

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7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7添-2-015 改2
提出年月日	2020年4月3日

V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書

2020年4月

東京電力ホールディングス株式会社

V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書

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

1. 概要

本資料は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」及びV-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V-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、V-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。

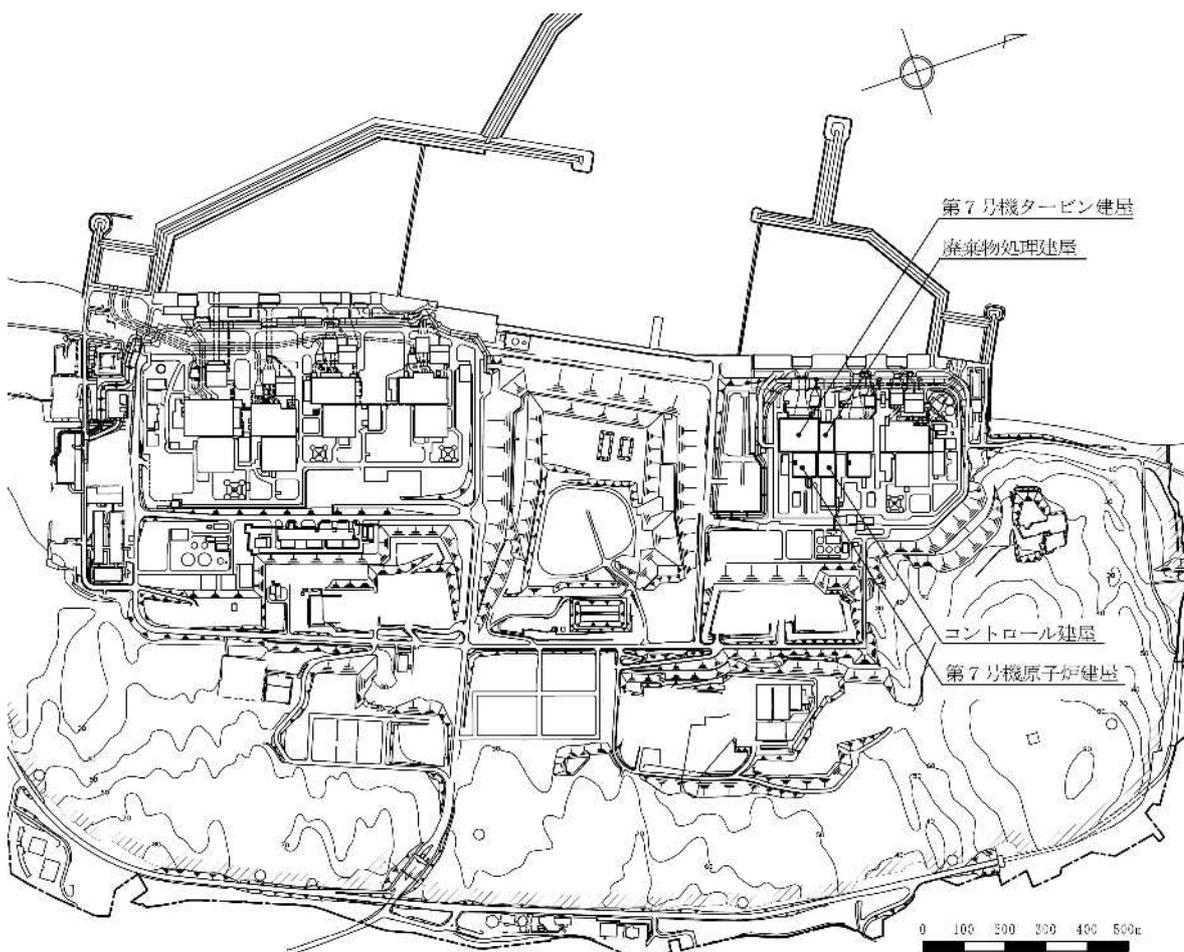


図2-1 原子炉建屋の設置位置

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。

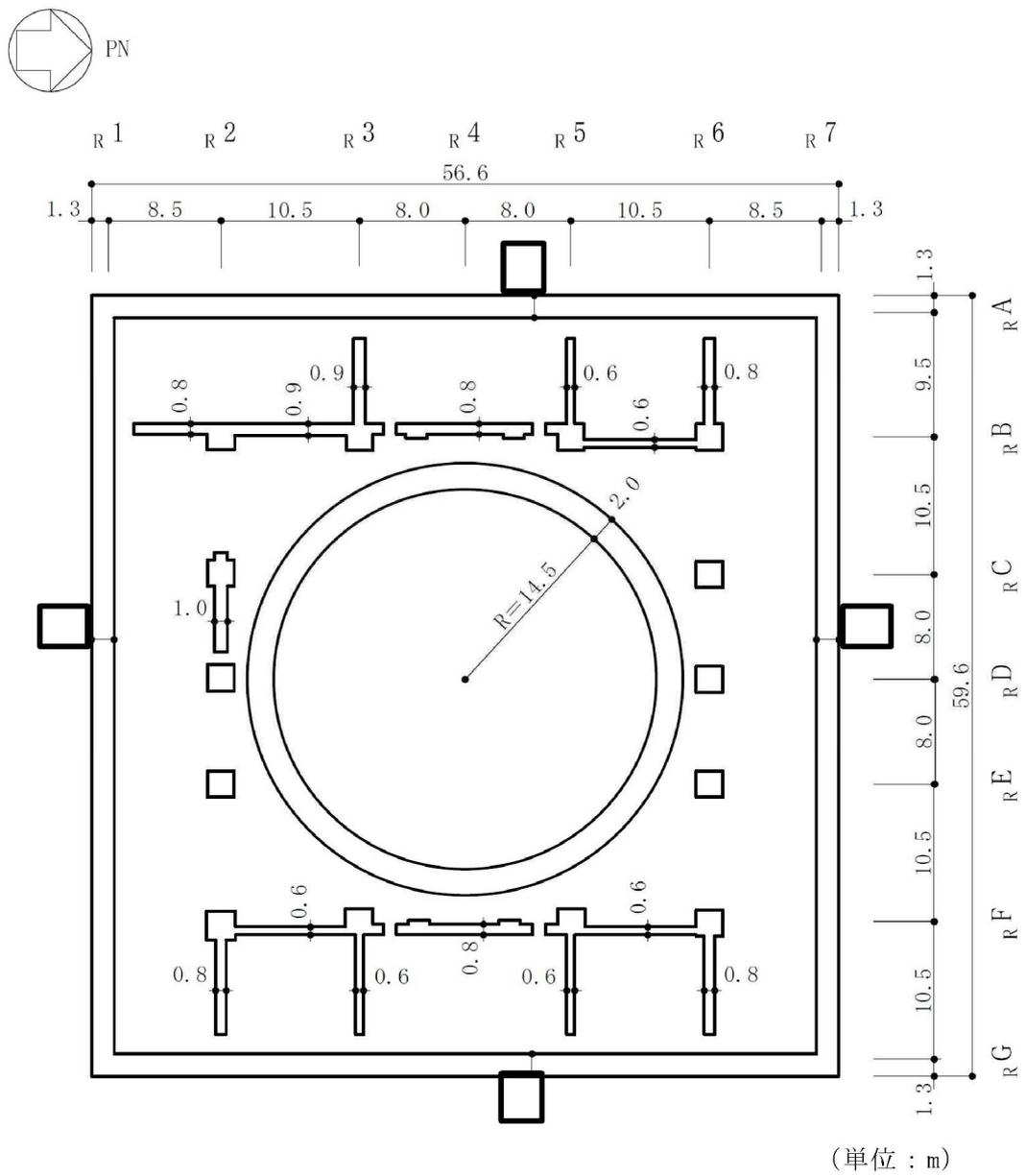
原子炉建屋の平面は、地下部分では56.6m（NS方向）×59.6m（EW方向）、最上階は39.0m（NS方向）×59.6m（EW方向）である。基礎スラブ底面からの高さは63.4mであり、地上高さは37.7mである。なお、原子炉建屋の屋根部分には主排気筒が設置されている。また、原子炉建屋は隣接する他の建屋と構造的に分離している。

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マンメイドロックを介して設置している。

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。

K7 ① V-2-2-1 R0



(単位：m)

注：東京湾平均海面（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)

K7 ① V-2-2-1 R0

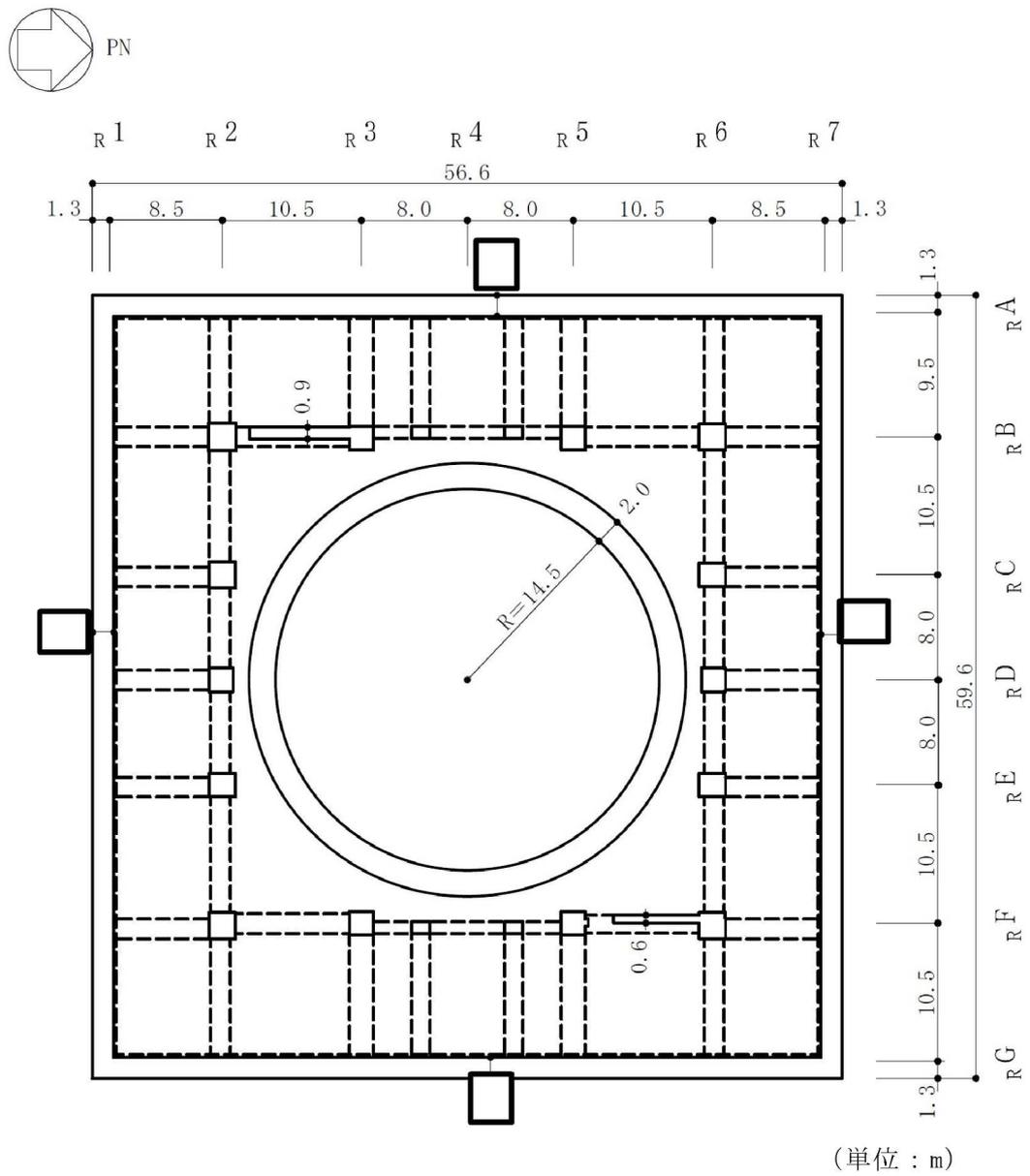


図2-2 原子炉建屋の概略平面図 (B2F, T.M.S.L. -1.7m) (2/9)

K7 ① V-2-2-1 R0

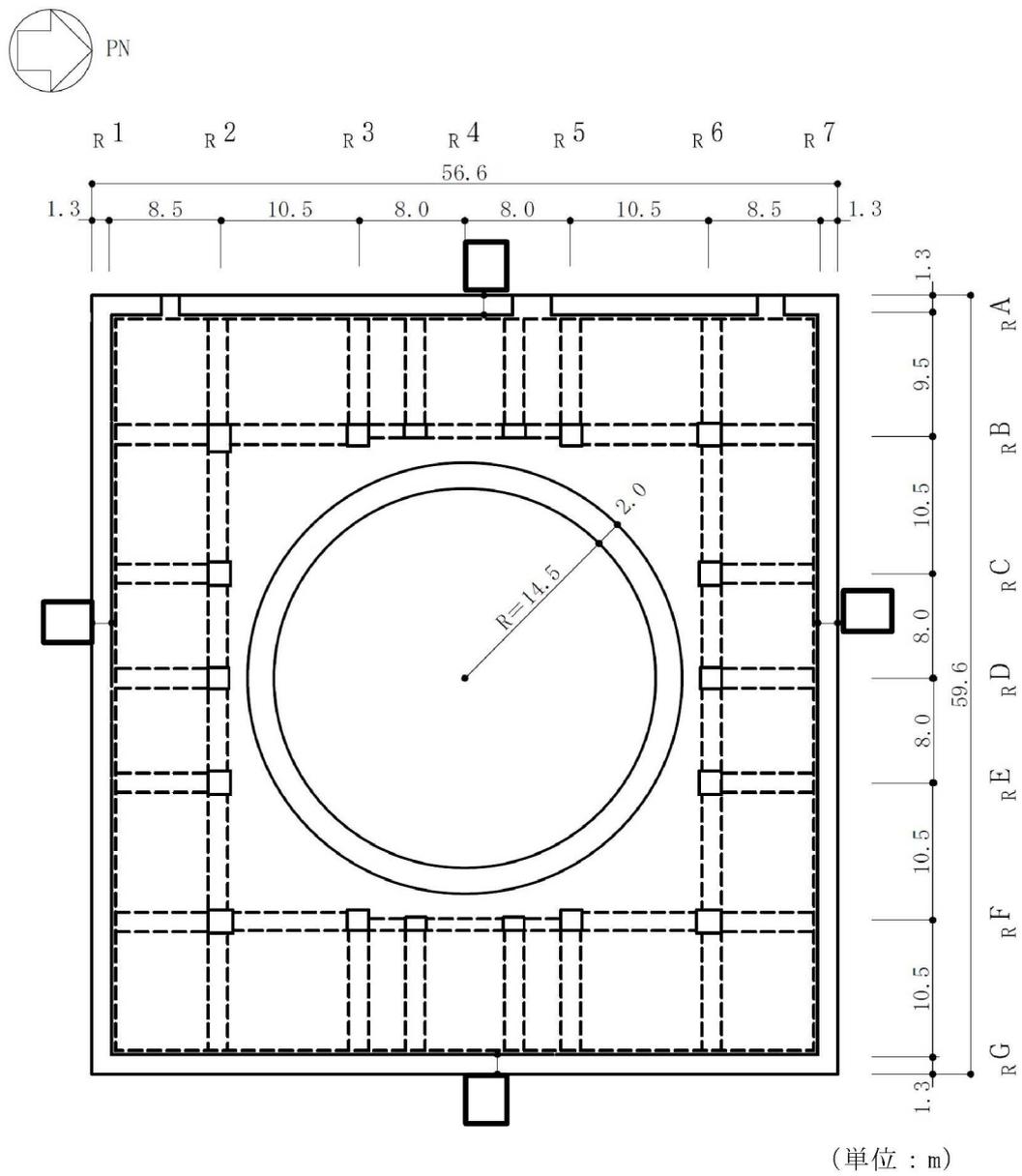


図2-2 原子炉建屋の概略平面図 (B1F, T.M.S.L. 4.8m) (3/9)

K7 ① V-2-2-1 R0

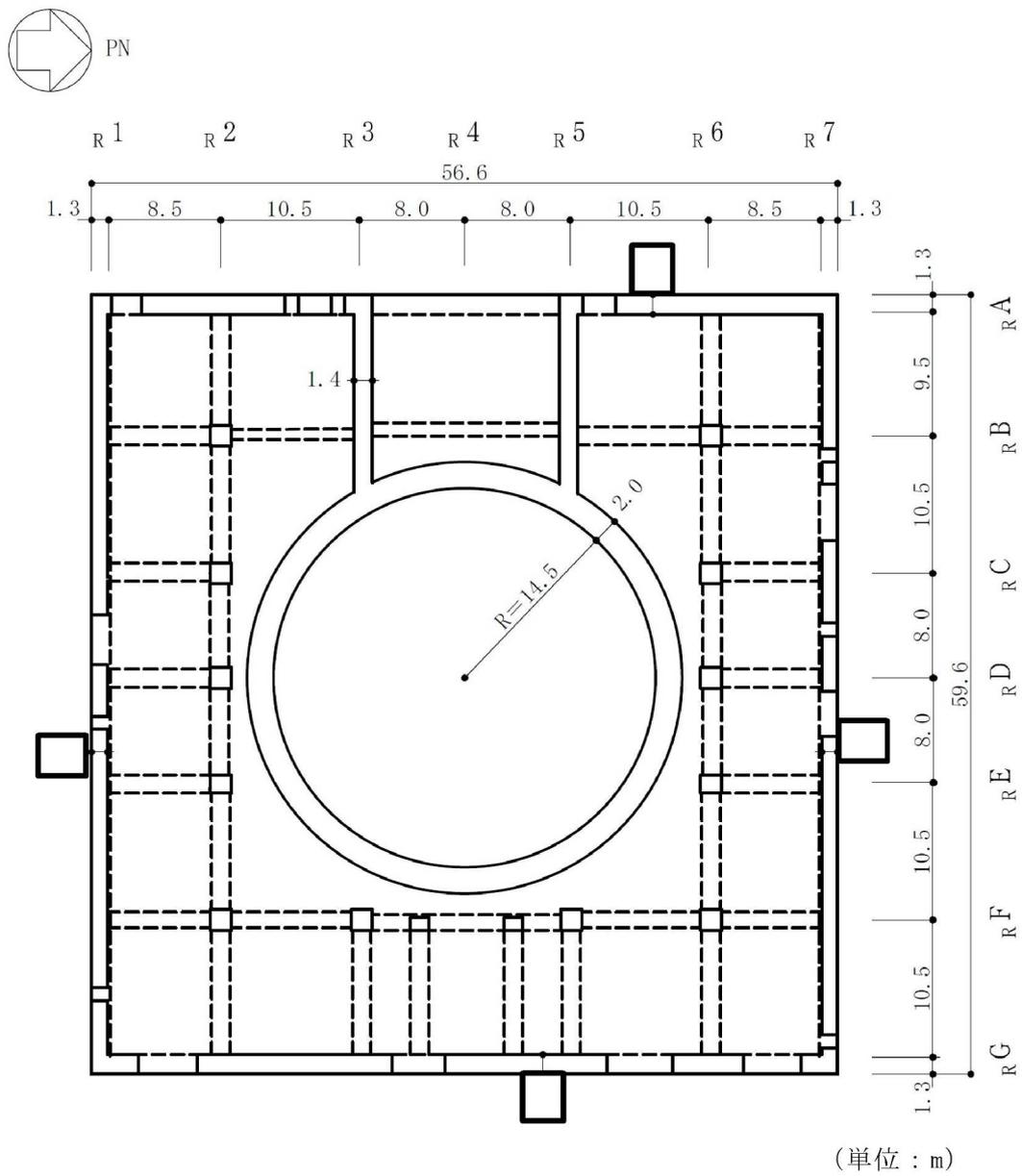


図2-2 原子炉建屋の概略平面図 (1F, T.M.S.L. 12.3m) (4/9)

K7 ① V-2-2-1 R0

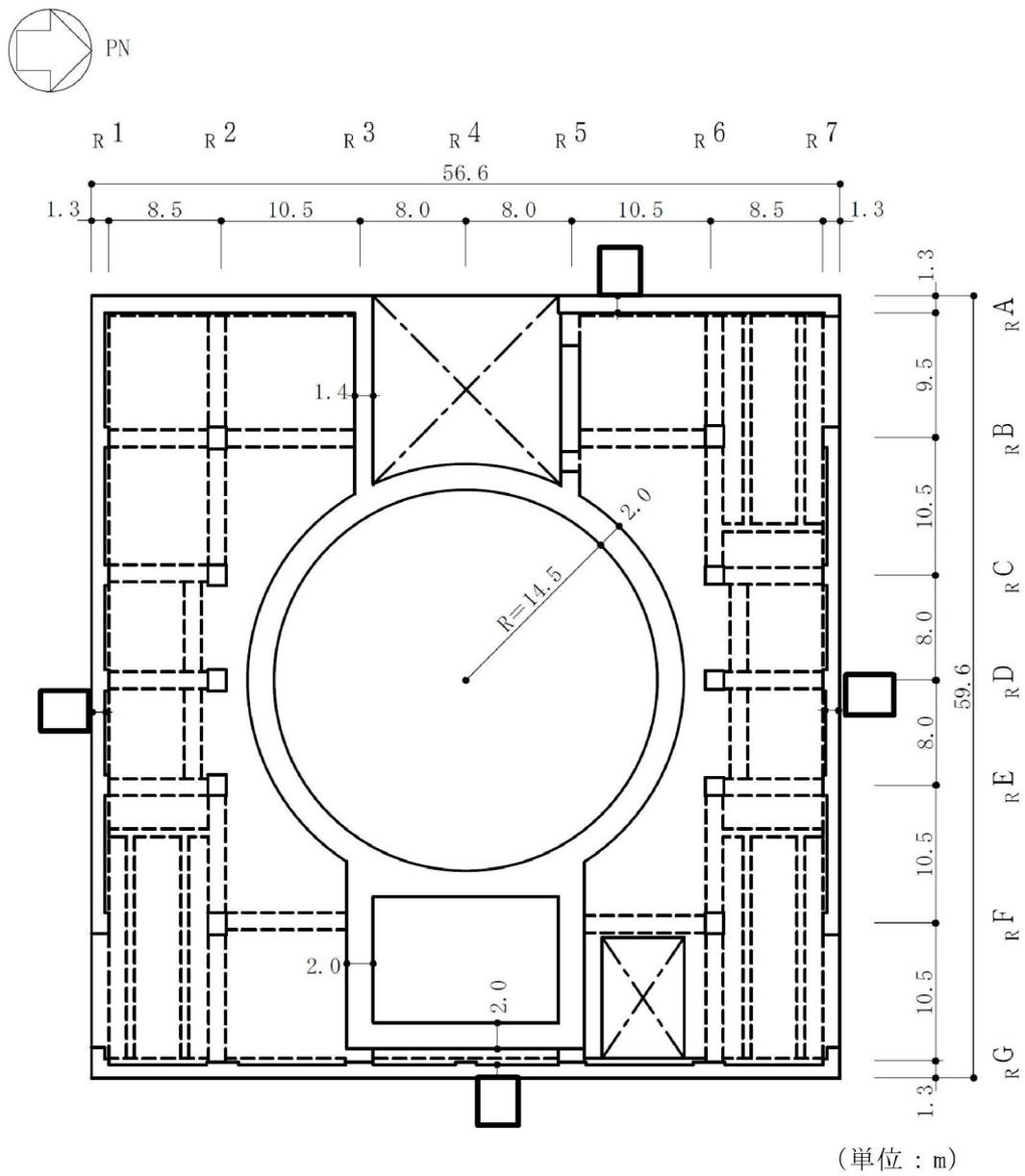
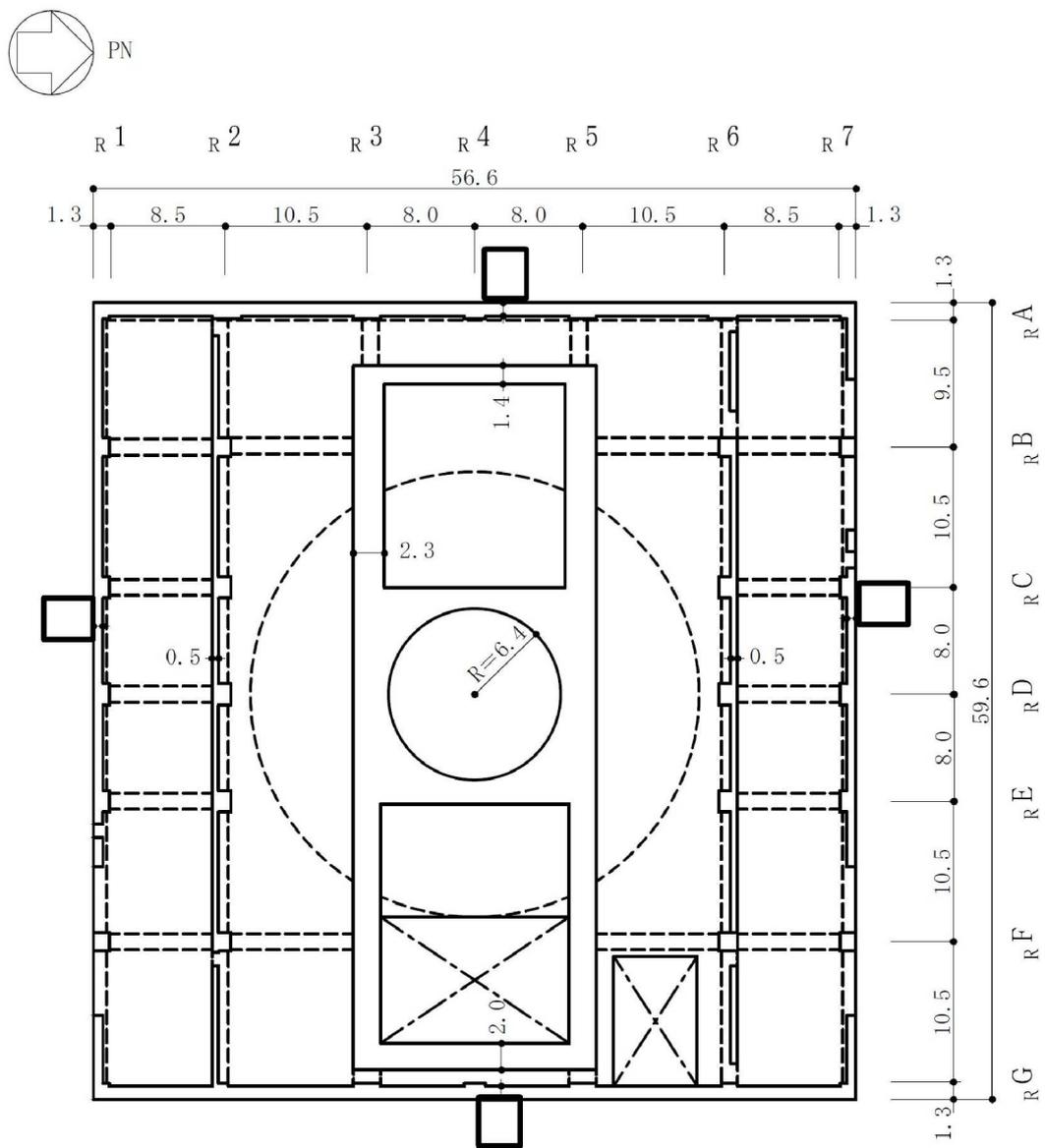


図2-2 原子炉建屋の概略平面図 (2F, T.M.S.L. 18.1m) (5/9)

K7 ① V-2-2-1 R0



(単位 : m)

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

K7 ① V-2-2-1 R0

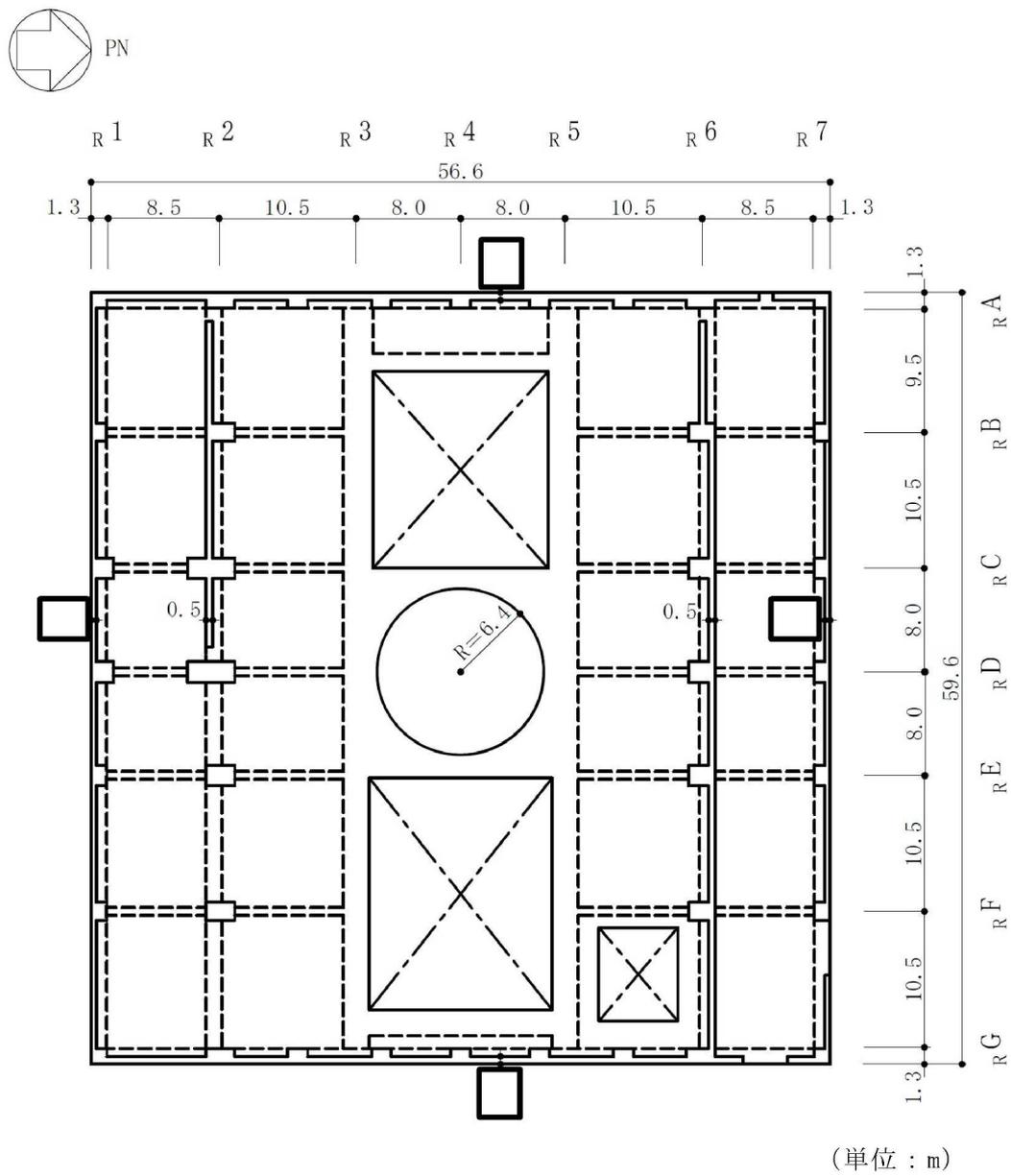


図2-2 原子炉建屋の概略平面図 (4F, T.M.S.L. 31.7m) (7/9)

K7 ① V-2-2-1 R0

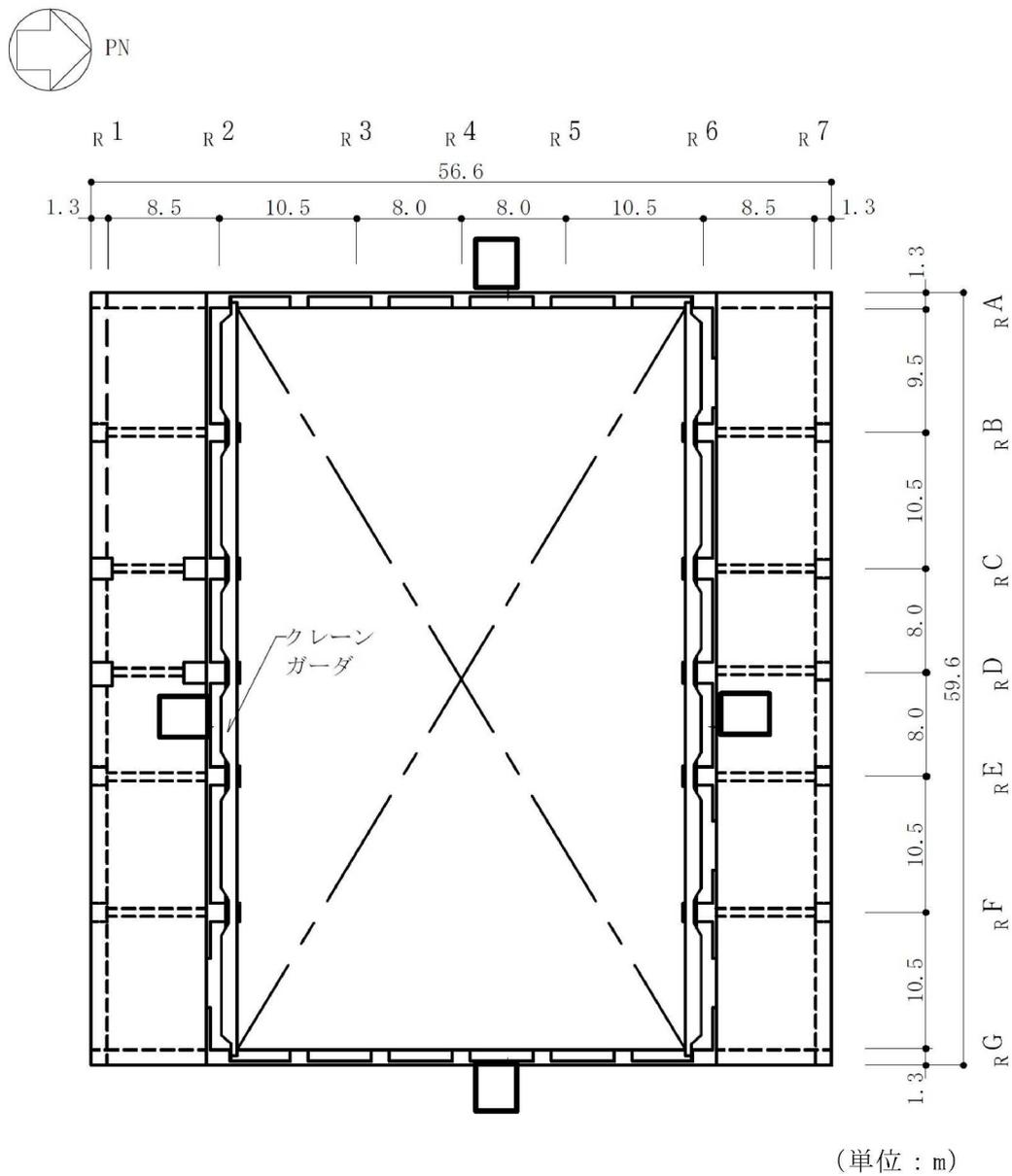
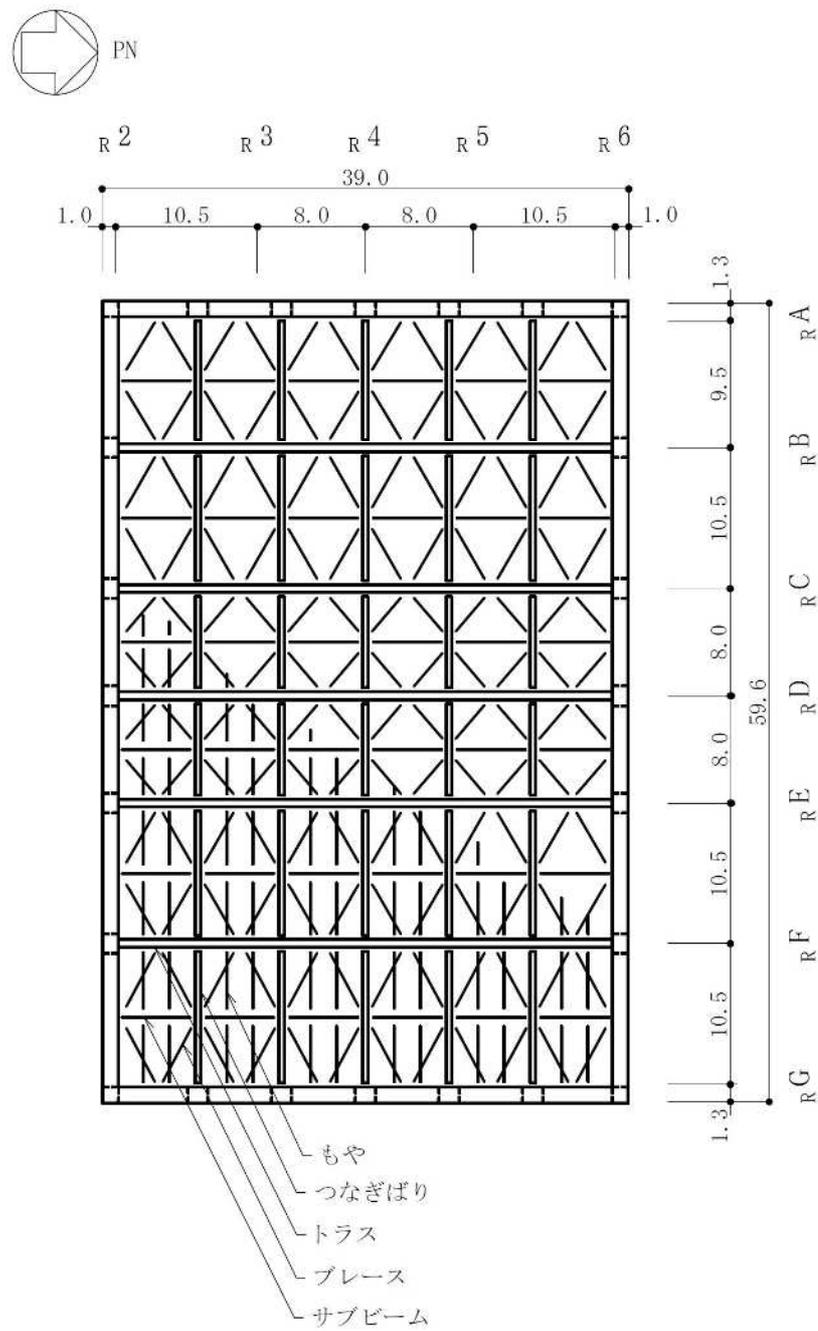


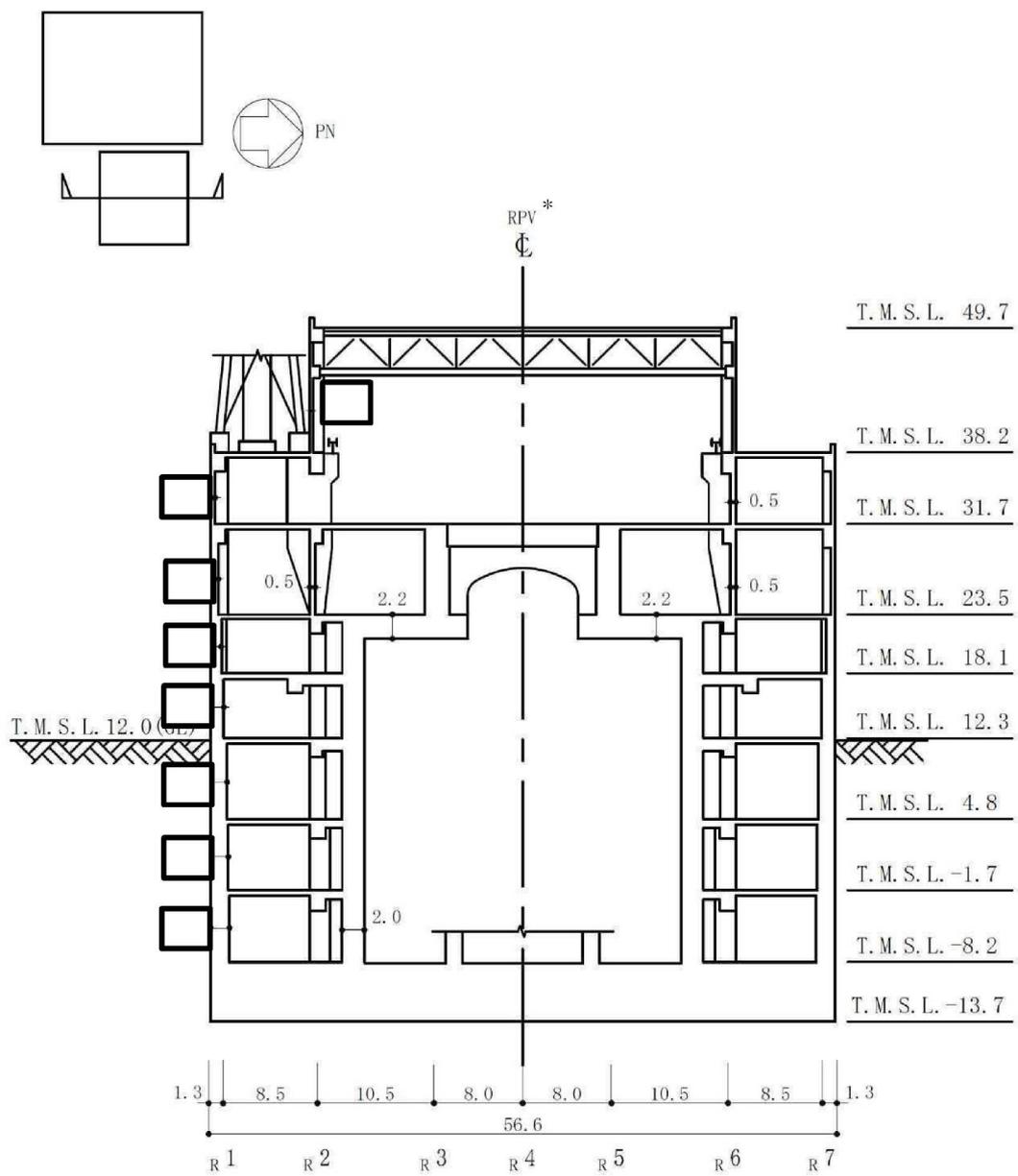
図2-2 原子炉建屋の概略平面図 (CRF, T.M.S.L. 38.2m) (8/9)



(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)

K7 ① V-2-2-1 R0



(単位 : m)

注記* : 原子炉圧力容器 (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)

K7 ① V-2-2-1 R0

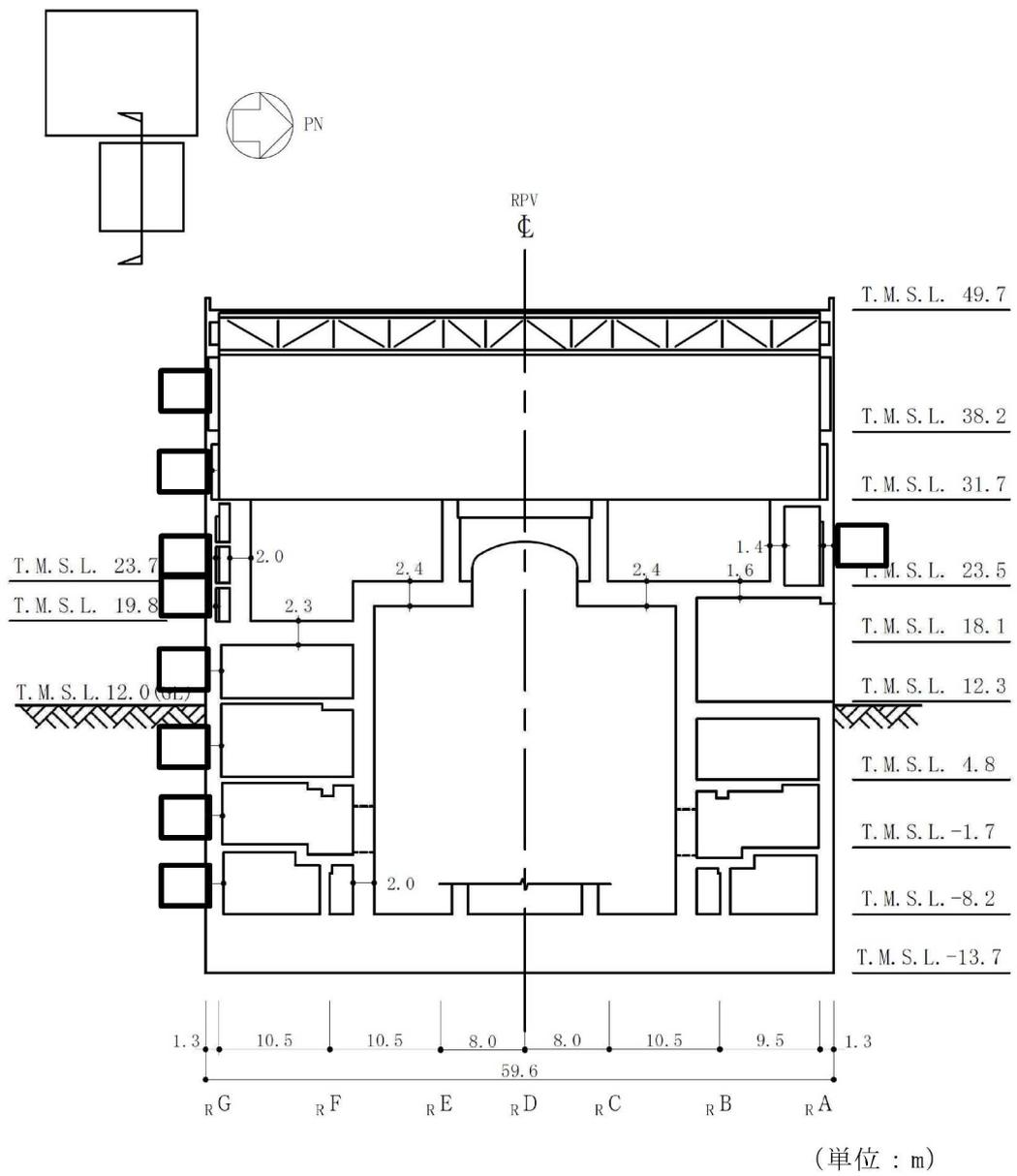


図2-3 原子炉建屋の概略断面図 (EW方向) (2/2)

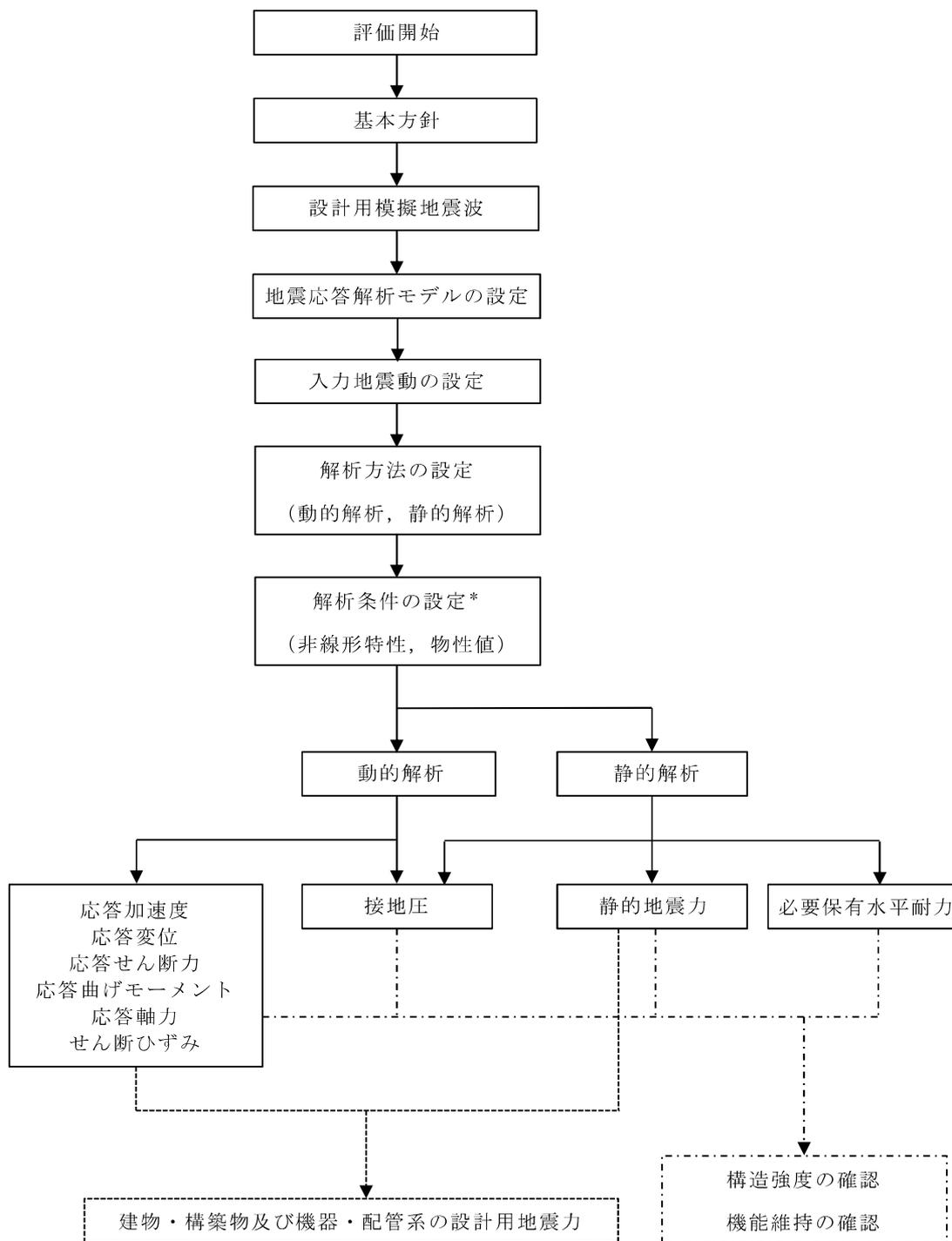
2.3 解析方針

原子炉建屋の地震応答解析は、V-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。

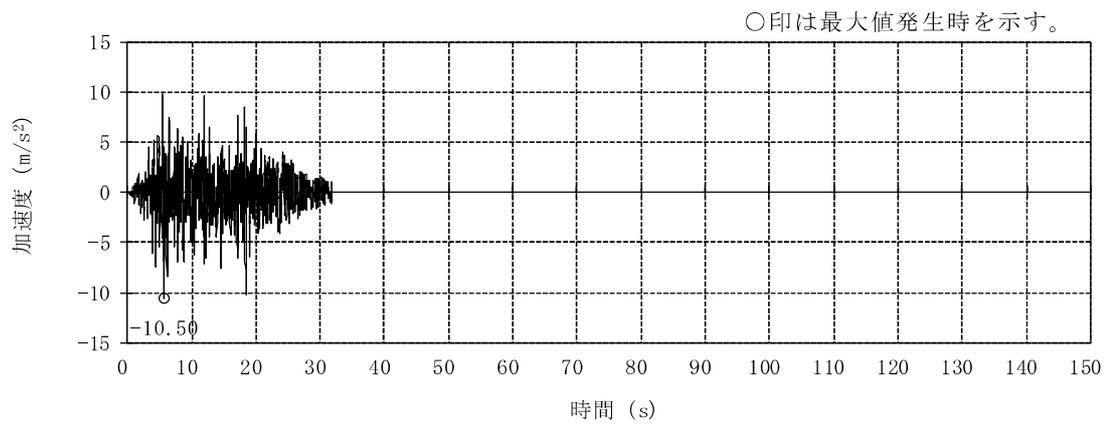
- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999改定)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・ 鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)

3. 解析方法

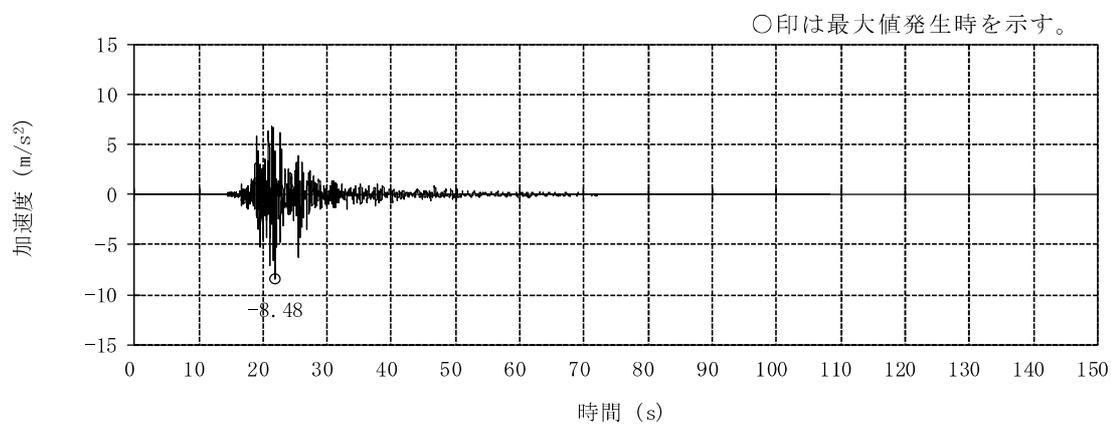
3.1 設計用模擬地震波

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、V-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レベルに想定する設計用模擬地震波を用いることとする。

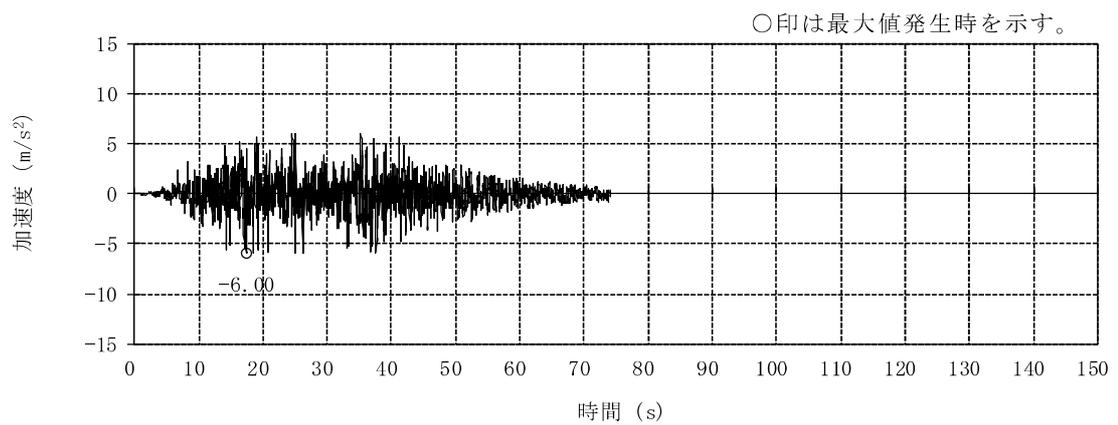
基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d として作成した設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトルを図3-1～図3-8に示す。



(a) S_s-1H

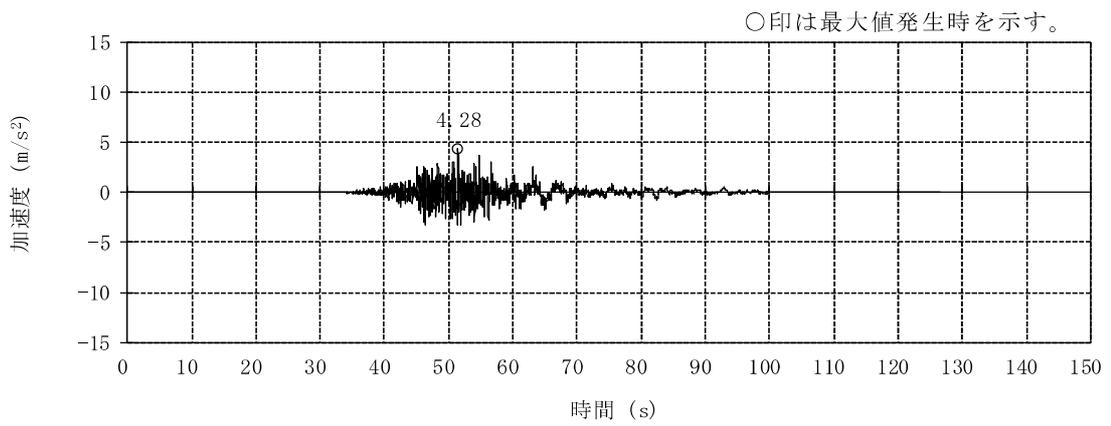


(b) S_s-2NS

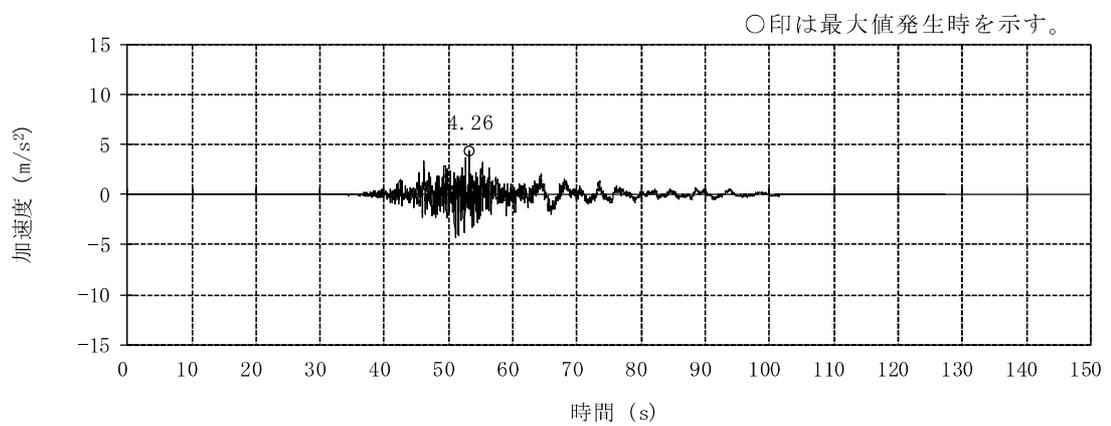


(c) S_s-3H

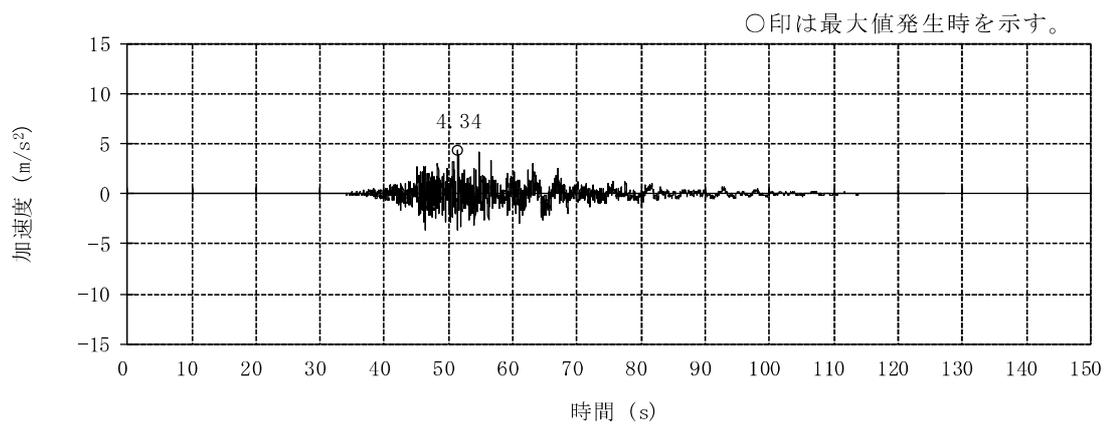
図3-1 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S_s, NS方向) (1/3)



(d) Ss-4NS

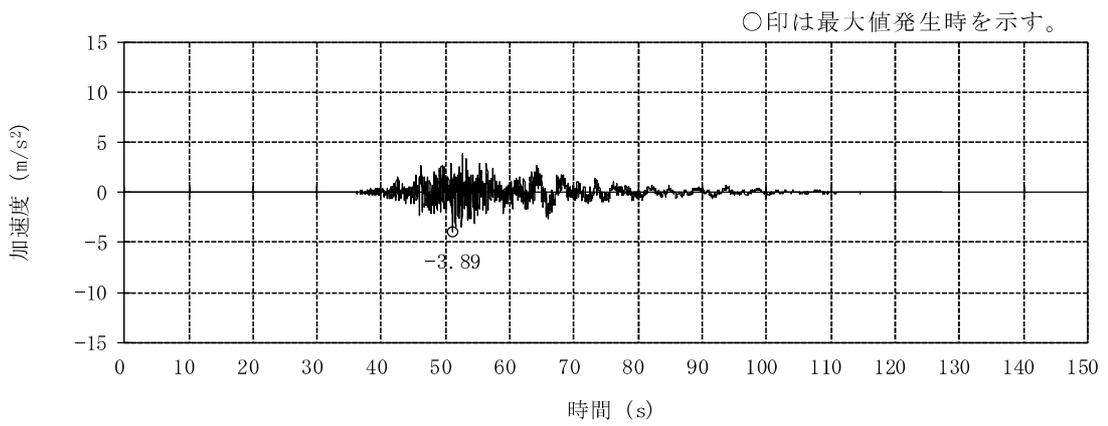


(e) Ss-5NS

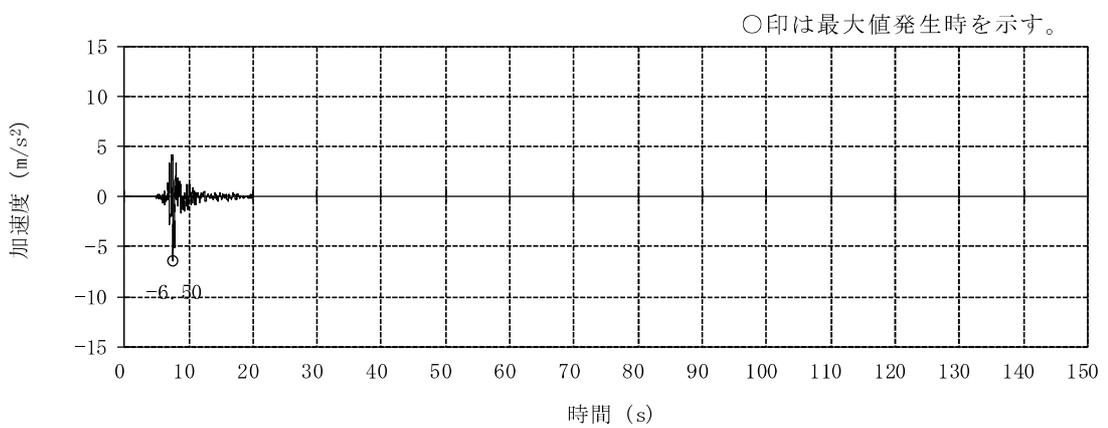


(f) Ss-6NS

図3-1 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，NS方向）（2/3）

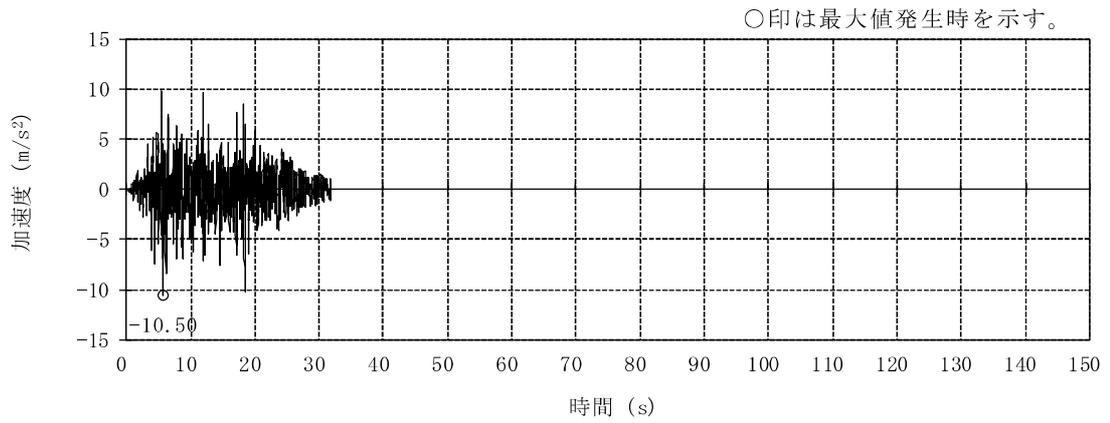


(g) S_s-7NS

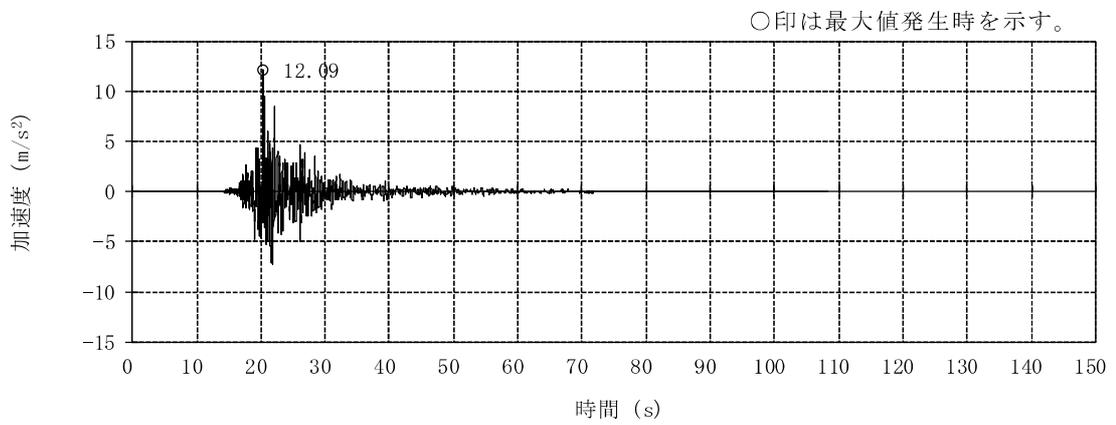


(h) S_s-8H

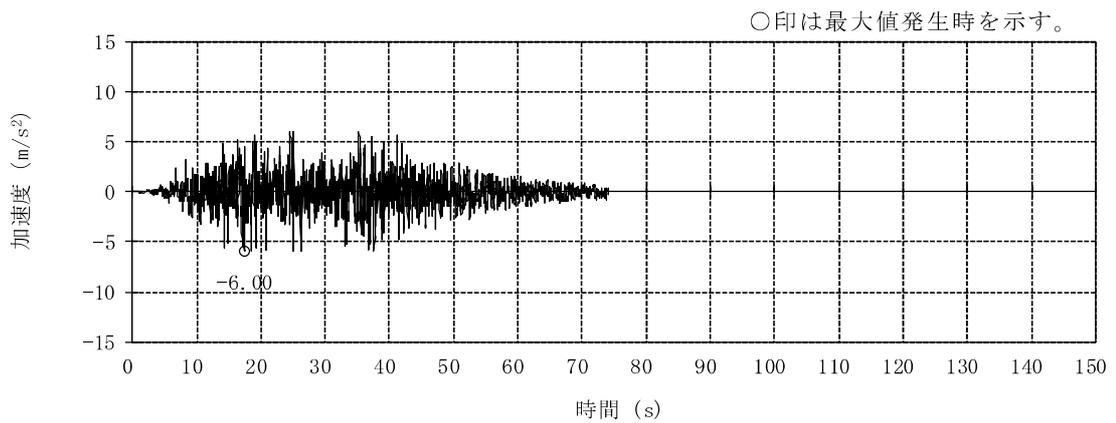
図3-1 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，NS方向）（3/3）



(a) S_s-1H

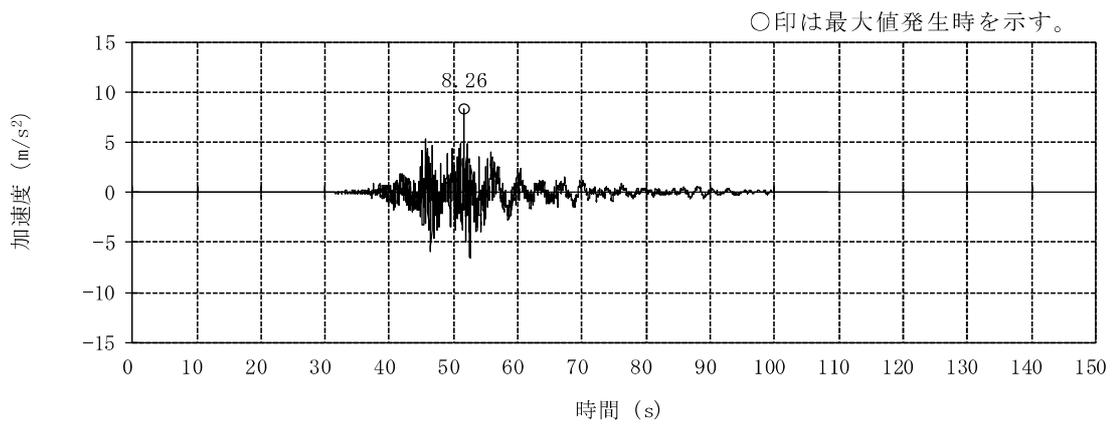


(b) S_s-2EW

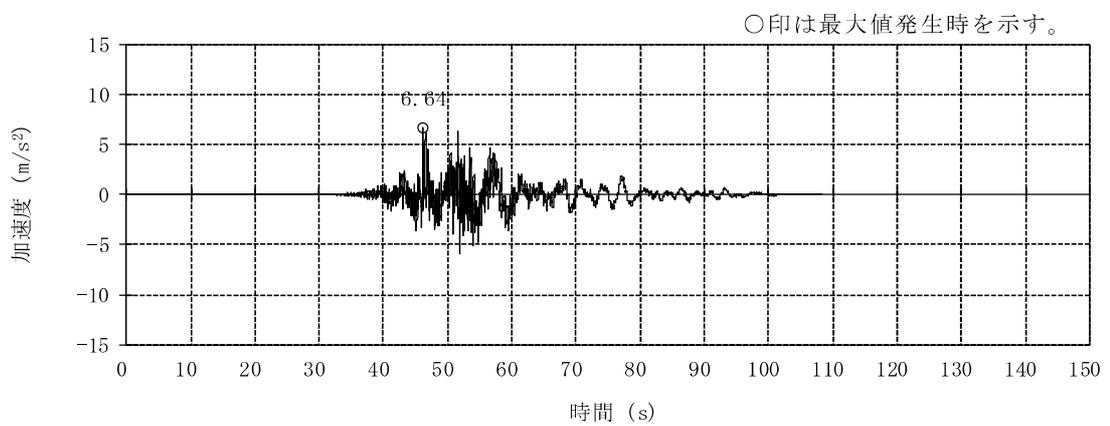


(c) S_s-3H

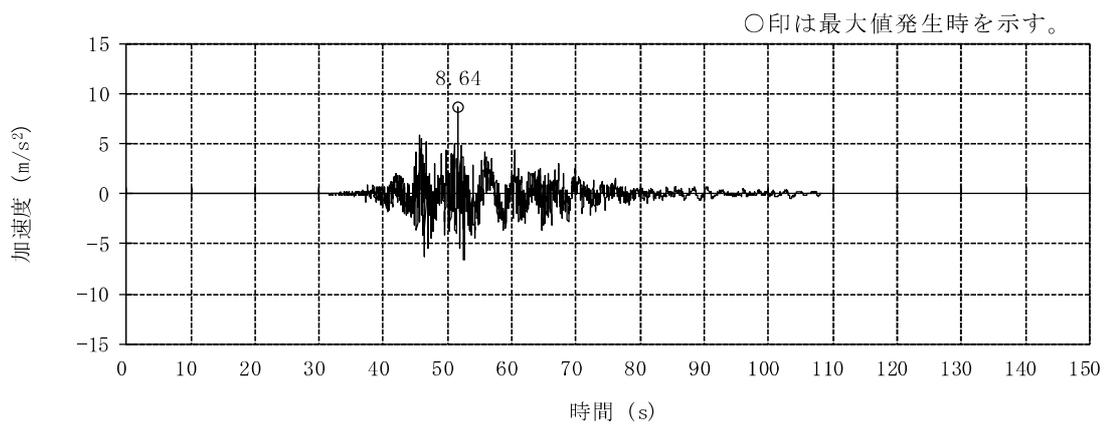
図3-2 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，EW方向）（1/3）



(d) Ss-4EW

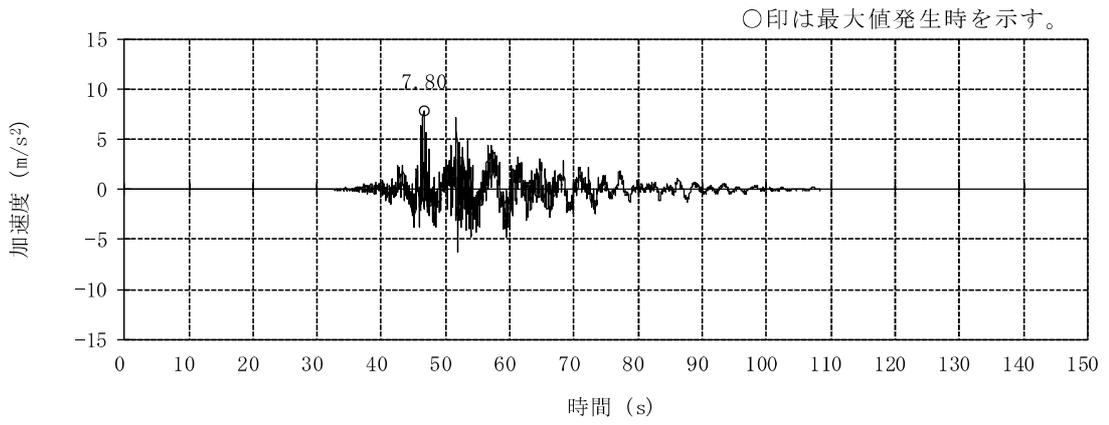


(e) Ss-5EW

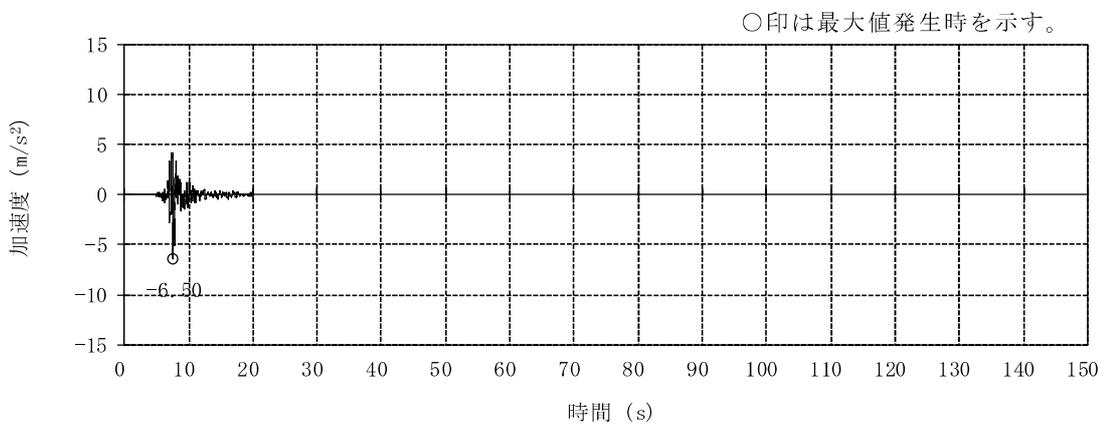


(f) Ss-6EW

図3-2 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S_s, EW方向) (2/3)

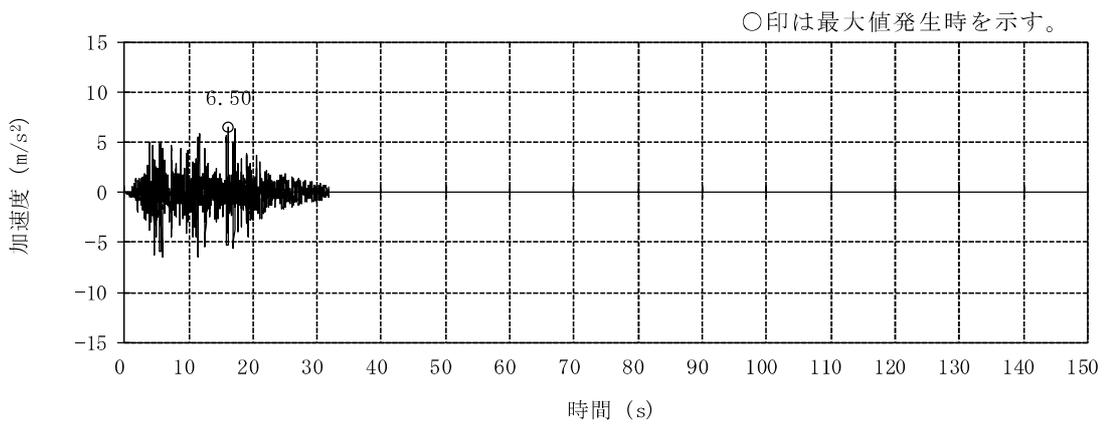


(g) S_s-7EW

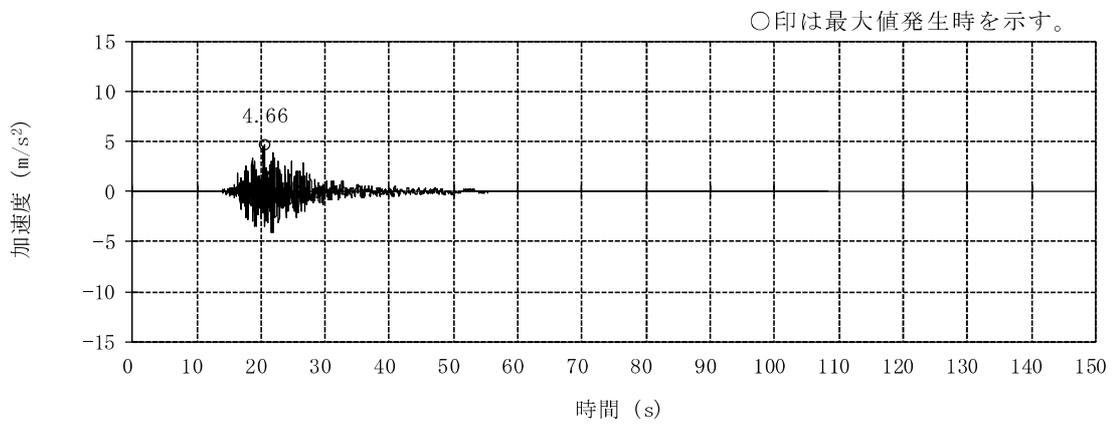


(h) S_s-8H

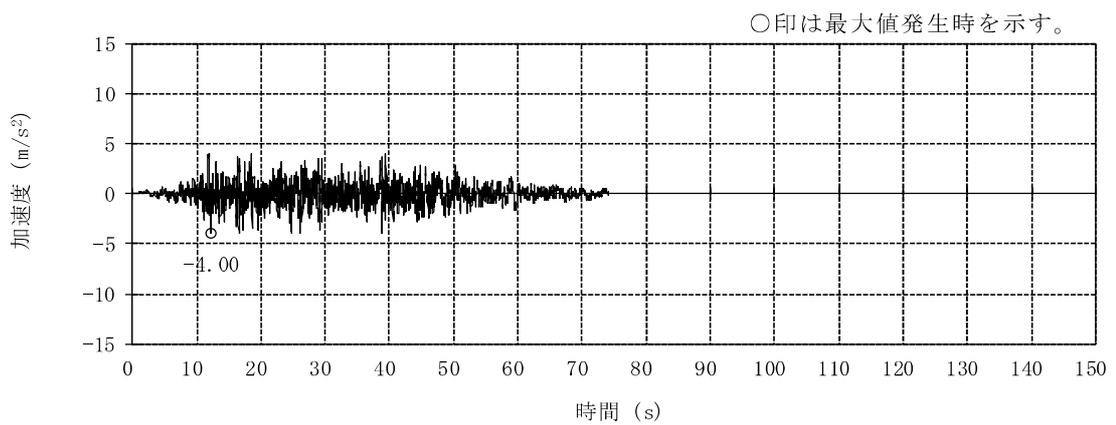
図3-2 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S_s, EW方向) (3/3)



(a) S_s-1V

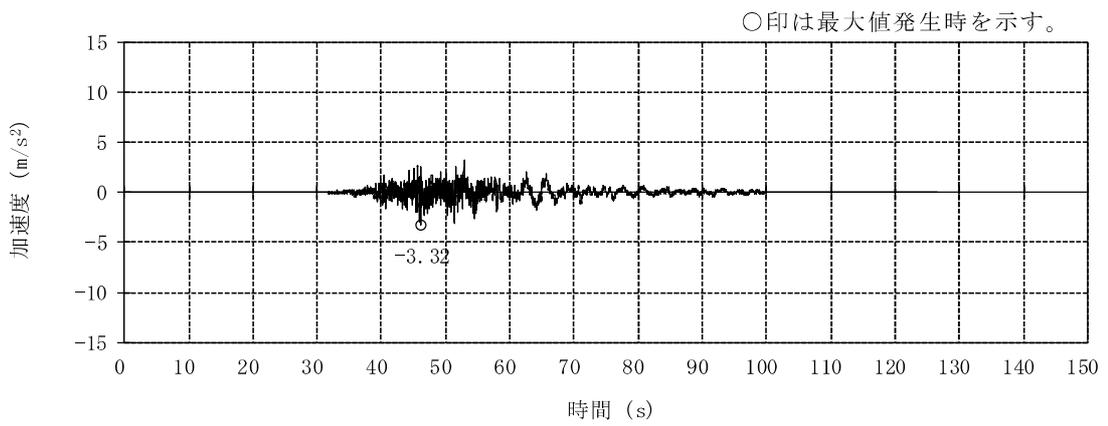


(b) S_s-2UD

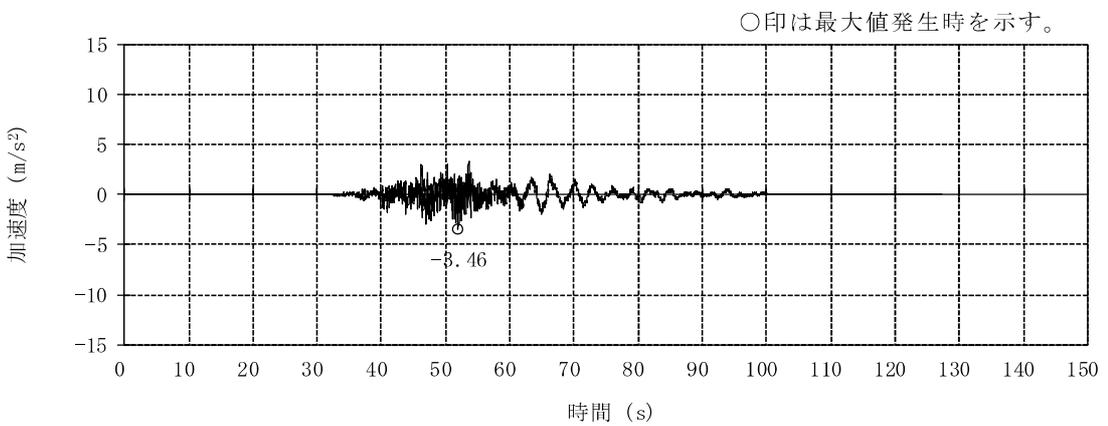


(c) S_s-3V

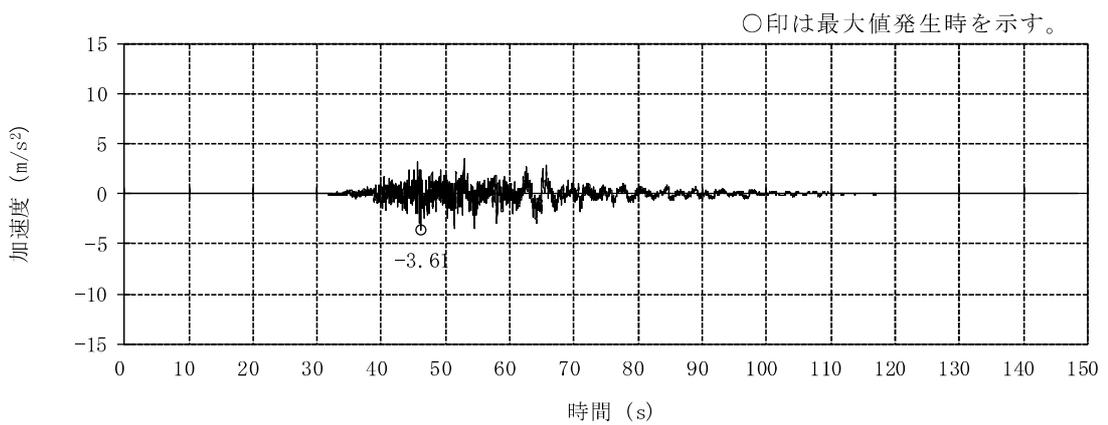
図3-3 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，鉛直方向）（1/3）



(d) Ss-4UD

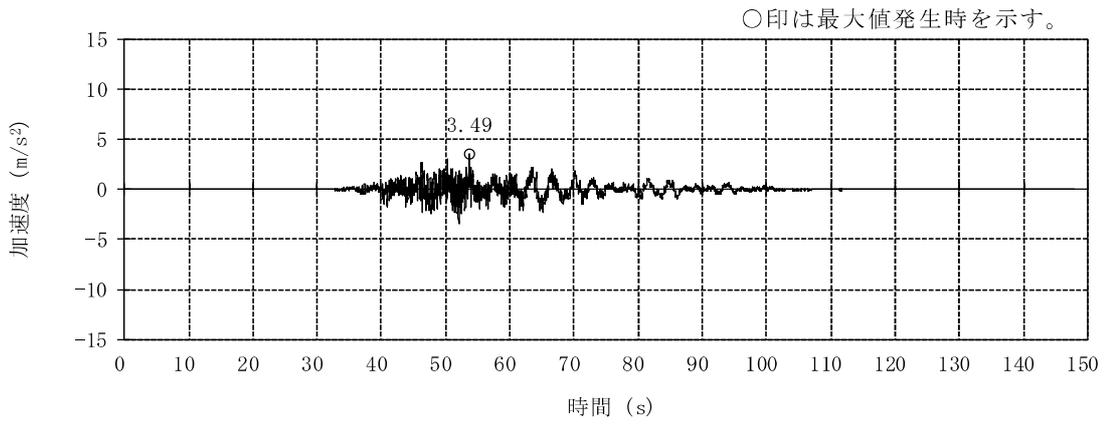


(e) Ss-5UD

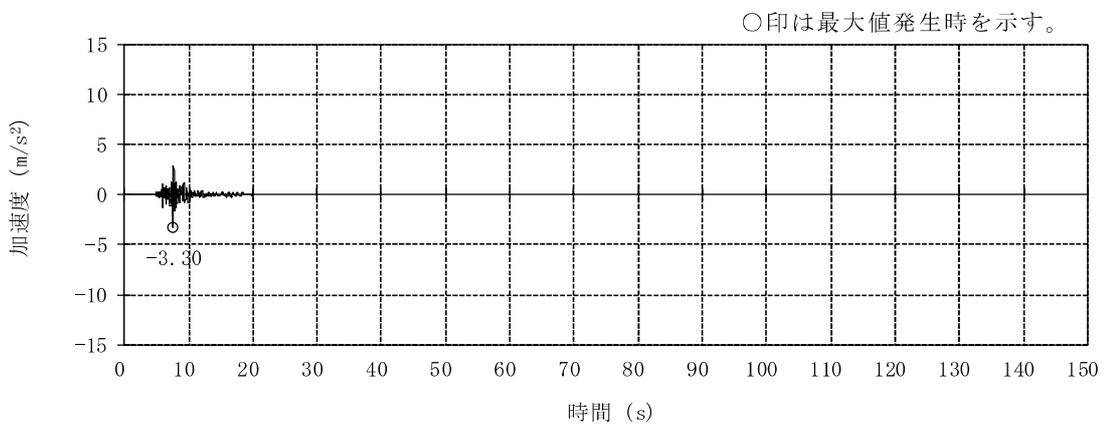


(f) Ss-6UD

図3-3 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，鉛直方向）（2/3）

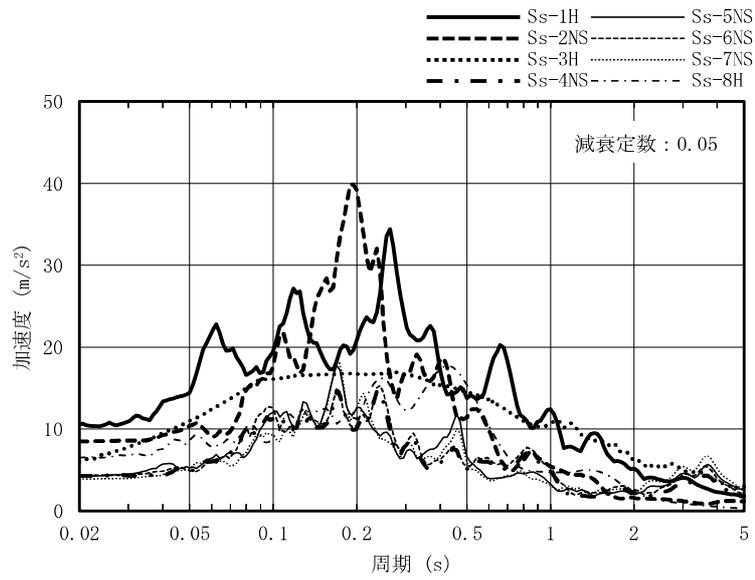


(g) S_s-7UD

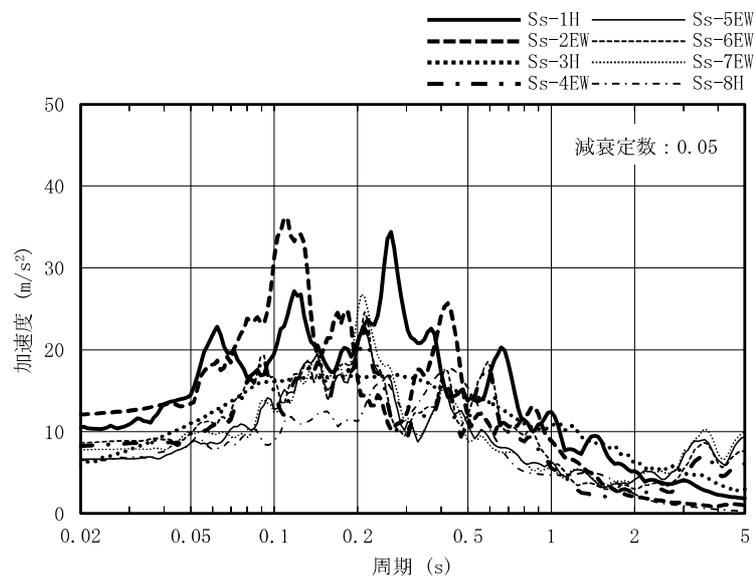


(h) S_s-8V

図3-3 加速度時刻歴波形（基準地震動 S_s，鉛直方向）（3/3）

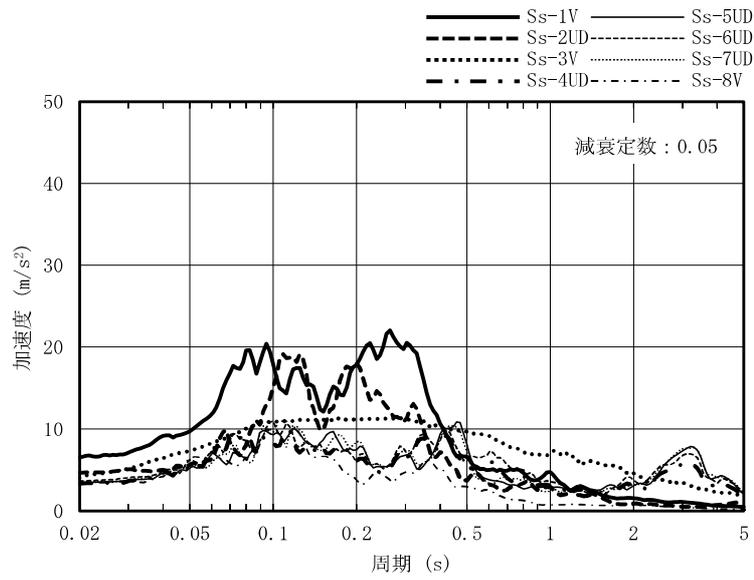


(a) NS方向



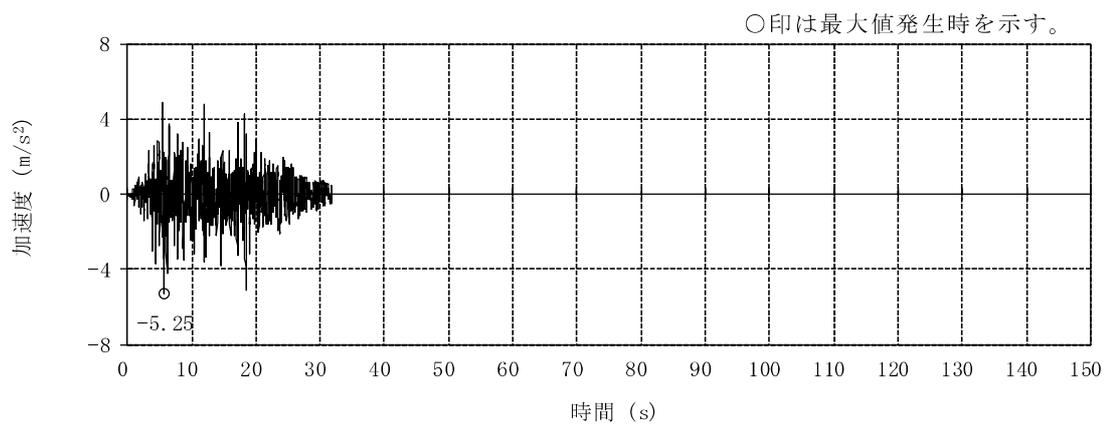
(b) EW方向

図3-4 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s) (1/2)

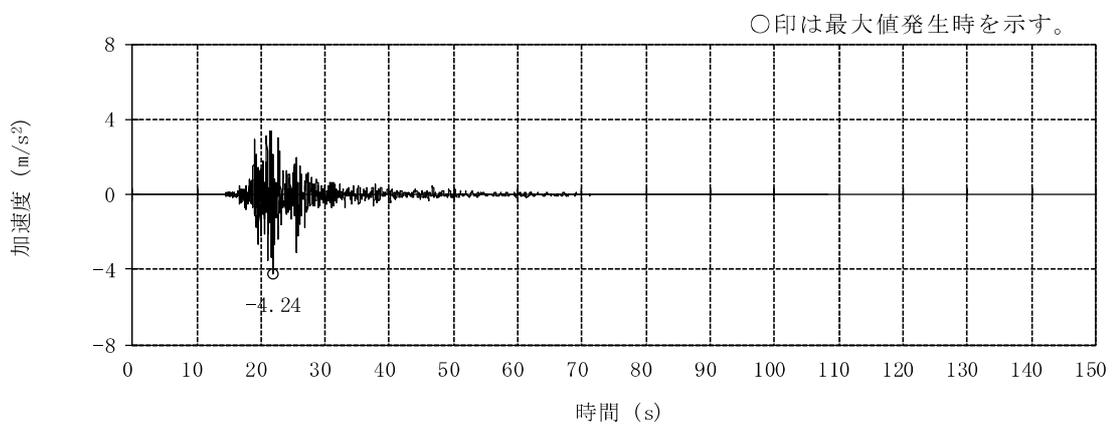


(c) 鉛直方向

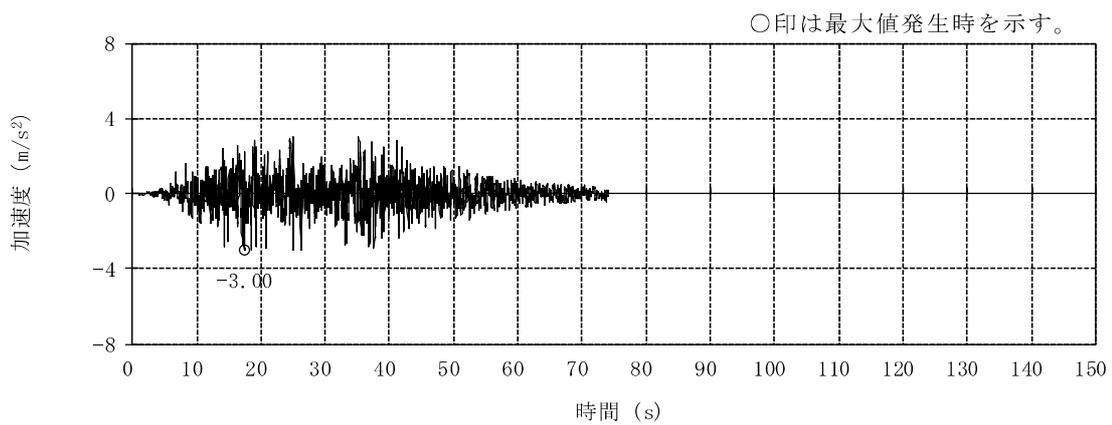
図3-4 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s) (2/2)



(a) Sd-1H

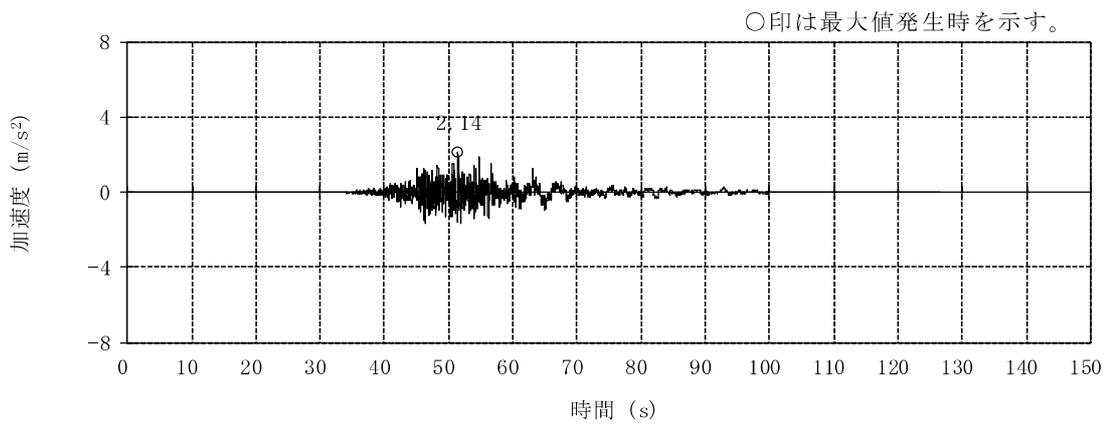


(b) Sd-2NS

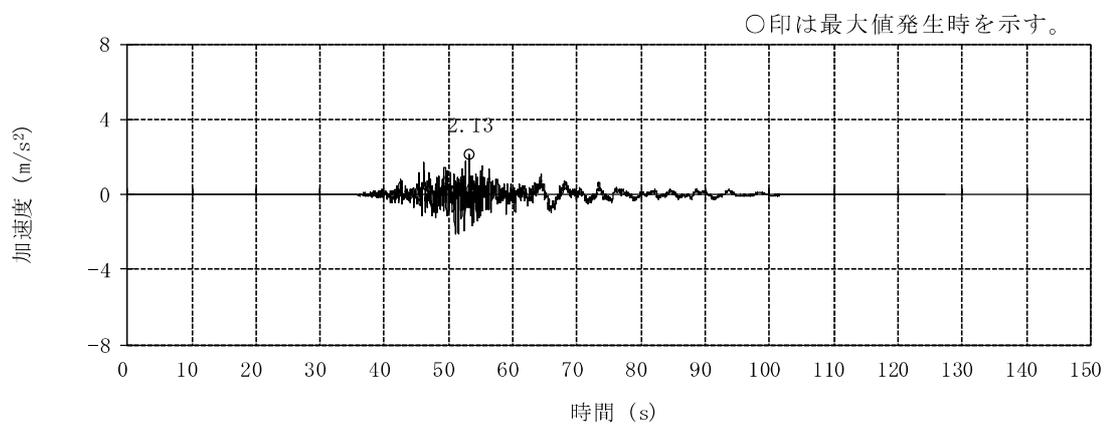


(c) Sd-3H

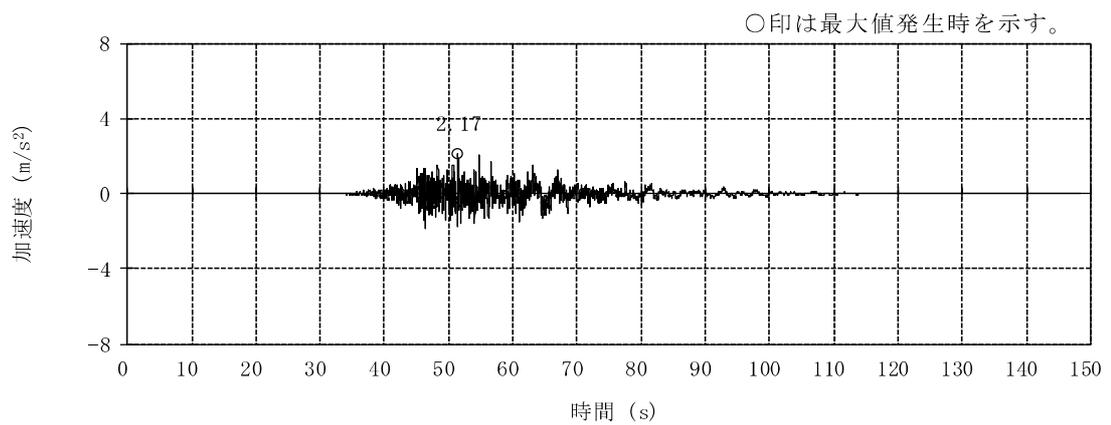
図3-5 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d, NS方向）（1/3）



(d) Sd-4NS

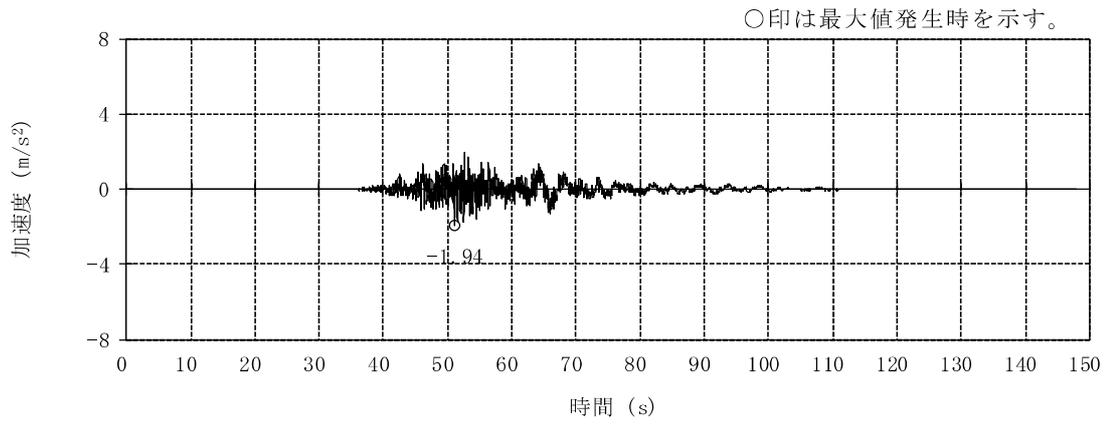


(e) Sd-5NS

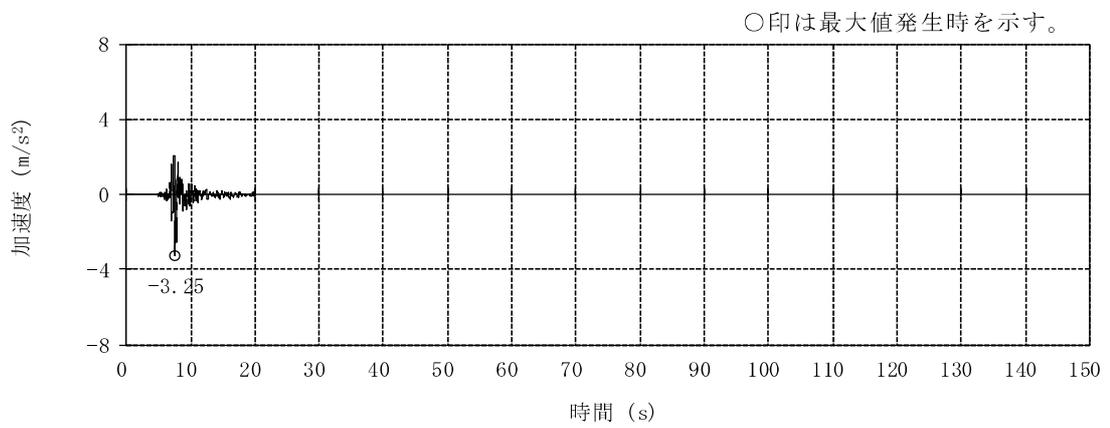


(f) Sd-6NS

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）

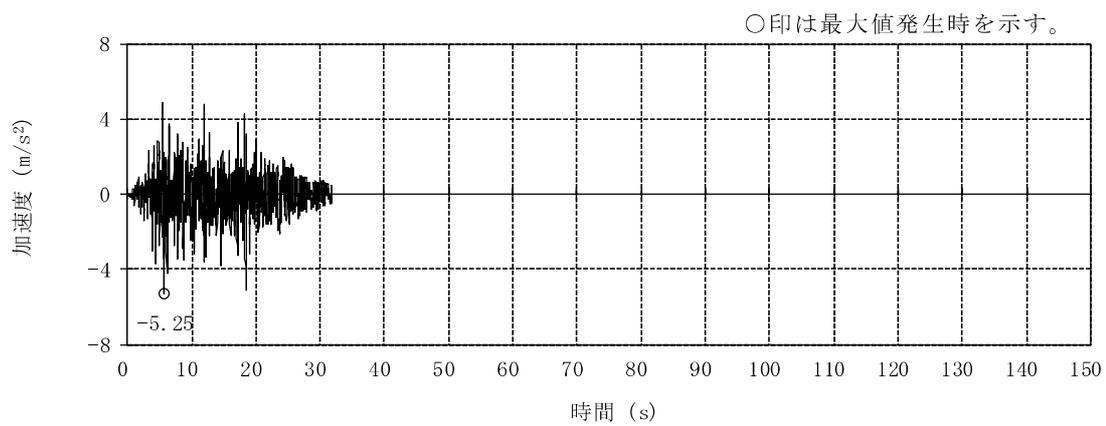


(g) Sd-7NS

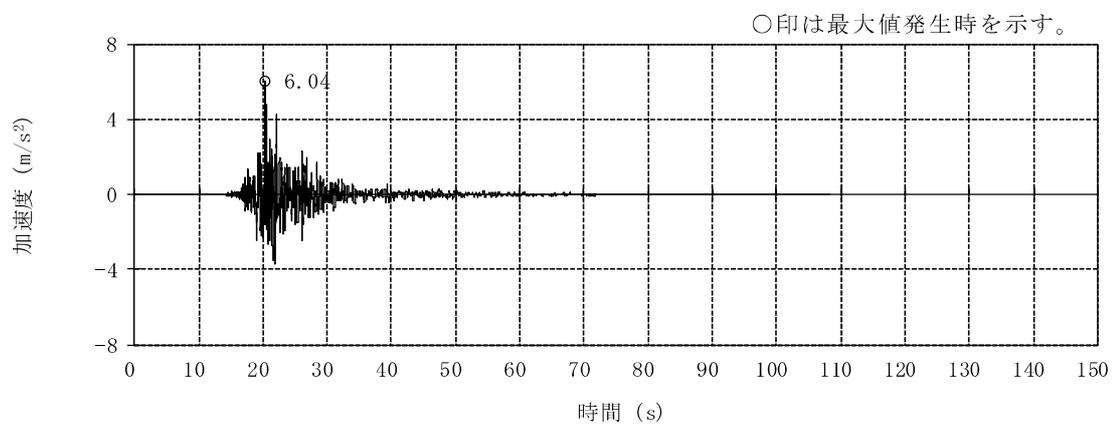


(h) Sd-8H

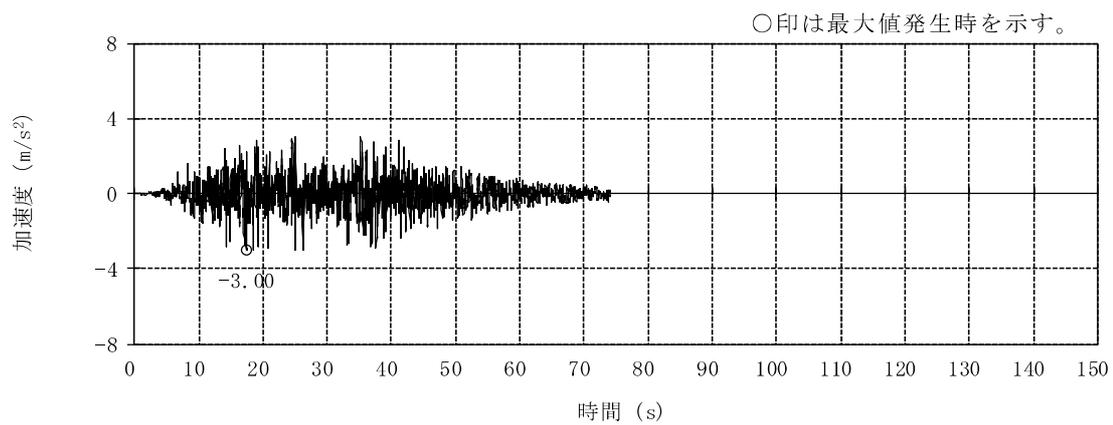
図3-5 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d , NS方向）（3/3）



(a) Sd-1H

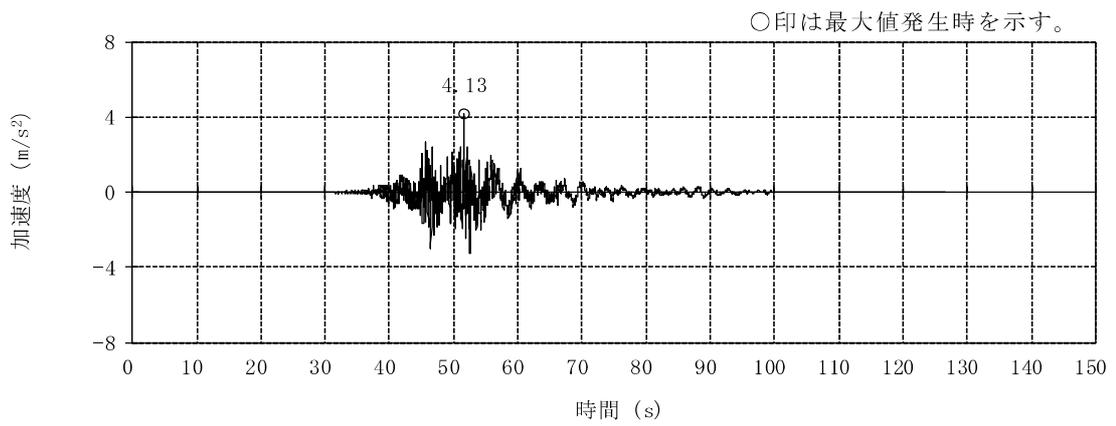


(b) Sd-2EW

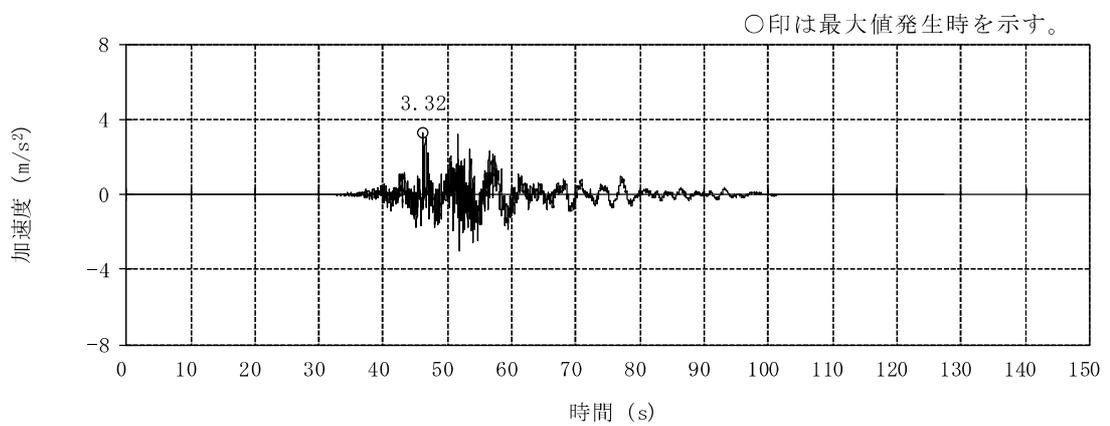


(c) Sd-3H

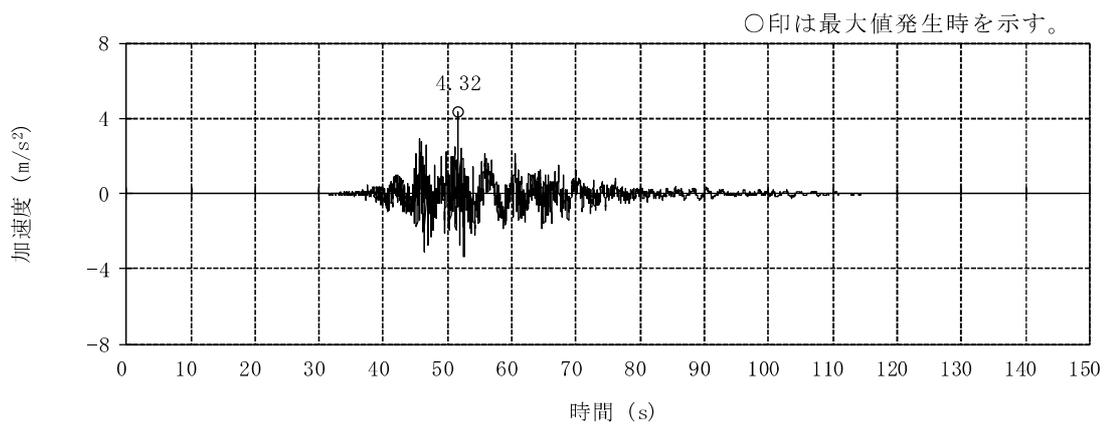
図3-6 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d, EW方向）（1/3）



(d) Sd-4EW

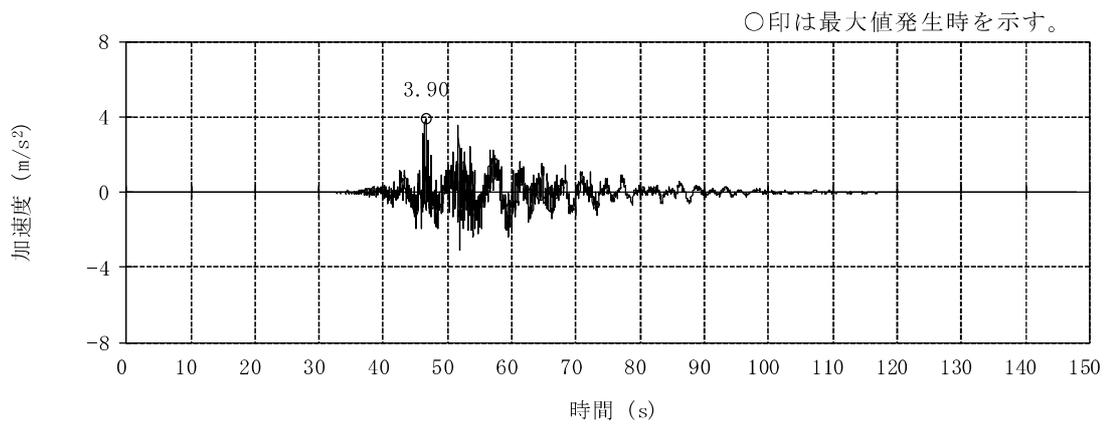


(e) Sd-5EW

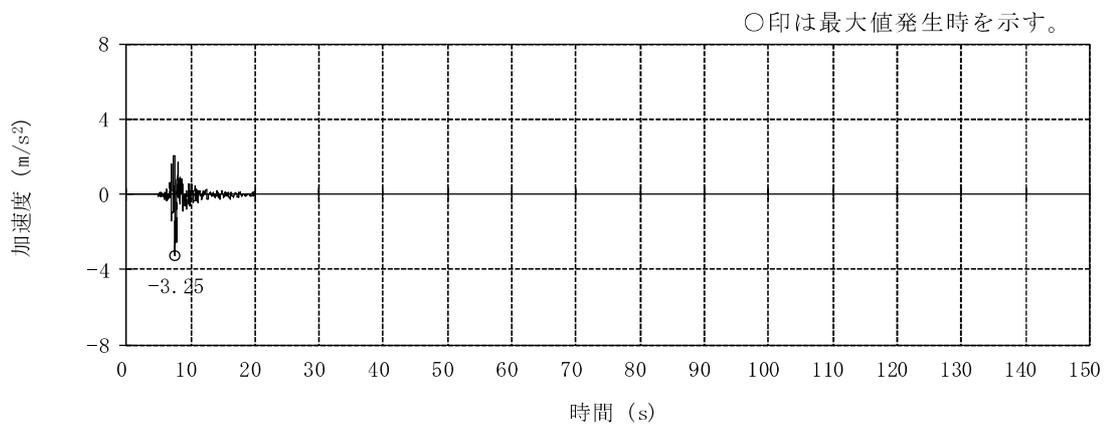


(f) Sd-6EW

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）

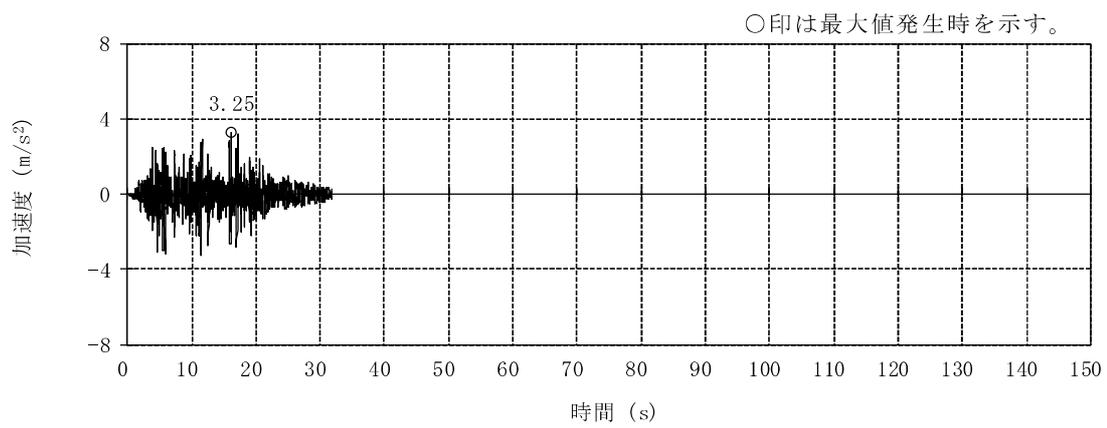


(g) Sd-7EW

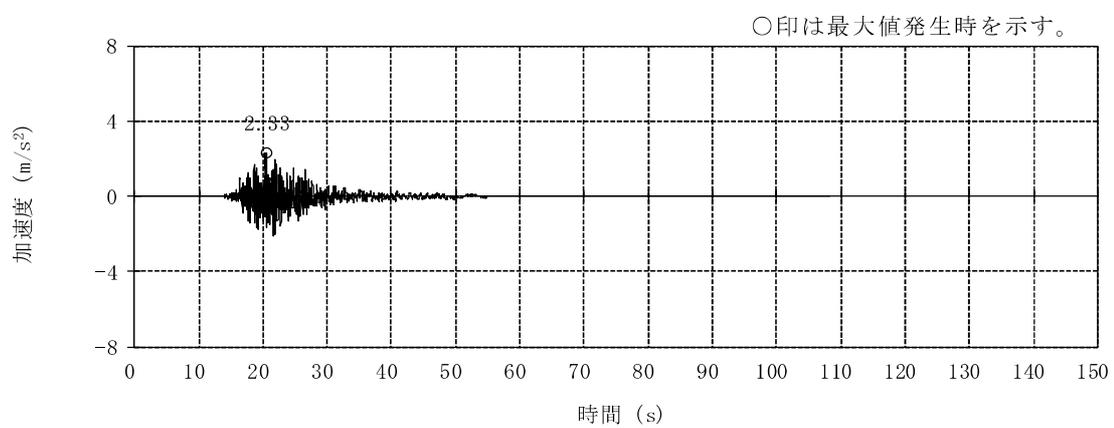


(h) Sd-8H

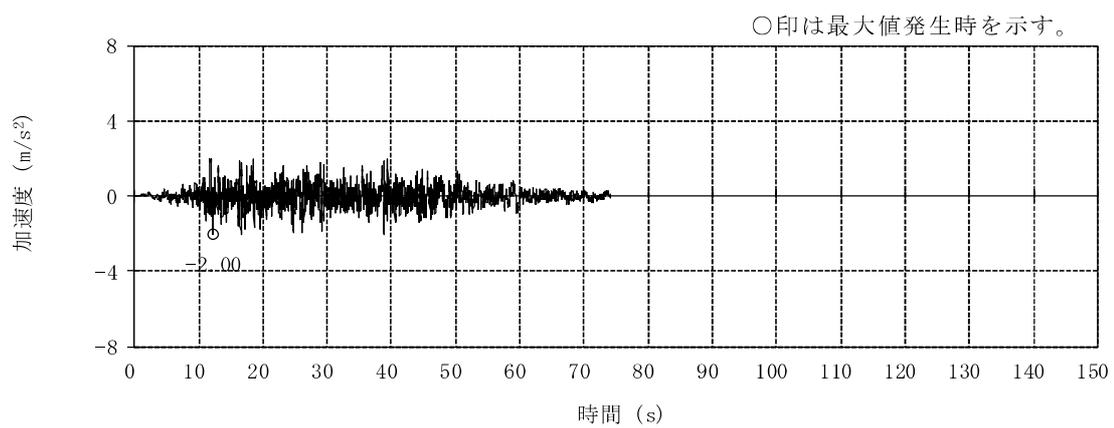
図3-6 加速度時刻歴波形（弾性設計用地震動 S d, EW方向）（3/3）



(a) Sd-1V

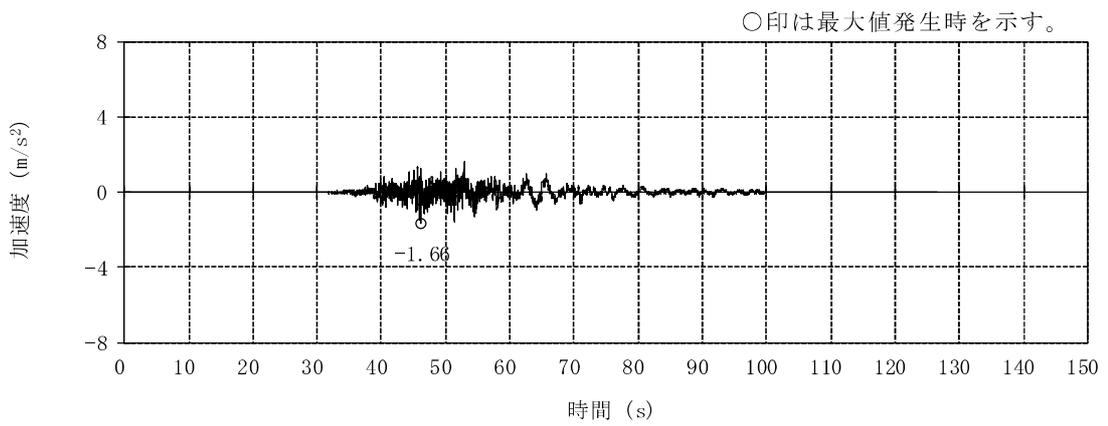


(b) Sd-2UD

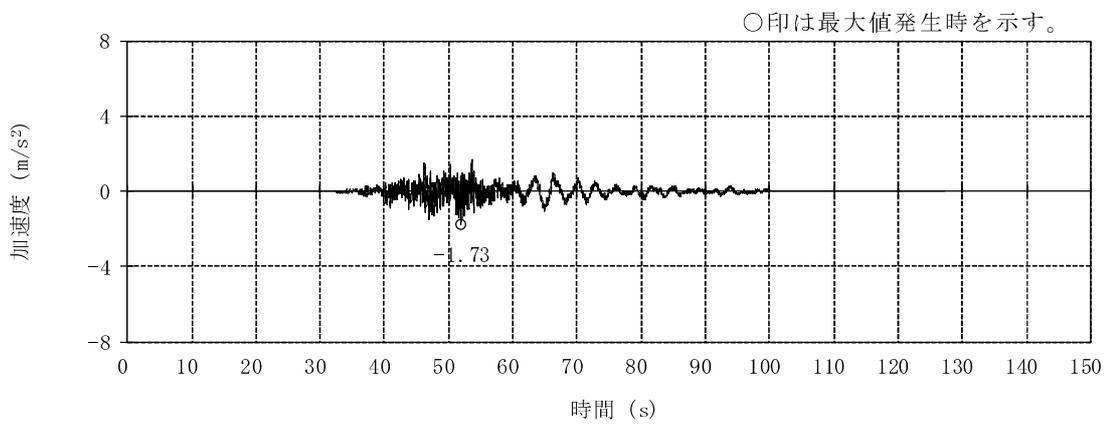


(c) Sd-3V

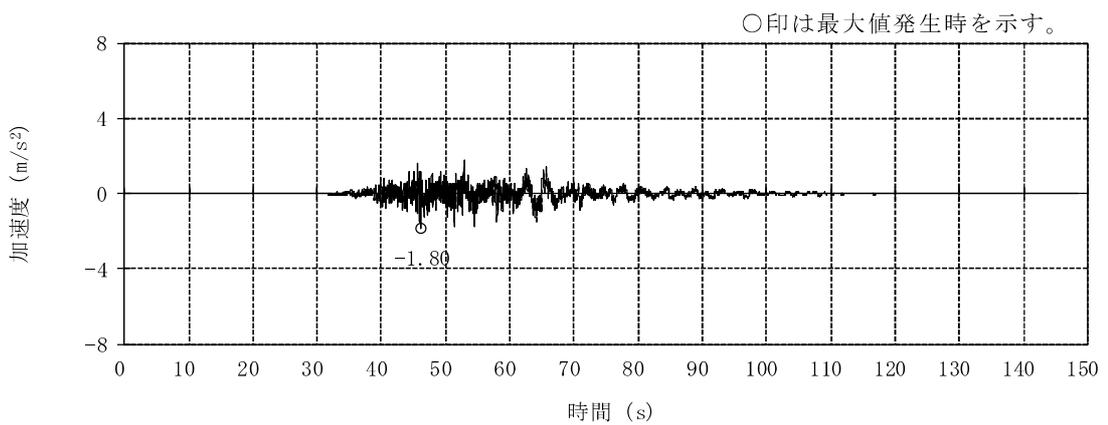
図3-7 加速度時刻歴波形 (弾性設計用地震動 S d, 鉛直方向) (1/3)



(d) Sd-4UD

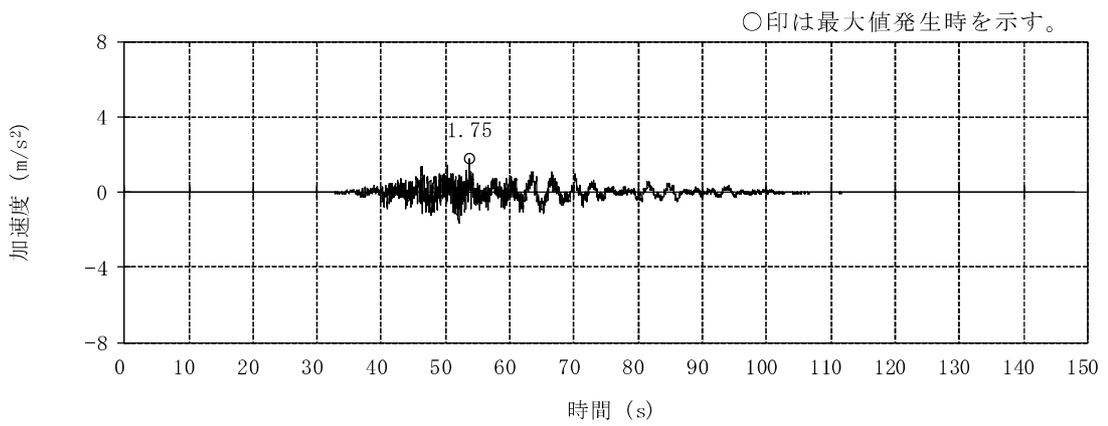


(e) Sd-5UD

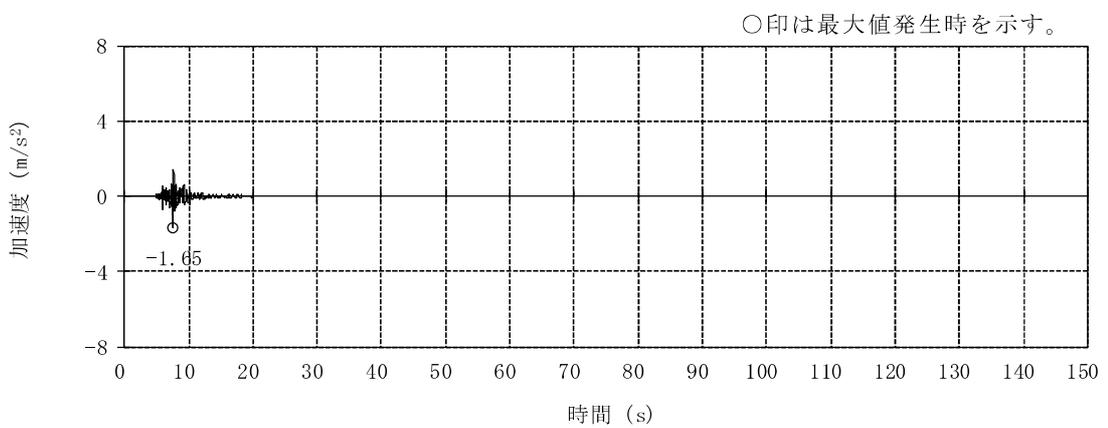


(f) Sd-6UD

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）

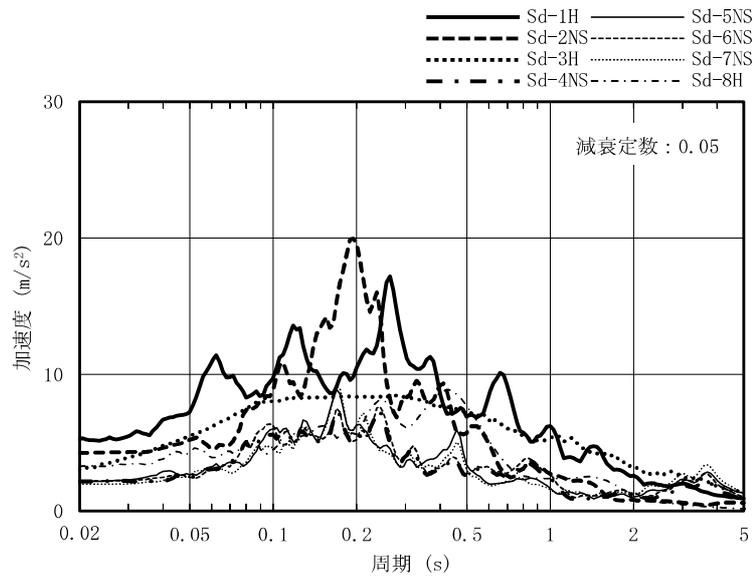


(g) Sd-7UD

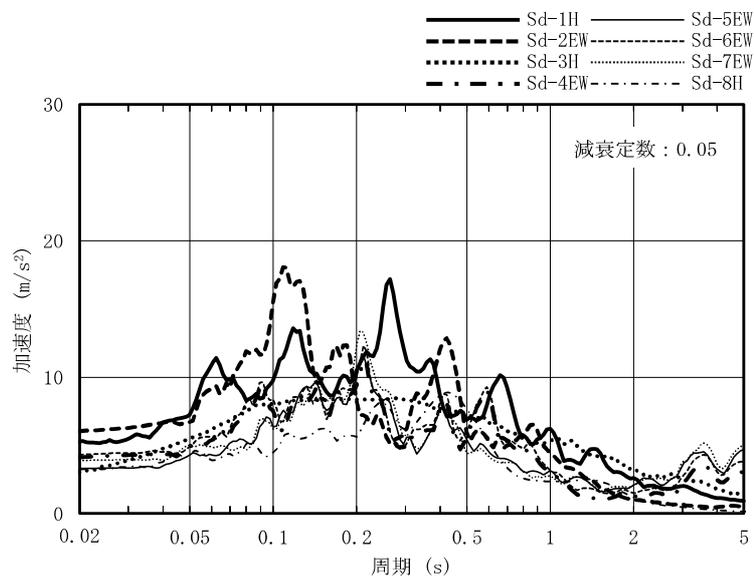


(h) Sd-8V

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)

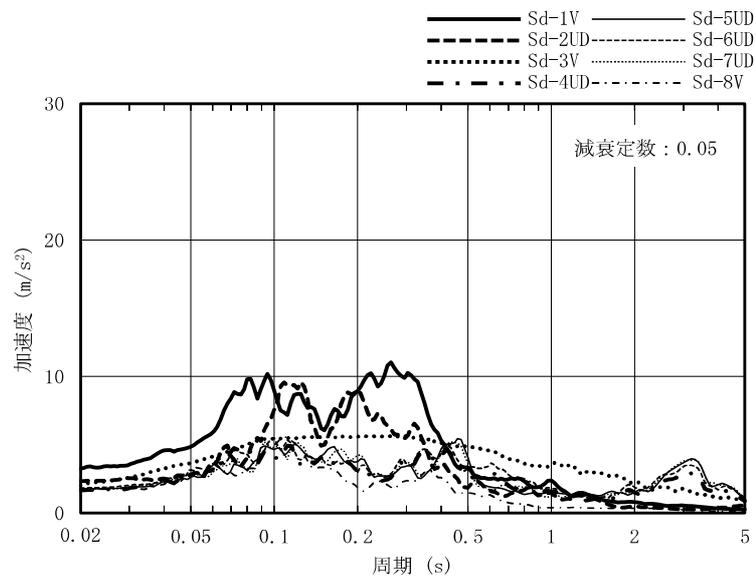


(a) NS方向



(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、V-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*： $\sigma_c = 43.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ($\sigma_c = 440 \text{ kgf/cm}^2$) 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*： $\sigma_c = 39.2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ ($\sigma_c = 400 \text{ kgf/cm}^2$) 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：SM41A (SM400A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。

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「GRIMP2」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「NVK263」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、解放基礎表面レベルに想定する基準地震動 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「KSHAKE」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、V-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

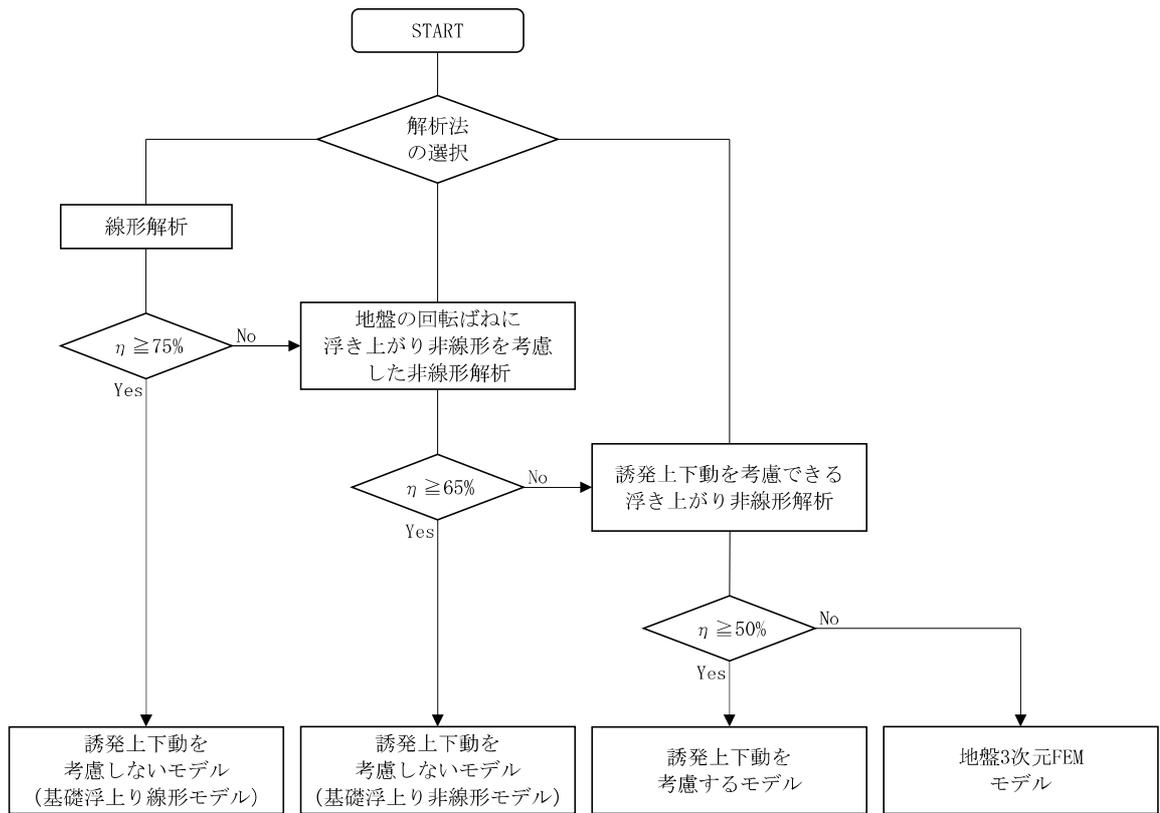
鉛直方向の地震応答解析モデルは、耐震壁の軸剛性及び屋根トラスの曲げせん断剛性を考慮した質点系モデルとし、弾性時刻歴応答解析を行う。水平方向モデルと同様に、補助壁を地震応答解析モデルに取り込む。鉛直方向の地震応答解析モデルを図3-14に、地震応答解析モデルの諸元を表3-36に示す。

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「GRIMP2」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、解放基盤表面レベルに想定する基準地震動 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「KSHAKE」を用いる。

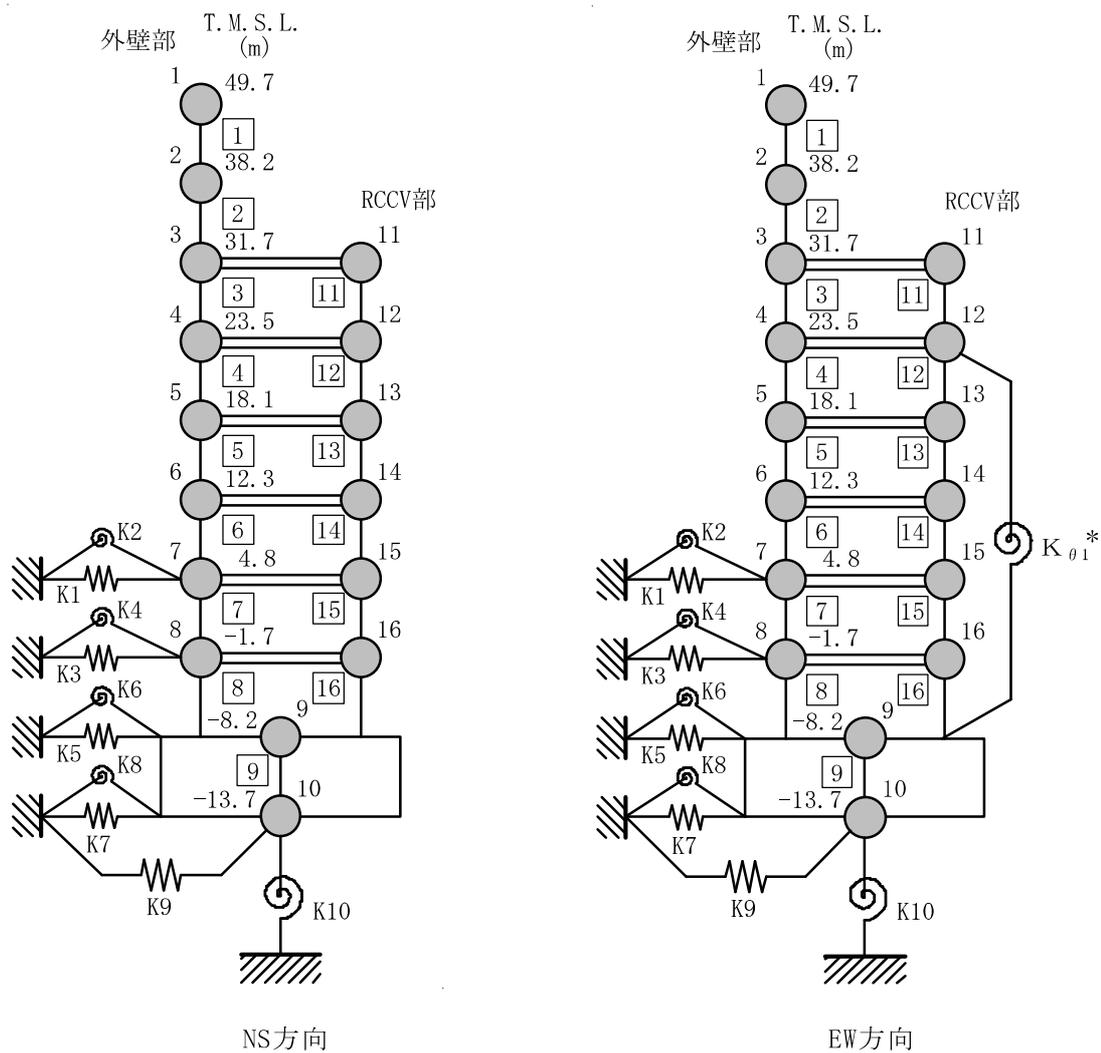
設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置（T.M.S.L.-13.7m）における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-16及び図3-17に示す。なお、地盤定数は表3-4～表3-19に示すとおりである。地震応答解析に用いる地盤のばね定数と減衰係数を表3-37～表3-52に示す。

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。



η : 接地率

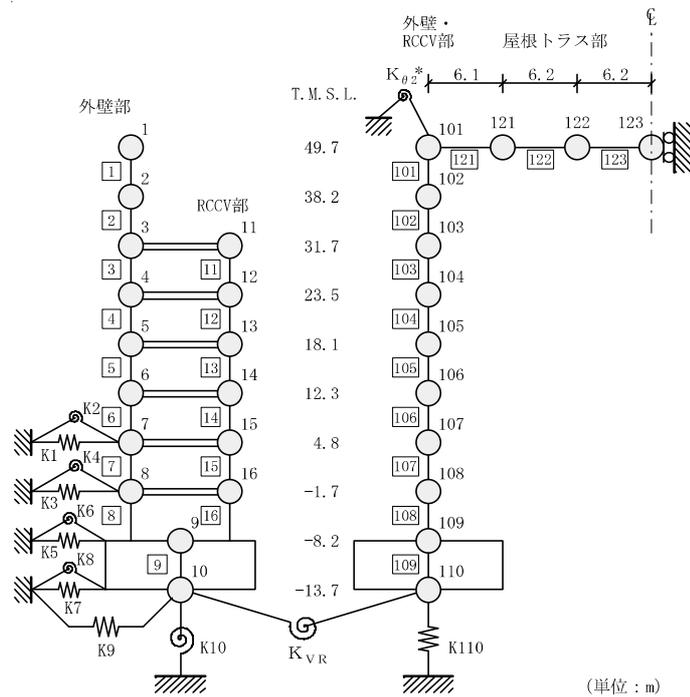
図 3-9 解析モデルの選定フロー



注記* : RCCV 回転ばね

(a) 誘発上下動を考慮しない場合

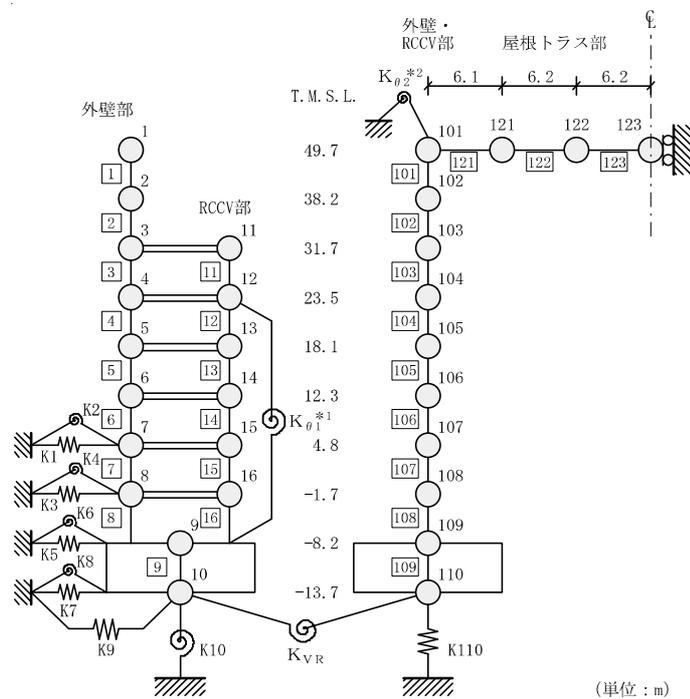
図3-10 地震応答解析モデル (水平方向) (1/2)



(単位 : m)

注記* : 屋根トラス端部回転拘束ばね

NS方向



(単位 : m)

注記*1 : RCCV回転ばね

注記*2 : 屋根トラス端部回転拘束ばね

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	39490	70.6									
			1	41.0	13700						
2	80520	410.9	2	83.0	51100						
3	84470	473.7	3	188.0	70600	11	91400	32.4	11	119.6	7200
4	84770	293.2	4	132.5	69000	12	155040	371.7	12	113.0	23300
5	55380	198.1	5	149.4	84700	13	102870	305.0	13	137.6	23500
6	81140	289.3	6	180.5	105000	14	199270	408.9	14	139.2	23400
7	80120	296.2	7	183.2	112800	15	124050	387.4	15	132.4	23600
8	81300	298.1	8	223.5	119000	16	136800	369.7	16	186.4	29600
9	342450	945.4	9	3373.4	900600						
10	216040	581.5									
合計	1955110										

①建屋部

ヤング係数E 2.88×10⁴ (N/mm²)
 せん断弾性係数G 1.20×10⁴ (N/mm²)
 ポアソン比ν 0.20
 減衰定数h 5%
 基礎形状 56.6m(NS方向)×59.6m(EW方向)

②基礎スラブ

ヤング係数E 2.79×10⁴ (N/mm²)
 せん断弾性係数G 1.16×10⁴ (N/mm²)
 ポアソン比ν 0.20
 減衰定数h 5%

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	39490	147.1									
			1	54.7	30000						
2	80520	300.1	2	122.9	62600						
3	89570	299.1	3	172.7	87900	11	86300	267.7	11	219.0	6700
4	67270	275.6	4	131.8	81900	12	172540	474.6	12	222.8	23300
5	50210	210.8	5	166.7	92800	13	108040	340.3	13	207.4	23100
6	78630	320.7	6	179.3	114600	14	201780	453.1	14	152.1	23400
7	76690	316.8	7	211.5	124000	15	127480	432.5	15	180.1	21200
8	79240	324.6	8	259.5	131000	16	138860	409.9	16	164.4	23800
9	342450	1039.5	9	3373.4	998600						
10	216040	644.3									
合計	1955110										

①建屋部

ヤング係数E 2.88×10⁴ (N/mm²)
 せん断弾性係数G 1.20×10⁴ (N/mm²)
 ポアソン比ν 0.20
 減衰定数h 5%
 基礎形状 56.6m(NS方向)×59.6m(EW方向)
 回転ばねK_{θ1} 1.97×10¹⁰ (kN・m/rad)

②基礎スラブ

ヤング係数E 2.79×10⁴ (N/mm²)
 せん断弾性係数G 1.16×10⁴ (N/mm²)
 ポアソン比ν 0.20
 減衰定数h 5%

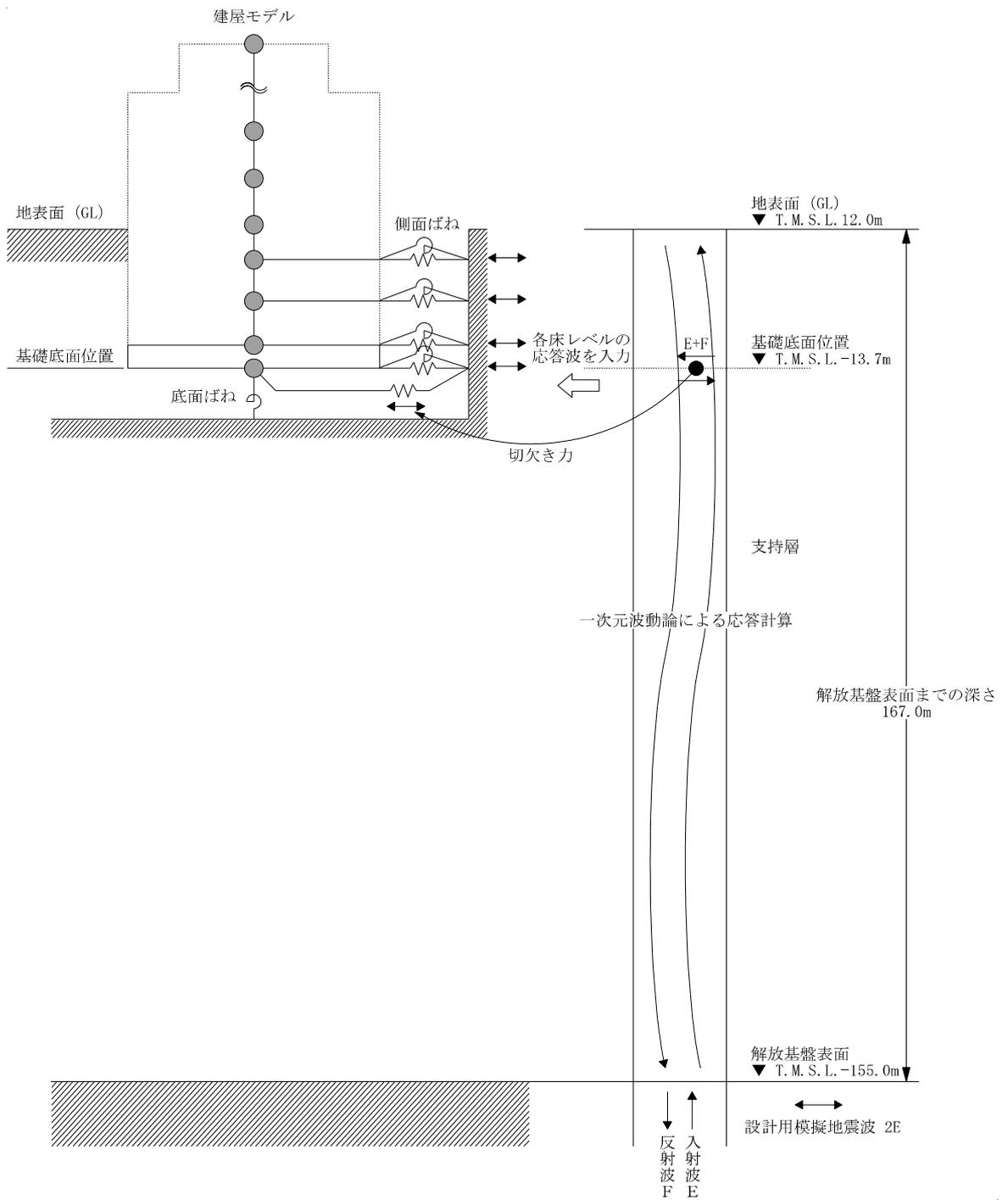


図3-11 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (水平方向)

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)

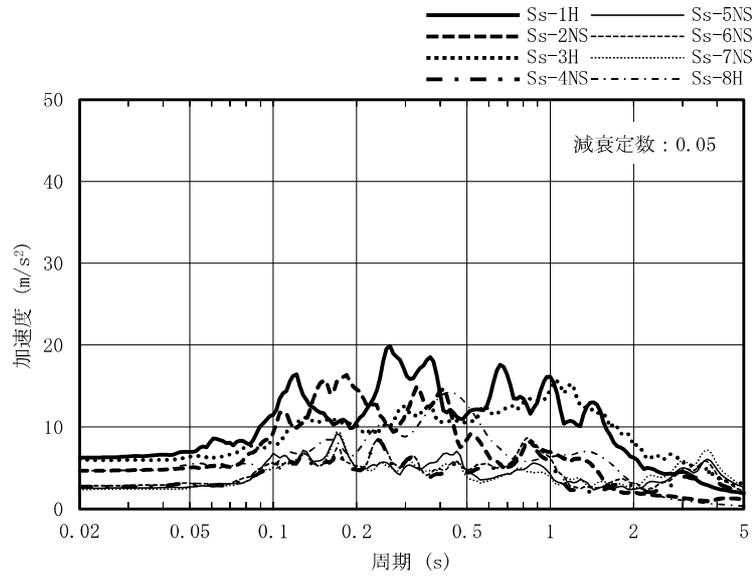
標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.191	0.369	0.52	12
+8.0		200	16.1	0.308	0.243	0.657	0.37	17
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.32	1.92	0.69	3
-6.0	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)

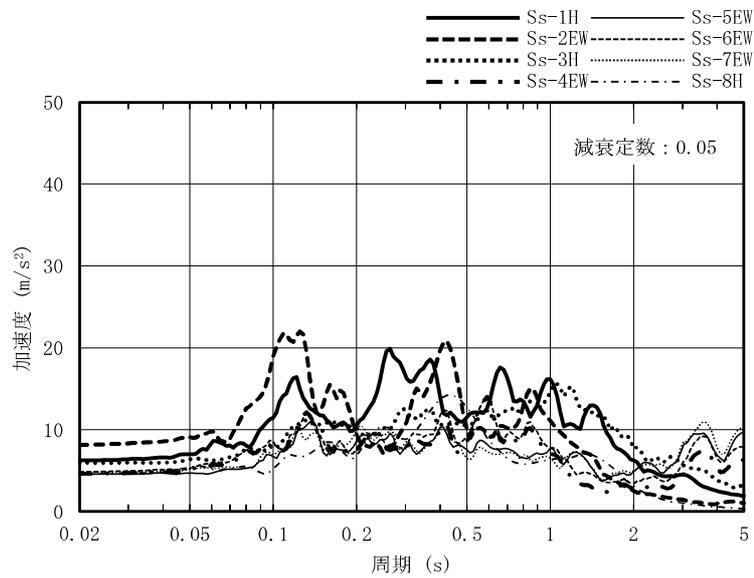
標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性 低下率 G/G_0	減衰 定数 h (%)
+12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	0.166	0.369	0.45	11
+8.0		200	16.1	0.308	0.190	0.657	0.29	14
+4.0	古安田層	330	17.3	0.462	1.32	1.92	0.69	3
-6.0	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
∞								

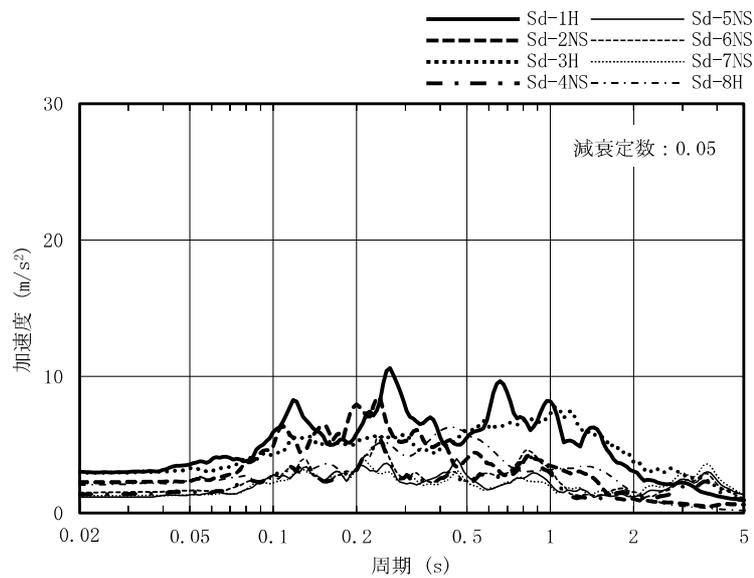


(a) NS方向

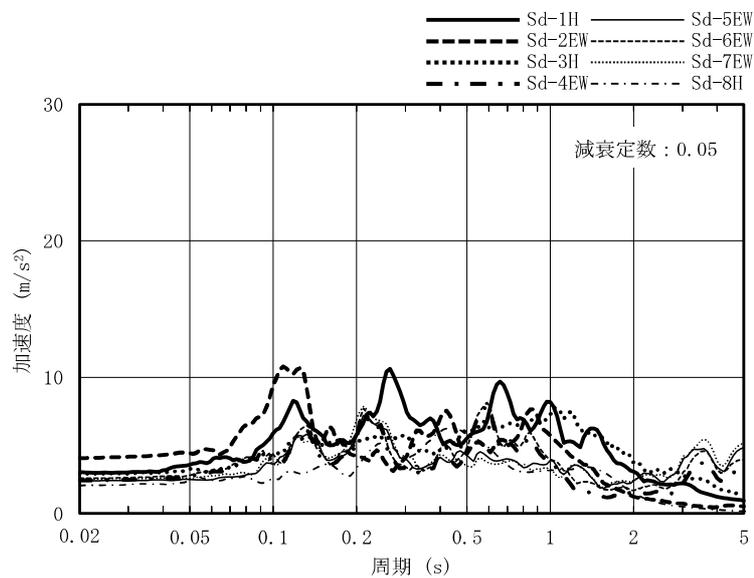


(b) EW方向

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}	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	1.05×10^8
K3	8	側面・並進	2.85×10^6	1.13×10^6
K4	8	側面・回転	2.21×10^9	2.80×10^8
K5	9	側面・並進	8.53×10^6	1.73×10^6
K6	9	側面・回転	6.73×10^9	3.98×10^8
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	7.28×10^7	2.82×10^6
K10	10	底面・回転	7.06×10^{10}	6.02×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	4.26×10^5
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	2.81×10^8
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	8.62×10^5
K8	10	側面・回転	3.54×10^9	1.97×10^8
K9	10	底面・並進	7.25×10^7	2.80×10^6
K10	10	底面・回転	7.60×10^{10}	7.01×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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	減衰係数*2
K1	7	側面・並進	1.04×10^6	4.19×10^5
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	2.83×10^6
K10	10	底面・回転	7.15×10^{10}	6.01×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.04×10^6	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	1.12×10^6
K4	8	側面・回転	2.14×10^9	2.77×10^8
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	1.98×10^8
K9	10	底面・並進	7.31×10^7	2.81×10^6
K10	10	底面・回転	7.70×10^{10}	7.04×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	2.84×10^8
K5	9	側面・並進	8.62×10^6	1.74×10^6
K6	9	側面・回転	6.79×10^9	3.99×10^8
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	2.80×10^6
K10	10	底面・回転	6.89×10^{10}	6.00×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.11×10^6	4.32×10^5
K2	7	側面・回転	8.61×10^8	1.07×10^8
K3	8	側面・並進	2.94×10^6	1.15×10^6
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	4.02×10^8
K7	10	側面・並進	4.56×10^6	8.66×10^5
K8	10	側面・回転	3.57×10^9	1.98×10^8
K9	10	底面・並進	7.13×10^7	2.78×10^6
K10	10	底面・回転	7.42×10^{10}	6.99×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	2.87×10^6
K10	10	底面・回転	7.33×10^{10}	6.09×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.17×10^6	4.44×10^5
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	2.01×10^8
K9	10	底面・並進	7.48×10^7	2.84×10^6
K10	10	底面・回転	7.89×10^{10}	7.13×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
K1	7	側面・並進	1.14×10^6	4.36×10^5
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	2.87×10^8
K5	9	側面・並進	8.73×10^6	1.76×10^6
K6	9	側面・回転	6.89×10^9	4.03×10^8
K7	10	側面・並進	4.62×10^6	8.72×10^5
K8	10	側面・回転	3.62×10^9	1.98×10^8
K9	10	底面・並進	7.43×10^7	2.85×10^6
K10	10	底面・回転	7.21×10^{10}	6.07×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.14×10^6	4.37×10^5
K2	7	側面・回転	8.83×10^8	1.09×10^8
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	8.71×10^5
K8	10	側面・回転	3.62×10^9	1.99×10^8
K9	10	底面・並進	7.40×10^7	2.83×10^6
K10	10	底面・回転	7.76×10^{10}	7.07×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	4.05×10^8
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	7.49×10^7	2.86×10^6
K10	10	底面・回転	7.27×10^{10}	6.09×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.15×10^6	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	4.08×10^8
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	7.45×10^7	2.84×10^6
K10	10	底面・回転	7.82×10^{10}	7.10×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	8.74×10^6	1.76×10^6
K6	9	側面・回転	6.89×10^9	4.03×10^8
K7	10	側面・並進	4.62×10^6	8.72×10^5
K8	10	側面・回転	3.62×10^9	1.98×10^8
K9	10	底面・並進	7.40×10^7	2.85×10^6
K10	10	底面・回転	7.18×10^{10}	6.07×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.15×10^6	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	1.76×10^6
K6	9	側面・回転	6.89×10^9	4.06×10^8
K7	10	側面・並進	4.62×10^6	8.71×10^5
K8	10	側面・回転	3.62×10^9	1.99×10^8
K9	10	底面・並進	7.37×10^7	2.82×10^6
K10	10	底面・回転	7.73×10^{10}	7.07×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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	減衰係数*2
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	8.72×10^5
K8	10	側面・回転	3.62×10^9	1.98×10^8
K9	10	底面・並進	7.43×10^7	2.85×10^6
K10	10	底面・回転	7.18×10^{10}	6.07×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.22×10^6	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	4.07×10^8
K7	10	側面・並進	4.62×10^6	8.71×10^5
K8	10	側面・回転	3.62×10^9	2.00×10^8
K9	10	底面・並進	7.40×10^7	2.83×10^6
K10	10	底面・回転	7.73×10^{10}	7.11×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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	減衰係数*2
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	3.09×10^8
K5	9	側面・並進	9.11×10^6	1.80×10^6
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	2.90×10^6
K10	10	底面・回転	7.50×10^{10}	6.17×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.34×10^6	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	3.10×10^8
K5	9	側面・並進	9.11×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.17×10^9	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	7.66×10^7	2.88×10^6
K10	10	底面・回転	8.08×10^{10}	7.22×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	2.91×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.17×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.29×10^6	4.63×10^5
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	4.15×10^8
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	2.89×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.22×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	2.90×10^6
K10	10	底面・回転	7.47×10^{10}	6.17×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.42×10^6	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	9.15×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.20×10^9	4.17×10^8
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	2.87×10^6
K10	10	底面・回転	8.05×10^{10}	7.22×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
K1	7	側面・並進	1.42×10^6	4.82×10^5
K2	7	側面・回転	1.10×10^9	1.19×10^8
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	8.90×10^5
K8	10	側面・回転	3.77×10^9	2.02×10^8
K9	10	底面・並進	7.82×10^7	2.93×10^6
K10	10	底面・回転	7.62×10^{10}	6.22×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.42×10^6	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	4.19×10^8
K7	10	側面・並進	4.82×10^6	8.89×10^5
K8	10	側面・回転	3.77×10^9	2.04×10^8
K9	10	底面・並進	7.78×10^7	2.90×10^6
K10	10	底面・回転	8.21×10^{10}	7.28×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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	減衰係数*2
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	9.15×10^6	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	8.86×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.02×10^8
K9	10	底面・並進	7.73×10^7	2.91×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.20×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.42×10^6	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	9.15×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.20×10^9	4.17×10^8
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	2.88×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.25×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	3.15×10^8
K5	9	側面・並進	9.14×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.19×10^9	4.14×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.86×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.02×10^8
K9	10	底面・並進	7.76×10^7	2.91×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.20×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.40×10^6	4.80×10^5
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	4.17×10^8
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	2.89×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.25×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	3.15×10^8
K5	9	側面・並進	9.14×10^6	1.80×10^6
K6	9	側面・回転	7.19×10^9	4.14×10^8
K7	10	側面・並進	4.78×10^6	8.86×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.02×10^8
K9	10	底面・並進	7.73×10^7	2.91×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.20×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.40×10^6	4.80×10^5
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	4.17×10^8
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	2.88×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.25×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

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}	減衰係数 ^{*2}
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	8.86×10^5
K8	10	側面・回転	3.74×10^9	2.02×10^8
K9	10	底面・並進	7.76×10^7	2.91×10^6
K10	10	底面・回転	7.56×10^{10}	6.20×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

(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	1.36×10^6	4.74×10^5
K2	7	側面・回転	1.06×10^9	1.18×10^8
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	4.16×10^8
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	2.89×10^6
K10	10	底面・回転	8.14×10^{10}	7.25×10^8

注記*1 : K1, K3, K5, K7, K9はkN/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m/rad

注記*2 : K1, K3, K5, K7, K9はkN・s/m K2, K4, K6, K8, K10はkN・m・s/rad

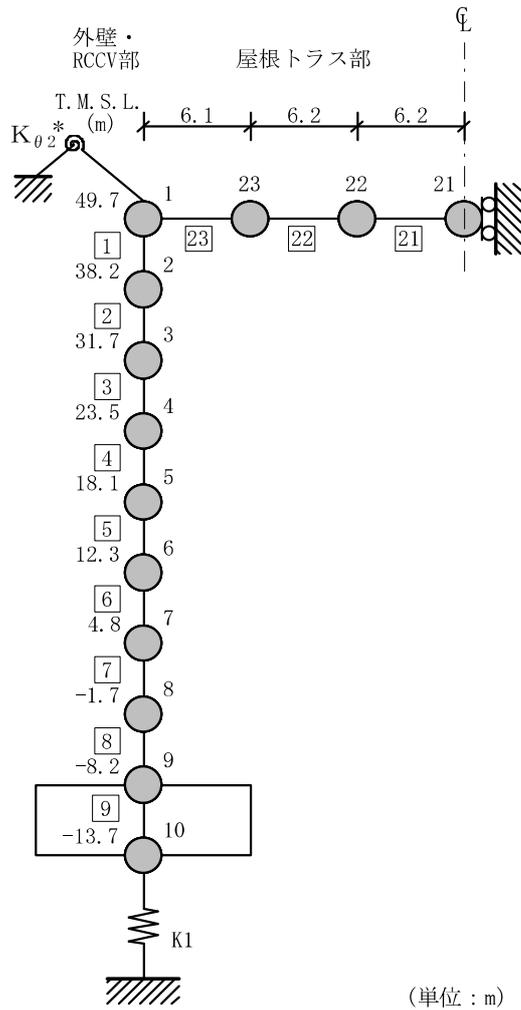


図3-14 地震応答解析モデル（鉛直方向）

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	30640		
		1	89.0
2	80520	2	200.1
3	175870	3	581.5
4	239810	4	611.6
5	158250	5	674.3
6	280410	6	681.3
7	204170	7	719.6
8	218100	8	833.7
9	342450	9	3373.4
10	216040		
合計	1955110		

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 ($\times 10^{-2}$ m ²)	断面二次モーメント I (m ⁴)
1	—			
		23	21.25	2.00
23	3540	22	16.82	2.00
22	3540	21	7.94	2.00
21	1770			

①コンクリート部 建屋

ヤング係数 E 2.88×10^4 (N/mm²)

せん断弾性係数 G 1.20×10^4 (N/mm²)

ポアソン比 ν 0.20

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 2.79×10^4 (N/mm²)

せん断弾性係数 G 1.16×10^4 (N/mm²)

ポアソン比 ν 0.20

減衰定数 h 5%

③鉄骨部

ヤング係数 E 2.05×10^5 (N/mm²)

せん断弾性係数 G 7.90×10^4 (N/mm²)

ポアソン比 ν 0.30

減衰定数 h 2%

基礎形状 56.6m(NS方向) \times 59.6m(EW方向)

屋根トラス端部回転拘束ばね $K_{\theta 2} 3.90 \times 10^7$ (kN \cdot m/rad)

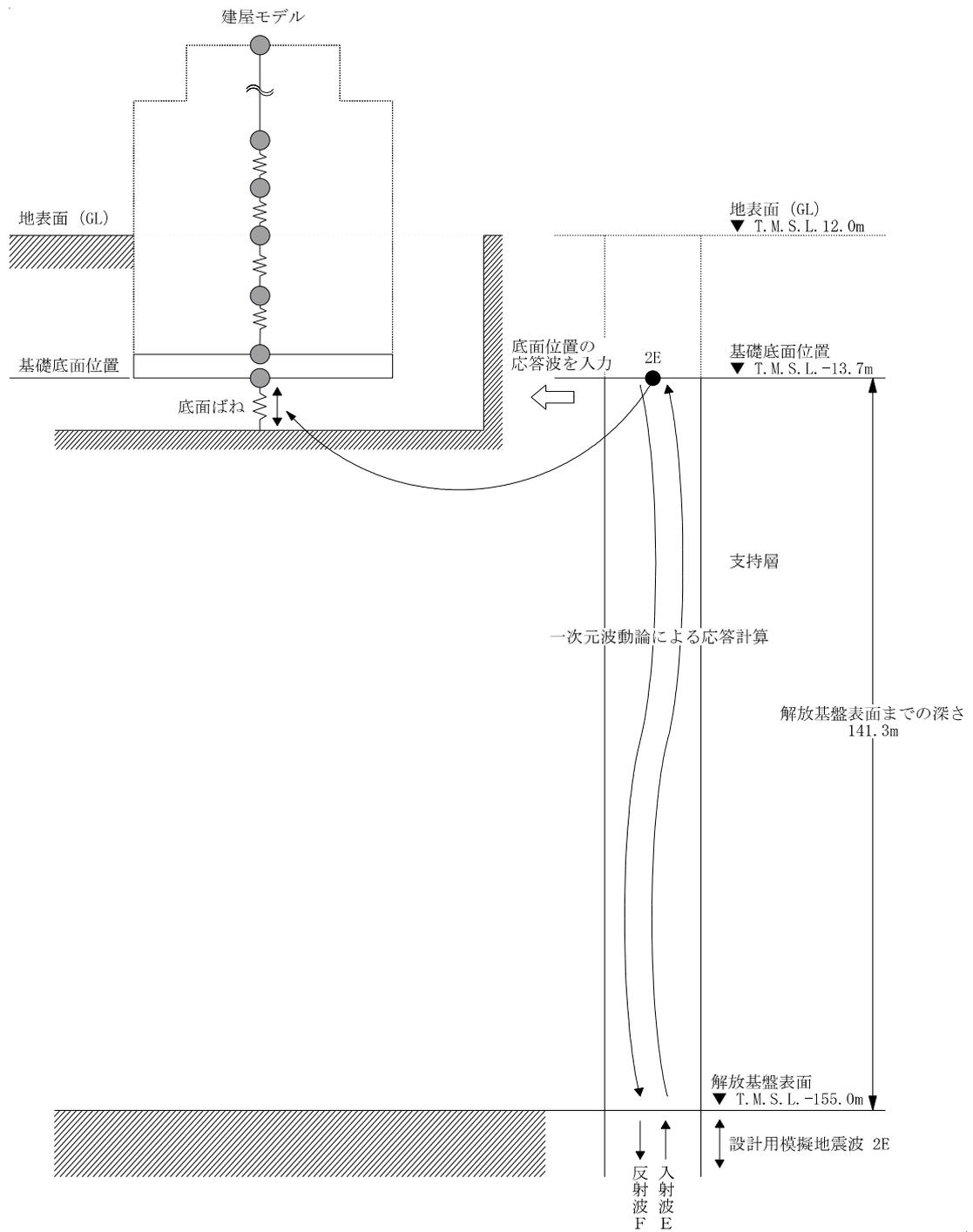


図3-15 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図 (鉛直方向)

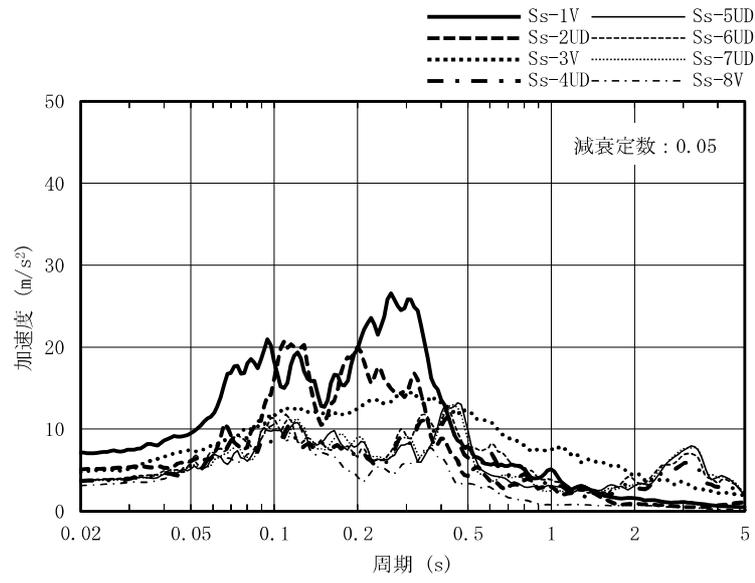


図3-16 入力地震動の加速度応答スペクトル
(基準地震動 S s , 鉛直方向, T.M.S.L.-13.7m)

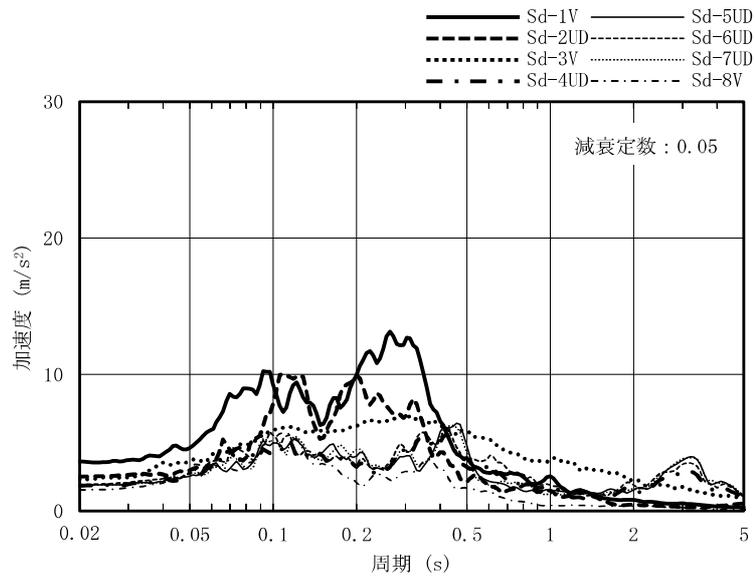


図3-17 入力地震動の加速度応答スペクトル
(弾性設計用地震動 S d , 鉛直方向, T.M.S.L. -13.7m)

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	6.46×10^6

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	6.52×10^6

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	6.36×10^6

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	6.57×10^6

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	6.52×10^6

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	6.54×10^6

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	6.50×10^6

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	6.52×10^6

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	6.64×10^6

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	6.68×10^6

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	6.62×10^6

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	6.70×10^6

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	6.67×10^6

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	6.68×10^6

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	6.67×10^6

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	6.68×10^6

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「DAC3N」を用いる。なお、解析に用いる解析コードの検証、妥当性の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、V-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。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

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。

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

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6675号にて認可され

た工事計画の添付資料「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。

$$C_v = R_v \cdot 0.3$$

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6675号にて認可された工事計画の添付資料「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。

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$$

ここで、

D_s : 各層の構造特性係数

F_{es} : 各層の形状特性係数

地震力によって各層に生じる水平力 Q_{ud} は、次式により算定する。

$$Q_{ud} = n \cdot C_i \cdot W_i$$

ここで、

n : 施設の重要度分類に応じた係数 (1.0)

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

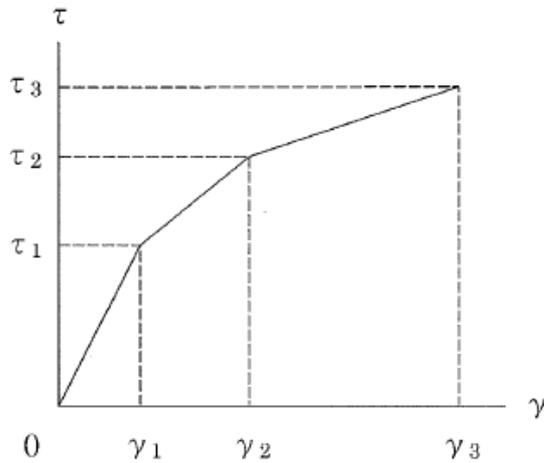
各層の必要保有水平耐力 Q_{un} は、平成3年8月23日付け3資庁第6675号にて認可された工事計画の添付資料「IV-2-7-1 原子炉建屋の耐震性についての計算書」にて算出した値を用いる。

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

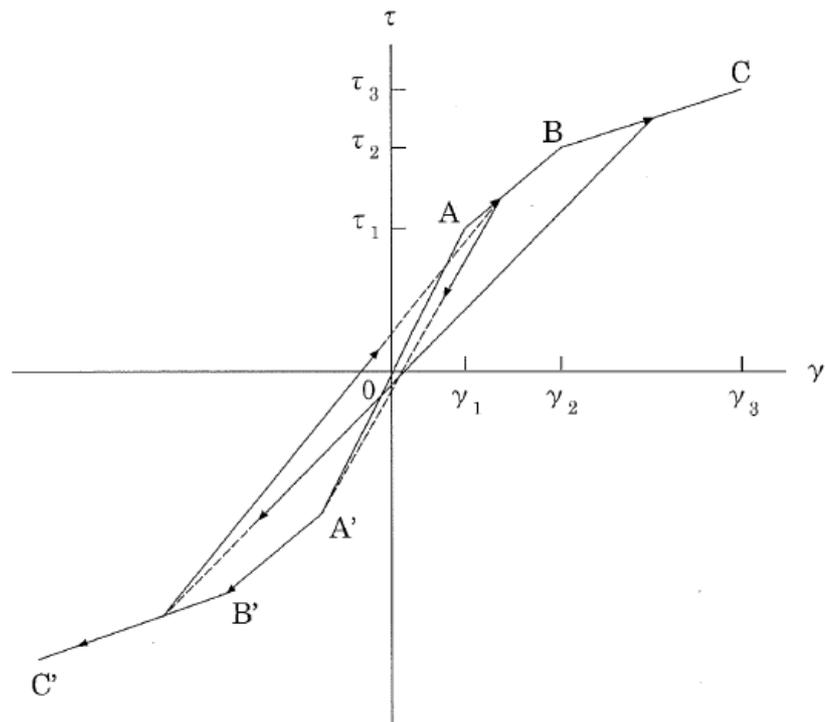
γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ

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。

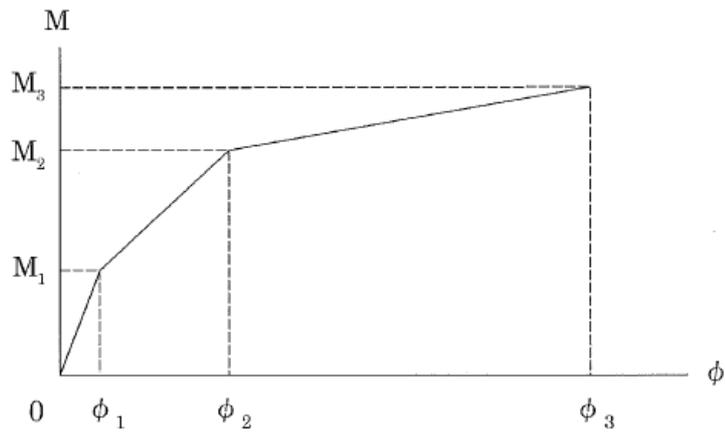


- a. 0-A間 : 弾性範囲。
- b. A-B間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を超えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C間 : 負側最大点指向。
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

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

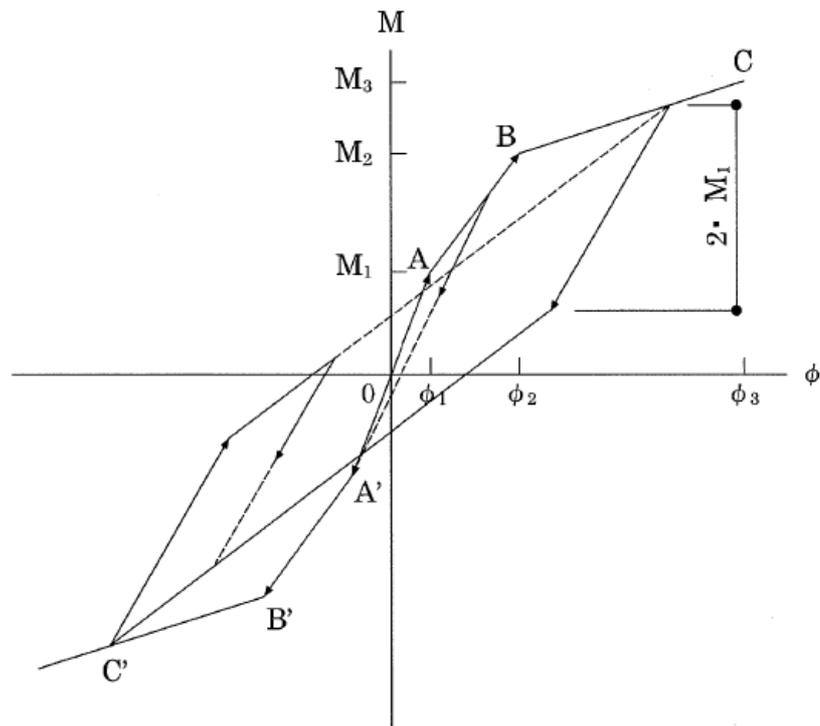
ϕ_2 : 第2折点の曲率

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 セン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	2.28	0.191	3.08	0.569	6.81	4.00
4F	2.38	0.199	3.21	0.588	6.54	4.00
3F	2.40	0.201	2.96	0.630	4.84	4.00
2F	2.54	0.213	3.35	0.644	6.62	4.00
1F	2.55	0.213	3.29	0.660	6.44	4.00
B1F	2.62	0.219	3.47	0.665	6.98	4.00
B2F	2.70	0.226	3.64	0.674	7.56	4.00
B3F	2.69	0.224	3.52	0.691	7.03	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	2.26	0.189	3.01	0.567	6.88	4.00
2F	2.32	0.194	3.00	0.584	7.23	4.00
1F	2.34	0.196	2.93	0.605	6.75	4.00
B1F	2.42	0.202	3.03	0.626	6.40	4.00
B2F	2.47	0.206	3.15	0.573	6.26	4.00
B3F	2.45	0.205	3.14	0.589	5.73	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	2.33	0.195	3.15	0.582	6.58	4.00
4F	2.33	0.195	3.14	0.581	6.73	4.00
3F	2.50	0.209	3.28	0.634	6.13	4.00
2F	2.47	0.206	3.21	0.626	6.23	4.00
1F	2.48	0.207	3.18	0.642	6.24	4.00
B1F	2.54	0.212	3.43	0.636	7.39	4.00
B2F	2.58	0.216	3.41	0.656	7.10	4.00
B3F	2.58	0.215	3.31	0.673	6.60	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	2.23	0.187	2.65	0.567	4.76	4.00
2F	2.28	0.191	2.63	0.584	4.82	4.00
1F	2.28	0.191	2.68	0.605	5.32	4.00
B1F	2.41	0.201	2.96	0.626	6.17	4.00
B2F	2.41	0.201	2.90	0.650	5.38	4.00
B3F	2.46	0.206	3.21	0.563	6.42	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	2.02	5.11	2.17	61.0	5.28	1220
4F	5.95	4.04	6.73	40.4	9.49	809
3F	9.10	4.47	11.8	40.7	15.4	815
2F	9.44	4.75	18.7	42.0	18.9	840
1F	12.2	5.02	28.6	42.6	29.8	853
B1F	15.4	5.08	30.3	43.1	40.9	863
B2F	17.2	5.30	35.9	43.8	49.3	876
B3F	19.1	5.56	41.6	44.3	59.2	887

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	1.72	8.25	3.86	117	4.42	2340
2F	5.14	7.65	18.4	87.2	26.5	1250
1F	5.52	8.15	18.9	87.8	27.0	1220
B1F	5.75	8.53	17.6	87.4	24.9	1300
B2F	6.26	9.19	18.3	88.1	25.9	1250
B3F	7.27	8.52	21.0	88.3	30.1	1240

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	3.20	3.70	3.81	38.8	4.54	776
4F	6.69	3.71	6.94	39.7	12.1	793
3F	10.6	4.16	10.9	41.0	19.3	819
2F	10.1	4.27	17.0	39.7	23.0	795
1F	12.0	4.49	24.3	40.5	31.4	809
B1F	14.7	4.46	32.3	40.7	41.8	814
B2F	17.0	4.75	38.3	41.3	52.6	826
B3F	18.9	5.01	44.6	41.8	61.7	837

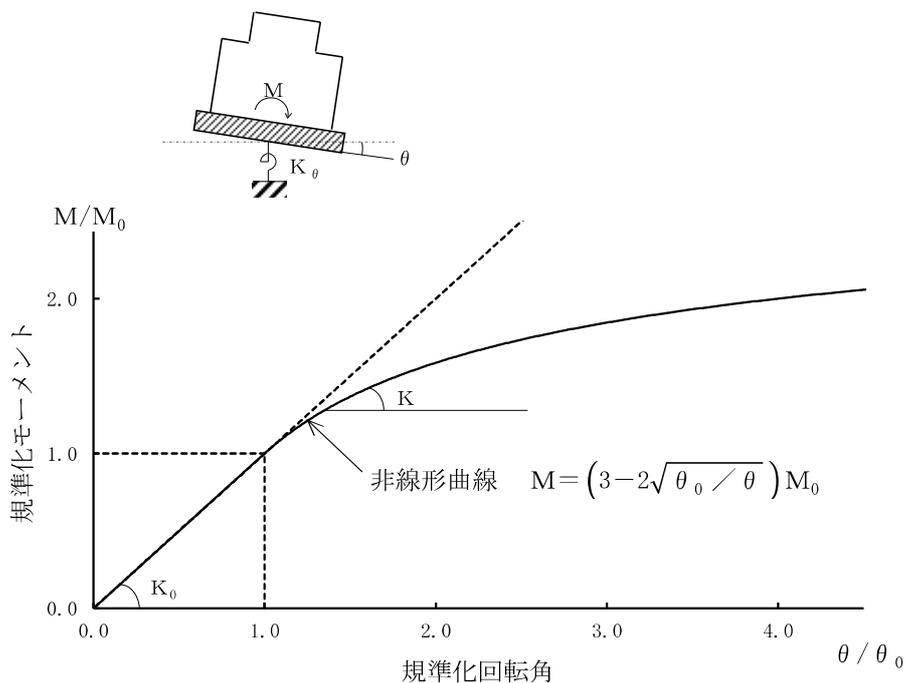
RCCV部

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	1.72	8.25	3.61	90.3	5.99	1430
2F	5.14	7.65	18.4	87.2	26.5	1250
1F	5.43	8.15	18.9	87.8	27.0	1220
B1F	5.75	8.53	17.6	87.4	24.9	1300
B2F	5.58	9.13	18.1	88.1	25.5	1250
B3F	6.48	9.43	18.8	88.3	26.5	1240

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、「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－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

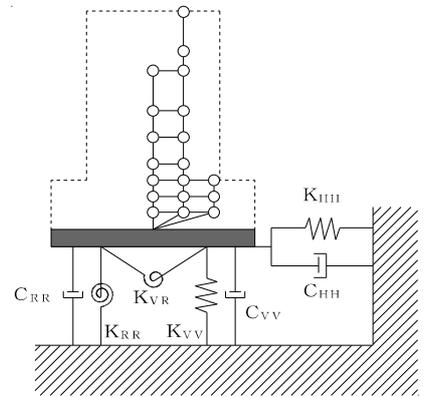


図3-23 誘発上下動を考慮する場合の地震応答解析モデルの概念図

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	$K_{RR} = \frac{M - K_{VR} \cdot w_0}{\theta}$	$C_{RR} = C_{R0} \cdot \eta_t^{\frac{\alpha}{2}}$
$\eta_t = \left(\frac{\theta_0}{\theta} \right)^{\frac{2}{\alpha-2}}$ θ ：回転角 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		

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 $S_s-1 \sim S_s-3$ 及び S_s-8 ，弾性設計用地震動 S_d については $S_d-1 \sim S_d-3$ 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 $\pm 1\sigma$ 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%信頼区間の下限値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。また、不確かさの検討にあたっては、地盤剛性の不確かさを考慮することで、回転ばね定数も変化することから、地盤剛性の不確かさの検討とあわせて影響を確認する。

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 ($\pm 1\sigma$) 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 (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 , 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%, 西山層+10%)	地盤剛性の変化に伴い, 回転ばね定数が変化
③ケース3 (建屋剛性- σ , 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%, 西山層-10%)	地盤剛性の変化に伴い, 回転ばね定数が変化
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 $Ss-1$, $Sd-1$ 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 4-17 及び表 4-18 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	0.439	2.28	1.585	建屋-地盤連成1次
2	0.192	5.20	-0.697	
3	0.091	11.03	0.068	
4	0.078	12.88	0.061	
5	0.077	12.98	0.070	
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	0.429	2.33	1.547	建屋-地盤連成1次
2	0.191	5.23	-0.617	
3	0.082	12.16	-0.028	
4	0.077	12.97	0.138	
5	0.071	14.02	-0.044	
6	0.058	17.13	0.038	

(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	9.356	屋根トラス1次
2	0.258	3.87	-8.417	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.092	
4	0.051	19.45	-0.116	
5	0.047	21.32	0.112	
6	0.028	35.22	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4-3 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	0.438	2.28	1.585	建屋-地盤連成1次
2	0.192	5.21	-0.698	
3	0.091	11.03	0.068	
4	0.078	12.89	0.062	
5	0.077	12.99	0.070	
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	0.428	2.34	1.547	建屋-地盤連成1次
2	0.191	5.25	-0.618	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.97	0.139	
5	0.071	14.03	-0.044	
6	0.058	17.14	0.038	

(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	8.918	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-7.979	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.093	
4	0.051	19.45	-0.118	
5	0.047	21.33	0.114	
6	0.028	35.23	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	0.441	2.27	1.584	建屋-地盤連成1次
2	0.193	5.17	-0.694	
3	0.091	11.03	0.067	
4	0.078	12.88	0.060	
5	0.077	12.96	0.072	
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	0.431	2.32	1.546	建屋-地盤連成1次
2	0.192	5.20	-0.615	
3	0.082	12.16	-0.028	
4	0.077	12.96	0.137	
5	0.071	14.01	-0.045	
6	0.058	17.13	0.037	

(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	0.281	3.56	10.170	屋根トラス1次
2	0.261	3.83	-9.229	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.088	
4	0.051	19.45	-0.113	
5	0.047	21.31	0.109	
6	0.028	35.22	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	1.587	建屋-地盤連成1次
2	0.190	5.27	-0.704	
3	0.091	11.03	0.070	
4	0.078	12.90	0.064	
5	0.077	13.03	0.068	
6	0.056	17.80	-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	0.422	2.37	1.549	建屋-地盤連成1次
2	0.188	5.31	-0.622	
3	0.082	12.17	-0.029	
4	0.077	12.98	0.142	
5	0.071	14.07	-0.045	
6	0.058	17.14	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	8.488	屋根トラス1次
2	0.255	3.92	-7.551	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.095	
4	0.051	19.45	-0.119	
5	0.047	21.34	0.115	
6	0.028	35.23	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	0.435	2.30	1.586	建屋-地盤連成1次
2	0.191	5.24	-0.701	
3	0.091	11.03	0.069	
4	0.078	12.89	0.063	
5	0.077	13.00	0.069	
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	1.548	建屋-地盤連成1次
2	0.189	5.28	-0.620	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.98	0.141	
5	0.071	14.05	-0.045	
6	0.058	17.14	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	0.279	3.58	8.918	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-7.979	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.093	
4	0.051	19.45	-0.118	
5	0.047	21.33	0.114	
6	0.028	35.23	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	2.31	1.587	建屋-地盤連成1次
2	0.190	5.26	-0.703	
3	0.091	11.03	0.070	
4	0.078	12.90	0.064	
5	0.077	13.02	0.069	
6	0.056	17.80	-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	0.424	2.36	1.548	建屋-地盤連成1次
2	0.189	5.30	-0.621	
3	0.082	12.17	-0.029	
4	0.077	12.98	0.141	
5	0.071	14.06	-0.045	
6	0.058	17.14	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	0.279	3.59	8.700	屋根トラス1次
2	0.256	3.91	-7.763	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.094	
4	0.051	19.45	-0.118	
5	0.047	21.34	0.114	
6	0.028	35.23	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	2.30	1.586	建屋-地盤連成1次
2	0.191	5.24	-0.700	
3	0.091	11.03	0.069	
4	0.078	12.89	0.063	
5	0.077	13.00	0.068	
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	1.548	建屋-地盤連成1次
2	0.190	5.28	-0.620	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.98	0.140	
5	0.071	14.04	-0.045	
6	0.058	17.14	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	0.279	3.58	9.137	屋根トラス1次
2	0.257	3.88	-8.198	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.092	
4	0.051	19.45	-0.117	
5	0.047	21.33	0.113	
6	0.028	35.23	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	0.434	2.30	1.587	建屋-地盤連成1次
2	0.191	5.25	-0.701	
3	0.091	11.03	0.069	
4	0.078	12.89	0.063	
5	0.077	13.00	0.068	
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	0.424	2.36	1.548	建屋-地盤連成1次
2	0.189	5.29	-0.620	
3	0.082	12.16	-0.029	
4	0.077	12.98	0.141	
5	0.071	14.05	-0.045	
6	0.058	17.14	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	0.279	3.58	8.918	屋根トラス1次
2	0.257	3.90	-7.979	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.093	
4	0.051	19.45	-0.118	
5	0.047	21.33	0.114	
6	0.028	35.23	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。

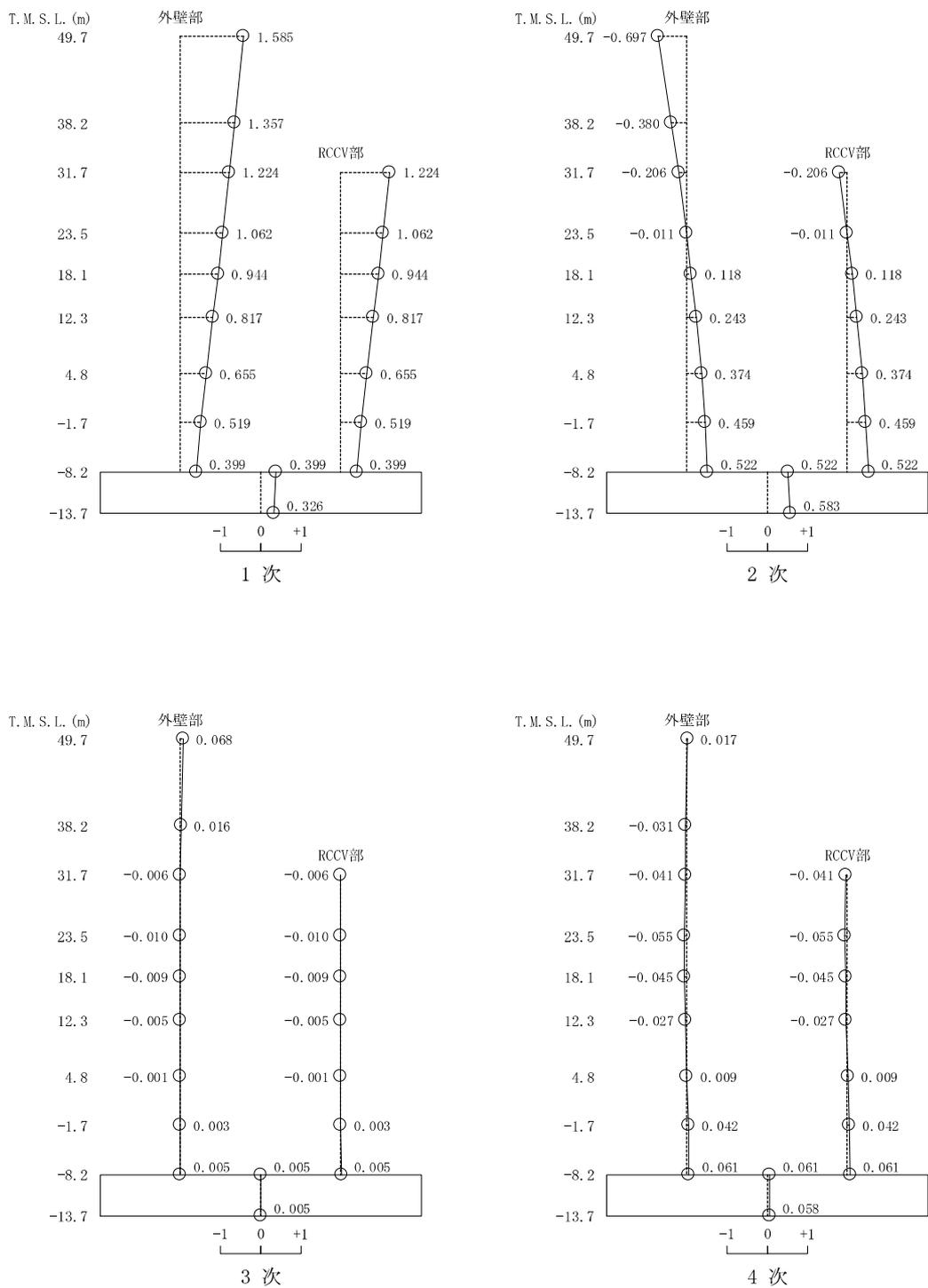


図4-1 刺激関数図 (Ss-1, NS方向) (1/3)

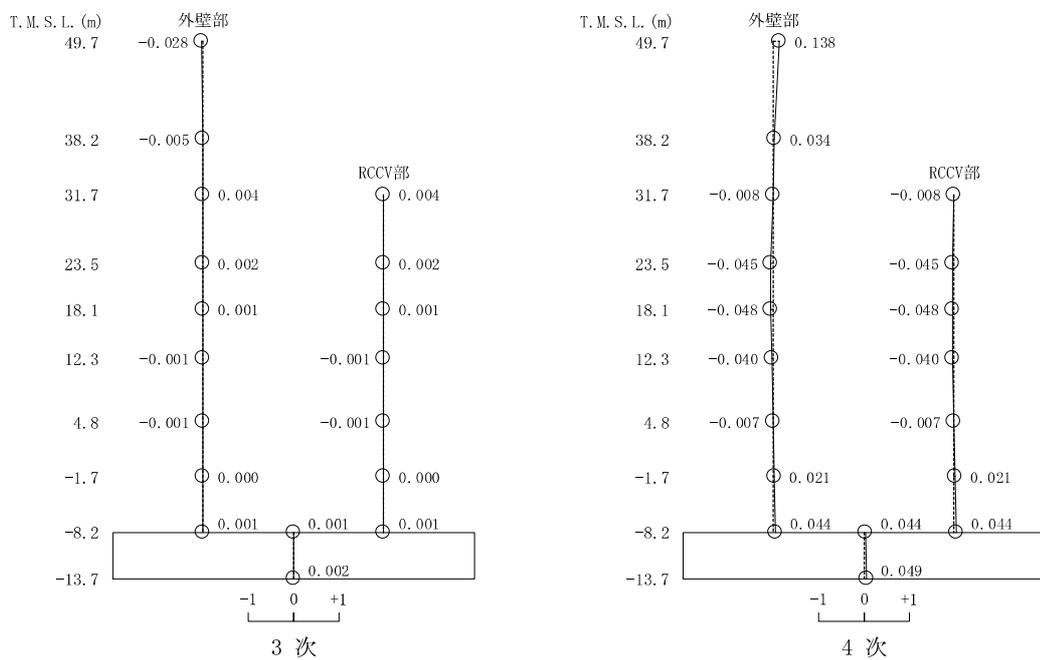
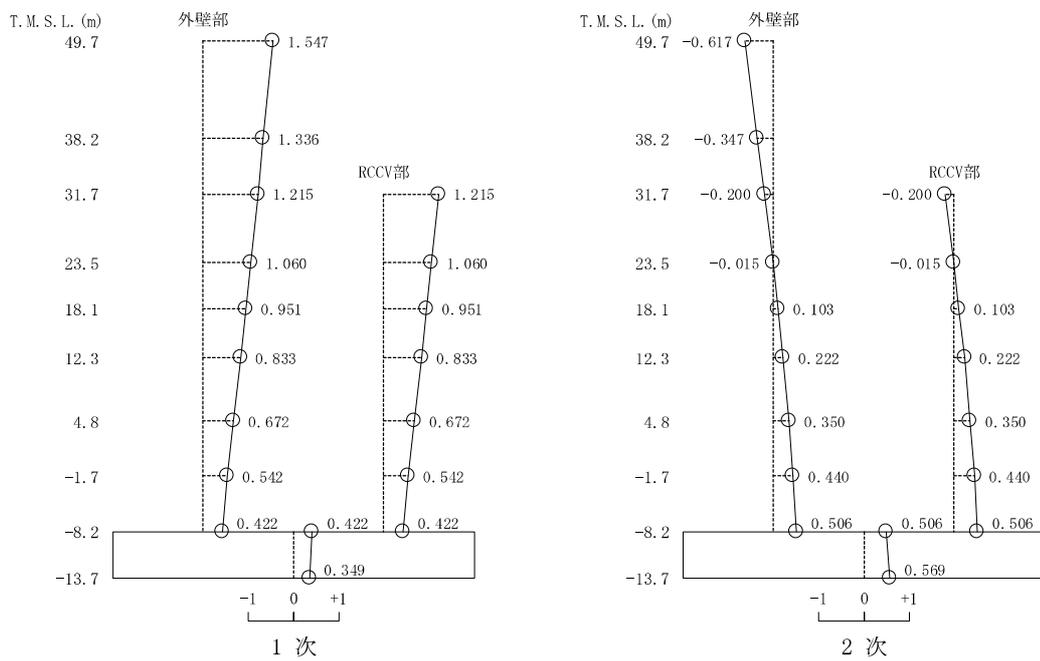


図4-1 刺激関数図 (Ss-1, EW方向) (2/3)

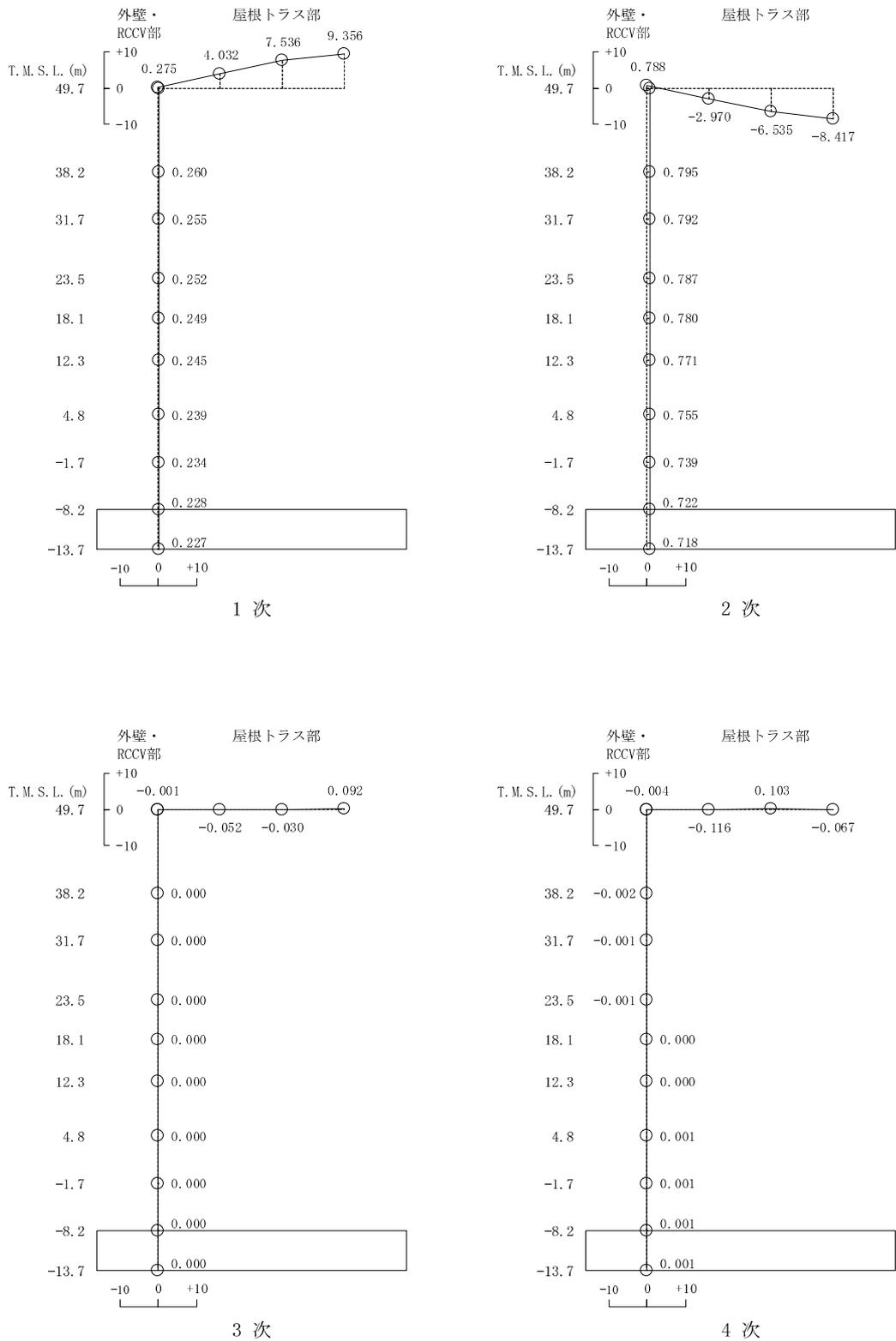


図4-1 刺激関数図 (Ss-1, 鉛直方向) (3/3)

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	0.427	2.34	1.590	建屋-地盤連成1次
2	0.188	5.33	-0.709	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.066	
5	0.077	13.06	0.067	
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	1.551	建屋-地盤連成1次
2	0.186	5.37	-0.625	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	12.99	0.144	
5	0.071	14.10	-0.046	
6	0.058	17.15	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	7.879	屋根トラス1次
2	0.253	3.96	-6.943	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.097	
4	0.051	19.45	-0.121	
5	0.047	21.35	0.117	
6	0.028	35.23	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	1.590	建屋-地盤連成1次
2	0.187	5.34	-0.710	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.077	13.07	0.068	
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	1.551	建屋-地盤連成1次
2	0.186	5.38	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.10	-0.045	
6	0.058	17.15	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	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	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4-12 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	1.590	建屋-地盤連成1次
2	0.188	5.33	-0.709	
3	0.091	11.03	0.071	
4	0.077	12.91	0.066	
5	0.077	13.06	0.065	
6	0.056	17.81	-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	0.417	2.40	1.551	建屋-地盤連成1次
2	0.186	5.37	-0.625	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	12.99	0.144	
5	0.071	14.10	-0.046	
6	0.058	17.15	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	8.076	屋根トラス1次
2	0.253	3.95	-7.140	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.096	
4	0.051	19.45	-0.121	
5	0.047	21.35	0.116	
6	0.028	35.23	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	0.424	2.36	1.591	建屋-地盤連成1次
2	0.186	5.37	-0.712	
3	0.091	11.03	0.073	
4	0.077	12.92	0.068	
5	0.076	13.08	0.067	
6	0.056	17.82	-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	0.414	2.42	1.552	建屋-地盤連成1次
2	0.185	5.41	-0.627	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.146	
5	0.071	14.12	-0.046	
6	0.058	17.15	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	7.505	屋根トラス1次
2	0.251	3.98	-6.571	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.123	
5	0.047	21.36	0.118	
6	0.028	35.23	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	0.425	2.35	1.590	建屋-地盤連成1次
2	0.187	5.35	-0.710	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.076	13.07	0.065	
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	0.415	2.41	1.551	建屋-地盤連成1次
2	0.186	5.39	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.11	-0.046	
6	0.058	17.15	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	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	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4-15 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	0.425	2.35	1.590	建屋-地盤連成1次
2	0.187	5.35	-0.711	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.077	13.07	0.066	
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	0.415	2.41	1.551	建屋-地盤連成1次
2	0.186	5.39	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.11	-0.046	
6	0.058	17.15	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	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	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4-16 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	1.590	建屋-地盤連成1次
2	0.187	5.35	-0.710	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.077	13.07	0.065	
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	2.41	1.551	建屋-地盤連成1次
2	0.186	5.38	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.11	-0.046	
6	0.058	17.15	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	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	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4-17 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	1.590	建屋-地盤連成1次
2	0.187	5.35	-0.710	
3	0.091	11.03	0.072	
4	0.077	12.91	0.067	
5	0.077	13.07	0.067	
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	2.41	1.551	建屋-地盤連成1次
2	0.186	5.39	-0.626	
3	0.082	12.17	-0.030	
4	0.077	13.00	0.145	
5	0.071	14.10	-0.046	
6	0.058	17.15	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	7.689	屋根トラス1次
2	0.252	3.97	-6.754	建屋-地盤連成1次
3	0.077	12.95	0.098	
4	0.051	19.45	-0.122	
5	0.047	21.35	0.118	
6	0.028	35.23	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。

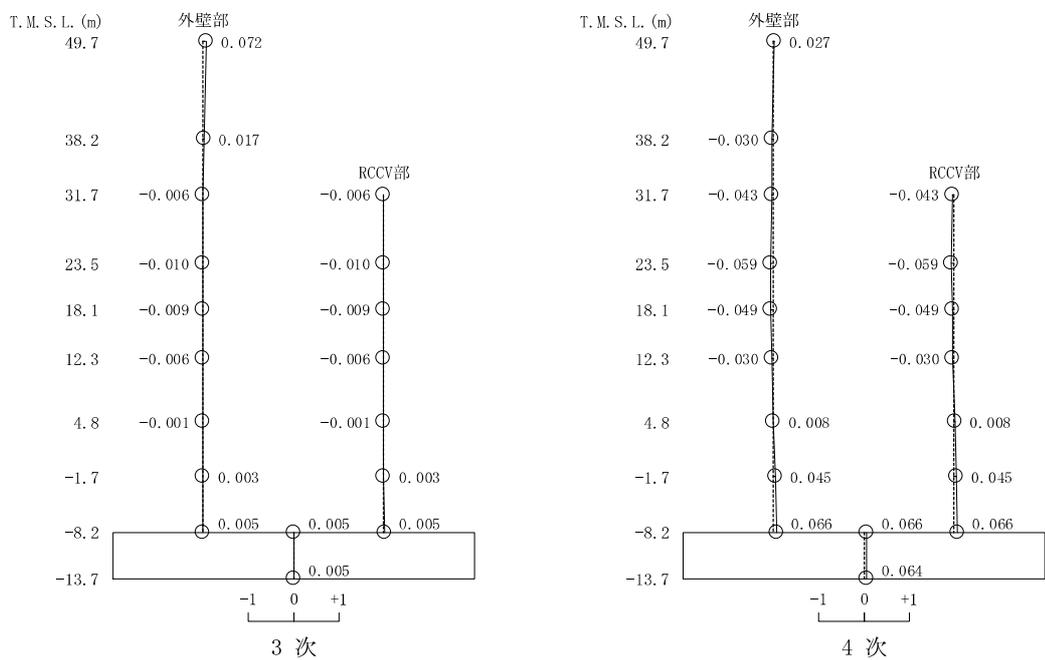
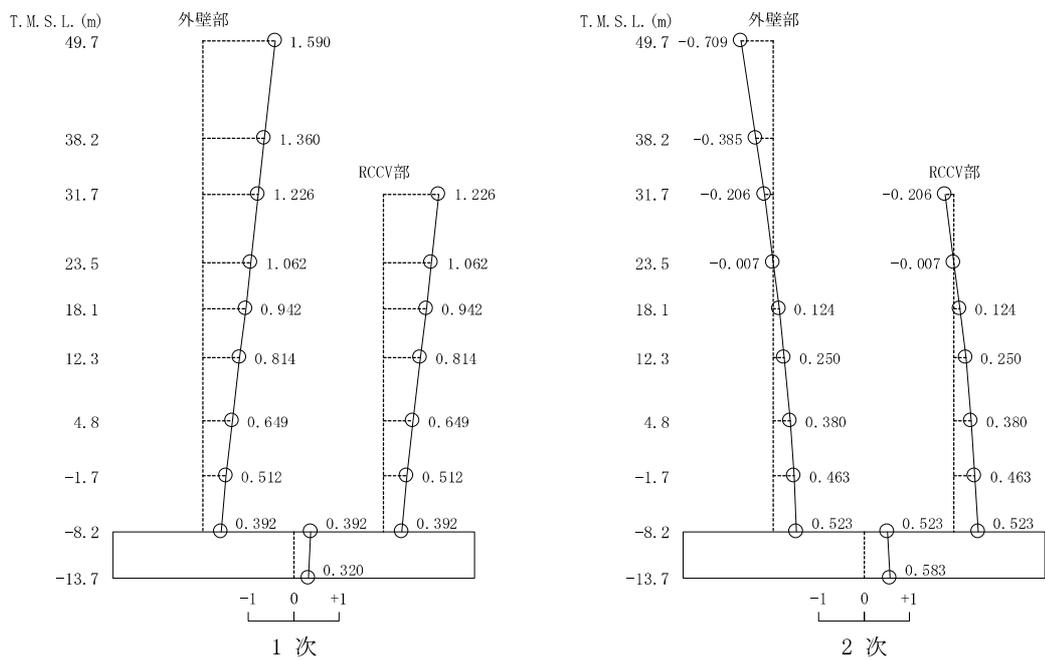


図4-2 刺激関数図 (Sd-1, NS方向) (1/3)

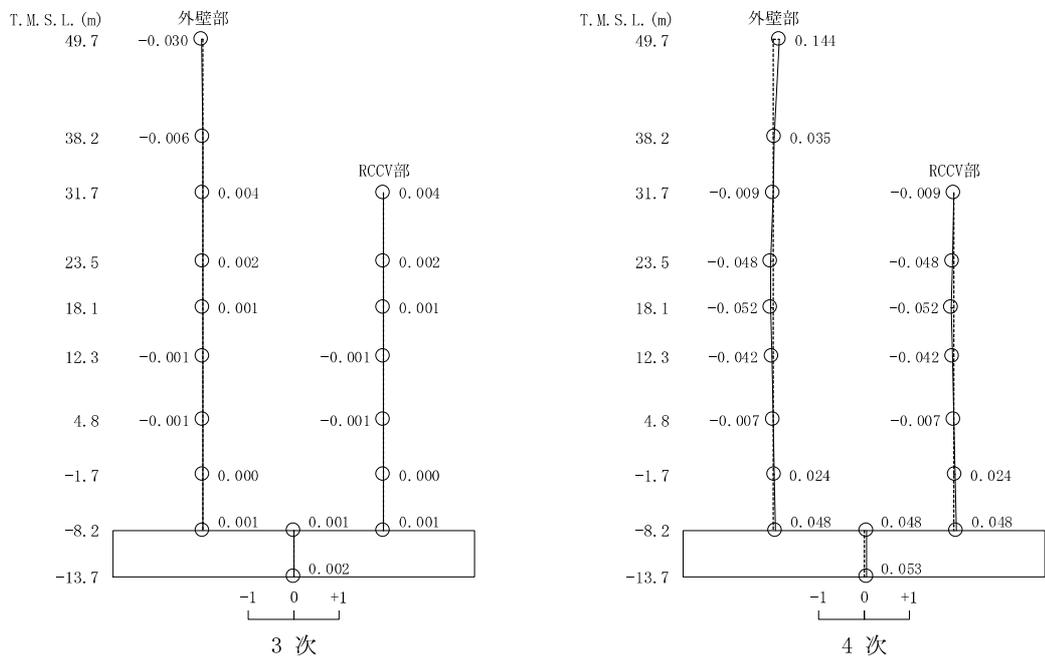
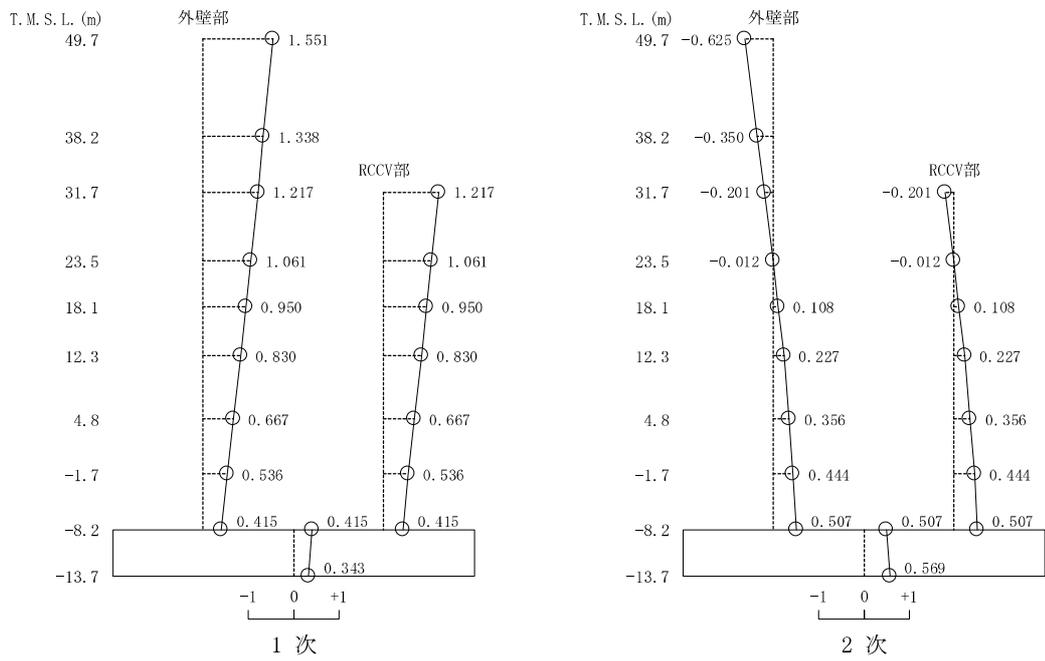


図4-2 刺激関数図 (Sd-1, EW方向) (2/3)

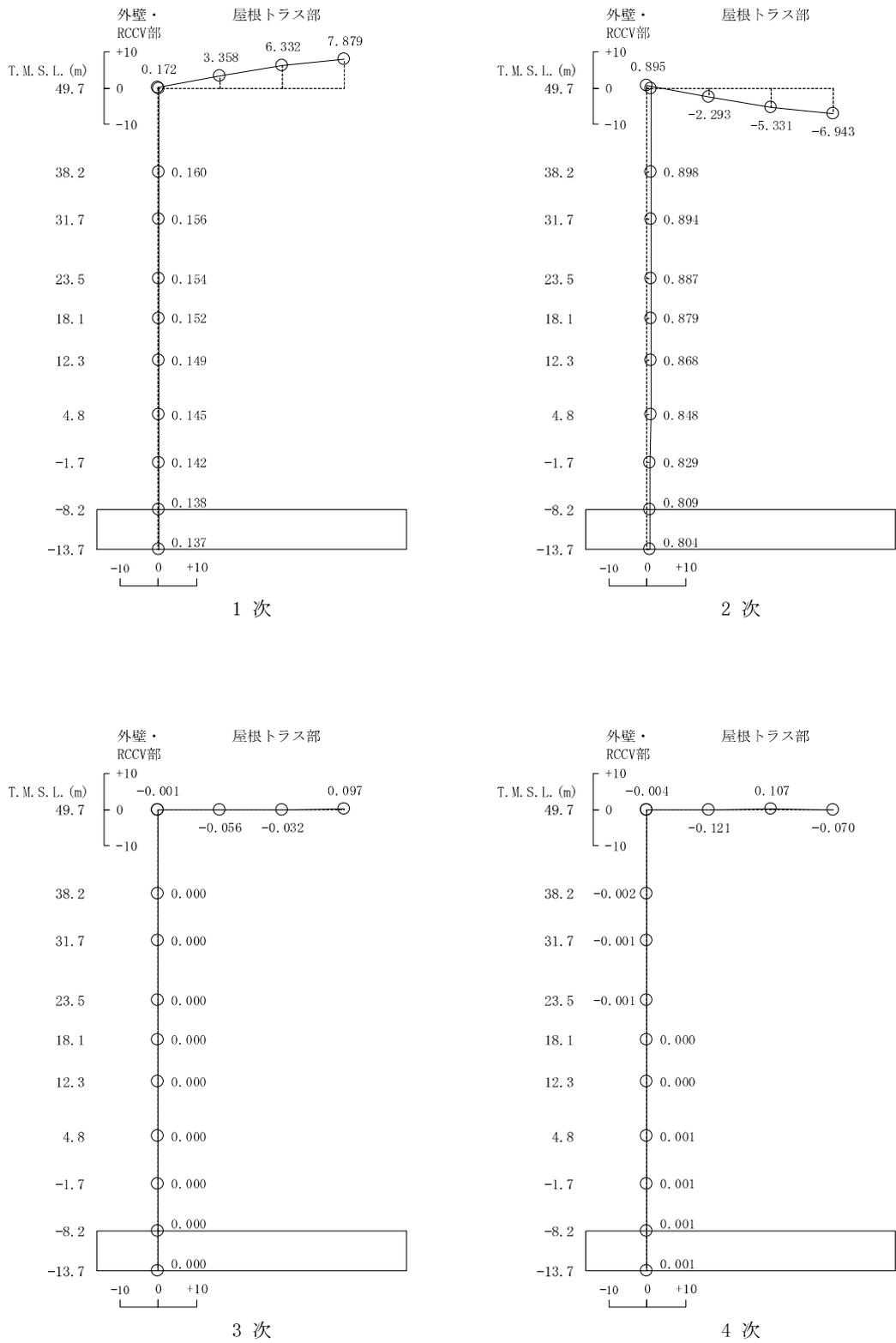
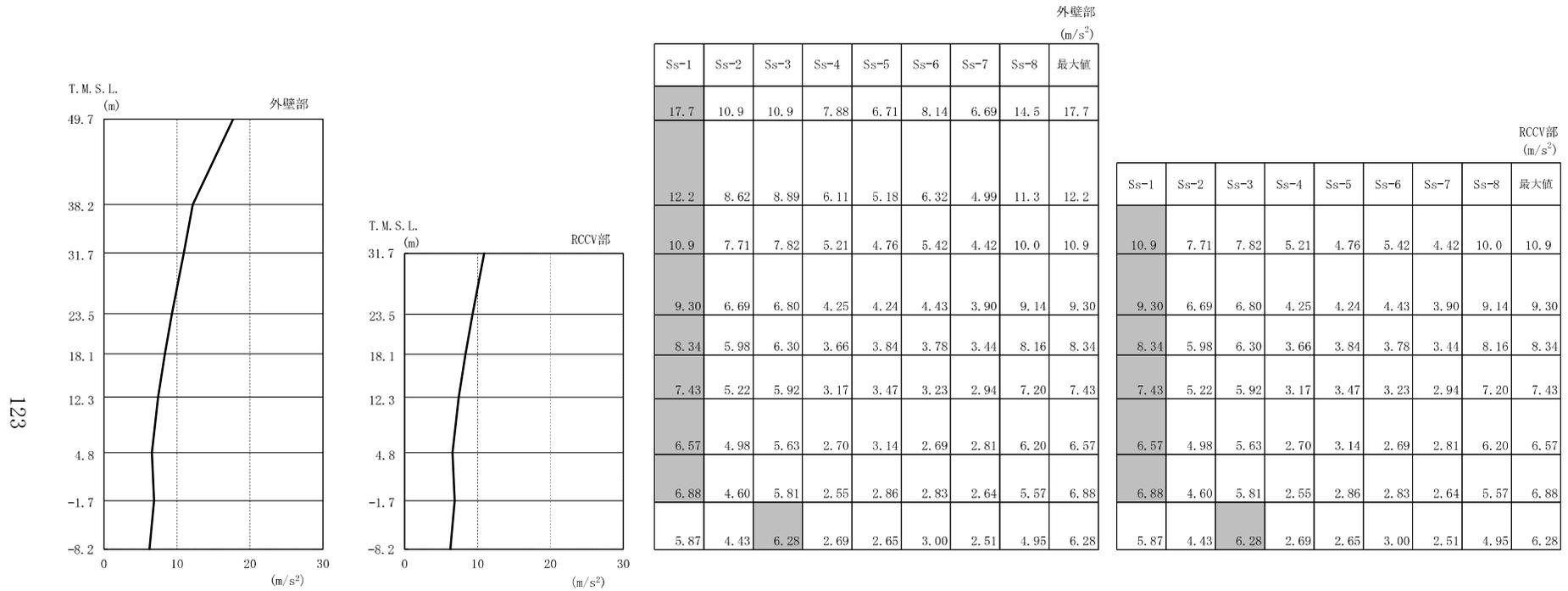


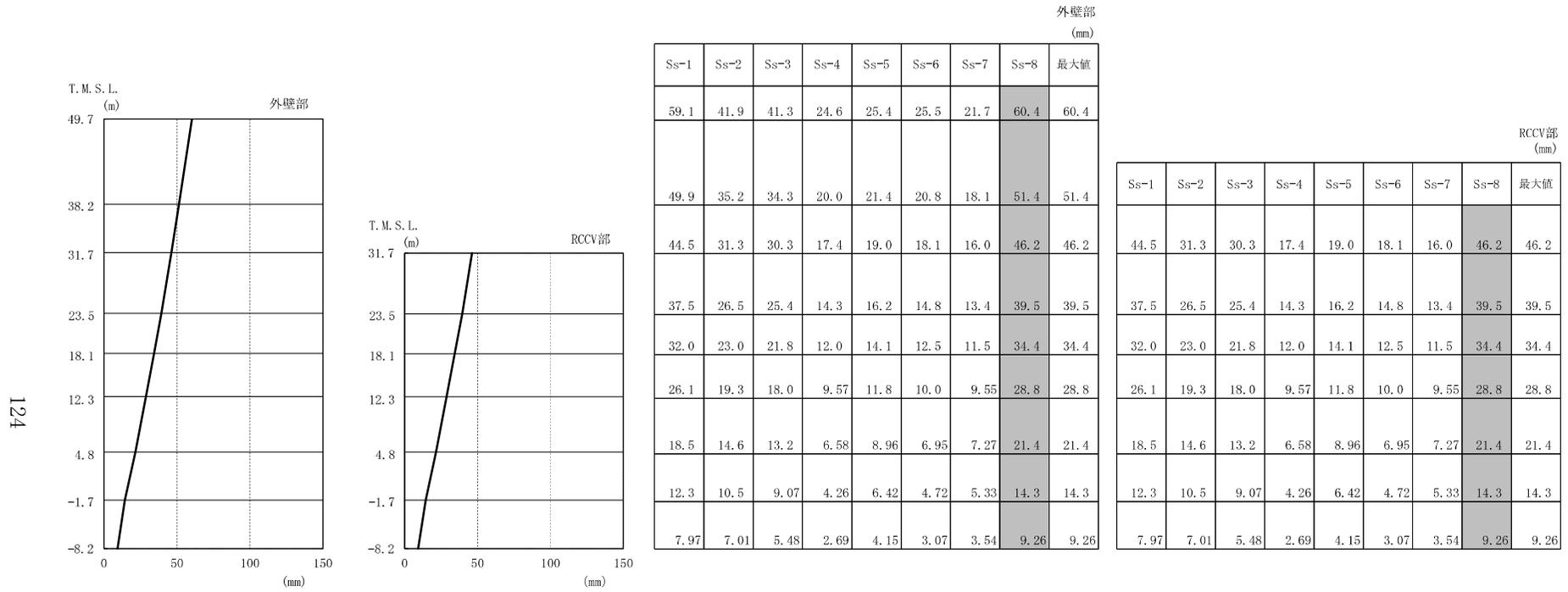
図4-2 刺激関数図 (Sd-1, 鉛直方向) (3/3)



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：ハッチングは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 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：ハッチングは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）

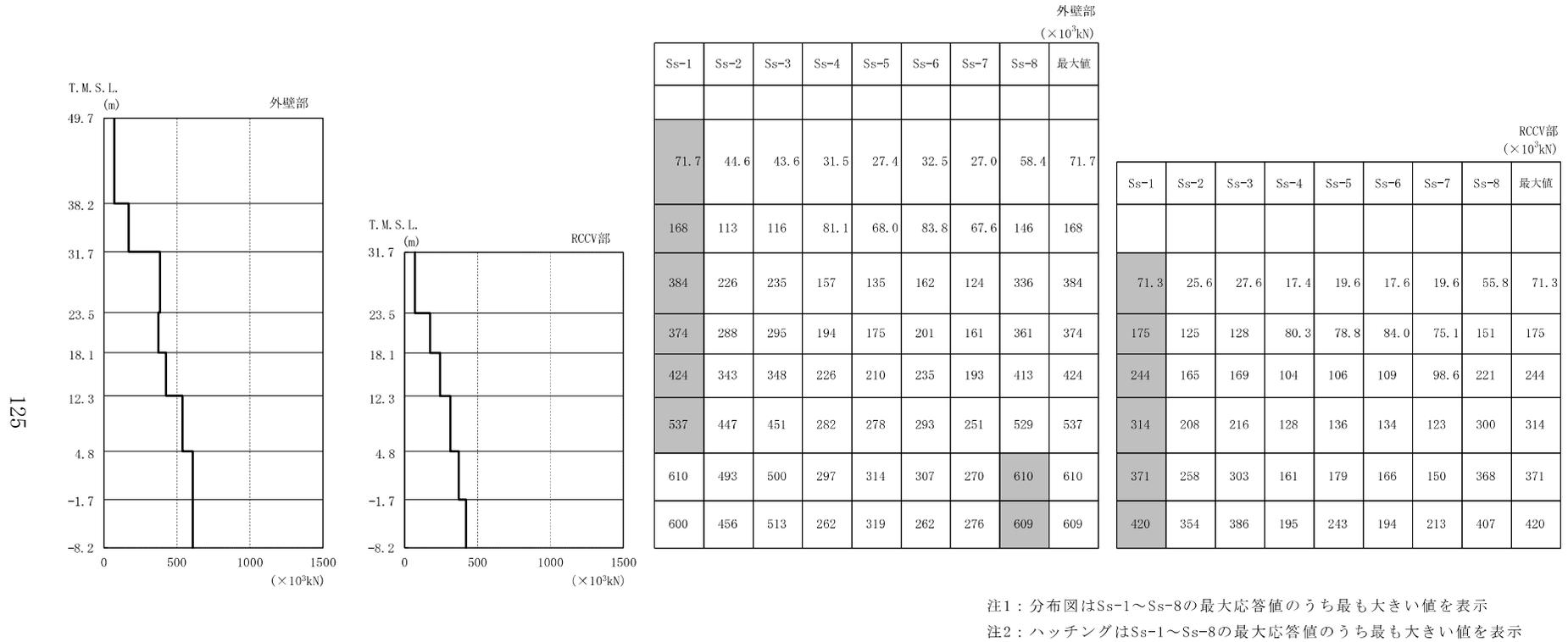
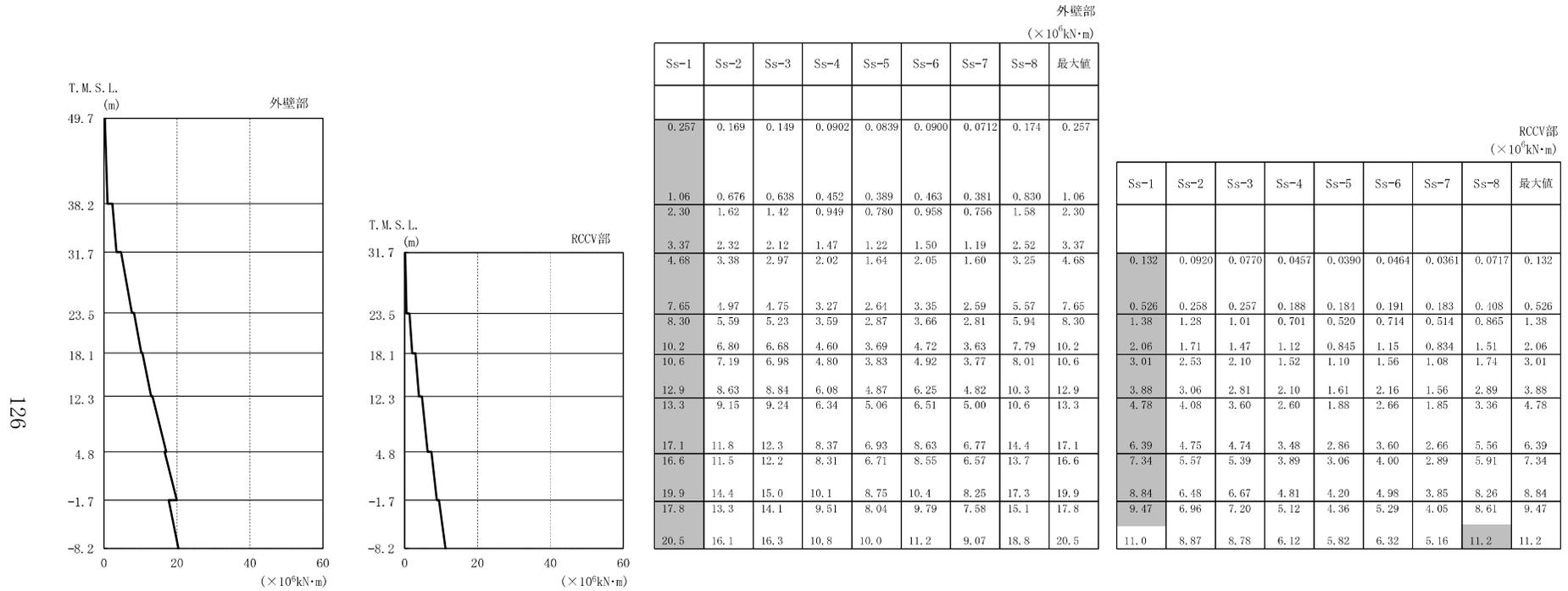


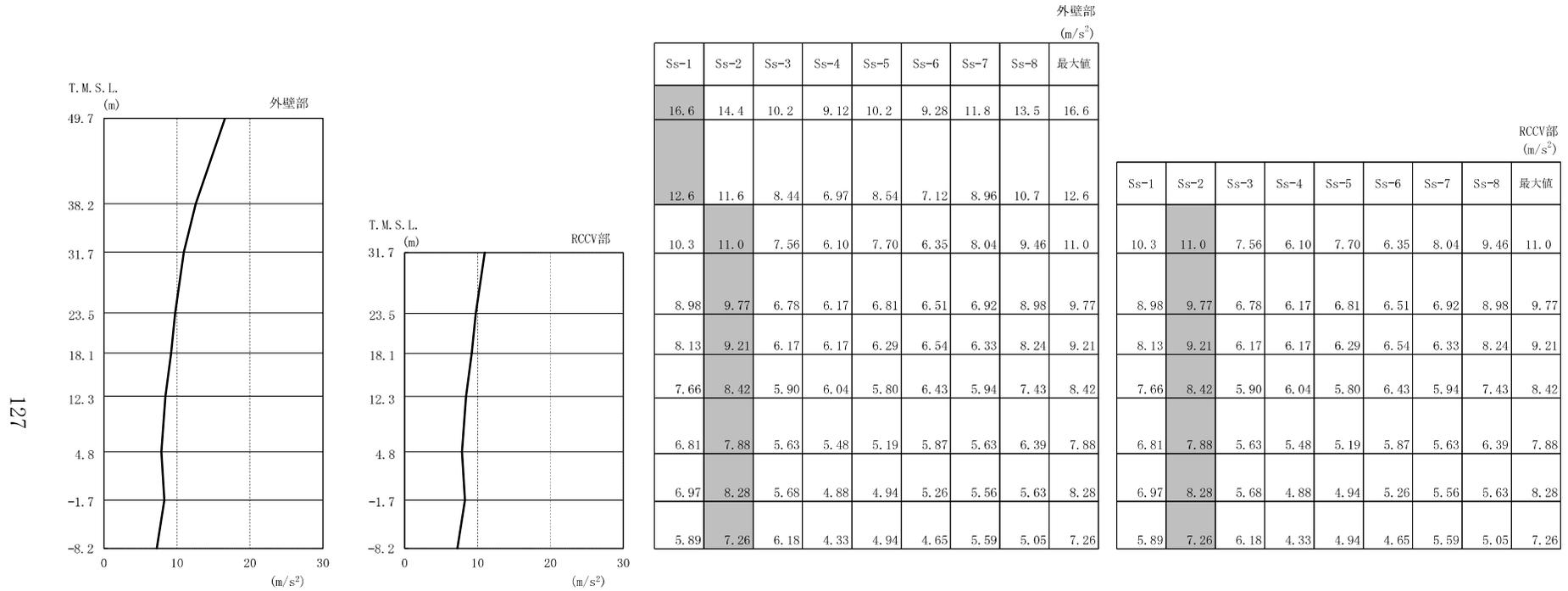
図4-5 最大応答せん断力 (基準地震動 S s , NS方向)



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: ハッチングは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：ハッチングは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）

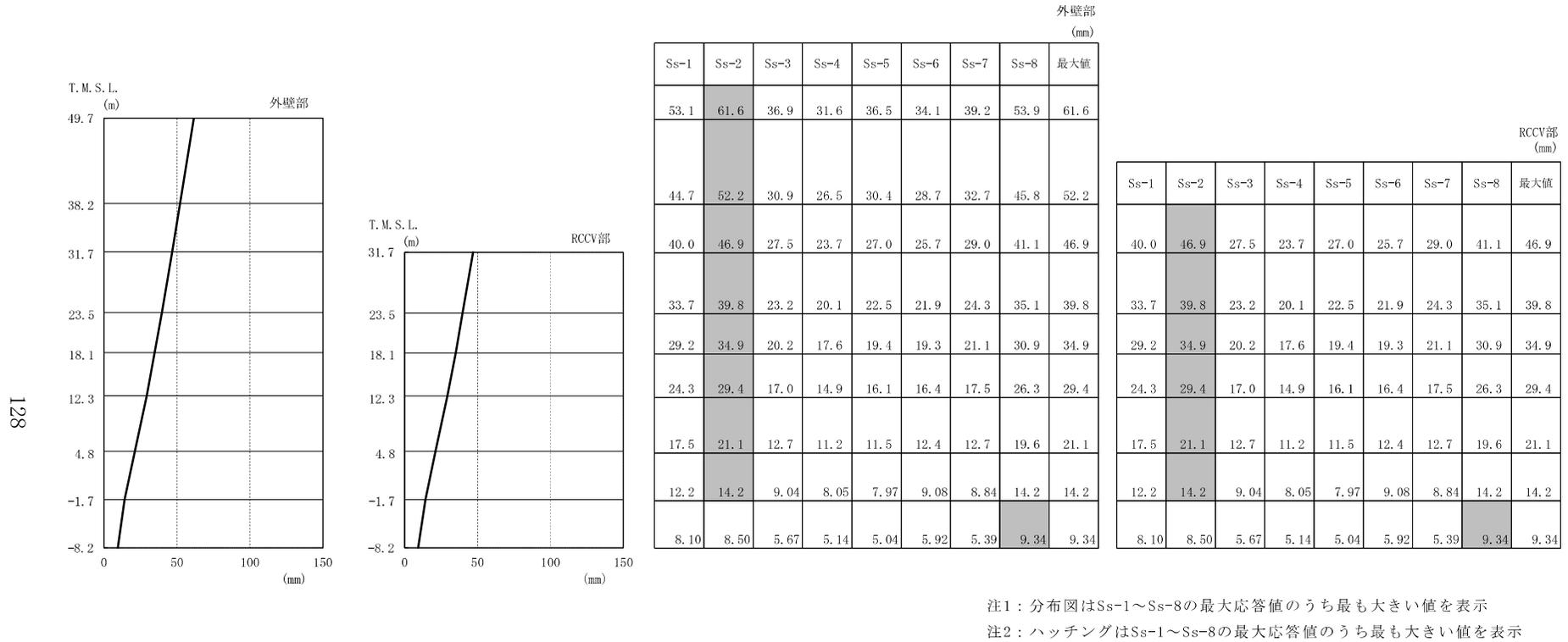


図4-8 最大応答変位（基準地震動 S_s，EW方向）

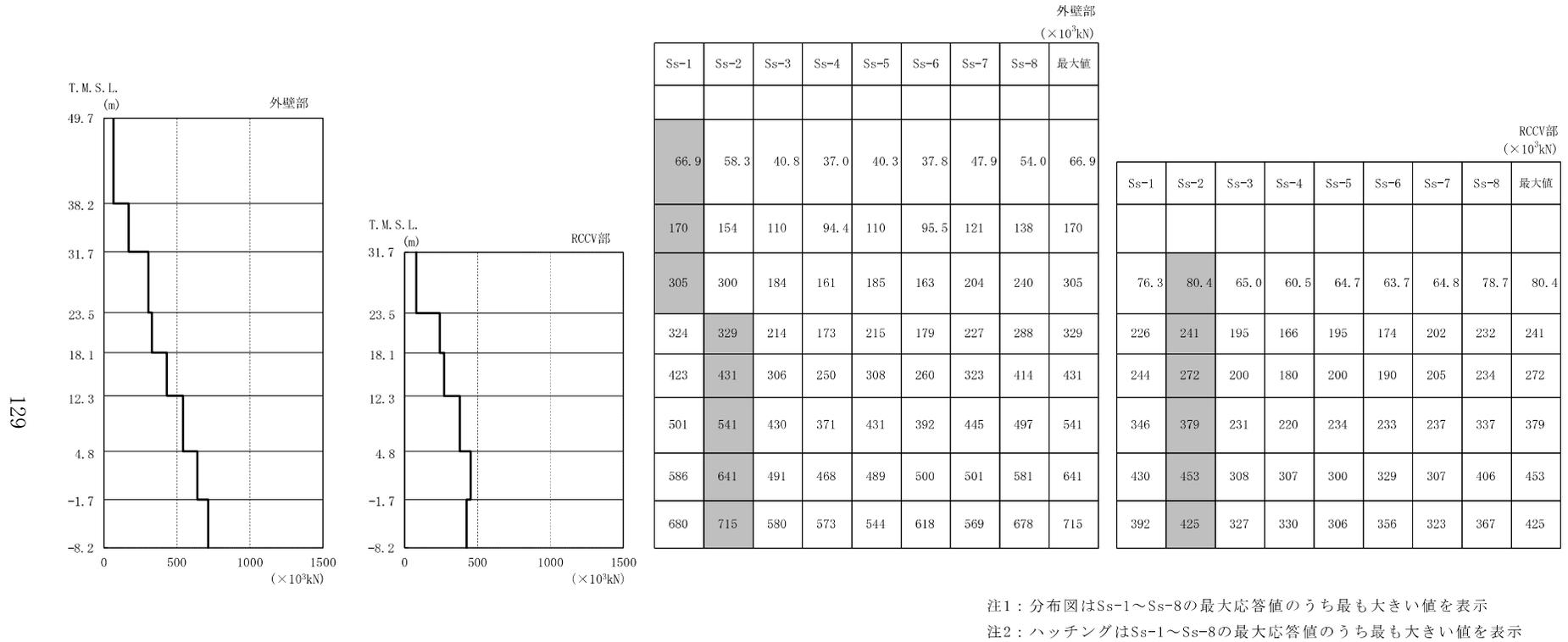
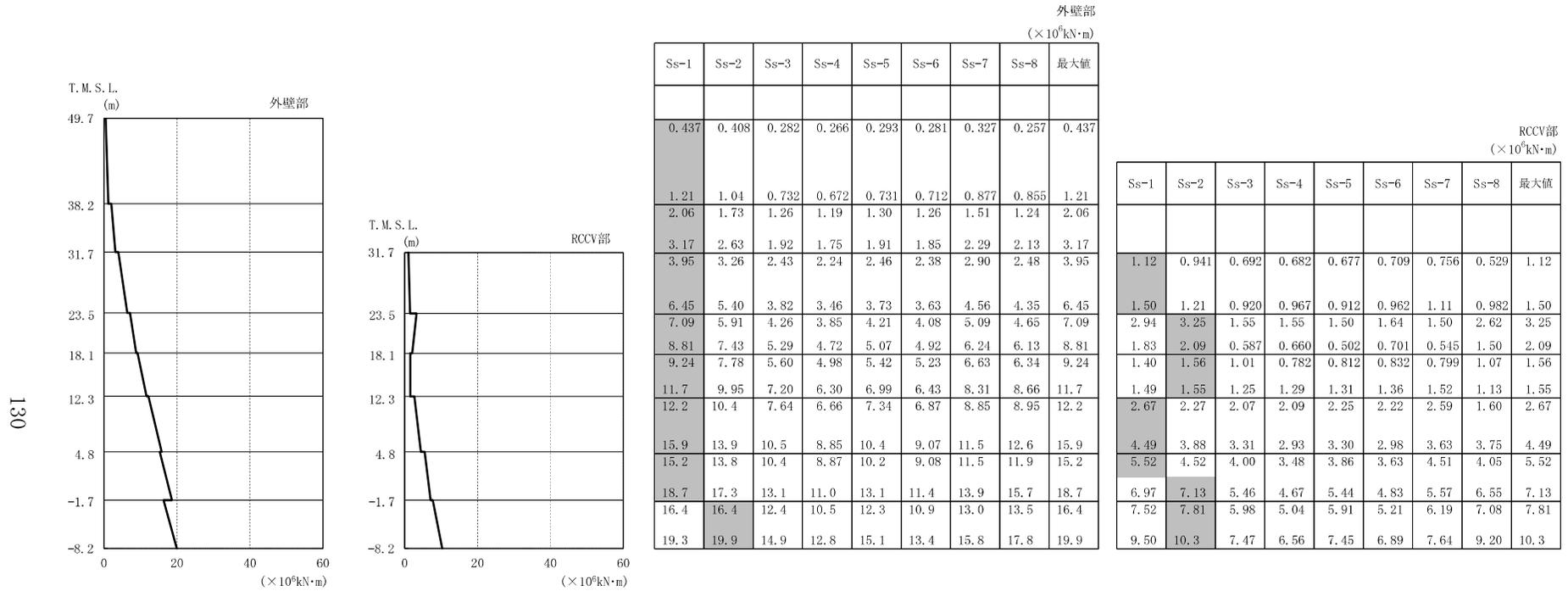


図4-9 最大応答せん断力 (基準地震動 S s , EW方向)

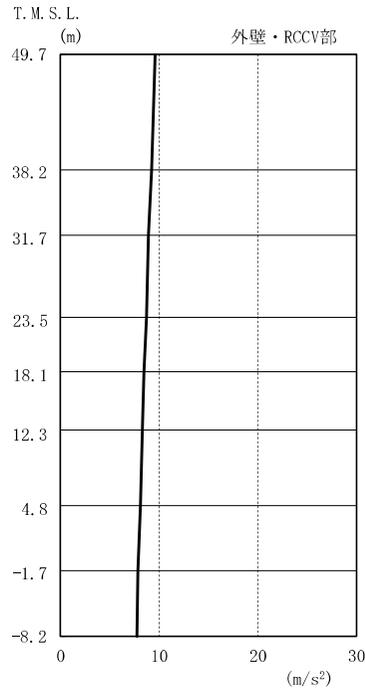


注1: 分布図はSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

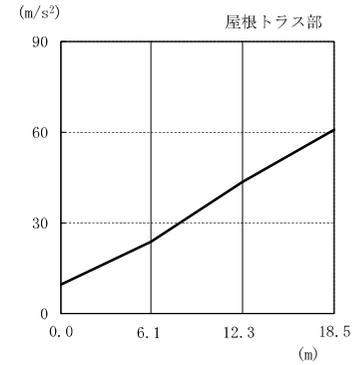
注2: ハッチングはSs-1~Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

図4-10 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S s , EW方向)

外壁・RCCV部
(m/s^2)



Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
9.57	6.02	6.55	4.75	4.68	4.94	4.78	3.60	9.57
9.23	5.83	6.15	4.51	4.60	4.70	4.62	3.12	9.23
8.93	5.72	6.01	4.31	4.51	4.52	4.49	2.82	8.93
8.70	5.64	5.93	4.18	4.41	4.33	4.35	2.69	8.70
8.46	5.55	5.90	4.05	4.31	4.22	4.22	2.56	8.46
8.31	5.44	5.85	3.90	4.18	4.16	4.06	2.40	8.31
8.08	5.23	5.81	3.81	4.07	4.05	3.80	2.36	8.08
7.85	5.03	5.83	3.77	3.98	3.94	3.57	2.38	7.85
7.74	4.82	5.81	3.72	3.88	3.83	3.39	2.47	7.74



屋根トラス部
(m/s^2)

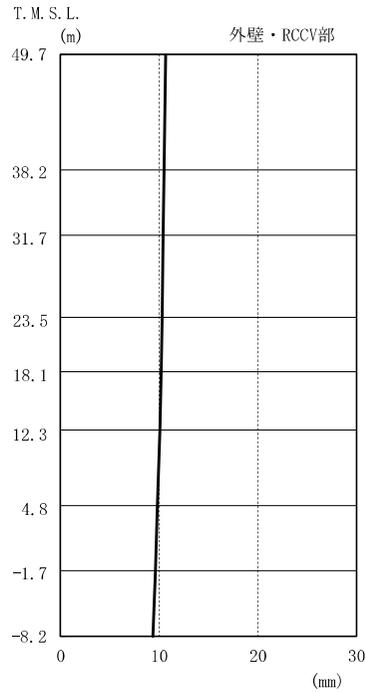
Ss-1	9.57	23.8	43.6	60.8
Ss-2	6.02	17.2	29.6	36.7
Ss-3	6.55	15.2	26.2	32.2
Ss-4	4.75	8.16	13.2	15.9
Ss-5	4.68	7.95	14.5	19.1
Ss-6	4.94	9.22	14.8	17.9
Ss-7	4.78	8.73	15.0	17.3
Ss-8	3.60	5.57	7.62	8.51
最大値	9.57	23.8	43.6	60.8

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

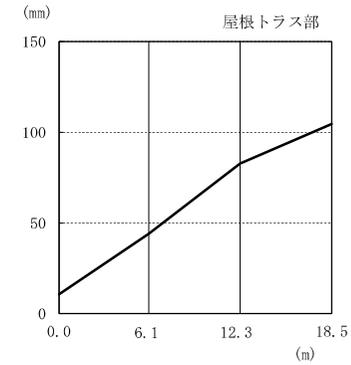
注2：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

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
(mm)



Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
10.7	5.52	9.48	4.97	5.35	5.37	4.83	3.05	10.7
10.5	5.41	9.33	4.89	5.26	5.30	4.77	3.00	10.5
10.4	5.35	9.25	4.84	5.21	5.25	4.73	2.97	10.4
10.3	5.30	9.16	4.79	5.16	5.20	4.68	2.94	10.3
10.2	5.24	9.08	4.73	5.10	5.14	4.64	2.91	10.2
10.1	5.17	8.96	4.66	5.03	5.06	4.58	2.86	10.1
9.82	5.05	8.77	4.53	4.91	4.93	4.47	2.79	9.82
9.60	4.93	8.59	4.41	4.79	4.81	4.37	2.72	9.60
9.36	4.82	8.40	4.29	4.66	4.70	4.26	2.65	9.36



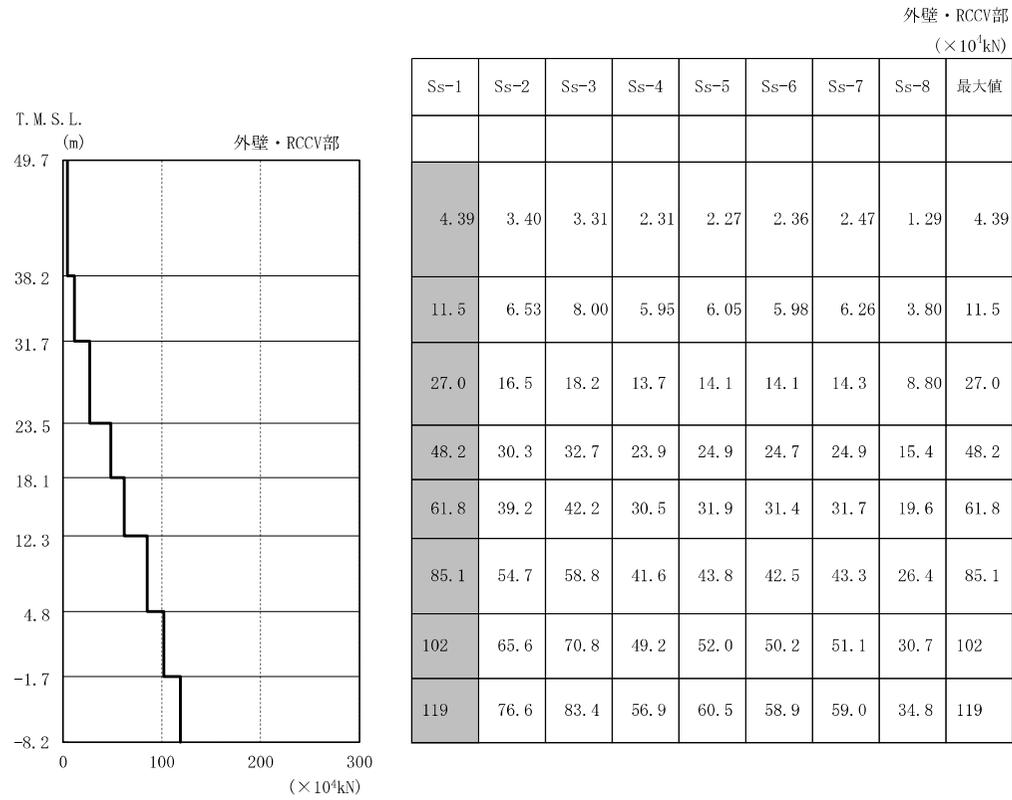
屋根トラス部
(mm)

Ss-1	10.7	44.0	82.7	105
Ss-2	5.52	33.5	60.5	74.3
Ss-3	9.48	31.2	52.5	64.6
Ss-4	4.97	16.2	27.0	32.8
Ss-5	5.35	16.4	28.4	34.9
Ss-6	5.37	17.8	30.2	36.7
Ss-7	4.83	17.5	30.1	36.7
Ss-8	3.05	9.25	15.6	18.7
最大値	10.7	44.0	82.7	105

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：ハッチングはSs-1～Ss-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

図4-12 最大応答変位（基準地震動 S_s，鉛直方向）



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：ハッチングは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Ss，鉛直方向）

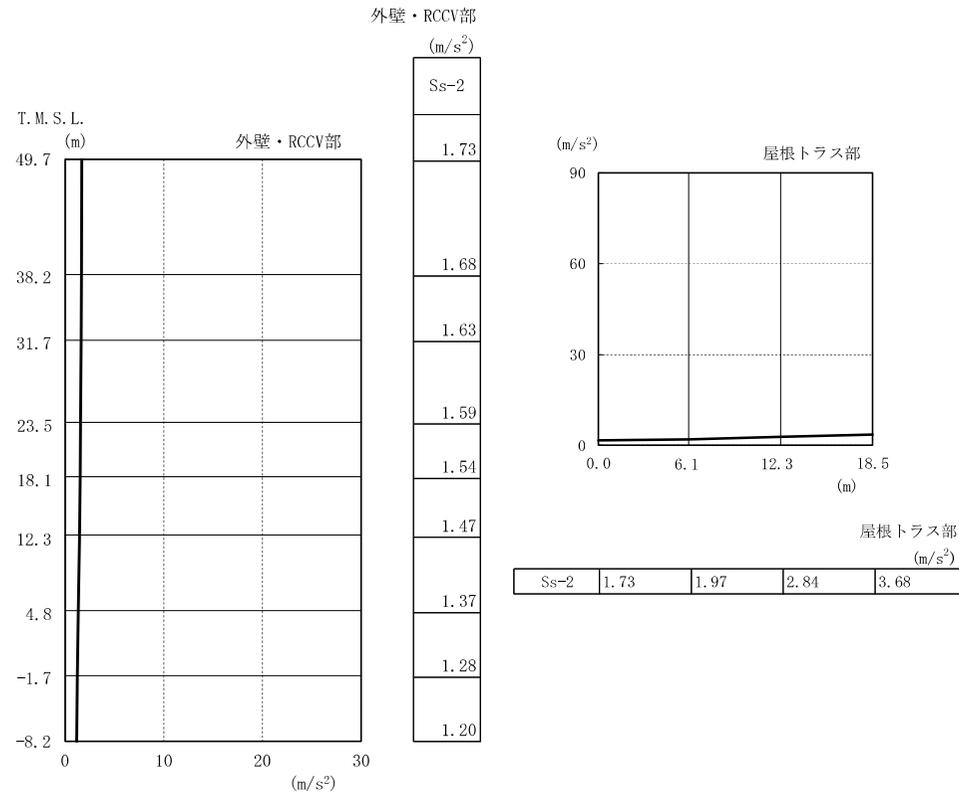


図4-14 最大応答加速度（基準地震動 S_s，EW方向，誘発上下動）

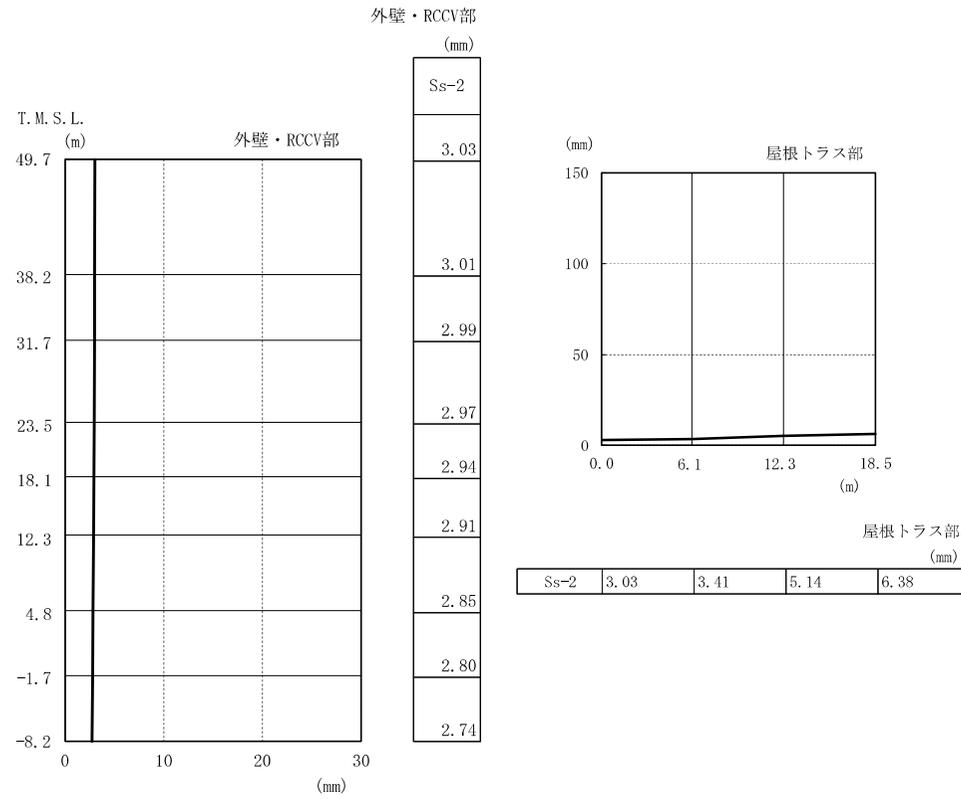


図4-15 最大応答変位 (基準地震動 S_s, EW方向, 誘発上下動)

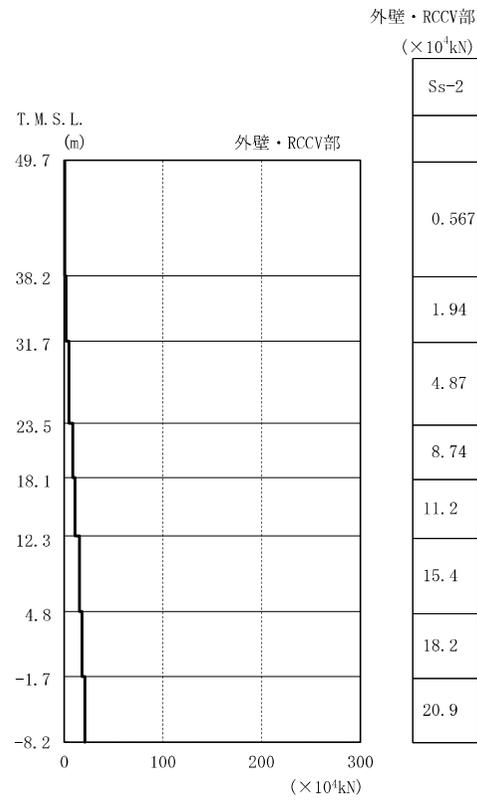
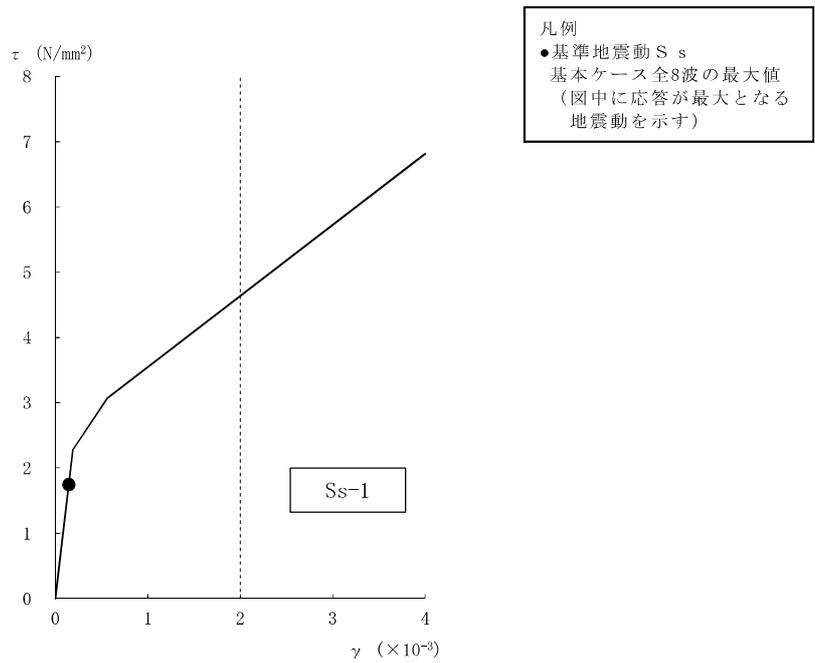
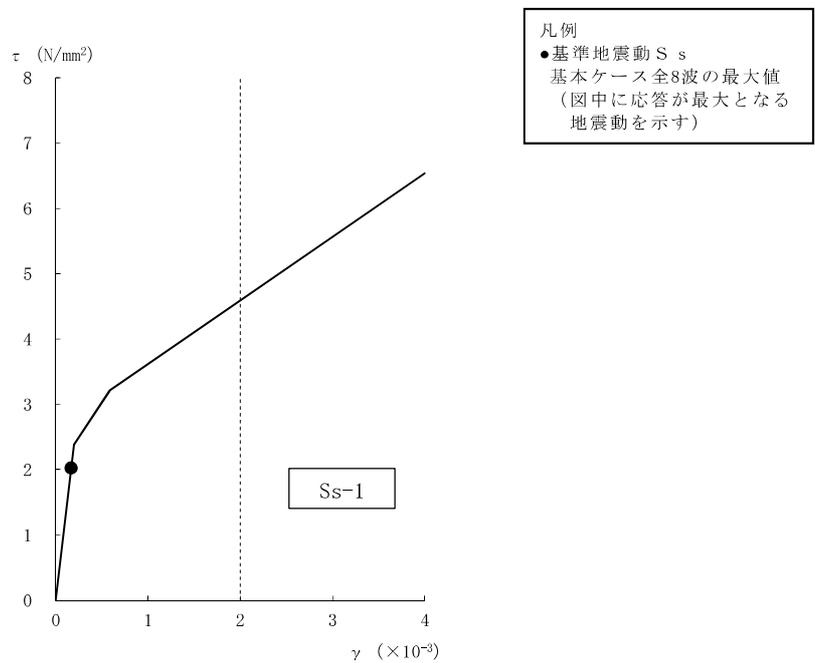


図4-16 最大応答軸力（基準地震動 S_s ，EW方向，誘発上下動）



[外壁部]

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)



[外壁部]

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)

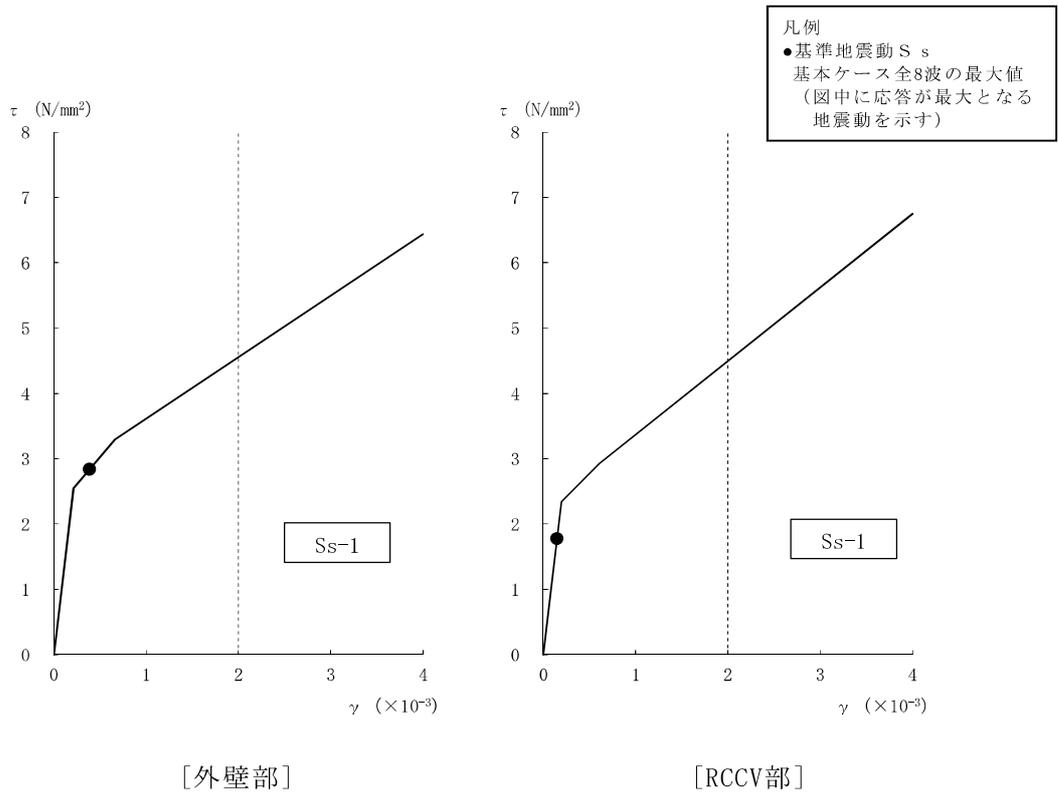


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S s，NS方向，1F）（5/8）

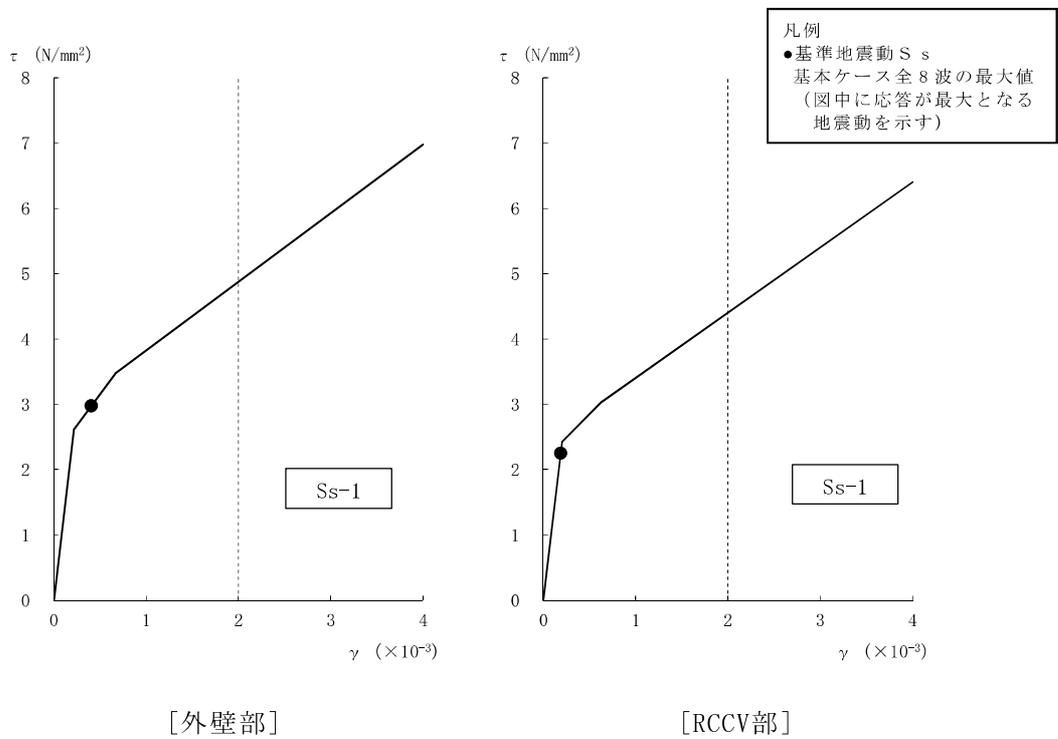


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S s，NS方向，B1F）（6/8）

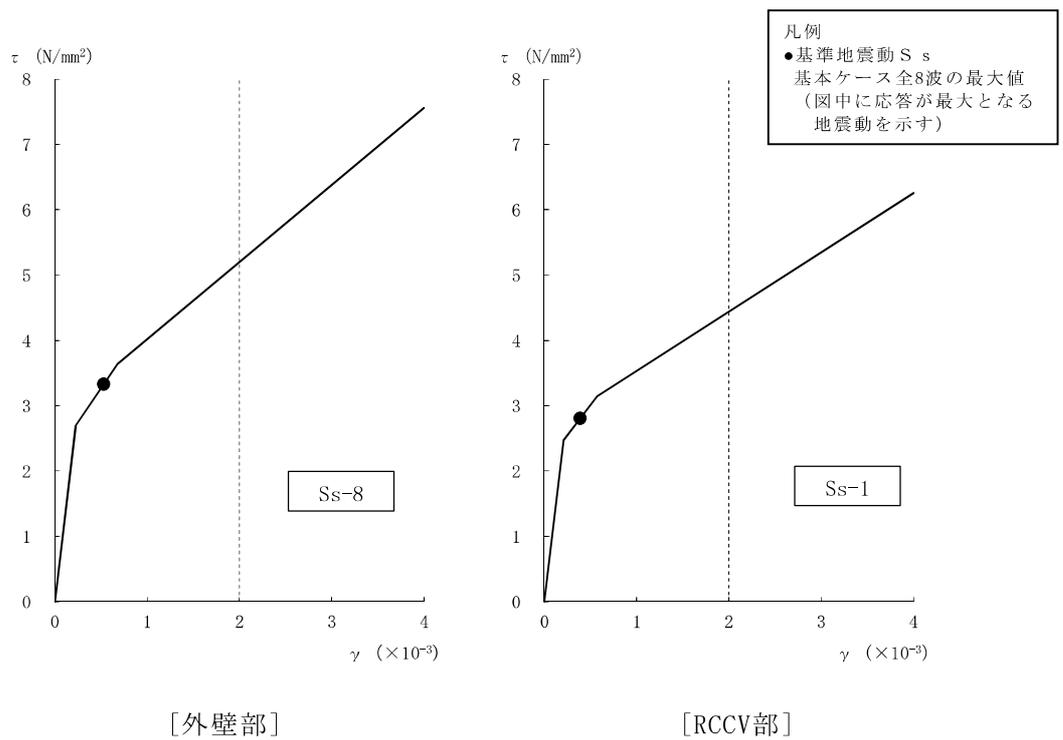


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S s，NS方向，B2F）（7/8）

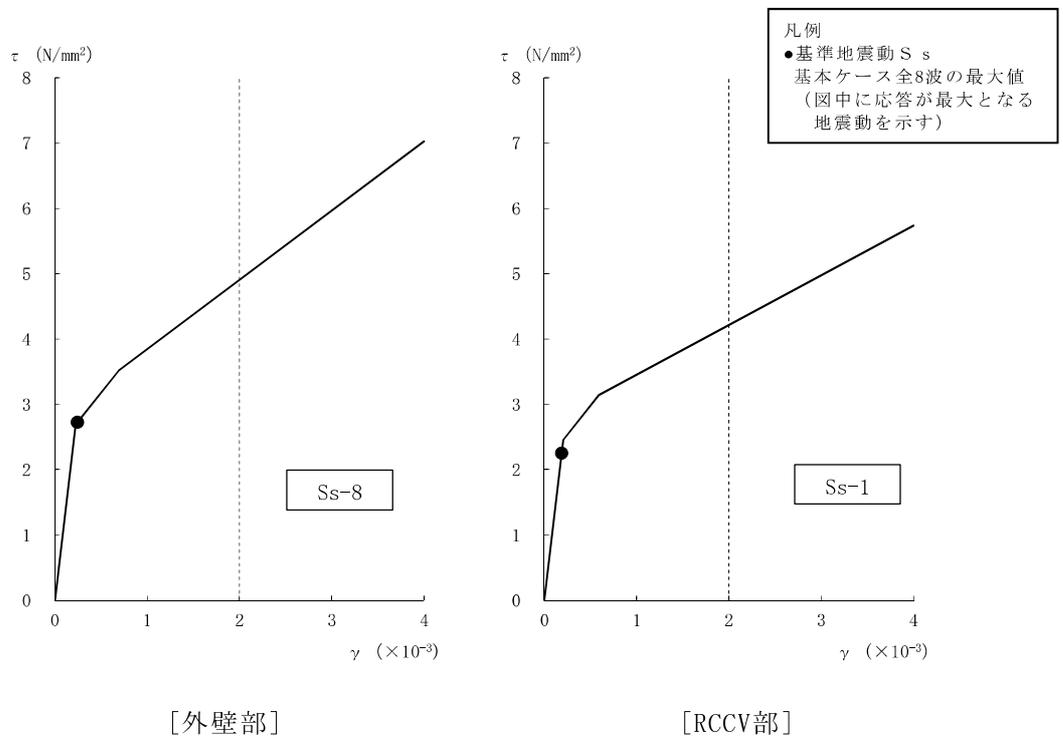
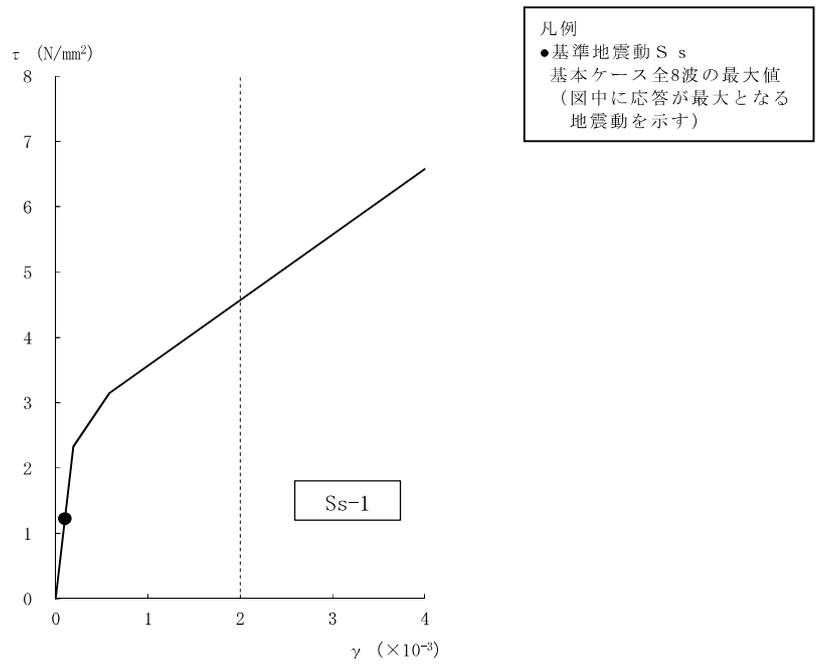
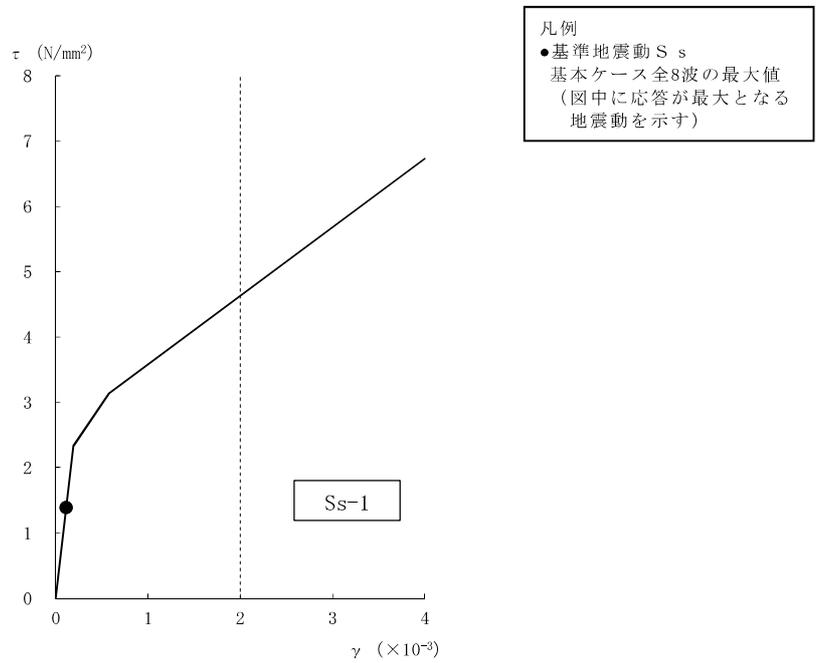


図4-17 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S s，NS方向，B3F）（8/8）



[外壁部]

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)



[外壁部]

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)

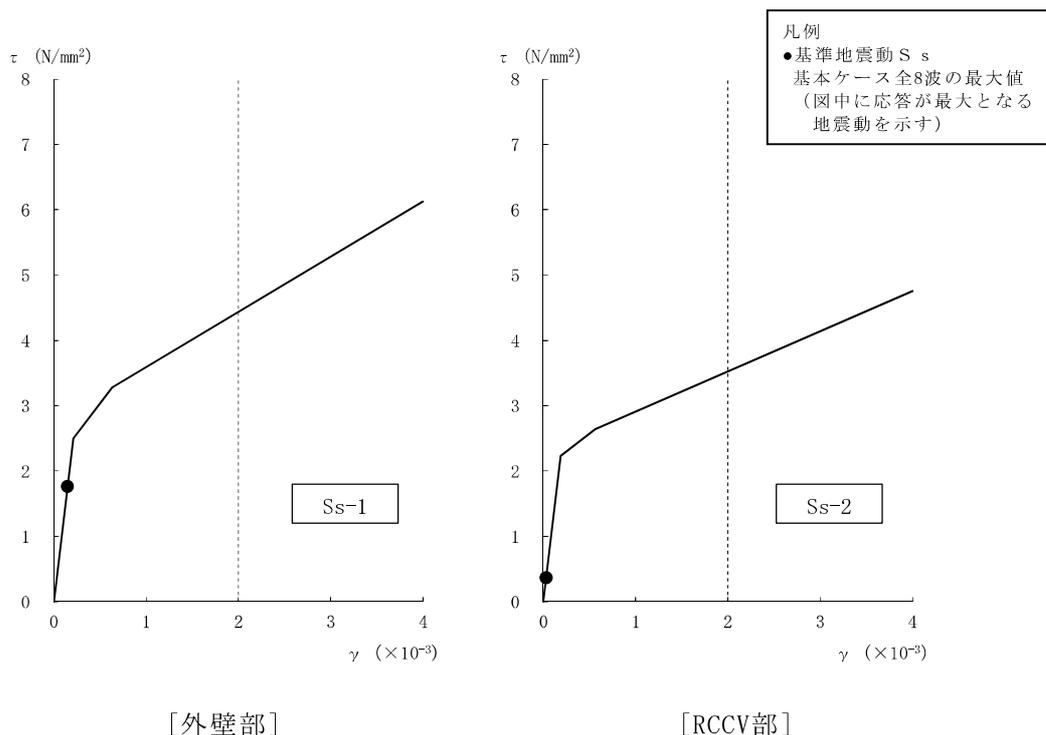


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s, EW方向, 3F) (3/8)

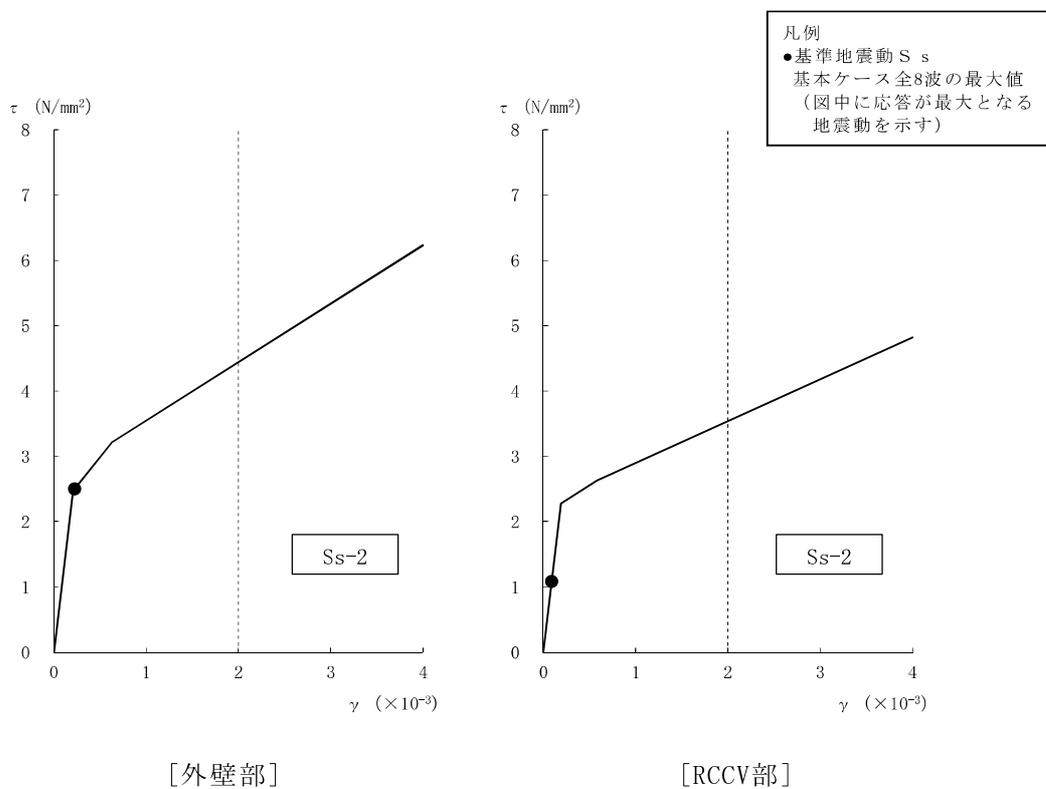


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S s, EW方向, 2F) (4/8)

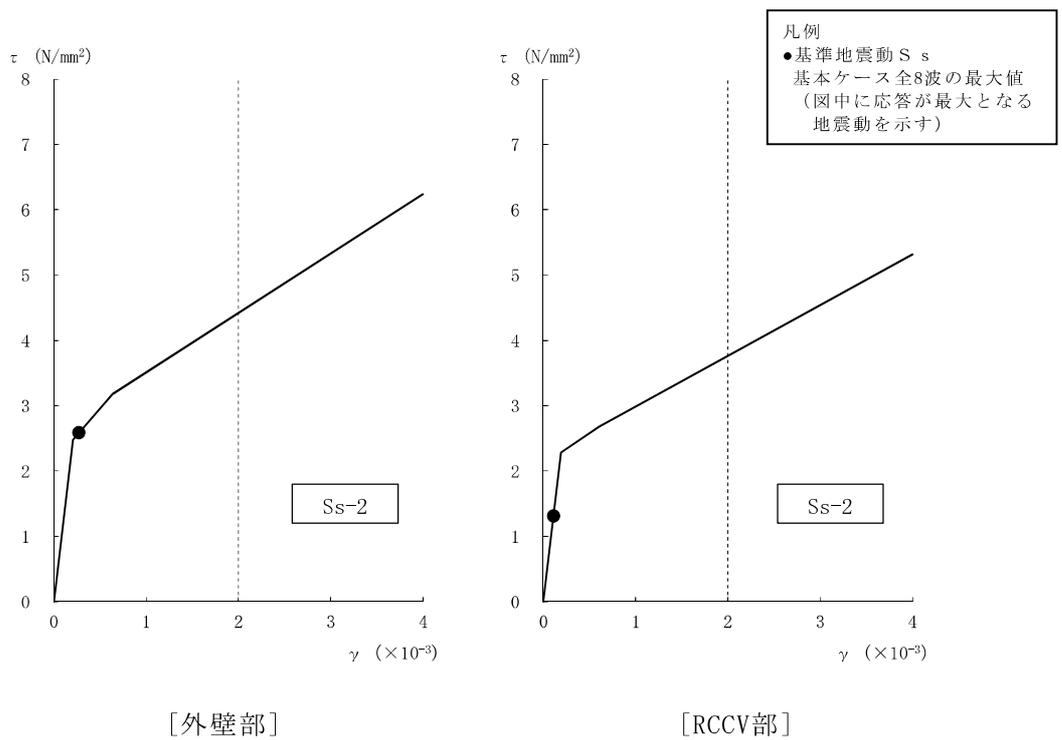


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S s，EW方向，1F）（5/8）

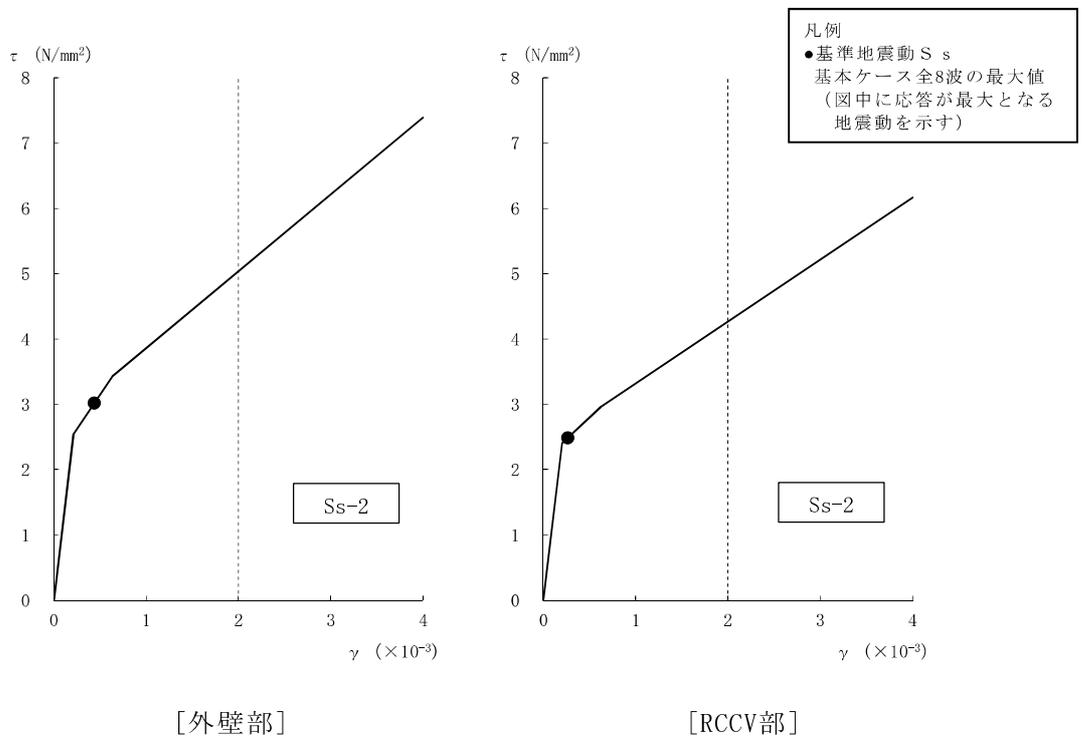


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（基準地震動 S s，EW方向，B1F）（6/8）

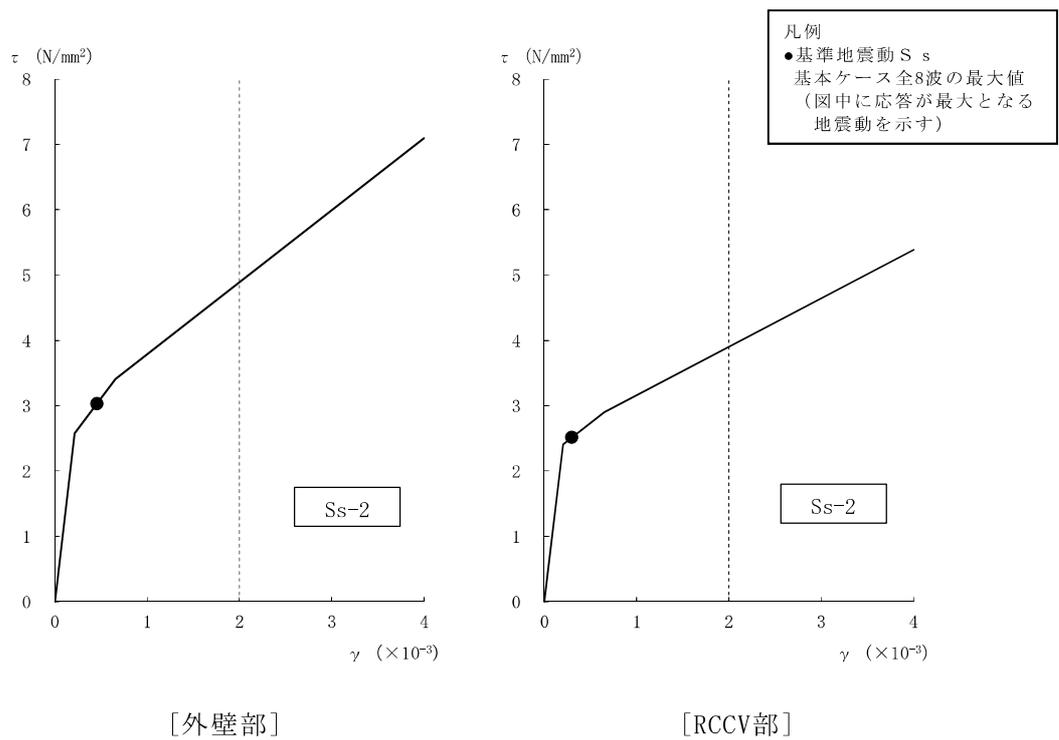


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s , EW方向, B2F) (7/8)

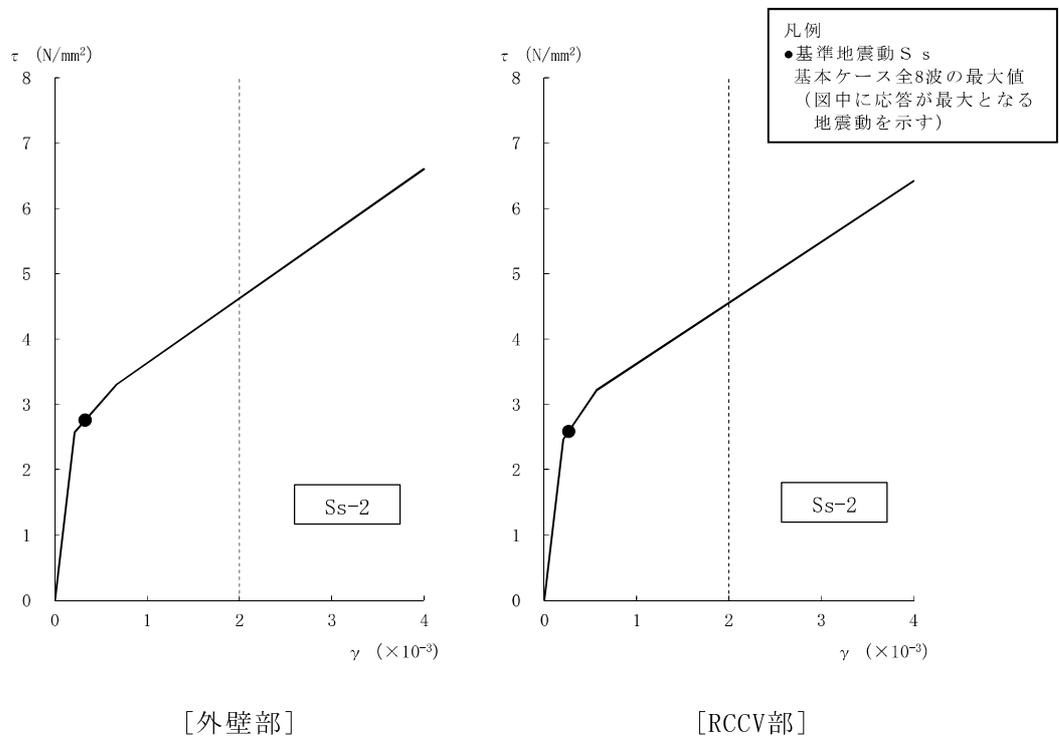


図4-18 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (基準地震動 S_s , EW方向, B3F) (8/8)

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

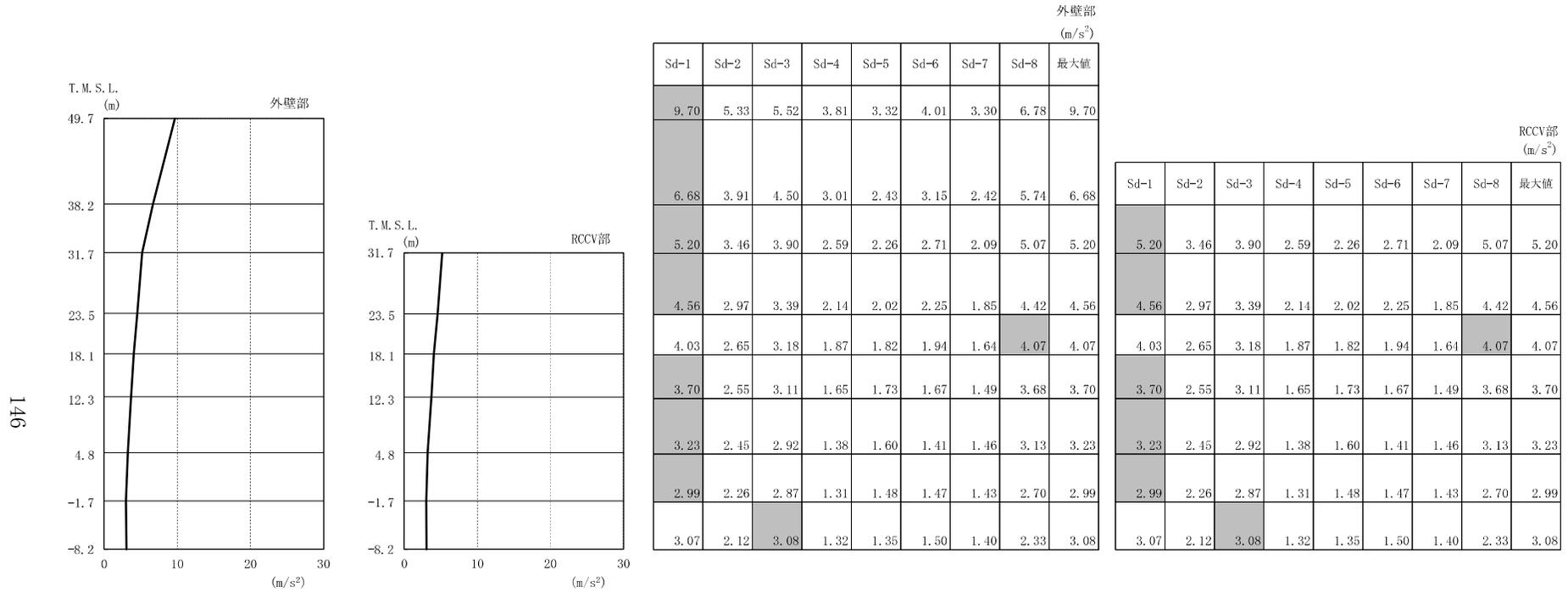
(a) NS方向

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	1890	30.0	68.6
S _s -2	1550	25.2	81.7
S _s -3	1540	24.7	83.0
S _s -4	1200	16.6	100.0
S _s -5	1210	16.7	100.0
S _s -6	1220	17.2	100.0
S _s -7	1130	14.4	100.0
S _s -8	1750	30.0	68.7

(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	68.8
S _s -2*	2110	34.3	67.4
S _s -3	1530	25.5	84.3
S _s -4	1370	22.7	91.4
S _s -5	1500	26.0	83.2
S _s -6	1420	23.9	88.4
S _s -7	1540	26.8	80.9
S _s -8	1740	31.3	69.4

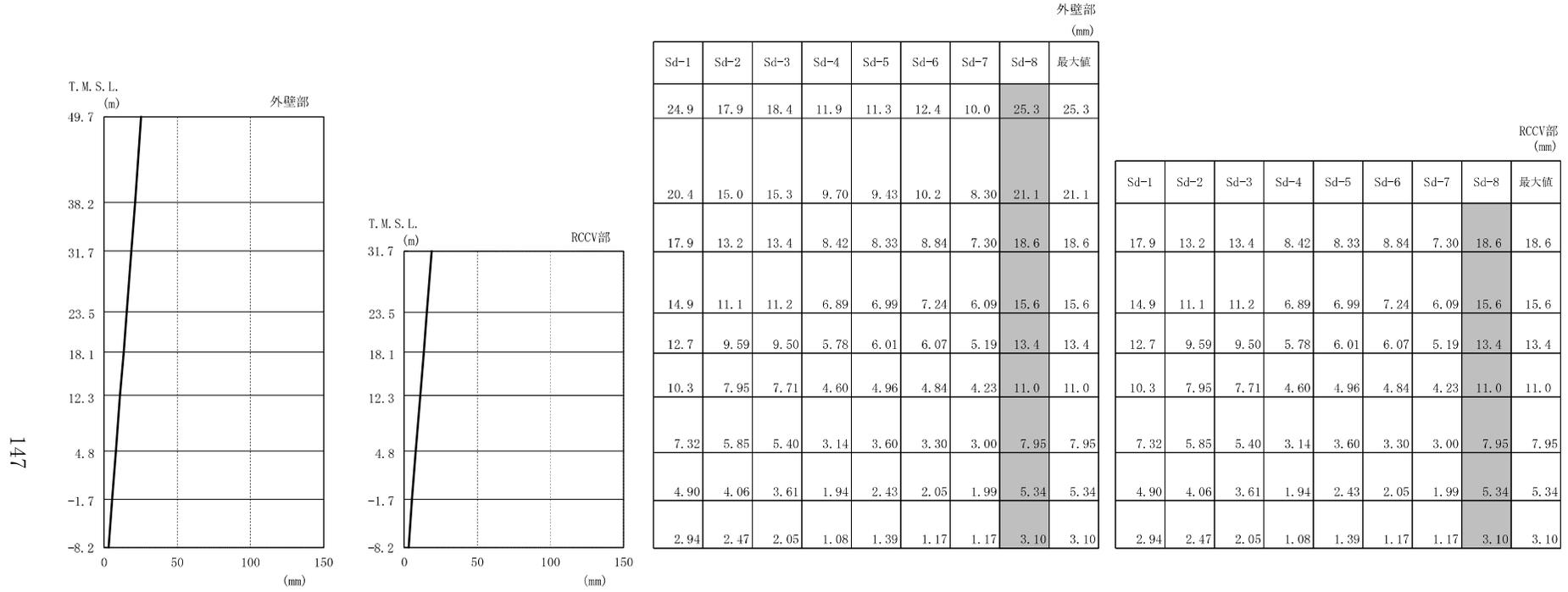
注記* : 誘発上下動考慮の結果を示す。



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：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

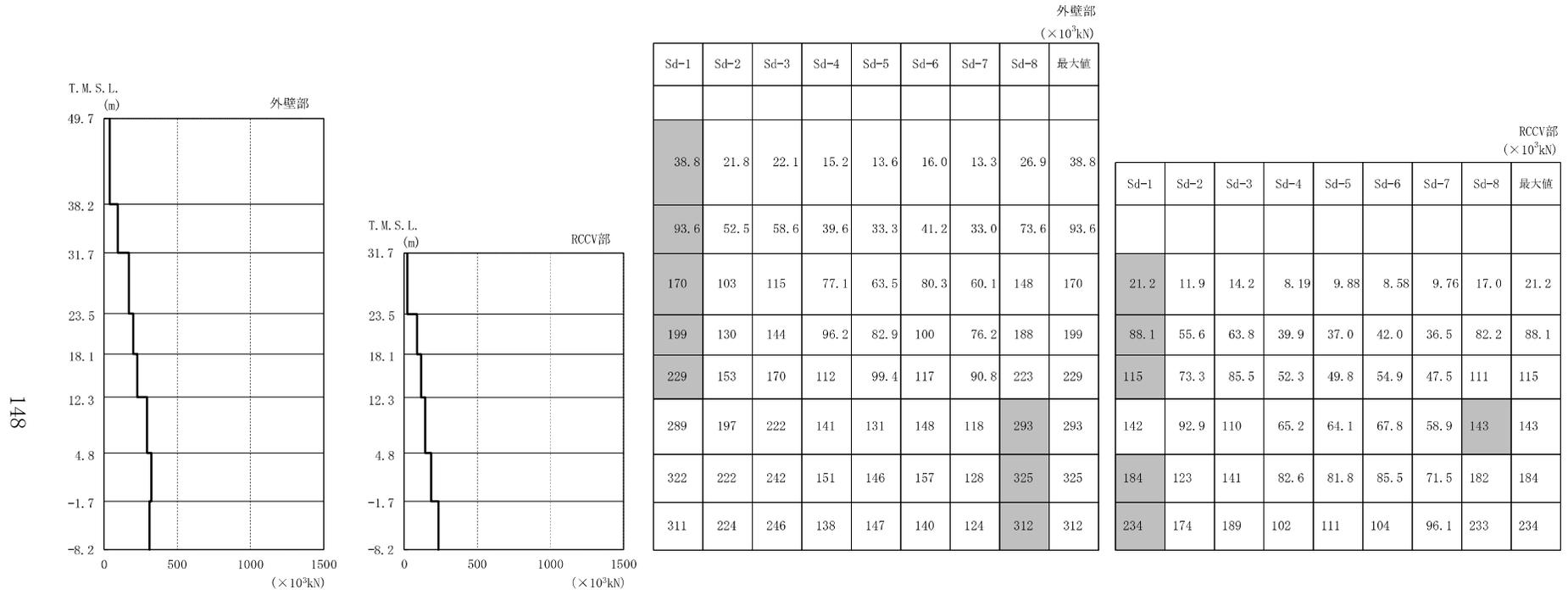
図4-19 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d , NS方向）



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

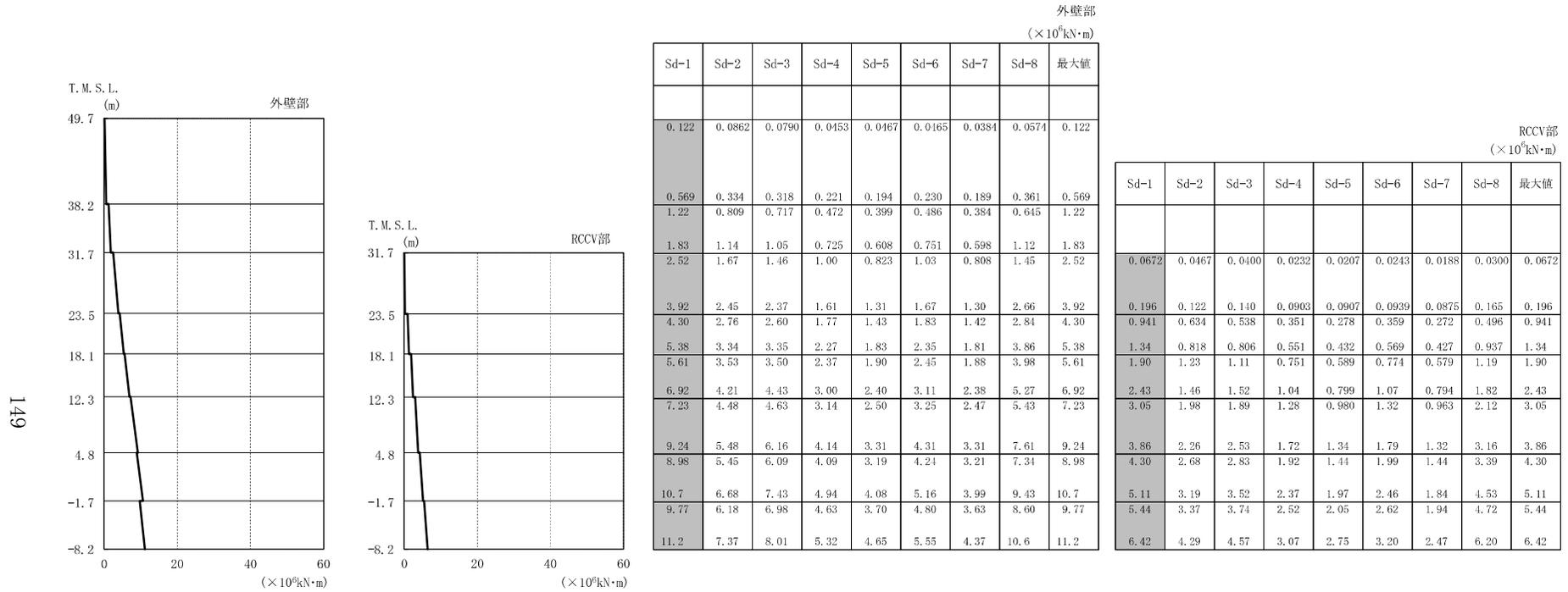
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

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：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

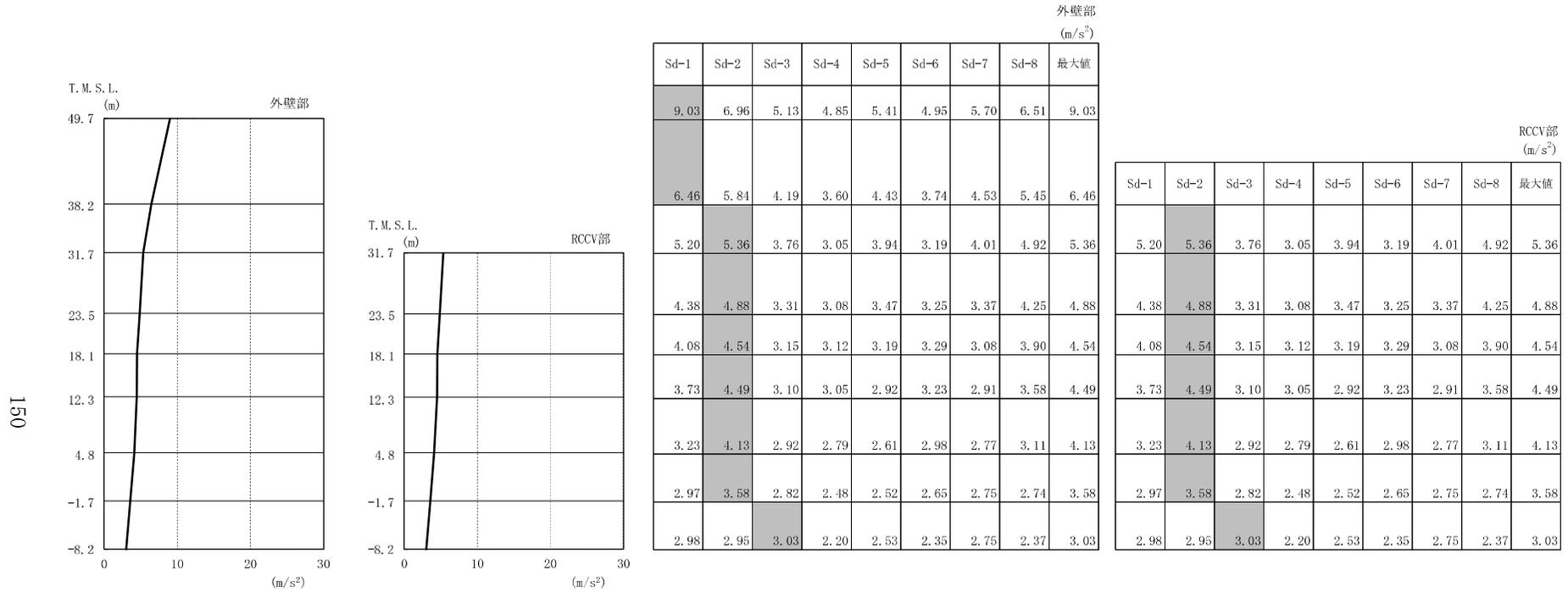
図4-21 最大応答せん断力（弾性設計用地震動 S d , NS方向）



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

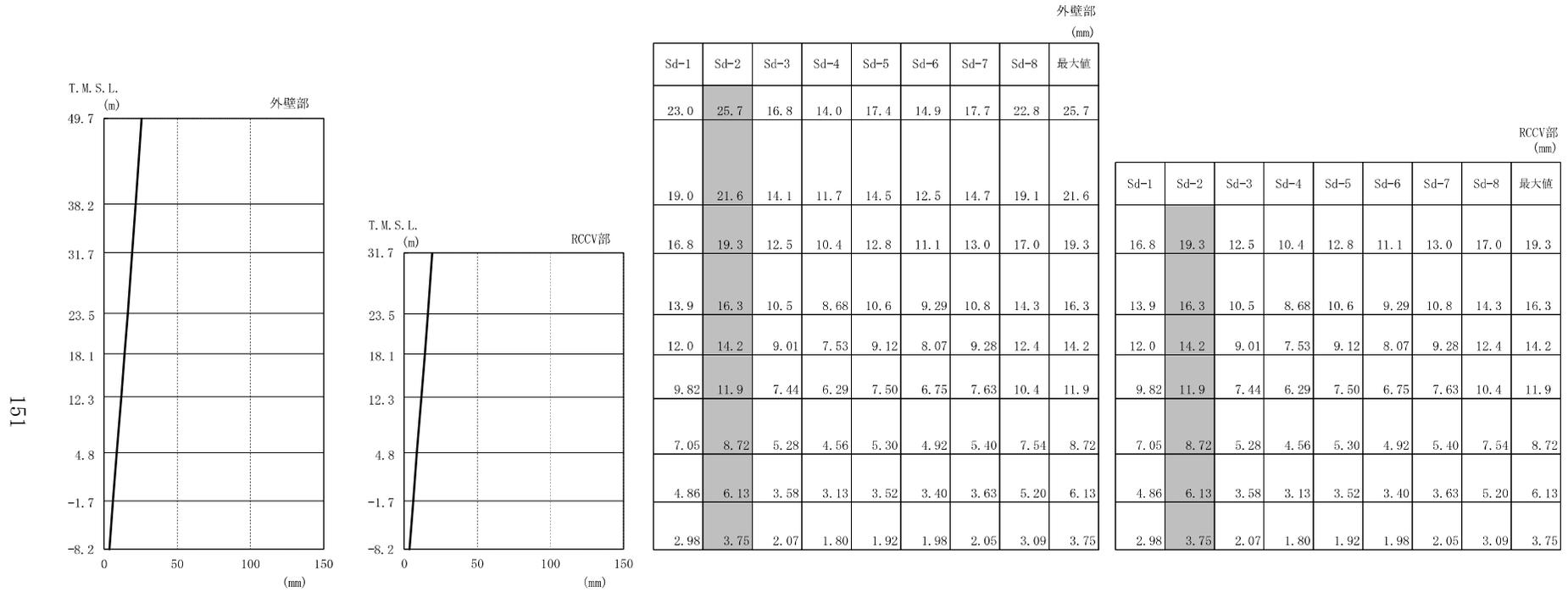
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

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：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

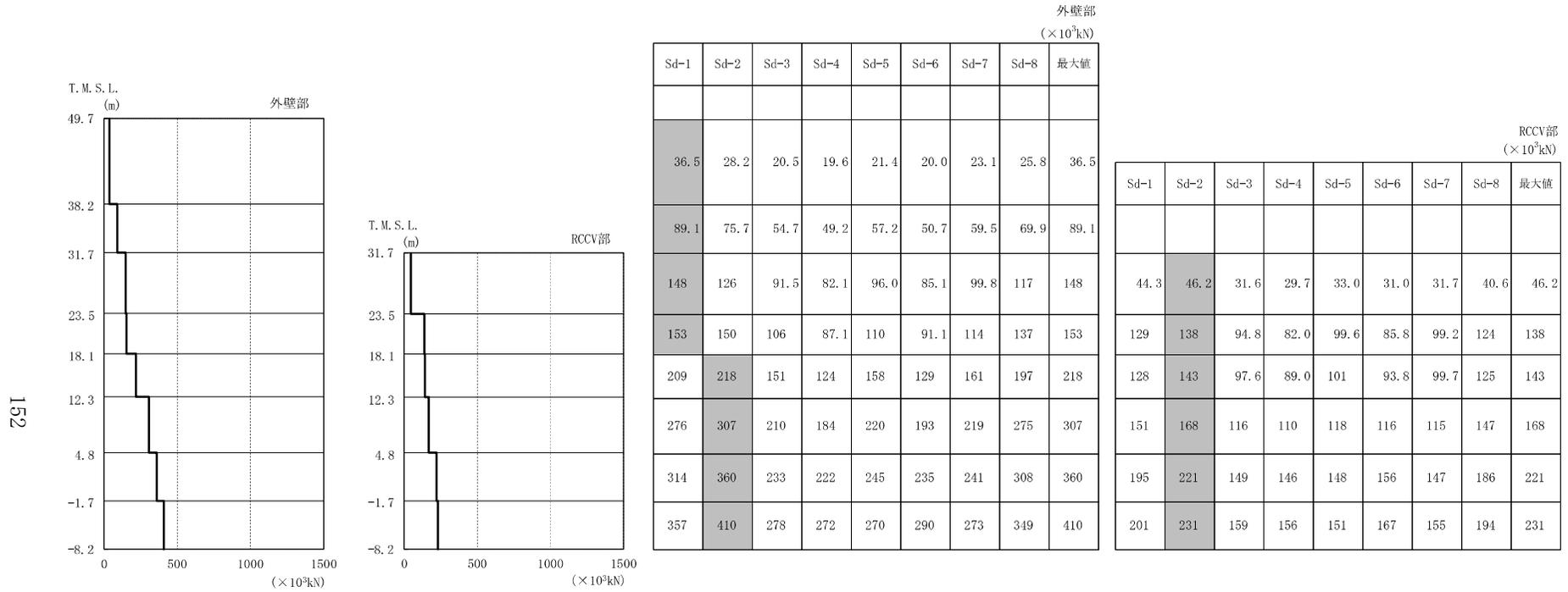
図4-23 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S_d, EW方向）



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

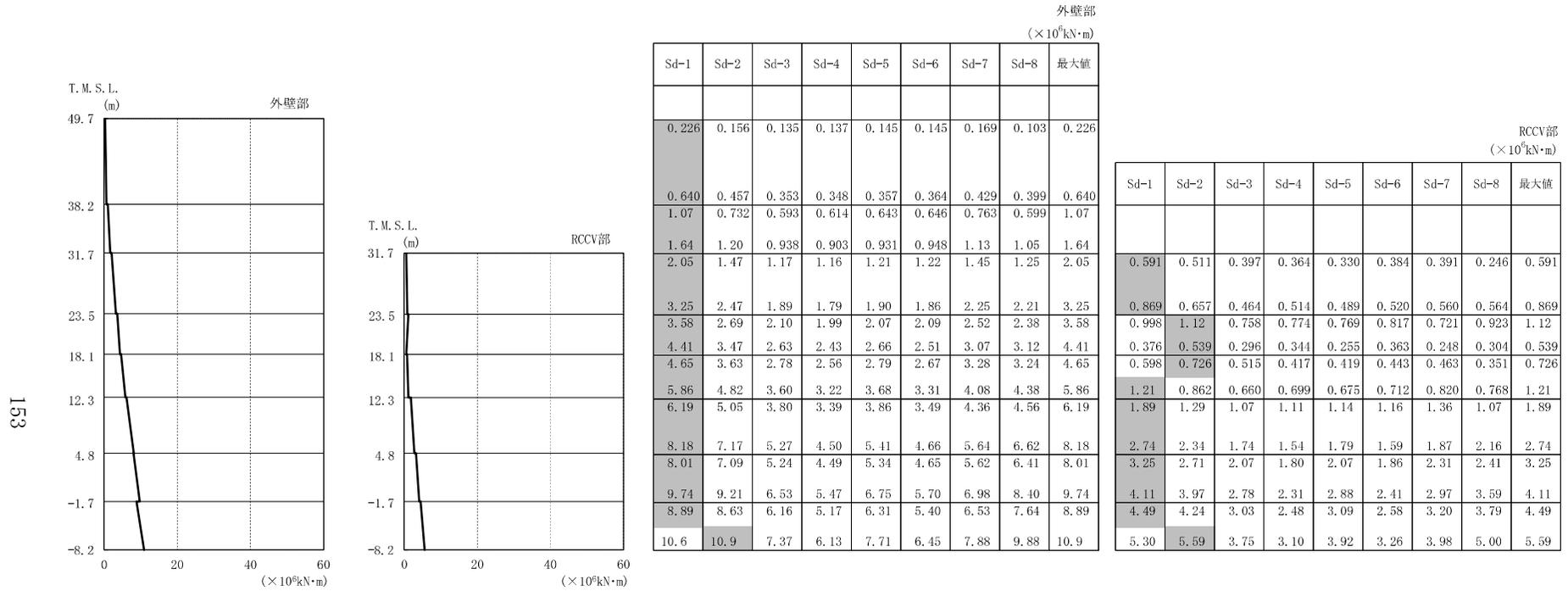
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

図4-24 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: ハッチングは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 S d , EW方向)

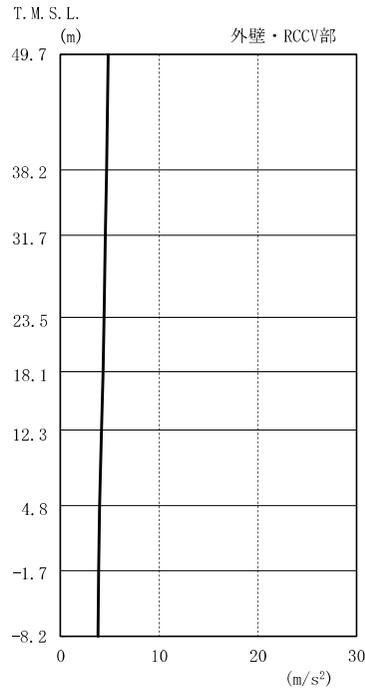


注1：分布図はSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

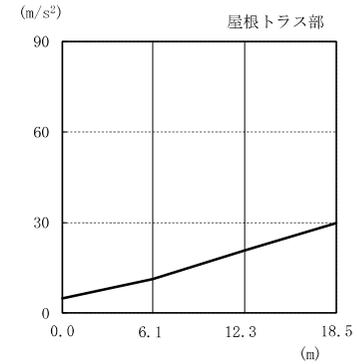
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

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）

外壁・RCCV部
(m/s²)



Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
4.84	3.06	3.11	2.37	2.32	2.41	2.35	1.88	4.84
4.66	2.97	3.01	2.22	2.26	2.30	2.27	1.63	4.66
4.54	2.92	2.94	2.10	2.21	2.21	2.20	1.48	4.54
4.43	2.87	2.89	2.03	2.17	2.12	2.14	1.35	4.43
4.31	2.82	2.87	1.96	2.13	2.09	2.08	1.27	4.31
4.17	2.77	2.84	1.92	2.08	2.07	2.00	1.22	4.17
3.96	2.66	2.84	1.89	2.00	2.01	1.88	1.17	3.96
3.87	2.56	2.86	1.87	1.96	1.96	1.77	1.19	3.87
3.80	2.45	2.85	1.86	1.90	1.90	1.67	1.20	3.80



屋根トラス部
(m/s²)

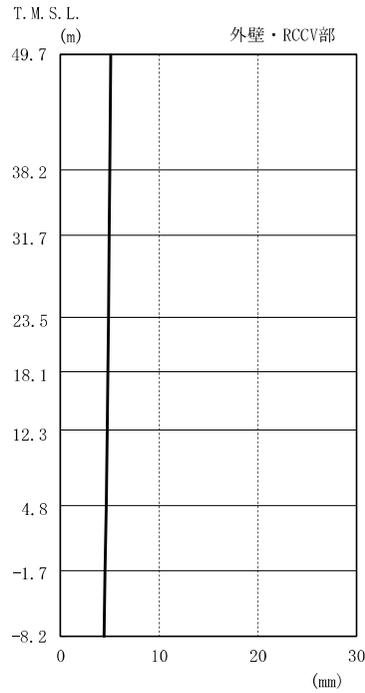
Sd-1	4.84	11.3	20.8	29.9
Sd-2	3.06	8.05	13.8	17.1
Sd-3	3.11	6.92	12.2	15.2
Sd-4	2.37	3.99	6.44	7.75
Sd-5	2.32	3.85	6.84	9.10
Sd-6	2.41	4.51	7.13	8.86
Sd-7	2.35	4.25	7.09	8.25
Sd-8	1.88	2.75	3.73	4.19
最大値	4.84	11.3	20.8	29.9

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

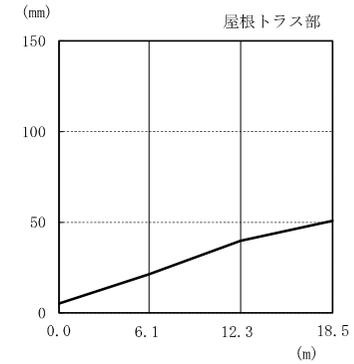
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

図4-27 最大応答加速度（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）

外壁・RCCV部
(mm)



Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
5.08	2.60	4.30	2.39	2.56	2.58	2.32	1.45	5.08
5.00	2.57	4.23	2.35	2.52	2.55	2.27	1.43	5.00
4.94	2.55	4.19	2.33	2.49	2.52	2.25	1.41	4.94
4.89	2.53	4.15	2.31	2.47	2.50	2.23	1.39	4.89
4.83	2.50	4.11	2.28	2.44	2.47	2.20	1.38	4.83
4.76	2.46	4.05	2.25	2.41	2.43	2.17	1.36	4.76
4.63	2.40	3.96	2.19	2.35	2.37	2.11	1.33	4.63
4.51	2.34	3.87	2.13	2.29	2.31	2.06	1.30	4.51
4.40	2.28	3.78	2.07	2.24	2.25	2.01	1.26	4.40



屋根トラス部
(mm)

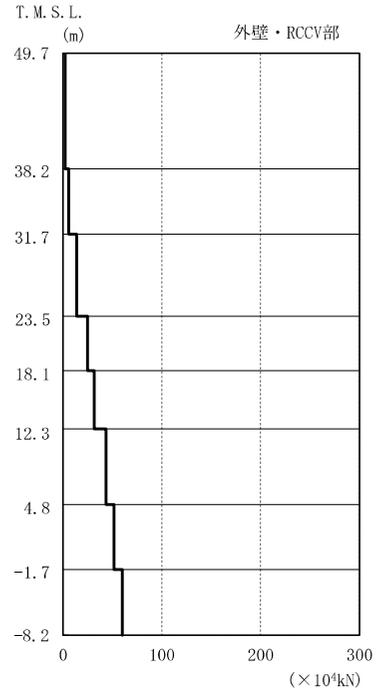
Sd-1	5.08	21.2	39.8	50.6
Sd-2	2.60	15.7	28.3	34.7
Sd-3	4.30	14.2	24.1	29.8
Sd-4	2.39	7.81	13.2	16.0
Sd-5	2.56	7.88	13.4	16.4
Sd-6	2.58	8.55	14.6	17.7
Sd-7	2.32	8.24	14.2	17.3
Sd-8	1.45	4.46	7.54	9.05
最大値	5.08	21.2	39.8	50.6

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：ハッチングは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）

外壁・RCCV部
($\times 10^4 \text{kN}$)

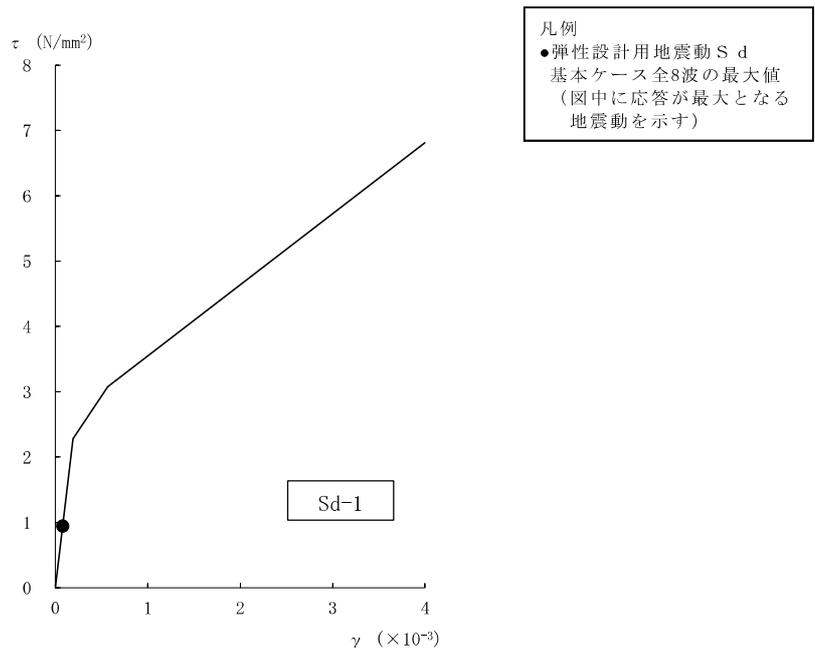


Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4	Sd-5	Sd-6	Sd-7	Sd-8	最大値
2.20	1.65	1.53	1.13	1.12	1.14	1.21	0.676	2.20
5.65	3.17	3.73	2.92	2.99	2.93	3.08	2.01	5.65
13.8	8.40	8.88	6.70	6.97	6.92	7.06	4.64	13.8
24.7	15.4	15.9	11.7	12.3	12.1	12.3	7.90	24.7
31.6	20.0	20.5	14.9	15.7	15.4	15.7	9.85	31.6
43.5	27.8	28.5	20.3	21.7	20.8	21.4	13.0	43.5
51.7	33.3	34.3	24.0	25.8	24.9	25.3	15.3	51.7
59.8	39.0	40.4	27.7	30.1	29.2	29.2	17.5	59.8

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

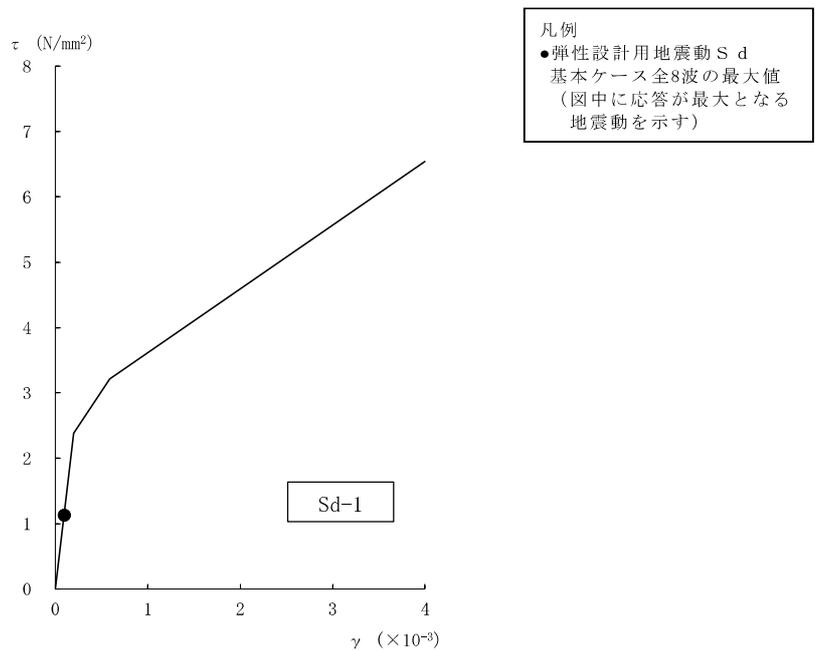
注2：ハッチングはSd-1～Sd-8の最大応答値のうち最も大きい値を表示

図4-29 最大応答軸力（弾性設計用地震動 S d，鉛直方向）



[外壁部]

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)



[外壁部]

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)

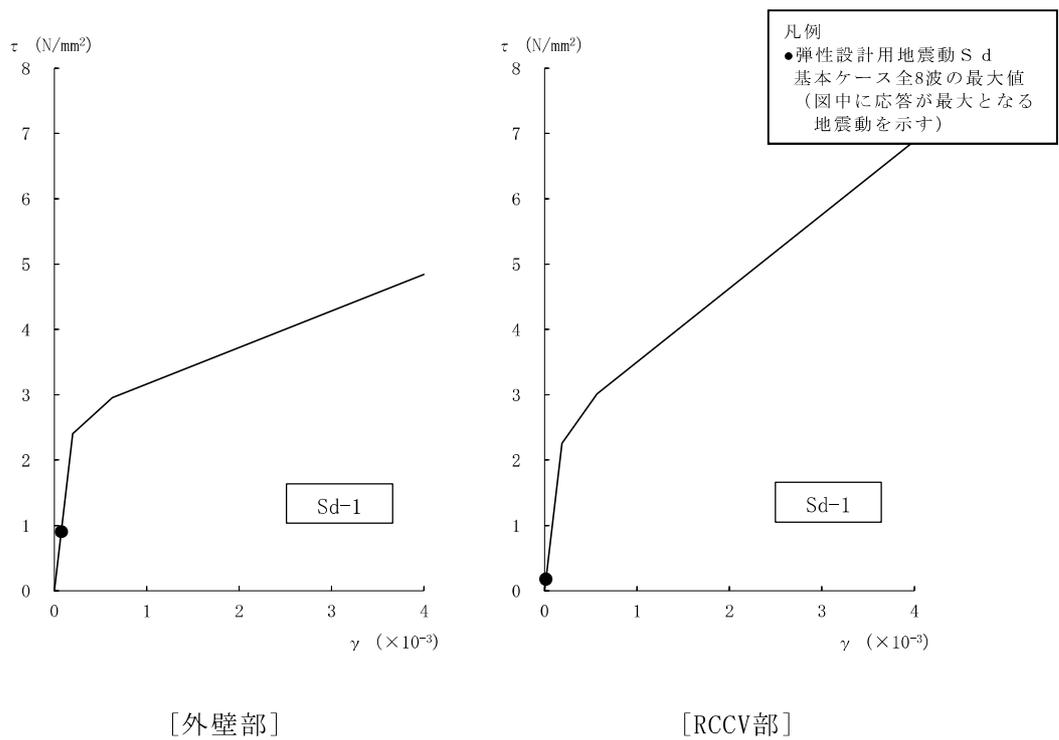


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，NS方向，3F）
(3/8)

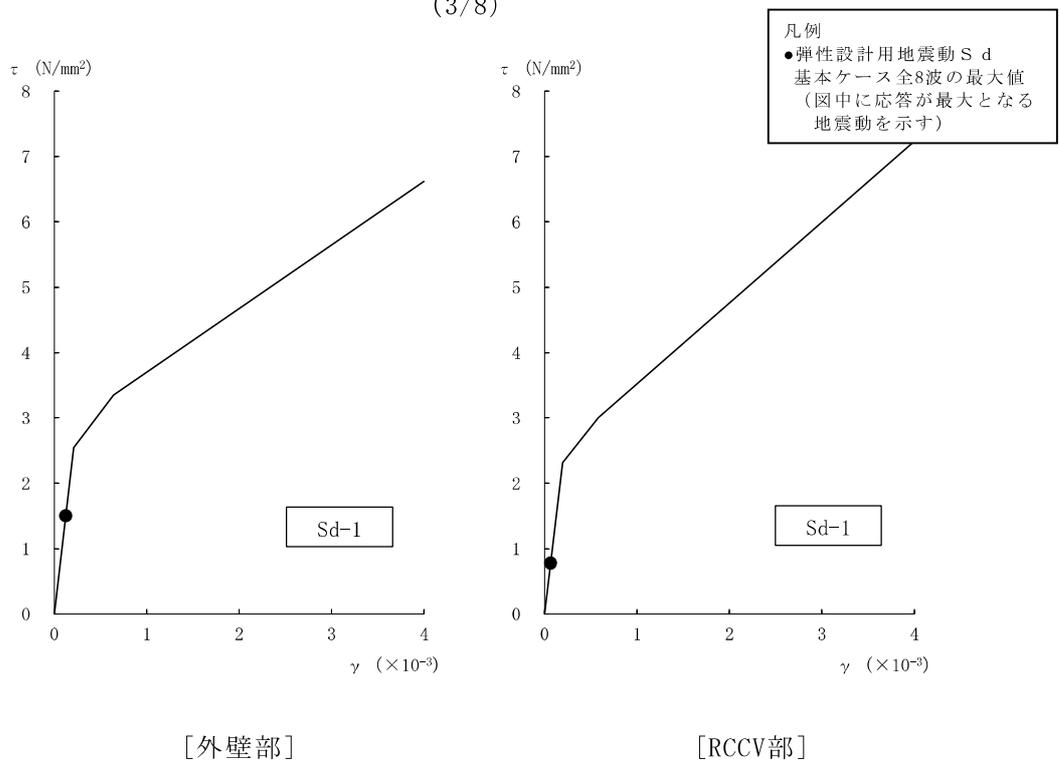


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，NS方向，2F）
(4/8)

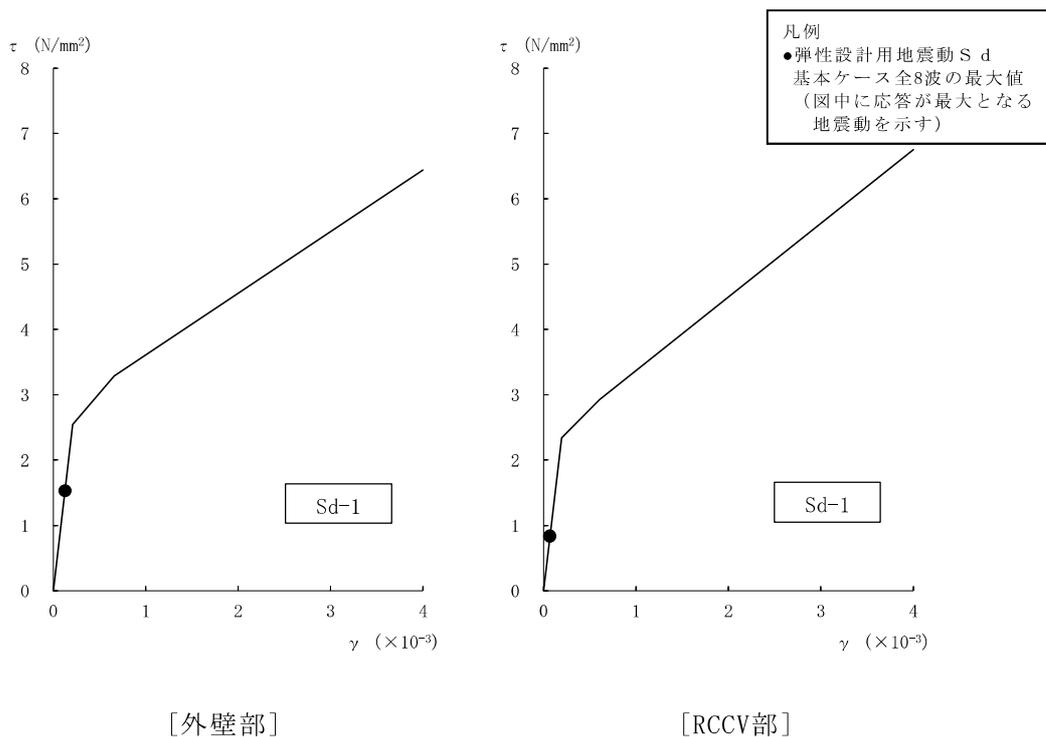


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，NS方向，1F）
(5/8)

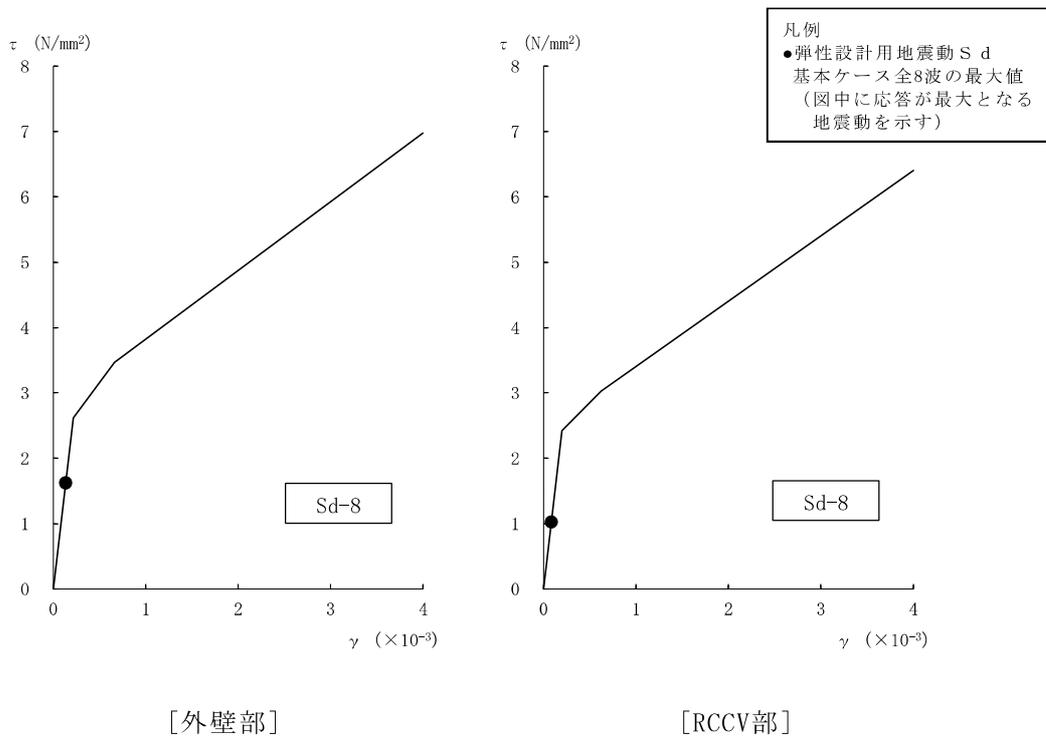
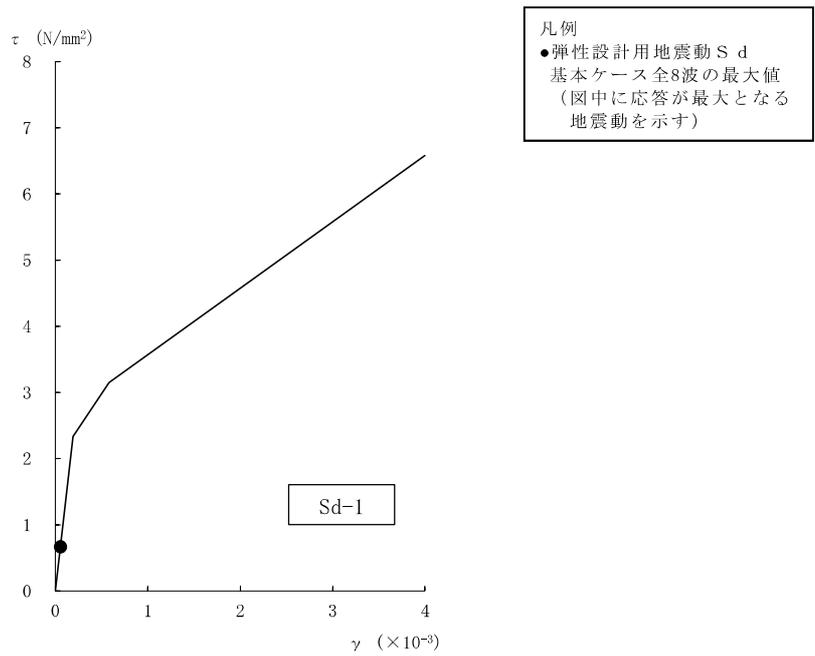
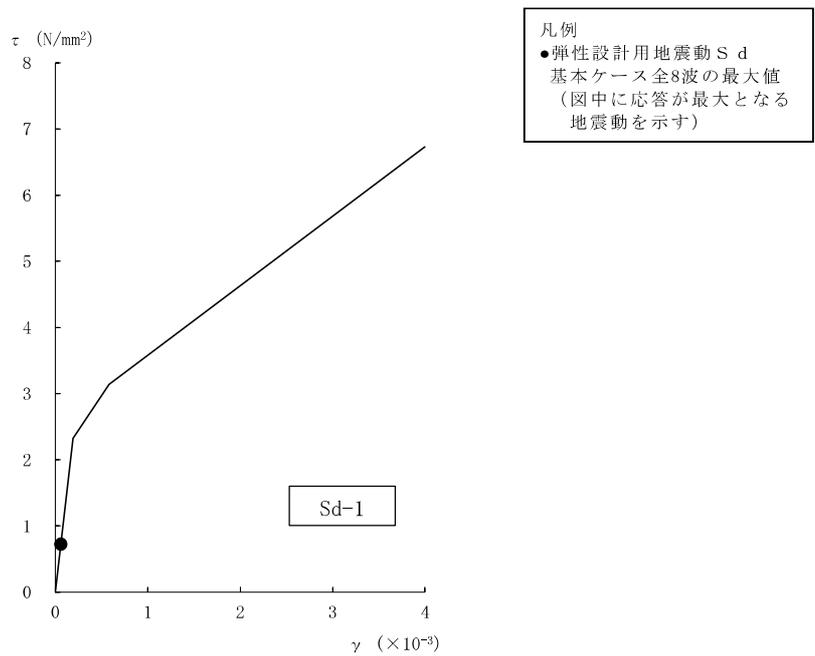


図4-30 せん断スケルトン曲線上の最大応答値（弾性設計用地震動 S d，NS方向，1F）
(6/8)



[外壁部]

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)



[外壁部]

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)

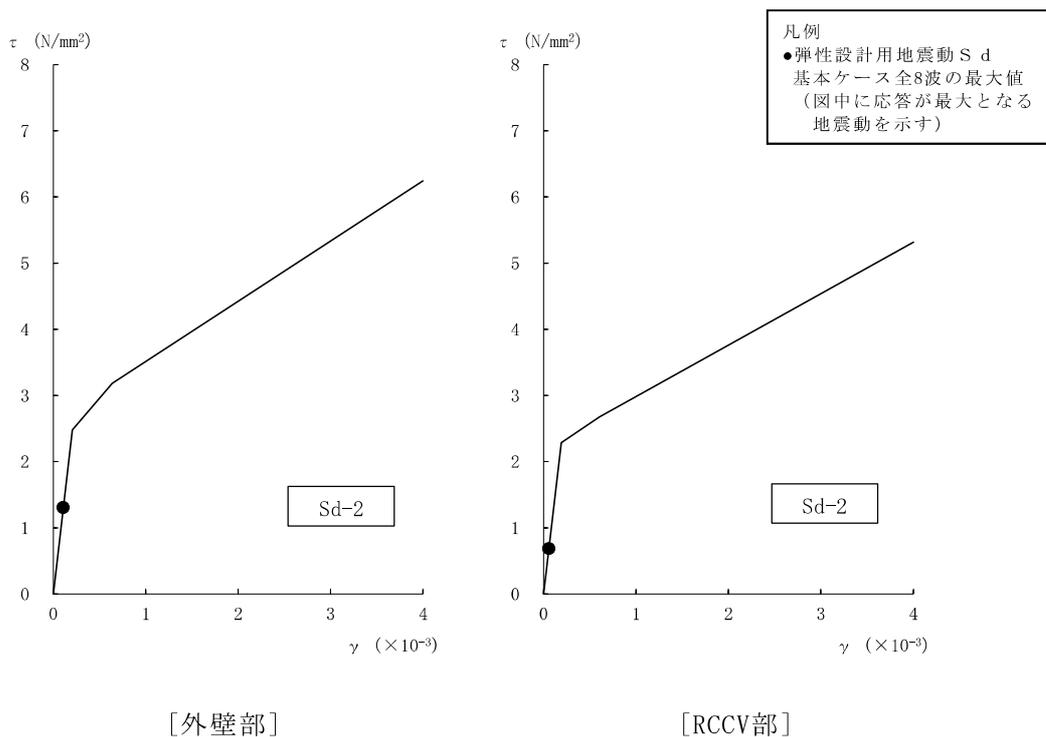


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, EW方向, 1F)
(5/8)

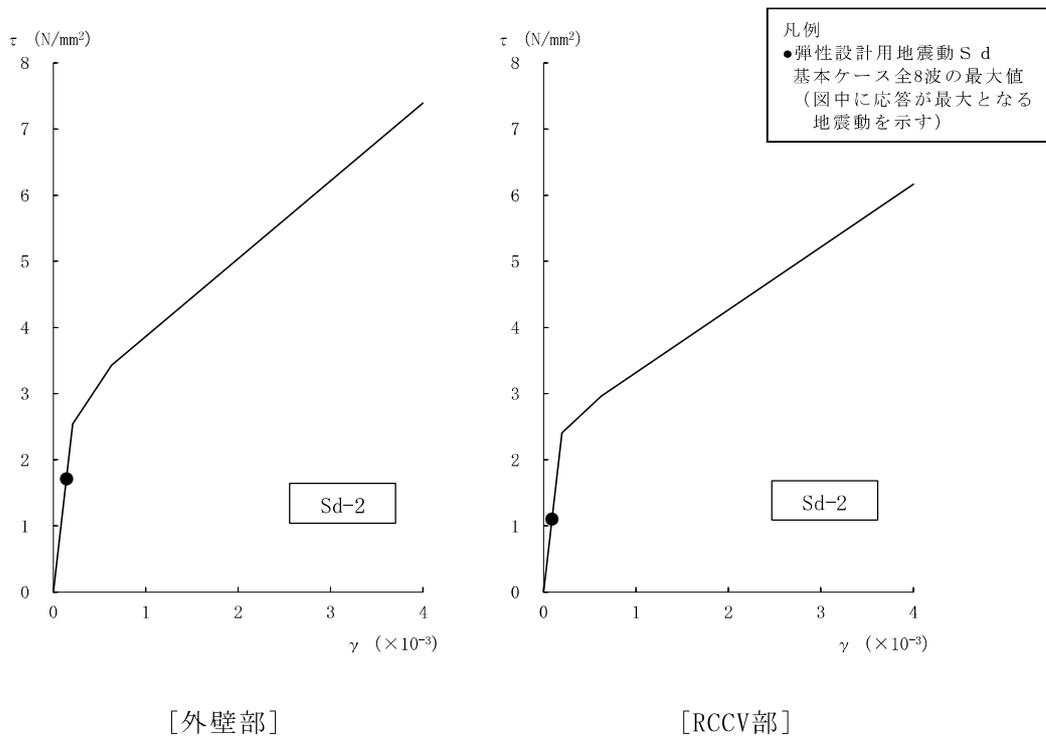


図4-31 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (弾性設計用地震動 S d, EW方向, 6F)
(6/8)

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

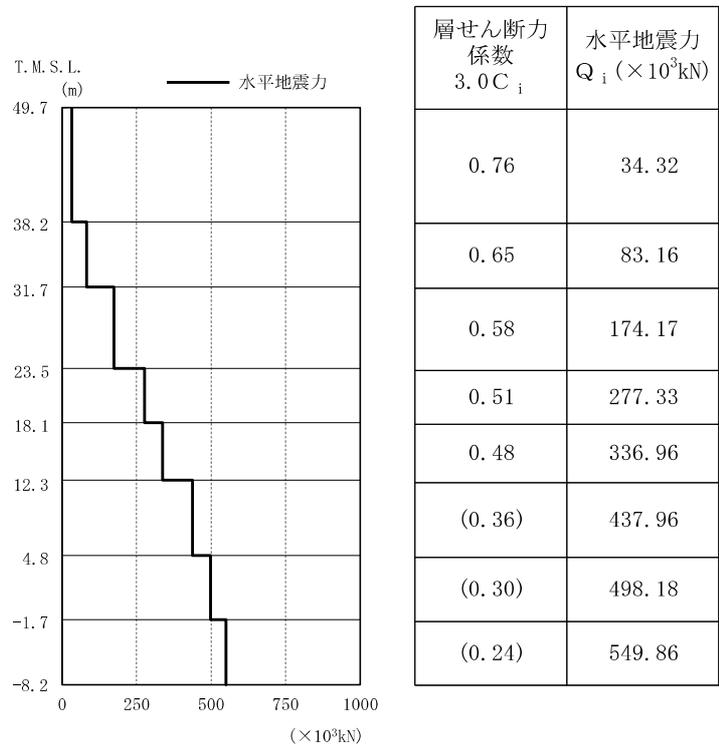
弾性設計用地震動 S d	最大接地圧 (kN/m ²)	最大転倒モーメント (×10 ⁶ kN・m)	最小接地率 (%)
Sd-1	1230	17.5	100.0
Sd-2	1030	12.1	100.0
Sd-3	1060	12.8	100.0
Sd-4	889	8.32	100.0
Sd-5	878	7.91	100.0
Sd-6	904	8.71	100.0
Sd-7	848	7.01	100.0
Sd-8	1170	17.6	100.0

(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	1230	19.4	100.0
Sd-3	1050	13.1	100.0
Sd-4	949	10.8	100.0
Sd-5	1040	13.5	100.0
Sd-6	970	11.4	100.0
Sd-7	1040	13.7	100.0
Sd-8	1140	17.7	100.0

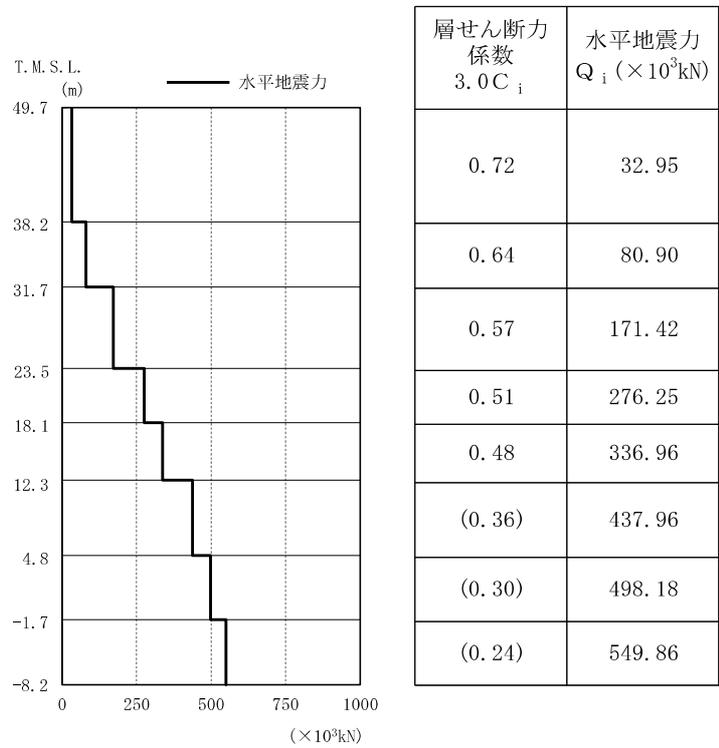
4.2 静的解析

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6675号にて認可された工事計画の添付資料「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 $3.0C_1$ 及び静的地震力（水平地震力）を図4-32及び図4-33に示す。



注：() 内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)

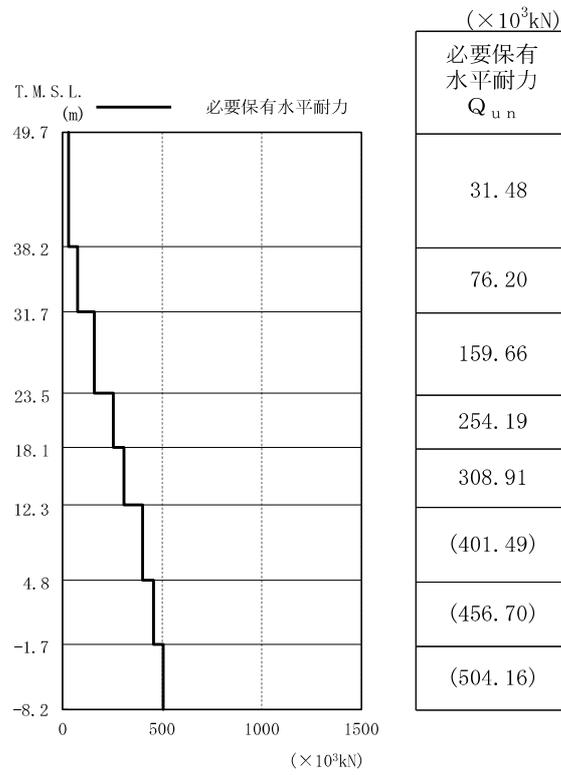


注：（ ）内数値は地下震度を示す。

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)

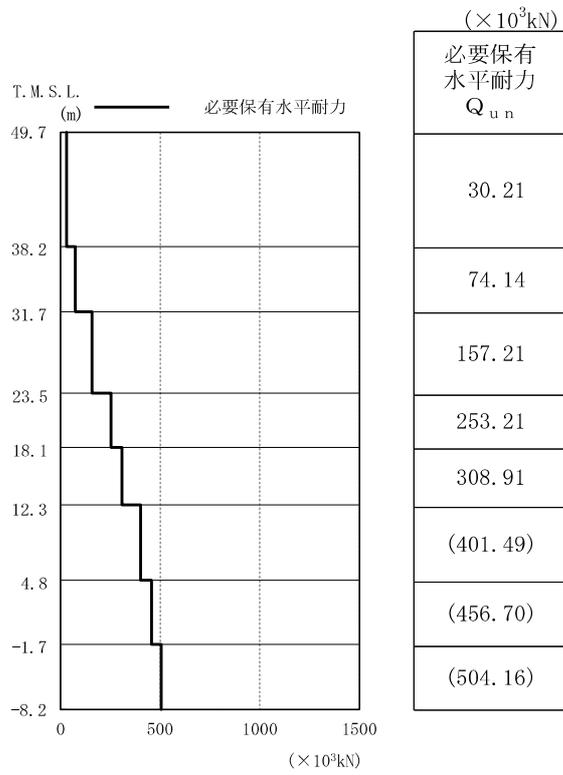
4.3 必要保有水平耐力

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6675号にて認可された工事計画の添付資料「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)

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

1. はじめに	1
別紙3 DAC3N	8
別紙4 GRIMP2	10
別紙5 KSHAKE	12
別紙6 NVK263	14

1. はじめに

本資料は、添付書類V-2「耐震性に関する説明書」において使用した計算機プログラム（解析コード）について説明するものである。

「耐震性に関する説明書」において使用した解析コードの使用状況一覧、解析コードの概要を以降に記載する。

別紙3 DAC3N

1. 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-2-2-1	原子炉建屋の地震応答計算書	Ver.97

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	D A C 3 N
使用目的	固有値解析及び地震応答解析
開発機関	清水建設株式会社
開発時期	1997 年
使用したバージョン	Ver. 97
コードの概要	<p>本解析コードは、ばね要素やはり要素などでモデル化された建屋－地盤連成系モデルの固有値解析及び地震応答解析を行うプログラムである。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは、原子炉建屋について、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する建屋の応答を評価するために使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既工事計画において実績のある別コード による弾塑性を考慮した多質点系の解析結果と一致することを確認している。 ・動作環境を満足する計算機にインストールして使用している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検証の内容のとおり、弾塑性を考慮した多質点系の地震応答について検証していることから、解析の目的に照らして今回の解析に適用することは妥当である。

別紙 4 G R I M P 2

1. 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-2-2-1	原子炉建屋の地震応答計算書	Ver. 2.5

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	G R I M P 2
使用目的	底面地盤ばね算定
開発機関	清水建設株式会社
開発時期	1988 年
使用したバージョン	Ver. 2.5
コードの概要	<p>本解析コードは、振動アドミッタンス理論により、基礎の水平、上下及び回転に対する地盤の複素ばね剛性を振動数領域で計算するプログラムである。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは、原子炉建屋の水平方向及び鉛直方向の地震応答解析における質点系建屋－地盤連成モデルの基礎底面地盤ばねを評価するために使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードを用いて評価した基礎底面地盤の水平ばね、鉛直ばね及び回転ばねが * の計算結果と良い一致を示すことを確認している。 ・動作環境を満足する計算機にインストールして使用している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検証の内容のとおり、基礎底面地盤の水平ばね、鉛直ばね及び回転ばねについて検証していることから、解析の目的に照らして今回の解析に適用することは妥当である。

注記* :

別紙5 KSHAKE

1. 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-2-2-1	原子炉建屋の地震応答計算書	Ver.2

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	K S H A K E
使用目的	入力地震動算定
開発機関	清水建設株式会社
開発時期	1983 年
使用したバージョン	Ver. 2
コードの概要	<p>本解析コードは、米国カリフォルニア大学から発表された S H A K E を基本に開発したプログラムで、1 次元重複反射理論に基づく地盤の伝達関数及び時刻歴応答波形を計算するプログラムである。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは、原子炉建屋の地震応答解析における入力地震動の策定において、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を評価するために使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードを用いて評価した弾性地盤の増幅特性が理論解と一致することを確認している。 ・既工事計画において実績のある別コード による解析結果と一致することを確認している。 ・動作環境を満足する計算機にインストールして使用している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検証の内容のとおり、地盤の応答解析について検証していることから、解析の目的に照らして今回の解析に適用することは妥当である。

別紙 6 NVK 2 6 3

1. 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-2-2-1	原子炉建屋の地震応答計算書	Ver. 1.0

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	N V K 2 6 3
使用目的	側面地盤ばね算定
開発機関	清水建設株式会社
開発時期	1985 年
使用したバージョン	Ver. 1. 0
コードの概要	<p>本解析コードは、に基づき、水平、上下、回転及びねじれに対する地盤の複素ばね剛性を振動数領域で計算するプログラムである。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは、原子炉建屋の水平方向の地震応答解析における質点系建屋－地盤連成モデルの建屋埋込み部分の側面地盤ばねを評価するために使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードを用いて評価した建屋側面地盤の水平ばね及び回転ばねが の計算結果と良い一致を示すことを確認している。 ・動作環境を満足する計算機にインストールして使用している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・検証の内容のとおり、建屋側面地盤の水平ばね及び回転ばねについて検証していることから、解析の目的に照らして今回の解析に適用することは妥当である。

3. 解析手法

3.1 一般事項

本解析コードは、Novakの論文に基づき、水平、上下、回転及びねじれに対する地盤の複素ばね剛性を振動数領域で計算するプログラムである。本解析コードは、原子炉建屋の水平方向の地震応答解析における質点系建屋—地盤連成モデルの建屋埋込み部分の側面地盤ばねを評価するために使用している。

3.2 解析コードの特徴

本解析コードの主な特徴を以下に示す。

- ・平面ひずみを仮定した無限地盤にある円形基礎の側面地盤ばねを算定できる。
- ・円形基礎は剛体として扱う。

3.3 解析手法

円形基礎の側面と接する地盤に対する水平，上下，回転及びねじれ加振した場合の力-変形関係から建屋の側面地盤ばねを算定する方法である。

建屋側面地盤の水平ばね K_a 及び回転ばね K_c は，0 次と 1 次の変形ベッセル関数を用いて，(3.1)式及び(3.2)式で評価される。

$$K_a = -\pi H_j G_j a_0^2 \frac{4K_1(b_0^*) K_1(a_0^*) + a_0^* K_1(b_0^*) K_0(a_0^*) + b_0^* K_0(b_0^*) K_1(a_0^*)}{b_0^* K_0(b_0^*) K_1(a_0^*) + a_0^* K_1(b_0^*) K_0(a_0^*) + b_0^* a_0^* K_0(b_0^*) K_0(a_0^*)} \quad (3.1)$$

$$K_c = \pi H_j G_j r_0^2 (1 + i \cdot 2h_j) \left[1 + a_0^* \frac{K_0(a_0^*)}{K_1(a_0^*)} \right] \quad (3.2)$$

ここで，

π : 円周率

H_j : 建物質点 j の支配高さ

G_j : 建物質点 j の支配高さにおける地下部外壁に接する地盤のせん断弾性係数

$a_0 = \omega r_0 / V_s$ (等価円置換の無次元振動数)

$r_0 = \sqrt{B_x B_y / \pi}$ (等価円半径)

ω : 円振動数

V_s : 地下部外壁に接する地盤の S 波速度

B_x, B_y : 建物の辺長

$K_0()$, $K_1()$: それぞれ 0 次と 1 次の変形ベッセル関数

$a_0^* = \frac{a_0}{\sqrt{1+i \cdot 2h_j}} \cdot i$, $b_0^* = a_0^* / \eta_j$, $\eta_j = \sqrt{2(1-\nu_j) / (1-2\nu_j)}$

h_j, ν_j : 地下部外壁に接する地盤のそれぞれの減衰定数とポアソン比

3.4 解析フローチャート

解析フローチャートを図3-1に示す。

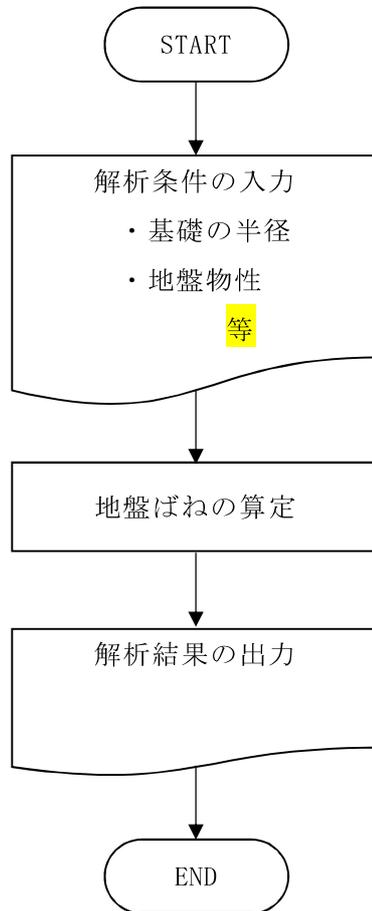


図 3-1 解析フローチャート

3.5 検証 (Verification) と妥当性確認 (Validation)

3.5.1 文献との比較による検証

以下に示す条件について水平ばね及び回転ばねを評価し、の計算結果との比較を行う。

- ・地盤のポアソン比は 0.33 とする。
- ・地盤の材料減衰定数は 0.00, 0.05, 0.10 の 3 ケースとする。

水平ばね及び回転ばねの比較結果を図 3-2 に示す。

図 3-2 より、本解析コードの結果はの計算結果と良い一致を示しており、本解析コードが建屋側面地盤の水平ばね及び回転ばねを正しく評価していることが確認できる。

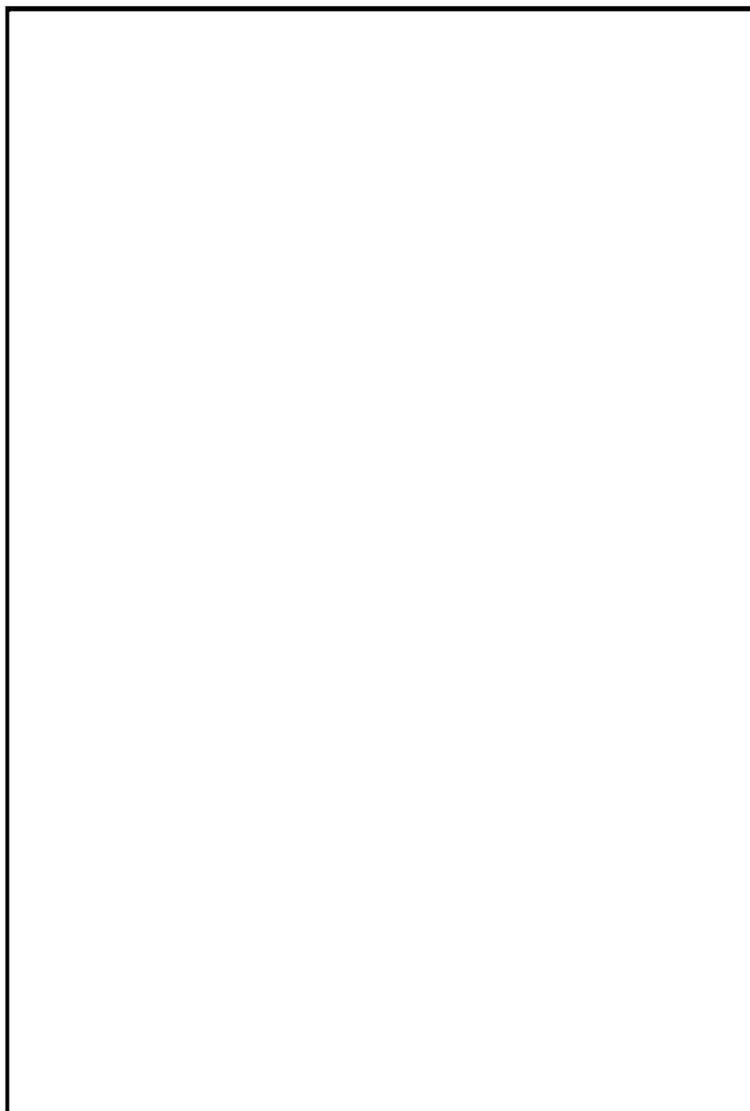


図 3-2 解析結果の比較

3.5.2 使用内容に対する妥当性

原子炉建屋の地震応答解析における側面地盤ばねの算定に本解析コードを使用することは、次のとおり、本解析の適用範囲に対して検証されており、妥当である。

- ・検証の内容のとおり、建屋側面地盤の水平ばね及び回転ばねについて検証していることから、解析の目的に照らして今回の解析に使用することは妥当である。

4. 引用文献

