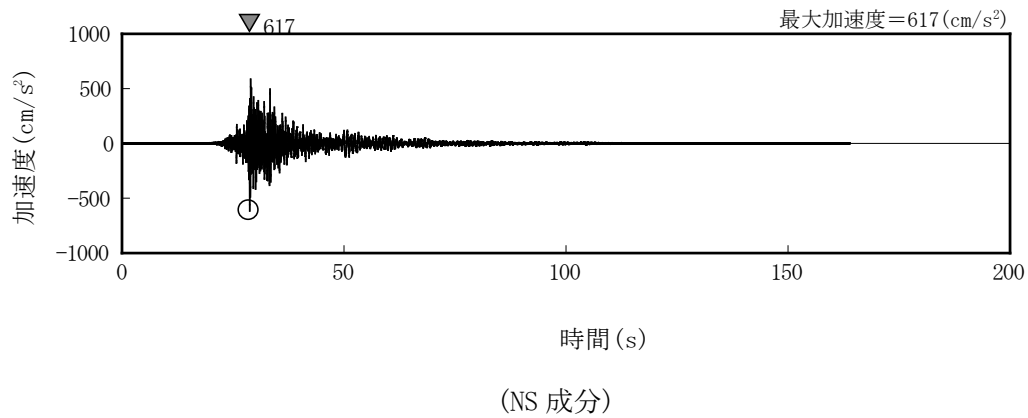


図 1-5 廃止措置計画用設計地震動(Ss-1)の時刻歴波形

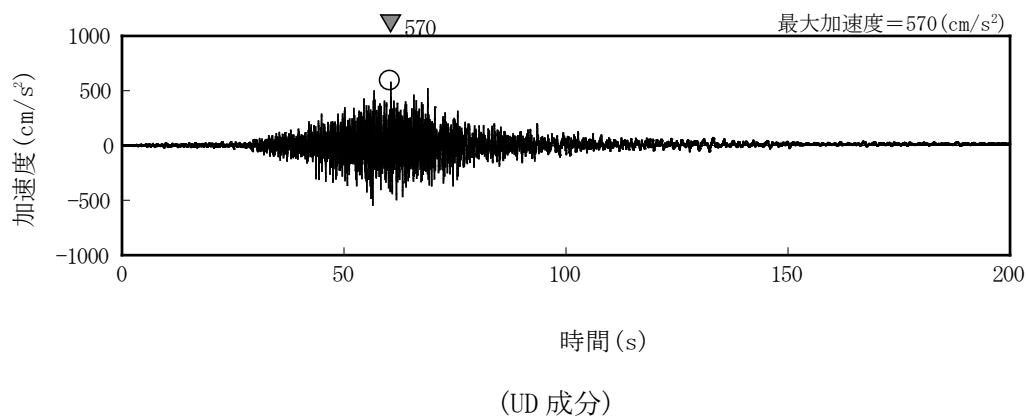
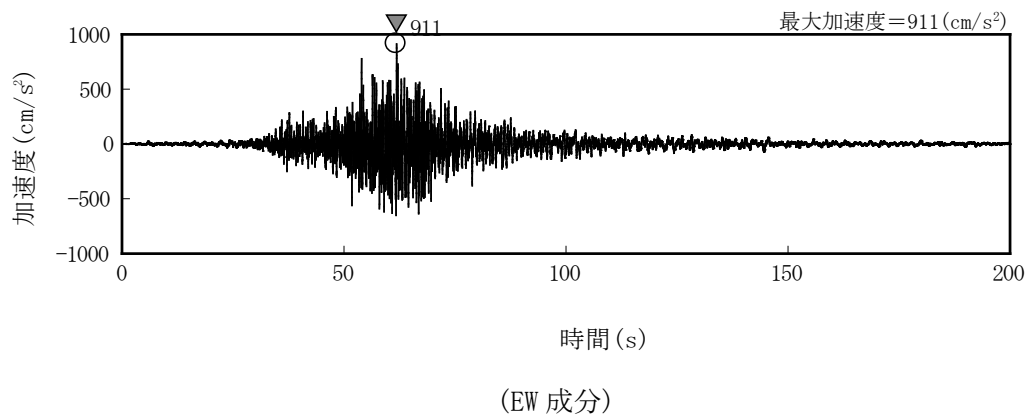
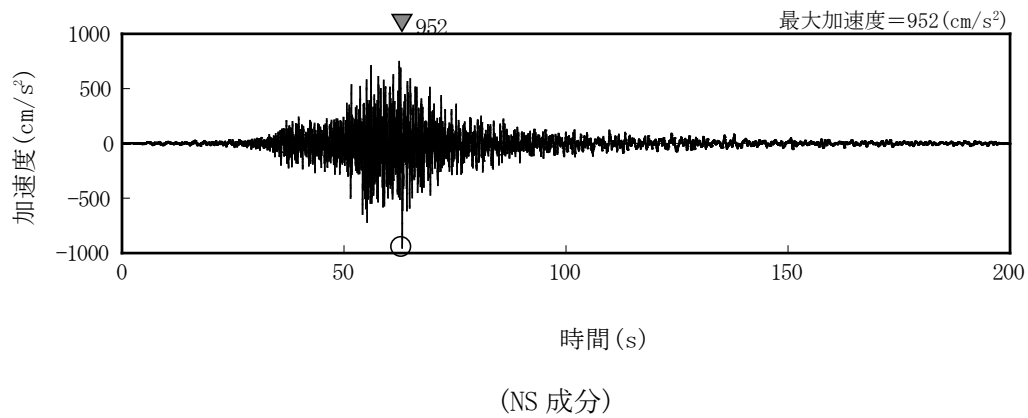


図 1-6 廃止措置計画用設計地震動(Ss-2)の時刻歴波形

2. 一般事項

2.1 位置

TVF 開発棟の位置を図 2-1 に示す。プラントノースと磁北方向の角度差は、 35.7° である。

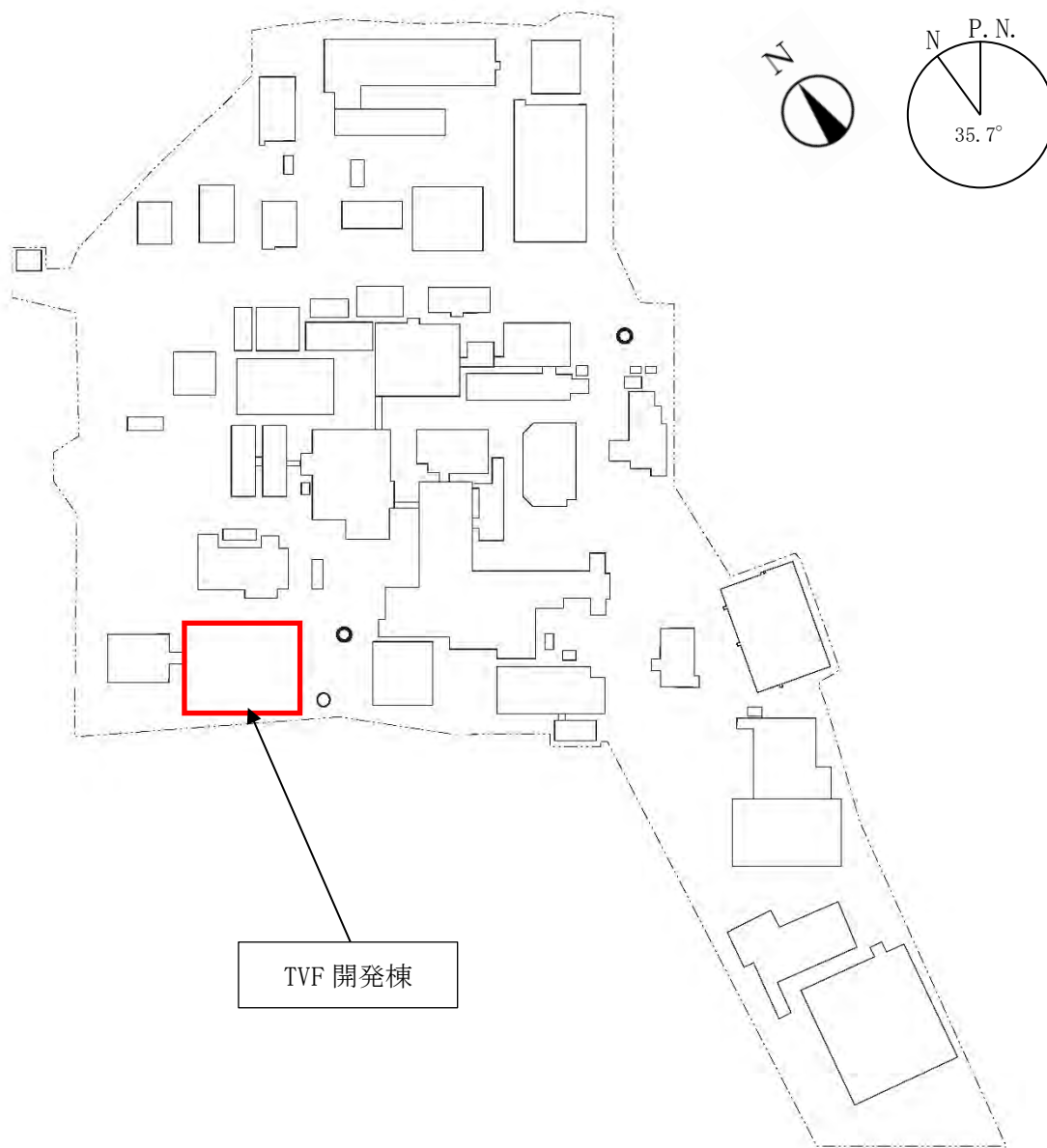


図 2-1 TVF 開発棟の位置

2.2 構造概要

TVF 開発棟は、平面形状が [] の長方形を成しており、地上高さ [] の鉄骨鉄筋コンクリート造の建家である。基礎は、べた基礎とし、支持地盤である新第三系鮮新統の久米層に設置されている。建家の代表的な平面図及び断面図を図 2-2 から図 2-5 に、支持地盤(久米層)の等高線図及び断面図を図 2-6 から図 2-8 に示す。



図 2-2 TVF 開発棟平面図 (地下 2 階)

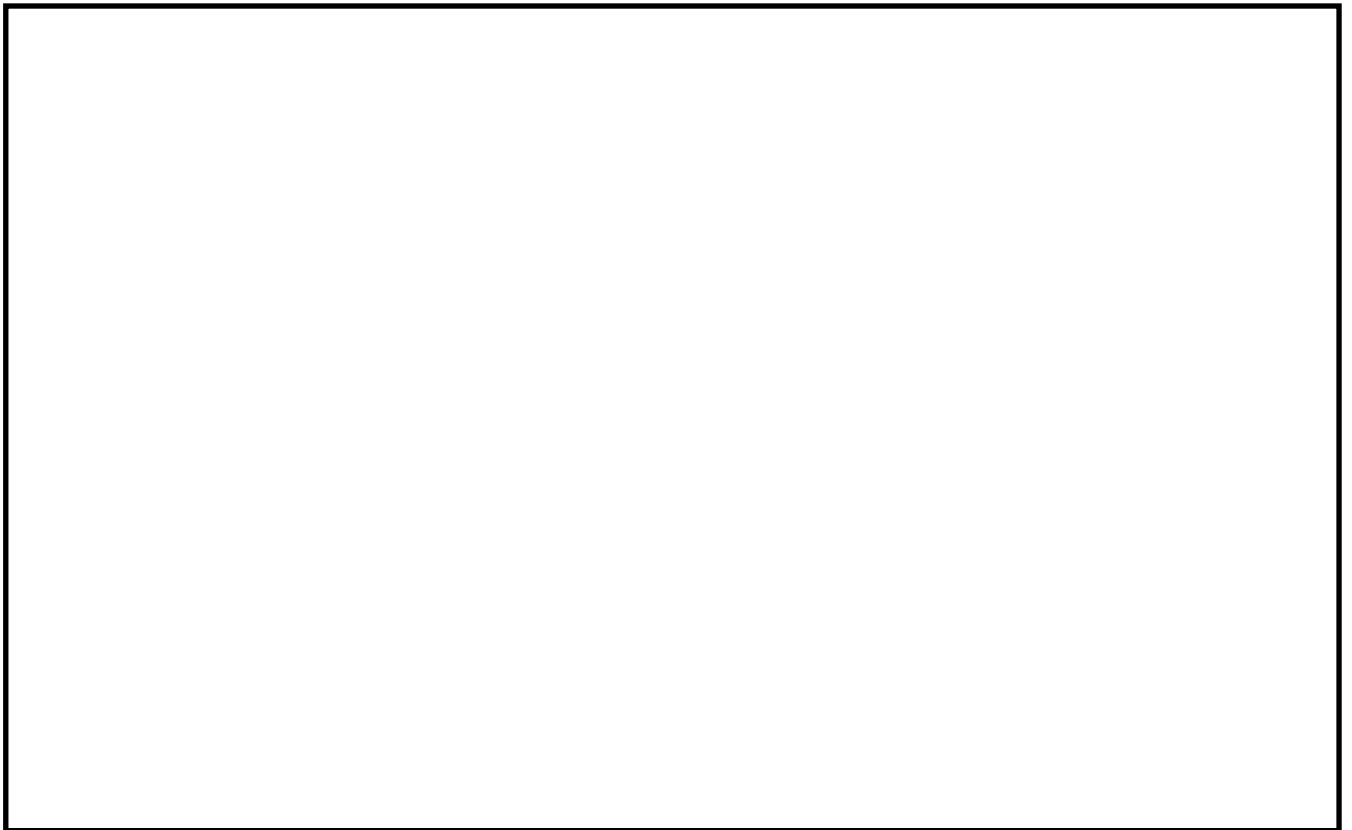


図 2-3 TVF 開発棟平面図 (3 階)

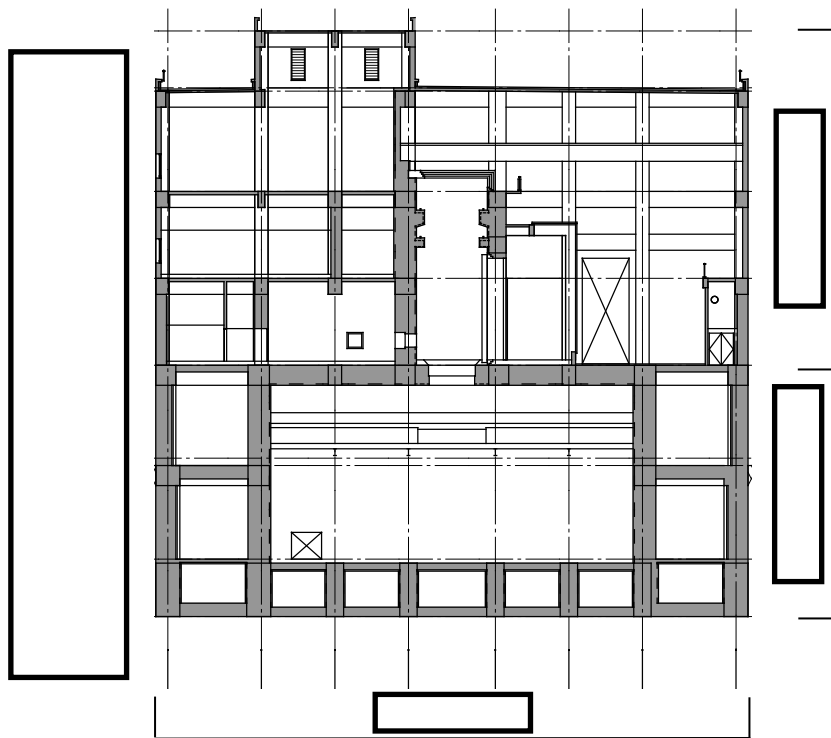


図 2-4 TVF 開発棟断面図 (NS 断面)

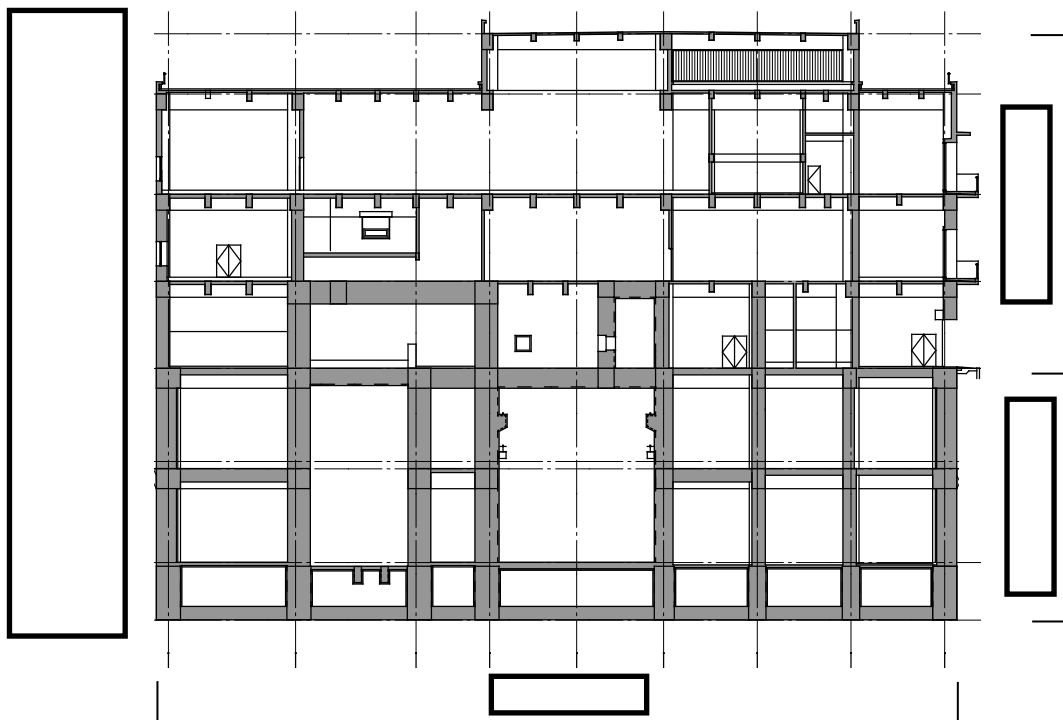


図 2-5 TVF 開発棟断面図 (EW 断面)

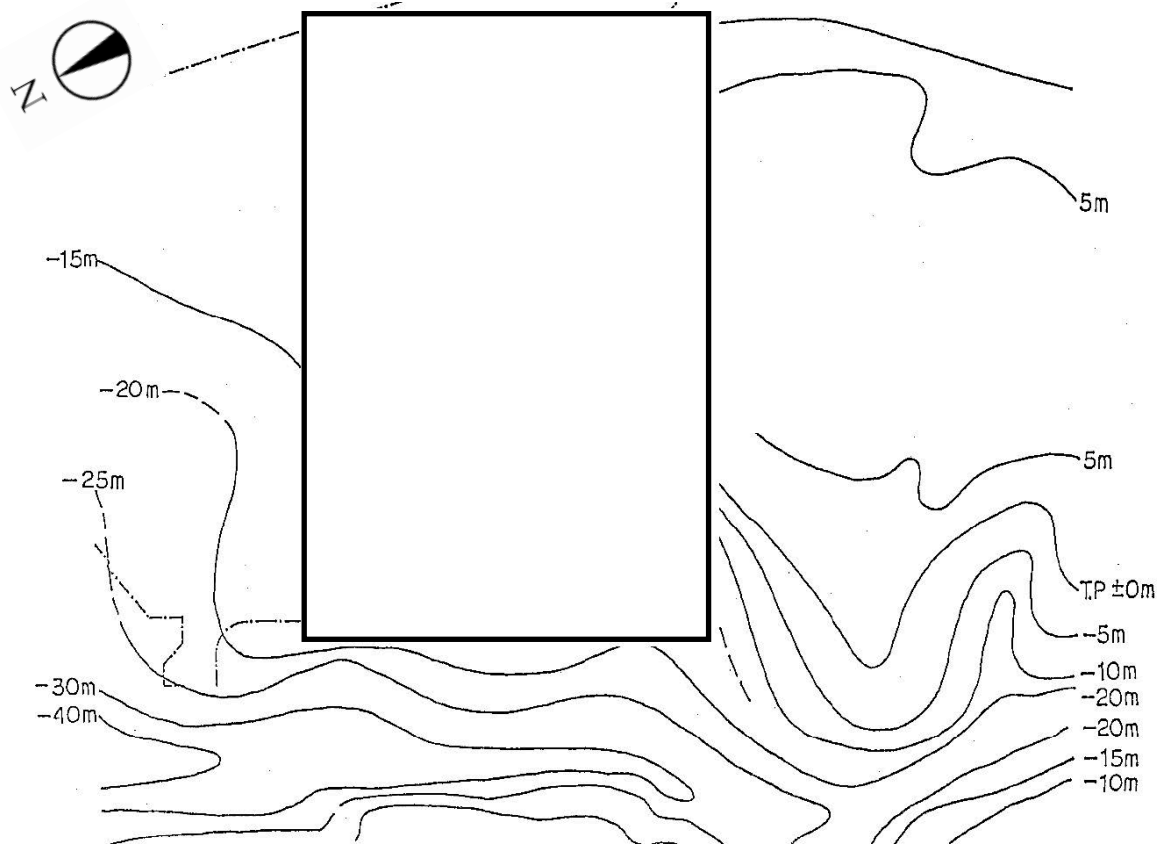
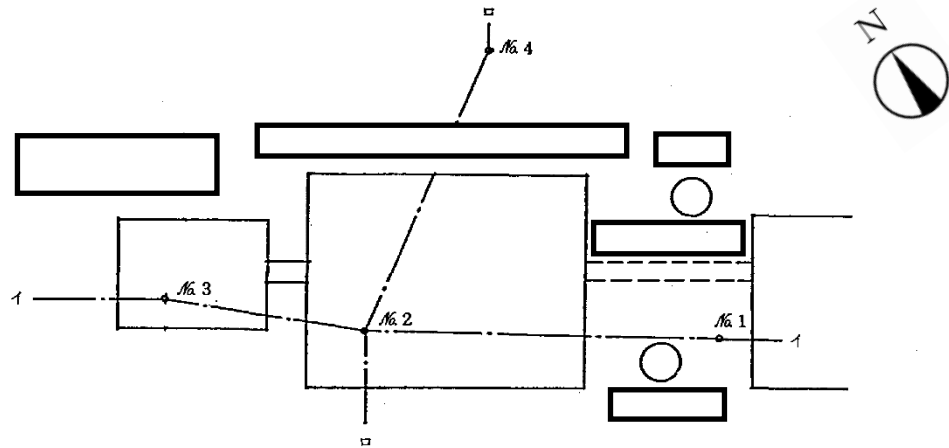


図 2-6 支持地盤(久米層)の等高線図



ボーリング位置図

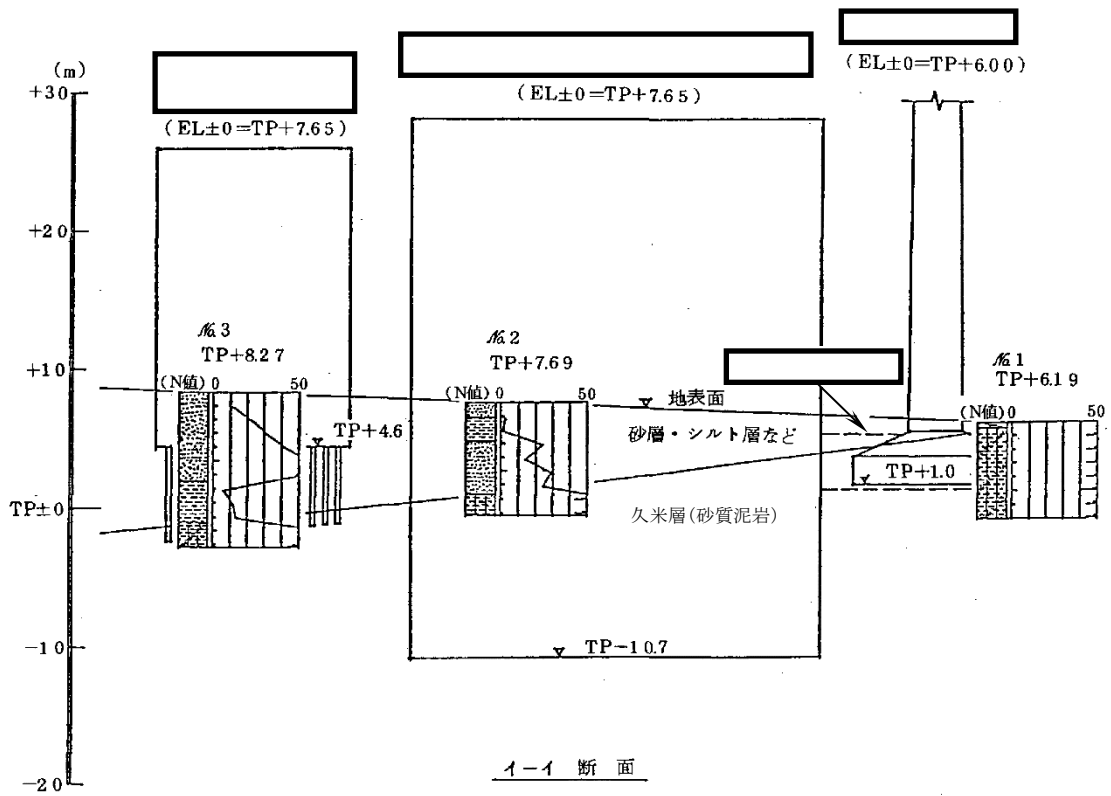


図 2-7 支持層(久米層)の断面図 (その 1)

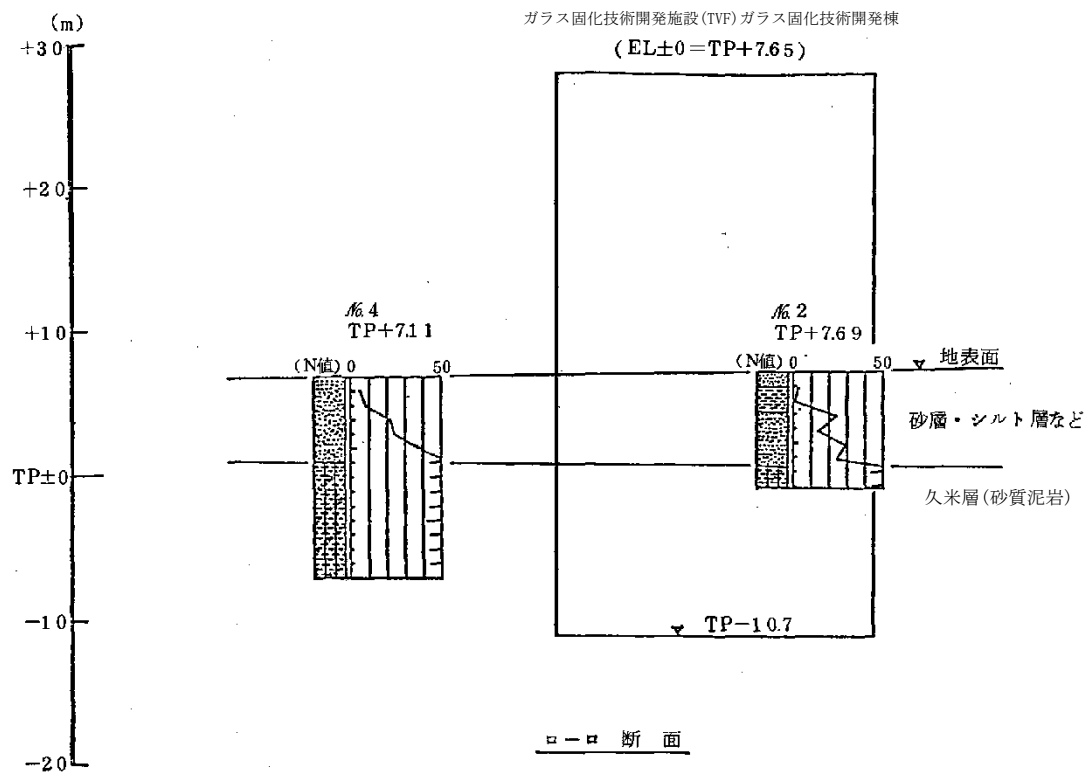


図 2-8 支持層(久米層)の断面図 (その 2)

2.3 評価方針

TVF 開発棟の評価は、廃止措置計画用設計地震動(S_s)による地震応答解析の結果に基づき実施する。

地震応答解析は、建物・構築物の形状、構造特性等を考慮した質点系の解析モデルを水平(NS, EW)方向及び鉛直(UD)方向ごとに設定し実施する。

評価は、耐震壁に生じるせん断ひずみ及び接地圧を算出し、評価基準値を超えないことを確認する。

なお、接地率を算出し、基礎浮き上がりの評価法の適用範囲内であることを確認する。

地震応答解析による応答値は、建物・構築物及び機器・配管系の耐震評価における入力地震動又は入力地震力として用いる。

TVF 開発棟の評価フローを図 2-9 に示す。

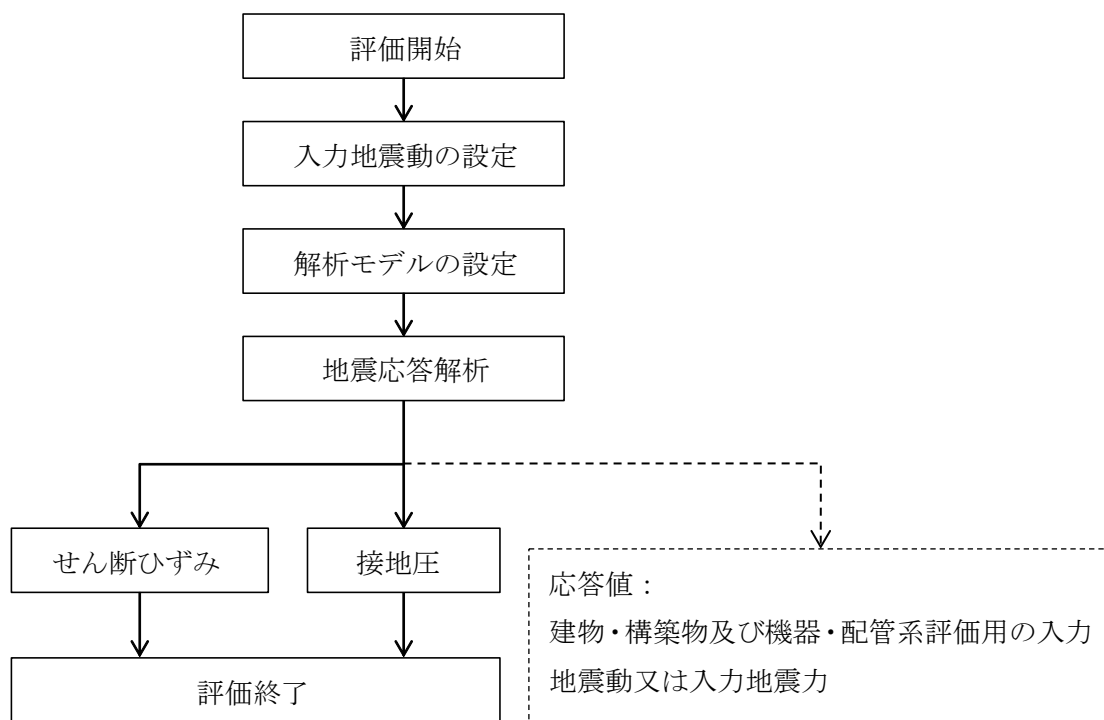


図 2-9 TVF 開発棟の評価フロー

2.4 準拠規格・基準

TVF 開発棟の地震応答解析において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601(日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601(日本電気協会)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(日本建築学会)
- ・ 建築基礎構造設計指針(日本建築学会)

2.5 使用材料

地震応答解析に用いるコンクリートの材料定数を表 2-1 に示す。

表 2-1 コンクリートの材料定数

対象	設計基準強度 Fc (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
建家	22.1	2.20×10^4	0.2

3. 入力地震動

3.1 水平方向の入力地震動

水平方向の入力地震動は、廃止措置計画用設計地震動(Ss)を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した建家の基礎底面及び側面地盤ばね位置での応答波とする。

廃止措置計画用設計地震動のうち、NS 及び EW 方向で個別の地震動が定義されている Ss-1 及び Ss-2 については、解放基盤表面への入力前に建家座標系に方位変換する。

算定に用いる地盤モデルは、当該敷地の地層等を考慮して設定された水平成層地盤とし、等価線形化法により地盤の非線形性を考慮する。

水平方向の入力地震動算定の概要を図 3-1 に、地盤の物性値を表 3-1 に、動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を図 3-2 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake(株式会社ニュージェック)」である。

廃止措置計画用設計地震動(Ss)による地盤の地震応答解析結果を図 3-3 から図 3-7 に、建家の基礎底面位置における水平方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-8 から図 3-10 に示す。

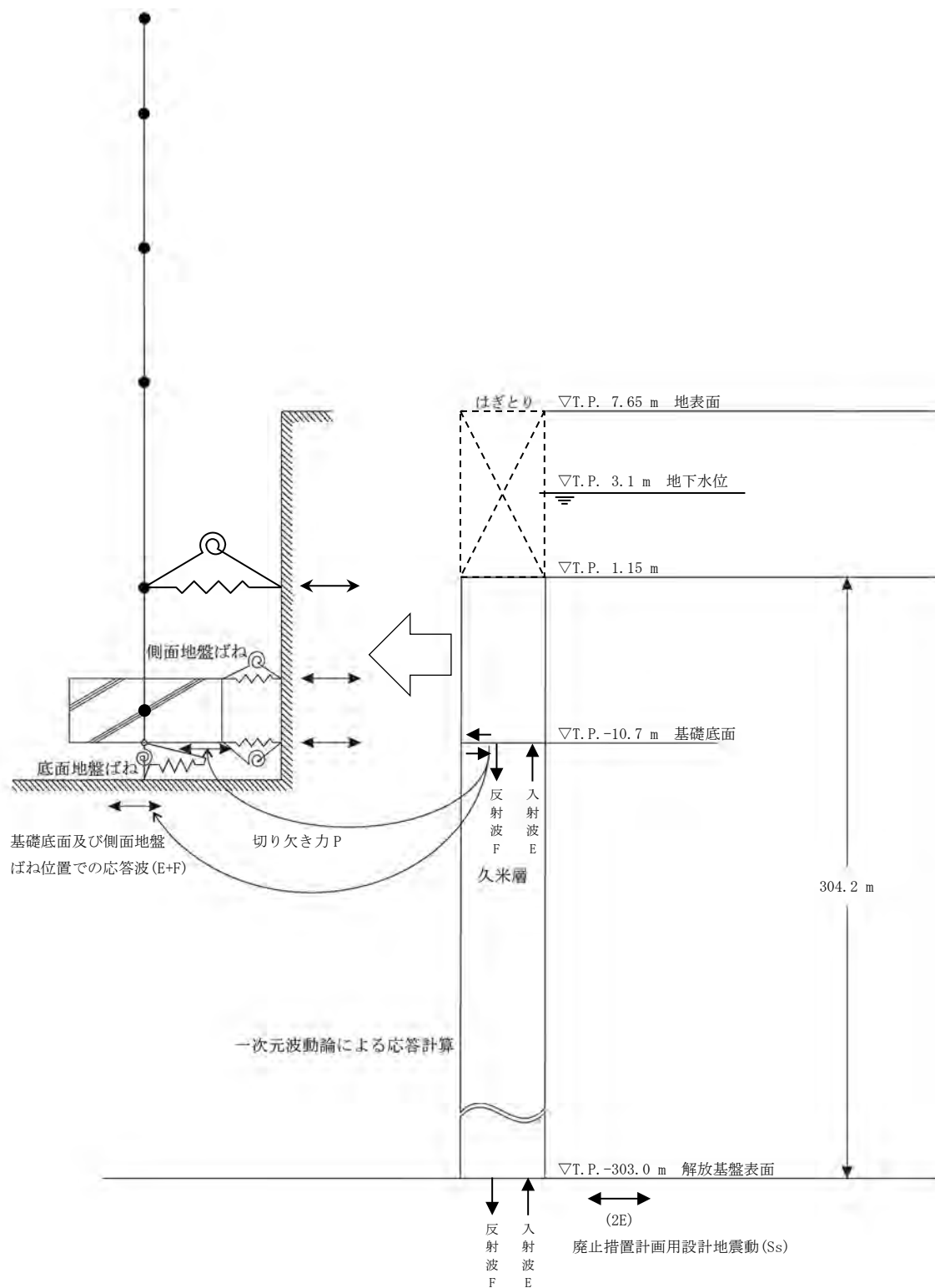
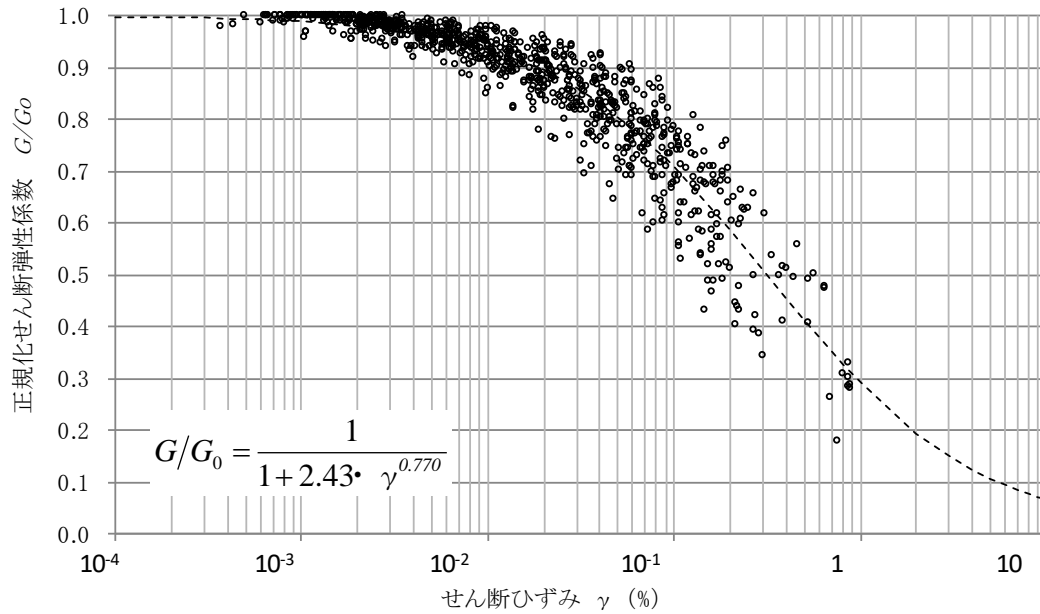


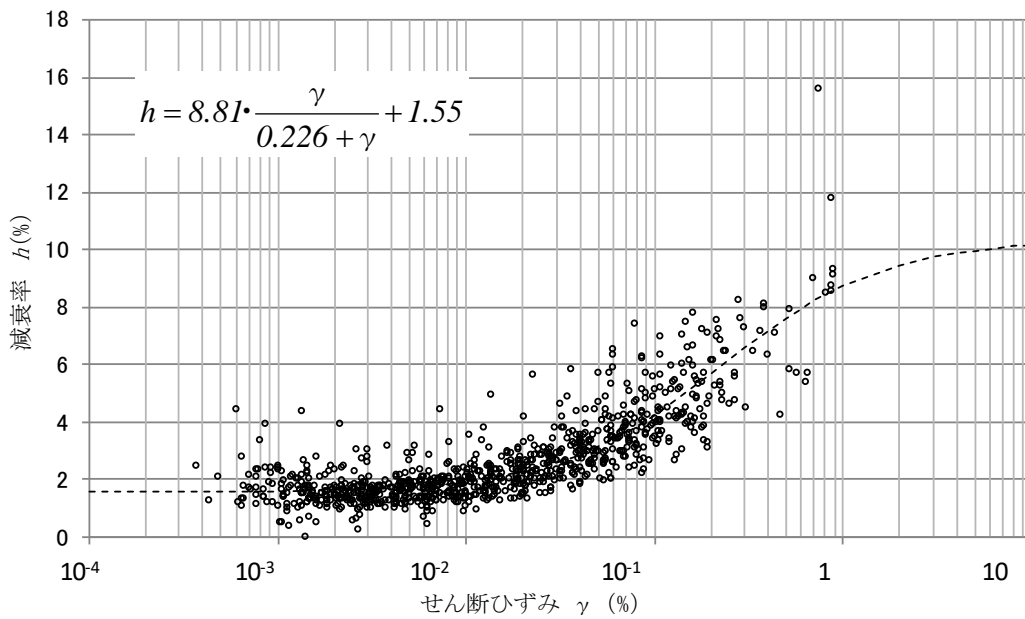
図 3-1 入力地震動算定の概要(水平方向)

表 3-1 地盤の物性値

標高 T. P. (m)	地質名	地層 分類	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	動ポア ソン比 ν_d	動せん断 弾性係数 G ₀ (MN/m ²)
1.15					
-10.0	久米層	Km1	1.77	0.455	427
-62.0		Km2	1.77	0.451	466
-92.0		Km3	1.77	0.447	515
-118.0		Km4	1.77	0.444	549
-169.0		Km5	1.77	0.440	596
-215.0		Km6	1.77	0.436	655
-261.0		Km7	1.77	0.431	711
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426
	解放基盤		1.77	0.417	867



(a) 動せん断弾性係数



(b) 減衰定数

図 3-2 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性(久米層)

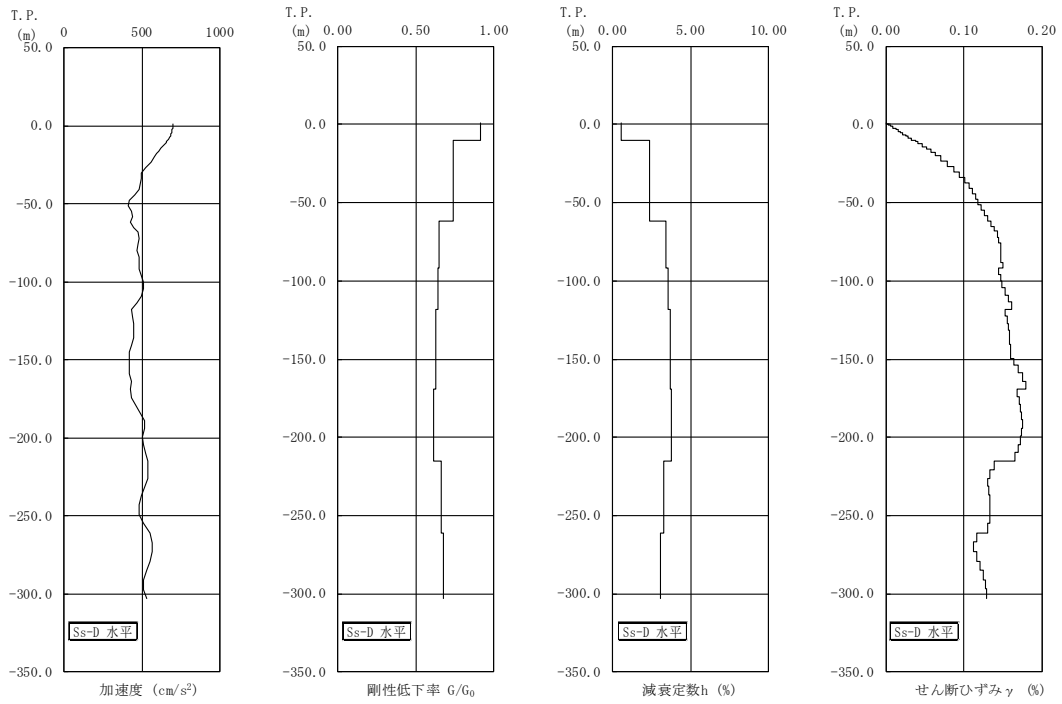


図 3-3 地盤の地震応答解析結果(水平方向, Ss-D)

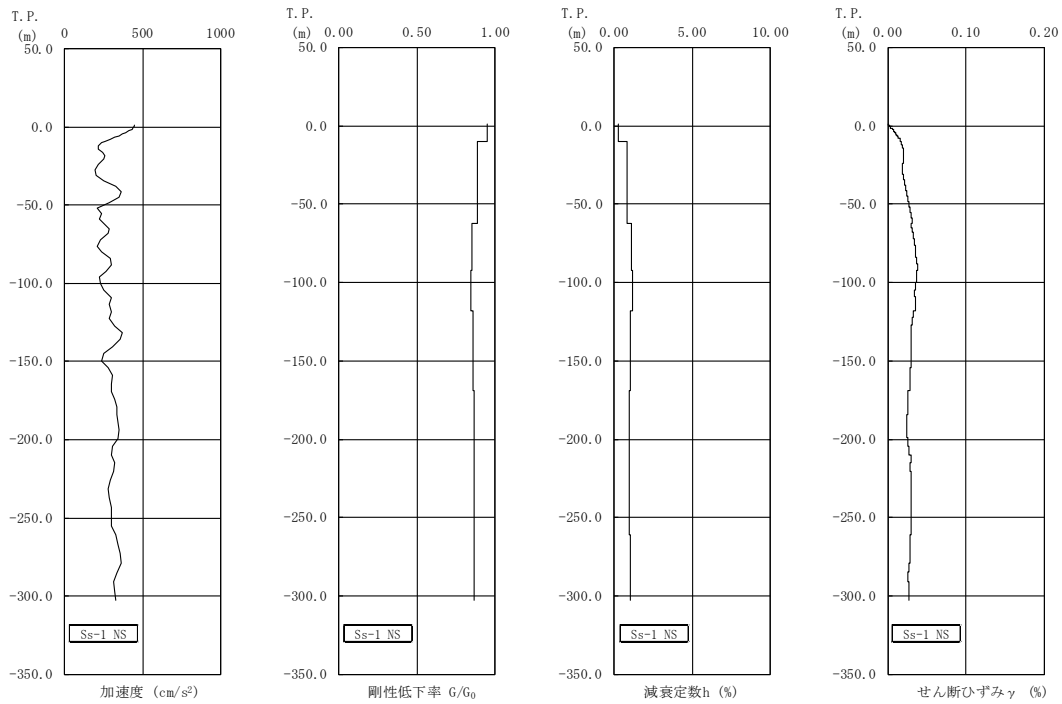


図 3-4 地盤の地震応答解析結果(NS 方向, Ss-1)

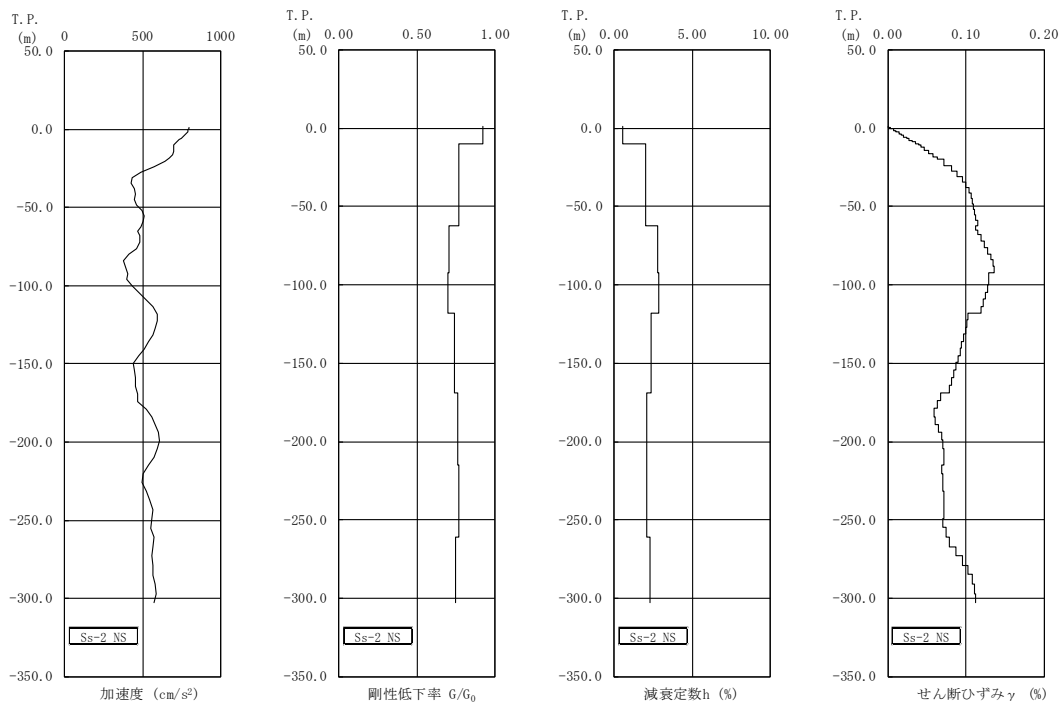


図 3-5 地盤の地震応答解析結果(NS 方向, Ss-2)

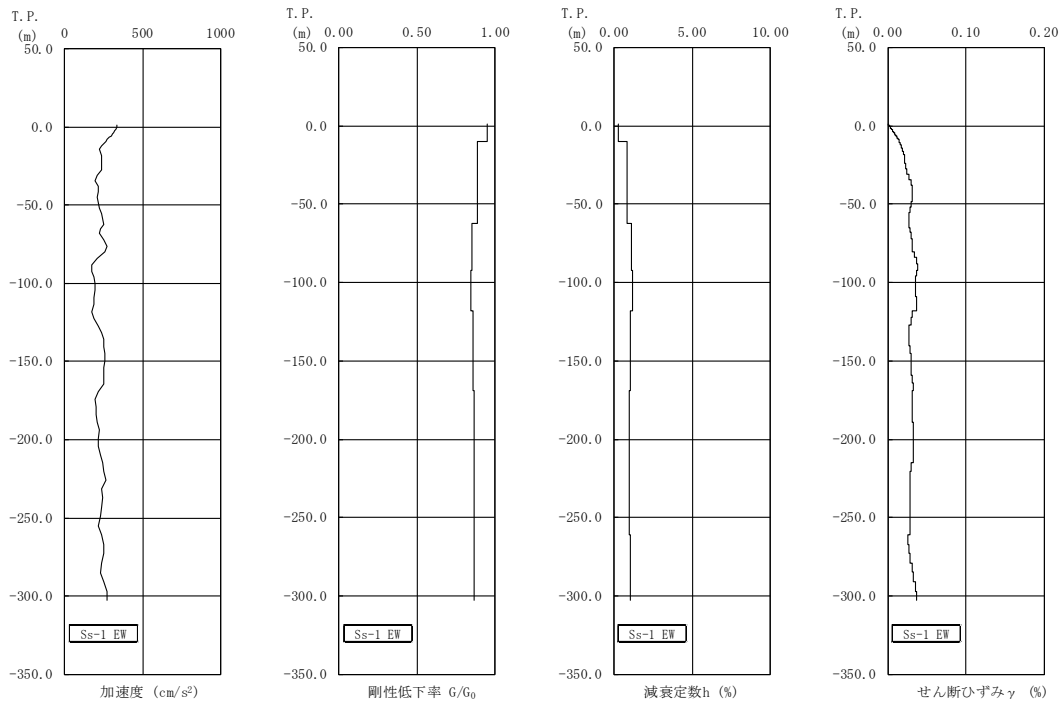


図 3-6 地盤の地震応答解析結果(EW 方向, Ss-1)

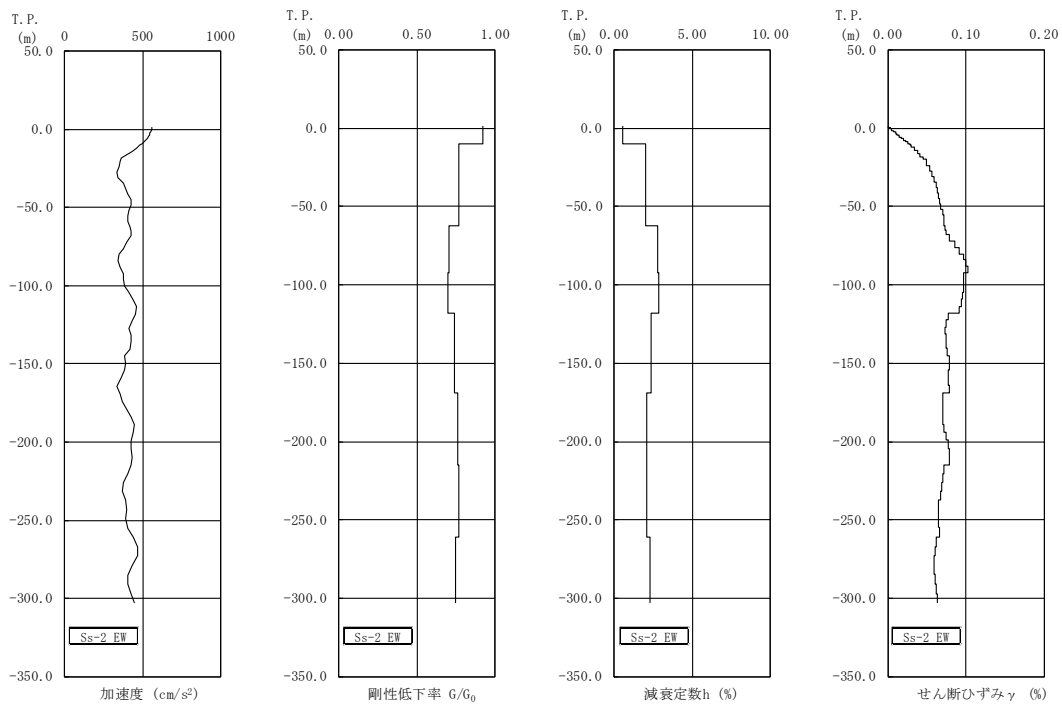


図 3-7 地盤の地震応答解析結果(EW 方向, Ss-2)

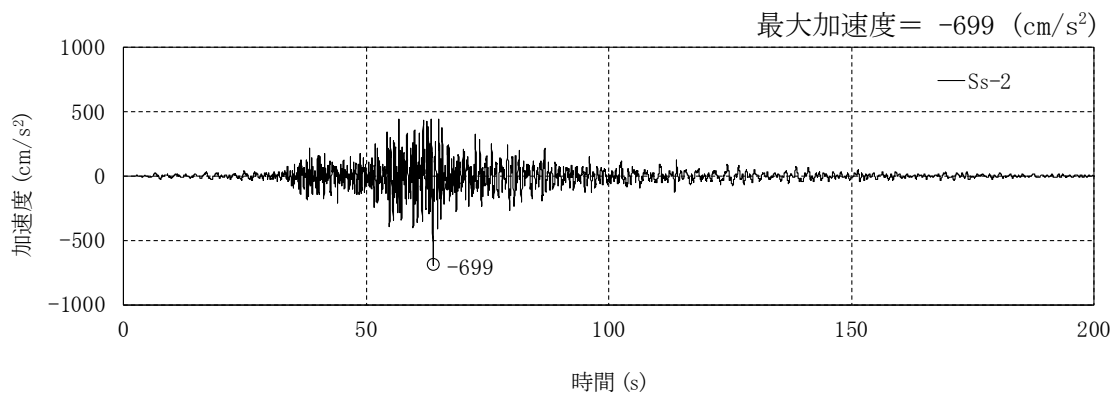
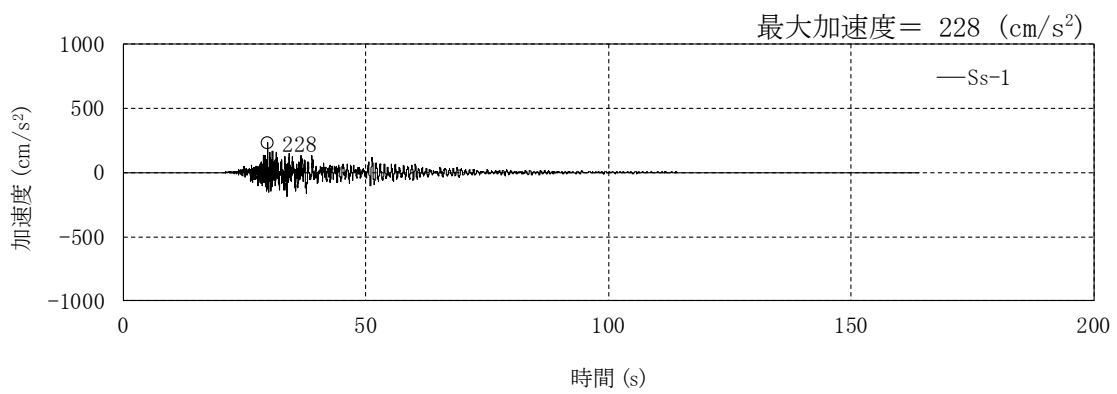
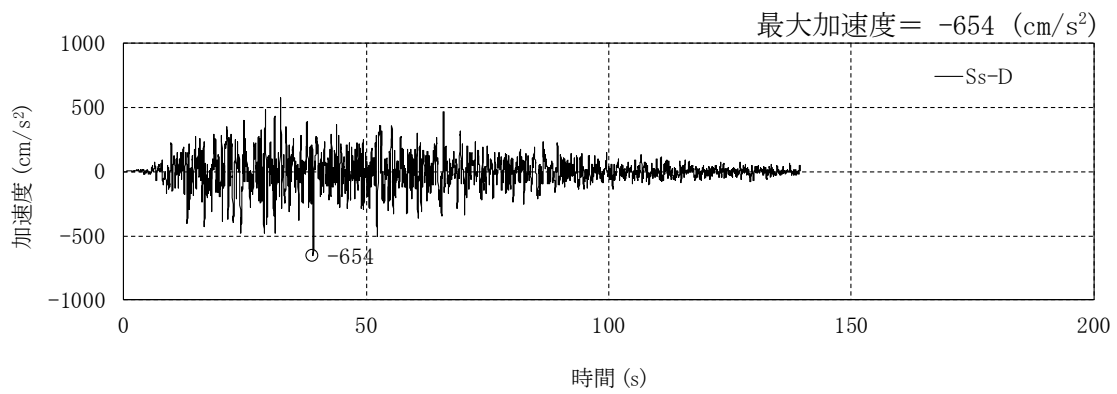


図 3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形(NS 方向, Ss, 基礎底面位置)

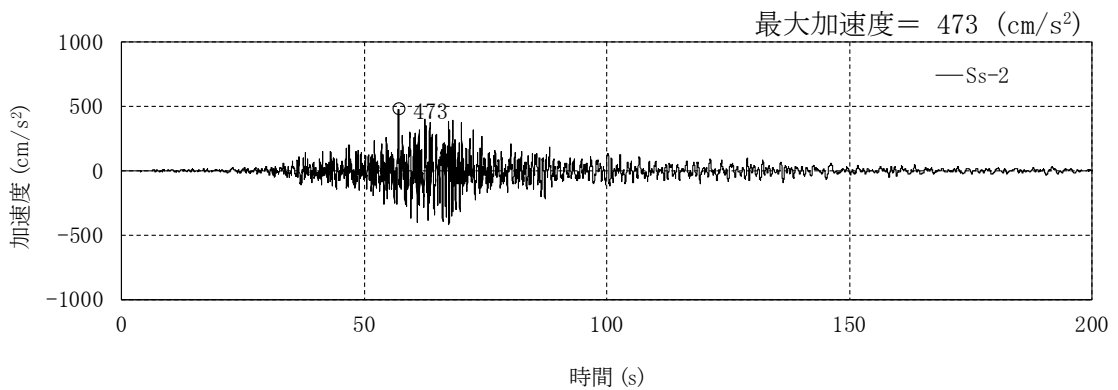
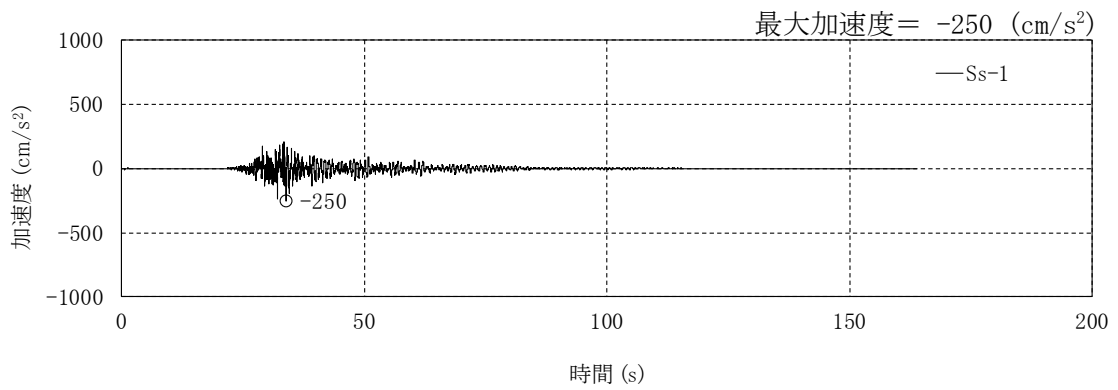
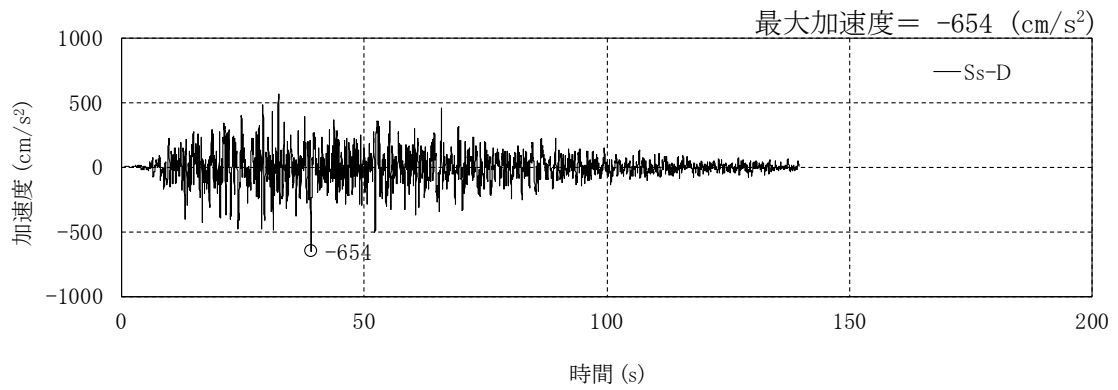
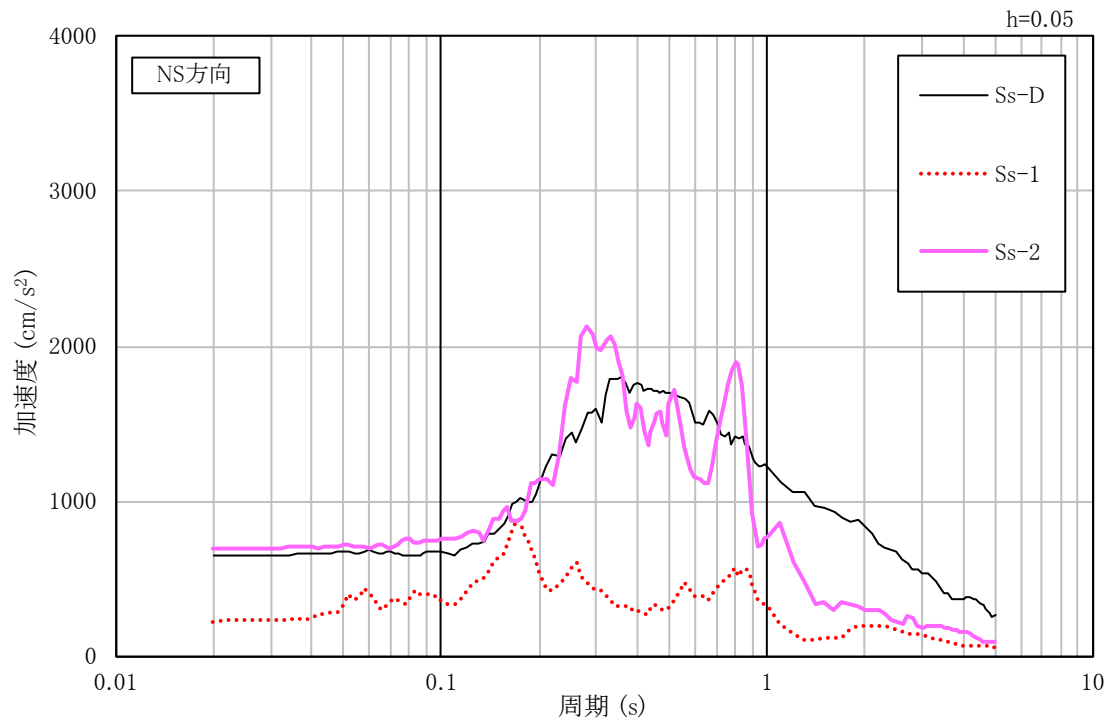
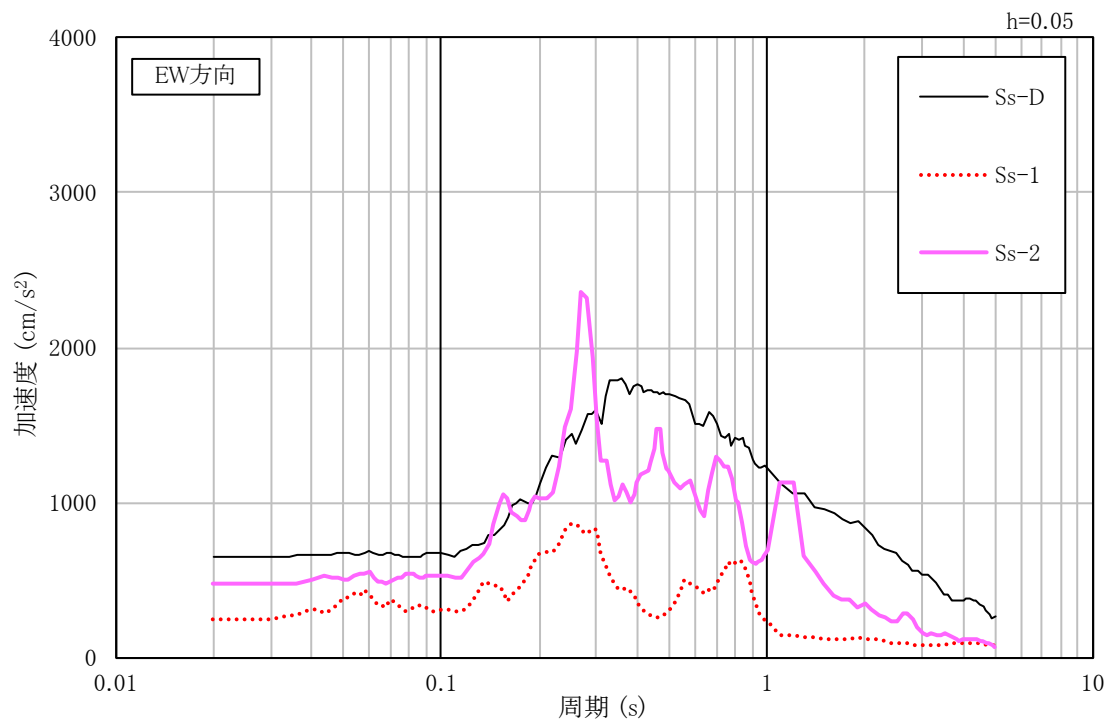


図 3-9 入力地震動の加速度時刻歴波形(EW 方向, Ss, 基礎底面位置)



(a)NS 方向



(b)EW 方向

図 3-10 入力地震動の加速度応答スペクトル(水平方向, Ss, 基礎底面位置)

3.2 鉛直方向の入力地震動

鉛直方向の入力地震動は、廃止措置計画用設計地震動(S_s)を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した建家の基礎底面位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、水平方向の入力地震動の算定において設定された物性値に基づき、基礎底面位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルとする。

鉛直方向の入力地震動算定の概要を図 3-11 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake(株式会社ニュージェック)」である。

廃止措置計画用設計地震動(S_s)による地盤の地震応答解析結果を図 3-12 に、建家の基礎底面位置における鉛直方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-13 及び図 3-14 に示す。

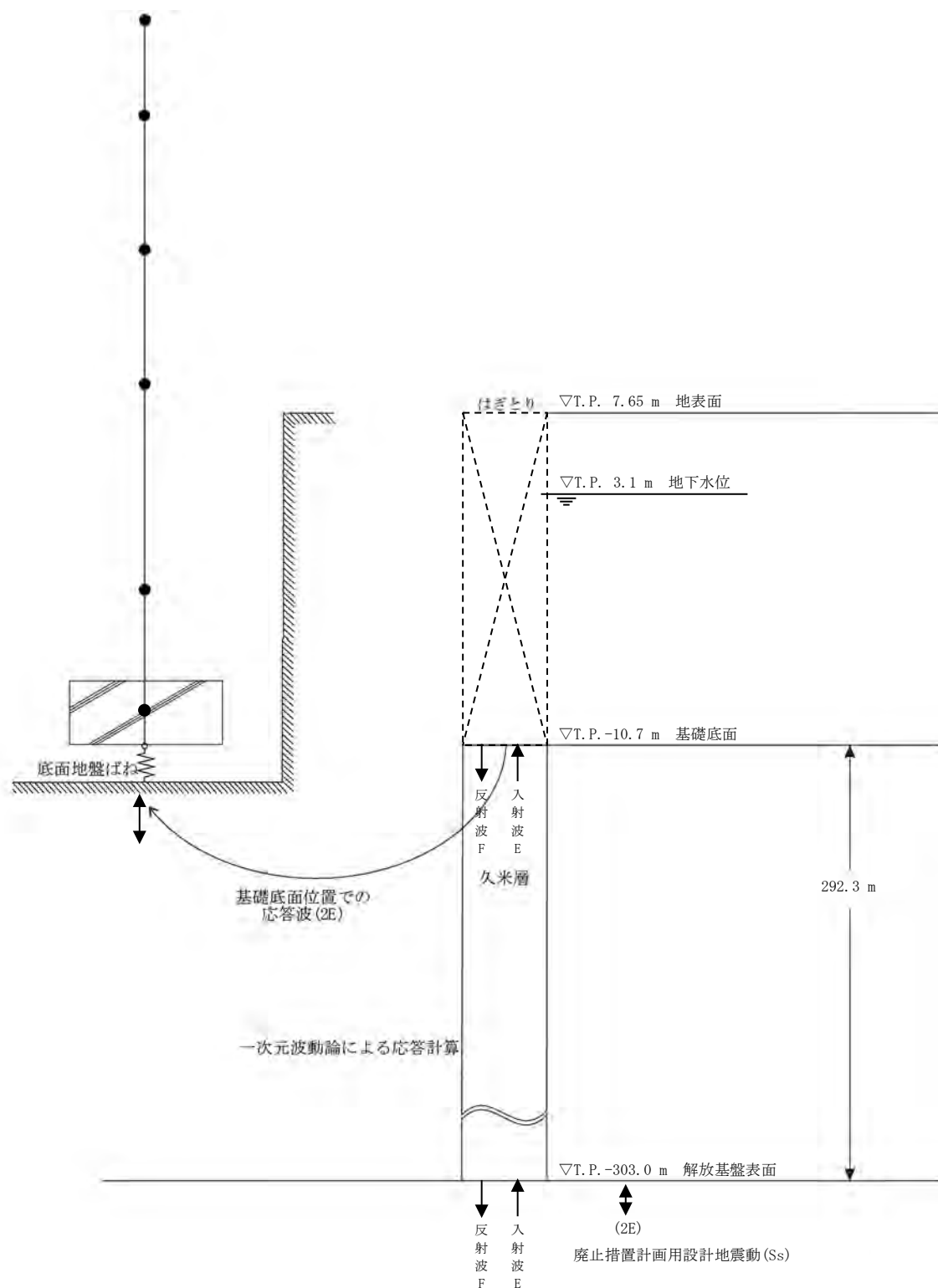
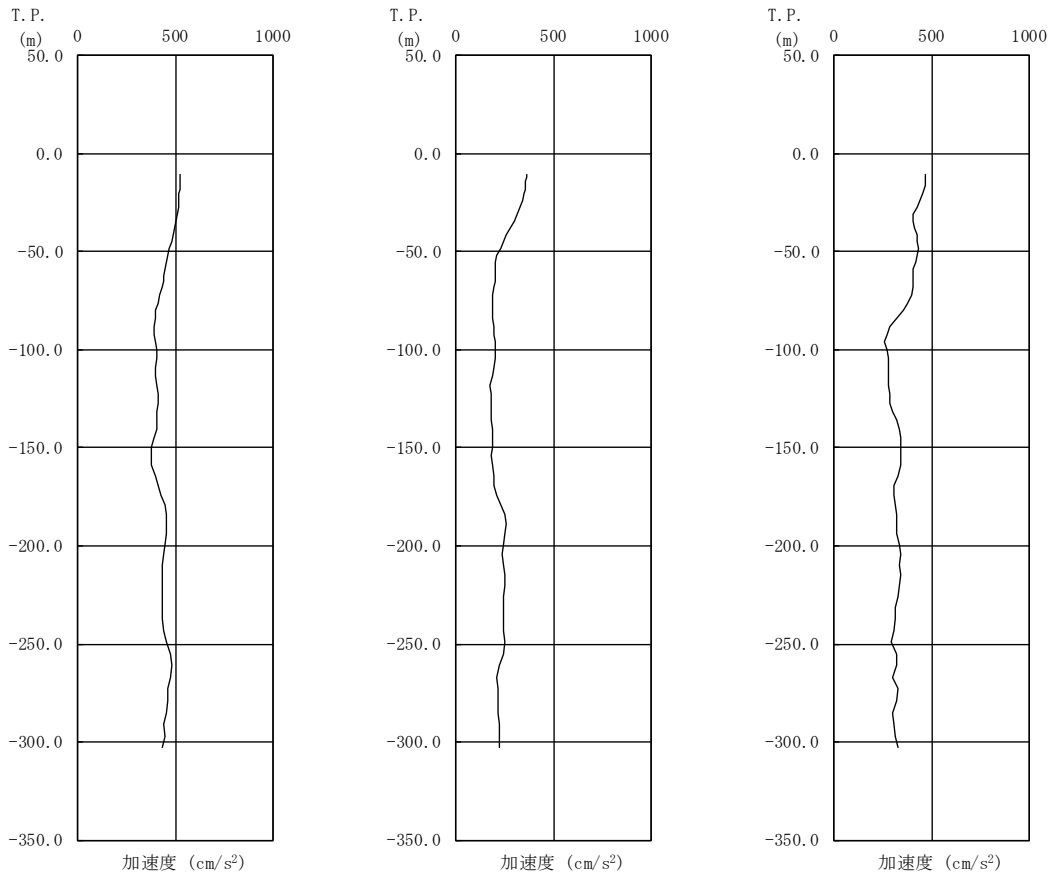


図 3-11 入力地震動算定の概要(鉛直方向)



(a) Ss-D

(b) Ss-1

(c) Ss-2

図 3-12 地盤の地震応答解析結果(鉛直方向, Ss)

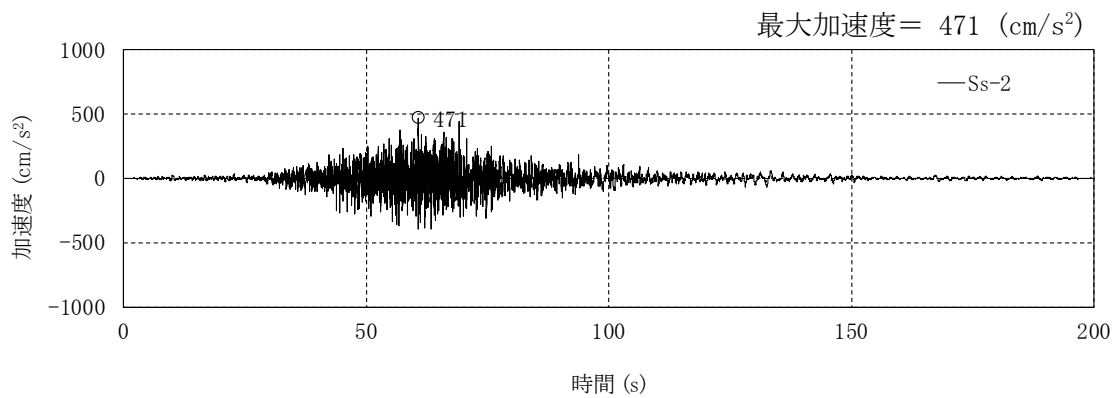
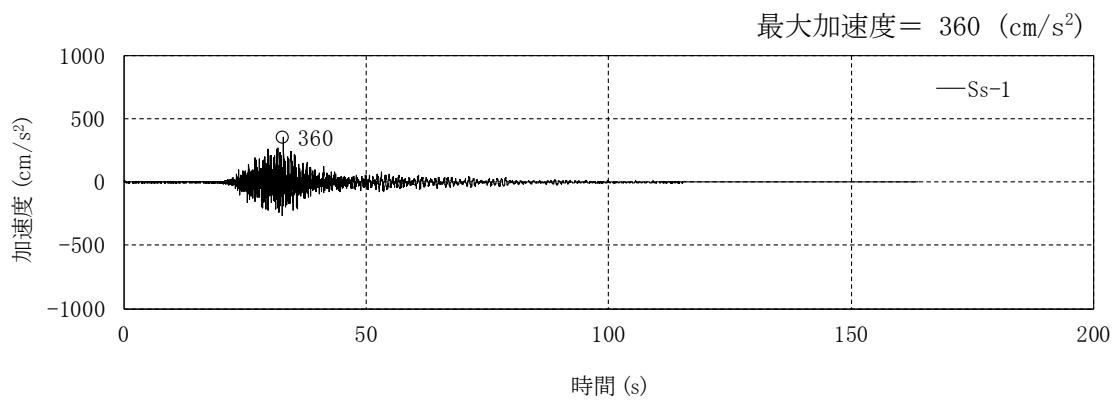
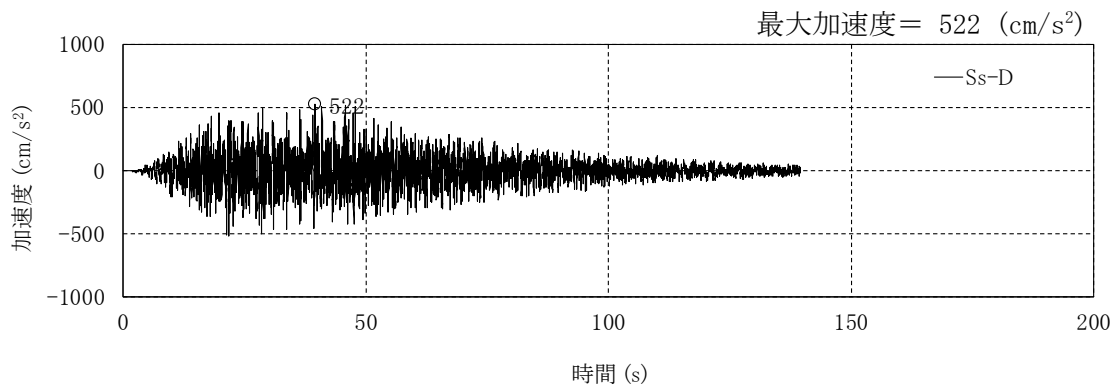


図 3-13 入力地震動の加速度時刻歴波形(鉛直方向, Ss, 基礎底面位置)

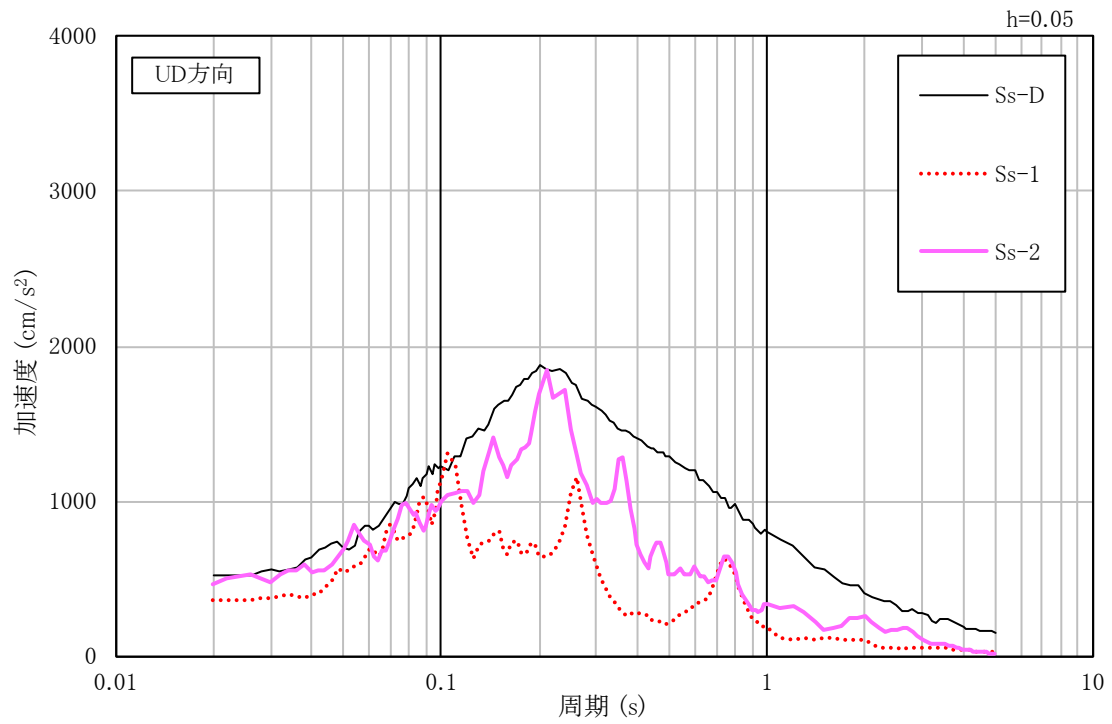


図 3-14 入力地震動の加速度応答スペクトル(鉛直方向, Ss, 基礎底面位置)

4. 解析モデル

4.1 水平方向の解析モデル

水平方向の解析モデルは、建家と地盤の相互作用を考慮した曲げせん断型の多質点系モデルとする。

水平方向の解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの諸元を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

耐震壁のせん断の復元力特性は、図 4-2 に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性は最大点指向型とする。曲げの復元力特性は、図 4-3 に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性はディグレイディングトリリニア型とする。せん断及び曲げのスケルトンカーブを表 4-3 から表 4-6 に示す。

基礎下の底面地盤ばねは、JEAG4601-1991 追補版に基づき、振動アドミッタンス理論により算定する。底面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「Nbsp1(株式会社ニュージェック)」である。また、埋め込み部分の側面地盤ばねは、Novak の方法により算定する。側面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「Nnovak1(株式会社ニュージェック)」である。

地盤ばね定数及び減衰係数を表 4-7 及び表 4-8 に、地盤ばね定数及び減衰係数と理論解との関係を図 4-4 に示す。

建家の減衰はモード減衰として与え、各次のモード減衰定数は建家各部のひずみエネルギーに比例した値として算定する。建家の減衰定数は 3 % (鉄筋コンクリート部分) とする。

建家の地震応答解析に使用する解析コードは「TDAP III (株式会社アーク情報システム)」である。

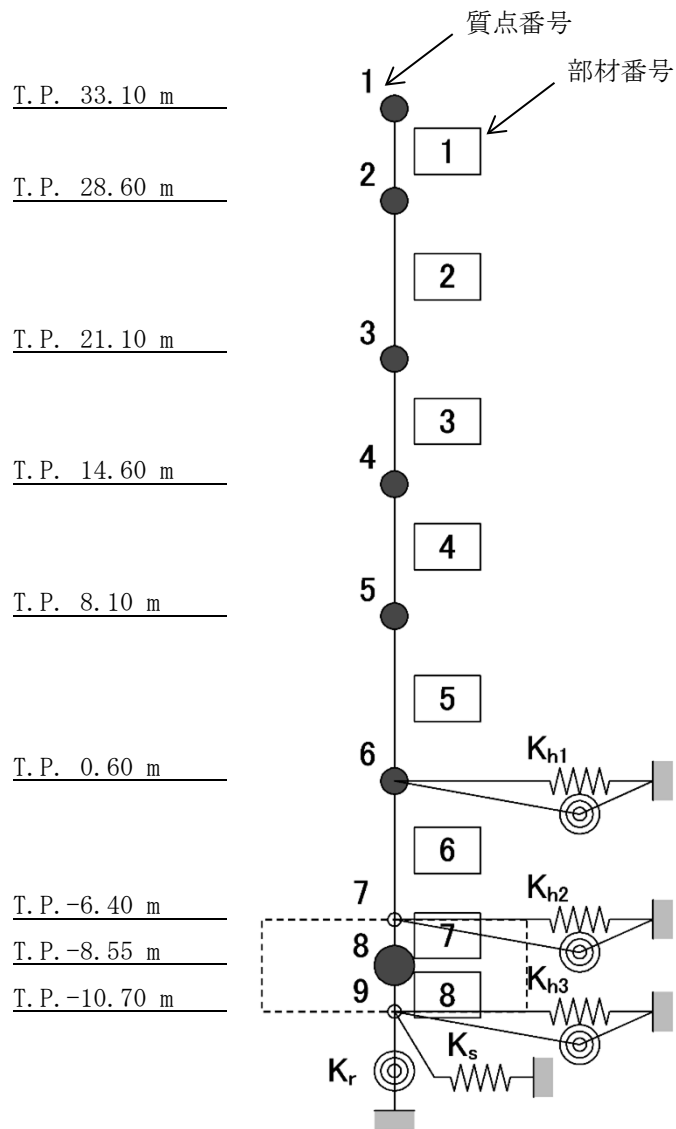


図 4-1 解析モデル(水平方向)

表 4-1 解析モデルの諸元(NS 方向)

質点 番号	高さ T.P.(m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 ($\times 10^2$ kN \cdot m 2)	部材 番号	せん断 断面積 (m 2)	断面二次 モーメント (m 4)
1	33.10	6155	742	-	-	-
2	28.60	52990	99047	1	13.7	311
3	21.10	86842	158868	2	61.2	15850
4	14.60	117328	196133	3	125.0	28330
5	8.10	182339	309890	4	213.0	42910
6	0.60	175896	375595	5	372.5	84930
7	-6.40	-	-	6	363.5	94430
8	-8.55	288896	601148	7	-	-
9	-10.70	-	-	8	-	-
				-	-	-

表 4-2 解析モデルの諸元(EW 方向)

質点 番号	高さ T.P.(m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 ($\times 10^2$ kN \cdot m 2)	部材 番号	せん断 断面積 (m 2)	断面二次 モーメント (m 4)
1	33.10	6155	4082	-	-	-
2	28.60	52990	183384	1	11.4	275
3	21.10	86842	304987	2	47.3	29820
4	14.60	117328	396189	3	79.0	62810
5	8.10	182339	556037	4	179.2	91300
6	0.60	175896	695291	5	320.2	164940
7	-6.40	-	-	6	373.9	181350
8	-8.55	288896	1068925	7	-	-
9	-10.70	-	-	8	-	-
				-	-	-

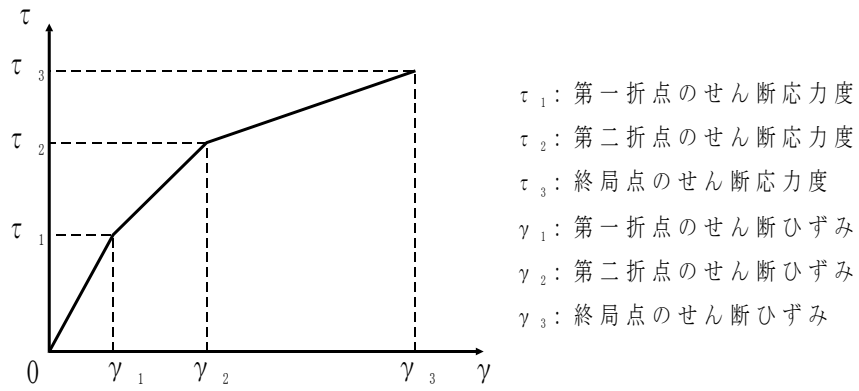


図 4-2 せん断のスケルトンカーブ (τ - γ 関係)

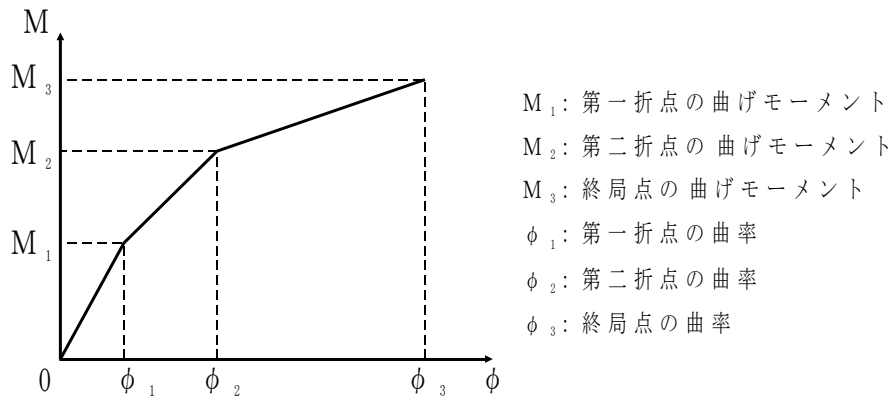


図 4-3 曲げのスケルトンカーブ (M - ϕ 関係)

表 4-3 せん断のスケルトンカーブ (τ - γ 関係, NS 方向)

部材 番号	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
1	1.57	0.171	2.12	0.513	4.67	4.00
2	1.73	0.188	2.34	0.565	4.06	4.00
3	1.83	0.200	2.47	0.599	3.88	4.00
4	1.87	0.204	2.53	0.612	4.25	4.00
5	1.90	0.207	2.57	0.621	4.50	4.00
6	2.07	0.225	2.79	0.676	4.64	4.00

表 4-4 曲げのスケルトンカーブ (M- ϕ 関係, NS 方向)

部材 番号	M ₁ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_1 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M ₂ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_2 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M ₃ ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_3 ($\times 10^{-5}$ 1/m)
1	0.898	1.31	4.66	17.5	6.21	37.0
2	16.0	0.458	36.5	5.10	51.2	102
3	31.9	0.512	69.0	5.25	96.1	90.3
4	50.4	0.534	132	5.40	186	90.7
5	102	0.546	267	5.48	373	98.4
6	128	0.616	319	5.59	428	102

表 4-5 せん断のスケルトンカーブ (τ - γ 関係, EW 方向)

部材 番号	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
1	1.57	0.171	2.12	0.513	4.89	4.00
2	1.61	0.175	2.17	0.526	4.40	4.00
3	1.76	0.192	2.38	0.576	4.43	4.00
4	1.79	0.195	2.42	0.586	4.41	4.00
5	1.83	0.200	2.47	0.599	4.81	4.00
6	1.96	0.214	2.65	0.641	5.38	4.00

表 4-6 曲げのスケルトンカーブ (M- ϕ 関係, EW 方向)

部材 番号	M_1 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_1 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M_2 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_2 ($\times 10^{-5}$ 1/m)	M_3 ($\times 10^5$ kN \cdot m)	ϕ_3 ($\times 10^{-5}$ 1/m)
1	0.780	1.29	3.87	16.2	5.45	30.8
2	20.0	0.305	33.9	3.70	47.1	72.2
3	47.7	0.345	64.9	3.76	87.0	70.0
4	73.2	0.364	145	3.87	202	77.2
5	136	0.375	326	3.95	449	78.8
6	169	0.424	409	4.09	561	70.5

表 4-7 地盤ばね定数及び減衰係数(NS 方向, Ss)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (水平 : kN/m) (回転 : kN・m/rad)	減衰係数 C (水平 : kN・s/m) (回転 : kN・m・s/rad)
	位置	成分	記号		
Ss-D	側面	水平	Kh1	6.998×10^6	1.175×10^6
			Kh2	9.762×10^6	1.639×10^6
			Kh3	3.626×10^6	6.149×10^5
		回転	Kh1	4.269×10^9	2.260×10^8
			Kh2	5.955×10^9	3.153×10^8
			Kh3	2.213×10^9	1.189×10^8
	底面	水平	Ks	5.929×10^7	2.270×10^6
		回転	Kr	3.725×10^{10}	3.857×10^8
	Ss-1	側面	水平	Kh1	7.184×10^6
Kh2				1.002×10^7	1.664×10^6
Kh3				3.854×10^6	6.344×10^5
回転			Kh1	4.383×10^9	2.307×10^8
			Kh2	6.115×10^9	3.219×10^8
			Kh3	2.353×10^9	1.230×10^8
底面		水平	Ks	6.883×10^7	2.442×10^6
		回転	Kr	4.318×10^{10}	4.054×10^8
Ss-2		側面	水平	Kh1	7.018×10^6
	Kh2			9.791×10^6	1.642×10^6
	Kh3			3.670×10^6	6.188×10^5
	回転		Kh1	4.282×10^9	2.269×10^8
			Kh2	5.973×10^9	3.165×10^8
			Kh3	2.240×10^9	1.198×10^8
	底面	水平	Ks	6.174×10^7	2.315×10^6
		回転	Kr	3.868×10^{10}	3.906×10^8

表 4-8 地盤ばね定数及び減衰係数(EW 方向, Ss)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (水平 : kN/m) (回転 : kN・m/rad)	減衰係数 C (水平 : kN・s/m) (回転 : kN・m・s/rad)
	位置	成分	記号		
Ss-D	側面	水平	Kh1	6.998×10^6	1.177×10^6
			Kh2	9.762×10^6	1.641×10^6
			Kh3	3.626×10^6	6.157×10^5
		回転	Kh1	4.269×10^9	2.275×10^8
			Kh2	5.955×10^9	3.174×10^8
			Kh3	2.213×10^9	1.197×10^8
	底面	水平	Ks	5.712×10^7	2.098×10^6
		回転	Kr	5.786×10^{10}	8.143×10^8
Ss-1	側面	水平	Kh1	7.184×10^6	1.194×10^6
			Kh2	1.002×10^7	1.666×10^6
			Kh3	3.854×10^6	6.354×10^5
		回転	Kh1	4.383×10^9	2.323×10^8
			Kh2	6.115×10^9	3.241×10^8
			Kh3	2.353×10^9	1.239×10^8
	底面	水平	Ks	6.632×10^7	2.256×10^6
		回転	Kr	6.706×10^{10}	8.595×10^8
Ss-2	側面	水平	Kh1	7.018×10^6	1.179×10^6
			Kh2	9.791×10^6	1.645×10^6
			Kh3	3.670×10^6	6.197×10^5
		回転	Kh1	4.282×10^9	2.284×10^8
			Kh2	5.973×10^9	3.186×10^8
			Kh3	2.240×10^9	1.206×10^8
	底面	水平	Ks	5.948×10^7	2.140×10^6
		回転	Kr	6.007×10^{10}	8.256×10^8

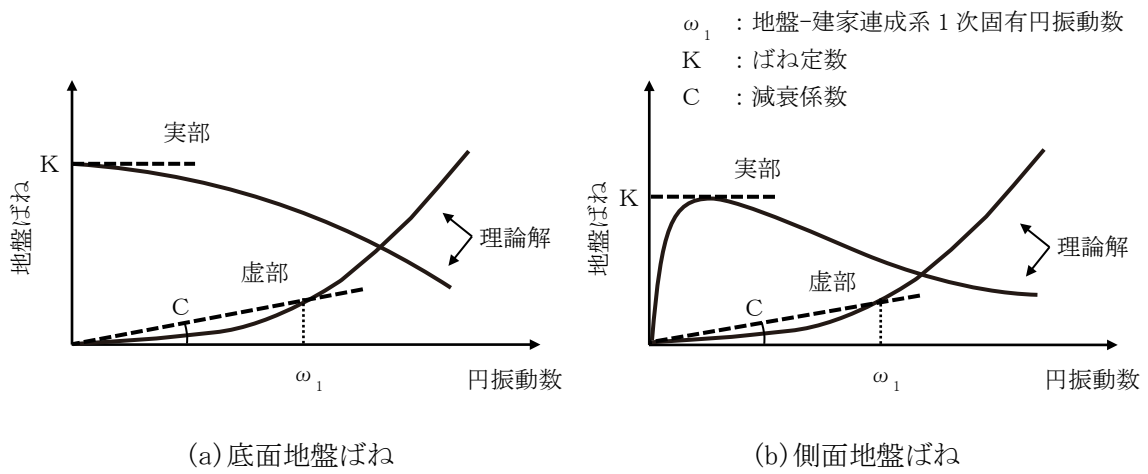


図 4-4 地盤ばね定数及び減衰係数と理論解との関係

4.2 鉛直方向の解析モデル

鉛直方向の解析モデルは、建家と地盤の相互作用を考慮した多質点系モデルとする。建家部分は質点を鉛直方向のばねで連結しモデル化する。

なお、建家の埋め込み部分は考慮しないモデルとする。

鉛直方向の解析モデルを図 4-5 に、解析モデルの諸元を表 4-9 に示す。

基礎下の底面地盤ばねは、JEAG4601-1991 追補版に基づき、振動アドミッタンス理論により算定する。底面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「Nbsp1(株式会社ニュージエック)」である。

地盤ばね定数及び減衰係数を表 4-10 に示す。

建家の減衰はモード減衰として与え、各次のモード減衰定数は建家各部のひずみエネルギーに比例した値として算出する。建家の減衰定数は 3 % (鉄筋コンクリート部分) とする。

建家の地震応答解析に使用する解析コードは「TDAP III (株式会社アーク情報システム)」である。

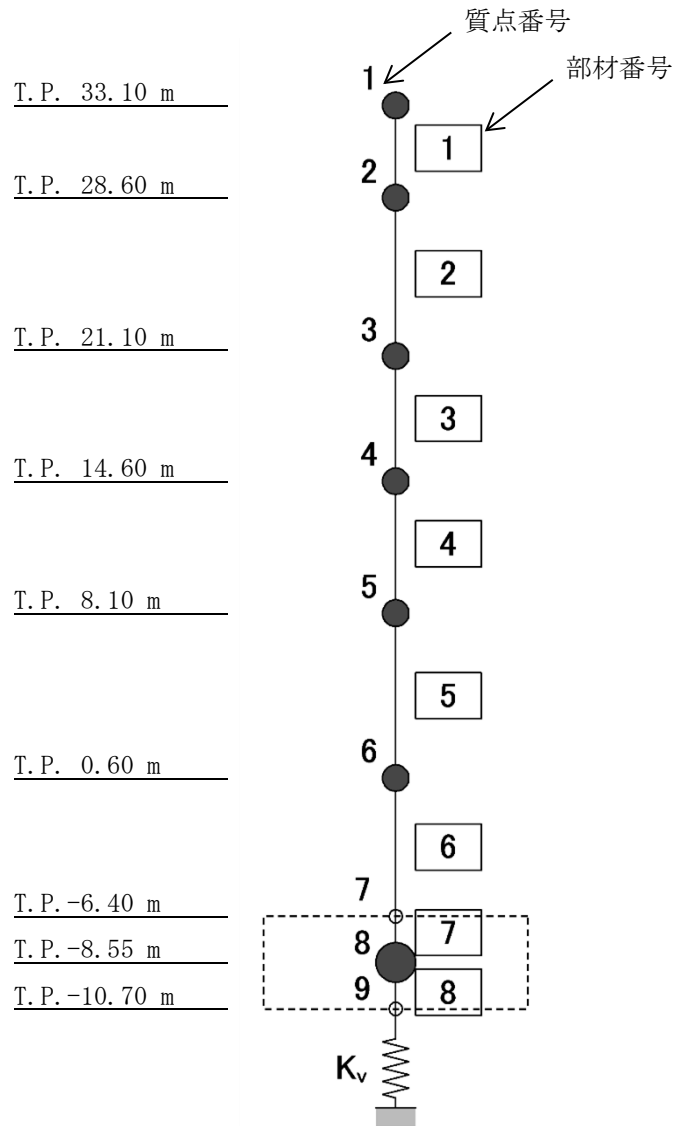


図 4-5 解析モデル(鉛直方向)

表 4-9 解析モデルの諸元(鉛直方向)

質点 番号	高さ T.P.(m)	重量 (kN)	部材 番号	軸断面積 (m ²)
1	33.10	6155	-	-
2	28.60	52990	1	26.2
3	21.10	86842	2	139.9
4	14.60	117328	3	207.7
5	8.10	182339	4	361.7
6	0.60	175896	5	600.9
7	-6.40	-	6	622.2
8	-8.55	288896	7	-
9	-10.70	-	8	-
			-	-

表 4-10 地盤ばね定数及び減衰係数(鉛直方向, S_s)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (kN/m)	減衰係数 C (kN・s/m)
	位置	成分	記号		
S _s -D	底面	鉛直	K _v	8.692×10^7	4.798×10^6
S _s -1	底面	鉛直	K _v	1.023×10^8	5.203×10^6
S _s -2	底面	鉛直	K _v	9.156×10^7	4.923×10^6

5. 解析結果

5.1 固有値解析結果

解析モデルの固有値解析結果を表 5-1 から表 5-3 に示す。刺激関数を S_s-D の結果を代表として、図 5-1 から図 5-6 に示す。

表 5-1 固有値解析結果 (S_s-D)

方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.284	3.52	1.582	全体1次
	2	0.138	7.26	-0.661	
	3	0.066	15.05	0.039	
	4	0.053	18.70	0.073	
	5	0.040	24.93	0.000	
	6	0.036	27.87	-0.056	
	7	0.029	33.96	0.033	
EW	1	0.276	3.63	1.524	全体1次
	2	0.145	6.91	-0.507	
	3	0.081	12.40	-0.112	
	4	0.055	18.07	0.154	
	5	0.043	23.36	-0.008	
	6	0.040	24.78	-0.089	
	7	0.037	27.26	0.030	
UD	1	0.210	4.77	1.070	全体1次
	2	0.040	24.78	-0.095	
	3	0.023	42.69	0.036	
	4	0.017	59.13	-0.016	
	5	0.013	74.83	0.011	
	6	0.013	79.69	-0.006	
	7	0.011	90.16	-0.002	

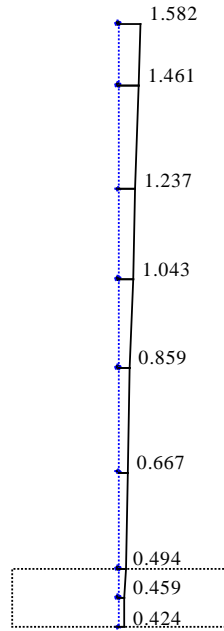
表 5-2 固有値解析結果(Ss-1)

方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.271	3.69	1.598	全体1次
	2	0.131	7.65	-0.696	
	3	0.066	15.21	0.053	
	4	0.053	18.75	0.083	
	5	0.040	25.03	-0.003	
	6	0.036	27.92	-0.064	
	7	0.029	33.96	0.039	
EW	1	0.263	3.81	1.545	全体1次
	2	0.137	7.30	-0.540	
	3	0.080	12.51	-0.113	
	4	0.055	18.12	0.176	
	5	0.043	23.44	-0.012	
	6	0.040	24.82	-0.100	
	7	0.037	27.28	0.035	
UD	1	0.194	5.15	1.082	全体1次
	2	0.040	24.84	-0.111	
	3	0.023	42.72	0.042	
	4	0.017	59.14	-0.019	
	5	0.013	74.84	0.013	
	6	0.013	79.69	-0.008	
	7	0.011	90.17	-0.002	

表 5-3 固有値解析結果(Ss-2)

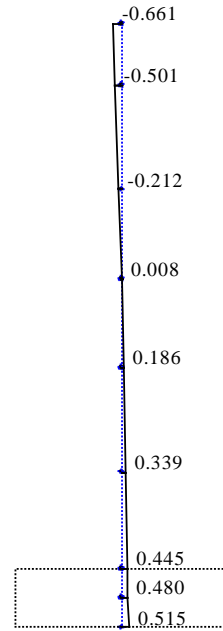
方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.280	3.57	1.586	全体1次
	2	0.205	4.89	1.073	UD方向1次
	3	0.136	7.36	-0.670	
	4	0.066	15.08	0.042	
	5	0.053	18.71	0.075	
	6	0.040	24.80	-0.100	
	7	0.040	24.96	-0.001	
EW	1	0.272	3.67	1.529	全体1次
	2	0.143	7.01	-0.515	
	3	0.080	12.43	-0.112	
	4	0.055	18.08	0.159	
	5	0.043	23.38	-0.009	
	6	0.040	24.79	-0.092	
	7	0.037	27.26	0.032	
UD	1	0.205	4.89	1.073	全体1次
	2	0.040	24.80	-0.100	
	3	0.023	42.70	0.038	
	4	0.017	59.13	-0.017	
	5	0.013	74.83	0.012	
	6	0.013	79.69	-0.007	
	7	0.011	90.17	-0.002	

Mode - 1
 T (s) = 0.284
 f (Hz) = 3.525
 $\beta h = 1.582$



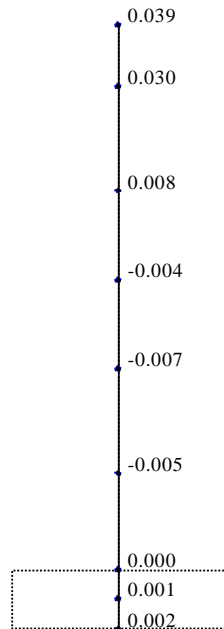
(1 次)

Mode - 2
 T (s) = 0.138
 f (Hz) = 7.265
 $\beta h = -0.661$



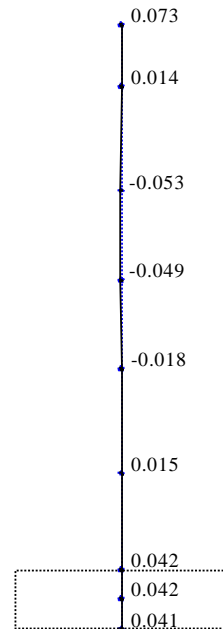
(2 次)

Mode - 3
 T (s) = 0.066
 f (Hz) = 15.046
 $\beta h = 0.039$



(3 次)

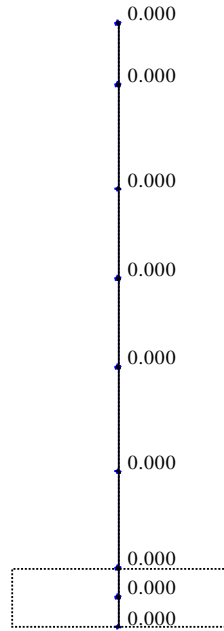
Mode - 4
 T (s) = 0.053
 f (Hz) = 18.699
 $\beta h = 0.073$



(4 次)

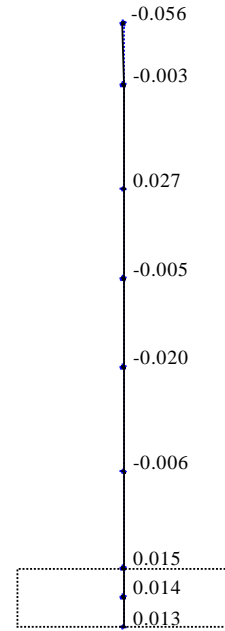
図 5-1 刺激関数(NS 方向, Ss-D, 1~4 次)

Mode - 5
 T (s) = 0.040
 f (Hz) = 24.933
 $\beta h = 0.000$



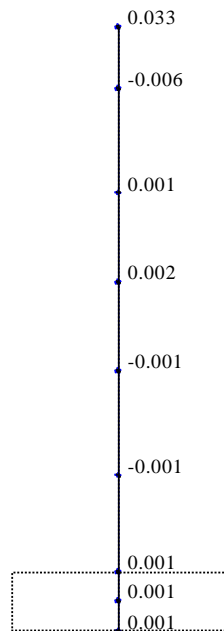
(5 次)

Mode - 6
 T (s) = 0.036
 f (Hz) = 27.870
 $\beta h = -0.056$



(6 次)

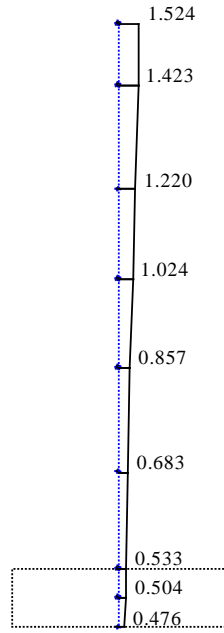
Mode - 7
 T (s) = 0.029
 f (Hz) = 33.961
 $\beta h = 0.033$



(7 次)

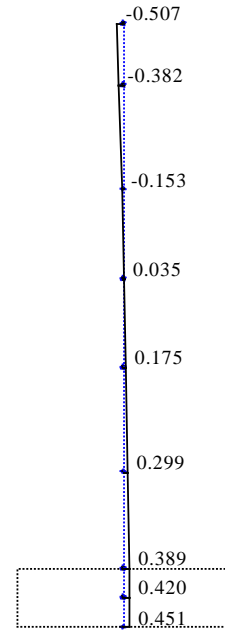
図 5-2 刺激関数(NS 方向, Ss-D, 5~7 次)

Mode - 1
 T (s) = 0.276
 f (Hz) = 3.630
 $\beta h = 1.524$



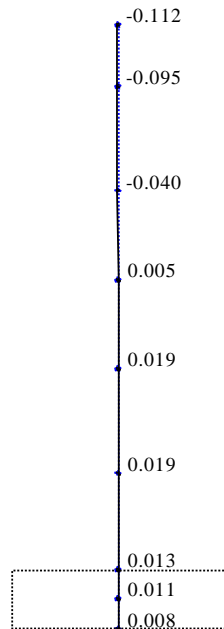
(1 次)

Mode - 2
 T (s) = 0.145
 f (Hz) = 6.908
 $\beta h = -0.507$



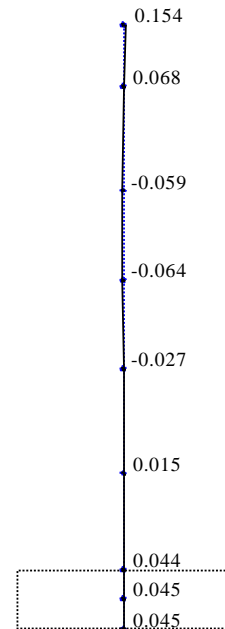
(2 次)

Mode - 3
 T (s) = 0.081
 f (Hz) = 12.404
 $\beta h = -0.112$



(3 次)

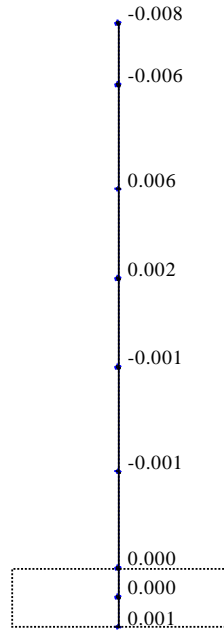
Mode - 4
 T (s) = 0.055
 f (Hz) = 18.065
 $\beta h = 0.154$



(4 次)

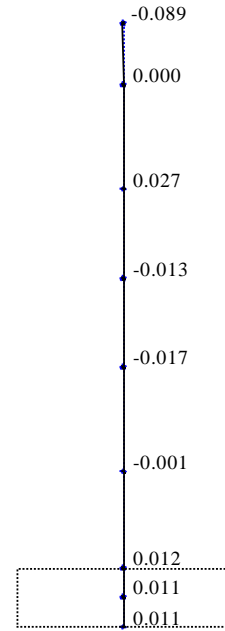
図 5-3 刺激関数(EW 方向, Ss-D, 1~4 次)

Mode - 5
 T (s) = 0.043
 f (Hz) = 23.355
 $\beta h = -0.008$



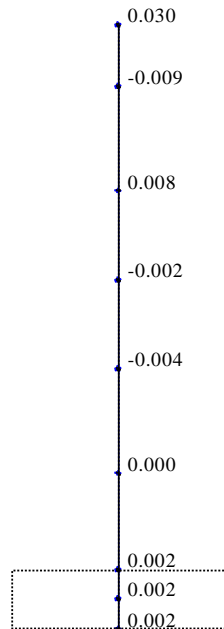
(5 次)

Mode - 6
 T (s) = 0.040
 f (Hz) = 24.784
 $\beta h = -0.089$



(6 次)

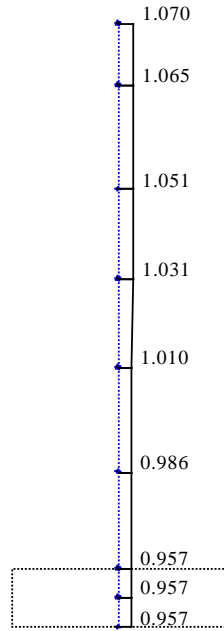
Mode - 7
 T (s) = 0.037
 f (Hz) = 27.257
 $\beta h = 0.030$



(7 次)

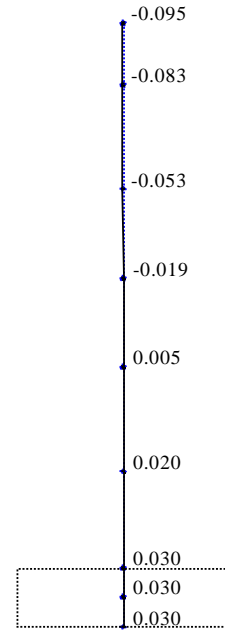
図 5-4 刺激関数(EW 方向, Ss-D, 5~7 次)

Mode - 1
 $T(s) = 0.210$
 $f(\text{Hz}) = 4.766$
 $\beta = 1.070$



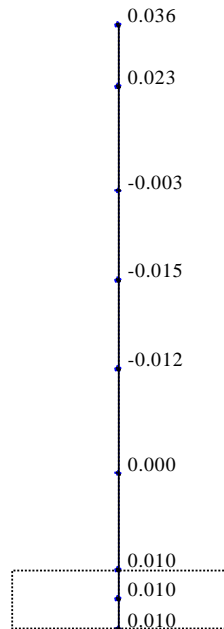
(1 次)

Mode - 2
 $T(s) = 0.040$
 $f(\text{Hz}) = 24.779$
 $\beta = -0.095$



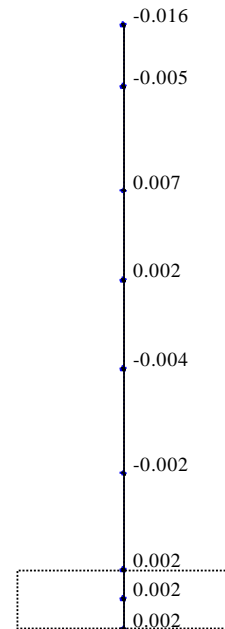
(2 次)

Mode - 3
 $T(s) = 0.023$
 $f(\text{Hz}) = 42.685$
 $\beta = 0.036$



(3 次)

Mode - 4
 $T(s) = 0.017$
 $f(\text{Hz}) = 59.127$
 $\beta = -0.016$

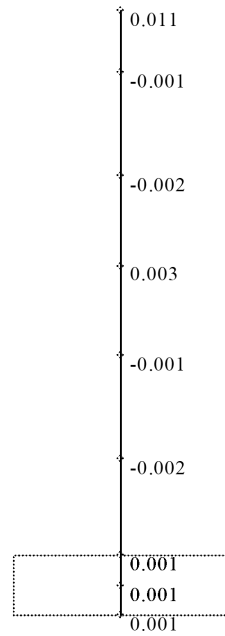


(4 次)

図 5-5 刺激関数(UD 方向, Ss-D, 1~4 次)

Mode - 5

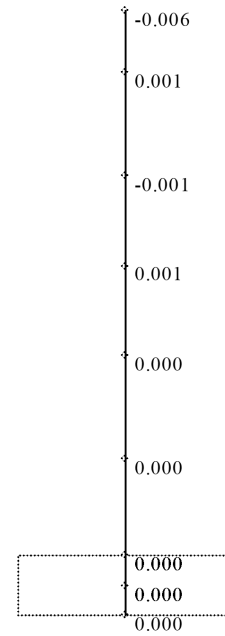
T (s) = 0.013
f (Hz) = 74.834
 β = 0.011



(5 次)

Mode - 6

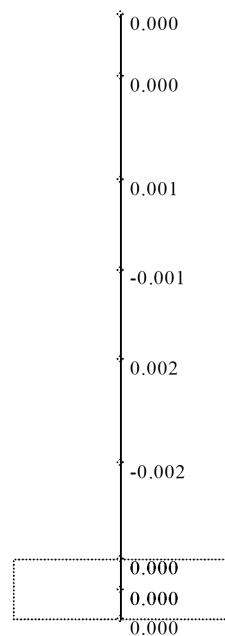
T (s) = 0.013
f (Hz) = 79.691
 β = -0.006



(6 次)

Mode - 7

T (s) = 0.011
f (Hz) = 90.164
 β = -0.002

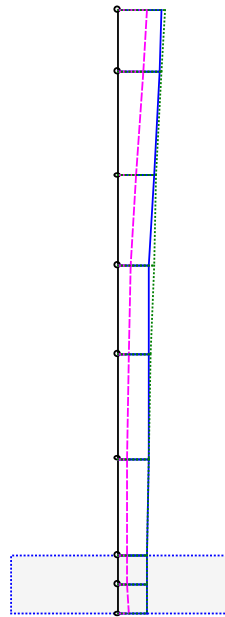
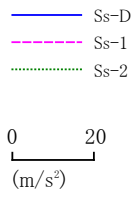


(7 次)

図 5-6 刺激関数(UD 方向, Ss-D, 5~7 次)

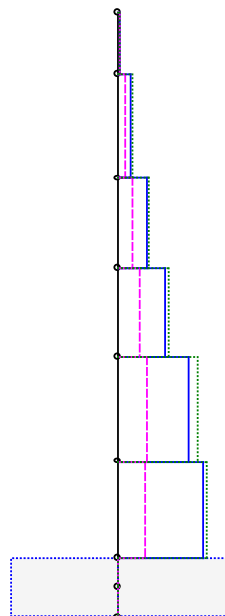
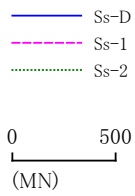
5.2 地震応答解析結果

廃止措置計画用設計地震動(Ss)による水平方向の最大応答加速度，最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントを図 5-7 から図 5-12 に，鉛直方向の最大応答加速度及び最大応答軸力を図 5-13 及び図 5-14 に示す。また，耐震壁のせん断のスケルトンカーブ上の最大応答値を図 5-15 及び図 5-16 に示す。せん断ひずみは最大で 0.18×10^{-3} であり，評価基準値(2.0×10^{-3})を超えないことを確認した。



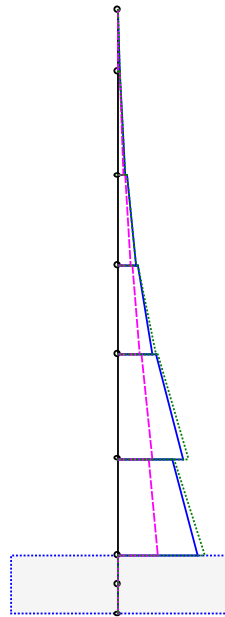
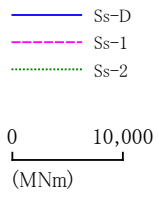
質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	10.351	6.800	11.053
2	9.688	5.825	10.450
3	8.413	4.071	9.073
4	7.465	2.948	8.392
5	7.289	2.379	7.885
6	7.111	2.133	7.282
7	6.925	2.165	6.971
8	6.894	2.241	6.941
9	6.863	2.348	6.919

図 5-7 最大応答加速度 (Ss, NS 方向)



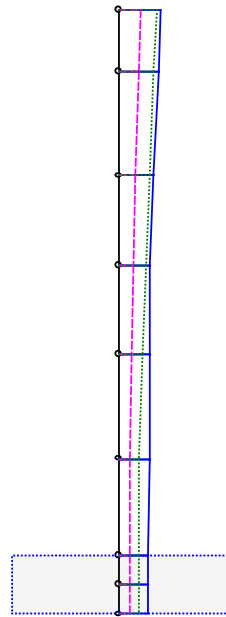
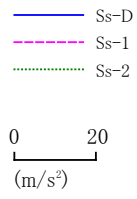
部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	6.5	4.3	7.0
2	59.1	35.8	63.6
3	133.0	70.3	144.1
4	220.8	104.4	242.7
5	340.7	140.3	385.2
6	406.0	127.3	424.5
7	-	-	-
8	-	-	-

図 5-8 最大応答せん断力 (Ss, NS 方向)



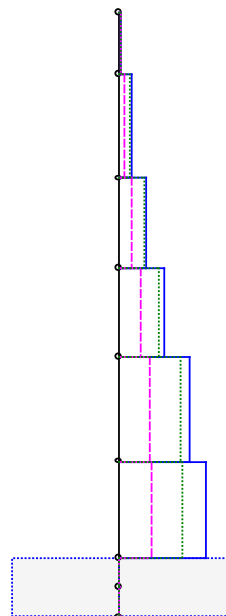
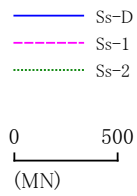
部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
	1.2	1.2	1.0
1	30.0	20.3	31.8
	169.2	160.6	153.7
2	562.7	412.6	587.4
	722.4	584.0	710.1
3	1557.9	1040.9	1623.4
	1691.9	1210.3	1759.7
4	3113.0	1869.2	3325.3
	3357.9	2066.9	3512.7
5	5877.5	3117.2	6401.6
	4801.2	2789.7	4944.4
6	7125.4	3489.1	7878.4
7	=	=	=
8	=	=	=

図 5-9 最大応答曲げモーメント (Ss, NS 方向)



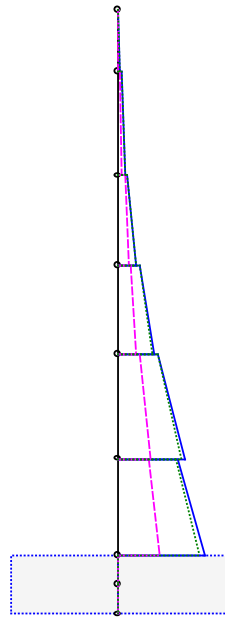
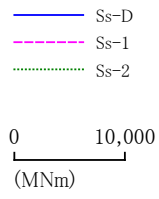
質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	9.782	5.119	8.806
2	9.245	4.449	8.319
3	8.200	3.970	7.389
4	7.454	3.249	6.445
5	7.278	2.830	5.612
6	7.100	2.611	4.798
7	6.935	2.574	4.676
8	6.913	2.595	4.684
9	6.892	2.616	4.692

図 5-10 最大応答加速度 (Ss, EW 方向)



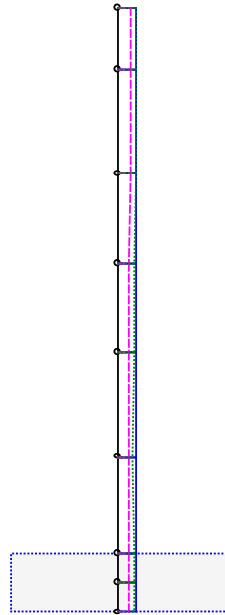
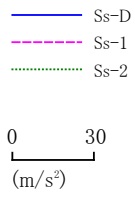
部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	6.2	3.2	5.5
2	56.2	27.4	50.6
3	128.9	61.3	116.0
4	214.7	99.3	193.1
5	339.5	146.5	297.2
6	415.3	157.6	302.7
7	-	-	-
8	-	-	-

図 5-11 最大応答せん断力 (Ss, EW 方向)



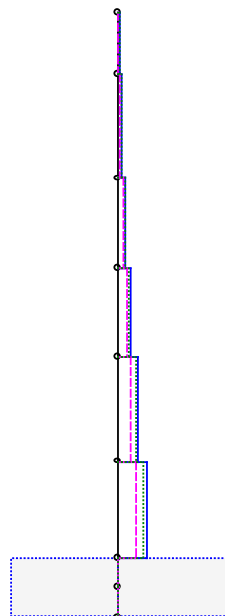
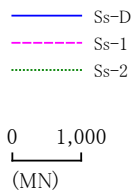
部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
	7.2	5.4	5.9
1	31.3	18.3	28.4
	213.9	142.6	214.2
2	580.6	343.1	554.3
	811.6	520.1	793.9
3	1620.5	883.1	1547.8
	1843.5	1085.0	1843.4
4	3239.1	1628.5	3098.5
	3476.3	1870.5	3462.8
5	5973.6	2938.3	5691.9
	5346.7	2771.4	5182.5
6	7730.0	3721.3	7301.6
7	=	=	=
8	=	=	=

図 5-12 最大応答曲げモーメント (Ss, EW 方向)



質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	6.475	4.229	6.276
2	6.439	4.202	6.258
3	6.420	4.115	6.032
4	6.400	3.970	5.660
5	6.371	3.860	5.410
6	6.319	3.705	5.283
7	6.240	3.539	5.336
8	6.240	3.539	5.336
9	6.240	3.539	5.336

図 5-13 最大応答加速度 (Ss, UD 方向)



部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	4.1	2.7	4.0
2	39.1	25.5	38.0
3	96.1	62.2	91.7
4	172.6	109.9	159.6
5	290.7	181.8	260.3
6	404.0	248.2	352.5
7	-	-	-
8	-	-	-

図 5-14 最大応答軸力 (Ss, UD 方向)

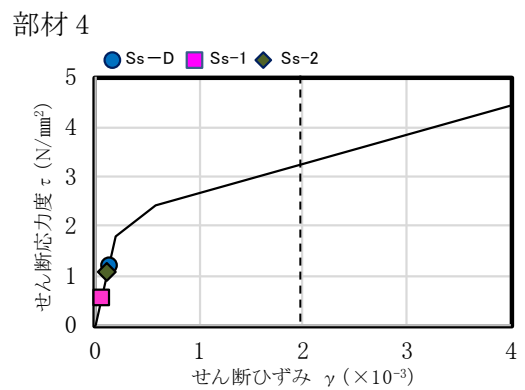
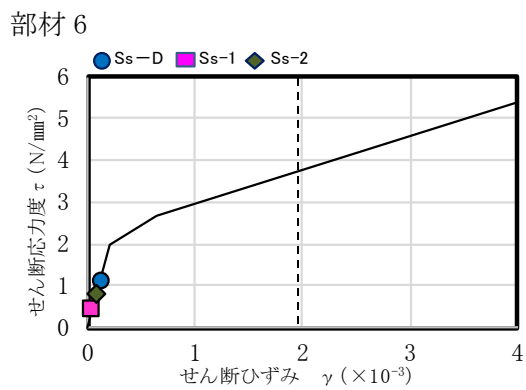
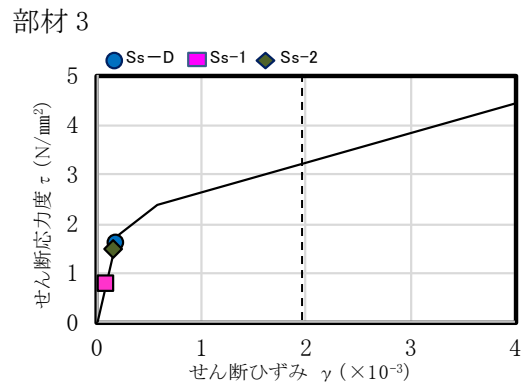
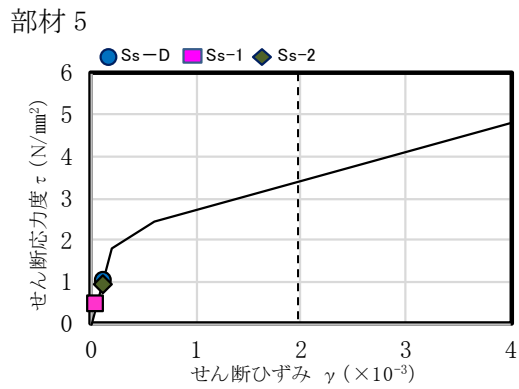
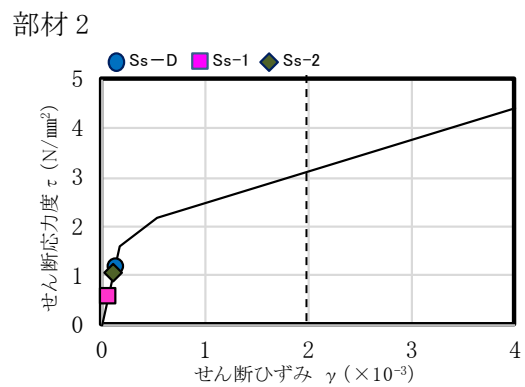
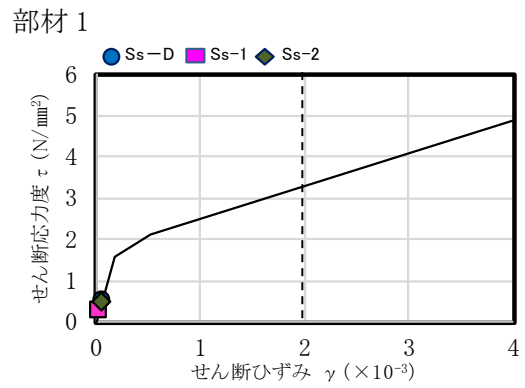
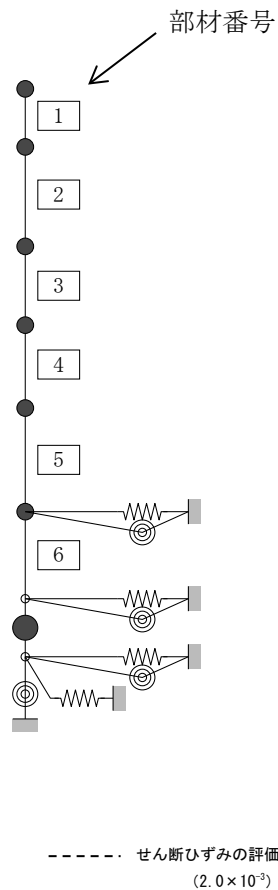


図 5-15 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(NS 方向, Ss)

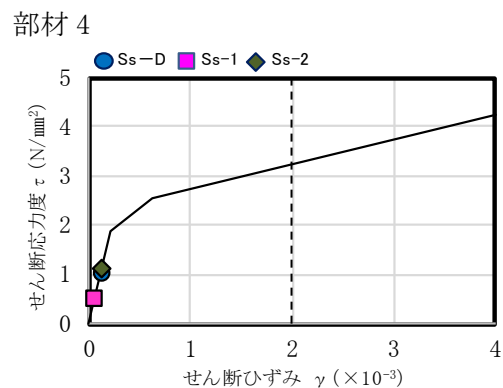
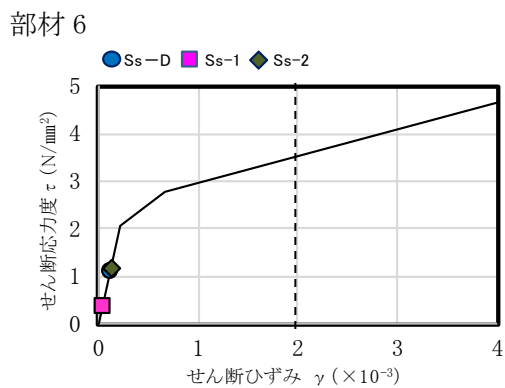
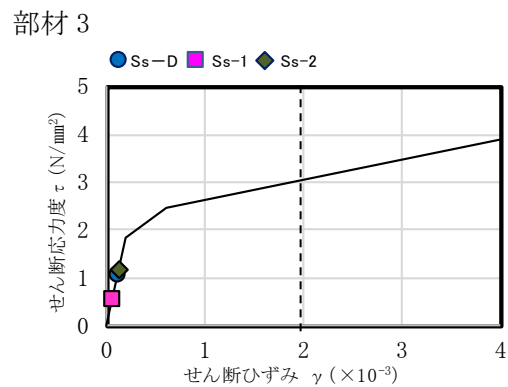
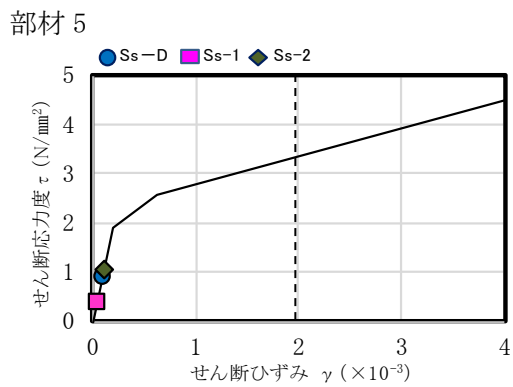
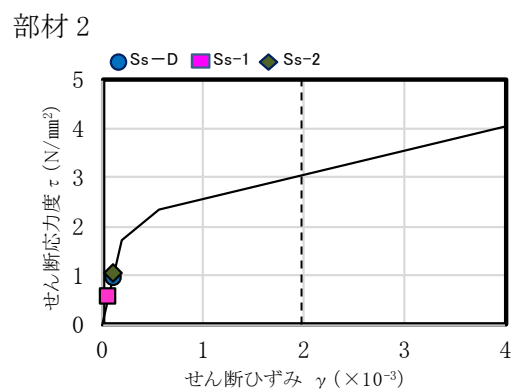
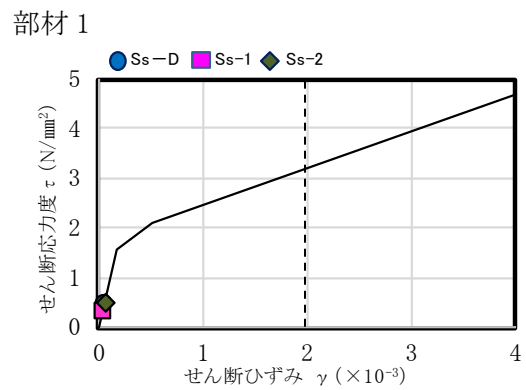
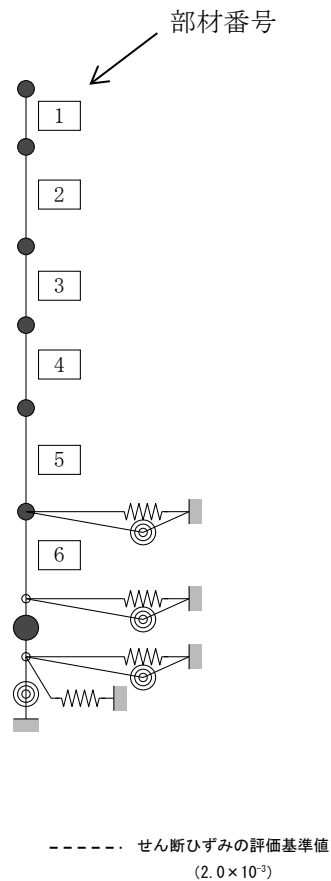


図 5-16 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(EW 方向, Ss)

6. 基礎浮き上がりの検討

廃止措置計画用設計地震動(S_s)による地震応答解析の結果に基づく最小接地率の一覧表を表 6-1 に示す。地震時の最大接地圧は、地反力分布を三角形分布と仮定し、鉛直方向の地震力を組合せ係数法(組合せ係数 0.4)により考慮して算定する。最大接地圧の一覧表を表 6-2 に示す。

接地率は、誘発上下動を考慮した浮き上がり非線形解析を適用できる基準値(50 %)以上を満足していることを確認した。

接地圧は、基礎地盤における平板載荷試験の結果から設定した極限支持力度 2350 kN/m²を超えないことを確認した。

表 6-1 最小接地率(Ss)

(a)NS 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最小接地率 (%)
Ss-D	4.08	6.73	67.4
Ss-1		3.00	100.0
Ss-2		7.25	61.1

(b)EW 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最大転倒モーメント ($\times 10^6$ kN・m)	最小接地率 (%)
Ss-D	5.50	8.06	76.8
Ss-1		3.75	100.0
Ss-2		7.26	84.0

表 6-2 最大接地圧(Ss)

地震動	方向	最大接地圧 (kN/m ²)
Ss-D	NS	687
	EW	561
Ss-1	NS	379
	EW	367
Ss-2	NS	764
	EW	515

7. 評価結果

TVF 開発棟の耐震性評価として廃止措置計画用設計地震動 (Ss) による地震応答解析を行い、接地率が誘発上下動を考慮した浮き上がり非線形解析を適用できる基準を満足していること、耐震壁に生じるせん断ひずみ及び接地圧が評価基準値を超えないことを確認した。以上により、TVF 開発棟は廃止措置計画用設計地震動 (Ss) に対して耐震余裕を有していることを確認した。