

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第6号機 設計及び工事計画審査資料	
資料番号	KK6 添-2-015 改1
提出年月日	2024年1月17日

VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書

KK6 ① VI-2-2-1 R0

2024年1月

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 位置	1
2.2 構造概要	2
2.3 解析方針	14
2.4 適用規格・基準等	16
3. 解析方法	17
3.1 設計用模擬地震波	17
3.2 地震応答解析モデル	40
3.2.1 水平方向モデル	41
3.2.2 鉛直方向モデル	42
3.3 解析方法	84
3.3.1 動的解析	84
3.3.2 静的解析	84
3.3.3 必要保有水平耐力	85
3.4 解析条件	86
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	86
3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性	95
3.4.3 誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価法	96
3.4.4 材料物性の不確かさ等	98
4. 解析結果	100
4.1 動的解析	100
4.1.1 固有値解析結果	100
4.1.2 応答解析結果	100
4.2 静的解析	166
4.3 必要保有水平耐力	169

別紙 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した地震応答解析

1. 概要

本資料は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びVI-1-1-3「発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうちVI-1-1-3-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」に基づく原子炉建屋の地震応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した各種応答値及び静的地震力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力として用いる。また、必要保有水平耐力については建物・構築物の構造強度の確認に用いる。

2. 基本方針

2.1 位置

原子炉建屋の設置位置を図2-1に示す。

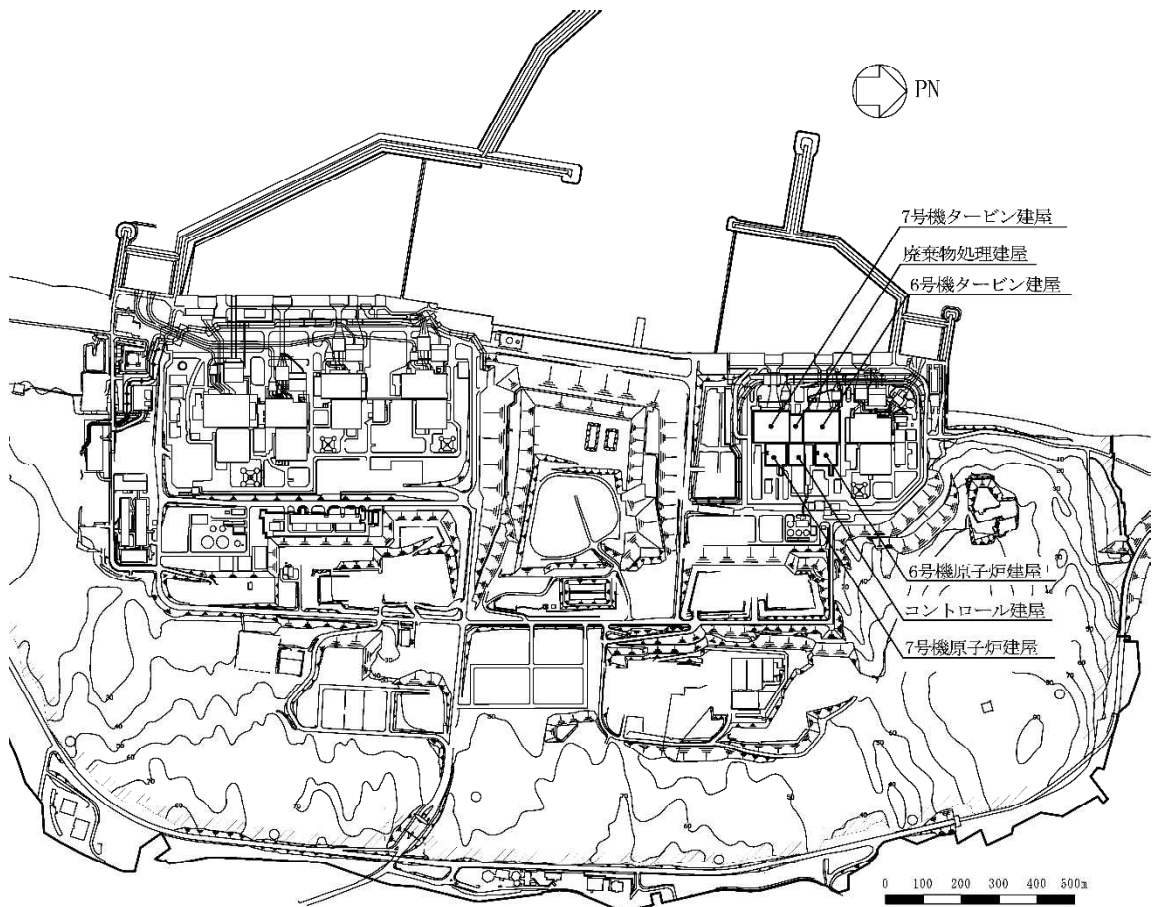


図 2-1 原子炉建屋の設置位置

2.2 構造概要

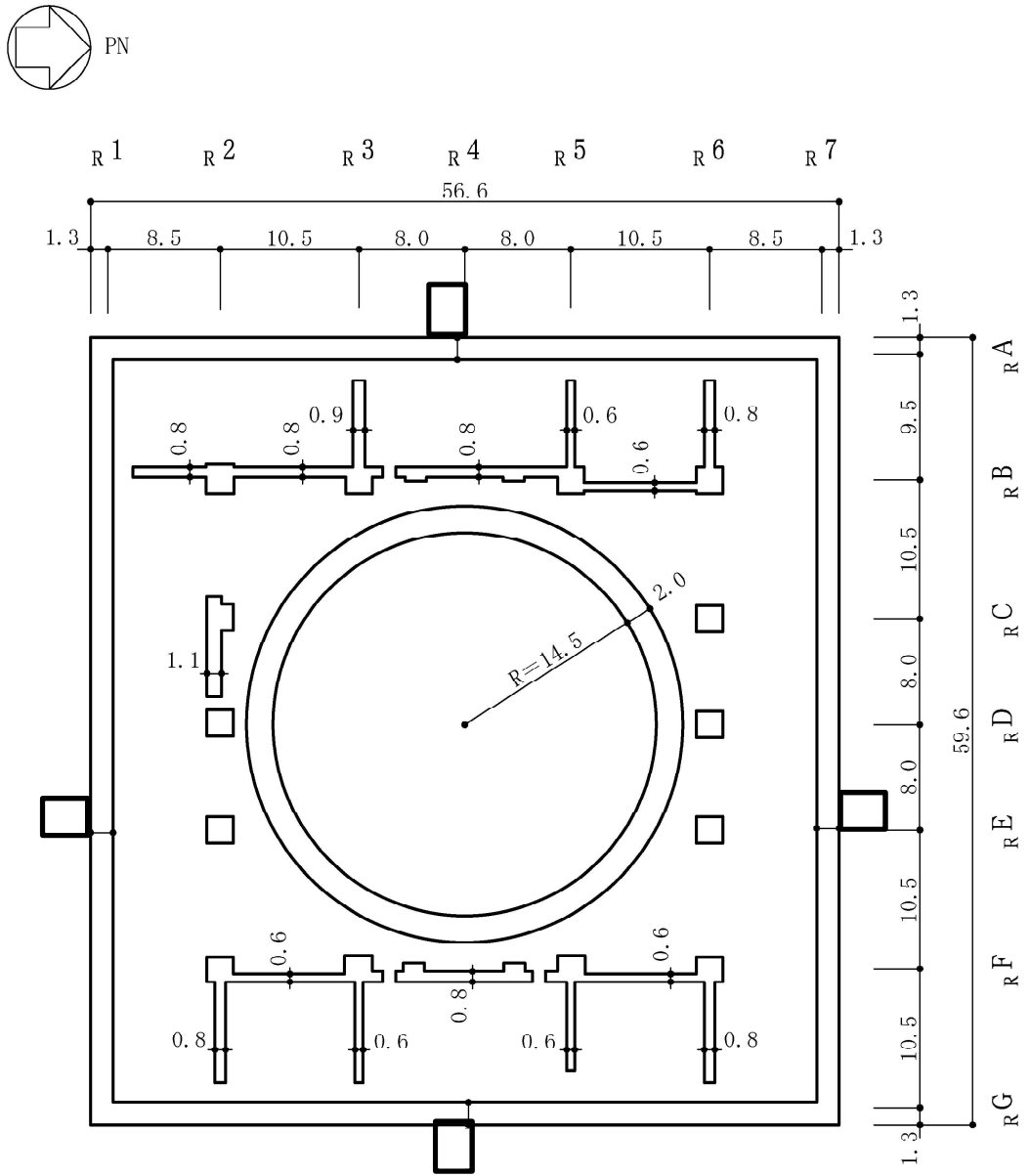
原子炉建屋は、地上4階、地下3階建ての鉄筋コンクリート造を主体とした建物で、屋根部分が鉄骨造（トラス構造）となっている。原子炉建屋の概略平面図及び概略断面図を図2-2及び図2-3に示す。

原子炉建屋の平面は、地下部分では56.6m（NS方向）×59.6m（EW方向）、最上階は39.0m（NS方向）×59.6m（EW方向）である。基礎スラブ底面からの高さは63.4mであり、地上高さは37.7mである。なお、原子炉建屋の屋根部分には主排気筒が設置されている。また、原子炉建屋は隣接する他の建屋と構造的に分離している。

原子炉建屋の基礎は厚さ5.5mのべた基礎で、支持地盤である泥岩上に設置している。

原子炉建屋の中央部には原子炉圧力容器を収容している鉄筋コンクリート製原子炉格納容器（以下「RCCV」という。）がある。RCCVは円筒形で基礎スラブ上から立ち上がり、床スラブによって原子炉建屋と一体構造になっている。このRCCVの高さは底部上端からトップスラブ部下端まで29.5m、内径は29.0mであり、壁厚は2.0mである。

原子炉建屋の主な耐震壁は、RCCVと外壁である。主要な耐震壁は建屋の中心に対してほぼ対称に配置しており、開口部も少なく、建屋は全体として非常に剛性の高い構造となっている。



注：東京湾平均海面を，以下「T.M.S.L.」という。

図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (B3F, T.M.S.L. -8.2m) (1/9) (単位 : m)

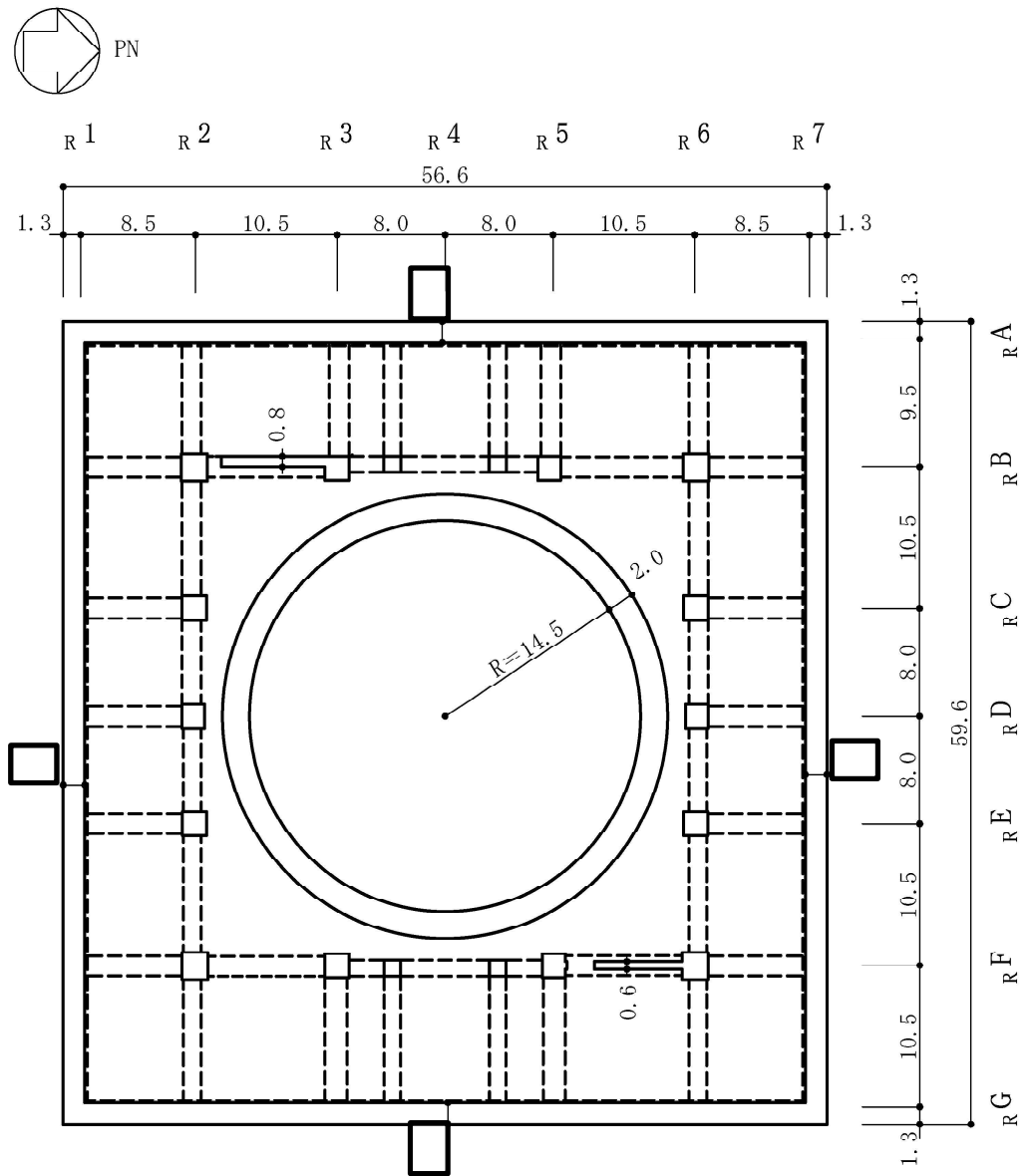


図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (B2F, T. M. S. L. -1.7m) (2/9) (単位 : m)

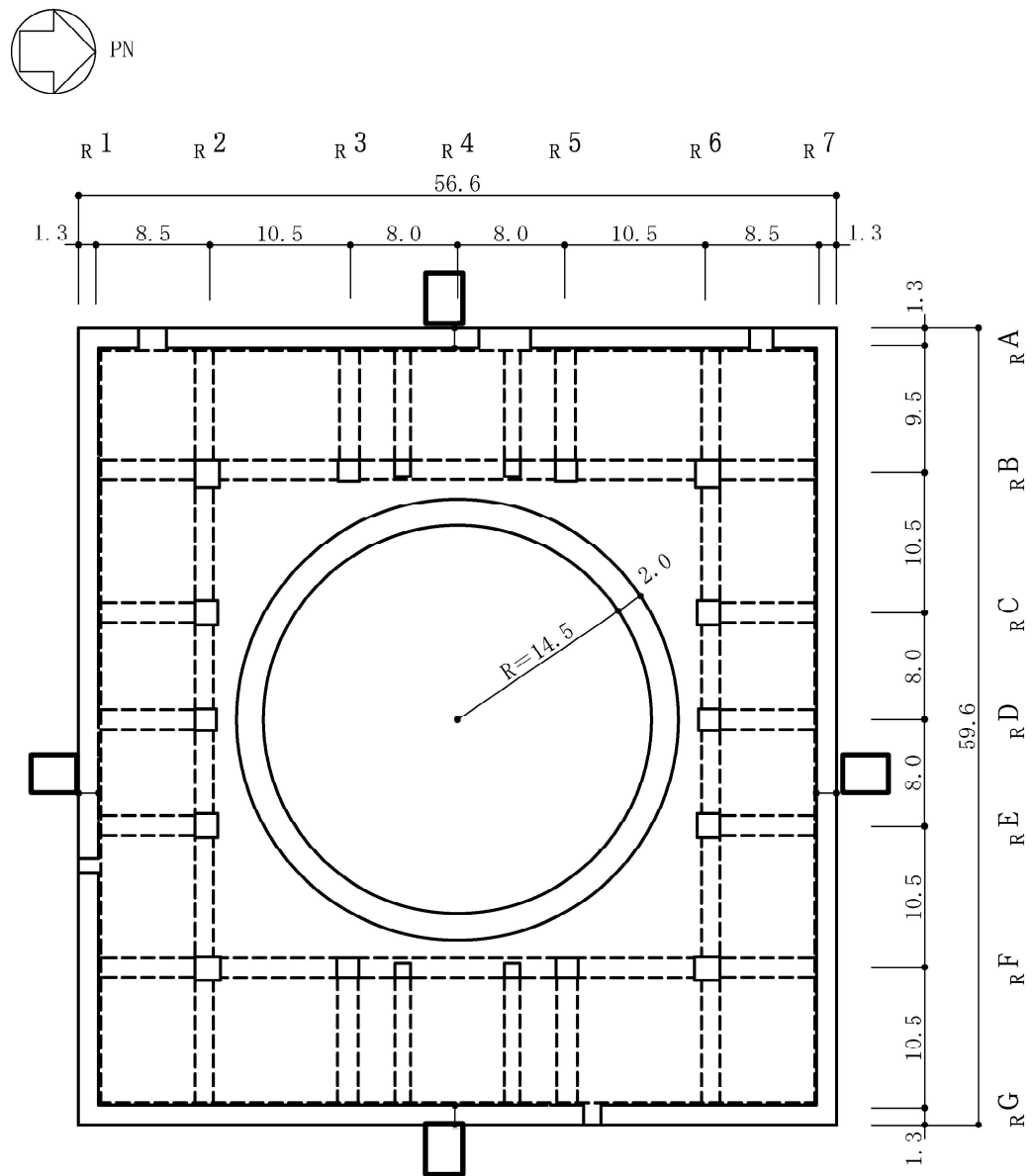


図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (B1F, T.M.S.L. 4.8m) (3/9) (単位 : m)

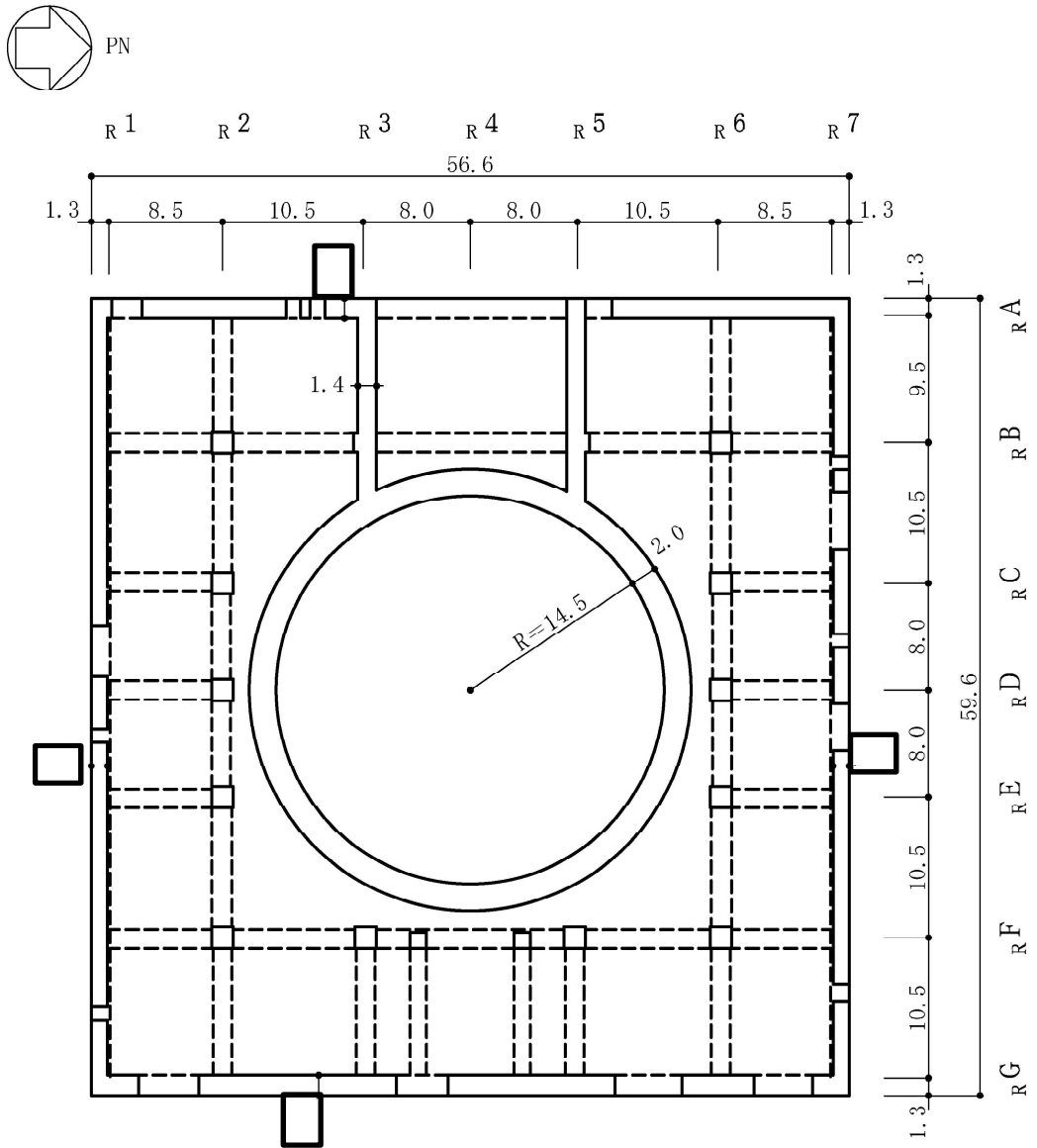


図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (4/9) (単位 : m)

K6 ① VI-2-2-1 R0

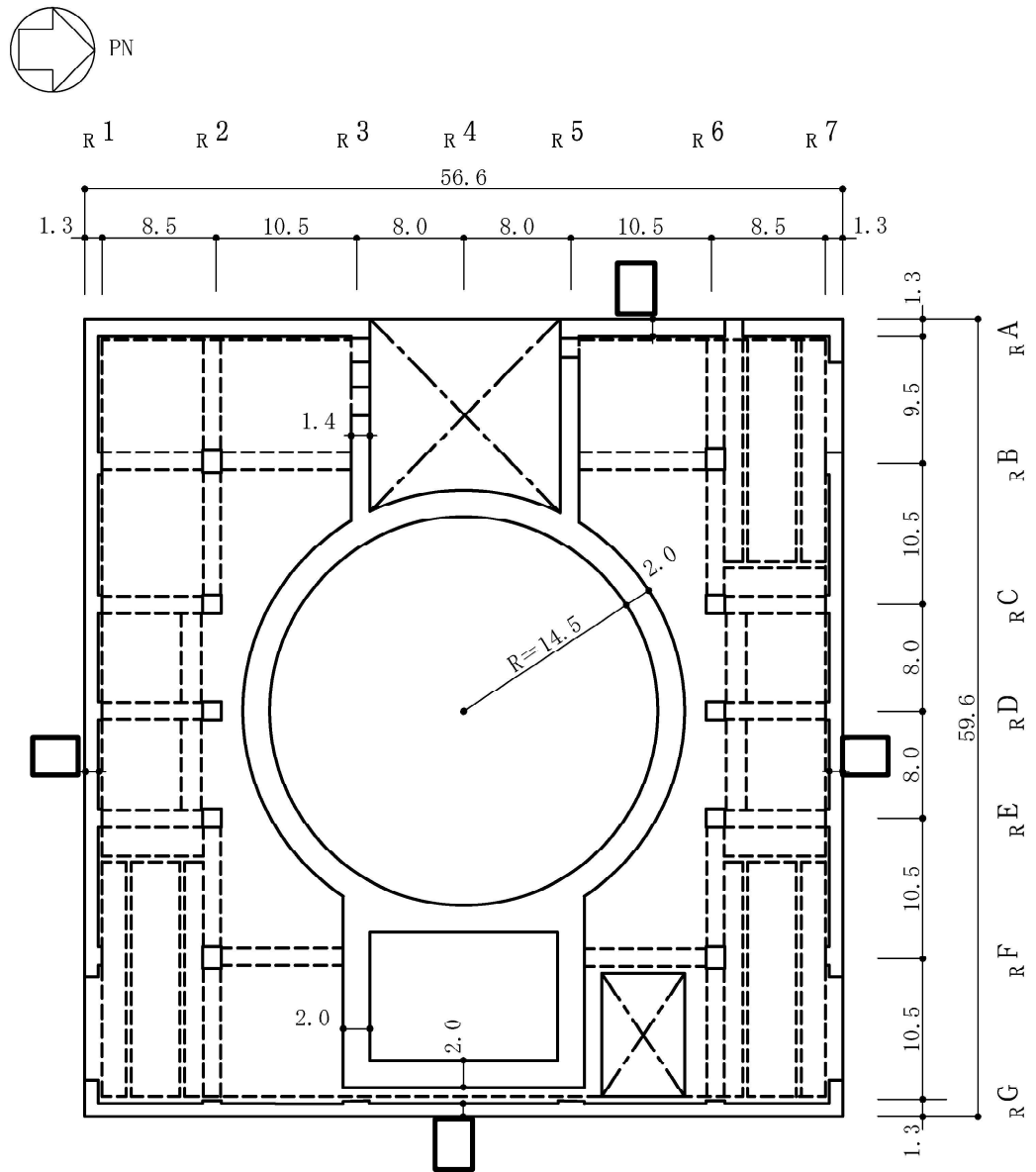


図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (2F, T.M.S.L. 18.1m) (5/9) (単位 : m)

K6 ① VI-2-2-1 R0

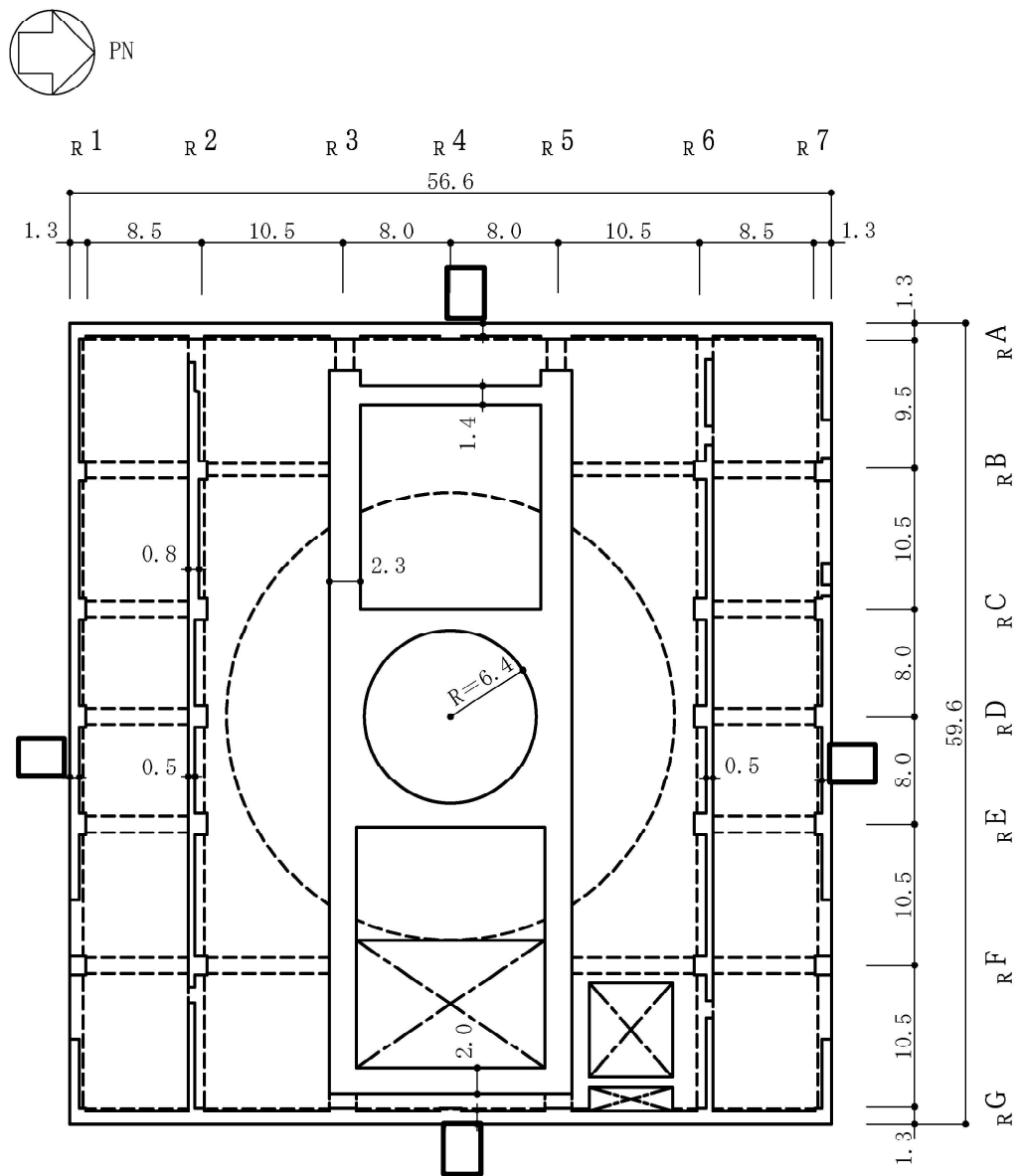


図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (3F, T.M.S.L. 23.5m) (6/9) (単位 : m)

K6 ① VI-2-2-1 R0

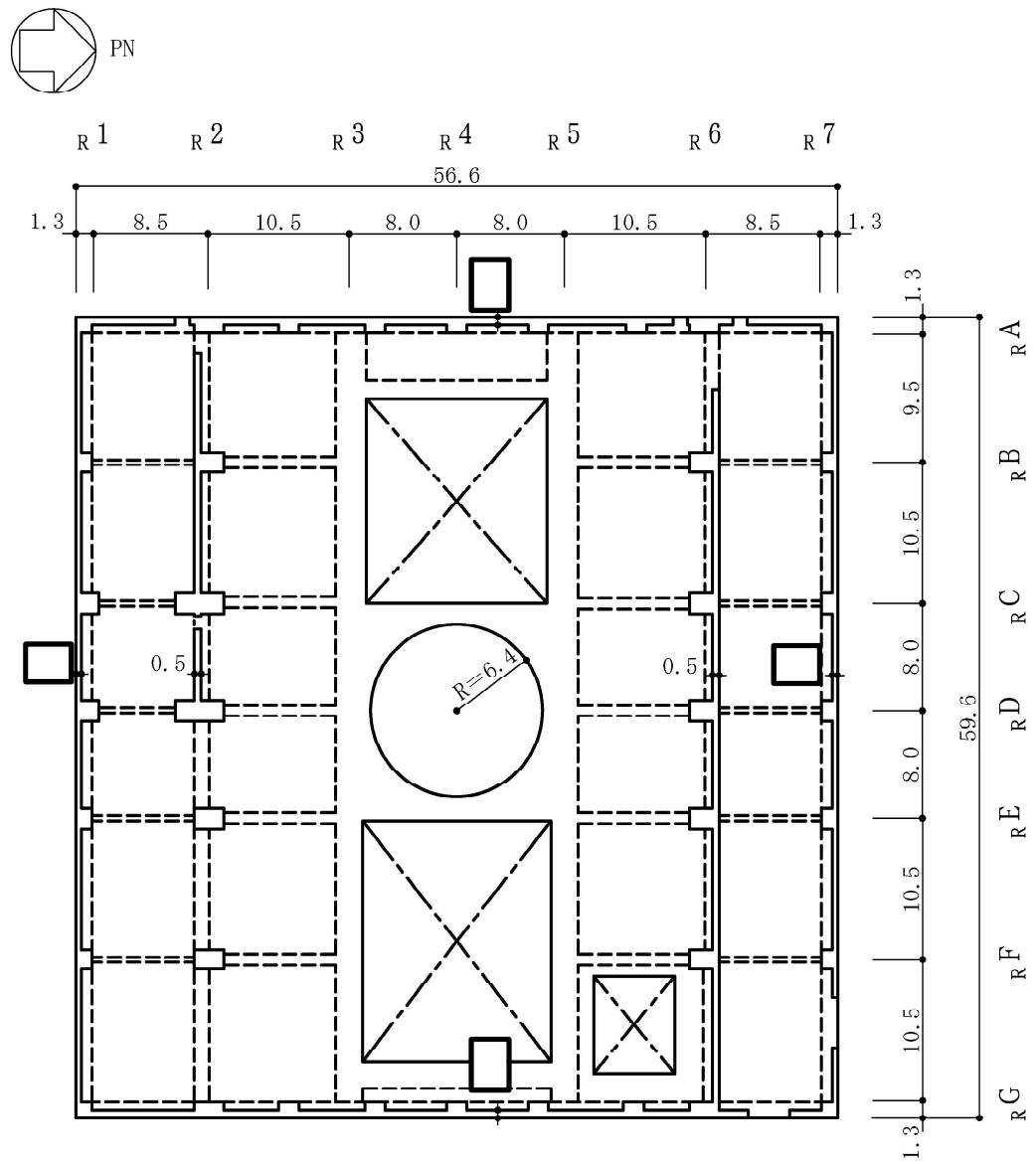


図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (4F, T.M.S.L. 31.7m) (7/9) (単位 : m)

K6 ① VI-2-2-1 R0

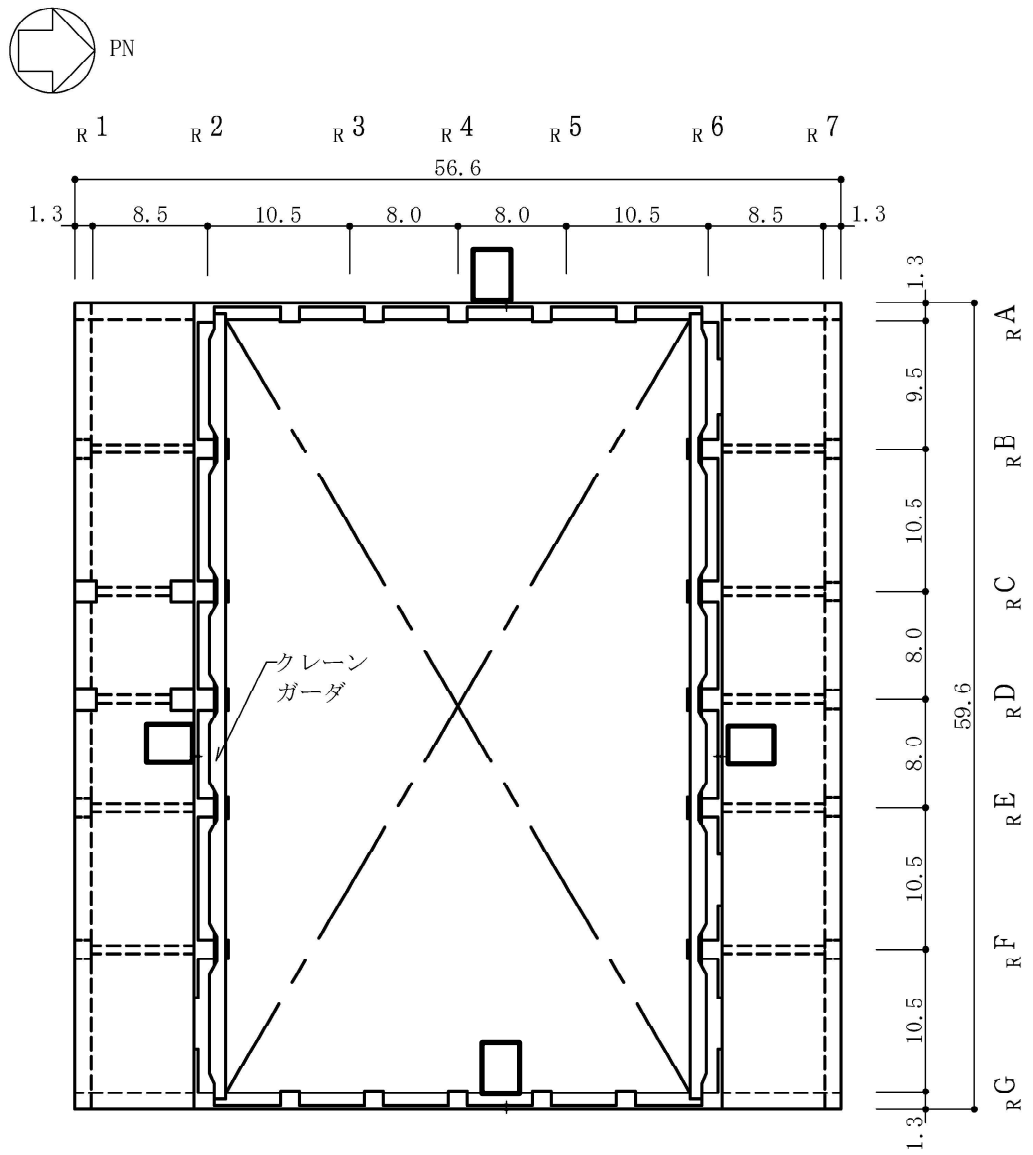


図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (CRF, T. M. S. L. 38.2m) (8/9) (単位 : m)

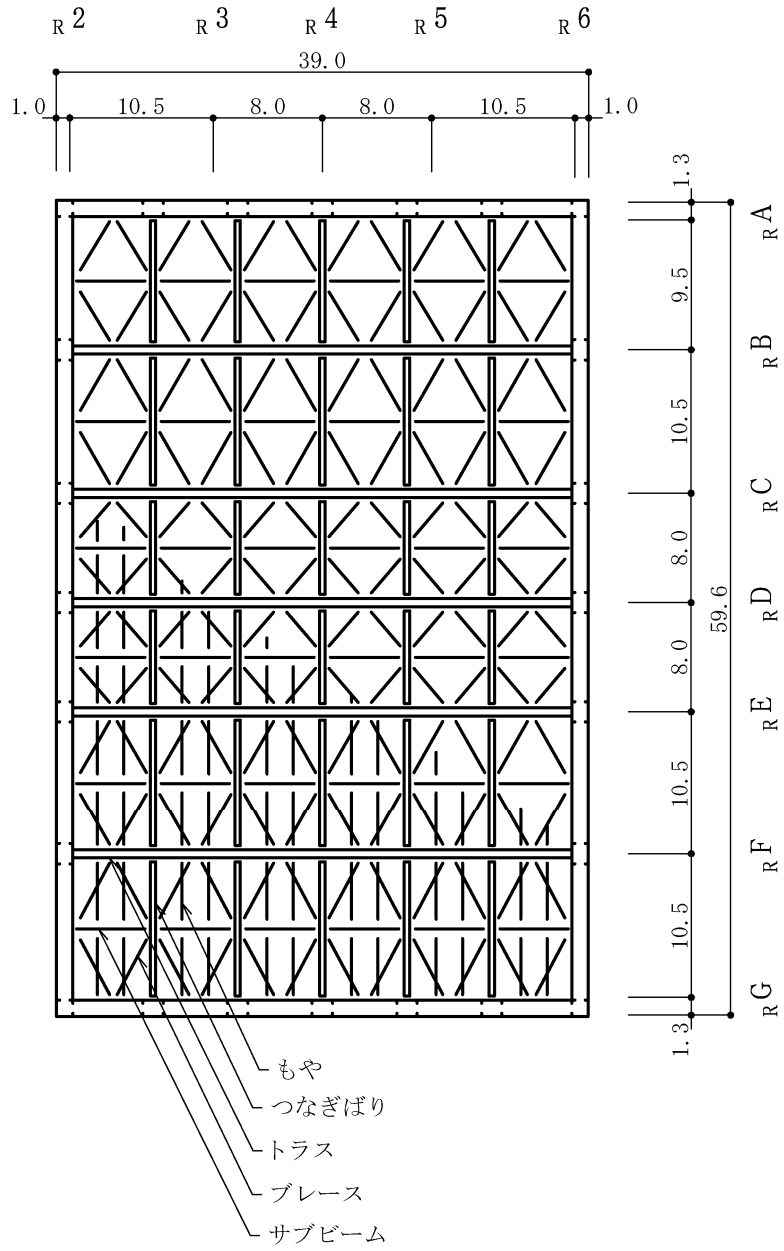
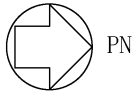
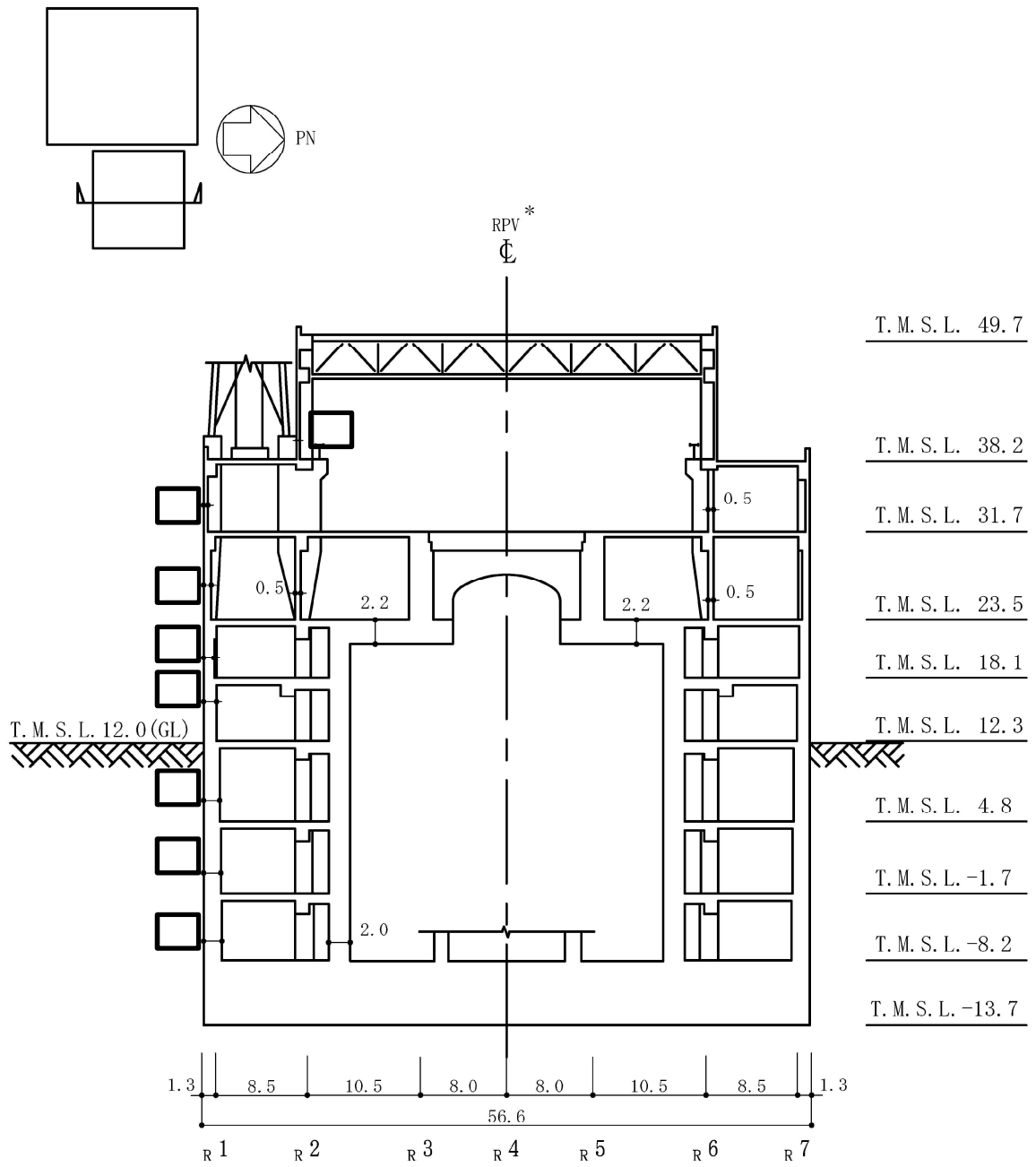


図 2-2 原子炉建屋の概略平面図 (RF, T.M.S.L. 49.7m) (9/9) (単位 : m)



注記*：原子炉圧力容器を，以下「RPV」という。

図2-3 原子炉建屋の概略断面図（NS方向）（1/2）（単位：m）

K6 ① VI-2-2-1 R0

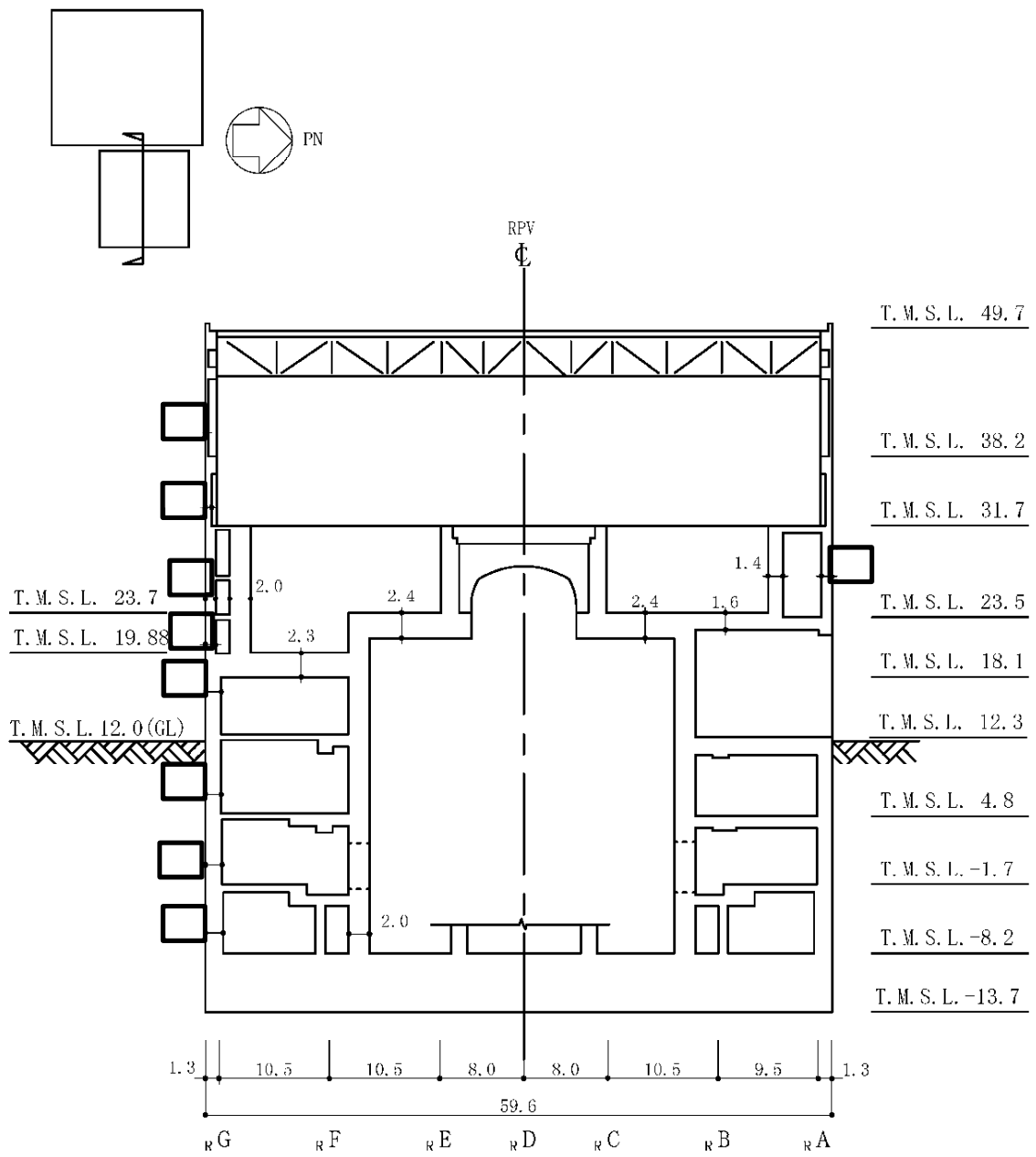


図2-3 原子炉建屋の概略断面図 (EW方向) (2/2) (単位 : m)

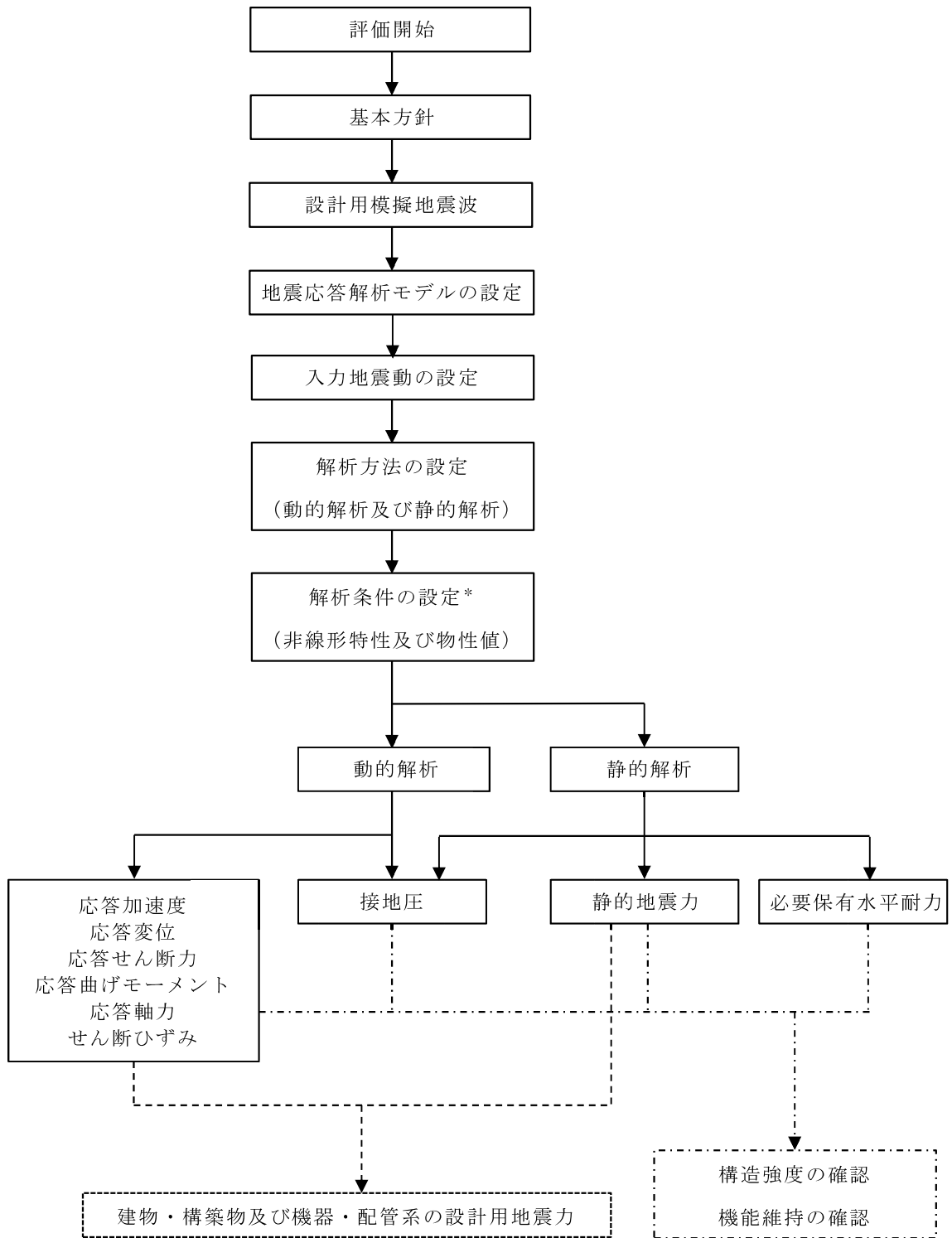
2.3 解析方針

原子炉建屋の地震応答解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

図2-4に原子炉建屋の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「3.1 設計用模擬地震波」及び「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデルを用いて実施することとし、「3.3 解析方法」及び「3.4 解析条件」に基づき、「4.1 動的解析」においては、材料物性の不確かさを考慮し、加速度、変位、せん断ひずみ、接地圧等を含む各種応答値を算出する。

「4.2 静的解析」においては静的地震力を、「4.3 必要保有水平耐力」においては必要保有水平耐力を算出する。



注記*：材料物性の不確かさを考慮する。

図2-4 原子炉建屋の地震応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

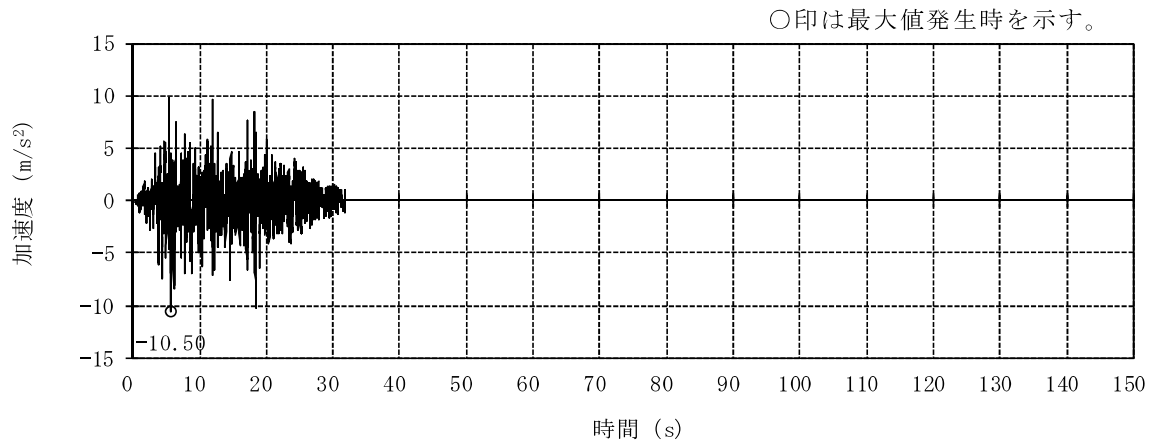
- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・ 鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)

3. 解析方法

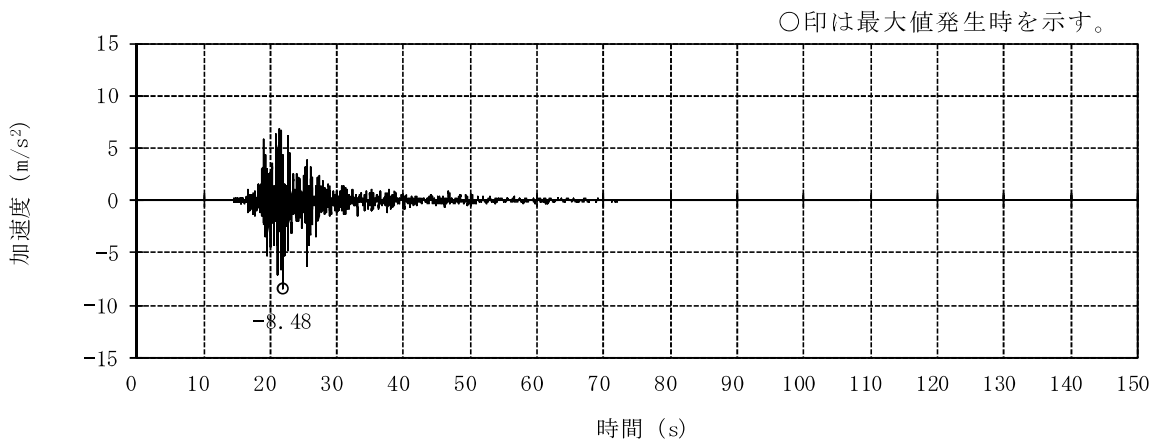
3.1 設計用模擬地震波

原子炉建屋の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を評価した建屋－地盤連成モデルとする。この建屋－地盤連成モデルへの入力地震動は、VI-2-1-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に示す解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を用いることとする。

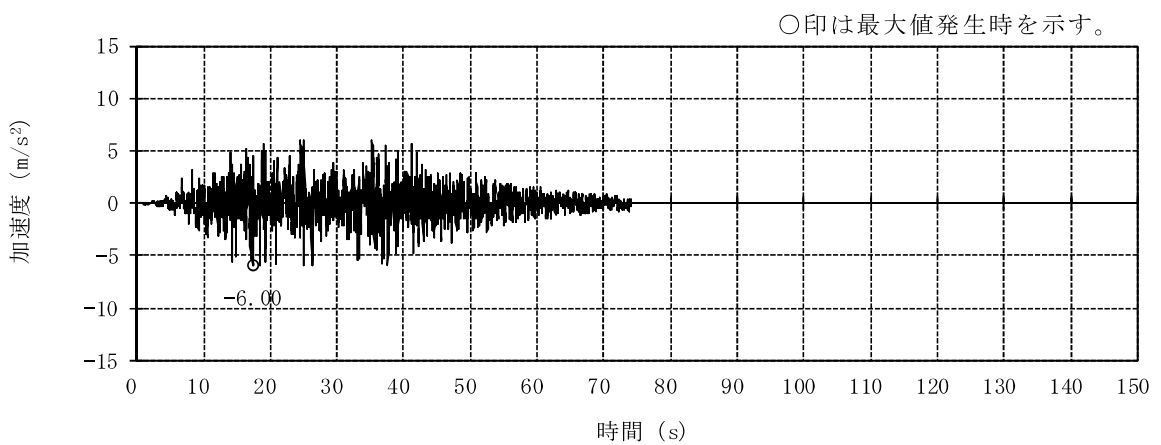
基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d として作成した設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトルを図3-1～図3-8に示す。



(a) Ss-1H

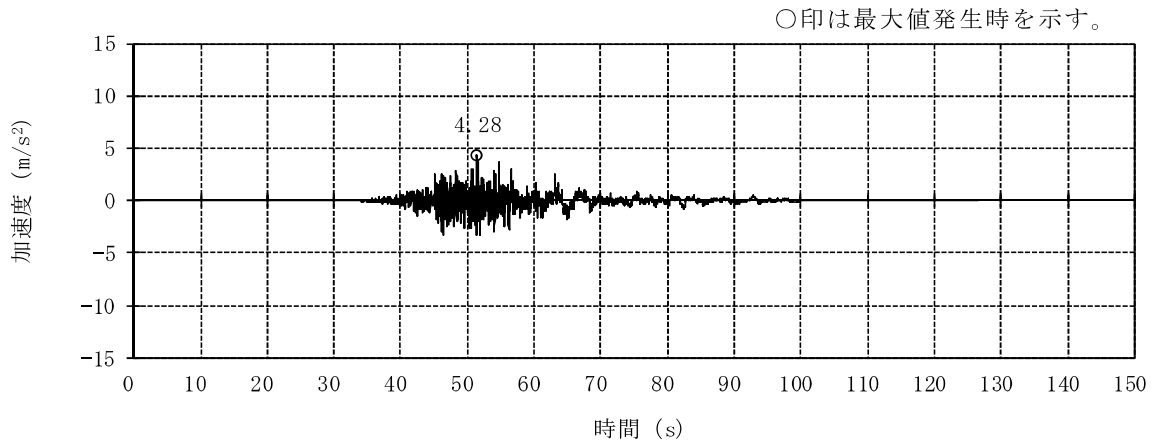


(b) Ss-2NS

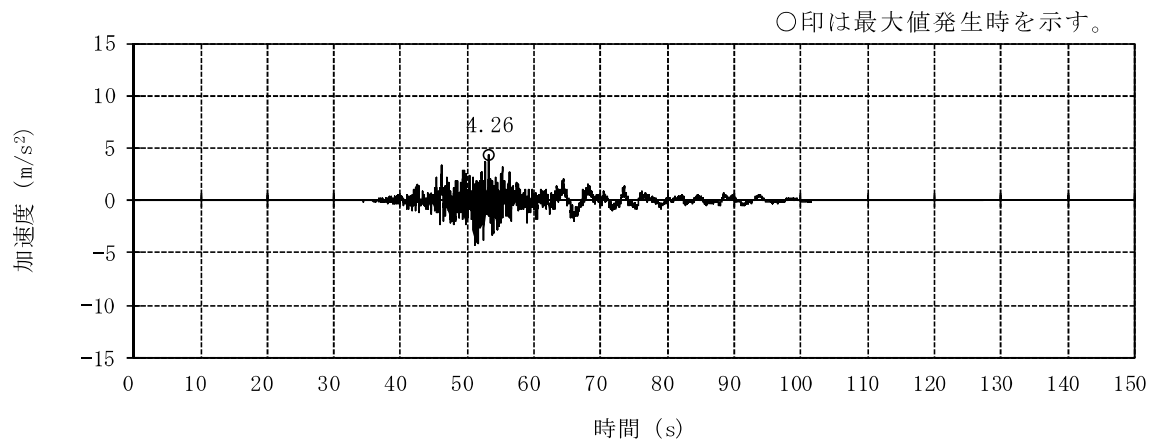


(c) Ss-3H

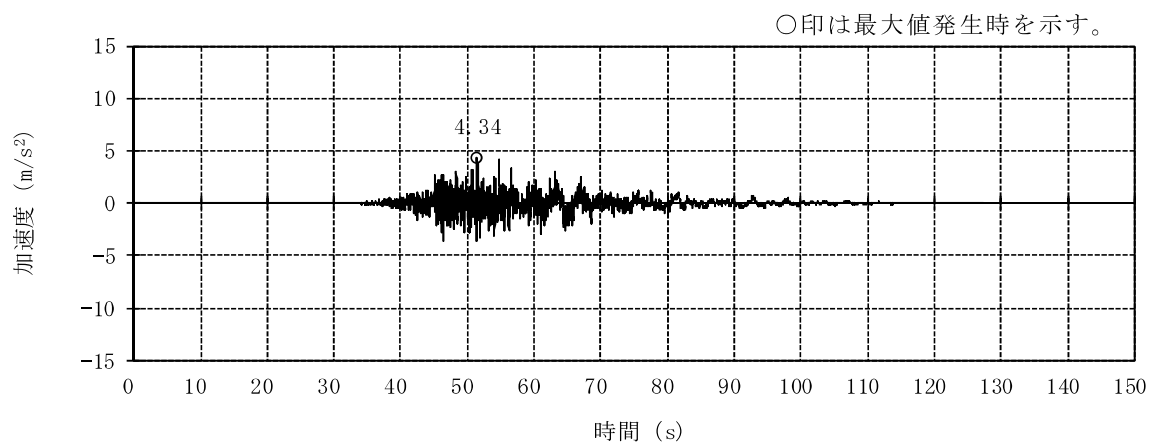
図3-1 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s, NS方向）（1/3）



(d) Ss-4NS

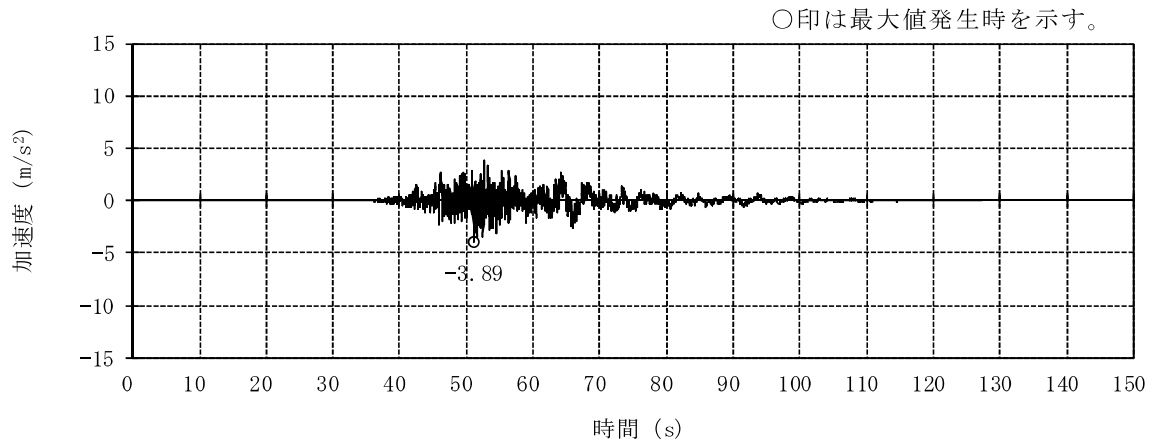


(e) Ss-5NS

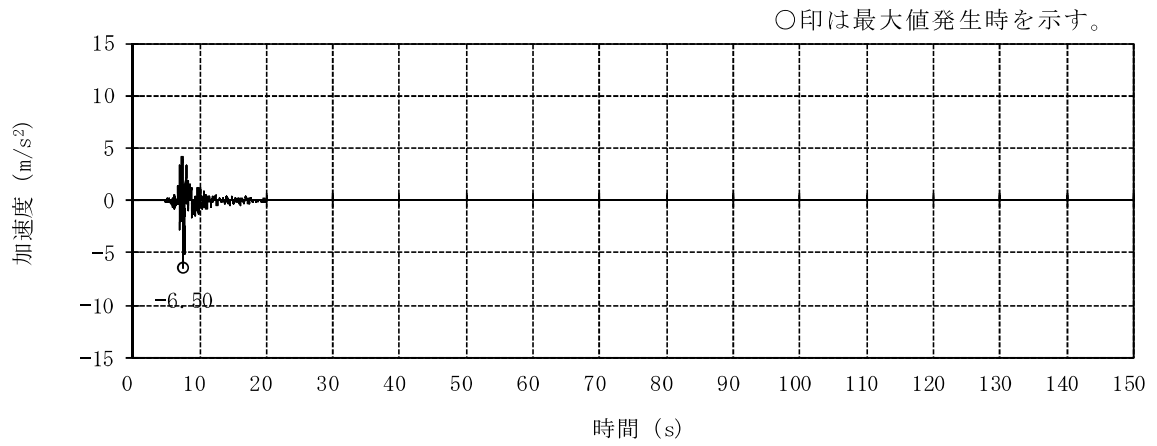


(f) Ss-6NS

図3-1 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s, NS方向）(2/3)

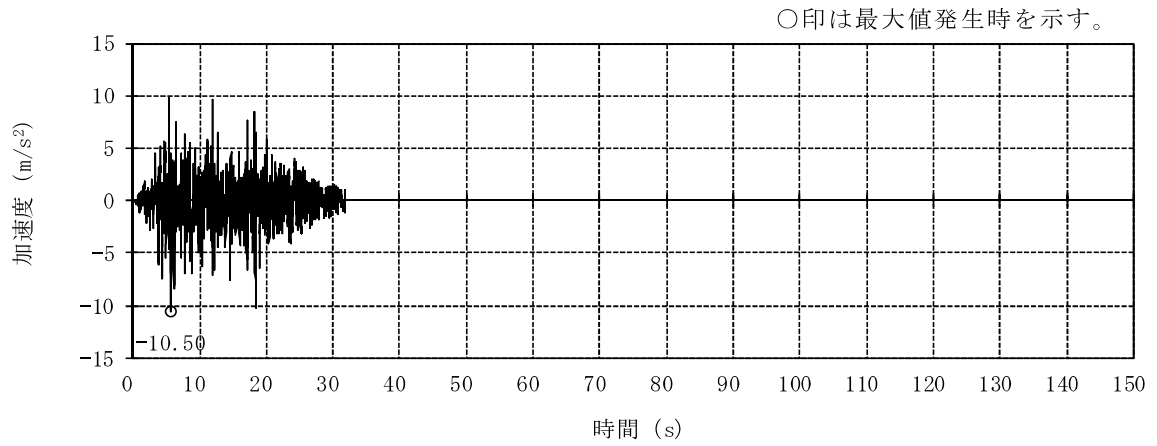


(g) Ss-7NS

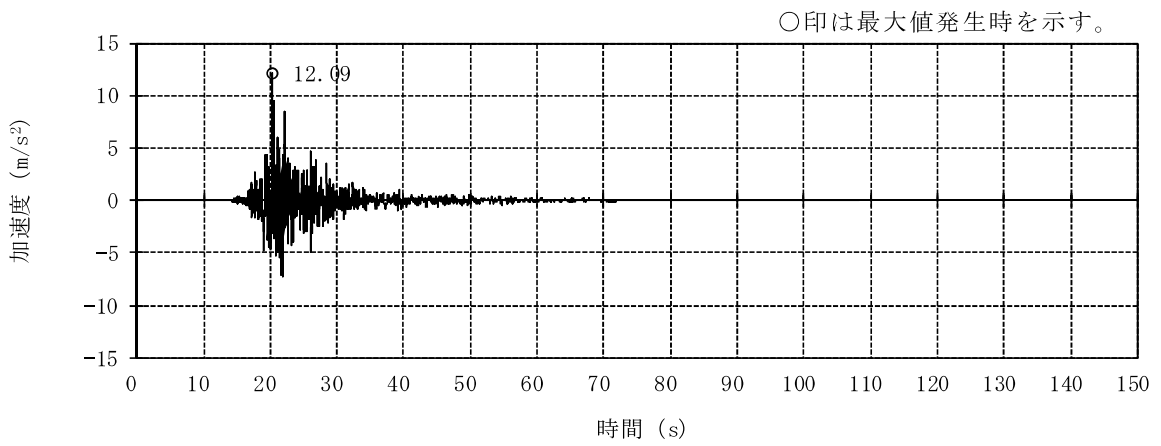


(h) Ss-8H

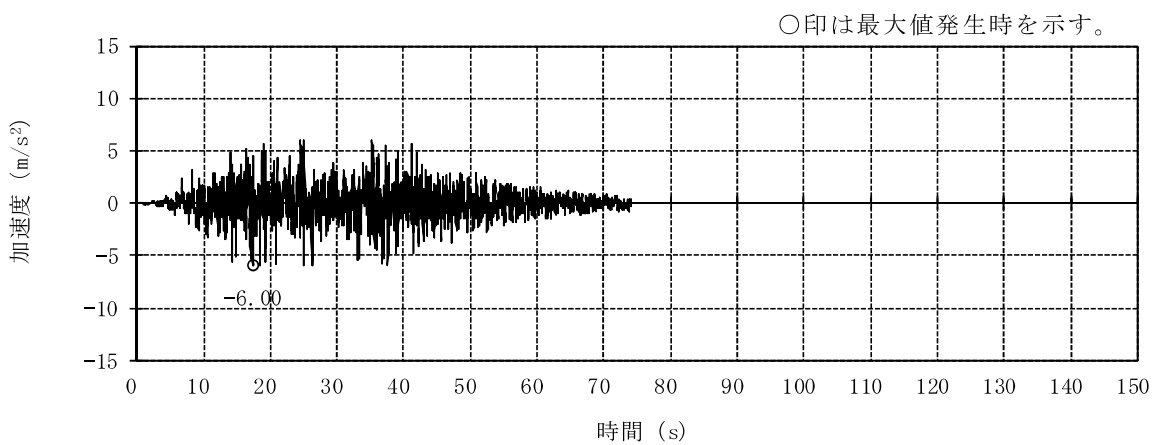
図3-1 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，NS方向）（3/3）



(a) Ss-1H

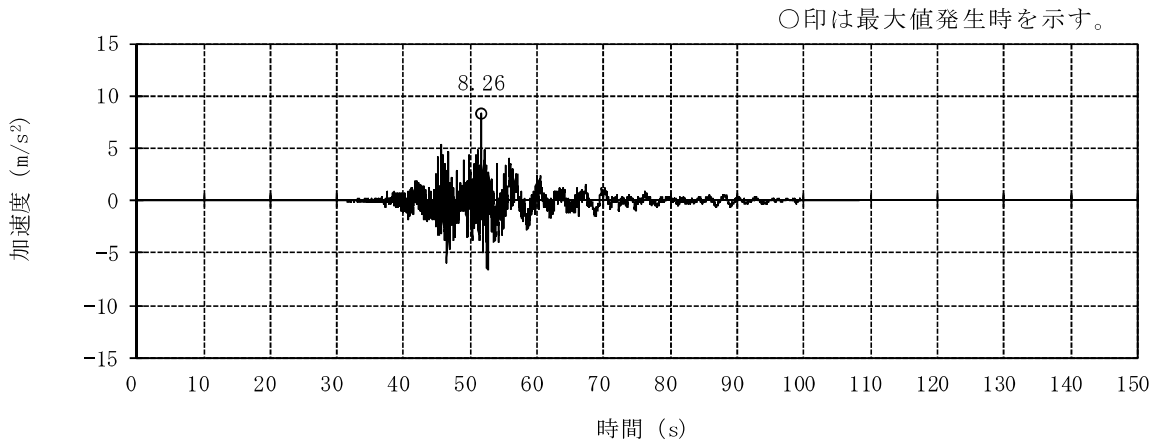


(b) Ss-2EW

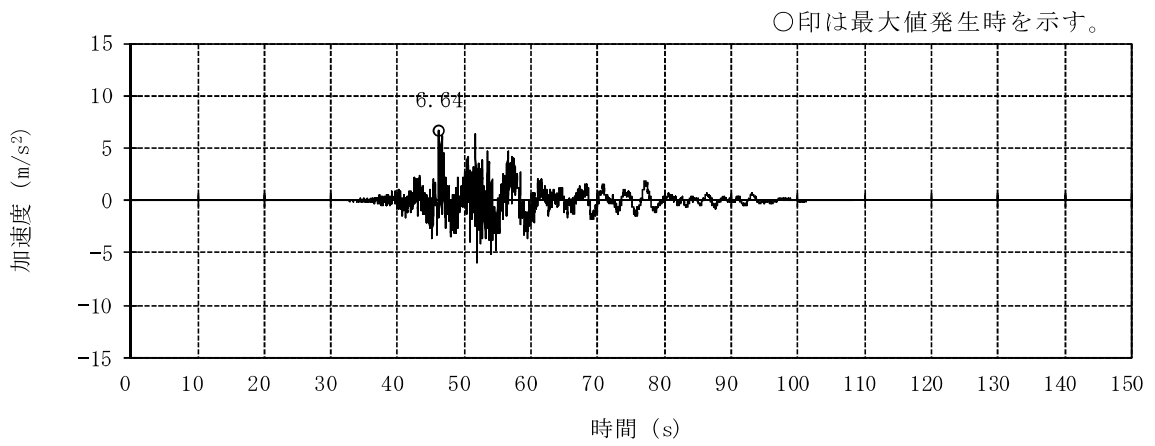


(c) Ss-3H

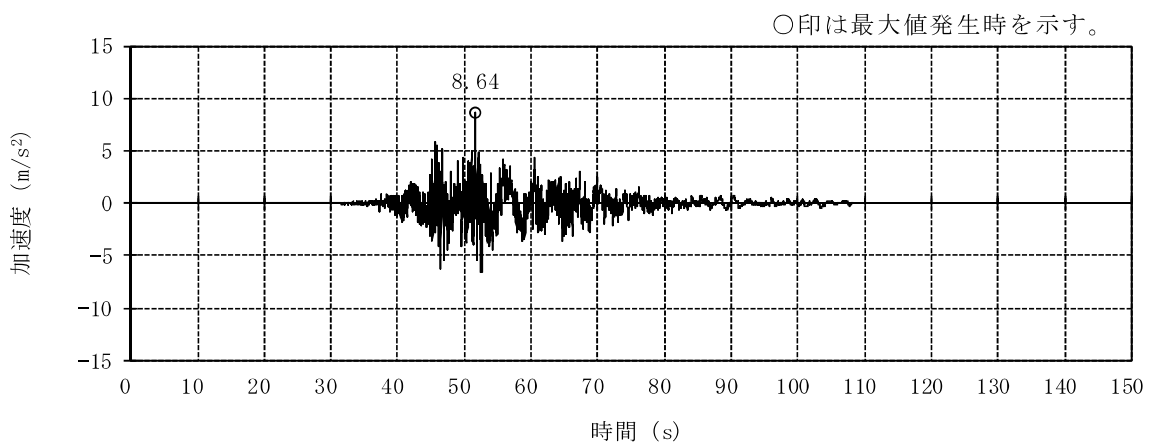
図3-2 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s, EW方向）（1/3）



(d) Ss-4EW

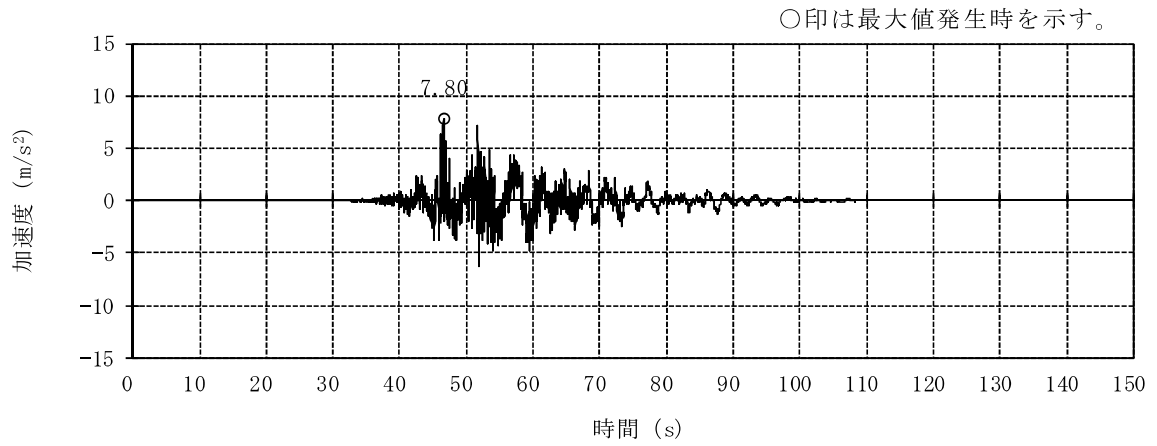


(e) Ss-5EW

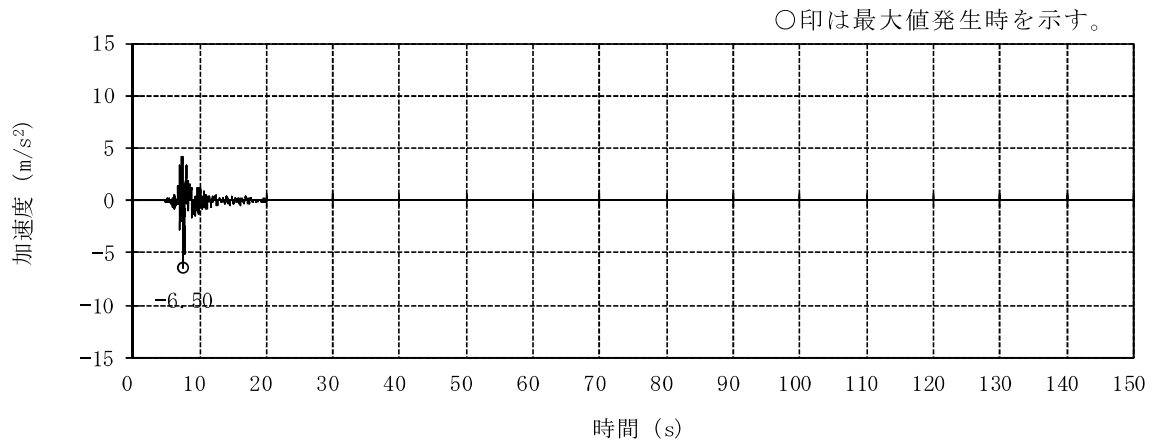


(f) Ss-6EW

図3-2 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S_s, EW方向) (2/3)

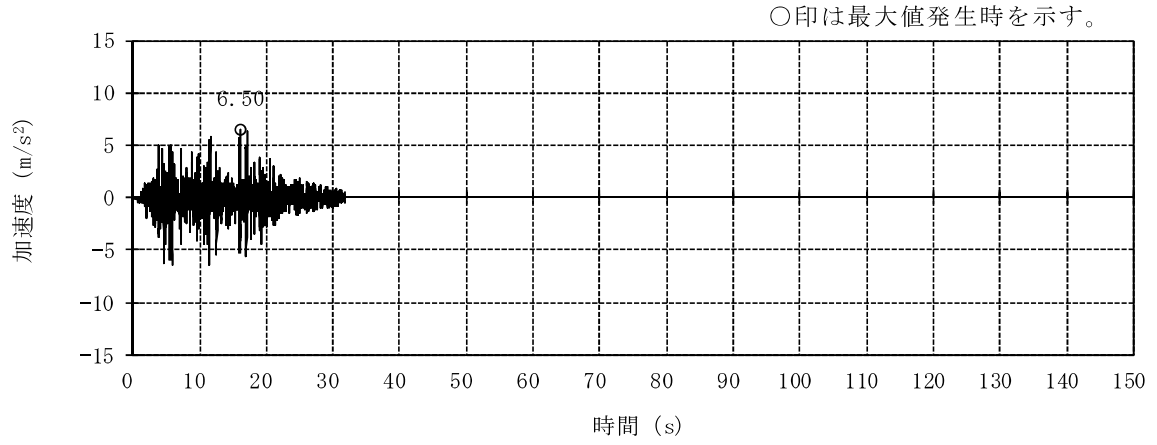


(g) Ss-7EW

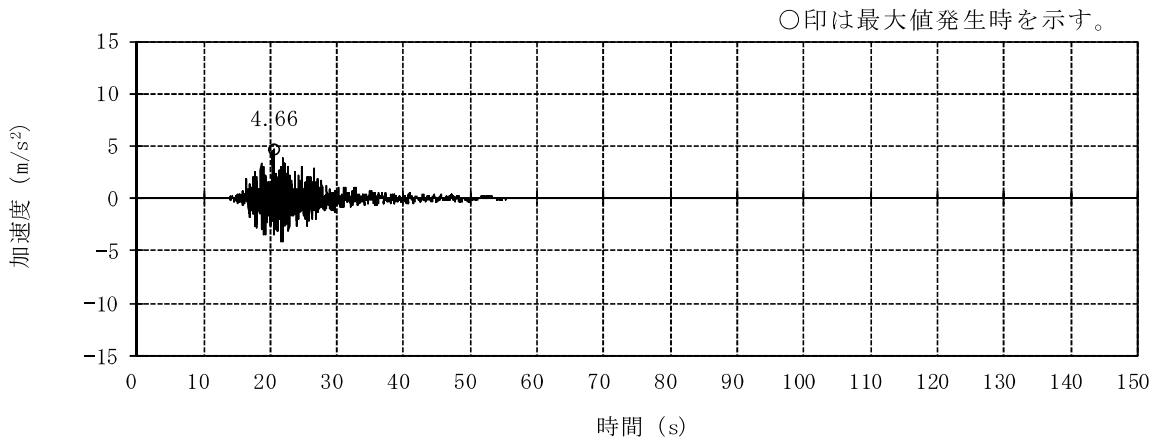


(h) Ss-8H

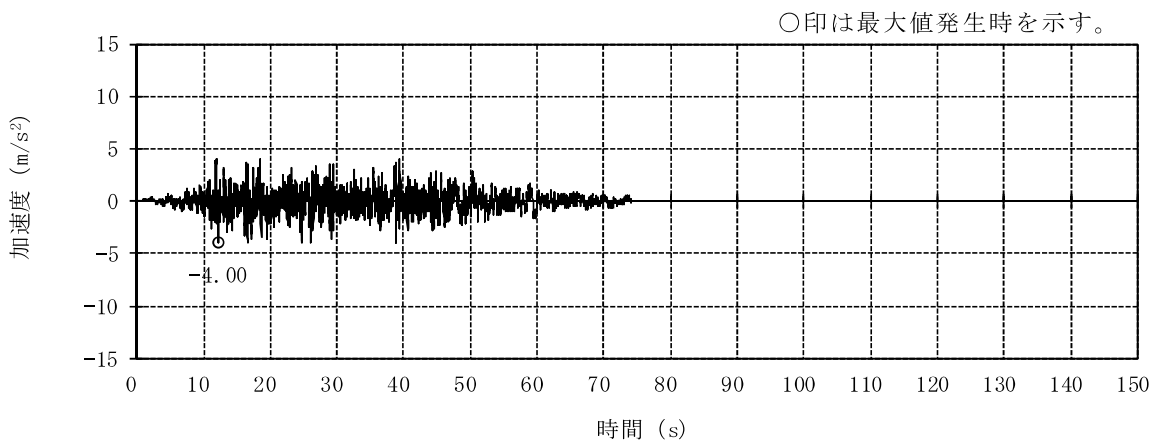
図3-2 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S_s, EW方向) (3/3)



(a) Ss-1V

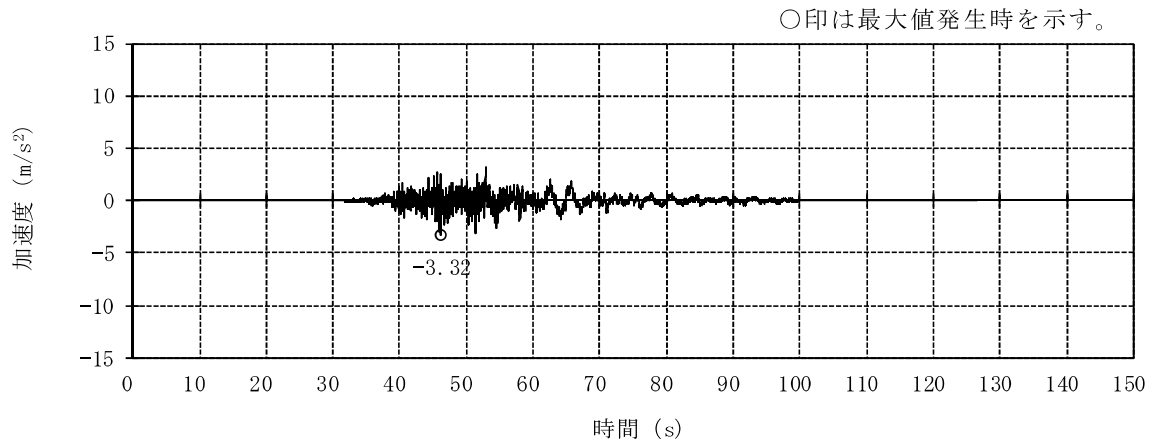


(b) Ss-2UD

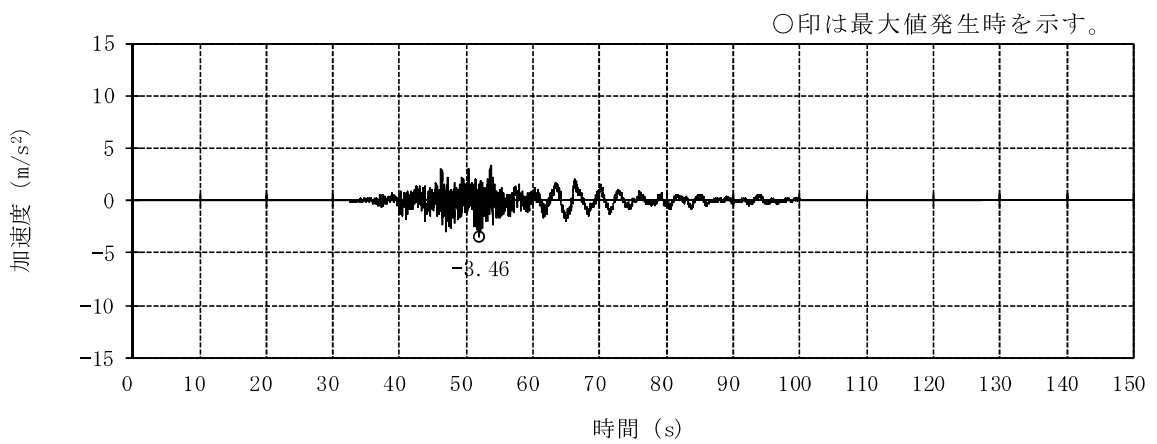


(c) Ss-3V

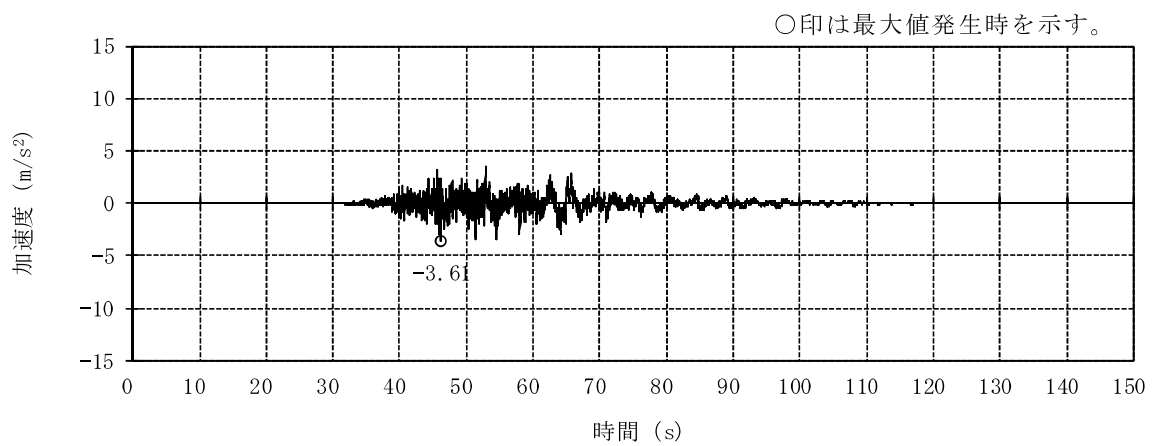
図3-3 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，鉛直方向）（1/3）



(d) Ss-4UD

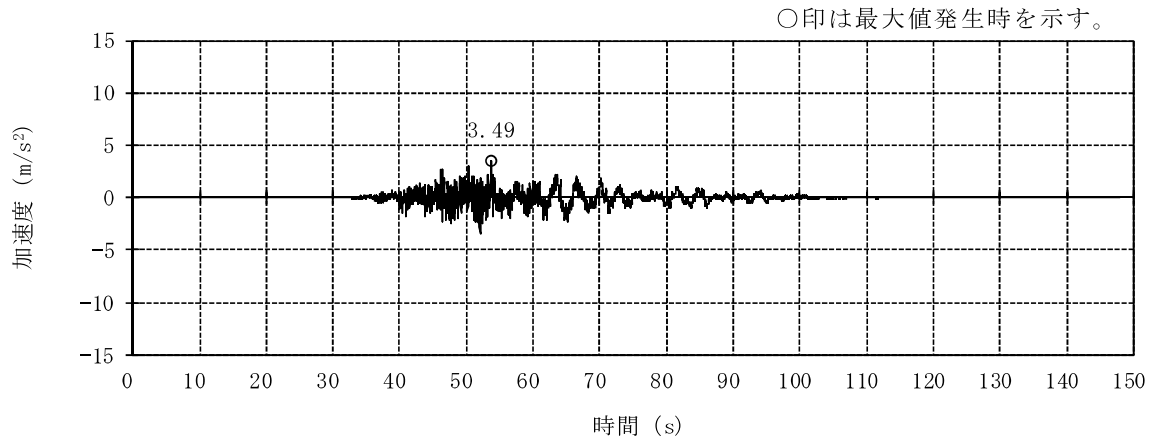


(e) Ss-5UD

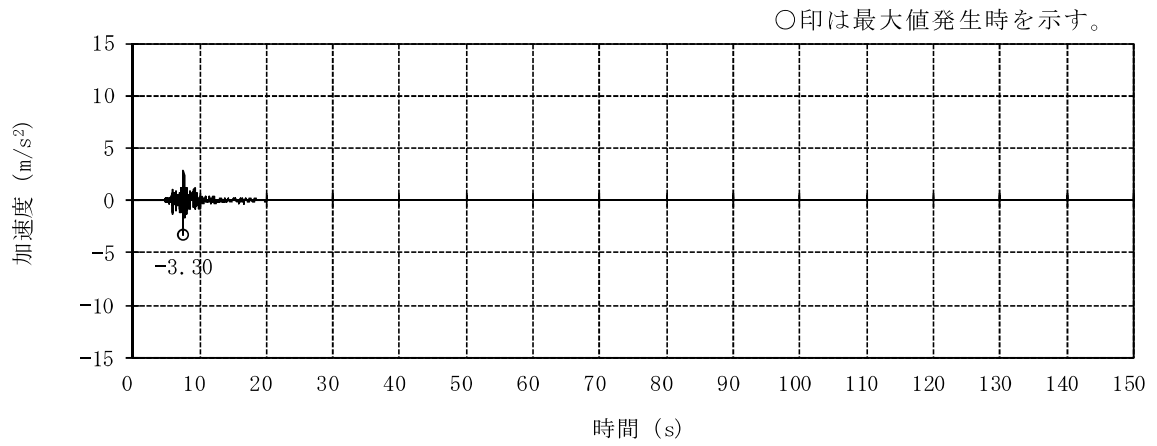


(f) Ss-6UD

図3-3 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，鉛直方向）（2/3）

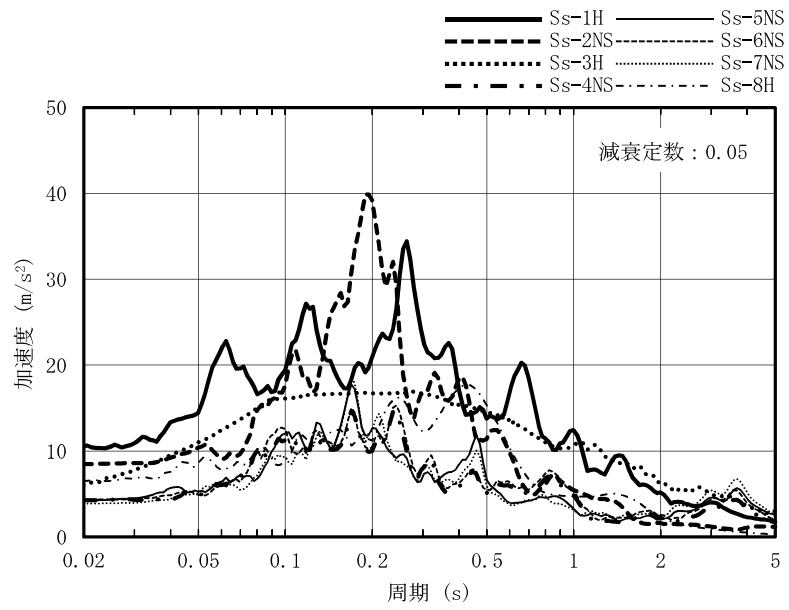


(g) Ss-7UD

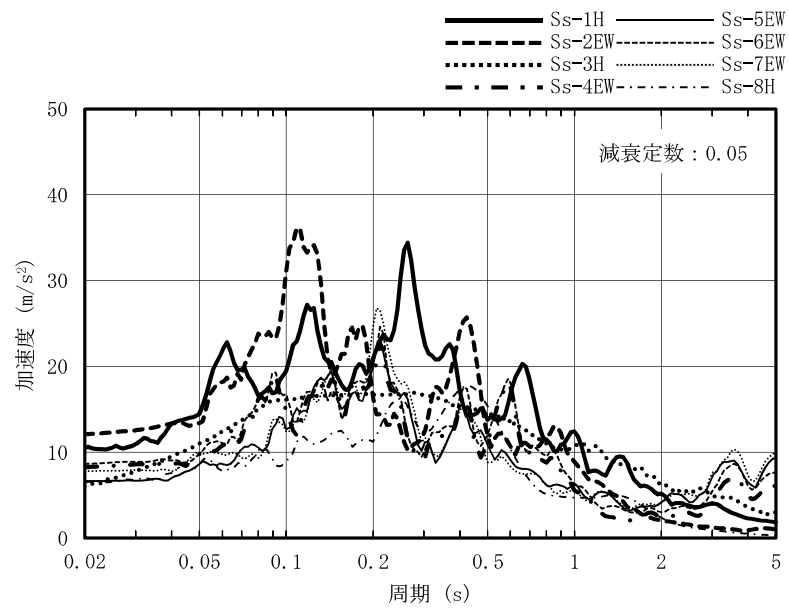


(h) Ss-8V

図3-3 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，鉛直方向）（3/3）

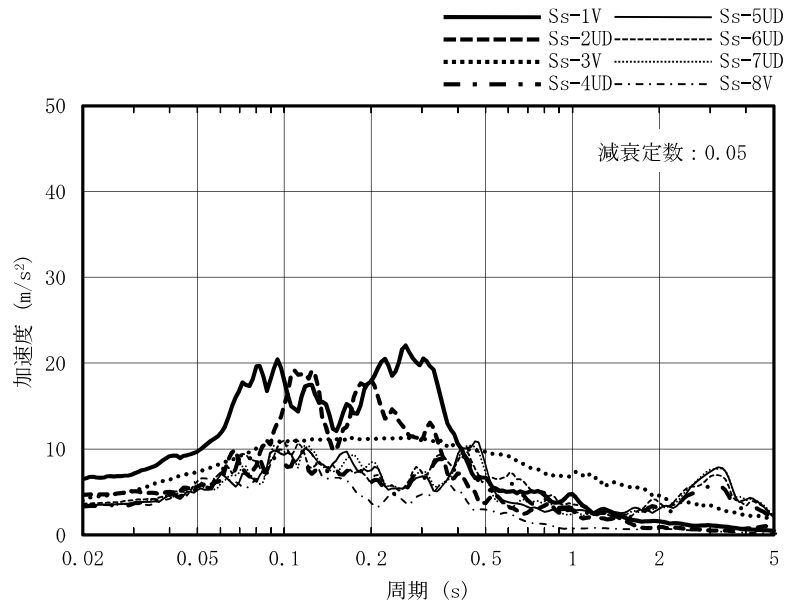


(a) NS方向



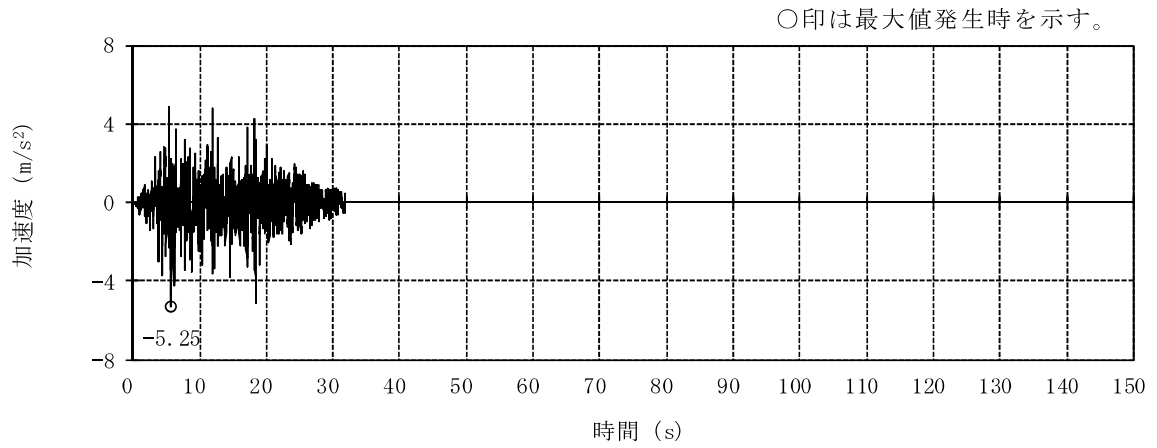
(b) EW方向

図3-4 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s) (1/2)

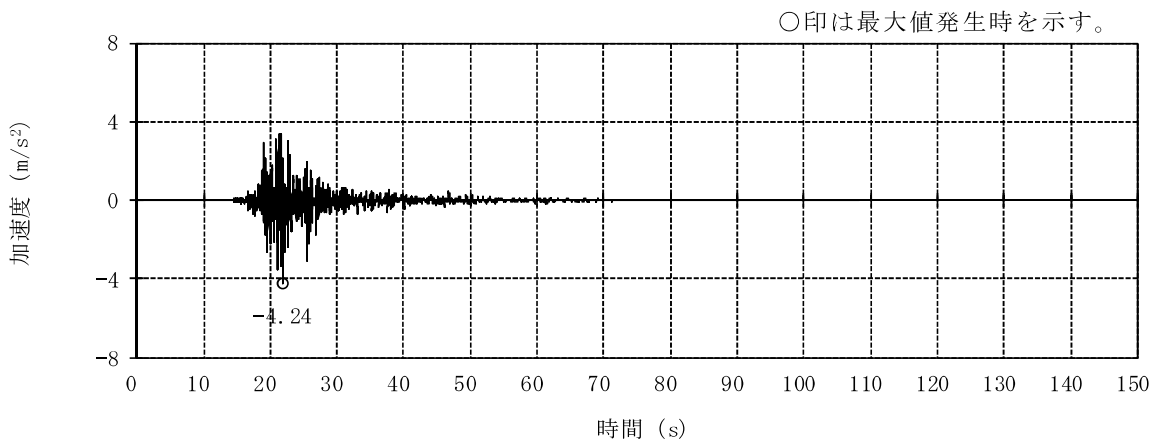


(c) 鉛直方向

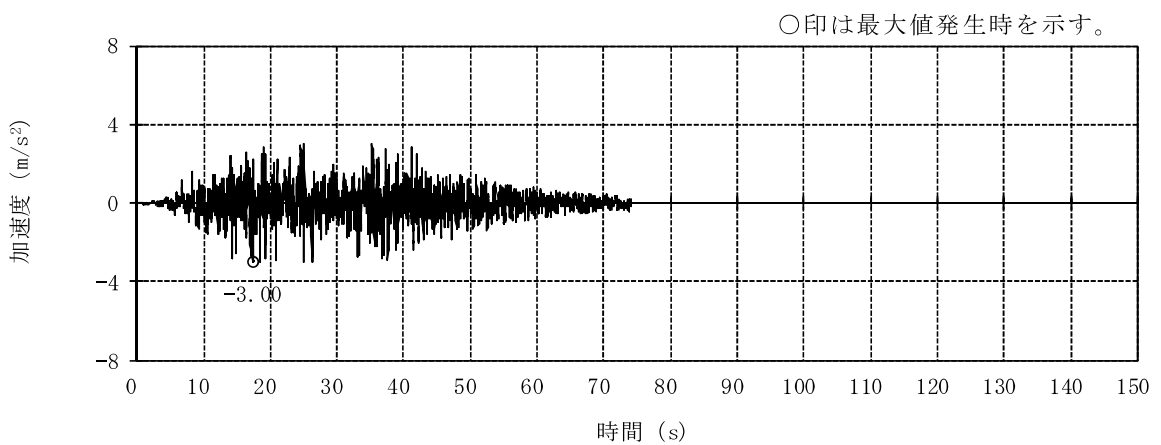
図3-4 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s) (2/2)



(a) Sd-1H

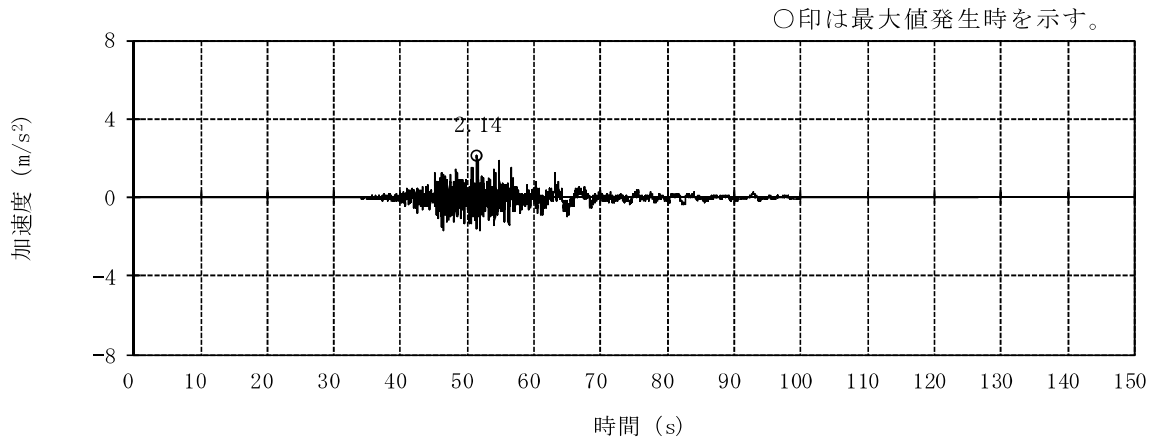


(b) Sd-2NS

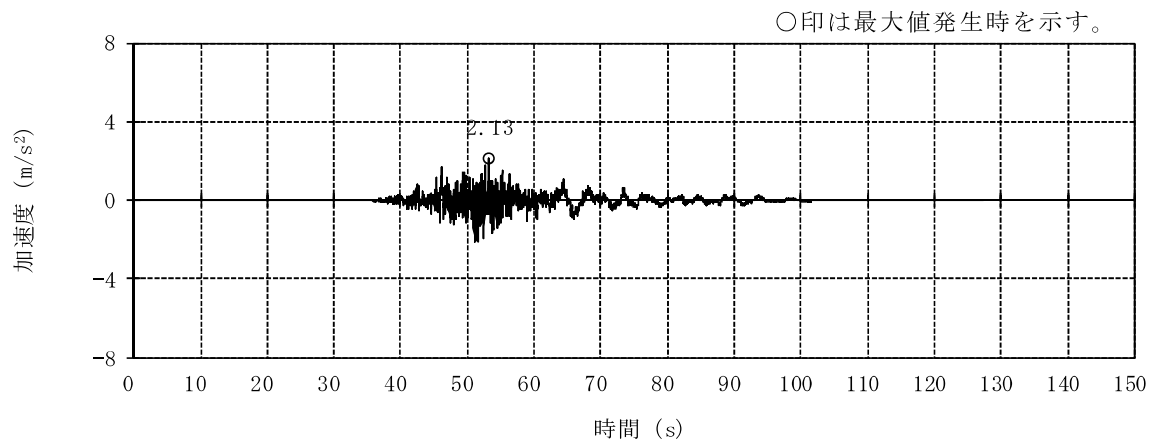


(c) Sd-3H

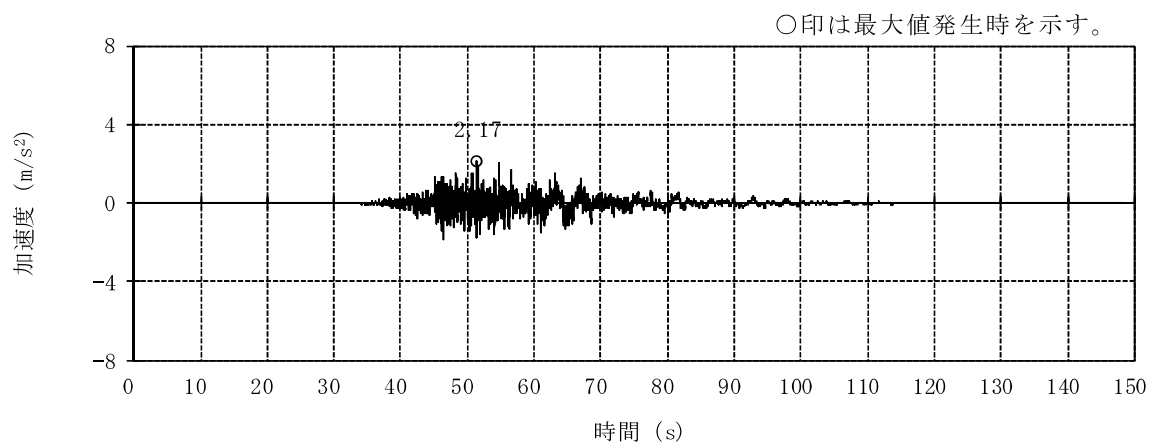
図3-5 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d , NS方向）（1/3）



(d) Sd-4NS

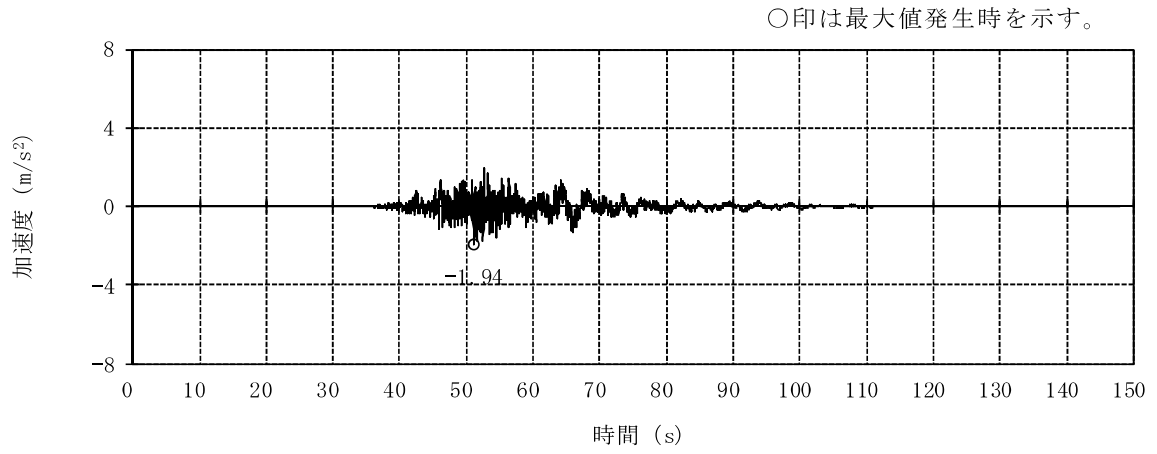


(e) Sd-5NS

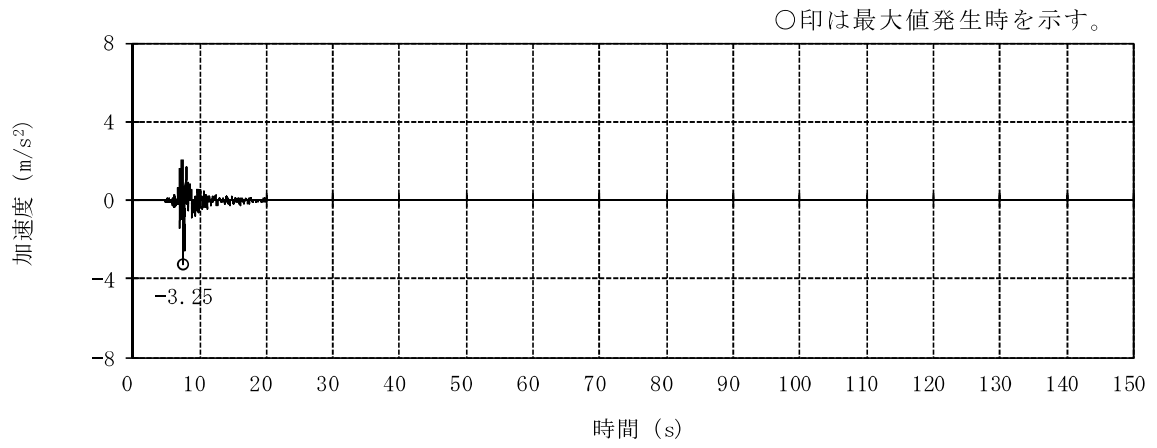


(f) Sd-6NS

図3-5 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d , NS方向）(2/3)

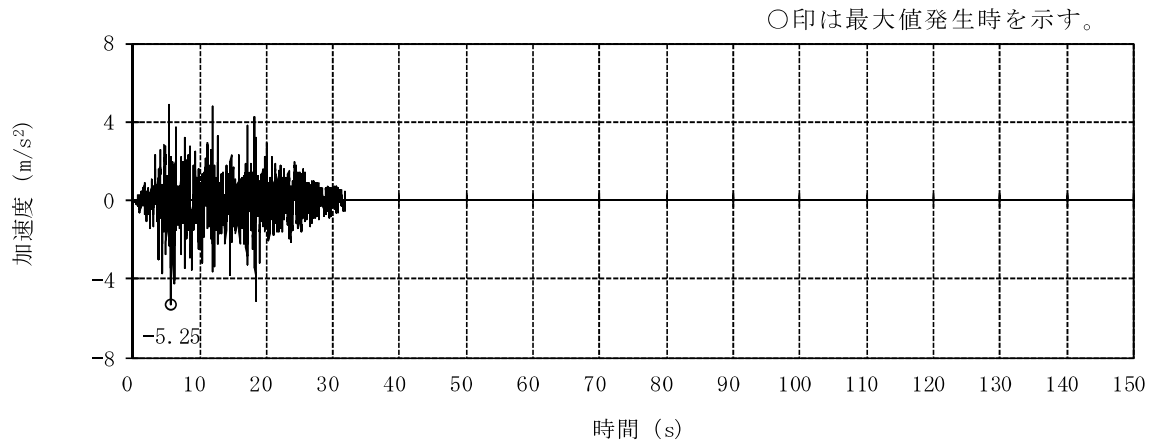


(g) Sd-7NS

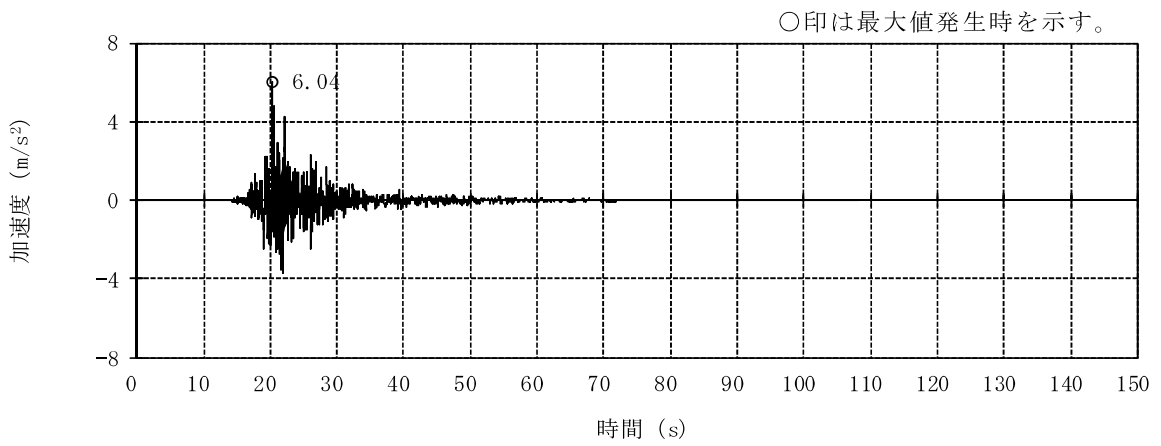


(h) Sd-8H

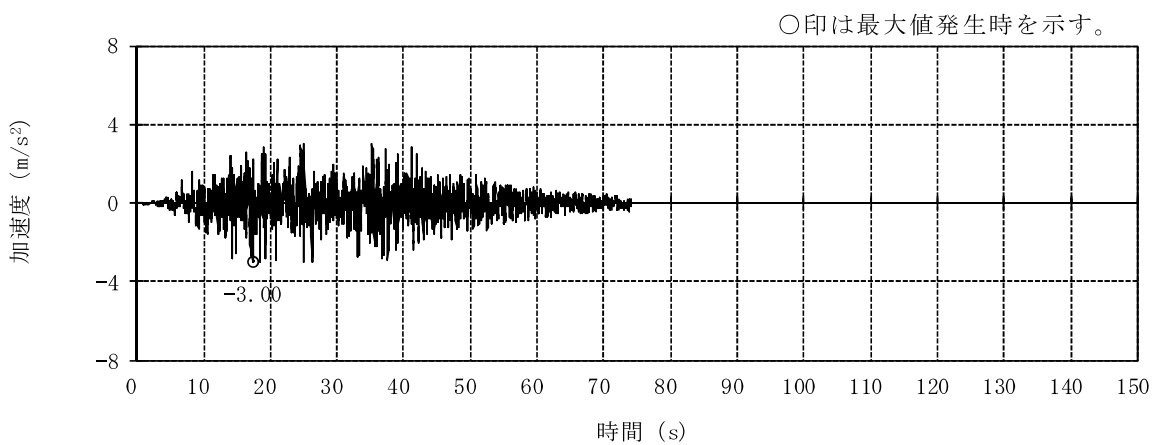
図3-5 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d，NS方向）（3/3）



(a) Sd-1H

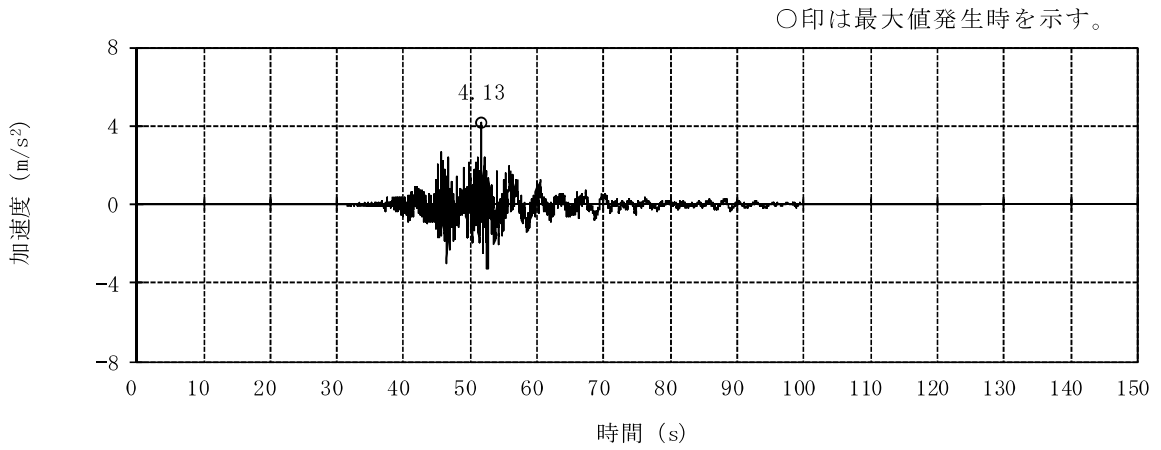


(b) Sd-2EW

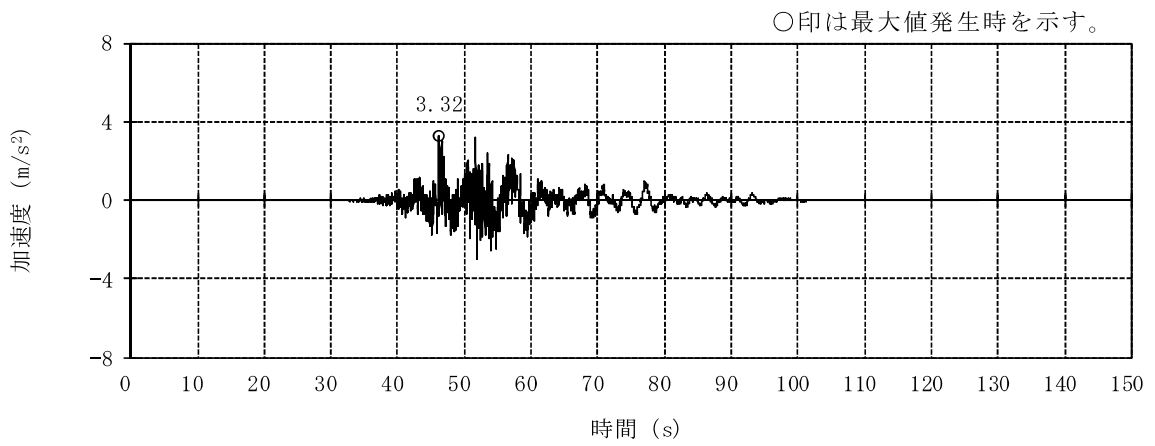


(c) Sd-3H

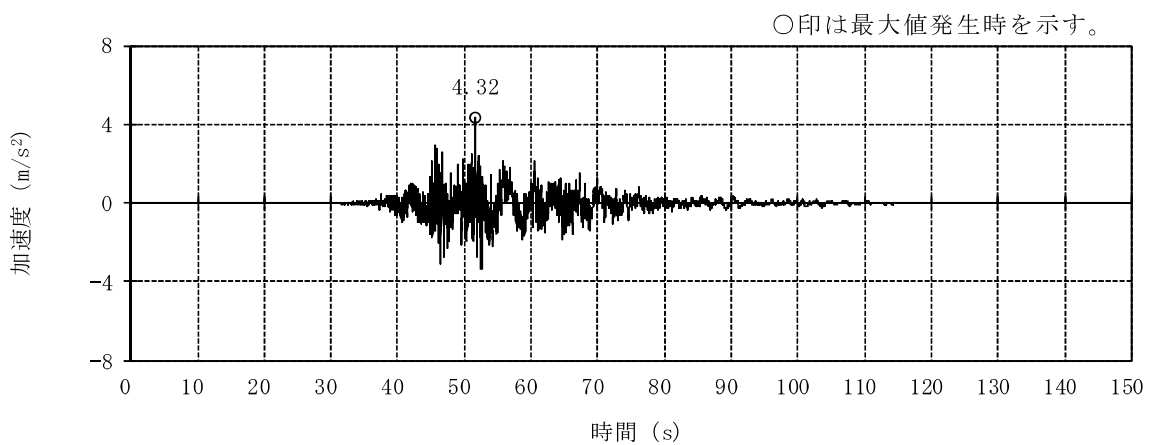
図3-6 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d , EW方向）(1/3)



(d) Sd-4EW

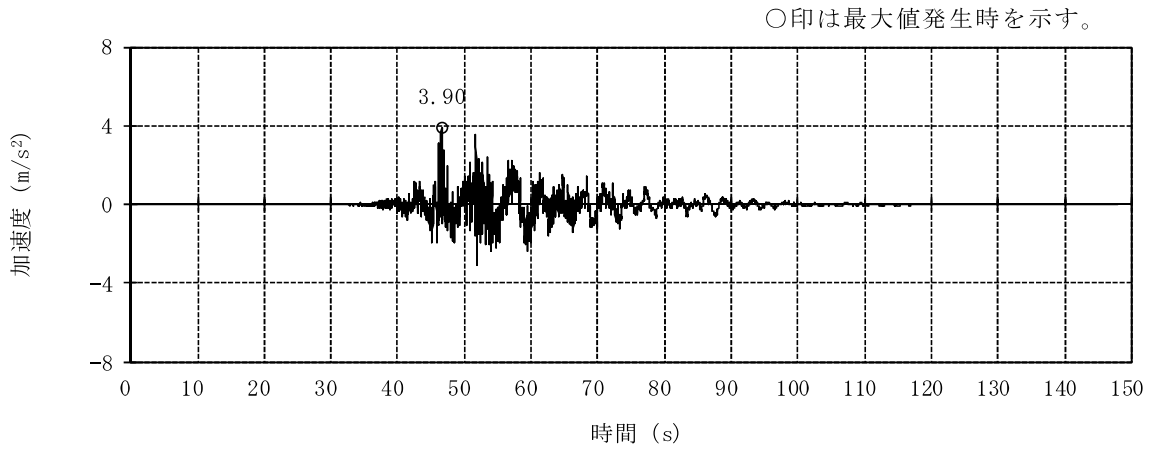


(e) Sd-5EW

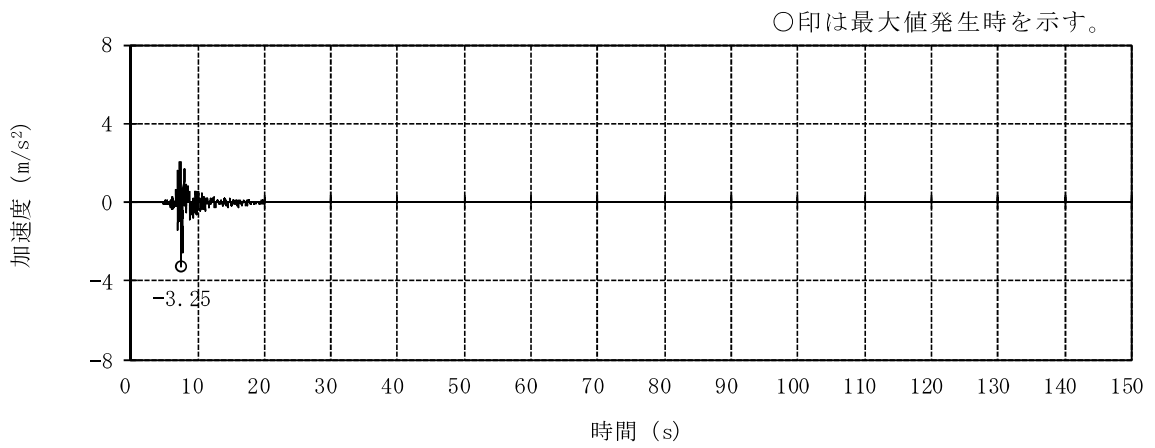


(f) Sd-6EW

図3-6 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d , EW方向）(2/3)

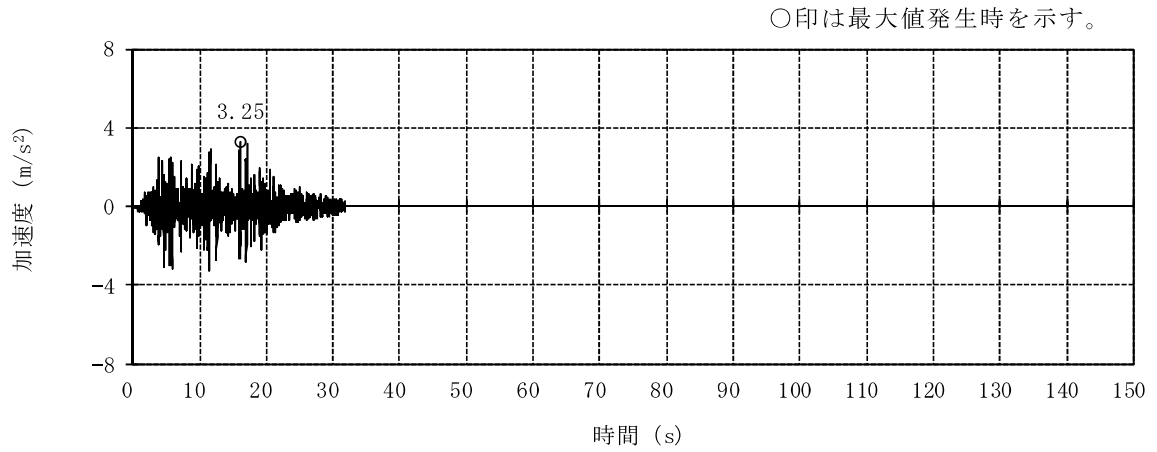


(g) Sd-7EW

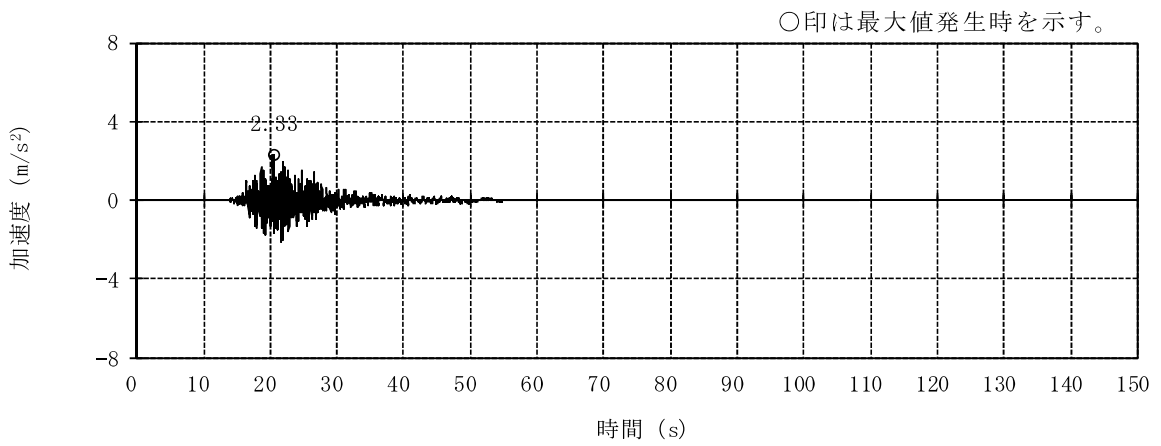


(h) Sd-8H

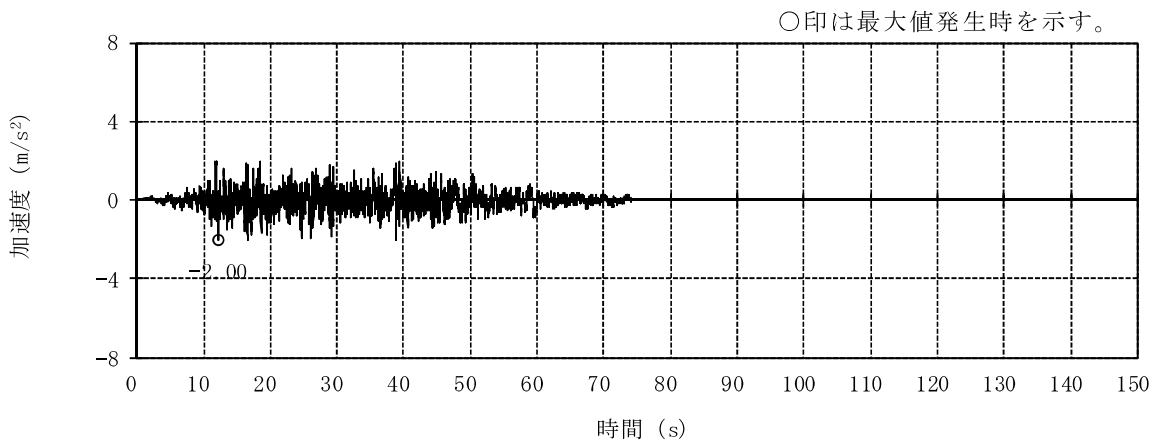
図3-6 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, EW方向) (3/3)



(a) Sd-1V

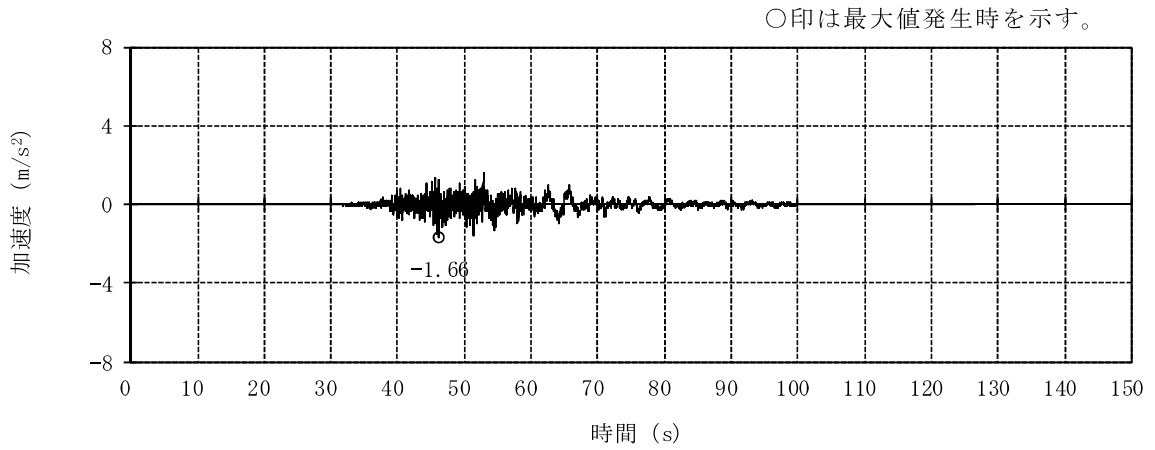


(b) Sd-2UD

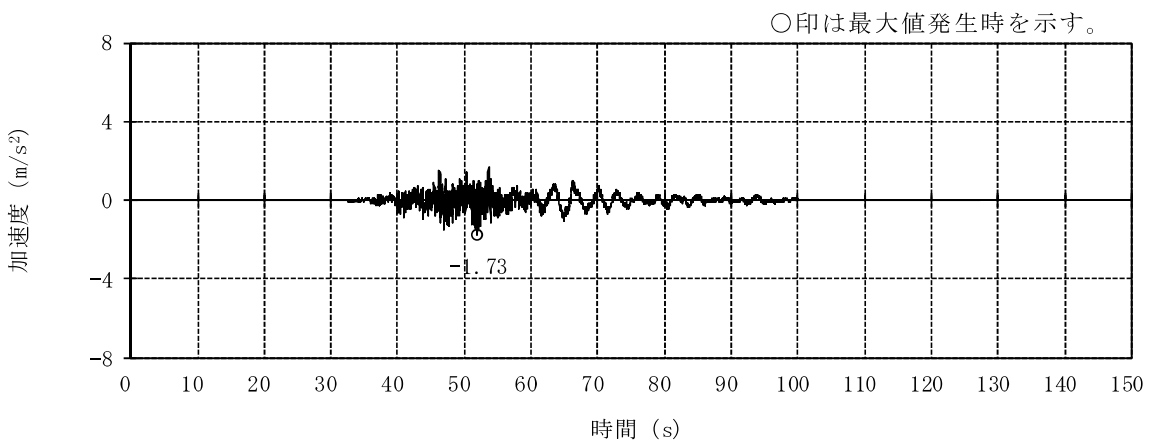


(c) Sd-3V

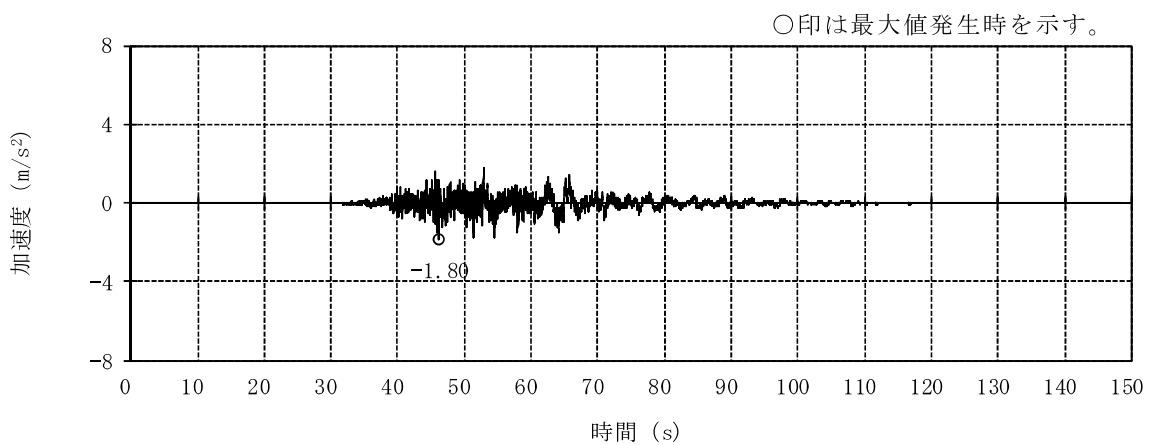
図3-7 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）（1/3）



(d) Sd-4UD

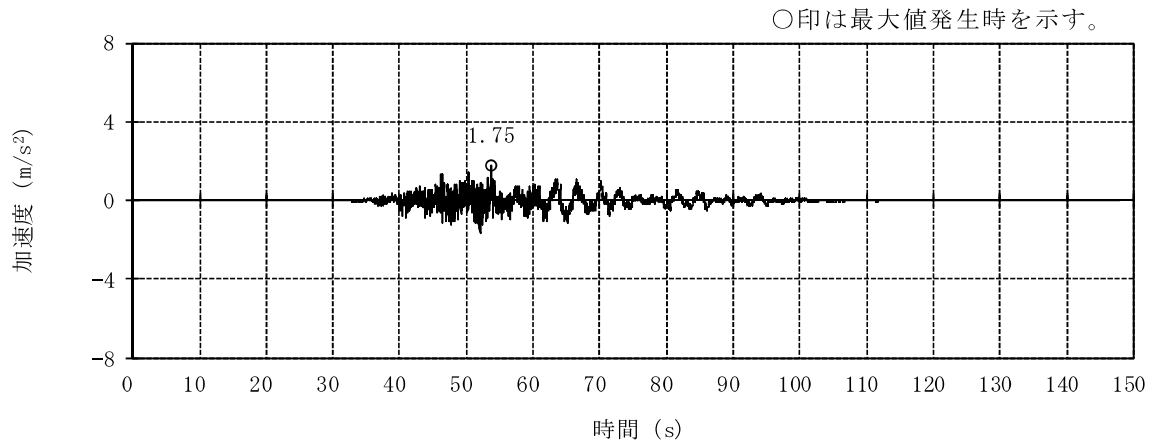


(e) Sd-5UD

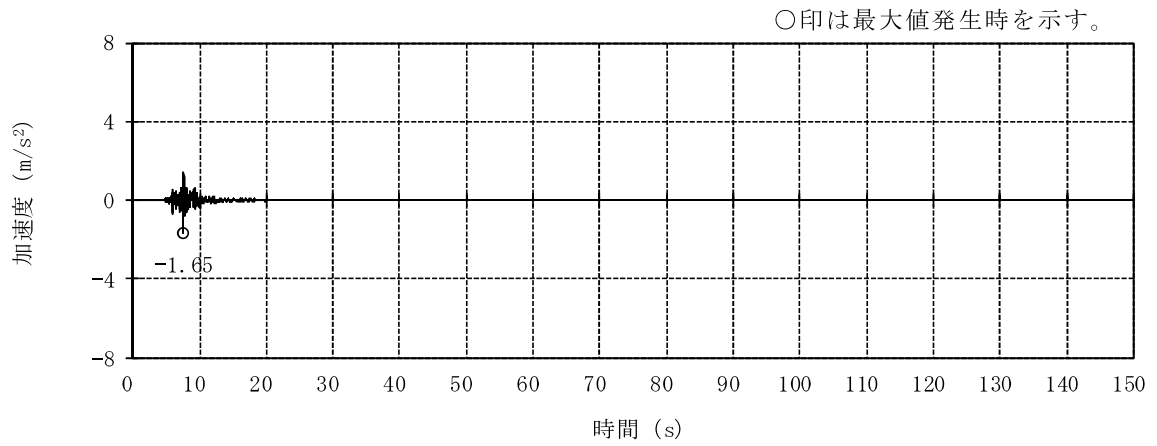


(f) Sd-6UD

図3-7 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）（2/3）

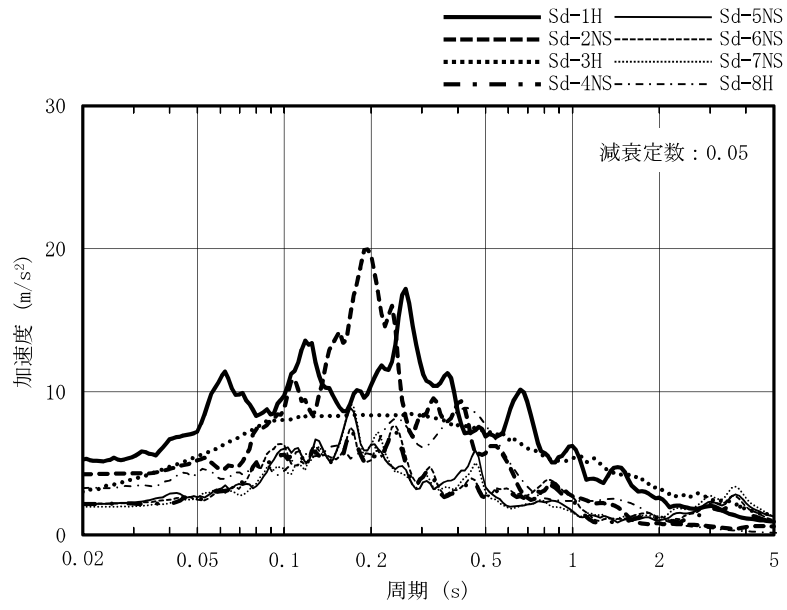


(g) Sd-7UD

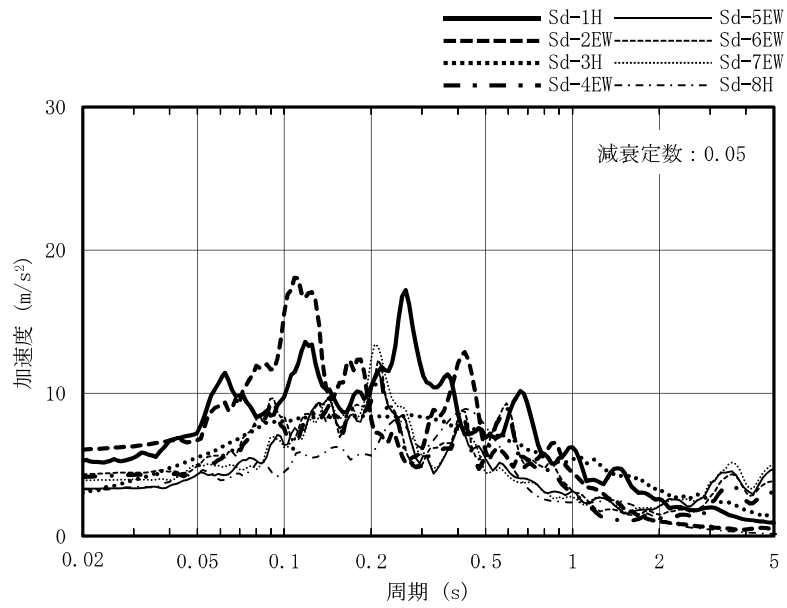


(h) Sd-8V

図3-7 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向) (3/3)

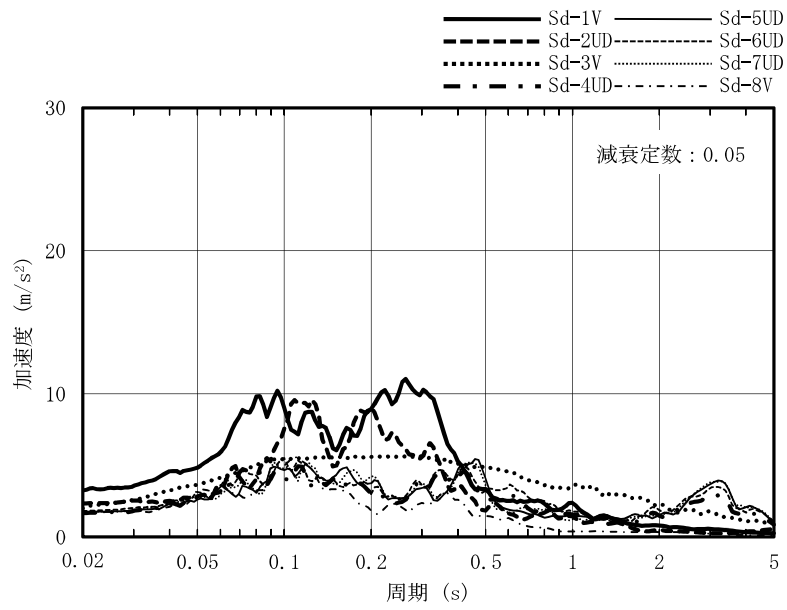


(a) NS 方向



(b) EW 方向

図3-8 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d) (1/2)



(c) 鉛直方向

図3-8 加速度応答スペクトル (弾性設計用地震動 S d) (2/2)

3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき、水平方向及び鉛直方向それぞれについて設定する。

地震応答解析モデルの設定に用いた建物・構築物の物性値を表3-1に示す。

ここで、コンクリート剛性については、実現象に近い応答を模擬するという観点から、建設時コンクリートの91日強度データを基に設定した実強度を用いて算定する。

表3-1 建物・構築物の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
建屋部	コンクリート* : $\sigma_c = 43.1\text{N/mm}^2$ ($\sigma_c = 440\text{kgf/cm}^2$) 鉄筋 : SD35 (SD345 相当)	2.88×10^4	1.20×10^4	5
基礎スラブ	コンクリート* : $\sigma_c = 39.2\text{N/mm}^2$ ($\sigma_c = 400\text{kgf/cm}^2$) 鉄筋 : SD35 (SD345 相当)	2.79×10^4	1.16×10^4	5
屋根トラス部	鉄骨 : SS41 (SS400 相当)	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨 : SM50A (SM490A 相当)	2.05×10^5	0.79×10^5	2

注記* : 実強度に基づくコンクリート強度を示す。

3.2.1 水平方向モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、基準地震動 S_s については弾塑性時刻歴応答解析、弾性設計用地震動 S_d については弾性時刻歴応答解析を行う。

建屋のモデル化はNS方向、EW方向それぞれについて行っているが、EW方向においては、使用済燃料プール壁がRCCVの曲げ変形を拘束する影響を考慮して回転ばねを取り付けている。また、設計時には考慮していなかった補助壁を、実現象に近い応答を模擬するという観点から、耐震要素と位置づけ、地震応答解析モデルに取り込む。また、図3-9のフローに示すとおり、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1-2008」((社)日本電気協会)の基礎浮上りの評価法を参考に、応答のレベルに応じて異なる地震応答解析モデルを用いる。地震応答解析モデルを図3-10(a)に、地震応答解析モデルの諸元を表3-2及び表3-3に示す。なお、図3-10(b)に示す誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルについては、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1-2008」((社)日本電気協会)を参考に、水平加振により励起される上下応答を評価するために、後述の鉛直方向モデルの諸元(表3-36)及び接地率に応じて変化する回転・鉛直連成ばね K_{VR} についても考慮している。

地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、基礎底面地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」((社)日本電気協会)(以下「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。

また、埋込み部分の建屋側面地盤ばねについては、建屋側面位置の地盤定数を用いて、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」により、Novakの方法に基づき求めた水平ばねを、基礎底面地盤ばねと同様に、近似法により定数化して用いる。また、設計時に考慮していなかった回転ばねを、水平ばねと同様に、定数化して用いる。なお、地盤表層部(新期砂層)については、基準地震動 S_s による地盤応答レベルを踏まえ、表層部では建屋-地盤相互作用が見込めないと判断し、この部分の地盤ばねは考慮しない。建屋側面の水平・回転ばねの評価には、解析コード「NOVAK」を用いる。

水平方向モデルへの入力地震動は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する地盤の応答として評価する。また、基礎底面レベルにおけるせん断力(以下「切欠き力」という。)を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮する。図3-11に、

地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を用いる。

基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する地盤定数を表3-4～表3-19に示す。なお、地盤定数は地盤のひずみ依存特性を考慮して求めた等価地盤物性値を用いる。ひずみ依存特性については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく。設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-13.7m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-12及び図3-13に示す。地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表3-20～表3-35に示す。

復元力特性は、建屋の方向別に、層を単位とした水平断面形状より「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づいて設定する。

なお、水平方向の解析に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.2 鉛直方向モデル

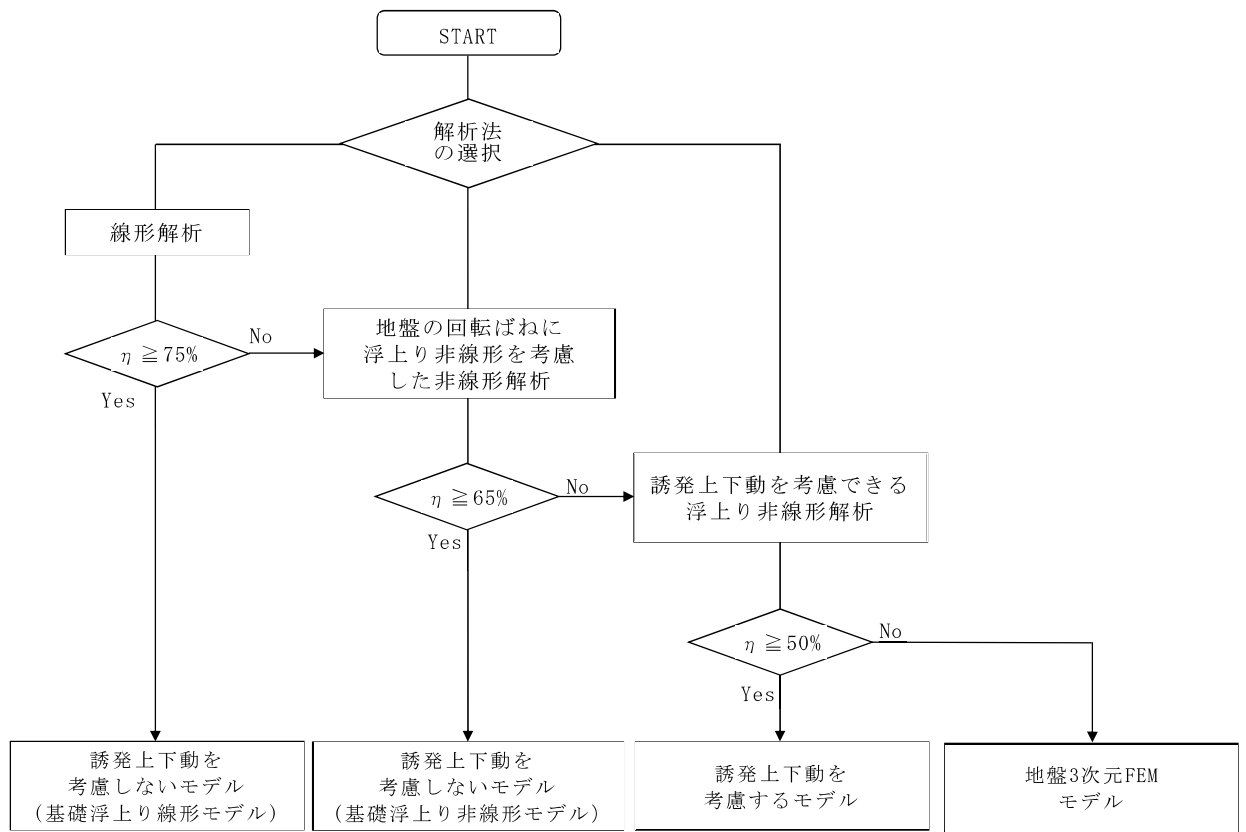
鉛直方向の地震応答解析モデルは、耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。水平方向モデルと同様に、補助壁を地震応答解析モデルに取り込む。鉛直方向の地震応答解析モデルを図3-14に、地震応答解析モデルの諸元を表3-36に示す。

地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、基礎底面地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。

鉛直方向モデルへの入力地震動は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する地盤の応答として評価したものであり、基礎底面レベルに直接入力する。図3-15に、地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を示す。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を用いる。

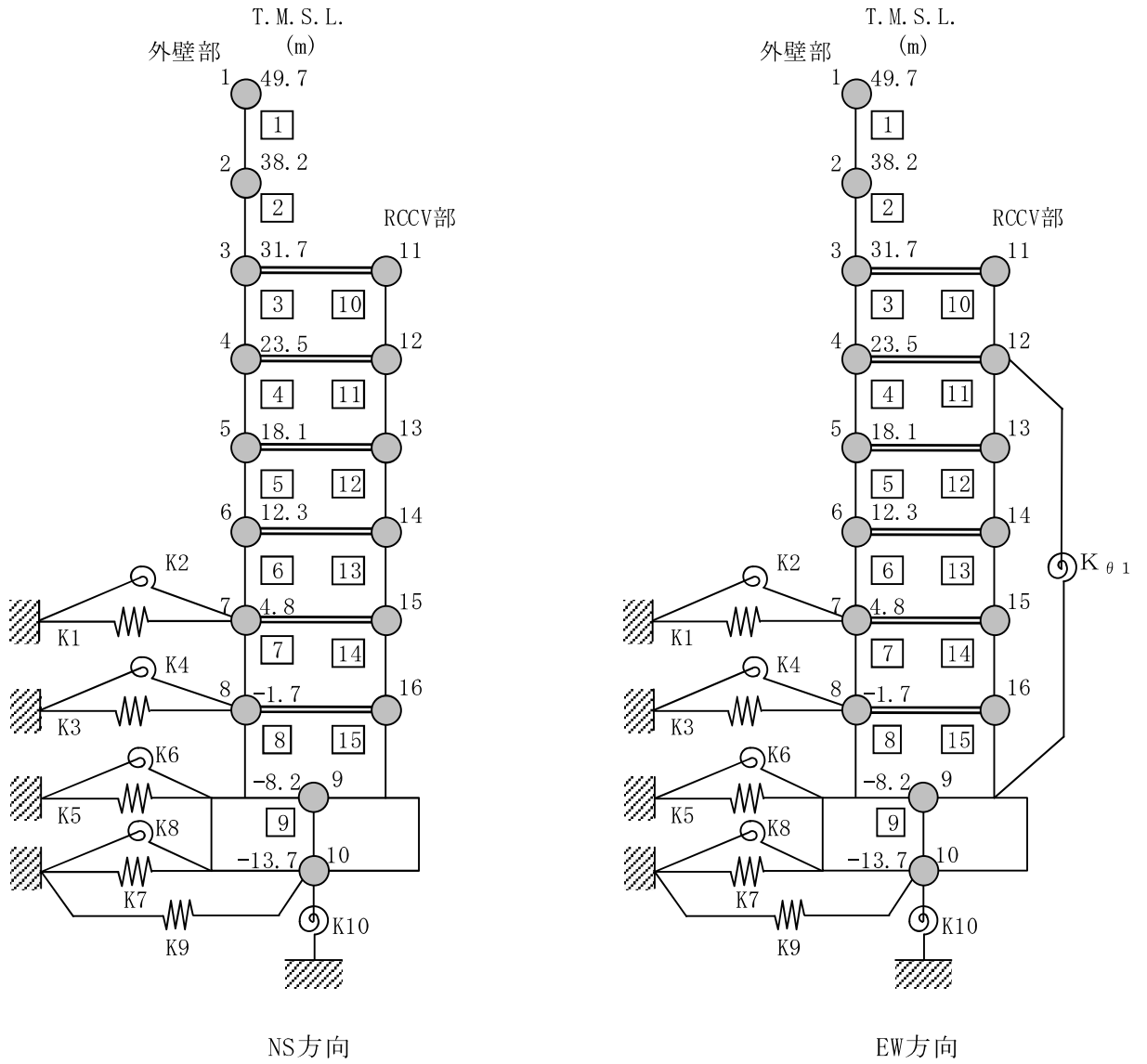
設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-13.7m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-16及び図3-17に示す。なお、地盤定数は表3-4～表3-19に示すとおりである。地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表3-37～表3-52に示す。

なお、鉛直方向の解析に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



注： η は接地率を示す。

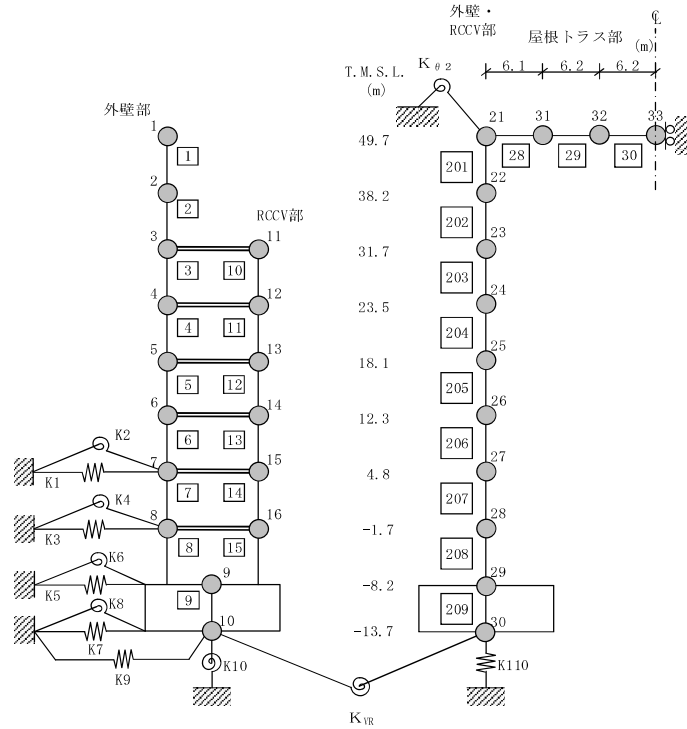
図 3-9 解析モデルの選定フロー



注： $K_{\theta 1}$ はRCCV回転ばねを示す。

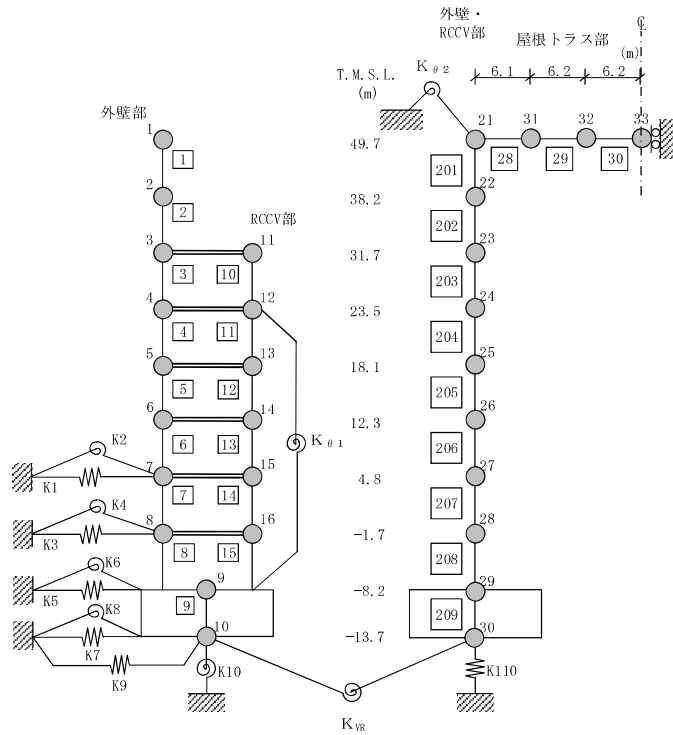
(a) 誘発上下動を考慮しない場合

図3-10 地震応答解析モデル（水平方向）（1/2）



注： $K_{\theta 2}$ は屋根トラス端部回転拘束ばねを示す。

NS 方向



注 1： $K_{\theta 1}$ はRCCV回転ばねを示す。

注 2： $K_{\theta 2}$ は屋根トラス端部回転拘束ばねを示す。

EW 方向

(b) 誘発上下動を考慮する場合

図3-10 地震応答解析モデル（水平方向）（2/2）

表3-2 地震応答解析モデル諸元 (NS方向)

質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I _G (×10 ⁵ kN・m ²)	部材番号	せん断 断面積 A _S (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)	質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I _G (×10 ⁵ kN・m ²)	部材番号	せん断 断面積 A _S (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)
1	39540	70.7									
2	79450	403.0	1	41.0	13600						
3	86670	484.3	2	82.4	50500						
4	83020	287.2	3	182.1	71400	11	94140	33.3	10	119.9	7200
5	55470	199.9	4	127.8	70400	12	157400	384.4	11	107.9	23300
6	82360	293.2	5	156.5	87200	13	101890	303.0	12	150.0	23500
7	78650	291.3	6	180.2	103000	14	199370	400.1	13	133.0	23400
8	79430	293.2	7	191.6	112800	15	125920	392.3	14	129.7	23600
9	339800	936.5	8	225.0	119000	16	136710	369.7	15	176.2	29500
10	216920	580.6	9	3373.4	900600						
合計	1956740										

① 建屋部

ヤング係数 E $2.88 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 せん断弾性係数 G $1.20 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 ポアソン比 ν 0.2
 減衰定数 h 5%

② 基礎スラブ

ヤング係数 E $2.79 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 せん断弾性係数 G $1.16 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 ポアソン比 ν 0.2
 減衰定数 h 5%

基礎形状 56.6m (NS 方向) × 59.6m (EW 方向) × 5.5m (厚さ)

表3-3 地震応答解析モデル諸元 (EW方向)

質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I _G (×10 ⁵ kN・m ²)	部材 番号	せん断 断面積 A _S (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)	質点番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I _G (×10 ⁵ kN・m ²)	部材 番号	せん断 断面積 A _S (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)
1	39540	147.4									
2	79450	301.3	1	54.7	29900						
3	91670	303.9	2	122.6	61200						
4	67180	275.6	3	162.2	89400	11	89140	275.6	10	248.3	6700
5	52160	220.6	4	132.8	82600	12	173240	480.4	11	223.0	23300
6	81290	330.4	5	158.4	96200	13	105200	332.4	12	158.3	23100
7	77080	317.7	6	197.4	111700	14	200440	439.3	13	118.2	23400
8	77960	320.7	7	211.6	124000	15	127490	433.5	14	183.2	21200
9	339800	1030.7	8	258.7	131000	16	138180	408.9	15	160.1	23800
10	216920	647.2	9	3373.4	998600						
合計	1956740										

①建屋部

ヤング係数E 2.88×10⁴N/mm²
 せん断弾性係数G 1.20×10⁴N/mm²
 ポアソン比ν 0.2
 減衰定数h 5%
 回転ばねK_{θ1} 2.13×10¹⁰kN・m/rad

②基礎スラブ

ヤング係数E 2.79×10⁴N/mm²
 せん断弾性係数G 1.16×10⁴N/mm²
 ポアソン比ν 0.2
 減衰定数h 5%

基礎形状 56.6m (NS 方向) × 59.6m (EW 方向) × 5.5m (厚さ)

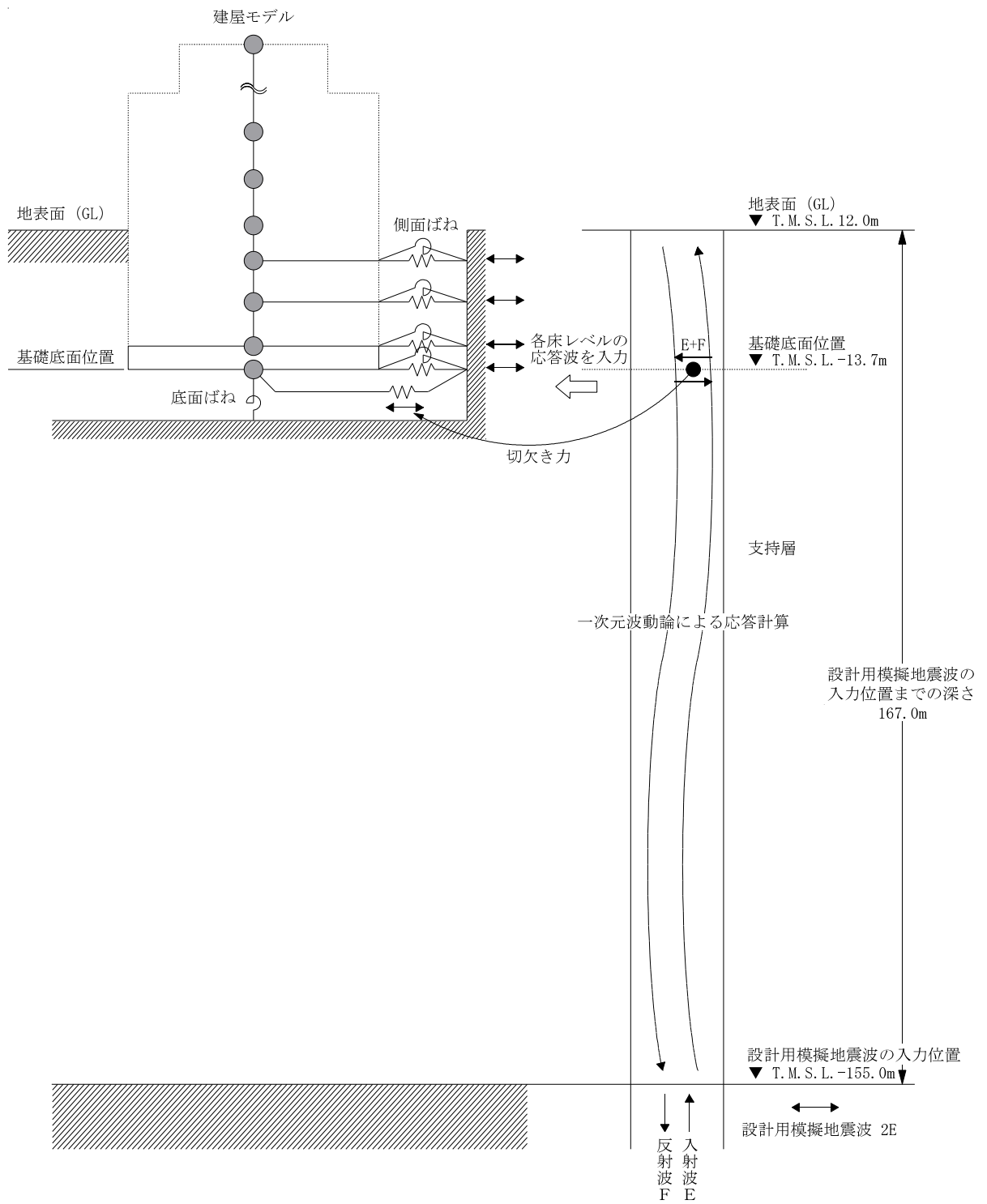


図3-11 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図（水平方向）

表3-4 地盤定数 (Ss-1)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.0996	0.369	0.27	23
+8.0		200	16.1	0.308	0.0788	0.657	0.12	28
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.01	1.92	0.53	6
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.82	4.16	0.92	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.22	4.75	0.89	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.28	6.14	0.86	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.40	8.32	0.89	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-

表3-5 地盤定数 (Ss-2)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.107	0.369	0.29	19
+8.0		200	16.1	0.308	0.0722	0.657	0.11	26
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	0.979	1.92	0.51	5
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.82	4.16	0.92	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.64	6.14	0.92	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.82	8.32	0.94	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-

表3-6 地盤定数 (Ss-3)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.121	0.369	0.33	21
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	27
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.05	1.92	0.55	6
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.86	4.16	0.93	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.03	4.75	0.85	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.15	6.14	0.84	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.23	8.32	0.87	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-

表3-7 地盤定数 (Ss-4)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.121	0.369	0.33	18
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	24
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.11	1.92	0.58	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.95	4.16	0.95	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.37	4.75	0.92	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.64	6.14	0.92	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.82	8.32	0.94	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-

表3-8 地盤定数 (Ss-5)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	22
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.07	1.92	0.56	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.46	6.14	0.89	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.48	8.32	0.90	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表3-9 地盤定数 (Ss-6)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	18
+8.0		200	16.1	0.308	0.0919	0.657	0.14	24
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.09	1.92	0.57	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.95	4.16	0.95	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.32	4.75	0.91	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.52	6.14	0.90	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.65	8.32	0.92	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表3-10 地盤定数 (Ss-7)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.114	0.369	0.31	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.105	0.657	0.16	21
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.09	1.92	0.57	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.27	4.75	0.90	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.40	6.14	0.88	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.40	8.32	0.89	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-

表3-11 地盤定数 (Ss-8)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.110	0.369	0.30	21
+8.0		200	16.1	0.308	0.0788	0.657	0.12	29
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.15	1.92	0.60	5
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.91	4.16	0.94	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.27	4.75	0.90	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.71	6.14	0.93	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-

表3-12 地盤定数 (Sd-1)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.140	0.369	0.38	19
+8.0		200	16.1	0.308	0.170	0.657	0.26	23
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.26	1.92	0.66	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.51	4.75	0.95	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表3-13 地盤定数 (Sd-2)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.151	0.369	0.41	16
+8.0		200	16.1	0.308	0.144	0.657	0.22	19
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.22	1.92	0.64	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.07	8.32	0.97	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表3-14 地盤定数 (Sd-3)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.180	0.369	0.49	15
+8.0		200	16.1	0.308	0.210	0.657	0.32	21
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.46	4.75	0.94	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.77	6.14	0.94	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-

表3-15 地盤定数 (Sd-4)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.195	0.369	0.53	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.256	0.657	0.39	16
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.07	4.16	0.98	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.60	4.75	0.97	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.07	8.32	0.97	3
-155.0 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-

表 3-16 地盤定数 (Sd-5)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.177	0.369	0.48	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.210	0.657	0.32	14
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.34	1.92	0.70	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.98	8.32	0.96	3
-155.0		椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00
∞								

表 3-17 地盤定数 (Sd-6)

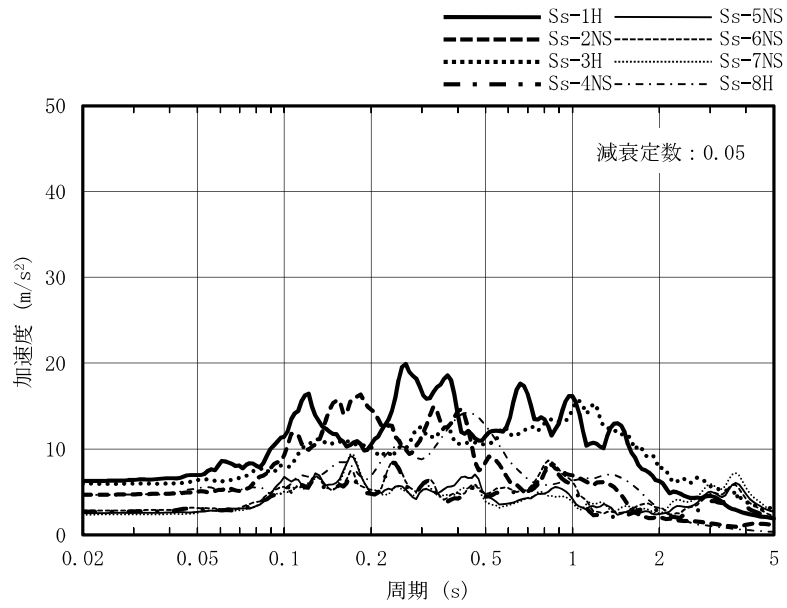
標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.191	0.369	0.52	12
+8.0		200	16.1	0.308	0.243	0.657	0.37	17
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.32	1.92	0.69	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.89	6.14	0.96	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.98	8.32	0.96	3
-155.0		椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00
∞								

表 3-18 地盤定数 (Sd-7)

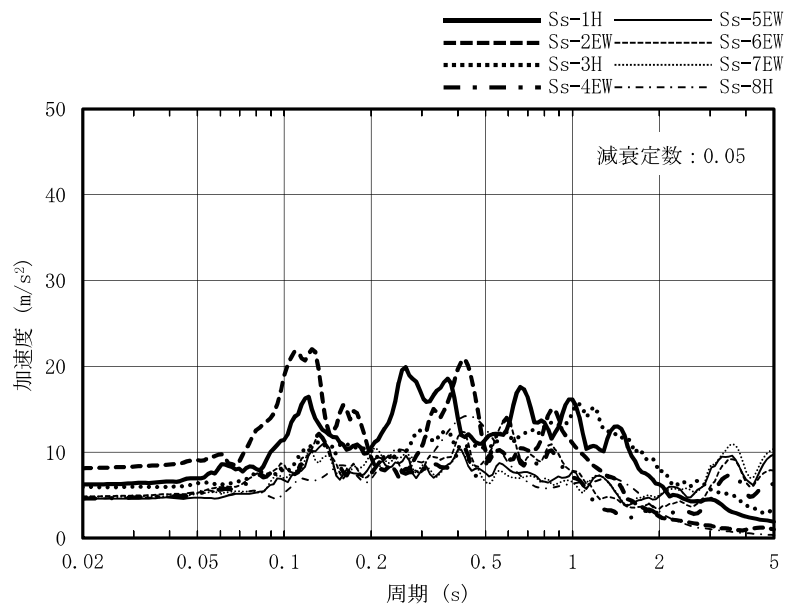
標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.166	0.369	0.45	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.190	0.657	0.29	14
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.32	1.92	0.69	3
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.83	6.14	0.95	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.90	8.32	0.95	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

表 3-19 地盤定数 (Sd-8)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.158	0.369	0.43	17
+8.0		200	16.1	0.308	0.170	0.657	0.26	23
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.28	1.92	0.67	4
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	4.03	4.16	0.97	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.56	4.75	0.96	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.95	6.14	0.97	3
-136.0		650	19.3	0.424	8.15	8.32	0.98	3
-155.0	椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00	-
∞								

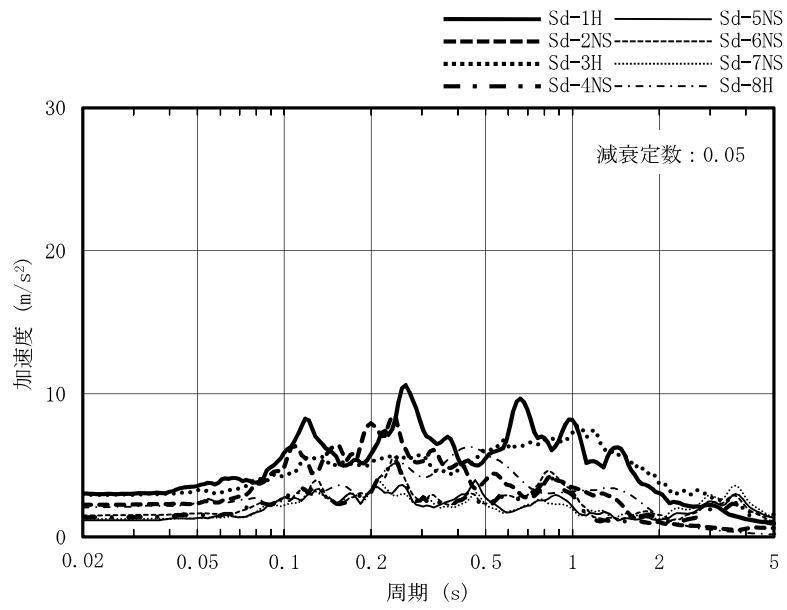


(a) NS方向

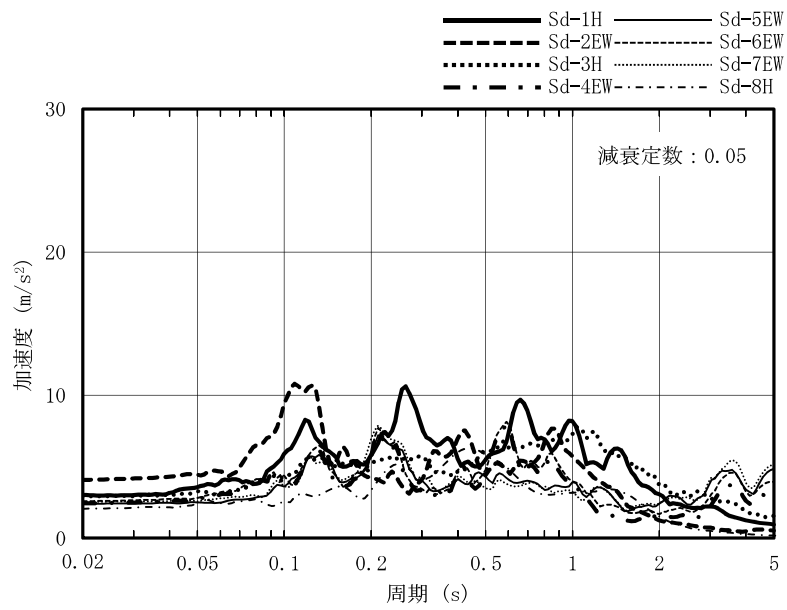


(b) EW方向

図3-12 入力地震動の加速度応答スペクトル
(基準地震動 S_s , T.M.S.L.-13.7m)



(a) NS方向



(b) EW方向

図3-13 入力地震動の加速度応答スペクトル
(弾性設計用地震動 S d , T. M. S. L. -13.7m)

表3-20 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-1)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.07×10^6	4.24×10^5
K2	7	側面・回転	8.33×10^8	1.05×10^8
K3	8	側面・並進	2.85×10^6	1.13×10^6
K4	8	側面・回転	2.21×10^9	2.79×10^8
K5	9	側面・並進	8.53×10^6	1.73×10^6
K6	9	側面・回転	6.73×10^9	3.97×10^8
K7	10	側面・並進	4.52×10^6	8.62×10^5
K8	10	側面・回転	3.54×10^9	1.95×10^8
K9	10	底面・並進	7.28×10^7	2.84×10^6
K10	10	底面・回転	7.06×10^{10}	6.06×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.07×10^6	4.26×10^5
K2	7	側面・回転	8.33×10^8	1.06×10^8
K3	8	側面・並進	2.85×10^6	1.13×10^6
K4	8	側面・回転	2.21×10^9	2.80×10^8
K5	9	側面・並進	8.53×10^6	1.73×10^6
K6	9	側面・回転	6.73×10^9	4.00×10^8
K7	10	側面・並進	4.52×10^6	8.61×10^5
K8	10	側面・回転	3.54×10^9	1.97×10^8
K9	10	底面・並進	7.25×10^7	2.82×10^6
K10	10	底面・回転	7.60×10^{10}	7.10×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-21 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-2)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.04×10^6	4.18×10^5
K2	7	側面・回転	8.05×10^8	1.04×10^8
K3	8	側面・並進	2.75×10^6	1.11×10^6
K4	8	側面・回転	2.14×10^9	2.76×10^8
K5	9	側面・並進	8.51×10^6	1.73×10^6
K6	9	側面・回転	6.72×10^9	3.97×10^8
K7	10	側面・並進	4.52×10^6	8.62×10^5
K8	10	側面・回転	3.54×10^9	1.96×10^8
K9	10	底面・並進	7.34×10^7	2.85×10^6
K10	10	底面・回転	7.15×10^{10}	6.07×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.04×10^6	4.20×10^5
K2	7	側面・回転	8.05×10^8	1.04×10^8
K3	8	側面・並進	2.75×10^6	1.11×10^6
K4	8	側面・回転	2.14×10^9	2.76×10^8
K5	9	側面・並進	8.51×10^6	1.73×10^6
K6	9	側面・回転	6.72×10^9	4.00×10^8
K7	10	側面・並進	4.52×10^6	8.61×10^5
K8	10	側面・回転	3.54×10^9	1.97×10^8
K9	10	底面・並進	7.31×10^7	2.82×10^6
K10	10	底面・回転	7.70×10^{10}	7.08×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-22 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-3)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.11×10^6	4.30×10^5
K2	7	側面・回転	8.61×10^8	1.07×10^8
K3	8	側面・並進	2.94×10^6	1.14×10^6
K4	8	側面・回転	2.28×10^9	2.83×10^8
K5	9	側面・並進	8.62×10^6	1.74×10^6
K6	9	側面・回転	6.79×10^9	3.98×10^8
K7	10	側面・並進	4.56×10^6	8.66×10^5
K8	10	側面・回転	3.57×10^9	1.96×10^8
K9	10	底面・並進	7.16×10^7	2.82×10^6
K10	10	底面・回転	6.89×10^{10}	6.03×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.11×10^6	4.31×10^5
K2	7	側面・回転	8.61×10^8	1.07×10^8
K3	8	側面・並進	2.94×10^6	1.14×10^6
K4	8	側面・回転	2.28×10^9	2.84×10^8
K5	9	側面・並進	8.62×10^6	1.74×10^6
K6	9	側面・回転	6.79×10^9	4.01×10^8
K7	10	側面・並進	4.56×10^6	8.65×10^5
K8	10	側面・回転	3.57×10^9	1.97×10^8
K9	10	底面・並進	7.13×10^7	2.79×10^6
K10	10	底面・回転	7.42×10^{10}	7.03×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-23 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-4)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.17×10^6	4.42×10^5
K2	7	側面・回転	9.12×10^8	1.10×10^8
K3	8	側面・並進	3.11×10^6	1.17×10^6
K4	8	側面・回転	2.42×10^9	2.91×10^8
K5	9	側面・並進	8.85×10^6	1.77×10^6
K6	9	側面・回転	6.98×10^9	4.05×10^8
K7	10	側面・並進	4.68×10^6	8.77×10^5
K8	10	側面・回転	3.66×10^9	1.99×10^8
K9	10	底面・並進	7.52×10^7	2.88×10^6
K10	10	底面・回転	7.33×10^{10}	6.16×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.17×10^6	4.43×10^5
K2	7	側面・回転	9.12×10^8	1.10×10^8
K3	8	側面・並進	3.11×10^6	1.18×10^6
K4	8	側面・回転	2.42×10^9	2.92×10^8
K5	9	側面・並進	8.85×10^6	1.77×10^6
K6	9	側面・回転	6.98×10^9	4.08×10^8
K7	10	側面・並進	4.68×10^6	8.76×10^5
K8	10	側面・回転	3.66×10^9	2.00×10^8
K9	10	底面・並進	7.48×10^7	2.86×10^6
K10	10	底面・回転	7.89×10^{10}	7.18×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-24 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-5)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.14×10^6	4.35×10^5
K2	7	側面・回転	8.83×10^8	1.08×10^8
K3	8	側面・並進	3.01×10^6	1.15×10^6
K4	8	側面・回転	2.34×10^9	2.87×10^8
K5	9	側面・並進	8.73×10^6	1.75×10^6
K6	9	側面・回転	6.89×10^9	4.02×10^8
K7	10	側面・並進	4.62×10^6	8.71×10^5
K8	10	側面・回転	3.62×10^9	1.97×10^8
K9	10	底面・並進	7.43×10^7	2.87×10^6
K10	10	底面・回転	7.21×10^{10}	6.10×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.14×10^6	4.37×10^5
K2	7	側面・回転	8.83×10^8	1.08×10^8
K3	8	側面・並進	3.01×10^6	1.16×10^6
K4	8	側面・回転	2.34×10^9	2.88×10^8
K5	9	側面・並進	8.73×10^6	1.75×10^6
K6	9	側面・回転	6.89×10^9	4.05×10^8
K7	10	側面・並進	4.62×10^6	8.70×10^5
K8	10	側面・回転	3.62×10^9	1.99×10^8
K9	10	底面・並進	7.40×10^7	2.84×10^6
K10	10	底面・回転	7.76×10^{10}	7.15×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-25 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-6)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.15×10^6	4.39×10^5
K2	7	側面・回転	8.97×10^8	1.09×10^8
K3	8	側面・並進	3.06×10^6	1.16×10^6
K4	8	側面・回転	2.38×10^9	2.89×10^8
K5	9	側面・並進	8.85×10^6	1.77×10^6
K6	9	側面・回転	6.97×10^9	4.04×10^8
K7	10	側面・並進	4.68×10^6	8.77×10^5
K8	10	側面・回転	3.66×10^9	1.99×10^8
K9	10	底面・並進	7.49×10^7	2.88×10^6
K10	10	底面・回転	7.27×10^{10}	6.14×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.15×10^6	4.40×10^5
K2	7	側面・回転	8.97×10^8	1.09×10^8
K3	8	側面・並進	3.06×10^6	1.17×10^6
K4	8	側面・回転	2.38×10^9	2.90×10^8
K5	9	側面・並進	8.85×10^6	1.77×10^6
K6	9	側面・回転	6.97×10^9	4.07×10^8
K7	10	側面・並進	4.68×10^6	8.76×10^5
K8	10	側面・回転	3.66×10^9	2.00×10^8
K9	10	底面・並進	7.45×10^7	2.85×10^6
K10	10	底面・回転	7.82×10^{10}	7.19×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-26 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-7)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.15 × 10 ⁶	4.38 × 10 ⁵
K2	7	側面・回転	8.97 × 10 ⁸	1.09 × 10 ⁸
K3	8	側面・並進	3.06 × 10 ⁶	1.16 × 10 ⁶
K4	8	側面・回転	2.38 × 10 ⁹	2.89 × 10 ⁸
K5	9	側面・並進	8.74 × 10 ⁶	1.76 × 10 ⁶
K6	9	側面・回転	6.89 × 10 ⁹	4.02 × 10 ⁸
K7	10	側面・並進	4.62 × 10 ⁶	8.71 × 10 ⁵
K8	10	側面・回転	3.62 × 10 ⁹	1.97 × 10 ⁸
K9	10	底面・並進	7.40 × 10 ⁷	2.86 × 10 ⁶
K10	10	底面・回転	7.18 × 10 ¹⁰	6.09 × 10 ⁸

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.15 × 10 ⁶	4.40 × 10 ⁵
K2	7	側面・回転	8.97 × 10 ⁸	1.09 × 10 ⁸
K3	8	側面・並進	3.06 × 10 ⁶	1.17 × 10 ⁶
K4	8	側面・回転	2.38 × 10 ⁹	2.90 × 10 ⁸
K5	9	側面・並進	8.74 × 10 ⁶	1.75 × 10 ⁶
K6	9	側面・回転	6.89 × 10 ⁹	4.05 × 10 ⁸
K7	10	側面・並進	4.62 × 10 ⁶	8.70 × 10 ⁵
K8	10	側面・回転	3.62 × 10 ⁹	1.99 × 10 ⁸
K9	10	底面・並進	7.37 × 10 ⁷	2.83 × 10 ⁶
K10	10	底面・回転	7.73 × 10 ¹⁰	7.13 × 10 ⁸

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-27 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-8)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.22 × 10 ⁶	4.49 × 10 ⁵
K2	7	側面・回転	9.48 × 10 ⁸	1.12 × 10 ⁸
K3	8	側面・並進	3.24 × 10 ⁶	1.19 × 10 ⁶
K4	8	側面・回転	2.52 × 10 ⁹	2.96 × 10 ⁸
K5	9	側面・並進	8.77 × 10 ⁶	1.76 × 10 ⁶
K6	9	側面・回転	6.91 × 10 ⁹	4.04 × 10 ⁸
K7	10	側面・並進	4.62 × 10 ⁶	8.71 × 10 ⁵
K8	10	側面・回転	3.62 × 10 ⁹	1.98 × 10 ⁸
K9	10	底面・並進	7.43 × 10 ⁷	2.87 × 10 ⁶
K10	10	底面・回転	7.18 × 10 ¹⁰	6.13 × 10 ⁸

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.22 × 10 ⁶	4.51 × 10 ⁵
K2	7	側面・回転	9.48 × 10 ⁸	1.12 × 10 ⁸
K3	8	側面・並進	3.24 × 10 ⁶	1.20 × 10 ⁶
K4	8	側面・回転	2.52 × 10 ⁹	2.97 × 10 ⁸
K5	9	側面・並進	8.77 × 10 ⁶	1.76 × 10 ⁶
K6	9	側面・回転	6.91 × 10 ⁹	4.06 × 10 ⁸
K7	10	側面・並進	4.62 × 10 ⁶	8.70 × 10 ⁵
K8	10	側面・回転	3.62 × 10 ⁹	1.99 × 10 ⁸
K9	10	底面・並進	7.40 × 10 ⁷	2.84 × 10 ⁶
K10	10	底面・回転	7.73 × 10 ¹⁰	7.15 × 10 ⁸

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-28 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-1)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.34×10^6	4.69×10^5
K2	7	側面・回転	1.04×10^9	1.16×10^8
K3	8	側面・並進	3.55×10^6	1.24×10^6
K4	8	側面・回転	2.76×10^9	3.08×10^8
K5	9	側面・並進	9.11×10^6	1.79×10^6
K6	9	側面・回転	7.17×10^9	4.12×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.86×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.01×10^8
K9	10	底面・並進	7.70×10^7	2.92×10^6
K10	10	底面・回転	7.50×10^{10}	6.22×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.34×10^6	4.70×10^5
K2	7	側面・回転	1.04×10^9	1.17×10^8
K3	8	側面・並進	3.55×10^6	1.25×10^6
K4	8	側面・回転	2.76×10^9	3.09×10^8
K5	9	側面・並進	9.11×10^6	1.79×10^6
K6	9	側面・回転	7.17×10^9	4.14×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.03×10^8
K9	10	底面・並進	7.66×10^7	2.89×10^6
K10	10	底面・回転	8.08×10^{10}	7.25×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-29 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-2)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.29×10^6	4.61×10^5
K2	7	側面・回転	1.00×10^9	1.14×10^8
K3	8	側面・並進	3.42×10^6	1.22×10^6
K4	8	側面・回転	2.66×10^9	3.04×10^8
K5	9	側面・並進	9.08×10^6	1.79×10^6
K6	9	側面・回転	7.16×10^9	4.11×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.86×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.01×10^8
K9	10	底面・並進	7.76×10^7	2.93×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.23×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.29×10^6	4.62×10^5
K2	7	側面・回転	1.00×10^9	1.15×10^8
K3	8	側面・並進	3.42×10^6	1.23×10^6
K4	8	側面・回転	2.66×10^9	3.05×10^8
K5	9	側面・並進	9.08×10^6	1.79×10^6
K6	9	側面・回転	7.16×10^9	4.14×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.03×10^8
K9	10	底面・並進	7.72×10^7	2.90×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.30×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-30 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-3)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.42×10^6	4.81×10^5
K2	7	側面・回転	1.10×10^9	1.19×10^8
K3	8	側面・並進	3.77×10^6	1.28×10^6
K4	8	側面・回転	2.93×10^9	3.16×10^8
K5	9	側面・並進	9.15×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.20×10^9	4.13×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.86×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.01×10^8
K9	10	底面・並進	7.67×10^7	2.91×10^6
K10	10	底面・回転	7.47×10^{10}	6.24×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.42×10^6	4.82×10^5
K2	7	側面・回転	1.10×10^9	1.20×10^8
K3	8	側面・並進	3.77×10^6	1.28×10^6
K4	8	側面・回転	2.93×10^9	3.17×10^8
K5	9	側面・並進	9.15×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.20×10^9	4.16×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.03×10^8
K9	10	底面・並進	7.63×10^7	2.89×10^6
K10	10	底面・回転	8.05×10^{10}	7.31×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-31 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-4)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.42×10^6	4.81×10^5
K2	7	側面・回転	1.10×10^9	1.19×10^8
K3	8	側面・並進	3.77×10^6	1.28×10^6
K4	8	側面・回転	2.93×10^9	3.17×10^8
K5	9	側面・並進	9.22×10^6	1.81×10^6
K6	9	側面・回転	7.26×10^9	4.15×10^8
K7	10	側面・並進	4.82×10^6	8.89×10^5
K8	10	側面・回転	3.77×10^9	2.02×10^8
K9	10	底面・並進	7.82×10^7	2.94×10^6
K10	10	底面・回転	7.62×10^{10}	6.27×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.42×10^6	4.83×10^5
K2	7	側面・回転	1.10×10^9	1.20×10^8
K3	8	側面・並進	3.77×10^6	1.28×10^6
K4	8	側面・回転	2.93×10^9	3.18×10^8
K5	9	側面・並進	9.22×10^6	1.81×10^6
K6	9	側面・回転	7.26×10^9	4.18×10^8
K7	10	側面・並進	4.82×10^6	8.88×10^5
K8	10	側面・回転	3.77×10^9	2.04×10^8
K9	10	底面・並進	7.78×10^7	2.91×10^6
K10	10	底面・回転	8.21×10^{10}	7.31×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-32 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-5)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.42×10^6	4.81×10^5
K2	7	側面・回転	1.10×10^9	1.19×10^8
K3	8	側面・並進	3.77×10^6	1.28×10^6
K4	8	側面・回転	2.93×10^9	3.16×10^8
K5	9	側面・並進	9.15×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.20×10^9	4.14×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.01×10^8
K9	10	底面・並進	7.73×10^7	2.93×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.27×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.42×10^6	4.82×10^5
K2	7	側面・回転	1.10×10^9	1.20×10^8
K3	8	側面・並進	3.77×10^6	1.28×10^6
K4	8	側面・回転	2.93×10^9	3.17×10^8
K5	9	側面・並進	9.15×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.20×10^9	4.16×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.03×10^8
K9	10	底面・並進	7.69×10^7	2.90×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.30×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-33 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-6)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.40×10^6	4.78×10^5
K2	7	側面・回転	1.09×10^9	1.19×10^8
K3	8	側面・並進	3.71×10^6	1.27×10^6
K4	8	側面・回転	2.88×10^9	3.14×10^8
K5	9	側面・並進	9.14×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.19×10^9	4.13×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.01×10^8
K9	10	底面・並進	7.76×10^7	2.93×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.27×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.40×10^6	4.79×10^5
K2	7	側面・回転	1.09×10^9	1.19×10^8
K3	8	側面・並進	3.71×10^6	1.27×10^6
K4	8	側面・回転	2.88×10^9	3.16×10^8
K5	9	側面・並進	9.14×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.19×10^9	4.16×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.03×10^8
K9	10	底面・並進	7.72×10^7	2.90×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.30×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-34 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-7)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.40 × 10 ⁶	4.78 × 10 ⁵
K2	7	側面・回転	1.09 × 10 ⁹	1.19 × 10 ⁸
K3	8	側面・並進	3.71 × 10 ⁶	1.27 × 10 ⁶
K4	8	側面・回転	2.88 × 10 ⁹	3.14 × 10 ⁸
K5	9	側面・並進	9.14 × 10 ⁶	1.80 × 10 ⁶
K6	9	側面・回転	7.19 × 10 ⁹	4.13 × 10 ⁸
K7	10	側面・並進	4.78 × 10 ⁶	8.85 × 10 ⁵
K8	10	側面・回転	3.74 × 10 ⁹	2.01 × 10 ⁸
K9	10	底面・並進	7.73 × 10 ⁷	2.93 × 10 ⁶
K10	10	底面・回転	7.56 × 10 ¹⁰	6.27 × 10 ⁸

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.40 × 10 ⁶	4.79 × 10 ⁵
K2	7	側面・回転	1.09 × 10 ⁹	1.19 × 10 ⁸
K3	8	側面・並進	3.71 × 10 ⁶	1.27 × 10 ⁶
K4	8	側面・回転	2.88 × 10 ⁹	3.16 × 10 ⁸
K5	9	側面・並進	9.14 × 10 ⁶	1.80 × 10 ⁶
K6	9	側面・回転	7.19 × 10 ⁹	4.16 × 10 ⁸
K7	10	側面・並進	4.78 × 10 ⁶	8.85 × 10 ⁵
K8	10	側面・回転	3.74 × 10 ⁹	2.03 × 10 ⁸
K9	10	底面・並進	7.69 × 10 ⁷	2.90 × 10 ⁶
K10	10	底面・回転	8.14 × 10 ¹⁰	7.30 × 10 ⁸

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

表3-35 地盤ばね定数と減衰係数 (Sd-8)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.36×10^6	4.72×10^5
K2	7	側面・回転	1.06×10^9	1.17×10^8
K3	8	側面・並進	3.60×10^6	1.25×10^6
K4	8	側面・回転	2.80×10^9	3.11×10^8
K5	9	側面・並進	9.12×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.18×10^9	4.13×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.01×10^8
K9	10	底面・並進	7.76×10^7	2.93×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.27×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

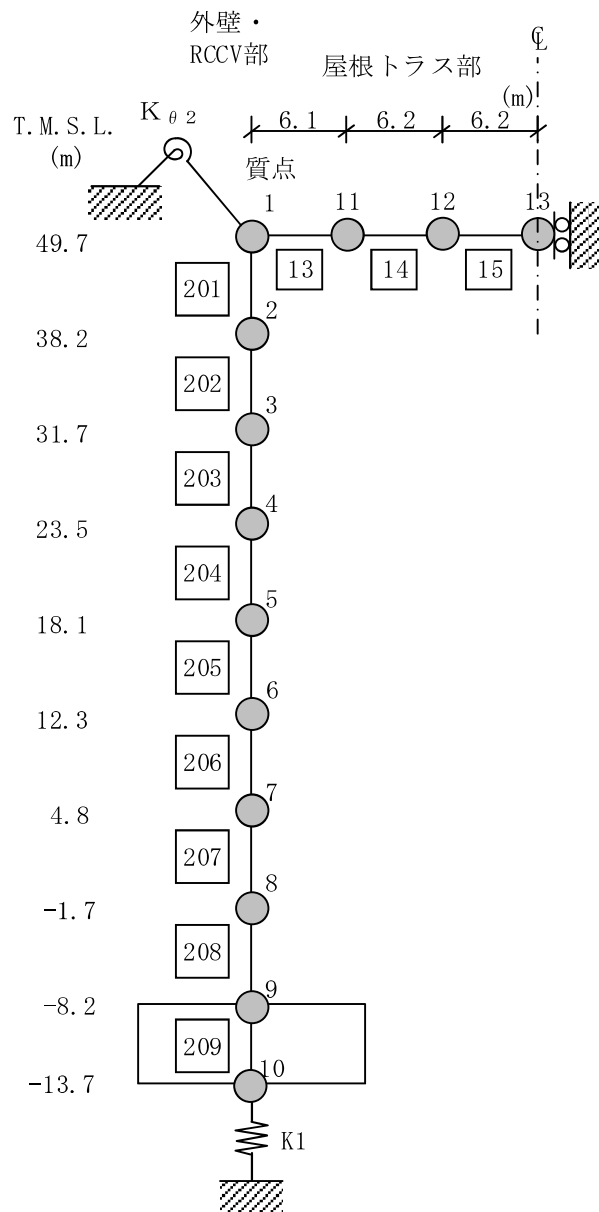
*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 ^{*1} K _C	減衰係数 ^{*2} C _C
K1	7	側面・並進	1.36×10^6	4.73×10^5
K2	7	側面・回転	1.06×10^9	1.17×10^8
K3	8	側面・並進	3.60×10^6	1.26×10^6
K4	8	側面・回転	2.80×10^9	3.12×10^8
K5	9	側面・並進	9.12×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.18×10^9	4.15×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.85×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.03×10^8
K9	10	底面・並進	7.72×10^7	2.90×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.30×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。



注： $K_{\theta 2}$ は屋根トラス端部回転拘束ばねを示す。

図3-14 地震応答解析モデル（鉛直方向）

表3-36 地震応答解析モデルの諸元（鉛直方向）

外壁・RCCV部			
質点番号	質点重量 W (kN)	部材 番号	軸断面積 A _N (m ²)
1	30760		
		201	89.0
2	79450	202	199.2
3	180810	203	587.3
4	240420	204	585.5
5	157360	205	616.0
6	281730	206	619.8
7	204570	207	705.4
8	216140	208	806.3
9	339800	209	3373.4
10	216920		
合計	1956740		

屋根トラス部				
質点番号	質点重量 W (kN)	部材 番号	せん断断面積 A _S (×10 ⁻² m ²)	断面二次モーメント I (m ⁴)
1	—			
		13	21.25	2.00
11	3520	14	16.82	2.00
12	3510	15	7.94	2.00
13	1750			

①コンクリート部 建屋
 ヤング係数E 2.88×10⁴N/mm²
 せん断弾性係数G 1.20×10⁴N/mm²
 ポアソン比ν 0.2
 減衰定数h 5%

②コンクリート部 基礎スラブ
 ヤング係数E 2.79×10⁴N/mm²
 せん断弾性係数G 1.16×10⁴N/mm²
 ポアソン比ν 0.2
 減衰定数h 5%

③鉄骨部
 ヤング係数E 2.05×10⁵N/mm²
 せん断弾性係数G 7.90×10⁴N/mm²
 ポアソン比ν 0.3
 減衰定数h 2%
 トラス端部回転拘束ばねK_{θ2} 3.90×10⁷kN・m/rad

基礎形状 56.6m (NS 方向) ×59.6m (EW 方向) ×5.5m (厚さ)

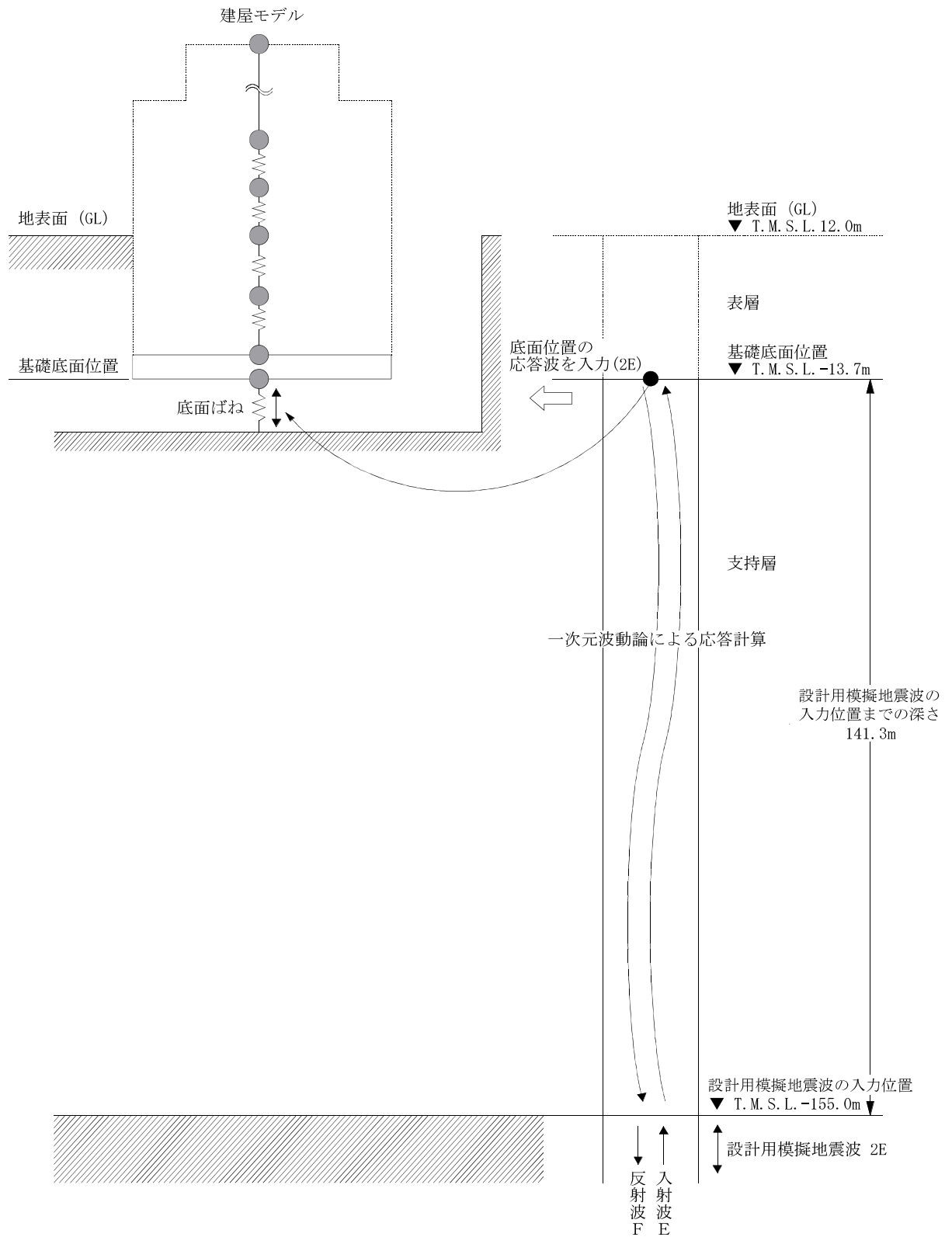


図3-15 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (鉛直方向)

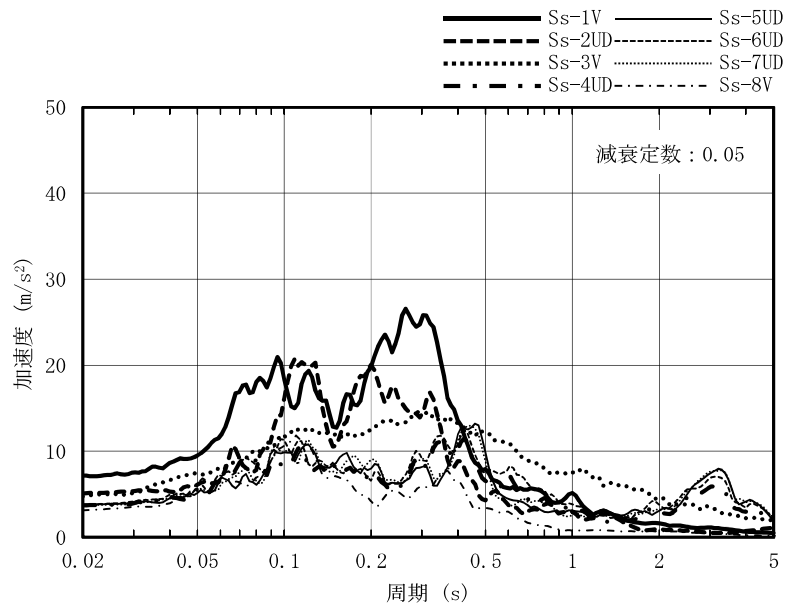


図3-16 入力地震動の加速度応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向, T.M.S.L.-13.7m)

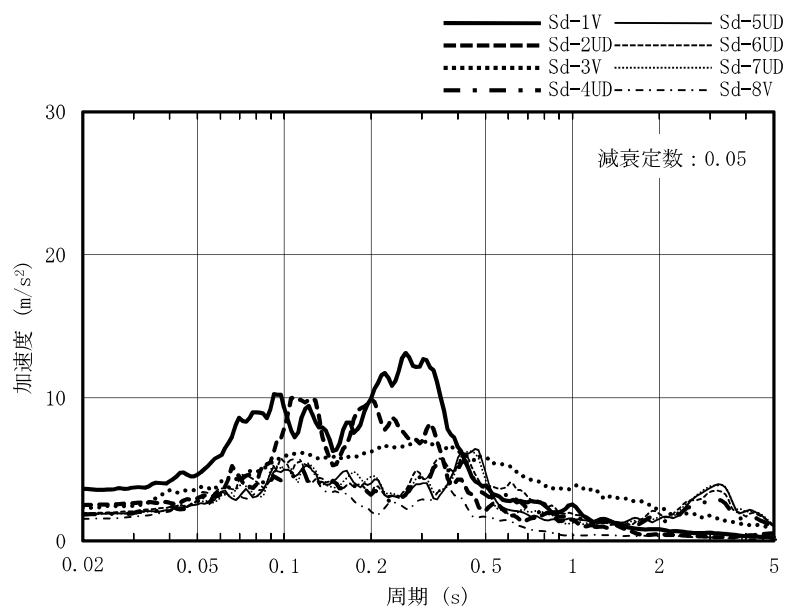


図3-17 入力地震動の加速度応答スペクトル
 (弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向, T.M.S.L.-13.7m)

表3-37 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，S_S-1）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.20×10^8	6.51×10^6

表3-38 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，S_S-2）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.22×10^8	6.57×10^6

表3-39 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，S_S-3）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.16×10^8	6.41×10^6

表3-40 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，S_S-4）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.24×10^8	6.61×10^6

表3-41 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，S_S-5）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.22×10^8	6.56×10^6

表3-42 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，S_S-6）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.23×10^8	6.59×10^6

表3-43 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，S_S-7）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.21×10^8	6.53×10^6

表3-44 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，S_S-8）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.22×10^8	6.57×10^6

表3-45 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-1）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.27×10^8	6.70×10^6

表3-46 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-2）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^8	6.73×10^6

表3-47 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-3）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.26×10^8	6.68×10^6

表3-48 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-4）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.29×10^8	6.74×10^6

表3-49 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-5）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^8	6.72×10^6

表3-50 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-6）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^8	6.72×10^6

表3-51 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-7）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^8	6.72×10^6

表3-52 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Sd-8）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.28×10^8	6.73×10^6

3.3 解析方法

原子炉建屋の地震応答解析には、解析コード「NUPP4」を用いる。なお、解析に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.3.1 動的解析

建物・構築物の動的解析は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき、時刻歴応答解析により実施する。

3.3.2 静的解析

(1) 水平地震力

水平地震力算定用の基準面は地表面（T.M.S.L. 12.0m）とし、基準面より上の部分（地上部分）の地震力は、地震層せん断力係数を用いた次式にて算定する。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i \cdots \cdots \cdots (3.1)$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \cdots \cdots \cdots (3.2)$$

ここで、

- Q_i : 第 i 層に生じる水平地震力
- n : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)
- C_i : 第 i 層の地震層せん断力係数
- W_i : 第 i 層が支える重量
- Z : 地震地域係数 (1.0)
- R_t : 振動特性係数 (0.8)
- A_i : 第 i 層の地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数
- C_0 : 標準せん断力係数 (0.2)

基準面より下の部分（地下部分）の地震力は、当該部分の重量に、次式によって算定する地下震度を乗じて定める。

$$K = 0.1 \cdot n \cdot (1 - H/40) \cdot Z \cdot \alpha \cdots \cdots \cdots (3.3)$$

ここで、

- K : 地下部分の水平震度
- n : 施設の重要度分類に応じた係数 (3.0)
- H : 地下の各部分の基準面からの深さ
- Z : 地震地域係数 (1.0)
- α : 建物・構築物側方地盤の影響を考慮した水平地下震度の補正係数 (1.2)

各層に生じる水平地震力は、平成3年8月23日付け3資庁第6674号にて認可され

た工事計画の添付書類IV-2-3「原子炉建屋の地震応答計算書」にて算出した値を用いる。

(2) 鉛直地震力

鉛直地震力は、鉛直震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して、次式によって算定する鉛直震度を用いて定める。

$$C_v = R_v \cdot 0.3 \dots\dots\dots (3.4)$$

ここで、

C_v : 鉛直震度

R_v : 鉛直方向振動特性係数 (0.8)

鉛直地震力は、平成3年8月23日付け3資庁第6674号にて認可された工事計画の添付書類IV-2-7-1「原子炉建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。

3.3.3 必要保有水平耐力

各層の必要保有水平耐力 Q_{un} は、次式により算定する。

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud} \dots\dots\dots (3.5)$$

ここで、

Q_{un} : 各層の必要保有水平耐力

D_s : 各層の構造特性係数

F_{es} : 各層の形状特性係数

Q_{ud} : 当該部分に作用する水平地震力で、(3.1)式及び(3.2)式の n の値を1.0、 C_0 の値を1.0として計算した値

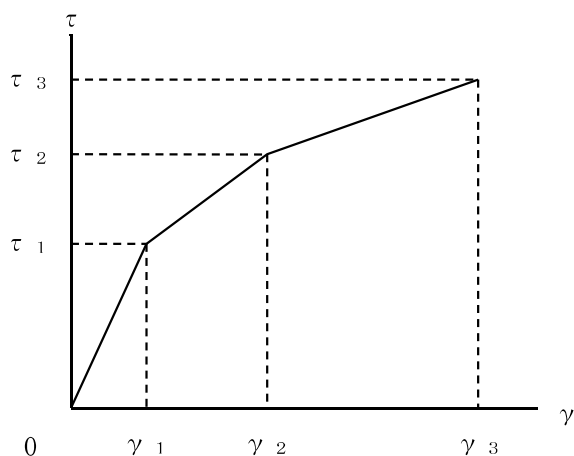
各層の必要保有水平耐力 Q_{un} は、平成3年8月23日付け3資庁第6674号にて認可された工事計画の添付書類IV-2-7-1「原子炉建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。

3.4 解析条件

3.4.1 建物・構築物の復元力特性

(1) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき，トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図3-18に示す。



τ_1 : 第1折点のせん断応力度

τ_2 : 第2折点のせん断応力度

τ_3 : 終局点のせん断応力度

γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ

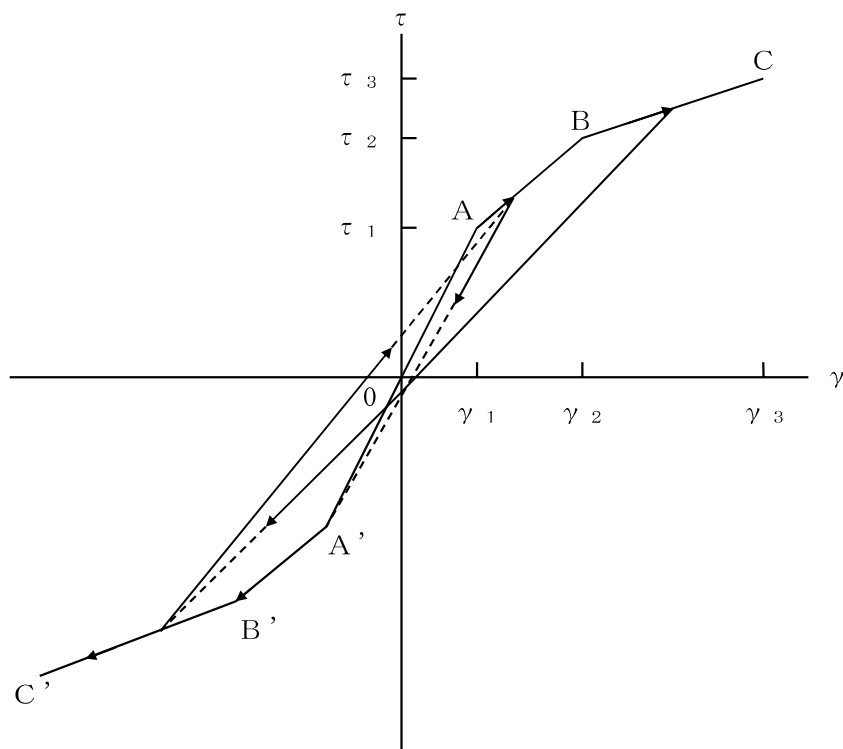
γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ

γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図3-18 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係

(2) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」に基づき，最大点指向型モデルとする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性を図3-19に示す。

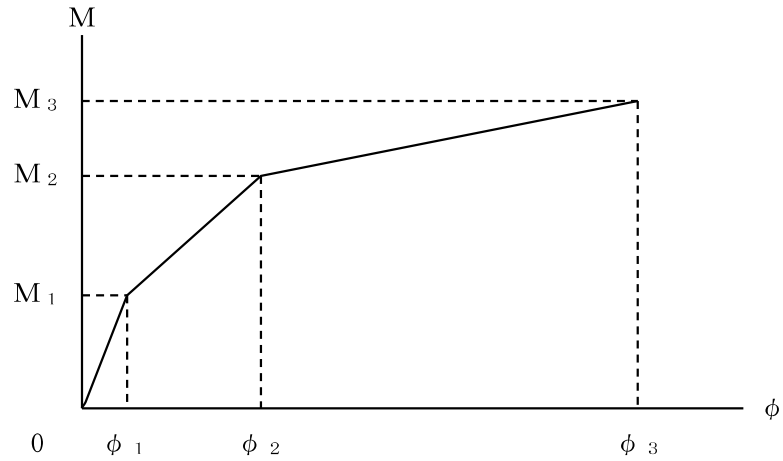


- a. 0-A間 : 弾性範囲。
- b. A-B間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし，負側最大点が第1折点を越えていなければ，負側第1折点に向かう。
- c. B-C間 : 負側最大点指向。
- d. 各最大点は，スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図3-19 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

(3) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- ϕ 関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- ϕ 関係) は, 「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」に基づき, トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図3-20に示す。



M_1 : 第 1 折点の曲げモーメント

M_2 : 第 2 折点の曲げモーメント

M_3 : 終局点の曲げモーメント

ϕ_1 : 第 1 折点の曲率

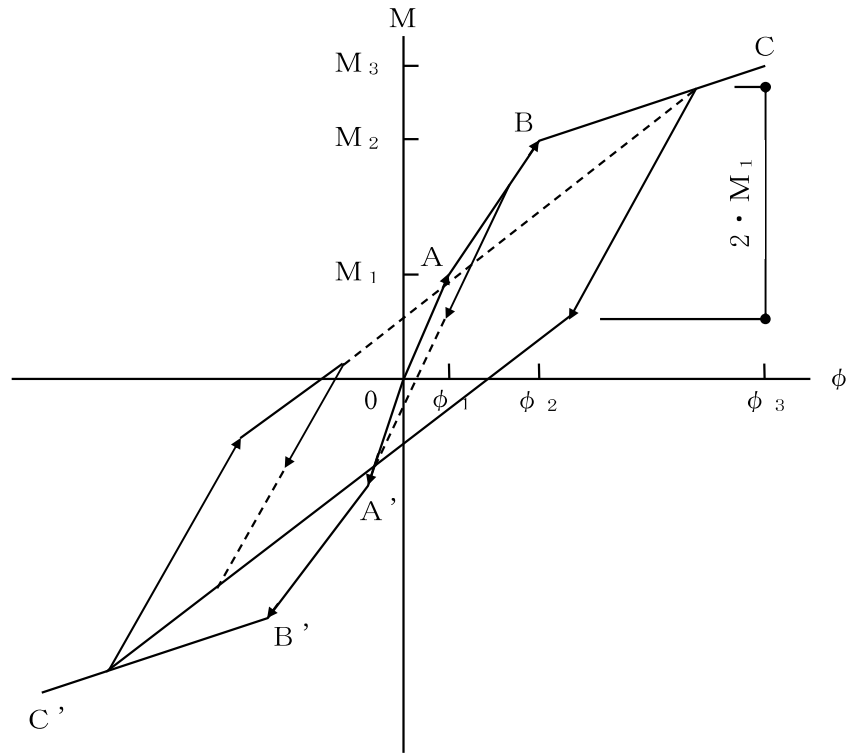
ϕ_2 : 第 2 折点の曲率

ϕ_3 : 終局点の曲率

図 3-20 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係

(4) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、ディグレイディングトリリニア型モデルとする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性を図3-21に示す。



- a. 0-A間 : 弾性範囲。
- b. A-B間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を過ぎていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C間 : 負側最大点指向型で、安定ループは最大曲率に応じた等価粘性減衰を与える平行四辺形をしたディグレイディングトリリニア型とする。平行四辺形の折点は、最大値から $2 \cdot M_1$ を減じた点とする。ただし、負側最大点が第2折点を過ぎていなければ、負側第2折点を最大点とする安定ループを形成する。また、安定ループ内部での繰り返しに用いる剛性は安定ループの戻り剛性に同じとする。
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。

図3-21 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトン曲線の諸数値

原子炉建屋の耐震壁について算定したせん断力及び曲げモーメントのスケルトン曲線の諸数値を表3-53～表3-56に示す。

表3-53 せん断力のスケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS方向)

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
CRF	2.38	0.198	3.21	0.597	6.87	4.00
4F	2.35	0.196	3.17	0.589	6.46	4.00
3F	2.33	0.194	2.87	0.604	4.89	4.00
2F	2.45	0.204	3.26	0.621	6.70	4.00
1F	2.44	0.204	3.14	0.631	6.35	4.00
B1F	2.57	0.214	3.40	0.654	6.93	4.00
B2F	2.66	0.222	3.55	0.674	7.34	4.00
B3F	2.66	0.222	3.48	0.689	6.99	4.00

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
3F	2.25	0.188	3.01	0.566	6.94	4.00
2F	2.39	0.199	3.14	0.603	7.79	4.00
1F	2.42	0.201	2.98	0.635	6.69	4.00
B1F	2.61	0.217	3.29	0.670	7.05	4.00
B2F	2.64	0.220	3.38	0.563	6.76	4.00
B3F	2.58	0.215	3.34	0.578	6.38	4.00

表3-54 せん断力のスケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW方向)

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
CRF	2.44	0.203	3.29	0.611	6.54	4.00
4F	2.40	0.200	3.24	0.601	6.65	4.00
3F	2.49	0.208	3.35	0.627	6.53	4.00
2F	2.40	0.200	3.14	0.611	6.26	4.00
1F	2.41	0.201	3.14	0.616	6.50	4.00
B1F	2.49	0.207	3.28	0.633	6.89	4.00
B2F	2.56	0.213	3.38	0.653	7.09	4.00
B3F	2.56	0.213	3.29	0.670	6.61	4.00

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
3F	2.21	0.184	2.58	0.566	4.59	4.00
2F	2.34	0.195	2.70	0.603	5.24	4.00
1F	2.40	0.200	2.95	0.632	6.53	4.00
B1F	2.63	0.219	3.40	0.670	7.70	4.00
B2F	2.52	0.210	3.03	0.690	5.62	4.00
B3F	2.60	0.216	3.39	0.556	6.49	4.00

表3-55 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M-φ関係) (NS方向)

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁶ /m)
CRF	2.32	5.93	2.39	54.8	3.05	1090
4F	5.76	3.96	7.05	38.9	9.66	778
3F	8.51	4.14	12.6	39.3	17.0	788
2F	8.95	4.41	18.0	39.0	22.7	781
1F	11.6	4.62	25.9	40.7	34.0	815
B1F	14.6	4.93	32.0	41.5	42.1	830
B2F	17.0	5.24	38.0	42.3	50.3	847
B3F	18.8	5.49	44.2	43.0	58.8	861

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁶ /m)
3F	2.46	11.9	3.85	117	4.42	2340
2F	5.11	7.61	18.8	87.7	26.9	1230
1F	5.63	8.32	19.5	88.6	27.7	1180
B1F	6.11	9.06	18.6	88.8	26.1	1220
B2F	6.82	10.0	19.4	89.4	27.0	1180
B3F	7.73	9.10	22.4	56.0	31.8	824

表3-56 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M-φ関係) (EW方向)

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁶ /m)
CRF	3.46	4.01	3.87	37.1	5.02	741
4F	6.88	3.90	8.73	36.4	11.9	728
3F	10.8	4.20	16.1	37.4	21.4	749
2F	9.70	4.08	17.3	36.7	22.6	735
1F	11.6	4.19	27.3	38.2	35.5	765
B1F	14.2	4.41	32.4	39.2	43.5	783
B2F	16.8	4.70	38.8	40.0	52.3	800
B3F	18.7	4.96	45.4	40.7	61.4	815

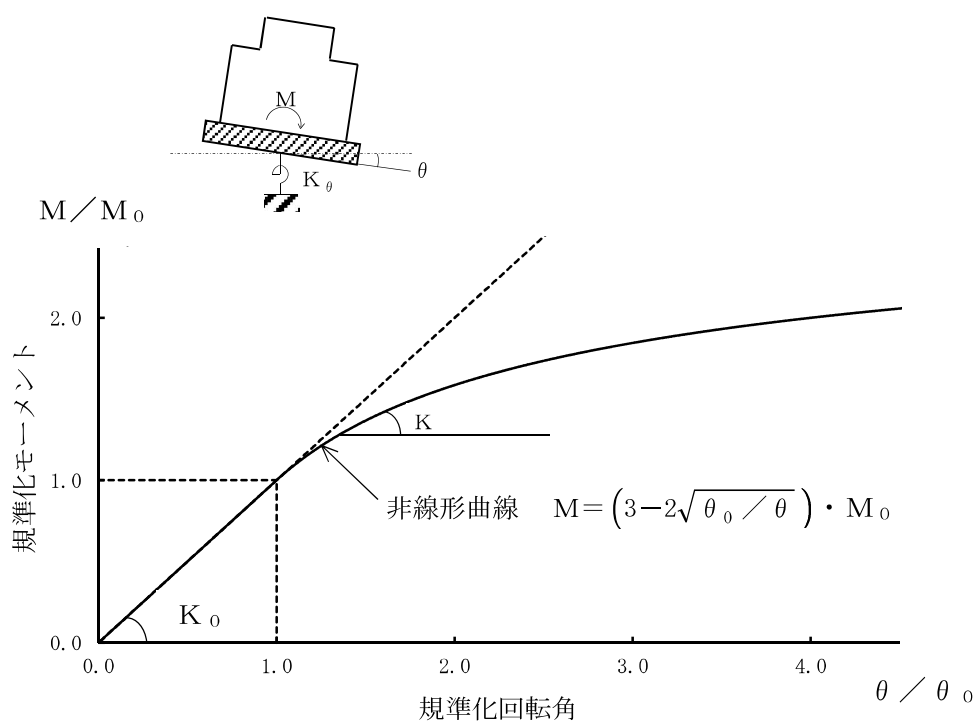
RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁶ /m)
3F	1.55	8.03	3.66	90.3	6.05	1430
2F	5.11	7.61	18.8	87.7	26.9	1230
1F	5.51	8.28	19.5	88.6	27.7	1180
B1F	6.11	9.06	18.6	88.8	26.1	1220
B2F	5.84	9.56	19.1	89.4	26.6	1180
B3F	6.95	10.1	20.3	90.0	28.1	1150

3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性

地盤の回転ばねに関する曲げモーメントー回転角の関係は、「J E A G 4 6 0 1-1991 追補版」に基づき、浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。回転ばねの曲げモーメントー回転角の関係を図3-22に示す。

浮上り時の地盤の回転ばねの剛性は、図3-22の曲線で表され、減衰係数は、回転ばねの接線剛性に比例するものとして考慮する。



- M : 転倒モーメント
- M_0 : 浮上り限界転倒モーメント
- θ : 回転角
- θ_0 : 浮上り限界回転角
- K_0 : 底面回転ばねのばね定数 (浮上り前)
- K : 底面回転ばねのばね定数 (浮上り後)

図3-22 回転ばねの曲げモーメントと回転角の関係

3.4.3 誘発上下動を考慮する場合の基礎浮上り評価法

誘発上下動を考慮した地震応答解析モデルでは、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づく基礎の浮上り非線形性を考慮できる水平ばね K_{HH} 及び回転ばね K_{RR} に加えて、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1 -2008」((社)日本電気協会)を参考に、接地率 η_t に応じて時々刻々と変化する鉛直ばね K_{VV} 及び回転・鉛直連成ばね K_{VR} を考慮している。

図3-23に誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルの概念図を、表3-57に基礎が浮上った場合の基礎底面につく地盤ばねの剛性と減衰の評価式を示す。

$$\begin{Bmatrix} P \\ N \\ M \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{HH} & 0 & 0 \\ 0 & K_{VV} & K_{VR} \\ 0 & K_{VR} & K_{RR} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_0 \\ w_0 \\ \theta \end{Bmatrix}$$

ここで、 P ：水平方向慣性力
 N ：鉛直方向慣性力
 M ：転倒モーメント
 K_{HH} , K_{VV} , K_{RR}
：水平、鉛直、回転ばねの対角項
 K_{VR} ：回転・鉛直連成ばね
 u_0 , w_0 , θ ：基礎底面中心の各変位
及び回転角

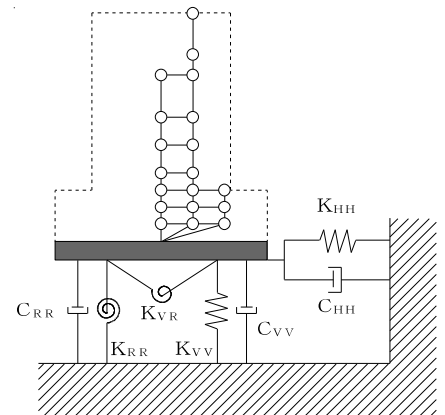


図3-23 誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルの概念図

表3-57 誘発上下動考慮モデルの基礎浮上り時の地盤ばねの剛性と減衰

	剛性	減衰係数
鉛直ばね	$K_{VV} = \eta_t^\beta \cdot K_{V0}$	$C_{VV} = C_{V0} \cdot \eta_t^{\frac{\alpha}{2}}$
回転・鉛直連成ばね	$K_{VR} = \frac{1 - \eta_t}{2} L \cdot K_{VV}$	$C_{VR} = 0$
回転ばね	$K_{RR} = \frac{M - K_{VR} \cdot w_0}{\theta}$	$C_{RR} = C_{R0} \cdot \eta_t^{\frac{\alpha}{2}}$
	M : 転倒モーメント w_0 : 基礎スラブ中心の鉛直変位 θ_0 : 浮上り限界回転角 L : 建屋基礎幅 K_{V0} : 線形域の鉛直ばね剛性 β : 0.46 α : 地反力分布に応じた値 (三角形分布6.0) C_{V0} : 線形域の鉛直ばねの減衰係数 C_{R0} : 線形域の回転ばねの減衰係数	
	$\eta_t = \left(\frac{\theta_0}{\theta} \right)^{\frac{2}{\alpha-2}}$ θ : 回転角	

3.4.4 材料物性の不確かさ等

解析においては、「3.2 地震応答解析モデル」に示す物性値及び定数を基本ケースとし、材料物性の不確かさを考慮する。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、建屋応答への影響の大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動（基準地震動 S_s については S_s-1 ～ S_s-3 及び S_s-8 ，弾性設計用地震動 S_d については S_d-1 ～ S_d-3 及び S_d-8 ）に対して実施することとする。

材料物性の不確かさのうち、建屋剛性については、建設時コンクリートの91日強度の平均値程度の 43.1N/mm^2 を基本とし、91日強度の $\pm\sigma$ を考慮する。更にマイナス側については、91日強度の値として95%信頼区間の下限值に相当する値を考慮し、プラス側については、実機の経年後のコア強度の平均値を考慮する。

側面地盤回転ばねについては、Novakの方法により算定されるばね値を100%見込む場合を基本として、接地率の評価が保守的になる50%の場合も考慮する。

地盤剛性については、地盤調査結果の平均値を基に設定した数値を基本ケースとし、地盤剛性の不確かさ検討にあたっては、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（ $\pm\sigma$ ）を考慮する。

材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを表3-58に示す。

表3-58 材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート 剛性	回転ばね 定数	地盤剛性	備考
①ケース1 (設工認モデル)	実強度 (43.1N/mm ²)	100%	標準地盤	基本ケース
②ケース2 (建屋剛性+ σ 及び 地盤剛性+ σ)	実強度+ σ (46.0N/mm ²)	100%	標準地盤+ σ (新期砂層+13%, 古安田層+25%及び 西山層+10%)	—
③ケース3 (建屋剛性- σ 及び 地盤剛性- σ)	実強度- σ (40.2N/mm ²)	100%	標準地盤- σ (新期砂層-13%, 古安田層-25%及び 西山層-10%)	—
④ケース4 (建屋剛性コア平均)	実強度 (コア平均) (55.7N/mm ²)	100%	標準地盤	—
⑤ケース5 (建屋剛性-2 σ)	実強度-2 σ (37.2N/mm ²)	100%	標準地盤	—
⑥ケース6 (回転ばね低減)	実強度 (43.1N/mm ²)	50%	標準地盤	—

4. 解析結果

4.1 動的解析

本資料においては、代表として、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の基本ケースの地震応答解析結果を示す。また、水平方向の地震応答解析に採用した解析モデルの一覧を表4-1に示す。

表 4-1 地震応答解析に採用した解析モデル

(a) 基準地震動 S_s

基本 ケース	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
NS 方向	②	②	②	②	②	②	②	②
EW 方向	②	③	②	②	②	②	②	②

(b) 弾性設計用地震動 S_d

基本 ケース	Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8
NS 方向	①	①	①	①	①	①	①	①
EW 方向	①	①	①	①	①	①	①	①

凡例

- ①：誘発上下動を考慮しないモデル（基礎浮上り線形モデル）
- ②：誘発上下動を考慮しないモデル（基礎浮上り非線形モデル）
- ③：誘発上下動を考慮するモデル

4.1.1 固有値解析結果

基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の基本ケースの固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）を表4-2～表4-17に示す。刺激関数図を S_s -1, S_d -1の結果を代表として図4-1及び図4-2に示す。

なお、刺激係数は、モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる値を示す。

4.1.2 応答解析結果

基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の基本ケースの地震応答解析結果を図4-3～図4-31, 表4-18及び表4-19に示す。

表4-2 固有値解析結果 (Ss-1)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.440	2.27	1.583	地盤建屋連成1次
2	0.192	5.20	-0.694	—
3	0.091	11.04	0.060	—
4	0.078	12.88	0.092	—
5	0.077	12.97	0.003	—
6	0.056	17.79	-0.041	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.430	2.33	1.546	地盤建屋連成1次
2	0.191	5.24	-0.616	—
3	0.082	12.13	-0.044	—
4	0.077	12.93	0.148	—
5	0.072	13.82	-0.037	—
6	0.059	17.02	0.040	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.59	9.741	屋根トラス1次
2	0.258	3.87	-8.803	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.095	—
4	0.051	19.50	-0.164	—
5	0.048	20.79	0.162	—
6	0.029	35.00	0.042	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-3 固有値解析結果 (Ss-2)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.439	2.28	1.583	地盤建屋連成1次
2	0.192	5.22	-0.696	—
3	0.091	11.04	0.060	—
4	0.078	12.88	0.088	—
5	0.077	12.98	0.007	—
6	0.056	17.79	-0.042	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.429	2.33	1.546	地盤建屋連成1次
2	0.190	5.26	-0.617	—
3	0.082	12.13	-0.045	—
4	0.077	12.93	0.149	—
5	0.072	13.83	-0.037	—
6	0.059	17.02	0.040	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	9.316	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-8.378	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.097	—
4	0.051	19.50	-0.166	—
5	0.048	20.80	0.163	—
6	0.029	35.00	0.043	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-4 固有値解析結果 (Ss-3)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.442	2.26	1.582	地盤建屋連成1次
2	0.193	5.17	-0.692	—
3	0.091	11.04	0.059	—
4	0.078	12.87	0.101	—
5	0.077	12.95	-0.008	—
6	0.056	17.78	-0.040	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.432	2.31	1.545	地盤建屋連成1次
2	0.192	5.21	-0.614	—
3	0.082	12.13	-0.044	—
4	0.077	12.92	0.147	—
5	0.072	13.80	-0.037	—
6	0.059	17.01	0.039	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.280	3.57	10.464	屋根トラス1次
2	0.261	3.83	-9.524	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.092	—
4	0.051	19.50	-0.161	—
5	0.048	20.78	0.158	—
6	0.029	35.00	0.041	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-5 固有値解析結果 (Ss-4)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.433	2.31	1.586	地盤建屋連成1次
2	0.189	5.28	-0.701	—
3	0.091	11.04	0.062	—
4	0.078	12.89	0.082	—
5	0.077	13.01	0.017	—
6	0.056	17.80	-0.043	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.423	2.36	1.548	地盤建屋連成1次
2	0.188	5.32	-0.620	—
3	0.082	12.13	-0.046	—
4	0.077	12.94	0.152	—
5	0.072	13.86	-0.037	—
6	0.059	17.03	0.042	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	8.882	屋根トラス1次
2	0.255	3.92	-7.946	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.098	—
4	0.051	19.50	-0.168	—
5	0.048	20.81	0.165	—
6	0.029	35.00	0.044	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-6 固有値解析結果 (Ss-5)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.436	2.29	1.585	地盤建屋連成1次
2	0.191	5.25	-0.699	—
3	0.091	11.04	0.061	—
4	0.078	12.89	0.086	—
5	0.077	12.99	0.011	—
6	0.056	17.79	-0.042	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.426	2.35	1.547	地盤建屋連成1次
2	0.189	5.29	-0.619	—
3	0.082	12.13	-0.046	—
4	0.077	12.93	0.151	—
5	0.072	13.84	-0.037	—
6	0.059	17.02	0.041	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	9.316	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-8.378	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.097	—
4	0.051	19.50	-0.166	—
5	0.048	20.80	0.163	—
6	0.029	35.00	0.043	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-7 固有値解析結果 (Ss-6)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.434	2.30	1.585	地盤建屋連成1次
2	0.190	5.27	-0.700	—
3	0.091	11.04	0.062	—
4	0.078	12.89	0.084	—
5	0.077	13.00	0.014	—
6	0.056	17.80	-0.043	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.424	2.36	1.548	地盤建屋連成1次
2	0.188	5.31	-0.620	—
3	0.082	12.13	-0.046	—
4	0.077	12.94	0.152	—
5	0.072	13.85	-0.037	—
6	0.059	17.02	0.041	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	9.099	屋根トラス1次
2	0.256	3.91	-8.162	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.098	—
4	0.051	19.50	-0.167	—
5	0.048	20.81	0.164	—
6	0.029	35.00	0.044	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-8 固有値解析結果 (Ss-7)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.436	2.29	1.585	地盤建屋連成1次
2	0.191	5.24	-0.698	—
3	0.091	11.04	0.061	—
4	0.078	12.89	0.087	—
5	0.077	12.99	0.010	—
6	0.056	17.79	-0.042	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.426	2.35	1.547	地盤建屋連成1次
2	0.189	5.28	-0.618	—
3	0.082	12.13	-0.045	—
4	0.077	12.93	0.150	—
5	0.072	13.84	-0.037	—
6	0.059	17.02	0.041	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.59	9.531	屋根トラス1次
2	0.257	3.88	-8.593	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.096	—
4	0.051	19.50	-0.165	—
5	0.048	20.80	0.163	—
6	0.029	35.00	0.043	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-9 固有値解析結果 (Ss-8)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.435	2.30	1.585	地盤建屋連成1次
2	0.190	5.25	-0.699	—
3	0.091	11.04	0.061	—
4	0.078	12.89	0.087	—
5	0.077	12.99	0.010	—
6	0.056	17.79	-0.042	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.425	2.35	1.547	地盤建屋連成1次
2	0.189	5.29	-0.619	—
3	0.082	12.13	-0.046	—
4	0.077	12.93	0.151	—
5	0.072	13.84	-0.038	—
6	0.059	17.02	0.041	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.278	3.60	9.316	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-8.378	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.097	—
4	0.051	19.50	-0.166	—
5	0.048	20.80	0.163	—
6	0.029	35.00	0.043	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

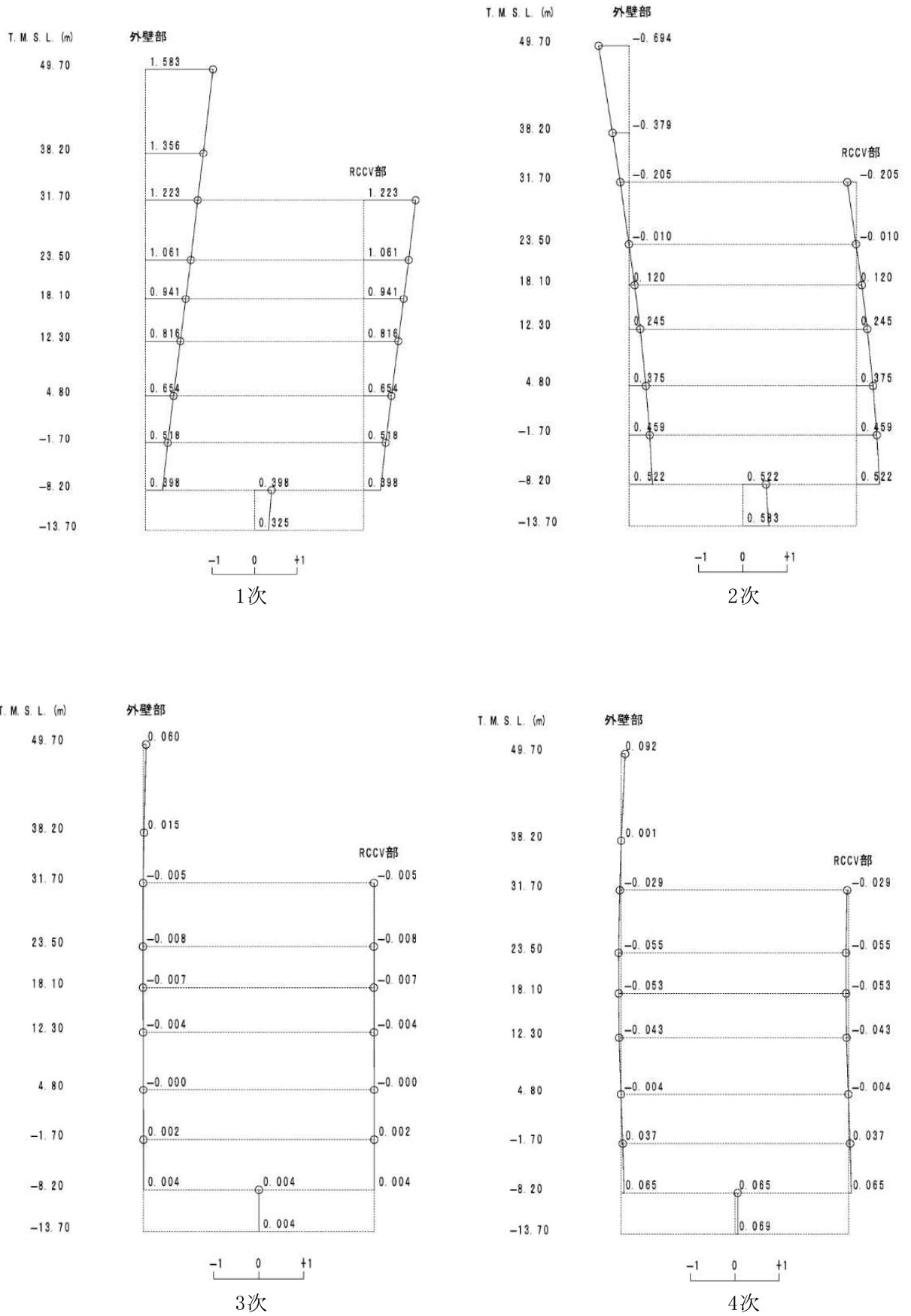


図4-1 刺激関数図 (Ss-1, NS方向) (1/3)

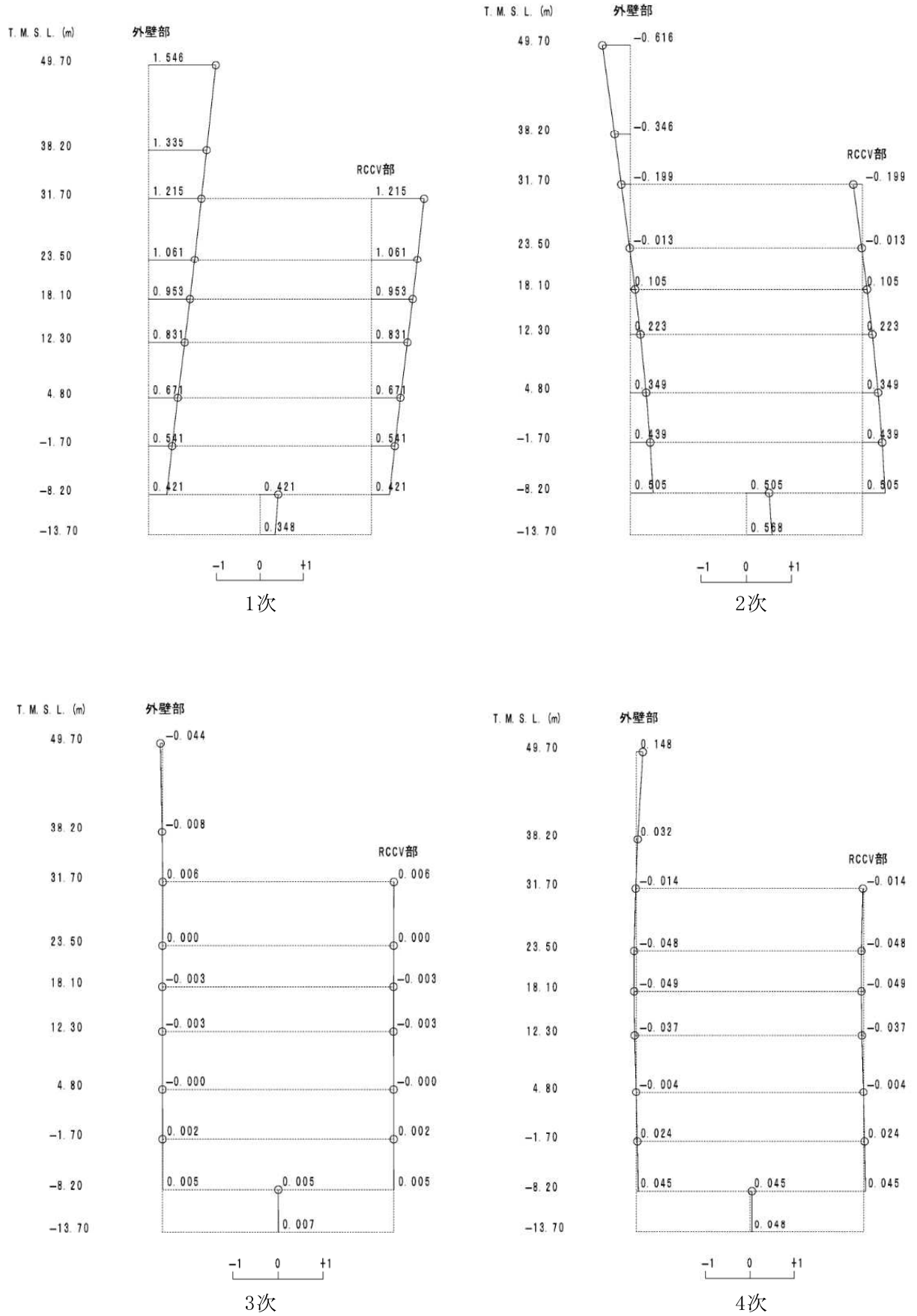


図4-1 刺激関数図 (Ss-1, EW方向) (2/3)

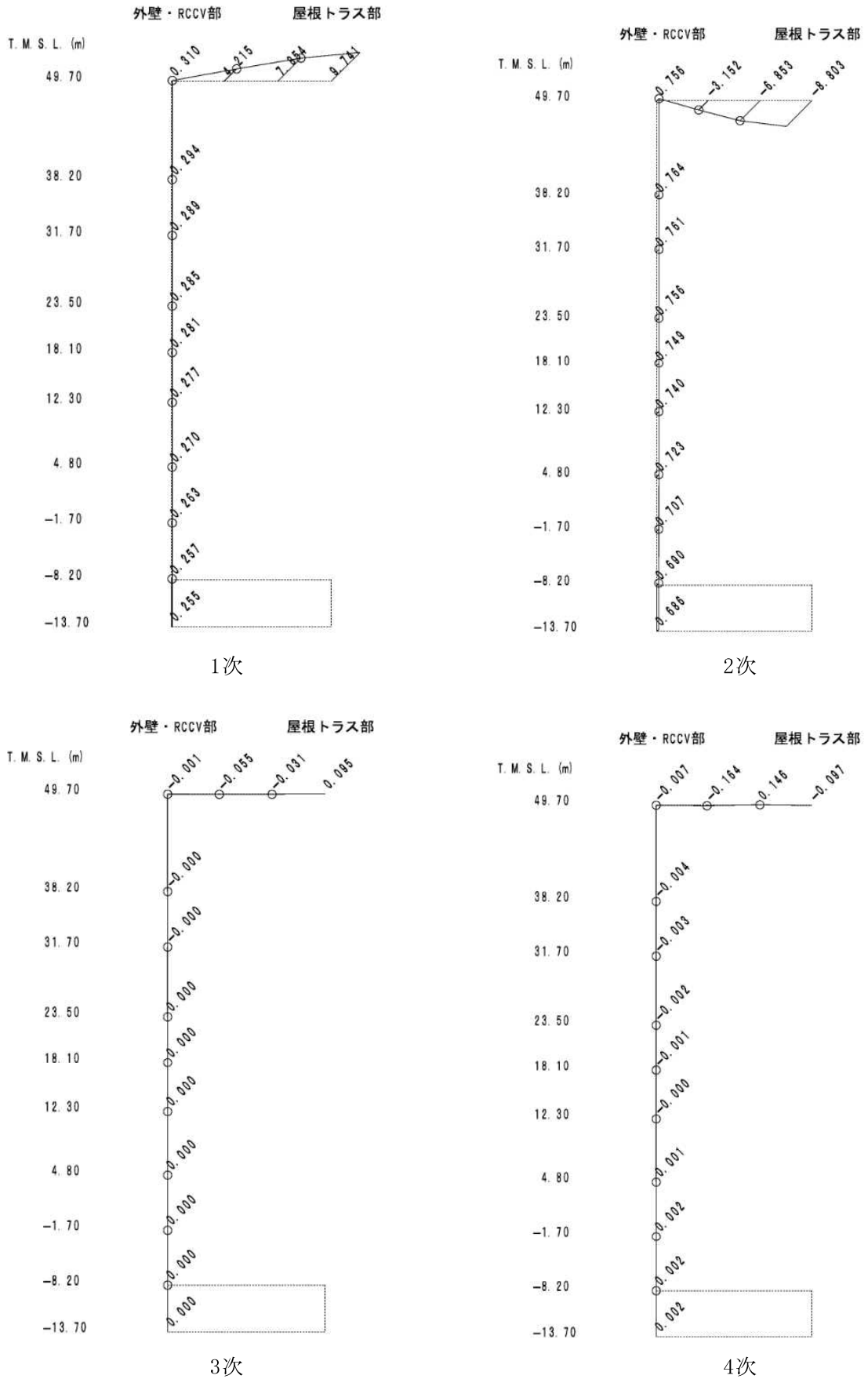


図4-1 刺激関数図 (Ss-1, 鉛直方向) (3/3)

表4-10 固有値解析結果 (Sd-1)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.428	2.34	1.588	地盤建屋連成1次
2	0.187	5.34	-0.707	—
3	0.091	11.04	0.063	—
4	0.077	12.90	0.078	—
5	0.077	13.05	0.023	—
6	0.056	17.81	-0.044	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.418	2.39	1.550	地盤建屋連成1次
2	0.186	5.38	-0.624	—
3	0.082	12.14	-0.048	—
4	0.077	12.95	0.156	—
5	0.072	13.89	-0.038	—
6	0.059	17.03	0.043	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.277	3.61	8.254	屋根トラス1次
2	0.253	3.96	-7.319	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.101	—
4	0.051	19.50	-0.171	—
5	0.048	20.82	0.168	—
6	0.029	35.01	0.045	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-11 固有値解析結果 (Sd-2)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.427	2.34	1.588	地盤建屋連成1次
2	0.187	5.35	-0.708	—
3	0.091	11.04	0.063	—
4	0.077	12.91	0.077	—
5	0.077	13.05	0.025	—
6	0.056	17.81	-0.045	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.417	2.40	1.550	地盤建屋連成1次
2	0.186	5.39	-0.625	—
3	0.082	12.14	-0.048	—
4	0.077	12.95	0.156	—
5	0.072	13.90	-0.038	—
6	0.059	17.03	0.043	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.277	3.61	8.054	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-7.120	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.102	—
4	0.051	19.50	-0.171	—
5	0.048	20.82	0.169	—
6	0.029	35.01	0.045	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-12 固有値解析結果 (Sd-3)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.427	2.34	1.588	地盤建屋連成1次
2	0.187	5.33	-0.706	—
3	0.091	11.04	0.063	—
4	0.078	12.90	0.079	—
5	0.077	13.05	0.021	—
6	0.056	17.81	-0.044	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.417	2.40	1.550	地盤建屋連成1次
2	0.186	5.38	-0.624	—
3	0.082	12.14	-0.048	—
4	0.077	12.95	0.155	—
5	0.072	13.89	-0.038	—
6	0.059	17.03	0.043	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.277	3.61	8.458	屋根トラス1次
2	0.254	3.94	-7.523	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.100	—
4	0.051	19.50	-0.170	—
5	0.048	20.82	0.167	—
6	0.029	35.00	0.045	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-13 固有値解析結果 (Sd-4)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.425	2.36	1.589	地盤建屋連成1次
2	0.186	5.37	-0.710	—
3	0.091	11.04	0.064	—
4	0.077	12.91	0.077	—
5	0.077	13.07	0.026	—
6	0.056	17.82	-0.045	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.415	2.41	1.551	地盤建屋連成1次
2	0.185	5.42	-0.626	—
3	0.082	12.14	-0.049	—
4	0.077	12.95	0.158	—
5	0.072	13.91	-0.038	—
6	0.059	17.04	0.044	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.277	3.61	7.861	屋根トラス1次
2	0.251	3.98	-6.928	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.102	—
4	0.051	19.50	-0.172	—
5	0.048	20.83	0.169	—
6	0.029	35.01	0.046	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-14 固有値解析結果 (Sd-5)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.426	2.35	1.589	地盤建屋連成1次
2	0.187	5.35	-0.708	—
3	0.091	11.04	0.063	—
4	0.077	12.91	0.078	—
5	0.077	13.06	0.024	—
6	0.056	17.81	-0.044	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.416	2.40	1.550	地盤建屋連成1次
2	0.185	5.39	-0.625	—
3	0.082	12.14	-0.048	—
4	0.077	12.95	0.156	—
5	0.072	13.90	-0.038	—
6	0.059	17.04	0.043	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.277	3.61	8.054	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-7.120	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.102	—
4	0.051	19.50	-0.171	—
5	0.048	20.82	0.169	—
6	0.029	35.01	0.045	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-15 固有値解析結果 (Sd-6)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.426	2.35	1.589	地盤建屋連成1次
2	0.187	5.35	-0.708	—
3	0.091	11.04	0.064	—
4	0.077	12.91	0.078	—
5	0.077	13.06	0.025	—
6	0.056	17.81	-0.044	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.416	2.40	1.550	地盤建屋連成1次
2	0.185	5.40	-0.625	—
3	0.082	12.14	-0.048	—
4	0.077	12.95	0.157	—
5	0.072	13.90	-0.038	—
6	0.059	17.04	0.043	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.277	3.61	8.054	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-7.120	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.102	—
4	0.051	19.50	-0.171	—
5	0.048	20.82	0.169	—
6	0.029	35.01	0.045	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-16 固有値解析結果 (Sd-7)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.426	2.35	1.589	地盤建屋連成1次
2	0.187	5.35	-0.708	—
3	0.091	11.04	0.063	—
4	0.077	12.91	0.078	—
5	0.077	13.06	0.024	—
6	0.056	17.81	-0.044	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.416	2.40	1.550	地盤建屋連成1次
2	0.185	5.39	-0.625	—
3	0.082	12.14	-0.048	—
4	0.077	12.95	0.156	—
5	0.072	13.90	-0.038	—
6	0.059	17.03	0.043	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.277	3.61	8.054	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-7.120	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.102	—
4	0.051	19.50	-0.171	—
5	0.048	20.82	0.169	—
6	0.029	35.01	0.045	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

表4-17 固有値解析結果 (Sd-8)

(a) NS方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.426	2.35	1.588	地盤建屋連成1次
2	0.187	5.35	-0.708	—
3	0.091	11.04	0.064	—
4	0.077	12.91	0.077	—
5	0.077	13.06	0.025	—
6	0.056	17.81	-0.044	—

(b) EW方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.416	2.40	1.550	地盤建屋連成1次
2	0.185	5.39	-0.625	—
3	0.082	12.14	-0.048	—
4	0.077	12.95	0.156	—
5	0.072	13.90	-0.038	—
6	0.059	17.03	0.043	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.277	3.61	8.054	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-7.120	地盤建屋連成1次
3	0.077	13.01	0.102	—
4	0.051	19.50	-0.171	—
5	0.048	20.82	0.169	—
6	0.029	35.01	0.045	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる刺激係数を示す。

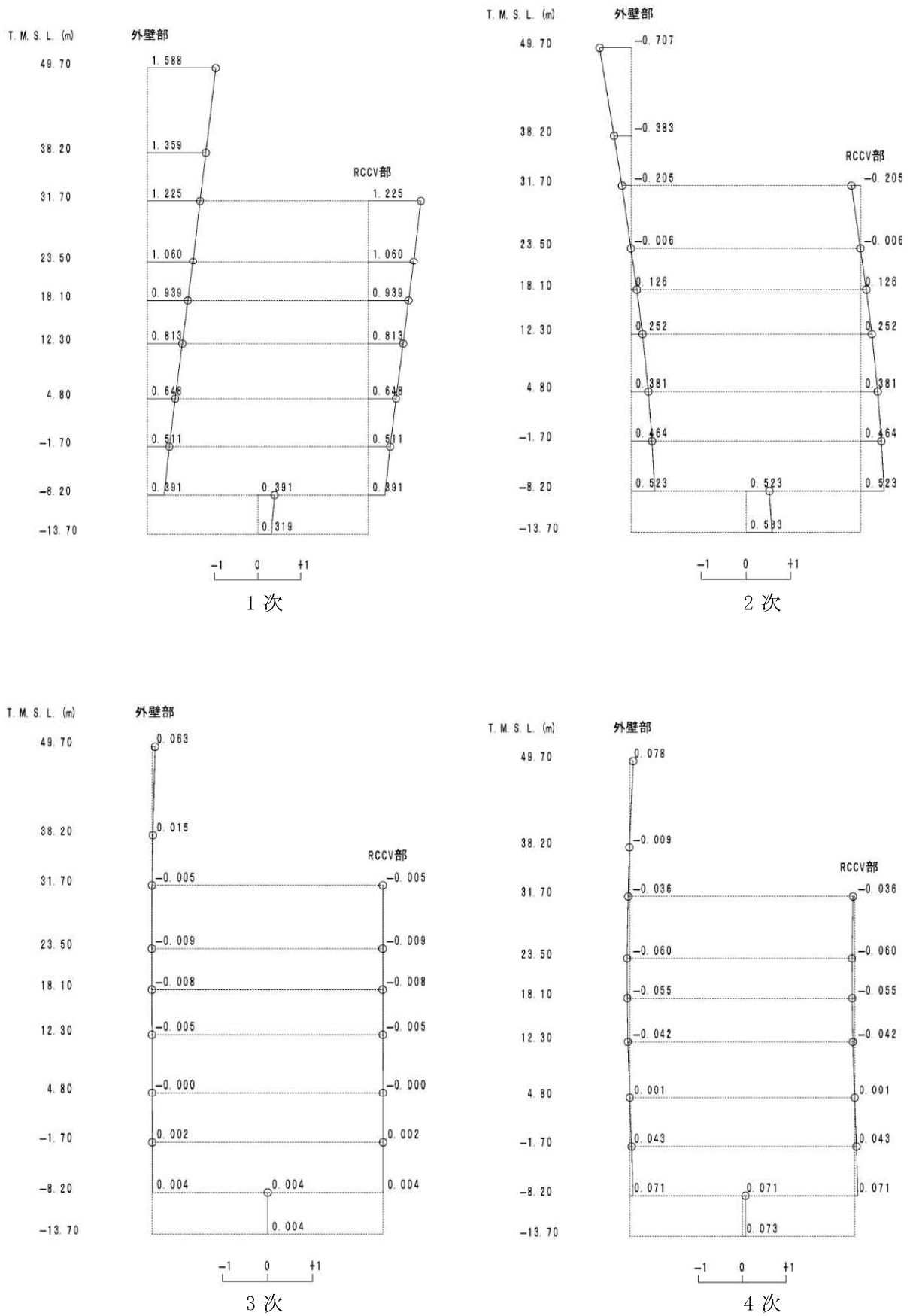


図4-2 刺激関数図 (Sd-1, NS方向) (1/3)

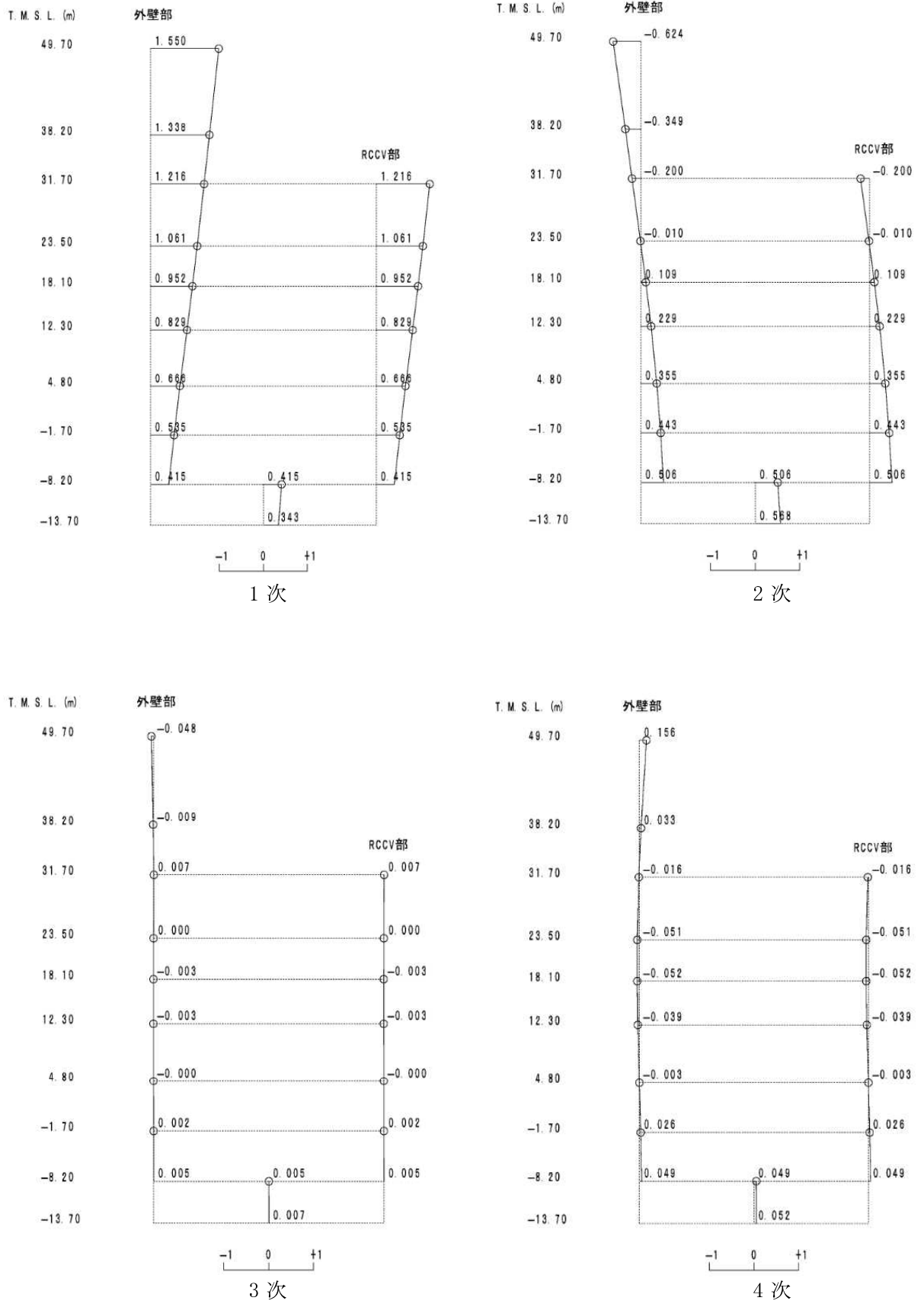
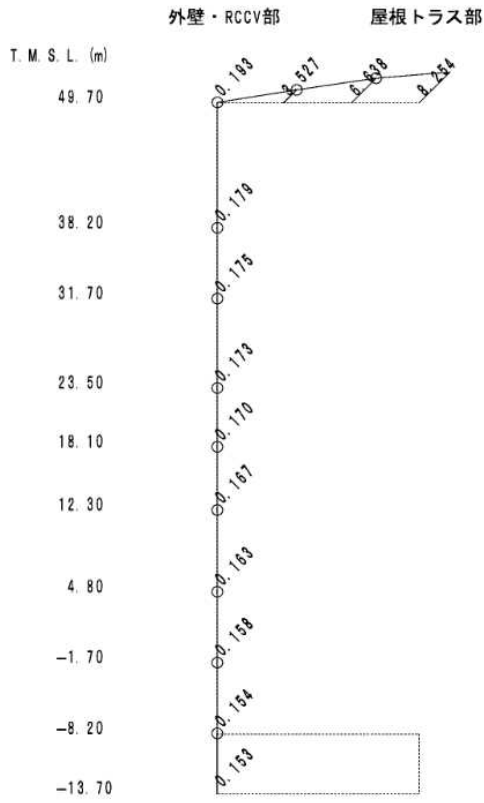
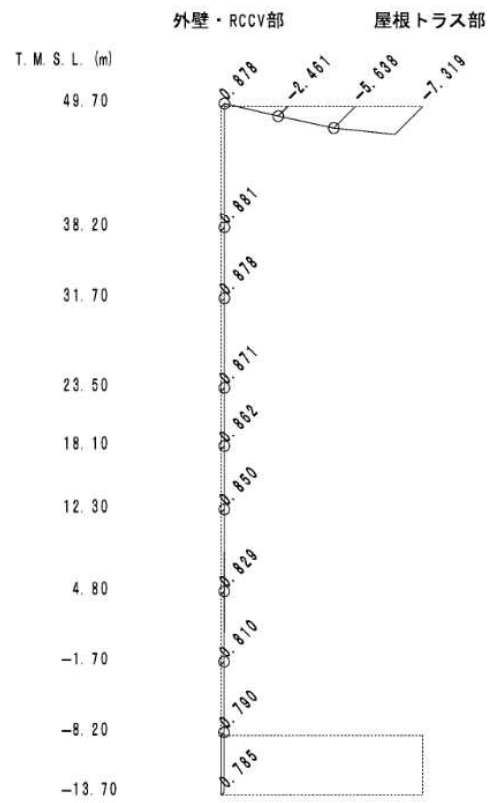


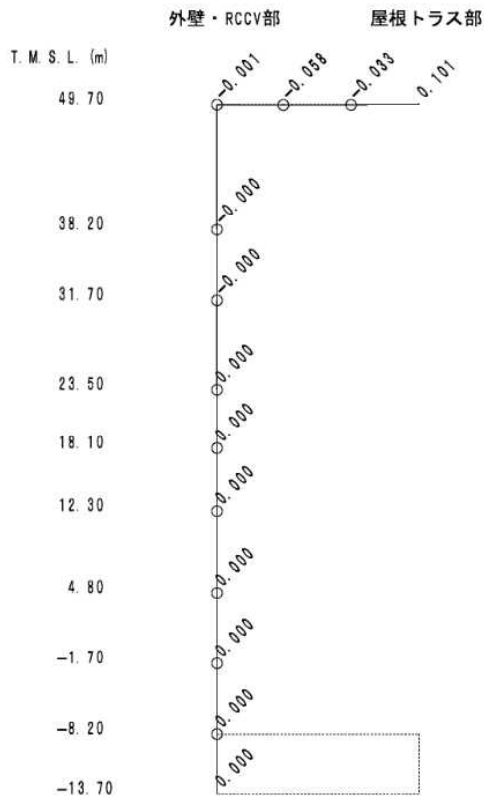
図4-2 刺激関数図 (Sd-1, EW方向) (2/3)



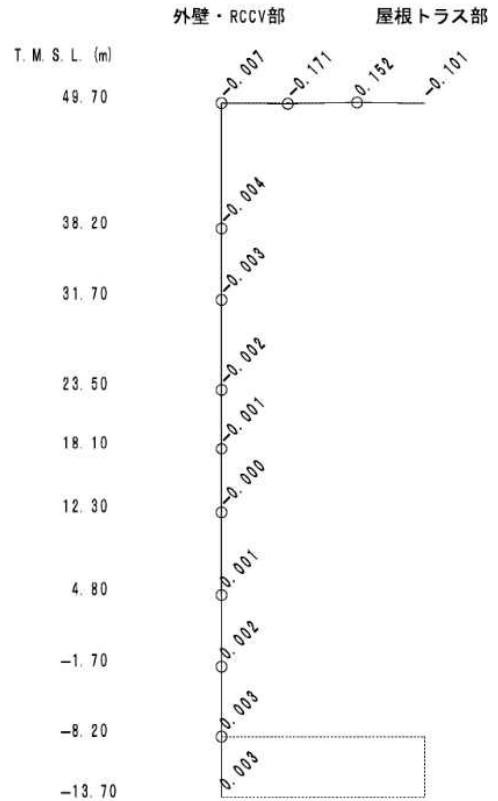
1次



2次

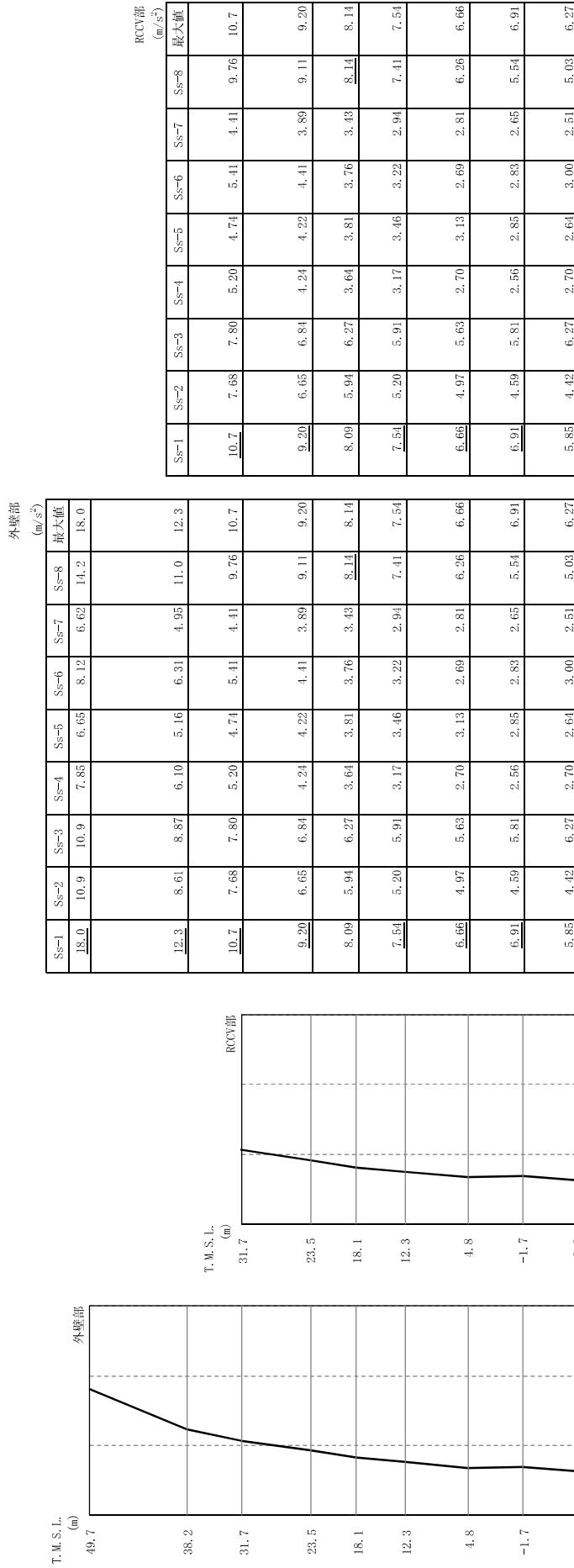


3次



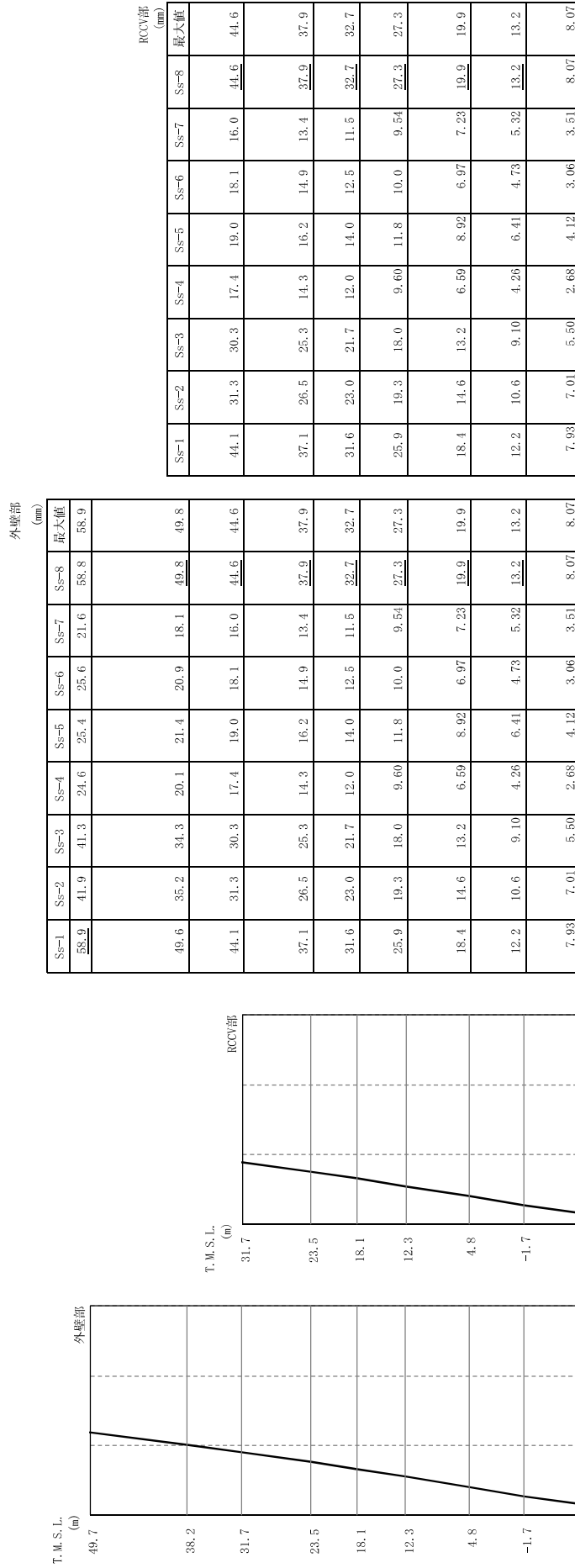
4次

図4-2 刺激関数図 (Sd-1, 鉛直方向) (3/3)



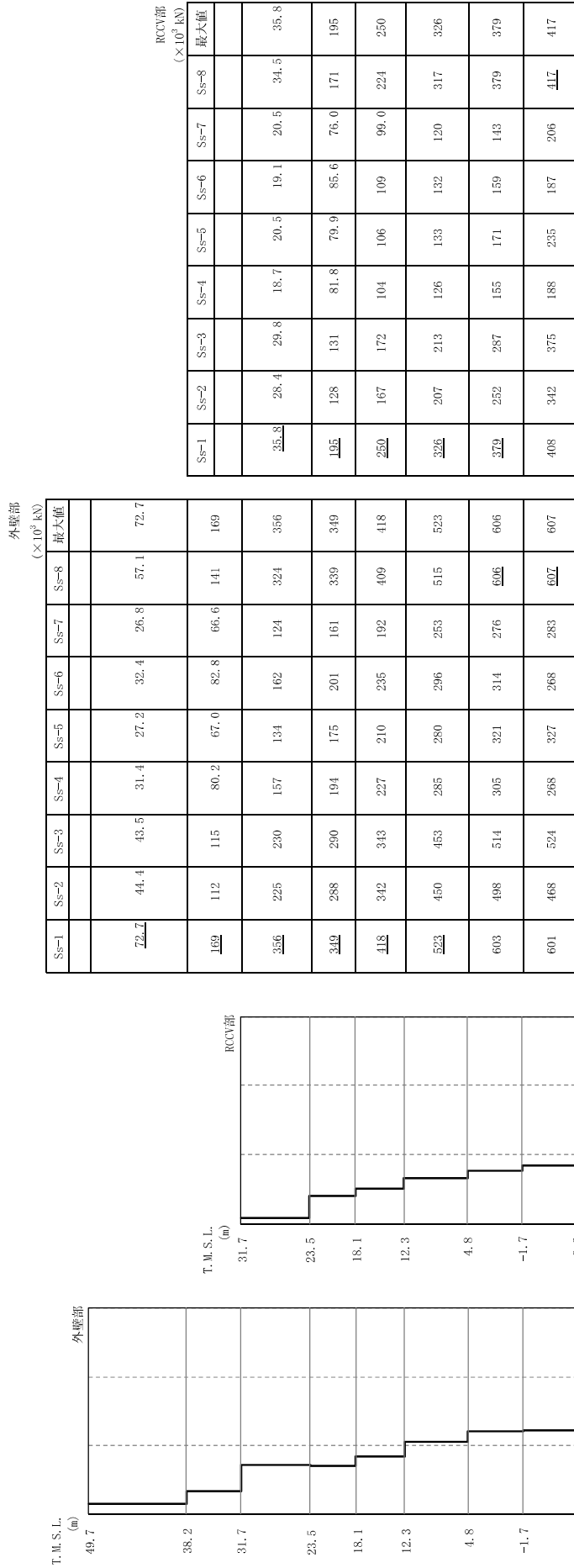
注1：分布図はSS-1～SS-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2：下線部はSS-1～SS-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-3 最大応答加速度 (基準地震動 Ss, NS方向)



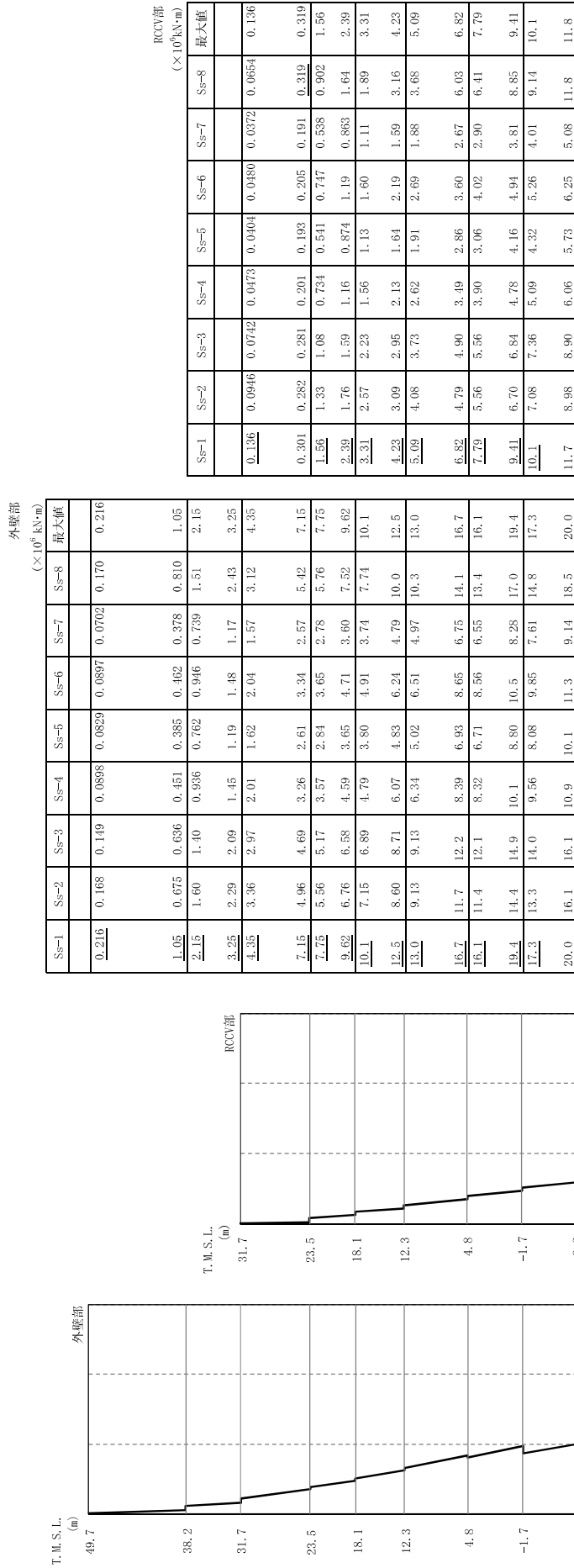
注1 : 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-4 最大応答変位 (基準地震動 S s , NS方向)



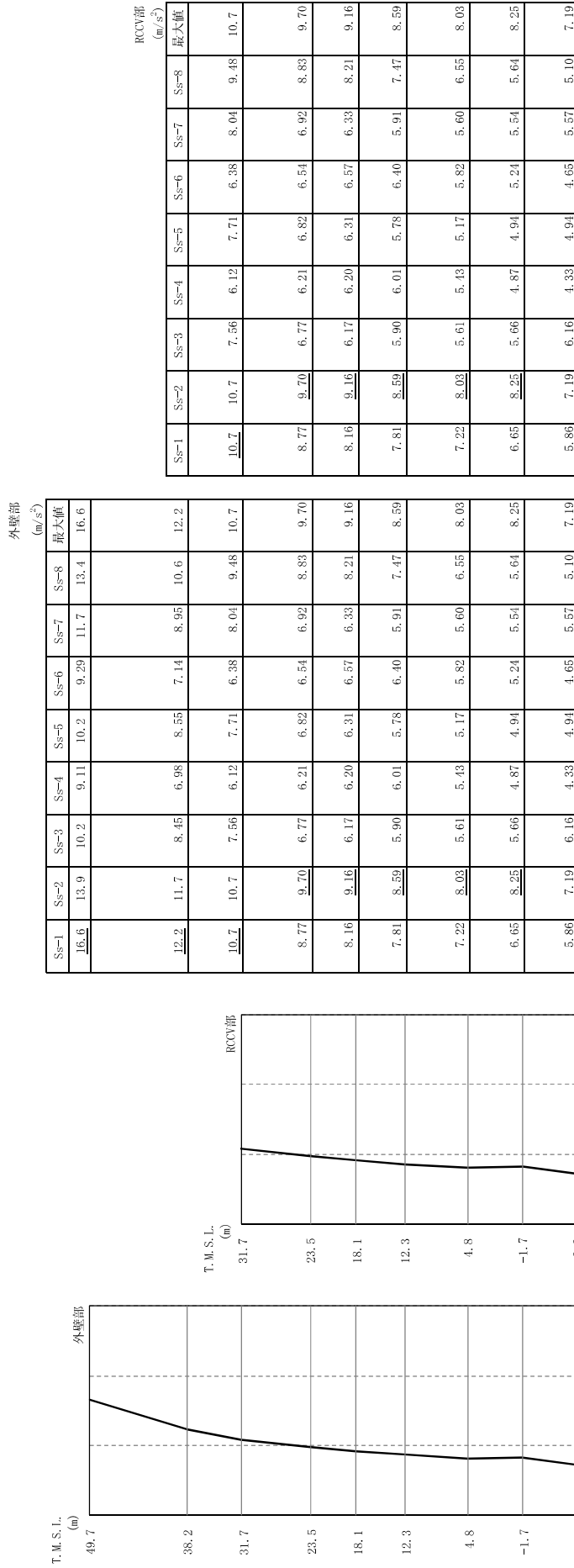
注1 : 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-5 最大応答せん断力 (標準地震動 S s , NS方向)



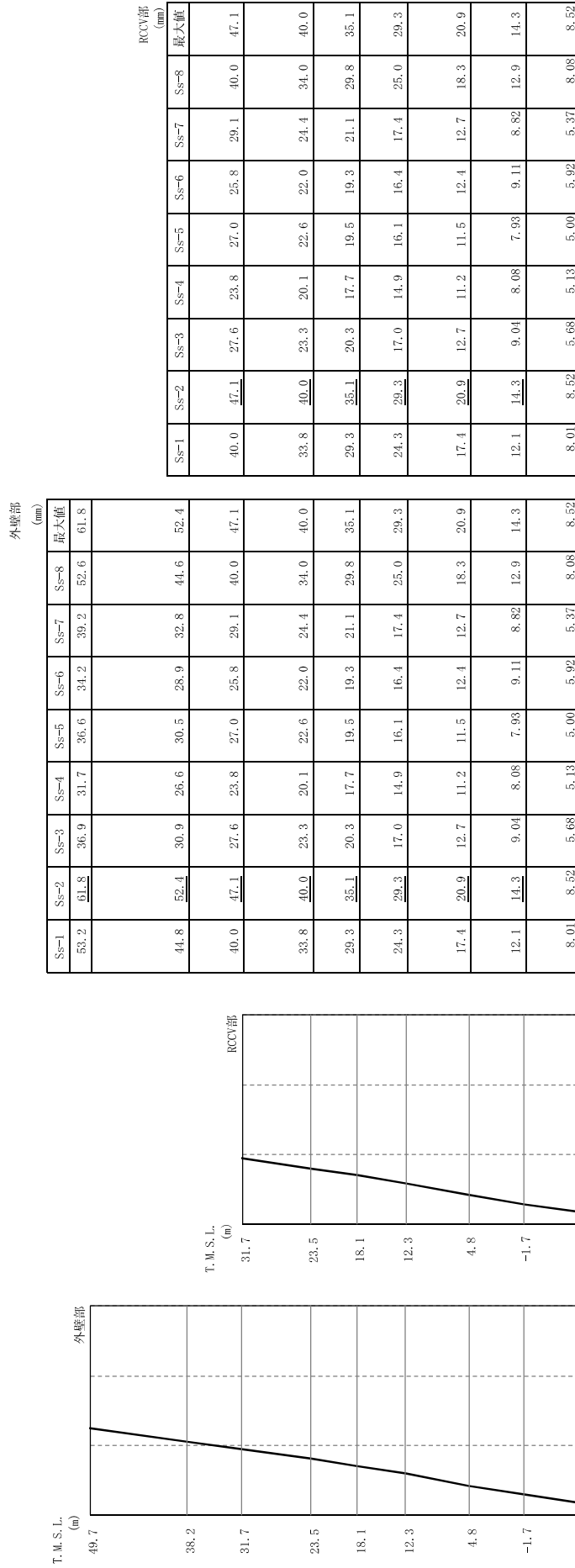
注1 : 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-6 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s , NS方向)



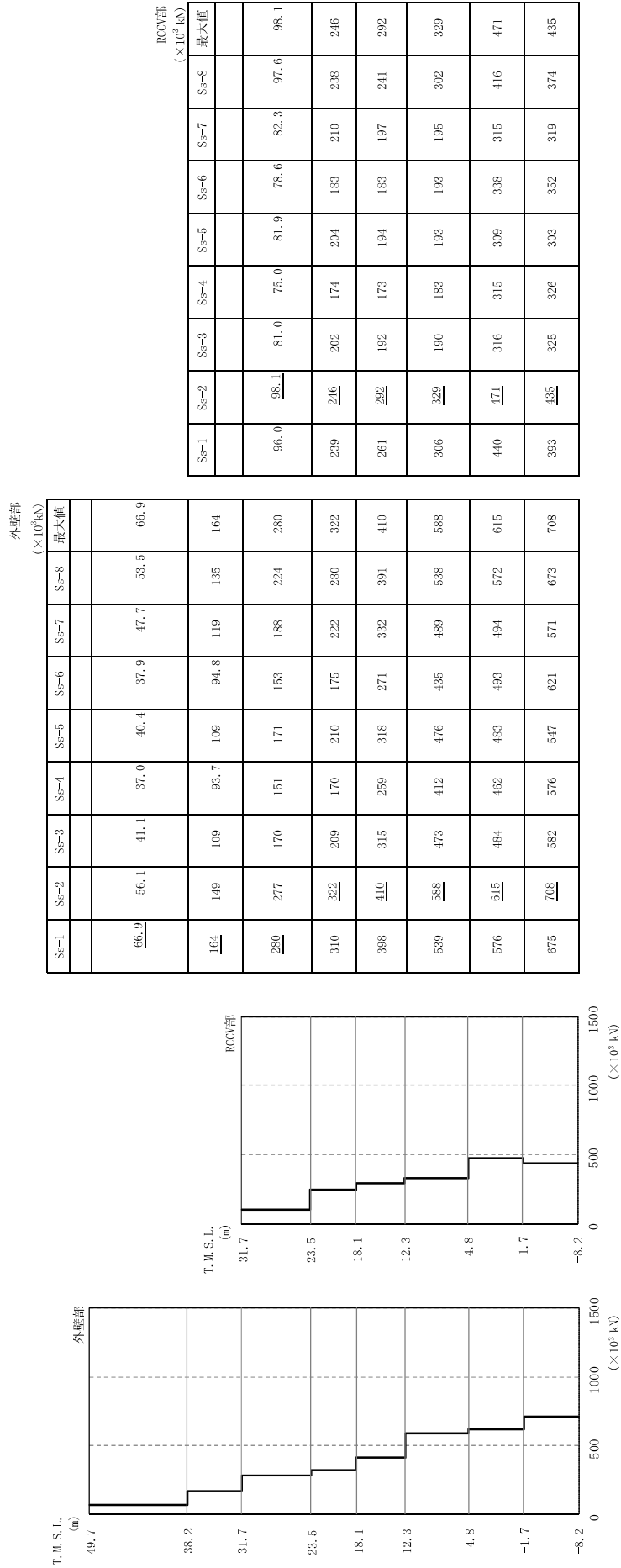
注1 : 分布図はSS-1~SS-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSS-1~SS-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-7 最大応答加速度 (基準地震動 S s , EW方向)



注1 : 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-8 最大応答変位 (基準地震動 S s , EW方向)



注1 : 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-9 最大応答せん断力 (基準地震動 S s , EW方向)

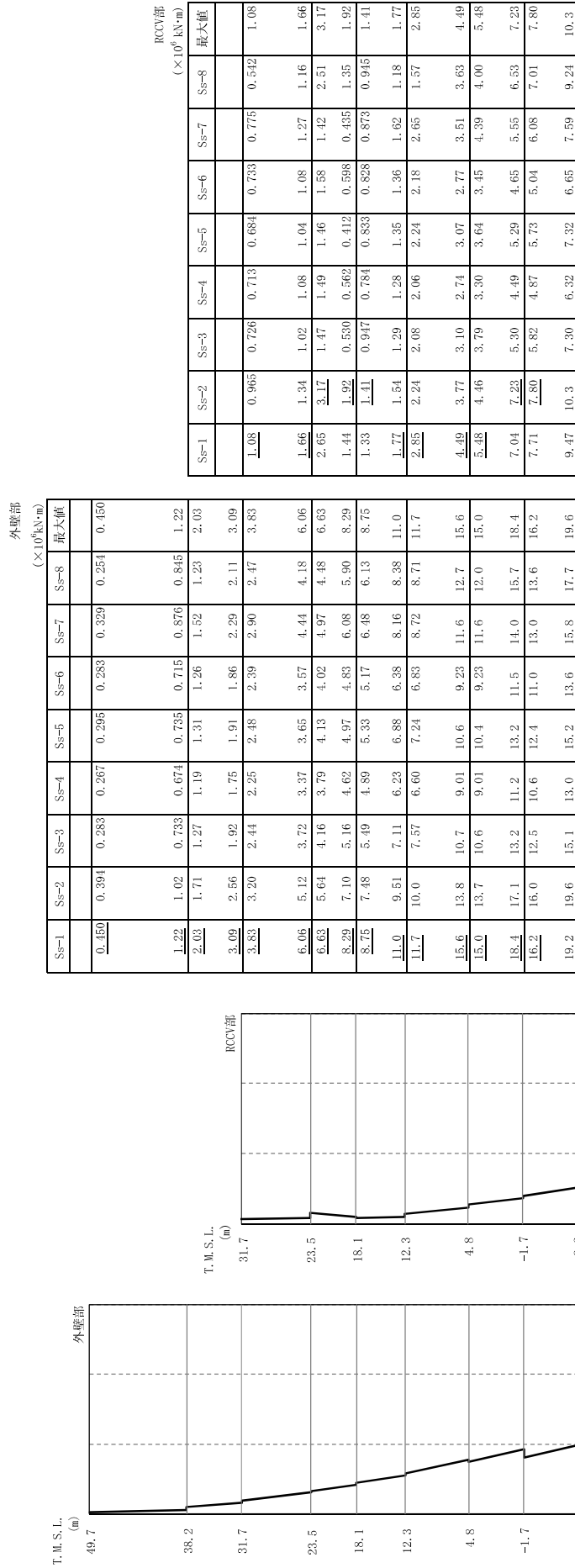
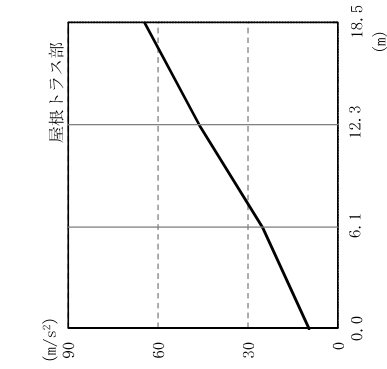
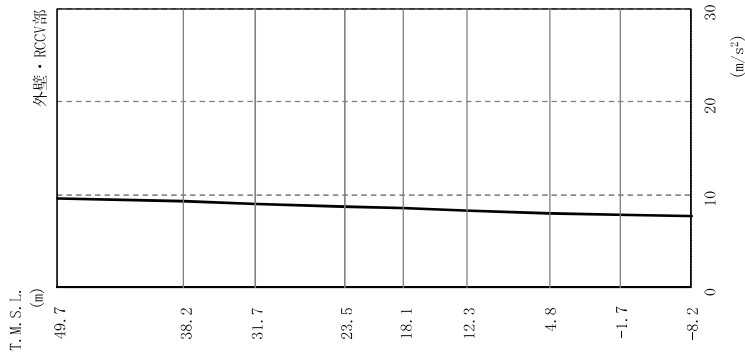


図4-10 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s, EW方向)

注1 : 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

外壁・RCCV部

	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
	9.66	6.06	6.53	4.86	4.70	5.02	4.81	3.66	9.66
	9.34	5.87	6.21	4.60	4.63	4.76	4.65	3.18	9.34
	9.02	5.76	6.06	4.36	4.54	4.58	4.52	2.95	9.02
	8.79	5.67	5.92	4.20	4.44	4.38	4.39	2.80	8.79
	8.53	5.58	5.90	4.06	4.33	4.24	4.24	2.64	8.53
	8.34	5.46	5.85	3.91	4.19	4.18	4.06	2.44	8.34
	8.08	5.23	5.81	3.81	4.06	4.04	3.77	2.38	8.08
	7.83	5.03	5.83	3.78	3.97	3.93	3.54	2.43	7.83
	7.74	4.81	5.81	3.74	3.84	3.82	3.37	2.52	7.74



屋根トラス部

	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
	9.66	6.06	6.53	4.86	4.70	5.02	4.81	3.66	9.66
	9.34	5.87	6.21	4.60	4.63	4.76	4.65	3.18	9.34
	9.02	5.76	6.06	4.36	4.54	4.58	4.52	2.95	9.02
	8.79	5.67	5.92	4.20	4.44	4.38	4.39	2.80	8.79
	8.53	5.58	5.90	4.06	4.33	4.24	4.24	2.64	8.53
	8.34	5.46	5.85	3.91	4.19	4.18	4.06	2.44	8.34
	8.08	5.23	5.81	3.81	4.06	4.04	3.77	2.38	8.08
	7.83	5.03	5.83	3.78	3.97	3.93	3.54	2.43	7.83
	7.74	4.81	5.81	3.74	3.84	3.82	3.37	2.52	7.74

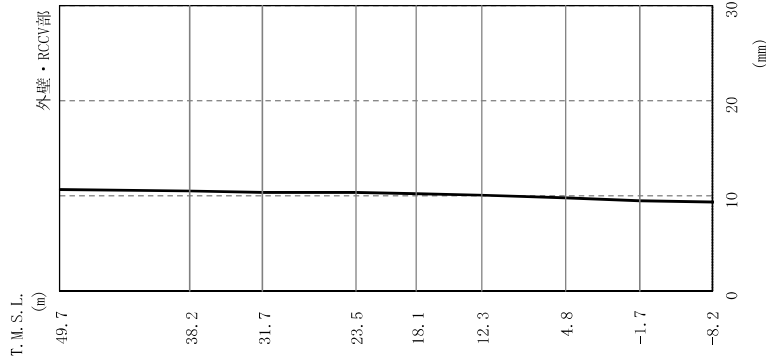
注1 : 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注2 : 下線部はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-11 最大応答加速度 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

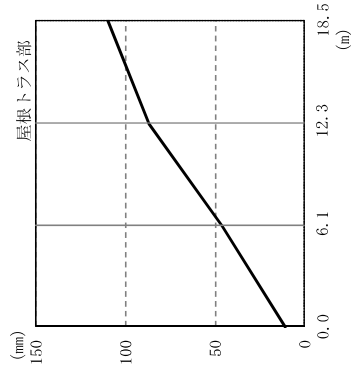
外壁・RCCV部

T. M. S. L. (m)		外壁・RCCV部 (mm)							
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値	
10.7	5.54	9.52	5.00	5.37	5.40	4.86	3.06	10.7	
10.5	5.42	9.37	4.91	5.29	5.33	4.79	3.01	10.5	
10.4	5.36	9.28	4.86	5.24	5.28	4.75	2.98	10.4	
10.3	5.31	9.20	4.81	5.18	5.22	4.71	2.95	10.3	
10.2	5.25	9.11	4.75	5.13	5.16	4.66	2.91	10.2	
10.1	5.17	8.98	4.67	5.05	5.08	4.59	2.87	10.1	
9.83	5.04	8.77	4.53	4.91	4.93	4.47	2.79	9.83	
9.60	4.92	8.58	4.40	4.78	4.81	4.37	2.71	9.60	
9.36	4.80	8.39	4.29	4.66	4.70	4.26	2.64	9.36	



注1：分布図はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注2：下線部はSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



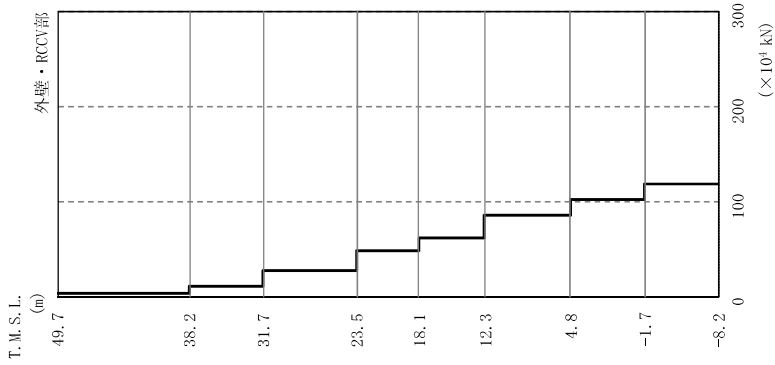
屋根トラス部

屋根トラス部 (mm)	
Ss-1	最大値
10.7	110
5.54	74.0
9.52	63.6
5.00	31.6
5.37	35.7
5.40	35.4
4.86	36.8
3.06	18.3
10.7	110

図4-12 最大応答変位（基準地震動S s，鉛直方向）

外壁・RCCV部

外壁・RCCV部		最大値 ($\times 10^4$ kN)							
Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値	
<u>4.58</u>	3.52	3.37	2.30	2.26	2.34	2.46	1.32	4.58	
<u>11.6</u>	6.64	7.89	5.90	6.00	5.94	6.22	3.85	11.6	
<u>27.7</u>	16.8	18.7	13.9	14.4	14.4	14.5	9.32	27.7	
<u>48.9</u>	30.6	33.1	24.2	25.2	25.1	25.3	16.2	48.9	
<u>62.5</u>	39.6	42.4	30.7	32.2	31.8	32.0	20.4	62.5	
<u>86.2</u>	55.2	59.1	41.9	44.1	43.0	43.6	27.3	86.2	
<u>103</u>	66.0	71.1	49.4	52.4	50.6	51.4	31.6	103	
<u>120</u>	76.9	83.6	57.0	60.7	59.2	59.1	35.5	120	



注1 : 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

注2 : 下線部はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-13 最大応答軸力 (基準地震動 S s , 鉛直方向)

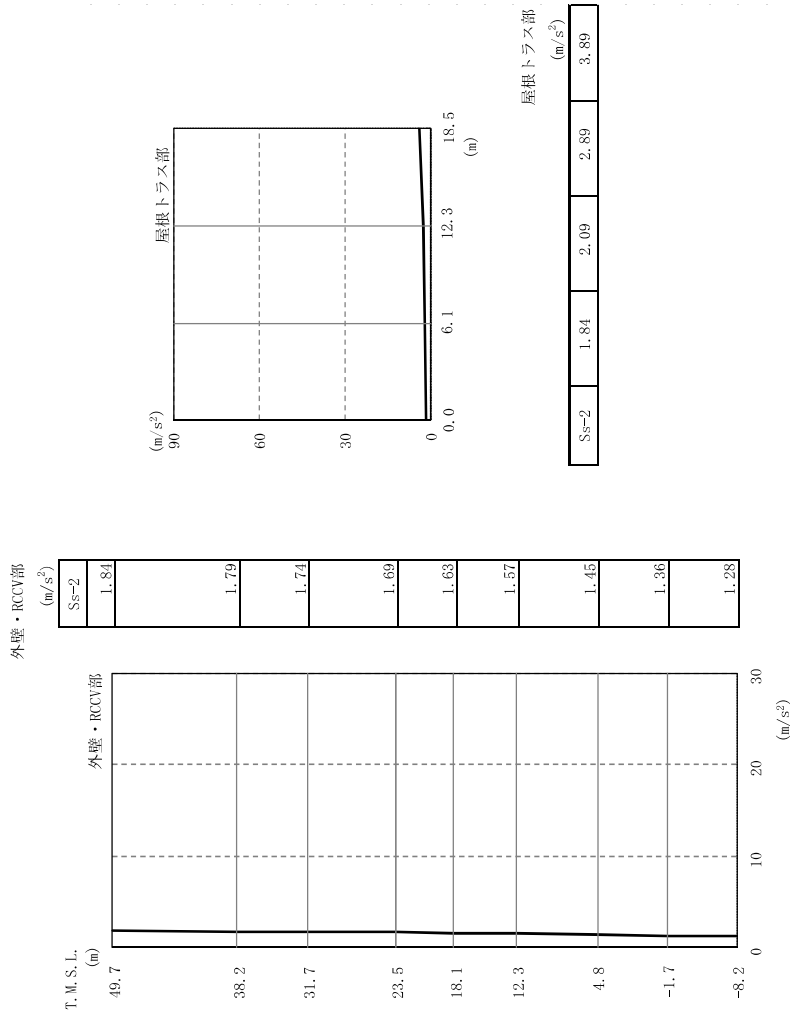


図4-14 最大応答加速度 (基準地震動 S s, EW方向, 誘発上下動)

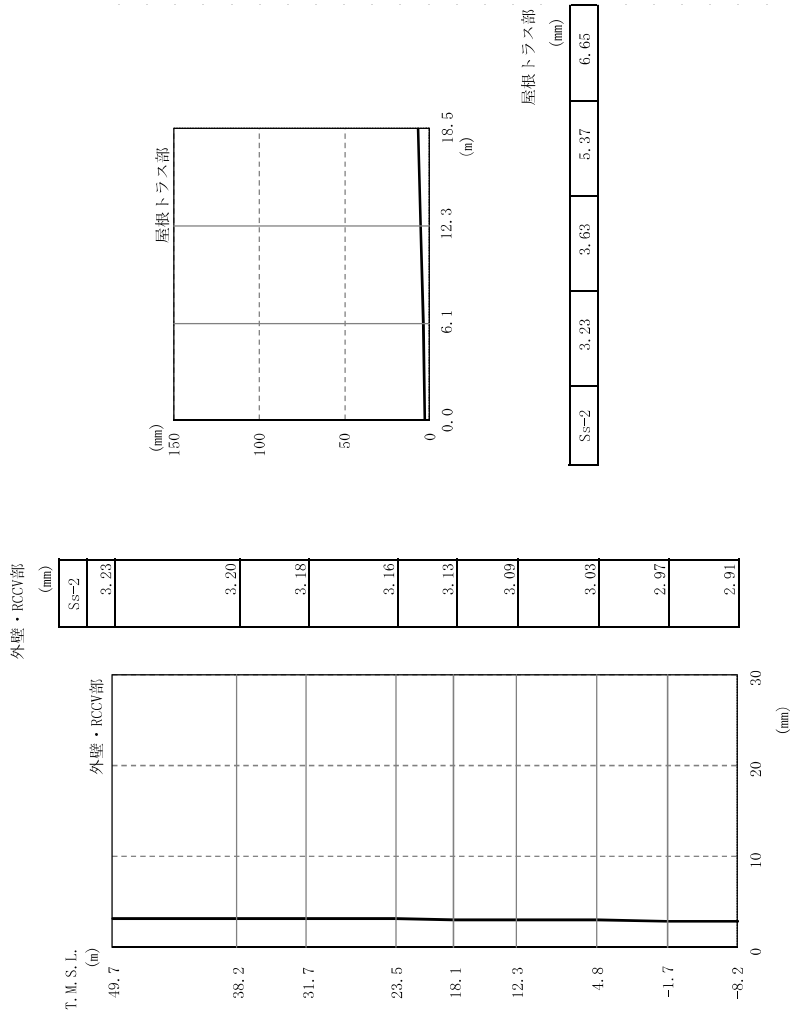


図4-15 最大芯答変位 (基準地震動 Ss, EW方向, 誘発上下動)

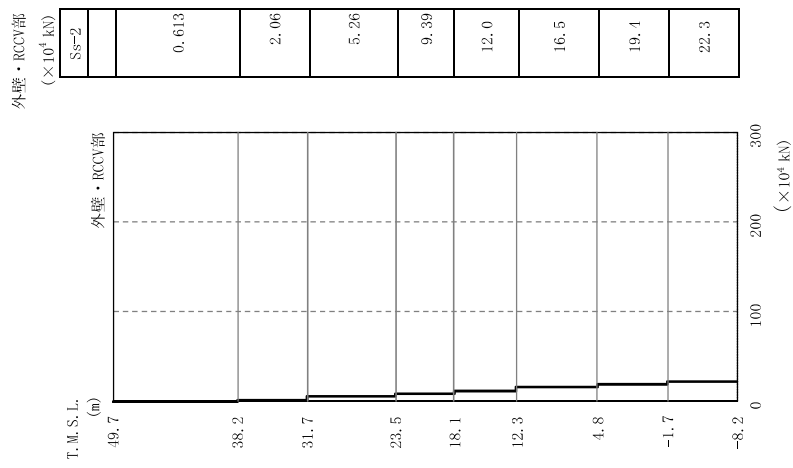


图 4-16 最大応答軸力 (基準地震動 S s, EW 方向, 誘発上下動)

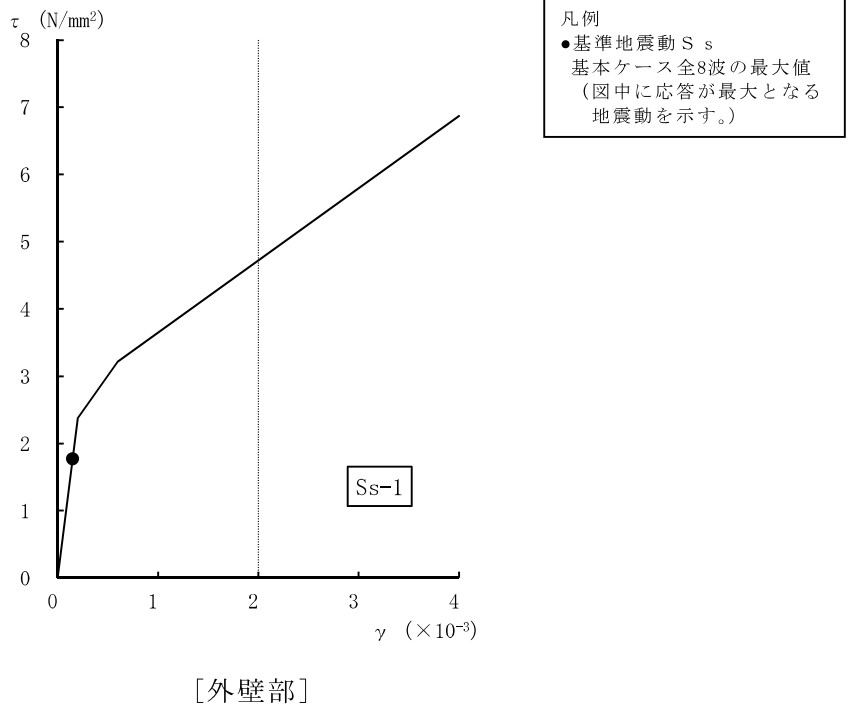


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S_s，NS方向，CRF）（1/8）

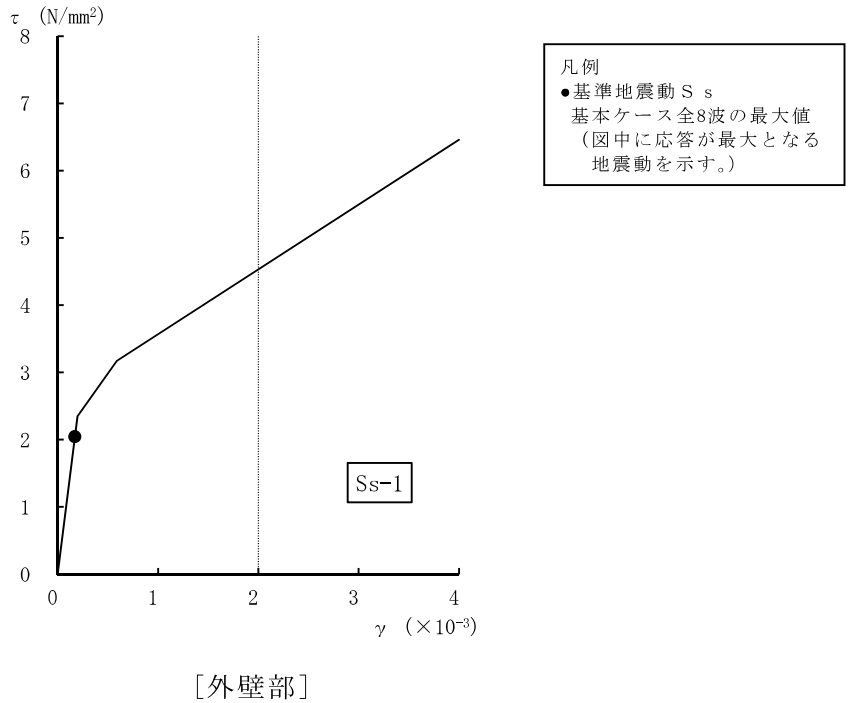


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S_s，NS方向，4F）（2/8）

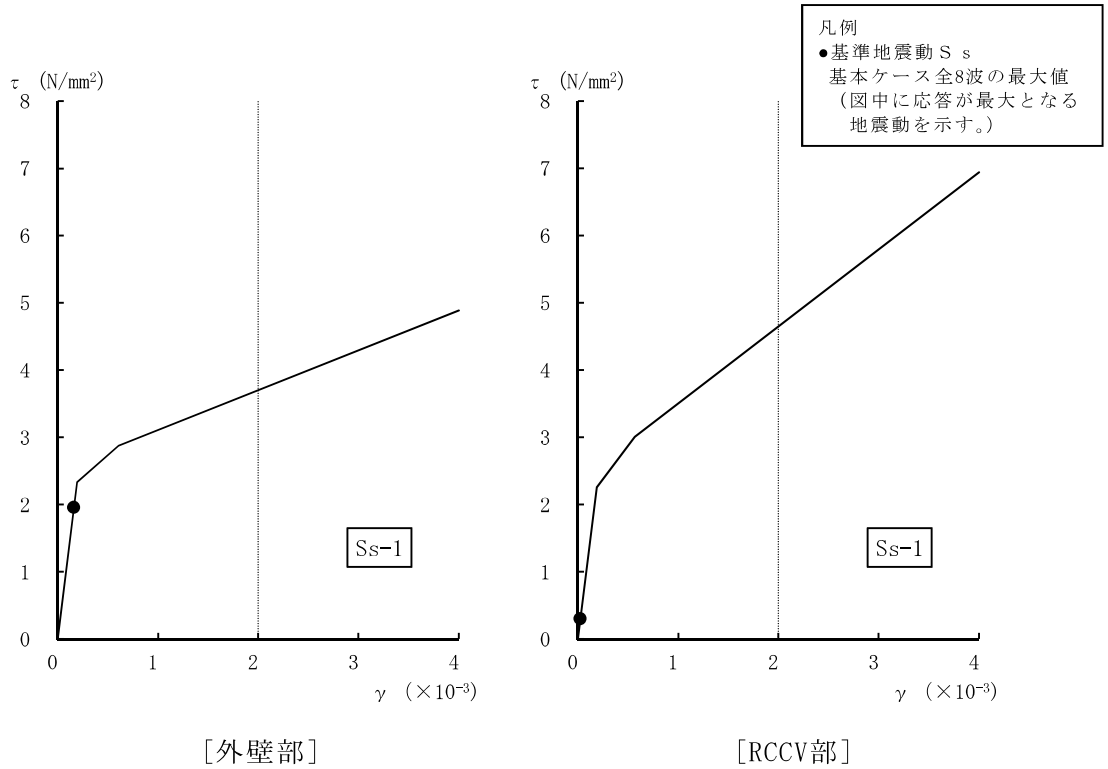


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s, NS方向, 3F) (3/8)

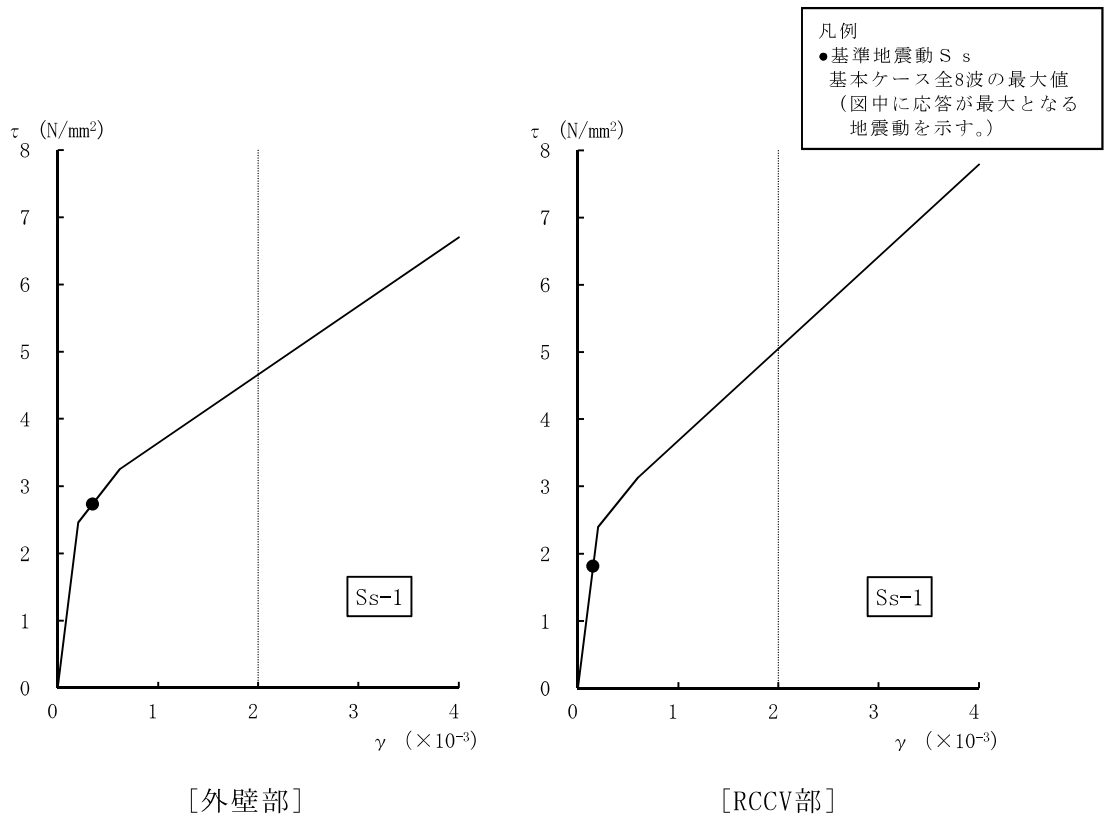


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s, NS方向, 2F) (4/8)

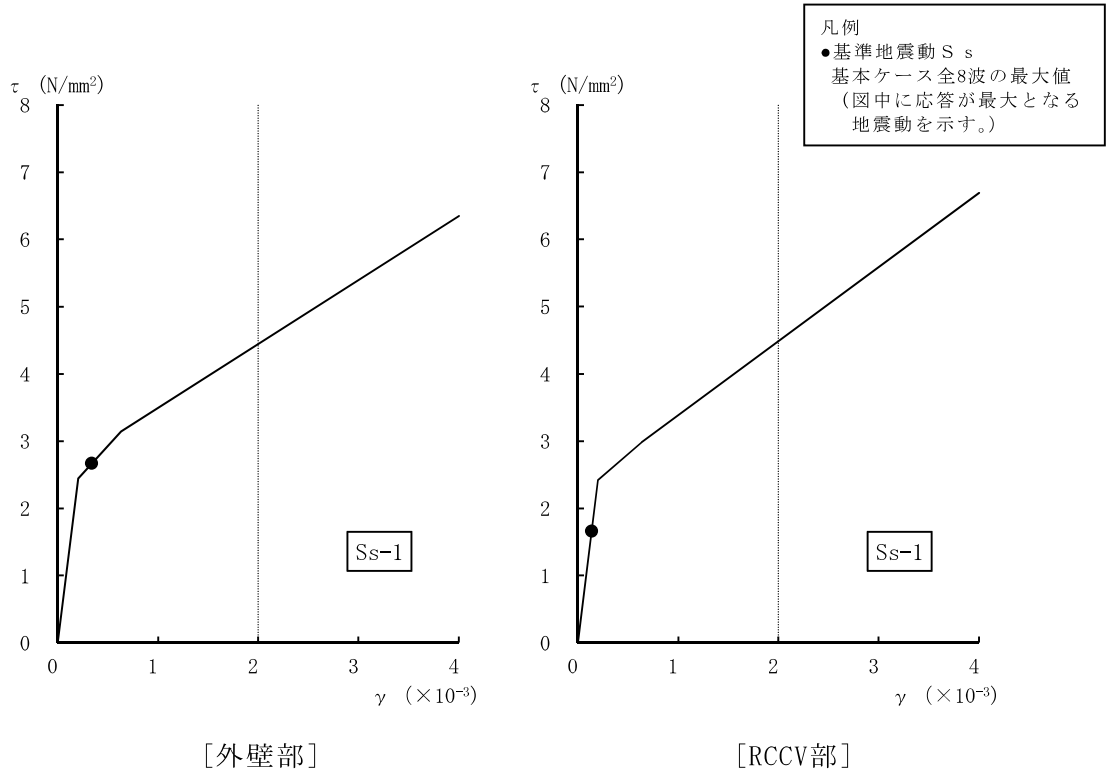


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s, NS方向, 1F) (5/8)

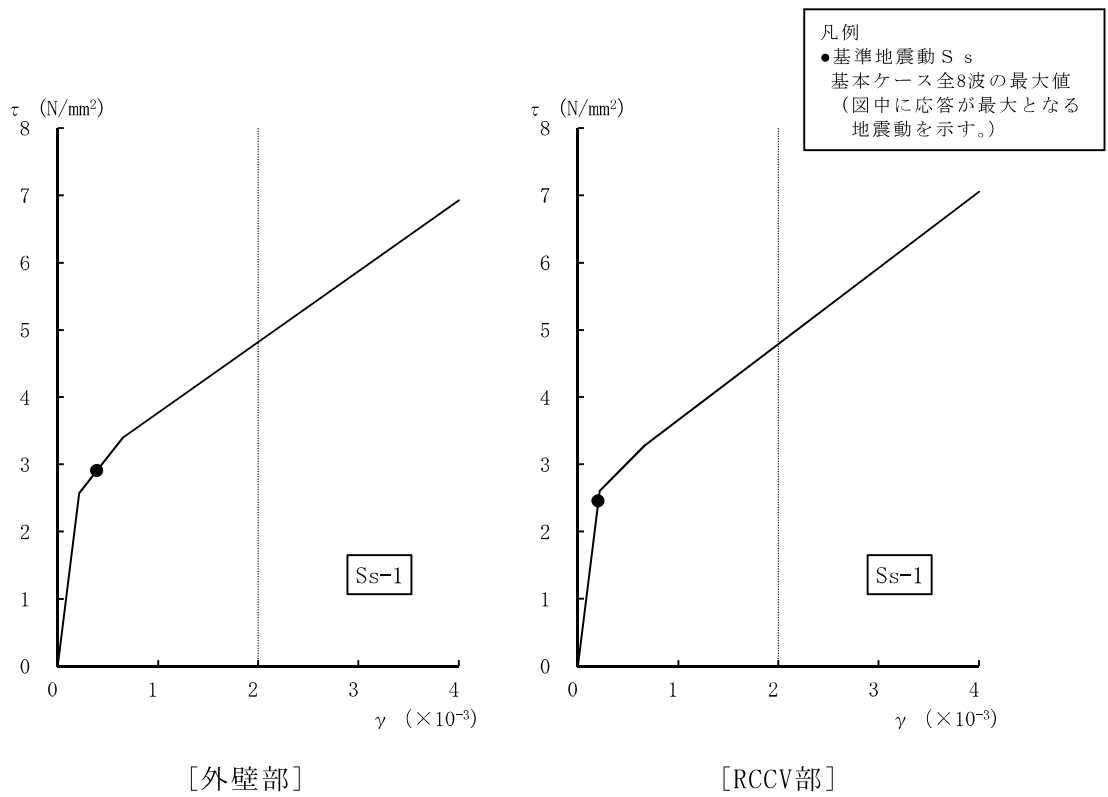


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s, NS方向, B1F) (6/8)

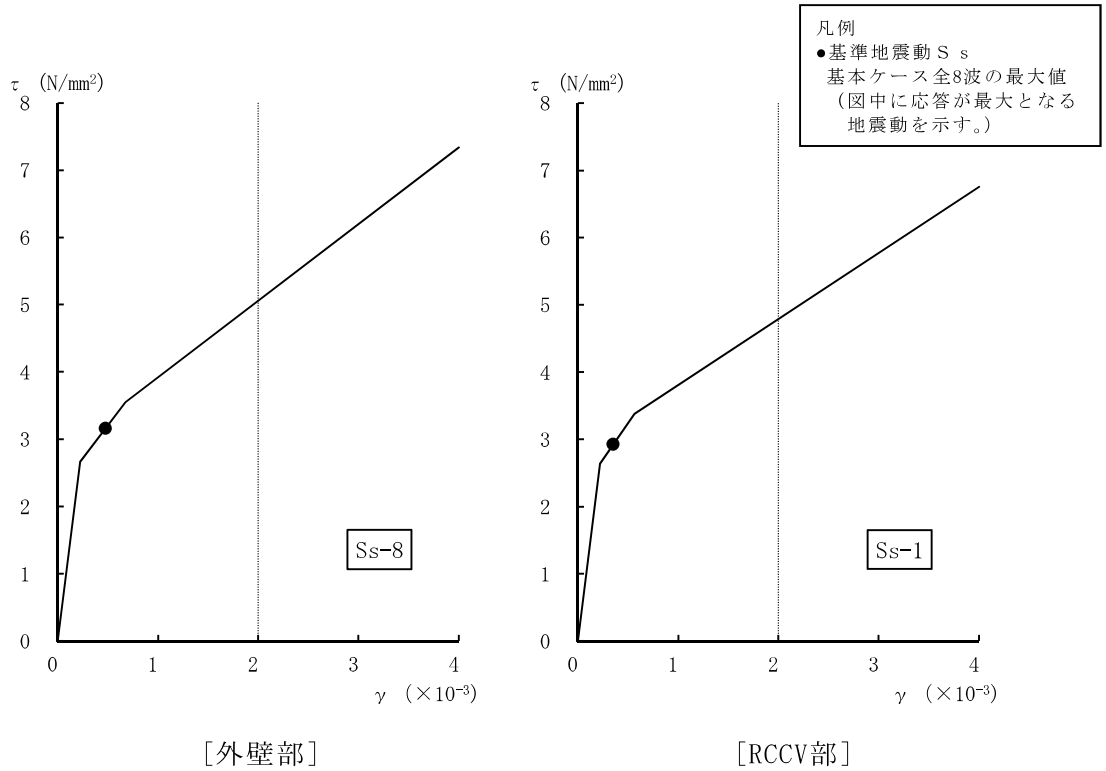


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S_s ，NS方向，B2F）（7/8）

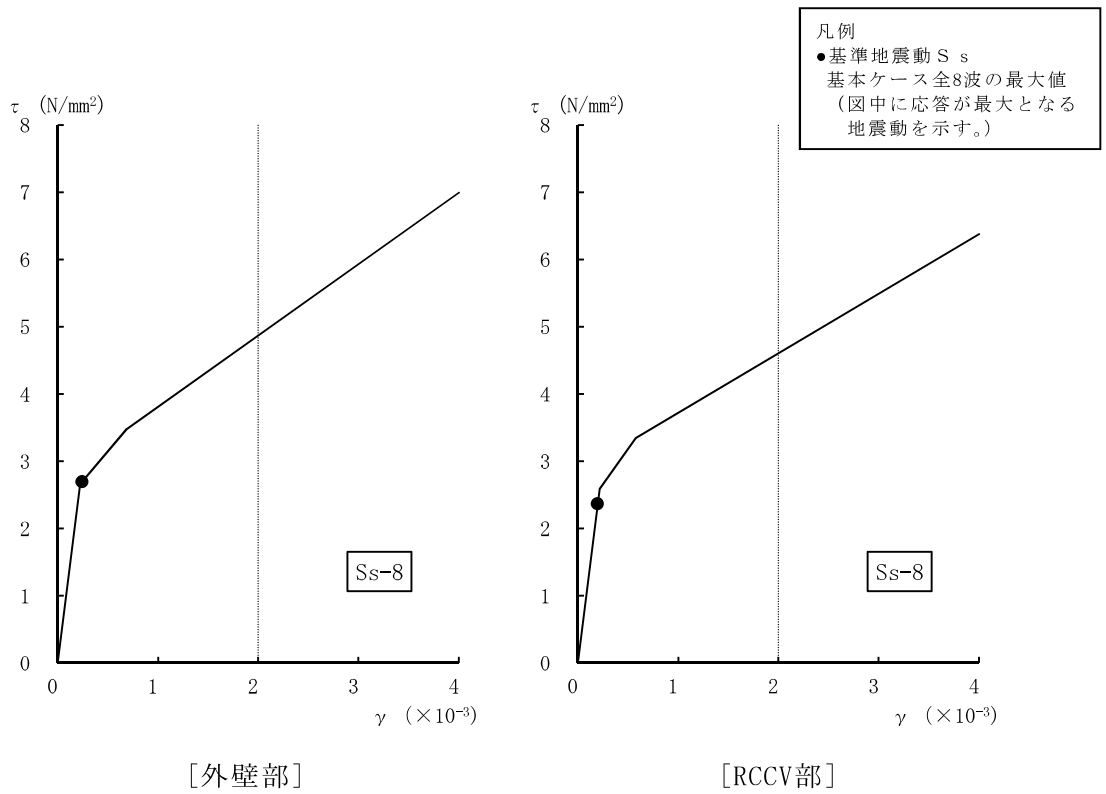


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S_s ，NS方向，B3F）（8/8）

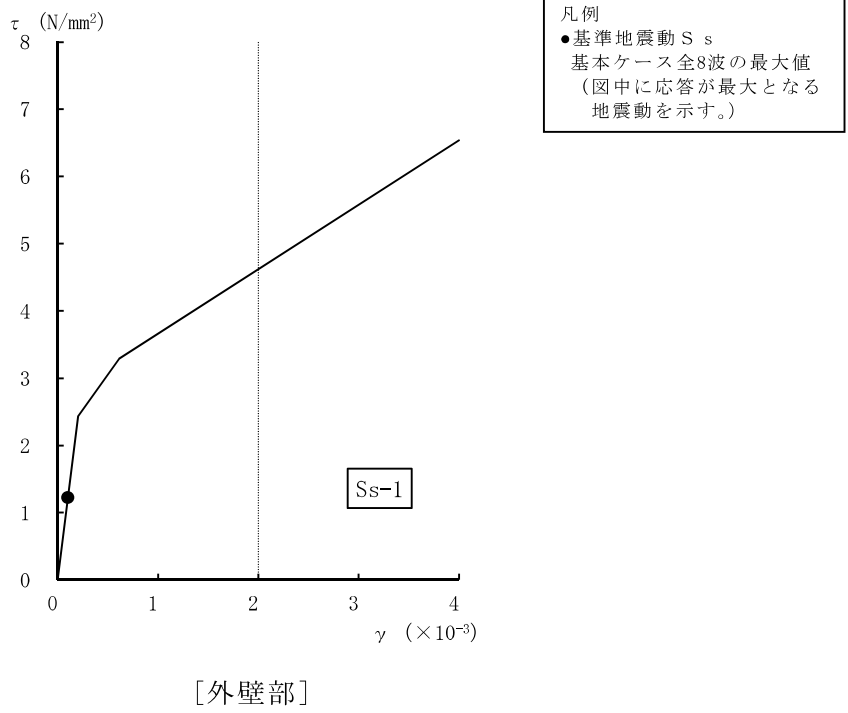


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S_s ，EW方向，CRF）（1/8）

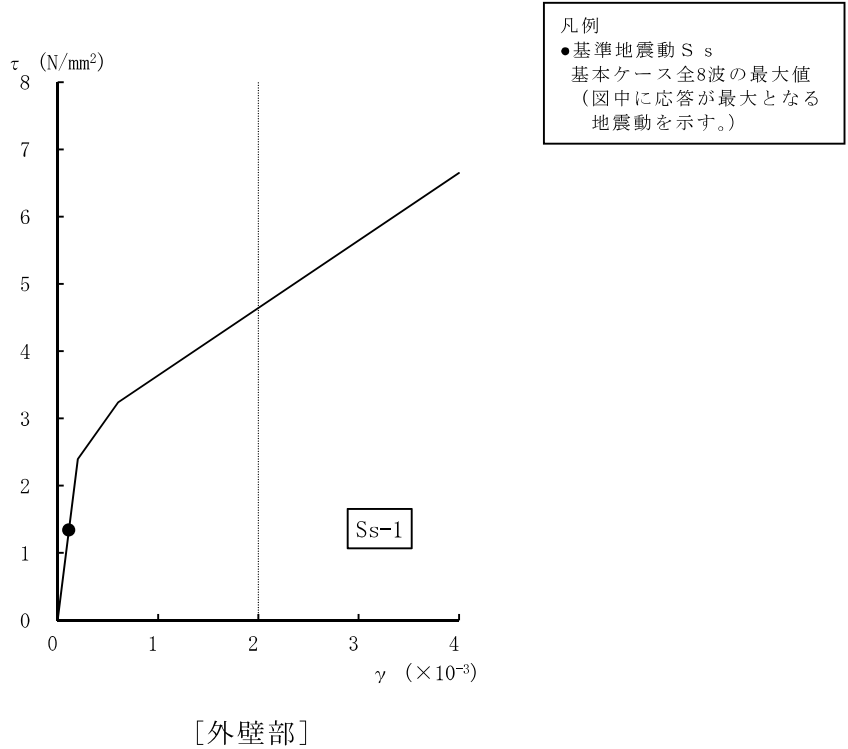


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S_s ，EW方向，4F）（2/8）

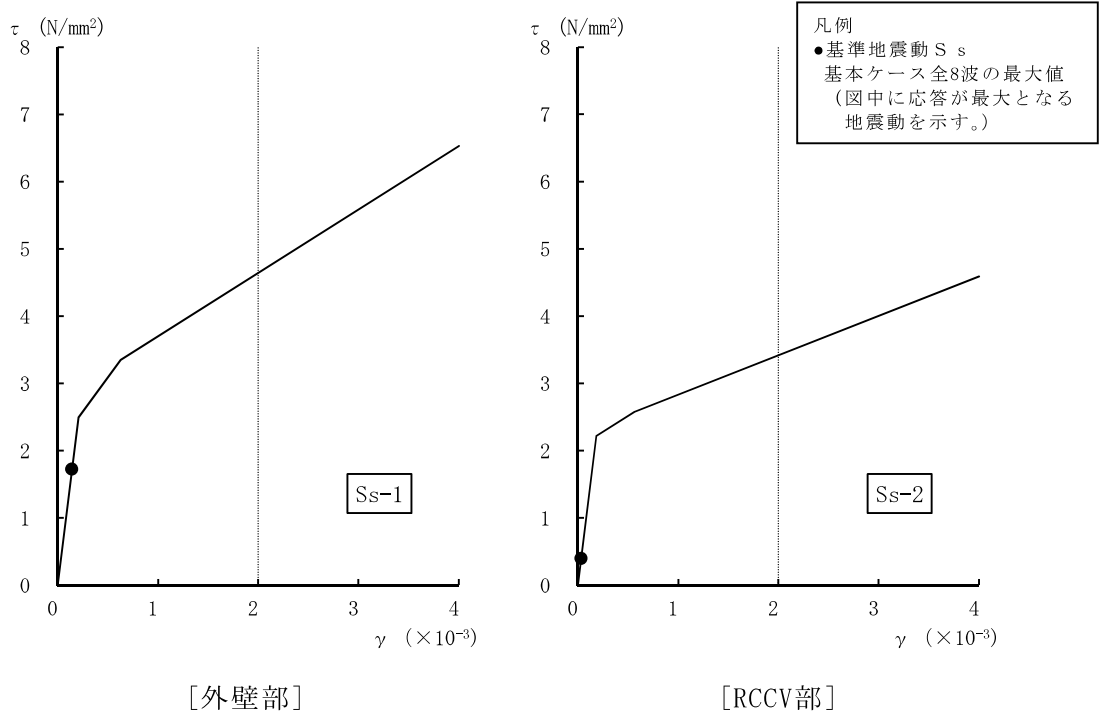


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s , EW方向, 3F) (3/8)

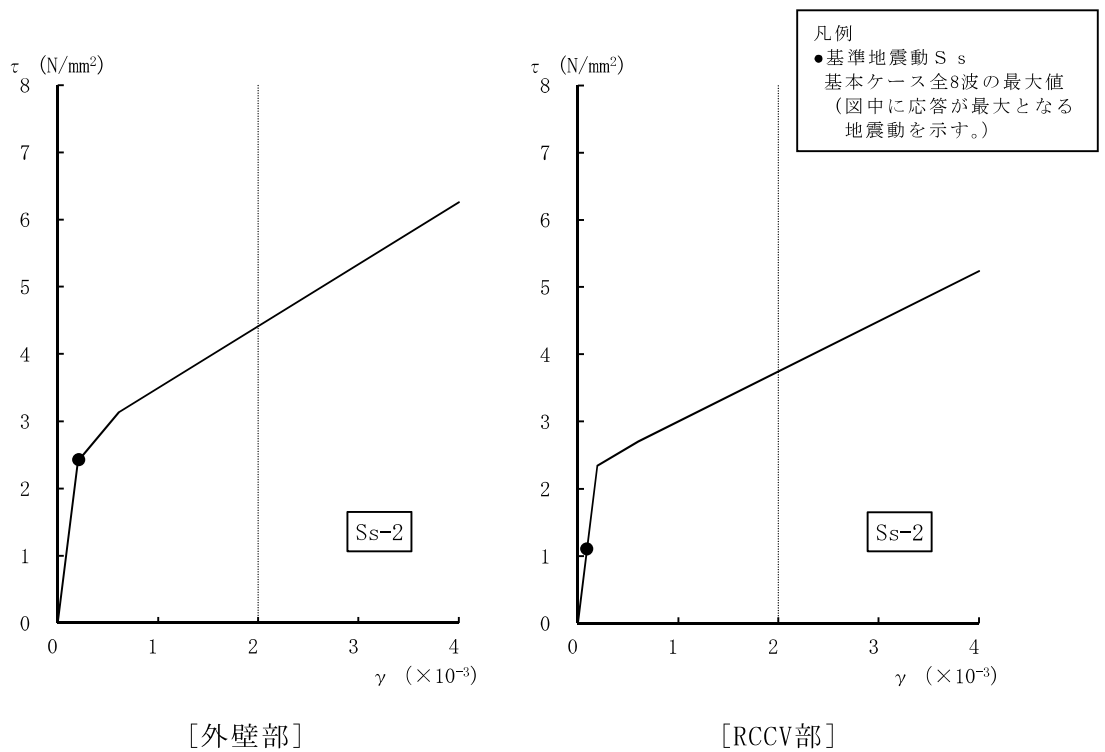


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s , EW方向, 2F) (4/8)

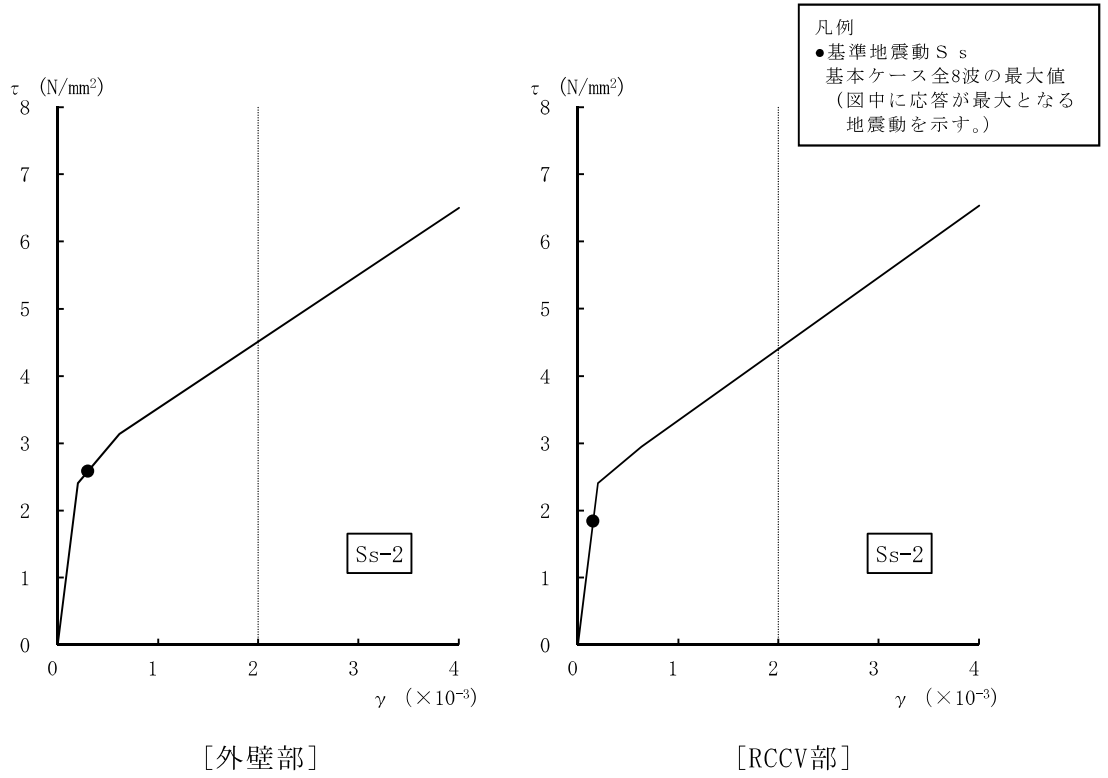


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s , EW方向, 1F) (5/8)

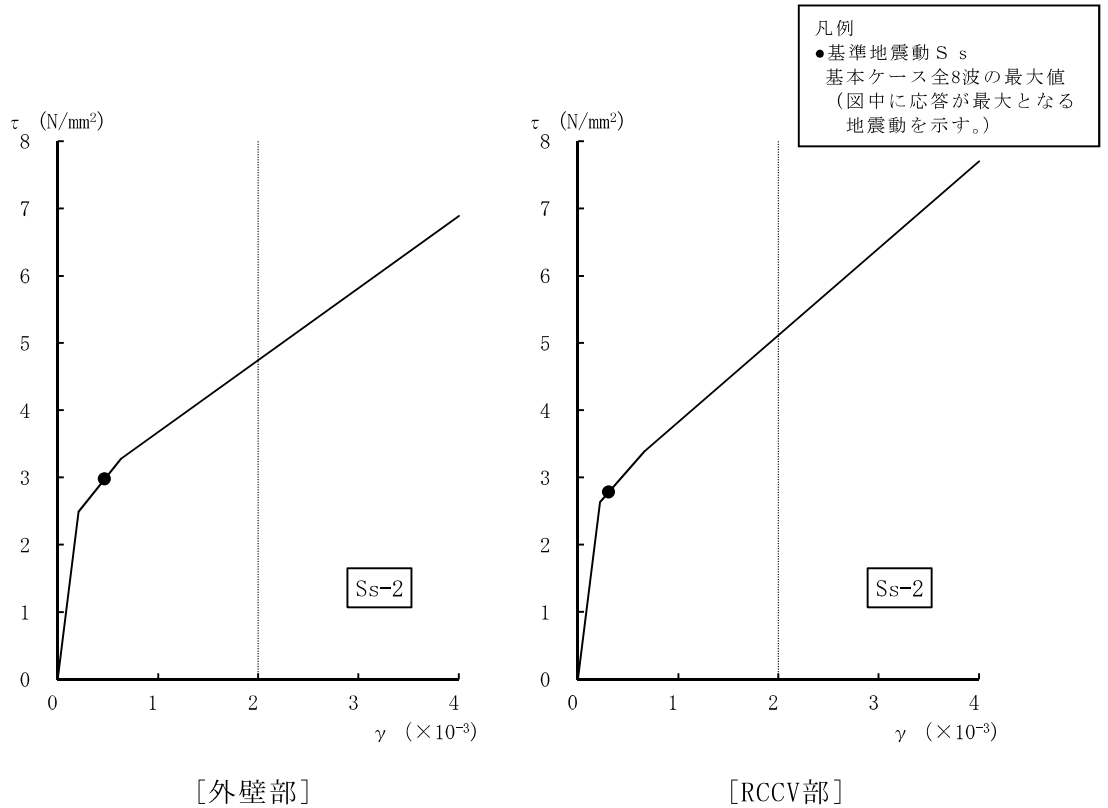


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s , EW方向, B1F) (6/8)

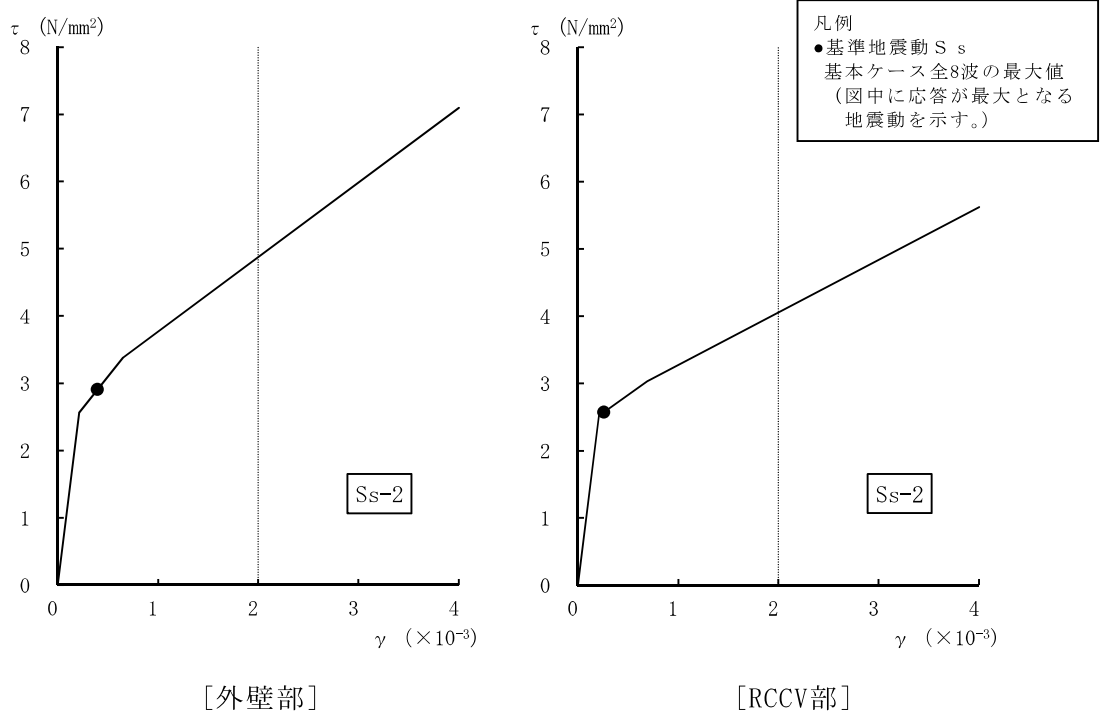


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S_s ，EW方向，B2F）（7/8）

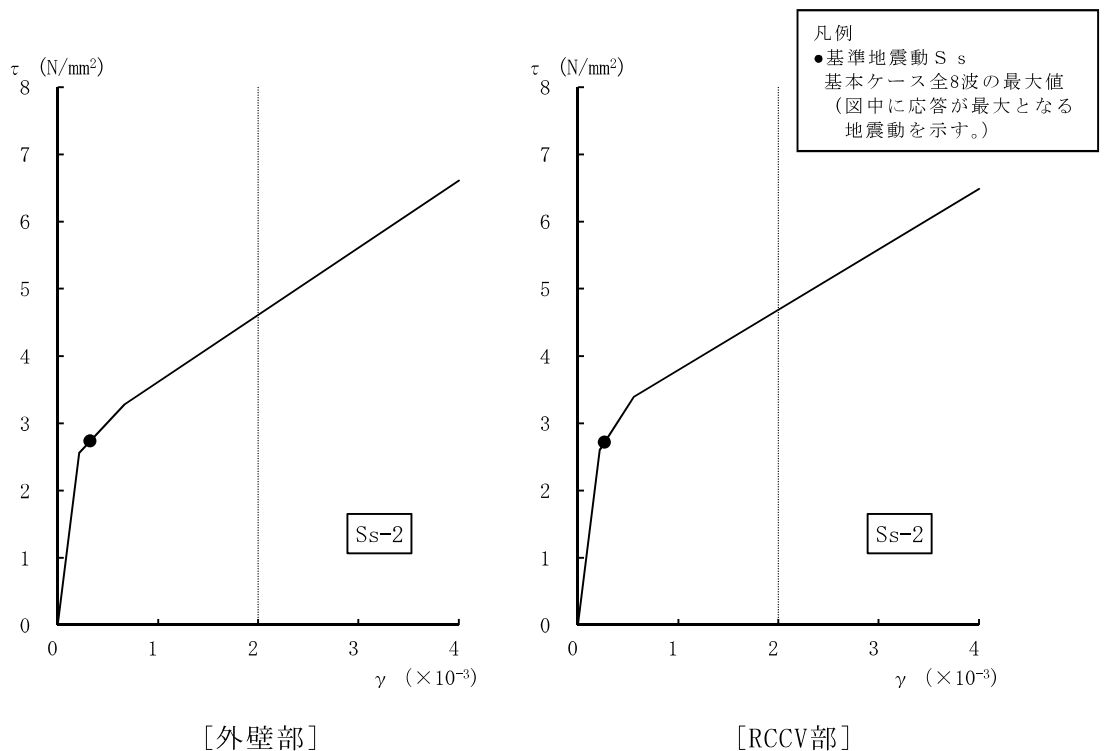


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S_s ，EW方向，B3F）（8/8）

表4-18 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

基準地震動 S _s	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント (×10 ⁶ kN・m)	最小接地率 (%)
S _s -1	1910	30.2	68.1
S _s -2	1560	25.3	81.5
S _s -3	1550	24.8	82.8
S _s -4	1200	16.6	100.0
S _s -5	1210	16.7	100.0
S _s -6	1230	17.2	100.0
S _s -7	1140	14.4	100.0
S _s -8	1770	30.2	68.1

(b) EW方向

基準地震動 S _s	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント (×10 ⁶ kN・m)	最小接地率 (%)
S _s -1	1890	31.5	68.9
S _s -2*	2090	34.0	65.9
S _s -3	1530	25.5	84.3
S _s -4	1370	22.8	91.4
S _s -5	1510	26.0	83.1
S _s -6	1430	24.0	88.3
S _s -7	1550	26.9	80.7
S _s -8	1740	31.4	69.3

注記* : 誘発上下動考慮の結果を示す。

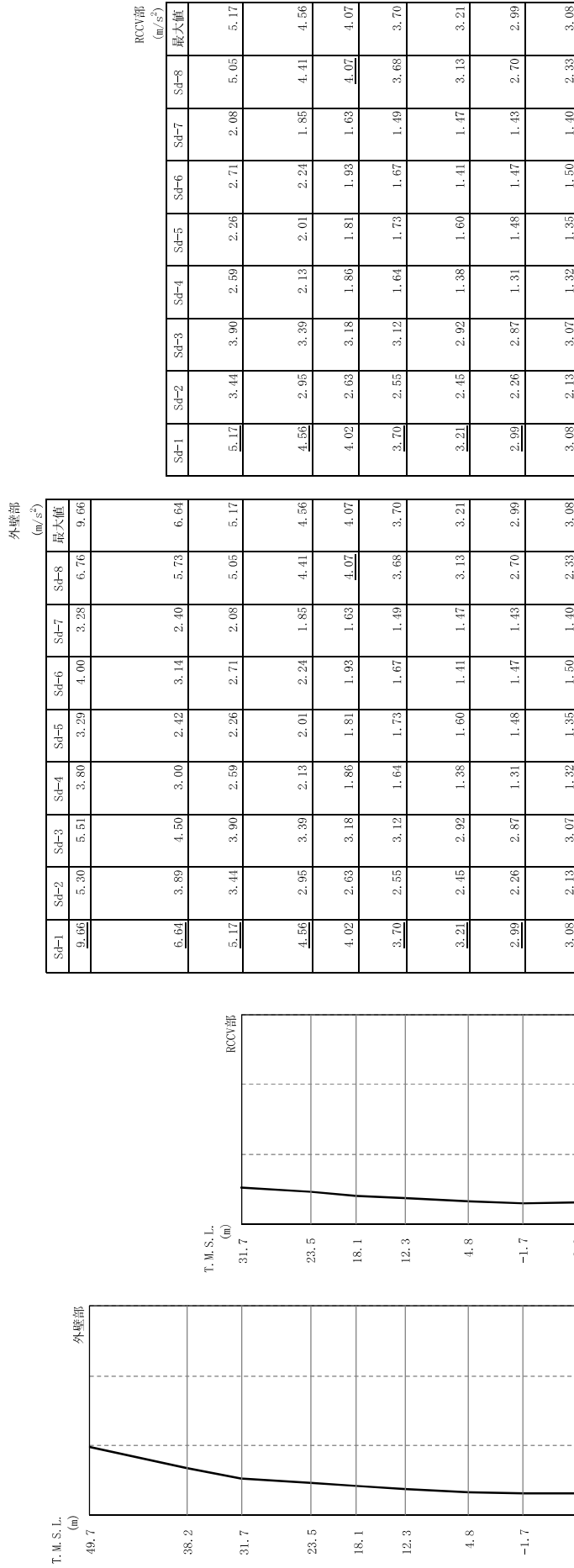


図4-19 最大応答加速度（弾性設計用地震動 Sd，NS方向）

注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2：下線部はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

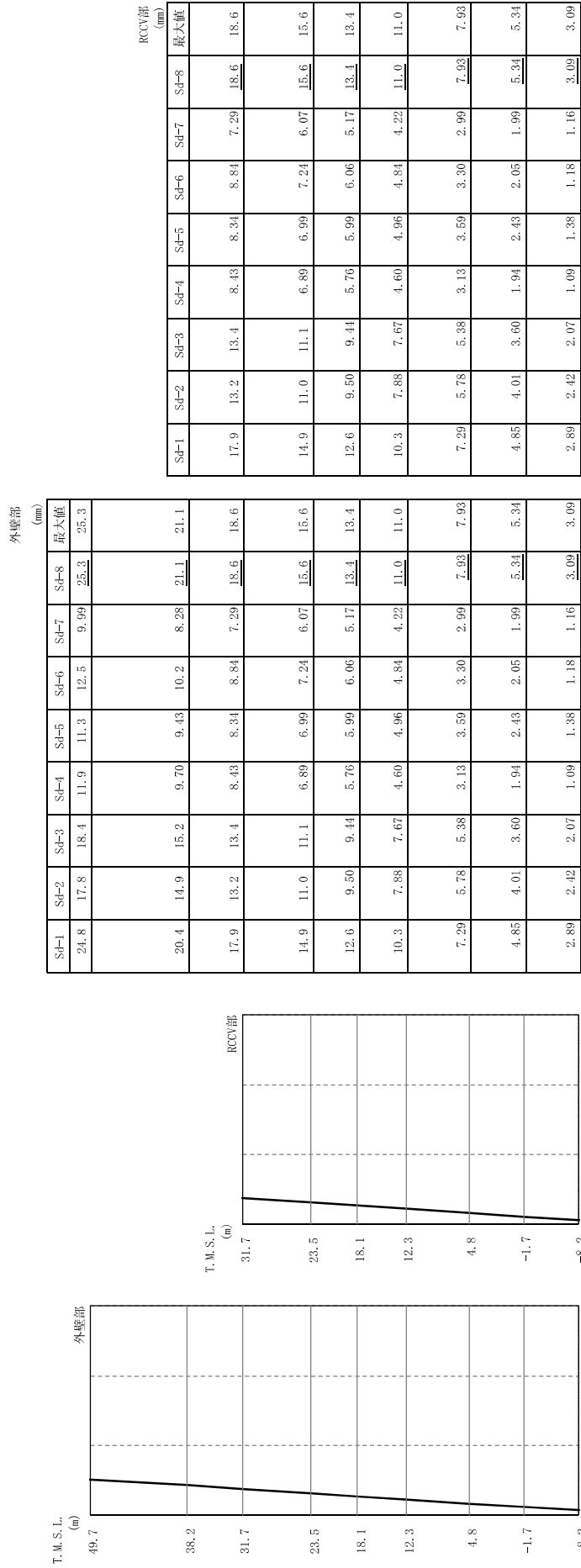


図4-20 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d, NS方向)

注1 : 分布図はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

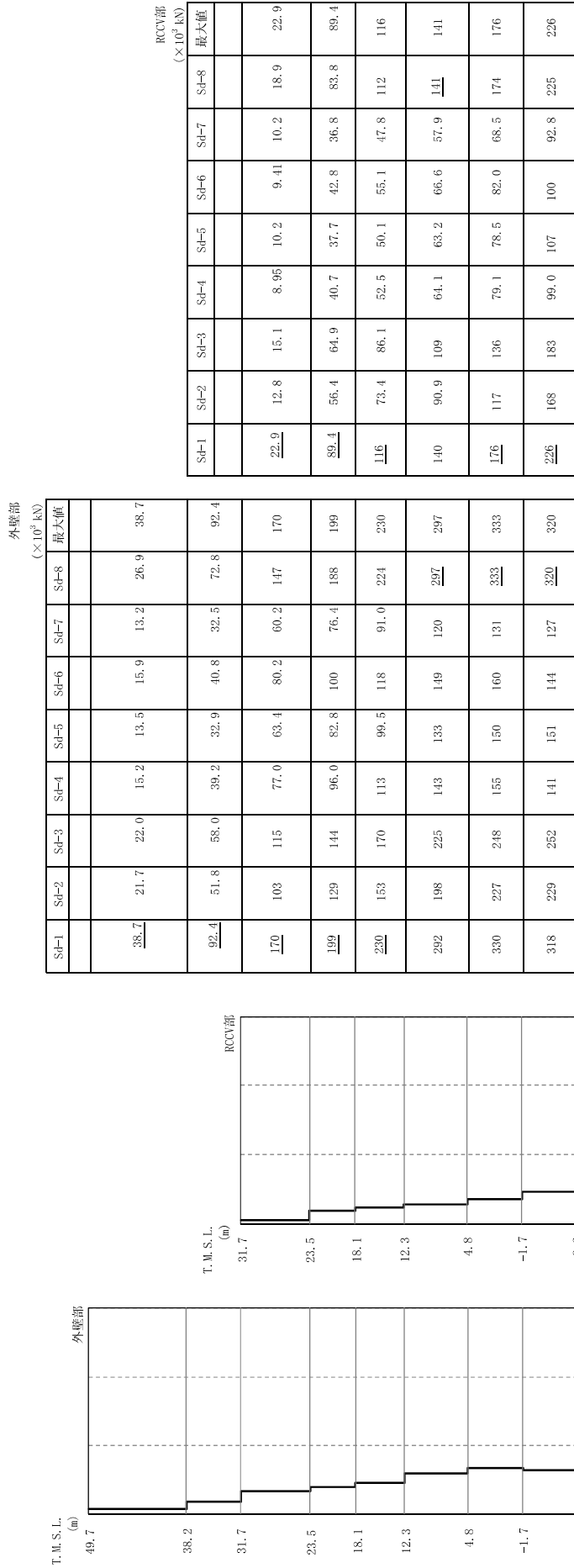


図4-21 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動 S d , NS方向)

注1 : 分布図はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

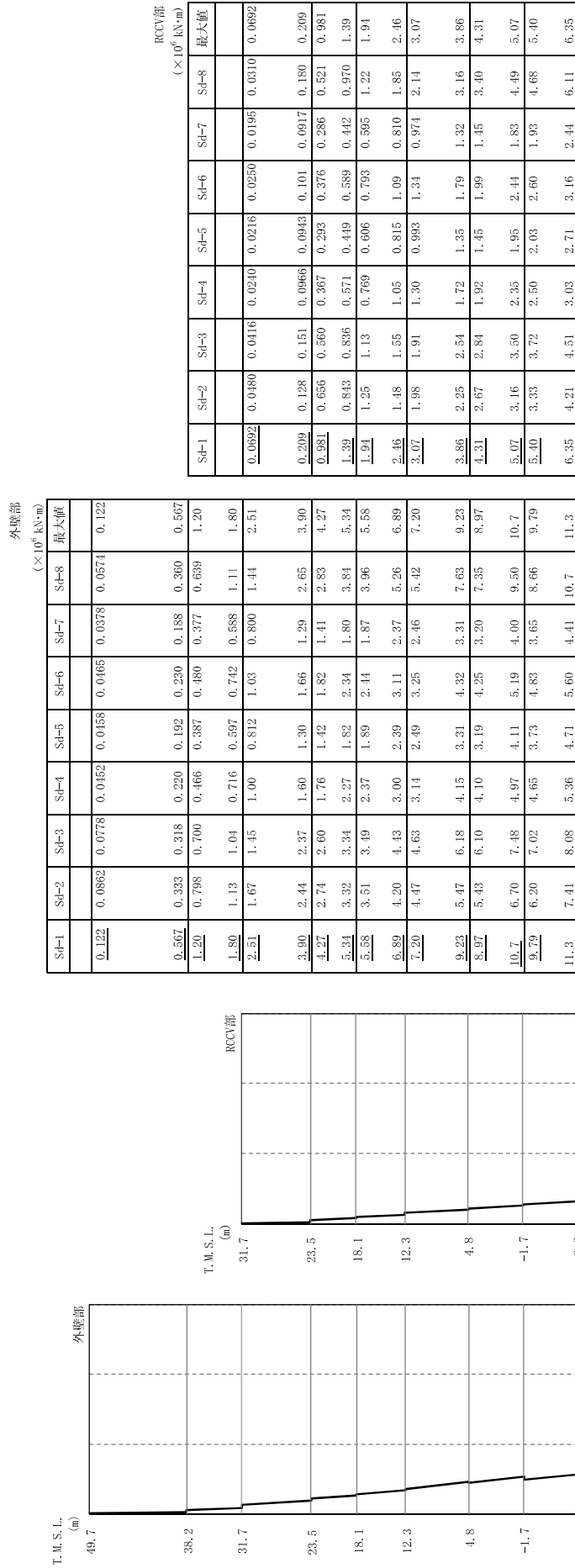
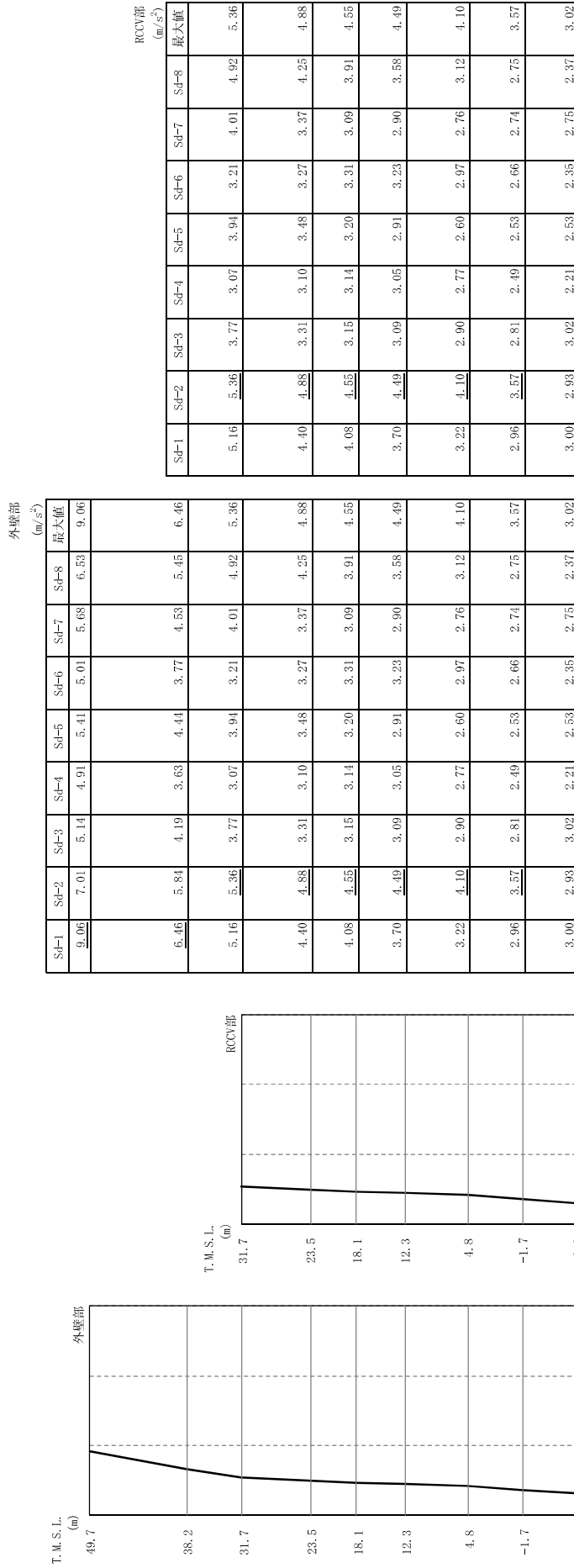


図4-22 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 S d, NS方向)

注1 : 分布図はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2：下線部はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-23 最大応答加速度（弾性設計用地震動Sd，EW方向）

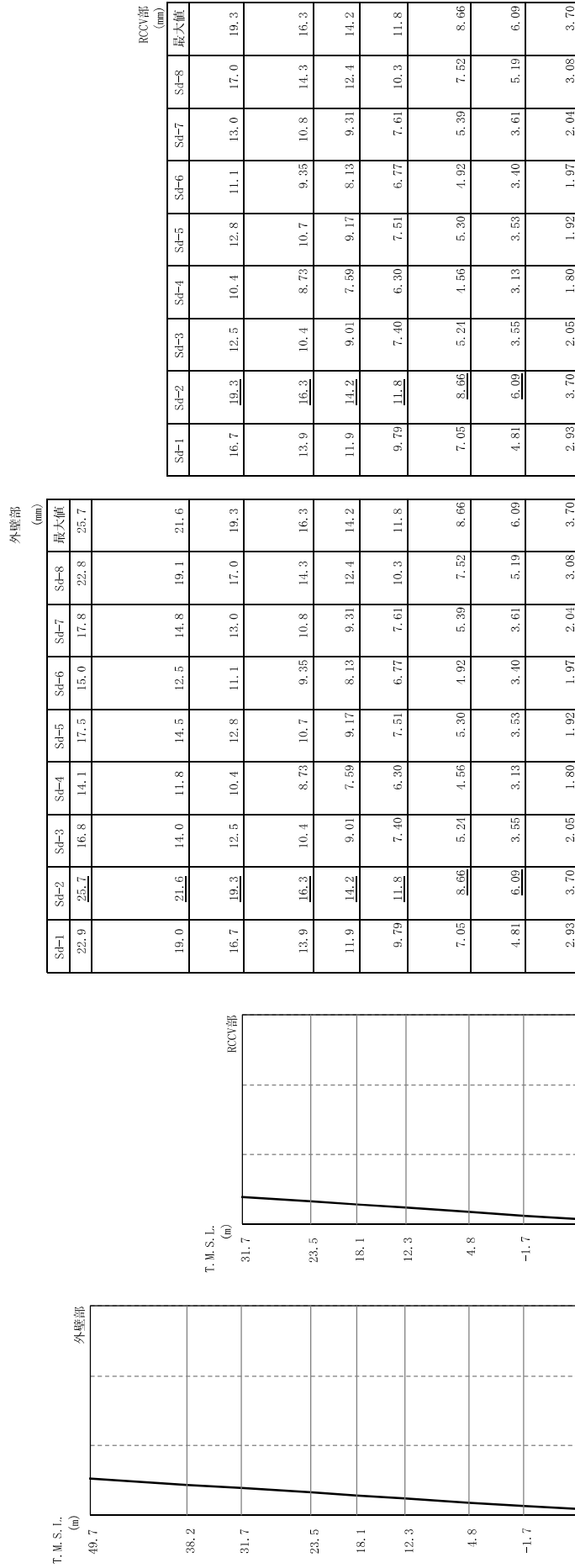
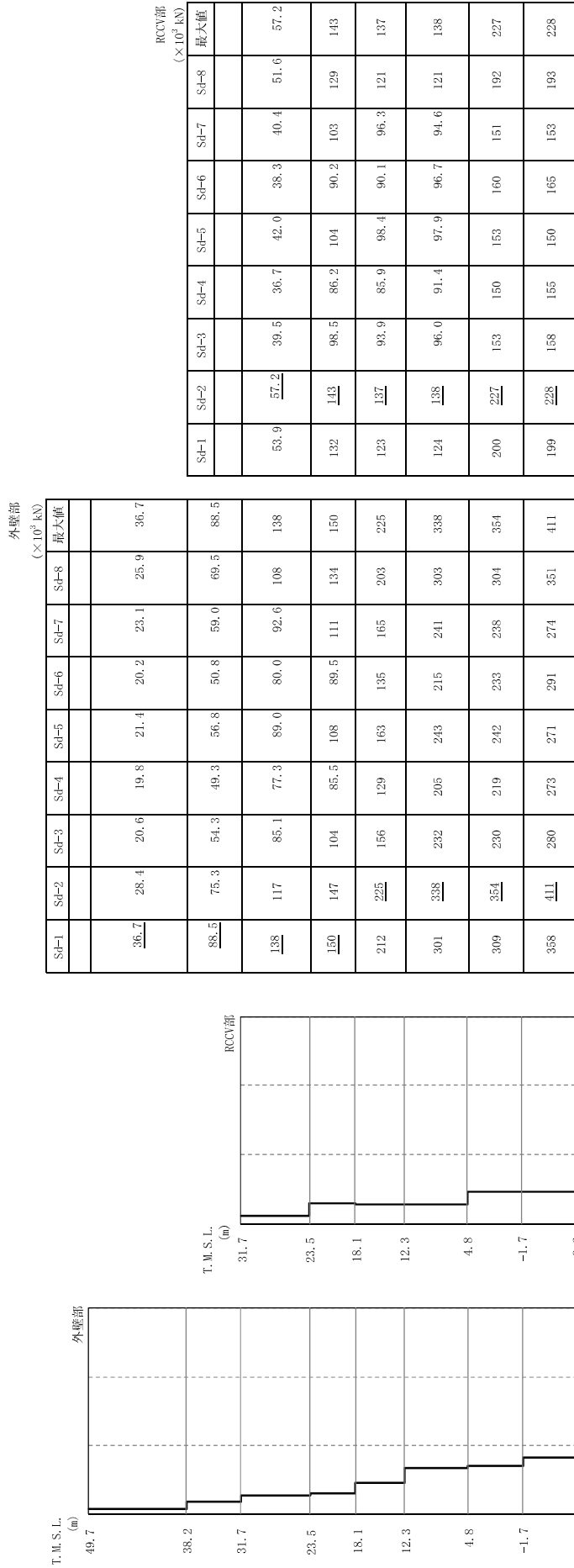


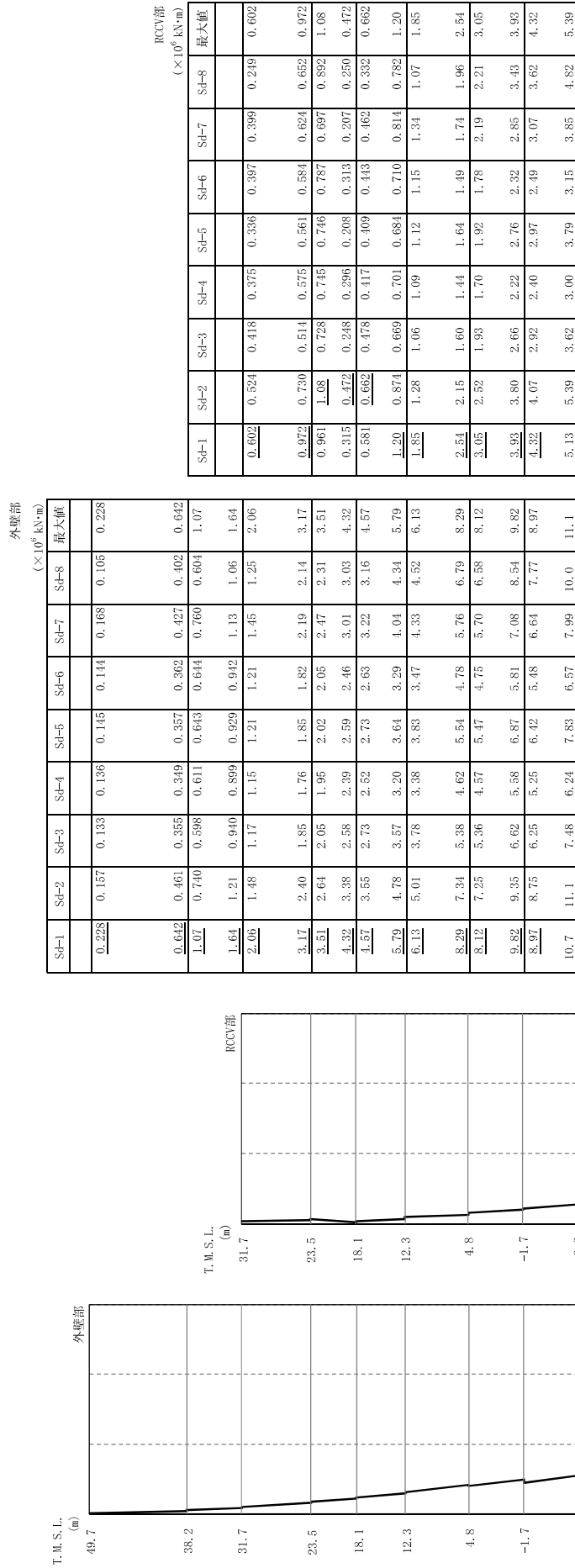
図4-24 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d, EW方向)

注1 : 分布図はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。



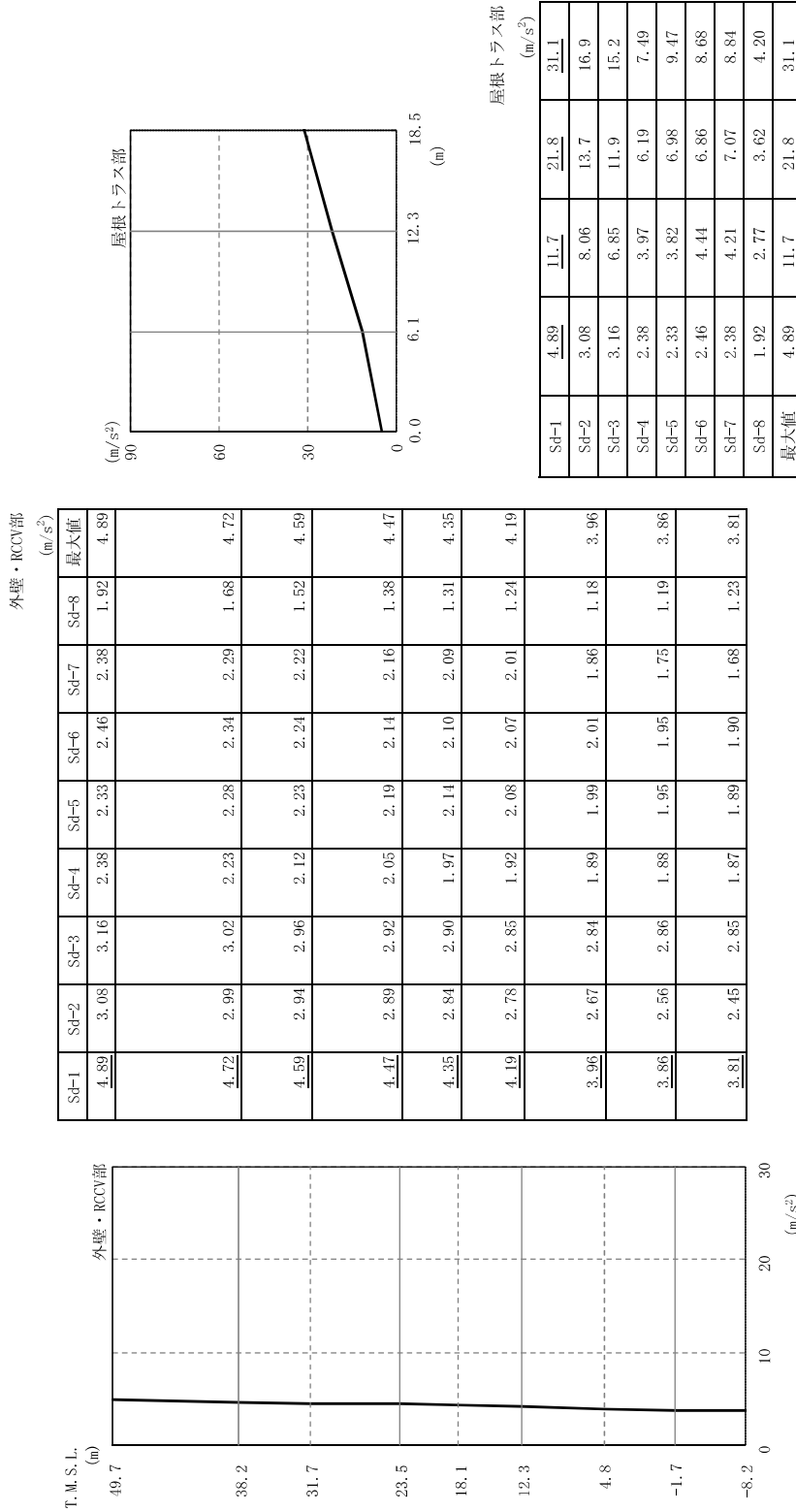
注1 : 分布図はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-25 最大応答せん断力 (弾性設計用地震動Sd, EW方向)



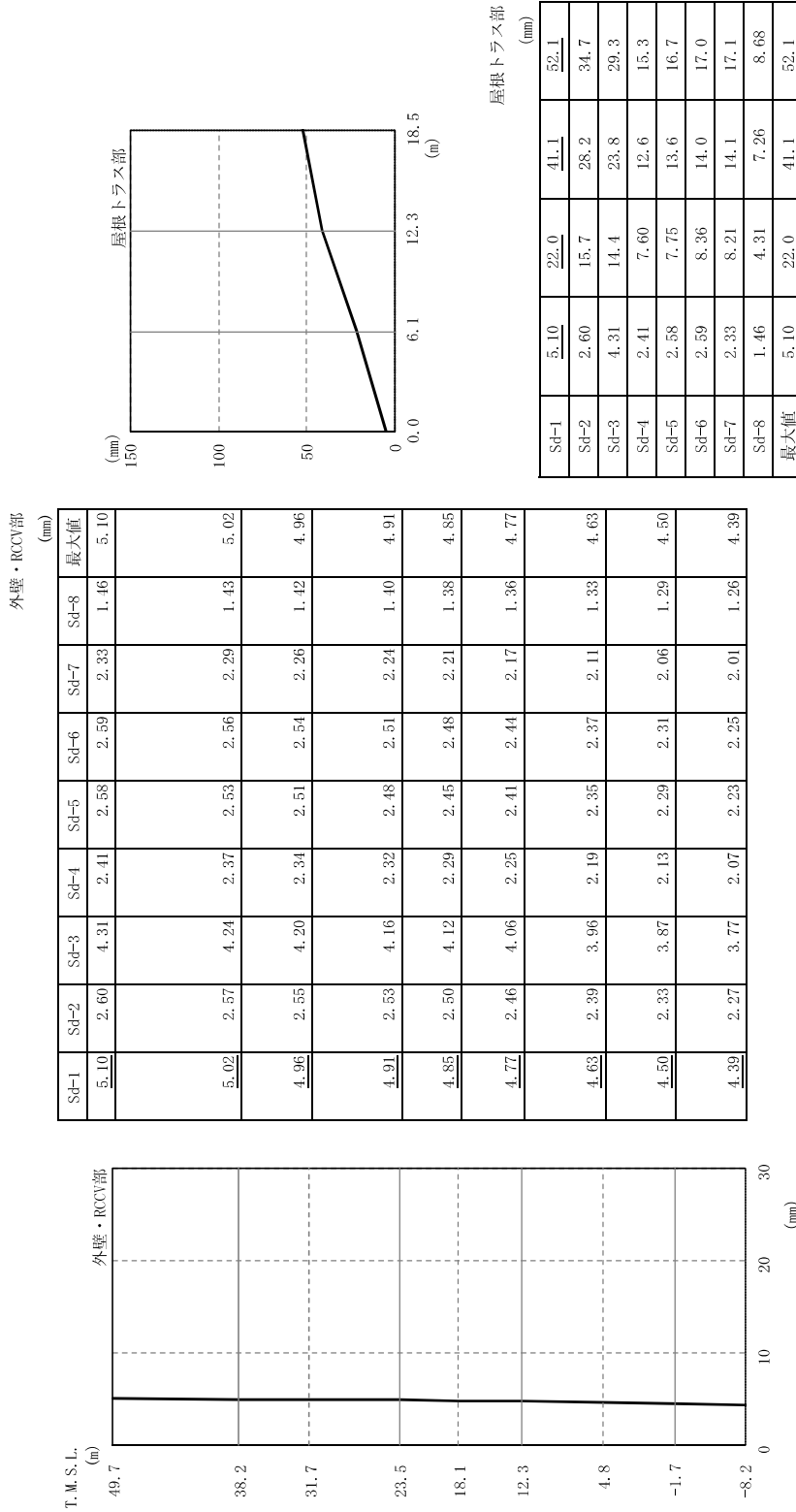
注1 : 分布図はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1~Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-26 最大応答曲げモーメント (弾性設計用地震動 S d , EW方向)



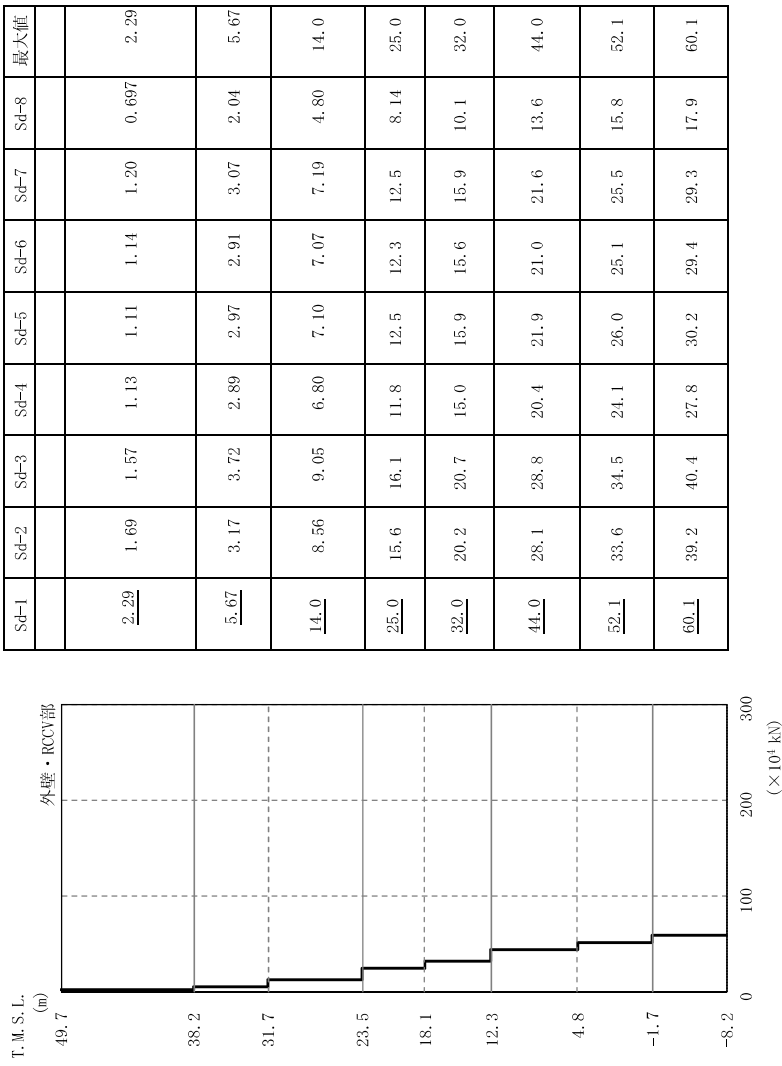
注1 : 分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-27 最大応答加速度 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)



注1 : 分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-28 最大応答変位 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向)



注1 : 分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。
 注2 : 下線部はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示。

図4-29 最大応答軸力 (弾性設計用地震動S d, 鉛直方向)

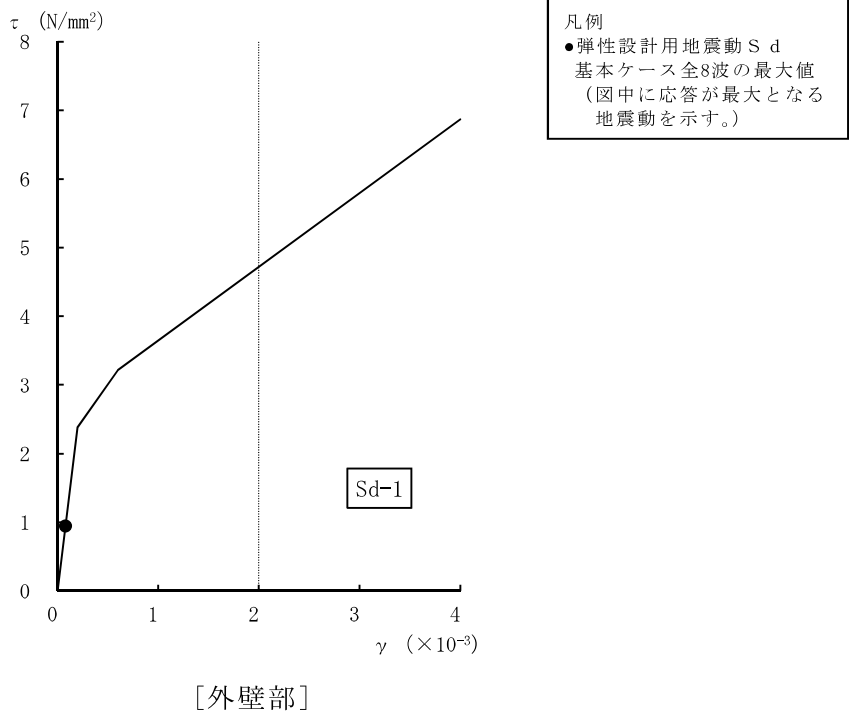


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，NS方向，CRF）
(1/8)

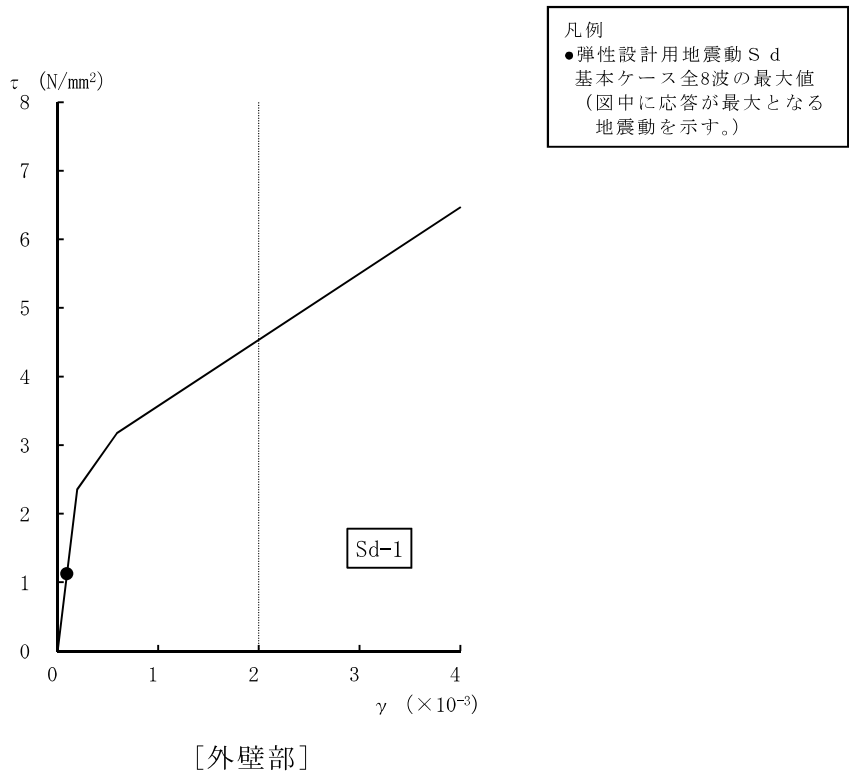


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，NS方向，4F）
(2/8)

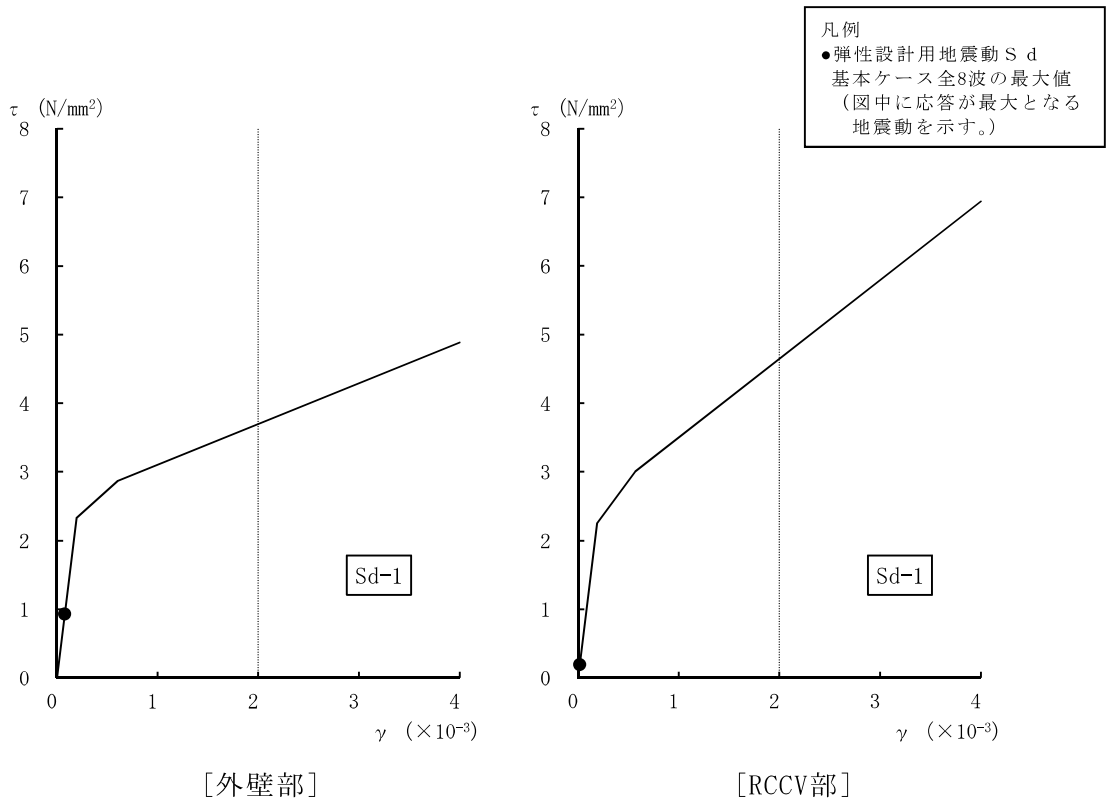


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, NS方向, 3F)
(3/8)

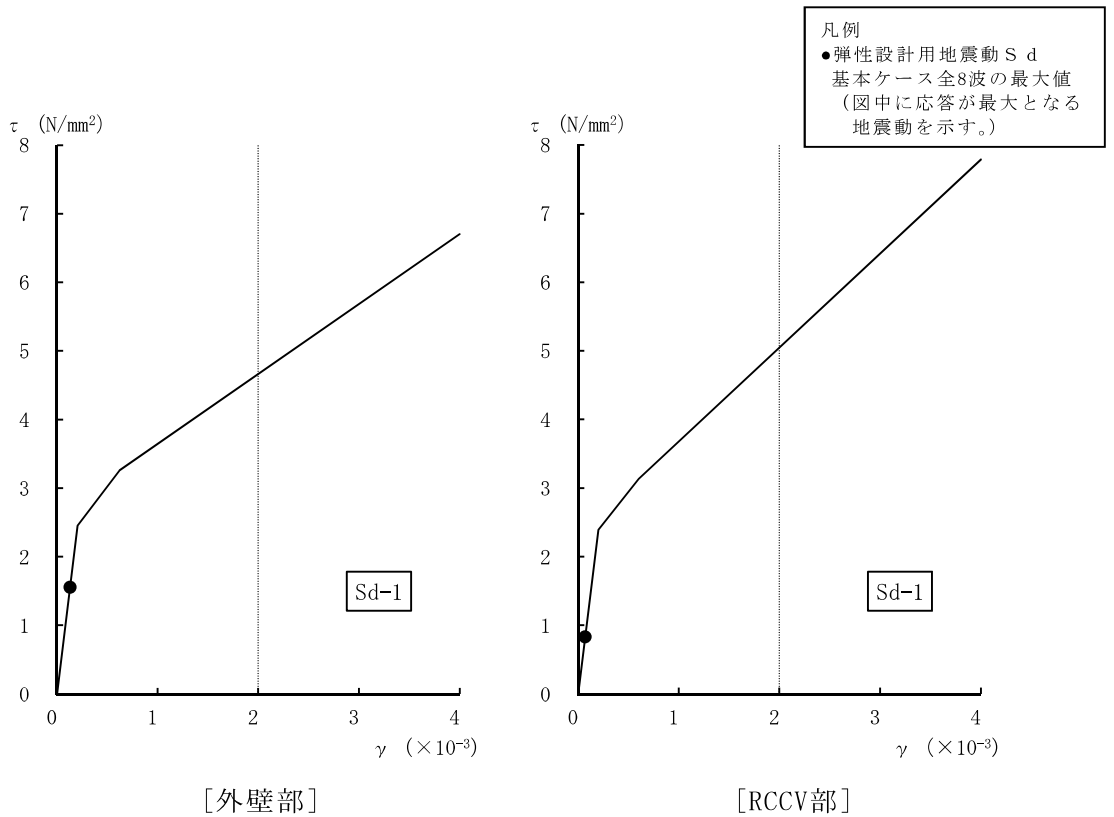


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, NS方向, 2F)
(4/8)

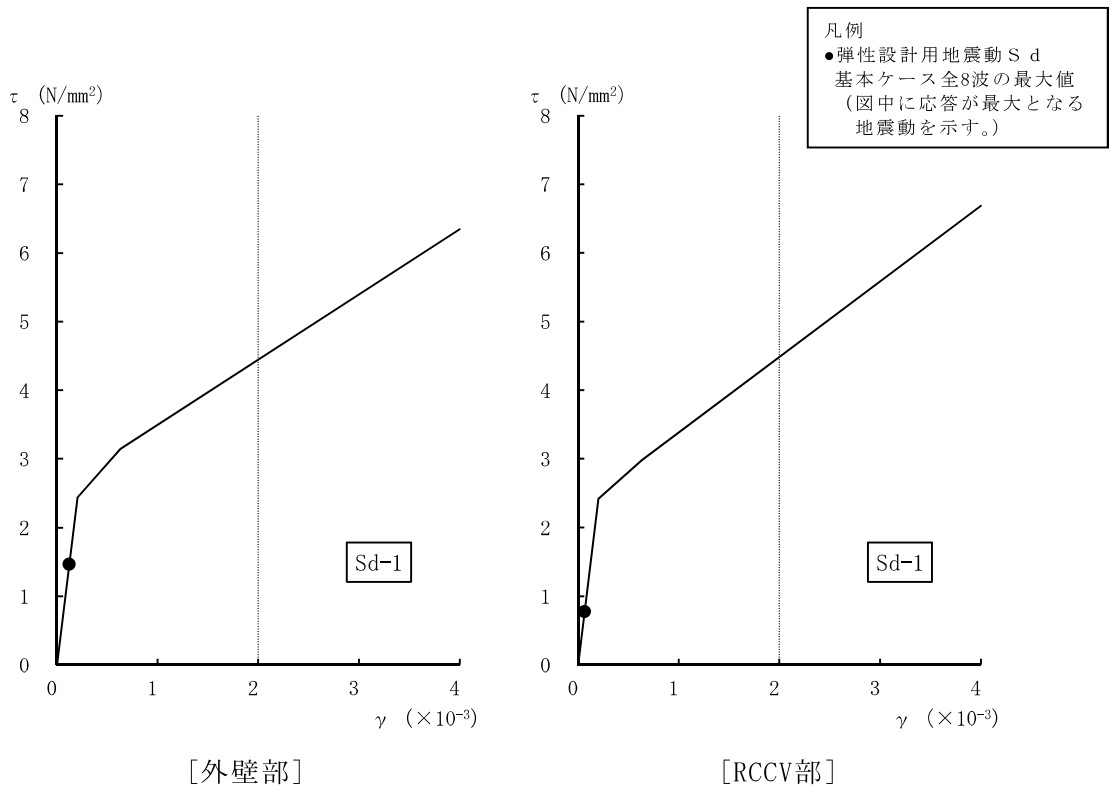


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, NS方向, 1F)
(5/8)

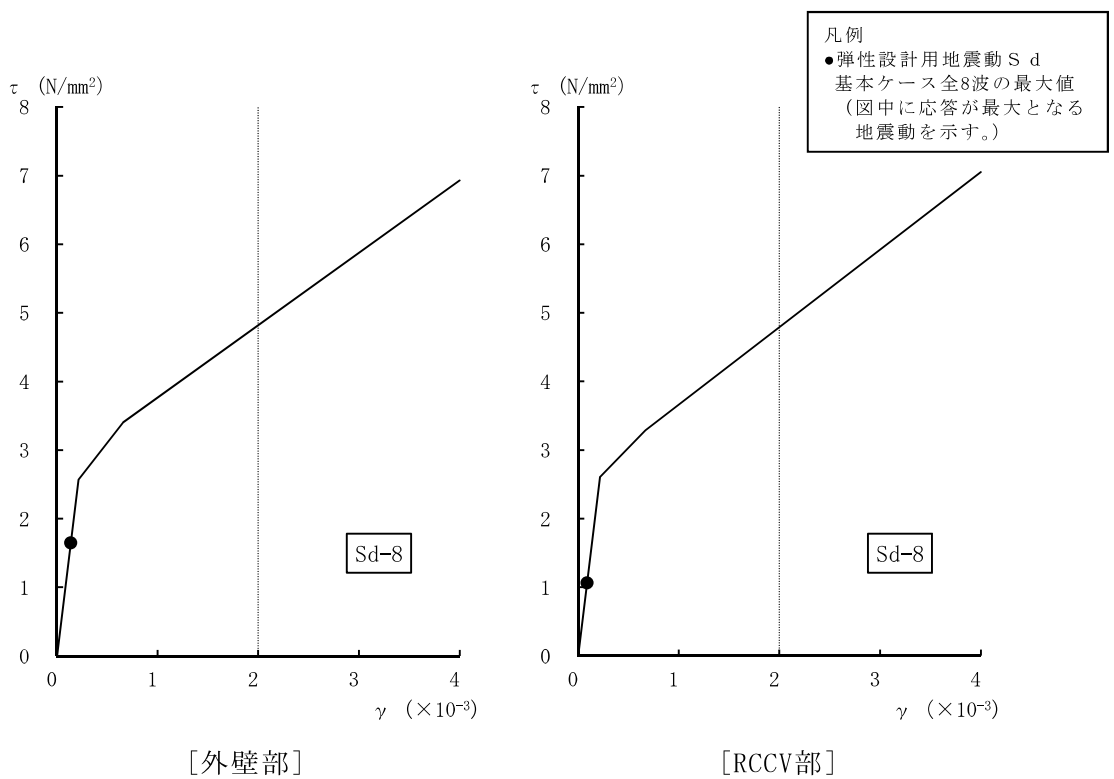


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, NS方向, B1F)
(6/8)

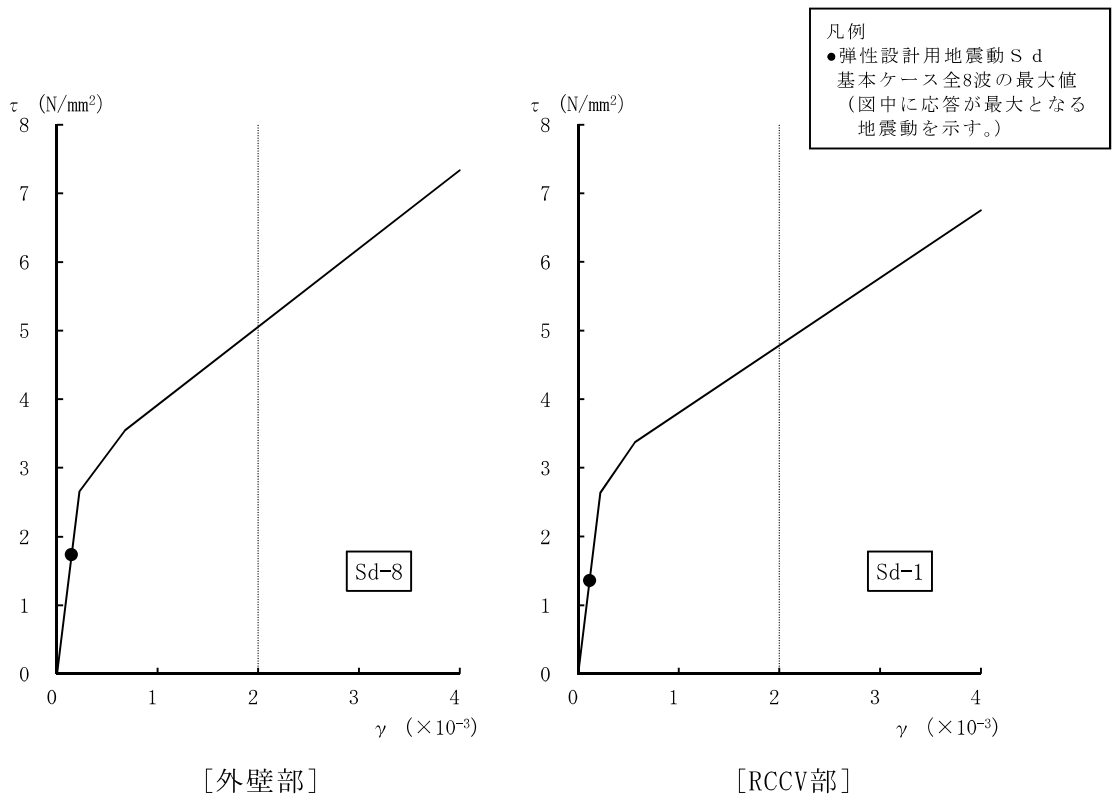


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, NS方向, B2F)
(7/8)

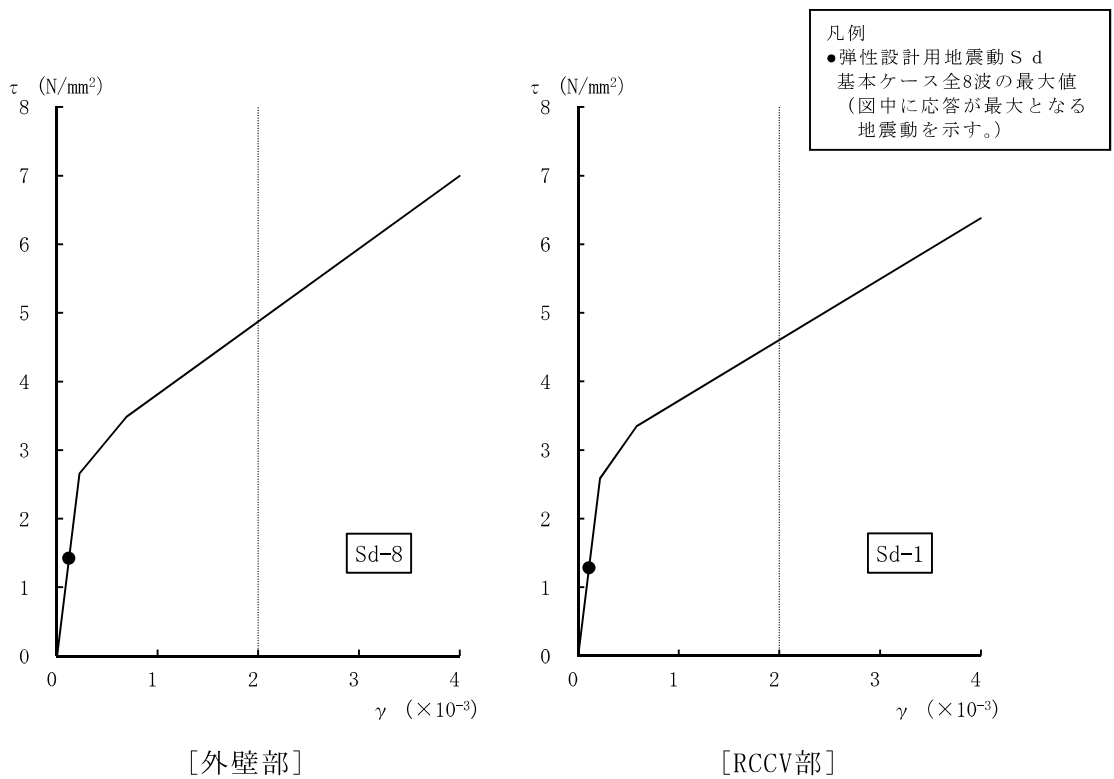


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, NS方向, B3F)
(8/8)

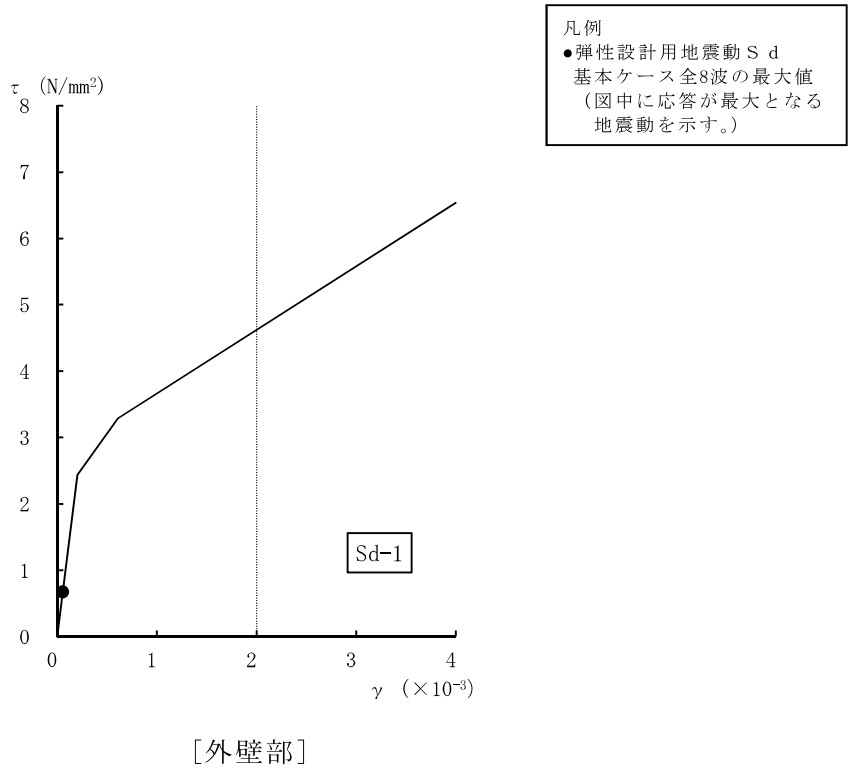


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，EW方向，CRF）
(1/8)

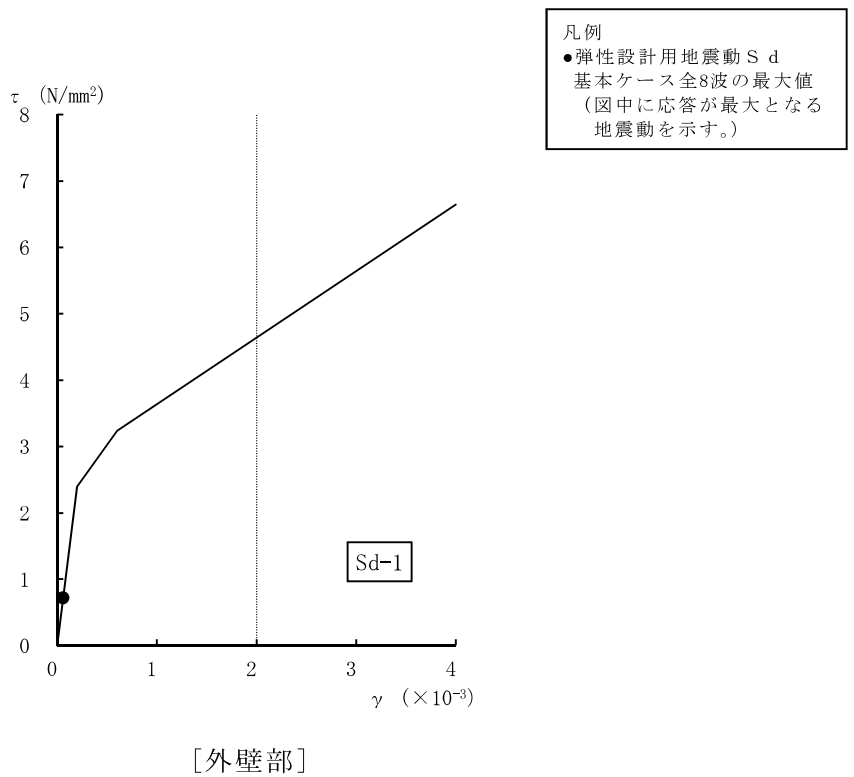


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，EW方向，4F）
(2/8)

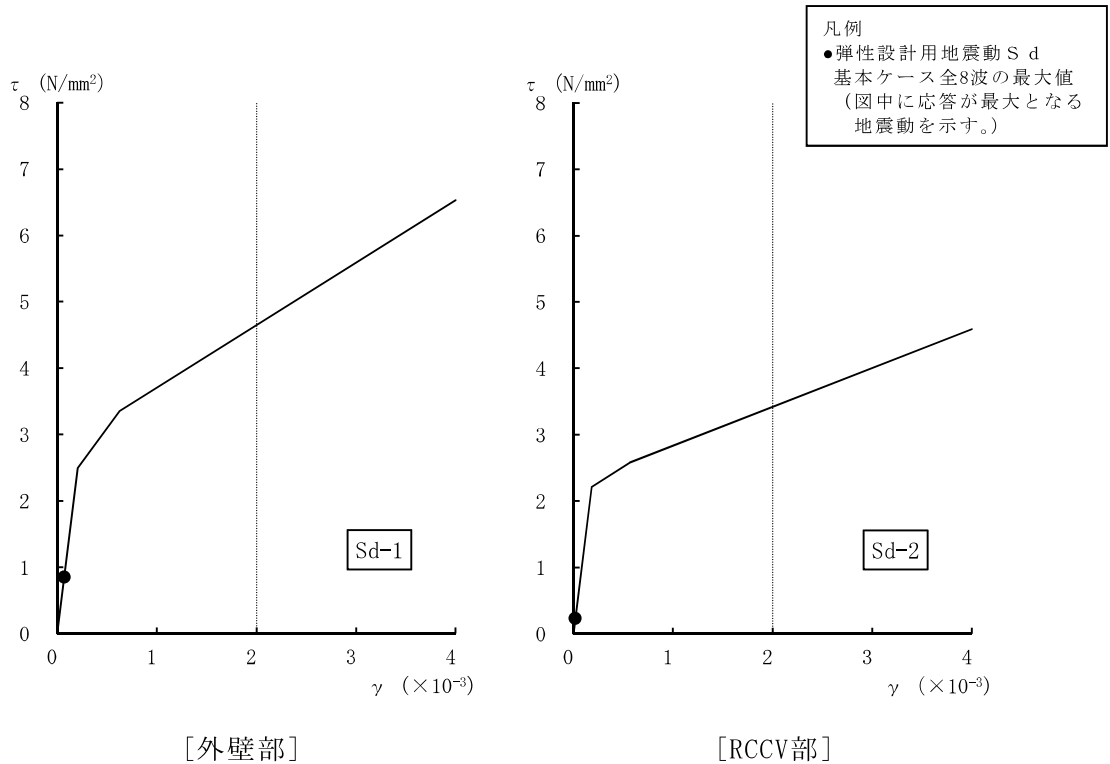


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，EW方向，3F）
(3/8)

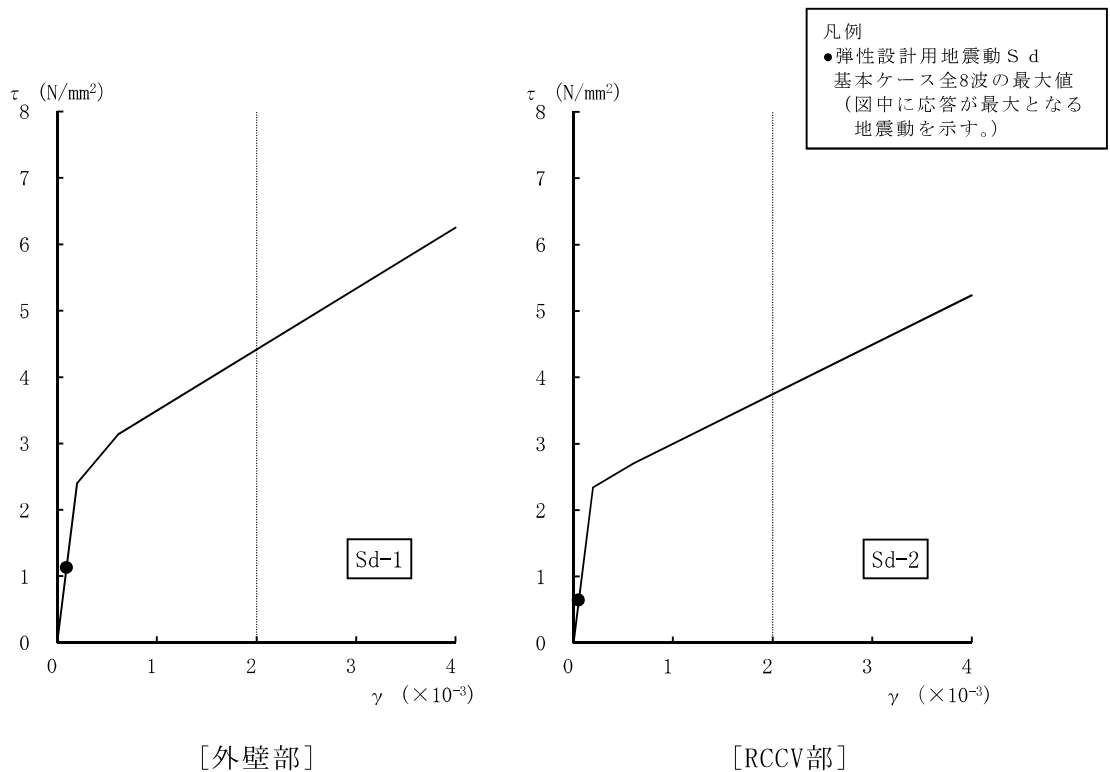


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，EW方向，2F）
(4/8)

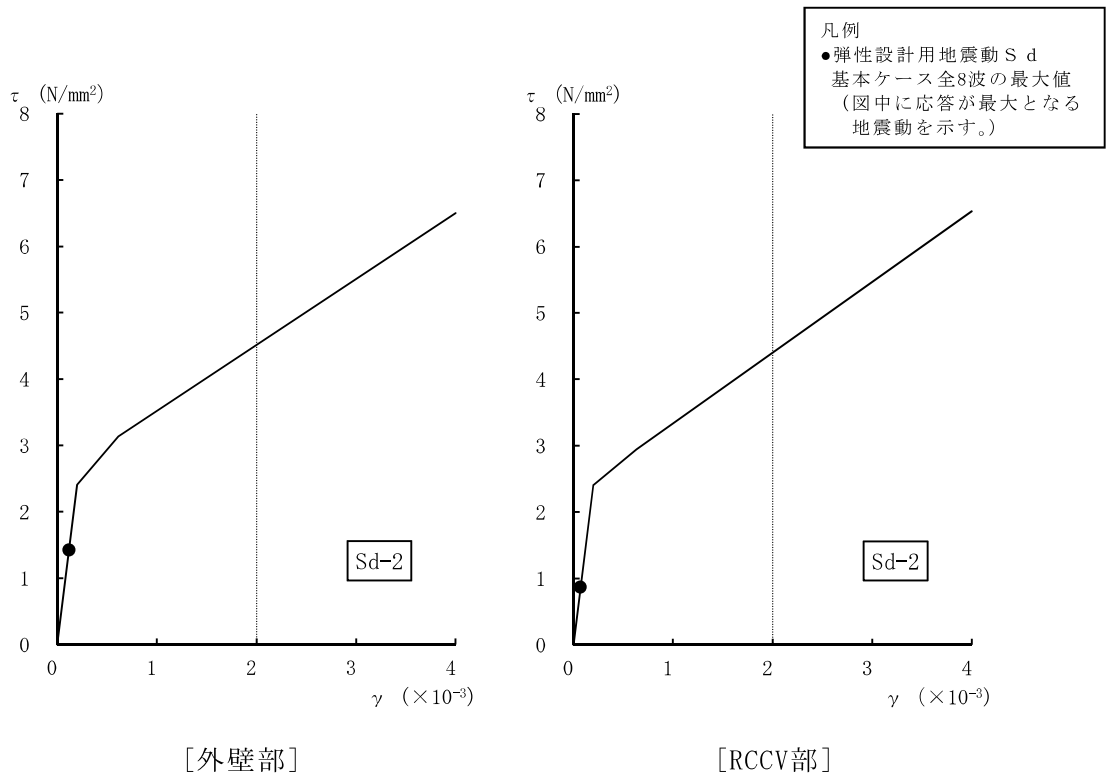


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，EW方向，1F）
(5/8)

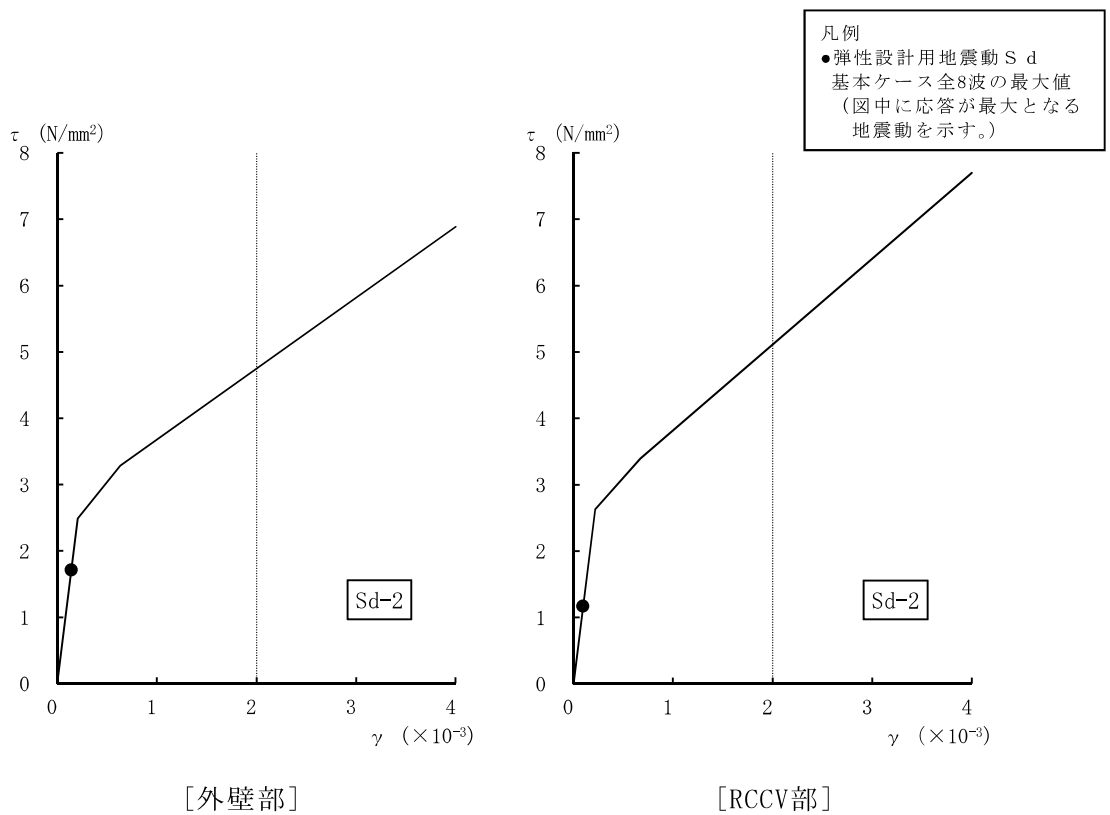


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，EW方向，B1F）
(6/8)

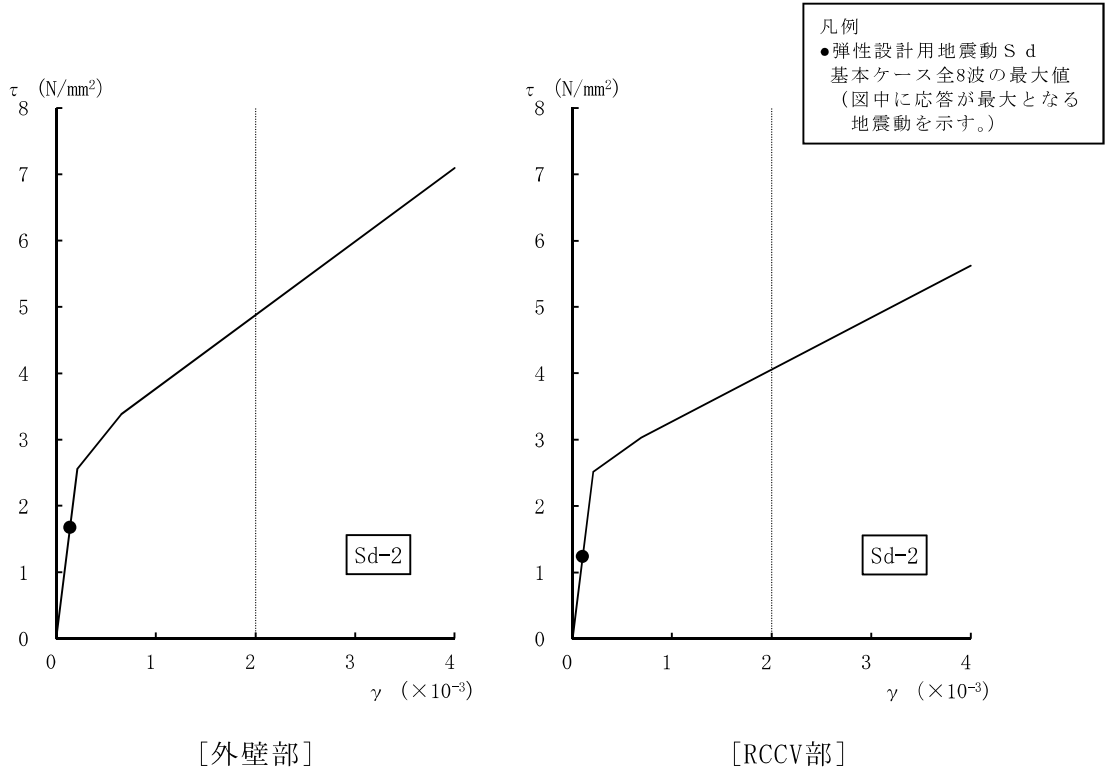


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, EW方向, B2F)
(7/8)

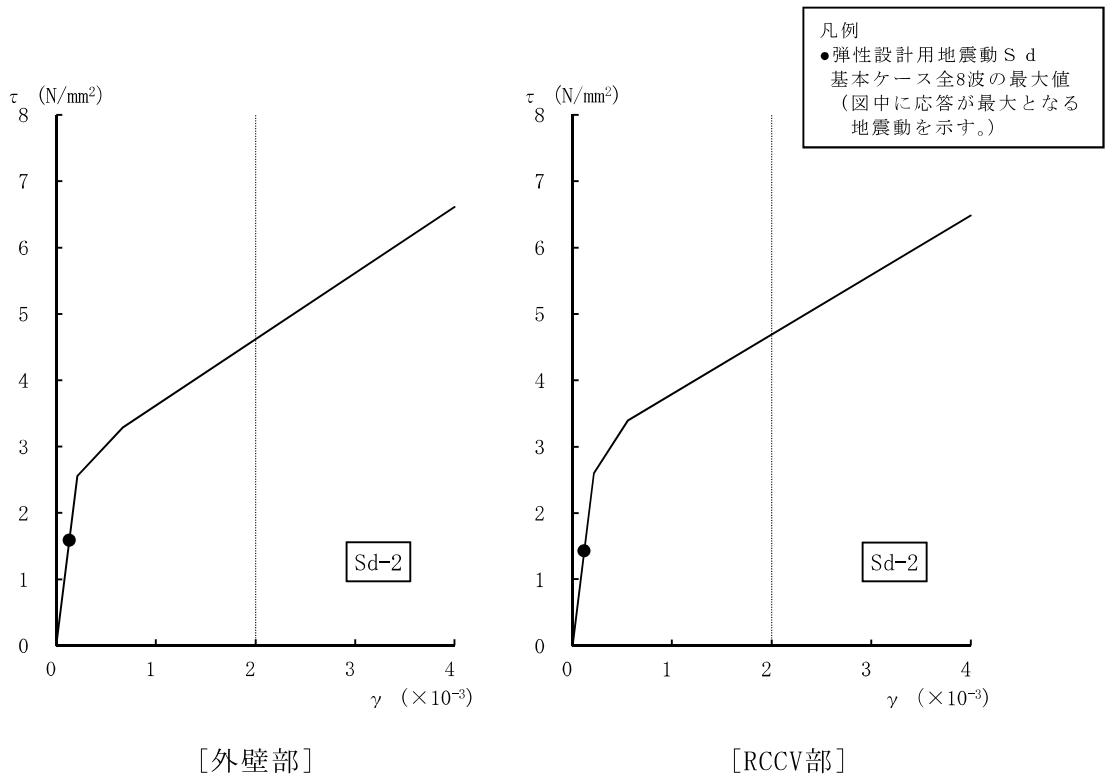


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, EW方向, B3F)
(8/8)

表4-19 弾性設計用地震動 S d による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS方向

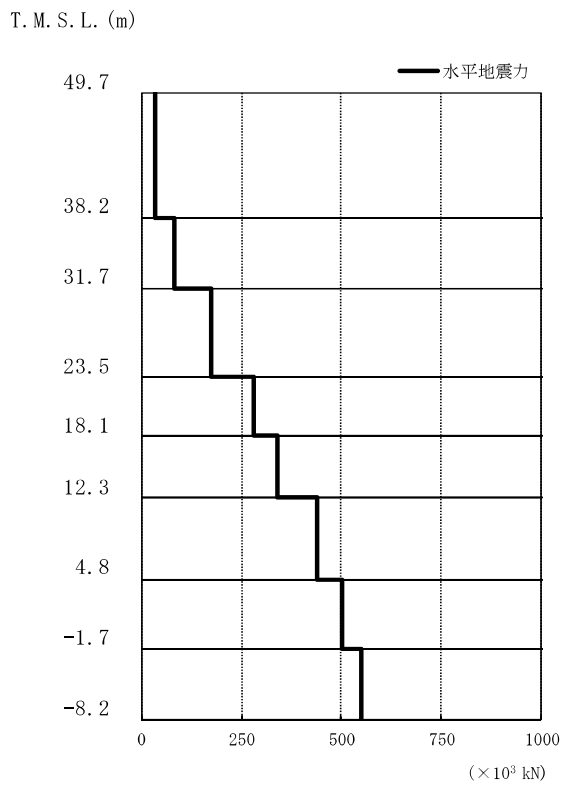
弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント (× 10 ⁶ kN・m)	最小接地率 (%)
Sd-1	1240	17.5	100.0
Sd-2	1030	12.1	100.0
Sd-3	1060	12.8	100.0
Sd-4	890	8.32	100.0
Sd-5	878	7.91	100.0
Sd-6	905	8.72	100.0
Sd-7	849	7.01	100.0
Sd-8	1170	17.6	100.0

(b) EW方向

弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント (× 10 ⁶ kN・m)	最小接地率 (%)
Sd-1	1230	18.1	100.0
Sd-2	1240	19.4	100.0
Sd-3	1040	13.1	100.0
Sd-4	951	10.9	100.0
Sd-5	1040	13.5	100.0
Sd-6	975	11.5	100.0
Sd-7	1040	13.7	100.0
Sd-8	1150	17.7	100.0

4.2 静的解析

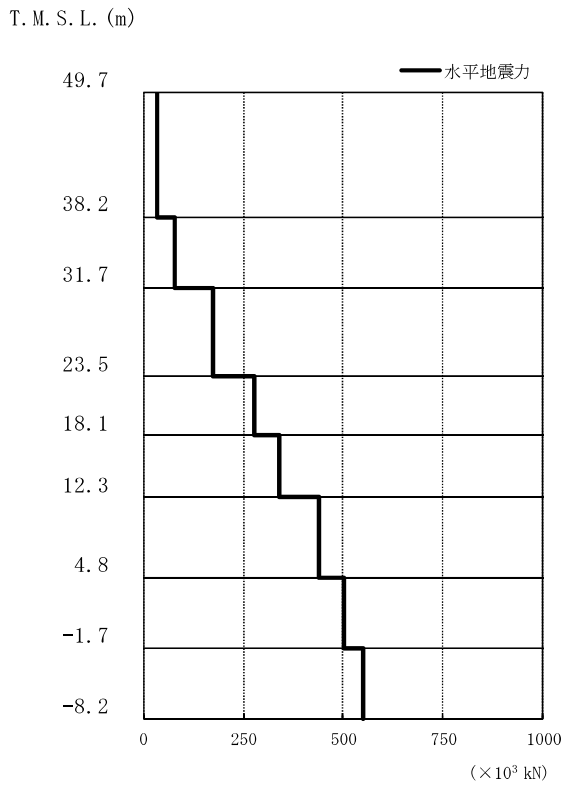
静的地震力については、「3.3 解析方法」に示すとおり、平成3年8月23日付け3資
庁第6674号にて認可された工事計画の添付書類IV-2-3「原子炉建屋の地震応答計算書」
にて算出した値を用いる。地震層せん断力係数 $3.0C_i$ 及び静的地震力（水平地震力）
を図4-32及び図4-33に示す。



層せん断力 係数 $3.0 C_i$	水平地震力 $Q_i (\times 10^3 \text{kN})$
0.75	34.13
0.65	82.38
0.58	175.94
0.51	279.49
0.48	338.63
(0.36)	440.03
(0.30)	500.34
(0.24)	551.53

注：（ ）内の数値は地下震度を示す。

図4-32 地震層せん断力係数 ($3.0 C_i$) 及び水平地震力 (NS方向)



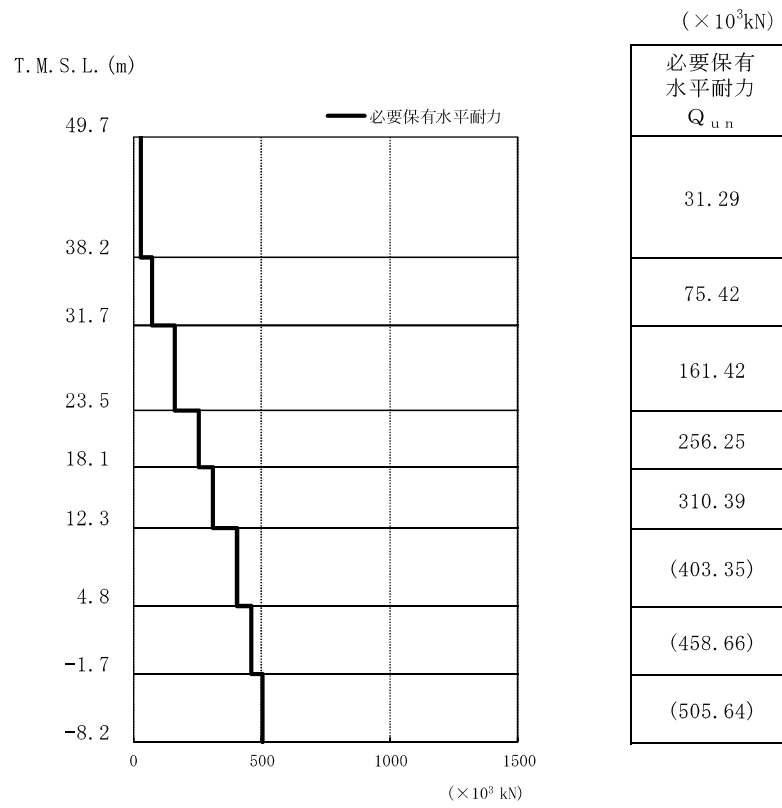
層せん断力 係数 $3.0 C_i$	水平地震力 $Q_i (\times 10^3 \text{kN})$
0.72	32.76
0.64	79.93
0.57	173.19
0.51	277.83
0.48	338.63
(0.36)	440.03
(0.30)	500.34
(0.24)	551.53

注：（ ）内の数値は地下震度を示す。

図4-33 地震層せん断力係数 ($3.0 C_i$) 及び水平地震力 (EW方向)

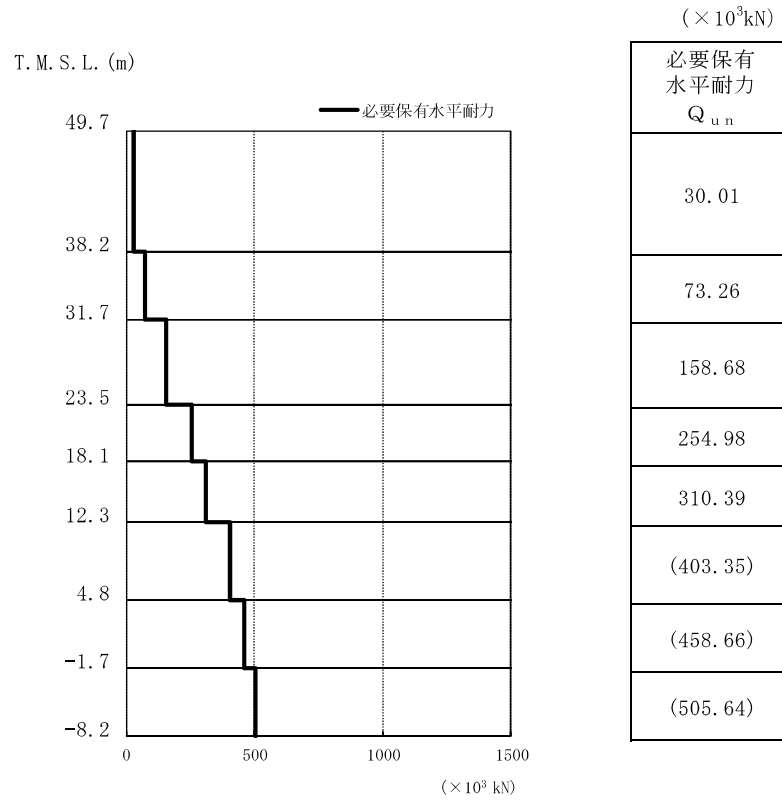
4.3 必要保有水平耐力

必要保有水平耐力については、「3.3 解析方法」に示すとおり、平成3年8月23日付け3資庁第6674号にて認可された工事計画の添付書類IV-2-7-1「原子炉建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。必要保有水平耐力 Q_{un} を図4-34及び図4-35に示す。



注：（ ）内の数値は地下震度を使用した場合を示す。

図4-34 必要保有水平耐力 Q_{un} (NS方向)



注：（ ）内の数値は地下震度を使用した場合を示す。

図4-35 必要保有水平耐力 Q_{un} (EW方向)

別紙 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した
地震応答解析

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 解析方針	2
2.2 適用規格・基準等	4
3. 解析方法	5
3.1 設計用模擬地震波	5
3.2 地震応答解析モデル	6
3.2.1 水平方向モデル	7
3.2.2 鉛直方向モデル	8
3.3 解析方法	17
3.3.1 動的解析	17
3.4 解析条件	18
3.4.1 建物・構築物の復元力特性	18
3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性	23
4. 解析結果	24
4.1 動的解析	24
4.1.1 固有値解析結果	24
4.1.2 応答解析結果	24
4.2 応答比率の算定	44
4.3 原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響	59
4.3.1 最大せん断ひずみ	59
4.3.2 最大接地圧	62
4.4 機器・配管系の耐震性への影響	63
4.4.1 影響検討方法	63
4.4.2 補強反映耐震条件	63
4.4.3 影響検討結果	75
5. まとめ	77

1. 概要

本資料は、原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴い重量が増加することの影響を考慮したモデル（以下「補強反映モデル」という。）の諸元及び地震応答解析結果を示すとともに、原子炉建屋及び原子炉建屋内に設置される機器・配管系への影響検討結果を示すものである。

補強反映モデルとは、VI-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の「3.2 地震応答解析モデル」に示す原子炉建屋の地震応答解析モデルを基に設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量の増加を考慮しモデル化したものである。

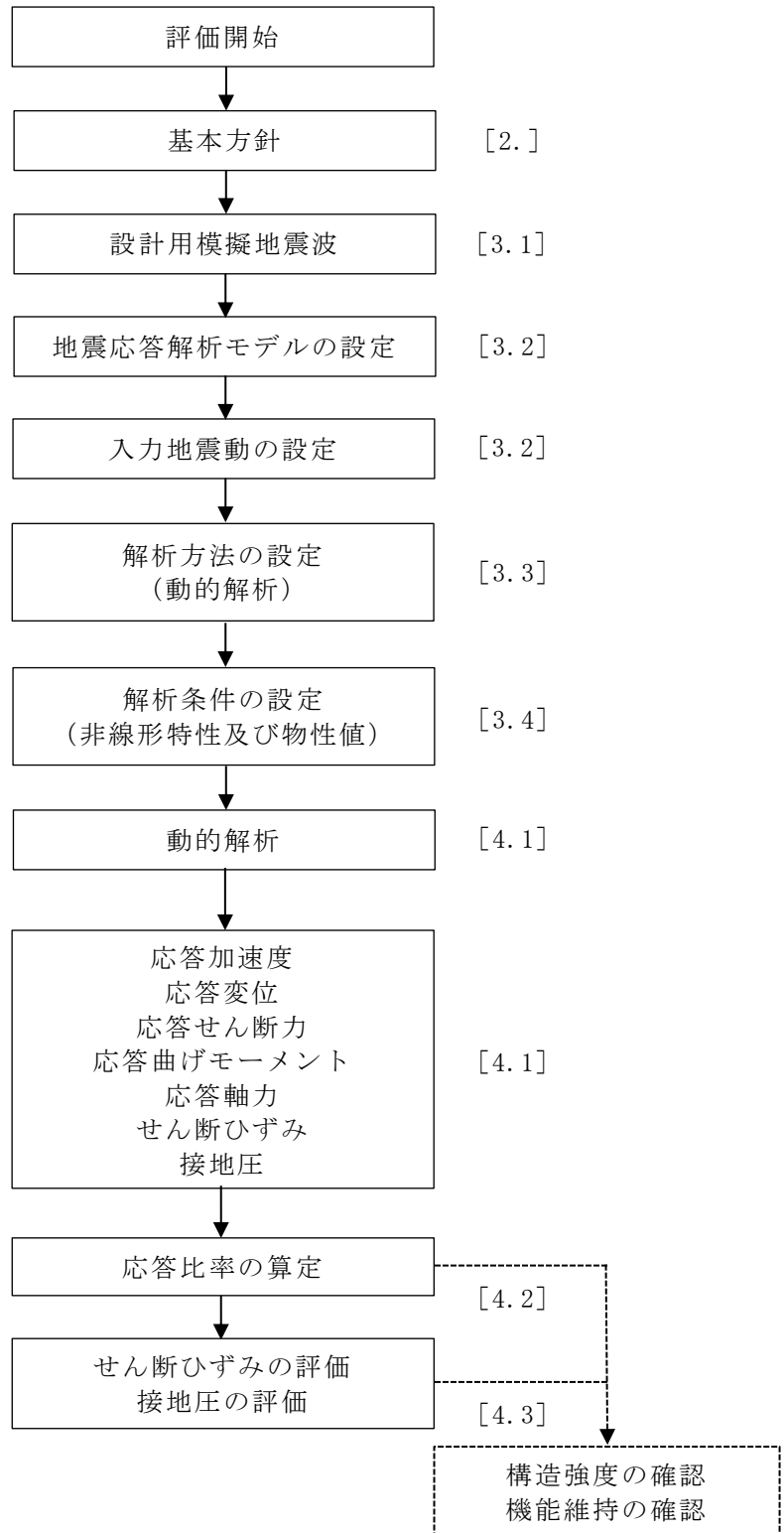
2. 基本方針

2.1 解析方針

補強反映モデルの地震応答解析フローを図 2-1 に示す。

地震応答解析は「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地震応答解析モデル及び「3.1 設計用模擬地震波」に基づき「3.2 地震応答解析モデル」において設定した入力地震動を用いて実施することとし、「3.3 解析方法」及び「3.4 解析条件」に基づき、「4.1 動的解析」においては、せん断ひずみ及び接地圧を含む各種応答値を算出する。

なお、影響検討は、応答比率を用いた手法により行うことから、応答比率の算出のための補強反映モデルを用いた地震応答解析は、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基準地震動 S_s-1 に対して実施することとする。



注：[]内は，本資料における章番号を示す。

図 2-1 補強反映モデルの地震応答解析フロー

2.2 適用規格・基準等

地震応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999改定)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・ 鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)

3. 解析方法

3.1 設計用模擬地震波

原子炉建屋の地震応答解析モデルは、建屋と地盤の相互作用を評価した建屋－地盤連成モデルとする。この建屋－地盤連成モデルへの入力地震動は、VI-2-1-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に示す解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を用いることとする。

基準地震動 S_s として作成した設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルは、VI-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。

3.2 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、VI-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の地震応答解析モデルと同様の設定方針に基づき、水平方向及び鉛直方向についてそれぞれ設定する。地震応答解析モデルの設定に用いた使用材料の物性値を表3-1に示す。

ここで、コンクリート剛性については、実現象に近い応答を模擬するという観点から、建設時コンクリートの91日強度データを基に設定した実強度を用いて算定する。

表3-1 建物・構築物の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
建屋部	コンクリート* : $\sigma_c = 43.1 \text{ N/mm}^2$ ($\sigma_c = 440 \text{ kgf/cm}^2$) 鉄筋 : SD35 (SD345 相当)	2.88×10^4	1.20×10^4	5
基礎スラブ	コンクリート* : $\sigma_c = 39.2 \text{ N/mm}^2$ ($\sigma_c = 400 \text{ kgf/cm}^2$) 鉄筋 : SD35 (SD345 相当)	2.79×10^4	1.16×10^4	5
屋根トラス部	鉄骨 : SS41 (SS400 相当)	2.05×10^5	0.79×10^5	2
	鉄骨 : SM50A (SM490A 相当)	2.05×10^5	0.79×10^5	2

注記* : 実強度に基づくコンクリート強度を示す。

3.2.1 水平方向モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾塑性時刻歴応答解析を行う。

建屋のモデル化は NS 方向、EW 方向それぞれについて行っているが、EW 方向においては、使用済燃料プール壁が RCCV の曲げ変形を拘束する影響を考慮して回転ばねを取り付けている。また、設計時には考慮していなかった補助壁を、実現象に近い応答を模擬するという観点から、耐震要素と位置づけ、地震応答解析モデルに取り込む。地震応答解析モデルを図 3-1 に、地震応答解析モデルの諸元を表 3-2 及び表 3-3 に示す。

地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、基礎底面地盤ばねについては、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」((社)日本電気協会) (以下「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」という。)により、成層補正を行ったのち、振動アドミタンス理論に基づき求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを、近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。

また、埋込み部分の建屋側面地盤ばねについては、建屋側面位置の地盤定数を用いて、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」により、Novakの方法に基づき求めた水平ばねを、基礎底面地盤ばねと同様に、近似法により定数化して用いる。また、設計時に考慮していなかった回転ばねを、水平ばねと同様に、定数化して用いる。なお、地盤表層部（新期砂層）については、基準地震動 S_s による地盤応答レベルを踏まえ、表層部では建屋-地盤相互作用が見込めないと判断し、この部分の地盤ばねは考慮しない。建屋側面の水平・回転ばねの評価には、解析コード「NOVAK」を用いる。

水平方向モデルへの入力地震動は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s に対する地盤の応答として評価する。また、基礎底面レベルにおけるせん断力を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮する。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を用いる。

基準地震動 S_s -1 に対する地盤定数を表 3-4 に示す。なお、地盤定数は地盤のひずみ依存特性を考慮して求めた等価地盤物性値を用いる。ひずみ依存特性については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく。設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置 (T. M. S. L. -13.7m) における入力地震動の加速度応答スペクトルは VI-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。

地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表 3-5 に示す。

復元力特性は、建屋の方向別に、層を単位とした水平断面形状より「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づいて設定する。

なお、水平方向の解析に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2.2 鉛直方向モデル

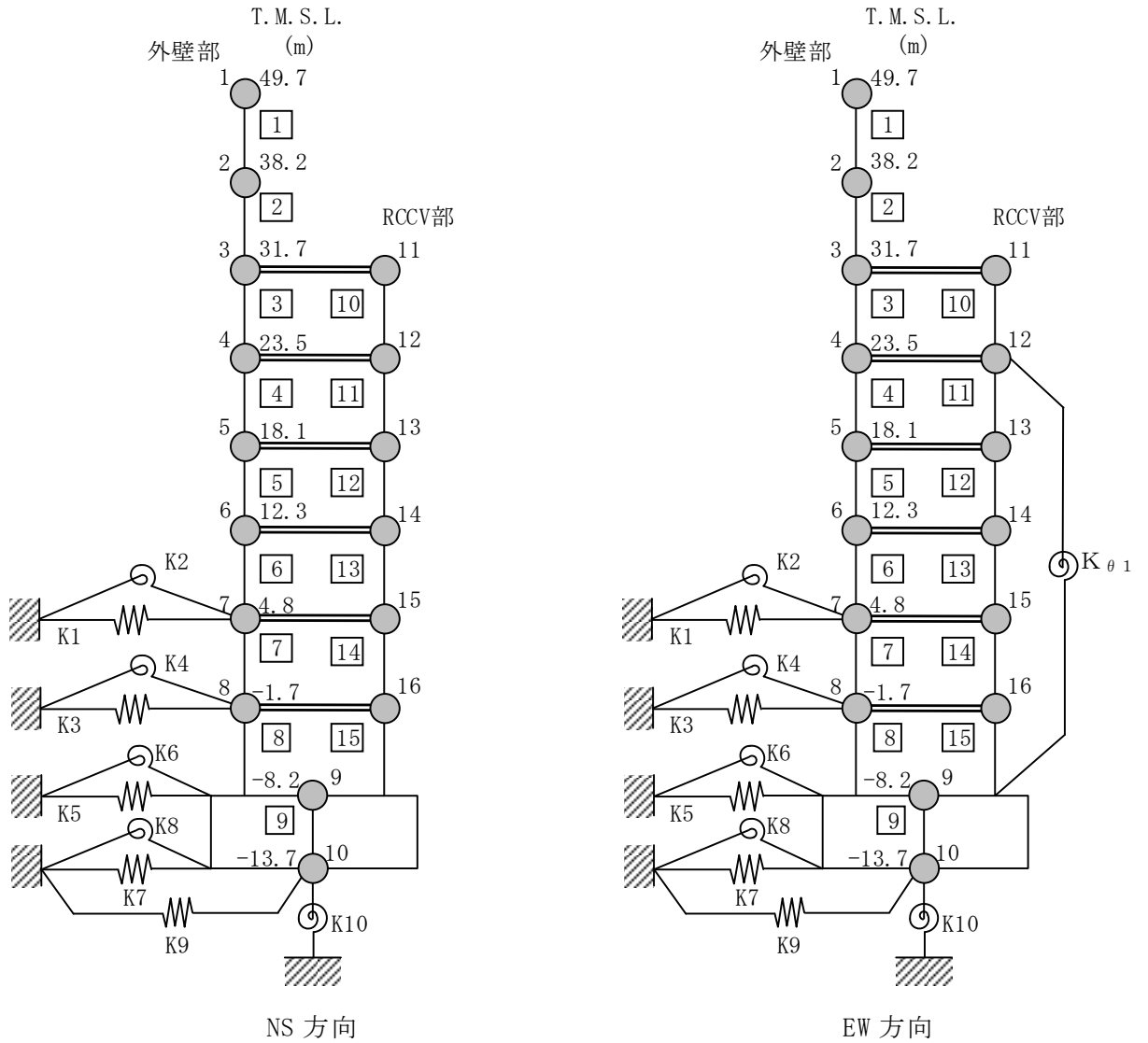
鉛直方向の地震応答解析モデルは、耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。水平方向モデルと同様に、補助壁を地震応答解析モデルに取り込む。鉛直方向の地震応答解析モデルを図3-2に、地震応答解析モデルの諸元を表3-6に示す。

地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、基礎底面地盤ばねについては、スウェイ及びロッキングばね定数の評価法と同様、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づき求めた鉛直ばねを近似法により定数化して用いる。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「ADMITHF」を用いる。

鉛直方向モデルへの入力地震動は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s に対する地盤の応答として評価したものであり、基礎底面レベルに直接入力する。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE」を用いる。

設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-13.7m）における入力地震動の加速度応答スペクトルはVI-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。なお、地盤定数は表3-4に示すとおりである。地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表3-7に示す。

なお、鉛直方向の解析に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



注： $K_{\theta 1}$ はRCCV回転ばねを示す。

図 3-1 地震応答解析モデル（水平方向）

表 3-2 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

質点 番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I _G (×10 ⁵ kN・m ²)	部材 番号	せん断 断面積 A _S (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)	質点 番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I _G (×10 ⁵ kN・m ²)	部材 番号	せん断 断面積 A _S (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)
1	40350	72.1									
			1	41.0	13600						
2	82800	420.0	2	82.4	50500						
3	88280	493.3	3	182.1	71400						
4	84100	290.9	4	127.8	70400						
5	56750	204.5	5	156.5	87200						
6	83400	296.9	6	180.2	103000						
7	79700	295.2	7	191.6	112800						
8	80290	296.4	8	225.0	119000						
9	341340	940.7	9	3373.4	900600						
10	216920	580.6									
合計	1980480										
						11	95130	33.7	10	119.9	7200
						12	159870	390.4	11	107.9	23300
						13	104110	309.6	12	150.0	23500
						14	201460	404.3	13	133.0	23400
						15	127740	398.0	14	129.7	23600
						16	138240	373.8	15	176.2	29500

① 建屋部

ヤング係数 E $2.88 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 せん断弾性係数 G $1.20 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 ポアソン比 ν 0.2
 減衰定数 h 5%

② 基礎スラブ

ヤング係数 E $2.79 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 せん断弾性係数 G $1.16 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 ポアソン比 ν 0.2
 減衰定数 h 5%

基礎形状 56.6m (NS 方向) × 59.6m (EW 方向) × 5.5m (厚さ)

表 3-3 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向)

質点 番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I _G (×10 ⁵ kN・m ²)	部材 番号	せん断 断面積 A _S (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)	質点 番号	質点重量 W (kN)	回転慣性重量 I _G (×10 ⁵ kN・m ²)	部材 番号	せん断 断面積 A _S (m ²)	断面二次 モーメント I (m ⁴)
1	40350	150.4									
			1	54.7	29900						
2	82800	314.0	2	122.6	61200						
3	93550	310.1	3	162.2	89400	11	89860	277.8	10	248.3	6700
4	68630	281.5	4	132.8	82600	12	175340	486.2	11	223.0	23300
5	53430	226.0	5	158.4	96200	13	107430	339.4	12	158.3	23100
6	82300	334.5	6	197.4	111700	14	202560	443.9	13	118.2	23400
7	78100	321.9	7	211.6	124000	15	129340	439.8	14	183.2	21200
8	78790	324.1	8	258.7	131000	16	139740	413.5	15	160.1	23800
9	341340	1035.4	9	3373.4	998600						
10	216920	647.2									
合計	1980480										

① 建屋部

ヤング係数 E $2.88 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 せん断弾性係数 G $1.20 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 ポアソン比 ν 0.2
 減衰定数 h 5%
 回転ばね K_{θ1} $2.13 \times 10^{10} \text{kN} \cdot \text{m/rad}$

② 基礎スラブ

ヤング係数 E $2.79 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 せん断弾性係数 G $1.16 \times 10^4 \text{N/mm}^2$
 ポアソン比 ν 0.2
 減衰定数 h 5%

基礎形状 56.6m (NS 方向) × 59.6m (EW 方向) × 5.5m (厚さ)

表3-4 地盤定数 (Ss-1)

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_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.0996	0.369	0.27	23
+8.0		200	16.1	0.308	0.0788	0.657	0.12	28
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.01	1.92	0.53	6
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	3.82	4.16	0.92	3
-33.0		530	16.6	0.446	4.22	4.75	0.89	3
-90.0		590	17.3	0.432	5.28	6.14	0.86	3
-136.0		650	19.3	0.424	7.40	8.32	0.89	3
-155.0		椎谷層	720	19.9	0.416	10.5	10.5	1.00
∞								

表 3-5 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-1)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.07×10^6	4.24×10^5
K2	7	側面・回転	8.33×10^8	1.05×10^8
K3	8	側面・並進	2.85×10^6	1.12×10^6
K4	8	側面・回転	2.21×10^9	2.79×10^8
K5	9	側面・並進	8.53×10^6	1.73×10^6
K6	9	側面・回転	6.73×10^9	3.96×10^8
K7	10	側面・並進	4.52×10^6	8.62×10^5
K8	10	側面・回転	3.54×10^9	1.95×10^8
K9	10	底面・並進	7.28×10^7	2.84×10^6
K10	10	底面・回転	7.06×10^{10}	5.99×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

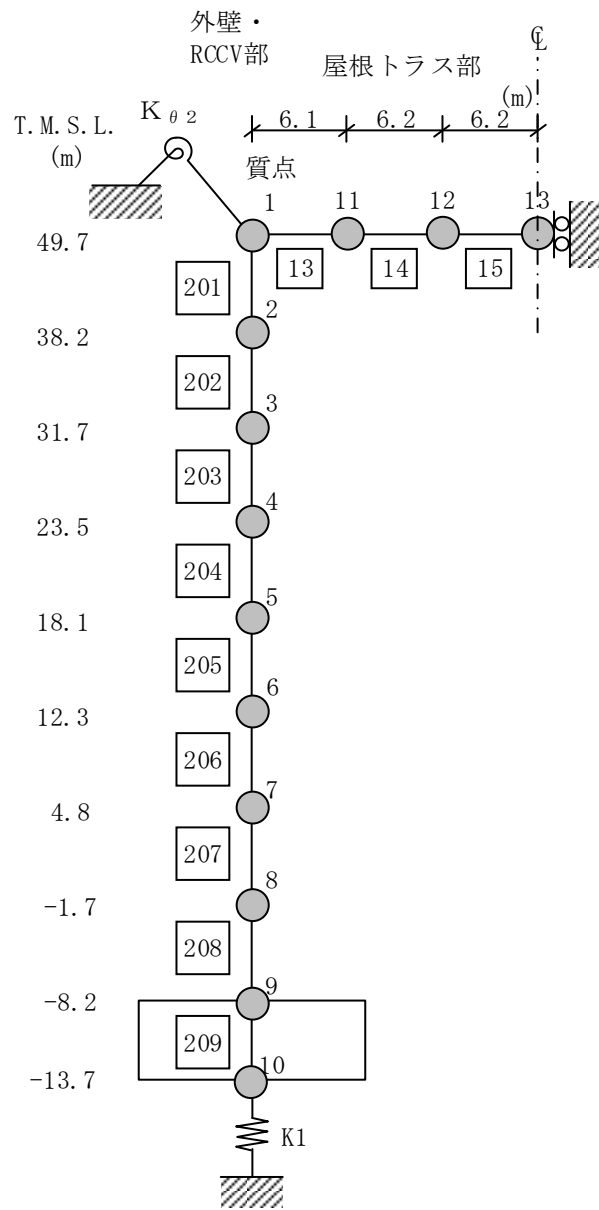
*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.07×10^6	4.25×10^5
K2	7	側面・回転	8.33×10^8	1.06×10^8
K3	8	側面・並進	2.85×10^6	1.13×10^6
K4	8	側面・回転	2.21×10^9	2.80×10^8
K5	9	側面・並進	8.53×10^6	1.73×10^6
K6	9	側面・回転	6.73×10^9	3.99×10^8
K7	10	側面・並進	4.52×10^6	8.61×10^5
K8	10	側面・回転	3.54×10^9	1.97×10^8
K9	10	底面・並進	7.25×10^7	2.81×10^6
K10	10	底面・回転	7.60×10^{10}	7.03×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m/rad とする。

*2 : K1, K3, K5, K7 及び K9 の単位は kN・s/m, K2, K4, K6, K8 及び K10 の単位は kN・m・s/rad とする。



注： $K_{\theta 2}$ は屋根トラス端部回転拘束ばねを示す。

図 3-2 地震応答解析モデル（鉛直方向）

表 3-6 地震応答解析モデルの諸元 (鉛直方向)

外壁・RCCV部			
質点番号	質点重量 W (kN)	部材 番号	軸断面積 A _N (m ²)
1	31570		
		201	89.0
2	82800	202	199.2
3	183410	203	587.3
4	243970	204	585.5
5	160860	205	616.0
6	284860	206	619.8
7	207440	207	705.4
8	218530	208	806.3
9	341340	209	3373.4
10	216920		
合計	1980480		

屋根トラス部				
質点番号	質点重量 W (kN)	部材 番号	せん断断面積 A _S (×10 ⁻² m ²)	断面二次モーメント I (m ⁴)
1	—			
		13	21.25	2.00
11	3520	14	16.82	2.00
12	3510	15	7.94	2.00
13	1750			

①コンクリート部 建屋

ヤング係数 E 2.88×10⁴N/mm²
 せん断弾性係数 G 1.20×10⁴N/mm²
 ポアソン比 ν 0.2
 減衰定数 h 5%

②コンクリート部 基礎スラブ

ヤング係数 E 2.79×10⁴N/mm²
 せん断弾性係数 G 1.16×10⁴N/mm²
 ポアソン比 ν 0.2
 減衰定数 h 5%

③鉄骨部

ヤング係数 E 2.05×10⁵N/mm²
 せん断弾性係数 G 7.90×10⁴N/mm²
 ポアソン比 ν 0.3
 減衰定数 h 2%
 トラス端部回転拘束ばね K_{θ2} 3.90×10⁷kN・m/rad

基礎形状 56.6m (NS 方向) × 59.6m (EW 方向) × 5.5m (厚さ)

表 3-7 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，Ss-1）

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
K1	10	底面・鉛直	1.20×10^8	6.50×10^6

3.3 解析方法

原子炉建屋の地震応答解析には，解析コード「NUPP 4」を用いる。なお，解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.3.1 動的解析

建物・構築物の動的解析は，VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき，時刻歴応答解析により実施する。

3.4 解析条件

3.4.1 建物・構築物の復元力特性

重量増加に伴うせん断力及び曲げモーメントのスケルトン曲線への影響は軽微であるためVI-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」の「3.4.1 建物・構築物の復元力特性」で示したスケルトン曲線及び履歴特性と同一の値を用いる。

(1) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$ 関係）は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。

(2) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、最大点指向型モデルとする。

(3) 耐震壁の曲げモーメント－曲率関係（ $M - \phi$ 関係）

耐震壁の曲げモーメント－曲率関係（ $M - \phi$ 関係）は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。

(4) 耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメント－曲率関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、ディグレイディングトリリニア型モデルとする。

(5) スケルトン曲線の諸数値

原子炉建屋の耐震壁のせん断力及び曲げモーメントのスケルトン曲線の諸数値を表3-8～表3-11に示す。

表 3-8 せん断力のスケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (NS 方向)

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
CRF	2.38	0.198	3.21	0.597	6.87	4.00
4F	2.35	0.196	3.17	0.589	6.46	4.00
3F	2.33	0.194	2.87	0.605	4.89	4.00
2F	2.45	0.204	3.26	0.621	6.70	4.00
1F	2.44	0.204	3.14	0.632	6.35	4.00
B1F	2.57	0.214	3.40	0.655	6.93	4.00
B2F	2.66	0.222	3.55	0.674	7.34	4.00
B3F	2.66	0.222	3.48	0.689	6.99	4.00

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
3F	2.25	0.188	3.01	0.566	6.94	4.00
2F	2.39	0.199	3.14	0.603	7.79	4.00
1F	2.42	0.201	2.98	0.634	6.69	4.00
B1F	2.61	0.217	3.29	0.670	7.05	4.00
B2F	2.64	0.220	3.38	0.564	6.76	4.00
B3F	2.58	0.215	3.34	0.578	6.38	4.00

表 3-9 せん断力のスケルトン曲線 ($\tau - \gamma$ 関係) (EW 方向)

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
CRF	2.44	0.203	3.29	0.611	6.54	4.00
4F	2.40	0.200	3.24	0.601	6.65	4.00
3F	2.49	0.208	3.35	0.627	6.53	4.00
2F	2.40	0.200	3.14	0.611	6.26	4.00
1F	2.41	0.201	3.14	0.616	6.50	4.00
B1F	2.49	0.207	3.28	0.633	6.89	4.00
B2F	2.56	0.213	3.38	0.653	7.09	4.00
B3F	2.56	0.213	3.29	0.670	6.61	4.00

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	τ_1 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	τ_2 (N/mm ²)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	τ_3 (N/mm ²)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
3F	2.21	0.184	2.58	0.566	4.59	4.00
2F	2.34	0.195	2.70	0.603	5.24	4.00
1F	2.40	0.200	2.95	0.632	6.53	4.00
B1F	2.63	0.219	3.40	0.670	7.70	4.00
B2F	2.52	0.210	3.03	0.690	5.62	4.00
B3F	2.60	0.216	3.39	0.556	6.49	4.00

表 3-10 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M-φ 関係) (NS 方向)

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁶ /m)
CRF	2.32	5.93	2.39	54.8	3.05	1090
4F	5.76	3.96	7.05	38.9	9.66	778
3F	8.51	4.14	12.6	39.3	17.0	788
2F	8.95	4.41	18.0	39.0	22.7	781
1F	11.6	4.62	25.9	40.7	34.0	815
B1F	14.6	4.93	32.0	41.5	42.1	830
B2F	17.0	5.24	38.0	42.3	50.3	847
B3F	18.8	5.49	44.2	43.0	58.8	861

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁶ /m)
3F	2.46	11.9	3.85	117	4.42	2340
2F	5.11	7.61	18.8	87.7	26.9	1230
1F	5.63	8.32	19.5	88.6	27.7	1180
B1F	6.11	9.06	18.6	88.8	26.1	1220
B2F	6.82	10.0	19.4	89.4	27.0	1180
B3F	7.73	9.10	22.4	56.0	31.8	824

表 3-11 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M-φ 関係) (EW 方向)

外壁部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁶ /m)
CRF	3.46	4.01	3.87	37.1	5.02	741
4F	6.88	3.90	8.73	36.4	11.9	728
3F	10.8	4.20	16.1	37.4	21.4	749
2F	9.70	4.08	17.3	36.7	22.6	735
1F	11.6	4.19	27.3	38.2	35.5	765
B1F	14.2	4.41	32.4	39.2	43.5	783
B2F	16.8	4.70	38.8	40.0	52.3	800
B3F	18.7	4.96	45.4	40.7	61.4	815

RCCV部

階	第1折点		第2折点		終局点	
	M ₁ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₁ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₂ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₂ (×10 ⁻⁶ /m)	M ₃ (×10 ⁶ kN・m)	φ ₃ (×10 ⁻⁶ /m)
3F	1.55	8.03	3.66	90.3	6.05	1430
2F	5.11	7.61	18.8	87.7	26.9	1230
1F	5.51	8.28	19.5	88.6	27.7	1180
B1F	6.11	9.06	18.6	88.8	26.1	1220
B2F	5.84	9.56	19.1	89.4	26.6	1180
B3F	6.95	10.1	20.3	90.0	28.1	1150

3.4.2 地盤の回転ばねの復元力特性

地盤の回転ばねに関する曲げモーメント-回転角の関係は、VI-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」と同様に「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づき、浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。

4. 解析結果

4.1 動的解析

4.1.1 固有値解析結果

補強反映モデルの基準地震動S_s-1の固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）を表4-1，刺激関数図を図4-1に示す。

なお，刺激係数は，モードごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られる値を示す。

4.1.2 応答解析結果

補強反映モデルの基準地震動S_s-1の地震応答解析結果を図4-2～図4-14，表4-2に示す。

表 4-1 固有値解析結果 (Ss-1)

(a) NS 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.444	2.25	1.580	建屋-地盤連成1次
2	0.193	5.17	-0.693	—
3	0.091	10.93	0.062	—
4	0.078	12.79	0.079	—
5	0.078	12.86	0.015	—
6	0.057	17.63	-0.041	—

(b) EW 方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.433	2.31	1.543	建屋-地盤連成1次
2	0.192	5.21	-0.614	—
3	0.083	12.04	-0.041	—
4	0.078	12.83	0.146	—
5	0.073	13.72	-0.037	—
6	0.059	16.92	0.040	—

(c) 鉛直方向

次数	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	刺激係数*	備考
1	0.279	3.58	10.110	屋根トラス1次
2	0.259	3.86	-9.172	建屋-地盤連成1次
3	0.077	13.01	0.096	—
4	0.051	19.49	-0.182	—
5	0.048	20.65	0.181	—
6	0.029	34.61	0.043	—

注記* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に規準化して得られる値を示す。

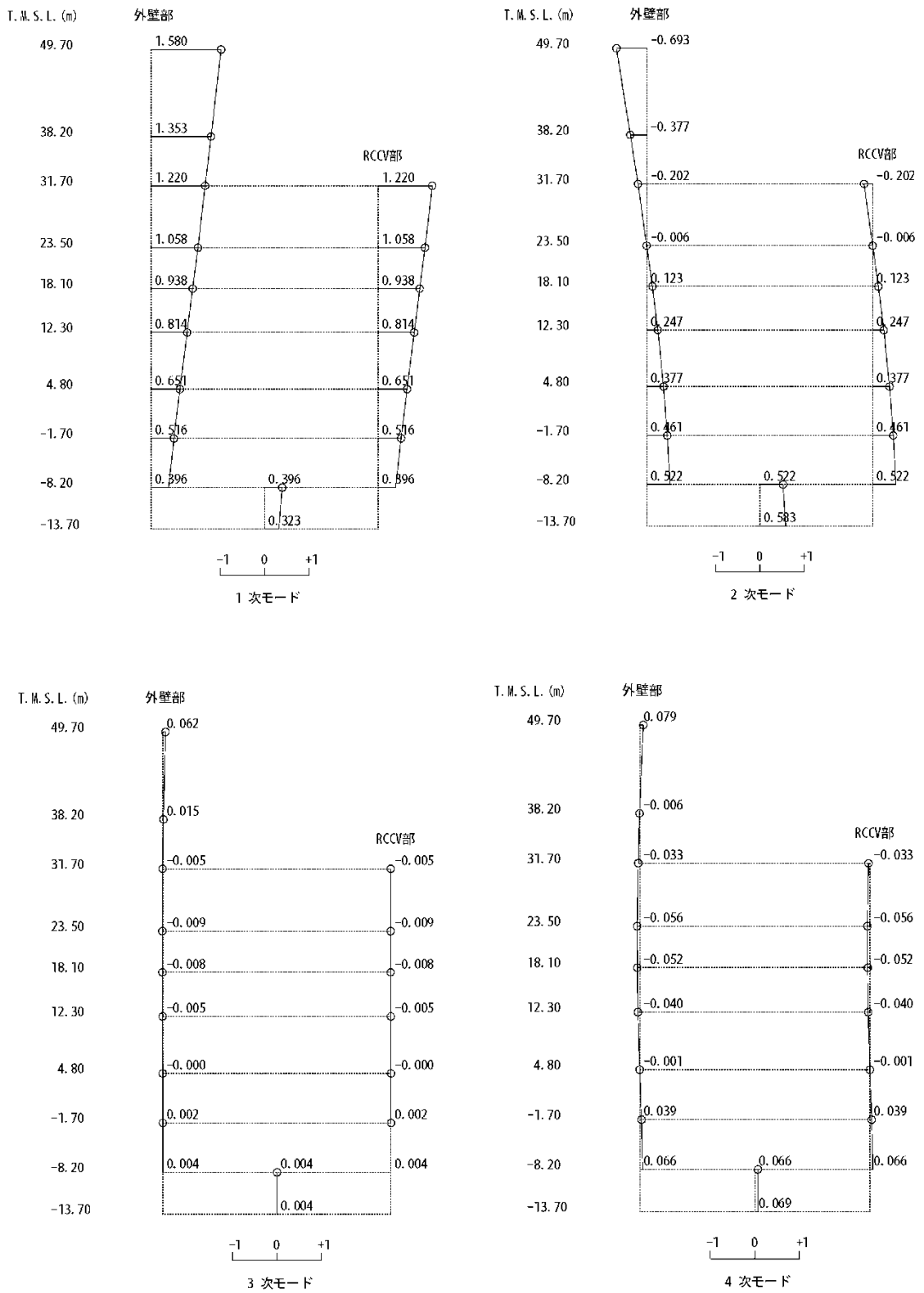


図 4-1 刺激関数図 (Ss-1, NS 方向) (1/3)

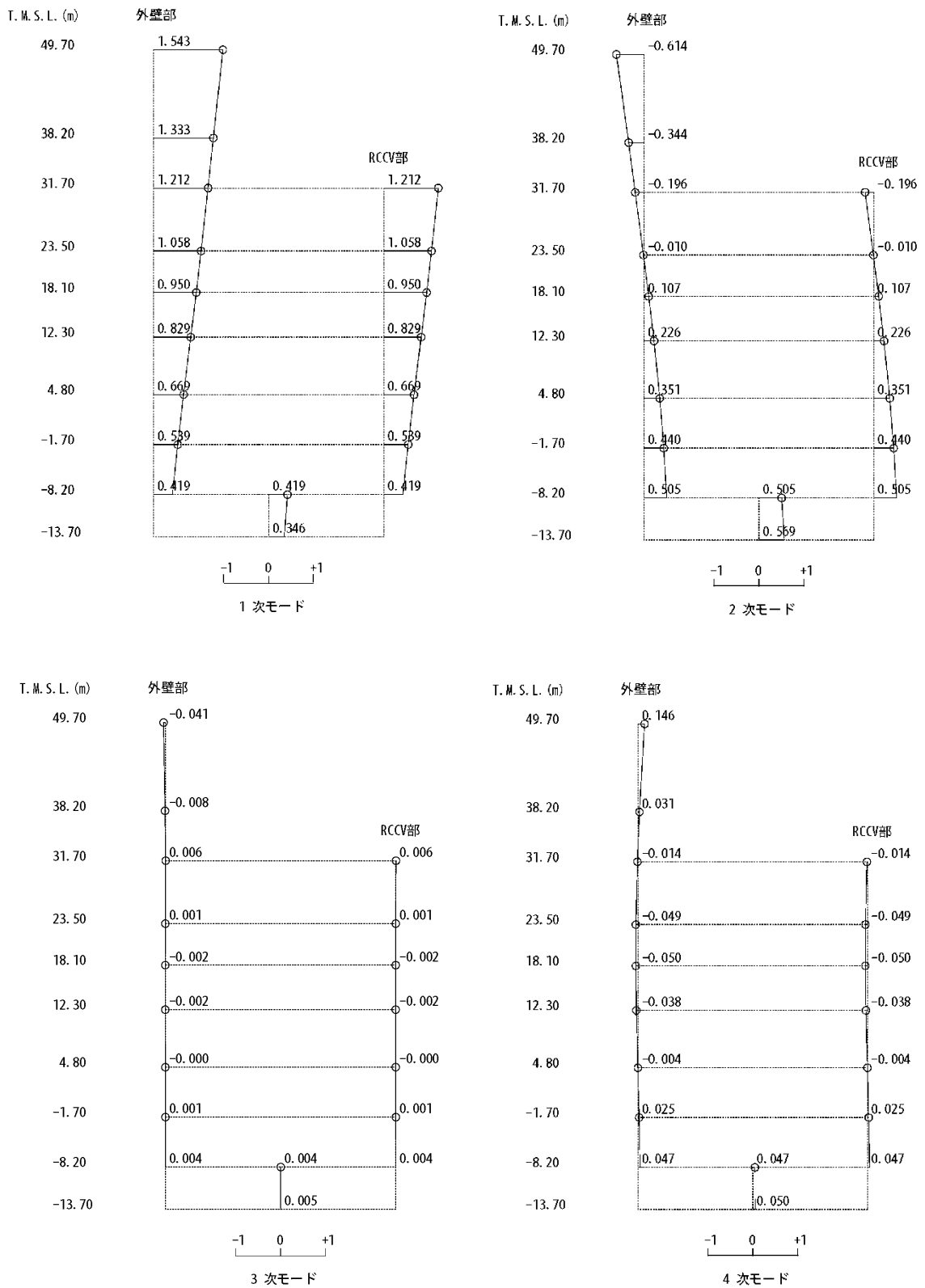


図 4-1 刺激関数図 (Ss-1, EW 方向) (2/3)

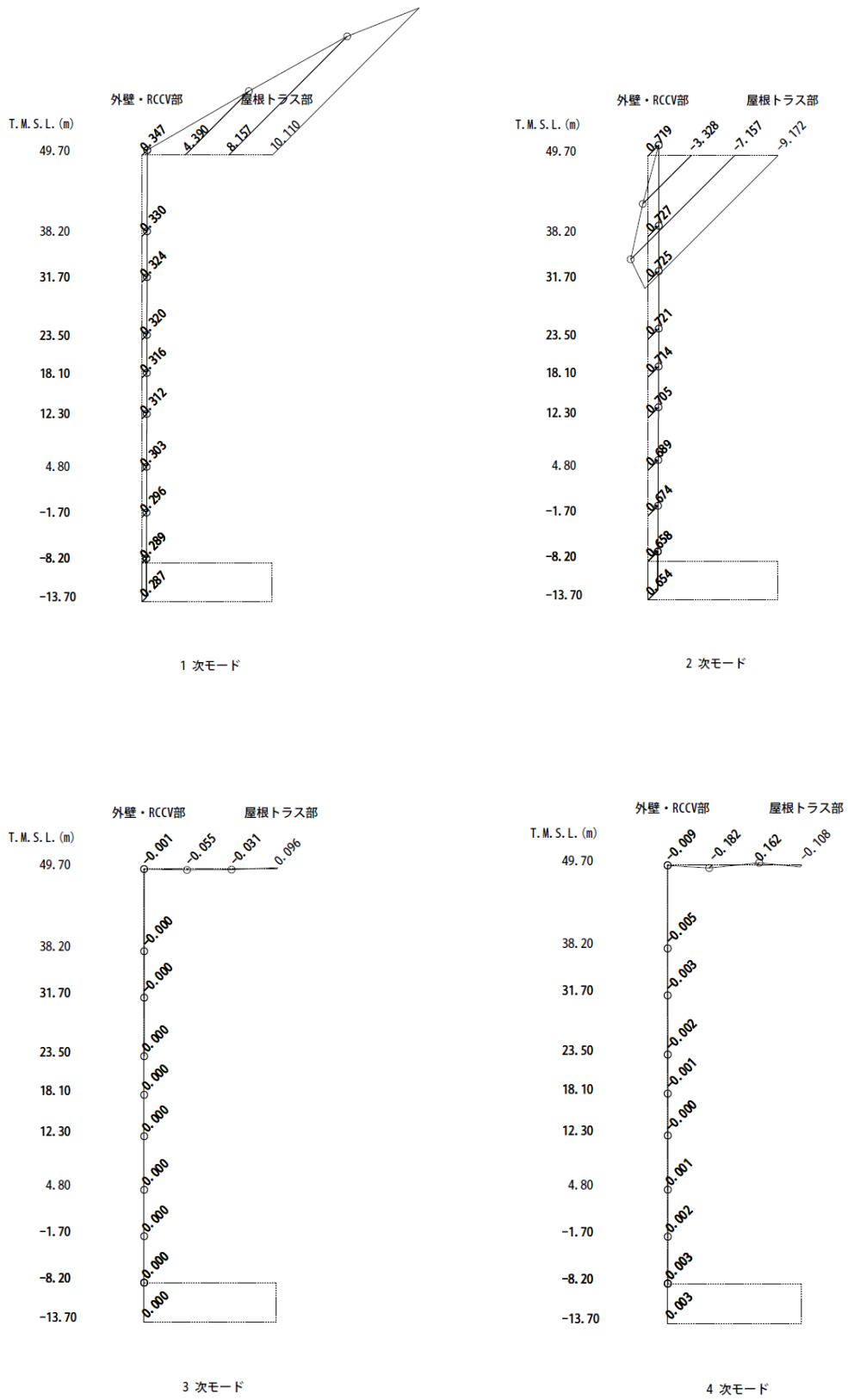


図 4-1 刺激関数図 (Ss-1, 鉛直方向) (3/3)

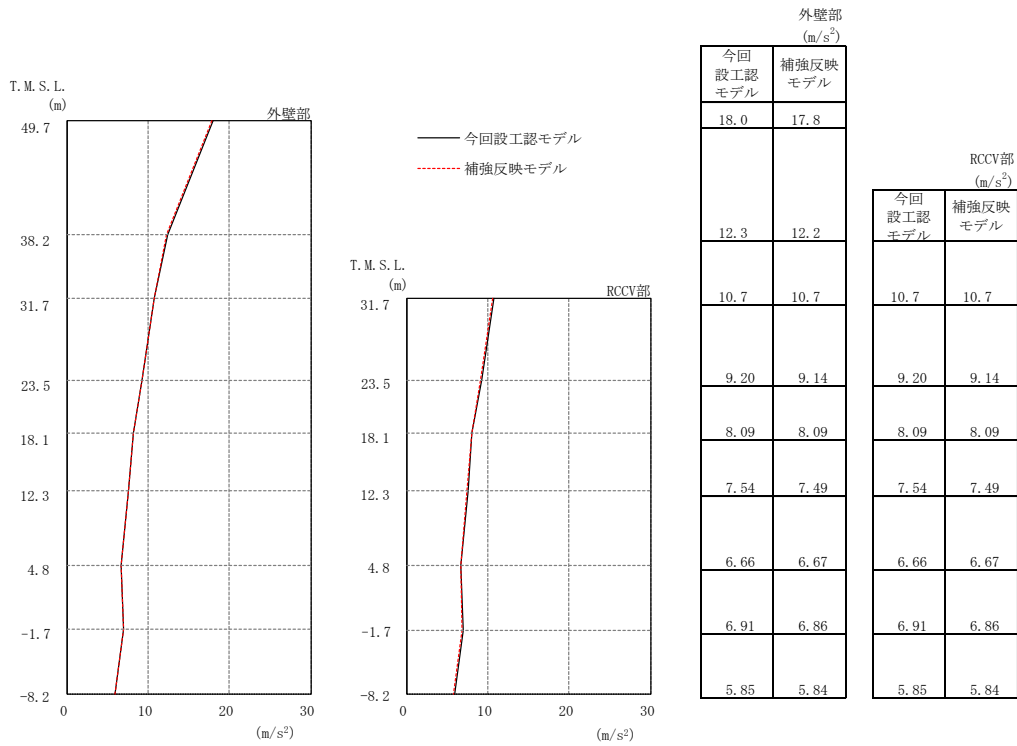


図 4-2 最大応答加速度 (Ss-1, NS 方向)

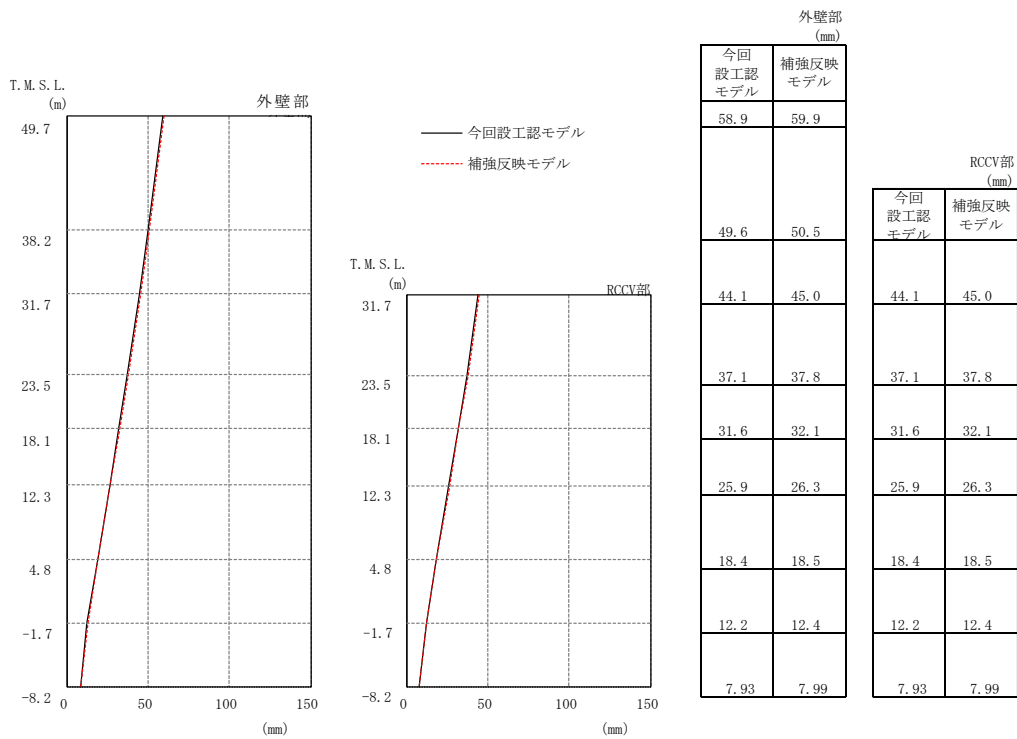


図 4-3 最大応答変位 (Ss-1, NS 方向)

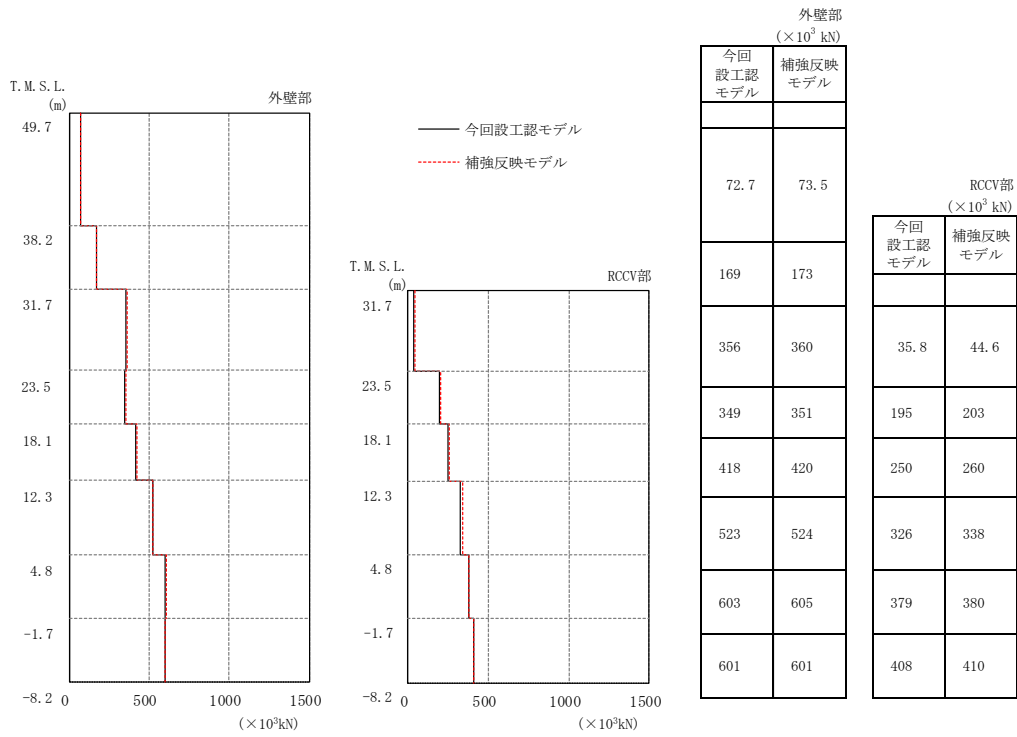


図 4-4 最大応答せん断力 (Ss-1, NS 方向)

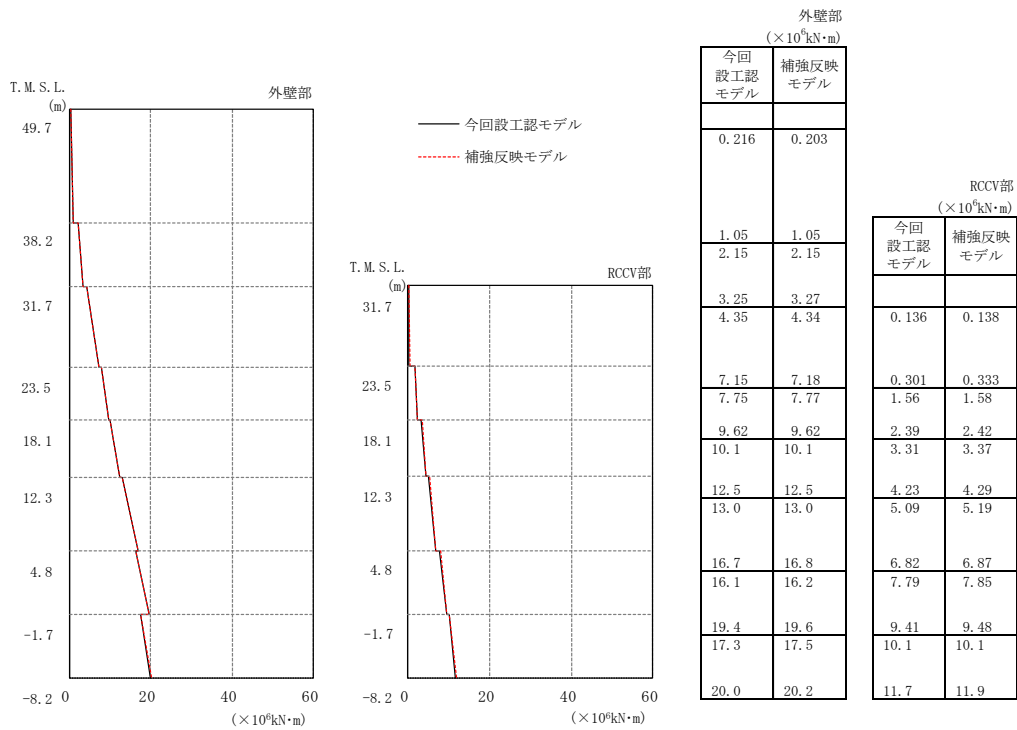


図 4-5 最大応答曲げモーメント (Ss-1, NS 方向)

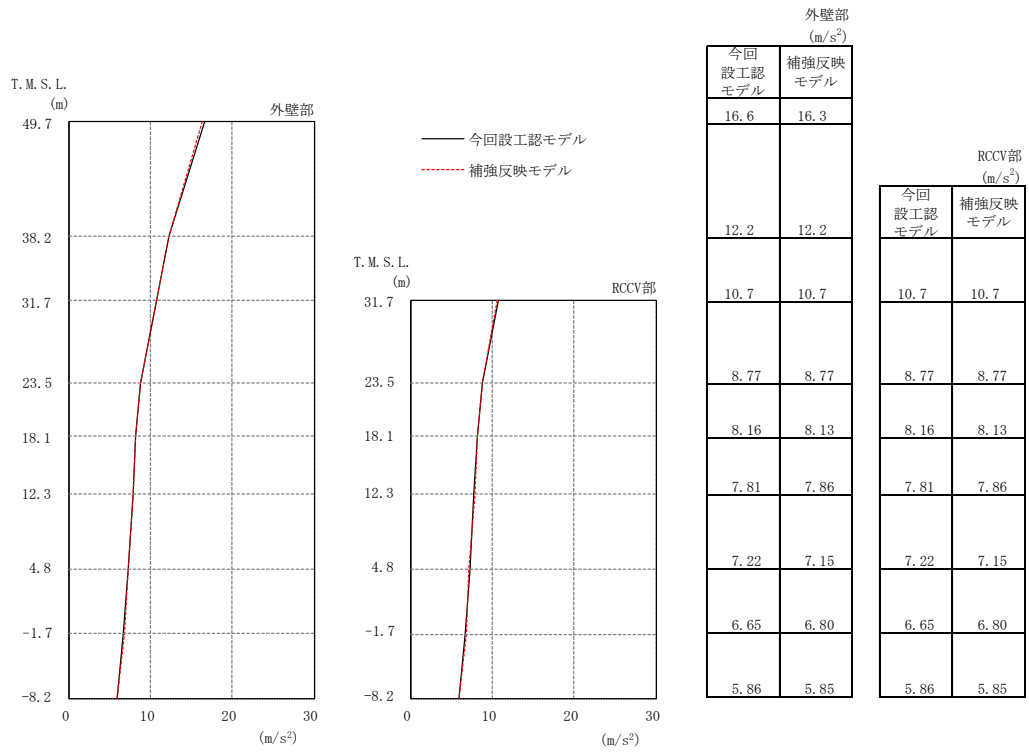


図 4-6 最大応答加速度 (Ss-1, EW 方向)

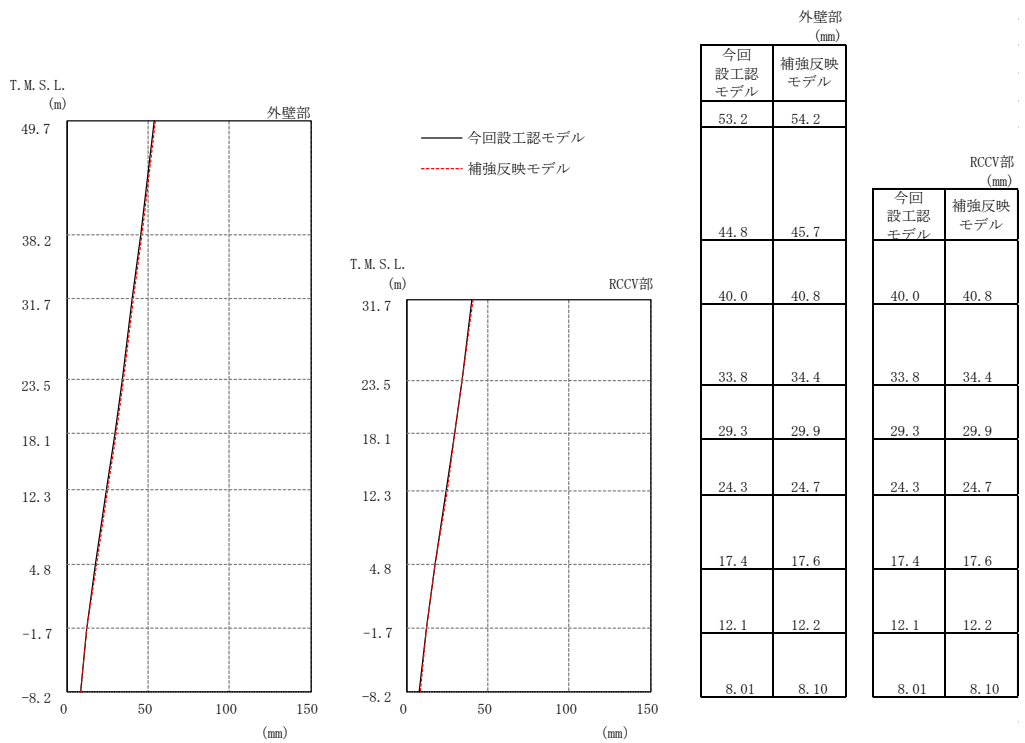


図 4-7 最大応答変位 (Ss-1, EW 方向)

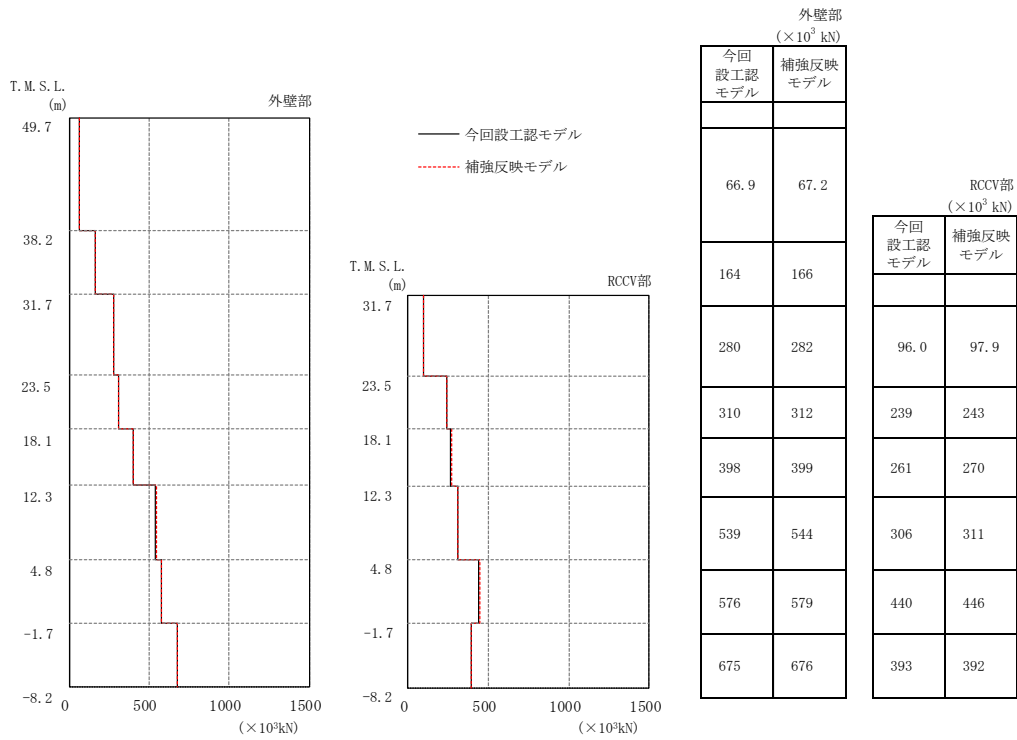


図 4-8 最大応答せん断力 (Ss-1, EW 方向)

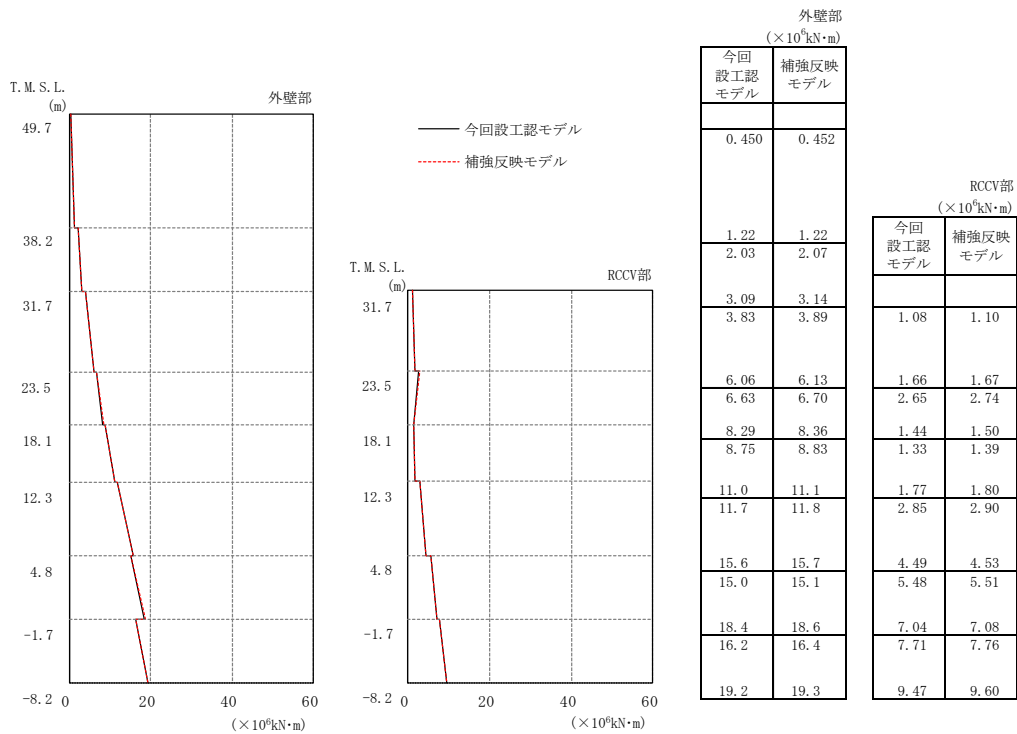


図 4-9 最大応答曲げモーメント (Ss-1, EW 方向)

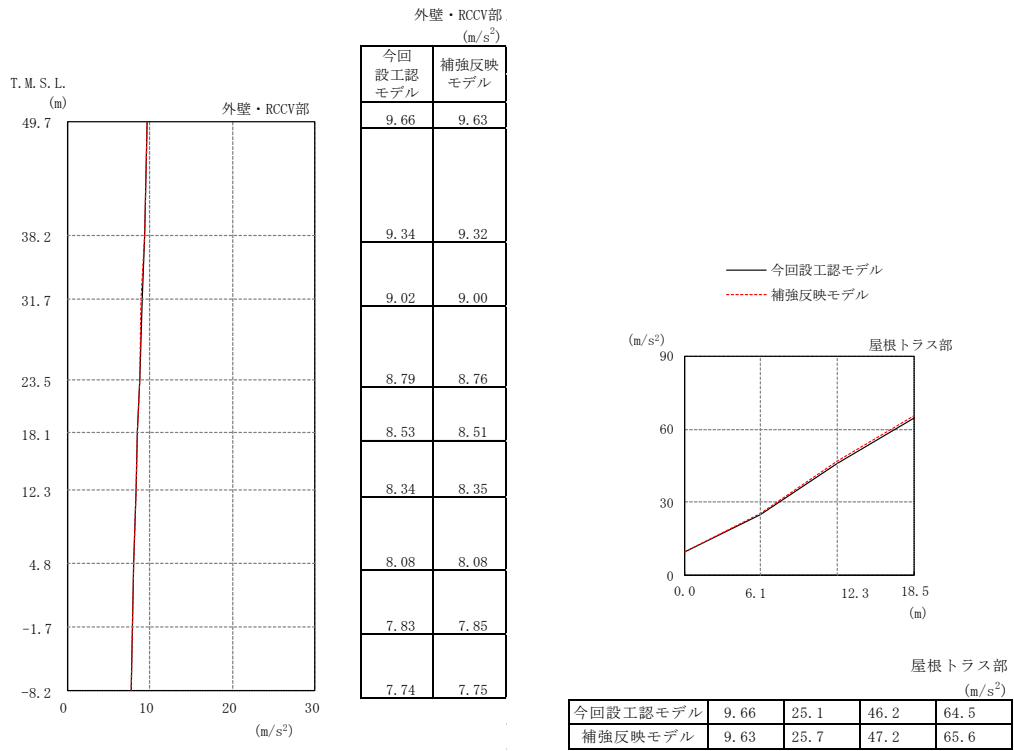


図 4-10 最大応答加速度 (Ss-1, 鉛直方向)

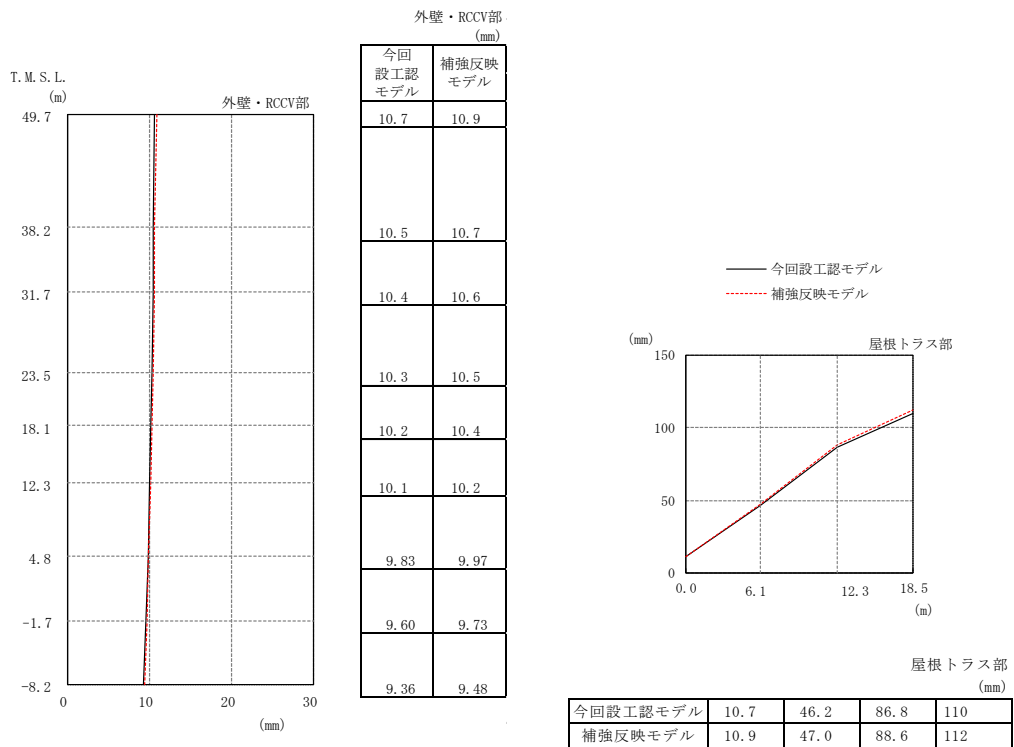


図 4-11 最大応答変位 (Ss-1, 鉛直方向)

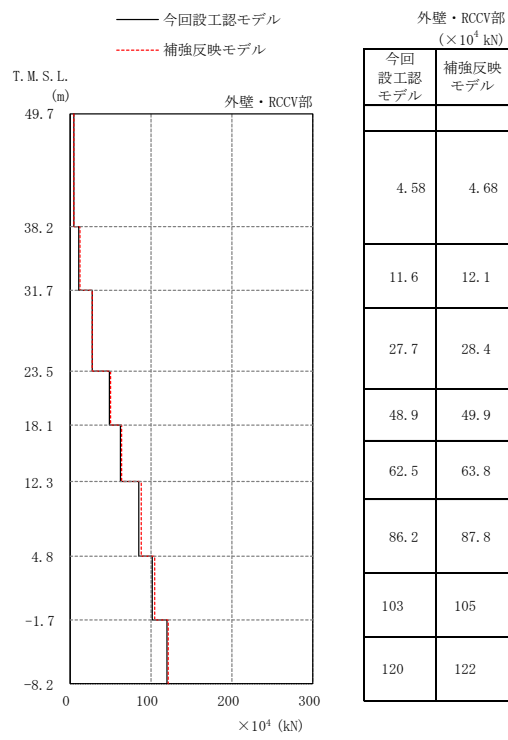
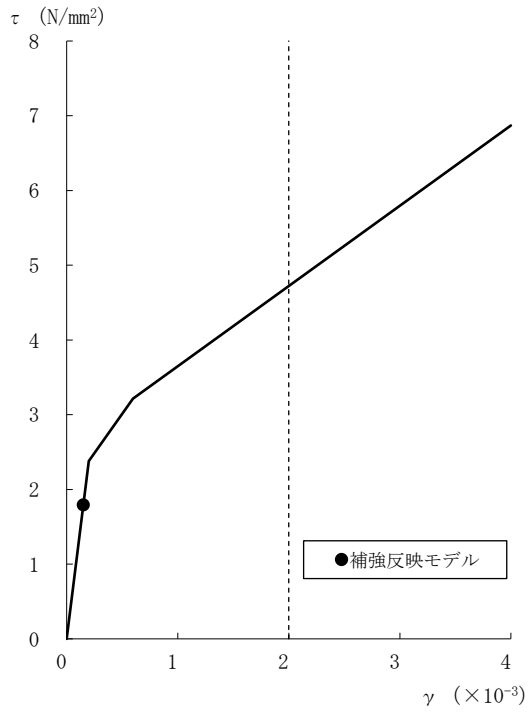
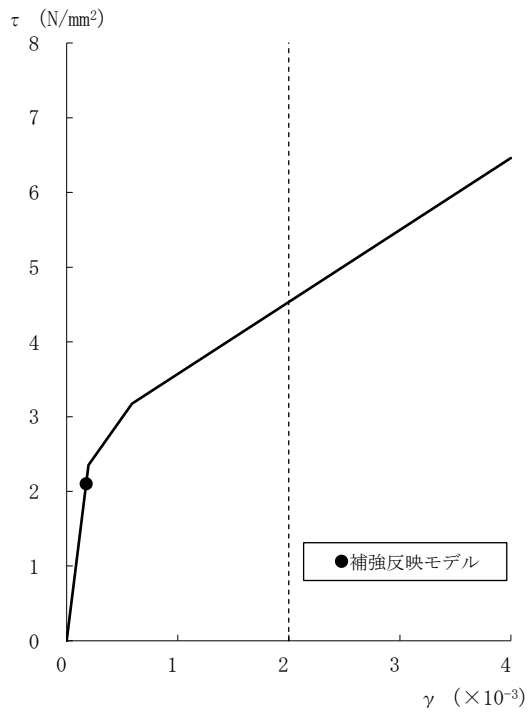


図 4-12 最大応答軸力 (Ss-1, 鉛直方向)



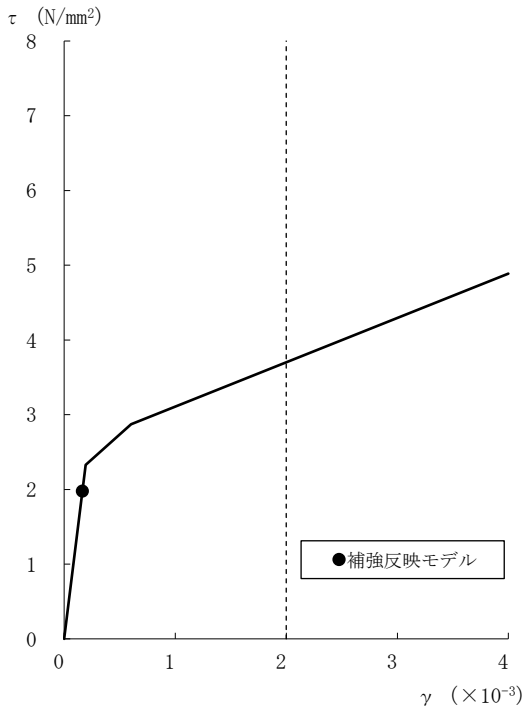
[外壁部]

図 4-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS 方向, CRF) (1/8)

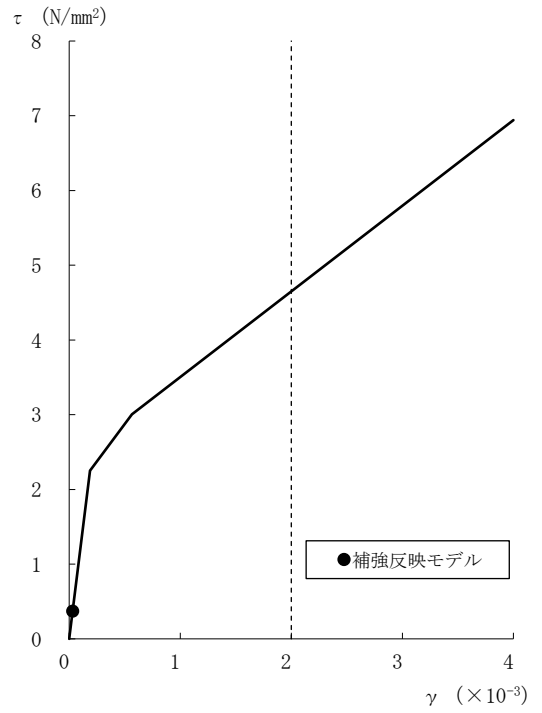


[外壁部]

図 4-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS 方向, 4F) (2/8)

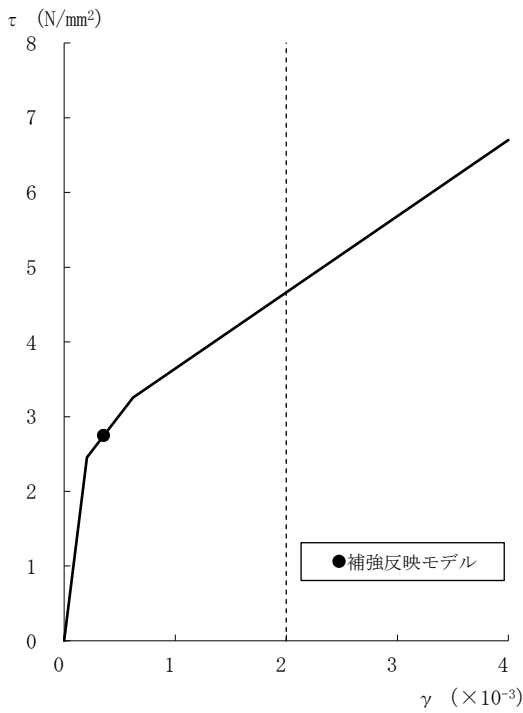


[外壁部]

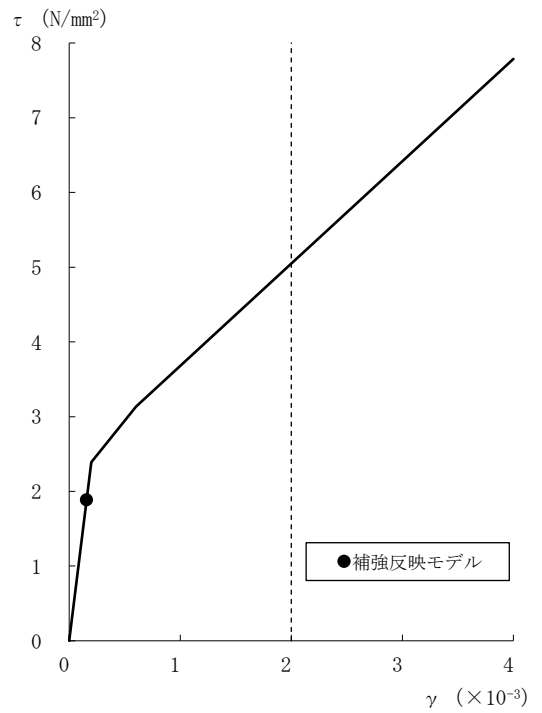


[RCCV部]

図 4-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS 方向, 3F) (3/8)

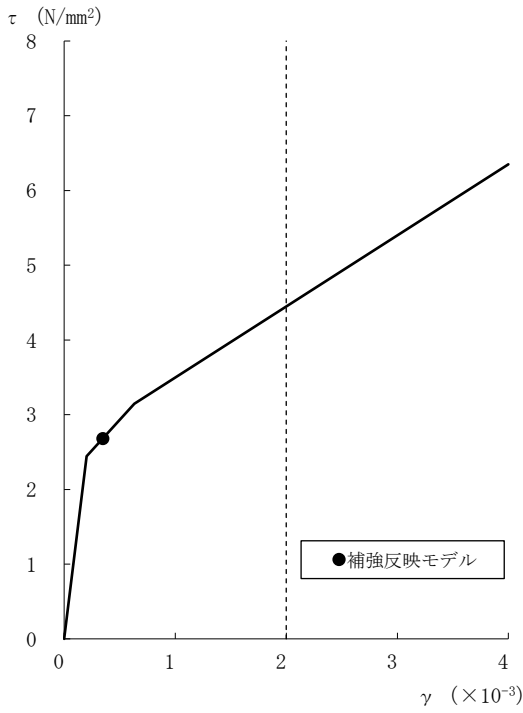


[外壁部]

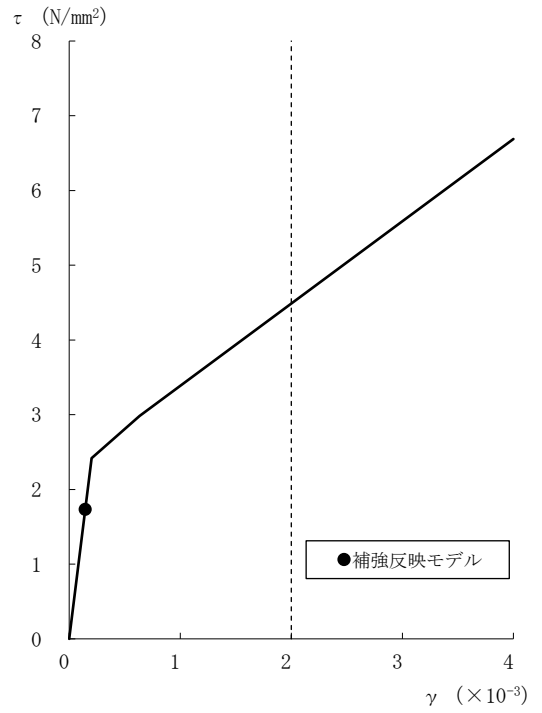


[RCCV部]

図 4-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS 方向, 2F) (4/8)

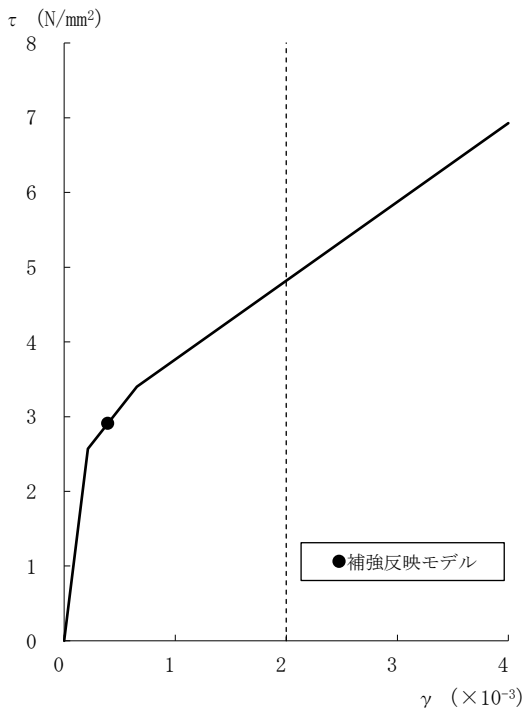


[外壁部]

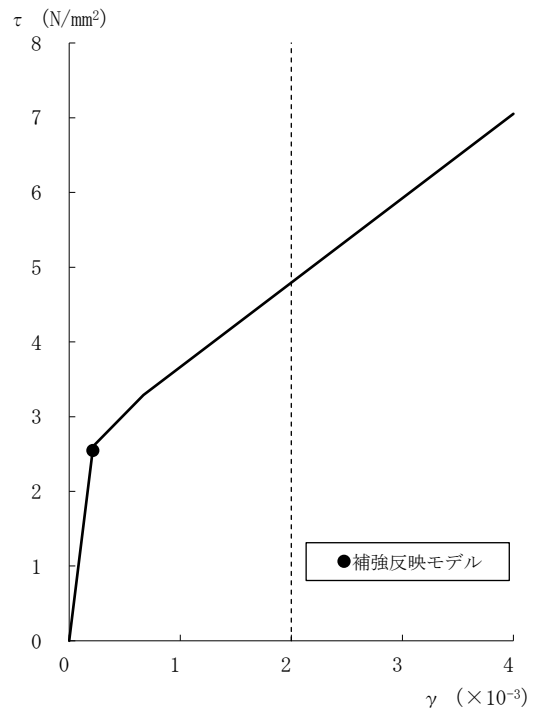


[RCCV部]

図 4-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS 方向, 1F) (5/8)

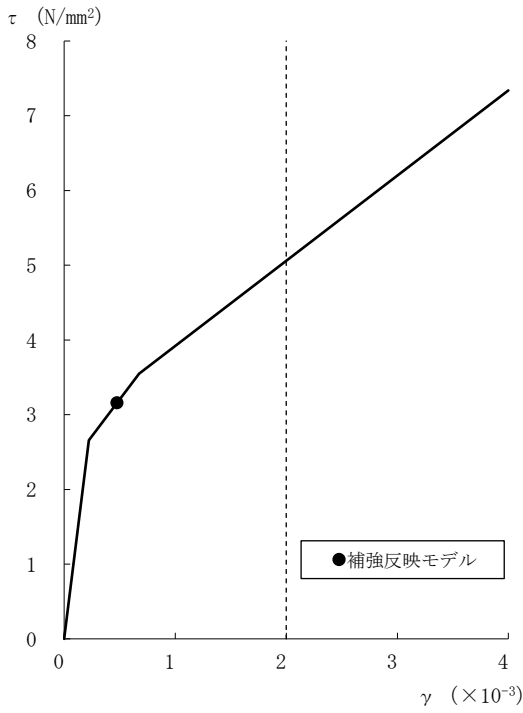


[外壁部]

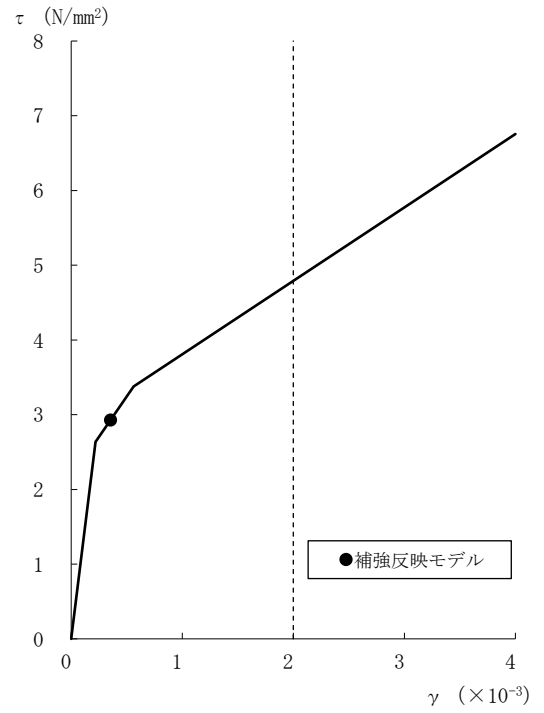


[RCCV部]

図 4-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS 方向, B1F) (6/8)

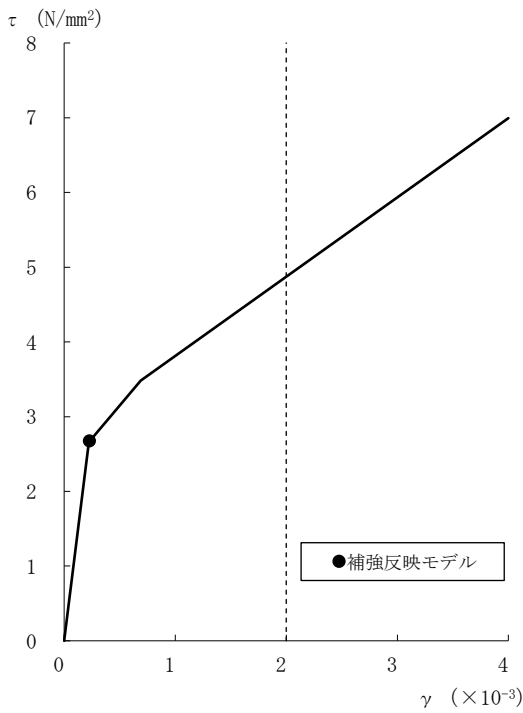


[外壁部]

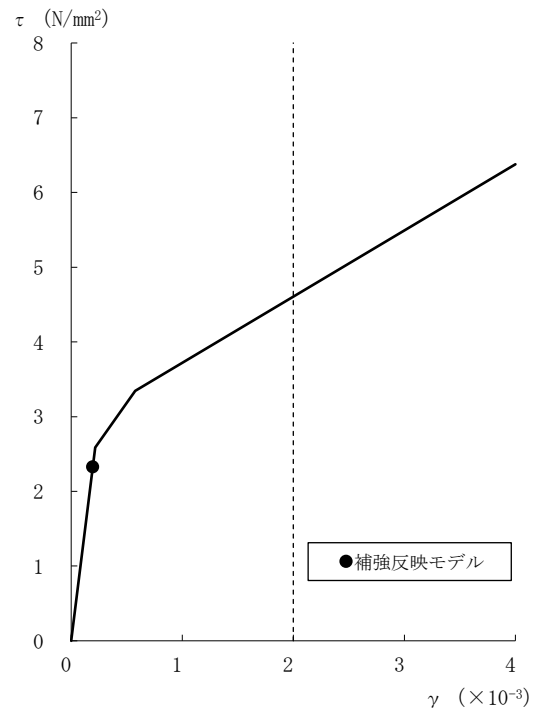


[RCCV部]

図 4-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS 方向, B2F) (7/8)

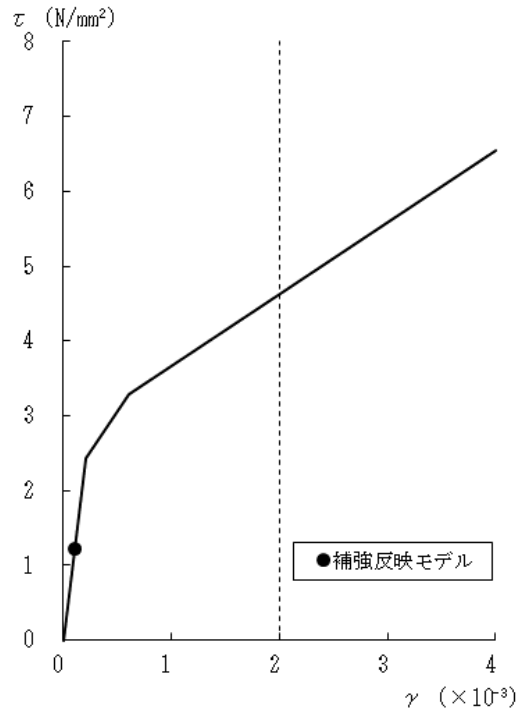


[外壁部]



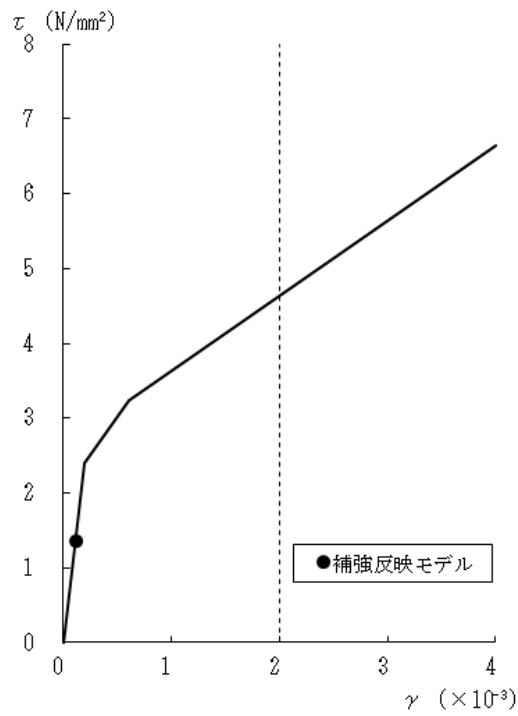
[RCCV部]

図 4-13 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, NS 方向, B3F) (8/8)



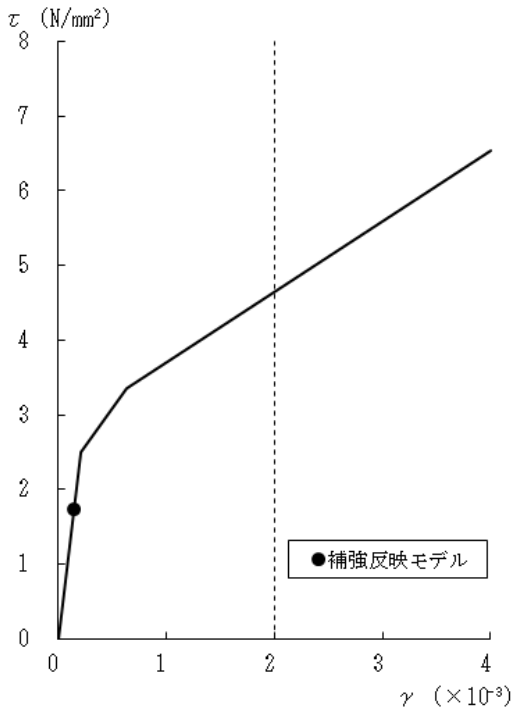
[外壁部]

図 4-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW 方向, CRF) (1/8)

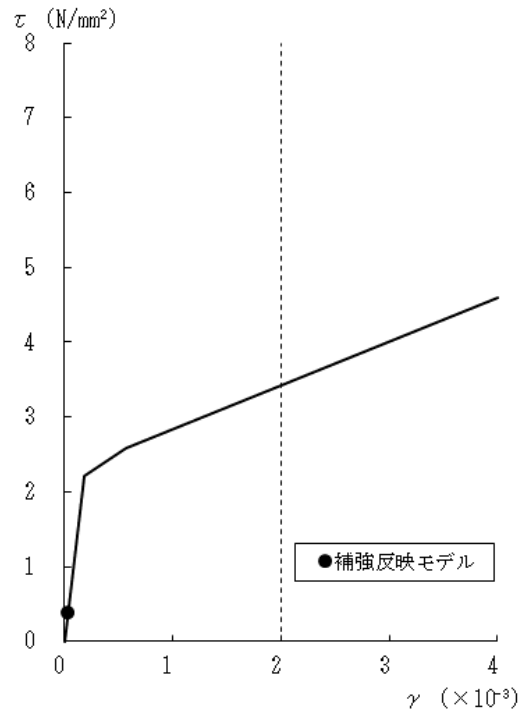


[外壁部]

図 4-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW 方向, 4F) (2/8)

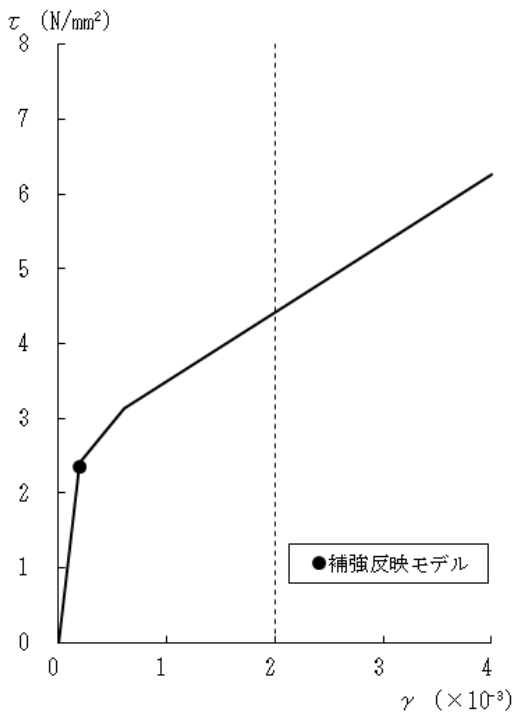


[外壁部]

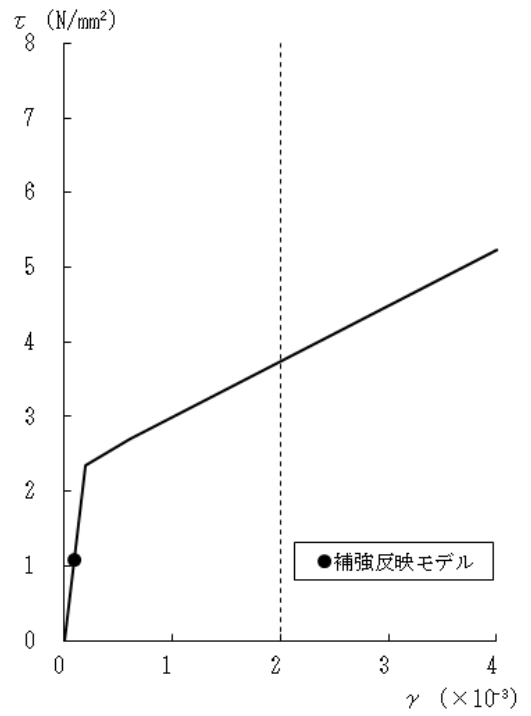


[RCCV部]

図 4-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW 方向, 3F) (3/8)

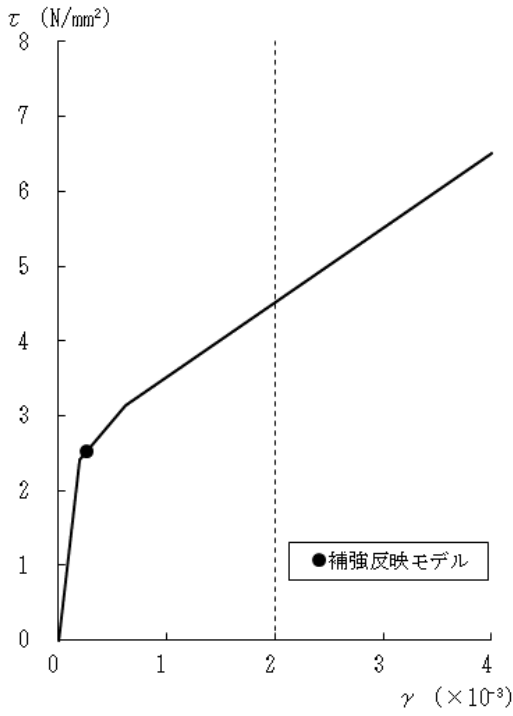


[外壁部]

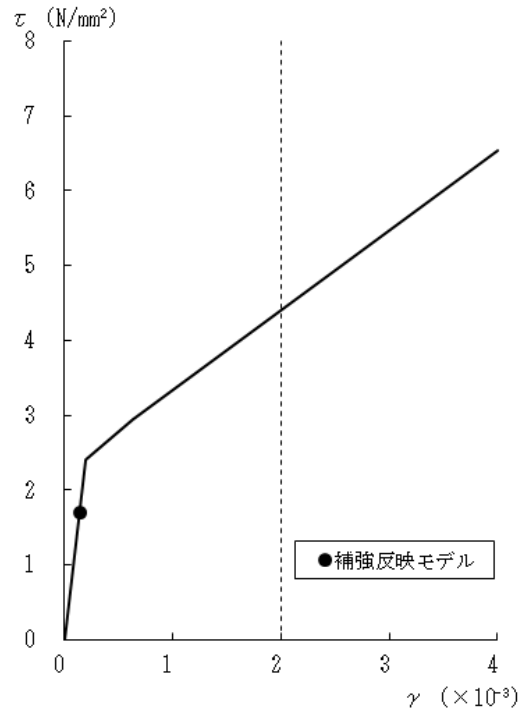


[RCCV部]

図 4-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW 方向, 2F) (4/8)

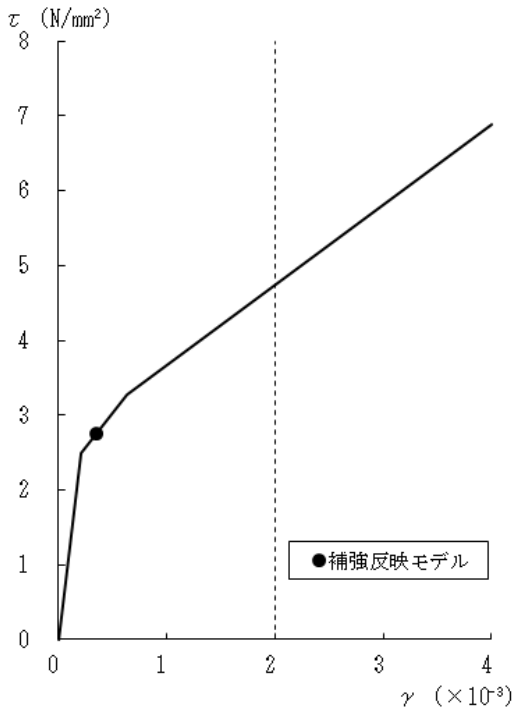


[外壁部]

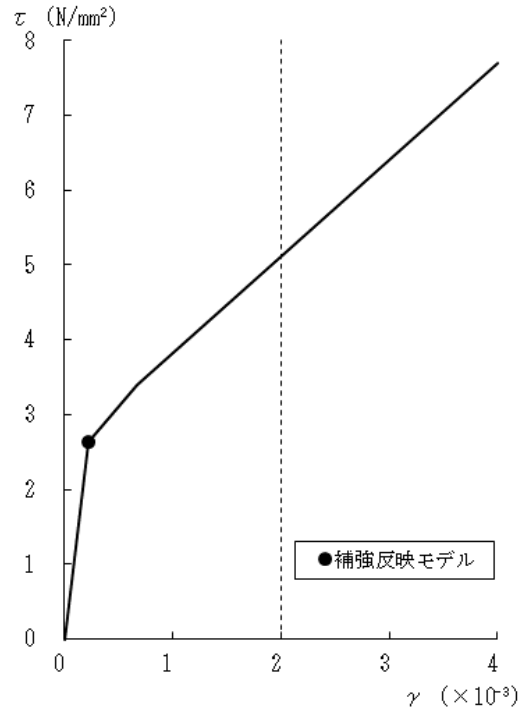


[RCCV部]

図 4-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW 方向, 1F) (5/8)

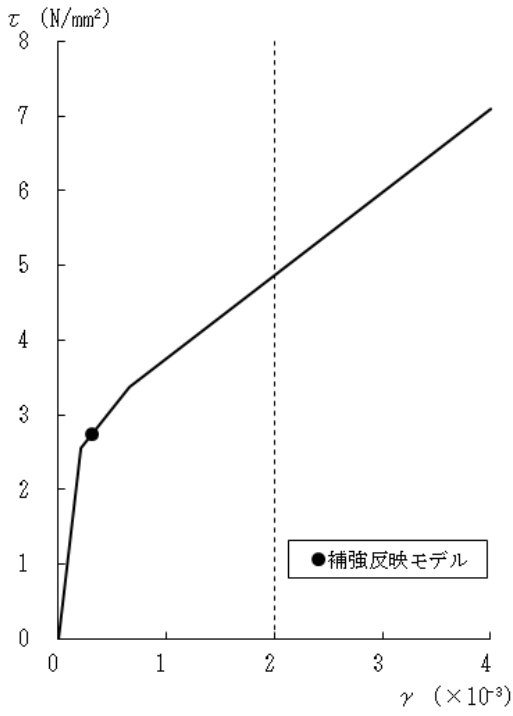


[外壁部]

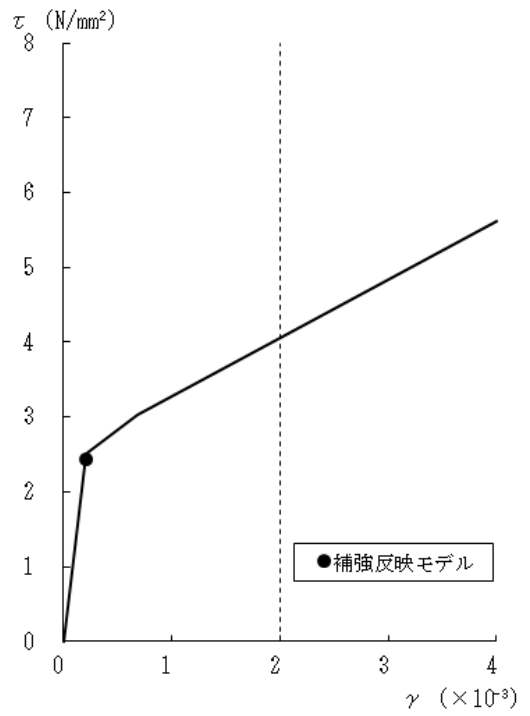


[RCCV部]

図 4-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW 方向, B1F) (6/8)

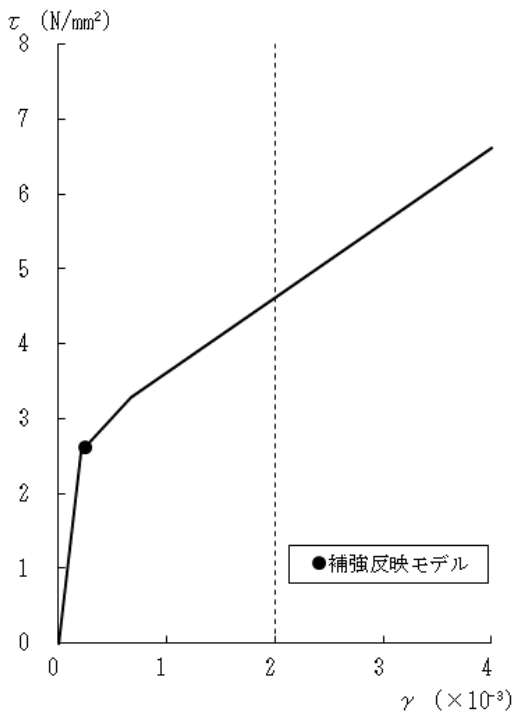


[外壁部]

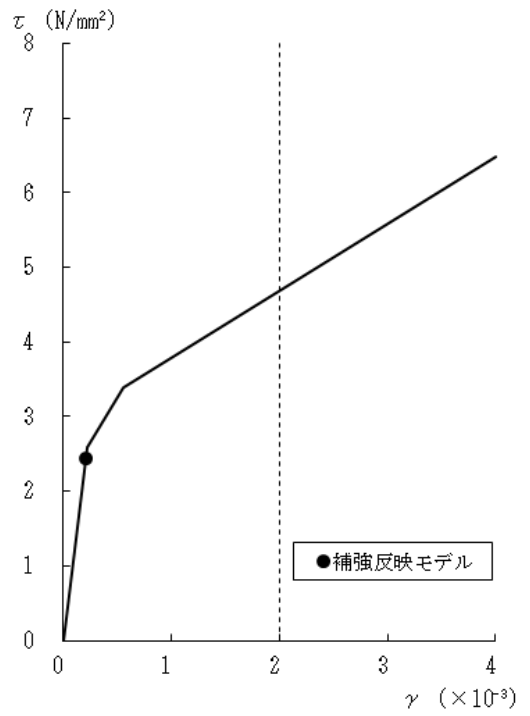


[RCCV部]

図 4-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW 方向, B2F) (7/8)



[外壁部]



[RCCV部]

図 4-14 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (Ss-1, EW 方向, B3F) (8/8)

表 4-2 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく接地率

(a) NS 方向

基準地震動 S _s	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント (×10 ⁶ kN・m)	最小接地率 (%)
S _s -1	1930	30.6	68.2

(b) EW 方向

基準地震動 S _s	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント (×10 ⁶ kN・m)	最小接地率 (%)
S _s -1	1920	31.9	68.7

4.2 応答比率の算定

基準地震動 Ss-1 による補強反映モデルと VI-2-2-1 「原子炉建屋の地震応答計算書」の「4.1.2 応答解析結果」に示した今回設工認モデルの応答の比率（補強反映モデル／今回設工認モデル）を算出する。なお，ここでの応答比率を算出する応答結果は，補強反映モデル及び今回設工認モデルともに，基準地震動 Ss-1 の基本ケースである。表 4-3～表 4-9 に最大応答加速度，最大応答変位，最大応答せん断力，最大応答曲げモーメント，最大応答軸力，最大せん断ひずみ及び最大接地圧の応答比率を示す。

表 4-3 最大応答加速度の応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (1/3)

(a) NS 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (m/s ²)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	18.0	17.8	1.00
38.2	2	12.3	12.2	1.00
31.7	3	10.7	10.7	1.00
23.5	4	9.20	9.14	1.00
18.1	5	8.09	8.09	1.00
12.3	6	7.54	7.49	1.00
4.8	7	6.66	6.67	1.00
-1.7	8	6.91	6.86	1.00
-8.2	9	5.85	5.84	1.00

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (m/s ²)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	11	10.7	10.7	1.00
23.5	12	9.20	9.14	1.00
18.1	13	8.09	8.09	1.00
12.3	14	7.54	7.49	1.00
4.8	15	6.66	6.67	1.00
-1.7	16	6.91	6.86	1.00

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-3 最大応答加速度の応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (2/3)

(b) EW 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (m/s ²)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	16.6	16.3	1.00
38.2	2	12.2	12.2	1.00
31.7	3	10.7	10.7	1.00
23.5	4	8.77	8.77	1.00
18.1	5	8.16	8.13	1.00
12.3	6	7.81	7.86	1.01
4.8	7	7.22	7.15	1.00
-1.7	8	6.65	6.80	1.02
-8.2	9	5.86	5.85	1.00

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (m/s ²)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	11	10.7	10.7	1.00
23.5	12	8.77	8.77	1.00
18.1	13	8.16	8.13	1.00
12.3	14	7.81	7.86	1.01
4.8	15	7.22	7.15	1.00
-1.7	16	6.65	6.80	1.02

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-3 最大応答加速度の応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (3/3)

(c) 鉛直方向

[外壁・RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (m/s ²)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	9.66	9.63	1.00
38.2	2	9.34	9.32	1.00
31.7	3	9.02	9.00	1.00
23.5	4	8.79	8.76	1.00
18.1	5	8.53	8.51	1.00
12.3	6	8.34	8.35	1.00
4.8	7	8.08	8.08	1.00
-1.7	8	7.83	7.85	1.00
-8.2	9	7.74	7.75	1.00

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[屋根トラス部]

質点番号		1	11	12	13
最大応答加速度 (m/s ²)	① 今回設工認モデル (Ss-1)	9.66	25.1	46.2	64.5
	② 補強反映モデル (Ss-1)	9.63	25.7	47.2	65.6
②/①* 応答比率		1.00	1.02	1.02	1.02

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-4 最大応答変位の応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (1/3)

(a) NS 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	58.9	59.9	1.02
38.2	2	49.6	50.5	1.02
31.7	3	44.1	45.0	1.02
23.5	4	37.1	37.8	1.02
18.1	5	31.6	32.1	1.02
12.3	6	25.9	26.3	1.02
4.8	7	18.4	18.5	1.01
-1.7	8	12.2	12.4	1.02
-8.2	9	7.93	7.99	1.01

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	11	44.1	45.0	1.02
23.5	12	37.1	37.8	1.02
18.1	13	31.6	32.1	1.02
12.3	14	25.9	26.3	1.02
4.8	15	18.4	18.5	1.01
-1.7	16	12.2	12.4	1.02

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-4 最大応答変位の応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (2/3)

(b) EW 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	53.2	54.2	1.02
38.2	2	44.8	45.7	1.02
31.7	3	40.0	40.8	1.02
23.5	4	33.8	34.4	1.02
18.1	5	29.3	29.9	1.02
12.3	6	24.3	24.7	1.02
4.8	7	17.4	17.6	1.01
-1.7	8	12.1	12.2	1.01
-8.2	9	8.01	8.10	1.01

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	11	40.0	40.8	1.02
23.5	12	33.8	34.4	1.02
18.1	13	29.3	29.9	1.02
12.3	14	24.3	24.7	1.02
4.8	15	17.4	17.6	1.01
-1.7	16	12.1	12.2	1.01

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-4 最大応答変位の応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (3/3)

(c) 鉛直方向

[外壁・RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答変位 (mm)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	10.7	10.9	1.02
38.2	2	10.5	10.7	1.02
31.7	3	10.4	10.6	1.02
23.5	4	10.3	10.5	1.02
18.1	5	10.2	10.4	1.02
12.3	6	10.1	10.2	1.01
4.8	7	9.83	9.97	1.01
-1.7	8	9.60	9.73	1.01
-8.2	9	9.36	9.48	1.01

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[屋根トラス部]

質点番号		1	11	12	13
最大応答変位 (mm)	① 今回設工認モデル (Ss-1)	10.7	46.2	86.8	110
	② 補強反映モデル (Ss-1)	10.9	47.0	88.6	112
②/①* 応答比率		1.02	1.02	1.02	1.02

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-5 最大応答せん断力の応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (1/2)

(a) NS 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
	1	72.7	73.5	1.01
38.2	2	169	173	1.02
31.7	3	356	360	1.01
23.5	4	349	351	1.01
18.1	5	418	420	1.00
12.3	6	523	524	1.00
4.8	7	603	605	1.00
-1.7	8	601	601	1.00
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7				
	10	35.8	44.6	1.25
23.5	11	195	203	1.04
18.1	12	250	260	1.04
12.3	13	326	338	1.04
4.8	14	379	380	1.00
-1.7	15	408	410	1.00
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-5 最大応答せん断力の応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (2/2)

(b) EW 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
	1	66.9	67.2	1.00
38.2	2	164	166	1.01
31.7	3	280	282	1.01
23.5	4	310	312	1.01
18.1	5	398	399	1.00
12.3	6	539	544	1.01
4.8	7	576	579	1.01
-1.7	8	675	676	1.00
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^3$ kN)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7				
	10	96.0	97.9	1.02
23.5	11	239	243	1.02
18.1	12	261	270	1.03
12.3	13	306	311	1.02
4.8	14	440	446	1.01
-1.7	15	393	392	1.00
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-6 最大応答曲げモーメントの応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (1/2)

(a) NS 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	0.216	0.203	1.00
38.2		1.05	1.05	1.00
31.7	2	2.15	2.15	1.00
	3	3.25	3.27	1.01
23.5	4	4.35	4.34	1.00
	5	7.15	7.18	1.00
18.1	6	7.75	7.77	1.00
	7	9.62	9.62	1.00
12.3	8	10.1	10.1	1.00
	9	12.5	12.5	1.00
4.8	10	13.0	13.0	1.00
	11	16.7	16.8	1.01
-1.7	12	16.1	16.2	1.01
	13	19.4	19.6	1.01
-8.2	14	17.3	17.5	1.01
	15	20.0	20.2	1.01

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答曲げモーメント ($\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}$)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	10	0.136	0.138	1.01
23.5		0.301	0.333	1.11
18.1	11	1.56	1.58	1.01
	12	2.39	2.42	1.01
12.3	13	3.31	3.37	1.02
	14	4.23	4.29	1.01
4.8	15	5.09	5.19	1.02
	16	6.82	6.87	1.01
-1.7	17	7.79	7.85	1.01
	18	9.41	9.48	1.01
-8.2	19	10.1	10.1	1.00
	20	11.7	11.9	1.02

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-6 最大応答曲げモーメントの応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (2/2)

(b) EW 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁶ kN・m)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7	1	0.450	0.452	1.00
38.2		1.22	1.22	1.00
31.7	2	2.03	2.07	1.02
	3	3.09	3.14	1.02
23.5	4	3.83	3.89	1.02
	5	6.06	6.13	1.01
18.1	6	6.63	6.70	1.01
	7	8.29	8.36	1.01
12.3	8	8.75	8.83	1.01
	9	11.0	11.1	1.01
4.8	10	11.7	11.8	1.01
	11	15.6	15.7	1.01
-1.7	12	15.0	15.1	1.01
	13	18.4	18.6	1.01
-8.2	14	16.2	16.4	1.01
	15	19.2	19.3	1.01

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答曲げモーメント (×10 ⁶ kN・m)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7	10	1.08	1.10	1.02
23.5		1.66	1.67	1.01
18.1	11	2.65	2.74	1.03
	12	1.44	1.50	1.04
12.3	13	1.33	1.39	1.05
	14	1.77	1.80	1.02
4.8	15	2.85	2.90	1.02
	16	4.49	4.53	1.01
-1.7	17	5.48	5.51	1.01
	18	7.04	7.08	1.01
-8.2	19	7.71	7.76	1.01
	20	9.47	9.60	1.01

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-7 最大応答軸力の応答比率 (Ss-1, 基本ケース)

[外壁・RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大応答軸力 ($\times 10^4$ kN)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
	201	4.58	4.68	1.02
38.2				
	202	11.6	12.1	1.04
31.7				
	203	27.7	28.4	1.03
23.5				
	204	48.9	49.9	1.02
18.1				
	205	62.5	63.8	1.02
12.3				
	206	86.2	87.8	1.02
4.8				
	207	103	105	1.02
-1.7				
	208	120	122	1.02
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-8 最大せん断ひずみの応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (1/2)

(a) NS 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
	1	0.148	0.150	1.01
38.2	2	0.171	0.175	1.02
31.7	3	0.163	0.165	1.01
23.5	4	0.350	0.357	1.02
18.1	5	0.342	0.349	1.02
12.3	6	0.392	0.395	1.01
4.8	7	0.469	0.477	1.02
-1.7	8	0.228	0.229	1.00
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7				
	10	0.0249	0.0310	1.24
23.5	11	0.151	0.157	1.04
18.1	12	0.139	0.145	1.04
12.3	13	0.205	0.212	1.03
4.8	14	0.355	0.355	1.00
-1.7	15	0.194	0.194	1.00
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-8 最大せん断ひずみの応答比率 (Ss-1, 基本ケース) (2/2)

(b) EW 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
49.7				
	1	0.102	0.103	1.01
38.2				
	2	0.112	0.114	1.02
31.7				
	3	0.144	0.145	1.01
23.5				
	4	0.195	0.196	1.01
18.1				
	5	0.261	0.266	1.02
12.3				
	6	0.336	0.352	1.05
4.8				
	7	0.300	0.307	1.02
-1.7				
	8	0.248	0.249	1.00
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	最大せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)		②/①* 応答比率
		① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
31.7				
	10	0.0323	0.0329	1.02
23.5				
	11	0.0893	0.0908	1.02
18.1				
	12	0.138	0.142	1.03
12.3				
	13	0.216	0.223	1.03
4.8				
	14	0.201	0.203	1.01
-1.7				
	15	0.205	0.204	1.00
-8.2				

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

表 4-9 最大接地圧の応答比率 (Ss-1, 基本ケース)

方向	最大接地圧 (kN/m ²)		②/①* 応答比率
	① 今回設工認モデル (Ss-1)	② 補強反映モデル (Ss-1)	
NS方向	1910	1930	1.01
EW方向	1890	1920	1.02

注記* : 応答比率が 1.00 を下回る場合は 1.00 とする。

4.3 原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響

原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴い重量が増加する影響を考慮した地震応答解析結果を踏まえ、原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響として、最大せん断ひずみ及び最大接地圧を算出する。

4.3.1 最大せん断ひずみ

(1) 算出方法

最大せん断ひずみの検討として、材料物性の不確かさを考慮した最大せん断ひずみ（基準地震動 S_s-1～S_s-8 に対する包絡値）に、基準地震動 S_s-1 に対する補強反映モデルと今回設工認モデルの応答比率（補強反映モデル／今回設工認モデル）を乗じて算出する。

(2) 算出結果

原子炉建屋に生じる最大せん断ひずみに応答比率を乗じた値を表 4-10 に示す。表 4-10 より、最大せん断ひずみに応答比率を乗じた値の最大値は 0.625×10^{-3} （EW 方向，外壁部）であり、許容限界（ 2.0×10^{-3} ）を超えないことを確認した。

表 4-10 原子炉建屋に生じる最大せん断ひずみに応答比率を乗じた値 (1/2)

(a) NS 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	① 応答比率	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	
			② 材料物性の 不確かさ考慮 (S _s -1~S _s -8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (S _s -1~S _s -8)
49.7				
	1	1.01	0.157	0.159
38.2	2	1.02	0.183	0.187
31.7	3	1.01	0.177	0.179
23.5	4	1.02	0.391	0.399
18.1	5	1.02	0.386	0.394
12.3	6	1.01	0.512	0.517
4.8	7	1.02	0.605	0.617
-1.7	8	1.00	0.272	0.272
-8.2				

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	① 応答比率	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	
			② 材料物性の 不確かさ考慮 (S _s -1~S _s -8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (S _s -1~S _s -8)
31.7				
	10	1.24	0.040	0.0496
23.5	11	1.04	0.168	0.175
18.1	12	1.04	0.155	0.161
12.3	13	1.03	0.307	0.316
4.8	14	1.00	0.453	0.453
-1.7	15	1.00	0.223	0.223
-8.2				

表 4-10 原子炉建屋に生じる最大せん断ひずみに応答比率を乗じた値 (2/2)

(b) EW 方向

[外壁部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	① 応答比率	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	
			② 材料物性の 不確かさ考慮 (S _s -1~S _s -8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (S _s -1~S _s -8)
49.7				
	1	1.01	0.108	0.109
38.2	2	1.02	0.117	0.119
31.7	3	1.01	0.154	0.156
23.5	4	1.01	0.236	0.238
18.1	5	1.02	0.336	0.343
12.3	6	1.05	0.597	0.627
4.8	7	1.02	0.496	0.506
-1.7	8	1.00	0.373	0.373
-8.2				

[RCCV 部]

標高 T. M. S. L. (m)	部材 番号	① 応答比率	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	
			② 材料物性の 不確かさ考慮 (S _s -1~S _s -8)	①×② 応答比率を 乗じた値 (S _s -1~S _s -8)
31.7				
	10	1.02	0.034	0.0347
23.5	11	1.02	0.105	0.107
18.1	12	1.03	0.177	0.182
12.3	13	1.03	0.428	0.441
4.8	14	1.01	0.349	0.352
-1.7	15	1.00	0.320	0.320
-8.2				

4.3.2 最大接地圧

(1) 算出方法

最大接地圧の検討として、材料物性の不確かさを考慮した最大接地圧（弾性設計用地震動 Sd-1～Sd-8 に対する包絡値及び基準地震動 Ss-1～Ss-8 に対する包絡値）に、基準地震動 Ss-1 に対する補強反映モデルと今回設工認モデルの応答比率（補強反映モデル／今回設工認モデル）を乗じて算出する。

(2) 算出結果

原子炉建屋に生じる最大接地圧に応答比率を乗じた値を表 4-11 及び表 4-12 に示す。

表 4-11 より、S d 地震時の最大接地圧に応答比率を乗じた値の最大値は 1371kN/m²（EW 方向）であり、許容限界（4110kN/m²）を超えないことを確認した。また、表 4-12 より、S s 地震時の最大接地圧に応答比率を乗じた値の最大値は 2601kN/m²（EW 方向）であり、許容限界（6170kN/m²）を超えないことを確認した。

表 4-11 原子炉建屋に生じる最大接地圧に応答比率を乗じた値（S d 地震時）

方向	②／①* 応答比率	最大接地圧 (kN/m ²)	
		① 材料物性の 不確かさ考慮 (Sd-1～Sd-8)	② 補強反映モデル (Ss-1)
NS方向	1.01	1330	1344
EW方向	1.02	1350	1371

表 4-12 原子炉建屋に生じる最大接地圧に応答比率を乗じた値（S s 地震時）

方向	②／①* 応答比率	最大接地圧 (kN/m ²)	
		① 材料物性の 不確かさ考慮 (Ss-1～Ss-8)	② 補強反映モデル (Ss-1)
NS方向	1.01	2350	2375
EW方向	1.02	2560	2601

4.4 機器・配管系の耐震性への影響

原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴い重量が増加する影響を考慮した地震応答解析結果を踏まえ、原子炉建屋内に設置される機器・配管系の耐震性への影響を検討する。

4.4.1 影響検討方法

4.1 項における地震応答解析結果を用いて算定した応答比率（補強反映モデル／今回工認モデル）を考慮した耐震条件（以下「補強反映耐震条件」という。）を用いて、以下の手順により影響検討を行う。

(1) 簡易評価

補強反映耐震条件と耐震計算に用いる耐震条件の比率と設備の裕度（許容値／発生値）を用いた評価により、発生値が許容値を超えないことを簡易的に確認する。なお、耐震計算において、設計荷重を用いている場合にはその保守性も考慮する。

(2) 詳細評価

簡易評価で発生値が許容値を超える設備について、補強反映耐震条件を用いた評価を行い、発生値が許容値を超えないことを確認する。

4.4.2 補強反映耐震条件

補強反映耐震条件は、VI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示される設計用最大応答加速度 I 及び設計用床応答曲線 I に応答比率を乗じて作成する。

補強反映耐条件を表 4-13、図 4-15 及び図 4-16 に示す。なお、同図表には VI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示される設計用最大応答加速度 I 及び設計用床応答曲線 I を併記して示す。

表 4-13 最大応答加速度（基準地震動 S s）（1/2）

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.0$			
		設計用最大応答加速度 I		補強反映耐震条件	
		水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
49.7	1	1.93	1.03	1.91	1.03
38.2	2	1.35	1.00	1.34	1.00
31.7	3	1.14	0.96	1.13	0.96
23.5	4	1.01	0.94	1.01	0.94
18.1	5	0.94	0.91	0.93	0.90
12.3	6	0.89	0.88	0.91	0.88
4.8	7	0.84	0.84	0.83	0.84
-1.7	8	0.85	0.84	0.84	0.86
-8.2	9	0.74	0.85	0.74	0.87
-13.7	10	0.72	0.85	0.74	0.85

表 4-13 最大応答加速度（基準地震動 S s）（2/2）

標高 T. M. S. L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 ($\times 9.80665\text{m/s}^2$) $\times 1.2$			
		設計用最大応答加速度 I		補強反映耐震条件	
		水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
49.7	1	2.31	1.24	2.29	1.23
38.2	2	1.62	1.20	1.61	1.20
31.7	3	1.37	1.16	1.36	1.16
23.5	4	1.22	1.13	1.21	1.13
18.1	5	1.13	1.09	1.13	1.09
12.3	6	1.07	1.05	1.09	1.05
4.8	7	1.01	1.01	1.00	1.01
-1.7	8	1.02	1.01	1.01	1.03
-8.2	9	0.89	1.02	0.89	1.02
-13.7	10	0.86	1.01	0.88	1.01

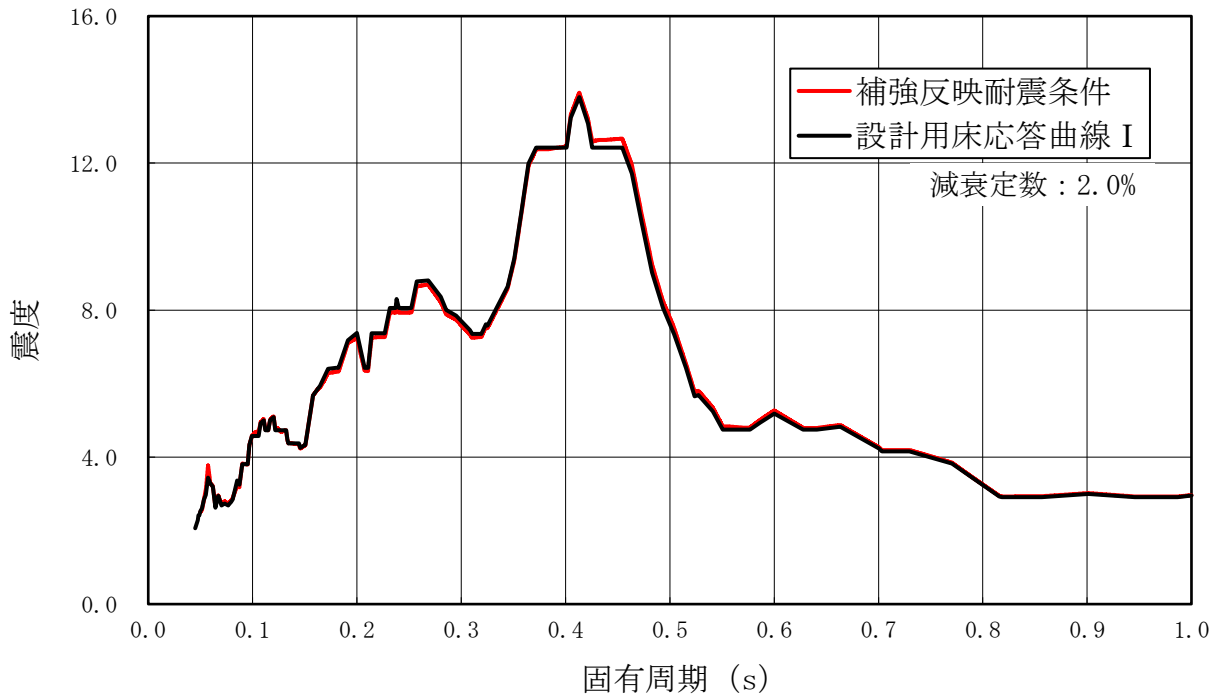


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 49.7m）(1/10)

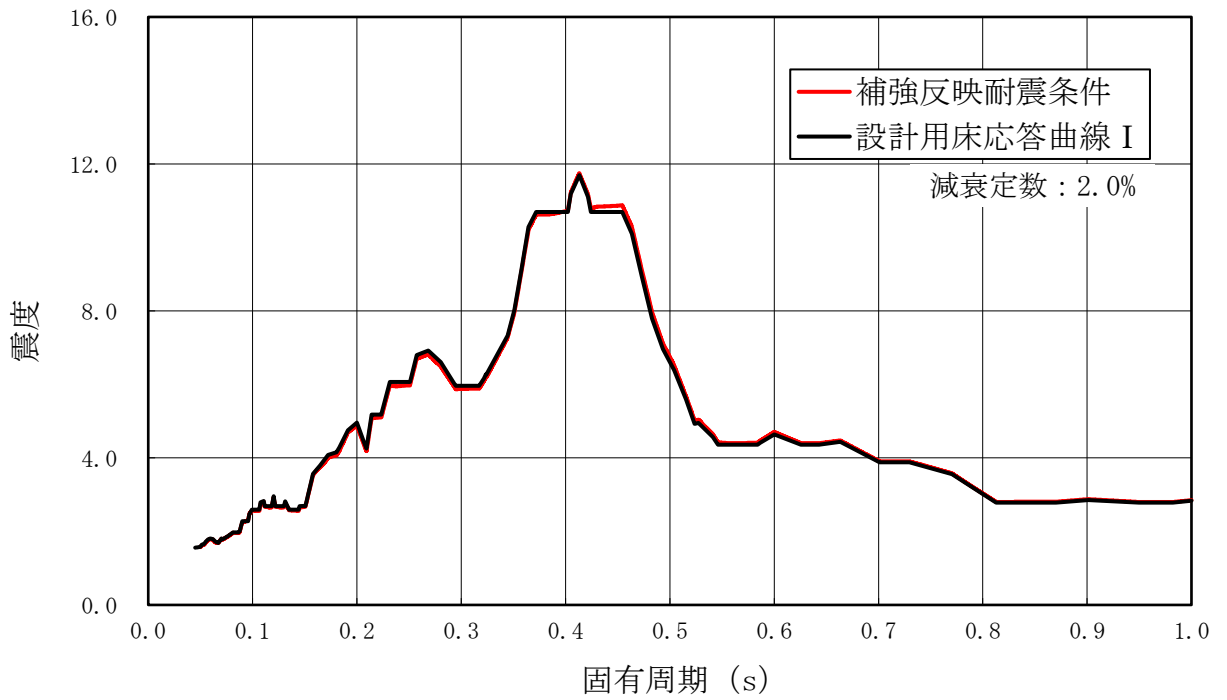


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 38.2m）(2/10)

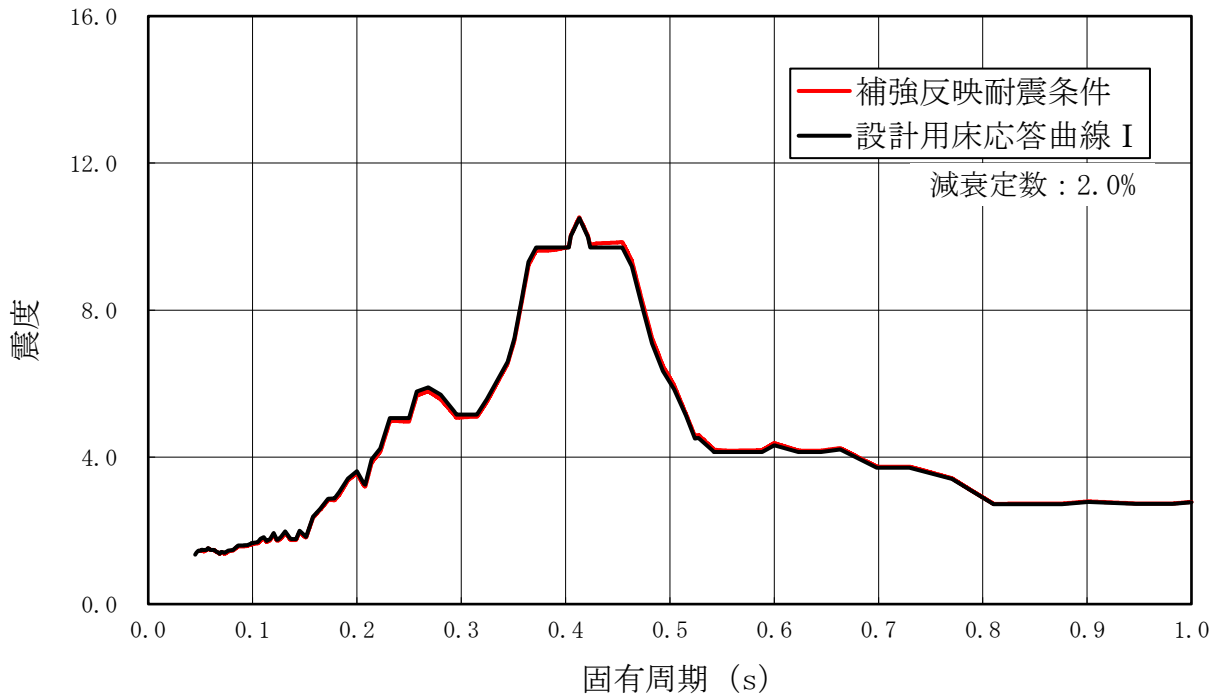


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 31.7m）(3/10)

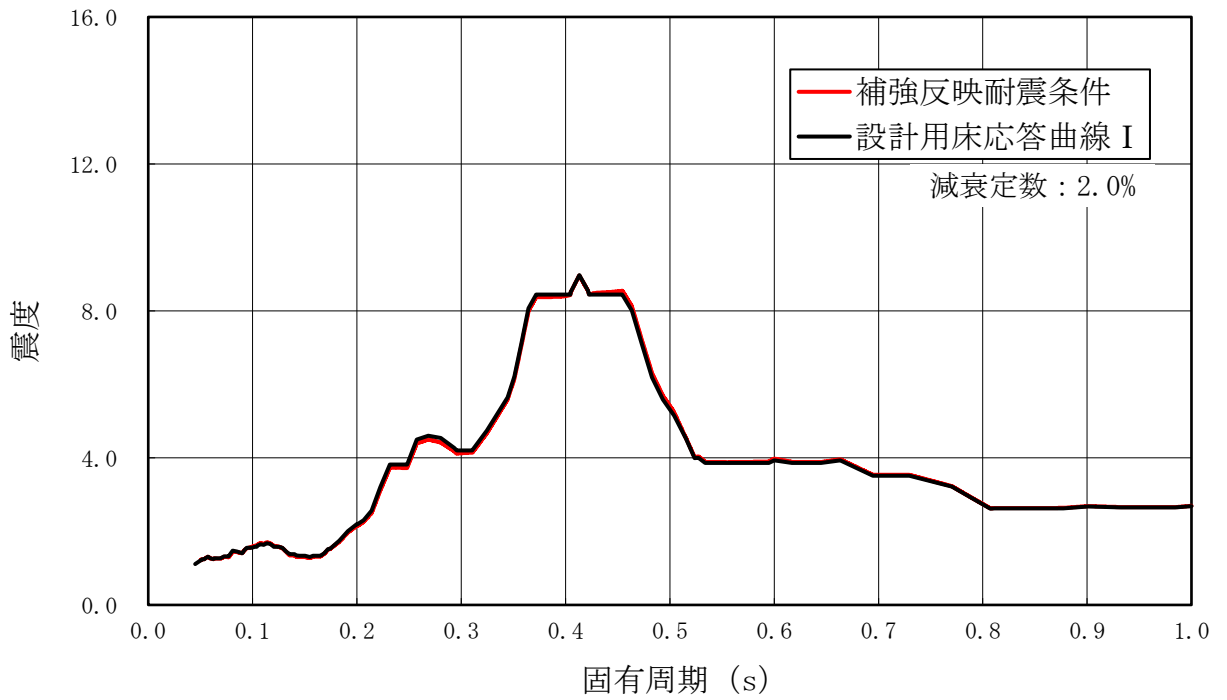


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 23.5m）(4/10)

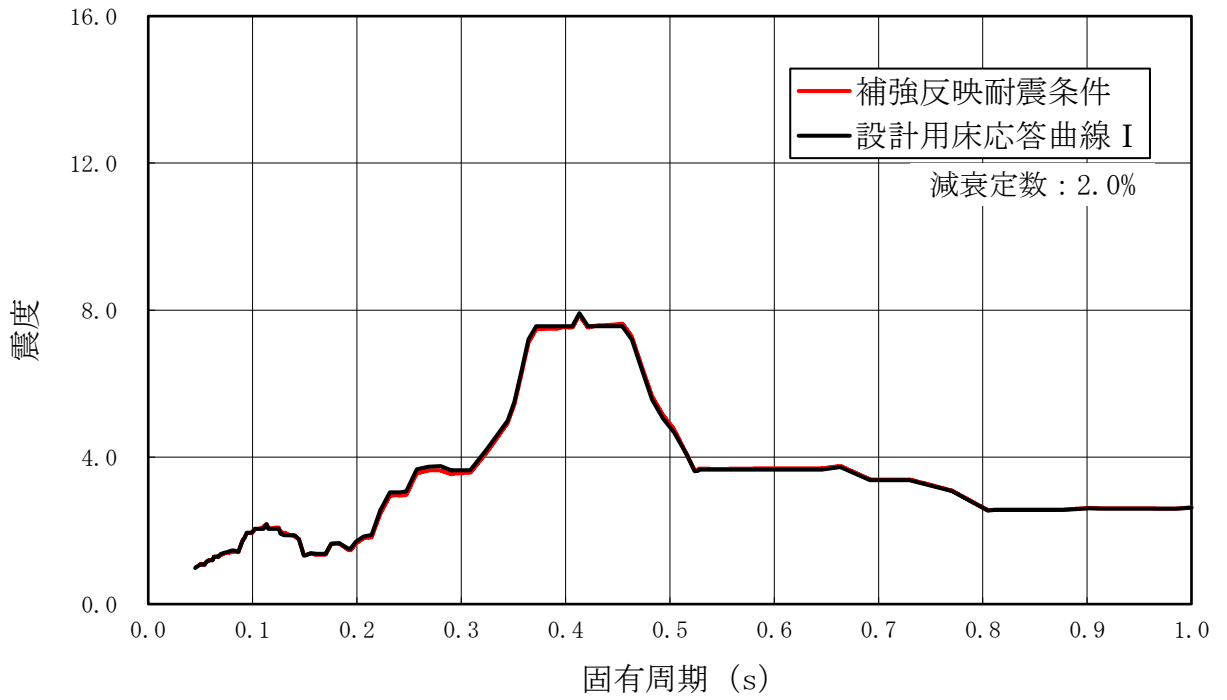


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 18.1m）（5/10）

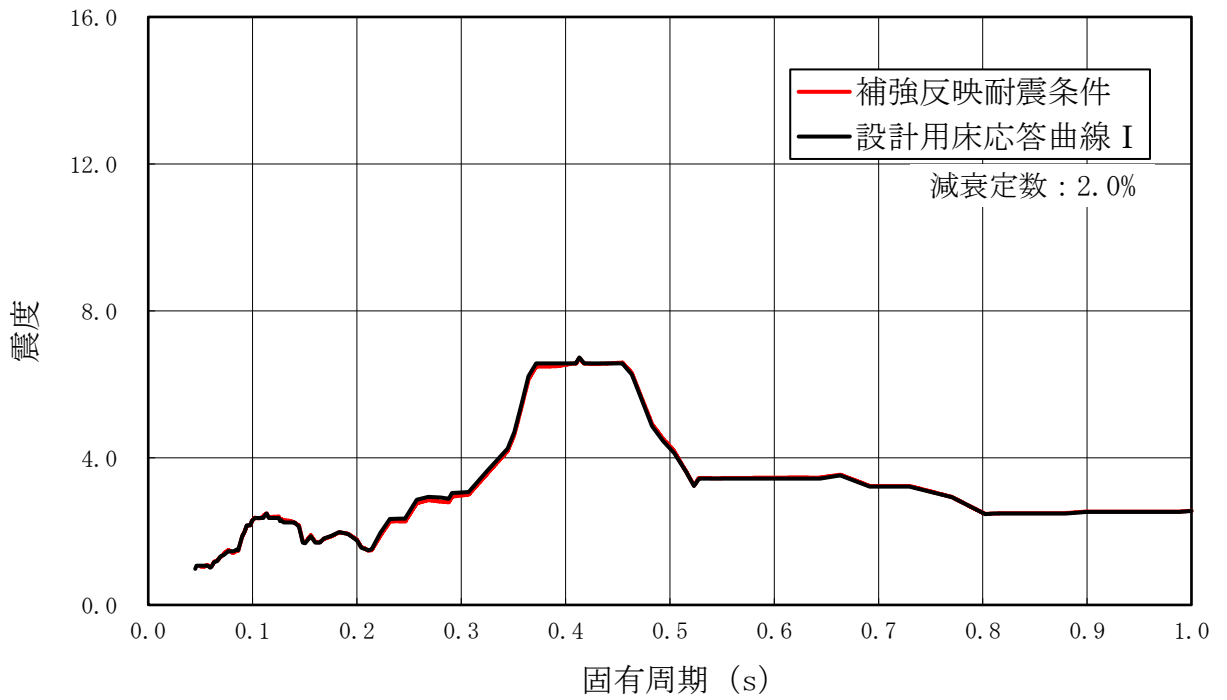


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 12.3m）（6/10）

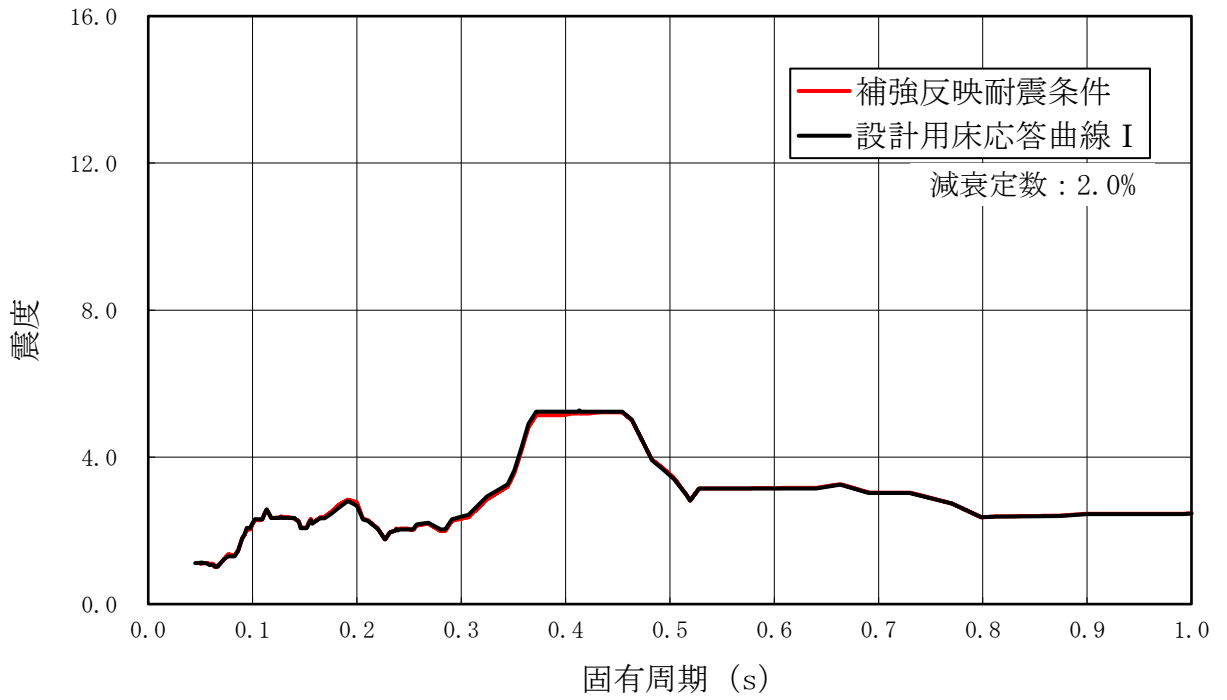


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. 4.8m）(7/10)

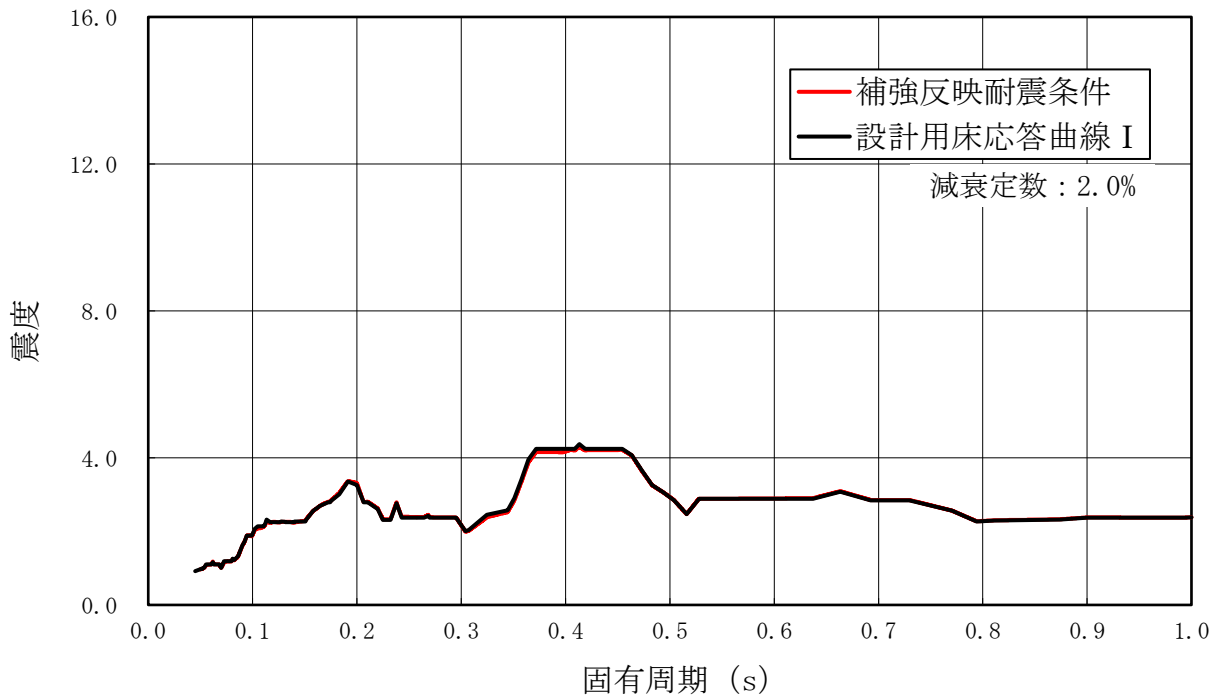


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. -1.7m）(8/10)

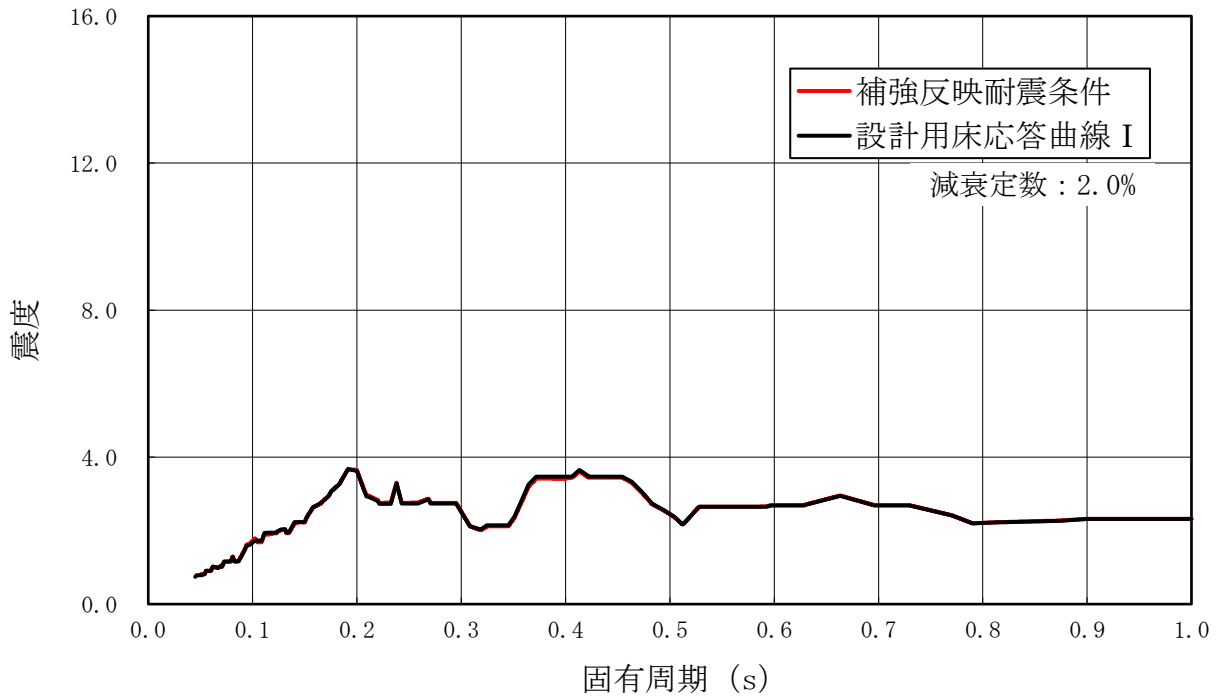


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. -8.2m）(9/10)

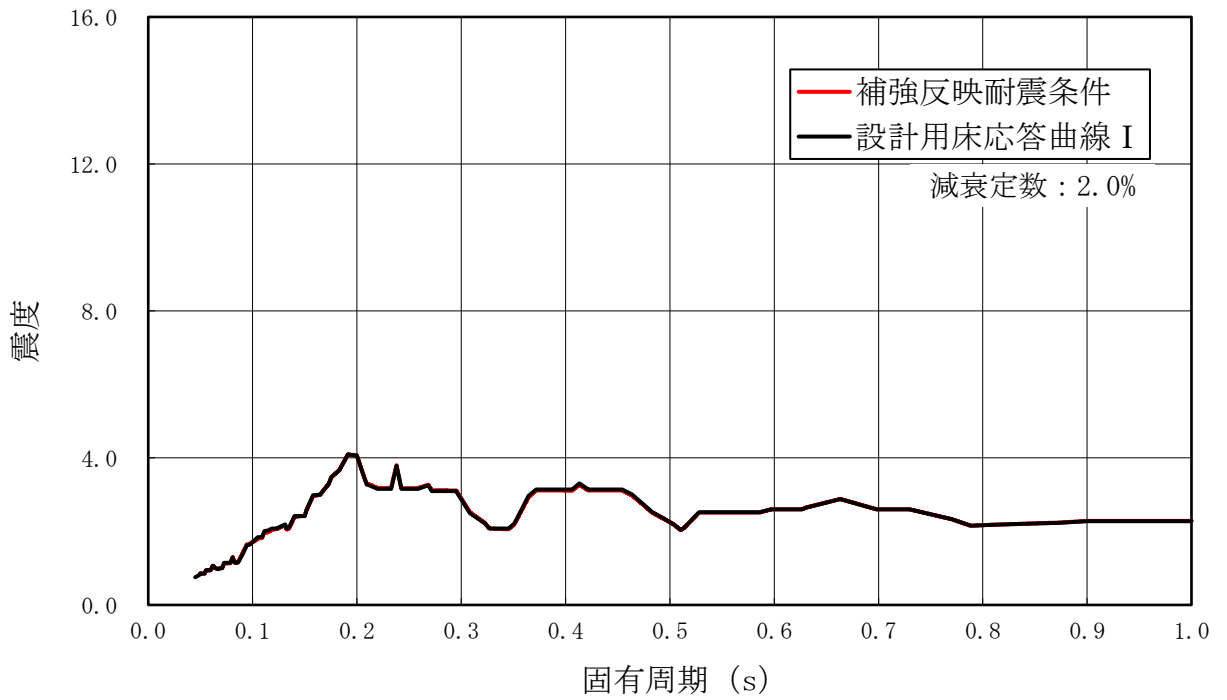


図 4-15 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，水平方向，T.M.S.L. -13.7m）(10/10)

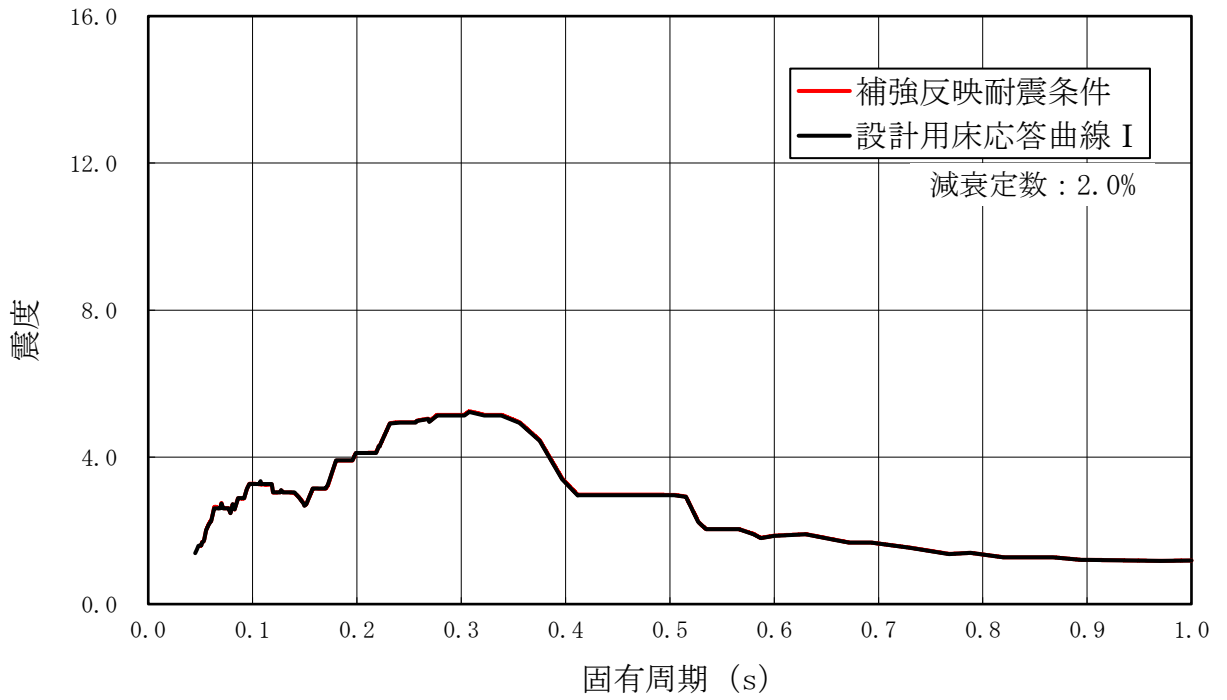


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 49.7m）(1/10)

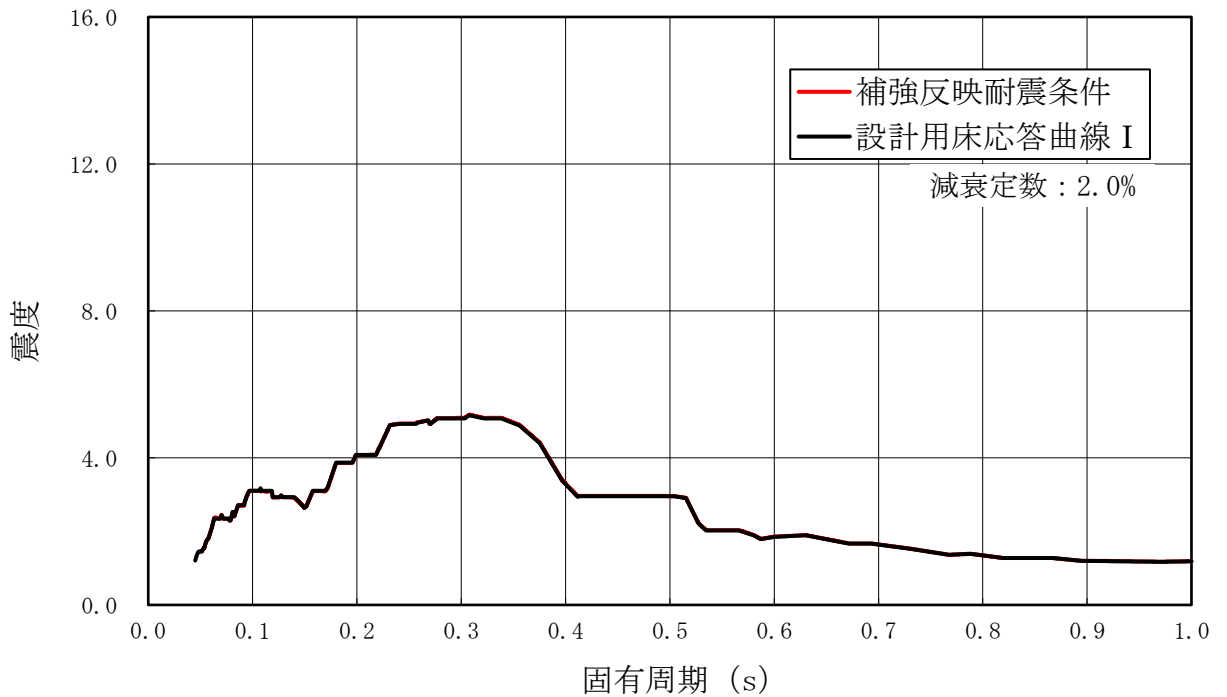


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 38.2m）(2/10)

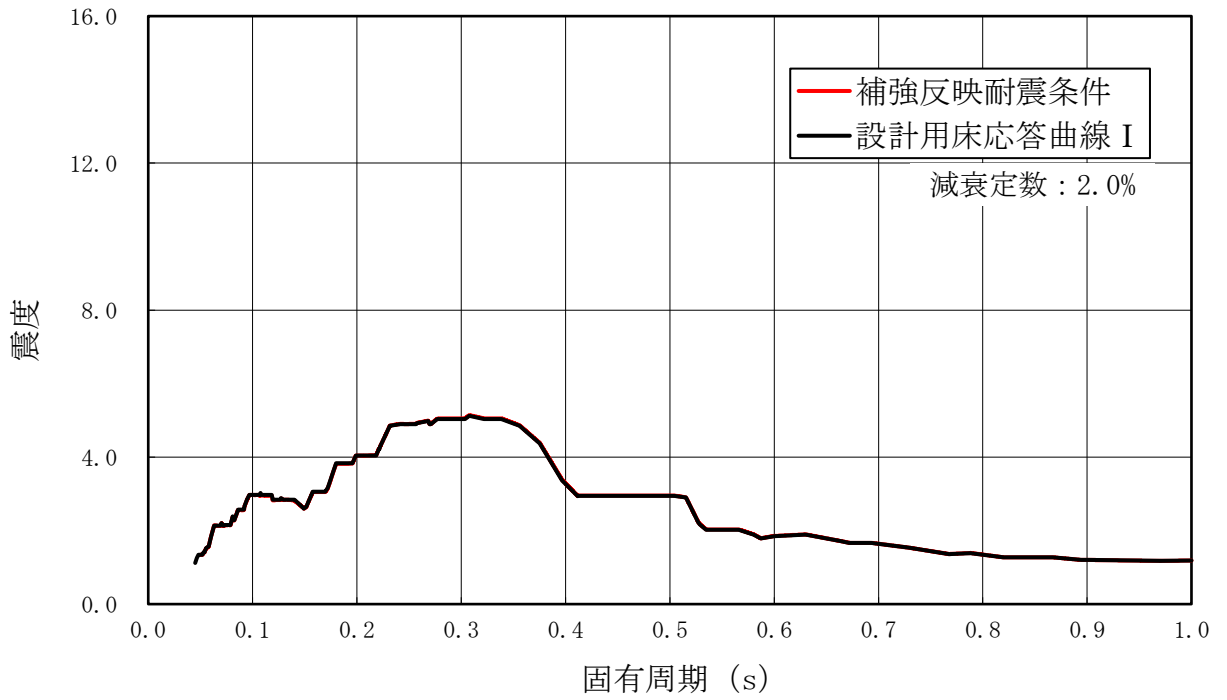


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 31.7m）(3/10)

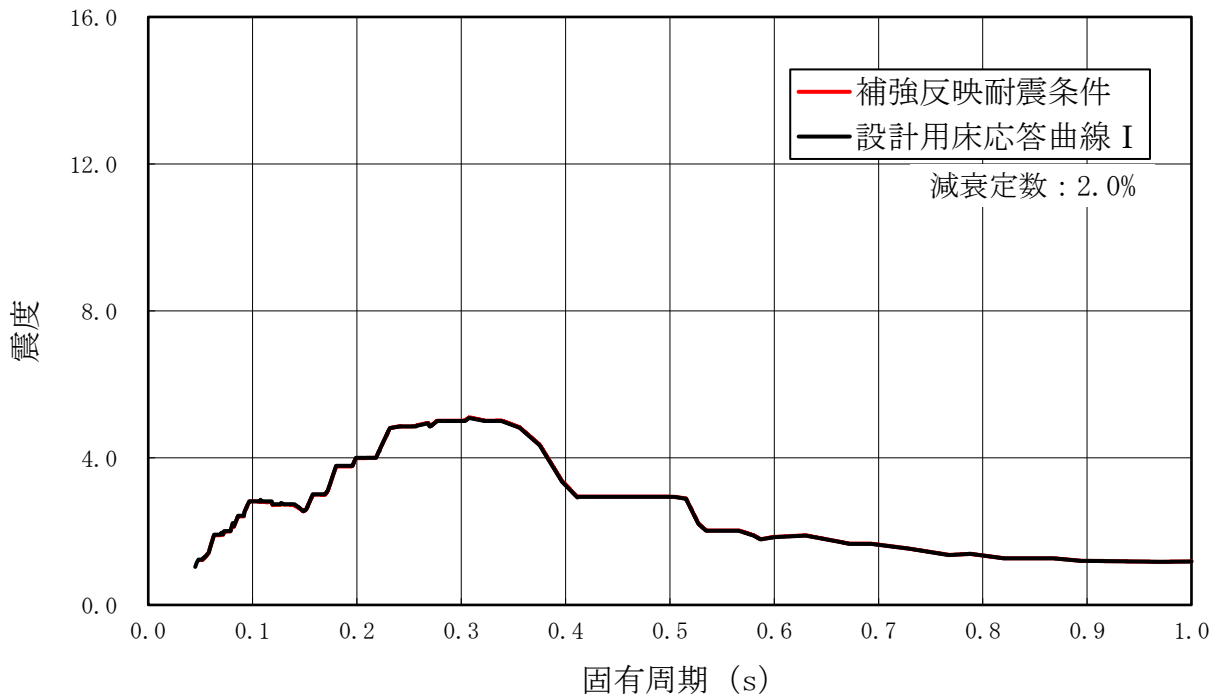


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 23.5m）(4/10)

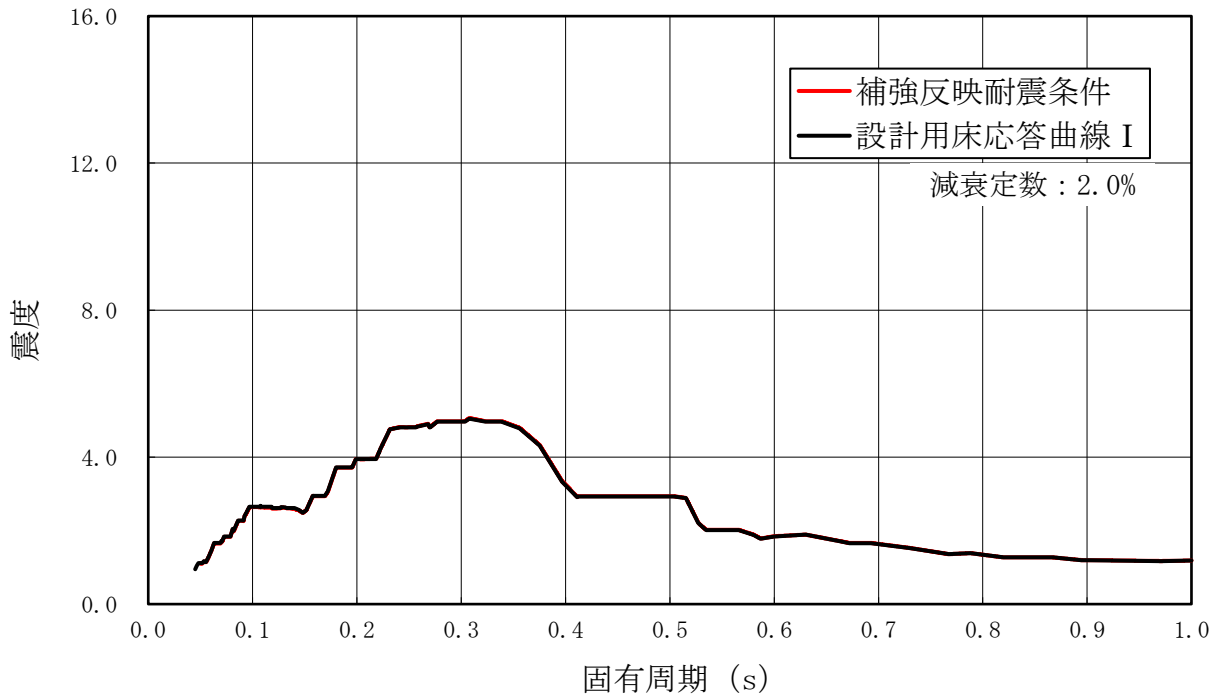


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 18.1m）(5/10)

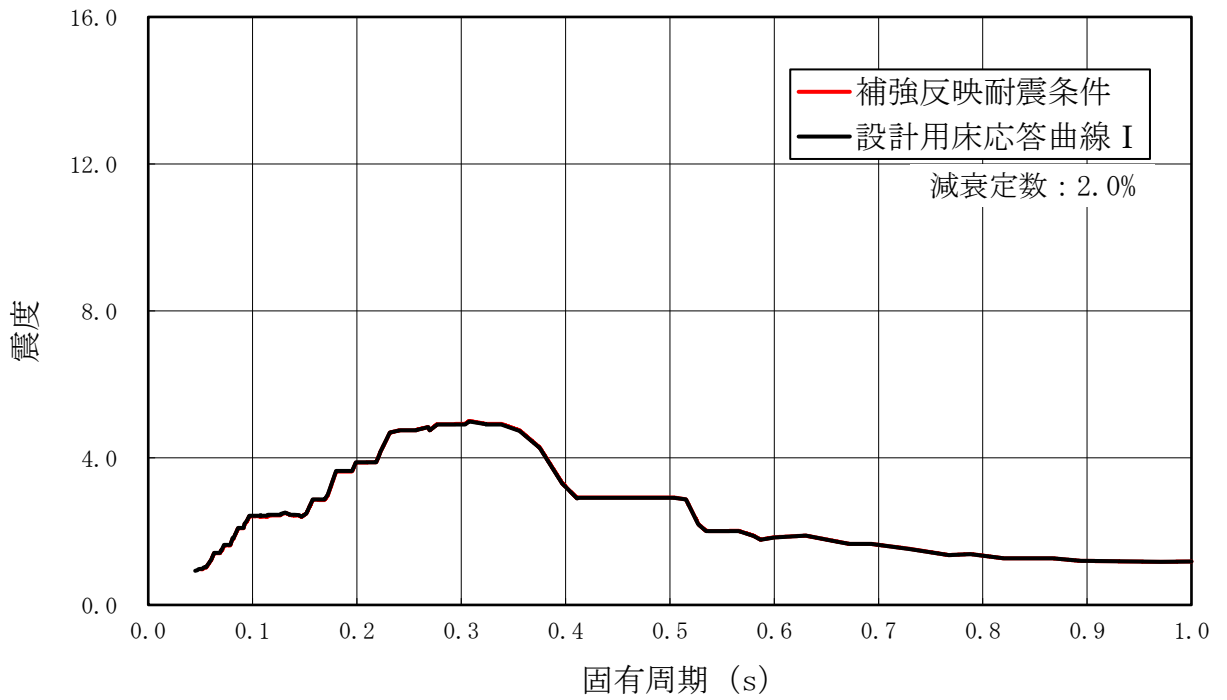


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 12.3m）(6/10)

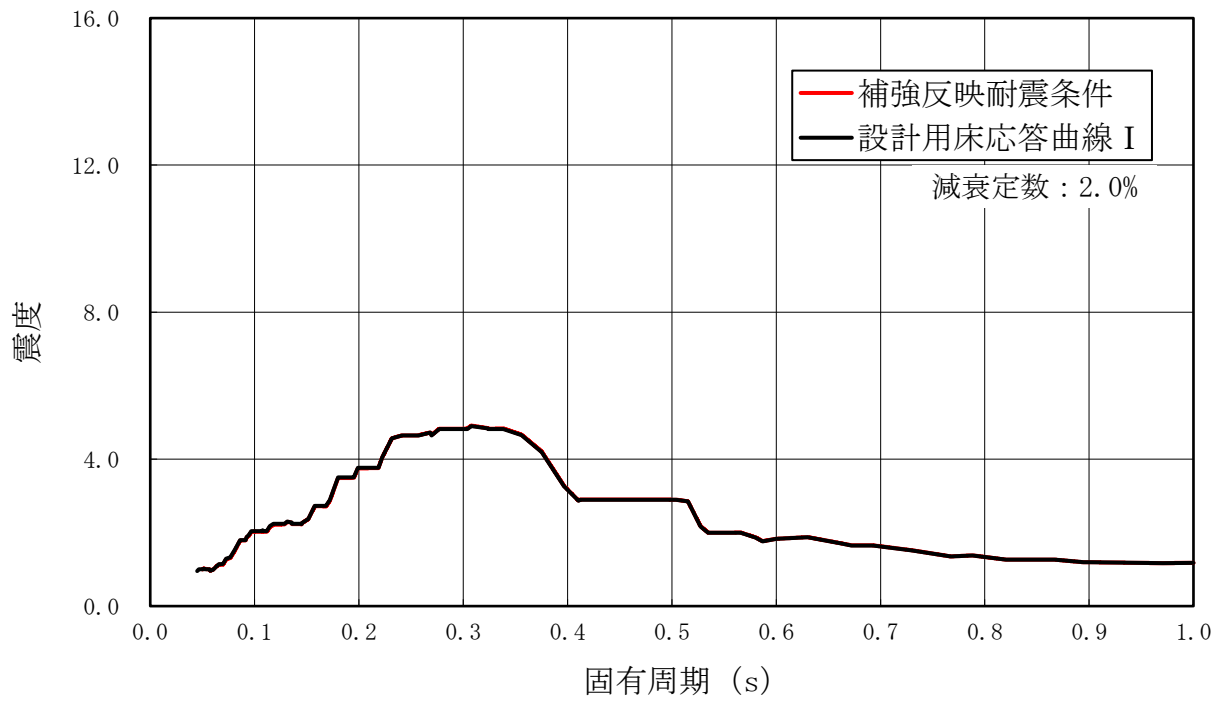


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. 4.8m）(7/10)

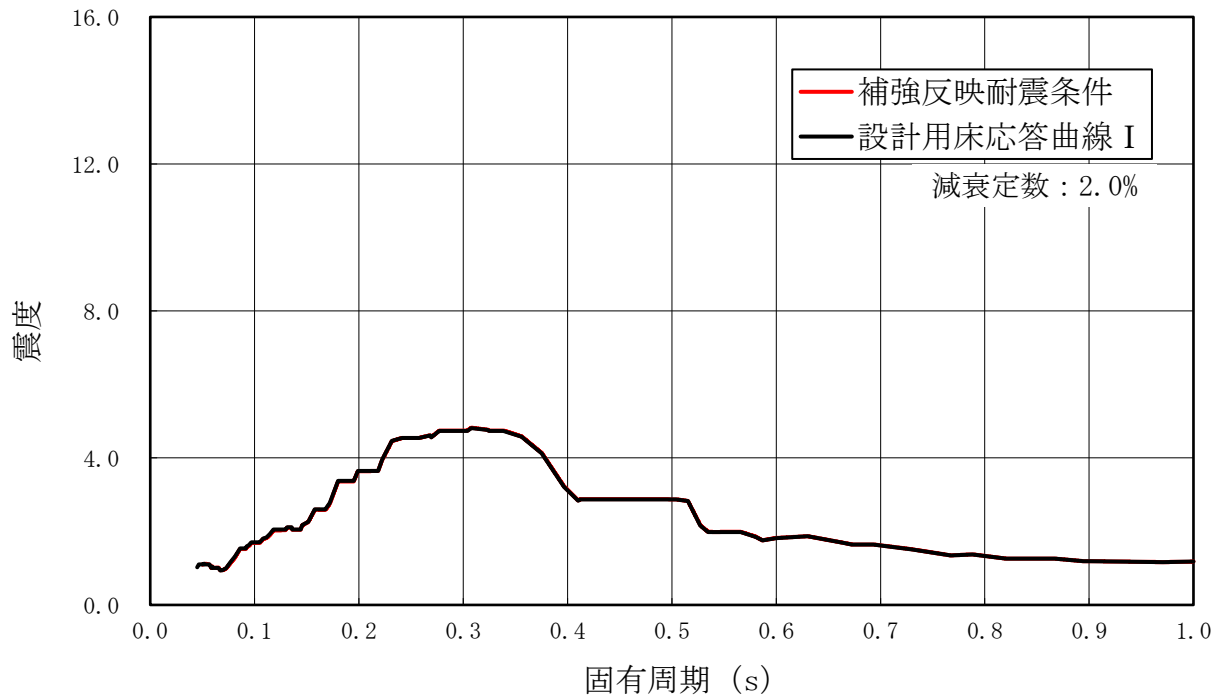


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. -1.7m）(8/10)

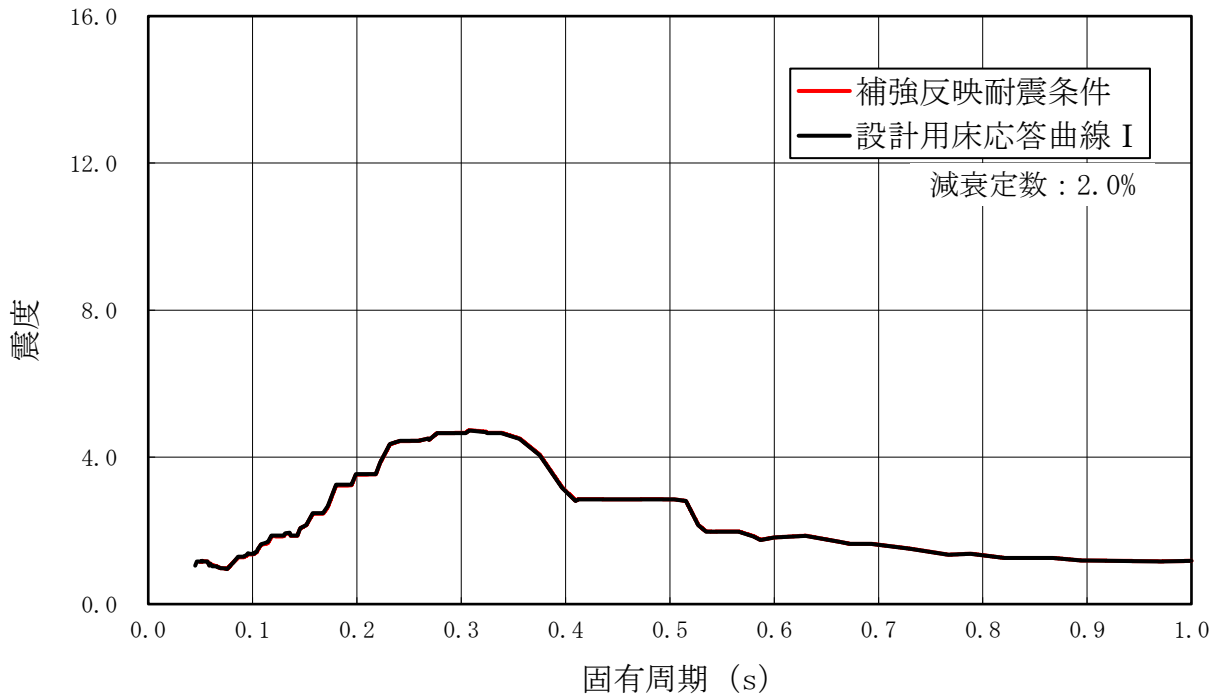


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. -8.2m）(9/10)

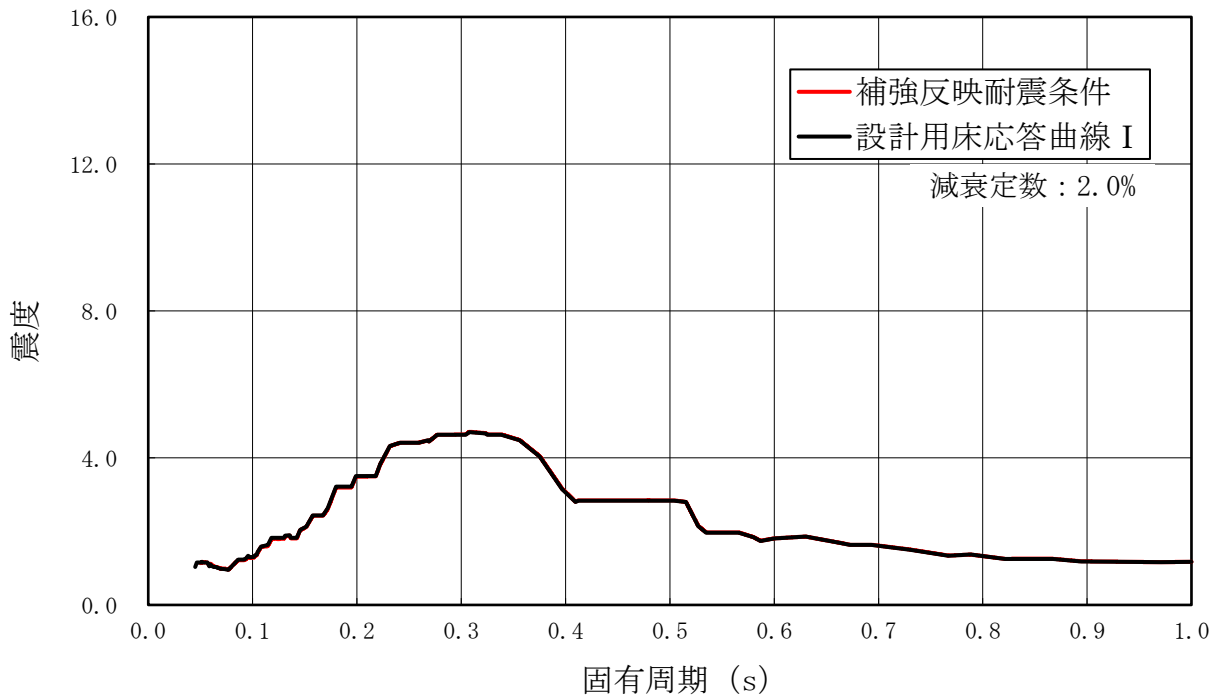


図 4-16 床応答スペクトル（基準地震動 S_s ，鉛直方向，T.M.S.L. -13.7m）(10/10)

4.4.3 影響検討結果

簡易評価で発生値が許容値を超える設備について、補強反映耐震条件を用いた詳細評価結果を表4-14に示す。表4-14より、発生値が許容値を超えないことを確認した。

表4-14 評価結果(1/2)

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果	
			発生値	許容値
復水給水系配管 (FDW-001)	配管本体	一次+二次	359MPa	375MPa
復水給水系配管 (FDW-002)	配管本体	一次+二次	345MPa	375MPa
原子炉冷却材浄化系配管 (CUW-001)	配管本体	一次+二次	492MPa (疲労累積係数： 0.0672)	366MPa (疲労累積係数： 1.0)
原子炉冷却材浄化系配管 (CUW-002)	配管本体	一次+二次	432MPa (疲労累積係数： 0.0392)	366MPa (疲労累積係数： 1.0)
主蒸気系配管 (MS-001)	配管本体	一次+二次	566MPa (疲労累積係数： 0.5512)	278MPa (疲労累積係数： 1.0)
主蒸気系配管 (MS-002)	配管本体	一次+二次	577MPa (疲労累積係数： 0.3206)	375MPa (疲労累積係数： 1.0)
主蒸気系配管 (MS-003)	配管本体	一次+二次	461MPa (疲労累積係数： 0.2000)	278MPa (疲労累積係数： 1.0)
主蒸気系配管 (MS-004)	配管本体	一次+二次	469MPa (疲労累積係数： 0.2573)	278MPa (疲労累積係数： 1.0)
主蒸気系配管 (HPINMS-03)	配管本体	一次+二次	220MPa	300MPa
主蒸気系配管 (HPINMS-05)	配管本体	一次+二次	216MPa	300MPa
残留熱除去系熱交換器	胴板	一次+二次	548MPa (疲労累積係数： 0.3100)	482MPa (疲労累積係数： 1.0)
残留熱除去系配管 (RHR-002)	配管本体	一次+二次	479MPa (疲労累積係数： 0.2377)	366MPa (疲労累積係数： 1.0)
残留熱除去系配管 (RHR-005)	配管本体	一次+二次	396MPa (疲労累積係数： 0.1154)	366MPa (疲労累積係数： 1.0)
残留熱除去系配管 (RHR-012)	配管本体	一次+二次	378MPa	418MPa

表 4-14 評価結果(2/2)

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果	
			発生値	許容値
残留熱除去系配管 (RHR-018)	配管本体	一次+二次	370MPa	418MPa
高压炉心注水系配管 (HPCF-001)	配管本体	一次+二次	470MPa (疲労累積係数： 0.0462)	282MPa (疲労累積係数： 1.0)
高压炉心注水系配管 (HPCF-002)	配管本体	一次+二次	436MPa (疲労累積係数： 0.1703)	366MPa (疲労累積係数： 1.0)
高压炉心注水系配管 (HPCF-008)	配管本体	一次+二次	344MPa	356MPa
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-003)	配管本体	一次+二次	341MPa	364MPa
低压代替注水系配管 (KMUWC-201)	配管本体	一次+二次	383MPa (疲労累積係数： 0.3780)	382MPa (疲労累積係数： 1.0)
低压代替注水系配管 (MUWC-002)	配管本体	一次+二次	326MPa	398MPa
原子炉補機冷却系配管 (RCW-A02)	配管本体	一次+二次	696MPa (疲労累積係数： 0.5827)	446MPa (疲労累積係数： 1.0)
原子炉補機冷却系配管 (RCW-A12)	配管本体	一次+二次	510MPa (疲労累積係数： 0.1983)	432MPa (疲労累積係数： 1.0)
原子炉補機冷却系配管 (RCW-015)	配管本体	一次+二次	469MPa (疲労累積係数： 0.8708)	466MPa (疲労累積係数： 1.0)
下部ドライウェルアクセス トンネルスリーブ及び鏡板 (機器搬入用ハッチ付)	ガセット プレート (内側)	せん断応力度	152MPa	156MPa
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-008)	配管本体	一次+二次	197MPa	240MPa

5. まとめ

設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量の増加分を考慮した「補強反映モデル」を用いて基準地震動 Ss-1 に対する地震応答解析を実施し、「今回設工認モデル」と「補強反映モデル」の最大応答値は「今回設工認モデル」の結果と概ね整合しており、材料物性の不確かさ等を考慮した設計用地震力に応答比率を考慮した場合においても、原子炉建屋の耐震性が確保されることを確認した。