

図3-10 最大応答加速度 (Ss-1, 鉛直方向)

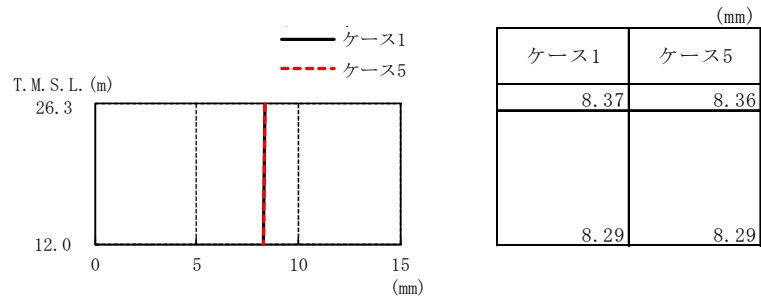


図3-11 最大応答変位 (Ss-1, 鉛直方向)

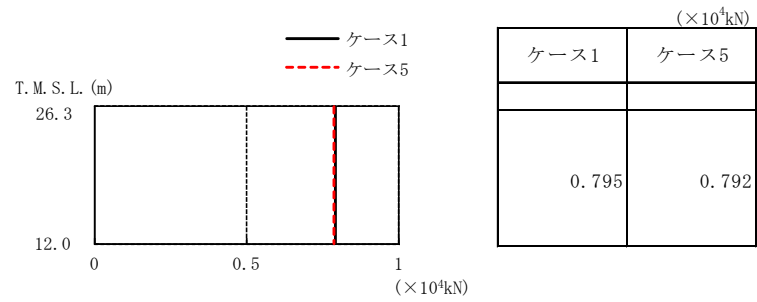


図3-12 最大応答軸力 (Ss-1, 鉛直方向)

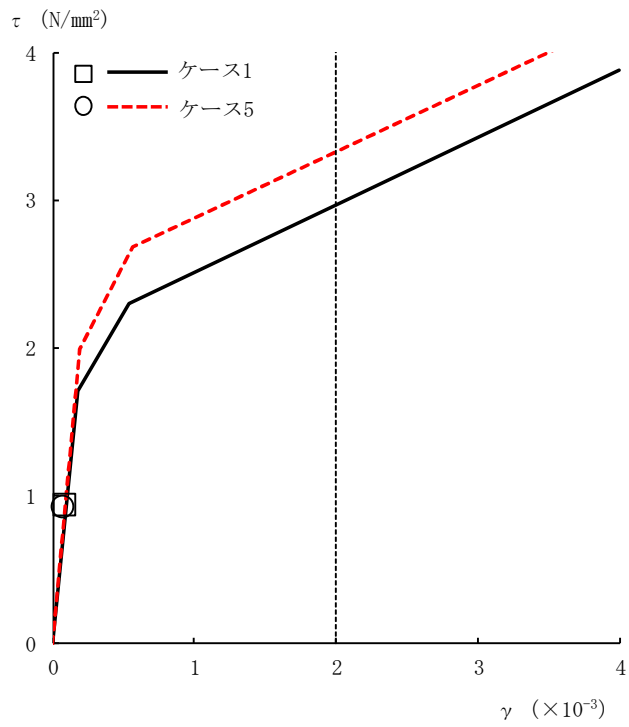


図3-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS方向)

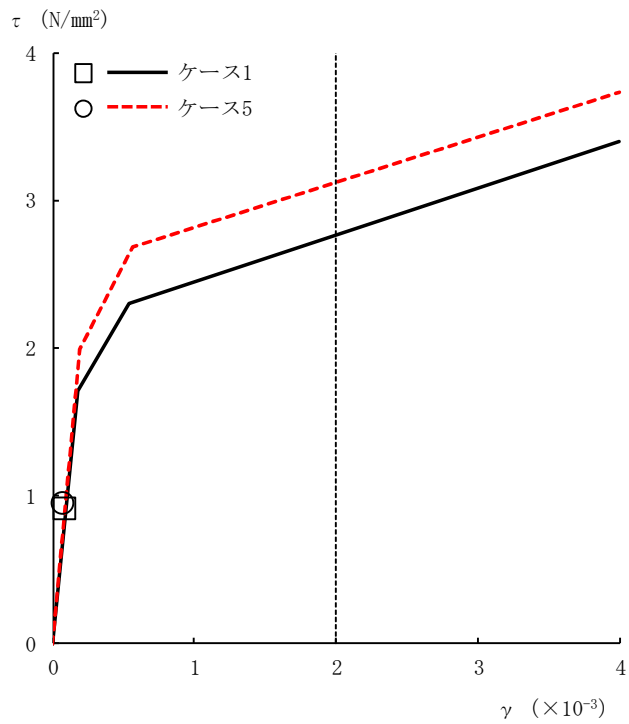


図3-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW方向)

表3-2 杭頭断面力一覧

(a) 最大応答軸力

解析 ケース	ケース1		ケース5	
	杭番号	N _{max} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	N _{max} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	2401	7.52	2401	7.55
Ss-1 (EW)	101	8.63	101	8.60

注：圧縮を正，引張を負とする

(b) 最小応答軸力

解析 ケース	ケース1		ケース5	
	杭番号	N _{min} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	N _{min} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	101	-6.42	101	-6.41
Ss-1 (EW)	601	-6.96	601	-6.95

注：圧縮を正，引張を負とする

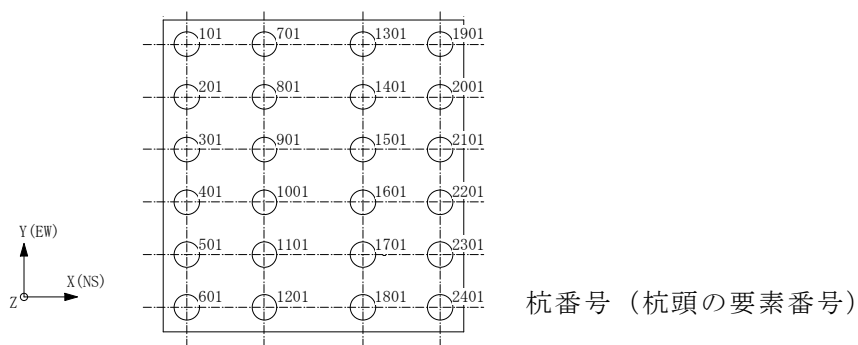
(c) 最大応答曲げモーメント

解析 ケース	ケース1			ケース5		
	杭番号	N ($\times 10^3$ kN)	M _{max} ($\times 10^4$ kN・m)	杭番号	N ($\times 10^3$ kN)	M _{max} ($\times 10^4$ kN・m)
Ss-1 (NS)	1901	7.33	1.06	1901	7.42	1.07
Ss-1 (EW)	1901	8.03	1.10	1901	8.00	1.12

注：Nは最大応答曲げモーメント発生時の軸力を示す

(d) 最大応答せん断力

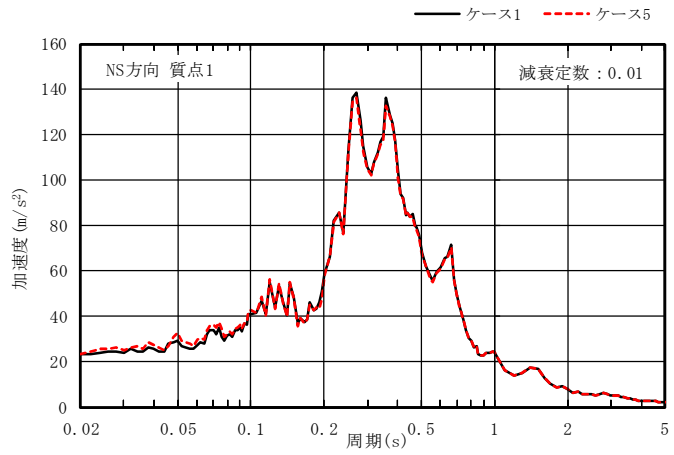
解析 ケース	ケース1		ケース5	
	杭番号	Q _{max} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	Q _{max} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	1901	5.02	1901	5.09
Ss-1 (EW)	1901	4.98	1901	5.06



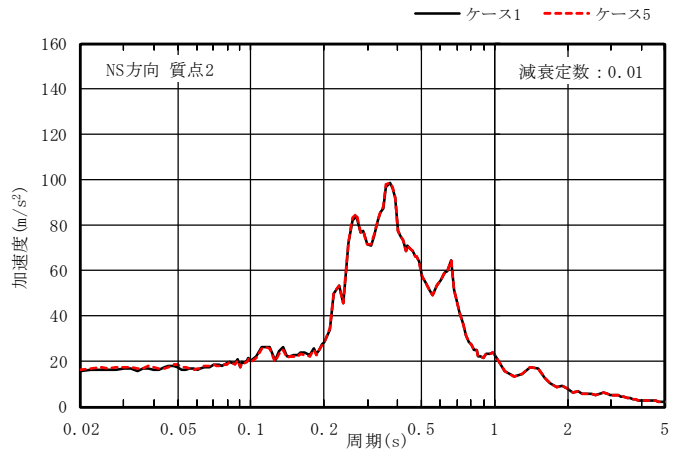
4. 床応答に対する影響

Ss-1 におけるケース 5 の床応答スペクトルとケース 1 の床応答スペクトルの比較を図 4-1 及び図 4-2 に示す。

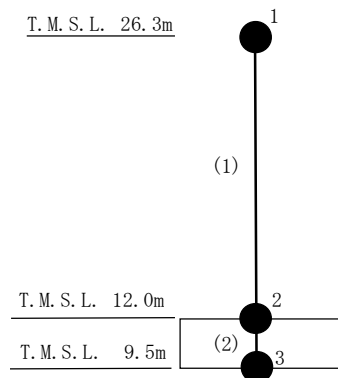
図 4-1 及び図 4-2 に示すとおり，ケース 5 の床応答スペクトルはケース 1 の床応答スペクトルと主要な周期帯において同等であることを確認した。



(a) 質点 1

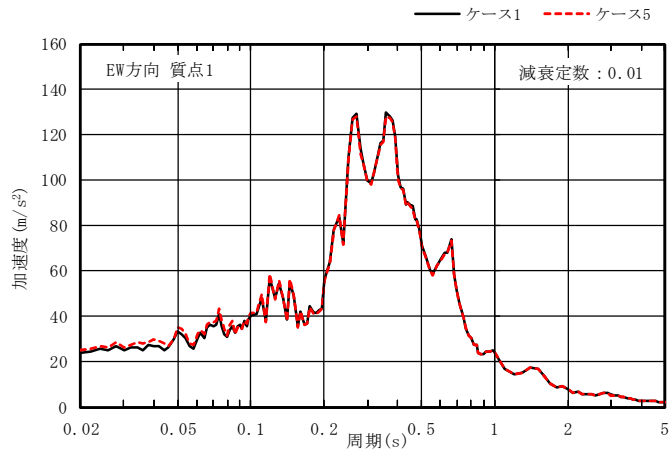


(b) 質点 2

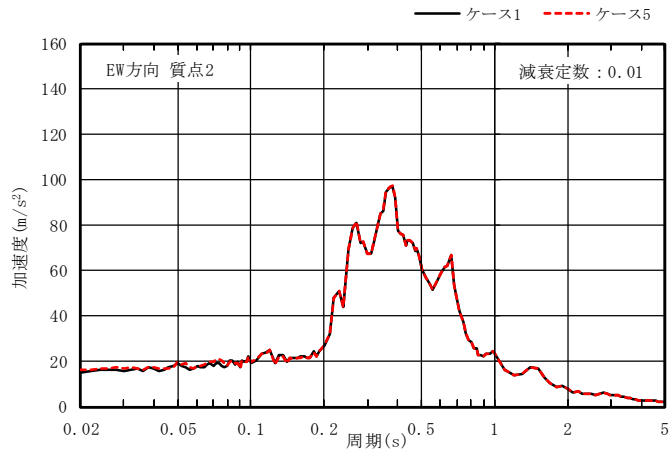


注：数字は質点番号を，（ ）内は部材番号を示す。

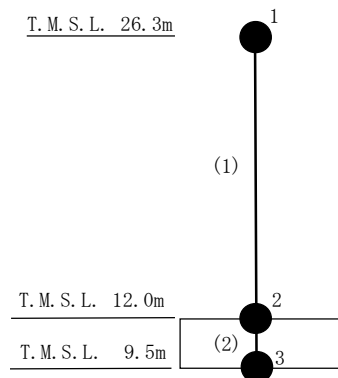
図 4-1 床応答スペクトル比較 (Ss-1, NS 方向, h=0.01)



(a) 質点 1



(b) 質点 2



注：数字は質点番号を，（ ）内は部材番号を示す。

図 4-2 床応答スペクトル比較 (Ss-1, EW 方向, h=0.01)

5. まとめ

装置基礎剛性の不確かさを考慮したモデルを用いて、Ss-1 に対する地震応答解析を実施し、基本ケースの結果と比較した。

その結果、装置基礎剛性の不確かさを考慮したモデルの固有振動数、最大応答値及び床応答スペクトルは、基本ケースの結果と主要な周期帯において同等となることから、耐震評価に影響を与えないことを確認した。

別紙6 装置基礎の減衰定数の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 6-1
2. 検討方針	別紙 6-2
2.1 装置基礎の減衰定数の不確かさの設定	別紙 6-2
2.2 入力地震動	別紙 6-2
3. 検討結果	別紙 6-3
4. 床応答に対する影響	別紙 6-9
5. まとめ	別紙 6-12

1. 概要

格納容器圧力逃がし装置基礎（以下「装置基礎」という。）の減衰定数については、V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の補足説明資料「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」の別紙4「地震応答解析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」に示す通り5%を用いている。ただし、装置基礎については、重要な設備を内包しているため、機器・配管系への影響評価の観点で、装置基礎の減衰定数の不確かさを考慮した場合の影響を検討する。本資料は、装置基礎の減衰定数の不確かさを考慮した地震応答解析を行い、装置基礎の減衰定数が機器・配管系評価に与える影響を確認するものである。

2. 検討方針

2.1 装置基礎の減衰定数の不確かさの設定

地震応答解析モデルにおける装置基礎の減衰定数の不確かさ検討の設定を表2-1に示す。装置基礎については、V-2-2-13「格納容器圧力逃がし装置基礎の地震応答計算書」に示すとおり耐震壁の最大せん断ひずみが小さいことを踏まえ、鉄筋コンクリート造部の減衰定数の不確かさとして3%を設定する。

表 2-1 装置基礎の減衰定数の不確かさ検討の設定

地震応答解析モデル	装置基礎の減衰定数
基本ケース	5%
不確かさ	3%

2.2 入力地震動

本検討は、機器・配管系評価に与える影響を確認するために行うことから、検討に用いる地震波は、位相特性の偏りがなく、全周期帯において安定した応答を生じさせるSs-1とする。なお、Ss-1については水平方向の方向性が定義されていないことから、地震応答解析においてNS方向、EW方向及び鉛直方向をそれぞれ入力する。

3. 検討結果

装置基礎の減衰定数の不確かさを考慮した S_s-1 による地震応答解析結果を図3-1～図3-13及び表3-1に示す。表、図中では基本ケースをケース1，装置基礎の減衰定数の不確かさを考慮したケースをケース6として示す。ケース6の最大応答値は，ケース1の結果と同等であることを確認した。

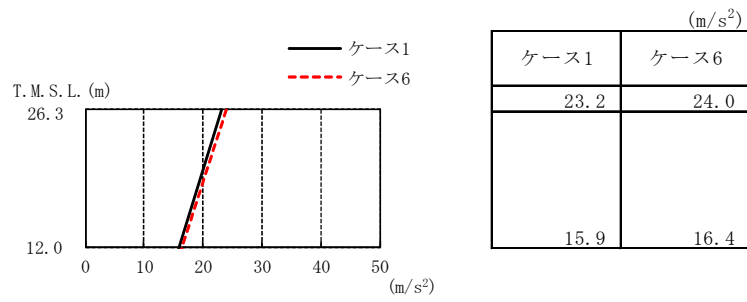


図3-1 最大応答加速度 (Ss-1, NS方向)

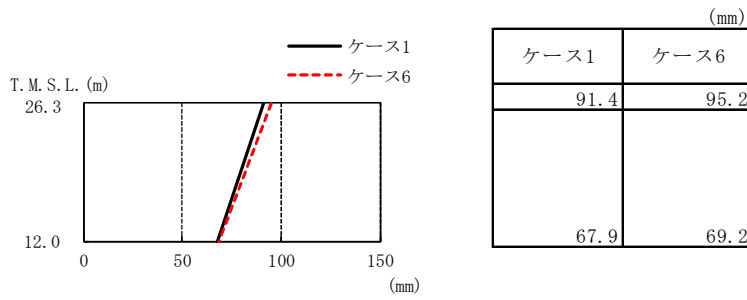


図3-2 最大応答変位 (Ss-1, NS方向)

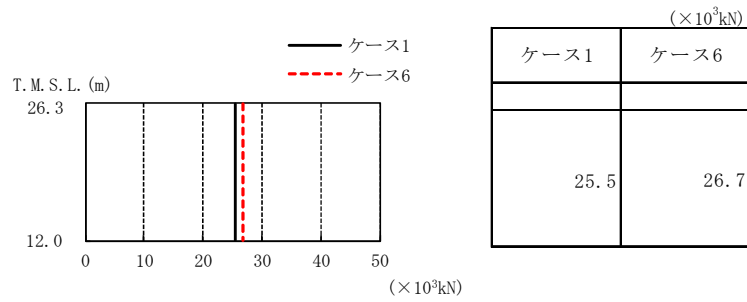


図3-3 最大応答せん断力 (Ss-1, NS方向)

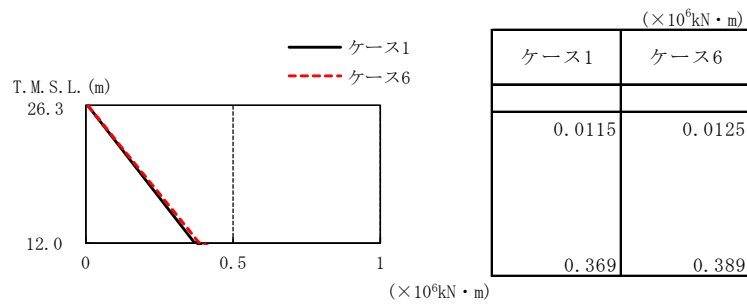


図3-4 最大応答曲げモーメント (Ss-1, NS方向)

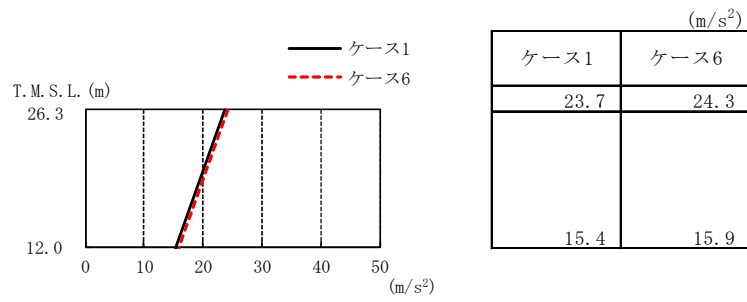


図3-5 最大応答加速度 (SS-1, EW方向)

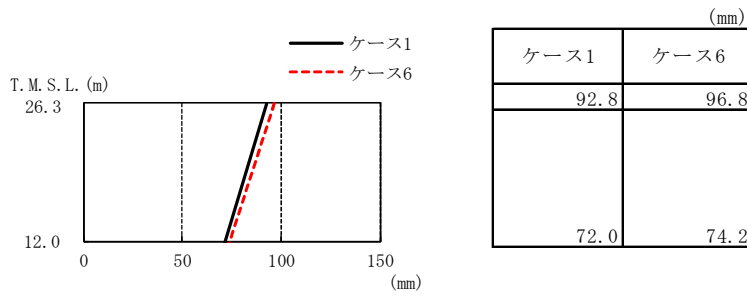


図3-6 最大応答変位 (SS-1, EW方向)

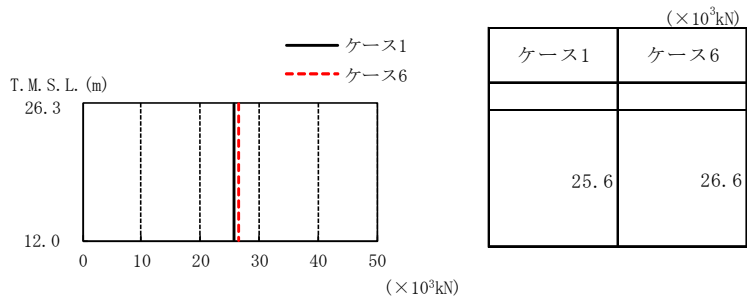


図3-7 最大応答せん断力 (SS-1, EW方向)

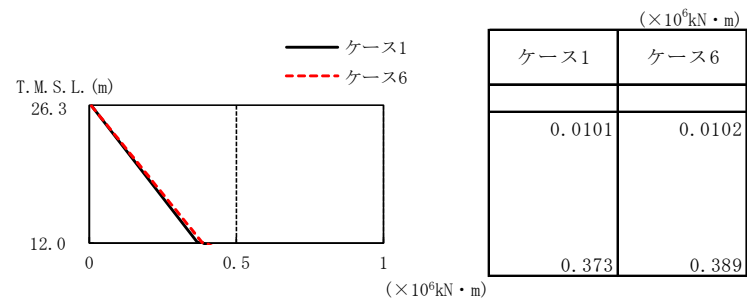


図3-8 最大応答曲げモーメント (SS-1, EW方向)

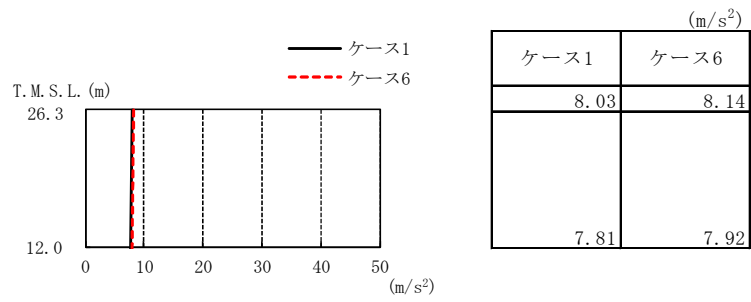


図3-9 最大応答加速度 (Ss-1, 鉛直方向)

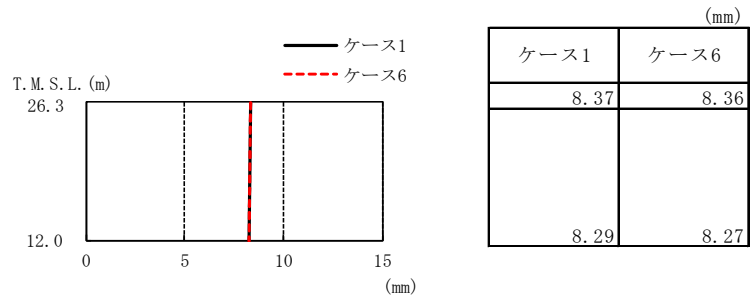


図3-10 最大応答変位 (Ss-1, 鉛直方向)

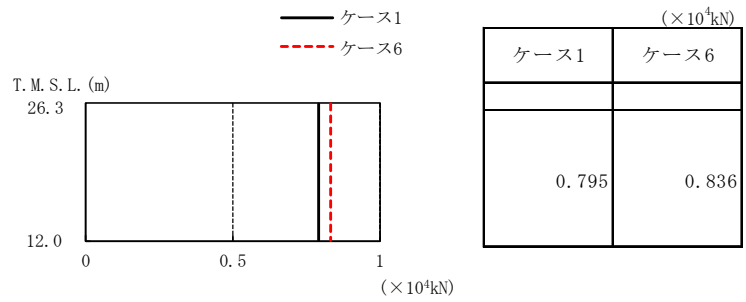


図3-11 最大応答軸力 (Ss-1, 鉛直方向)

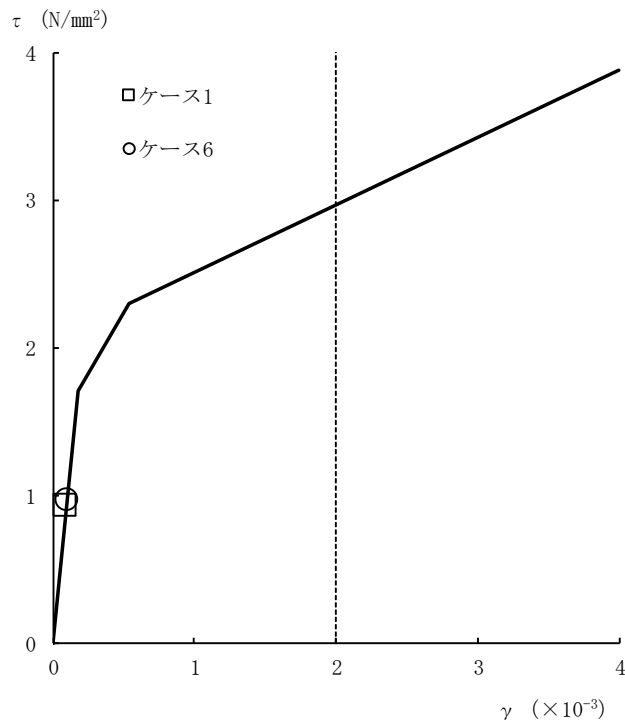


図3-12 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS方向)

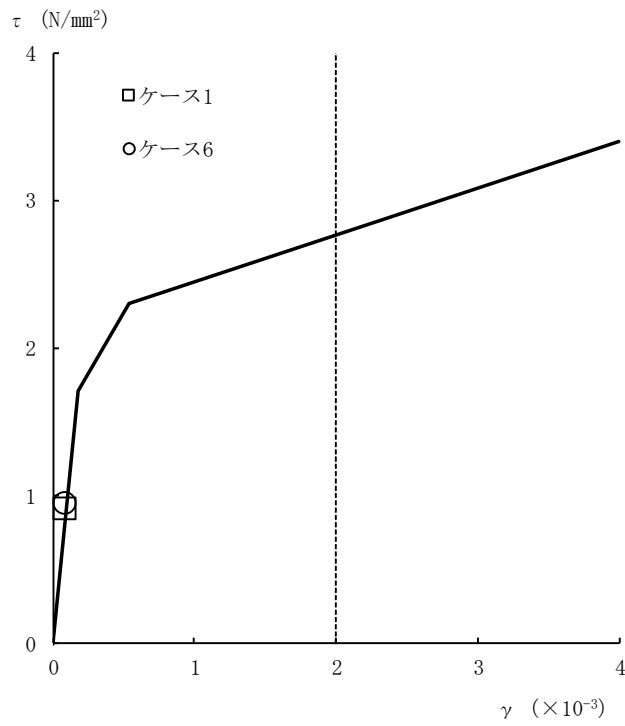


図3-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW方向)

表3-1 杭頭断面力一覧

(a) 最大応答軸力

解析 ケース	ケース1		ケース6	
	杭番号	N _{max} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	N _{max} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	2401	7.52	2401	7.72
Ss-1 (EW)	101	8.63	101	8.89

注：圧縮を正，引張を負とする

(b) 最小応答軸力

解析 ケース	ケース1		ケース6	
	杭番号	N _{min} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	N _{min} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	101	-6.42	101	-6.70
Ss-1 (EW)	601	-6.96	601	-7.28

注：圧縮を正，引張を負とする

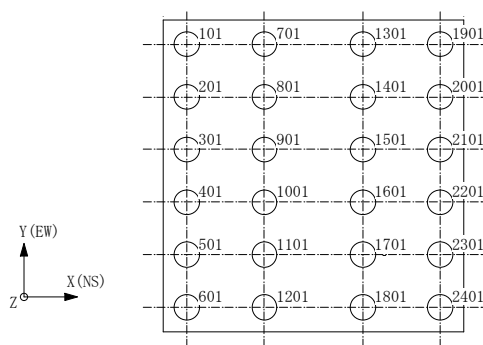
(c) 最大応答曲げモーメント

解析 ケース	ケース1			ケース6		
	杭番号	N ($\times 10^3$ kN)	M _{max} ($\times 10^4$ kN・m)	杭番号	N ($\times 10^3$ kN)	M _{max} ($\times 10^4$ kN・m)
Ss-1 (NS)	1901	7.33	1.06	1901	7.52	1.07
Ss-1 (EW)	1901	8.03	1.10	1901	8.28	1.15

注：Nは最大応答曲げモーメント発生時の軸力を示す

(d) 最大応答せん断力

解析 ケース	ケース1		ケース6	
	杭番号	Q _{max} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	Q _{max} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	1901	5.02	1901	5.14
Ss-1 (EW)	1901	4.98	1901	5.21

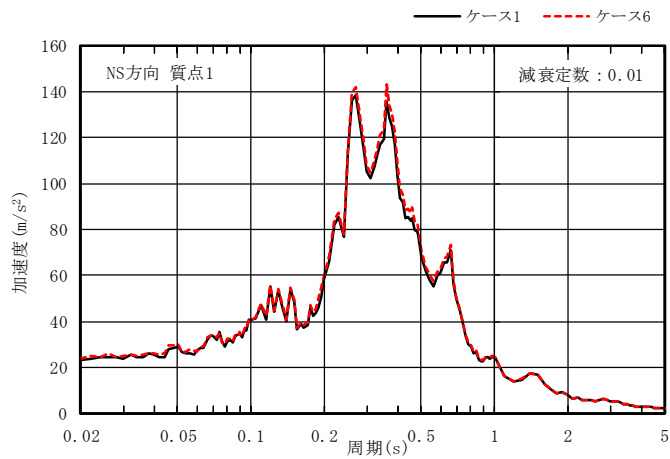


杭番号（杭頭の要素番号）

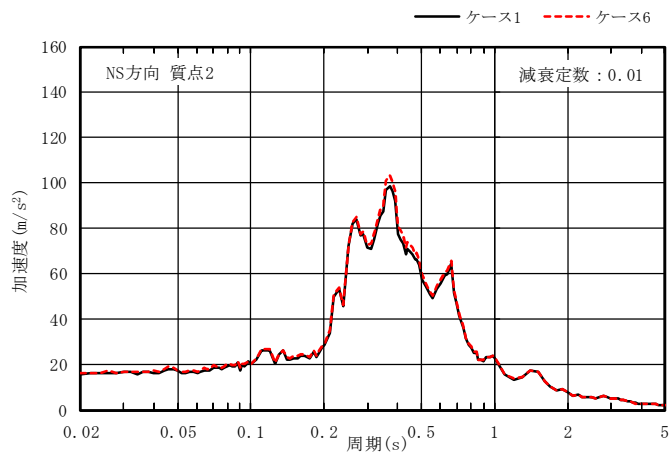
4. 床応答に対する影響

Ss-1 におけるケース 6 の床応答スペクトルとケース 1 の床応答スペクトルの比較を図 4-1 及び図 4-2 に示す。

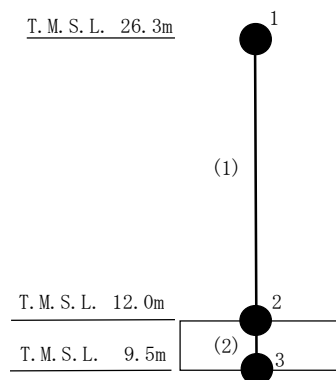
図 4-1 及び図 4-2 に示すとおり，ケース 6 の床応答スペクトルはケース 1 の床応答スペクトルと主要な周期帯において同等であることを確認した。



(a) 質点 1

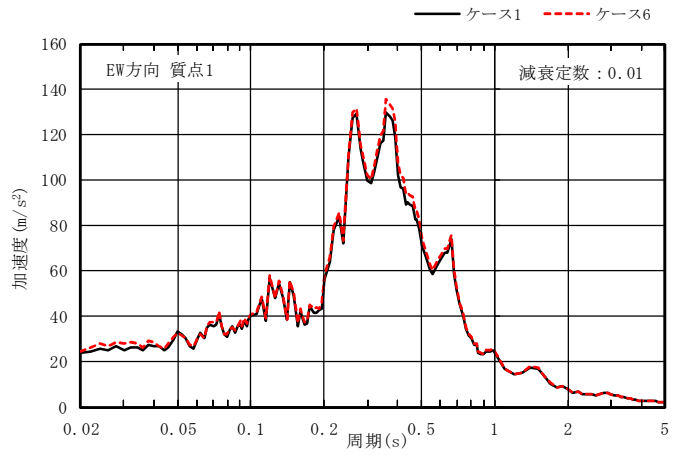


(b) 質点 2

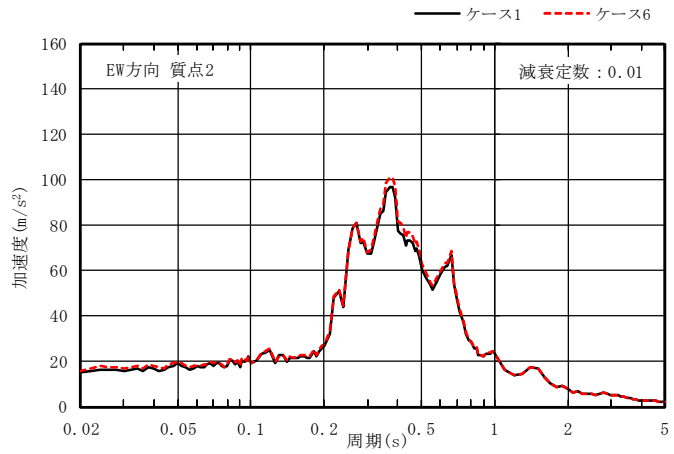


注：数字は質点番号を，（ ）内は部材番号を示す。

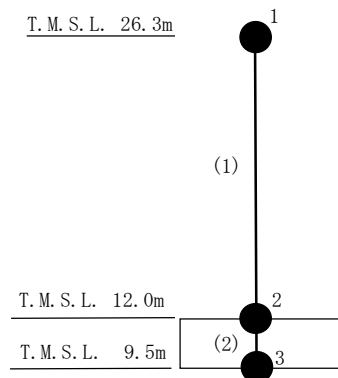
図 4-1 床応答スペクトル比較 (Ss-1, NS 方向, h=0.01)



(a) 質点 1



(b) 質点 2



注：数字は質点番号を，（ ）内は部材番号を示す。

図 4-2 床応答スペクトル比較 (Ss-1, EW 方向, h=0.01)

5. まとめ

装置基礎の減衰定数の不確かさを考慮したモデルを用いて、Ss-1 に対する地震応答解析を実施し、基本ケースの結果と比較した。

その結果、装置基礎の減衰定数の不確かさを考慮したモデルの最大応答値及び床応答スペクトルは、基本ケースの結果と主要な周期帯において同等となることから、耐震評価に影響を与えないことを確認した。

別紙7 地盤改良体の物性値の不確かさを考慮した地震応答解析結果

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 検討方針	別紙 7-2
2.1 地盤改良土の物性値の不確かさの設定	別紙 7-2
2.2 入力地震動	別紙 7-2
3. 検討結果	別紙 7-3
3.1 固有値解析結果	別紙 7-3
3.2 地震応答解析結果	別紙 7-6
4. 床応答に対する影響	別紙 7-12
5. まとめ	別紙 7-15

1. 概要

格納容器圧力逃がし装置基礎（以下「装置基礎」という。）の地盤改良土は施工中であるため、解析用物性値として設計値や近傍の既設地盤改良土*の解析用物性値を用いている。別紙3「地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討」においては、原地盤の地盤剛性の不確かさを考慮したが、地盤改良土の地盤剛性は設計値を上回るように施工され、構造物評価の観点では地盤剛性を低く評価する方が地盤のせん断変形が生じやすいことから、不確かさを考慮していない。ただし、装置基礎については、重要な設備を内包しているため、機器・配管系への影響評価の観点で、地盤改良土の物性値の不確かさを考慮した場合の影響を検討する。本資料は、地盤改良土の物性値の不確かさを考慮した地震応答解析を行い、地盤改良土の物性値が機器・配管系評価に与える影響を確認するものである。

注記*：2018年12月時点で竣工済の地盤改良土

2. 検討方針

2.1 地盤改良土の物性値の不確かさの設定

地盤改良土の物性値の不確かさ検討の考え方を表2-1に示す。地盤改良土の物性値の不確かさを考慮した解析用物性値は、装置基礎周辺における施工済の地盤改良土の事後調査結果に基づき設定する。なお、高圧噴射攪拌工法を用いた地盤改良土については、事後調査結果が得られてないため、置換工法（CD掘削工法）の解析用物性値で代用する。設定した解析用物性値を表2-2に示す。

原地盤については、別紙3「地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討」に示した地盤剛性の不確かさを考慮するものとし、初期せん断波速度に対して標準偏差に相当するばらつき（ $+1\sigma$ ）を考慮する。

表 2-1 地盤改良土の物性値の不確かさ検討の考え方

地震応答解析モデル	解析用物性値
基本ケース	設計値や近傍の既設地盤改良土の解析用物性値*
不確かさ	事後調査結果に基づく解析用物性値

注記*：V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」の補足説明資料を参照

表 2-2 地盤改良土の事後調査結果に基づく解析用物性値

標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_s (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	$G/G_0 \sim \gamma$	$h \sim \gamma$ (%)
+12.0	置換 (CD) 高圧噴射	1580	19.1	0.269	$1/(1+6.28 \gamma^{0.966})$	$\gamma / (0.615 \gamma + 0.00640) + 1.33$
	置換 (開削)	1650	19.4			
-3.5	置換 (CD) 高圧噴射	1580	19.2			
-10.6	置換 (開削)	1650	19.4			

注： γ はせん断ひずみ (%) を表す

2.2 入力地震動

本検討は、機器・配管系評価に与える影響を確認するために行うことから、検討に用いる地震波は、位相特性の偏りがなく、全周期帯において安定した応答を生じさせるSs-1とする。なお、Ss-1については水平方向の方向性が定義されていないことから、地震応答解析においてNS方向、EW方向及び鉛直方向をそれぞれ入力する。

3. 検討結果

3.1 固有値解析結果

地盤改良土の物性値の不確かさを考慮した地震応答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3-1、固有振動モードを図3-1に示す。表、図中では原地盤の地盤剛性を $+1\sigma$ としたケースをケース2、原地盤の地盤剛性を $+1\sigma$ とし地盤改良土の物性値の不確かさを考慮したケースをケース7として示す。

ケース7の固有振動数は、ケース2と同等であることを確認した。

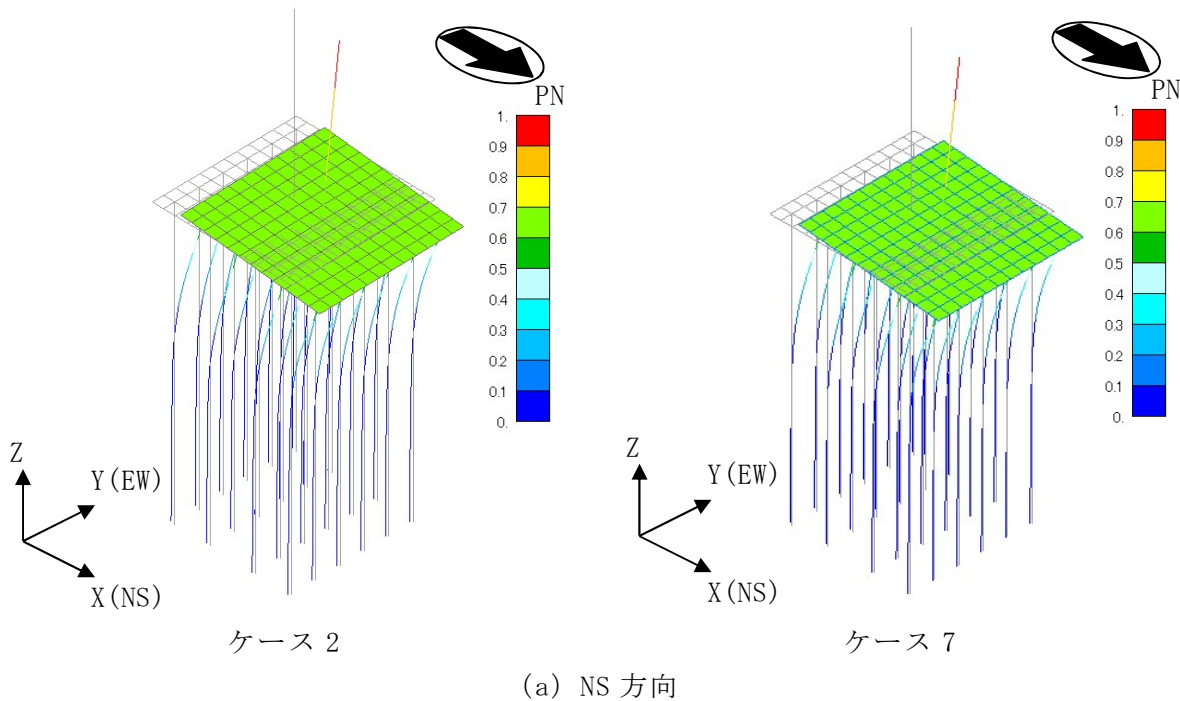
表 3-1 固有値解析結果 (Ss-1)

(単位 : Hz)

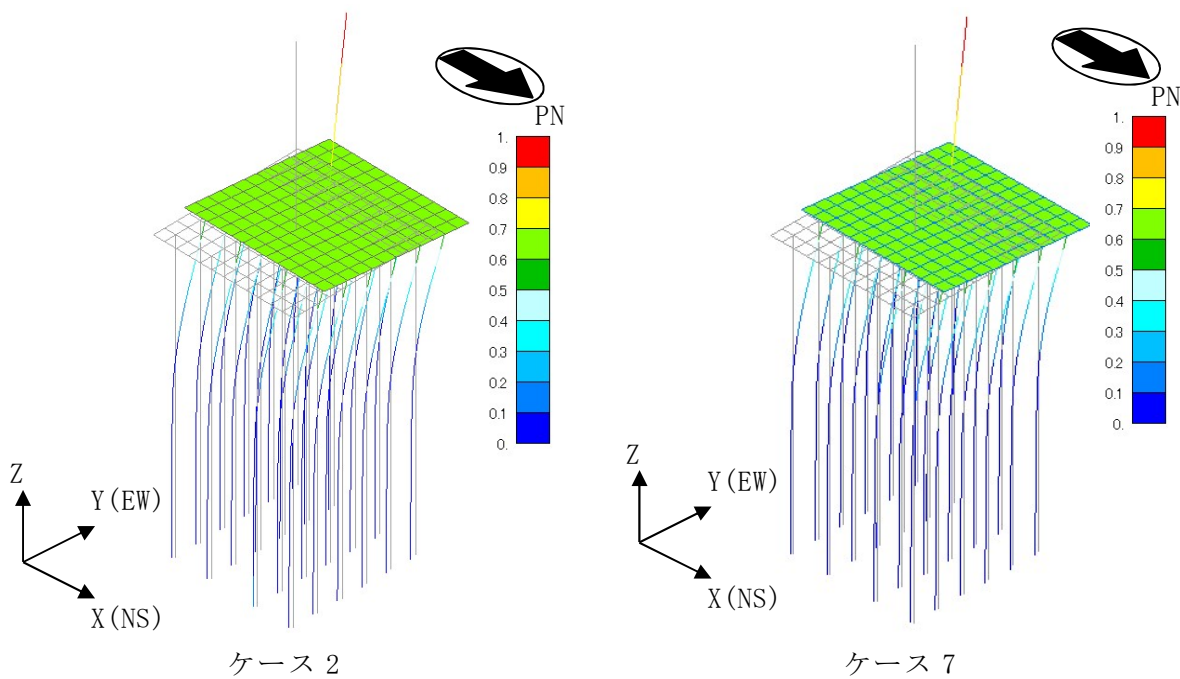
方向	ケース2	ケース7
NS	3.33	3.37 (1.01)
EW	3.27	3.29 (1.01)
鉛直	12.00	12.13 (1.01)

注1 : 建屋-杭連成一次モード

注2 : () 内は、ケース2に対する比率を示す



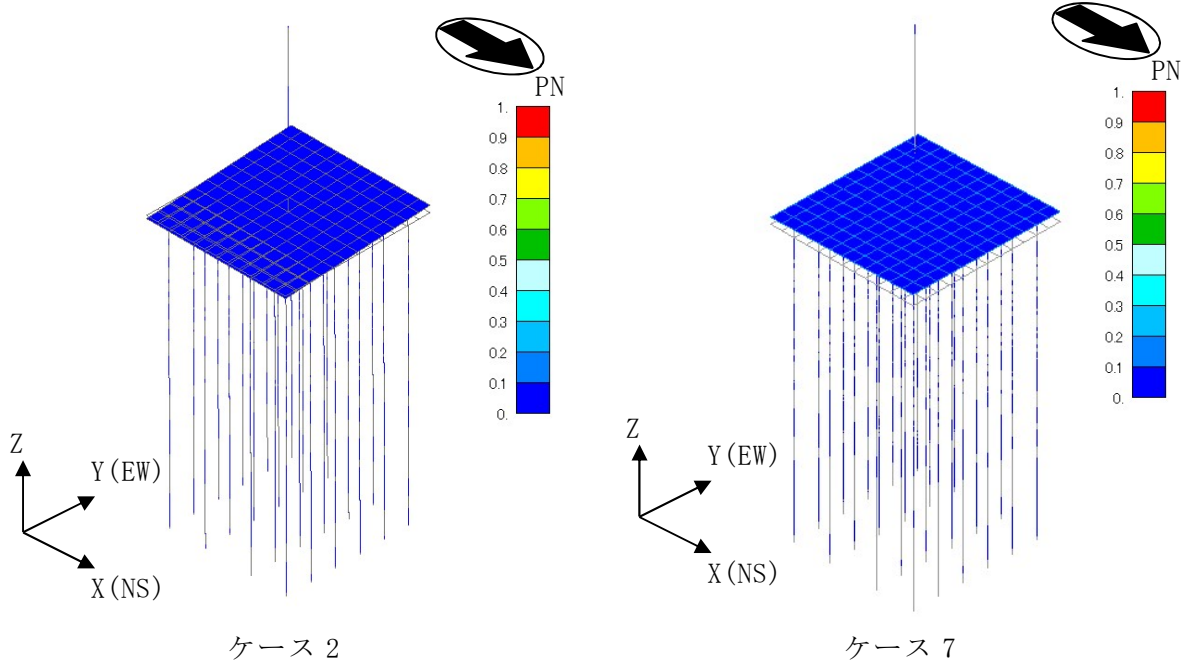
(a) NS 方向



(b) EW 方向

注：凡例は全体モデルにおいて基準化した固有ベクトルを示す。

図 3-1 固有振動モード (Ss-1) (1/2)



(c) 鉛直方向

注：凡例は全体モデルにおいて基準化した固有ベクトルを示す。

図 3-1 固有振動モード (Ss-1) (2/2)

3.2 地震応答解析結果

地盤改良土の物性値の不確かさを考慮したSs-1による地震応答解析結果を図3-2～図3-14及び表3-2に示す。ケース7の最大応答値は、ケース2の結果と同等であることを確認した。

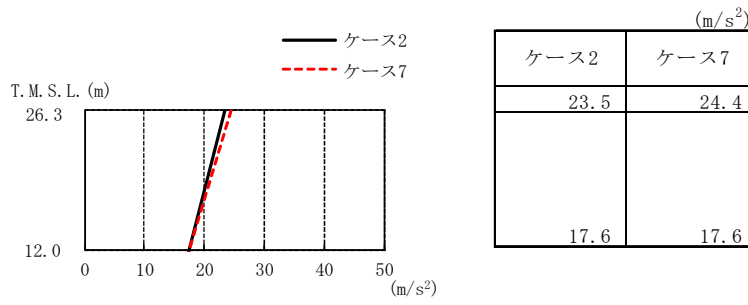


図3-2 最大応答加速度 (Ss-1, NS方向)

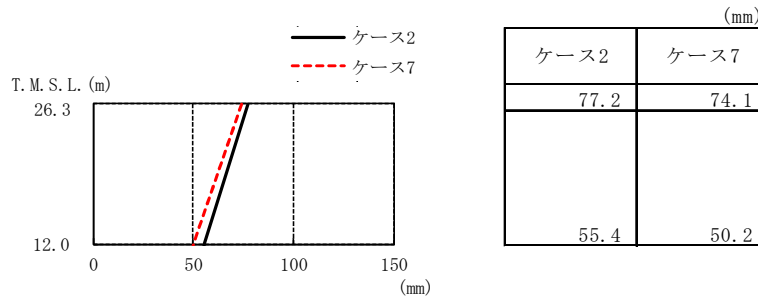


図3-3 最大応答変位 (Ss-1, NS方向)

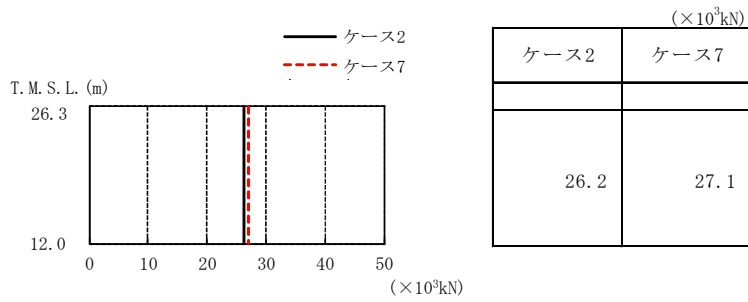


図3-4 最大応答せん断力 (Ss-1, NS方向)

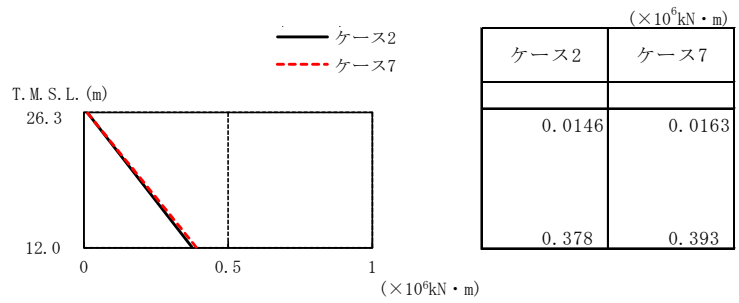


図3-5 最大応答曲げモーメント (Ss-1, NS方向)

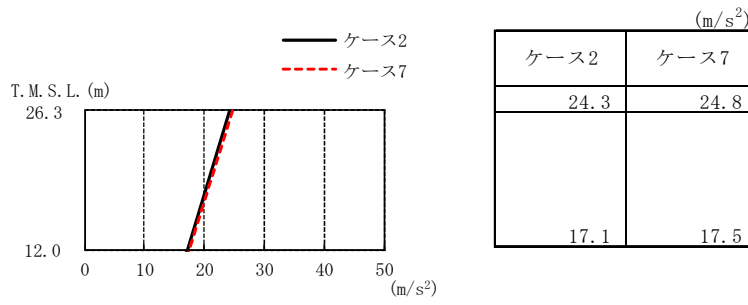


図3-6 最大応答加速度 (Ss-1, EW方向)

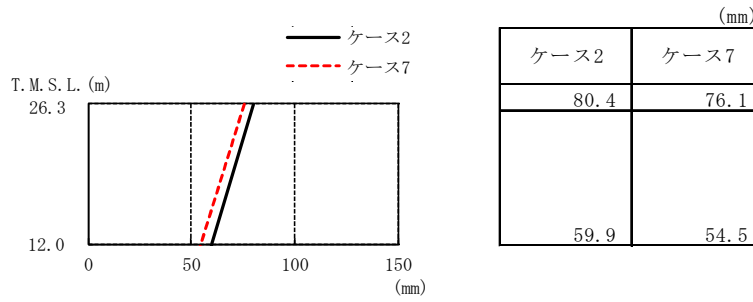


図3-7 最大応答変位 (Ss-1, EW方向)

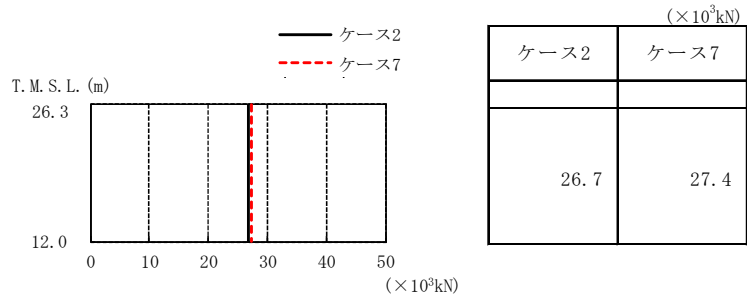


図3-8 最大応答せん断力 (Ss-1, EW方向)

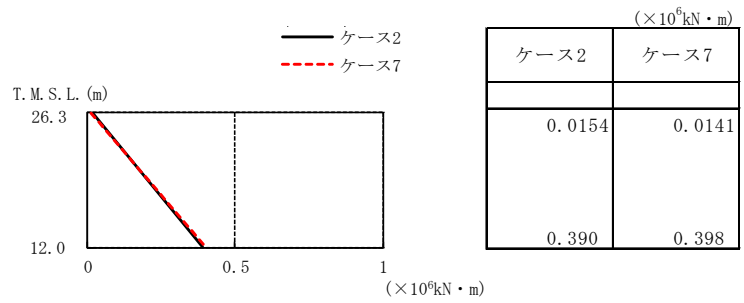


図3-9 最大応答曲げモーメント (Ss-1, EW方向)

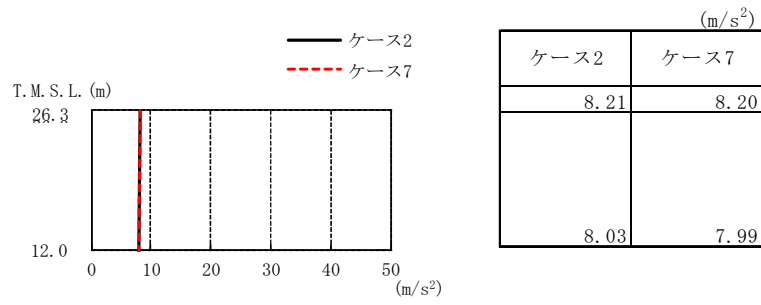


図3-10 最大応答加速度 (Ss-1, 鉛直方向)

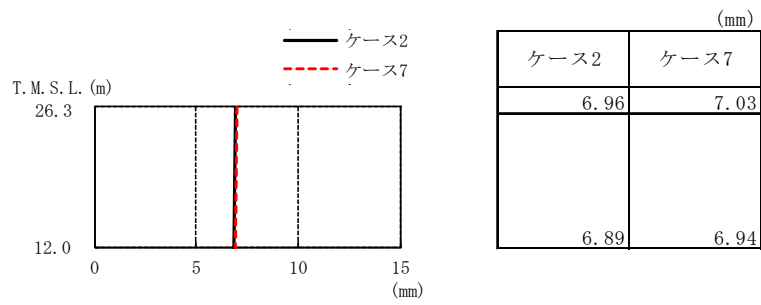


図3-11 最大応答変位 (Ss-1, 鉛直方向)

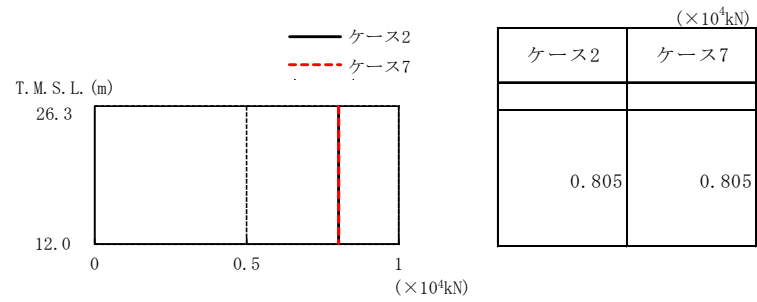


図3-12 最大応答軸力 (Ss-1, 鉛直方向)

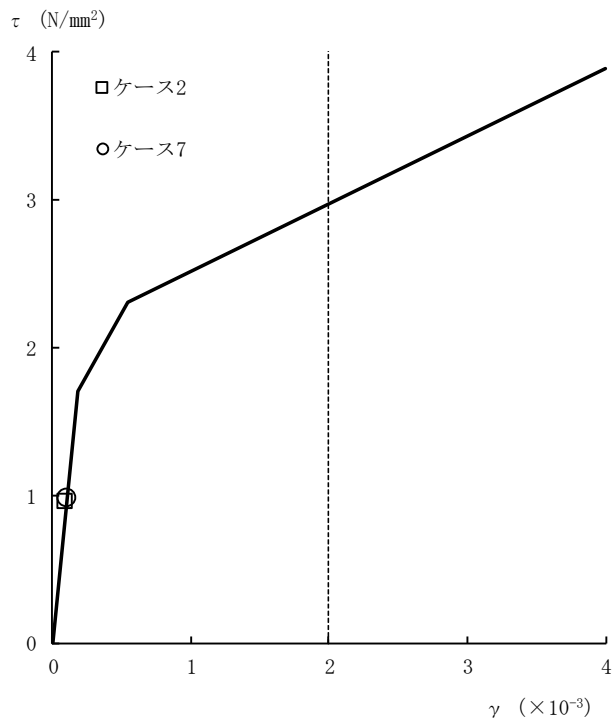


図3-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS方向)

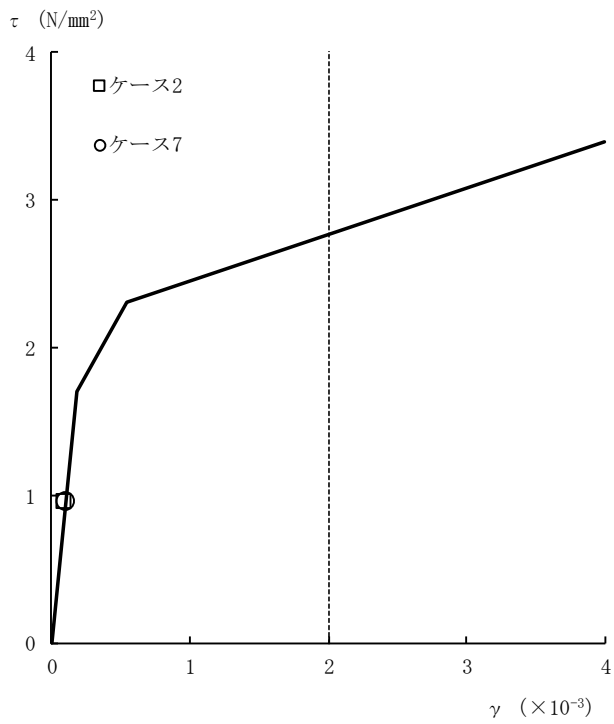


図3-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW方向)

表3-2 杭頭断面力一覧

(a) 最大応答軸力

解析 ケース	ケース2		ケース7	
	杭番号	N _{max} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	N _{max} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	101	7.47	101	7.83
Ss-1 (EW)	101	8.62	101	8.42

注：圧縮を正，引張を負とする

(b) 最小応答軸力

解析 ケース	ケース2		ケース7	
	杭番号	N _{min} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	N _{min} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	101	-6.24	101	-6.54
Ss-1 (EW)	601	-7.36	601	-7.45

注：圧縮を正，引張を負とする

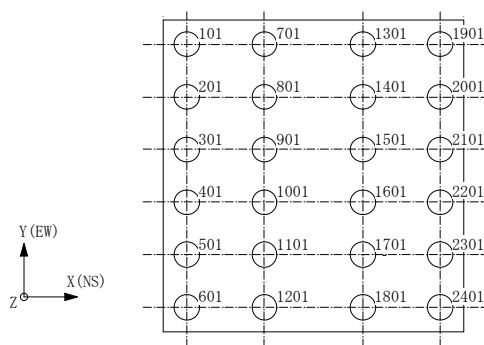
(c) 最大応答曲げモーメント

解析 ケース	ケース2			ケース7		
	杭番号	N ($\times 10^3$ kN)	M _{max} ($\times 10^4$ kN・m)	杭番号	N ($\times 10^3$ kN)	M _{max} ($\times 10^4$ kN・m)
Ss-1 (NS)	1901	6.55	0.984	1901	6.80	0.998
Ss-1 (EW)	1901	7.35	0.993	1901	7.41	1.01

注：Nは最大応答曲げモーメント発生時の軸力を示す

(d) 最大応答せん断力

解析 ケース	ケース2		ケース7	
	杭番号	Q _{max} ($\times 10^3$ kN)	杭番号	Q _{max} ($\times 10^3$ kN)
Ss-1 (NS)	1901	4.93	1901	5.22
Ss-1 (EW)	1901	4.90	1901	5.20

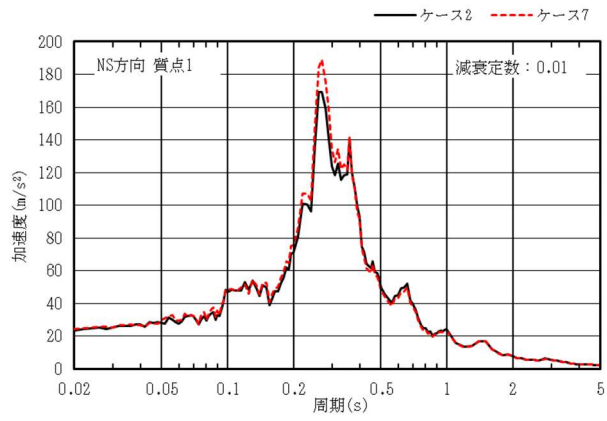


杭番号（杭頭の要素番号）

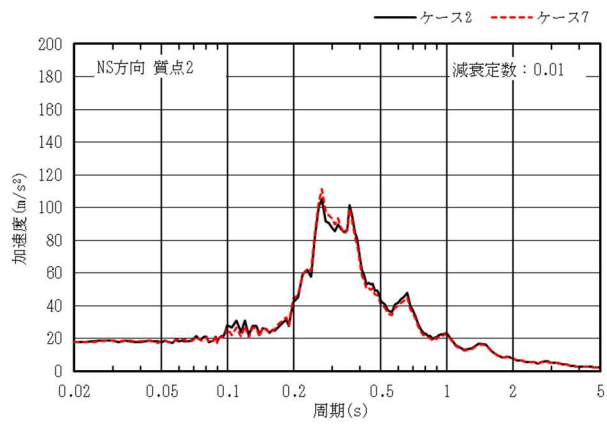
4. 床応答に対する影響

Ss-1 におけるケース 7 の床応答スペクトルとケース 2 の床応答スペクトルの比較を図 4-1 及び図 4-2 に示す。

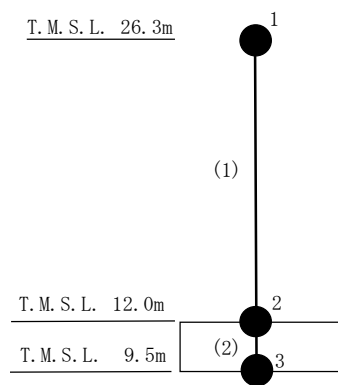
図 4-1 及び図 4-2 に示すとおり，ケース 7 の床応答スペクトルはケース 2 の床応答スペクトルと主要な周期帯において同等であることを確認した。



(a) 質点 1

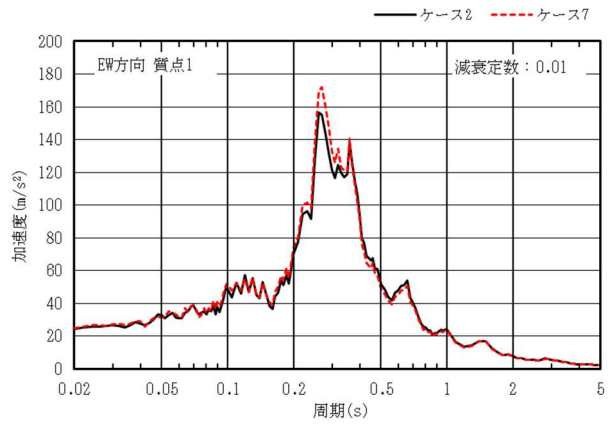


(b) 質点 2

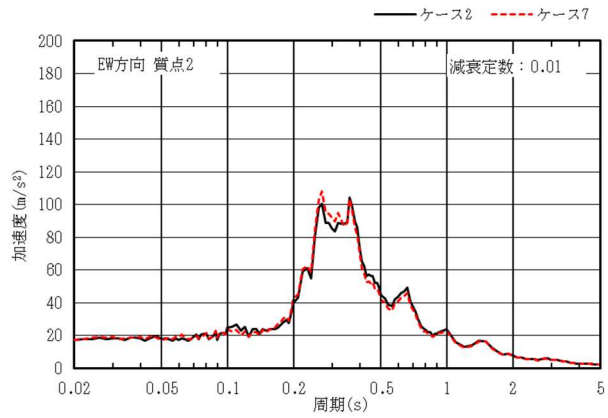


注：数字は質点番号を，（ ）内は部材番号を示す。

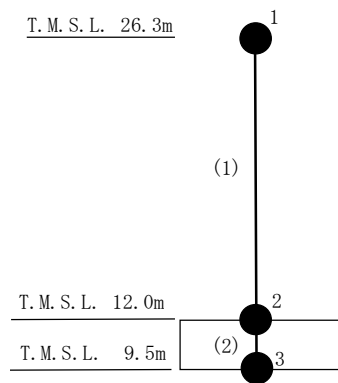
図 4-1 床応答スペクトル比較 (Ss-1, NS 方向, h=0.01)



(a) 質点 1



(b) 質点 2



注：数字は質点番号を，（ ）内は部材番号を示す。

図 4-2 床応答スペクトル比較 (Ss-1, EW 方向, h=0.01)

5. まとめ

地盤改良土の物性値の不確かさを考慮したモデルを用いて、Ss-1 に対する地震応答解析を実施し、地盤剛性+1 σ の結果と比較した。

その結果、地盤改良土の物性値の不確かさを考慮したモデルの固有振動数、最大応答値及び床応答スペクトルは、地盤剛性+1 σ の結果と主要な周期帯において同等となることから、耐震評価に影響を与えないことを確認した。