

表 3-4 地盤の物性値

地層名	地質分類	変形特性				
		動的変形特性				静的変形特性
		初期動せん断弾性係数 $G_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$	$G/G_0-\gamma$ (%)	$h$ (%) $-\gamma$ (%)	静弾性係数 $E_{50}$ (N/mm <sup>2</sup> )
埋土	B	36.0	0.46	$1/(1+21.6 \cdot \gamma^{1.041})$	$24.6 \cdot \gamma / (\gamma + 0.054) + 0.38$	11.7
久米層	Km	$422-1.213 \cdot Z$	$0.455+0.0001015 \cdot Z$	$1/(1+2.43 \cdot \gamma^{0.770})$	$8.81 \cdot \gamma / (\gamma + 0.226) + 1.55$	$354-0.542 \cdot Z$

G: 動せん断弾性係数  $\gamma$ : せん断ひずみ h: 減衰率 Z: 標高(m)

表 3-5 液状化パラメータ

地層名	地層分類	液状化パラメータ					
		$\phi_p$	$\alpha_1$	$W_1$	$P_1$	$P_2$	$C_1$
埋土	B (地下水位以下) $-1\sigma$	28	0.005	1.67	0.355	1.2	1.59
	B (地下水位以下) 平均	28	0.005	1.288	0.582	1.125	1.761

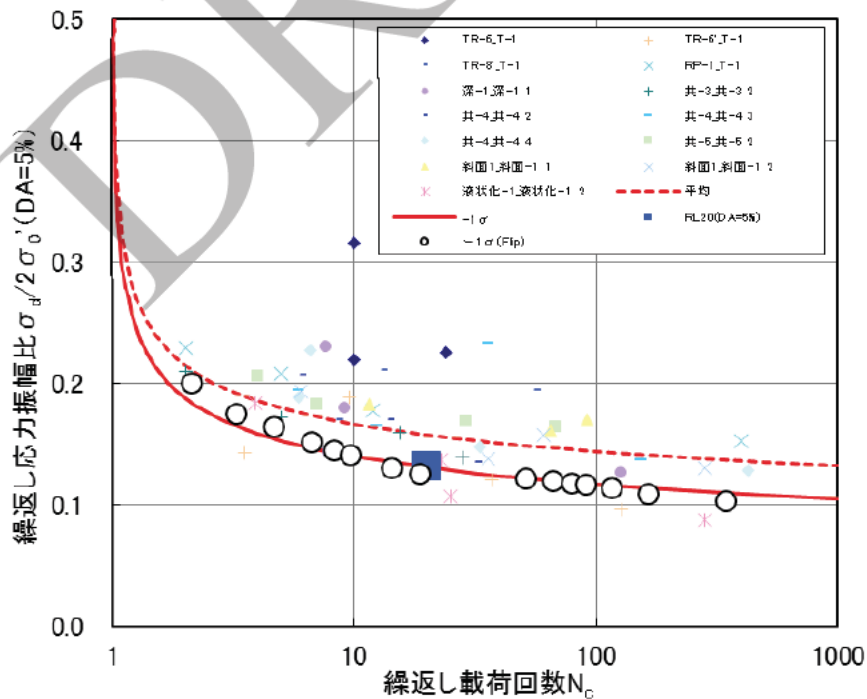


図 3-8 地盤の液状化強度特性(埋土)

### 3.5 荷重及び荷重の組合せ

#### 3.5.1 荷重

配管トレンチ(T21)の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

##### (1) 固定荷重(G)

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

##### (2) 積載荷重(P)

積載荷重として機器・配管荷重、土圧及び水圧による荷重を考慮する。

##### (3) 地震荷重(Ks)

廃止措置計画用設計地震動(Ss)による荷重を考慮する。

#### 3.5.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3-6 に示す。

表 3-6 荷重の組合せ

外力の状態	荷 重 の 組 合 せ
地震時(Ss)	G+ P+ Ks

G：固定荷重

P：積載荷重

Ks：地震荷重

#### 4. 地震応答解析結果

廃止措置計画用設計地震動により最大のせん断力が発生する時刻の配管トレンチ (T21) 躯体のせん断力、曲げモーメント及び軸力分布を図 4-1 から図 4-3 に示す。

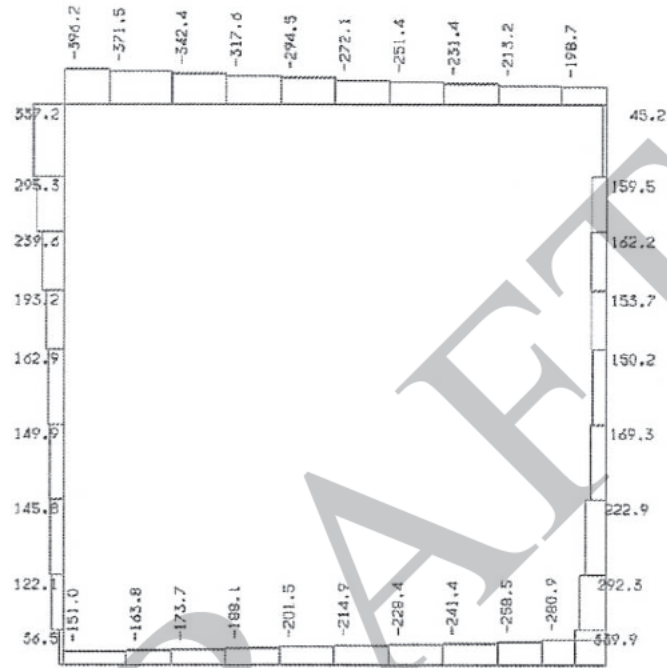


図 4-1 せん断力分布図(Ss-D, 時刻 t=15.82 s)

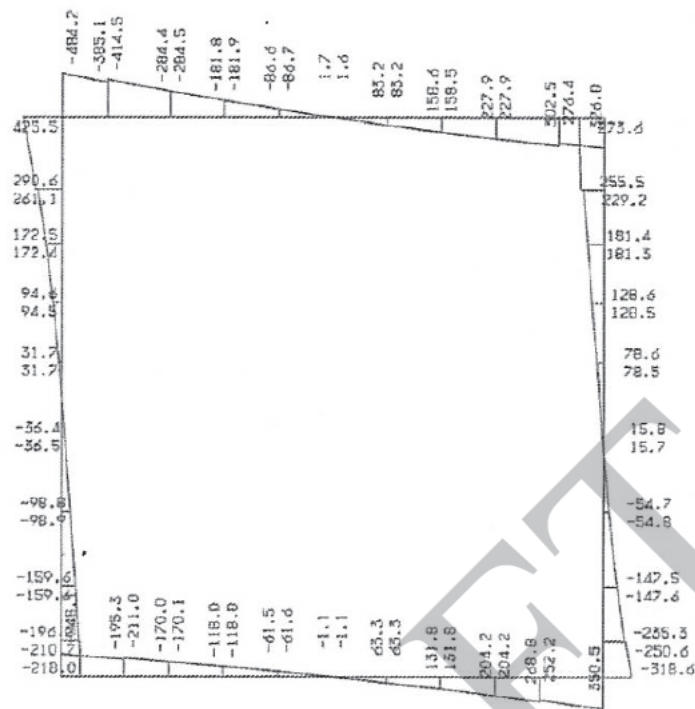


図 4-2 曲げモーメント分布図(Ss-D, 時  $t=15.82$  s)

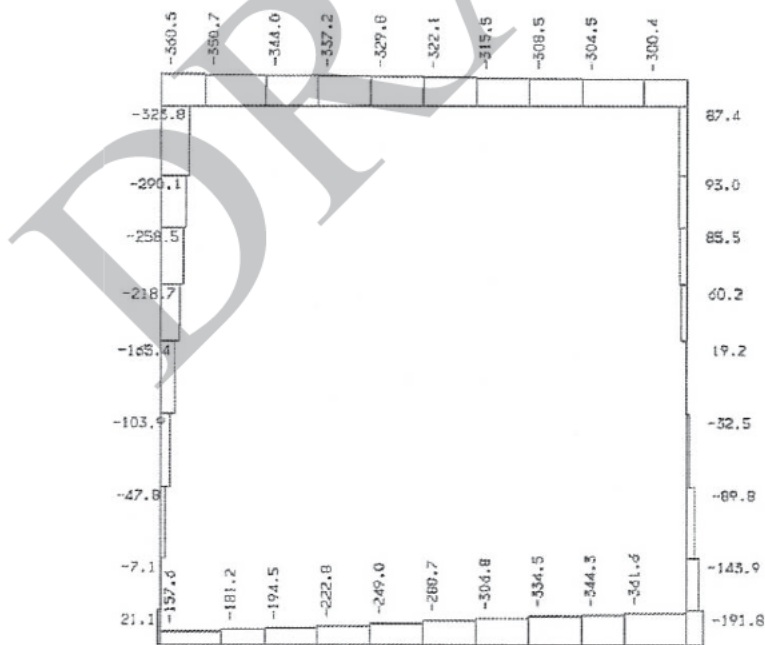


図 4-3 軸力分布図(Ss-D, 時刻  $t=15.82$  s)

## 5. 耐震性評価

### 5.1 評価方針

配管トレンチ(T21)の耐震性評価は、「4. 地震応答解析結果」に基づき、表 5-1 に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行うことで、構造強度を有すること及びSクラスの設備を支持する機能を損なわないことを確認する。

構造部材の健全性評価については、構造部材の層間変形角及びせん断力が許容限界以下であることを確認する。基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

配管トレンチ(T21)の耐震性評価フローを図 5-1 に示す。

表 5-1 配管トレンチ(T2)の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	層間変形角、せん断力が許容限界以下であることを確認	限界層間変形角
				せん断耐力
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	接地圧が許容限界以下であることを確認	極限支持力
Sクラスの設備を支持する機能を損なわないこと	構造部材の健全性	鉄筋コンクリート部材	層間変形角、せん断力が許容限界以下であることを確認	限界層間変形角
				せん断耐力

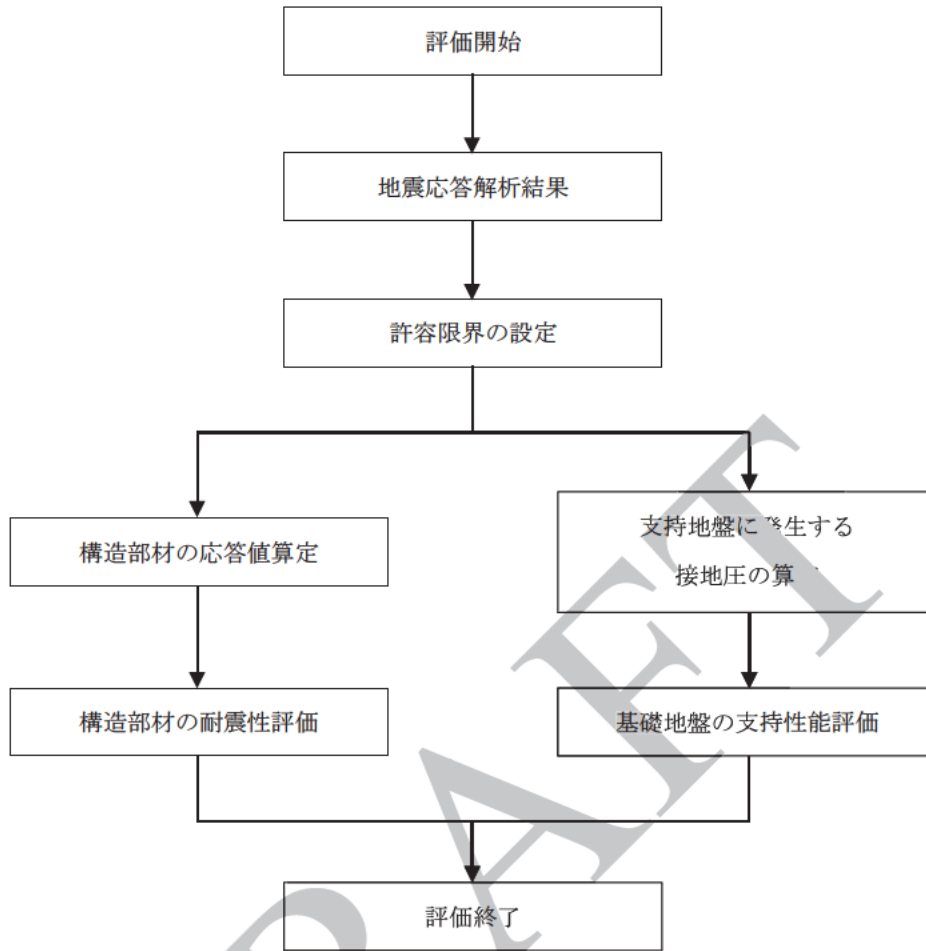


図 5-1 配管トレンチ (T21) の耐震性評価フロー

## 5.2 許容限界

### 5.2.1 構造部材の健全性に対する許容限界

#### (1) 曲げに対する許容限界

構造部材の曲げに対する照査は、土木学会マニュアルに基づき、層間変形角 1/100(以下「限界層間変形角」という)を許容限界とし、照査用層間変形角が限界層間変形角以下であることを確認する。

土木学会マニュアルでは、曲げ系の破壊に対する限界状態は、圧縮縁コンクリートひずみが 1.0%に至った状態とされており、層間変形角が 1/100 以下であれば、限界状態を下回るものとして規定されている。

#### (2) せん断に対する許容限界

構造部材のせん断力に対する照査は、土木学会マニュアルに基づき、せん断耐力評価式(棒部材式とディープビーム式で求まるせん断耐力のうち、いずれか大きい方)から許容限界を設定する。

### 5.2.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

基礎地盤に生じる接地圧に対する許容限界は、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とする。

表 5-2 に極限支持力度を示す。

表 5-2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

	極限支持力度 (kN/m <sup>2</sup> )
基礎地盤(久米層)	2350

### 5.3 評価方法

配管トレンチ (T21) の耐震性評価は、「4. 地震応答解析結果」により算定した照査用応答値が「5.2 許容限界」において設定した許容限界以下であることを確認する。

#### 5.3.1 構造部材の健全性評価

構造部材の曲げに対する照査は、地震応答解析により算定した層間変形角が許容限界以下であることを確認する。

構造部材のせん断に対する照査は、地震応答解析により算定したせん断力が許容限界以下であることを確認する。

#### 5.3.2 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価においては、基礎地盤に生じる接地圧が極限支持力に基づく許容限界以下であることを確認する。

DRAFT



## 6. 耐震性評価結果

### 6.1 構造部材の健全性に対する評価結果

構造部材の曲げに対する照査の最大照査値を表 6-1 に示す。構造部材のせん断に対する照査の最大照査値を表 6-2 に示す。

配管トレンチ (T21) の構造部材の層間変形角及びせん断力が許容限界以下であることを確認した。

表 6-1 曲げに対する照査の最大照査値

地震動	頂版-底版間 最大層間変位 (mm)	照査用 層間変形角 R	限界 層間変形角 R <sub>U</sub>	R/R <sub>U</sub>
Ss-D	2.1	0.0008	0.01	0.08

表 6-2 せん断に対する照査の最大照査値

地震動	照査位置	照査用せん断力 V (kN)	せん断力 V <sub>yd</sub> (kN)	V/V <sub>yd</sub>
Ss-D	頂版	332	1215	0.27
Ss-D	左側壁	186	640	0.29
Ss-D	右側壁	229	721	0.32
Ss-D	底版	252	669	0.38

### 6.2 基礎地盤 支持性能に対する評価結果

基礎地盤の支持性能照査結果を表 6-3 に示す。

配管トレンチ (T21) の基礎地盤に生じる最大接地圧が極限支持力度以下であることを確認した。

表 6-3 基礎地盤の支持性能照査結果

地震動	最大接地圧 (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力度 (kN/m <sup>2</sup> )
Ss-D	161	2350

ガラス固化技術開発施設 (TVF)

開発棟建家の地震応答計算書

DRAFT

## 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.....	26
4. 解析モデル .....	31
4.1 水平方向の解析モデル.....	31
4.2 鉛直方向の解析モデル.....	40
5. 解析結果 .....	43
5.1 固有値解析結果 .....	43
5.2 地震応答解析結果.....	53
6. 基礎浮き上がりの検討.....	61
7. 評価結果 .....	63

## 1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動( $S_s$ )に対して、建家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0.7km/s以上であるT.P.<sup>\*</sup>-303m(G.L. -309m)とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

DRAFT

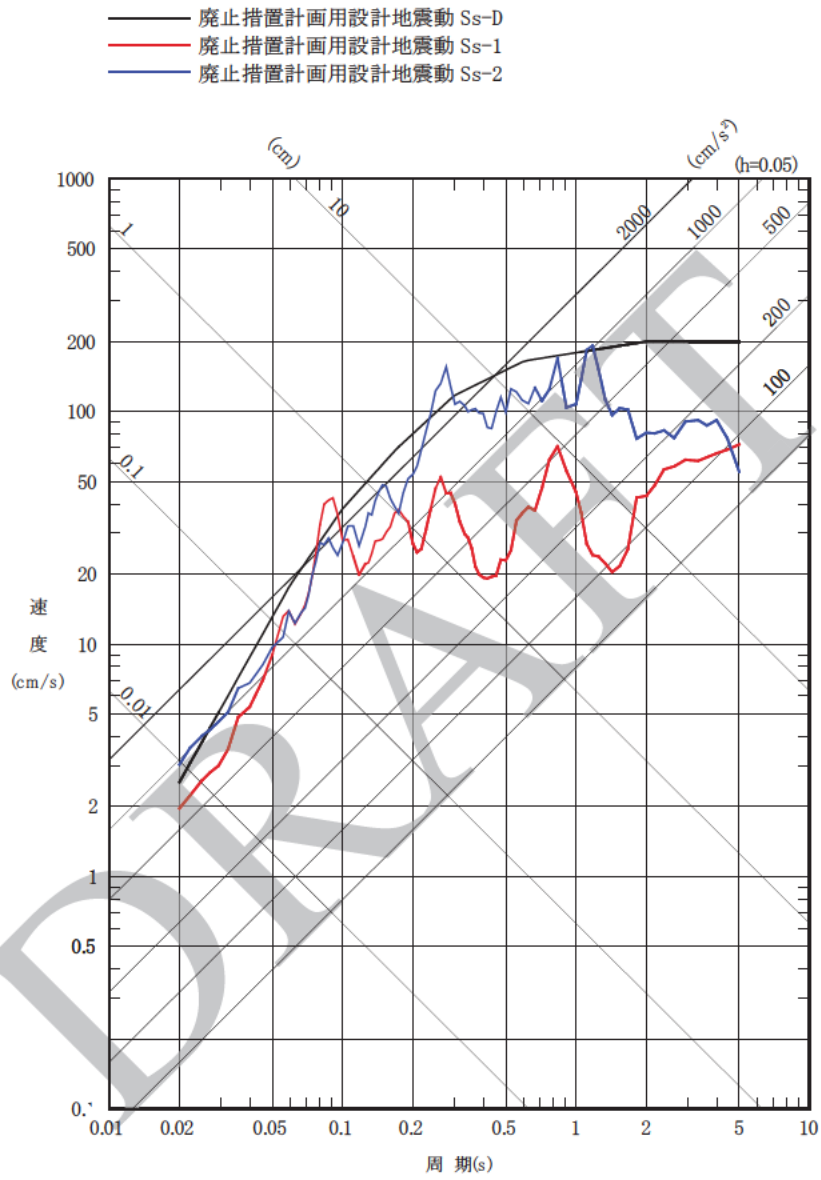


図 1-1 廃止措置計画用設計地震動(Ss)の応答スペクトル(NS成分)

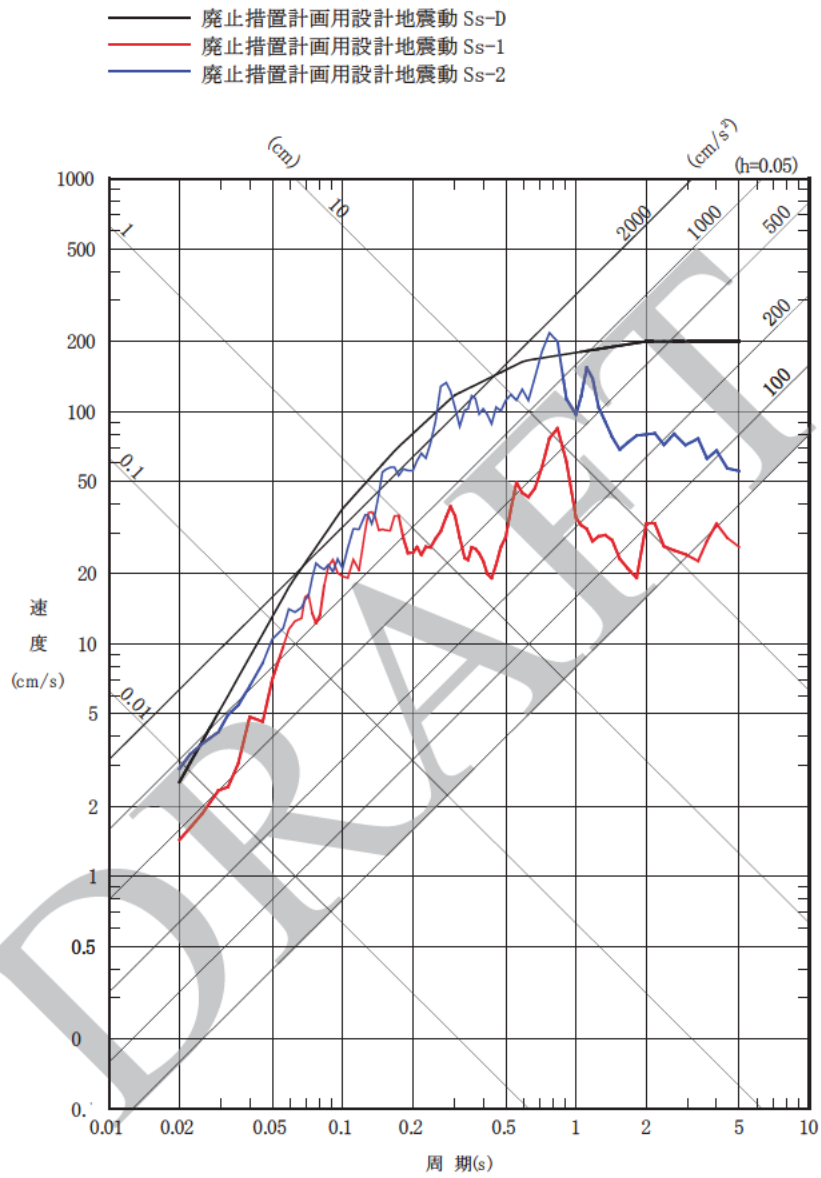


図 1-2 廃止措置計画用設計地震動(Ss)の応答スペクトル(EW成分)

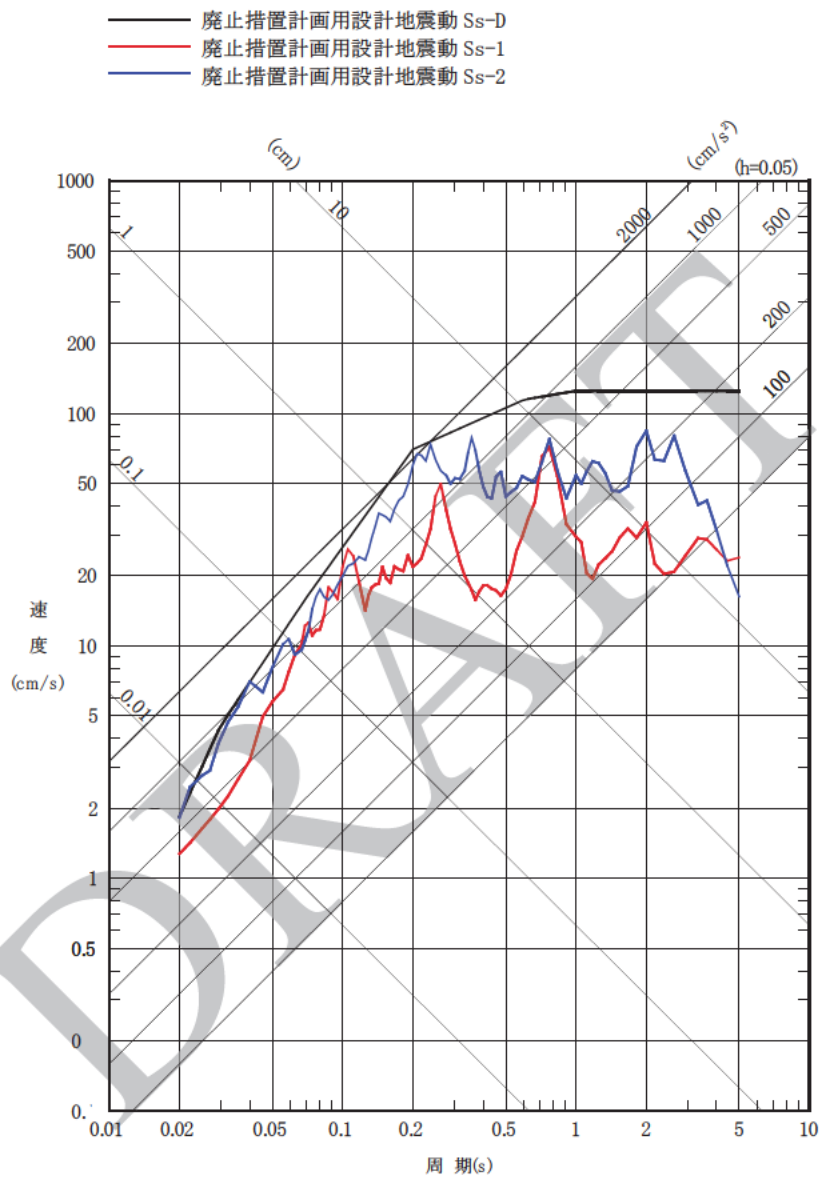


図 1-3 廃止措置計画用設計地震動(Ss)の応答スペクトル(UD成分)

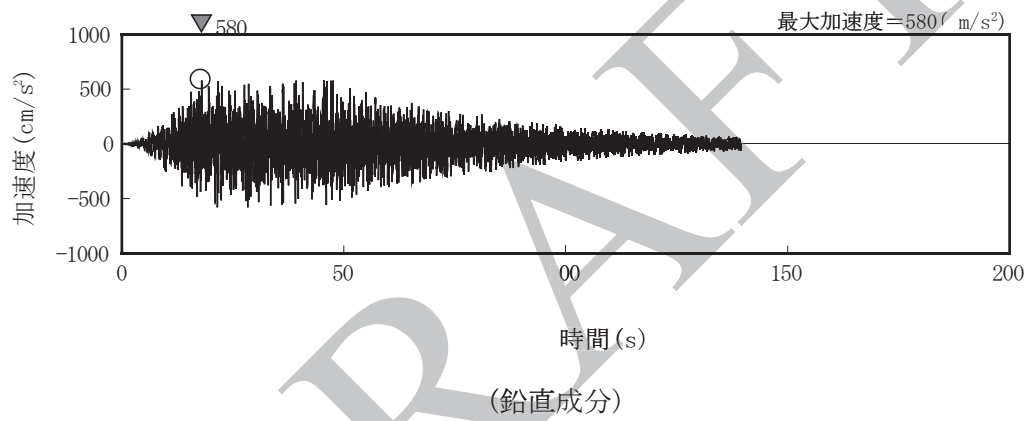
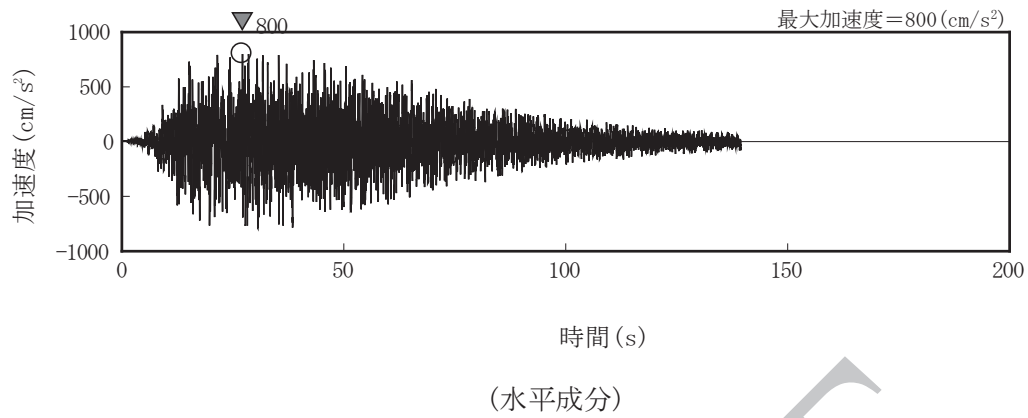
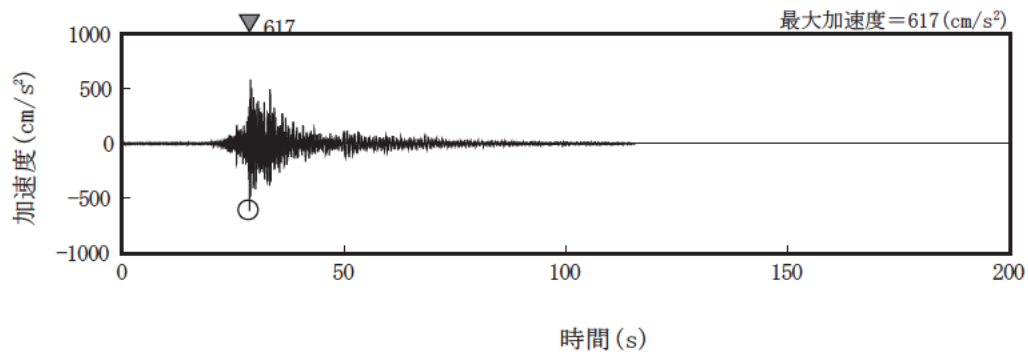
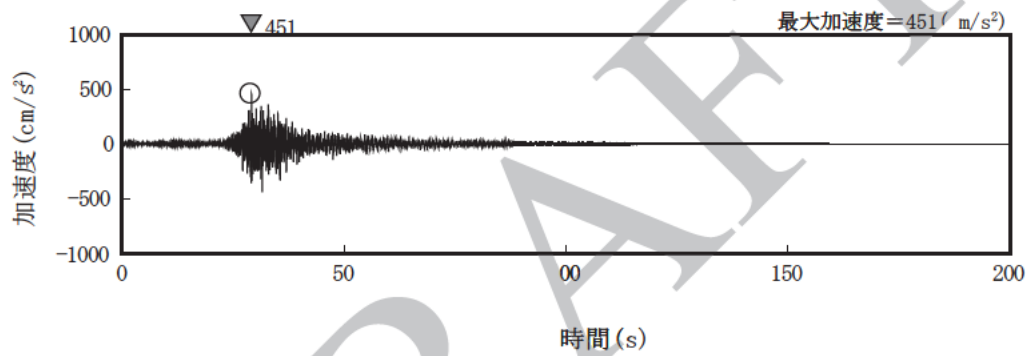


図1-4 廃止措置計画用設計地震動(Ss-D)の時刻歴波形

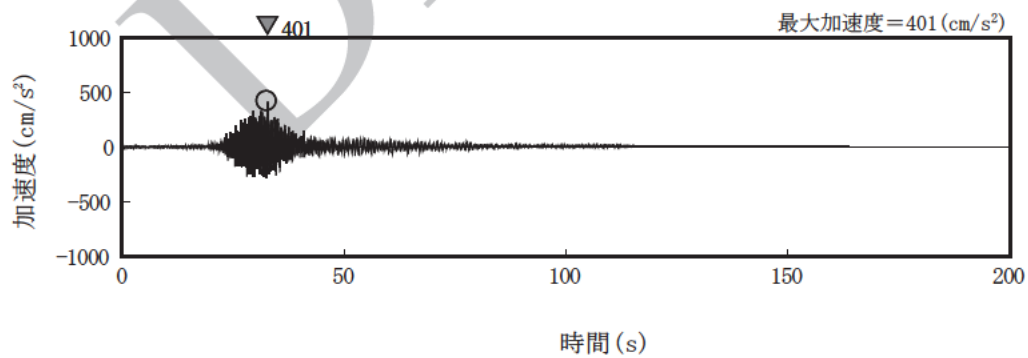




(NS 成分)

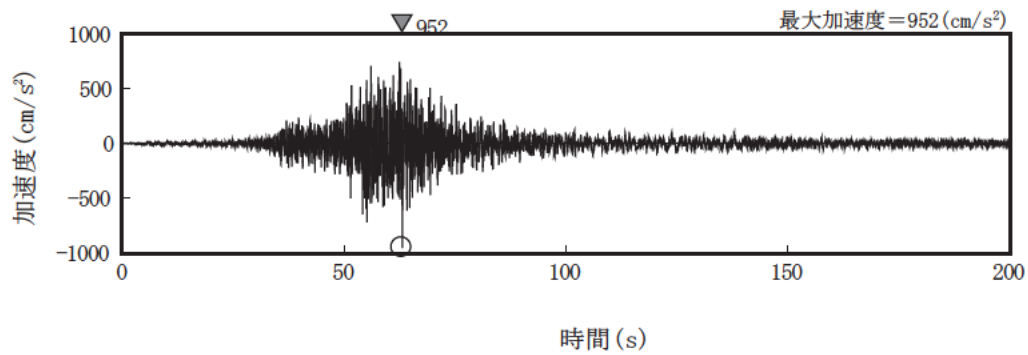


(EW 成分)

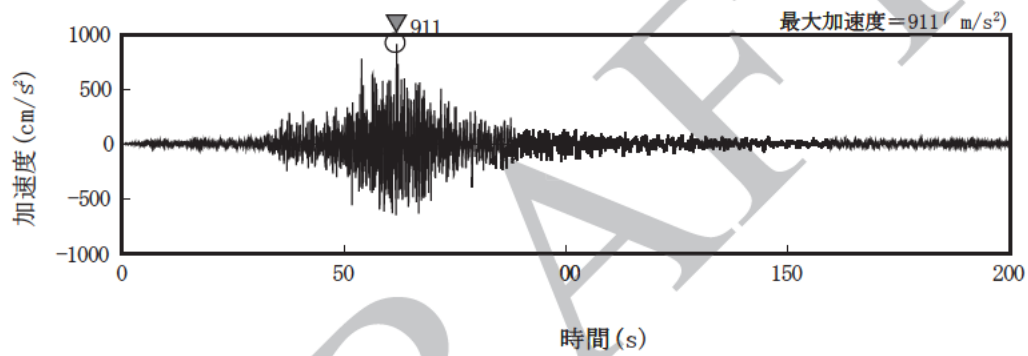


(UD 成分)

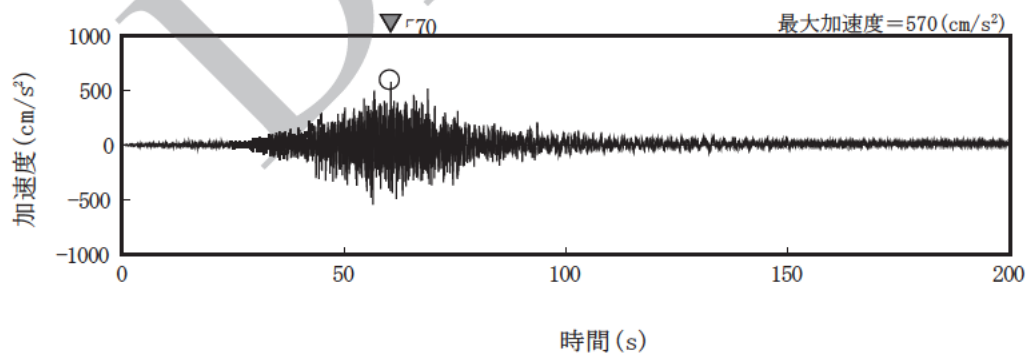
図 1-5 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-1) の時刻歴波形



(NS 成分)



(EW 成分)



(UD 成分)

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。

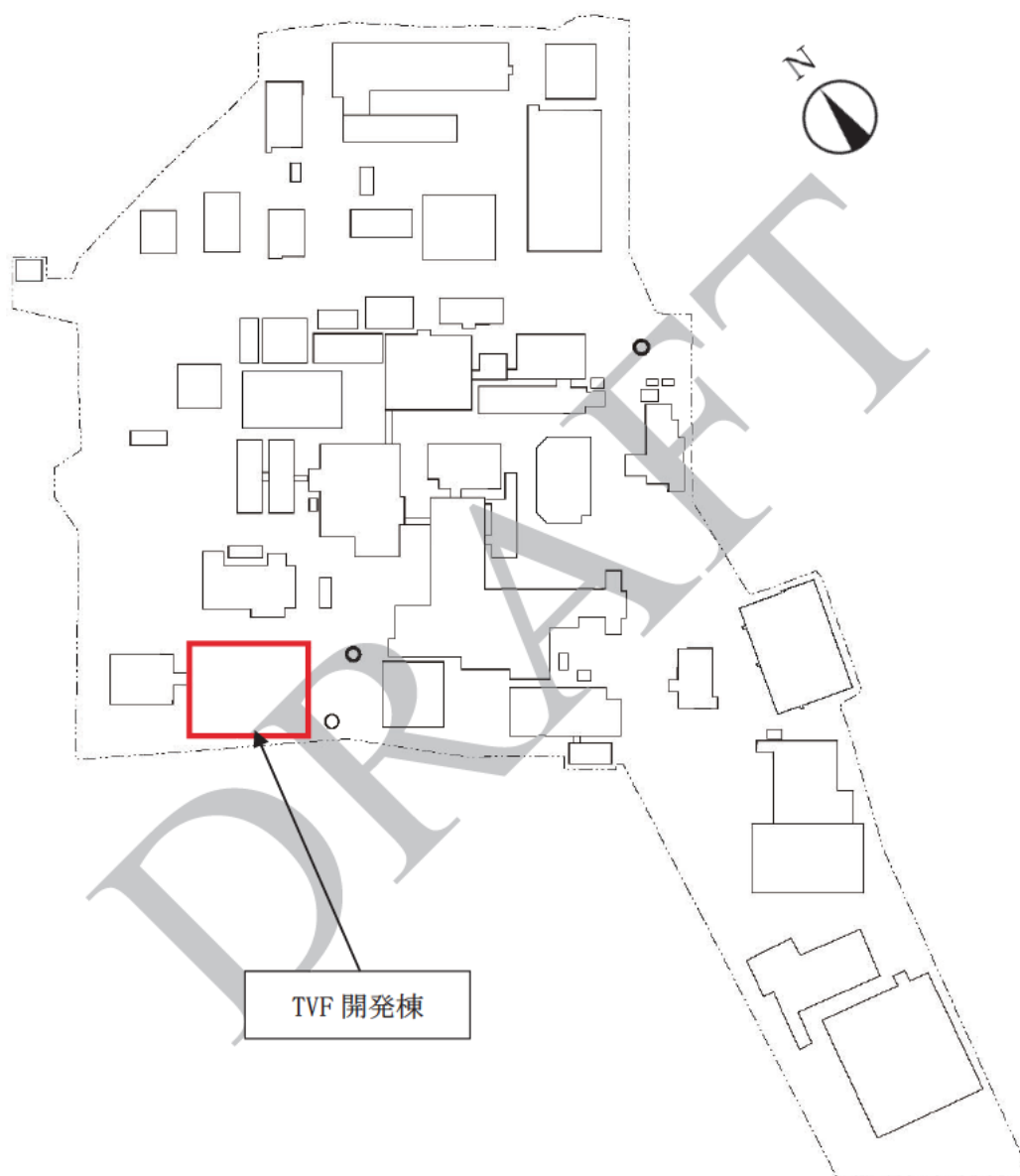
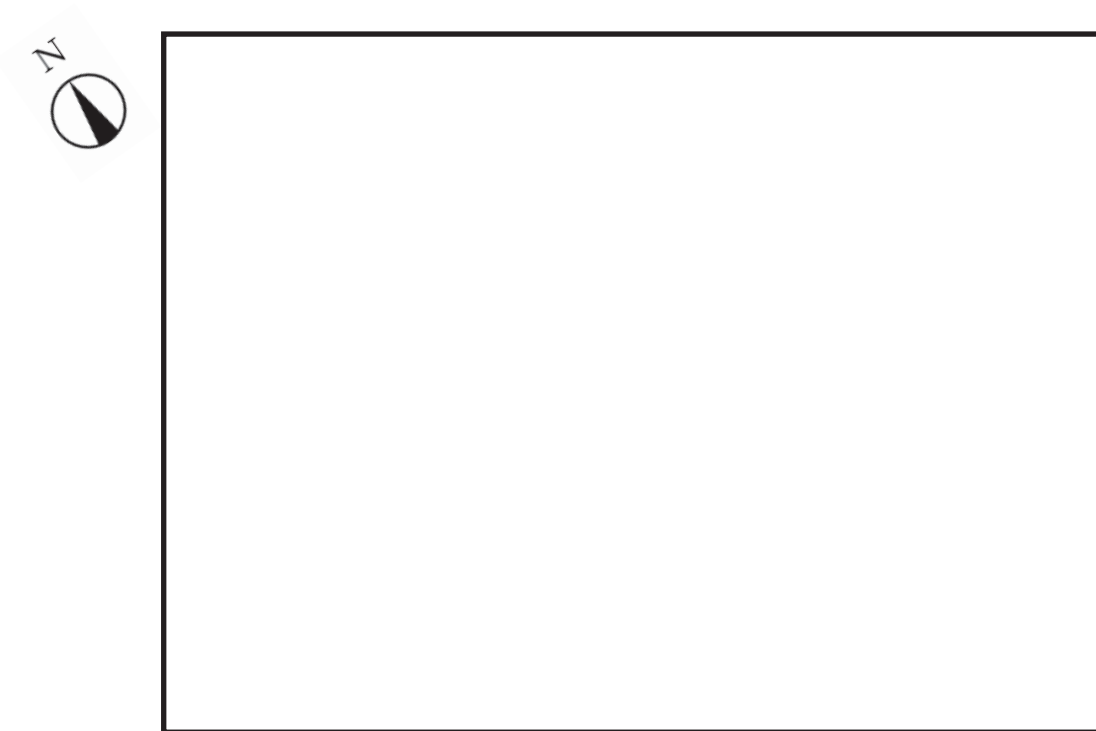


図 2-1 TVF 開発棟の位置

## 2.2 構造概要



DRAFT



(壁厚の単位:mm)

図 2-2 TVF 開発棟平面図 (地下 2 階)

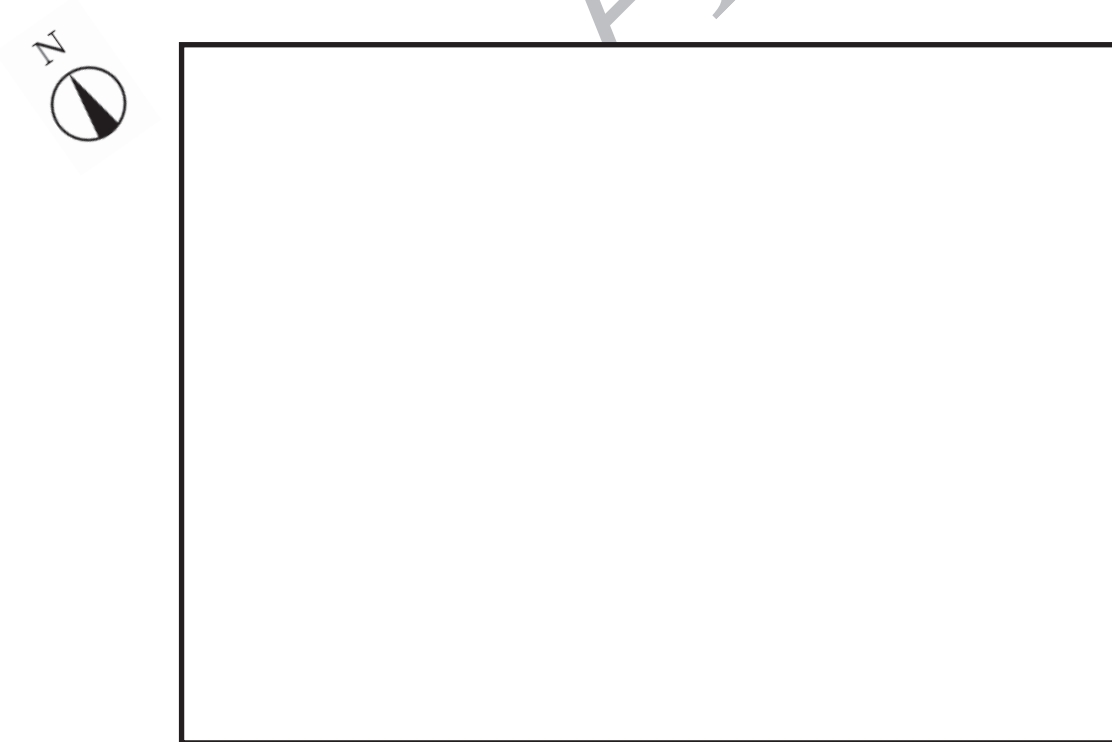


図 2-3 TVF 開発棟平面図 (3 階)

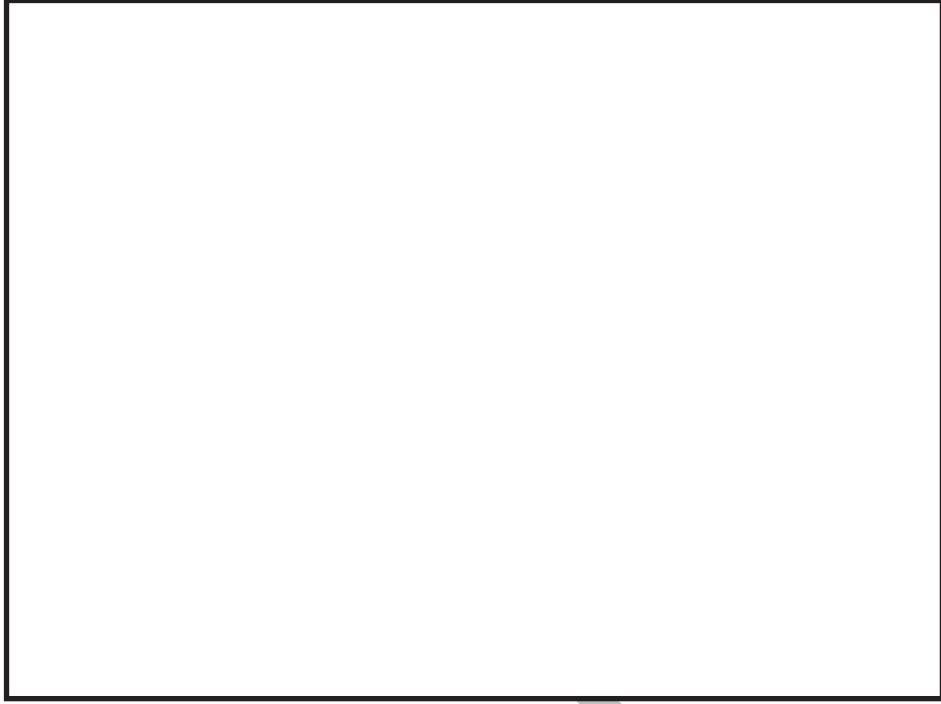


图 2-4 TVF 開發棟断面图 (NS 断面)

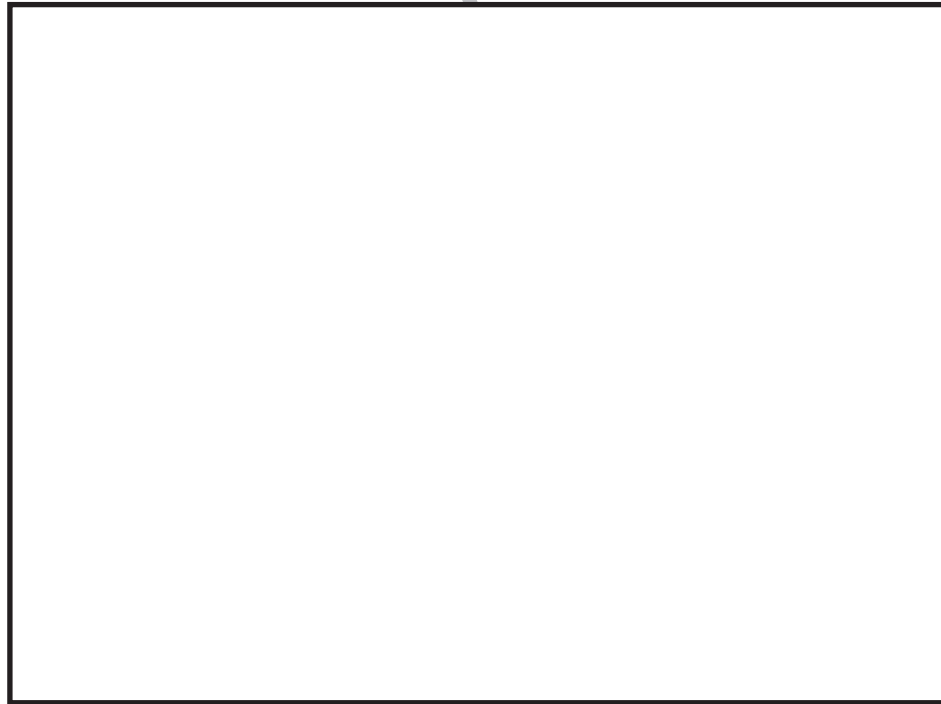


图 2-5 TVF 開發棟断面图 (EW 断面)

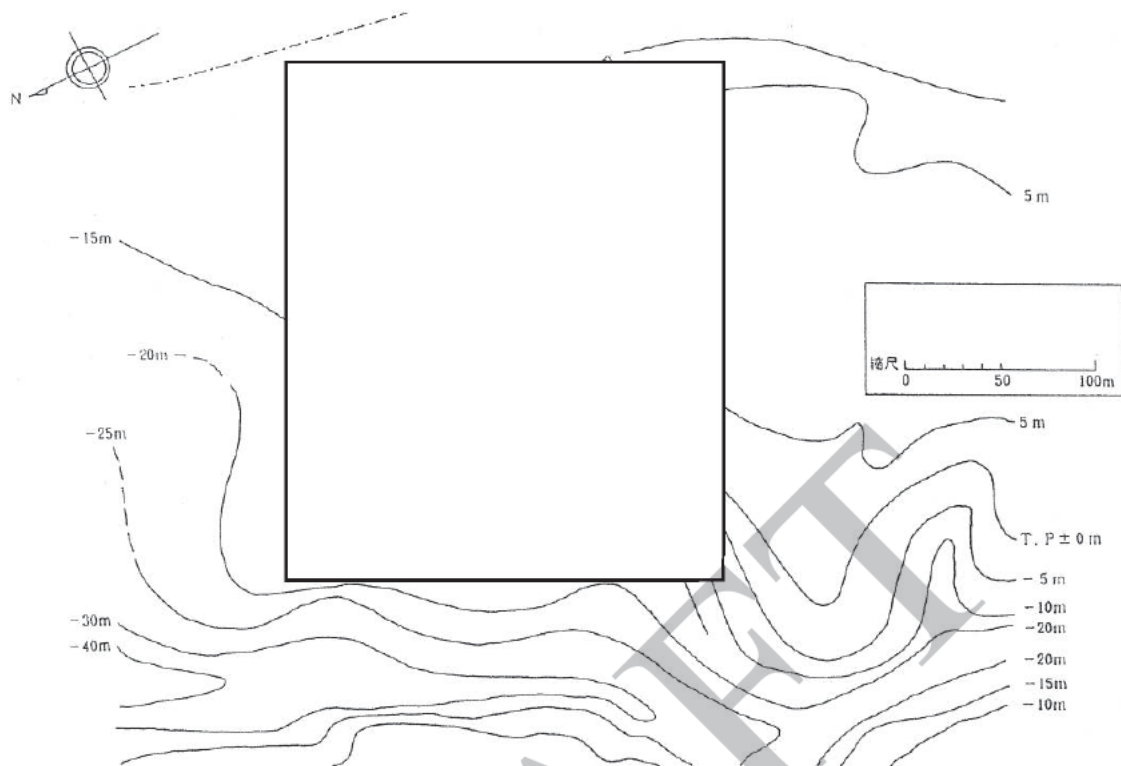


図 2-6 支持地盤(久米層)の等高図

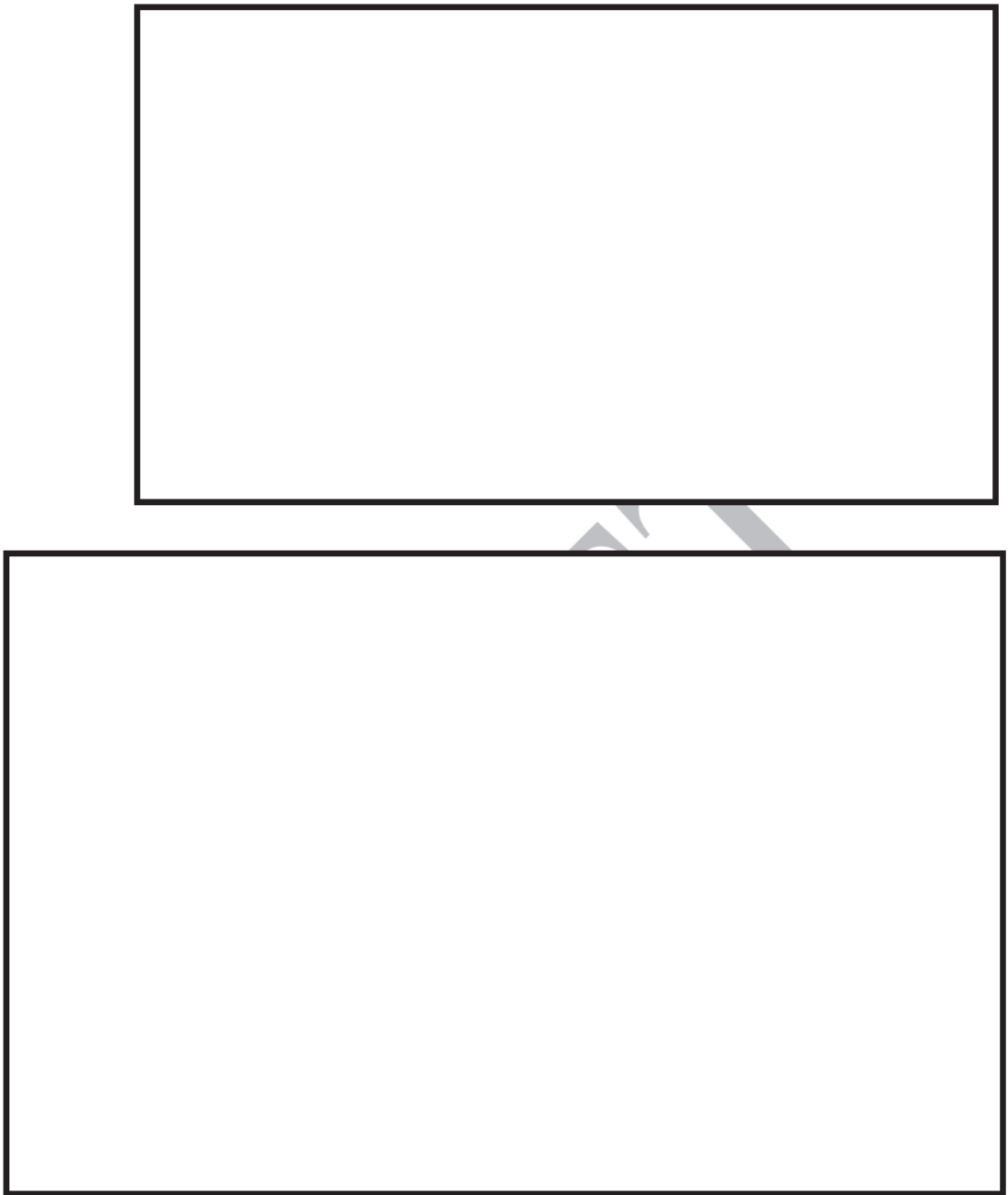


図 2-7 支持層(久米層)の断面図 (その 1)



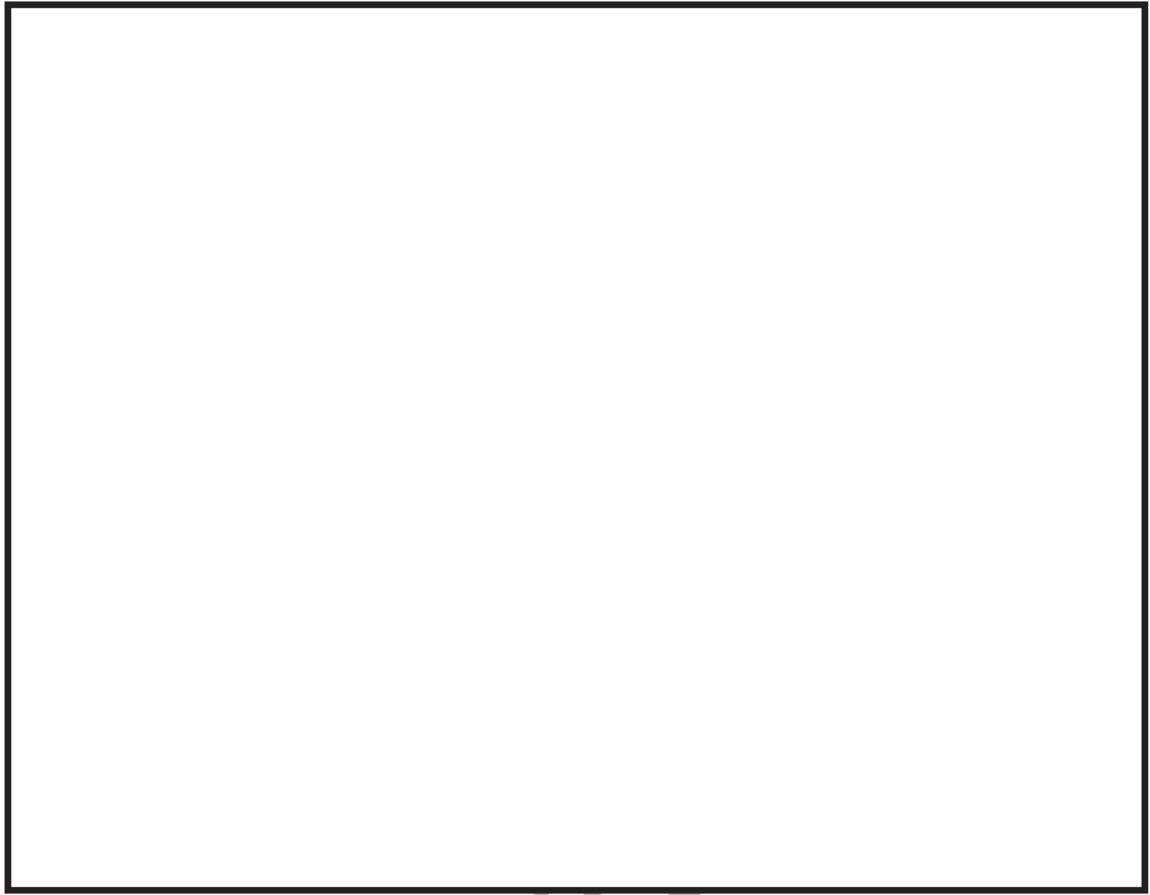


図2-8 支持層(久米)の断面図(その2)

### 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(Ss)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。

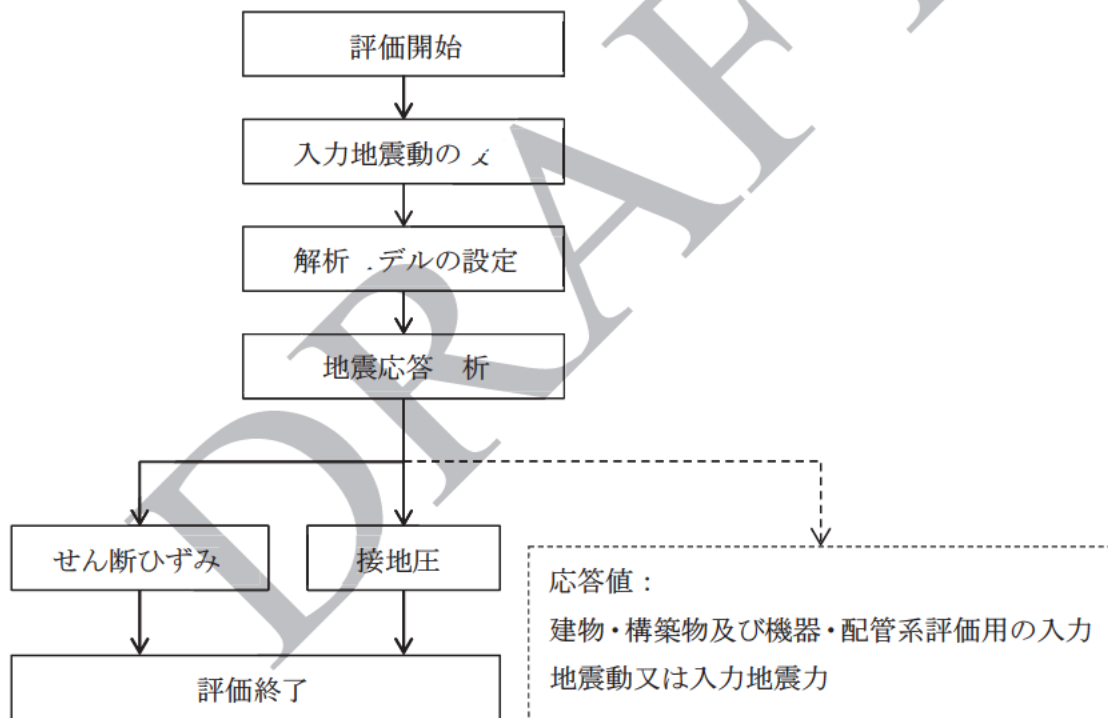


図 2-9 TVF 開発棟の評価フロー

## 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 <sup>2</sup> )	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$
建家	22.1	2.20 $\cdot 10^4$	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。磁北方向とプラントノースの角度は、35 度 44 分 44 秒 (35.7°) である。

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、地盤の非線形特性を図 3-2 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Ns.ake(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。

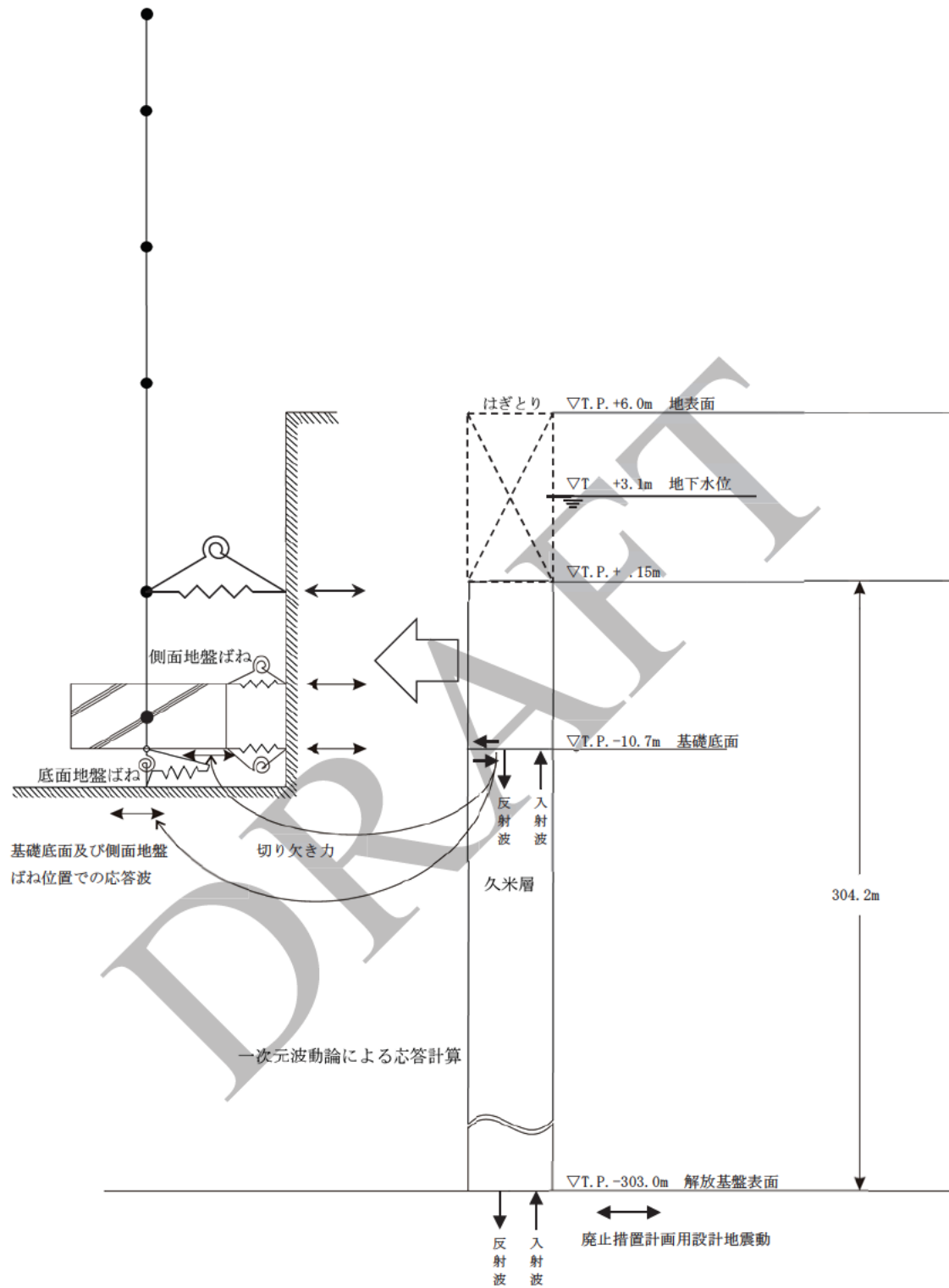


図3-1 入力地震動算定の概要(水平方向)

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 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	動ポア ソン比 $\nu_d$	動せん断 弾性係数 $G_0$ (MN/m <sup>2</sup> )
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	0.44	596
-215.0		Km6	1.77	0.436	655
-261.0		Km7	1.77	0.43	711
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426
	解放基盤		1.77	0.417	867

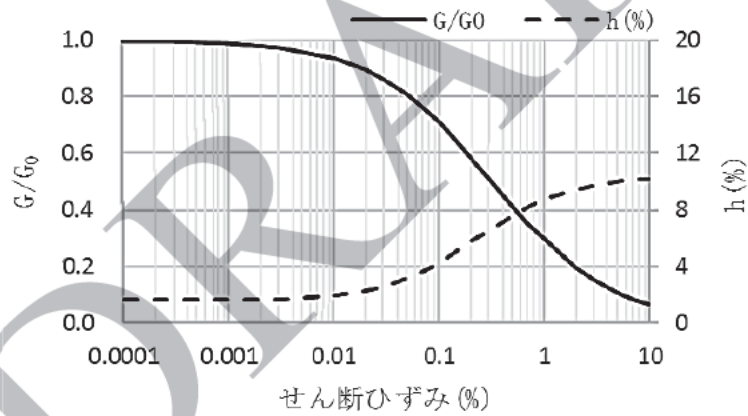


図 3-2 地盤の非線形特性 (久米層)

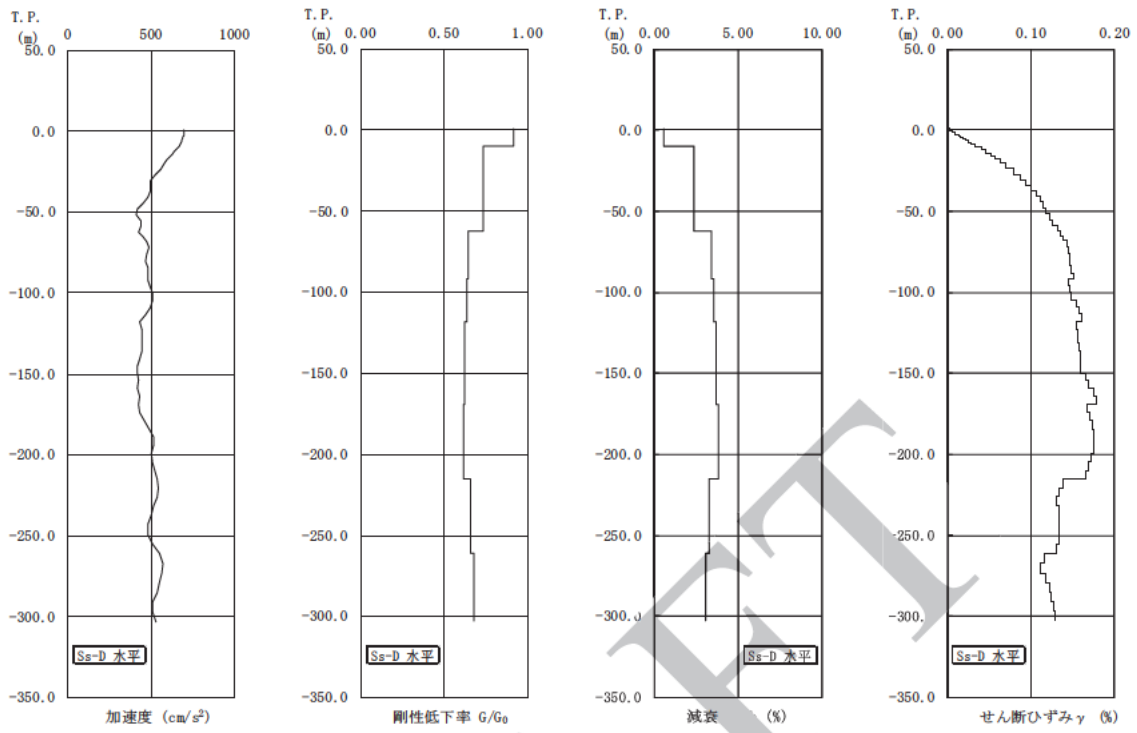


図 3-3 地盤の 震応答解析結果(水平方向、Ss-D)

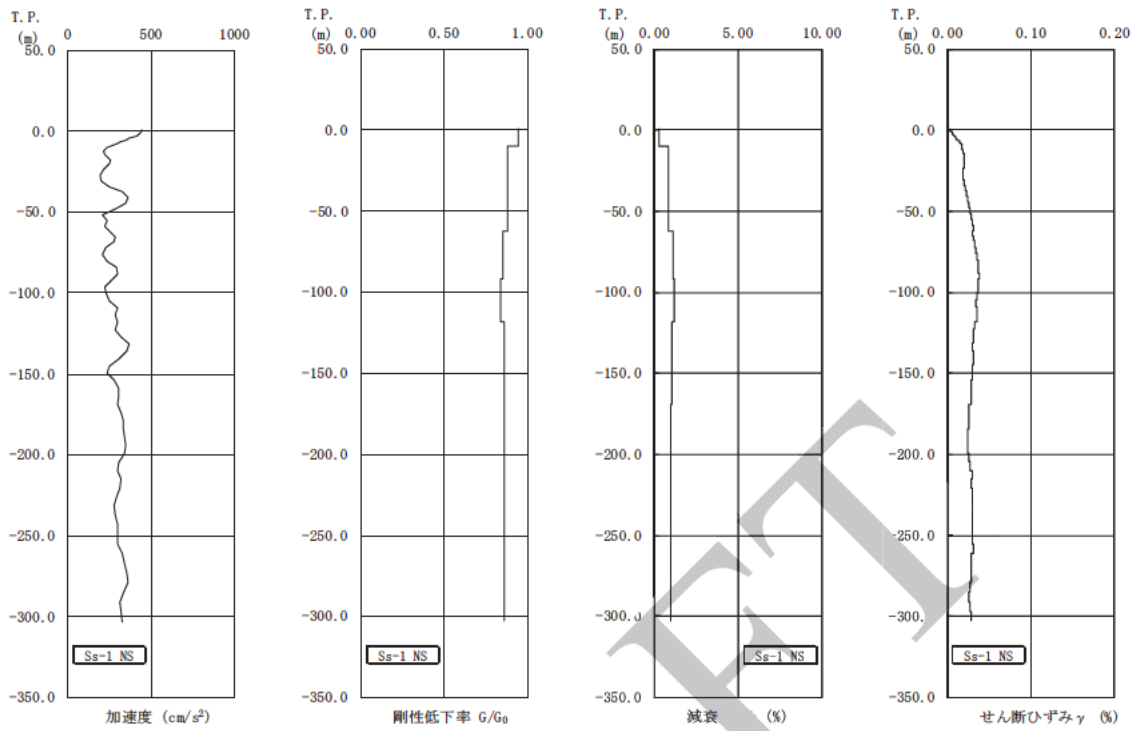


図 3-4 地盤の地震応答解析結果(NS 方向、Ss-1)

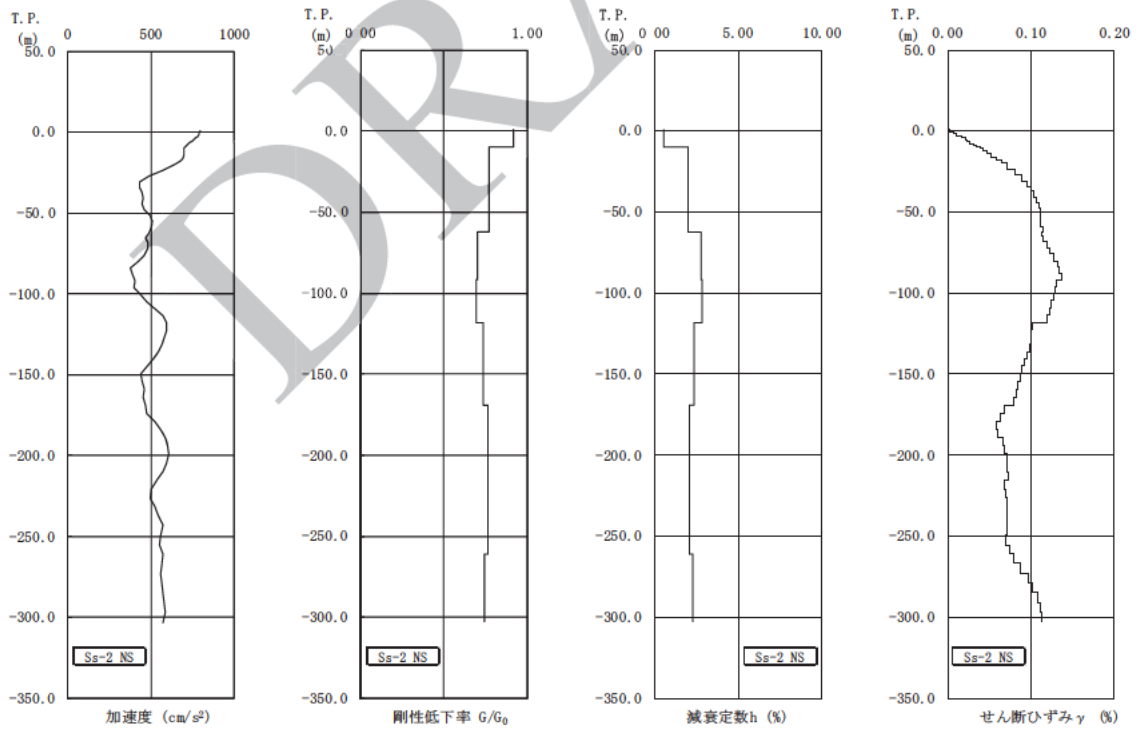


図 3-5 地盤の地震応答解析結果(NS 方向、Ss-2)



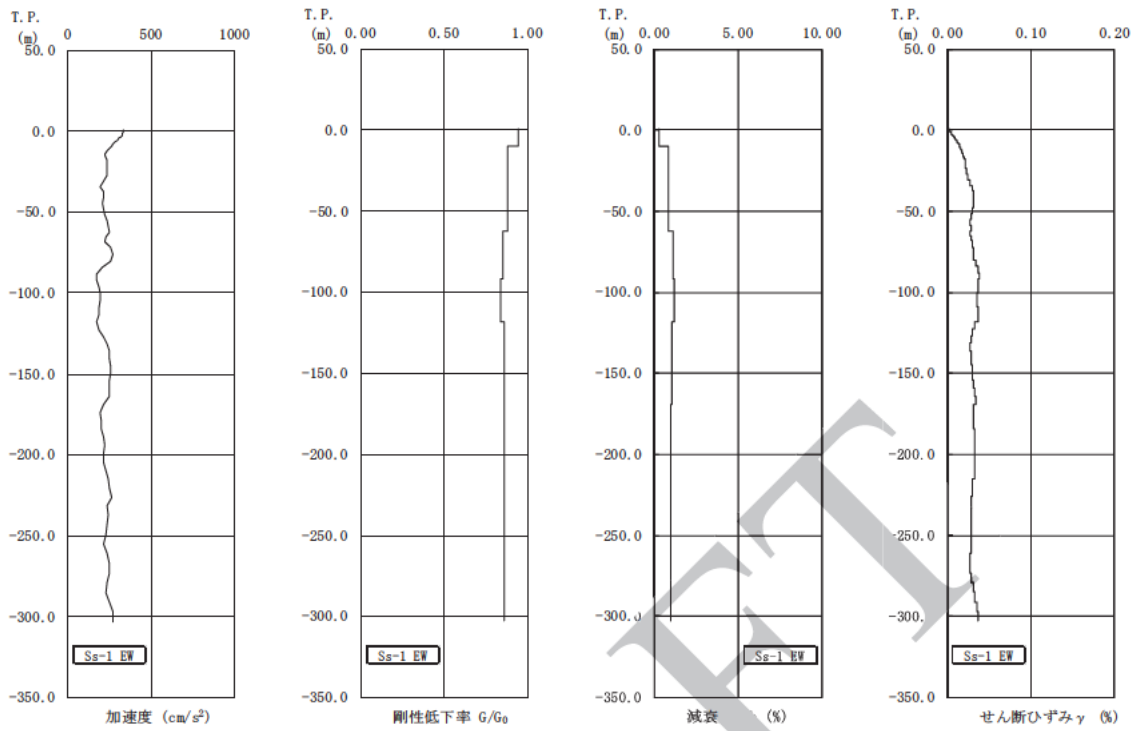


図 3-6 地盤の地震応答解析結果(EW 方向、Ss-1)

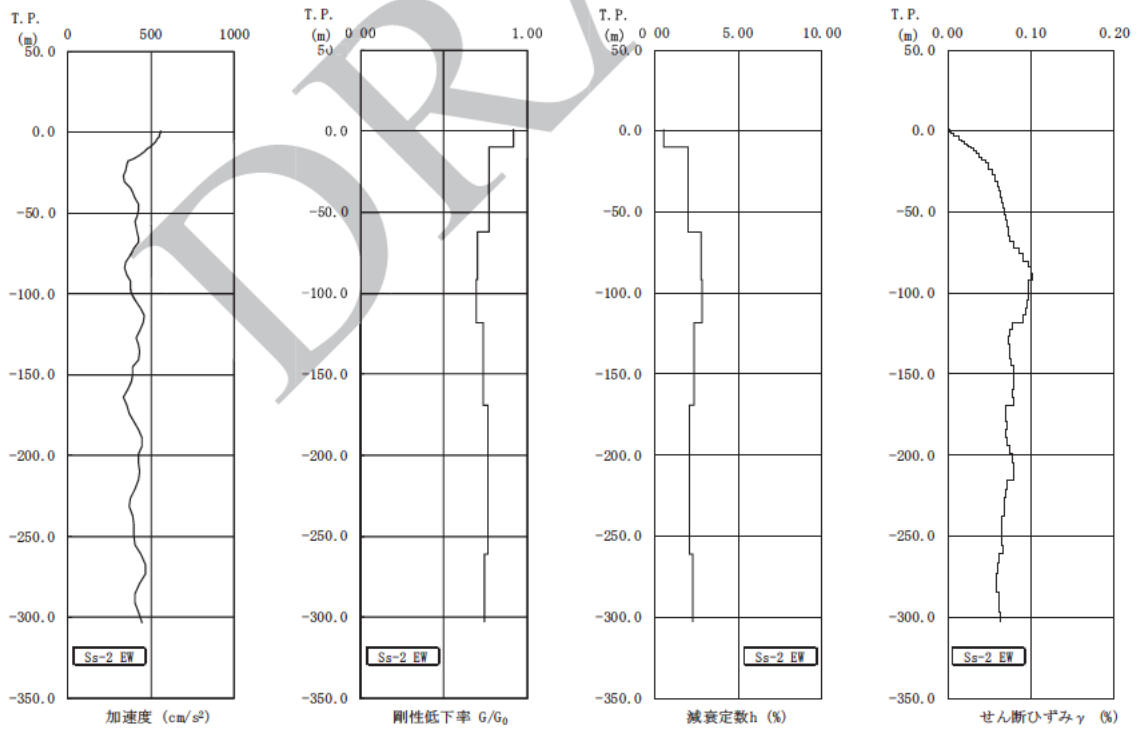


図 3-7 地盤の地震応答解析結果(EW 方向、Ss-2)

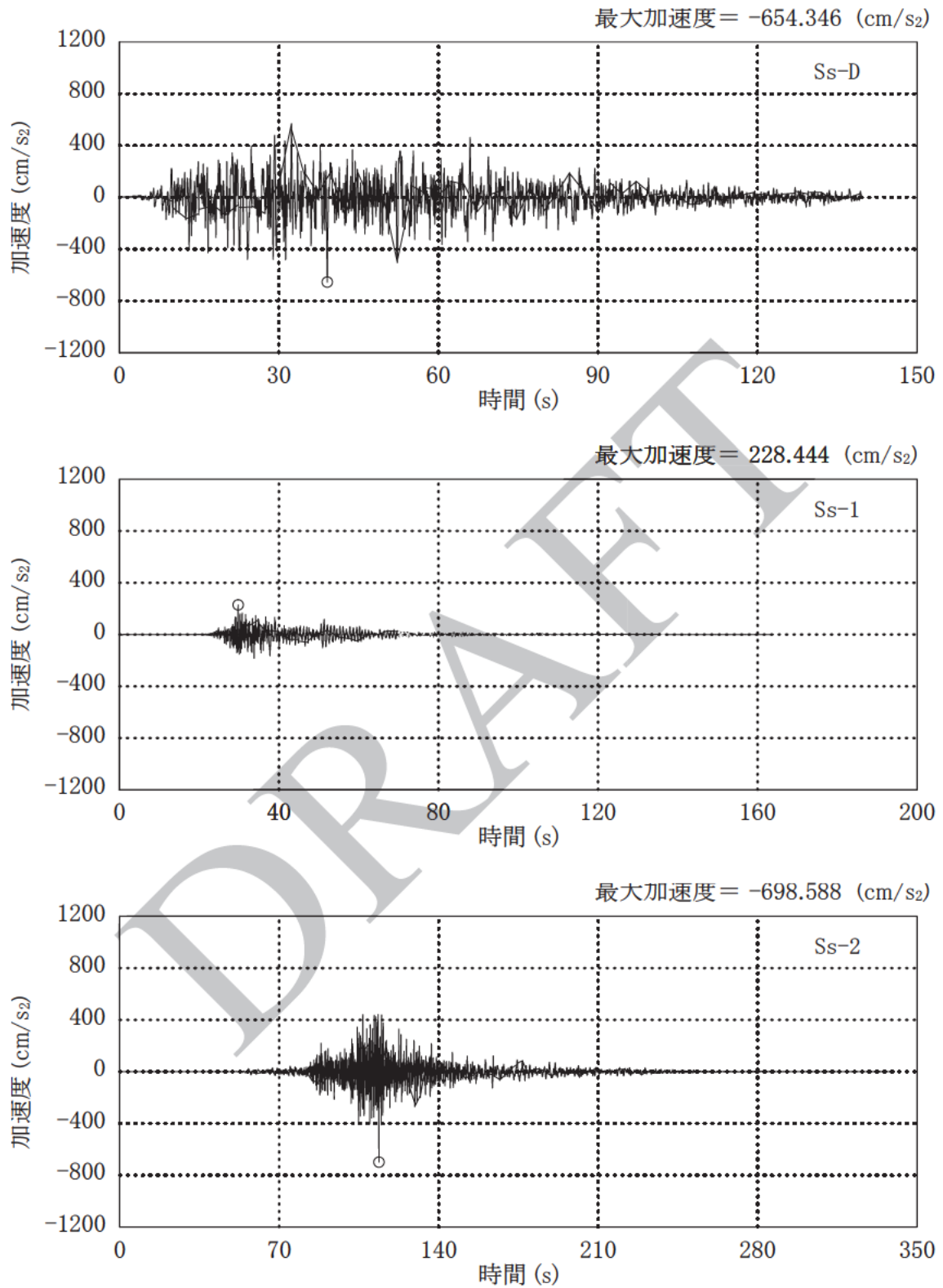


図 3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形 (NS 方向、Ss、基礎底面位置)

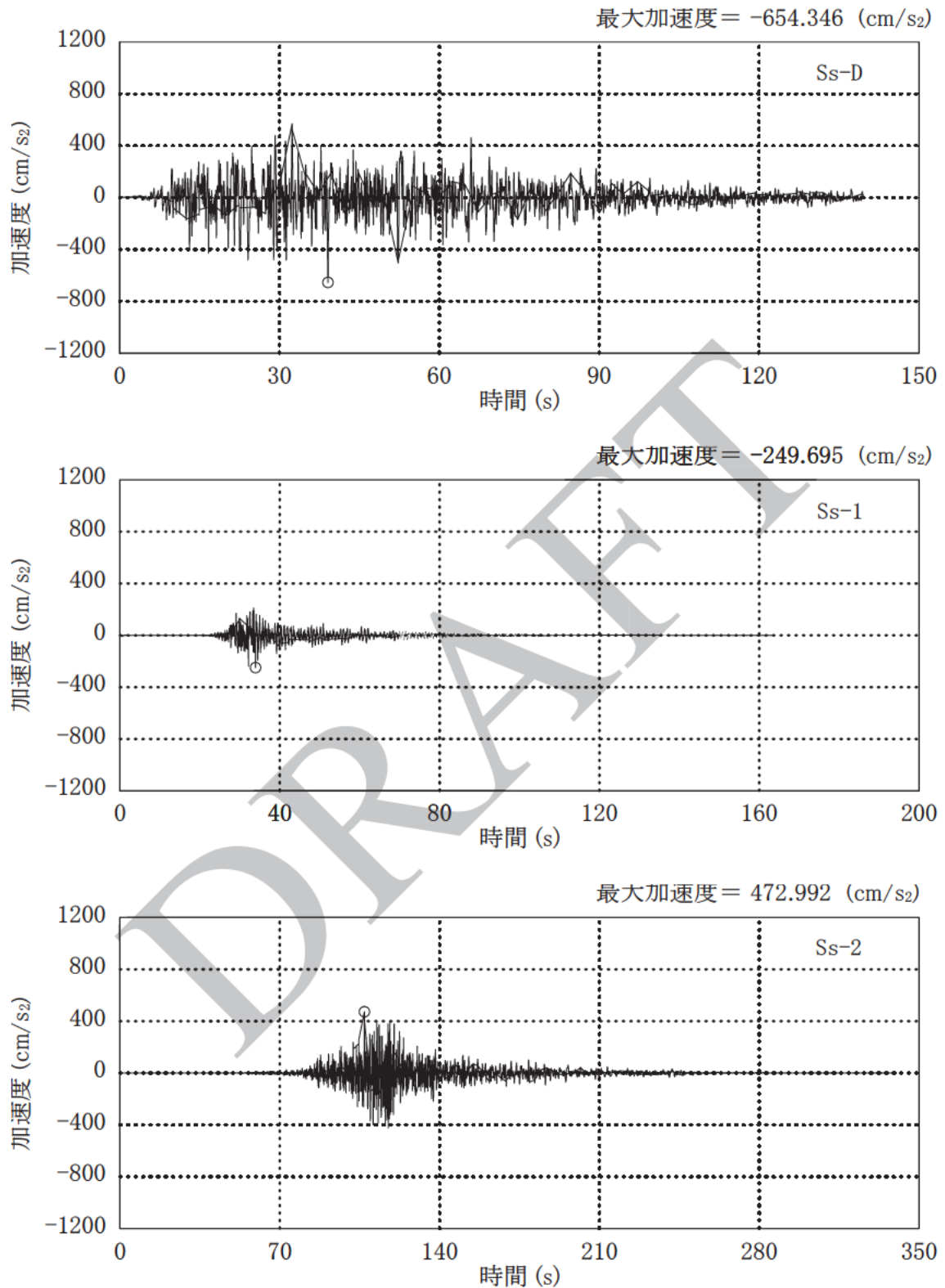
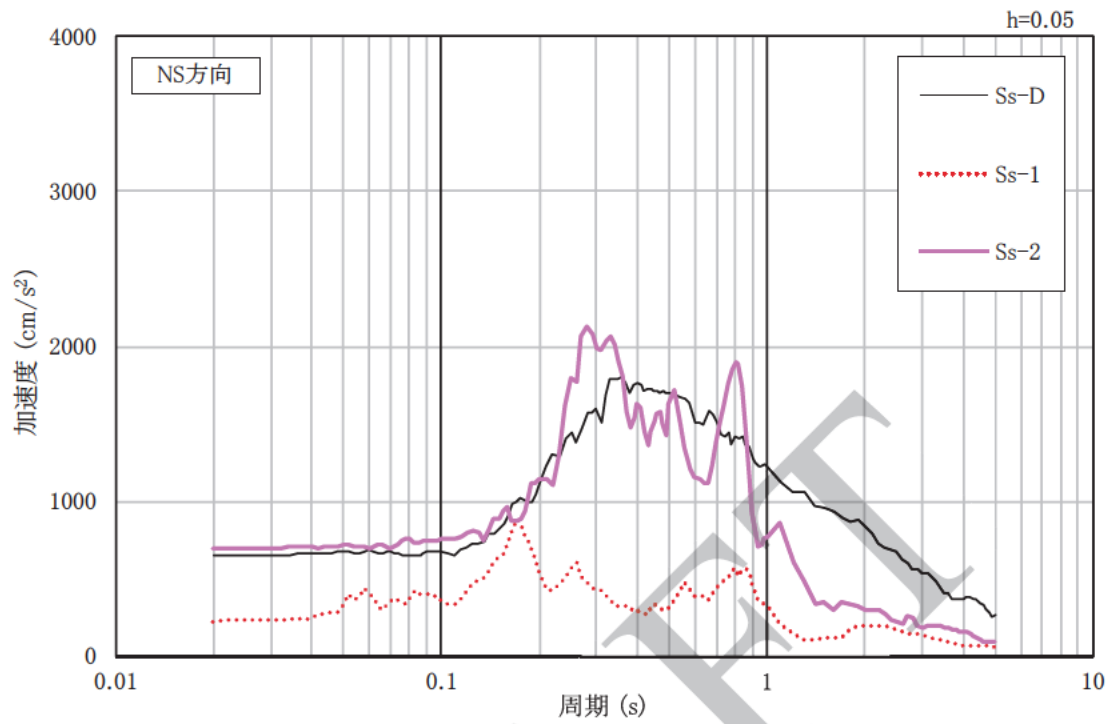
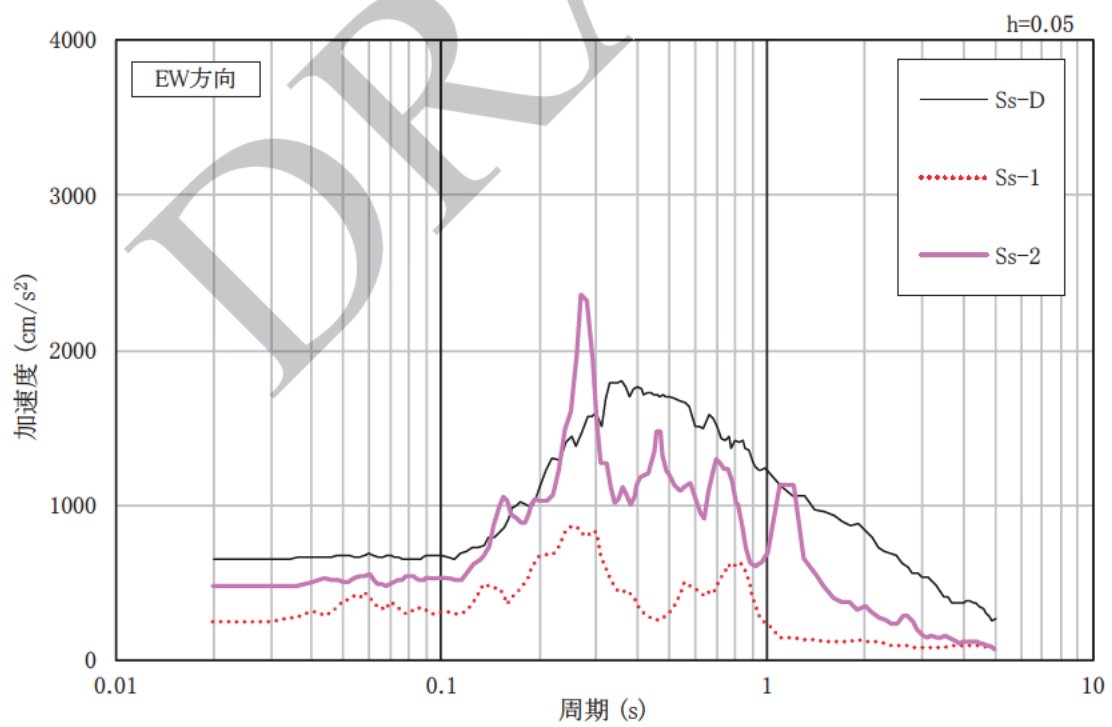


図 3-9 入力地震動の加速度時刻歴波形 (EW 方向、Ss、基礎底面位置)



(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。

DRAFT

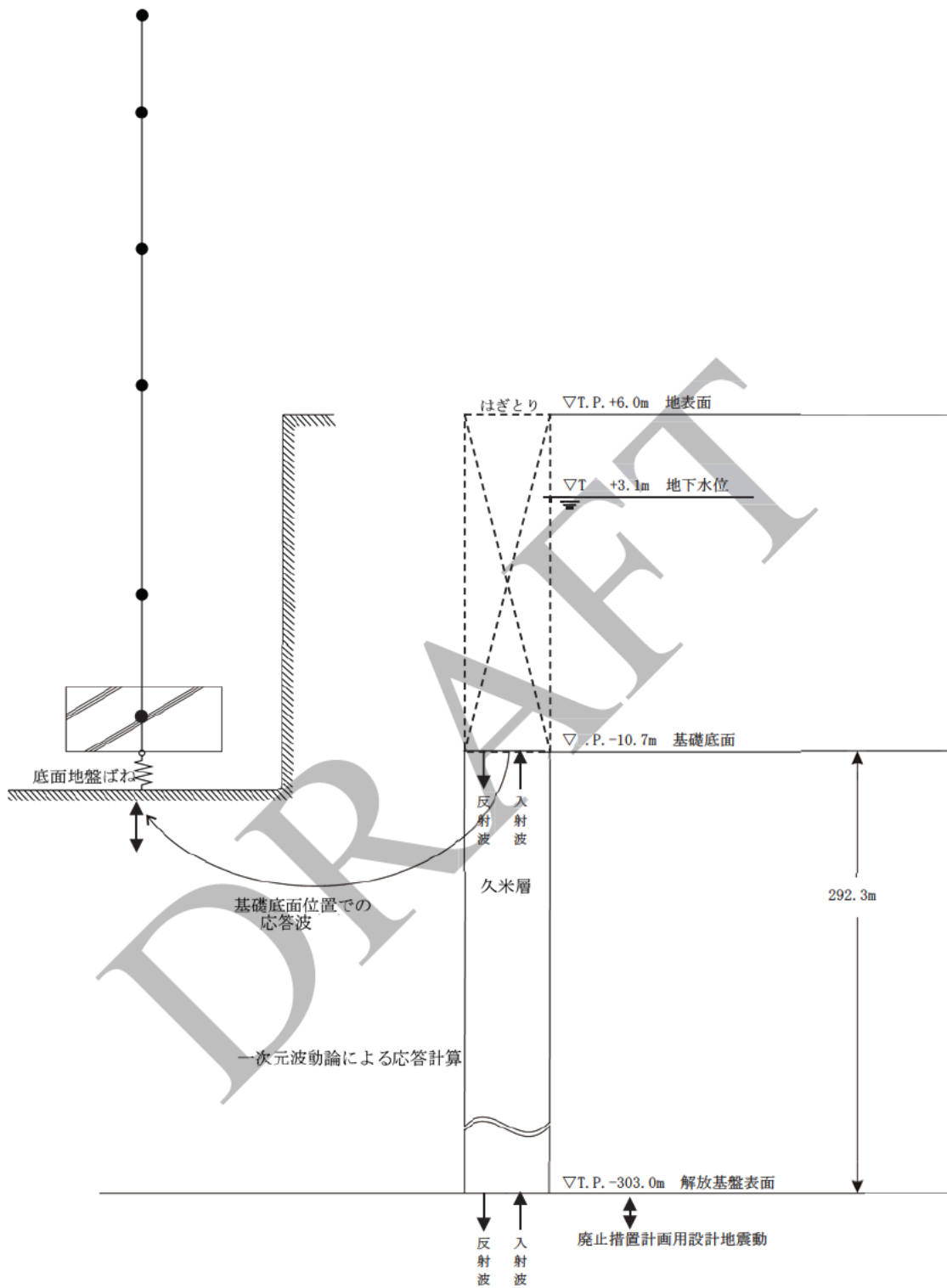


図 3-11 入力地震動算定の概要(鉛直方向)

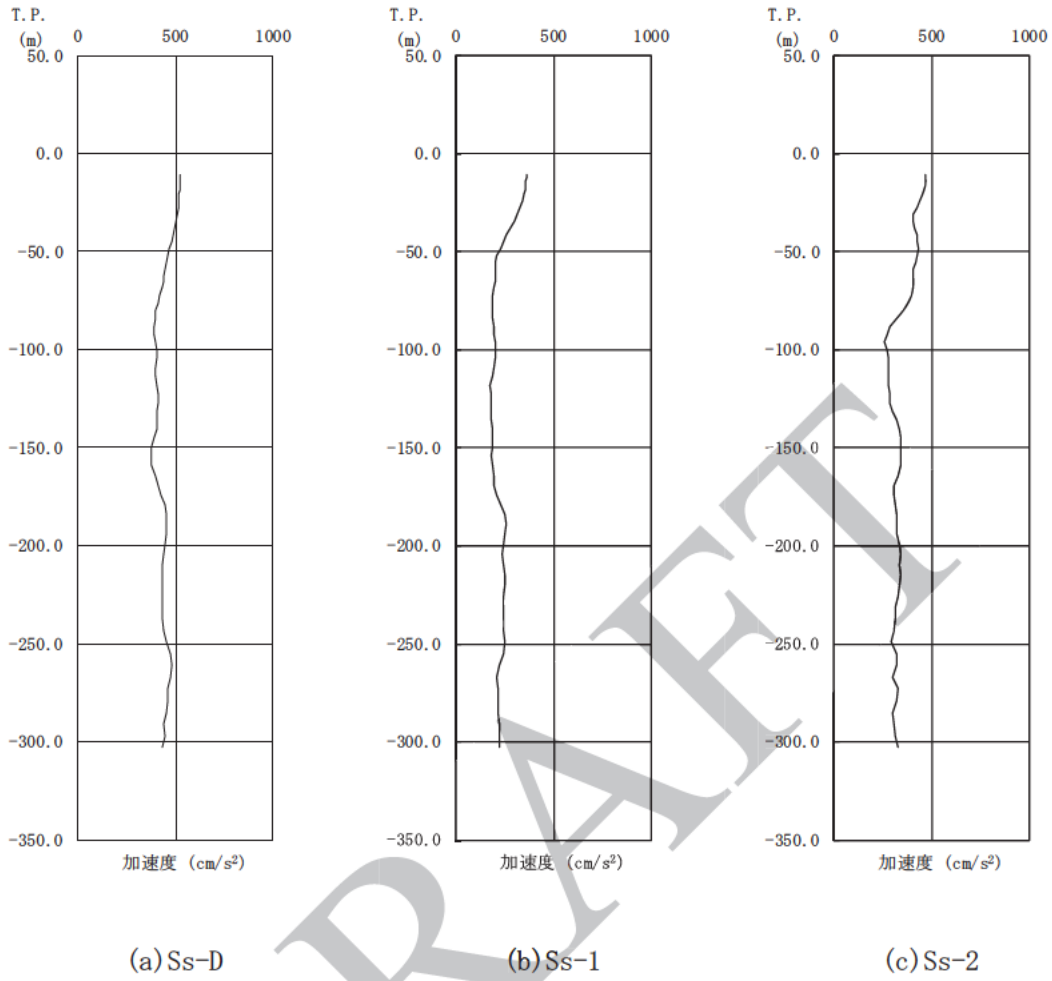


図 3-12 地盤の地震応答解析結果(鉛直方向、Ss)

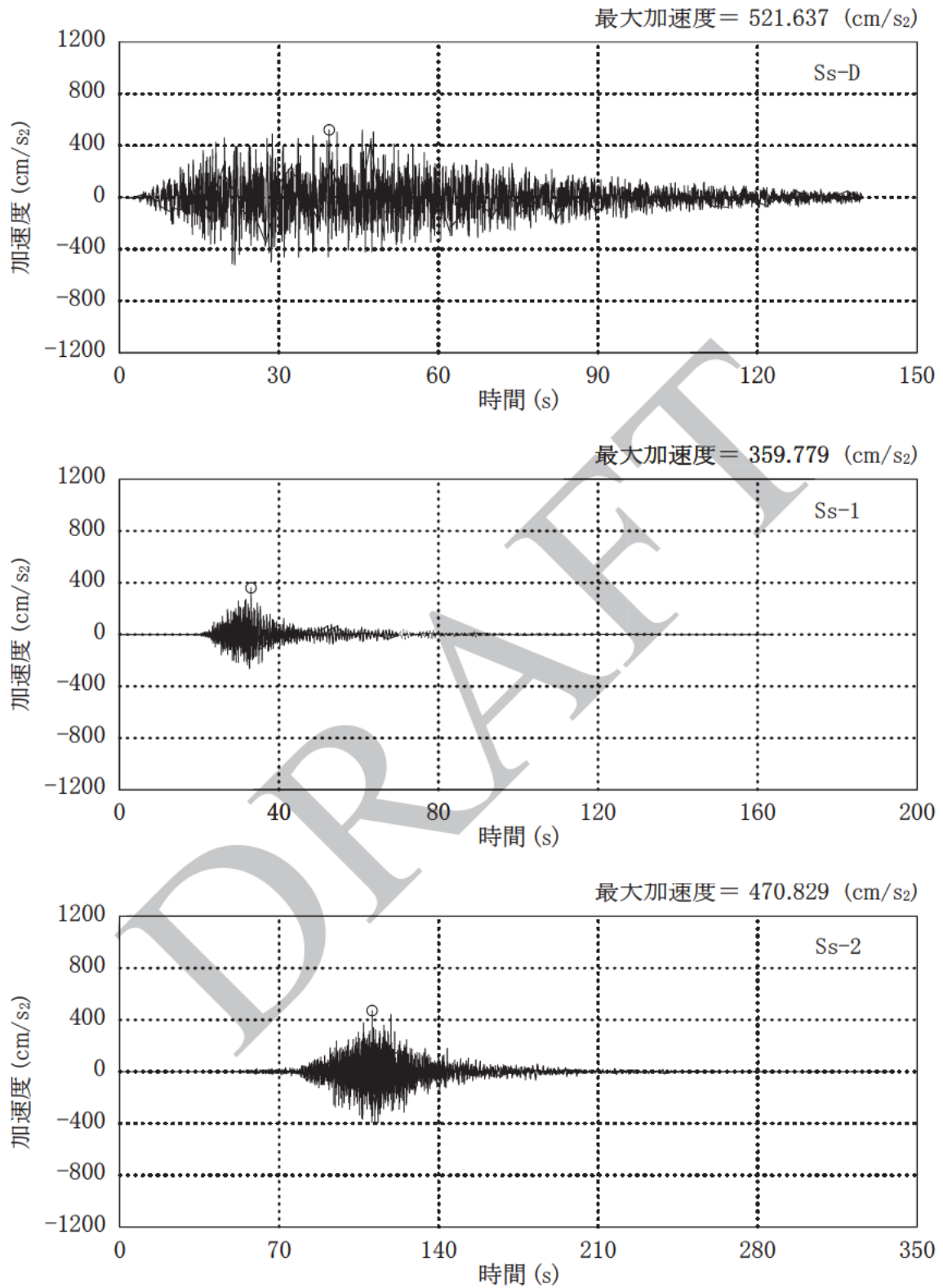


図 3-13 入力地震動の加速度時刻歴波形(鉛直方向、Ss、基礎底面位置)



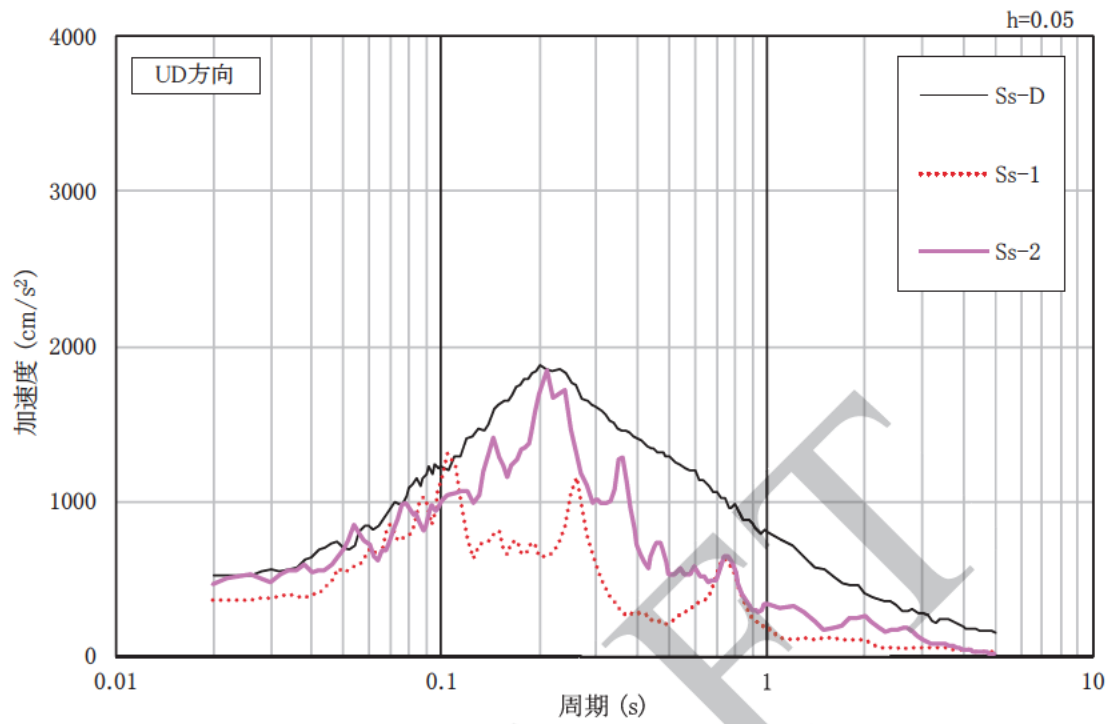


図 3-14 入力地震動の加速度応答スペクトル(鉛直方向、Ss、基礎底面位置)

#### 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 及び図 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、振動アト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、地盤ばねの定式化の概要を図 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。