

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又は防護上の観点から公  
開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足-400-3 改0
提出年月日	平成30年4月13日

建物・構築物の地震応答解析についての補足説明資料  
補足-400-3 【地震応答解析における材料物性のばらつきに  
関する検討】

平成30年4月  
日本原子力発電株式会社

## 目 次

1. 概要	1
1.1 検討概要	1
1.2 検討方針	2
2. 材料物性のばらつきの分析	3
2.1 建物・構築物の剛性のばらつき	3
2.2 地盤物性のばらつき	3
2.3 その他の材料特性のばらつき	3
3. 材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定	4
3.1 設計用地震力の設定方法	4
3.2 地盤物性のばらつきの設定	6
3.3 その他の材料物性のばらつきの設定	6
4. 地震応答解析による材料物性のばらつきの影響検討	7
4.1 検討概要	7
4.2 建物・構築物の剛性及び地盤物性のばらつきの設定	9
4.3 ばらつきの影響検討	17
4.4 まとめ	63
5. 機器・配管系評価への影響	65
別紙 1	建物・構築物の剛性のばらつきによる建物・構築物の応答への影響に関する考察
別紙 2	材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定について
別紙 3	材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果
別紙 4	使用済燃料乾式貯蔵建屋等の地盤物性のばらつきについて
別紙 5	鉄筋コンクリート部の減衰定数を 3%とした場合の影響について

## 1. 概要

### 1.1 検討概要

本資料は、東海第二発電所の地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討について説明するものである。

地震応答解析に用いる材料定数は材料物性のばらつきの変動幅を適切に考慮することとしているが、本資料では、地震応答解析結果に影響を及ぼす建物・構築物の剛性（コンクリート強度、補助壁）、地盤物性（地盤のせん断波速度）及びその他の材料物性のばらつきについて検討を行うとともに、その変動幅を設定し、地震応答解析結果における影響を検討する。また、検討結果を踏まえ建物・構築物の耐震計算書において、材料物性のばらつきを考慮して設定する設計用地震力を検討する。さらに、材料物性のばらつきの影響評価として、機器・配管系の評価への影響についても検討する。

また、本資料は、以下の添付資料の補足説明をするものである。

- ・資料V-2-2-1 「原子炉建屋の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-2 「原子炉建屋の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-2-4 「使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-5 「使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-2-10 「緊急時対策所建屋の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-10-1 「緊急時対策所建屋の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-2-13 「主排気筒の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-14-1 「主排気筒の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-2-14-2 「主排気筒の基礎の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-2-15 「非常用ガス処理系配管支持架構の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-16 「非常用ガス処理系配管支持架構の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-2-17 「格納容器圧力逃がし装置格納槽の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-18 「格納容器圧力逃がし装置格納槽の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-4-2-1 「使用済燃料プールの耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-8-4-1 「中央制御室遮蔽の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-9-1-1-1 「原子炉格納容器底部コンクリートマットの耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-9-1-10 「原子炉建屋原子炉棟の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-9-1-13 「原子炉建屋基礎盤の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-11-2-11 「タービン建屋の耐震性についての計算書」
- ・資料V-2-11-2-13 「使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の耐震性についての計算書」

## 1.2 検討方針

建物・構築物の耐震評価に用いる動的地震力は、各建物・構築物の地震応答解析（時刻歴応答解析法）により求められており、地盤物性、建物・構築物の剛性、地盤のばね定数及び減衰定数、地震動の位相特性などの影響を受ける。特に床応答スペクトルの変動に影響を及ぼす要因は、建物・構築物の剛性及び地盤物性であることが確認されている\*。

地震応答解析モデルの建物・構築物の剛性について、鉄筋コンクリート構造物においては、コンクリートの設計基準強度を用いて算出しているが、構造体コンクリートの強度が設計基準強度を上回るよう施工されるため、実構造物と地震応答解析モデルとで剛性が異なることが考えられる。また、地震応答解析モデルの設定に際して、耐震壁として考慮していない壁（以下「補助壁」という。）は剛性算定対象外としていることから、実現象においては補助壁が剛性に寄与することが考えられる。

さらに、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮したモデルによる地震応答解析において、地盤物性は実測した地盤のせん断波速度を用いて算出していることから、地盤のせん断波速度のばらつきが建物・構築物の応答へ影響を及ぼすことが考えられる。

また、建物・構築物の応答に影響を及ぼす要因と考えられる鉄筋コンクリート造部の減衰定数の設定については、補足説明資料「地震応答解析モデルに用いる鉄筋コンクリート造部の減衰定数に関する検討」において検討している。

以上より、建物・構築物の剛性のばらつき要因としてはコンクリート強度及び補助壁を、地盤物性のばらつき要因としては地盤のせん断波速度を考慮することとし、それぞれのばらつきが建物・構築物の地震応答及び耐震安全性に及ぼす影響について考察を行い、耐震評価における材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定について検討する。

なお、主排気筒に設置されるオイルダンパおよび弾塑性ダンパについて、材料等の特性に起因する変動が影響することが考えられる。そのため、主排気筒については、オイルダンパおよび弾塑性ダンパの特性変動をも考慮して、設計地震力の設定を検討する。

※第 29 回耐震設計分科会資料 No. 29-4-5-7 「参考資料 4.7 鉛直方向の設計用床応答スペクトルの拡幅率」  
（（社）日本電気協会（平成 20 年 1 月 18 日））

## 2. 材料物性のばらつきの分析

### 2.1 建物・構築物の剛性のばらつき

建物・構築物のうち、鉄筋コンクリート造の耐震壁についての剛性は、補足説明資料「地震応答解析モデルにおける耐震壁のスケルトンカーブの設定」に示す設定方法により算定される。

その剛性のばらつきについては、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性に考慮することから、せん断スケルトンカーブの設定諸元のうち、コンクリート強度を実強度とすることによるコンクリート強度及び弾性係数の増加、並びに補助壁を加えて設定することにより、剛性が上昇する。

部材の発生応力については、剛性のばらつきを考慮することにより、ばらつきを考慮しないケース（以下「基本ケース」という。）に対して変動すると考えられるが、耐力については上昇する。また、変位及びせん断ひずみについては、剛性が上昇することから、基本ケースよりも小さくなると考えられる。（別紙1参照）

よって、建物・構築物の耐震評価において、建物・構築物の剛性のばらつきを考慮しない。

### 2.2 地盤物性のばらつき

地盤物性のばらつきについては、地盤のせん断波速度が変動することにより、地盤物性が変動する。これに対応して、建物・構築物への入力地震動の特性が変動し、建物・構築物に考慮すべき設計用地震力も変動する。したがって、原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋、緊急時対策所建屋、主排気筒、非常用ガス処理系配管支持架構、格納容器圧力逃がし装置格納槽及びタービン建屋の耐震評価において、地盤物性のばらつきを考慮する。

### 2.3 その他の材料特性のばらつき

その他の材料物性のばらつきとして、主排気筒に設置されるオイルダンパおよび弾塑性ダンパについて、それらの材料等の特性に起因する変動が主排気筒の応答に影響することが考えられる。地震応答解析においてオイルダンパについては減衰係数を、弾塑性ダンパについては剛性と降伏点の特性を与える。このうち、弾塑性ダンパの剛性については、一般に材料特性としてのばらつきは小さい。これより、主排気筒の地震応答評価においては、オイルダンパの減衰係数および弾塑性ダンパの降伏点のばらつきを考慮する。

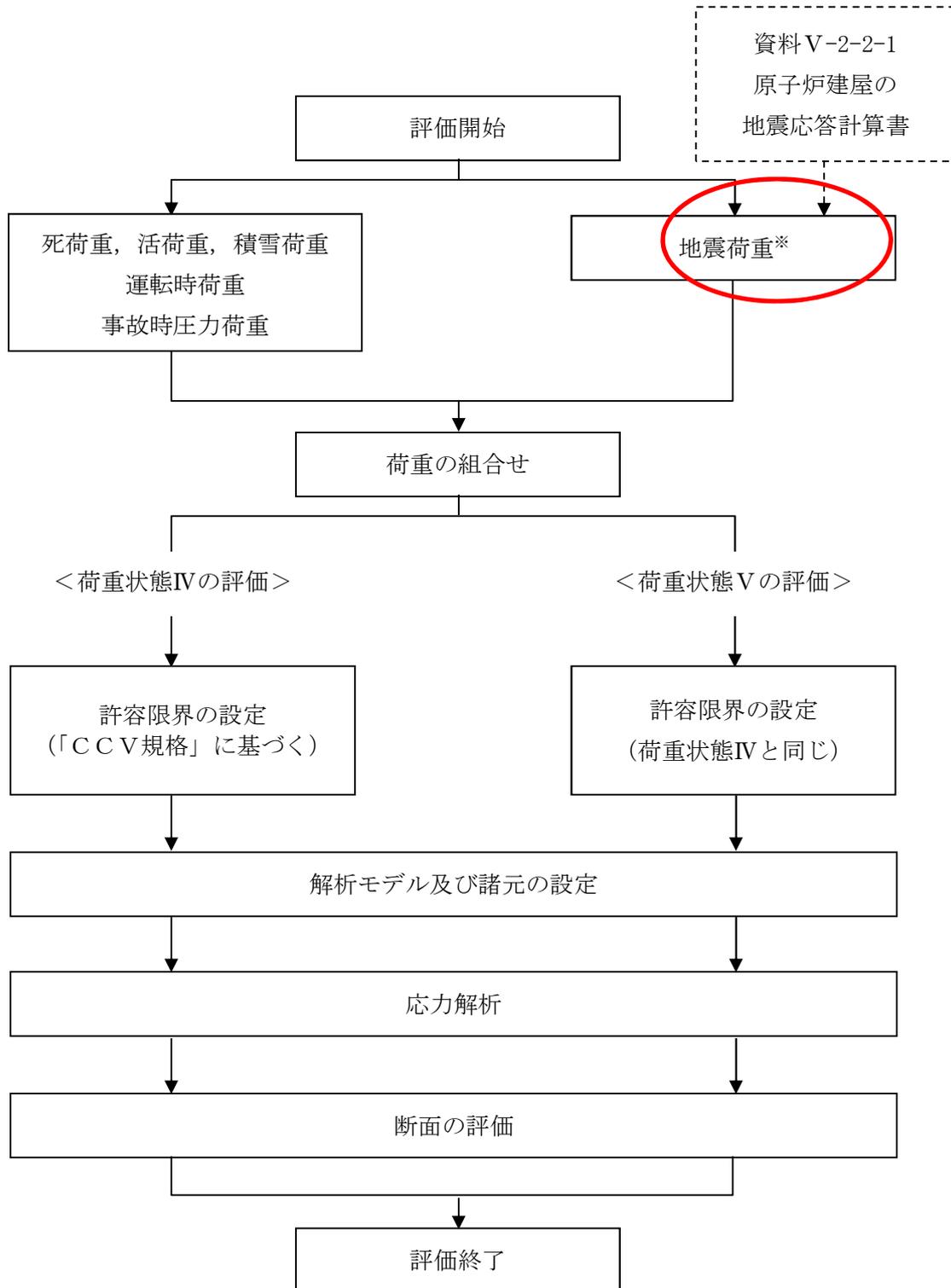
### 3. 材料物性のばらつきを考慮した設計用地震力の設定

#### 3.1 設計用地震力の設定方法

基本ケース及び材料物性のばらつきを考慮したケースの地震荷重を用いた解析を実施することで、材料物性のばらつきを設計用地震力として考慮する。ばらつきを考慮したケースの質点系モデルによる地震応答解析は、基本ケースにおける建物・構築物の応答を確認したうえで、応答への影響の大きい入力動に対して実施する（別紙 2 参照）。材料物性のばらつきを地震荷重として考慮した建物・構築物の耐震性評価フローの例として原子炉格納容器底部コンクリートマットの応力解析による評価フローを図 3-1 に示す。

耐震性評価において、地震荷重は、質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値から算出し、解析モデルの各節点に配分することにより考慮している。質点系モデルによる地震応答解析により得られた最大応答値は、基本ケース及び材料物性のばらつきを考慮したケース（以下「検討ケース」という。）ごとに異なるため、保守的な評価として、各質点において、検討ケースごとに得られた応答値のうち最大の応答値から算出される地震荷重を採用することとする。ただし、原子炉建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋の屋根トラス部の耐震評価は動的な応力解析に基づくことから、入力地震動ごとに各検討ケースにおける動的地震力（時刻歴応答加速度）による解析を実施することで、材料物性のばらつきを地震荷重として考慮する。

材料物性のばらつきを考慮した原子炉建屋の地震応答解析結果を別紙 3 に示す。



※：ばらつきについては，資料V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」に基づく。

地震荷重 ※：地盤物性のばらつきを地震荷重として考慮する

図 3-1 応力解析による評価フロー例（原子炉格納容器底部コンクリートマット）

### 3.2 地盤物性のばらつきの設定

地盤物性のばらつきを考慮することによる質点系モデルの応答値の算出に当たり、地盤のせん断波速度のばらつきを設定する。

使用済燃料乾式貯蔵建屋を除く建物・構築物の地盤物性のばらつきの影響評価においては、弾性波速度試験結果に基づく「V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に示す全応力解析に用いる解析用物性値の地盤のせん断波速度のばらつきを考慮する。基本ケースでは、支持地盤については地質調査結果の回帰分析から標高に依存した値として、表層地盤については地質調査結果の平均値から設定した地盤のせん断波速度により地盤物性を算出している。実測値に基づく地盤のせん断波速度の変動係数（標準偏差／平均値）を安全側に丸めた値を変動の比率（ $\pm\sigma$ 相当）として設定する。地盤物性のばらつきは、設定したせん断波速度の変動の比率を表3-1に示す。

使用済燃料乾式貯蔵建屋については、基本ケースの地盤物性において、使用済燃料乾式貯蔵建屋近傍の地質調査結果を用いているため、ばらつきの影響評価に用いる変動値についても、地盤調査時の試験結果の変動比率を直接用いることとする。地盤改良を施す主排気筒、非常用ガス処理系配管支持架構及び緊急時対策所建屋については、地盤改良試験施工結果より評価したせん断波速度の平均値及び標準偏差から、地盤改良体のばらつきを設定する。（別紙4参照）

表3-1 地盤のせん断波速度の変動の比率

地層名		変動の比率
表層地盤	du	$\pm 0.05$
	Ag2	$\pm 0.10$
	D2g-3	$\pm 0.15$
	D2s-3	$\pm 0.05$
	D2c-3	$\pm 0.15$
支持地盤	Km	$\pm 0.10$

### 3.3 その他の材料物性のばらつきの設定

主排気筒について考慮するオイルダンパおよび弾塑性ダンパのばらつきは、表3-2とする。オイルダンパの減衰係数については、製造機差および温度変化に起因する変動幅 $\pm 0.20$ に加えて、維持管理時時の取り外し状態を考慮する変動幅 $-0.25$ をかけあわせ、基本ケースの0.6倍、1.2倍をばらつきとする。弾塑性ダンパについては、製作時の品質保証管理に基づき、降伏点についての変動幅を $\pm 0.10$ とする。

表3-2 主排気筒のオイルダンパ及び弾塑性ダンパに設定するばらつき

	変動を考慮する諸元	ばらつき
オイルダンパ	減衰係数	0.6~1.2
弾塑性ダンパ	降伏点	0.9~1.1

#### 4. 地震応答解析による材料物性のばらつきの影響検討

本章では、建物・構築物の剛性及び地盤物性のばらつきを考慮したモデルにより地震応答解析を実施し、建物・構築物の応答並びに耐震安全性に及ぼす影響について確認する。なお、検討は重要設備を内包する原子炉建屋にて実施する。

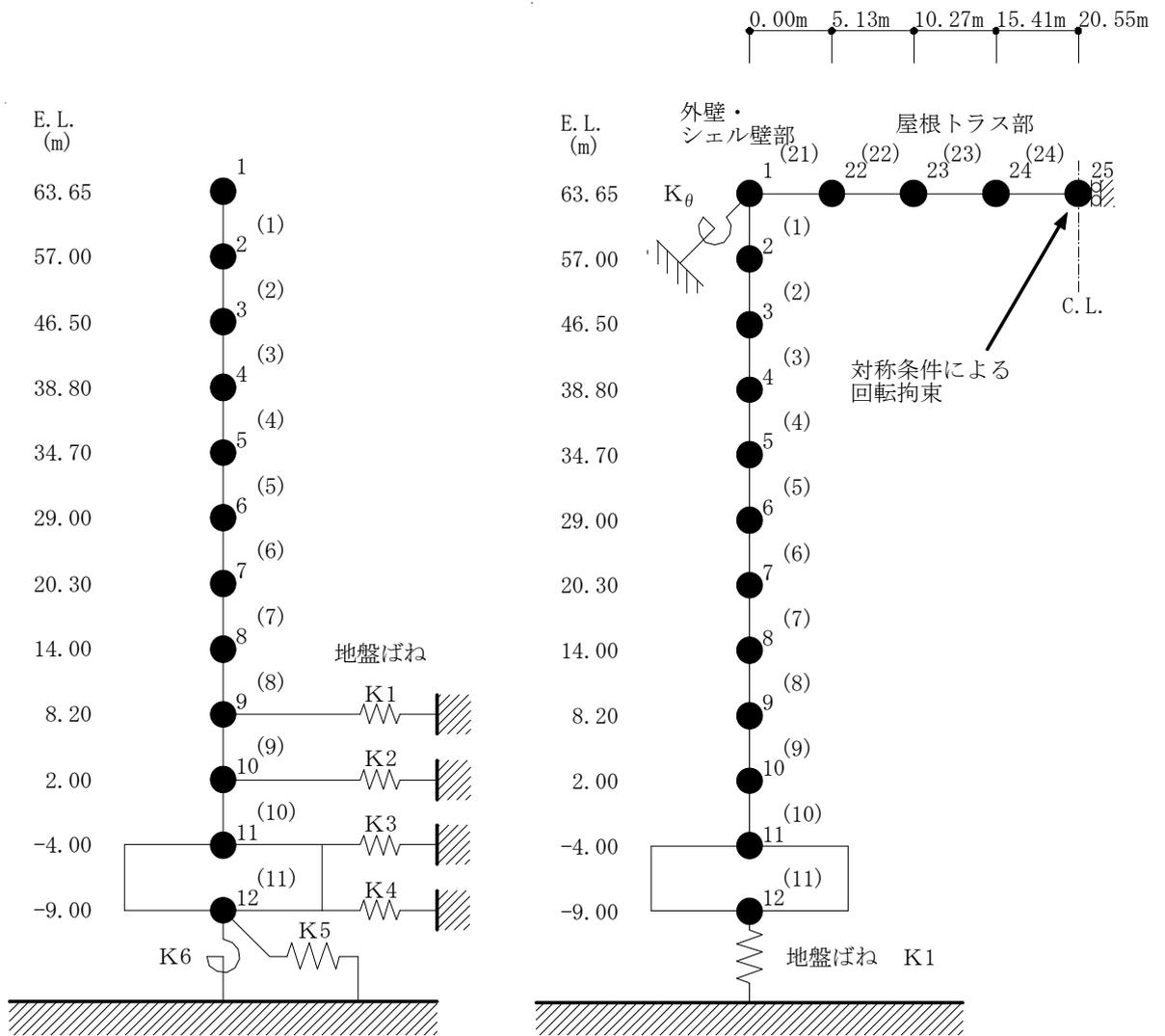
##### 4.1 検討概要

建屋剛性（コンクリート強度、補助壁）及び地盤物性（地盤のせん断波速度）のばらつきを考慮して検討ケースを定め、建屋応答への影響を確認する。

検討ケースを表4-1に、原子炉建屋の地震応答解析モデルを図4-1に示す。ここで、コンクリート強度を設計基準強度、補助壁を非考慮、地盤のせん断波速度を標準地盤とした検討ケースを基本ケースとする。表中の塗りつぶし部分は、基本ケースと異なる設定をしているパラメータである。

表4-1 検討ケース

	モデル名称	建屋剛性		地盤物性
		コンクリート強度	補助壁	地盤のせん断波速度
基本ケース	工認基本モデル	設計基準強度	非考慮	標準地盤
地盤物性の変動による影響	地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル	設計基準強度	非考慮	標準地盤+ $\sigma$ 相当
	地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル			標準地盤- $\sigma$ 相当
建屋剛性の変動による影響	建屋剛性考慮モデル	実強度	考慮	標準地盤



(a) 水平方向

(b) 鉛直方向

図4-1 原子炉建屋の地震応答解析モデル

- ・ 数字は質点番号を示す。
- ・ ( ) 内は要素番号を示す。

## 4.2 建物・構築物の剛性及び地盤物性のばらつきの設定

### 4.2.1 建物・構築物の剛性のばらつき

#### (1) コンクリート強度

コンクリート強度のばらつきは、採取コア強度データの平均値に基づき設定する。コンクリートのヤング係数は、基本ケースと同様に、実測したコンクリート強度から、「(社)日本建築学会 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (1999 改定)」に基づき算定した。

コンクリート強度の実測データを表 4-2 に、コンクリート強度のばらつきの設定を表 4-3 に示す。

表4-2 コンクリート強度の実測データ

	データ数	実強度 (N/mm <sup>2</sup> )
供試体データ	51	42.1

表4-3 コンクリート強度のばらつき

	コンクリート強度 $F_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 $E$ (N/mm <sup>2</sup> )
基本ケース (設計基準強度)	22.1	$2.21 \times 10^4$
実強度	42.1 (1.90)	$2.73 \times 10^4$ (1.24)

注：( ) 内は基本ケースに対する比率

## (2) 補助壁

建物内の壁は、耐震壁、補助壁及び非構造壁の3種類に分類される。

耐震壁は、基礎版より立ち上がる主架構面上の連層壁で、建屋重量のほか建物に作用する外力を負担でき、今回工認の地震応答解析モデル諸元を構成する壁である。補助壁は、耐震壁以外の壁のうち、下記に示す選定条件を満たし、耐震壁に準じる剛性を保有すると考えられる壁である。なお、ここで設定した補助壁は必ずしも基礎版から連続して立ち上がっていないため、軸方向の荷重は負担しないものと考え、上下床の水平変形に対して、せん断力のみが生じるものとしている。非構造壁は、耐震壁、補助壁以外の壁で、建屋重量及び建屋の水平外力を負担しない壁である。

(補助壁の選定条件)

- ・壁厚 300 mm 以上
- ・質点の設定レベルにある上下階の床（中間床は含めない）を繋ぐ壁

考慮した補助壁の位置を図 4-2 に、補助壁を考慮した場合としない場合における壁の水平断面積を表 4-4 に示す。

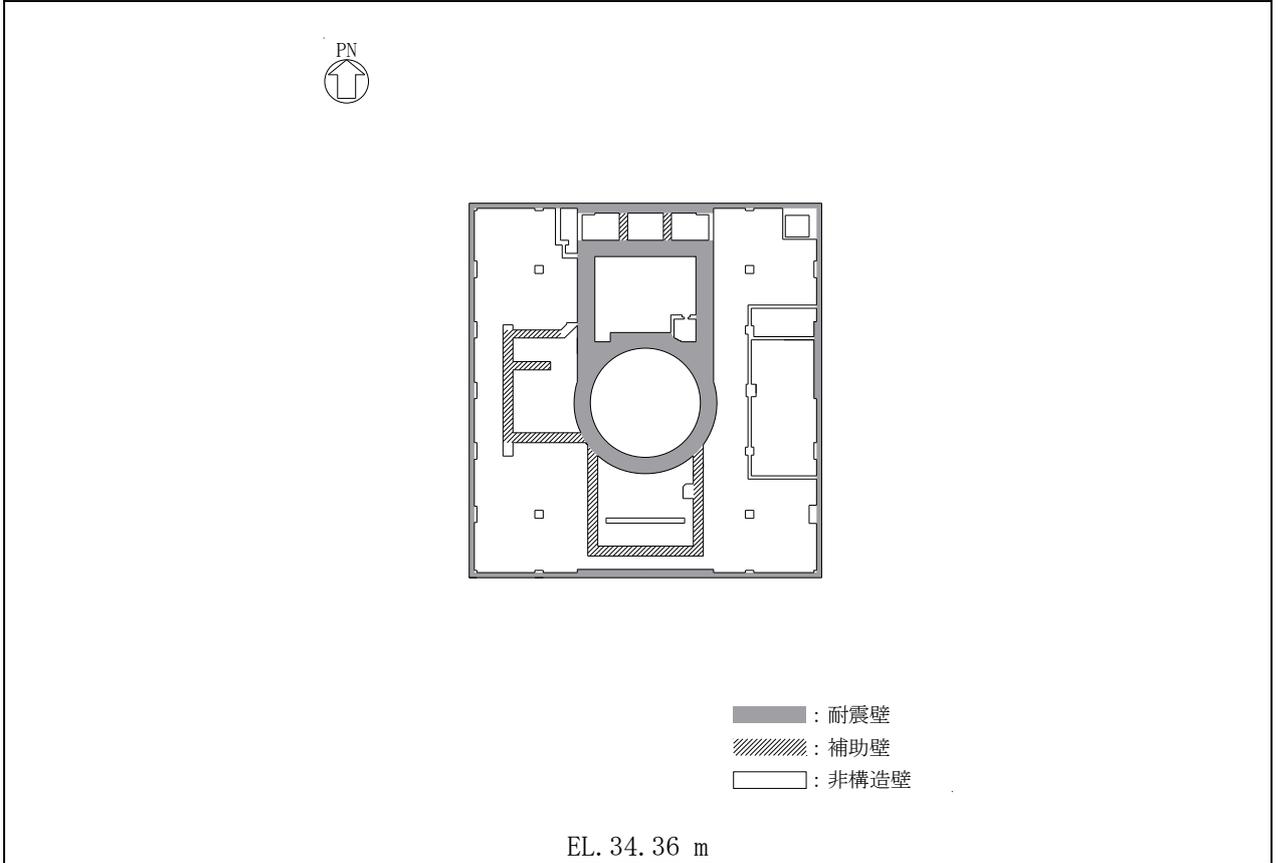
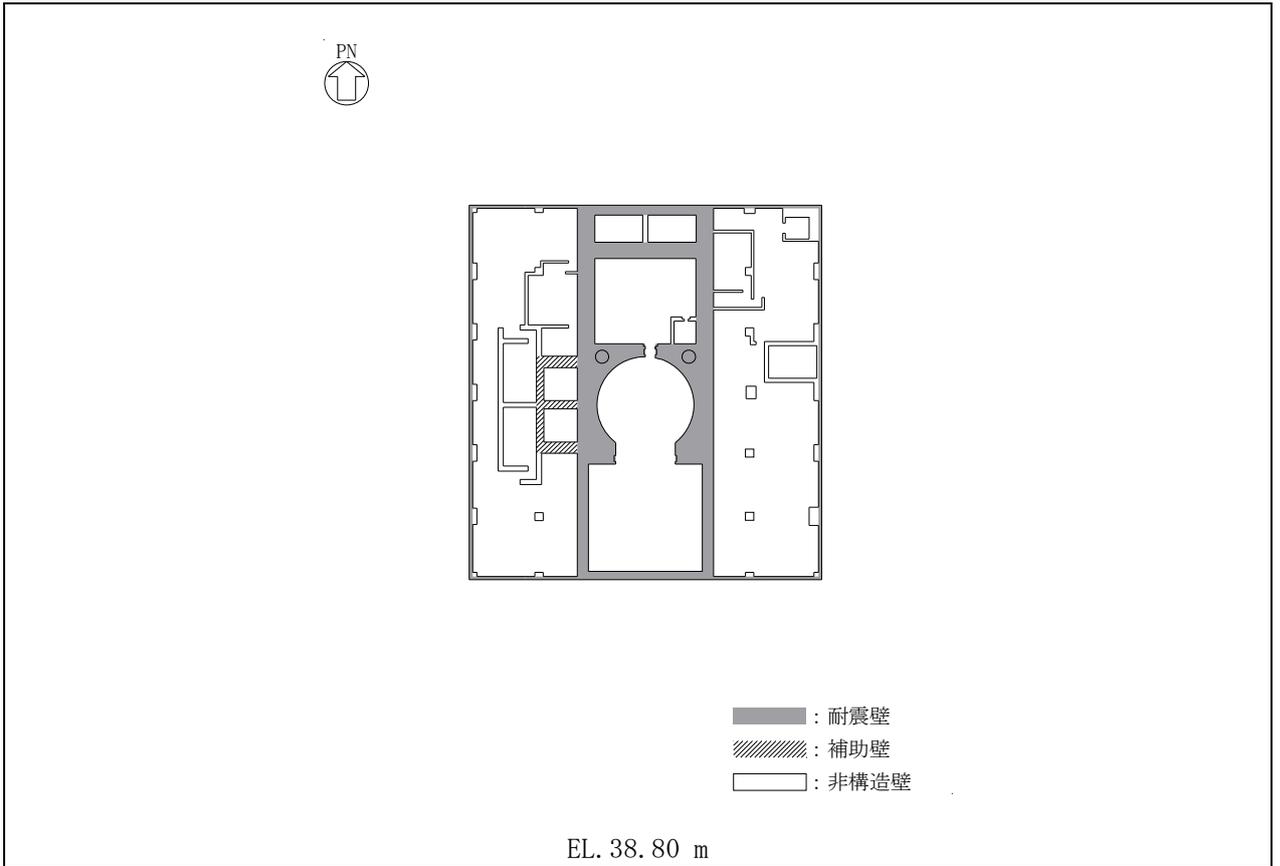


図4-2 (1/4) 原子炉建屋の概略平面図

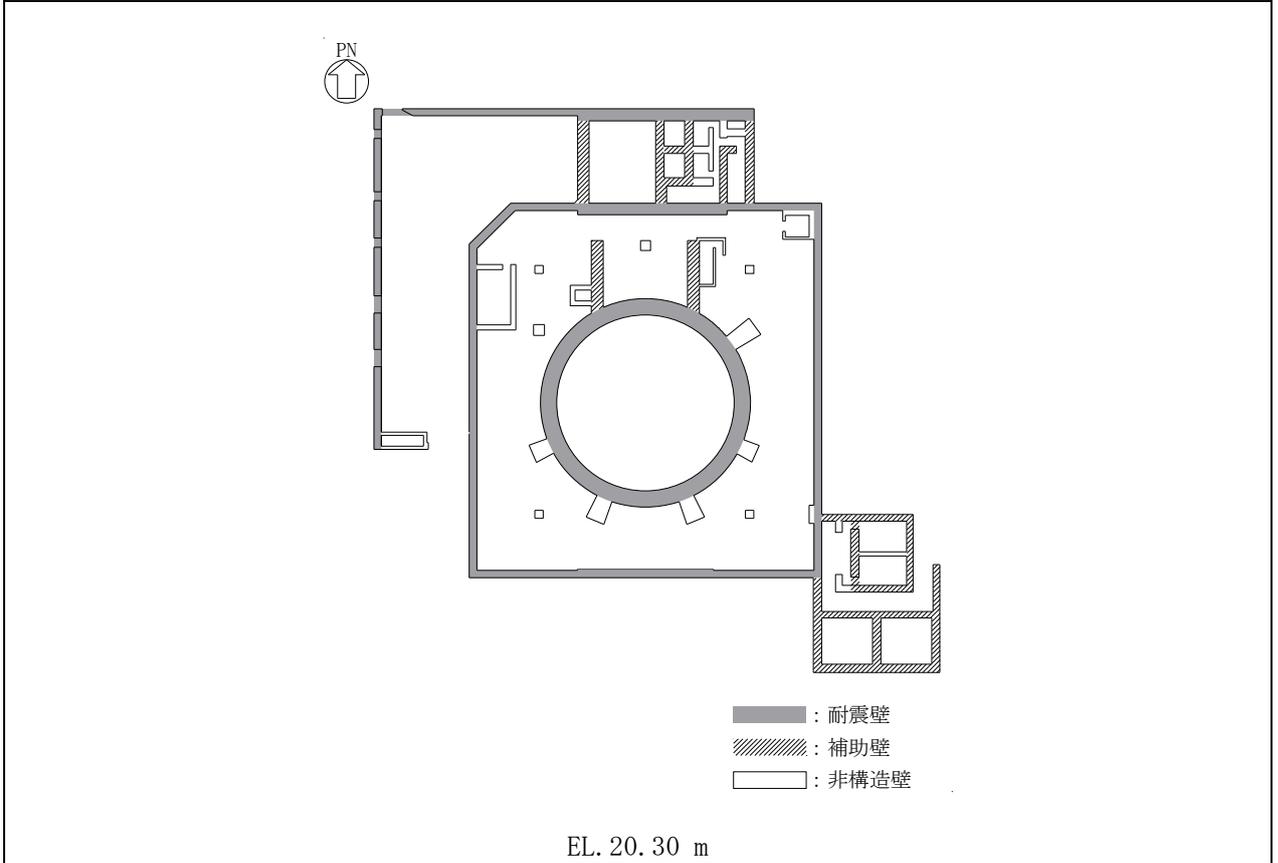
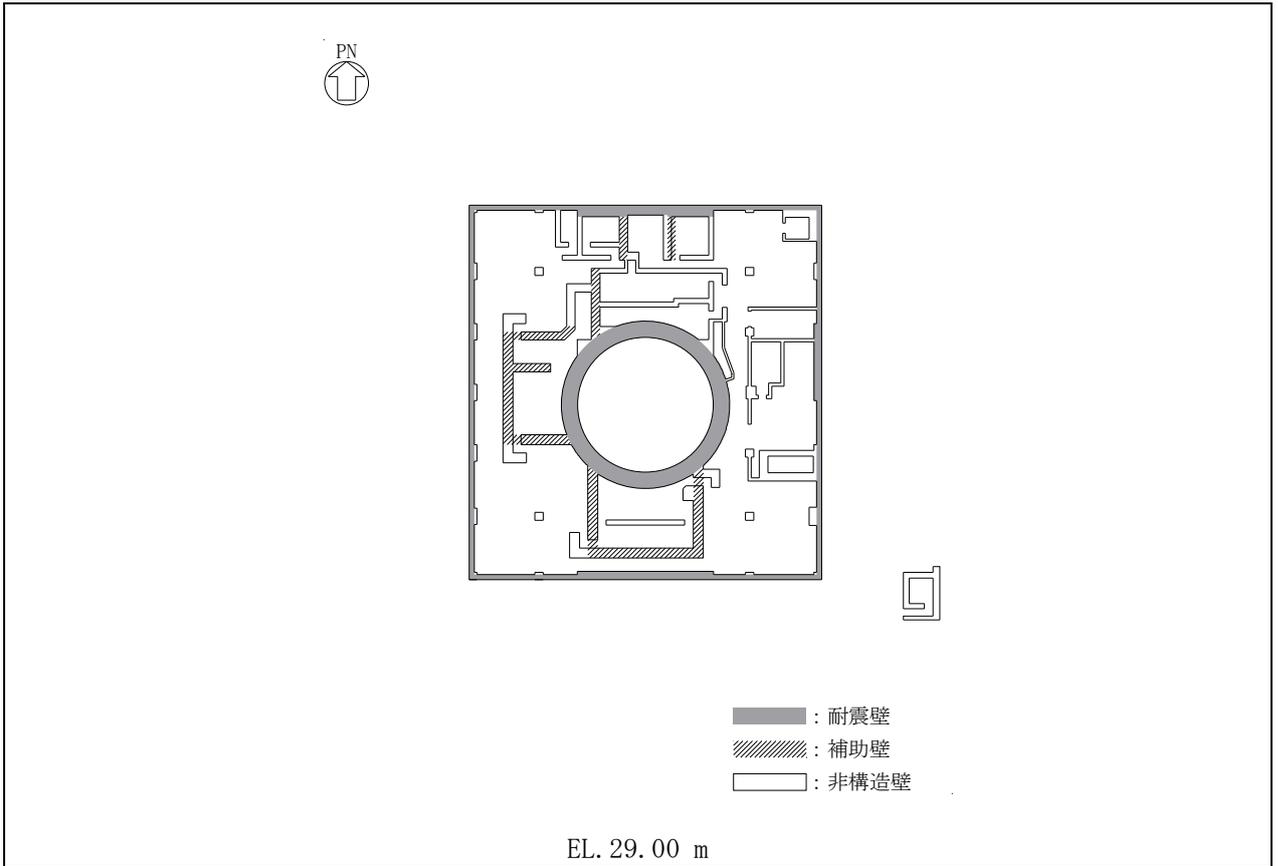


図 4-2 (2/4) 原子炉建屋の概略平面図

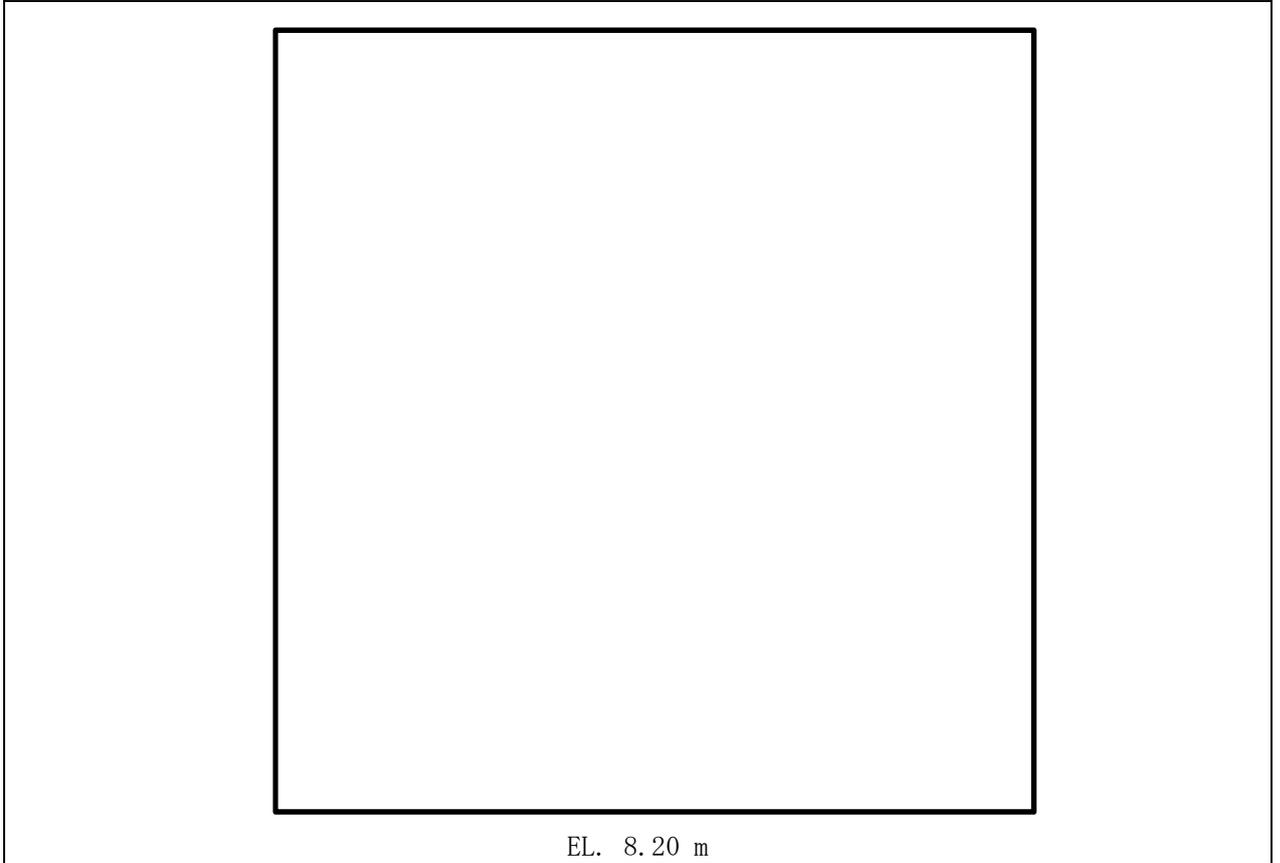
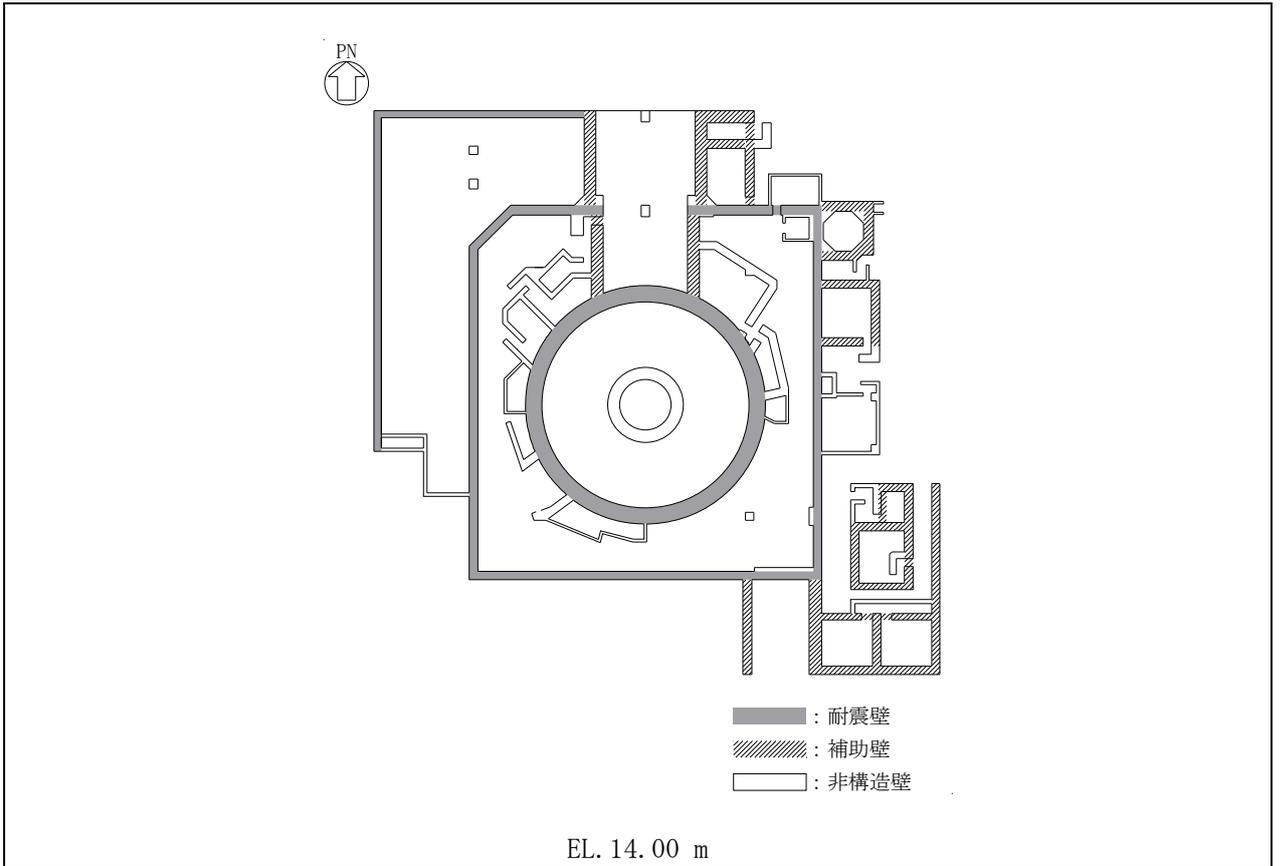


図 4-2 (3/4) 原子炉建屋の概略平面図

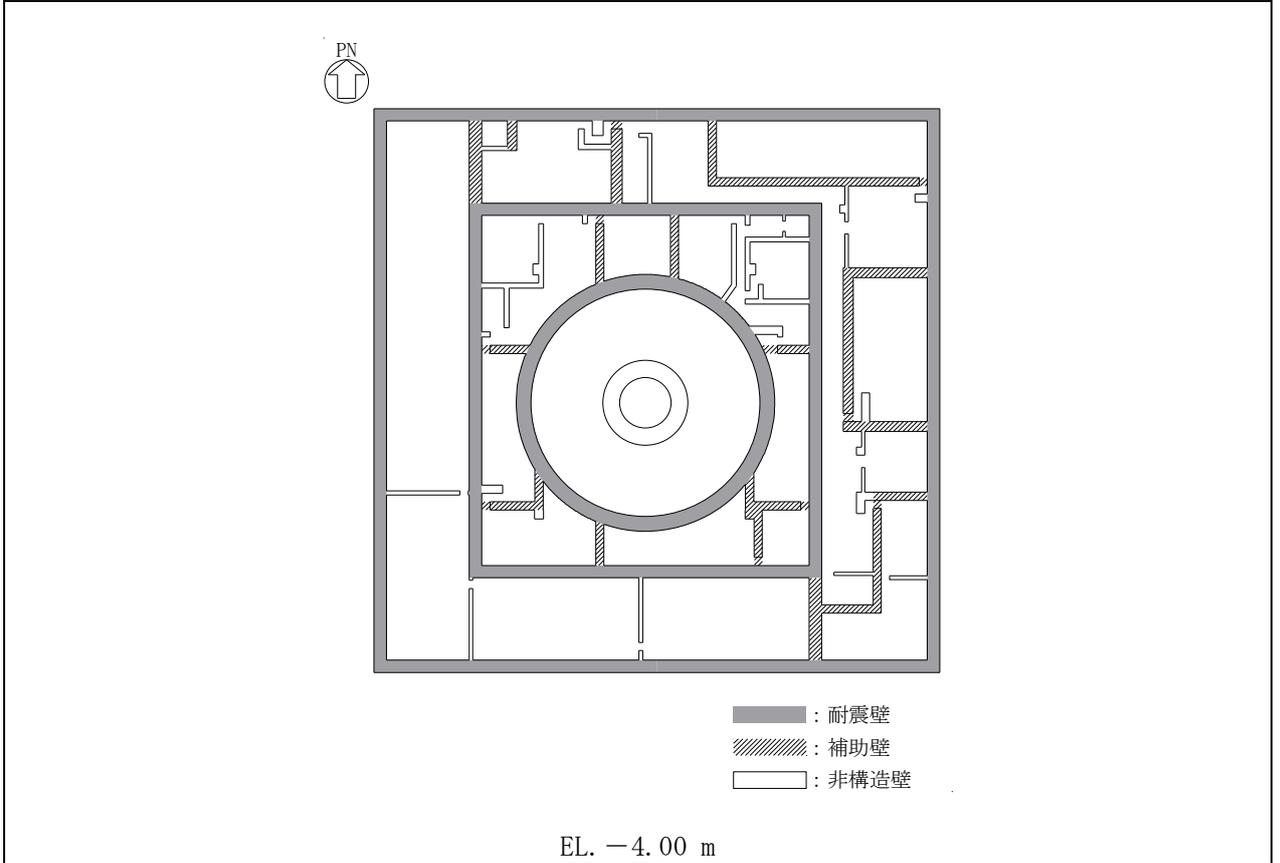
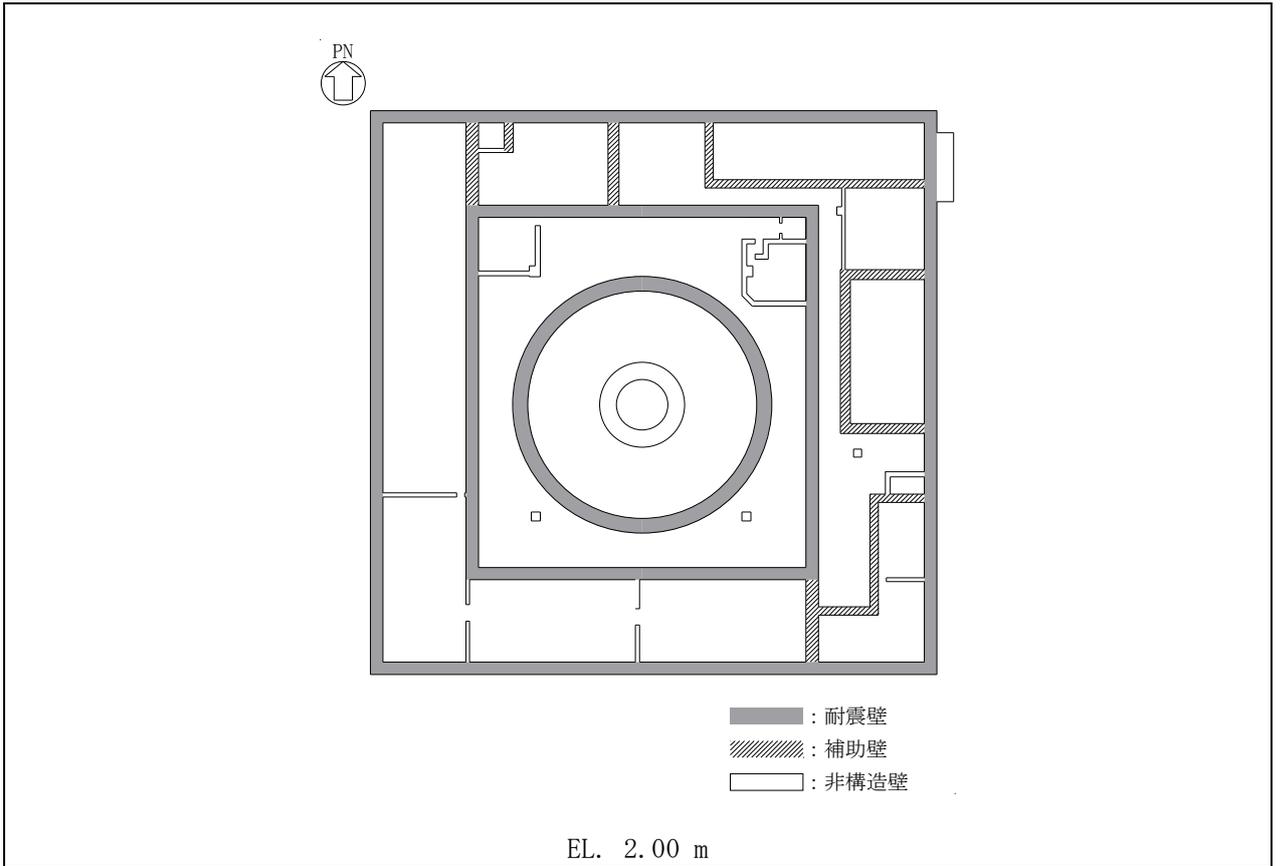


図 4-2 (4/4) 原子炉建屋の概略平面図

表4-4 原子炉建屋の壁の水平断面積

高さ EL. (m)	質点番号	耐震壁 (m <sup>2</sup> ) (基本ケース)		補助壁 (m <sup>2</sup> )		耐震壁 (m <sup>2</sup> ) +補助壁 (m <sup>2</sup> )	
		NS 方向	EW 方向	NS 方向	EW 方向	NS 方向	EW 方向
63.65 ~ 57.00	1	27.3	25.5	—	—	27.3 (1.00)	25.5 (1.00)
57.00 ~ 46.50	2	27.3	25.5	—	—	27.3 (1.00)	25.5 (1.00)
46.50 ~ 38.80	3	212	154	36.5	47.0	248.5 (1.17)	201 (1.31)
38.80 ~ 34.70	4	133	141	71.7	61.4	204.7 (1.54)	202.4 (1.44)
34.70 ~ 29.00	5	143	156	95.8	85.5	238.8 (1.67)	241.5 (1.55)
29.00 ~ 20.30	6	218	237	125	64.3	343 (1.57)	301.3 (1.27)
20.30 ~ 14.00	7	242	224	192	117	434 (1.79)	341 (1.52)
14.00 ~ 8.20	8	394	345	213	148	607 (1.54)	493 (1.43)
8.20 ~ 2.00	9	464	454	118	88.1	582 (1.25)	542.1 (1.19)
2.00 ~ -4.00	10	464	454	165	115	629 (1.36)	569 (1.25)
合計		2324.6	2116	1017	726.3	3341.6 (1.44)	2942.3 (1.39)

注：( ) 内は基本ケースに対する比率

#### 4.2.2 地盤物性のばらつき

地盤物性のばらつきは、「3.2 地盤物性のばらつきの設定」に示す設定方針に基づき設定する。

原子炉建屋における地盤のせん断波速度のばらつきを表4-5に示す。

表4-5 原子炉建屋における地盤のせん断波速度のばらつき

高さ EL. (m)	地層 区分	地盤のせん断波速度 (m/s)		
		基本ケース	+ $\sigma$ 相当	- $\sigma$ 相当
8.0 ~ 3.0	du	210	221	199
3.0 ~ -2.7	Ag2	240	264	216
-2.7 ~ -14.4	D2g-3	500	575	425
-14.4 ~ -20.0	Km	446	491	401
-20.0 ~ -40.0		456	502	410
-40.0 ~ -60.0		472	520	424
-60.0 ~ -90.0		491	541	441
-90.0 ~ -120.0		514	566	462
-120.0 ~ -150.0		537	591	483
-150.0 ~ -190.0		564	621	507
-190.0 ~ -230.0		595	655	535
-230.0 ~ -270.0		626	689	563
-270.0 ~ -320.0		660	726	594
-320.0 ~ -370.0		699	769	629

### 4.3 ばらつきの影響検討

#### 4.3.1 建屋剛性の変動による影響

##### (1) 影響評価方針

建屋剛性を変動させた解析モデルにより固有値解析及び地震応答解析を実施し、建屋剛性を変動させたケースと基本ケースの比較を実施する。なお、対象とする地震動は基準地震動  $S_{e-D1}$  とする。

##### (2) 固有値解析結果

建屋剛性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-6、刺激関数図を図 4-3～図 4-5 に示す。

基本ケースに対する建屋剛性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について、地盤の主要モードにあたる固有周期で変動が小さく、建屋の主要モードにあたる固有周期では最大で+27 %程度となる傾向である。これは、コンクリート強度を実強度とし、補助壁を剛性に考慮したことで、鉄筋コンクリート造部の剛性が上昇したためと考えられる。

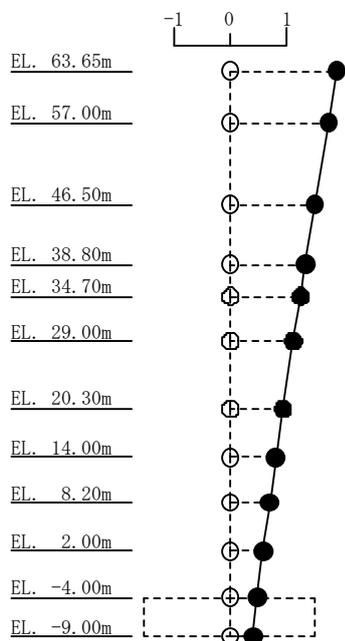
表4-6 固有値解析結果の比較 (S<sub>s</sub>-D1)

(単位: Hz)

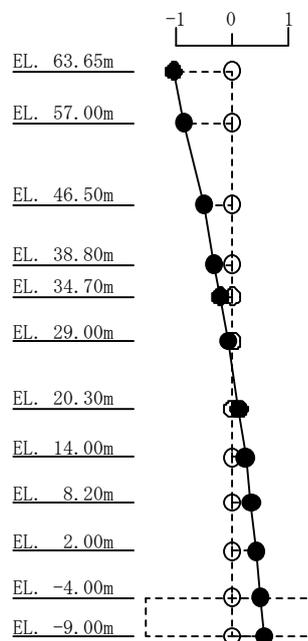
次数	NS 方向		EW 方向		UD 方向	
	工認基本 モデル	建屋剛性 考慮モデル	工認基本 モデル	建屋剛性 考慮モデル	工認基本 モデル	建屋剛性 考慮モデル
1	2.44	2.54 (1.04)	2.43	2.52 (1.04)	2.50	2.51 (1.00)
2	4.96	5.08 (1.02)	4.96	5.08 (1.02)	3.65	3.67 (1.01)
3	9.60	10.98 (1.14)	9.32	10.51 (1.13)	10.79	10.80 (1.00)
4	11.77	15.00 (1.27)	11.59	14.16 (1.22)	16.72	17.56 (1.05)
5	15.65	18.41 (1.18)	15.53	18.30 (1.18)	17.64	18.60 (1.05)
6	19.15	23.85 (1.25)	19.76	23.58 (1.19)	20.70	20.73 (1.00)
7	23.33	28.80 (1.23)	22.71	27.29 (1.20)	30.93	34.33 (1.11)
8	27.91	33.63 (1.20)	26.70	31.74 (1.19)	37.72	41.89 (1.11)

注: ( ) 内は工認基本モデルに対する比率

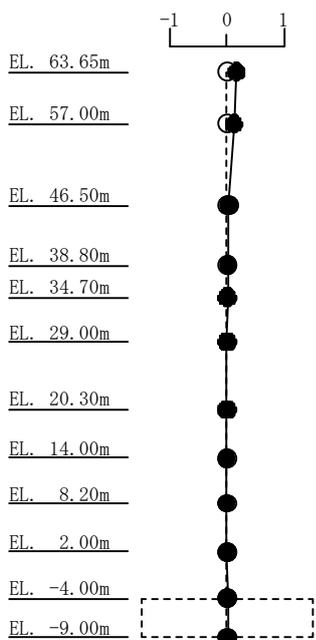
1次モード  
 固有周期 : 0.393 (s)  
 固有振動数 : 2.54 (Hz)  
 刺激係数 : 1.870



2次モード  
 固有周期 : 0.197 (s)  
 固有振動数 : 5.08 (Hz)  
 刺激係数 : 1.030



3次モード  
 固有周期 : 0.091 (s)  
 固有振動数 : 10.98 (Hz)  
 刺激係数 : 0.154



4次モード  
 固有周期 : 0.067 (s)  
 固有振動数 : 15.00 (Hz)  
 刺激係数 : 0.085

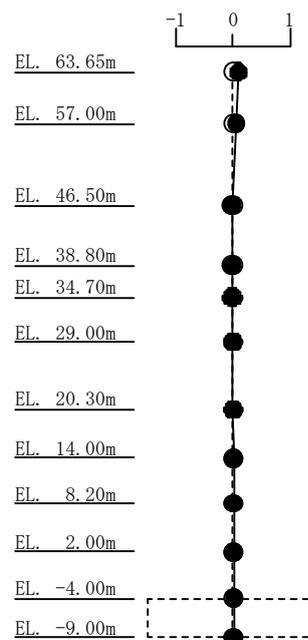
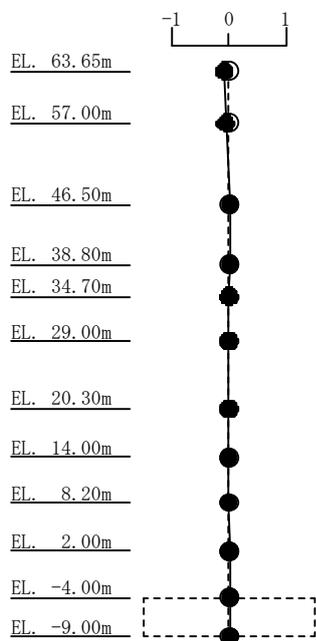
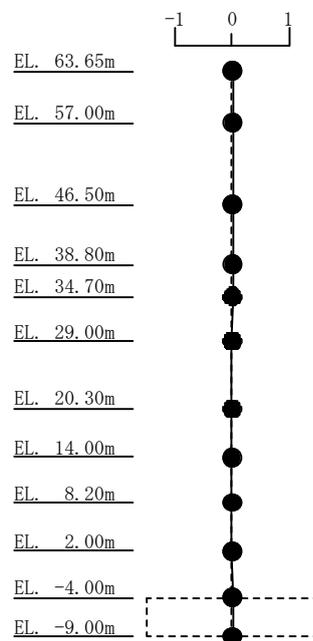


図4-3 (1/2) 刺激関数図 (建屋剛性考慮モデル) (NS 方向 1次~4次)

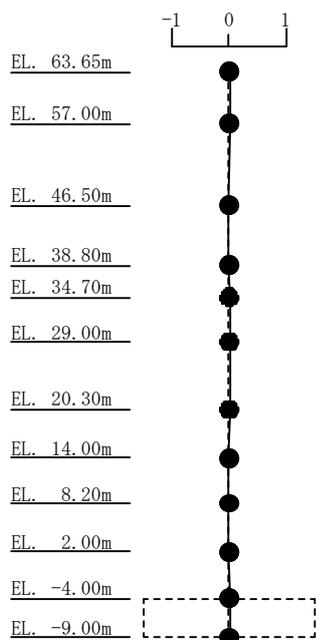
5次モード  
 固有周期 : 0.054 (s)  
 固有振動数 : 18.41 (Hz)  
 刺激係数 : 0.089



6次モード  
 固有周期 : 0.042 (s)  
 固有振動数 : 23.85 (Hz)  
 刺激係数 : 0.013



7次モード  
 固有周期 : 0.035 (s)  
 固有振動数 : 28.80 (Hz)  
 刺激係数 : 0.011



8次モード  
 固有周期 : 0.030 (s)  
 固有振動数 : 33.63 (Hz)  
 刺激係数 : 0.005

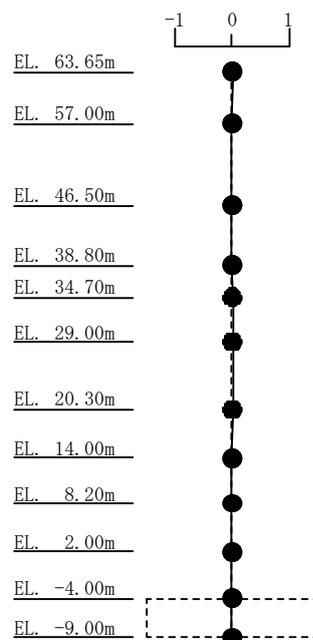
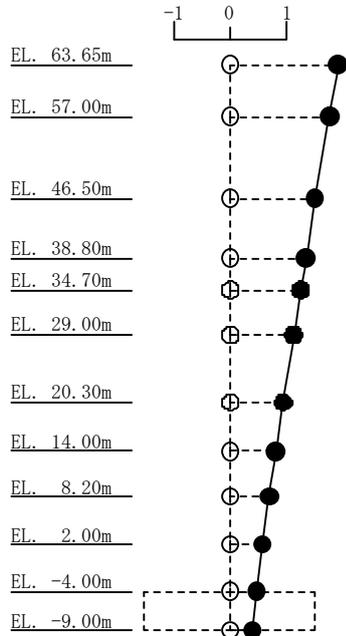
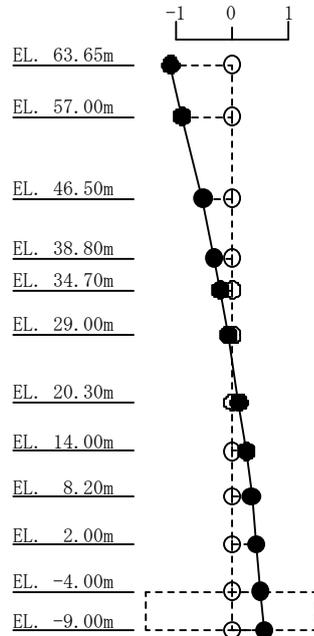


図 4-3 (2/2) 刺激関数図 (建屋剛性考慮モデル) (NS 方向 5 次~8 次)

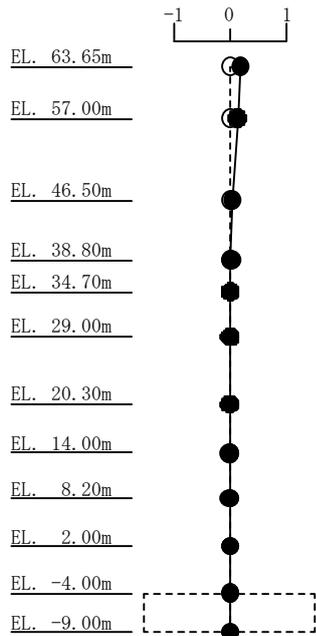
1次モード  
 固有周期 : 0.396 (s)  
 固有振動数 : 2.52 (Hz)  
 刺激係数 : 1.893



2次モード  
 固有周期 : 0.197 (s)  
 固有振動数 : 5.08 (Hz)  
 刺激係数 : 1.079



3次モード  
 固有周期 : 0.095 (s)  
 固有振動数 : 10.51 (Hz)  
 刺激係数 : 0.169



4次モード  
 固有周期 : 0.071 (s)  
 固有振動数 : 14.16 (Hz)  
 刺激係数 : 0.093

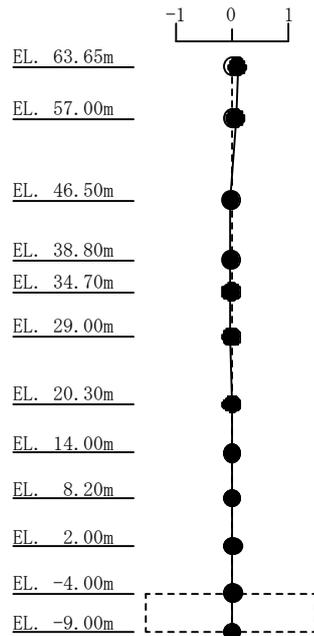
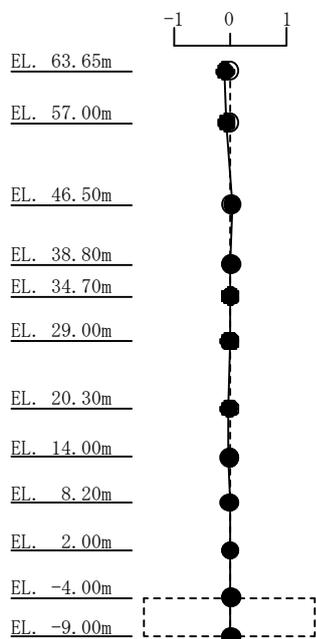
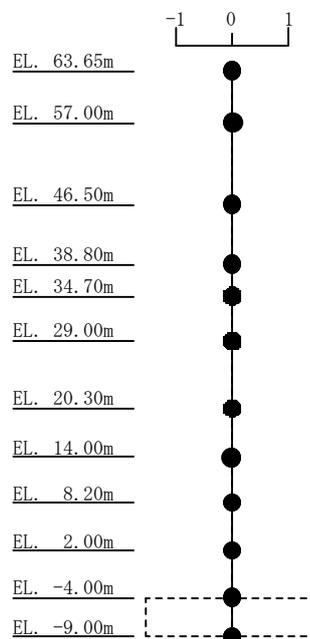


図4-4 (1/2) 刺激関数図 (建屋剛性考慮モデル) (EW 方向 1次~4次)

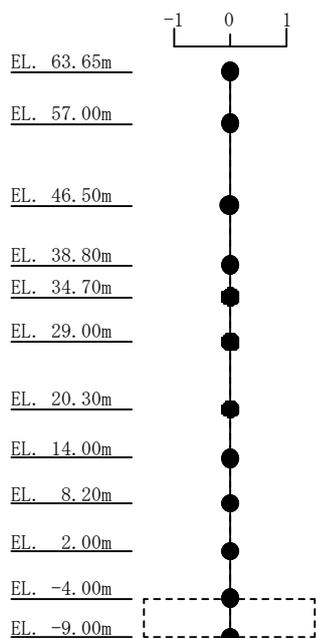
5次モード  
 固有周期 : 0.055 (s)  
 固有振動数 : 18.30 (Hz)  
 刺激係数 : 0.091



6次モード  
 固有周期 : 0.042 (s)  
 固有振動数 : 23.58 (Hz)  
 刺激係数 : 0.014



7次モード  
 固有周期 : 0.037 (s)  
 固有振動数 : 27.29 (Hz)  
 刺激係数 : 0.012



8次モード  
 固有周期 : 0.032 (s)  
 固有振動数 : 31.74 (Hz)  
 刺激係数 : 0.005

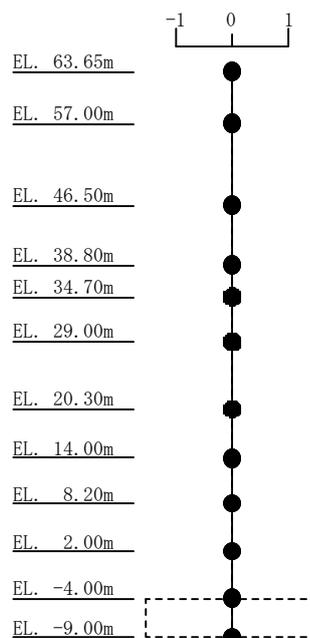


図 4-4 (2/2) 刺激関数図 (建屋剛性考慮モデル) (EW 方向 5 次~8 次)

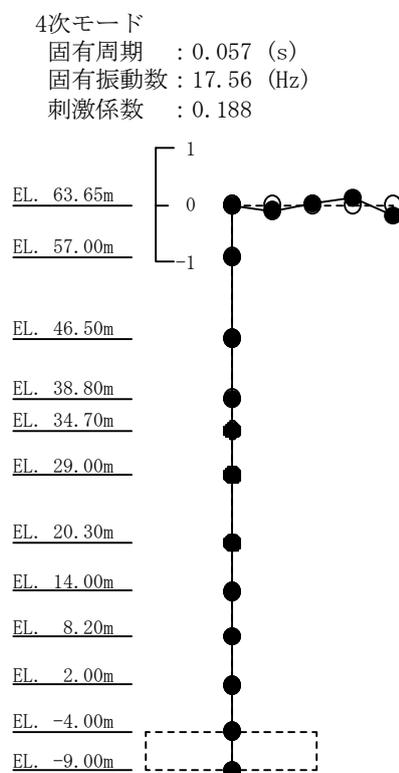
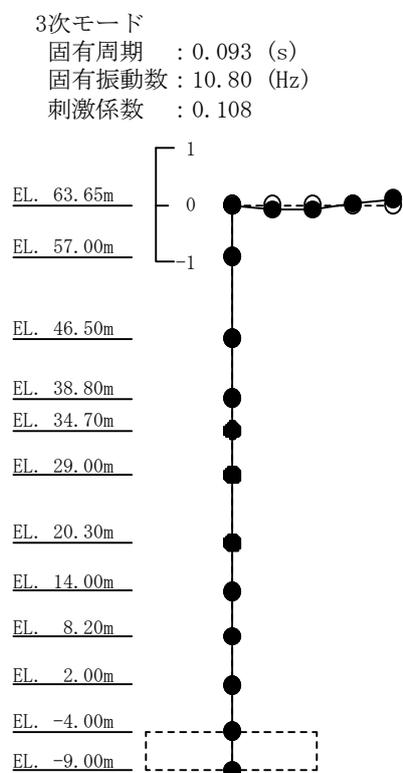
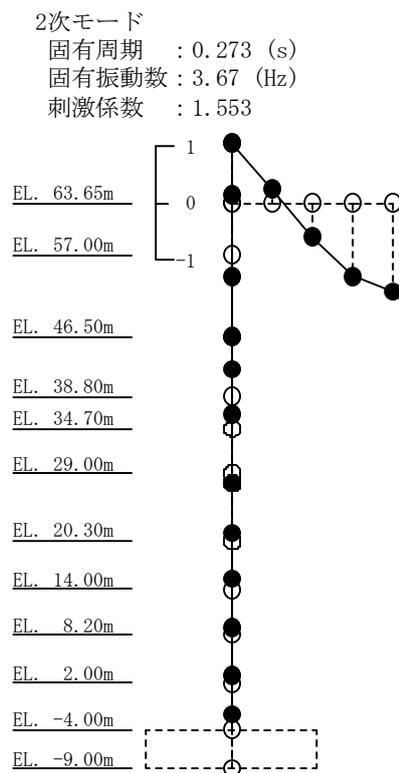
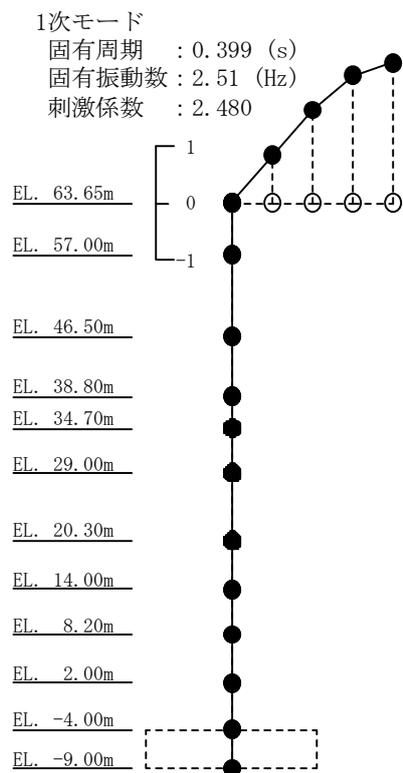
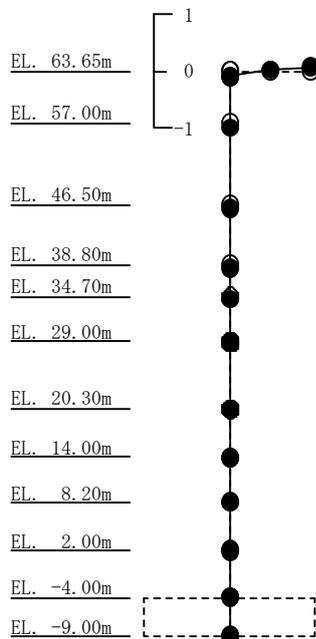
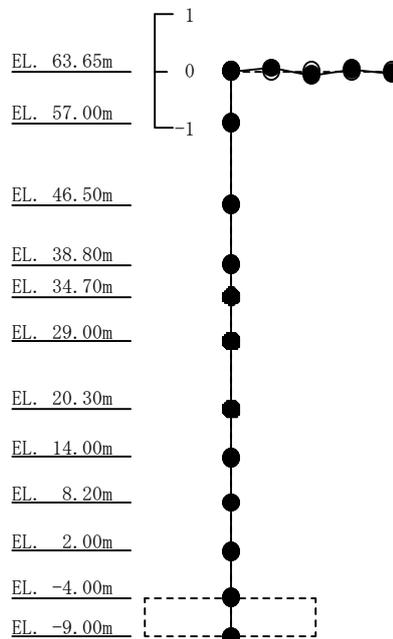


図4-5 (1/2) 刺激関数図 (建屋剛性考慮モデル) (UD 方向 1 次~4 次)

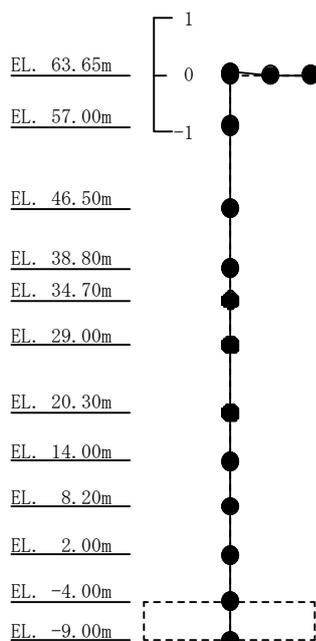
5次モード  
 固有周期 : 0.054 (s)  
 固有振動数 : 18.60 (Hz)  
 刺激係数 : 0.183



6次モード  
 固有周期 : 0.048 (s)  
 固有振動数 : 20.73 (Hz)  
 刺激係数 : 0.067



7次モード  
 固有周期 : 0.029 (s)  
 固有振動数 : 34.33 (Hz)  
 刺激係数 : 0.051



8次モード  
 固有周期 : 0.024 (s)  
 固有振動数 : 41.89 (Hz)  
 刺激係数 : 0.029

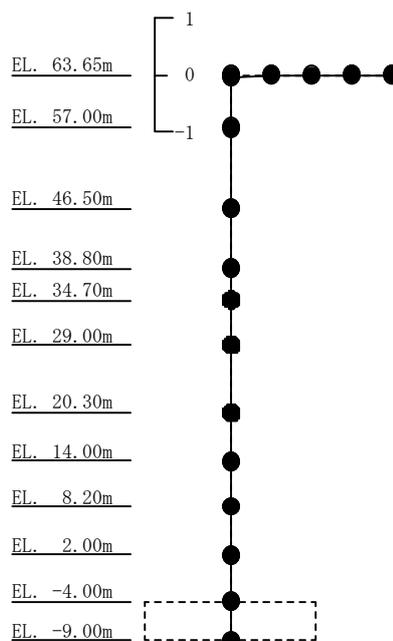


図 4-5 (2/2) 刺激関数図 (建屋剛性考慮モデル) (UD 方向 5 次~8 次)

### (3) 地震応答解析結果

建屋剛性を変動させた解析モデルによる地震応答解析結果を、ばらつきを考慮しない基本ケース（工認基本モデル）の結果と比較した。S<sub>s</sub>-D1に対する最大応答値の比較を図4-6～図4-16に示す。また、S<sub>s</sub>-D1に対する最大応答せん断力を図4-17及び図4-18の耐震壁のスケルトンカーブ上にプロットして示す。

水平方向について、基本ケースと建屋剛性を変動させたケースとでは、最大応答加速度、最大応答せん断力及び最大曲げモーメントについては、概ね同程度もしくは建屋剛性を変動させたケースの方が基本ケースと比べて大きくなる要素もあるが、最大応答変位及び最大せん断ひずみは概ね小さくなる傾向であることを確認した。

これは、建屋剛性を変動することにより発生応力が変動したものの、同時に建屋剛性が向上することで、変位及びせん断ひずみについては、基本ケースよりも小さくなったものと考えられる。

鉛直方向について、基本ケースと建屋剛性を変動させたケースとでは、最大応答値は概ね同程度であることを確認した。

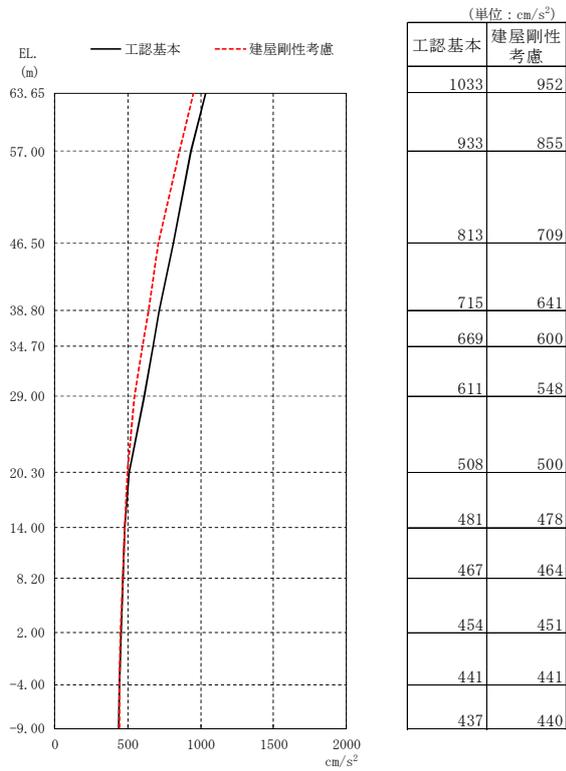


圖4-6 最大応答加速度 ( $S_s - D 1$ , NS 方向)

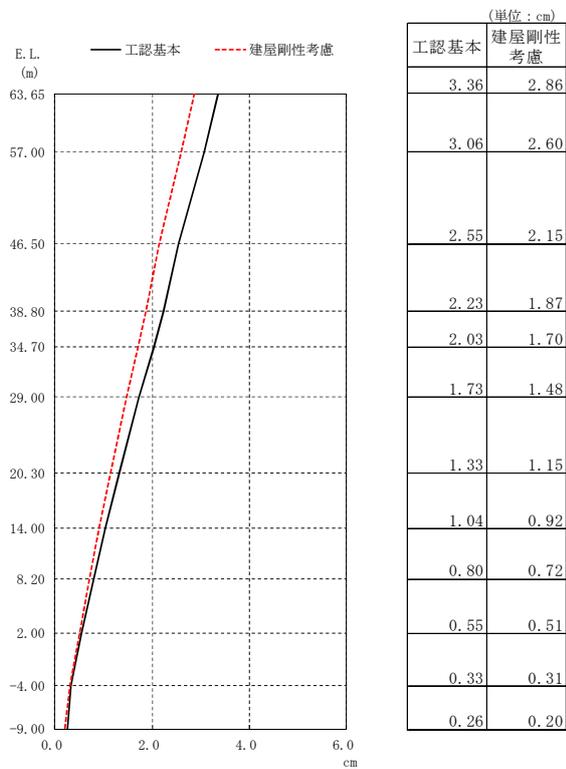


圖4-7 最大応答変位 ( $S_s - D 1$ , NS 方向)

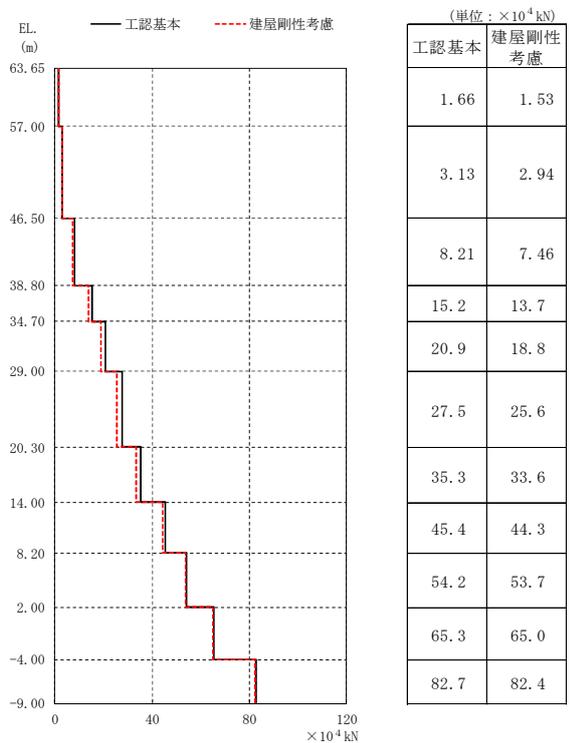


図4-8 最大応答せん断力 ( $S_s - D 1$ , NS 方向)

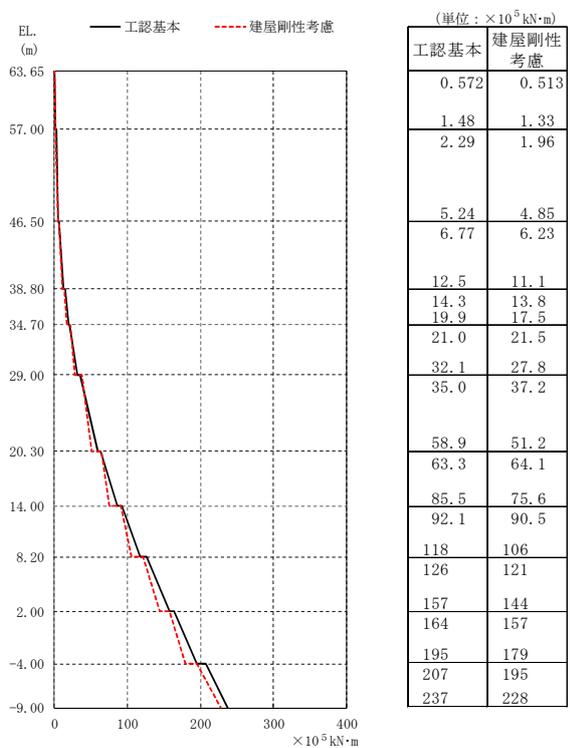


図4-9 最大応答曲げモーメント ( $S_s - D 1$ , NS 方向)

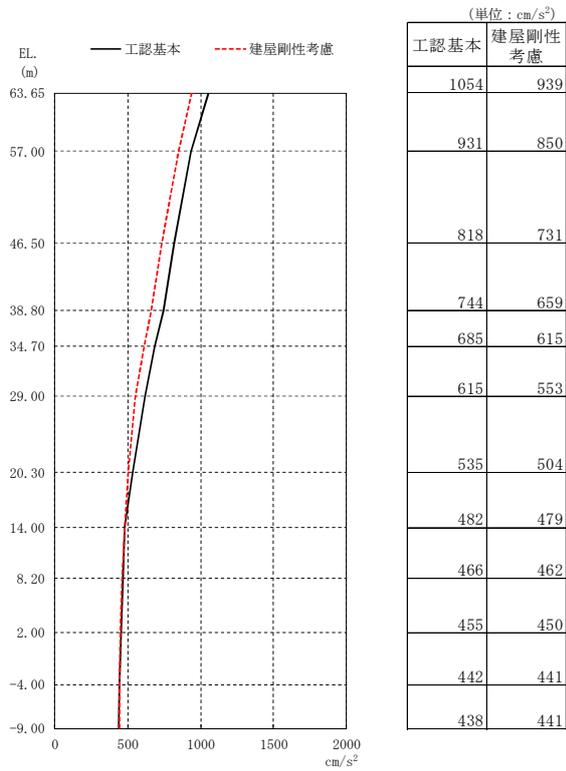


圖4-10 最大応答加速度 (S<sub>s</sub>-D 1, EW 方向)

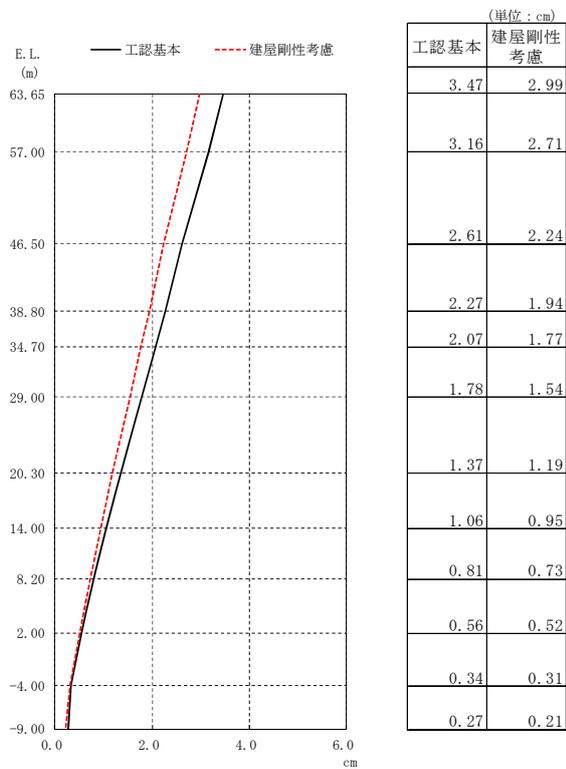


圖4-11 最大応答変位 (S<sub>s</sub>-D 1, EW 方向)

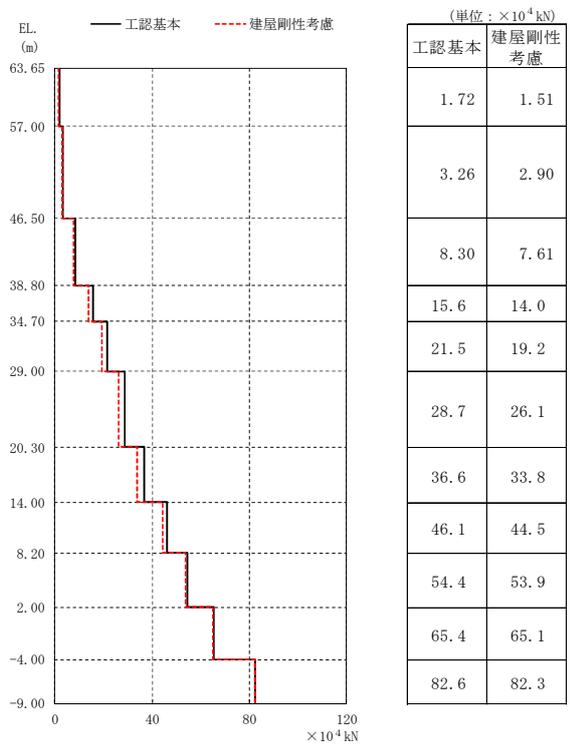


図4-12 最大応答せん断力 ( $S_s - D 1$ , EW 方向)

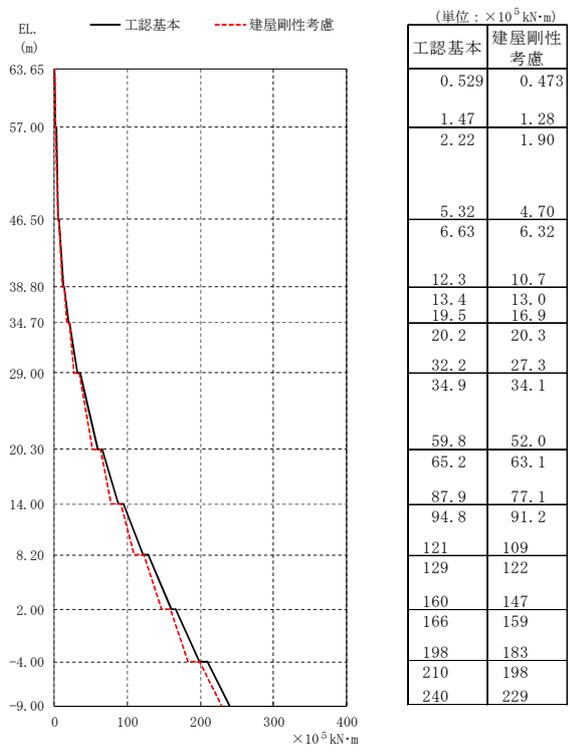
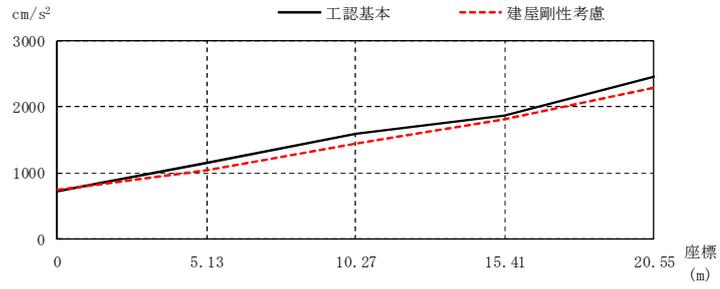


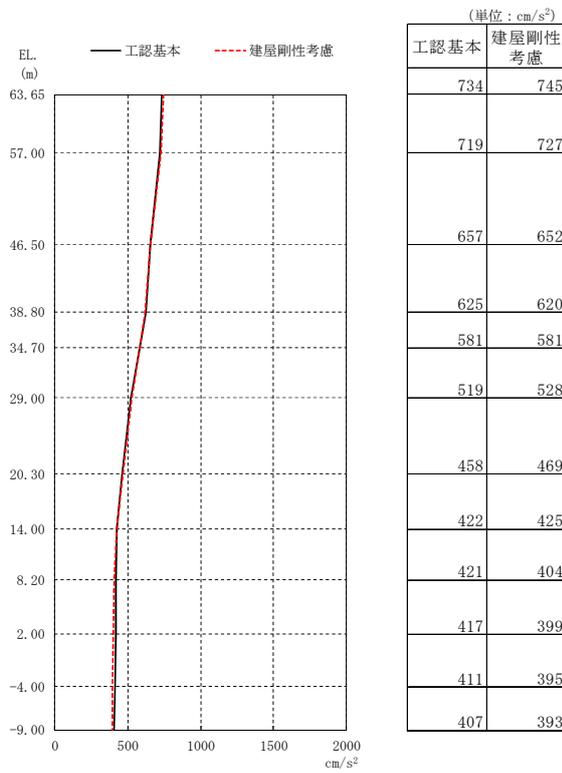
図4-13 最大応答曲げモーメント ( $S_s - D 1$ , EW 方向)



(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

工認基本	734	1153	1594	1868	2450
建屋剛性考慮	745	1036	1446	1820	2284

(a) 屋根トラス部

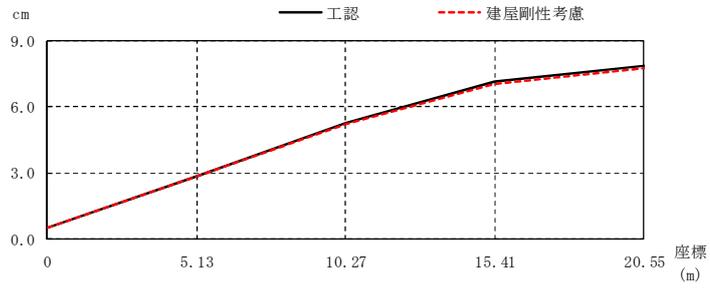


(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

工認基本	建屋剛性考慮
734	745
719	727
657	652
625	620
581	581
519	528
458	469
422	425
421	404
417	399
411	395
407	393

(b) 外壁及び遮蔽壁

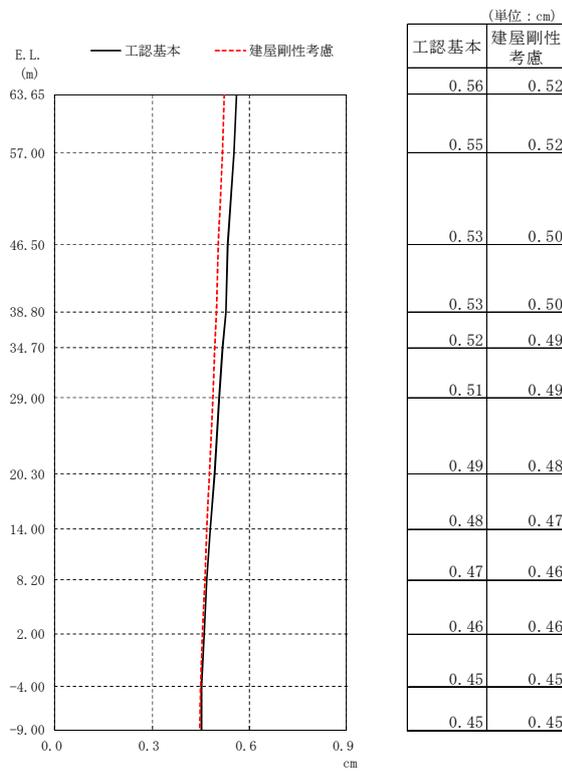
図4-14 最大応答加速度 ( $S_s - D 1$ , UD 方向)



(単位：cm)

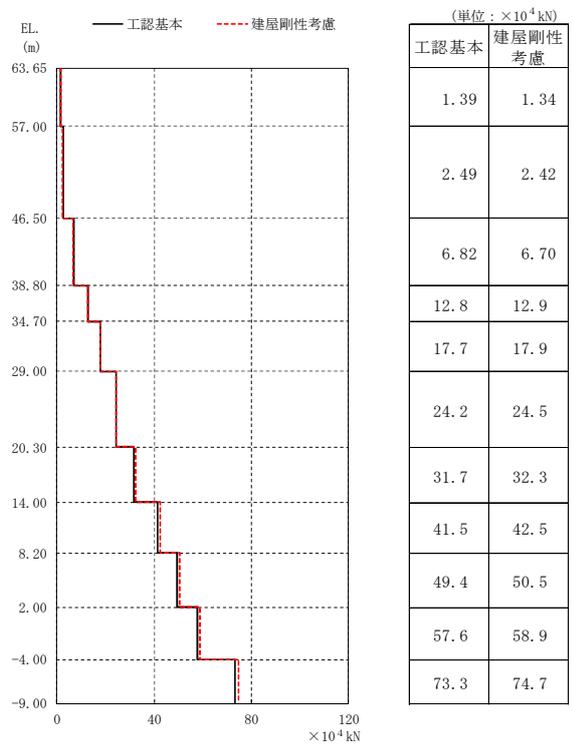
工認	0.56	2.87	5.26	7.16	7.84
建屋剛性考慮	0.52	2.84	5.21	7.06	7.76

(a) 屋根トラス部



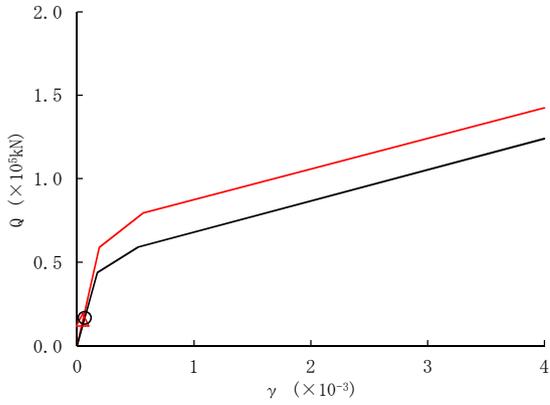
(b) 外壁及び遮蔽壁

図4-15 最大応答変位 ( $S_s - D 1$ , UD 方向)

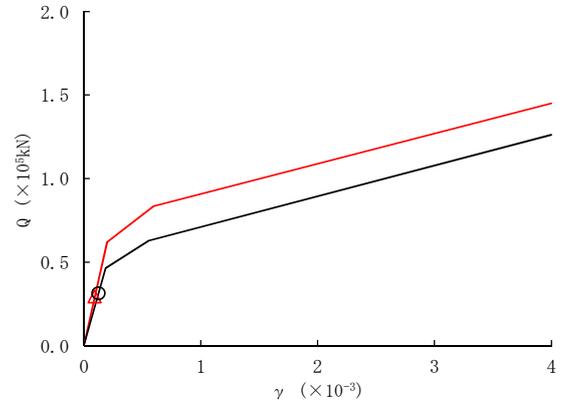


(b) 外壁及び遮蔽壁

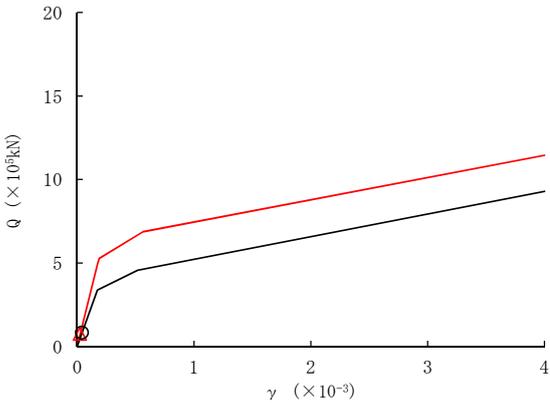
図4-16 最大応答軸力 ( $S_s - D 1$ , UD 方向)



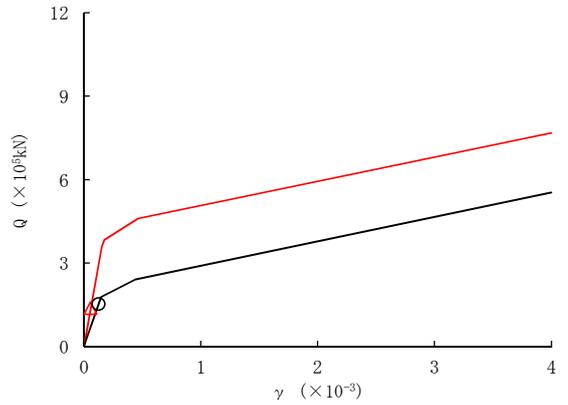
要素番号 (1)



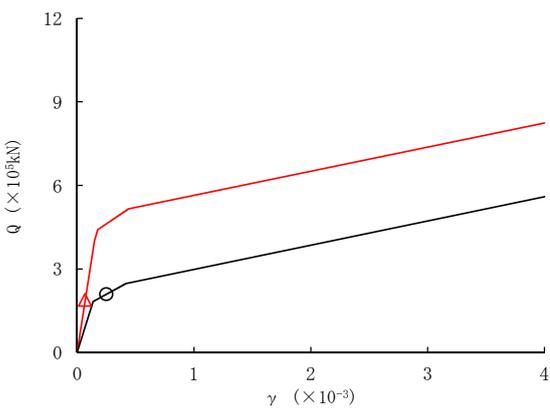
要素番号 (2)



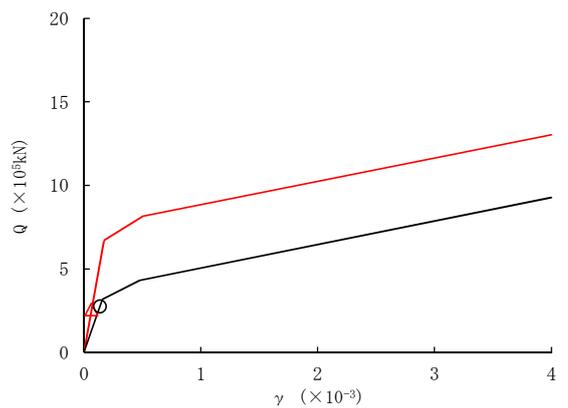
要素番号 (3)



要素番号 (4)

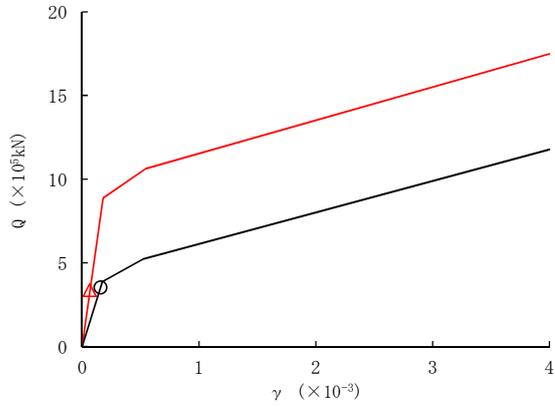


要素番号 (5)

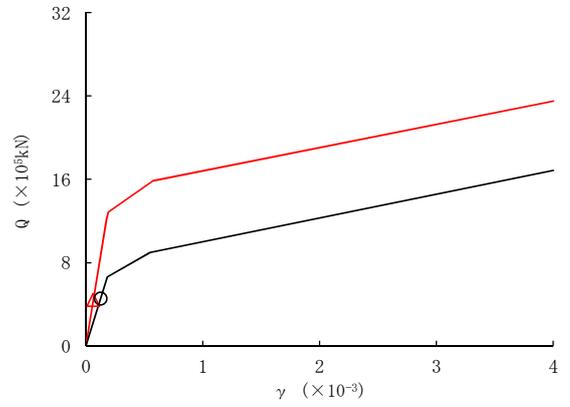


要素番号 (6)

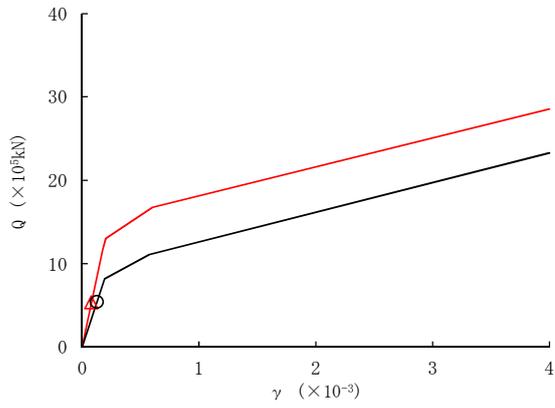
図4-17 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 ( $S_s - D 1$ , NS 方向)



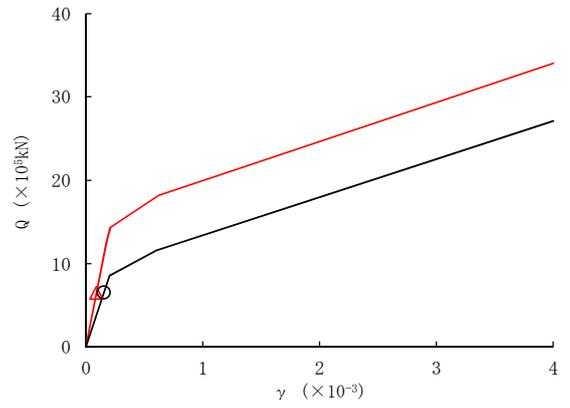
要素番号 (7)



要素番号 (8)

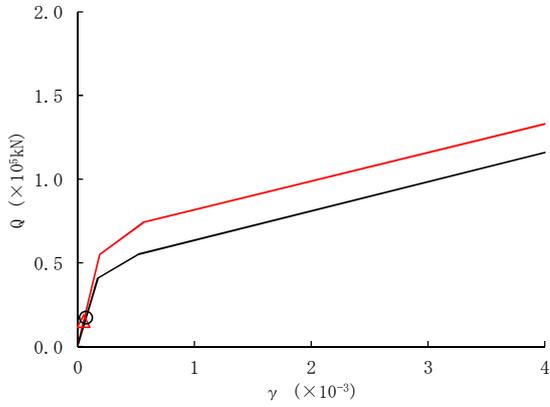


要素番号 (9)

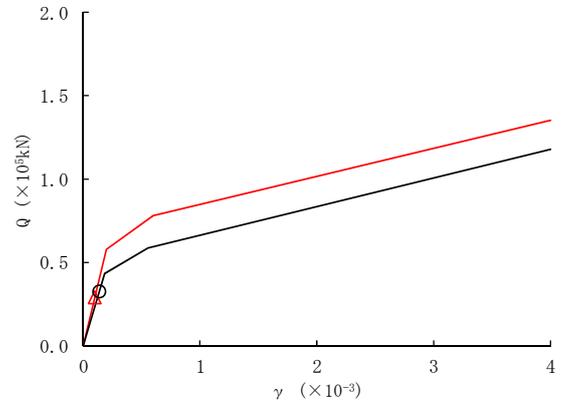


要素番号 (10)

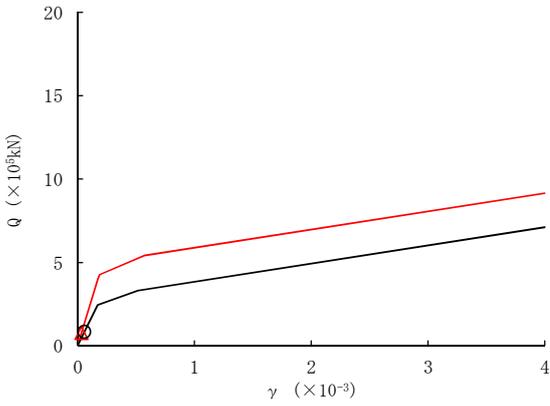
図 4-17 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S<sub>s</sub>-D 1, NS 方向)



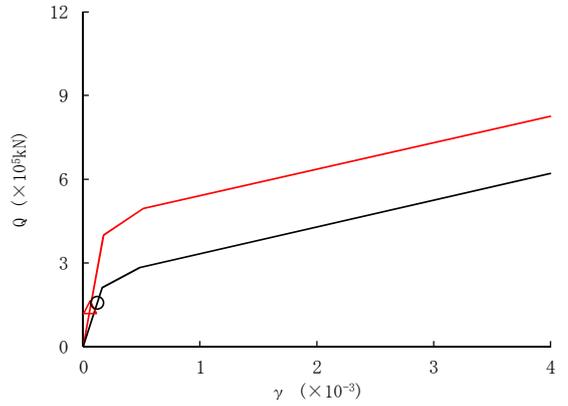
要素番号 (1)



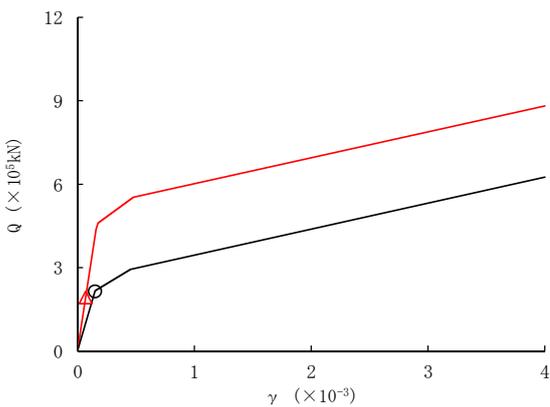
要素番号 (2)



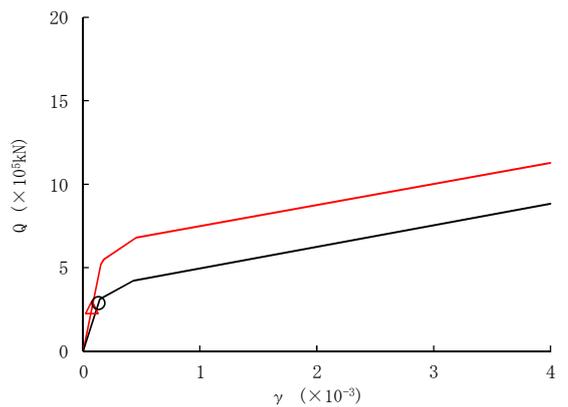
要素番号 (3)



要素番号 (4)

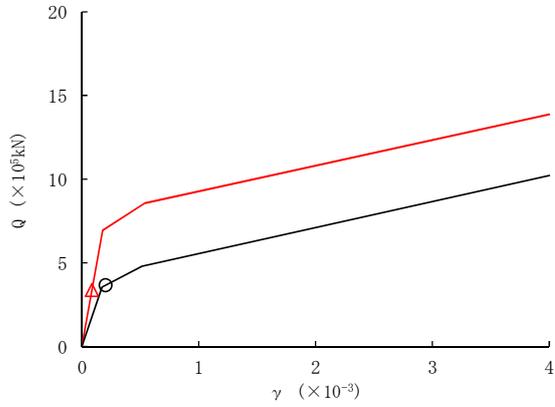


要素番号 (5)

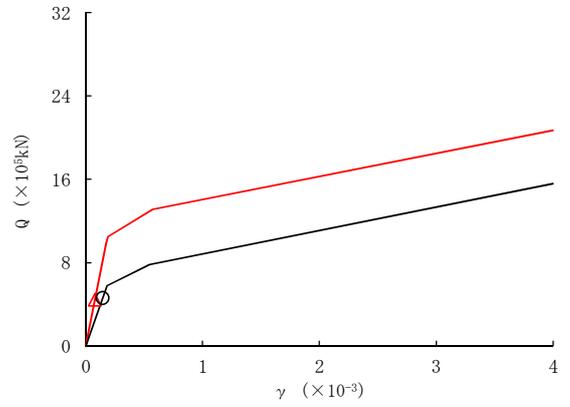


要素番号 (6)

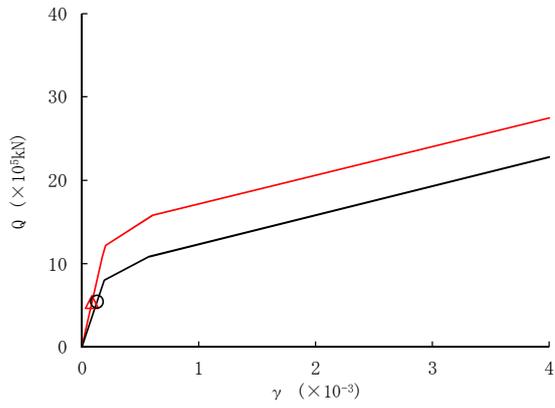
図4-18 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 ( $S_s - D1$ , EW 方向)



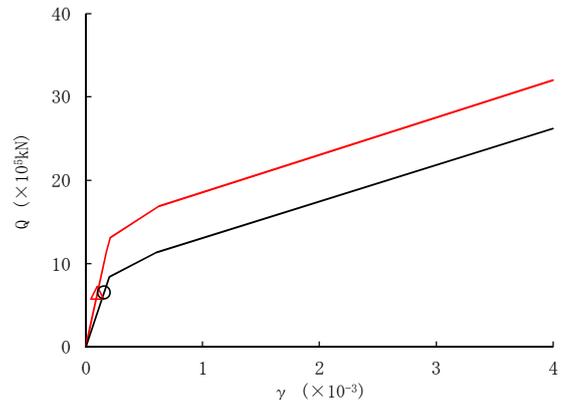
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

図 4-18 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S<sub>s</sub>-D1, EW 方向)

#### 4.3.2 地盤物性の変動による影響

##### (1) 影響評価方針

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析及び地震応答解析を実施し、地盤物性を変動させたケースと基本ケースの比較を実施する。なお、対象とする地震動は基準地震動  $S_s-D1$  とする。

##### (2) 固有値解析結果

地盤物性を変動させた解析モデルにより固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 4-7、刺激関数図を図 4-19～図 4-24 に示す。

基本ケースに対する地盤物性を変動させた解析モデルの固有振動数の変動について、地盤の主要モードにあたる固有周期で変動が大きく  $-14\% \sim +10\%$  程度である。

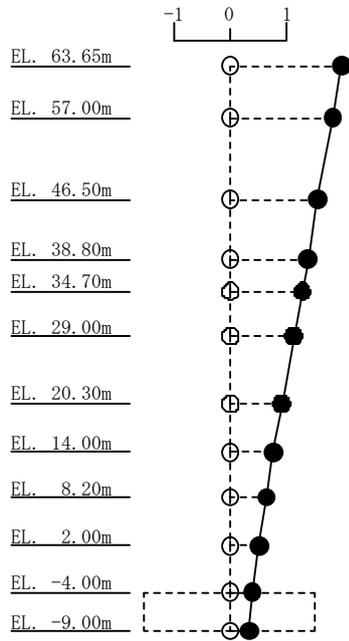
表4-7 固有値解析結果の比較 (S<sub>s</sub>-D1)

(単位: Hz)

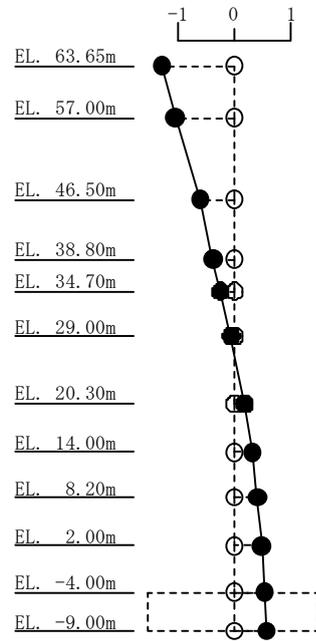
次 数	NS 方向			EW 方向			UD 方向		
	工認基本 モデル	地盤物性 +σ考慮 モデル	地盤物性 -σ考慮 モデル	工認基本 モデル	地盤物性 +σ考慮 モデル	地盤物性 -σ考慮 モデル	工認基本 モデル	地盤物性 +σ考慮 モデル	地盤物性 -σ考慮 モデル
1	2.44	2.63 (1.08)	2.14 (0.88)	2.43	2.62 (1.08)	2.14 (0.88)	2.50	2.51 (1.00)	2.50 (1.00)
2	4.96	5.35 (1.08)	4.28 (0.86)	4.96	5.35 (1.08)	4.28 (0.86)	3.65	4.03 (1.10)	3.28 (0.90)
3	9.60	9.86 (1.03)	9.36 (0.98)	9.32	9.57 (1.03)	9.10 (0.98)	10.79	10.79 (1.00)	10.79 (1.00)
4	11.77	11.85 (1.01)	11.69 (0.99)	11.59	11.70 (1.01)	11.48 (0.99)	16.72	16.78 (1.00)	16.66 (1.00)
5	15.65	15.69 (1.00)	15.60 (1.00)	15.53	15.56 (1.00)	15.46 (1.00)	17.64	17.65 (1.00)	17.64 (1.00)
6	19.15	19.24 (1.00)	19.07 (1.00)	19.76	19.83 (1.00)	19.69 (1.00)	20.70	20.70 (1.00)	20.70 (1.00)
7	23.33	23.35 (1.00)	23.30 (1.00)	22.71	22.73 (1.00)	22.67 (1.00)	30.93	30.95 (1.00)	30.91 (1.00)
8	27.91	27.97 (1.00)	27.86 (1.00)	26.70	26.76 (1.00)	26.65 (1.00)	37.72	37.73 (1.00)	37.70 (1.00)

注: ( ) 内は工認基本モデルに対する比率

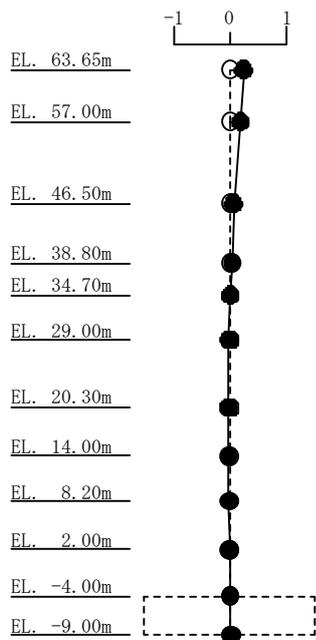
1次モード  
 固有周期 : 0.380 (s)  
 固有振動数 : 2.63 (Hz)  
 刺激係数 : 1.955



2次モード  
 固有周期 : 0.187 (s)  
 固有振動数 : 5.35 (Hz)  
 刺激係数 : 1.262



3次モード  
 固有周期 : 0.101 (s)  
 固有振動数 : 9.86 (Hz)  
 刺激係数 : 0.239



4次モード  
 固有周期 : 0.084 (s)  
 固有振動数 : 11.85 (Hz)  
 刺激係数 : 0.213

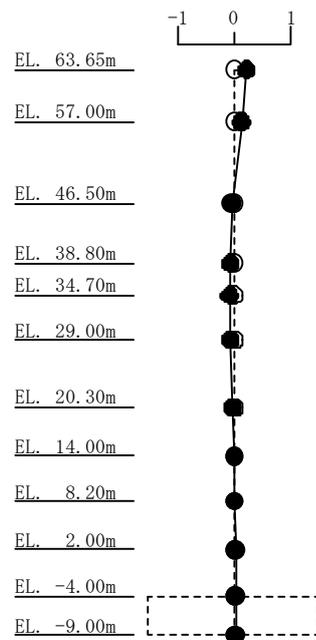
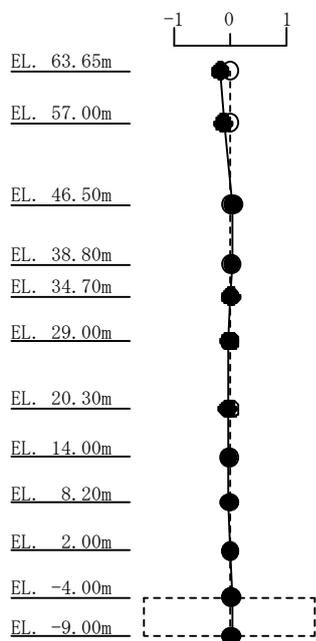
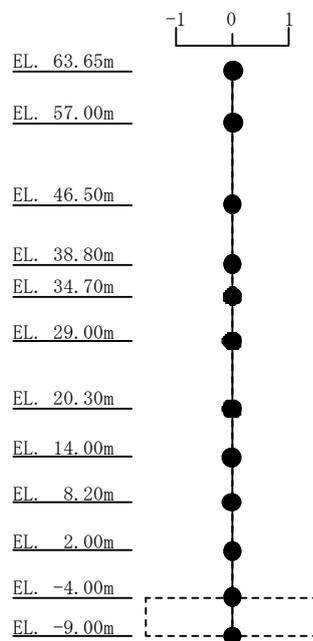


図4-19 (1/2) 刺激関数図 (地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル) (NS 方向 1次~4次)

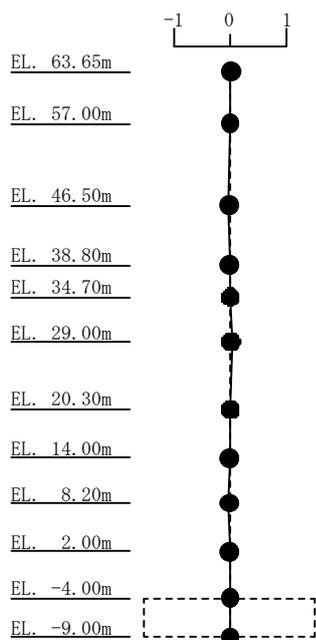
5次モード  
 固有周期 : 0.064 (s)  
 固有振動数 : 15.69 (Hz)  
 刺激係数 : 0.176



6次モード  
 固有周期 : 0.052 (s)  
 固有振動数 : 19.24 (Hz)  
 刺激係数 : 0.019



7次モード  
 固有周期 : 0.043 (s)  
 固有振動数 : 23.35 (Hz)  
 刺激係数 : 0.026



8次モード  
 固有周期 : 0.036 (s)  
 固有振動数 : 27.97 (Hz)  
 刺激係数 : 0.001

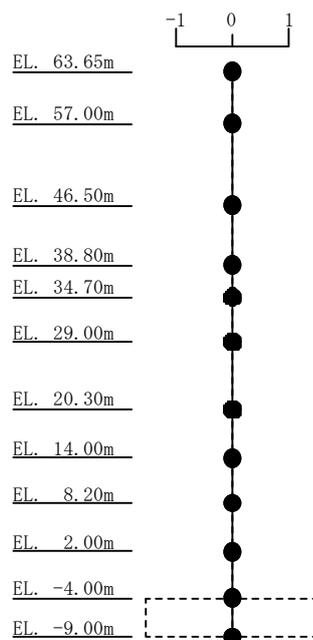
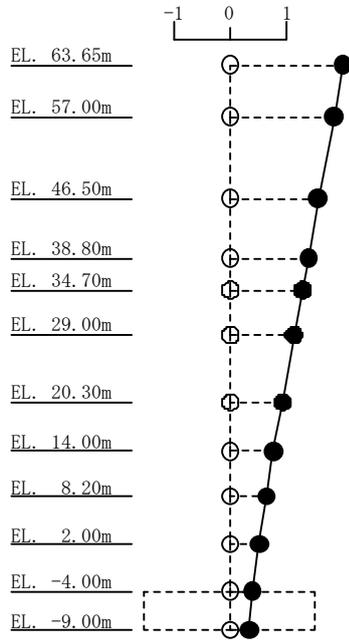
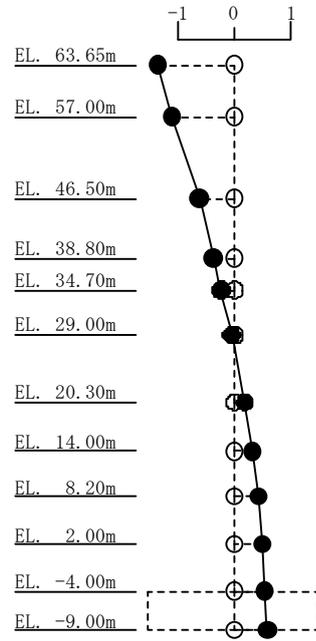


図 4-19 (2/2) 刺激関数図 (地盤物性 +  $\sigma$  考慮モデル) (NS 方向 5 次 ~ 8 次)

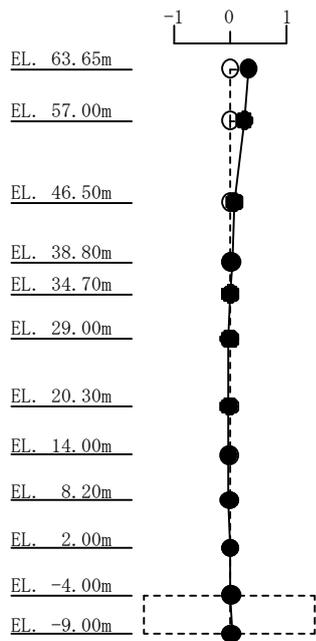
1次モード  
 固有周期 : 0.382 (s)  
 固有振動数 : 2.62 (Hz)  
 刺激係数 : 1.982



2次モード  
 固有周期 : 0.187 (s)  
 固有振動数 : 5.35 (Hz)  
 刺激係数 : 1.335



3次モード  
 固有周期 : 0.105 (s)  
 固有振動数 : 9.57 (Hz)  
 刺激係数 : 0.313



4次モード  
 固有周期 : 0.085 (s)  
 固有振動数 : 11.70 (Hz)  
 刺激係数 : 0.180

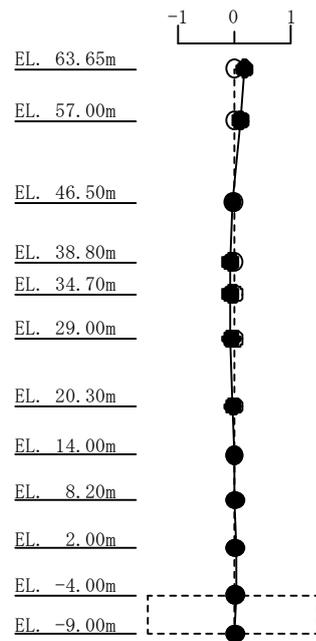
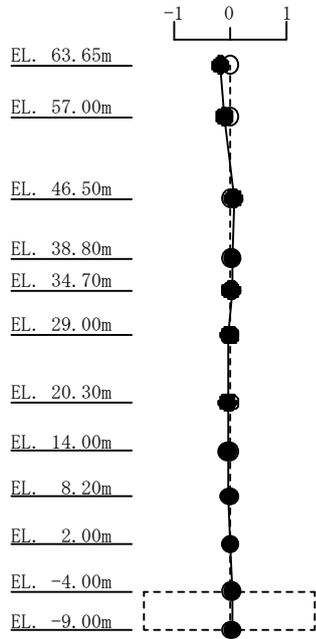
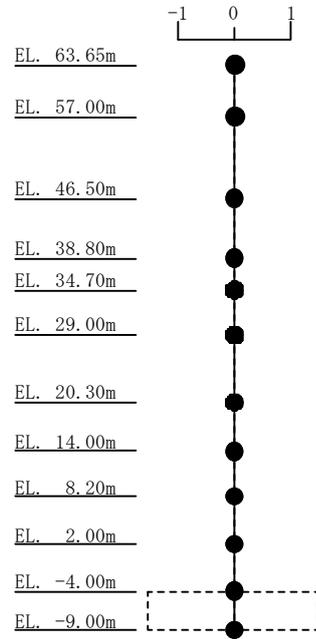


図4-20 (1/2) 刺激関数図 (地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル) (EW 方向 1次~4次)

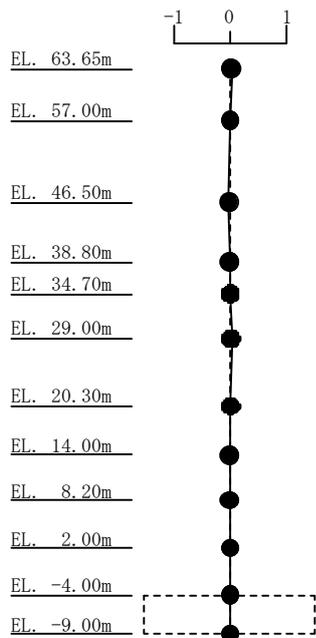
5次モード  
 固有周期 : 0.064 (s)  
 固有振動数 : 15.56 (Hz)  
 刺激係数 : 0.169



6次モード  
 固有周期 : 0.050 (s)  
 固有振動数 : 19.83 (Hz)  
 刺激係数 : 0.015



7次モード  
 固有周期 : 0.044 (s)  
 固有振動数 : 22.73 (Hz)  
 刺激係数 : 0.031



8次モード  
 固有周期 : 0.037 (s)  
 固有振動数 : 26.76 (Hz)  
 刺激係数 : 0.001

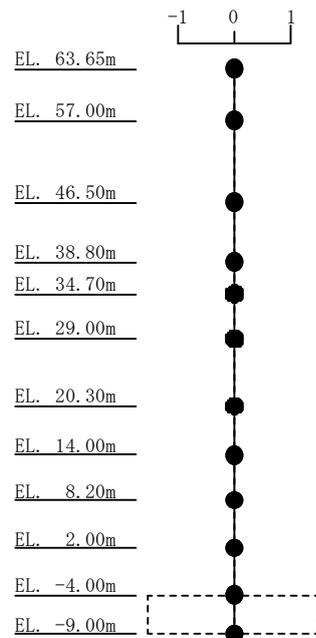


図 4-20 (2/2) 刺激関数図 (地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル) (EW 方向 5 次~8 次)

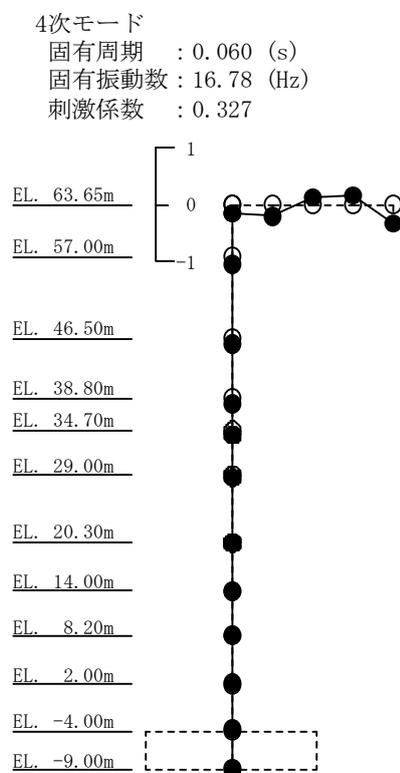
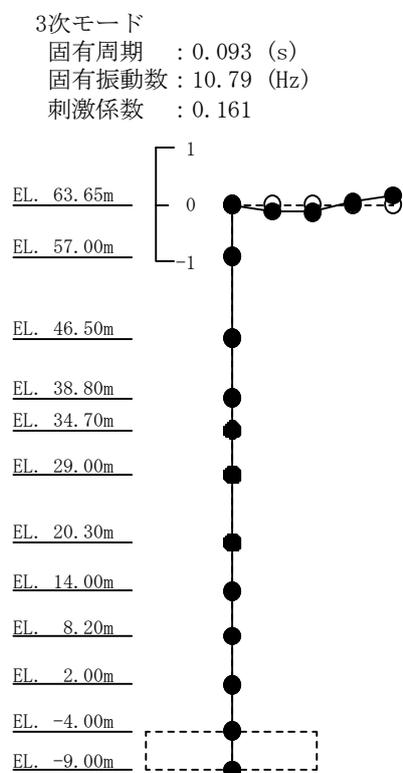
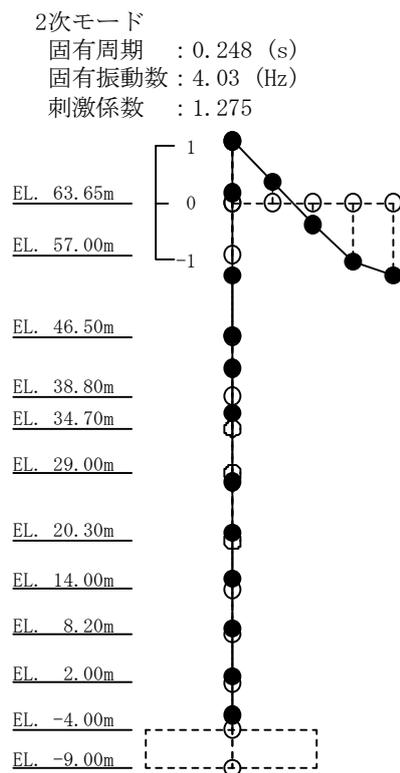
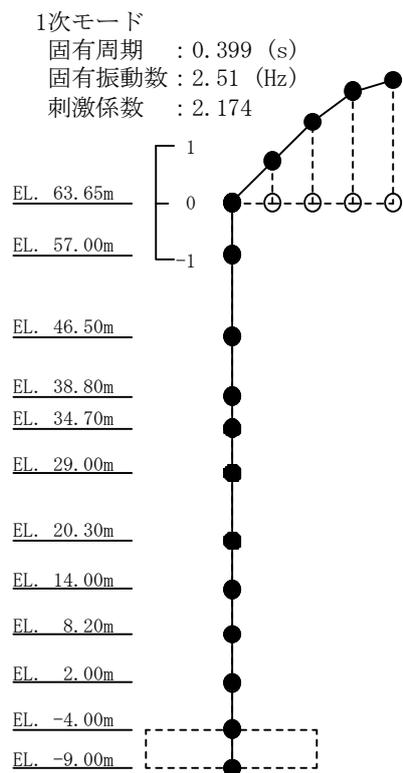
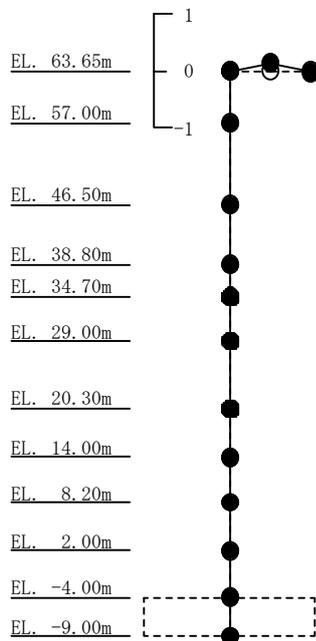
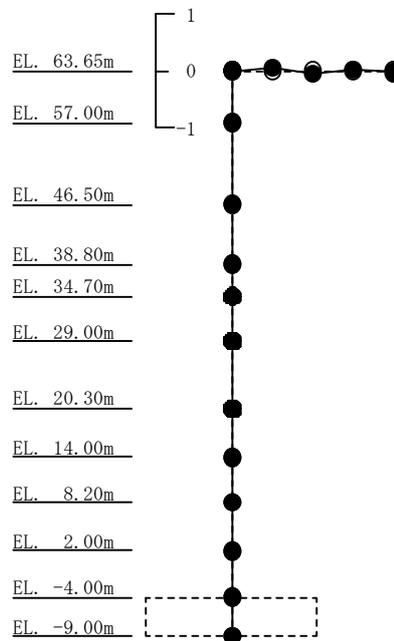


図4-21 (1/2) 刺激関数図 (地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル) (UD方向1次~4次)

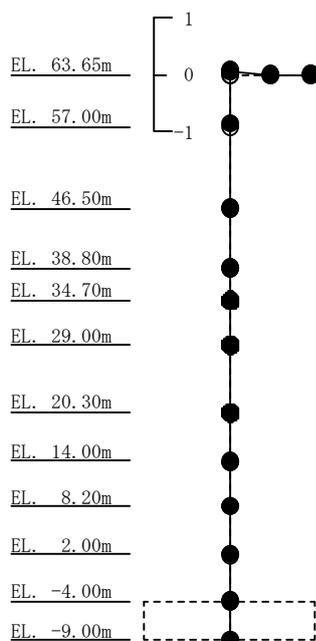
5次モード  
 固有周期 : 0.057 (s)  
 固有振動数 : 17.65 (Hz)  
 刺激係数 : 0.290



6次モード  
 固有周期 : 0.048 (s)  
 固有振動数 : 20.70 (Hz)  
 刺激係数 : 0.054



7次モード  
 固有周期 : 0.032 (s)  
 固有振動数 : 30.95 (Hz)  
 刺激係数 : 0.078



8次モード  
 固有周期 : 0.027 (s)  
 固有振動数 : 37.73 (Hz)  
 刺激係数 : 0.045

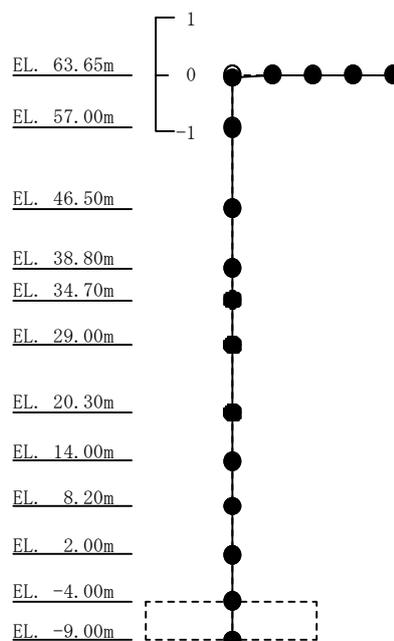
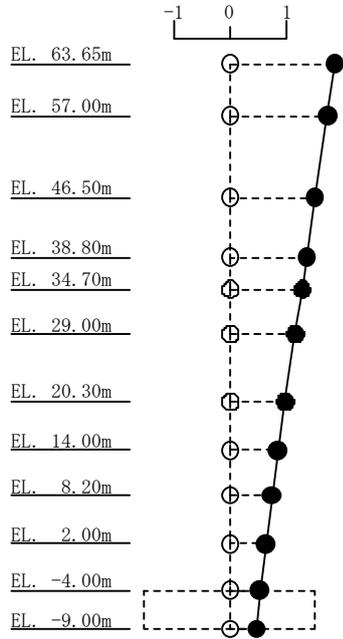
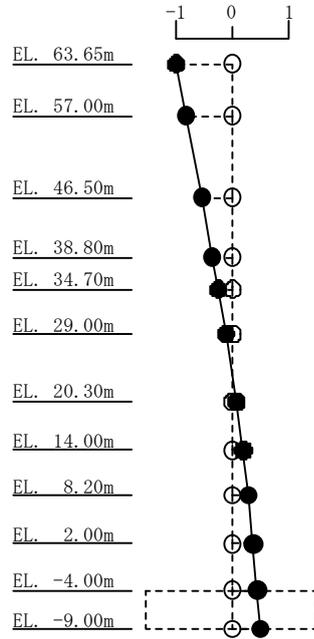


図 4-21 (2/2) 刺激関数図 (地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル) (UD 方向 5 次~8 次)

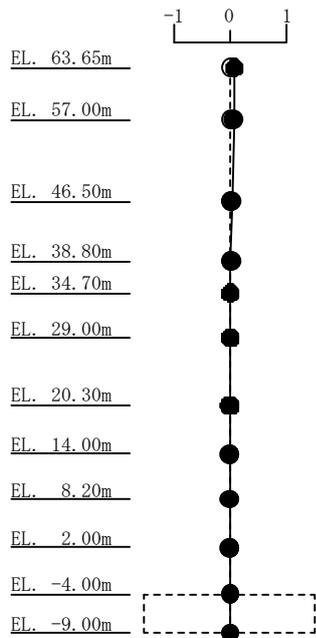
1次モード  
 固有周期 : 0.466 (s)  
 固有振動数 : 2.14 (Hz)  
 刺激係数 : 1.839



2次モード  
 固有周期 : 0.234 (s)  
 固有振動数 : 4.28 (Hz)  
 刺激係数 : 0.977



3次モード  
 固有周期 : 0.107 (s)  
 固有振動数 : 9.36 (Hz)  
 刺激係数 : 0.082



4次モード  
 固有周期 : 0.086 (s)  
 固有振動数 : 11.69 (Hz)  
 刺激係数 : 0.133

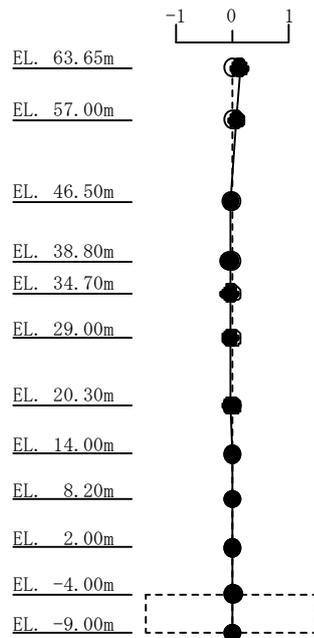
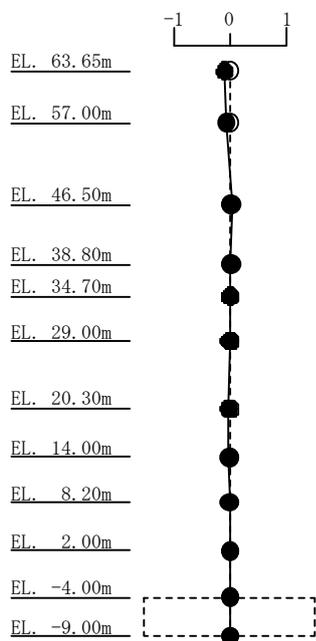
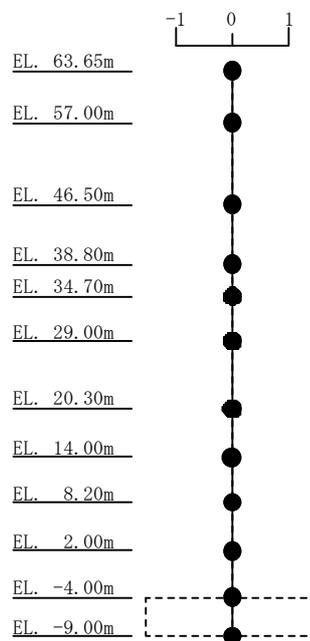


図4-22 (1/2) 刺激関数図 (地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル) (NS 方向 1次~4次)

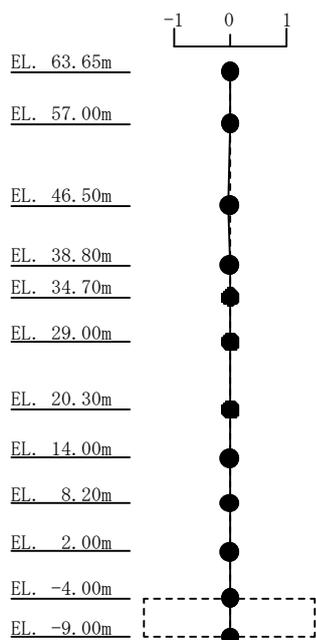
5次モード  
 固有周期 : 0.064 (s)  
 固有振動数 : 15.60 (Hz)  
 刺激係数 : 0.093



6次モード  
 固有周期 : 0.052 (s)  
 固有振動数 : 19.07 (Hz)  
 刺激係数 : 0.010



7次モード  
 固有周期 : 0.043 (s)  
 固有振動数 : 23.30 (Hz)  
 刺激係数 : 0.014



8次モード  
 固有周期 : 0.036 (s)  
 固有振動数 : 27.86 (Hz)  
 刺激係数 : 0.000

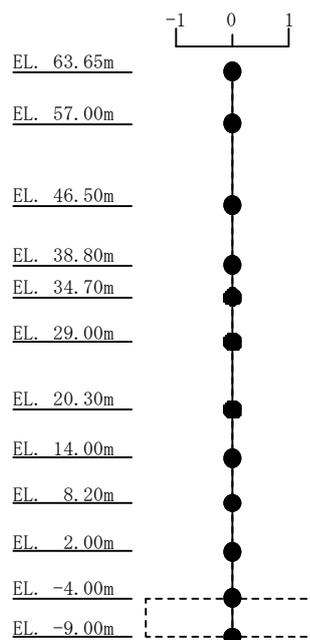
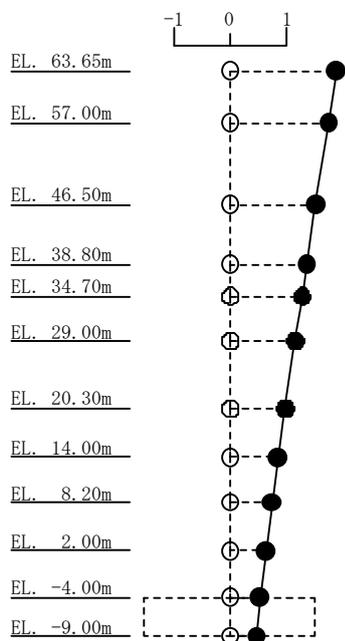
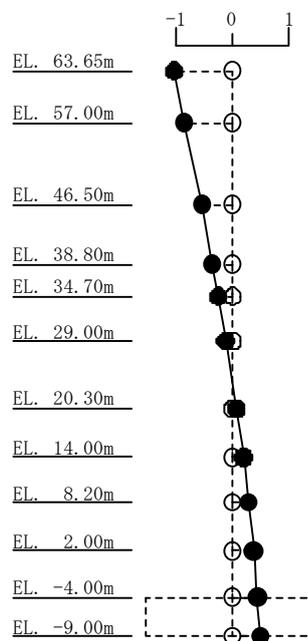


図 4-22 (2/2) 刺激関数図 (地盤物性- $\sigma$  考慮モデル) (NS 方向 5 次~8 次)

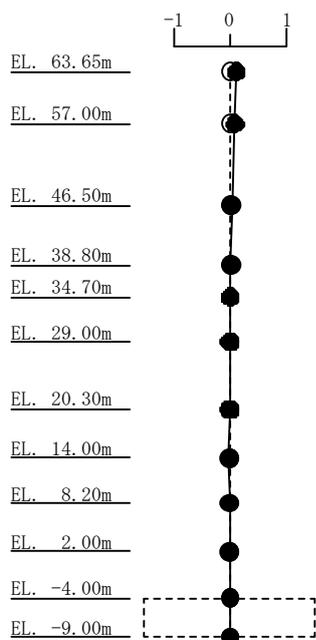
1次モード  
 固有周期 : 0.468 (s)  
 固有振動数 : 2.14 (Hz)  
 刺激係数 : 1.859



2次モード  
 固有周期 : 0.233 (s)  
 固有振動数 : 4.28 (Hz)  
 刺激係数 : 1.017



3次モード  
 固有周期 : 0.110 (s)  
 固有振動数 : 9.10 (Hz)  
 刺激係数 : 0.111



4次モード  
 固有周期 : 0.087 (s)  
 固有振動数 : 11.48 (Hz)  
 刺激係数 : 0.121

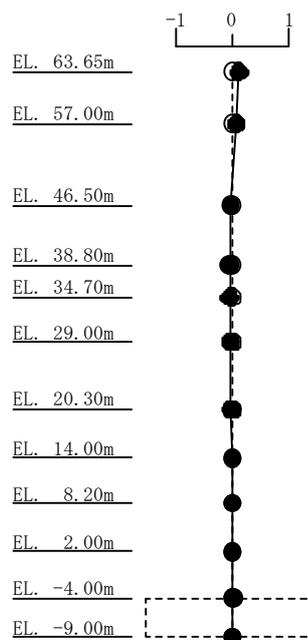
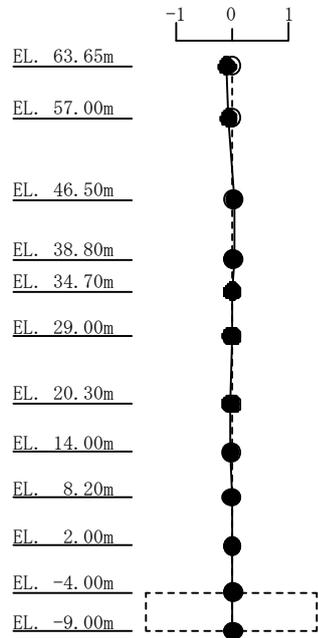
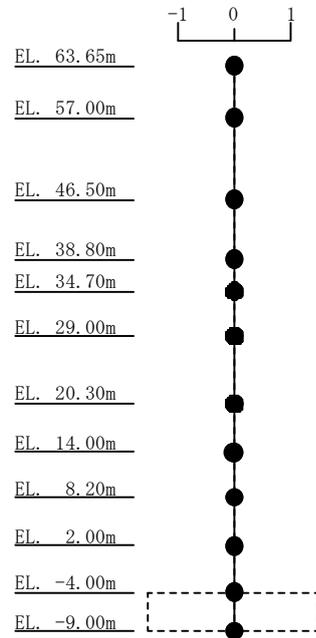


図4-23 (1/2) 刺激関数図 (地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル) (EW 方向 1次~4次)

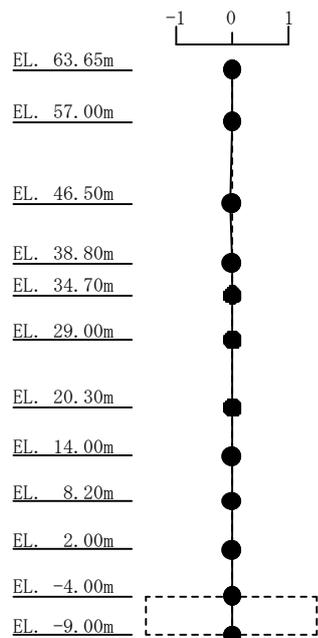
5次モード  
 固有周期 : 0.065 (s)  
 固有振動数 : 15.46 (Hz)  
 刺激係数 : 0.090



6次モード  
 固有周期 : 0.051 (s)  
 固有振動数 : 19.69 (Hz)  
 刺激係数 : 0.008



7次モード  
 固有周期 : 0.044 (s)  
 固有振動数 : 22.67 (Hz)  
 刺激係数 : 0.016



8次モード  
 固有周期 : 0.038 (s)  
 固有振動数 : 26.65 (Hz)  
 刺激係数 : 0.001

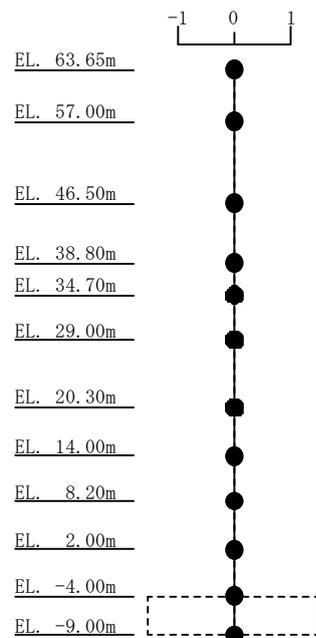


図 4-23 (2/2) 刺激関数図 (地盤物性- $\sigma$  考慮モデル) (NS 方向 5 次~8 次)

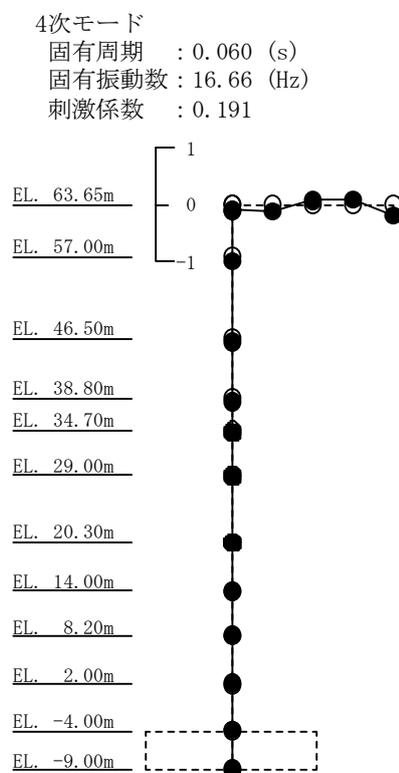
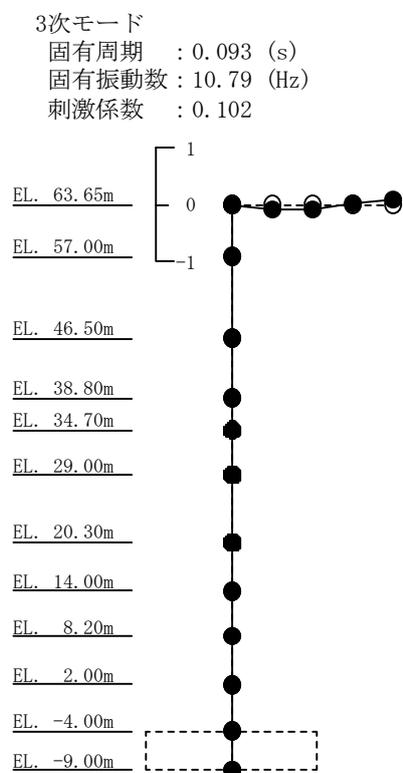
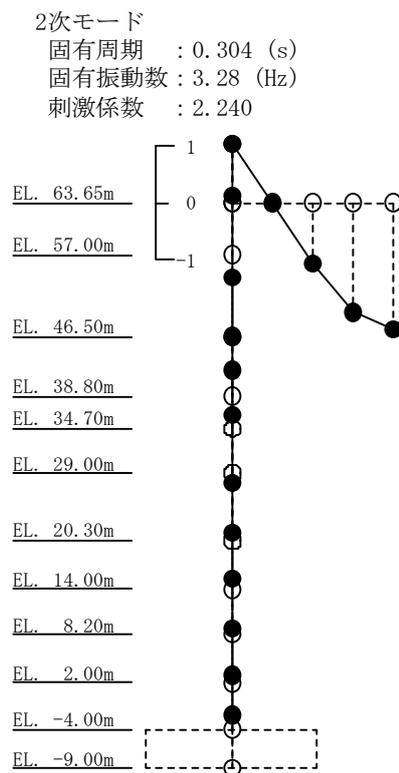
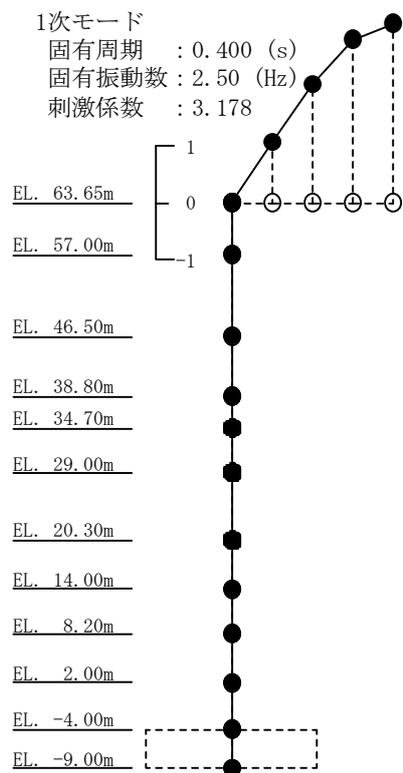
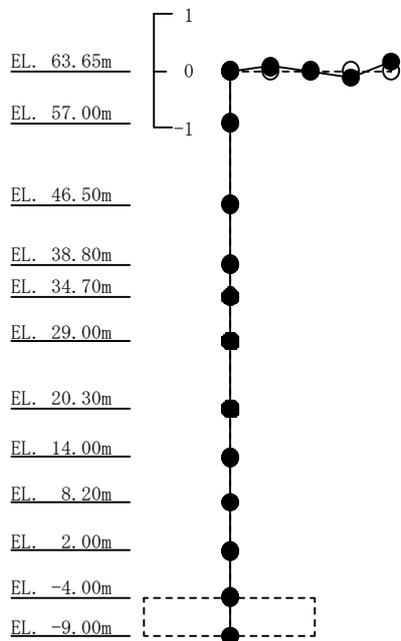
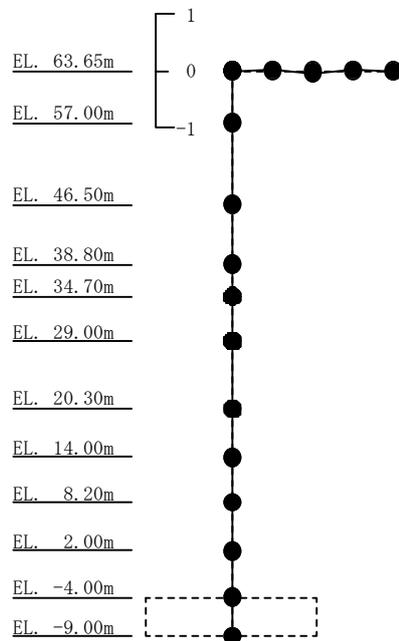


図4-24 (1/2) 刺激関数図 (地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル) (UD 方向 1次~4次)

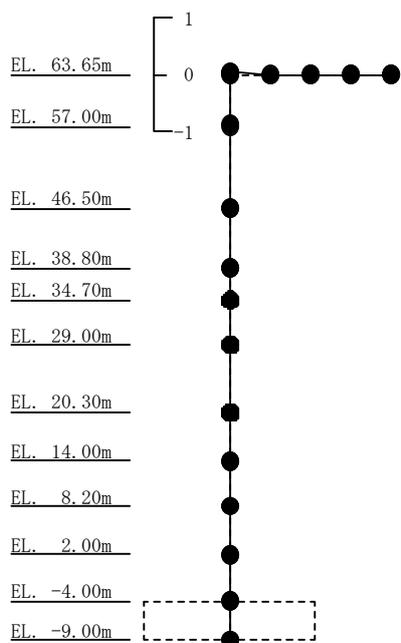
5次モード  
 固有周期 : 0.057 (s)  
 固有振動数 : 17.64 (Hz)  
 刺激係数 : 0.166



6次モード  
 固有周期 : 0.048 (s)  
 固有振動数 : 20.70 (Hz)  
 刺激係数 : 0.034



7次モード  
 固有周期 : 0.032 (s)  
 固有振動数 : 30.91 (Hz)  
 刺激係数 : 0.050



8次モード  
 固有周期 : 0.027 (s)  
 固有振動数 : 37.71 (Hz)  
 刺激係数 : 0.029

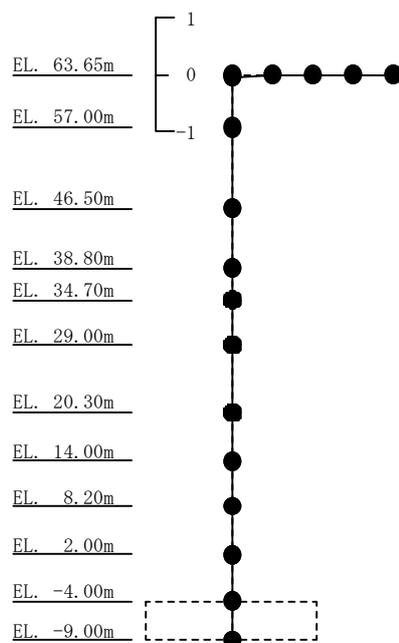


図 4-24 (2/2) 刺激関数図 (地盤物性- $\sigma$  考慮モデル) (UD 方向 5 次~8 次)

### (3) 地震応答解析結果

地盤物性を変動させた解析モデルによる地震応答解析結果を、ばらつきを考慮しない基本ケース（工認基本モデル）の結果と比較した。 $S_s-D1$ に対する最大応答値の比較を図4-25～図4-35に示す。また、 $S_s-D1$ に対する最大応答せん断力を図4-36及び図4-37の耐震壁のスケルトンカーブ上にプロットして示す。

水平方向について、基本ケースと地盤物性を変動させたケースとでは、最大応答加速度、最大応答せん断力、最大応答曲げモーメント及び最大応答せん断ひずみは、地盤のせん断波速度を $+\sigma$ 相当とした場合に概ね大きく、 $-\sigma$ 相当とした場合に概ね小さくなる傾向があり、最大応答変位については、その逆の傾向となることを確認した。

これは、地盤物性が変動することにより発生応力が変動し、それに伴ってせん断ひずみも変動する。また、地盤物性の変動に伴い地盤－建屋連成系としてのモデル剛性が変動するため、地盤物性が大きくなる側に変動する場合は、モデル剛性の増加により変位は小さくなり、地盤物性が小さくなる側に変動する場合は、変位は大きくなったと考えられる。

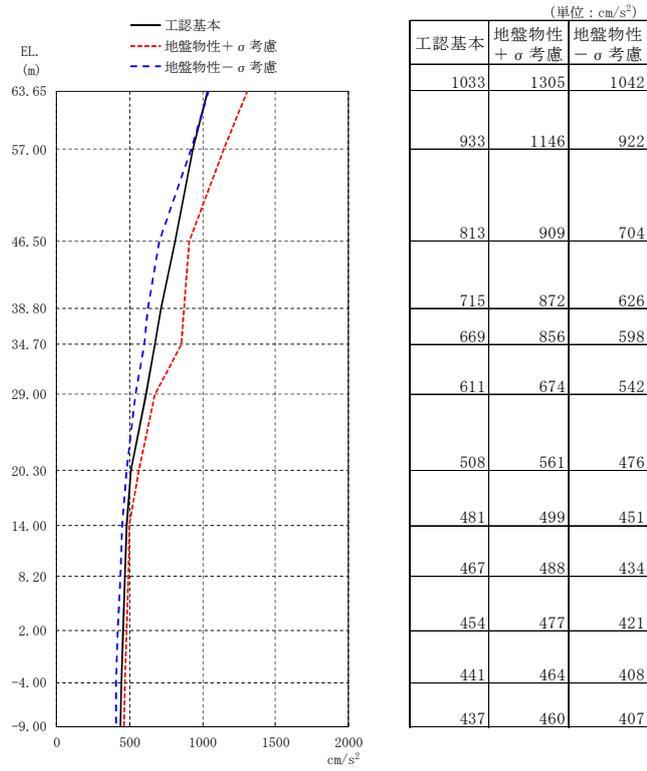


図4-25 最大応答加速度 (S<sub>s</sub>-D 1, NS 方向)

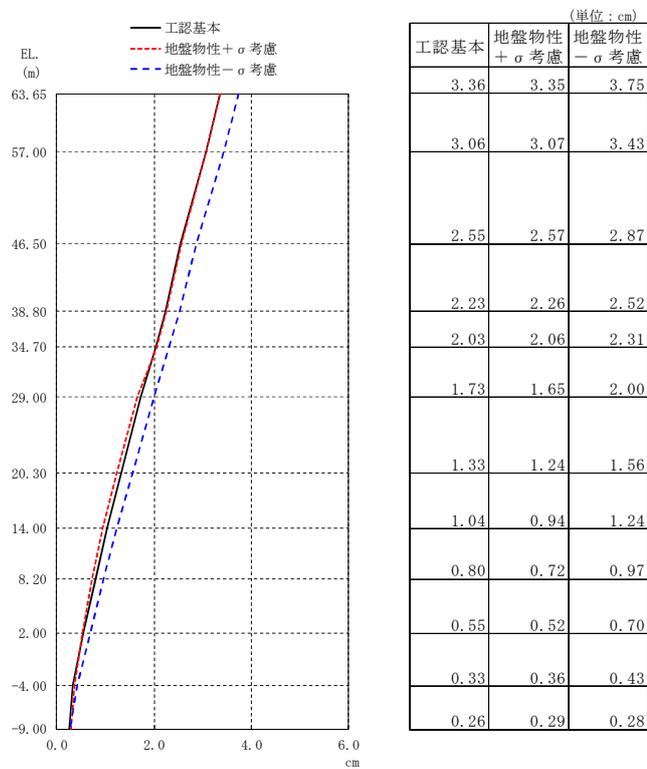


図4-26 最大応答変位 (S<sub>s</sub>-D 1, NS 方向)

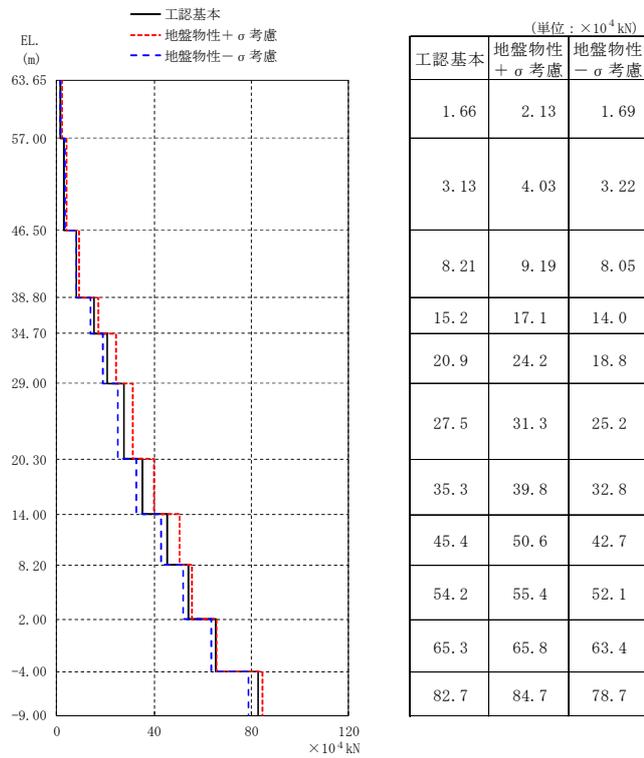


図4-27 最大応答せん断力 ( $S_s - D 1$ , NS 方向)

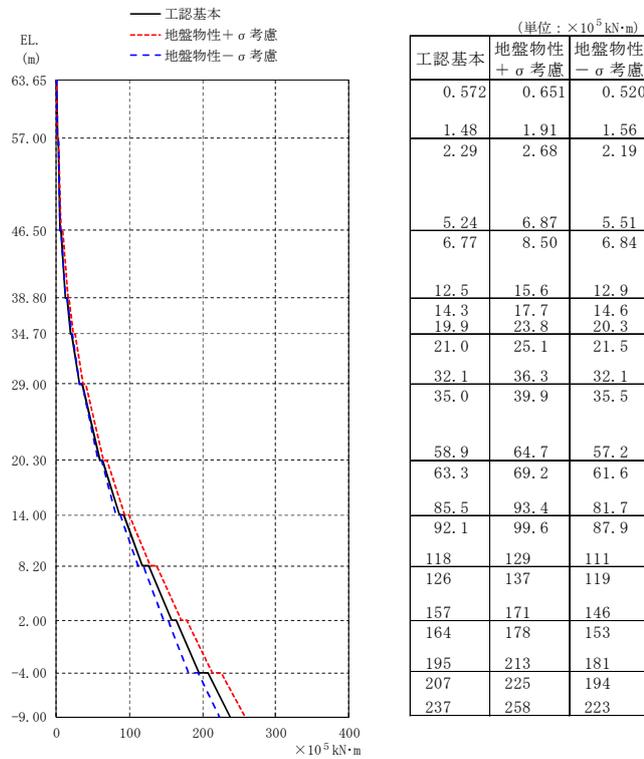


図4-28 最大応答曲げモーメント ( $S_s - D 1$ , NS 方向)

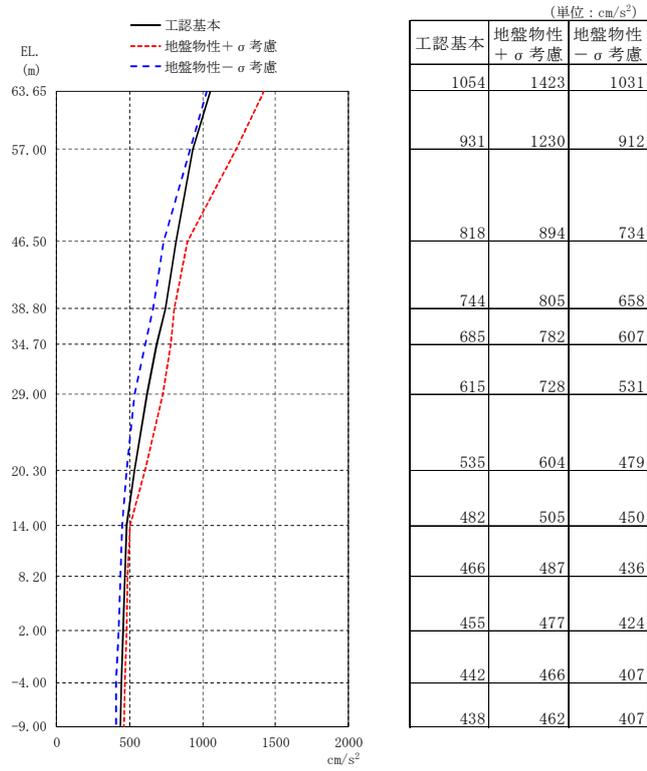


図4-29 最大応答加速度 (S<sub>s</sub>-D 1, EW 方向)

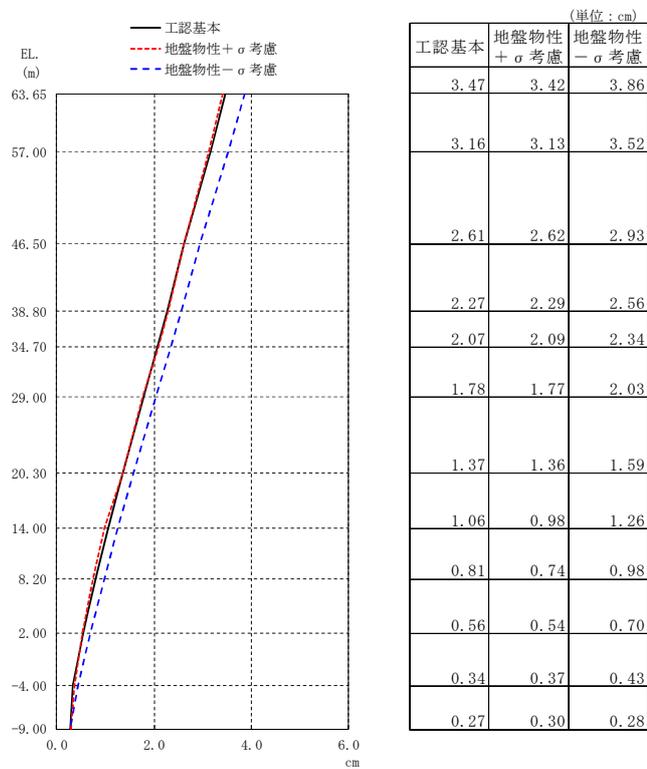


図4-30 最大応答変位 (S<sub>s</sub>-D 1, EW 方向)

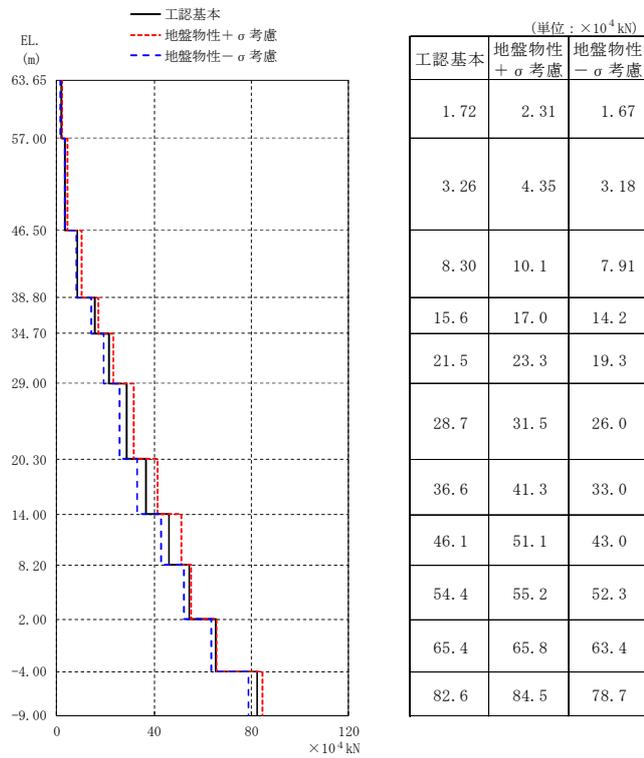


図4-31 最大応答せん断力 ( $S_s - D 1$ , EW 方向)

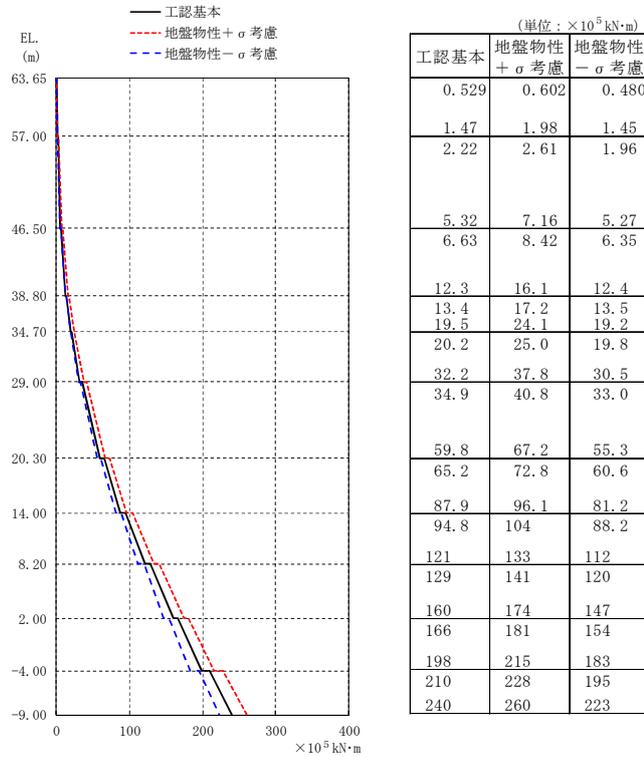
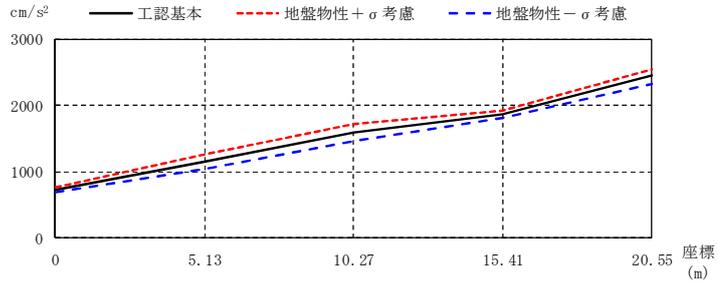


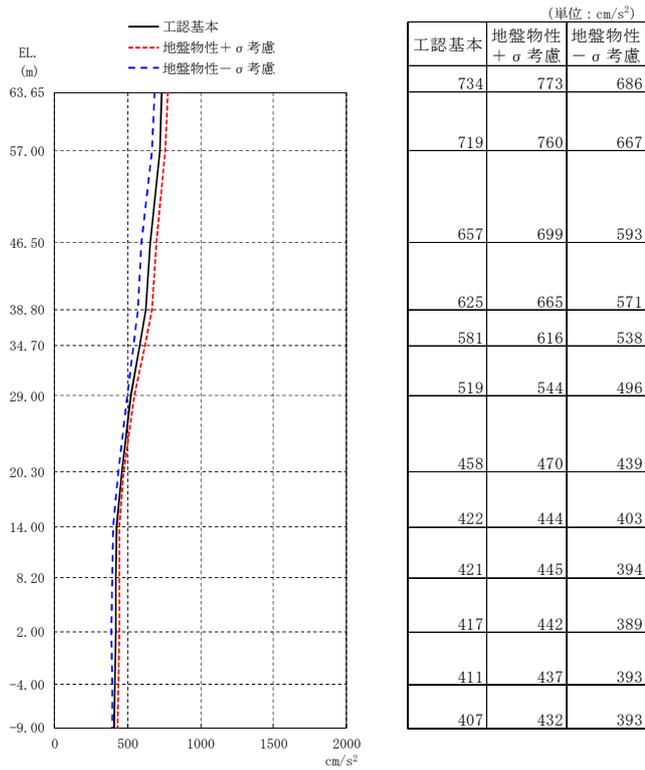
図4-32 最大応答曲げモーメント ( $S_s - D 1$ , EW 方向)



(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

工認基本	734	1153	1594	1868	2450
地盤物性 + $\sigma$ 考慮	773	1266	1717	1923	2551
地盤物性 - $\sigma$ 考慮	686	1048	1464	1810	2332

(a) 屋根トラス部

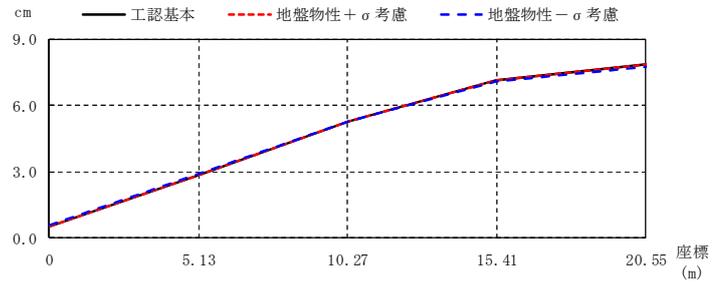


(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

工認基本	地盤物性 + $\sigma$ 考慮	地盤物性 - $\sigma$ 考慮
734	773	686
719	760	667
657	699	593
625	665	571
581	616	538
519	544	496
458	470	439
422	444	403
421	445	394
417	442	389
411	437	393
407	432	393

(b) 外壁及び遮蔽壁

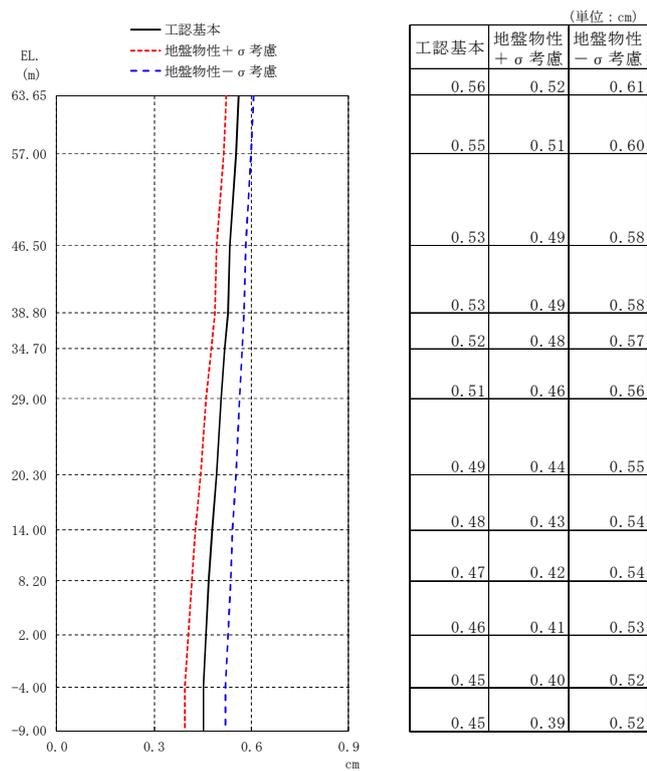
図4-33 最大応答加速度 ( $S_s - D 1$ , UD 方向)



(単位: cm)

工認基本	0.56	2.87	5.26	7.16	7.84
地盤物性+ $\sigma$ 考慮	0.52	2.83	5.25	7.17	7.86
地盤物性- $\sigma$ 考慮	0.61	2.89	5.25	7.10	7.76

(a) 屋根トラス部



(b) 外壁及び遮蔽壁

図4-34 最大応答変位 ( $S_s - D 1$ , UD 方向)

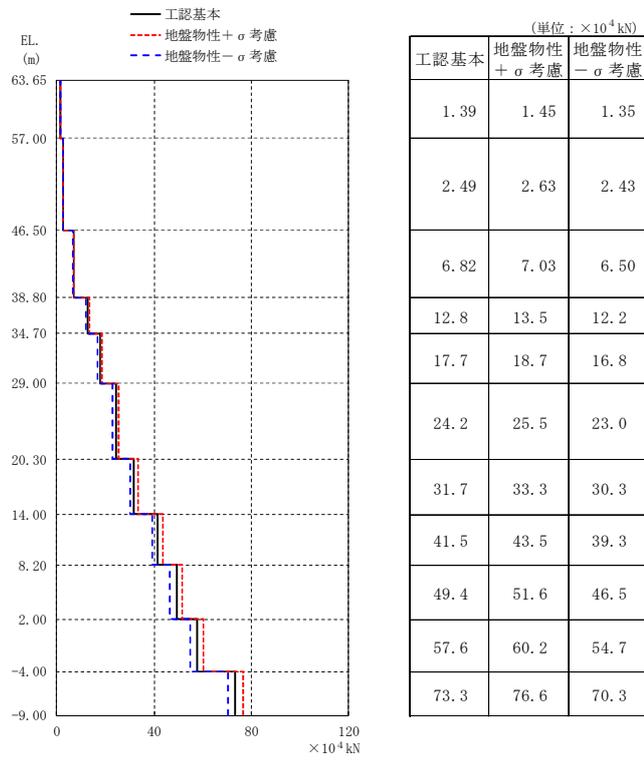
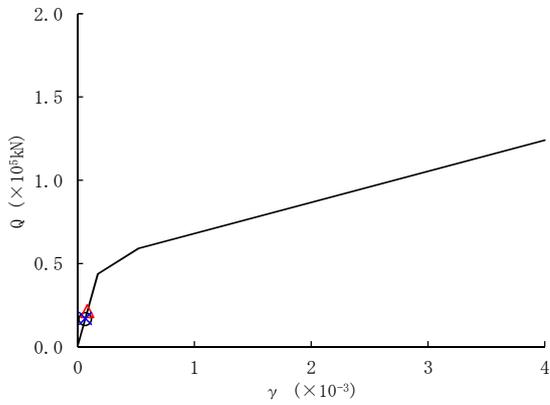
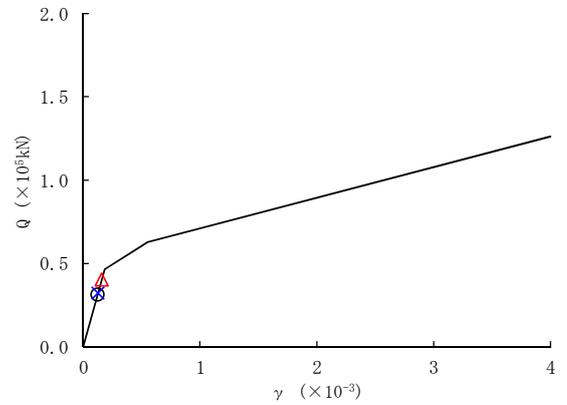


図4-35 最大応答軸力 ( $S_s - D 1$ , UD 方向)

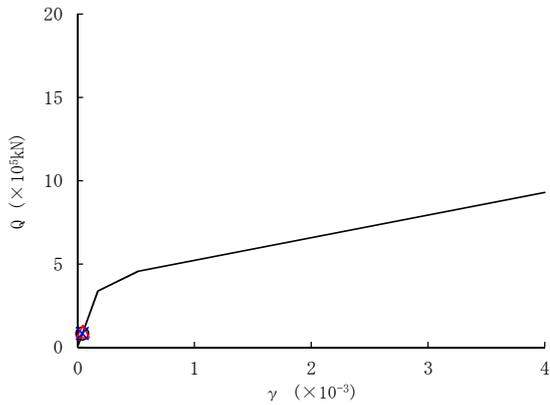
○ 工認基本モデル    △ 地盤物性+ $\sigma$  考慮モデル    × 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル



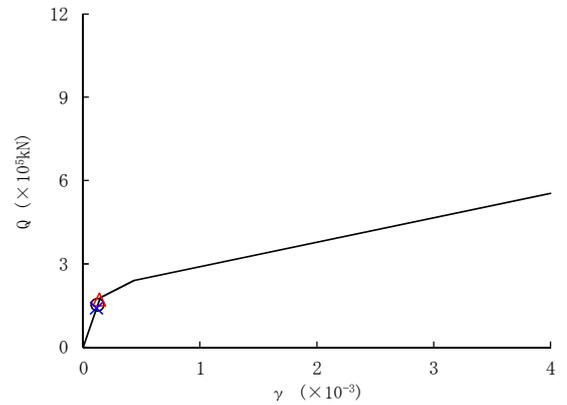
要素番号 (1)



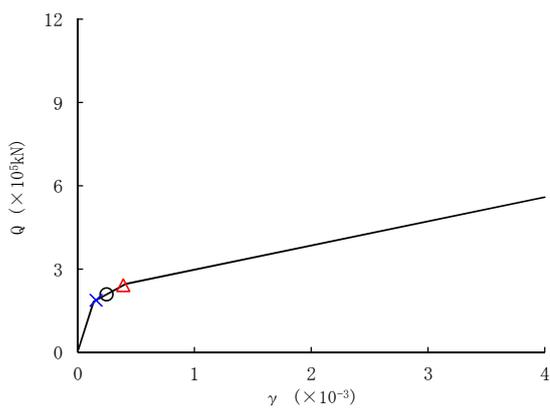
要素番号 (2)



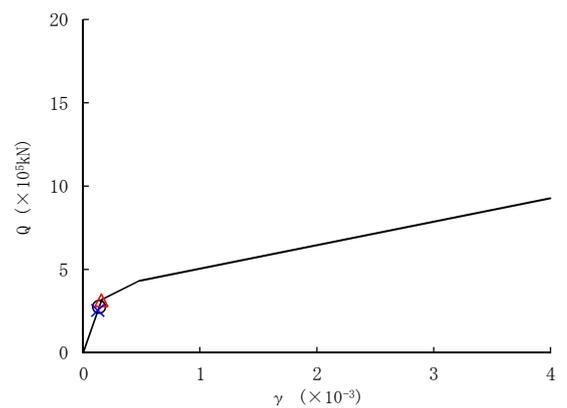
要素番号 (3)



要素番号 (4)



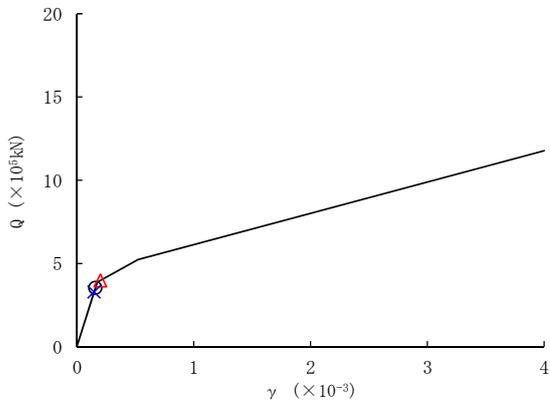
要素番号 (5)



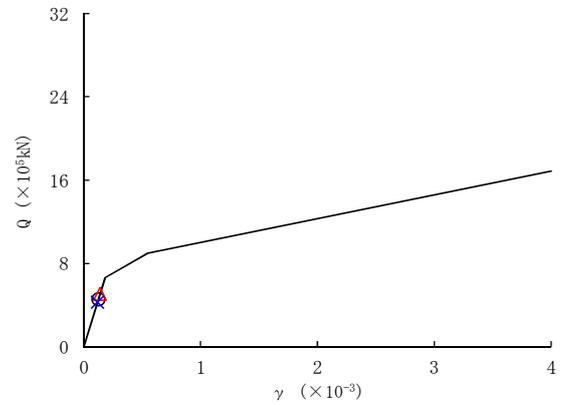
要素番号 (6)

図4-36 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 ( $S_s - D1$ , NS 方向)

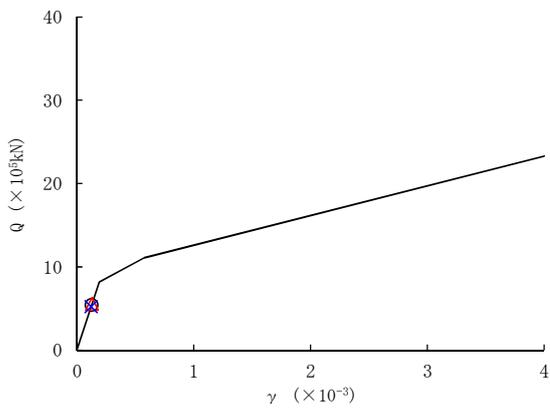
○ 工認基本モデル    △ 地盤物性+ $\sigma$  考慮モデル    × 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル



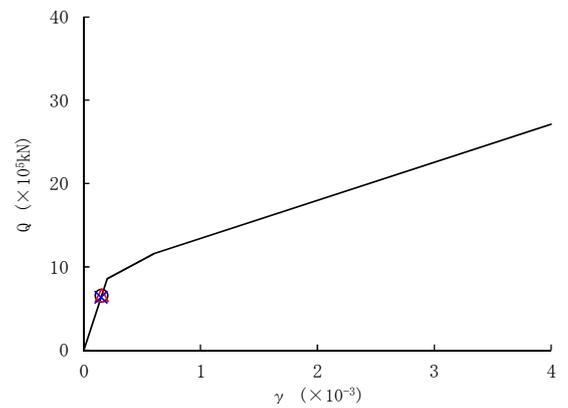
要素番号 (7)



要素番号 (8)



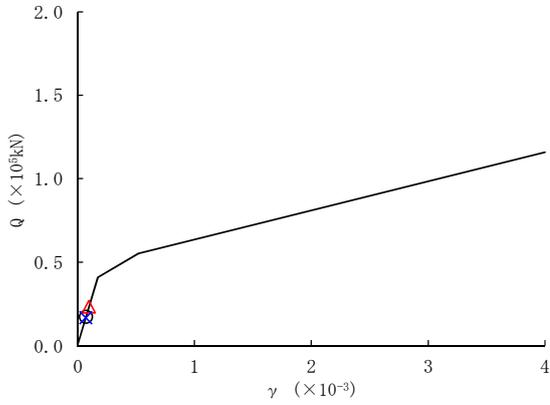
要素番号 (9)



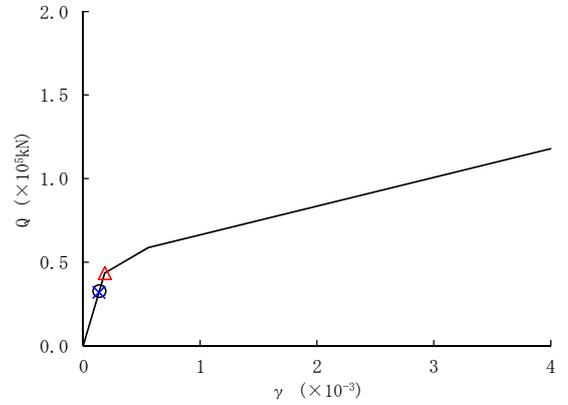
要素番号 (10)

図 4-36 (2/2)    せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 (S<sub>s</sub>-D 1, NS 方向)

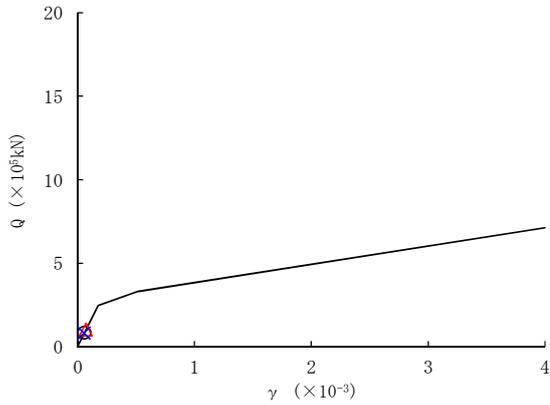
○ 工認基本モデル    △ 地盤物性+ $\sigma$  考慮モデル    × 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル



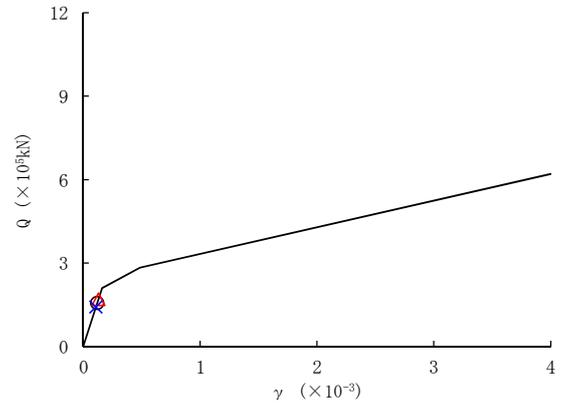
要素番号 (1)



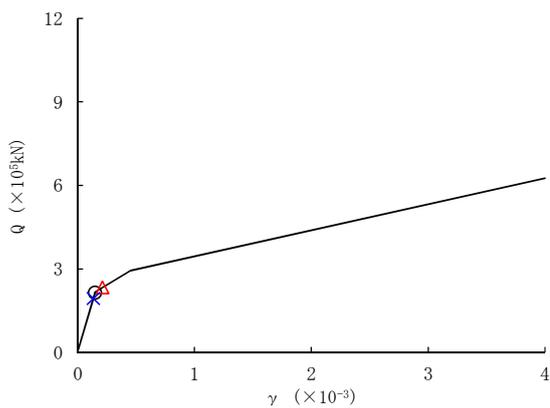
要素番号 (2)



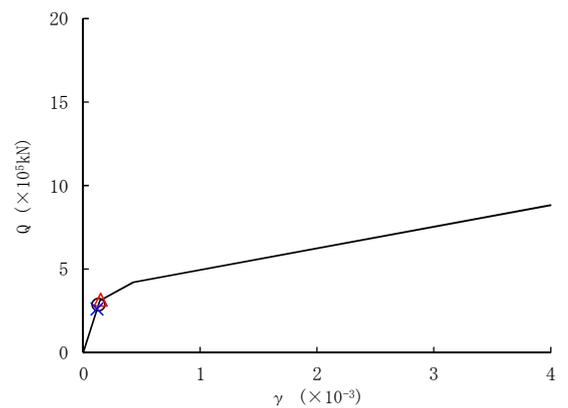
要素番号 (3)



要素番号 (4)



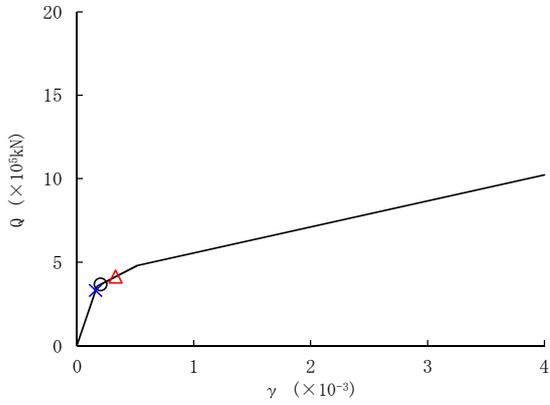
要素番号 (5)



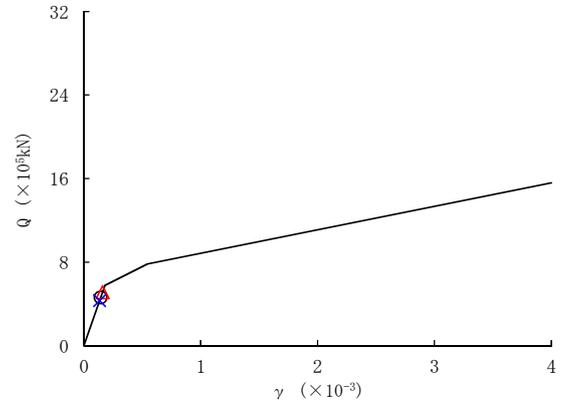
要素番号 (6)

図4-37 (1/2)    せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 ( $S_s - D 1$ , NS 方向)

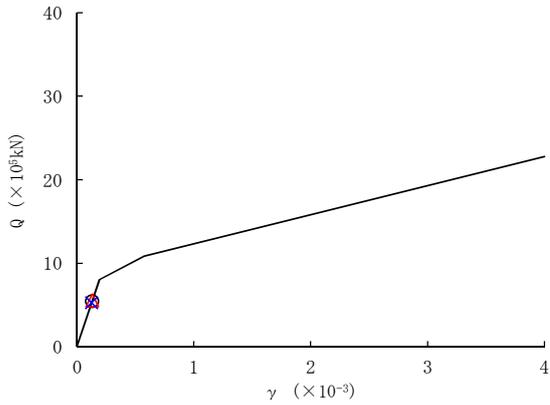
○ 工認基本モデル    △ 地盤物性+ $\sigma$  考慮モデル    × 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル



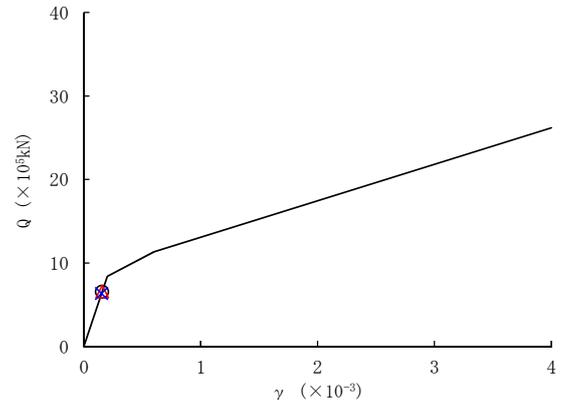
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

図 4-37 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値 ( $S_s$ -D1, EW 方向)

#### 4.4 まとめ

建屋剛性及び地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果より、以下の傾向を確認した。表4-1にせん断力の比較を示す。

- ・ 建屋剛性のばらつき  
建屋剛性が大きくなることで、発生応力が工認モデルを上回る要素がある。  
変位及びせん断ひずみは工認モデルより概ね小さい。
- ・ 地盤物性のばらつき  
地盤物性が大きくなる側に変動した場合、発生応力は大きく、変位は小さくなる。  
地盤物性が小さくなる側に変動した場合、発生応力は小さく、変位は大きくなる。

地震応答解析結果の傾向については、以下の理由により発生したと考えられる。

建屋剛性のばらつきを考慮したケースについては、建屋剛性の変動に伴い発生応力が変動し、要素によっては発生応力が工認モデルを上回ったものの、建屋剛性が大きくなる側に変動することから変位及びせん断ひずみは小さくなったと考えられる。

地盤物性のばらつきを考慮したケースについては、地盤物性が大きくなる側に変動した場合、発生応力が工認モデルを上回ったものの、地盤-建屋連成系としての剛性が大きくなるため変位は小さくなり、地盤物性が小さくなる側に変動した場合、発生応力が工認モデルを下回るものの、地盤-建屋連成系としての剛性が小さくなるため変位は大きくなったと考えられる。

以上より、「2. 材料物性のばらつきの分析」にて考察した傾向を地震応答解析結果により確認した。

表 4-1 せん断力の比較

(a) NS 方向

要素 番号	せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)			
	工認基本	地盤物性+σ考慮	地盤物性-σ考慮	建屋剛性考慮
(1)	1.66	2.13	1.69	1.53
(2)	3.13	4.03	3.22	2.94
(3)	8.21	9.19	8.05	7.46
(4)	15.2	17.1	14.0	13.7
(5)	20.9	24.2	18.8	18.8
(6)	27.5	31.3	25.2	25.6
(7)	35.3	39.8	32.8	33.6
(8)	45.4	50.6	42.7	44.3
(9)	54.2	55.4	52.1	53.7
(10)	65.3	65.8	63.4	65.0

(b) EW 方向

要素 番号	せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)			
	工認基本	地盤物性+σ考慮	地盤物性-σ考慮	建屋剛性考慮
(1)	1.72	2.31	1.67	1.51
(2)	3.26	4.35	3.18	2.90
(3)	8.30	10.1	7.91	7.61
(4)	15.6	17.0	14.2	14.0
(5)	21.5	23.3	19.3	19.2
(6)	28.7	31.5	26.0	26.1
(7)	36.6	41.3	33.0	33.8
(8)	46.1	51.1	43.0	44.5
(9)	54.4	55.2	52.3	53.9
(10)	65.4	65.8	63.4	65.1

5. 機器・配管系評価への影響

追而

## 別紙 1 建屋物性のばらつきによる建屋応答への影響に関する考察

## 目次

1. 検討概要 ..... 別紙 1-1
2. コンクリート強度のばらつきによる影響の考察 ..... 別紙 1-2

## 1. 検討概要

材料物性のばらつきの検討において、建屋剛性のばらつきについては構築物自体の耐力が上昇すること及び建屋剛性の上昇により変位及びせん断ひずみが小さくなると考えられることから、建物・構築物の耐震評価において、設計用地震力に建屋剛性のばらつきは考慮しないとしている。

本資料では、建屋剛性のばらつきの影響について、せん断力とひずみの関係に着目し考察を行う。なお、ここではコンクリート強度による建屋剛性変動の影響について考察を行う。

## 2. コンクリート強度のばらつきによる影響の考察

コンクリート強度について設計基準強度を用いた場合及び実強度を用いた場合の地震の入力エネルギーが同等であると仮定し、コンクリート強度のばらつきがひずみ及び応力に与える影響について検討を行う。

コンクリート強度を設計基準強度とした場合及び実強度とした場合の  $\tau - \gamma$  関係図を図 2-1 に示す。

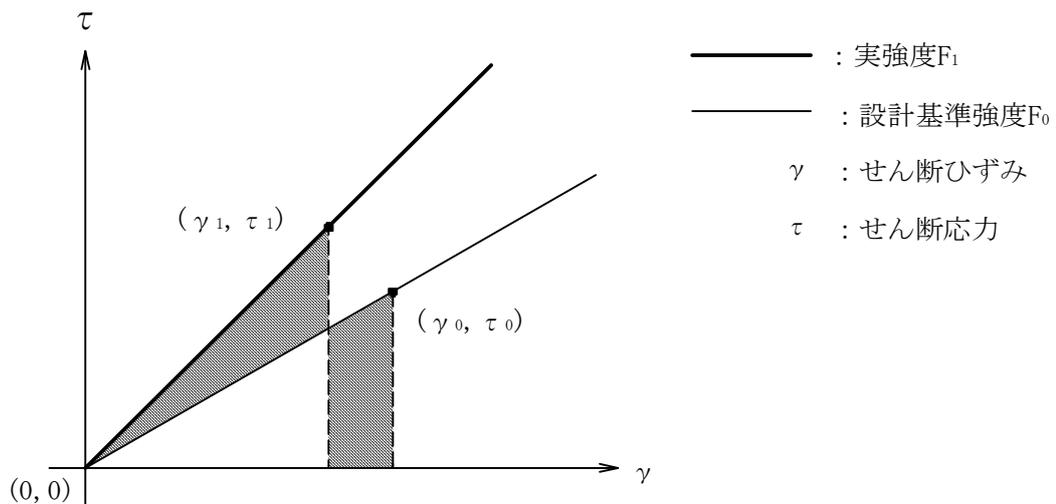


図2-1  $\tau - \gamma$  関係図

建物への地震の入力エネルギーが同等であることから、以下の関係式が得られる。

$$\frac{1}{2} \cdot \tau_1 \cdot \gamma_1 = \frac{1}{2} \cdot \tau_0 \cdot \gamma_0$$

ここで、 $\tau = G \cdot \gamma$  より ( $G$  : せん断弾性係数)

$$G_1 \cdot \gamma_1^2 = G_0 \cdot \gamma_0^2$$

上式を  $\gamma_1$  について解くと、

$$\gamma_1 = \gamma_0 \sqrt{\frac{G_0}{G_1}} < \gamma_0 \quad (G_0 < G_1) \quad \dots \text{①式}$$

$\tau_1 = G_1 \cdot \gamma_1$  より、

$$\tau_1 = G_1 \cdot \gamma_0 \sqrt{\frac{G_0}{G_1}} = \gamma_0 \cdot \sqrt{G_1 \times G_0} = G_0 \cdot \gamma_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} = \tau_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} > \tau_0 \quad (G_0 < G_1) \quad \dots \text{②式}$$

$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$  であることから ( $E$  : ヤング係数,  $\nu$  : ポアソン比)

$$\tau_1 = \tau_0 \sqrt{\frac{G_1}{G_0}} = \tau_0 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}} \quad \dots \text{③式}$$

ここで、「鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」より

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{r}{24}\right)^2 \times \left(\frac{F_1}{60}\right)^{\frac{1}{3}}}{3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{r}{24}\right)^2 \times \left(\frac{F_0}{60}\right)^{\frac{1}{3}}} = \frac{F_1^{\frac{1}{3}}}{F_0^{\frac{1}{3}}} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (r : \text{コンクリートの気乾単位体積重量})$$

すなわち,

$$\frac{E_1}{E_0} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \dots \text{④式}$$

③式に④式を代入し,

$$\tau_1 = \tau_0 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}} = \tau_0 \sqrt{\left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{3}}} = \tau_0 \cdot \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{6}}$$

したがって,

$$\frac{\tau_1}{\tau_0} = \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^{\frac{1}{6}} < \frac{F_1}{F_0} \quad (F_0 < F_1) \quad \dots \text{⑤式}$$

①式, ②式より, コンクリート強度を実強度とした場合は, 設計基準強度とした場合に比べてひずみは減少することを確認した。

コンクリート強度を実強度にした場合は, 設計基準強度とした場合に比べて応力は大きくなるが, 部材強度も増大する。⑤式より, コンクリート強度を実強度とすることによる応力の増加率  $\tau_1/\tau_0$  は, コンクリート強度の増加率  $F_1/F_0$  に比べて小さい。

別紙 2 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定  
について

## 目次

1. 概要 ..... 別紙 2-1
2. 選定方法 ..... 別紙 2-1
3. 地震動の選定例 ..... 別紙 2-3
4. 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動 ..... 別紙 2-15

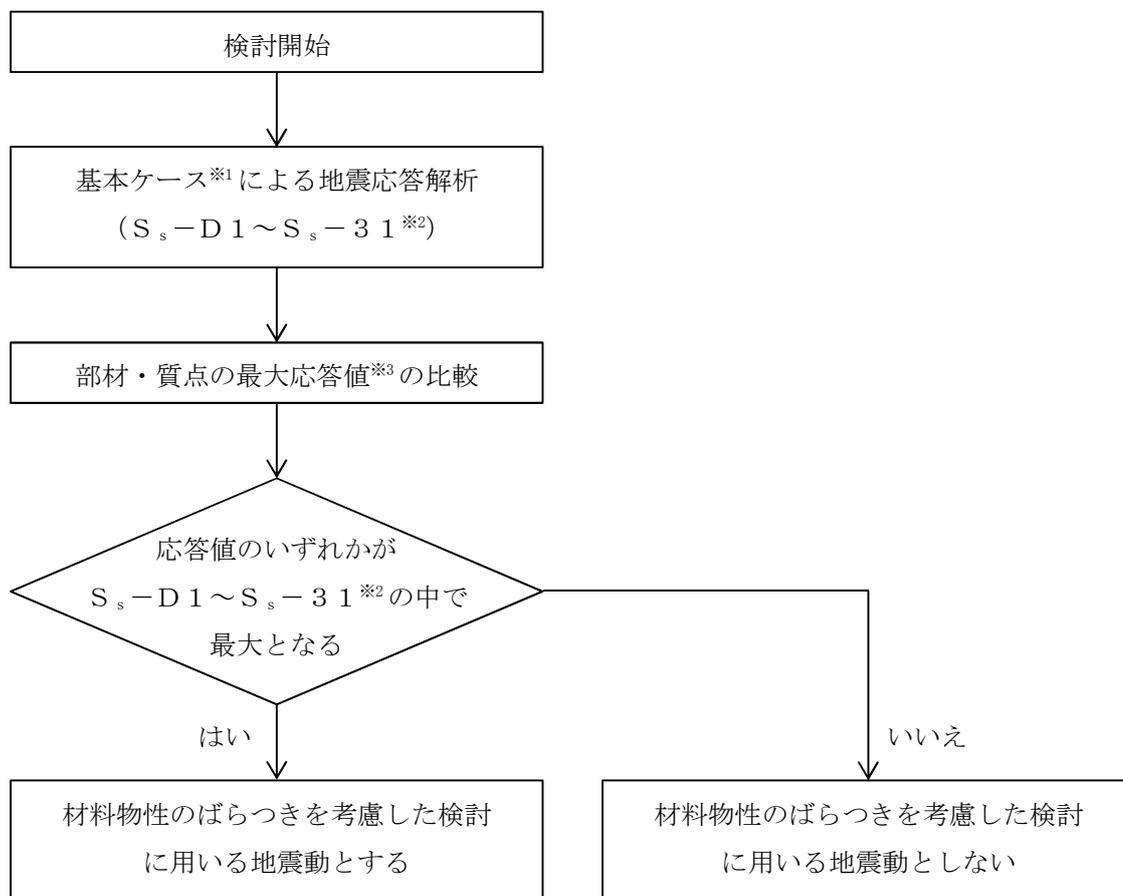
## 1. 概要

材料物性のばらつきの考慮にあたっては、建屋及び地震動（基準地震動  $S_s$  または弾性設計用地震動  $S_d$ ）ごとの基本ケースにおける建屋応答を確認した上で、建屋応答への影響の大きい波に対して検討を実施する。本資料では、材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法及び地震動の選定結果について説明する。

## 2. 選定方法

材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定方法を以下に示す。また、選定方法のフローを図 2-1 に示す。

- ①基本ケースによる地震応答解析を行う。
- ②地震応答解析結果より、部材及び質点の最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は、基準地震動  $S_s$  および弾性設計用地震動  $S_d$  のそれぞれについて、加速度、変位、せん断力、曲げモーメント及び軸力とする。
- ③応答値のいずれかが基準地震動  $S_s$  の中で最大となる波を、材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動とする。また、弾性設計用地震動  $S_d$  についても同様である。



※1 コンクリート強度：設計基準強度，地盤のせん断波速度：標準地盤

※2 弾性設計用地震動  $S_d$  によるばらつき検討に用いる地震動の選定の際は、「 $S_s-D1 \sim S_s-31$ 」を「 $S_d-D1 \sim S_d-31$ 」に読み替える。

※3 応答値は，加速度，変位，せん断力，曲げモーメント及び軸力とする。

図2-1 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定法のフロー

### 3. 地震動の選定例

一例として、原子炉建屋における弾性設計用地震動  $S_d$  に対する地震動の選定を以下に示す。原子炉建屋の弾性設計用地震動  $S_d$  に対する最大応答値を表 3-1～表 3-11 に示す。表 3-1～表 3-11 は、資料 V-2-2-1 「原子炉建屋の地震応答計算書」に記載の値に対し、最大値を網掛けとしたものである。なお、最大応答変位については、基礎下端質点（質点番号 12）を基準とした相対変位とする。

「2. 選定法」に基づき確認した結果、 $S_{d-D1}$ 、 $S_{d-21}$ 、 $S_{d-22}$  及び  $S_{d-31}$  については、応答値のいずれかが  $S_{d-D1} \sim S_{d-31}$  の中で最大となることから、ばらつき検討に用いる地震動とする。

表3-1 最大応答加速度一覧 (S<sub>d</sub>, NS 方向)

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値 <sup>※</sup>
1	699	464	656	648	353	773	764	671	773
2	603	348	515	506	288	666	667	622	667
3	483	171	228	218	192	476	497	541	541
4	450	133	181	176	143	387	411	491	491
5	420	115	164	159	129	329	376	459	459
6	370	129	164	157	128	292	335	421	421
7	300	132	163	163	137	276	274	376	376
8	267	144	154	170	135	278	232	341	341
9	255	149	153	170	135	269	203	311	311
10	248	137	156	176	130	247	204	280	280
11	239	129	158	177	121	211	195	251	251
12	239	132	164	184	119	210	205	235	239

注 網掛け：最大値

表3-2 最大応答変位一覧 (S<sub>d</sub>, NS 方向)

質点 番号	最大応答変位* <sup>1</sup> (mm)								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値**
1	17.8	5.31	7.54	7.77	5.88	16.4	17.0	22.0	22.0
2	16.2	4.73	6.76	6.97	5.31	14.7	15.3	20.0	20.0
3	13.4	3.66	5.41	5.50	4.28	11.7	12.1	16.4	16.4
4	11.6	3.12	4.65	4.69	3.69	9.94	10.3	14.3	14.3
5	10.5	2.80	4.16	4.18	3.32	8.85	9.20	12.9	12.9
6	8.80	2.34	3.47	3.45	2.79	7.30	7.63	10.9	10.9
7	6.43	1.69	2.52	2.46	2.05	5.21	5.58	8.03	8.03
8	4.73	1.24	1.87	1.79	1.51	3.75	4.10	5.96	5.96
9	3.35	0.883	1.33	1.26	1.10	2.62	2.90	4.25	4.25
10	1.97	0.526	0.787	0.765	0.663	1.53	1.70	2.53	2.53
11	0.715	0.184	0.274	0.271	0.223	0.577	0.611	0.893	0.893

注 網掛け：最大値

注記 \*1：基礎スラブ下端である EL. -9 m からの相対変位

表3-3 最大応答せん断力一覧 (S<sub>d</sub>, NS 方向)

要素 番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値※
1	1.13	0.755	1.07	1.06	0.580	1.25	1.24	1.08	1.25
2	2.13	1.33	1.92	1.90	1.05	2.35	2.34	2.11	2.35
3	5.02	2.23	3.33	3.23	2.33	5.49	5.75	5.80	5.80
4	9.25	3.32	4.61	4.44	3.74	9.33	9.83	10.7	10.7
5	12.8	4.22	5.69	5.73	4.66	12.1	12.8	14.6	14.6
6	17.4	5.07	7.28	7.27	5.46	15.3	16.3	19.7	19.7
7	22.3	5.96	8.99	8.78	7.04	18.3	19.5	25.8	25.8
8	28.1	8.50	11.5	11.0	9.20	22.0	24.9	33.7	33.7
9	29.7	10.2	13.4	15.2	12.3	25.7	27.6	38.0	38.0
10	34.2	14.4	17.4	19.3	15.3	31.0	28.4	41.1	41.1
11	44.0	18.9	22.6	25.4	19.5	37.5	32.6	48.7	48.7

注 網掛け：最大値

表3-4 最大応答曲げモーメント一覧 (S<sub>d</sub>, NS方向)

要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値 <sup>※</sup>
1	0.388	0.330	0.374	0.352	0.223	0.420	0.481	0.208	0.481
	1.03	0.832	1.06	1.04	0.579	1.16	1.20	0.922	1.20
2	1.54	1.29	1.55	1.52	0.848	1.72	1.87	1.21	1.87
	3.65	2.69	3.56	3.51	1.94	4.09	4.17	3.42	4.17
3	4.53	3.62	4.55	4.47	2.50	5.23	5.40	4.08	5.40
	8.16	5.25	7.12	6.96	4.30	9.46	9.76	8.54	9.76
4	9.14	6.41	8.35	8.15	5.04	11.0	11.3	9.43	11.3
	12.5	7.45	10.2	9.93	6.57	14.8	15.3	13.8	15.3
5	13.1	8.18	11.0	10.7	7.05	15.9	16.3	14.4	16.3
	19.4	9.89	14.0	13.5	9.70	22.8	23.7	22.7	23.7
6	20.8	11.8	16.1	15.4	10.9	25.7	26.6	24.4	26.6
	35.5	14.5	20.7	19.9	15.6	39.0	40.8	41.6	41.6
7	37.7	16.6	23.0	22.0	16.8	42.5	44.5	43.7	44.5
	51.7	18.8	26.0	25.1	20.4	53.7	56.4	59.8	59.8
8	55.0	20.3	28.6	27.1	21.5	58.1	61.2	62.7	62.7
	71.2	23.5	32.6	32.9	24.9	69.7	73.5	82.0	82.0
9	75.1	25.2	34.6	34.8	25.9	74.7	78.8	85.3	85.3
	93.6	27.8	39.8	40.5	28.7	86.0	90.8	108	108
10	96.9	29.1	41.5	42.1	29.4	90.1	95.2	111	111
	114	31.2	46.1	46.9	35.2	101	105	135	135
11	121	33.5	48.6	49.9	35.7	107	112	141	141
	136	36.9	54.0	54.6	42.8	117	121	165	165

注 網掛け：最大値

表3-5 最大応答加速度一覧 (S<sub>d</sub>, EW 方向)

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値 <sup>※</sup>
1	754	451	395	405	401	627	759	679	759
2	649	360	313	316	322	489	642	630	649
3	499	176	199	192	155	238	395	551	551
4	457	158	180	171	135	186	321	497	497
5	425	147	167	170	133	171	289	464	464
6	373	129	173	178	138	153	246	426	426
7	301	146	176	180	136	172	232	381	381
8	274	151	165	169	129	173	203	345	345
9	258	148	145	151	124	165	187	313	313
10	249	140	128	133	111	151	178	281	281
11	239	130	115	127	103	141	168	250	250
12	239	131	119	131	108	147	171	233	239

注 網掛け：最大値

表3-6 最大応答変位一覧 (S<sub>d</sub>, EW 方向)

質点 番号	最大応答変位* <sup>1</sup> (mm)								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値 <sup>**</sup>
1	18.4	6.69	7.53	7.59	5.77	8.71	14.4	22.9	22.9
2	16.7	6.07	6.85	6.91	5.22	7.80	12.8	20.8	20.8
3	13.8	4.98	5.67	5.79	4.30	6.14	9.95	17.0	17.0
4	11.9	4.28	4.89	5.03	3.72	5.19	8.35	14.6	14.6
5	10.7	3.86	4.43	4.59	3.36	4.64	7.43	13.2	13.2
6	9.06	3.26	3.80	3.93	2.86	3.88	6.15	11.2	11.2
7	6.68	2.40	2.88	2.98	2.15	2.82	4.41	8.33	8.33
8	4.87	1.76	2.14	2.22	1.59	2.04	3.14	6.15	6.15
9	3.40	1.24	1.52	1.57	1.13	1.41	2.15	4.33	4.33
10	2.00	0.731	0.896	0.925	0.668	0.826	1.25	2.57	2.57
11	0.722	0.256	0.302	0.312	0.228	0.303	0.480	0.904	0.904

注 網掛け：最大値

注記 \*1：基礎スラブ下端である EL. -9 m からの相対変位

表3-7 最大応答せん断力一覧 (S<sub>d</sub>, EW 方向)

要素 番号	最大応答せん断力 (×10 <sup>4</sup> kN)								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値 <sup>※</sup>
1	1.23	0.730	0.639	0.658	0.644	1.03	1.24	1.10	1.24
2	2.31	1.32	1.16	1.18	1.17	1.84	2.28	2.14	2.31
3	5.25	2.43	2.19	2.21	2.18	3.35	4.98	5.90	5.90
4	9.53	3.50	3.75	3.65	3.18	4.76	7.94	10.8	10.8
5	13.1	4.58	5.16	4.96	3.91	5.91	10.1	14.7	14.7
6	17.7	6.19	7.00	6.74	5.07	7.60	12.7	20.0	20.0
7	22.6	7.93	9.37	9.68	7.13	9.43	15.3	26.1	26.1
8	28.4	10.3	13.3	13.7	10.0	11.9	18.0	34.2	34.2
9	30.0	13.6	16.1	16.6	11.7	14.9	20.1	38.4	38.4
10	34.2	17.5	18.0	18.5	13.6	17.8	23.1	41.5	41.5
11	44.0	22.4	20.9	21.5	15.9	22.6	29.5	49.0	49.0

注 網掛け：最大値

表3-8 最大応答曲げモーメント一覧 (S<sub>d</sub>, EW方向)

要素 番号	最大応答曲げモーメント (×10 <sup>5</sup> kN・m)								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値 <sup>※</sup>
1	0.364	0.250	0.205	0.195	0.177	0.318	0.355	0.191	0.364
	1.09	0.704	0.615	0.614	0.596	1.00	1.18	0.915	1.18
2	1.52	1.05	0.883	0.881	0.825	1.44	1.67	1.18	1.67
	3.85	2.38	2.09	2.09	2.05	3.37	4.06	3.42	4.06
3	4.63	3.07	2.63	2.63	2.49	4.23	5.08	4.02	5.08
	8.47	4.93	4.32	4.34	4.17	6.81	8.81	8.56	8.81
4	9.11	5.51	4.76	4.78	4.51	7.51	9.69	9.13	9.69
	12.6	6.89	6.05	6.09	5.82	9.44	12.9	13.6	13.6
5	12.9	7.23	6.32	6.36	6.02	9.87	13.5	13.9	13.9
	19.7	9.39	8.47	8.52	8.21	13.0	19.2	22.3	22.3
6	20.8	10.3	9.23	9.28	8.76	14.2	21.0	23.6	23.6
	35.8	14.3	13.6	13.9	12.7	19.4	31.9	41.0	41.0
7	38.3	15.9	14.7	15.2	13.6	21.5	35.1	43.5	43.5
	52.5	19.0	19.8	20.0	17.1	26.1	44.3	59.8	59.8
8	55.9	20.7	20.8	21.5	18.1	28.8	48.3	62.9	62.9
	72.4	25.5	27.6	27.5	21.8	34.2	57.8	82.4	82.4
9	76.2	26.7	28.5	29.1	22.7	36.6	62.0	85.7	85.7
	94.7	33.6	36.9	37.3	27.4	43.0	71.6	109	109
10	98.0	34.5	37.5	38.6	28.1	45.0	75.1	112	112
	115	41.8	46.9	48.5	35.5	51.6	83.1	136	136
11	121	43.3	48.7	50.3	36.7	54.9	89.3	142	142
	137	50.4	58.0	59.8	44.1	60.5	95.8	166	166

注 網掛け：最大値

表3-9 最大応答加速度一覧 (S<sub>d</sub>, UD 方向)

質点 番号	最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値 <sup>※</sup>
25	1305	636	900	963	560	957	1045	608	1305
24	978	434	561	557	380	567	850	560	978
23	871	523	649	681	484	694	753	415	871
22	651	533	686	693	481	704	761	275	761
1	421	459	429	427	342	544	536	207	544
2	411	431	401	405	308	512	504	200	512
3	370	356	341	360	234	435	405	173	435
4	349	328	329	329	219	414	374	163	414
5	320	302	316	313	210	383	345	152	383
6	283	269	289	283	208	334	315	134	334
7	245	225	244	234	199	280	291	111	291
8	228	205	228	219	190	261	285	105	285
9	226	209	225	206	177	242	272	98	272
10	223	210	221	203	172	227	257	93	257
11	220	208	216	199	171	215	257	93	257
12	217	208	211	197	170	213	254	93	254

注 網掛け：最大値

表3-10 最大応答変位一覧 (S<sub>d</sub>, UD方向)

質点 番号	最大応答変位* <sup>1</sup> (mm)								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値**
25	38.9	10.1	13.6	14.0	12.6	20.7	26.7	24.9	38.9
24	35.3	9.00	12.5	12.9	11.3	18.7	24.5	22.7	35.3
23	25.6	6.48	9.45	9.70	8.14	13.2	18.2	16.5	25.6
22	13.3	3.50	5.33	5.45	4.63	6.80	9.81	8.50	13.3
1	0.822	0.721	0.742	0.735	0.531	0.897	0.861	0.361	0.897
2	0.781	0.697	0.718	0.712	0.512	0.876	0.836	0.353	0.876
3	0.681	0.618	0.634	0.626	0.447	0.778	0.732	0.314	0.778
4	0.641	0.582	0.599	0.590	0.421	0.733	0.692	0.296	0.733
5	0.587	0.531	0.549	0.539	0.392	0.669	0.637	0.270	0.669
6	0.501	0.449	0.468	0.459	0.343	0.568	0.549	0.230	0.568
7	0.384	0.339	0.356	0.347	0.273	0.430	0.426	0.175	0.430
8	0.277	0.243	0.258	0.252	0.202	0.306	0.310	0.124	0.310
9	0.195	0.170	0.184	0.179	0.144	0.216	0.220	0.0865	0.220
10	0.112	0.0974	0.106	0.103	0.0832	0.124	0.126	0.0489	0.126
11	0.0189	0.0165	0.0178	0.0172	0.0139	0.0208	0.0214	0.00796	0.0214

注 網掛け：最大値

注記 \*1：基礎スラブ下端である EL. -9 m からの相対変位

表3-11 最大応答軸力一覧 (S<sub>d</sub>, UD方向)

要素 番号	最大応答軸力 (×10 <sup>4</sup> kN)								
	S <sub>d</sub> -D1	S <sub>d</sub> -11	S <sub>d</sub> -12	S <sub>d</sub> -13	S <sub>d</sub> -14	S <sub>d</sub> -21	S <sub>d</sub> -22	S <sub>d</sub> -31	最大値 <sup>※</sup>
1	0.737	0.442	0.502	0.531	0.372	0.502	0.583	0.357	0.737
2	1.37	1.17	1.05	1.09	0.802	1.21	1.30	0.483	1.37
3	3.78	3.45	3.33	3.38	2.41	4.23	3.96	1.69	4.23
4	7.17	6.74	6.58	6.64	4.60	8.37	7.65	3.34	8.37
5	9.89	9.34	9.26	9.29	6.38	11.7	10.5	4.65	11.7
6	13.4	12.7	12.9	12.8	8.82	15.8	14.5	6.34	15.8
7	17.4	16.3	16.9	16.6	11.7	20.4	19.1	8.18	20.4
8	22.5	20.3	21.4	20.9	16.0	25.7	25.1	10.4	25.7
9	26.6	23.5	24.9	24.3	19.5	29.6	30.0	12.0	30.0
10	30.9	26.9	29.2	28.4	23.0	34.2	34.9	13.6	34.9
11	39.1	34.2	36.7	35.5	28.8	43.0	44.3	16.4	44.3

注 網掛け：最大値

4. 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動

建屋及び地震動ごとの材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動の選定結果を表 4-1 に示す。地震動の選定にあたり、基本ケースにおける建屋応答の確認は、以下の資料に基づき実施した。

- ・資料V-2-2-1 「原子炉建屋の地震応答解析」
- ・資料V-2-2-4 「使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-10 「緊急時対策所建屋の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-13 「主排気筒の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-15 「非常用ガス処理系配管支持架構の地震応答計算書」
- ・資料V-2-2-17 「格納容器圧力逃がし装置格納槽の地震応答計算書」

表4-1 材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動

建屋名	材料物性のばらつきを考慮した検討に用いる地震動	
	基準地震動 $S_s$	弾性設計用地震動 $S_d$
原子炉建屋	$S_s-D1$ , $S_s-21$ , $S_s-22$ , $S_s-31$	$S_d-D1$ , $S_d-21$ , $S_d-22$ , $S_d-31$
使用済燃料乾式貯蔵建屋	$S_s-D1$ , $S_s-21$ , $S_s-22$ , $S_s-31$	$S_d-D1$ , $S_d-21$ , $S_d-22$ , $S_d-31$
緊急時対策所建屋	$S_s-D1$ , $S_s-21$ , $S_s-22$ , $S_s-31$	—
主排気筒	$S_s-D1$ , $S_s-21$ , $S_s-22$ , $S_s-31$	—
非常用ガス処理系配管支持架構	$S_s-D1$ , $S_s-21$ , $S_s-22$ , $S_s-31$	—
格納容器圧力逃がし装置格納槽	$S_s-D1$ , $S_s-21$ , $S_s-22$ , $S_s-31$	—

### 別紙 3 地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果

## 目次

1. 概要 ..... 別紙 3-1
2. 地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果 ..... 別紙 3-2

## 1. 概要

本資料は、原子炉建屋の地震応答解析において、地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果を示すものである。

## 2. 地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析結果

### 2.1 地盤物性のばらつきの設定

地盤物性のばらつきは、使用済燃料乾式貯蔵設備設置時に実施した弾性波速度試験結果に基づく地盤のせん断波速度を基本ケースとし、地盤のせん断波速度の変動係数から求めた変動の比率（ $\pm\sigma$ 相当）として考慮する。

原子炉建屋における地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析ケースを表 2-1 に示す。

表2-1 地盤物性のばらつきを考慮した地震応答解析ケース

	モデル名称	地盤物性
基本ケース	工認基本モデル	標準地盤
地盤物性の変動による影響	地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル	標準地盤+ $\sigma$ 相当
	地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル	標準地盤- $\sigma$ 相当

### 2.2 地震応答解析結果

原子炉建屋の地盤物性のばらつきを考慮した基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析結果について、地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデルの解析結果を図 2-1～図 2-13 に、地盤物性- $\sigma$ 考慮モデルの解析結果を図 2-14～図 2-26 に示す。

また、弾性設計用地震動  $S_d$  に対する地震応答解析結果について、地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデルの解析結果を図 2-27～図 2-39 に、地盤物性- $\sigma$ 考慮モデルの解析結果を図 2-40～図 2-52 に示す。

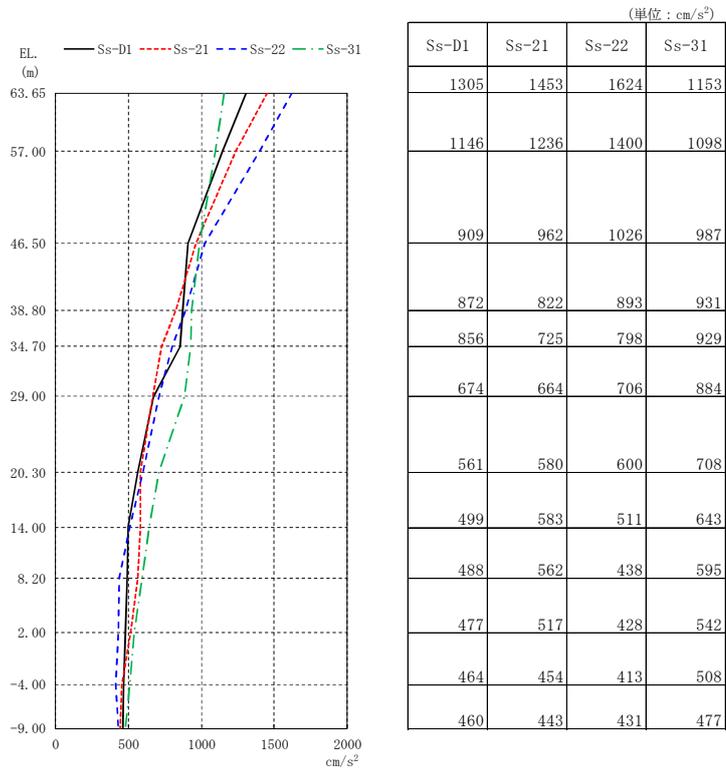


図2-1 最大応答加速度 (S<sub>s</sub>, 地盤物性+σ考慮モデル, NS方向)

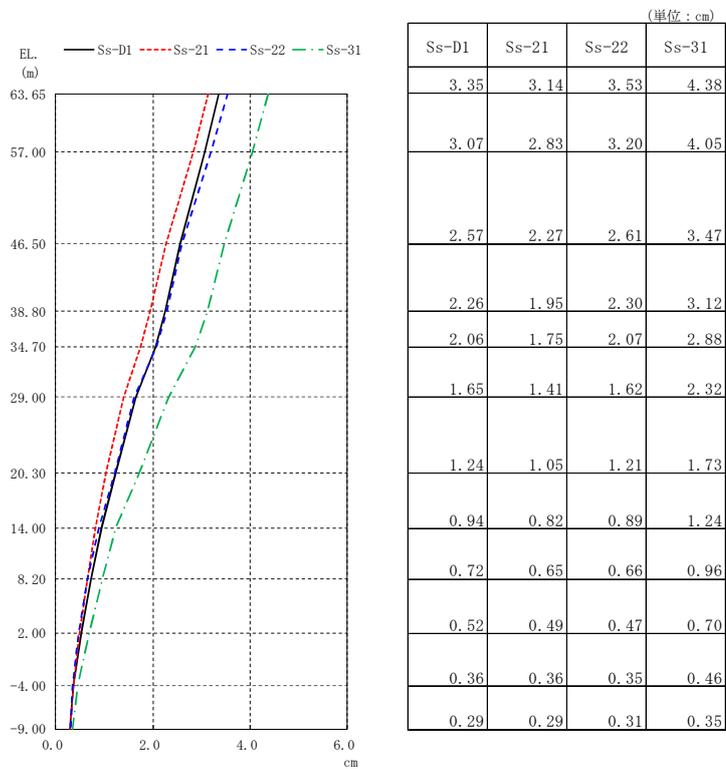


図2-2 最大応答変位 (S<sub>s</sub>, 地盤物性+σ考慮モデル, NS方向)

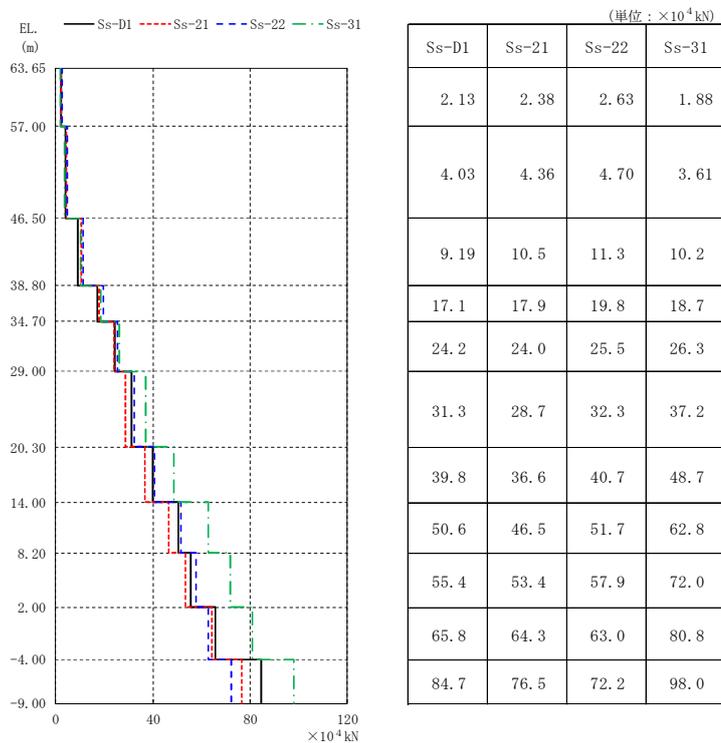


図2-3 最大応答せん断力 ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, NS方向)

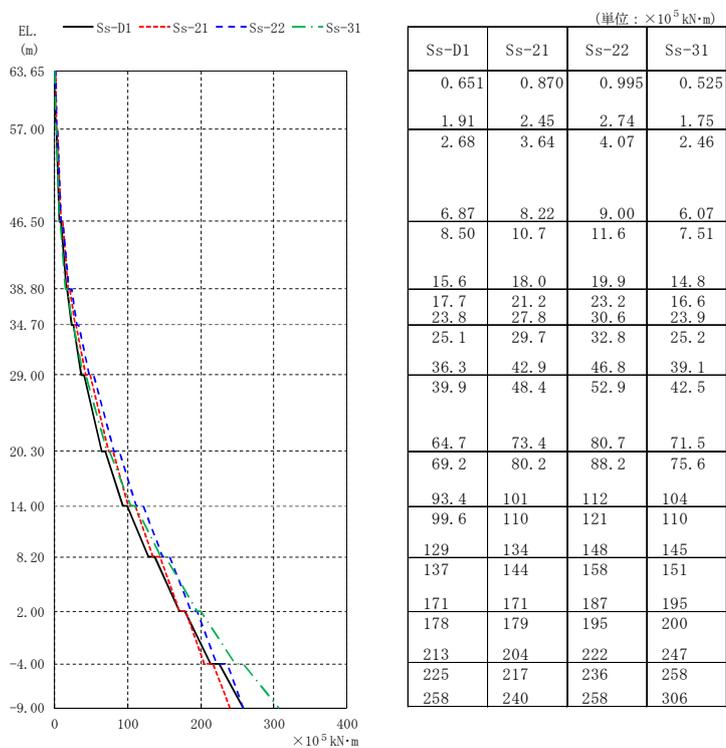


図2-4 最大応答曲げモーメント ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, NS方向)

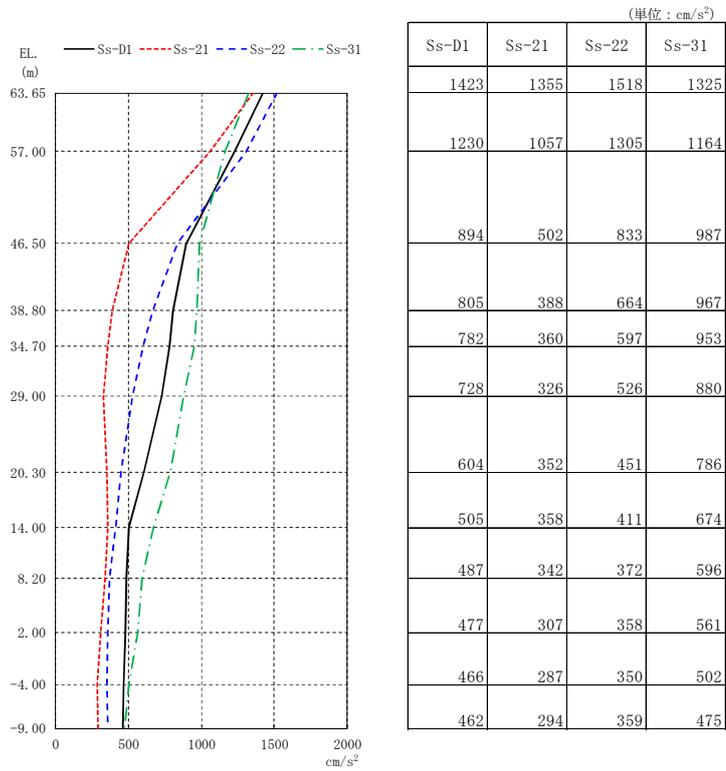


図2-5 最大応答加速度 ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW方向)

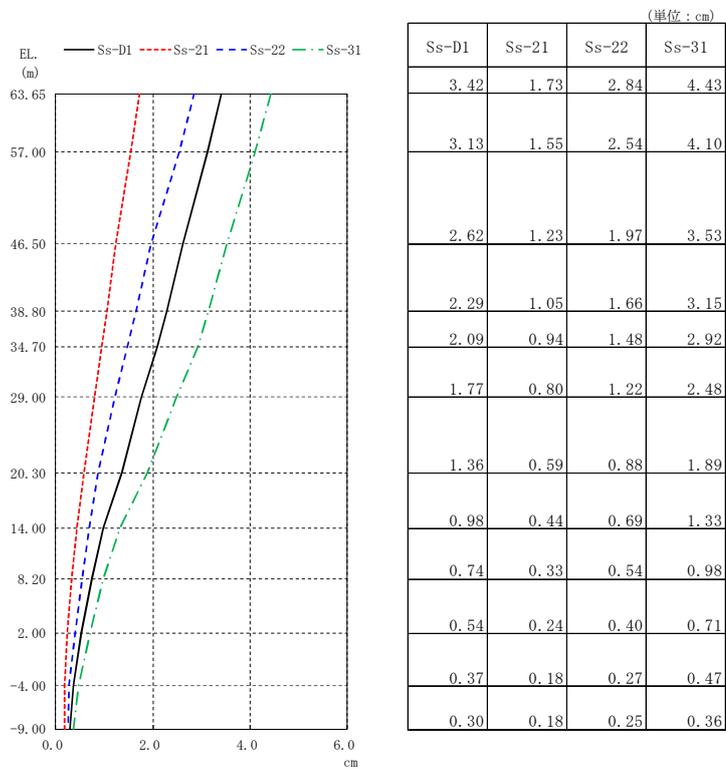


図2-6 最大応答変位 ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW方向)

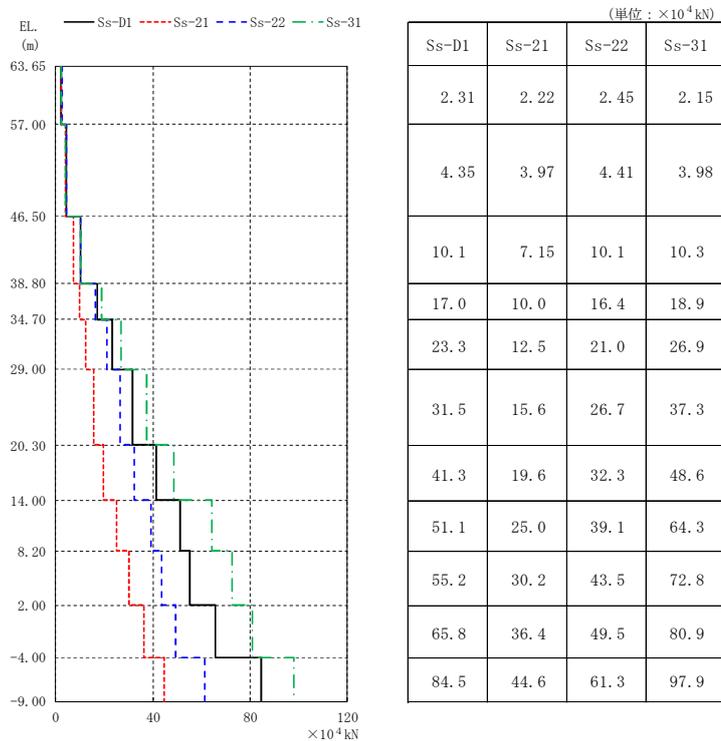


図2-7 最大応答せん断力 ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW方向)

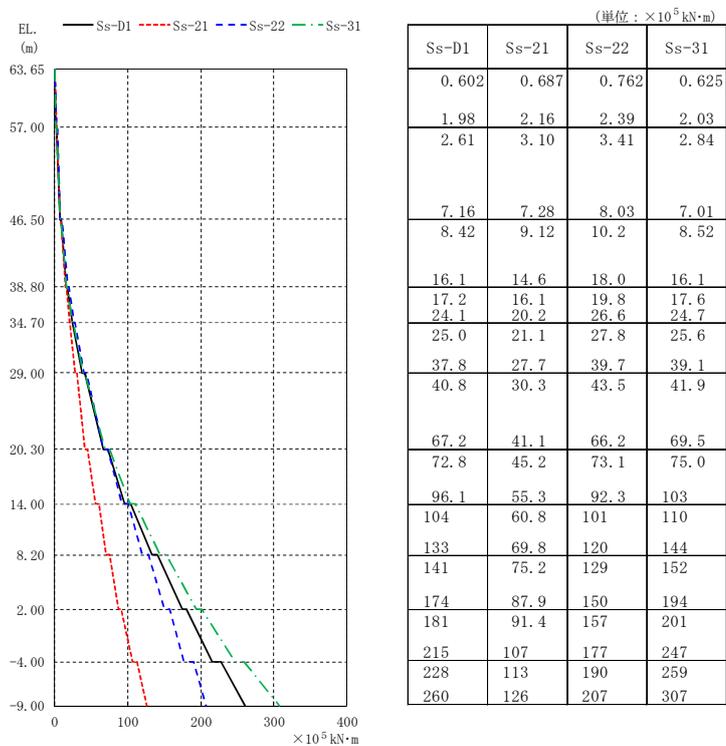
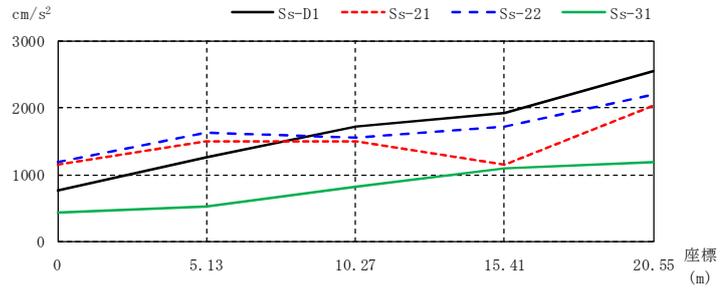


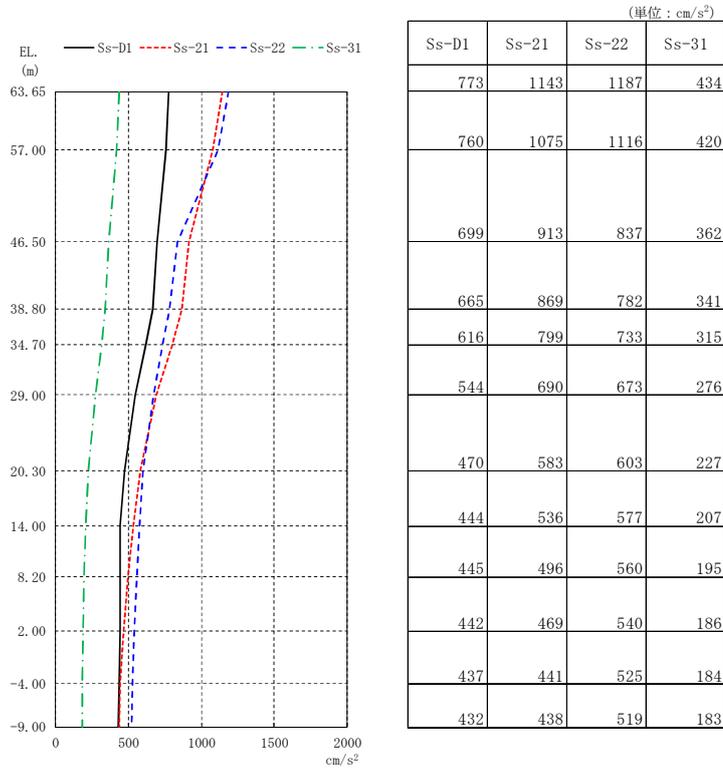
図2-8 最大応答曲げモーメント ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW方向)



(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

Ss-D1	773	1266	1717	1923	2551
Ss-21	1143	1502	1501	1149	2026
Ss-22	1187	1637	1547	1720	2207
Ss-31	434	535	814	1100	1197

(a) 屋根トラス部

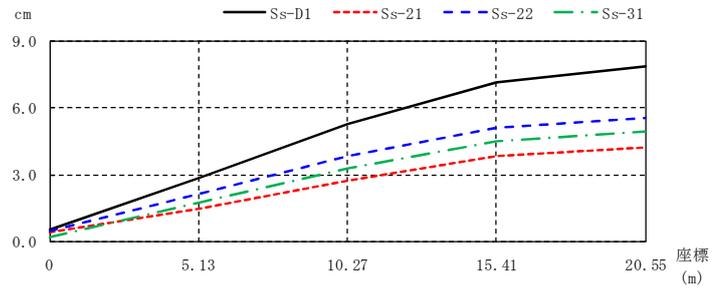


(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

Ss-D1	Ss-21	Ss-22	Ss-31
773	1143	1187	434
760	1075	1116	420
699	913	837	362
665	869	782	341
616	799	733	315
544	690	673	276
470	583	603	227
444	536	577	207
445	496	560	195
442	469	540	186
437	441	525	184
432	438	519	183

(b) 外壁及び遮蔽壁

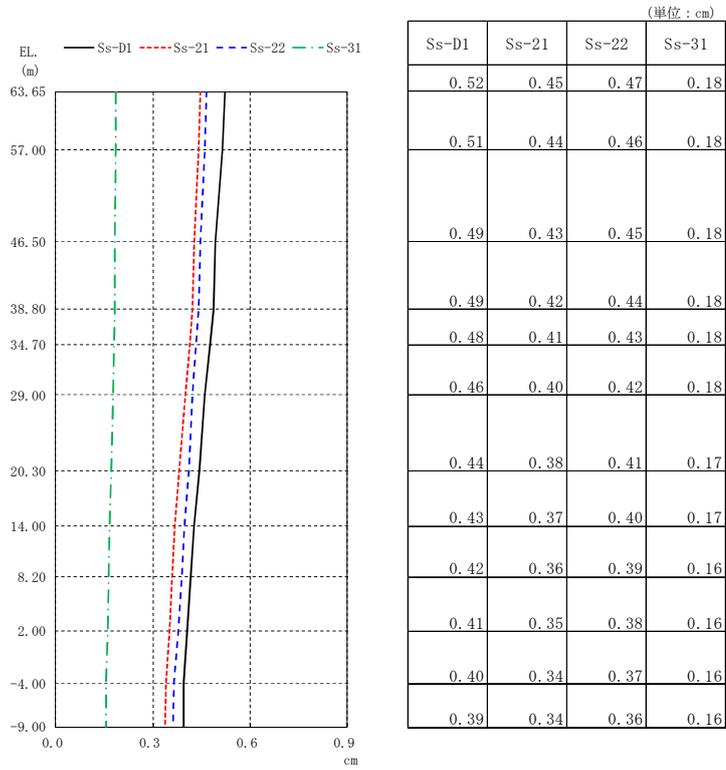
図2-9 最大応答加速度 ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)



(単位 : cm)

Ss-D1	0.52	2.83	5.25	7.17	7.86
Ss-21	0.45	1.49	2.77	3.82	4.21
Ss-22	0.47	2.15	3.84	5.09	5.54
Ss-31	0.18	1.74	3.31	4.53	4.96

(a) 屋根トラス部



(b) 外壁及び遮蔽壁

図2-10 最大応答変位 ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)

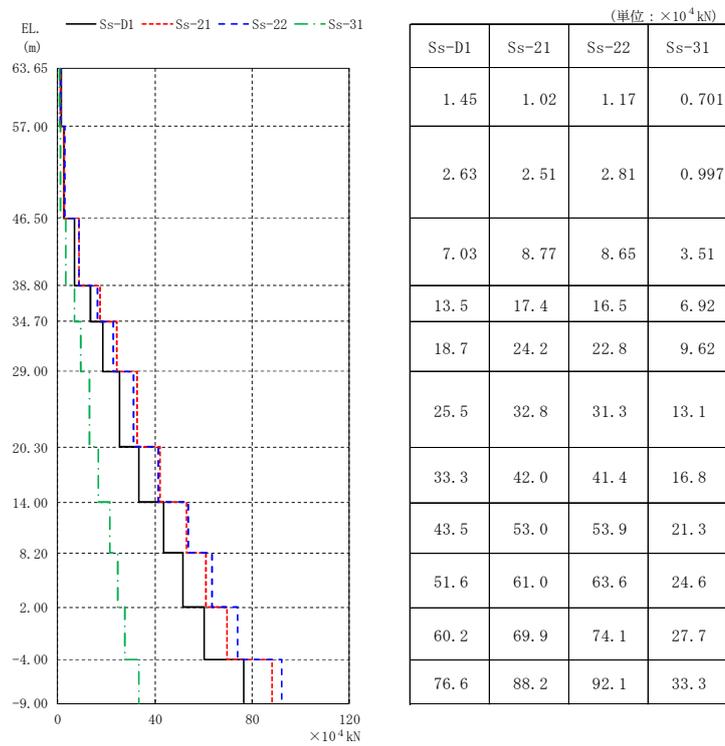
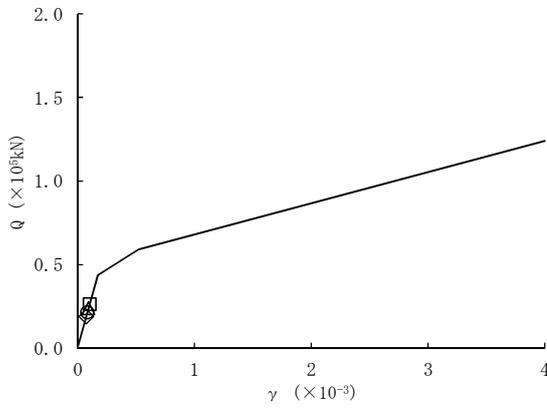
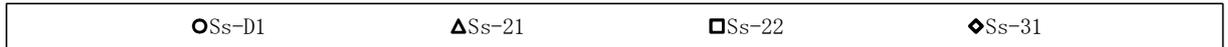
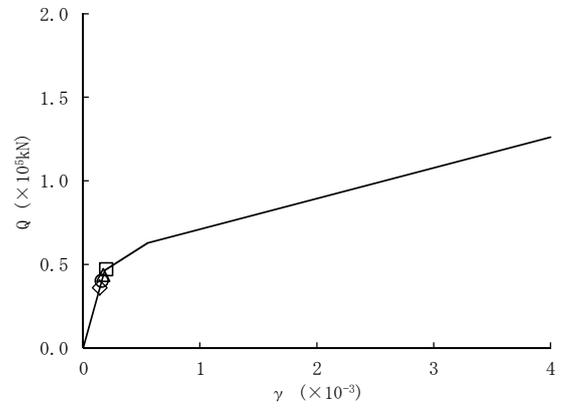


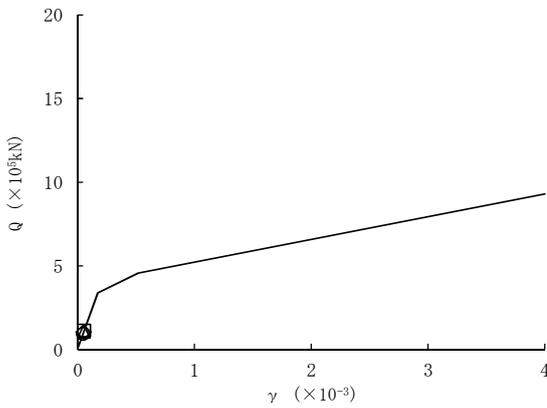
図2-11 最大応答軸力 ( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)



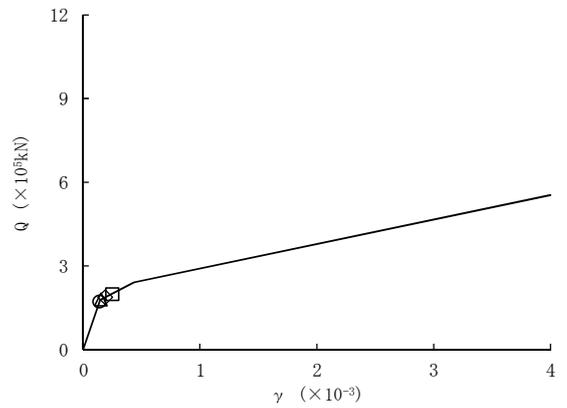
要素 1



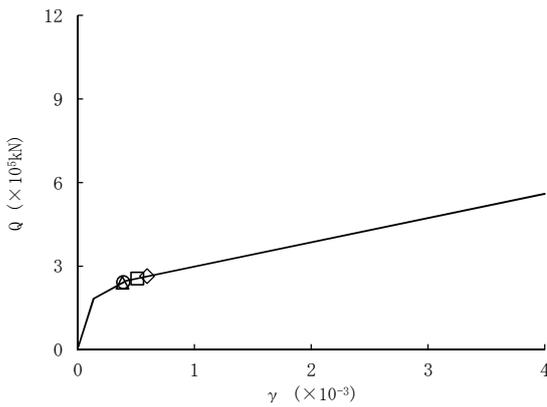
要素 2



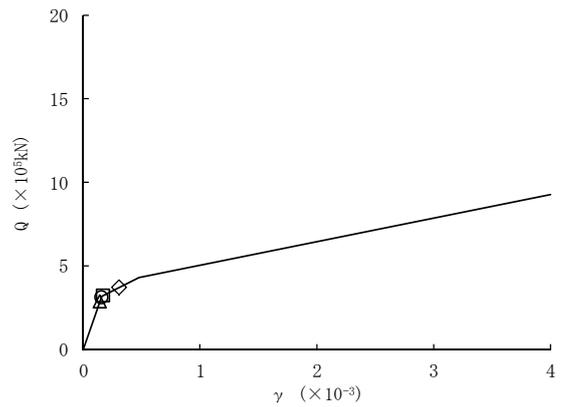
要素 3



要素 4

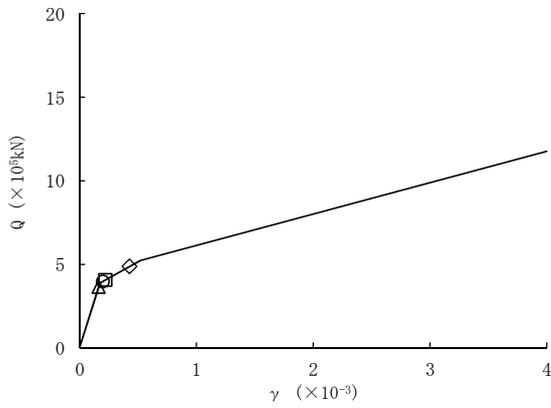
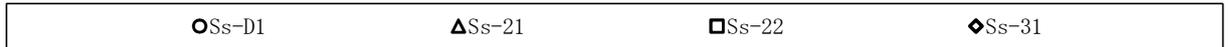


要素 5

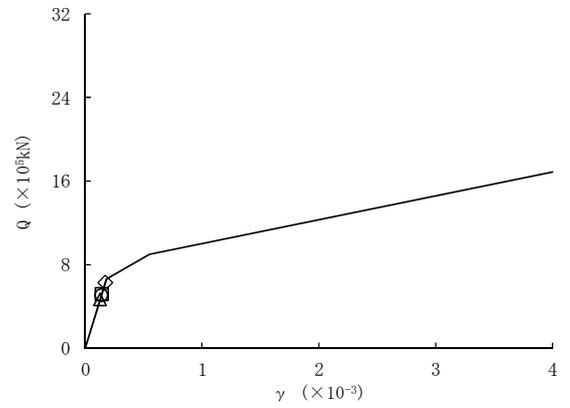


要素 6

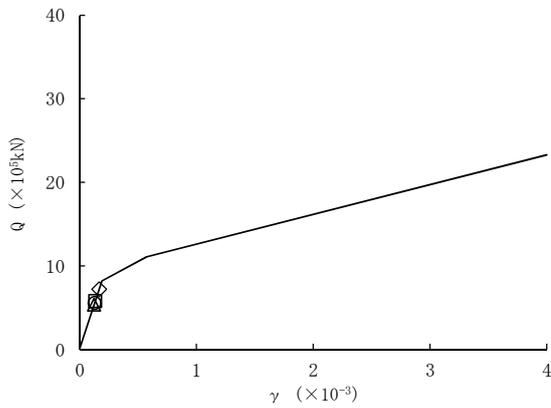
図2-12 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>s</sub>, 地盤物性+σ考慮モデル, NS方向)



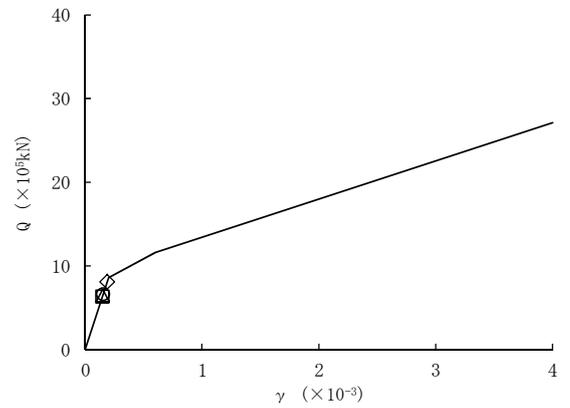
要素 7



要素 8

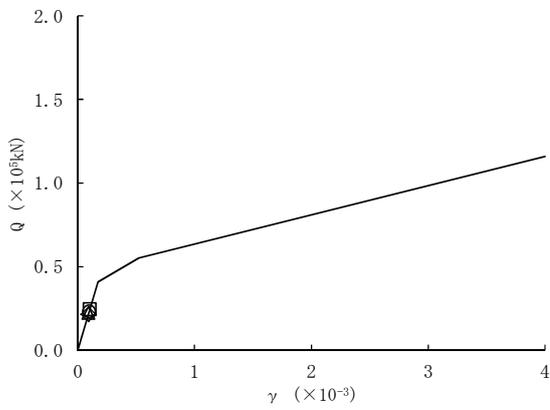
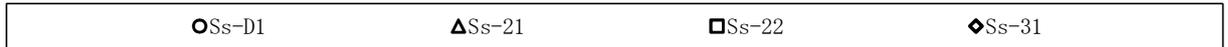


要素 9

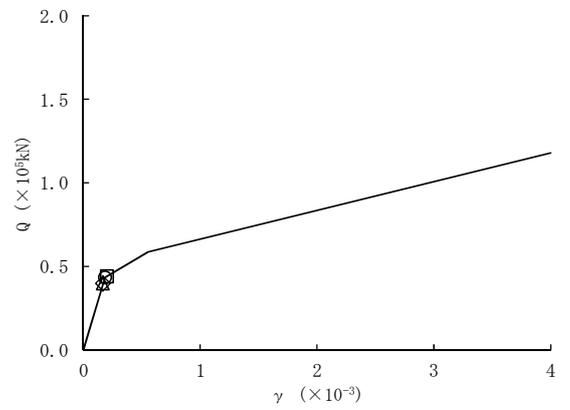


要素 10

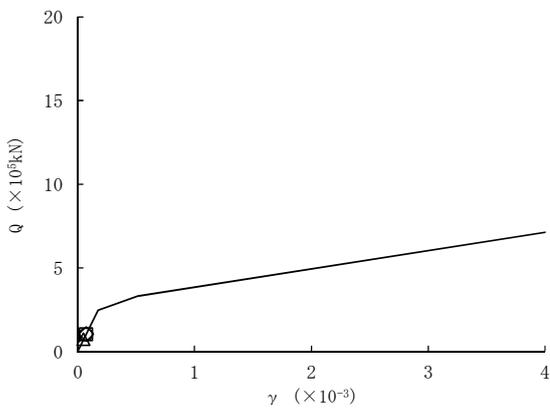
図 2-12 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, NS 方向)



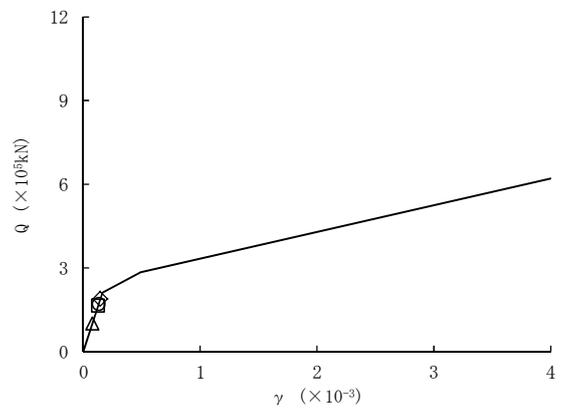
要素 1



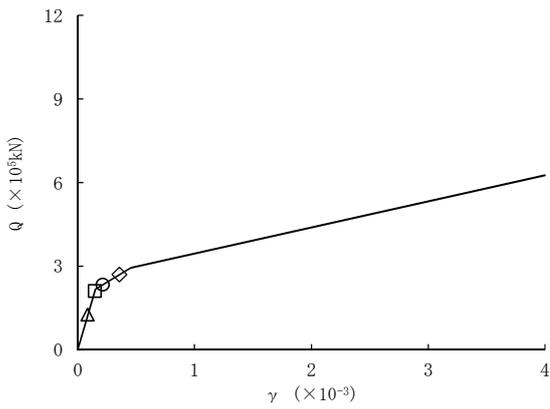
要素 2



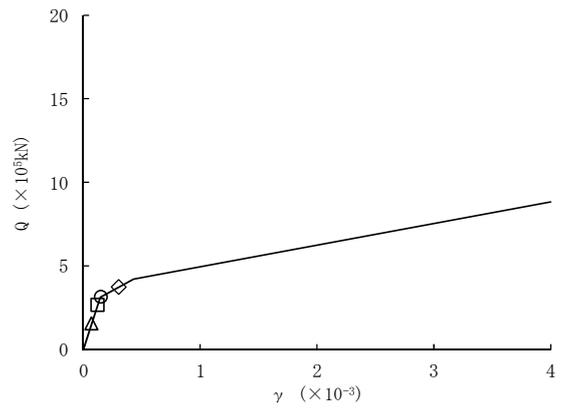
要素 3



要素 4

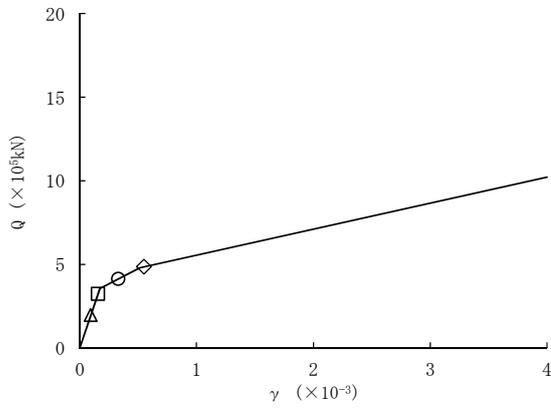
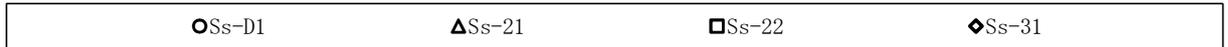


要素 5

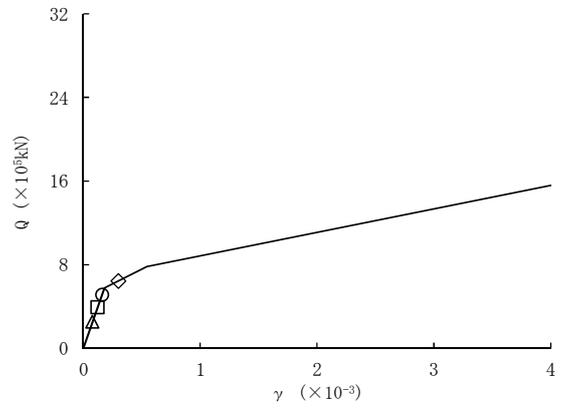


要素 6

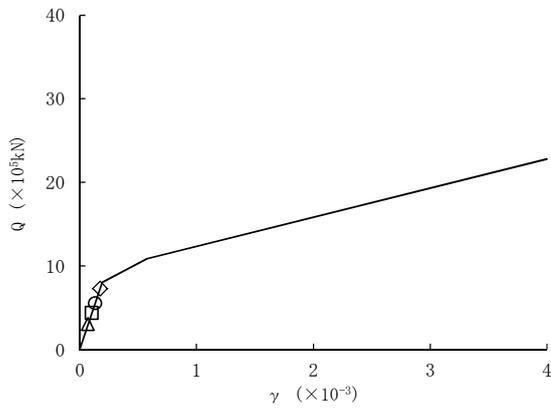
図2-13 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>s</sub>, 地盤物性+σ考慮モデル, EW方向)



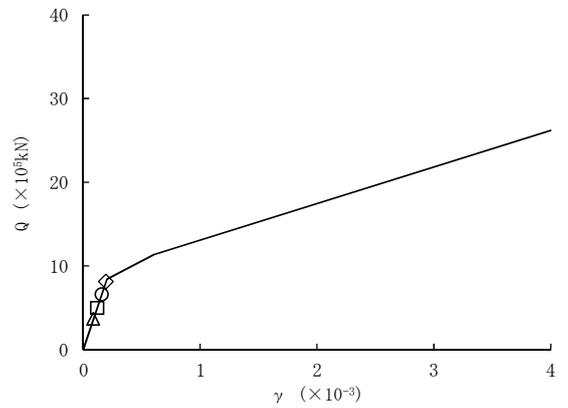
要素 7



要素 8



要素 9



要素 10

図 2-13 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
( $S_s$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW 方向)

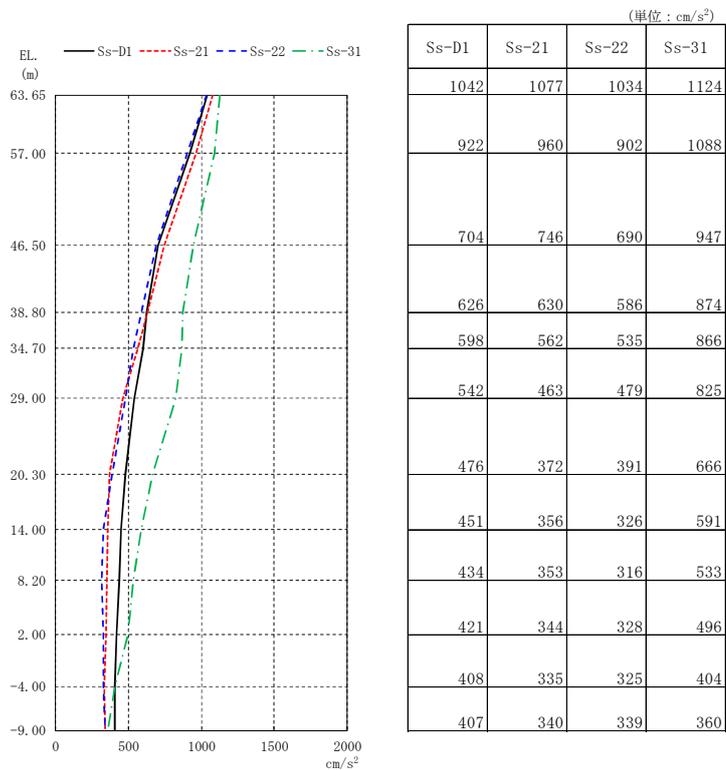


図2-14 最大応答加速度 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, NS 方向)

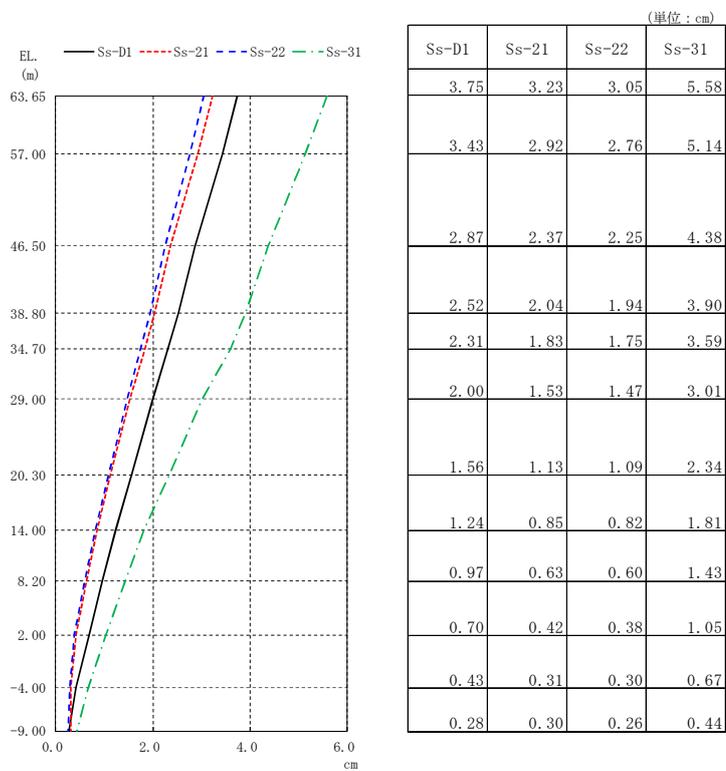


図2-15 最大応答変位 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, NS 方向)

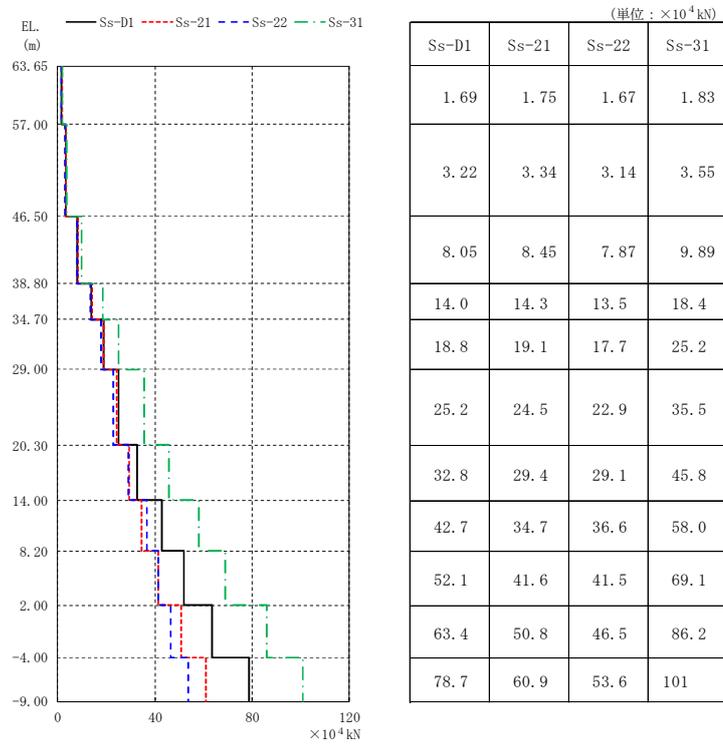


図2-16 最大応答せん断力 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, NS方向)

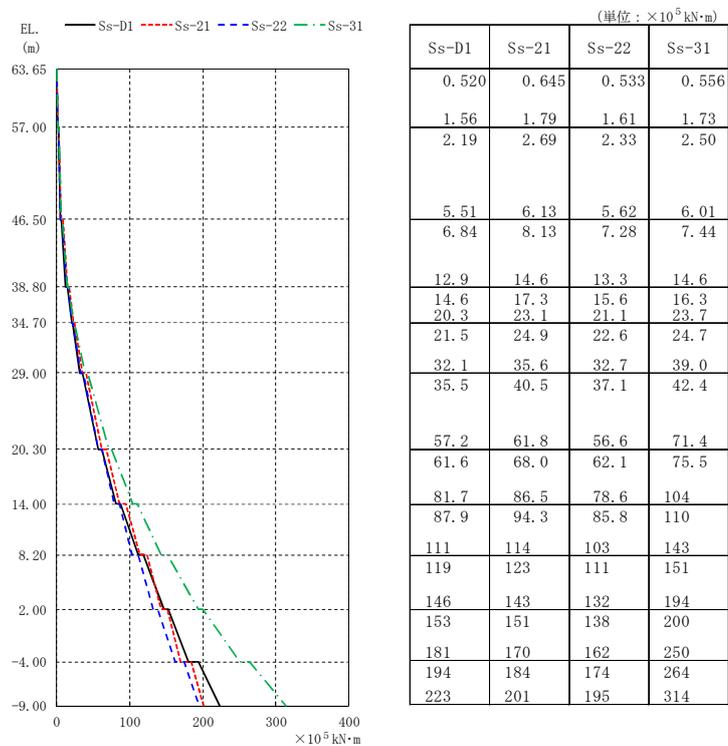


図2-17 最大応答曲げモーメント ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, NS方向)

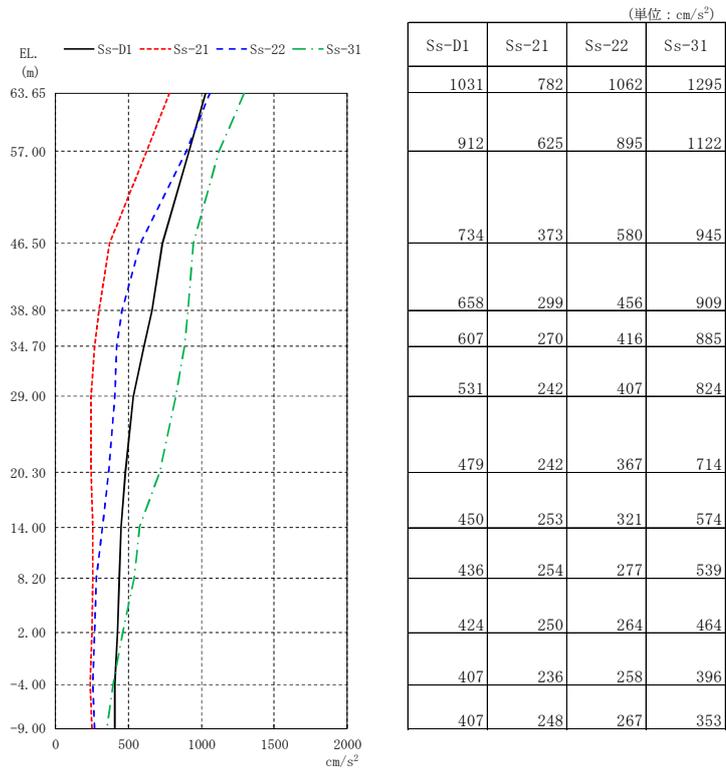


図2-18 最大応答加速度 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, EW 方向)

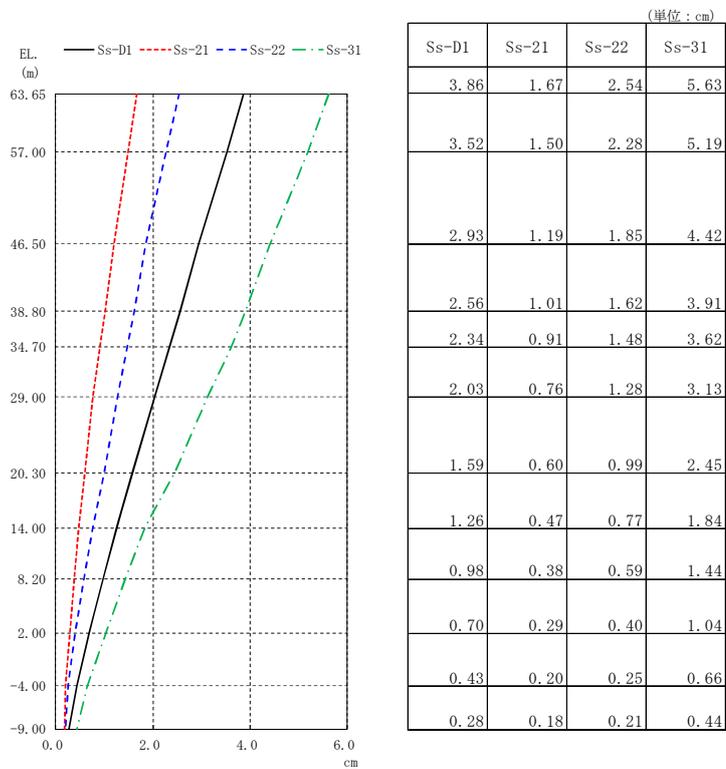


図2-19 最大応答変位 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, EW 方向)

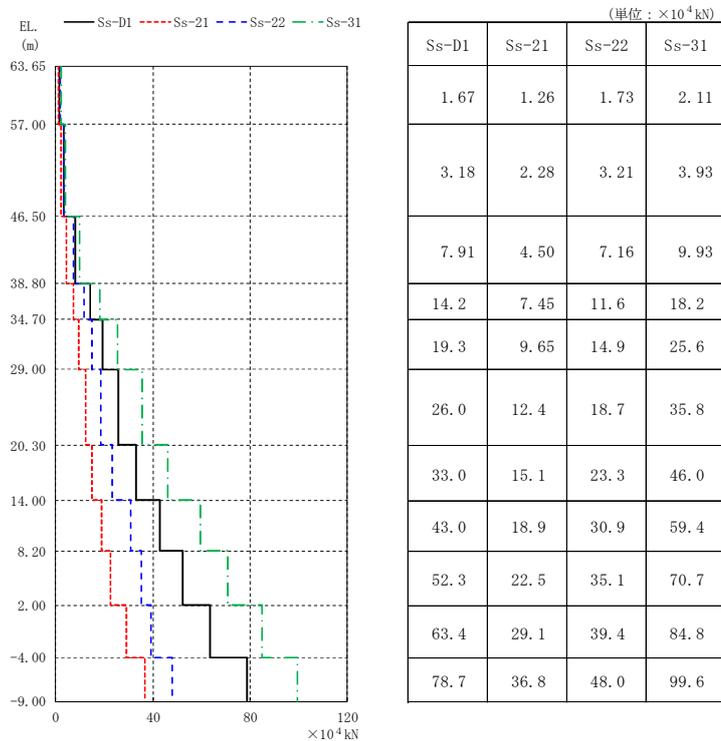


図2-20 最大応答せん断力 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, EW 方向)

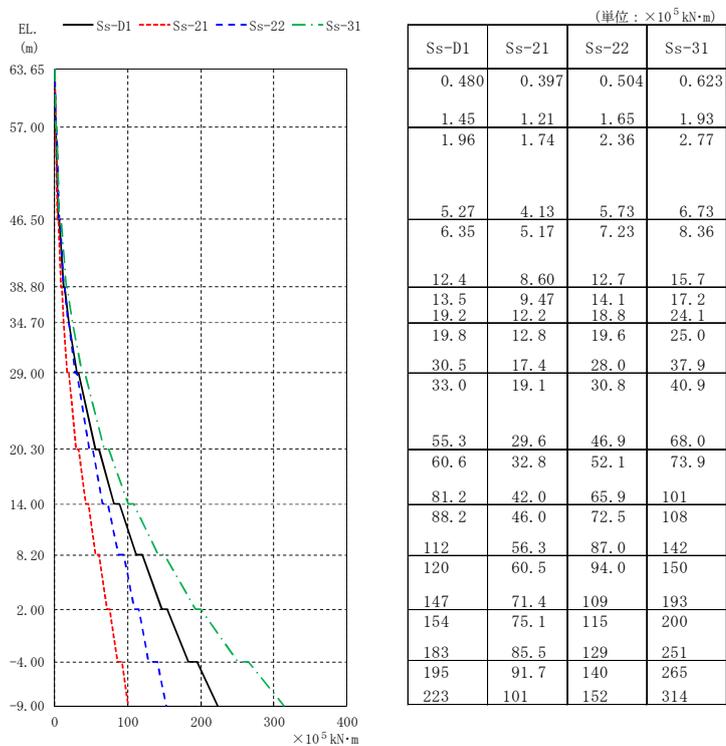
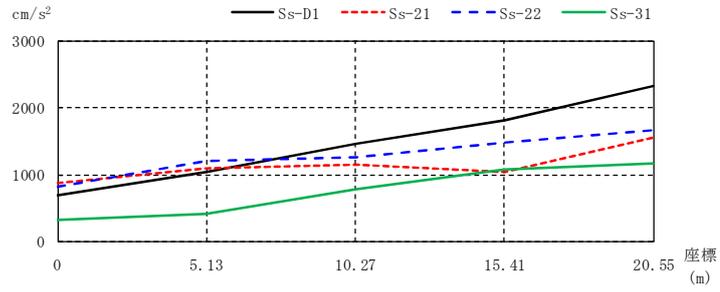


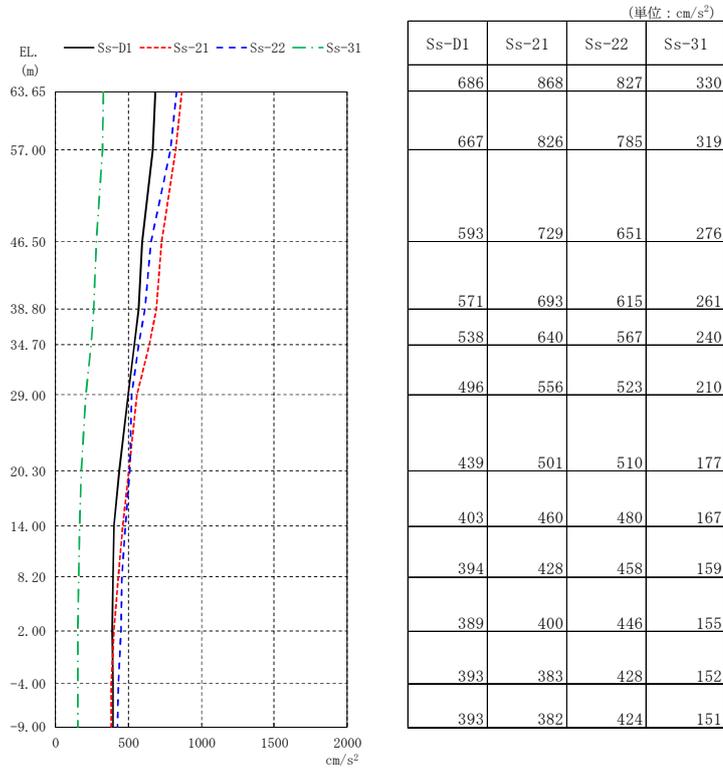
図2-21 最大応答曲げモーメント ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, EW 方向)



(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

Ss-D1	686	1048	1464	1810	2332
Ss-21	868	1092	1148	1048	1558
Ss-22	827	1203	1269	1475	1665
Ss-31	330	422	792	1072	1162

(a) 屋根トラス部

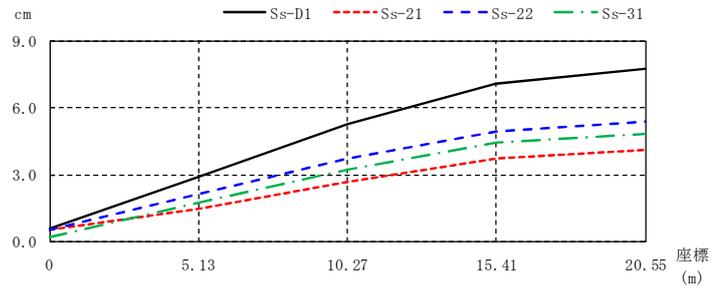


(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

Ss-D1	Ss-21	Ss-22	Ss-31
686	868	827	330
667	826	785	319
593	729	651	276
571	693	615	261
538	640	567	240
496	556	523	210
439	501	510	177
403	460	480	167
394	428	458	159
389	400	446	155
393	383	428	152
393	382	424	151

(b) 外壁及び遮蔽壁

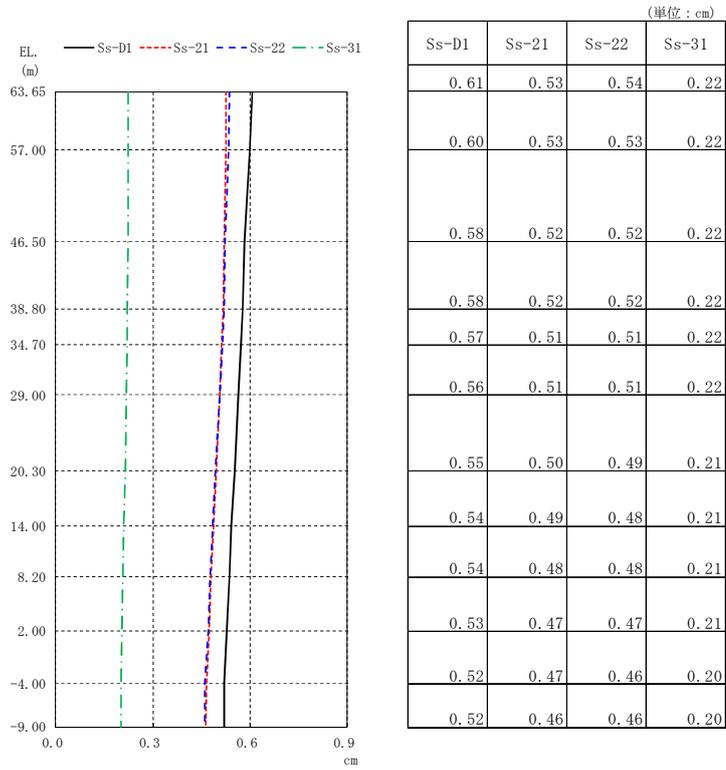
図2-22 最大応答加速度 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)



(単位 : cm)

Ss-D1	0.61	2.89	5.25	7.10	7.76
Ss-21	0.53	1.49	2.69	3.72	4.11
Ss-22	0.54	2.12	3.74	4.94	5.38
Ss-31	0.22	1.73	3.25	4.43	4.85

(a) 屋根トラス部



(b) 外壁及び遮蔽壁

図2-23 最大応答変位 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, UD 方向)

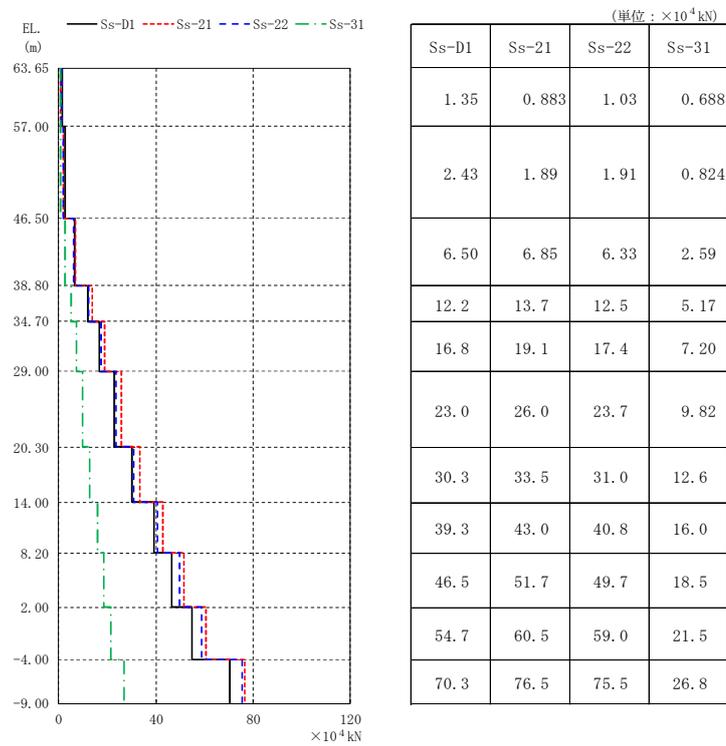
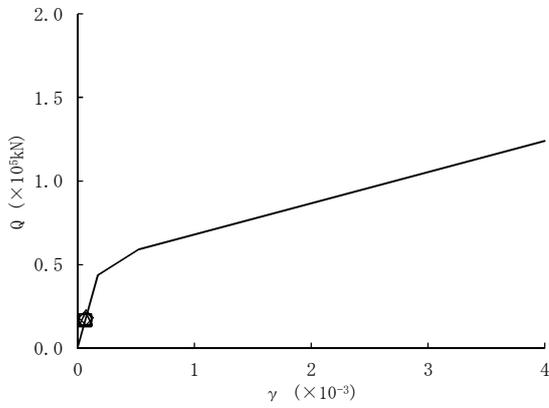
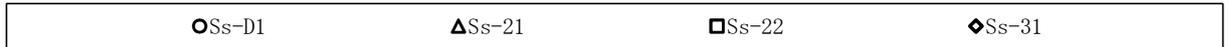
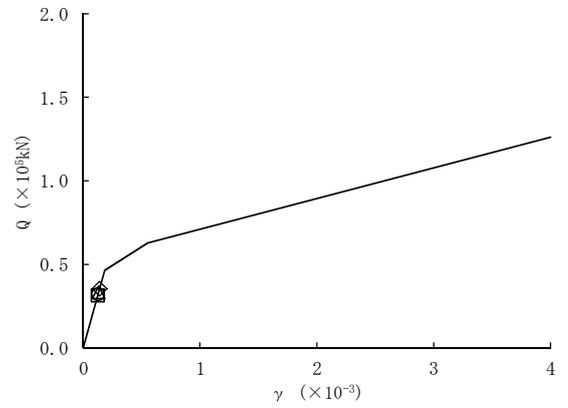


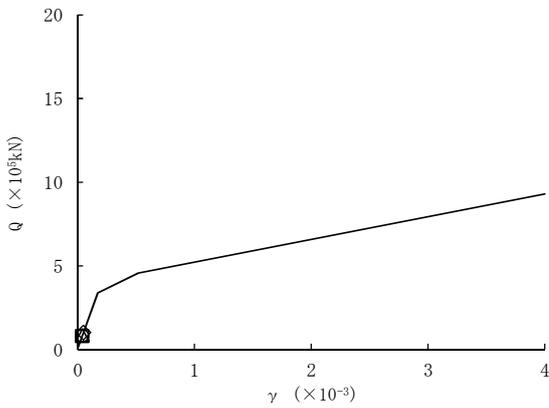
図2-24 最大応答軸力 ( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)



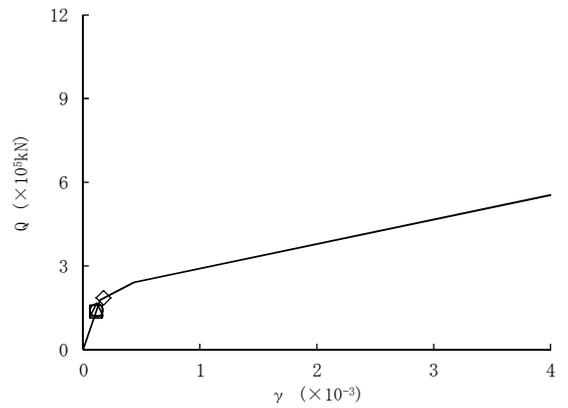
要素 1



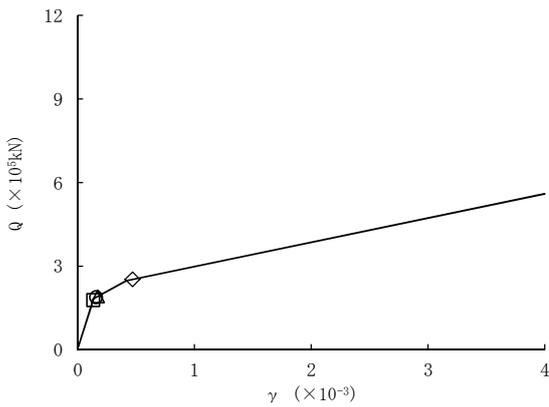
要素 2



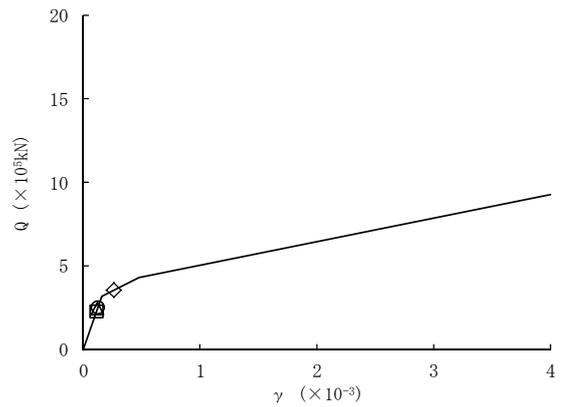
要素 3



要素 4

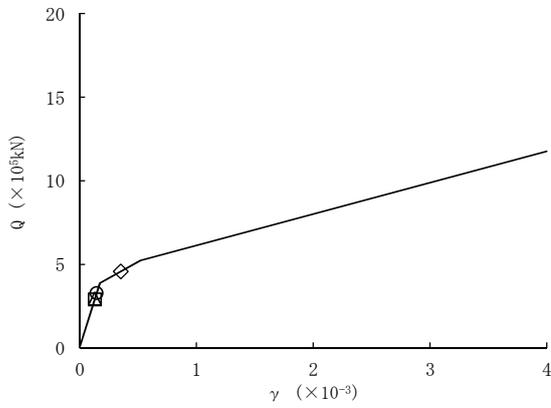
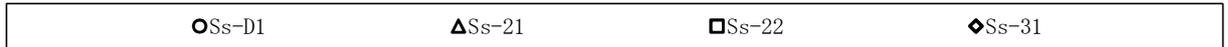


要素 5

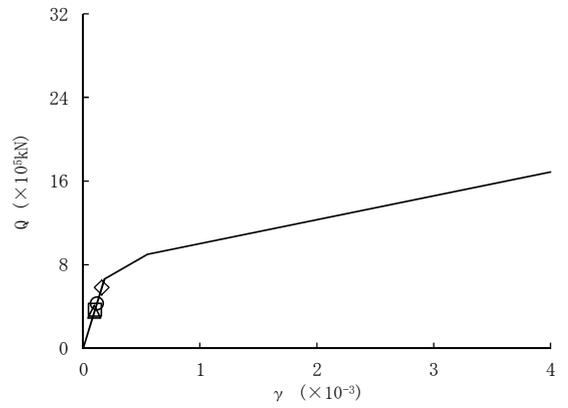


要素 6

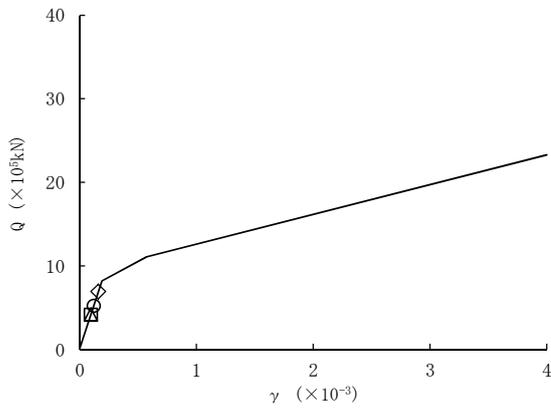
図2-25 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>s</sub>, 地盤物性-σ考慮モデル, NS方向)



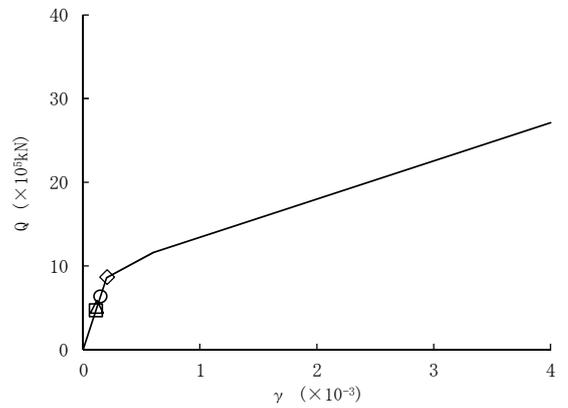
要素 7



要素 8

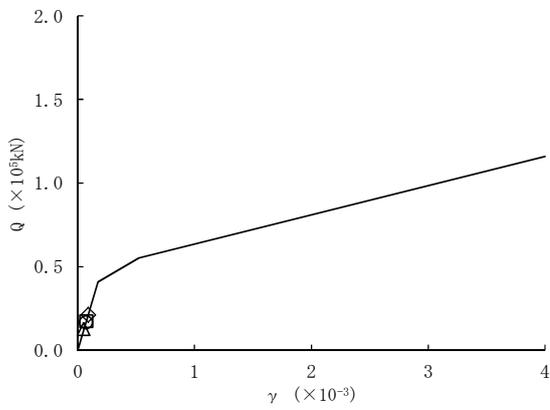
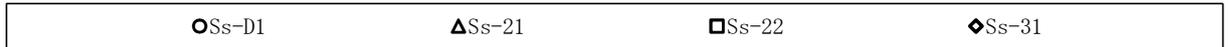


要素 9

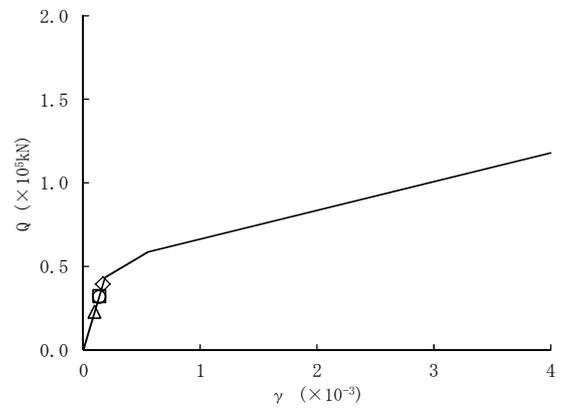


要素 10

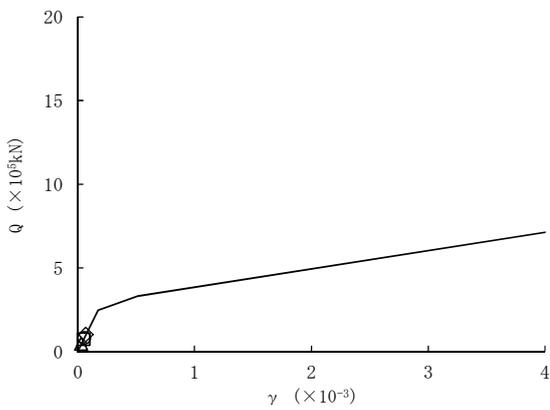
図 2-25 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
( $S_s$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, NS 方向)



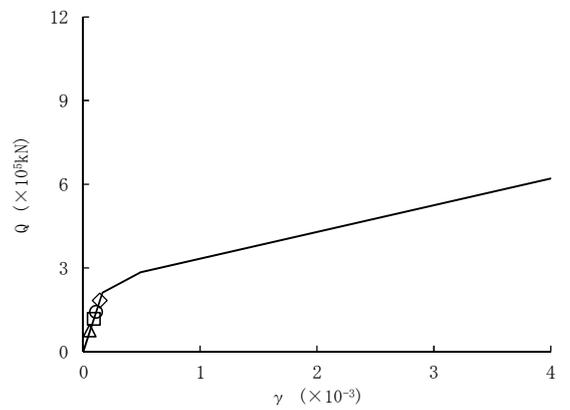
要素 1



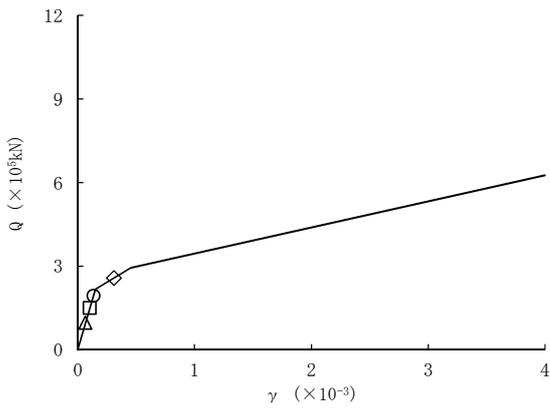
要素 2



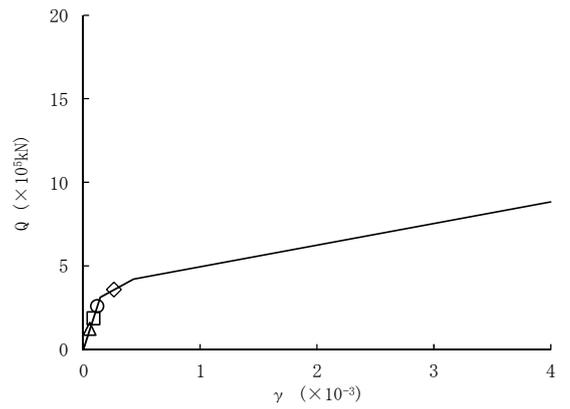
要素 3



要素 4

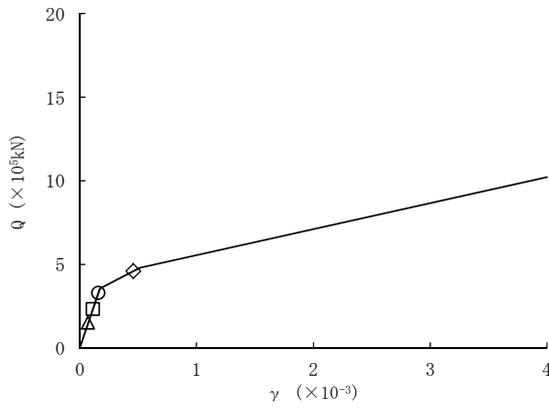
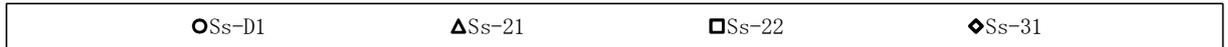


要素 5

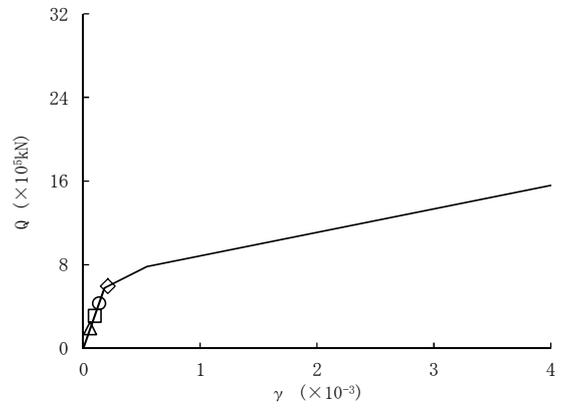


要素 6

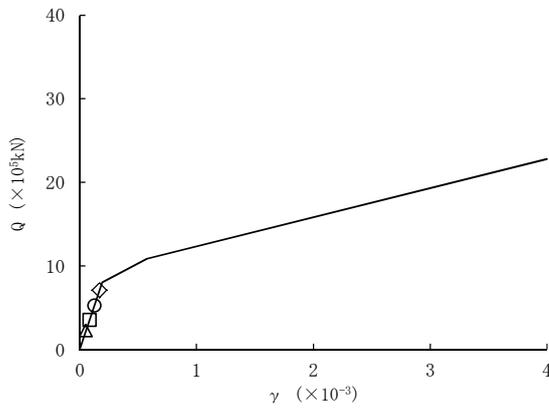
図2-26 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>s</sub>, 地盤物性-σ考慮モデル, EW方向)



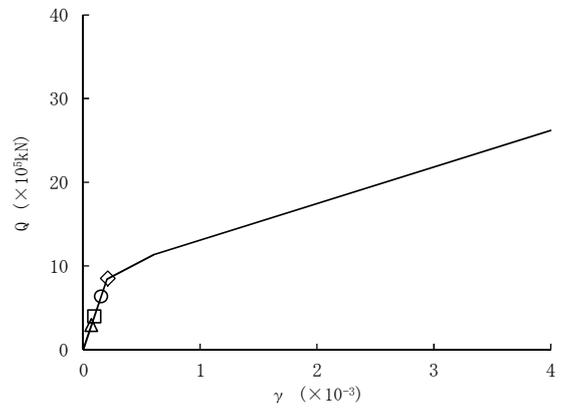
要素 7



要素 8



要素 9



要素 10

図 2-26 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>s</sub>, 地盤物性-σ考慮モデル, EW 方向)

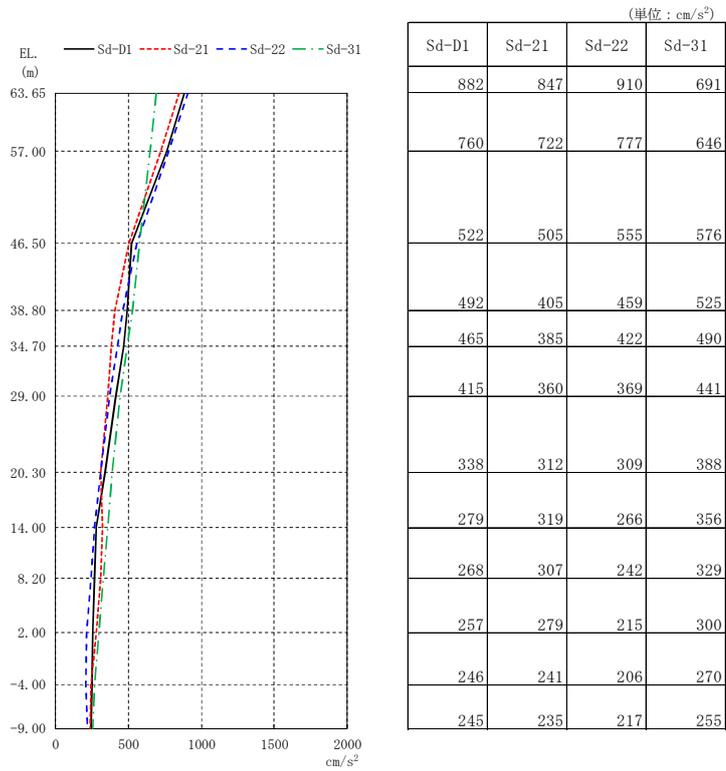


図2-27 最大応答加速度 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, NS方向)

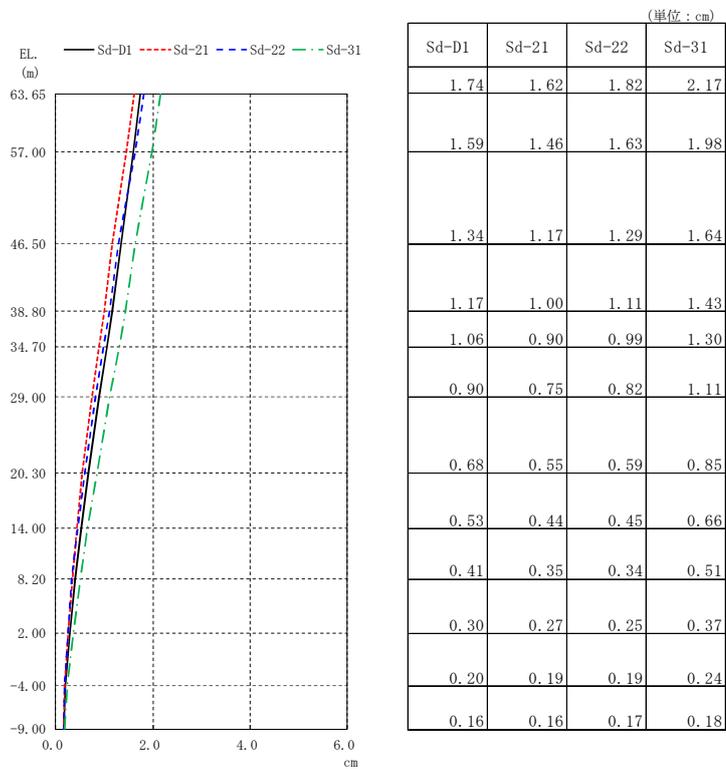


図2-28 最大応答変位 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, NS方向)

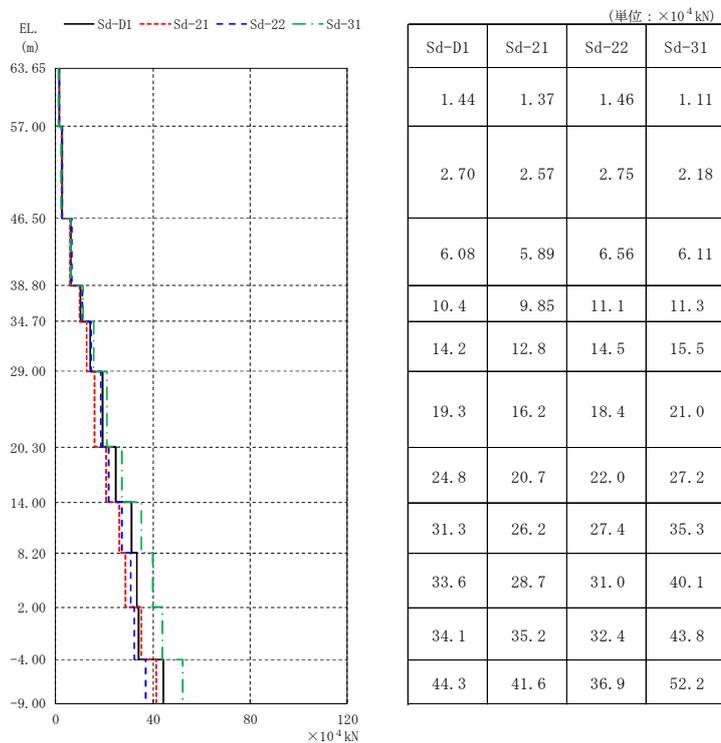


図2-29 最大応答せん断力 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, NS方向)

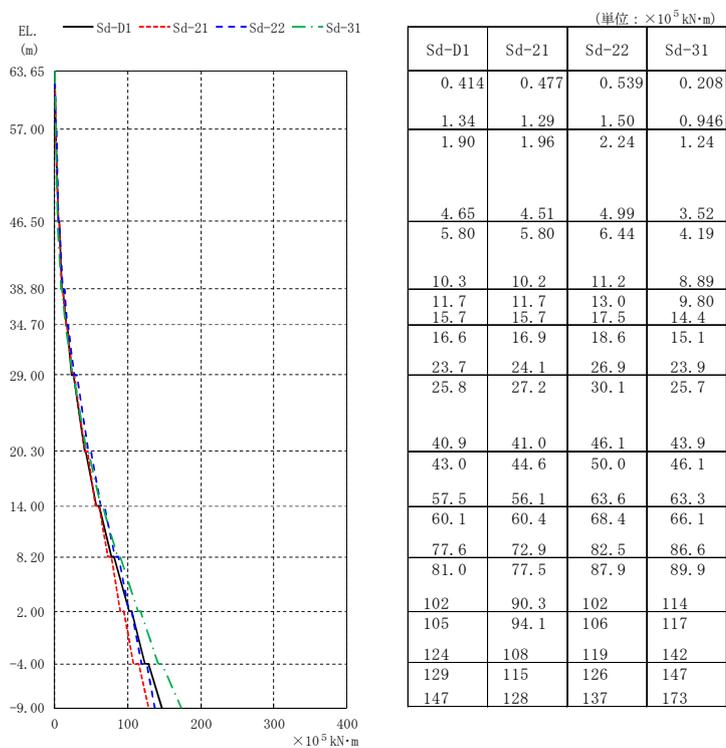


図2-30 最大応答曲げモーメント ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, NS方向)

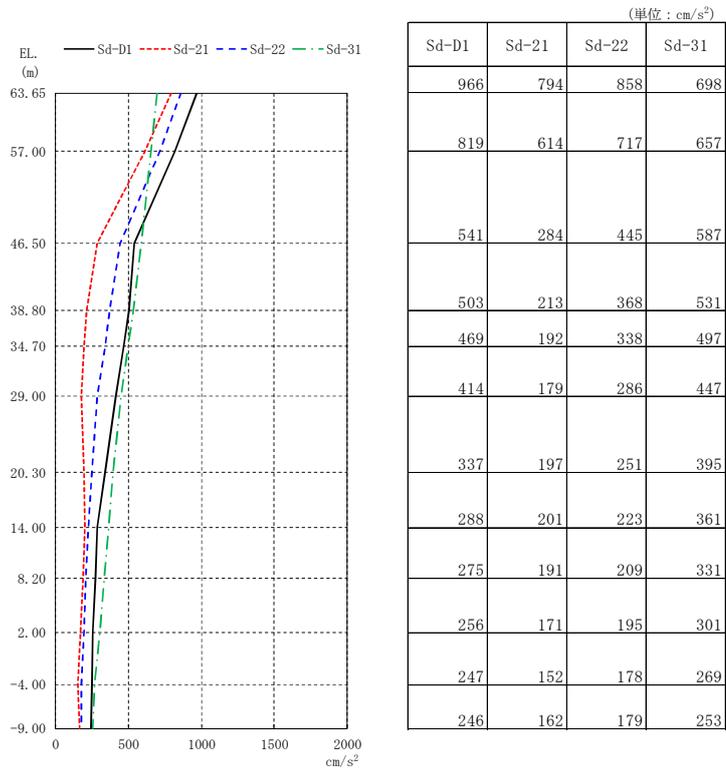


図2-31 最大応答加速度 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW 方向)

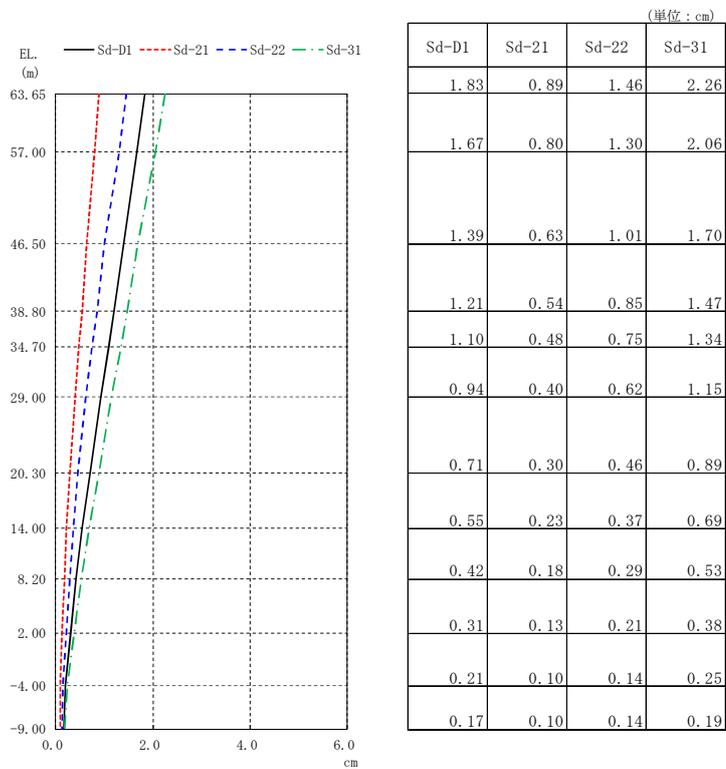


図2-32 最大応答変位 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW 方向)

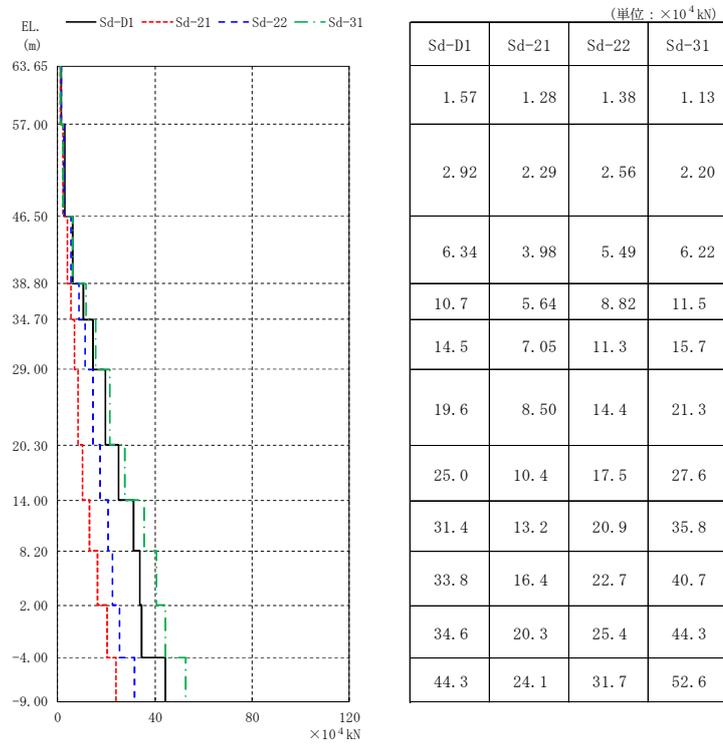


図2-33 最大応答せん断力 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW方向)

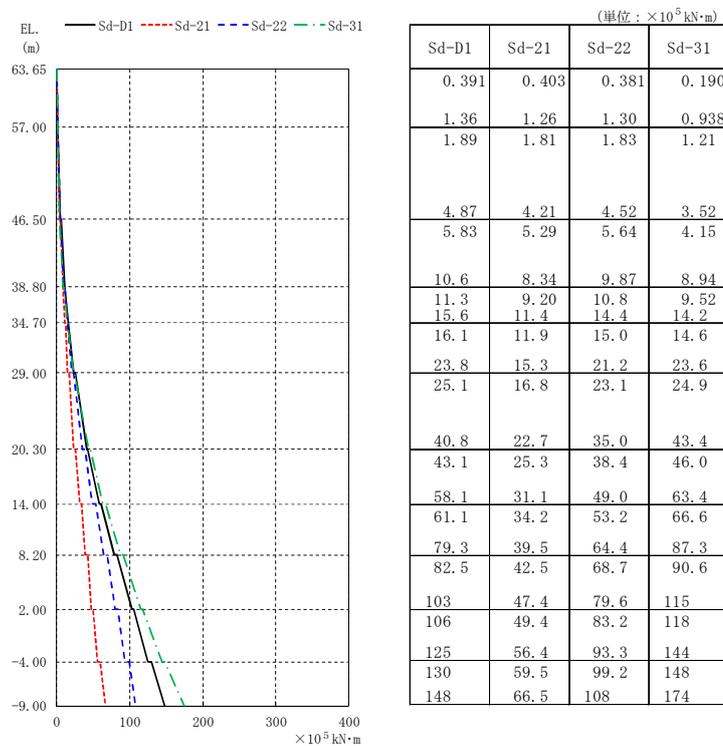
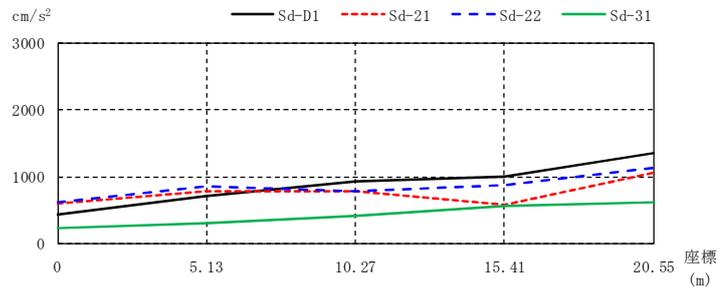


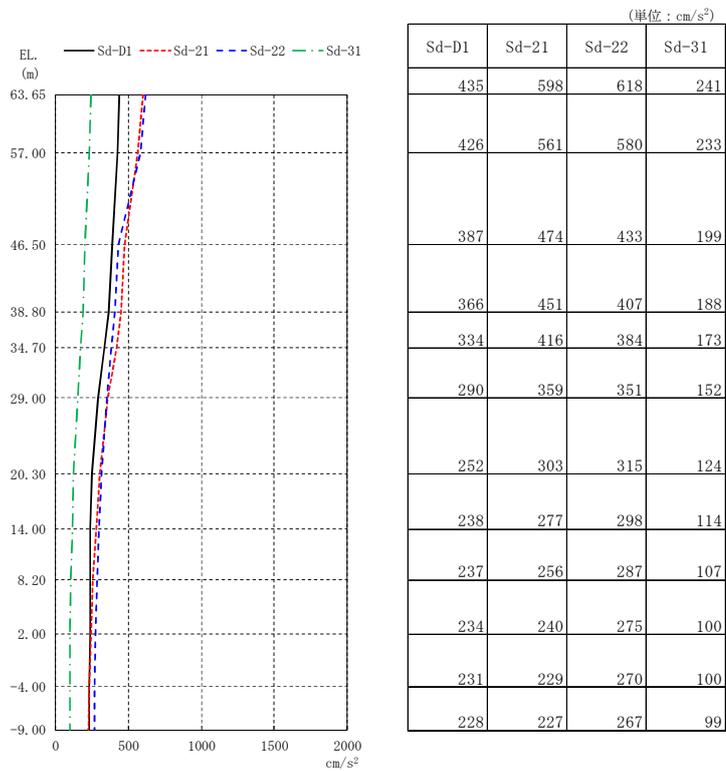
図2-34 最大応答曲げモーメント ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, EW方向)



(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

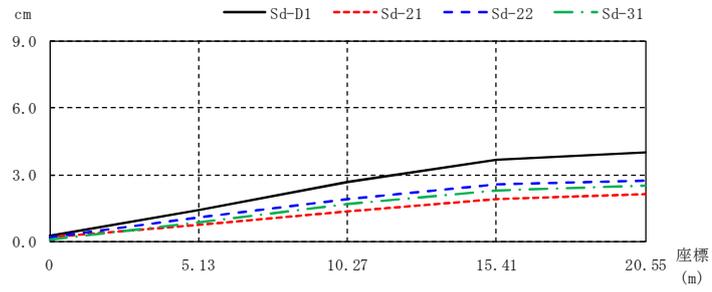
Sd-D1	435	703	931	1001	1353
Sd-21	598	790	781	583	1055
Sd-22	618	852	786	875	1140
Sd-31	241	309	417	565	614

(a) 屋根トラス部



(b) 外壁及び遮蔽壁

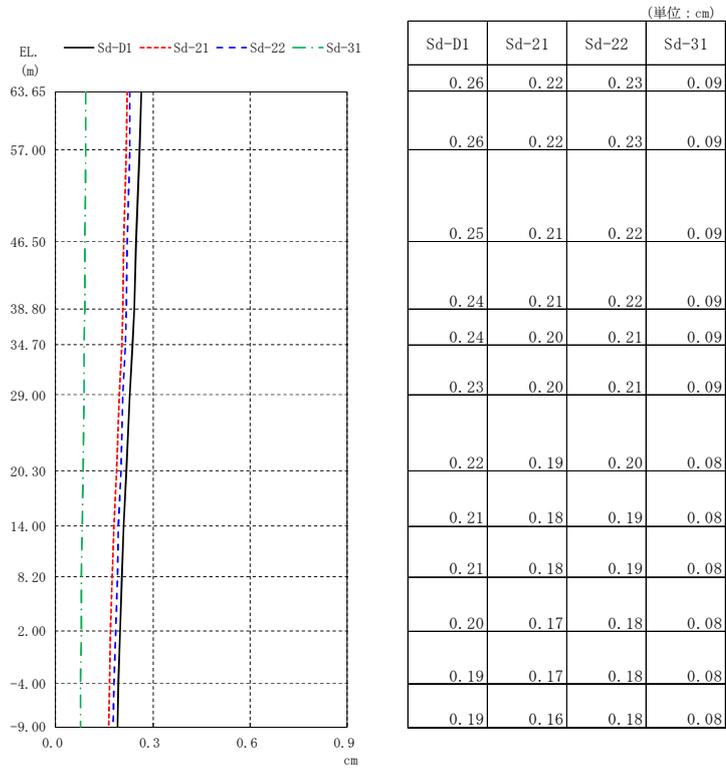
図2-35 最大応答加速度 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)



(単位 : cm)

Sd-D1	0.26	1.44	2.68	3.67	4.02
Sd-21	0.22	0.75	1.39	1.92	2.11
Sd-22	0.23	1.08	1.92	2.55	2.77
Sd-31	0.09	0.89	1.69	2.31	2.54

(a) 屋根トラス部



(b) 外壁及び遮蔽壁

図2-36 最大応答変位 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)

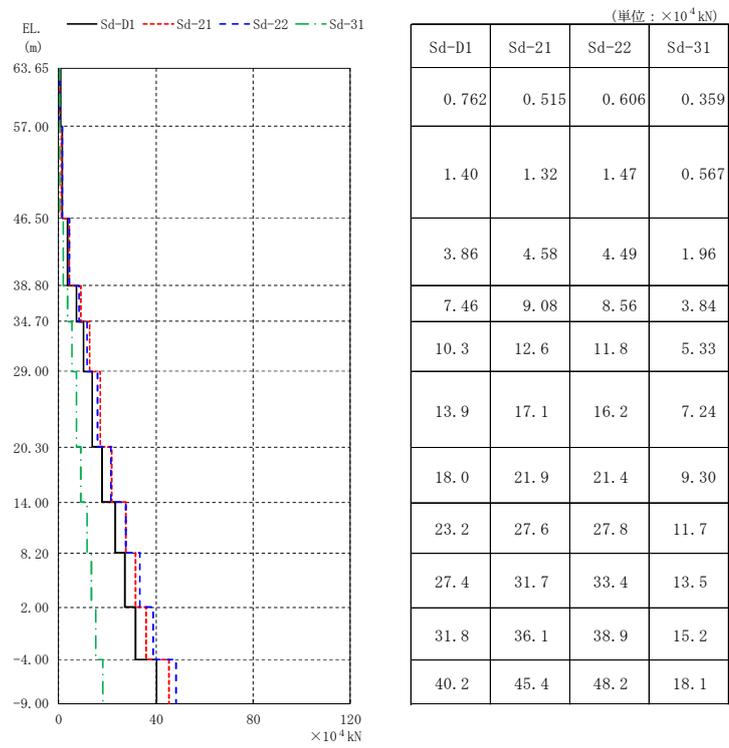
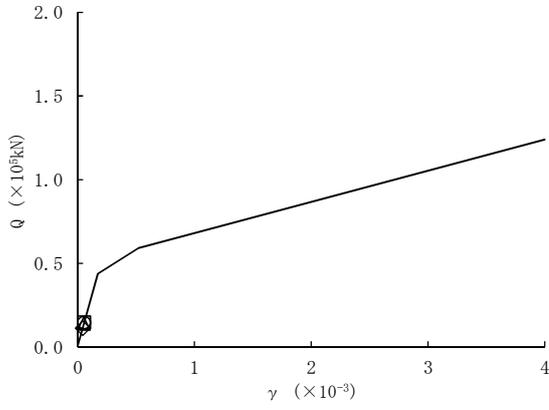
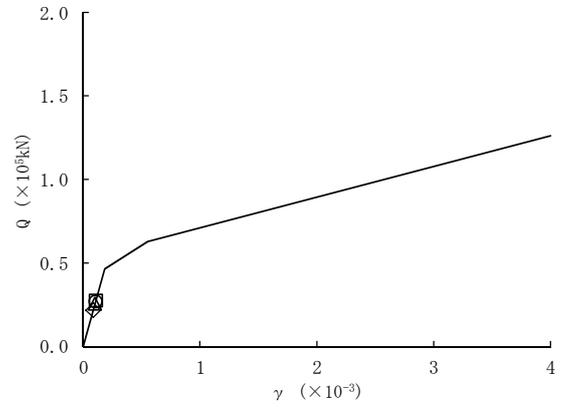


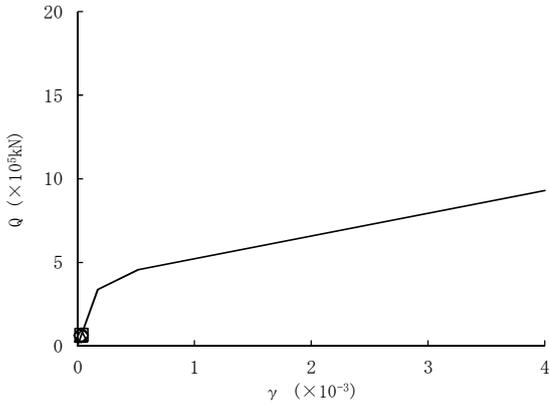
図2-37 最大応答軸力 ( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)



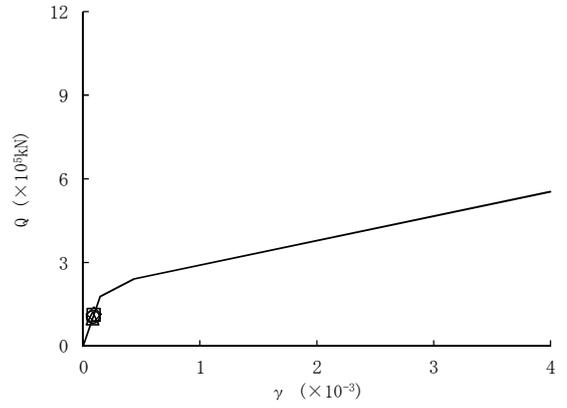
要素 1



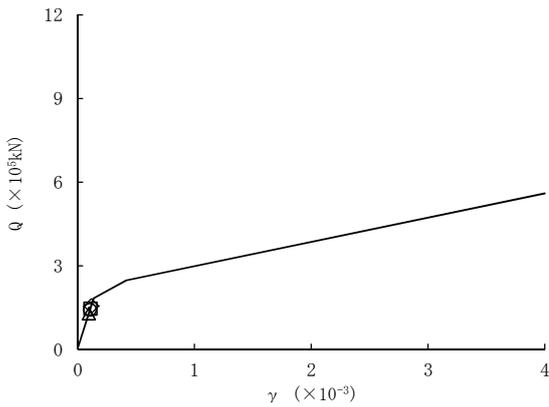
要素 2



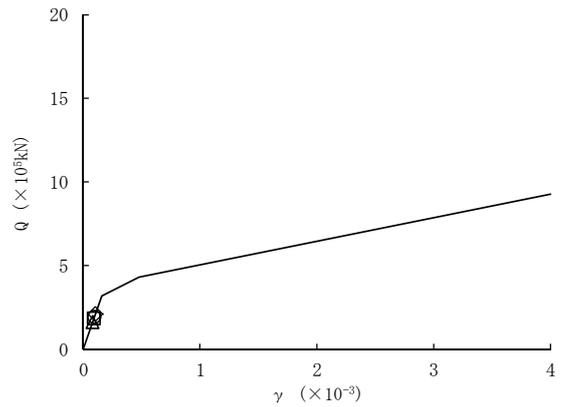
要素 3



要素 4

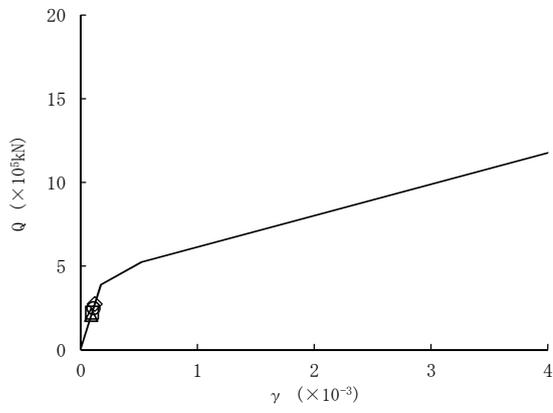


要素 5

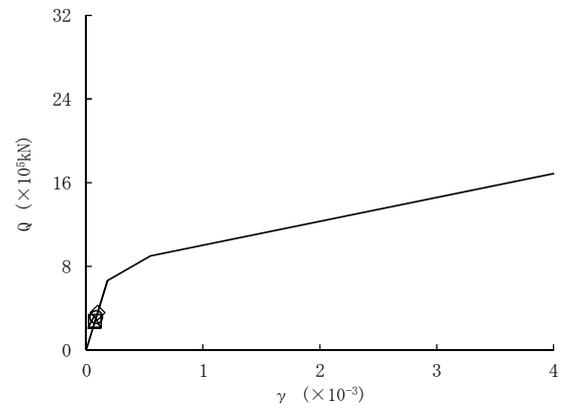


要素 6

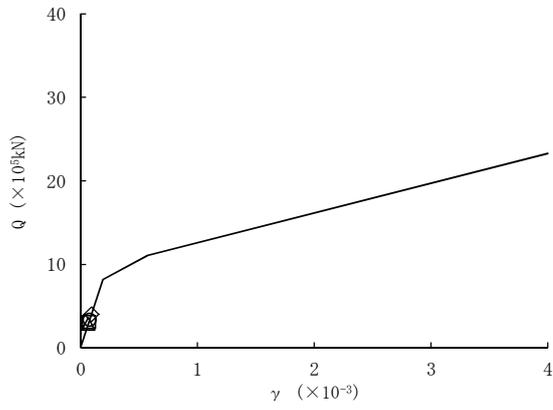
図2-38 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>d</sub>, 地盤物性+σ考慮モデル, NS方向)



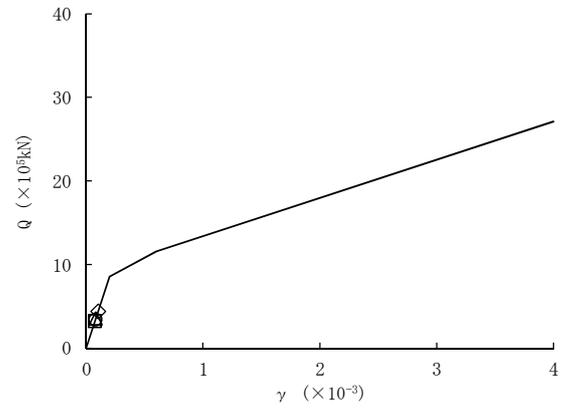
要素 7



要素 8

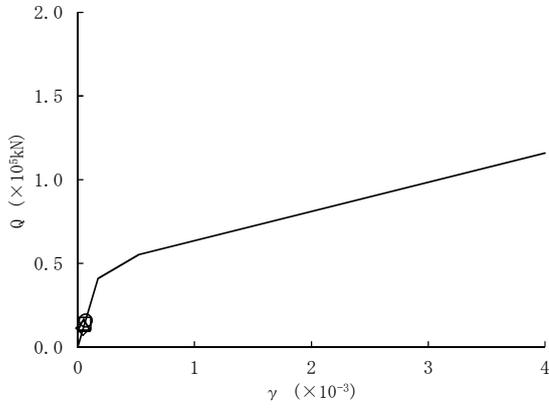


要素 9

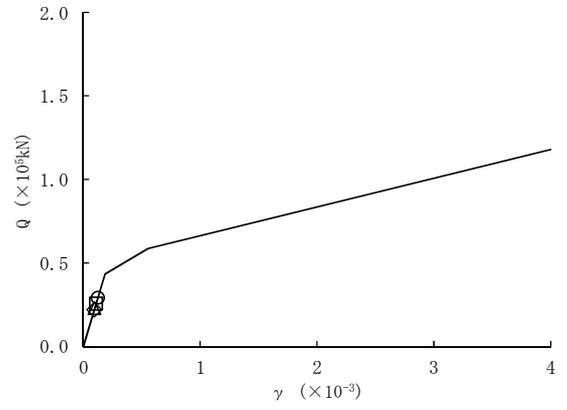


要素 10

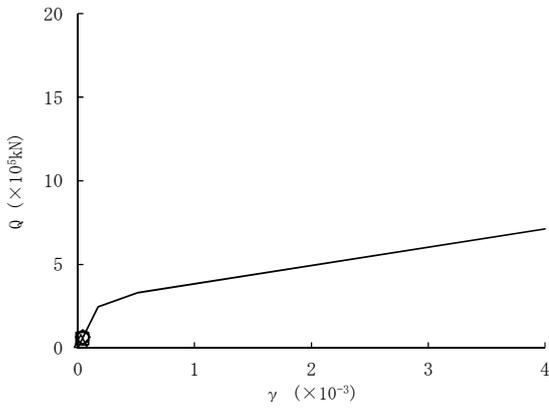
図 2-38 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
( $S_d$ , 地盤物性+ $\sigma$ 考慮モデル, NS 方向)



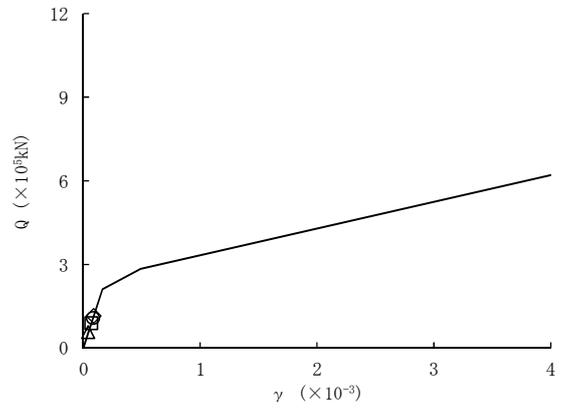
要素 1



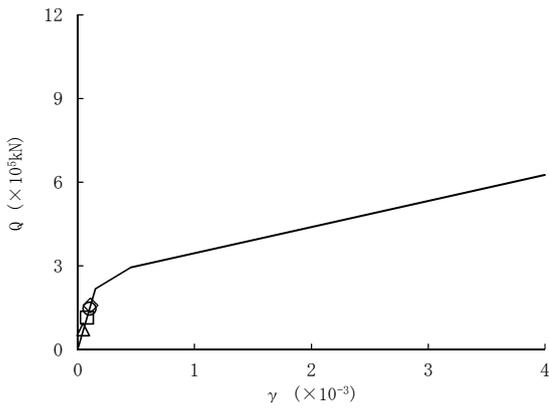
要素 2



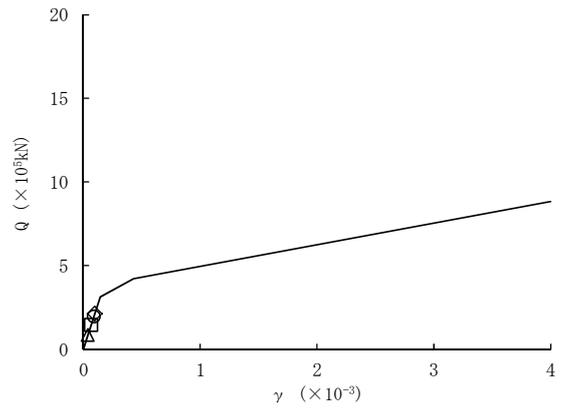
要素 3



要素 4

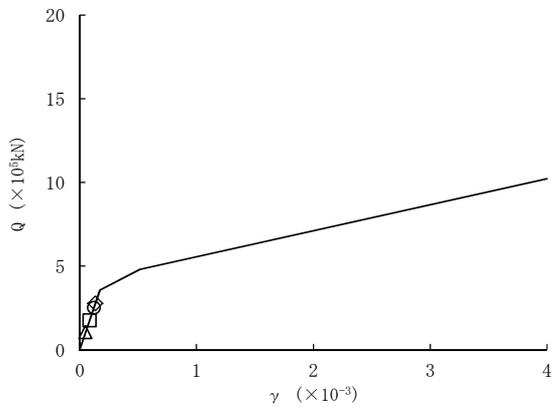


要素 5

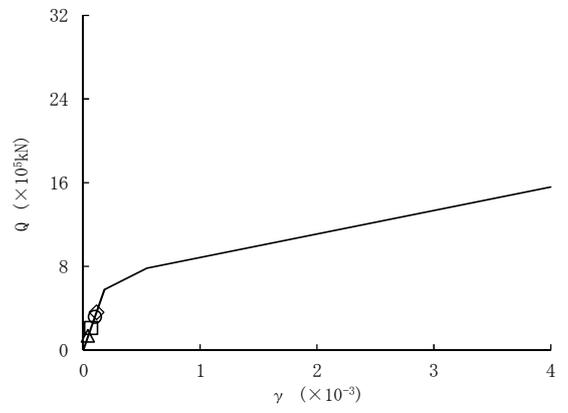


要素 6

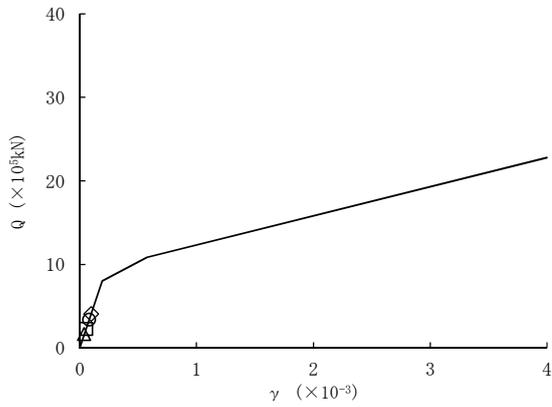
図2-39 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>d</sub>, 地盤物性+σ考慮モデル, EW方向)



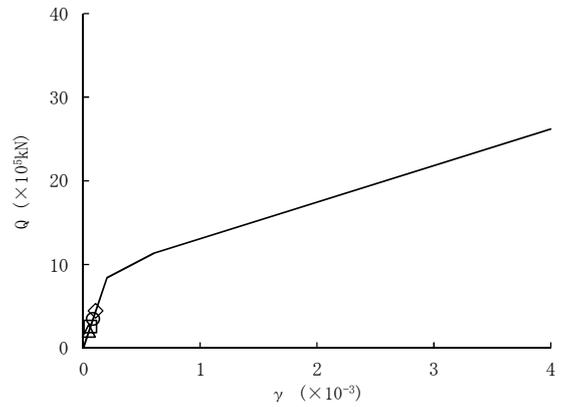
要素 7



要素 8



要素 9



要素 10

図 2-39 (2/2) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>d</sub>, 地盤物性+σ考慮モデル, EW 方向)

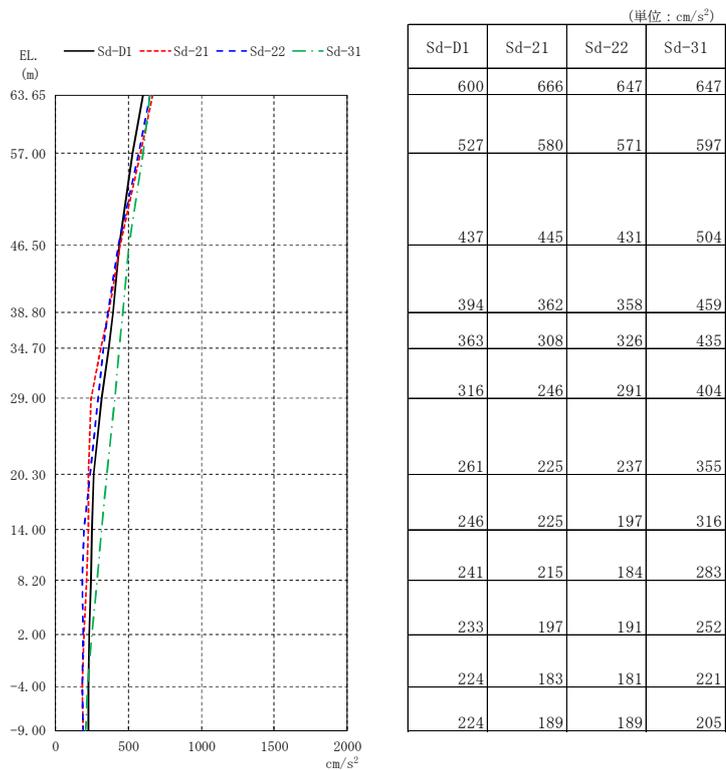


図2-40 最大応答加速度 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, NS 方向)

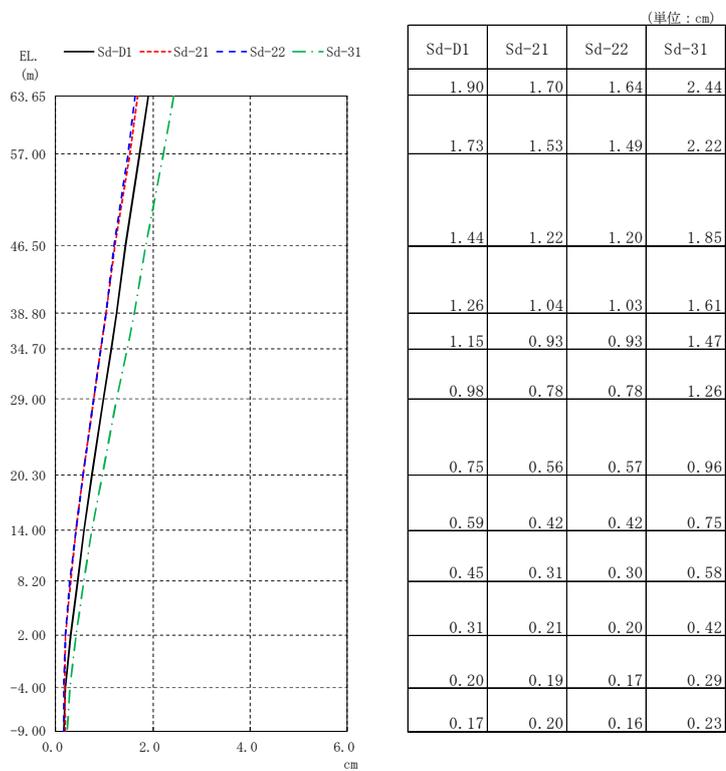


図2-41 最大応答変位 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, NS 方向)

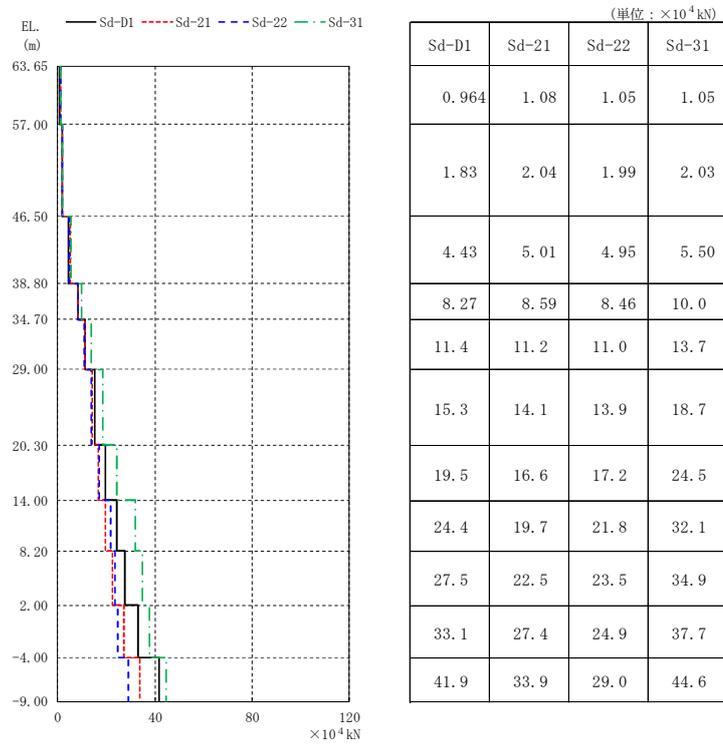


図2-42 最大応答せん断力 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, NS 方向)

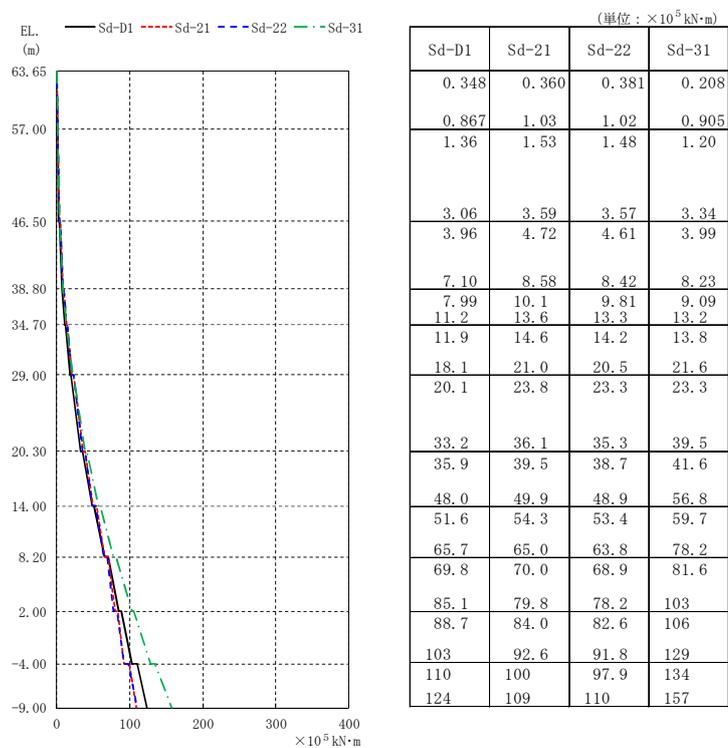


図2-43 最大応答曲げモーメント ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, NS 方向)

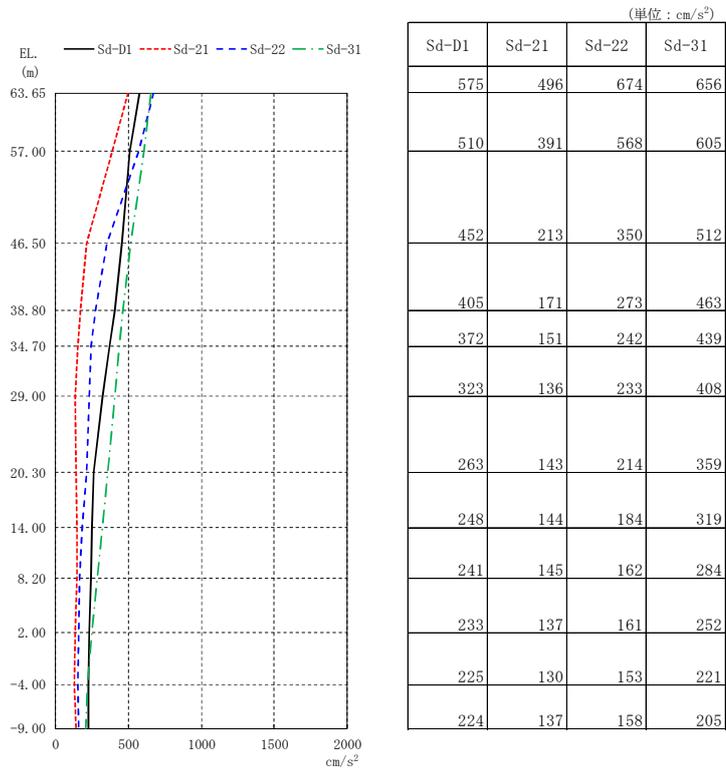


図2-44 最大応答加速度 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, EW 方向)

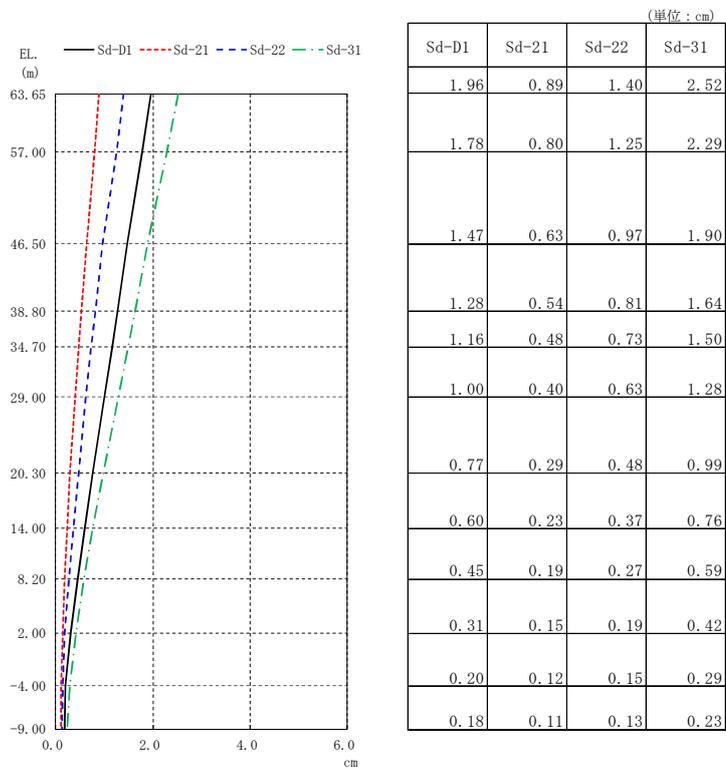


図2-45 最大応答変位 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, EW 方向)

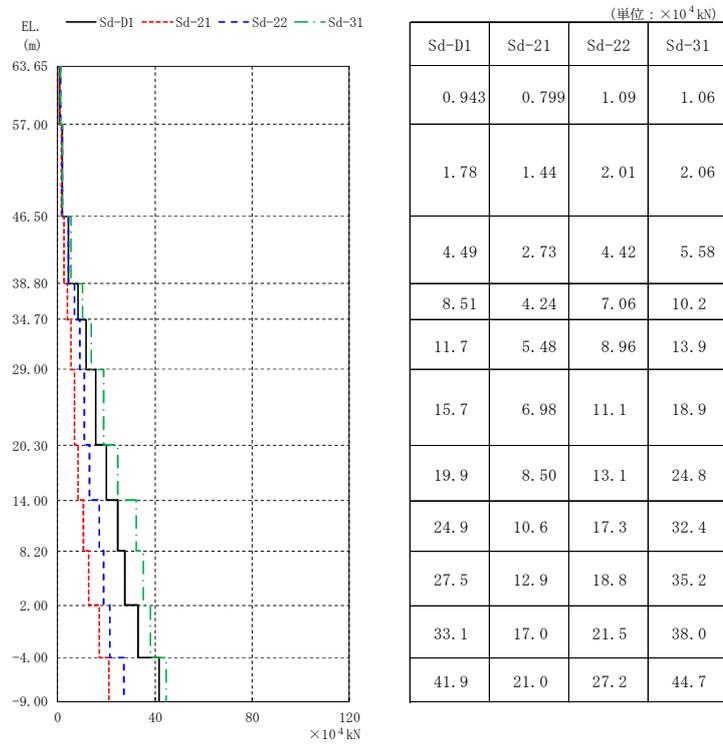


図2-46 最大応答せん断力 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, EW 方向)

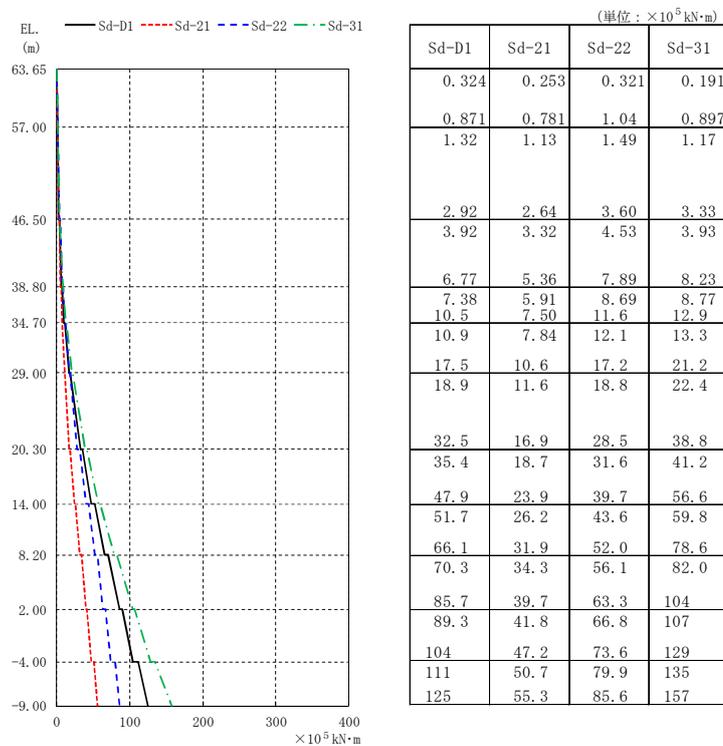
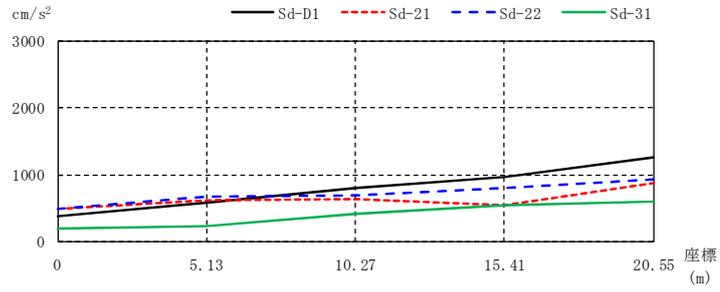


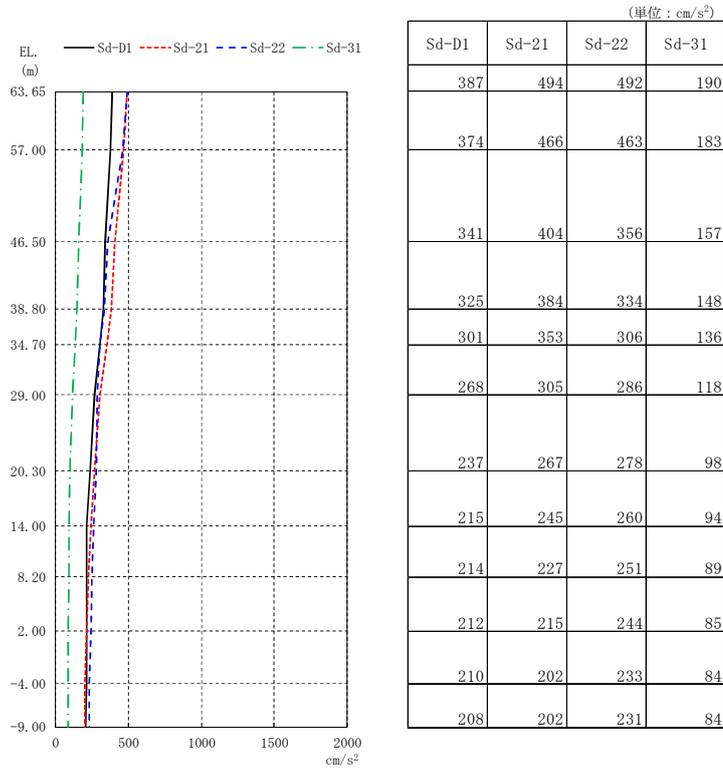
図2-47 最大応答曲げモーメント ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, EW 方向)



(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

Sd-D1	387	584	800	962	1254
Sd-21	494	618	641	549	870
Sd-22	492	683	694	804	932
Sd-31	190	229	410	554	600

(a) 屋根トラス部

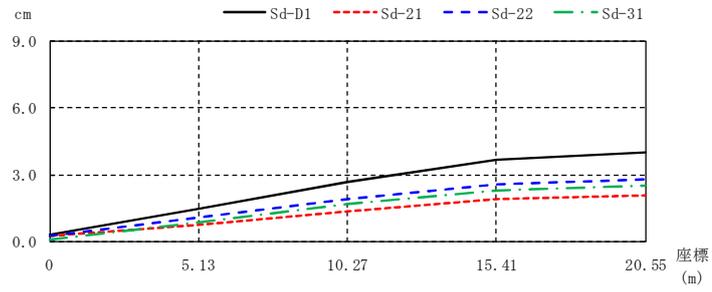


(単位:  $\text{cm/s}^2$ )

Sd-D1	Sd-21	Sd-22	Sd-31
387	494	492	190
374	466	463	183
341	404	356	157
325	384	334	148
301	353	306	136
268	305	286	118
237	267	278	98
215	245	260	94
214	227	251	89
212	215	244	85
210	202	233	84
208	202	231	84

(b) 外壁及び遮蔽壁

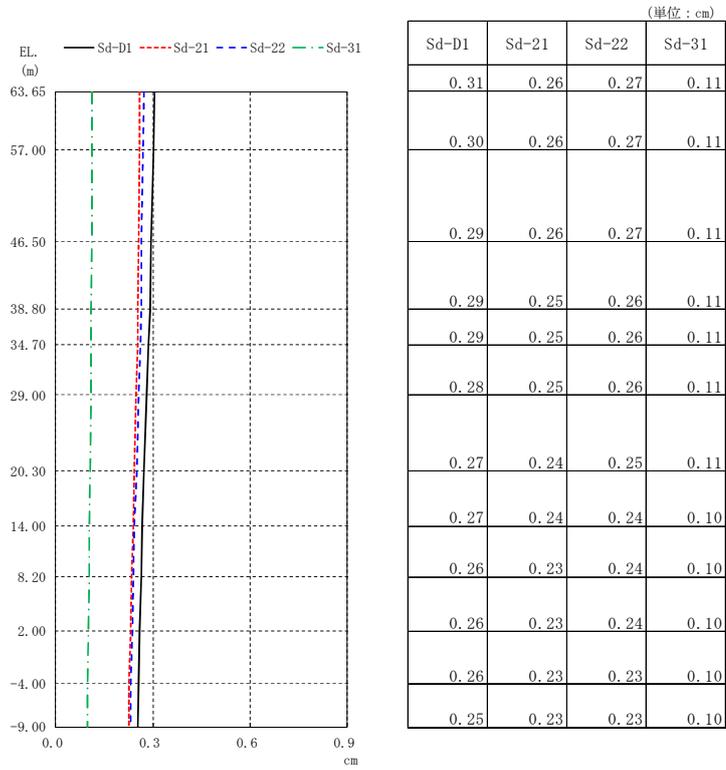
図2-48 最大応答加速度 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, UD方向)



(単位 : cm)

Sd-D1	0.31	1.48	2.70	3.67	4.02
Sd-21	0.26	0.76	1.37	1.90	2.10
Sd-22	0.27	1.10	1.93	2.55	2.77
Sd-31	0.11	0.89	1.68	2.29	2.50

(a) 屋根トラス部



(b) 外壁及び遮蔽壁

図2-49 最大応答変位 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, UD 方向)

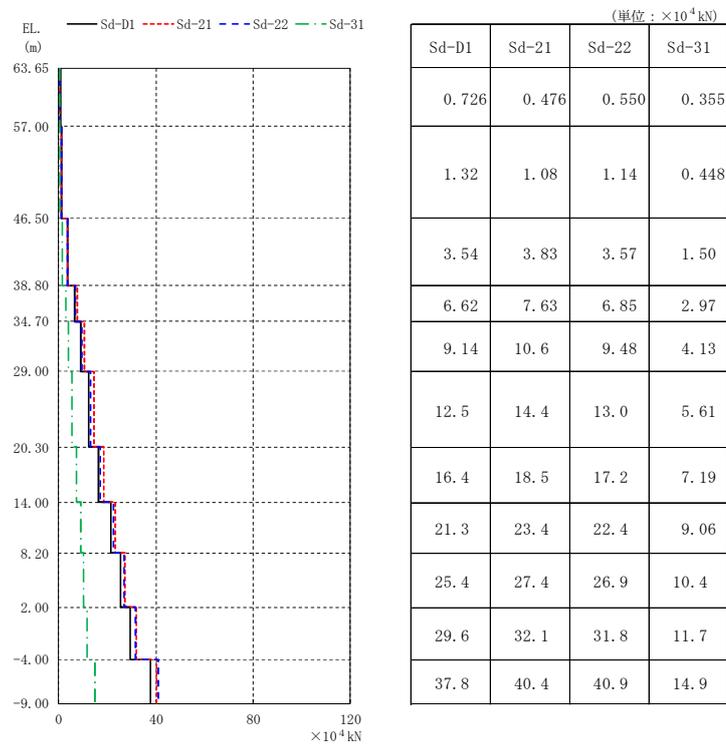
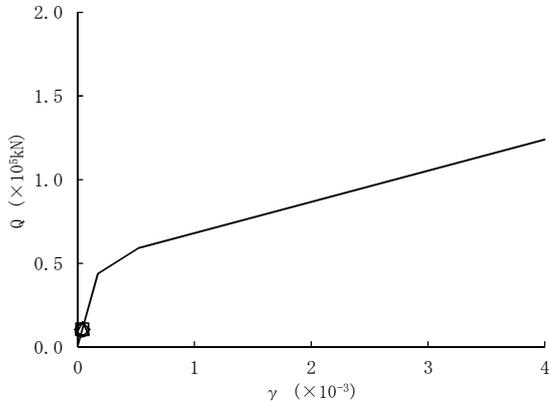
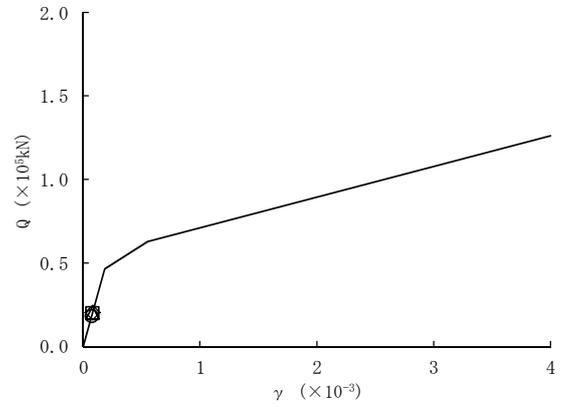


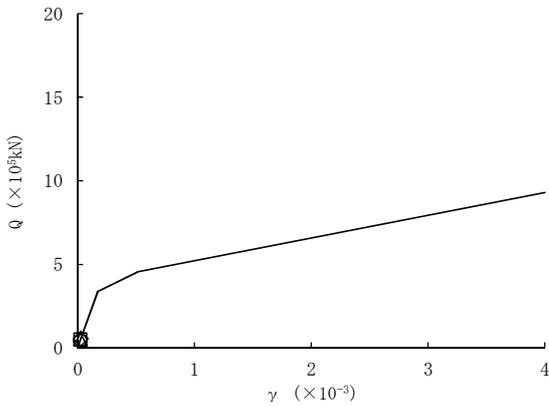
図2-50 最大応答軸力 ( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$  考慮モデル, UD 方向)



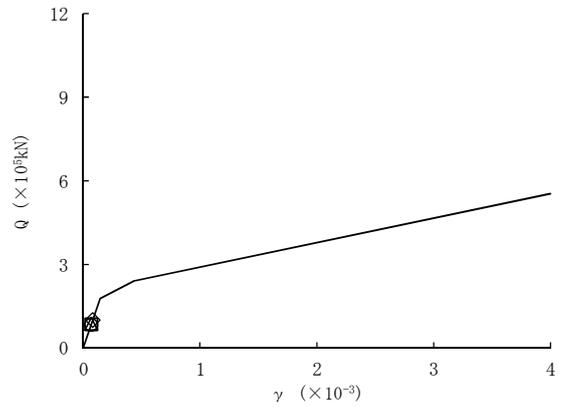
要素 1



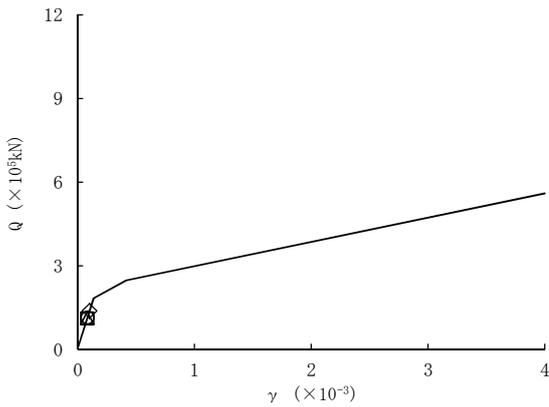
要素 2



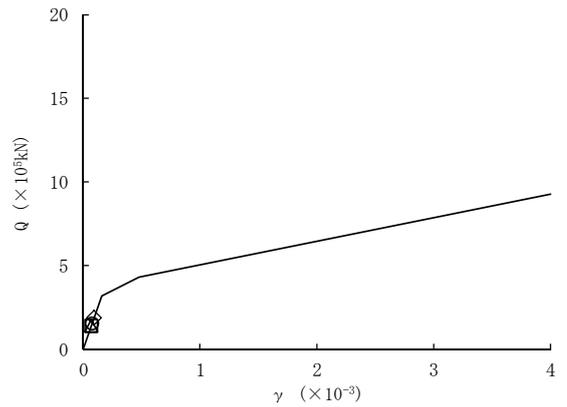
要素 3



要素 4

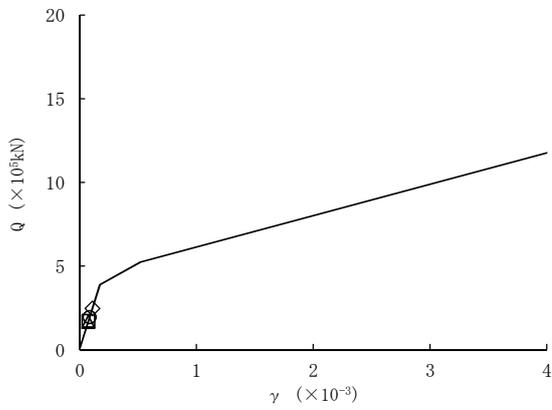


要素 5

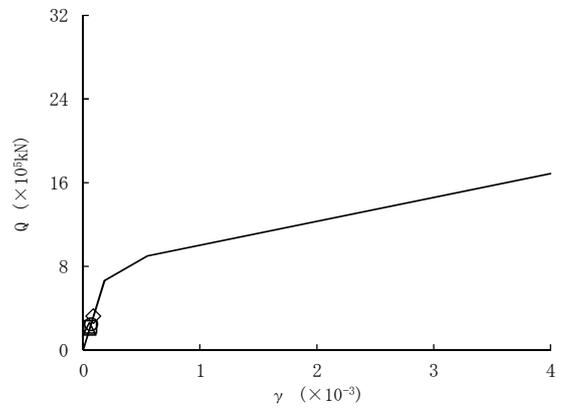


要素 6

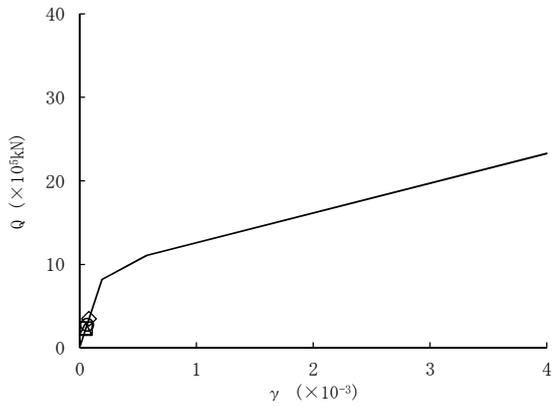
図2-51 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>d</sub>, 地盤物性-σ考慮モデル, NS方向)



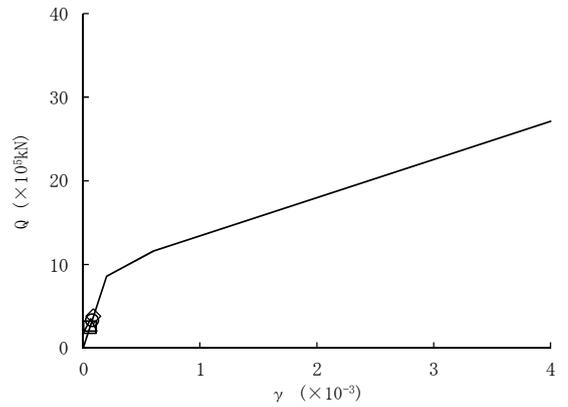
要素 7



要素 8

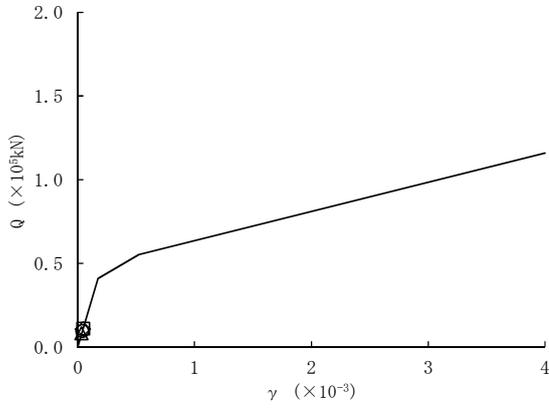


要素 9

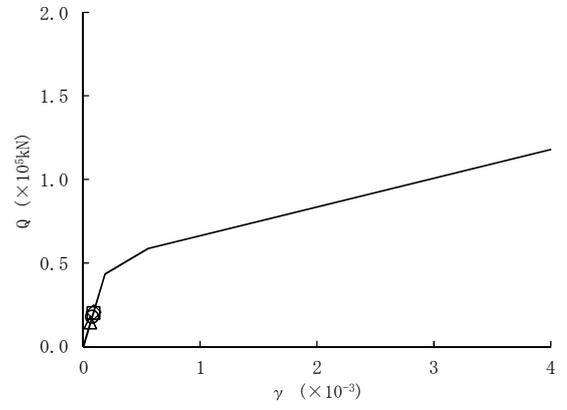


要素 10

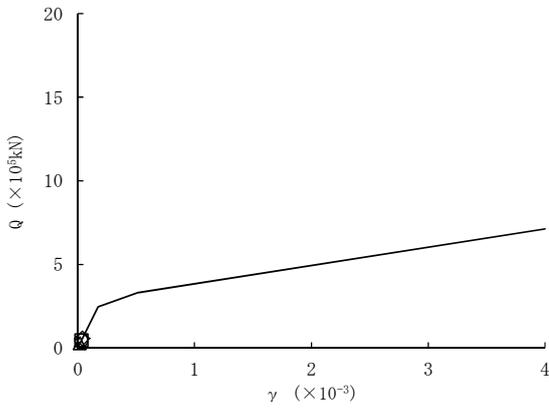
図 2-51 (2/2) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>d</sub>, 地盤物性-σ考慮モデル, NS 方向)



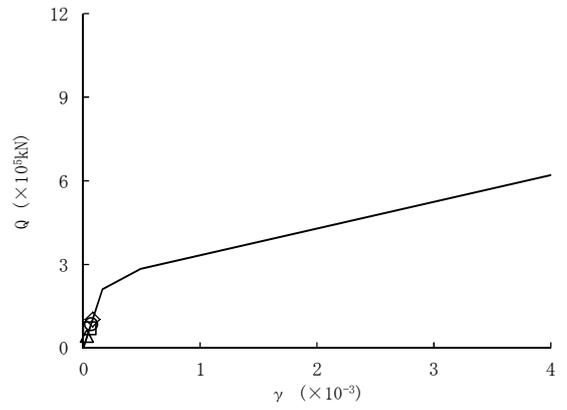
要素 1



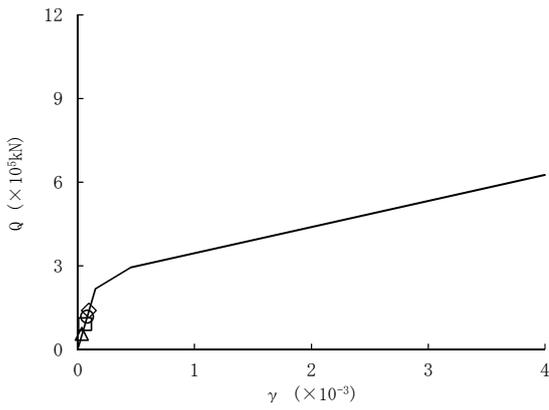
要素 2



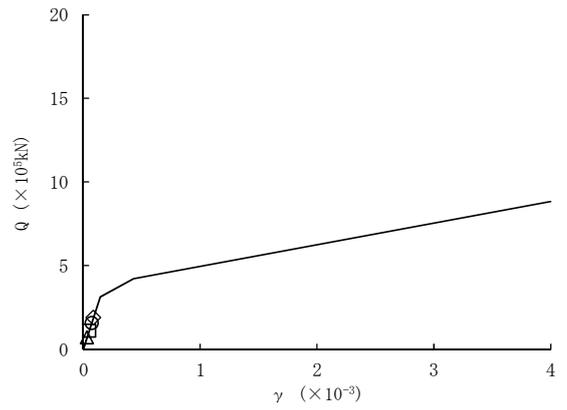
要素 3



要素 4

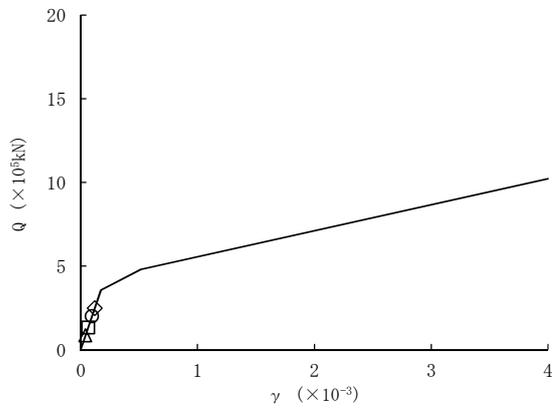


要素 5

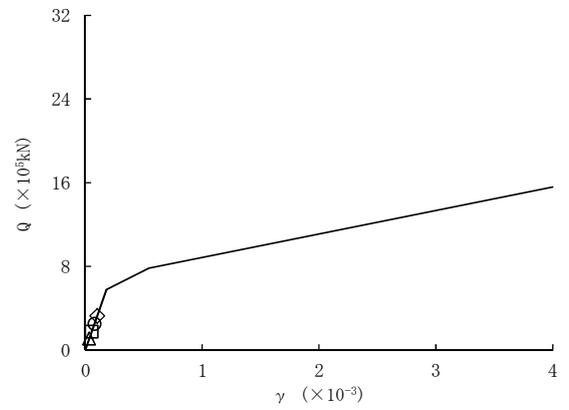


要素 6

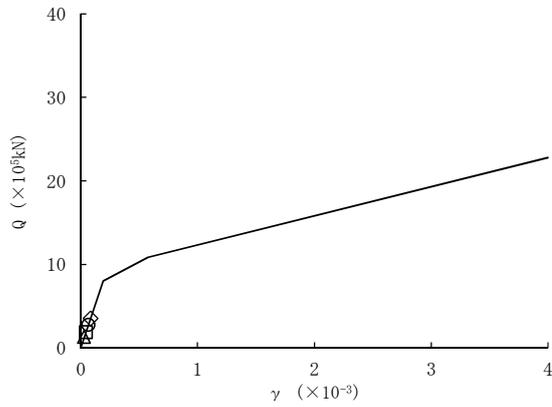
図2-52 (1/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(S<sub>d</sub>, 地盤物性-σ考慮モデル, EW方向)



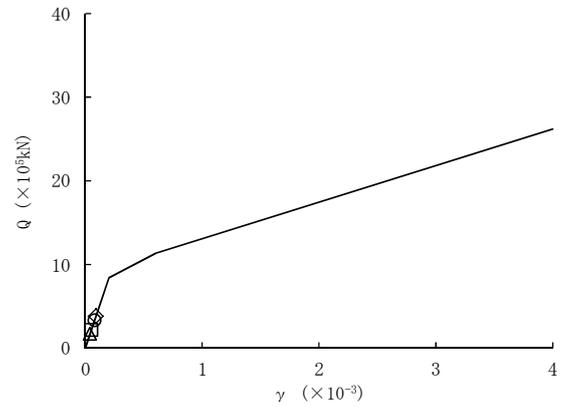
要素 7



要素 8



要素 9



要素 10

図 2-52 (2/2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
( $S_d$ , 地盤物性- $\sigma$ 考慮モデル, EW 方向)

別紙 4 使用済燃料乾式貯蔵建屋等の地盤物性のばらつきについて

## 目次

1. 使用済燃料乾式貯蔵建屋.....	1
2. 改良地盤物性のばらつき.....	3

1. 使用済燃料乾式貯蔵建屋

地震応答解析に用いる地盤の速度構造モデル設定には、使用済燃料乾式貯蔵建屋近傍の地質調査結果を用いている。そのため、地盤物性の変動比率の設定に当たってはその試験結果の変動比率（ $\pm\sigma$ ）を直接用いることとした。PS 検層実施位置図を図 1-1 に、PS 検層の結果に基づく地層ごとのせん断波速度  $V_s$  及び粗密波速度  $V_p$  を表 1-1 に、試験結果を図 1-2 に、解析に用いたばらつきとして変動係数を表 1-2 に示す。

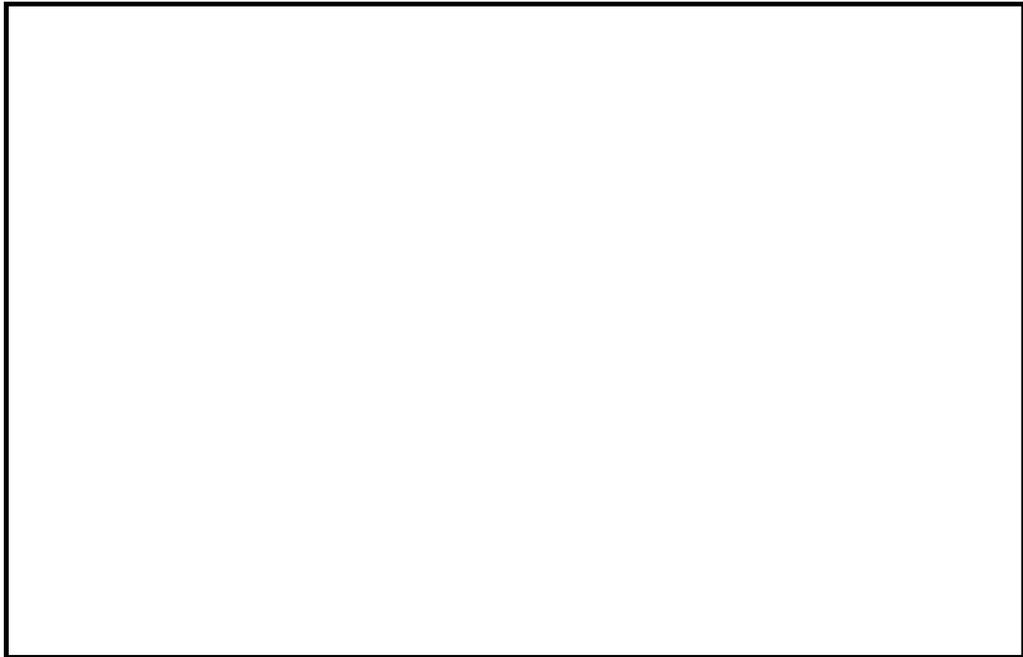


図 1-1 PS 検層実施位置図

表 1-1 PS 検層結果

地層			平均値	
			$V_s$ (m/s)	$V_p$ (m/s)
第四系	du層	不飽和	210	482
		飽和		1850
	Ag2層	不飽和	240	446
		飽和		1801
	Ac層	飽和	$163-1.54 \cdot z$	$1240-1.93 \cdot z$
	As層	飽和	$211-1.19 \cdot z$	$1360-1.78 \cdot z$
	Ag1層	飽和	350	1950
	D2c-3層	飽和	270	1770
	D2s-3層	飽和	380	1400
	D2g-3層	飽和	500	1879
	lm層	不飽和	130	1180
	D1c-1層	飽和	280	1730
	D1g-1層	不飽和	390	903
		飽和		1757
新第三系	Km層	飽和	$433-0.771 \cdot z$	$1650-0.910 \cdot z$

$z$ : 標高(m)

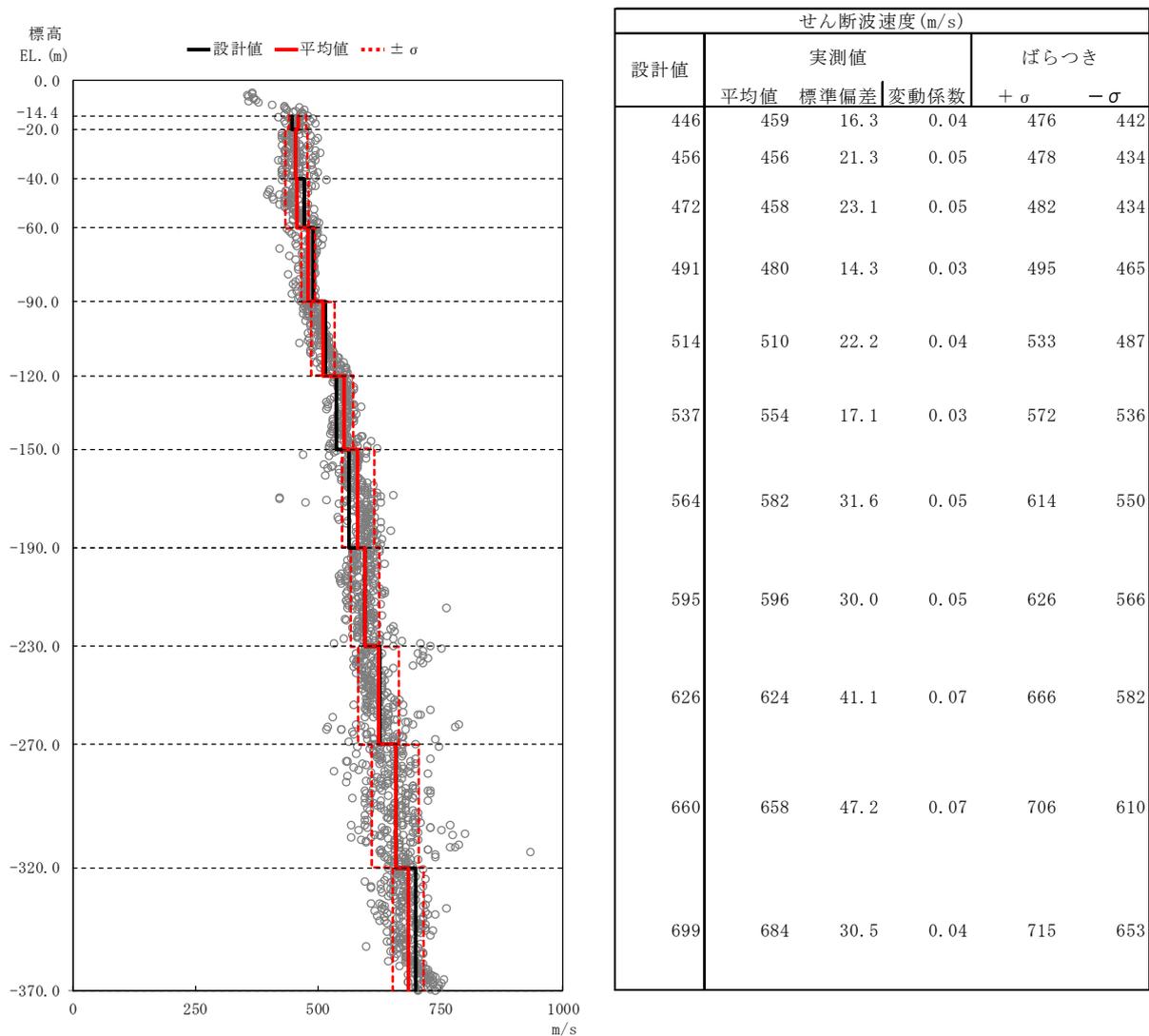


図 1-2 試験結果 (Km 層)

表 1-2 地盤のせん断波速度の変動の比率  
(使用済燃料乾式貯蔵建屋)

地層名		変動の比率
表層地盤	du	$\pm 0.04$
	Ag2	$\pm 0.10$
	D2c-3	$\pm 0.11$
	D2g-3	$\pm 0.13$
支持地盤	Km	$\pm 0.07$

Km 層のばらつきは最大値を示す。

2. 改良地盤物性のばらつき

主排気筒及び非常用ガス処理系配管支持架構の解析に用いた改良地盤物性のばらつきを表 2-1 に、緊急時対策所建屋のばらつきを表 2-2 に示す。

表 2-1 改良地盤のせん断波速度の変動の比率  
(主排気筒, 非常用ガス処理系配管支持架構)

地層名		目標値 (m/s)	平均値*1 (m/s)	変動の比率*2
改良地盤	du	800	1767	±0.07
	Ag2	800	1845	±0.10
	D2g-3*3	800	1239	±0.38
	D2c-3	500	756	±0.22
	D2g-3*4	500	1239	±0.38

\*1 : 試験施工の平均値

\*2 : 試験施工のばらつき

\*3 : EL-7.0m~-4.0m

\*4 : EL-14.0m~-9.0m

表 2-2 改良地盤のせん断波速度の変動の比率  
(緊急時対策所建屋)

地層名	目標値 (m/s)	平均値*1 (m/s)	変動の比率*2
改良地盤	760	1700	±0.06

\*1 : 試験施工の平均値

\*2 : 試験施工のばらつき

別紙5 鉄筋コンクリート部の減衰定数を3%とした場合の影響について

追而