

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

※なお、本資料は抜粋版のため、公開できない箇所はありません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0620-3_改10
提出年月日	2021年10月4日

補足-620-3 原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」の記載内容を補足するための資料を以下に示す。なお、他建物・構築物の地震応答計算書の記載内容を共通的に補足する内容についても、本資料で代表し説明する。

別紙 1 原子炉建屋の地震応答解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

別紙 1-1 原子炉建屋の地震応答解析モデルの各種ばねの算定について

別紙 1-2 地震応答解析モデルの諸元の比較

(既工認, シミュレーション解析, 今回工認)

別紙 2 原子炉建屋の地震応答解析における耐震壁のスケルトンカーブの設定

別紙 3 原子炉建屋の地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討

別紙 3-1 材料物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定について

別紙 3-2 材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析結果

別紙 4 地震応答解析モデルに用いる鉄筋コンクリート部の減衰定数に関する検討

別紙 4-1 原子炉建屋の基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d に対する最大応答せん断ひずみ

別紙 4-2 各建屋の図面集

別紙 5 地震応答解析における原子炉建屋の重大事故等時の高温による影響

別紙 5-1 重大事故時等の環境を考慮した大型機器系の地震応答解析モデルの設定

別紙 5-2 SA 時環境考慮モデルにおける床ばねの応答について

別紙 6 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を反映した地震応答解析

別紙 6-1 原子炉建屋改造工事に伴う重量増加を反映した検討

別紙 6-2 建屋－機器連成地震応答解析結果に与える影響

 本日の説明範囲

別紙 5 地震応答解析における原子炉建屋の重大事故等時の
高温による影響

目次

1. 概要	別紙 5- 1
2. 原子炉建屋の構造概要	別紙 5- 2
3. 重大事故等時の温度による影響について	別紙 5- 11
3.1 検討方針	別紙 5- 11
3.2 重大事故等時の高温による影響を考慮した原子炉建屋の地震応答解析	別紙 5- 12
3.2.1 解析条件	別紙 5- 12
3.2.2 地震応答解析結果	別紙 5- 28
3.3 原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響	別紙 5- 66
3.3.1 検討方法	別紙 5- 66
3.3.2 検討結果	別紙 5- 66
4. 機器・配管系の評価に与える影響	別紙 5- 84
4.1 原子炉建屋の地震応答解析結果による影響	別紙 5- 84
4.1.1 検討方針	別紙 5- 84
4.1.2 検討結果	別紙 5- 86
4.2 大型機器系の地震応答解析結果による影響	別紙 5- 99
4.2.1 検討方針	別紙 5- 99
4.2.2 「SA 時環境考慮連成モデル」のモデル化	別紙 5-101
4.2.3 検討結果	別紙 5-107
5. まとめ	別紙 5-161
5.1 「原子炉建屋の地震応答解析による評価」に与える影響	別紙 5-161
5.2 「機器・配管系の評価」に与える影響	別紙 5-161

別紙 5-1 重大事故時等の環境を考慮した大型機器系の地震応答解析モデルの設定

別紙 5-2 SA 時環境考慮モデルにおける床ばねの応答について

 本日の説明範囲

1. 概要

本資料は、原子炉格納容器を内包する原子炉建屋において、重大事故等により高温状態が一定期間継続することを踏まえ、熱によるコンクリート部材の剛性低下を考慮した地震応答解析を実施し、「原子炉建屋の地震応答解析による評価」及び「機器・配管系の評価」に与える影響について確認するものである。

2. 原子炉建屋の構造概要

原子炉建屋は、地下3階、地上3階建で、基礎底面からの高さは64.6mであり、平面は下部で77.0m(NS方向)×84.0m(EW方向)^{*1}のほぼ正方形である。建屋の構造は鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造)である。

原子炉建屋の中央部には、平面が66.0m×53.0m^{*1}(最下階)で地下3階、地上3階建の原子炉建屋原子炉棟(以下「原子炉棟」という。)があり、その周囲には地下3階、地上2階建の原子炉建屋附属棟(以下「附属棟」という。)が配置され、これらは同一基礎版上に設置された一体構造である。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6.0mのべた基礎で、支持地盤である砂岩及び頁岩上に設置されている。

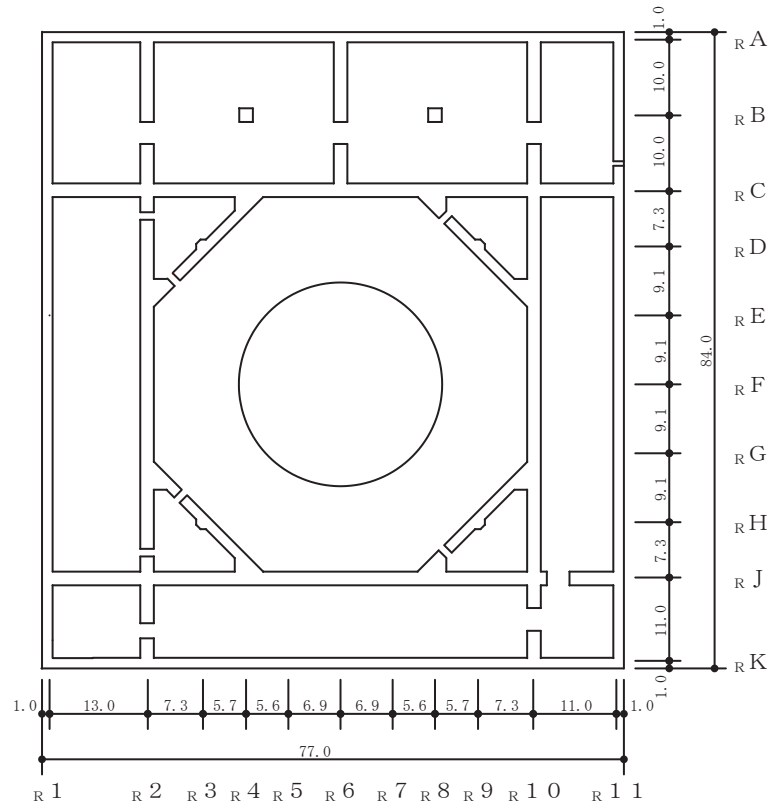
原子炉建屋の主たる耐震要素は、原子炉格納容器のまわりを囲んでいる1次しゃへい壁(以下「シェル壁:SW」という。),原子炉棟の外壁(以下「内部ボックス壁:IW」という。)及び附属棟の外壁(以下「外部ボックス壁:OW」という。)である。

なお、燃料取替床(O.P.^{*2}33.2m)には使用済燃料プールが設置されている。

原子炉建屋の概略平面図及び概略断面図を図2-1及び図2-2に示す。

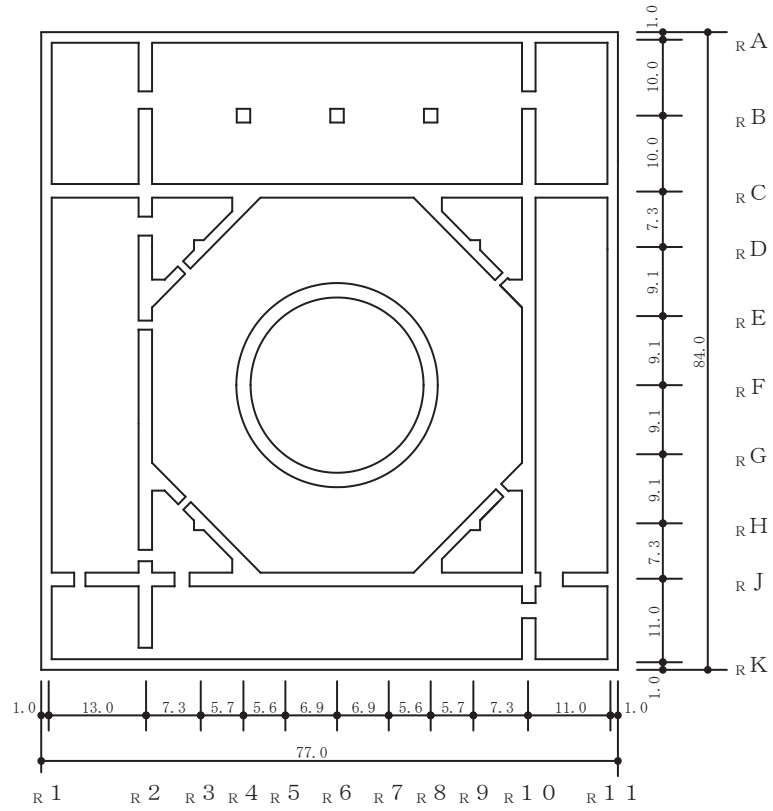
注記*1: 建屋寸法は壁外面押えとする。

*2: O.P.は女川原子力発電所工事用基準面であり、東京湾平均海面(T.P.)-0.74mである。



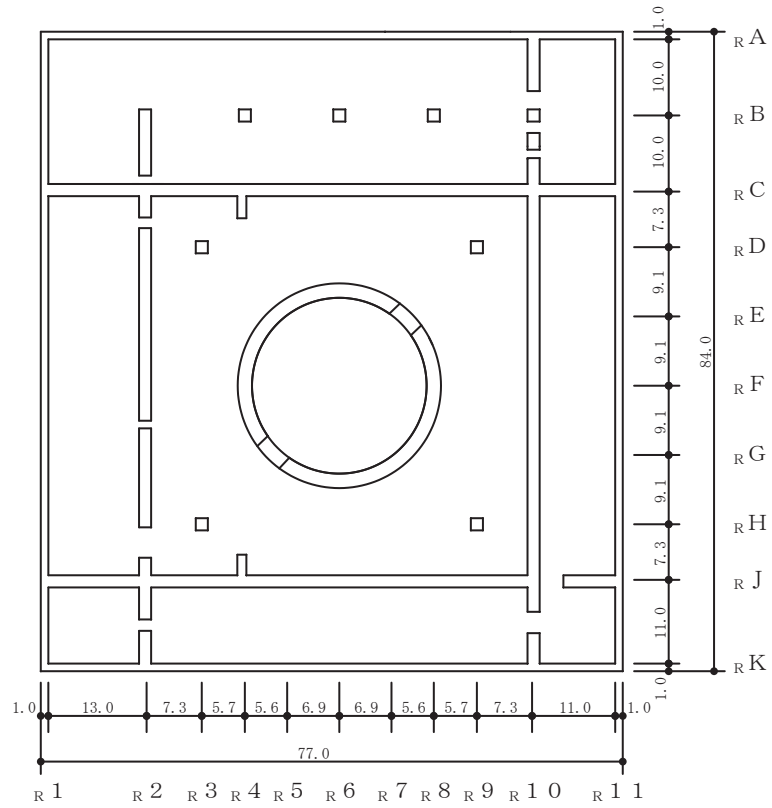
(単位：m)

図 2-1(1) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. -8. 1m)



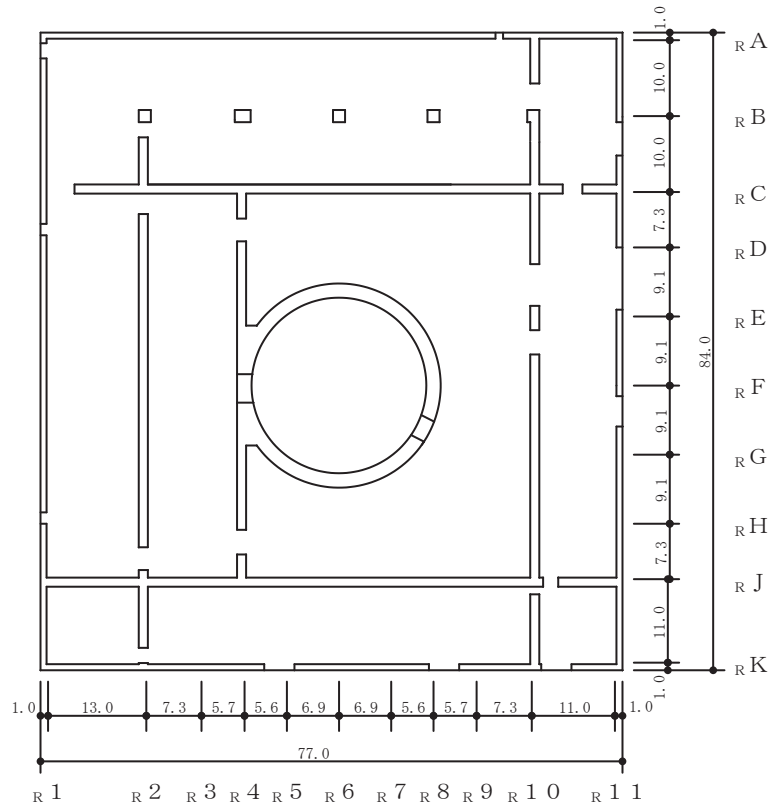
(単位：m)

図 2-1(2) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. -0.8m)



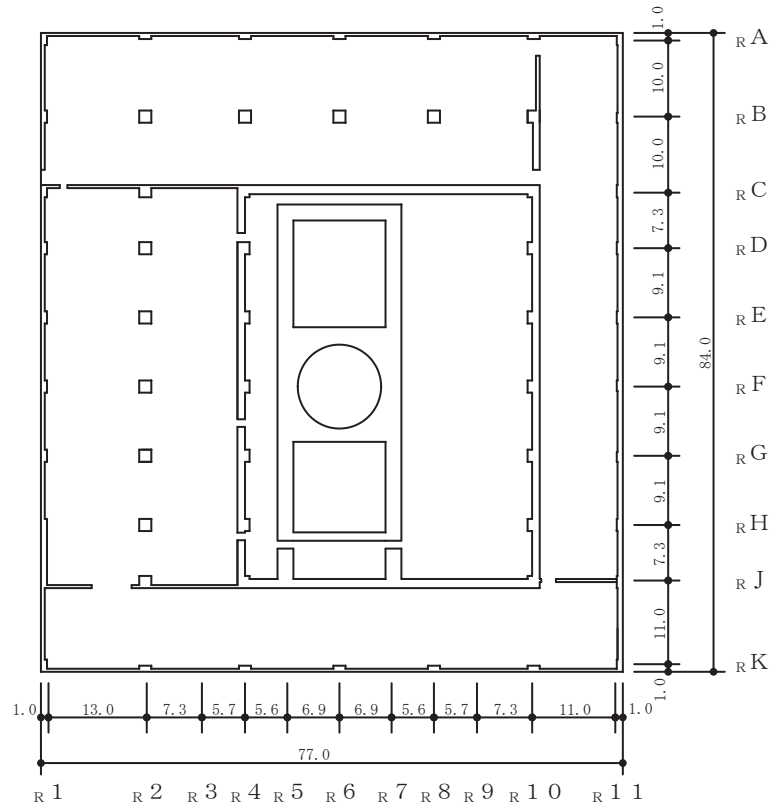
(単位：m)

図 2-1(3) 原子炉建屋の概略平面図 (O. P. 6.0m)



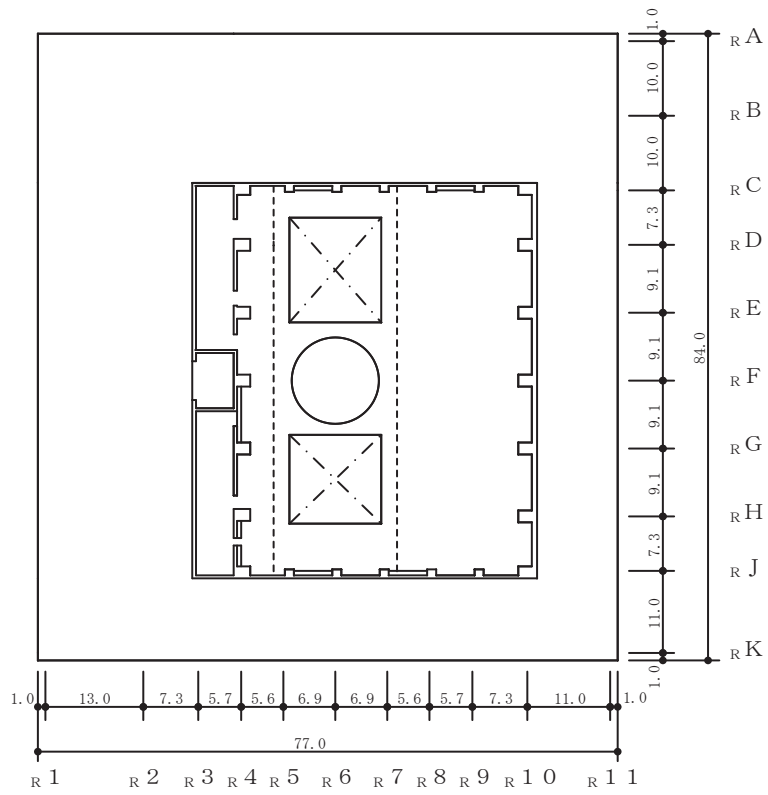
(単位：m)

図 2-1(4) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 15.0m)



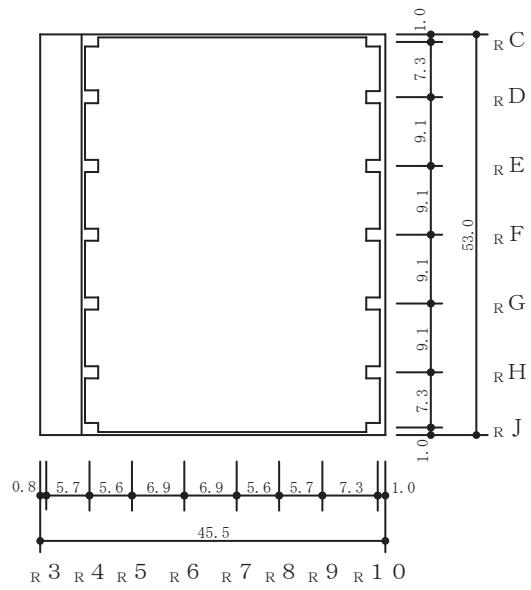
(単位：m)

図 2-1(5) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. 22.5m)



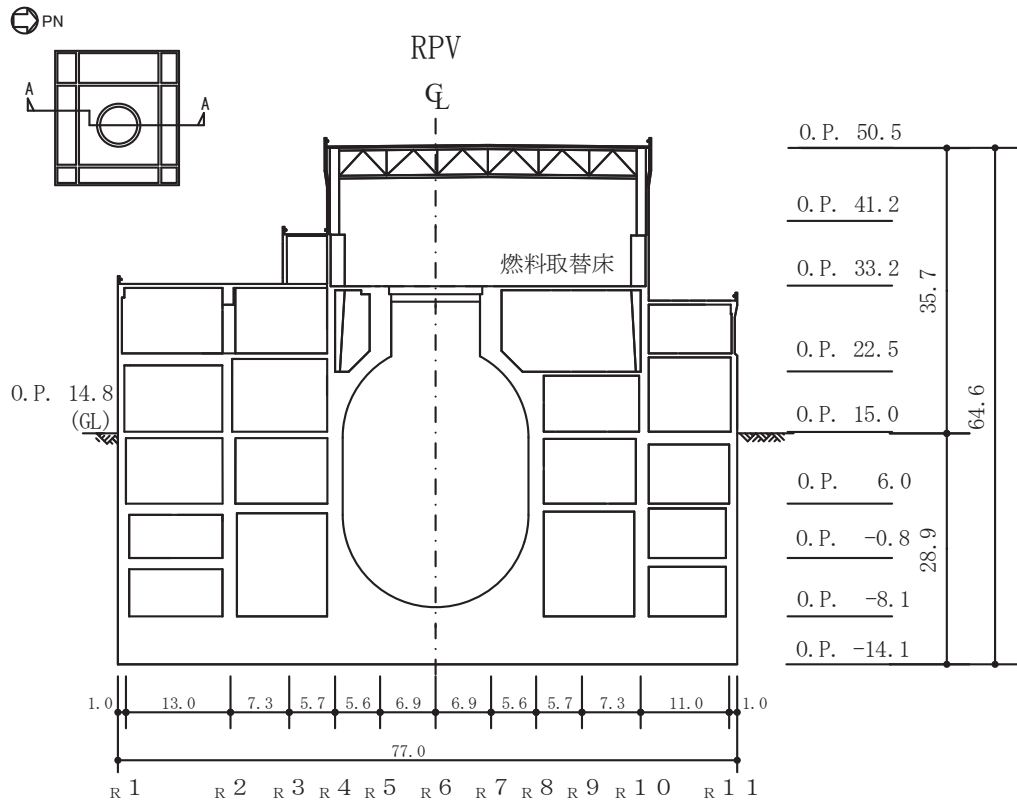
(単位：m)

図 2-1(6) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 33. 2m)



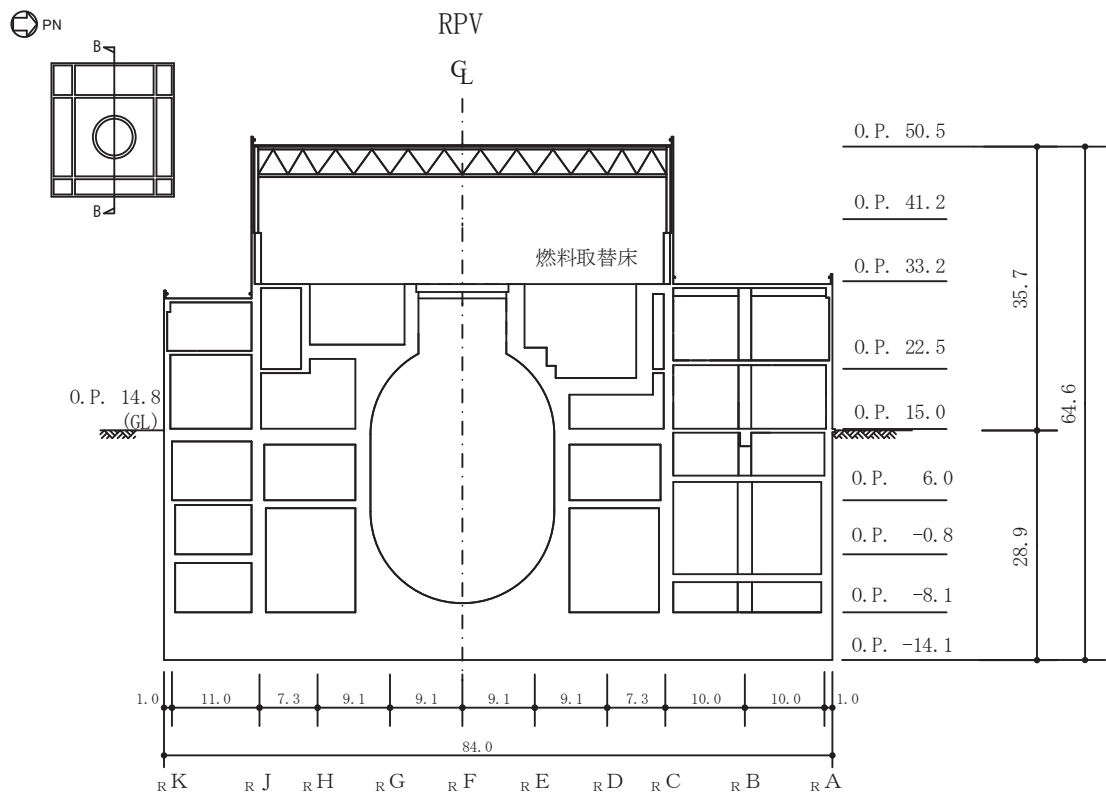
(単位：m)

図 2-1(7) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 41. 2m)



(単位：m)

図 2-2(1) 原子炉建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)



(単位：m)

図 2-2(2) 原子炉建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

3. 重大事故等時の温度による影響について

3.1 検討方針

原子炉格納容器を内包する原子炉建屋において、重大事故等により高温状態が一定時間継続することを踏まえ、熱によるコンクリート部材の剛性低下を考慮した地震応答解析を実施し、原子炉建屋の地震応答解析による評価及び機器・配管系の評価に与える影響について確認する。

具体的には、重大事故等における熱の影響を考慮し、原子炉建屋のコンクリート部材の剛性を低減させた地震応答解析モデル（以下「SA時環境考慮モデル」という。）を用いて地震応答解析を実施し、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に示す地震応答解析モデル（以下「工認モデル」という。）を用いた結果との比較を行う。なお、「工認モデル」は、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震等の地震やコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等に伴う初期剛性の低下を反映したモデルとしており、重大事故等における熱の影響による剛性低下の要因と共通するところもあると考えられるが、剛性低下の要因を分離して考慮することはできないため、「SA時環境考慮モデル」は保守的に「工認モデル」をベースとして重大事故等における熱の影響を考慮したモデルとしている。

更に、「SA時環境考慮モデル」の地震応答解析結果が、原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響を、「3.3 原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響」において確認することとする。

なお、上述の影響検討は、応答倍率を用いた手法により行うことから、応答倍率の算出のための「SA時環境考慮モデル」を用いた地震応答解析は、位相特性の偏りがなく、全周期帯において安定した応答を生じさせる基準地震動 $S_s - D_2$ に対して実施することとする。

3.2 重大事故等時の高温による影響を考慮した原子炉建屋の地震応答解析

3.2.1 解析条件

(1) 剛性低下率

剛性低下率の評価対象部位は、シェル壁、内部ボックス壁、プールガーダ及び床スラブとする。なお、基礎版については、高温となる領域は、シェル壁内部の表面付近に限られ、基礎版全体に対する影響は軽微であることから、剛性低下は考慮しないこととした。

原子炉格納容器については、原子炉格納容器内を高温状態とし、添付書類「VI-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に基づき、その温度を重大事故等時の原子炉格納容器の限界温度である 200℃に設定した。これは、有効性評価のうち、原子炉格納容器壁面温度が最も高くなる格納容器破損モード「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損、代替冷却系を使用できない場合）」の最高温度の 178℃を包絡する条件であるが、長期間継続する事象であり、一度経験した剛性低下が復帰しないことを考慮して、ここでは保守的な設定を行った。

原子炉格納容器外の建屋内については、原子炉建屋原子炉区域内での重大事故等対処設備の環境温度より、トール室を 130℃に、中小区画を 80℃に、上記以外の二次格納施設内部を 66℃に設定した。

外気温については、屋外での重大事故等対処設備の環境温度より 40℃に設定した。

また、剛性低下率の算出に用いる評価対象部位の温度は、内側と外側の雰囲気温度の平均値とした。なお、表面温度は環境温度と同一とし、シェル壁の内側表面については格納容器内の温度を用いる

ここで、100℃以上のコンクリート部材における剛性低下率は、「日本建築学会 2017 年 構造材料の耐火性ガイドブック」による高温時の提案値である、100℃の剛性残存比 0.80 及び 200℃の剛性残存比 0.68 より、線形補間により算出する。また、100 度未満のコンクリート部材における剛性低下率は、「日本建築学会 2005 年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」において、通常運転時及び異常時を除く長時間（24 時間以上）継続する状態における、一般部分のコンクリート温度制限値としている 65℃を用い、線形補間により算出する。

本検討に用いたコンクリート部材の温度を表 3-1 に、剛性低下率を表 3-2 に示す。

表 3-1 本検討に用いたコンクリート部材の温度

部位	標高 O. P. (m)	表面温度		平均温度 (°C)
		内側 (°C)	外側 (°C)	
シェル壁	-8.1~6.0	200	130	165
	6.0~22.5	200	80	140
	22.5~33.2	200	66	133
内部ボックス壁	-8.1~6.0	130	66	98
	6.0~22.5	66	40	53
	(IW-2)6.0~22.5	66	66	66
	(IW-10)15.0~22.5			
	(IW-4)6.0~15.0	66	66	66
	(IW-4)15.0~22.5	80	66	73
	(IW-4)22.5~41.2	66	66	66
ブールガーダ	22.5~33.2	200	66	133
床スラブ (インナー)	-0.8	66	66	66
	6.0	130	80	105
	15.0	80	80	80
	22.5	200	66	133
	33.2	66	66	66
床スラブ (アウター)	(OW-1~IW-2 かつIW-J~IW-C) -0.8~15.0	66	66	66

表 3-2 本検討に用いたコンクリート部材の剛性低下率 (1/2)

部位	標高 O. P. (m)	コンクリート 温度 (°C)	(i) 高温による 剛性低下率 (-)	(ii) 設計値に 対する 剛性低下率 (-)	(iii) 剛性低下率 (i)×(ii) (-)	解析用諸元		
						ヤング係数 (N/mm ²)	せん断弾性係数 (N/mm ²)	
基本モデル (NS方向)	地上3階及びクレーン階	33.2~50.5	-	1.00	0.30	0.30	7.94×10^3	3.41×10^3
	地下3階~地上2階	-8.1~33.2	-	1.00	0.75	0.75	1.99×10^4	8.53×10^3
	追設耐震壁	33.2~41.2	-	1.00	1.00	1.00	2.52×10^4	1.05×10^4
基本モデル (EW方向)	地上3階及びクレーン階	33.2~50.5	-	1.00	0.50	0.50	1.32×10^4	5.69×10^3
	地下3階~地上2階	-8.1~33.2	-	1.00	0.80	0.80	2.12×10^4	9.10×10^3
	追設耐震壁	-8.1~48.725	-	1.00	1.00	1.00	2.52×10^4	1.05×10^4
基本モデル(UD方向)		33.2~50.5	-	1.00	1.00	1.00	2.65×10^4	1.14×10^4
NS方向	SW	-8.1~6.0	165	0.72	0.75	0.54	1.43×10^4	6.14×10^3
		6.0~22.5	140	0.75	0.75	0.56	1.49×10^4	6.40×10^3
		22.5~33.2	133	0.76	0.75	0.57	1.51×10^4	6.48×10^3
	IW-J, IW-C	-8.1~6.0	98	0.81	0.75	0.61	1.61×10^4	6.91×10^3
EW方向	SW	-8.1~6.0	165	0.72	0.80	0.58	1.53×10^4	6.55×10^3
		6.0~22.5	140	0.75	0.80	0.60	1.59×10^4	6.83×10^3
		22.5~33.2	133	0.76	0.80	0.61	1.61×10^4	6.92×10^3
	IW-2	-8.1~6.0	98	0.81	0.80	0.65	1.72×10^4	7.37×10^3
		6.0~22.5	66	0.99	0.80	0.79	2.10×10^4	9.01×10^3
	IW-4	15.0~22.5	73	0.95	0.80	0.76	2.01×10^4	8.65×10^3
		22.5~33.2	66	0.99	0.80	0.79	2.10×10^4	9.01×10^3
		33.2~41.2	66	0.99	0.50	0.50	1.31×10^4	5.63×10^3
	IW-4(追設耐震壁)	33.2~41.2	66	0.99	1.00	0.99	2.50×10^4	1.04×10^4
	IW-10	-8.1~6.0	98	0.81	0.80	0.65	1.72×10^4	7.37×10^3
		15.0~22.5	66	0.99	0.80	0.79	2.10×10^4	9.01×10^3
	ブールガード	22.5~33.2	133	0.76	0.80	0.61	1.61×10^4	6.92×10^3
	袖壁 (IW-4)	6.0~15.0	66	0.99	0.80	0.79	2.10×10^4	9.01×10^3
	UD方向	SW	-8.1~6.0	165	0.72	1.00	0.72	1.91×10^4
6.0~22.5			140	0.75	1.00	0.75	1.99×10^4	8.53×10^3
22.5~33.2			133	0.76	1.00	0.76	2.01×10^4	8.65×10^3
内部ボックス壁等 (R2~R10かつRC~RJの内側 の壁及び柱)		-8.1~6.0	98	0.81	1.00	0.81	2.14×10^4	9.21×10^3
		6.0~15.0	66	0.99	1.00	0.99	2.62×10^4	1.13×10^4
		15.0~22.5	73	0.95	1.00	0.95	2.52×10^4	1.08×10^4
		22.5~41.2	66	0.99	1.00	0.99	2.62×10^4	1.13×10^4
SW及び内部ボックス壁等以 外の壁及び柱		-0.8~6.0	66	0.99	1.00	0.99	2.62×10^4	1.13×10^4

表 3-2 本検討に用いたコンクリート部材の剛性低下率 (2/2)

部位		標高 O.P. (m)	コンクリート 温度 (°C)	(i) 高温による 剛性低下率 (-)	(ii) 設計値に 対する 剛性低下率 (-)	(iii) 剛性低下率 (i)×(ii) (-)	解析用諸元	
							ヤング係数 (N/mm ²)	せん断弾性係数 (N/mm ²)
基本モデル	全部位	-	-	1.00	1.00	1.00	2.65×10^4	1.14×10^4
NS方向 (床スラブ)	IW-J~IW-C	-0.8	66	0.99	1.00	0.99	2.62×10^4	1.13×10^4
		6.0	105	0.79	1.00	0.79	2.09×10^4	8.99×10^3
		15.0	80	0.91	1.00	0.91	2.41×10^4	1.04×10^4
		22.5	133	0.76	1.00	0.76	2.01×10^4	8.65×10^3
		33.2	66	0.99	1.00	0.99	2.62×10^4	1.13×10^4
EW方向 (床スラブ)	IW-2~IW10	-0.8	66	0.99	1.00	0.99	2.62×10^4	1.13×10^4
		6.0	105	0.79	1.00	0.79	2.09×10^4	8.99×10^3
		15.0	80	0.91	1.00	0.91	2.41×10^4	1.04×10^4
		22.5	133	0.76	1.00	0.76	2.01×10^4	8.65×10^3
		33.2	66	0.99	1.00	0.99	2.62×10^4	1.13×10^4
	OW-1~IW-2	-0.8~15.0	66	0.99	1.00	0.99	2.62×10^4	1.13×10^4

(2) 解析モデル

シェル壁，内部ボックス壁，プールガーダ及び床スラブについては剛性低下率を考慮したことにより，「工認モデル」に対して諸元を変更した。重大事故等時の温度による剛性低下を考慮した建物・構造物の物性値を表 3-4 に，水平方向の地震応答解析モデルを図 3-1 に，諸元を表 3-5 に，地盤ばね定数を表 3-6 に，せん断スケルトンカーブの諸数値を表 3-7 及び表 3-8 に示す。また，鉛直方向の地震応答解析モデルを図 3-2 に，諸元を表 3-9 に，地盤ばね定数を表 3-10 に示す。

なお，重大事故等時の温度による剛性低下に加えて，さらに重大事故等時の水位条件を考慮した諸元に変更している。ここで，重大事故等時の原子炉格納容器の水位条件は，格納容器過圧・過温破損（全事故シーケンスのうち，格納容器水位が最も厳しくなる事故シーケンスを選定）のうち，格納容器過圧・過温破損「代替循環冷却系を使用できない場合（2Pd に到達するまでに操作を実施しなかった場合（大破断 LOCA 発生時）」を考慮し，サブプレッションプール水位を 5.886m(O. P. 1.514m) 及びドライウェル水位を 0.458m(O. P. 1.6076m)（ベント開口部下端位置）とした。

表 3-3(1) 建物・構造物の物性値 (SA 時環境考慮モデル) (1/3)

(a) 鉄筋コンクリート NS 方向, ヤング係数

標高 O.P. (m)	ヤング係数($\times 10^4$ N/mm ²)						
	OW-K	IW-J	IW-J (追設耐震壁)	SW	IW-C (追設耐震壁)	IW-C	OW-A
50.5		0.794				0.794	
41.2		0.794	2.52		2.52	0.794	
33.2	1.99	1.99		1.51		1.986	1.99
22.5	1.99	1.99		1.49		1.986	1.99
15.0	1.99	1.99		1.49		1.986	1.99
6.0	1.99	1.61		1.43		1.609	1.99
1.15(SW) -0.8	1.99	1.61		1.43		1.609	1.99
-8.1							

(b) 鉄筋コンクリート NS 方向, せん断弾性係数

標高 O.P. (m)	せん断弾性係数($\times 10^4$ N/mm ²)						
	OW-K	IW-J	IW-J (追設耐震壁)	SW	IW-C (追設耐震壁)	IW-C	OW-A
50.5		0.341				0.341	
41.2		0.341	1.05		1.05	0.341	
33.2	0.853	0.853		0.648		0.853	0.853
22.5	0.853	0.853		0.640		0.853	0.853
15.0	0.853	0.853		0.640		0.853	0.853
6.0	0.853	0.691		0.614		0.691	0.853
1.15(SW) -0.8	0.853	0.691		0.614		0.691	0.853
-8.1							

(c) 鉄筋コンクリート NS 方向, せん断弾性係数 (床スラブ)

標高 O.P. (m)	せん断弾性係数($\times 10^4$ N/mm ²)			
	OW-K~IW-J	IW-J~SW	SW~IW-C	IW-C~OW-A
50.5	1.14			
33.2	1.14	1.13	1.13	1.14
22.5	1.14	0.86	0.86	1.14
15.0	1.14	1.04	1.04	1.14
6.0	1.14	0.90	0.90	1.14
-0.8	1.14	1.13		1.14
-8.1				

表 3-3(2) 建物・構造物の物性値 (SA 時環境考慮モデル) (2/3)

(d) 鉄筋コンクリート EW 方向, ヤング係数

標高 O.P. (m)	ヤング係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)						
	OW-1	IW-2	IW-4	IW-4 (追設耐震壁)	SW	IW-10	OW-11
50.50			1.32			1.32	
41.20			1.31	2.50		1.32	
33.20	2.12		2.10		1.61	2.12	2.12
22.50	2.12	2.10	2.01		1.59	2.10	2.12
15.00	2.12	2.10			1.59	2.12	2.12
6.00	2.12	1.72			1.53	1.72	2.12
1.15(SW) -0.80	2.12	1.72			1.53	1.72	2.12
-8.10							

(e) 鉄筋コンクリート EW 方向, せん断弾性係数

標高 O.P. (m)	せん断弾性係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)						
	OW-1	IW-2	IW-4	IW-4 (追設耐震壁)	SW	IW-10	OW-11
50.50			0.57			0.57	
41.20			0.56	1.04		0.57	
33.20	0.91		0.90		0.69	0.91	0.91
22.50	0.91	0.90	0.86		0.68	0.90	0.91
15.00	0.91	0.90			0.68	0.91	0.91
6.00	0.91	0.74			0.66	0.74	0.91
1.15(SW) -0.80	0.91	0.74			0.66	0.74	0.91
-8.10							

(f) 鉄筋コンクリート EW 方向, せん断弾性係数 (床スラブ)

標高 O.P. (m)	せん断弾性係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)				
	OW-1~IW-2	IW-2~IW-4	IW-4~SW	SW~IW-10	IW-10~OW-11
50.5			2.65		
33.2	2.62		2.62	2.62	2.65
22.5	2.65	2.01	2.01	2.01	2.65
15.0	2.62	2.41	2.41	2.41	2.65
6.0	2.62	2.09		2.09	2.65
-0.8	2.62	2.62			2.65
-8.1					

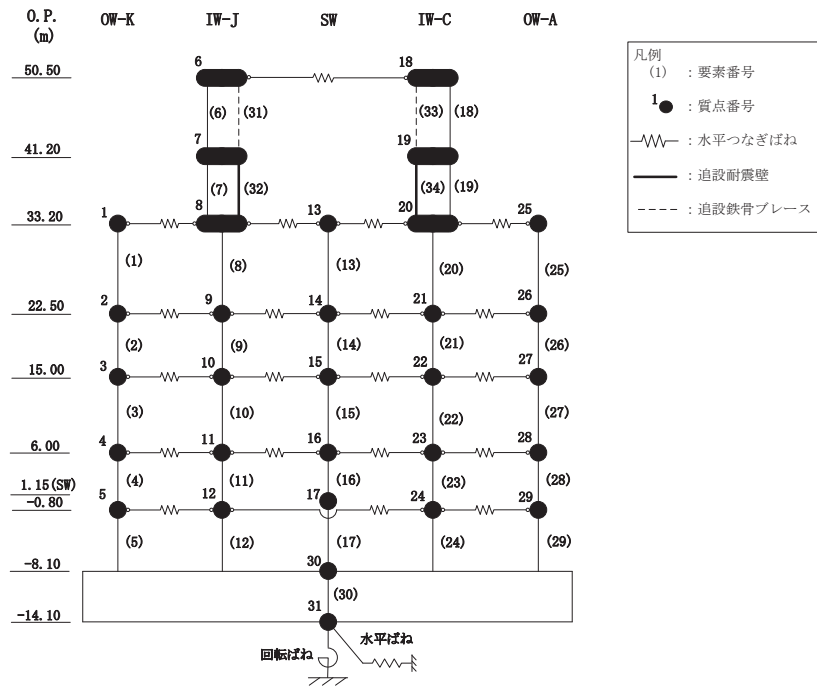
表 3-3(3) 建物・構造物の物性値 (SA 時環境考慮モデル) (3/3)

(g) 鉄筋コンクリート 鉛直方向

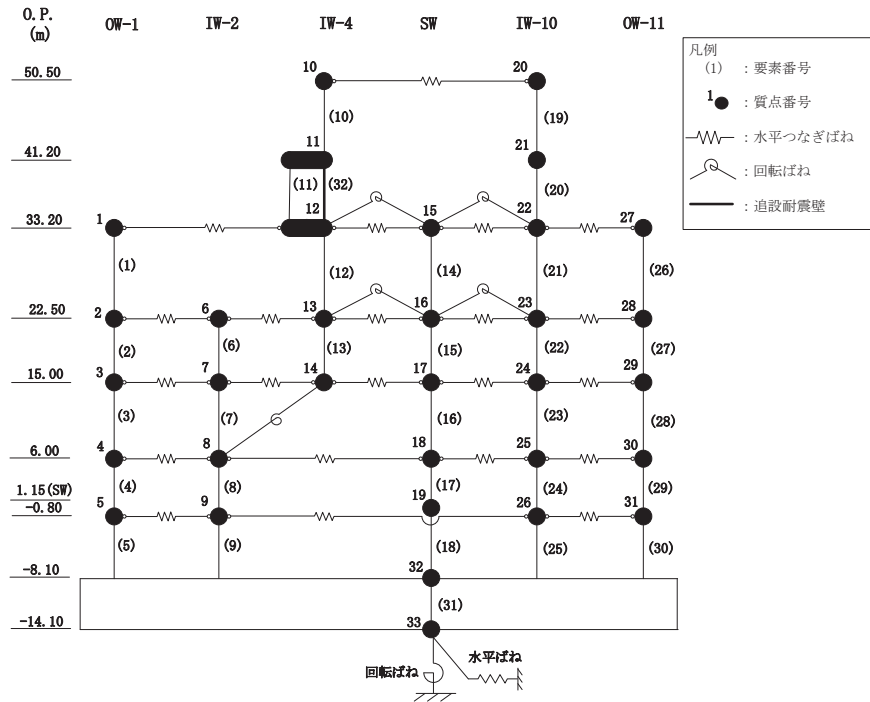
標高 0.P. (m)	ヤング係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)		
	シェル壁	内部ボックス壁等	外部ボックス壁等
48.725		2.65	
41.200		2.62	
33.200	2.01	2.62	2.65
22.500	1.99	2.52	2.65
15.000	1.99	2.62	2.65
6.000	1.91	2.14	2.62
-0.800	1.91	2.14	2.65
-8.100			

(h) 鉄骨

ヤング係数 (N/mm ²)	せん断弾性係数 (N/mm ²)	減衰定数 (%)
2.05×10^5	7.90×10^4	2



(a) NS 方向



(b) EW 方向

図 3-1 地震応答解析モデル（水平方向，SA 時環境考慮モデル）

表 3-4(1) 地震応答解析モデルの諸元 (NS 方向, SA 時環境考慮モデル)

(a) 重量・回転慣性重量

標高 O.P (m)	建屋				
	OW-K	IW-J	SW	IW-C	OW-A
50.50		6		18	
		10350		10350	
		13.8		13.8	
41.20		7		19	
		17530		14310	
		30.3		24.7	
33.20	1	8	13	20	25
	17310	82060	58490	101640	27940
	85.5	499.2	40.4	600.2	138.3
22.50	2	9	14	21	26
	26720	110200	129220	156560	49840
	132.4	670.8	91.4	924.8	246.1
15.00	3	10	15	22	27
	44580	106070	93490	133970	50790
	220.6	696.3	112.8	841.4	251.1
6.00	4	11	16	23	28
	53350	117610	61890	155120	67630
	264.8	771.8	74.6	974.8	334.4
1.15(SW)	5	12	17	24	29
-0.80	59980	111600	96210	171520	69770
	298.1	700.2	92.7	1040.5	345.2
-8.10	30				
	779440				
	3866.8				
-14.10	31				
	456980				
	2261.4				

質点番号
質点重量(kN)
回転慣性重量($\times 10^5$ kN \cdot m 2)

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

標高 O.P (m)	建屋					
	OW-K	IW-J	SW	IW-C	OW-A	
50.50		6	31		33	18
		10.0	0.184		0.184	10.0
		39.0	0.794		0.794	3.84
41.20		7	32		34	19
		18.2	7.56		7.56	18.2
		68.2	4.00		7.00	63.5
33.20	1	8	13	20	25	
	28.4	59.8	50.6	59.4	30.8	
	224.0	507.0	38.3	543.0	292.0	
22.50	2	9	14	21	26	
	52.0	90.0	72.7	85.8	59.2	
	465.0	1053.0	96.3	1012.0	594.0	
15.00	3	10	15	22	27	
	77.0	118.7	71.0	123.2	75.0	
	628.0	1321.0	112.0	1595.0	734.0	
6.00	4	11	16	23	28	
	107.8	155.3	66.8	165.2	107.8	
	840.0	1841.0	105.0	2111.0	1089.0	
1.15(SW)	5	12	17	24	29	
-0.80	107.8	159.8	108.0	165.2	107.8	
	816.0	1883.0	157.0	2161.0	1144.0	
-8.10	30					
	6468.0					
	31957.0					

要素番号
せん断断面積(m 2)
断面二次モーメント($\times 10^2$ m 4)

表 3-4(2) 地震応答解析モデルの諸元 (EW 方向, SA 時環境考慮モデル)

(a) 重量・回転慣性重量

標高 O.P. (m)	建屋					
	OW-1	IW-2	IW-4	SW	IW-10	OW-11
50.50			10		20	
			10350		10350	
			24.2		24.2	
41.20			11		21	
			19910		11930	
			46.6		27.9	
33.20	1		12	15	22	27
	43190		80900	58490	85980	18880
	254.0		550.2	70.6	651.2	110.8
22.50	2	6	13	16	23	28
	47610	65050	79330	129220	119670	31660
	280.5	382.5	571.7	157.9	906.1	186.3
15.00	3	7	14	17	24	29
	43040	129310	8030	85460	116670	46390
	253.0	969.9	9.7	103.0	883.6	273.6
6.00	4	8		18	25	30
	51240	149360		61890	131010	62100
	302.0	1120.9		74.6	992.4	366.8
1.15(SW) -0.80	5	9		19	26	31
	52010	151400		96210	146950	62510
	306.0	1093.4		92.7	1069.9	368.7
-8.10	32					
	779440					
	4599.3					
-14.10	33					
	456980					
	2690.9					

質点番号
質点重量(kN)
回転慣性重量($\times 10^5 \text{kN}\cdot\text{m}^2$)

(b) セン断断面積・断面二次モーメント

標高 O.P. (m)	建屋					
	OW-1	IW-2	IW-4	SW	IW-10	OW-11
50.50			10		19	
			13.3		13.3	
			64.9		64.9	
41.20			11	32	20	
			17.4	8.58	21.2	
			125.0	18.88	103.0	
33.20	1		12	14	21	26
	41.0		51.8	63.3	53.0	32.4
	376.0		295.0	30.7	273.0	299.0
22.50	2	6	13	15	22	27
	57.4	76.6	36.5	72.7	79.8	54.7
	653.0	661.0	340.0	96.3	1073.0	605.0
15.00	3	7		16	23	28
	84.0	107.1		71.0	121.4	84.0
	859.0	927.0		112.0	1523.0	803.0
6.00	4	8		17	24	29
	114.8	163.7		66.8	170.0	109.2
	1109.0	2199.0		105.0	2169.0	1058.0
1.15(SW) -0.80	5	9		18	25	30
	117.6	169.0		108.0	167.2	117.6
	1131.0	2278.0		157.0	2138.0	1059.0
-8.10	31					
	6468.0					
	38032.0					

要素番号
せん断断面積(m^2)
断面二次モーメント($\times 10^9 \text{m}^4$)

表 3-5 地盤のばね定数と減衰係数 (SA 時環境考慮モデル)

(a) NS 方向

質点番号	地盤ばね成分	ばね定数* ¹	減衰定数* ²
31	底面・並進	1.742×10^9	2.349×10^7
31	底面・回転	2.994×10^{12}	4.806×10^9

注記*1: 底面・並進は kN/m 底面・回転は kN・m/rad

*2: 底面・並進は kN・s/m 底面・回転は kN・m・s/rad

(b) EW 方向

質点番号	地盤ばね成分	ばね定数* ¹	減衰定数* ²
33	底面・並進	1.727×10^9	2.308×10^7
33	底面・回転	3.386×10^{12}	6.306×10^9

注記*1: 底面・並進は kN/m 底面・回転は kN・m/rad

*2: 底面・並進は kN・s/m 底面・回転は kN・m・s/rad

表 3-6 セン断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係, NS 方向, SA 時環境考慮モデル)

要素番号	通り	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 ($\times 10^{-3}$)
(1)	OW-K	2.136	0.250	2.679	0.523	6.439	4.000
(2)		2.220	0.260	2.785	0.544	6.437	4.000
(3)		2.340	0.274	2.936	0.573	6.888	4.000
(4)		2.409	0.282	3.022	0.590	6.722	4.000
(5)		2.604	0.305	3.267	0.638	6.872	4.000
(6)	IW-J	1.963	0.575	3.079	0.902	6.536	4.000
(7)		1.962	0.575	3.052	0.894	6.372	4.000
(8)		2.259	0.265	2.834	0.553	6.458	4.000
(9)		2.371	0.278	2.975	0.581	6.527	4.000
(10)		2.460	0.288	3.086	0.603	6.551	4.000
(11)		2.648	0.382	3.090	0.604	6.382	4.000
(12)		2.778	0.400	3.241	0.633	6.453	4.000
(13)	SW	2.319	0.358	2.629	0.513	5.520	4.000
(14)		2.739	0.430	3.081	0.602	5.847	4.000
(15)		3.043	0.478	3.423	0.668	6.242	4.000
(16)		3.334	0.543	3.687	0.720	7.786	4.000
(17)		3.315	0.540	3.667	0.716	6.593	4.000
(18)	IW-C	1.963	0.575	3.079	0.902	6.536	4.000
(19)		1.968	0.577	3.061	0.897	6.378	4.000
(20)		2.299	0.269	2.884	0.563	6.477	4.000
(21)		2.479	0.291	3.109	0.607	6.581	4.000
(22)		2.547	0.298	3.195	0.624	6.596	4.000
(23)		2.691	0.388	3.140	0.613	6.435	4.000
(24)		2.853	0.411	3.329	0.650	6.492	4.000
(25)	OW-A	2.190	0.257	2.748	0.537	6.441	4.000
(26)		2.314	0.271	2.903	0.567	6.470	4.000
(27)		2.448	0.287	3.071	0.600	6.819	4.000
(28)		2.449	0.287	3.073	0.600	6.579	4.000
(29)		2.558	0.300	3.209	0.627	6.754	4.000

表 3-7 セン断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係, EW 方向, SA 時環境考慮モデル)

要素 番号	通り	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 ($\times 10^{-3}$)
(1)	OW-1	2.154	0.237	2.753	0.537	6.212	4.000
(2)		2.327	0.256	2.974	0.581	6.471	4.000
(3)		2.367	0.260	3.026	0.591	6.827	4.000
(4)		2.404	0.264	3.074	0.601	6.599	4.000
(5)		2.530	0.278	3.234	0.632	6.805	4.000
(6)	IW-2	2.209	0.246	2.814	0.550	6.647	4.000
(7)		2.505	0.279	3.191	0.623	6.690	4.000
(8)		2.633	0.356	3.149	0.615	6.463	4.000
(9)		2.769	0.374	3.311	0.647	6.480	4.000
(10)	IW-4	2.493	0.438	2.651	0.517	6.285	4.000
(11)		2.512	0.442	2.670	0.521	6.287	4.000
(12)		2.275	0.253	2.898	0.566	6.073	4.000
(13)		2.599	0.301	3.273	0.639	5.964	4.000
(14)	SW	2.253	0.325	2.629	0.513	5.939	4.000
(15)		2.658	0.389	3.081	0.602	6.326	4.000
(16)		2.954	0.433	3.423	0.668	6.562	4.000
(17)		3.227	0.489	3.687	0.720	7.805	4.000
(18)		3.209	0.486	3.667	0.716	6.670	4.000
(19)	IW-10	2.493	0.438	2.651	0.517	6.285	4.000
(20)		2.479	0.436	2.637	0.515	6.321	4.000
(21)		2.233	0.245	2.854	0.557	6.111	4.000
(22)		2.383	0.265	3.035	0.593	6.500	4.000
(23)		2.436	0.268	3.115	0.608	6.557	4.000
(24)		2.577	0.348	3.081	0.602	6.444	4.000
(25)		2.715	0.367	3.246	0.634	6.445	4.000
(26)	OW-11	2.086	0.229	2.666	0.521	6.468	4.000
(27)		2.200	0.242	2.813	0.550	6.452	4.000
(28)		2.291	0.252	2.929	0.572	6.814	4.000
(29)		2.401	0.264	3.070	0.600	6.606	4.000
(30)		2.543	0.279	3.252	0.635	6.832	4.000

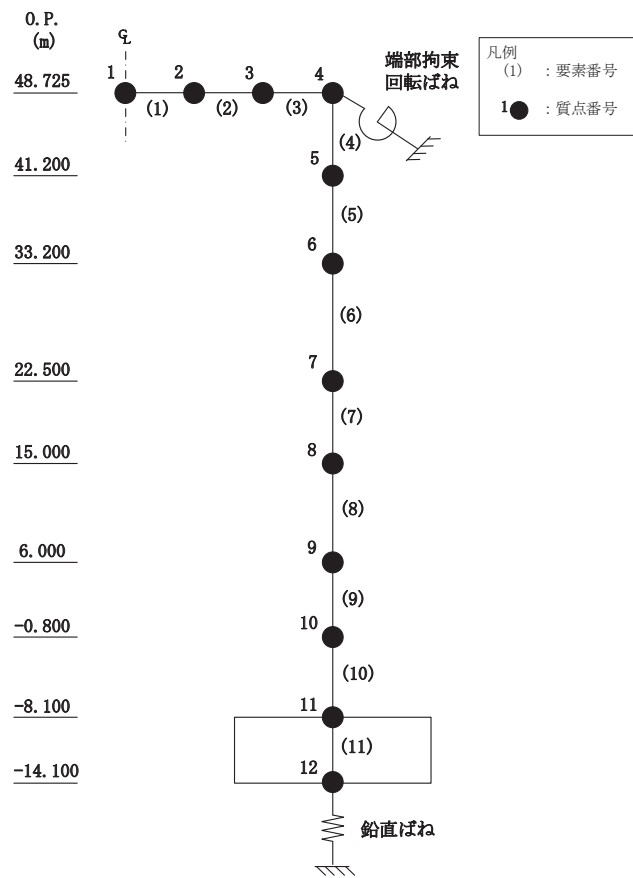


図 3-2 地震応答解析モデル（鉛直方向，SA 時環境考慮モデル）

表 3-8 地震応答解析モデルの諸元（鉛直方向，SA 時環境考慮モデル）

標高 O.P. (m)	質点 番号 (-)	質点 重量 (kN)	部材 番号 (-)	シェル壁・耐震壁部	屋根トラス部	
				軸断面積	せん断断面積	断面二次モーメント
				(m ²)	(m ²)	(m ⁴)
48.725	1	1598	1		0.773	6.99
48.725	2	3197	2		1.12	6.99
48.725	3	3266	3		1.11	6.99
48.725	4	12631	4	58.0		
41.200	5	31842	5	145.8		
33.200	6	287443	6	554.8		
22.500	7	472543	7	790.6		
15.000	8	428904	8	948.0		
6.000	9	455597	9	1282.7		
-0.800	10	509083	10	1315.6		
-8.100	11	779442	11	6468.0		
-14.100	12	456980				

表 3-9 地盤のばね定数と減衰係数（鉛直方向，SA 時環境考慮モデル）

質点番号	地盤ばね成分	ばね定数 (kN/m)	減衰定数 (kN・s/m)
12	底面・鉛直	2.350×10^9	4.593×10^7

3.2.2 地震応答解析結果

(1) 固有値解析結果

「工認モデル」と「SA 時環境考慮モデル」の固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）の比較を表 3-11 に示す。また、「SA 時環境考慮モデル」の刺激関数図を図 3-3 に示す。

「SA 時環境考慮モデル」の固有周期は、コンクリート剛性を低減させた影響により「工認モデル」の結果に比べて僅かに大きくなるものの、ほぼ同程度となることを確認した。建屋と地盤の相互作用を考慮したモデルとなっていることから、地盤の変形が支配的となる低次のモードでは、建屋は剛体的な挙動を示すため、建屋の剛性変化が固有値に及ぼす影響は小さいものと考えられる。

表 3-10 固有値解析結果

(a) NS 方向

次数	固有周期(s)		固有振動数(Hz)	
	工認モデル	SA 時環境 考慮モデル	工認モデル	SA 時環境 考慮モデル
1	0.237	0.247	4.21	4.05
2	0.123	0.126	8.12	7.95
3	0.116	0.120	8.61	8.32
4	0.097	0.102	10.33	9.82
5	0.093	0.097	10.76	10.30
6	0.089	0.093	11.21	10.79

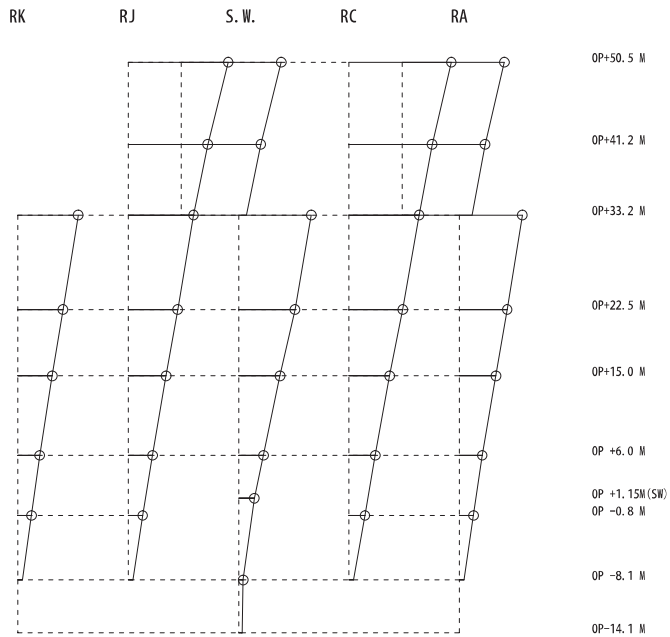
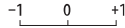
(b) EW 方向

次数	固有周期(s)		固有振動数(Hz)	
	工認モデル	SA 時環境 考慮モデル	工認モデル	SA 時環境 考慮モデル
1	0.230	0.240	4.36	4.17
2	0.125	0.129	8.01	7.74
3	0.116	0.121	8.64	8.27
4	0.098	0.103	10.15	9.75
5	0.091	0.095	10.93	10.50
6	0.087	0.091	11.46	11.05

(c) 鉛直方向

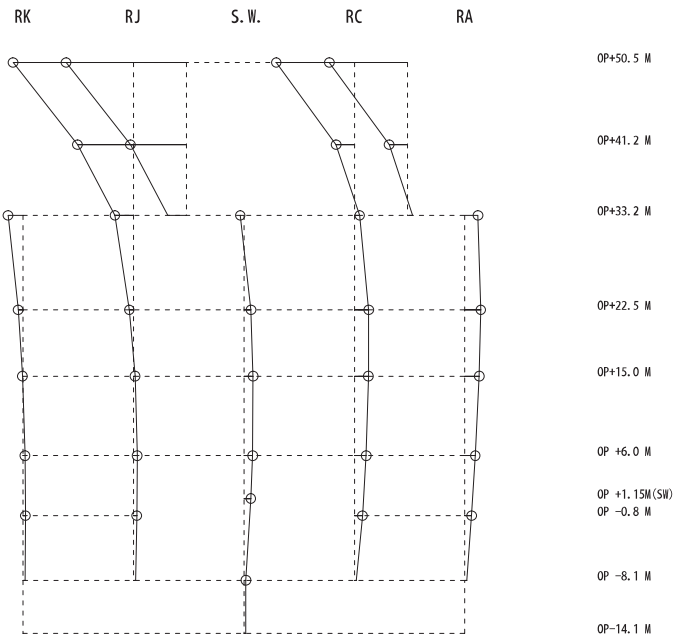
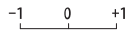
次数	固有周期(s)		固有振動数(Hz)	
	工認モデル	SA 時環境 考慮モデル	工認モデル	SA 時環境 考慮モデル
1	0.339	0.339	2.95	2.95
2	0.100	0.103	9.96	9.74
3	0.079	0.079	12.59	12.59
4	0.051	0.051	19.61	19.61
5	0.043	0.044	23.10	22.55
6	0.027	0.028	36.66	35.46

固有周期 0.247 s
 固有振動数 4.05 Hz
 刺激係数 2.131



1 次

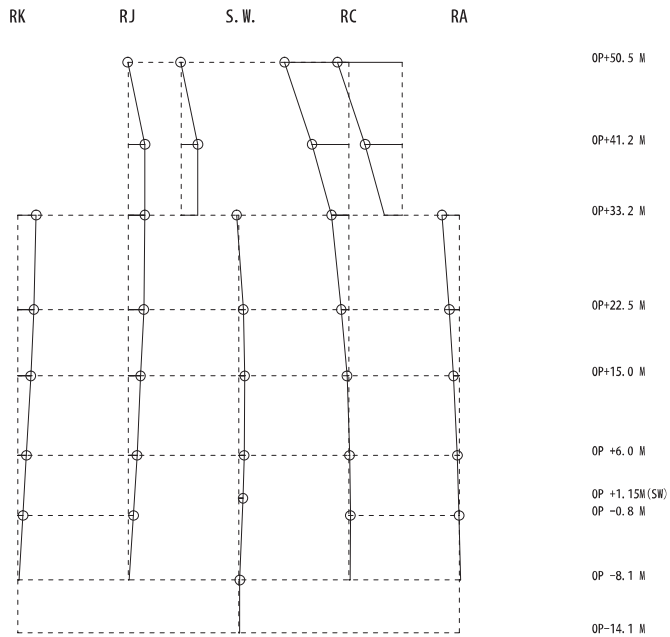
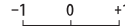
固有周期 0.126 s
 固有振動数 7.95 Hz
 刺激係数 2.510



2 次

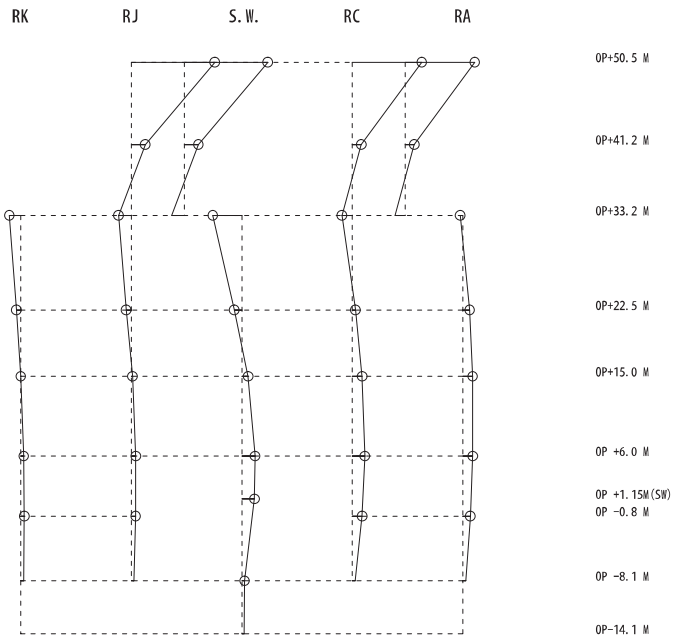
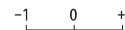
図 3-3(1) 刺激関数図 (NS 方向, SA 時環境考慮モデル) (1/3)

固有周期 0.120 s
 固有振動数 8.32 Hz
 刺激係数 1.346



3 次

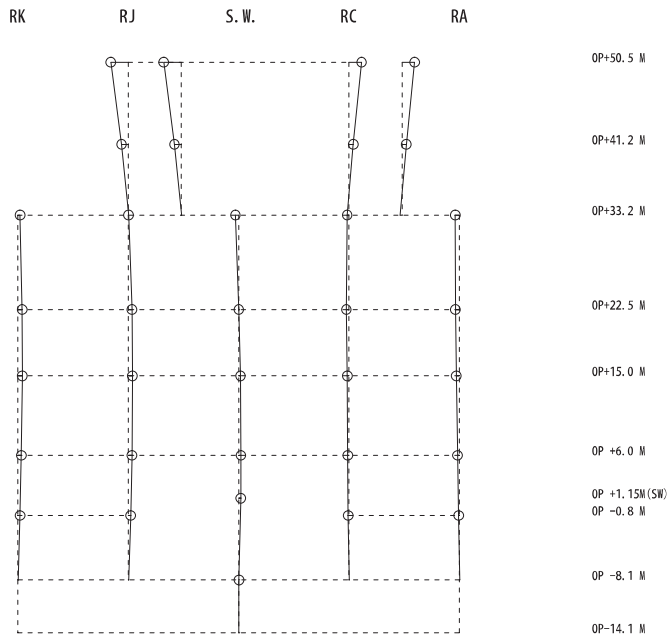
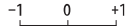
固有周期 0.102 s
 固有振動数 9.82 Hz
 刺激係数 1.736



4 次

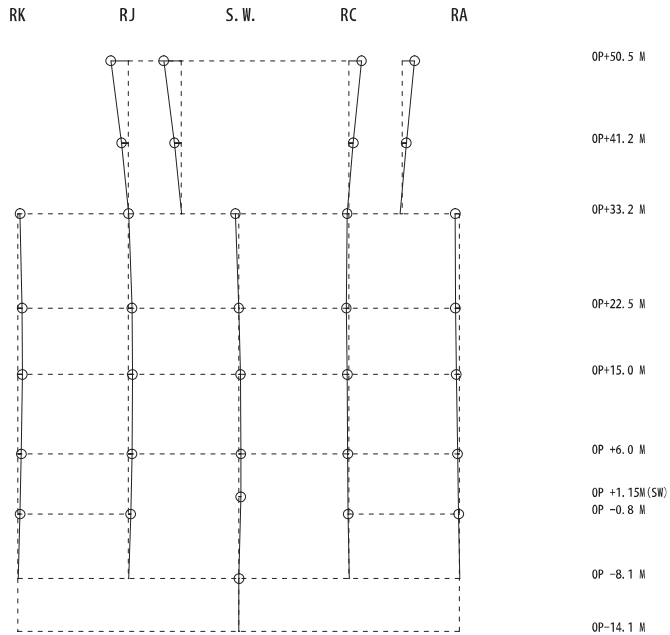
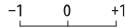
図 3-3(2) 刺激関数図 (NS 方向, SA 時環境考慮モデル) (2/3)

固有周期 0.097 s
 固有振動数 10.30 Hz
 刺激係数 0.363



5 次

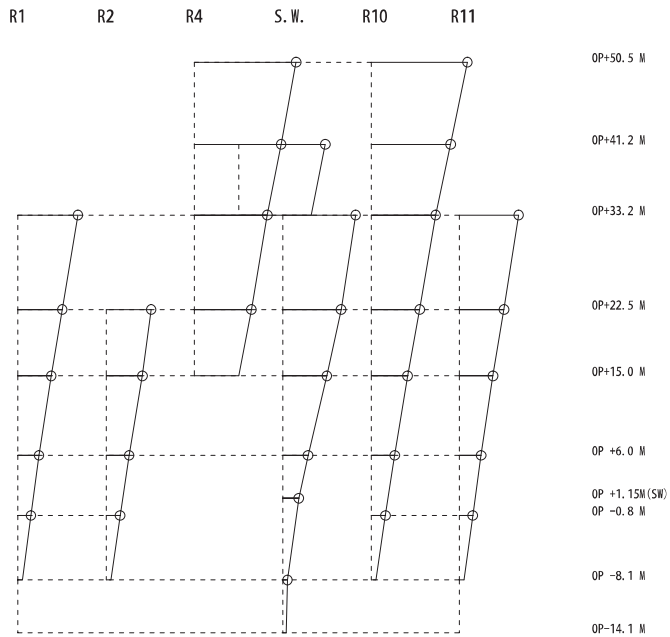
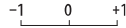
固有周期 0.097 s
 固有振動数 10.30 Hz
 刺激係数 0.363



6 次

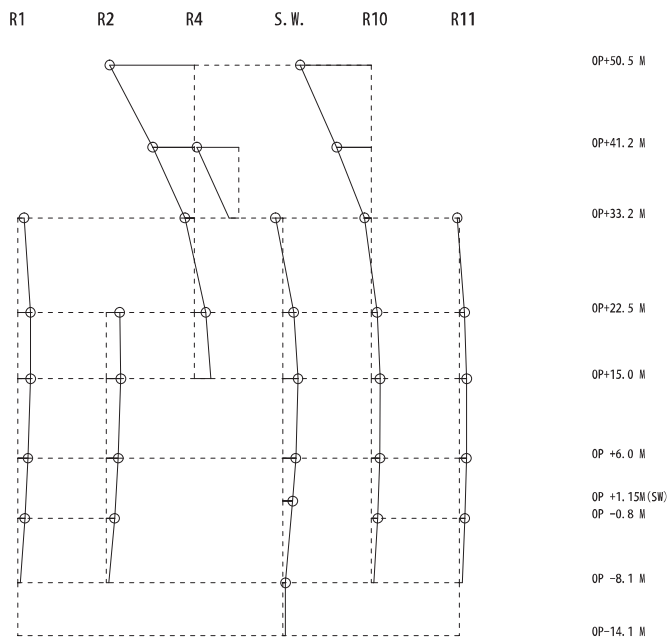
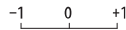
図 3-3(3) 刺激関数図 (NS 方向, SA 時環境考慮モデル) (3/3)

固有周期 0.240 s
 固有振動数 4.17 Hz
 刺激係数 2.118



1 次

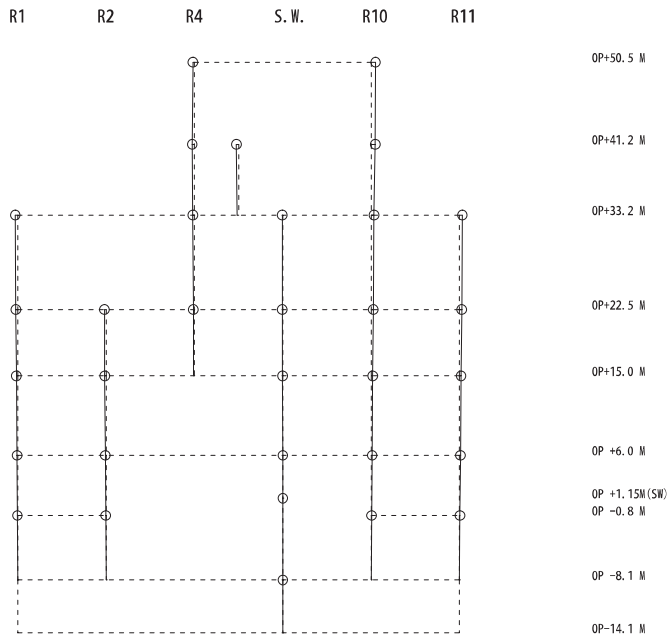
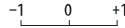
固有周期 0.129 s
 固有振動数 7.74 Hz
 刺激係数 1.765



2 次

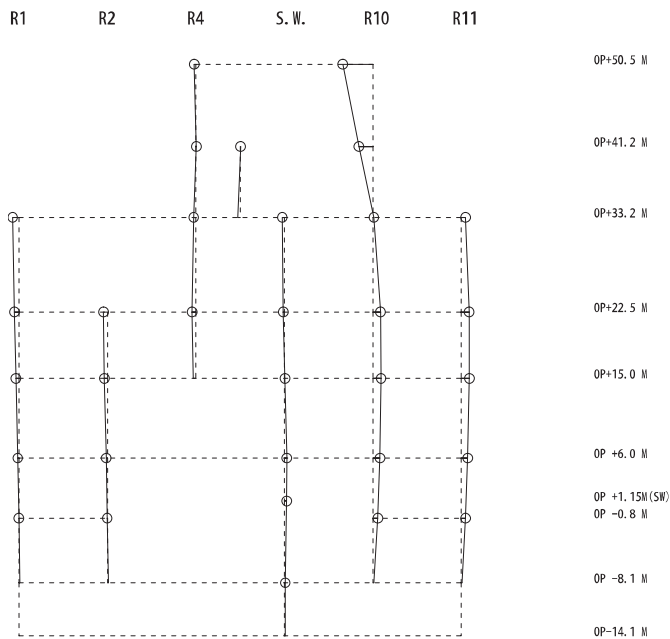
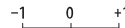
図 3-3(4) 刺激関数図 (EW 方向, SA 時環境考慮モデル) (1/3)

固有周期 0.121 s
 固有振動数 8.27 Hz
 刺激係数 0.090



3 次

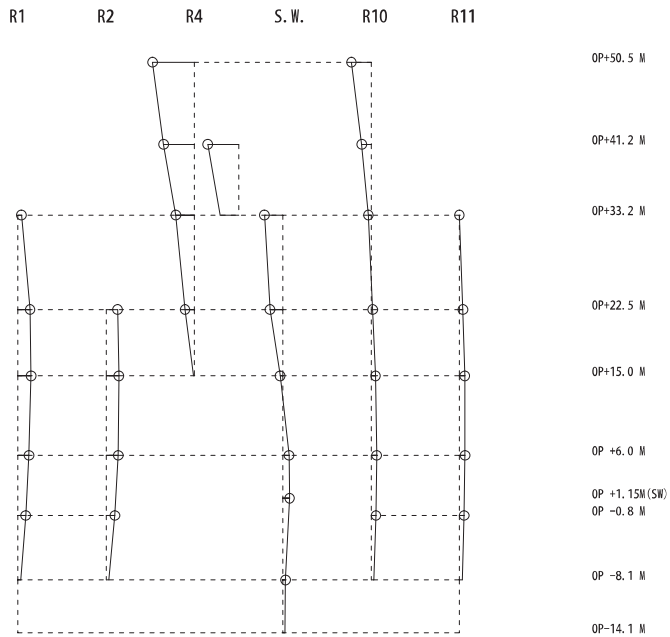
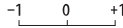
固有周期 0.103 s
 固有振動数 9.75 Hz
 刺激係数 0.625



4 次

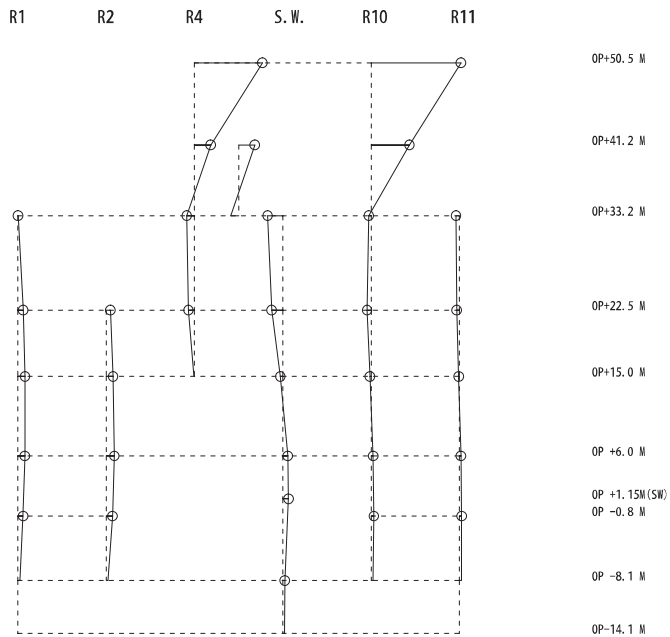
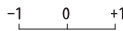
図 3-3(5) 刺激関数図 (EW 方向, SA 時環境考慮モデル) (2/3)

固有周期 0.095 s
 固有振動数 10.50 Hz
 刺激係数 0.875



5 次

固有周期 0.091 s
 固有振動数 11.05 Hz
 刺激係数 1.870



6 次

図 3-3(6) 刺激関数図 (EW 方向, SA 時環境考慮モデル) (3/3)

固有周期 0.339 s
固有振動数 2.95 Hz
刺激係数 1.467



OP 48.725 M
OP 41.200 M
OP 33.200 M
OP 22.500 M
OP 15.000 M
OP 6.000 M
OP -0.800 M
OP -8.100 M
OP -14.100 M

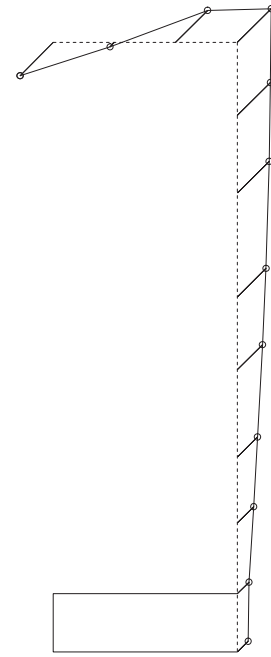


1 次

固有周期 0.103 s
固有振動数 9.74 Hz
刺激係数 1.519



OP 48.725 M
OP 41.200 M
OP 33.200 M
OP 22.500 M
OP 15.000 M
OP 6.000 M
OP -0.800 M
OP -8.100 M
OP -14.100 M



2 次

固有周期 0.079 s
固有振動数 12.59 Hz
刺激係数 1.266



OP 48.725 M
OP 41.200 M
OP 33.200 M
OP 22.500 M
OP 15.000 M
OP 6.000 M
OP -0.800 M
OP -8.100 M
OP -14.100 M

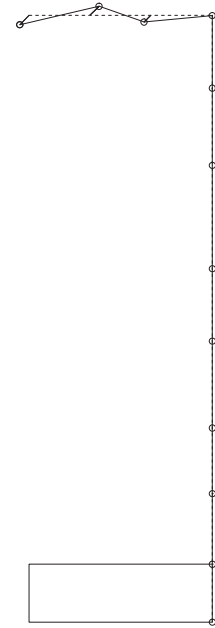


3 次

固有周期 0.051 s
固有振動数 19.61 Hz
刺激係数 0.421



OP 48.725 M
OP 41.200 M
OP 33.200 M
OP 22.500 M
OP 15.000 M
OP 6.000 M
OP -0.800 M
OP -8.100 M
OP -14.100 M



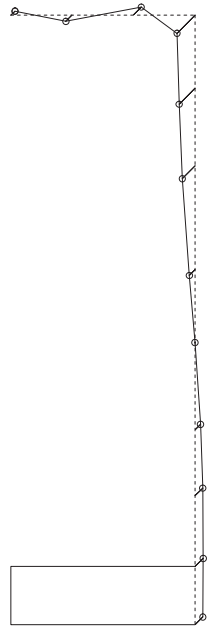
4 次

図 3-3(7) 刺激関数図 (鉛直方向, SA 時環境考慮モデル) (1/2)

固有周期 0.044 s
 固有振動数 22.55 Hz
 刺激係数 0.813



OP 48.725 M
 OP 41.200 M
 OP 33.200 M
 OP 22.500 M
 OP 15.000 M
 OP 6.000 M
 OP -0.800 M
 OP -8.100 M
 OP -14.100 M

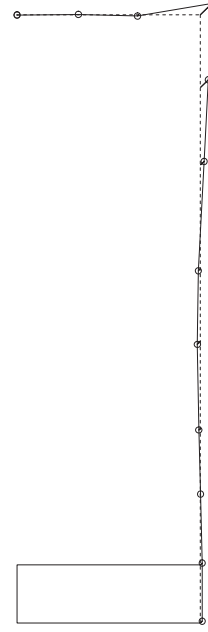


5 次

固有周期 0.028 s
 固有振動数 35.46 Hz
 刺激係数 0.518



OP 48.725 M
 OP 41.200 M
 OP 33.200 M
 OP 22.500 M
 OP 15.000 M
 OP 6.000 M
 OP -0.800 M
 OP -8.100 M
 OP -14.100 M



6 次

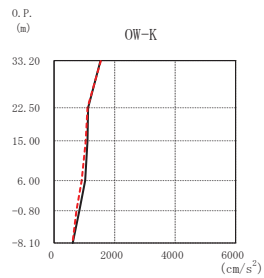
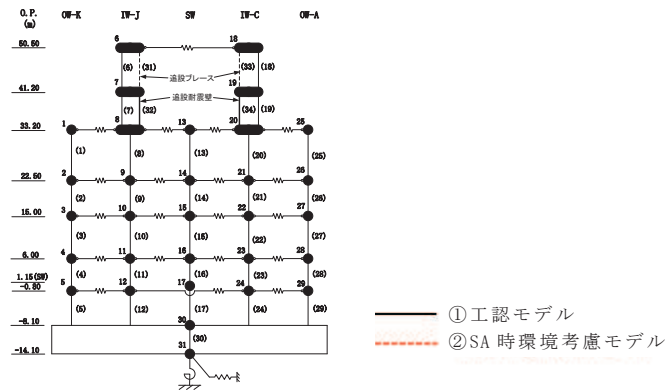
図 3-3(8) 刺激関数図 (鉛直方向, SA 時環境考慮モデル) (2/2)

(2) 最大応答値及び最大接地圧

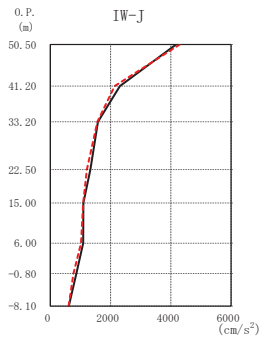
基準地震動 $S_s - D_2$ による最大応答値を図 3-4～図 3-14 に、最大応答せん断ひずみを表 3-12 に、せん断スケルトンカーブ上に最大応答値をプロットしたものを図 3-15 及び図 3-16 に、最大接地圧を表 3-13 に示す。「SA 時環境考慮モデル」の最大応答値及び最大接地圧は、「工認モデル」の結果とおおむね整合することを確認した。

ここで、「SA 時環境考慮モデル」のシェル壁部における最大応答せん断力については、低減する傾向が確認できる。一方、外壁部における最大応答せん断力については、若干増加する傾向にある。これは、外壁部がほとんど剛性低下しておらずシェル壁部の剛性低下が大きいため、応力の分配率が「工認モデル」に比べて外壁部が大きく、シェル壁部が小さくなったためと考えられる。

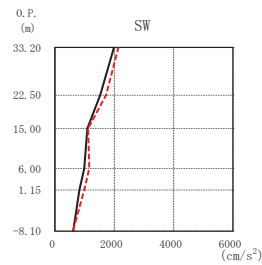
またシェル壁部における最大応答せん断ひずみについては、シェル壁部の剛性低下率が大きいため、全体的にせん断ひずみが増加する傾向である。外壁部における最大応答せん断ひずみについては、せん断力の増加に対するせん断ひずみの増加が大きくなり、せん断ひずみの比率として算定している応答比の値が大きくなったものと考えられる。



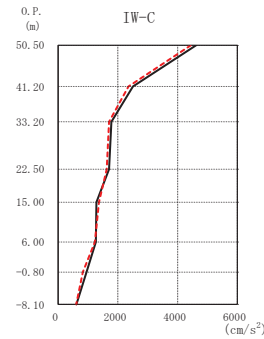
O.P. (m)	OW-K (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	1536	1545	1.01
22.50	1121	1103	0.98
15.00	1103	1046	0.95
6.00	1025	910	0.89
-0.80	835	739	0.88
-8.10	612	607	0.99



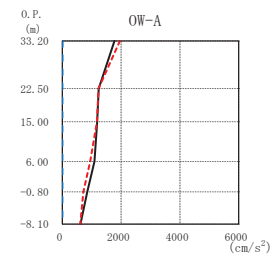
O.P. (m)	IW-J (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	4173	4297	1.03
41.20	2310	2136	0.92
33.20	1582	1560	0.99
22.50	1325	1211	0.91
15.00	1094	1088	1.00
6.00	1089	1016	0.93
-0.80	861	767	0.89
-8.10	612	607	0.99



O.P. (m)	SW (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	1988	2138	1.08
22.50	1525	1722	1.13
15.00	1091	1118	1.02
6.00	987	1156	1.17
1.15	820	984	1.20
-8.10	612	607	0.99

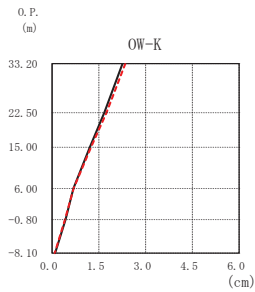
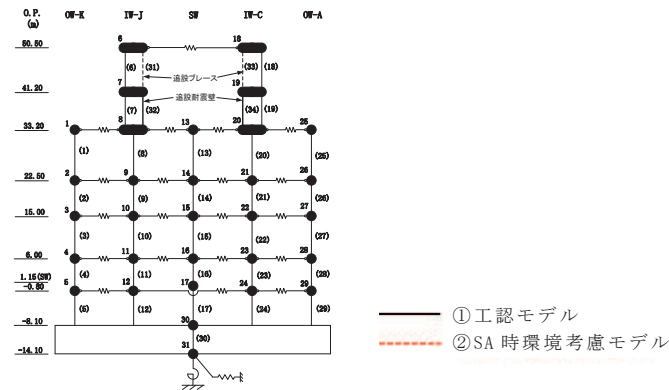


O.P. (m)	IW-C (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	4619	4448	0.96
41.20	2508	2354	0.94
33.20	1783	1702	0.96
22.50	1704	1626	0.95
15.00	1283	1368	1.07
6.00	1265	1228	0.97
-0.80	947	828	0.87
-8.10	612	607	0.99

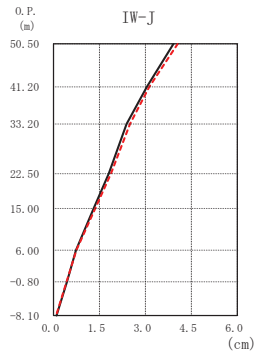


O.P. (m)	OW-A (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	1771	1958	1.11
22.50	1236	1231	1.00
15.00	1185	1180	1.00
6.00	1092	945	0.87
-0.80	848	717	0.85
-8.10	612	607	0.99

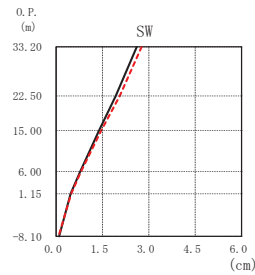
図 3-4 最大応答加速度 (基準地震動 S s - D 2, NS 方向)



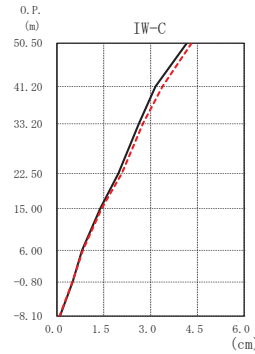
O.P. (m)	OW-K (cm)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	2.26	2.35	1.04
22.50	1.67	1.74	1.04
15.00	1.21	1.25	1.04
6.00	0.69	0.69	1.01
-0.80	0.43	0.41	0.96
-8.10	0.10	0.08	0.85



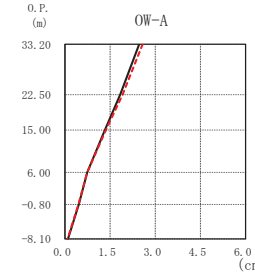
O.P. (m)	IW-J (cm)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	3.92	4.05	1.04
41.20	3.05	3.13	1.03
33.20	2.39	2.49	1.04
22.50	1.80	1.88	1.04
15.00	1.31	1.36	1.04
6.00	0.74	0.75	1.02
-0.80	0.44	0.42	0.96
-8.10	0.10	0.08	0.85



O.P. (m)	SW (cm)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	2.62	2.77	1.06
22.50	1.93	2.06	1.07
15.00	1.39	1.46	1.05
6.00	0.78	0.81	1.04
1.15	0.47	0.49	1.04
-8.10	0.10	0.08	0.85

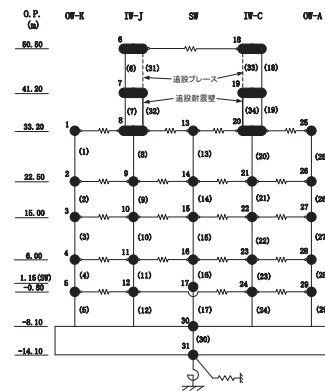


O.P. (m)	IW-C (cm)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	4.16	4.31	1.04
41.20	3.16	3.38	1.07
33.20	2.62	2.75	1.05
22.50	1.97	2.08	1.05
15.00	1.39	1.44	1.04
6.00	0.80	0.83	1.03
-0.80	0.50	0.49	0.98
-8.10	0.10	0.08	0.85

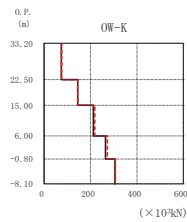


O.P. (m)	OW-A (cm)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	2.46	2.58	1.05
22.50	1.83	1.91	1.05
15.00	1.33	1.36	1.02
6.00	0.74	0.74	1.00
-0.80	0.46	0.44	0.96
-8.10	0.10	0.08	0.85

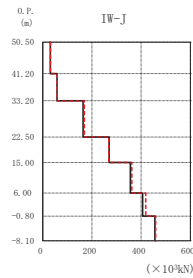
図 3-5 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D_2$, NS 方向)



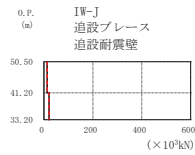
— ①工認モデル
 - - - ②SA時環境考慮モデル



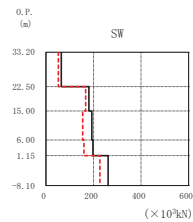
O.P. (m)	OW-K (x10 ³ kN)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
80.80			
41.20			
33.20			
22.50	74.5	76.3	1.02
15.00	145	145	1.00
6.00	212	219	1.03
-0.80	265	273	1.03
-8.10	305	307	1.01



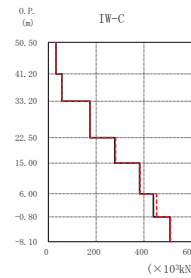
O.P. (m)	IW-J (x10 ³ kN)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
80.80			
41.20			
33.20			
22.50	30.9	31.0	1.00
15.00	58.3	58.4	1.00
6.00	164	169	1.03
-0.80	270	269	1.00
-8.10	356	362	1.02



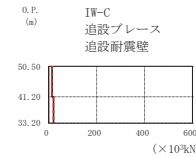
O.P. (m)	IW-J 追設耐震壁 (x10 ³ kN)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
80.80			
41.20			
33.20			
22.50	13.4	13.5	1.00
15.00	20.7	20.7	1.00



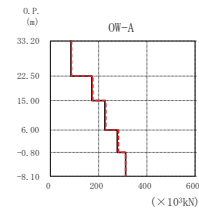
O.P. (m)	SW (x10 ³ kN)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
80.80			
41.20			
33.20			
22.50	64.5	51.9	0.80
15.00	180	167	0.93
6.00	193	155	0.80
-0.80	198	160	0.81
-8.10	262	227	0.87



O.P. (m)	IW-C (x10 ³ kN)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
80.80			
41.20			
33.20			
22.50	31.8	31.4	0.99
15.00	56.2	56.0	1.00
6.00	174	175	1.00
-0.80	278	281	1.01
-8.10	382	384	1.00

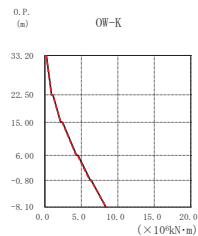
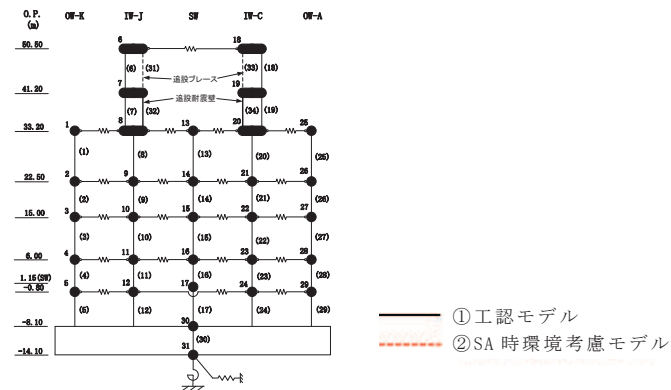


O.P. (m)	IW-C 追設耐震壁 (x10 ³ kN)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
80.80			
41.20			
33.20			
22.50	14.5	14.0	0.97
15.00	20.2	20.1	1.00

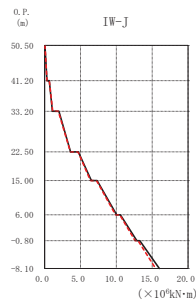


O.P. (m)	OW-A (x10 ³ kN)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
80.80			
41.20			
33.20			
22.50	85.0	87.5	1.03
15.00	172	175	1.02
6.00	225	230	1.02
-0.80	277	282	1.02
-8.10	312	312	1.00

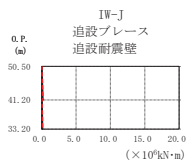
図 3-6 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-D2, NS 方向)



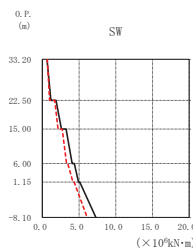
O.P. (m)	OW-K (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	0.203	0.170	0.84
22.50	0.910	0.903	0.99
15.00	1.09	1.07	0.98
6.00	2.17	2.16	0.99
-0.80	2.43	2.39	0.98
-8.10	4.34	4.28	0.99
	4.55	4.46	0.98
	6.23	6.15	0.99
	6.37	6.29	0.99
	8.35	8.41	1.01



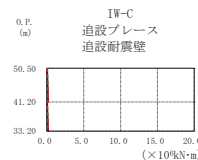
O.P. (m)	IW-J (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	0.0437	0.0419	0.96
41.20	0.330	0.329	1.00
33.20	0.650	0.653	1.00
22.50	1.09	1.12	1.03
15.00	1.99	1.90	0.95
6.00	3.62	3.59	0.99
-0.80	4.68	4.65	0.99
-8.10	6.52	6.38	0.98
	7.32	7.23	0.99
	10.0	9.9	0.99
	10.6	10.5	0.99
	12.9	12.6	0.98
	13.3	13.0	0.98
	16.0	15.5	0.97



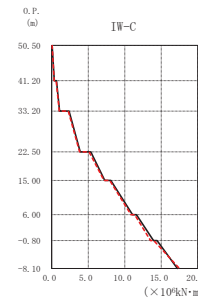
O.P. (m)	IW-J 追設耐震壁 (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	0.0369	0.0356	0.97
41.20	0.161	0.160	1.00
33.20	0.0524	0.0536	1.02
	0.122	0.123	1.00



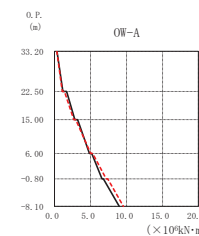
O.P. (m)	SW (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	0.621	0.680	1.10
22.50	1.16	0.98	0.85
15.00	1.86	1.69	0.91
6.00	2.60	2.12	0.81
-0.80	3.24	2.70	0.83
-8.10	4.06	3.30	0.81
	4.34	3.46	0.80
	4.92	4.16	0.85
	5.09	4.32	0.85
	7.28	6.11	0.84



O.P. (m)	IW-C 追設耐震壁 (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	0.0422	0.0408	0.97
41.20	0.172	0.165	0.96
33.20	0.0454	0.0440	0.97
	0.162	0.161	1.00

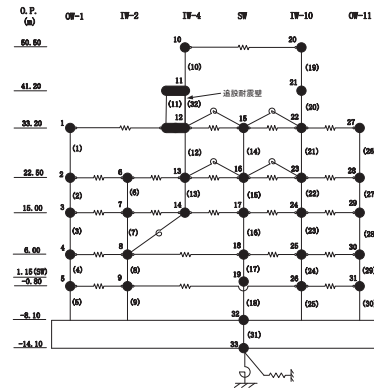


O.P. (m)	IW-C (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	0.0539	0.0501	0.93
41.20	0.346	0.333	0.96
33.20	0.646	0.615	0.95
22.50	1.08	1.04	0.97
15.00	2.36	2.27	0.96
6.00	3.91	3.82	0.98
-0.80	5.34	5.11	0.96
-8.10	7.26	7.15	0.98
	8.10	7.94	0.98
	11.1	10.9	0.98
	11.6	11.4	0.98
	13.9	13.5	0.97
	14.4	14.0	0.97
	17.2	17.5	1.01

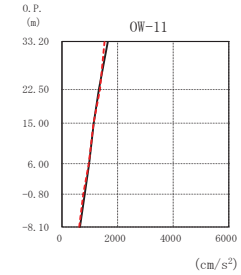
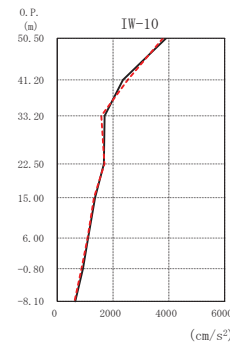
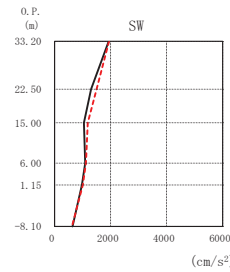
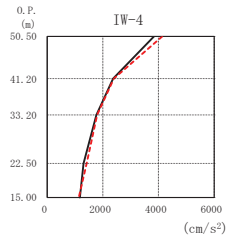
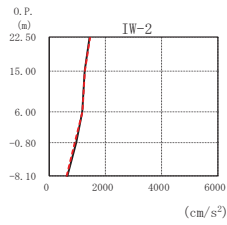
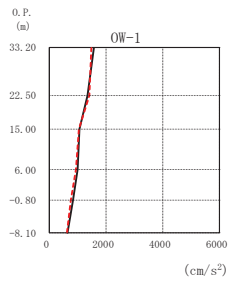


O.P. (m)	OW-A (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	0.356	0.334	0.94
22.50	1.18	1.08	0.91
15.00	1.69	1.38	0.82
6.00	2.83	2.69	0.95
-0.80	3.23	2.97	0.92
-8.10	4.86	5.02	1.03
	5.18	5.30	1.02
	6.61	7.19	1.09
	6.80	7.40	1.09
	9.01	9.6	1.06

図 3-7 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-D2, NS 方向)



— ①工認モデル
 - - - ②SA時環境考慮モデル



O.P. (m)	OW-1 (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	1577	1486	0.94
22.50	1347	1413	1.05
15.00	1064	1045	0.98
6.00	999	940	0.94
-0.80	836	759	0.91
-8.10	644	623	0.97

O.P. (m)	IW-2 (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
22.50	1440	1456	1.01
15.00	1260	1265	1.00
6.00	1176	1182	1.01
-0.80	962	912	0.95
-8.10	644	623	0.97

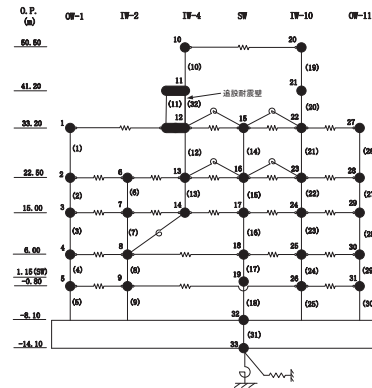
O.P. (m)	IW-4 (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	3838	4137	1.08
41.20	2368	2395	1.01
33.20	1765	1791	1.01
22.50	1306	1419	1.09
15.00	1173	1135	0.97

O.P. (m)	SW (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	1937	1948	1.01
22.50	1304	1501	1.15
15.00	1049	1189	1.13
6.00	1097	1119	1.02
1.15	976	1010	1.03
-8.10	644	623	0.97

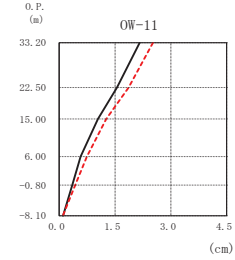
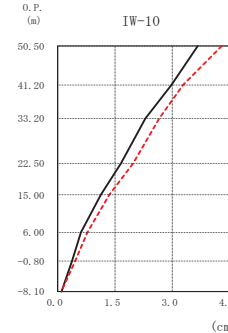
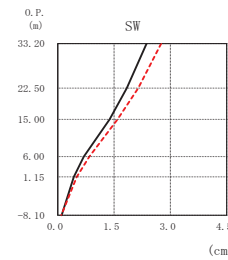
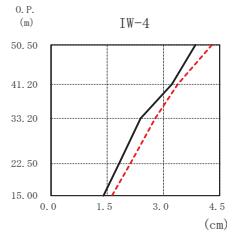
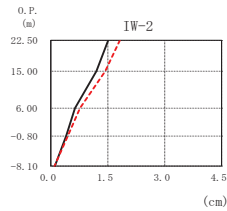
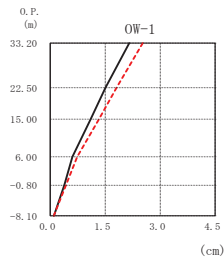
O.P. (m)	IW-10 (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	3902	3788	0.97
41.20	2355	2530	1.07
33.20	1702	1581	0.93
22.50	1675	1690	1.01
15.00	1360	1320	0.97
6.00	1104	1089	0.99
-0.80	922	868	0.94
-8.10	644	623	0.97

O.P. (m)	OW-11 (cm/s ²)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	1646	1527	0.93
22.50	1328	1369	1.03
15.00	1143	1136	0.99
6.00	978	961	0.98
-0.80	817	766	0.94
-8.10	644	623	0.97

図 3-8 最大応答加速度 (基準地震動 S_s-D2, EW 方向)



— ① 工認モデル
 - - - ② SA時環境考慮モデル



O.P. (m)	OW-1 (cm)		
	①工認 モデル	②SA時環境 考慮モデル	②/①
33.20	2.16	2.52	1.17
22.50	1.50	1.81	1.20
15.00	1.10	1.33	1.21
6.00	0.61	0.73	1.21
-0.80	0.38	0.43	1.12
-8.10	0.10	0.09	0.92

O.P. (m)	IW-2 (cm)		
	①工認 モデル	②SA時環境 考慮モデル	②/①
22.50	1.51	1.82	1.20
15.00	1.20	1.43	1.19
6.00	0.64	0.77	1.20
-0.80	0.40	0.45	1.11
-8.10	0.10	0.09	0.92

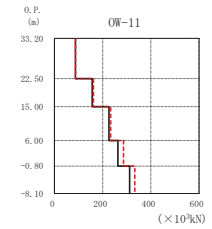
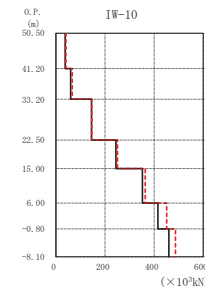
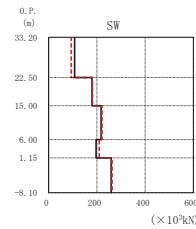
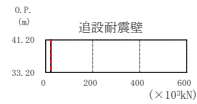
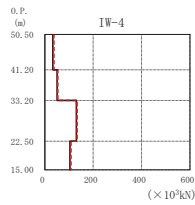
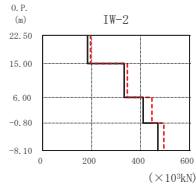
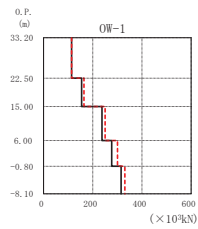
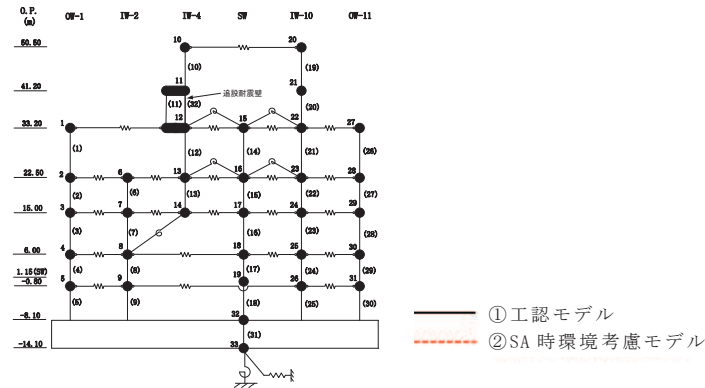
O.P. (m)	IW-4 (cm)		
	①工認 モデル	②SA時環境 考慮モデル	②/①
50.50	3.85	4.29	1.11
41.20	3.22	3.38	1.05
33.20	2.39	2.78	1.16
22.50	1.81	2.12	1.17
15.00	1.40	1.63	1.16

O.P. (m)	SW (cm)		
	①工認 モデル	②SA時環境 考慮モデル	②/①
33.20	2.37	2.75	1.16
22.50	1.84	2.15	1.17
15.00	1.38	1.59	1.15
6.00	0.69	0.84	1.22
1.15	0.43	0.50	1.19
-8.10	0.10	0.09	0.92

O.P. (m)	IW-10 (cm)		
	①工認 モデル	②SA時環境 考慮モデル	②/①
50.50	3.67	4.29	1.17
41.20	2.97	3.28	1.10
33.20	2.30	2.66	1.16
22.50	1.65	1.98	1.19
15.00	1.13	1.35	1.20
6.00	0.61	0.78	1.27
-0.80	0.38	0.46	1.22
-8.10	0.10	0.09	0.92

O.P. (m)	OW-11 (cm)		
	①工認 モデル	②SA時環境 考慮モデル	②/①
33.20	2.16	2.52	1.17
22.50	1.55	1.87	1.20
15.00	1.04	1.27	1.22
6.00	0.58	0.74	1.29
-0.80	0.35	0.43	1.23
-8.10	0.10	0.09	0.92

図 3-9 最大応答変位 (基準地震動 $S_s - D 2$, EW 方向)



OW-1 (×10 ³ kN)			
①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①	
114	114	1.00	
155	164	1.06	
237	250	1.05	
277	301	1.08	
315	331	1.05	

IW-2 (×10 ³ kN)			
①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①	
183	196	1.07	
333	346	1.04	
411	446	1.09	
471	495	1.05	

IW-4 (×10 ³ kN)			
①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①	
33.3	37.5	1.13	
50.9	54.1	1.06	
131	134	1.02	
104	109	1.05	

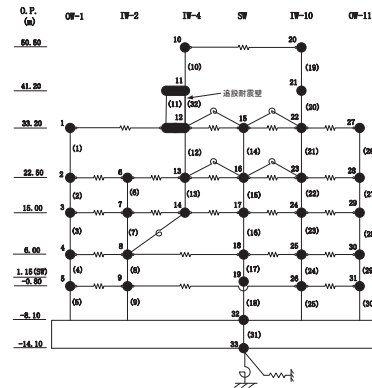
追設耐震壁 (×10 ³ kN)			
①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①	
22.2	22.8	1.03	

SW (×10 ³ kN)			
①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①	
108	93.8	0.87	
180	182	1.01	
217	222	1.02	
197	210	1.07	
259	263	1.01	

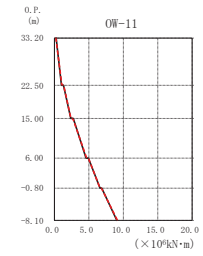
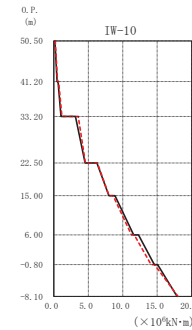
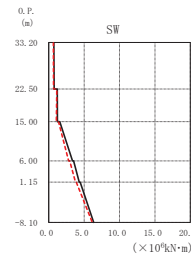
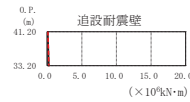
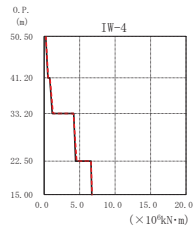
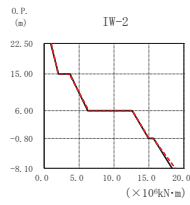
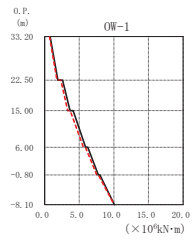
IW-10 (×10 ³ kN)			
①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①	
37.6	40.5	1.08	
60.1	66.1	1.10	
145	146	1.01	
244	251	1.03	
352	364	1.03	
416	451	1.09	
460	487	1.06	

OW-11 (×10 ³ kN)			
①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①	
87.2	87.6	1.00	
157	162	1.03	
226	233	1.03	
263	287	1.09	
312	333	1.07	

図 3-10 最大応答せん断力 (基準地震動 S_s-D 2, EW 方向)



① 工認モデル
② SA 時環境考慮モデル



O.P. (m)	OW-1 (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	0.796	0.701	0.88
22.50	1.92	1.77	0.92
15.00	2.59	2.34	0.90
6.00	3.67	3.33	0.91
-0.80	4.12	3.69	0.90
-8.10	5.91	5.59	0.95
	6.24	5.89	0.94
	7.76	7.54	0.97
	7.97	7.75	0.97
	10.1	10.1	1.00

O.P. (m)	IW-2 (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
22.50	0.916	1.02	1.12
15.00	2.04	2.00	0.98
6.00	3.69	3.57	0.97
-0.80	6.22	6.39	1.03
-8.10	12.6	12.6	1.00
	15.0	15.0	1.00
	15.7	15.6	1.00
	18.3	18.8	1.03

O.P. (m)	IW-4 (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	0.209	0.228	1.09
41.20	0.519	0.558	1.07
33.20	0.784	0.801	1.02
22.50	1.13	1.24	1.09
15.00	4.15	4.12	0.99
6.00	4.43	4.59	1.03
-0.80	6.59	6.58	1.00
-8.10	6.69	6.75	1.01

O.P. (m)	追設耐震壁 (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
41.20	0.0932	0.103	1.11
33.20	0.234	0.252	1.08

O.P. (m)	SW (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	0.716	0.661	0.92
22.50	0.766	0.687	0.90
15.00	1.20	1.13	0.94
6.00	1.23	1.07	0.87
-0.80	1.56	1.37	0.88
-8.10	3.35	2.81	0.84
	3.52	2.96	0.84
	4.31	3.77	0.87
	4.43	3.88	0.88
	6.36	6.16	0.97

O.P. (m)	IW-10 (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
50.50	0.150	0.183	1.22
41.20	0.470	0.534	1.13
33.20	0.594	0.697	1.17
22.50	1.03	1.17	1.13
15.00	3.13	3.54	1.13
6.00	4.53	4.57	1.01
-0.80	6.25	6.32	1.01
-8.10	7.99	8.01	1.00
	8.88	8.59	0.97
	11.6	11.3	0.97
	12.3	11.7	0.95
	14.6	14.1	0.97
	15.1	14.6	0.97
	17.9	18.0	1.01

O.P. (m)	OW-11 (×10 ⁶ kN·m)		
	①工認モデル	②SA時環境考慮モデル	②/①
33.20	0.252	0.200	0.79
22.50	1.02	1.08	1.06
15.00	1.30	1.32	1.01
6.00	2.37	2.39	1.01
-0.80	2.73	2.67	0.98
-8.10	4.57	4.65	1.02
	4.93	4.93	1.00
	6.61	6.62	1.00
	6.87	6.82	0.99
	9.05	9.16	1.01

図 3-11 最大応答曲げモーメント (基準地震動 S_s-D2, EW 方向)

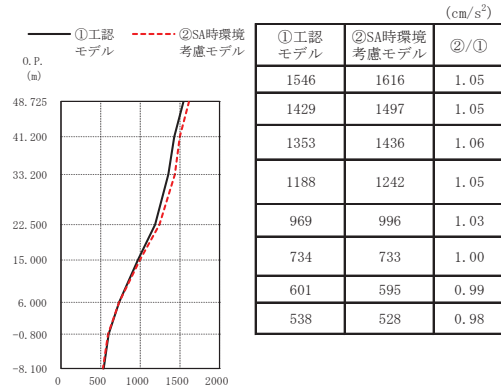
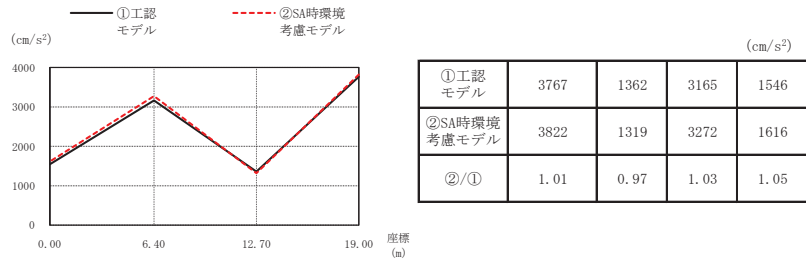


図 3-12 最大応答加速度（基準地震動 S_s-D 2，鉛直方向）

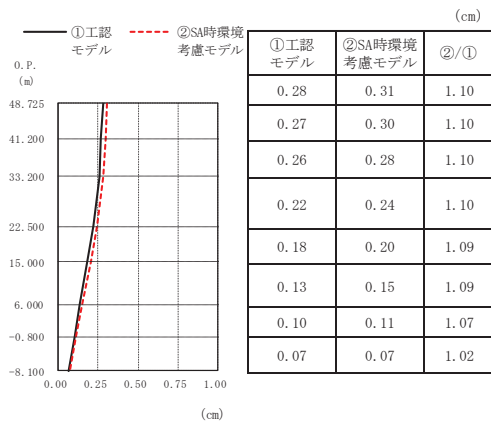
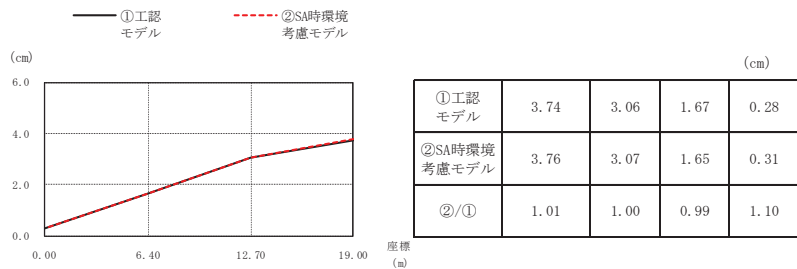


図 3-13 最大応答変位（基準地震動 S_s-D 2，鉛直方向）

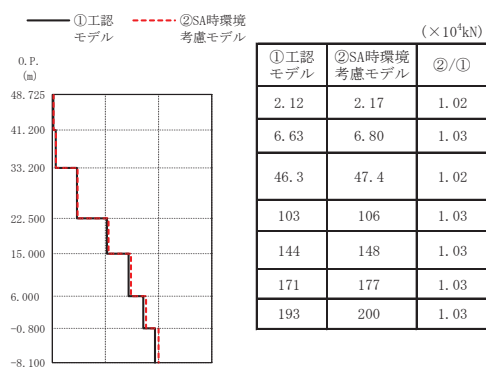


図 3-14 最大応答軸力（基準地震動 S_s-D 2，鉛直方向）

表 3-11 最大応答せん断ひずみ (1/2)

(a) NS 方向

要素 番号	通り	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)		③応答比 (②/①)
		①工認 モデル	②剛性低下 考慮モデル	
(1)	OW-K	0.496	0.531	1.07
(2)		0.548	0.545	0.99
(3)		0.485	0.526	1.09
(4)		0.305	0.344	1.13
(5)		0.419	0.429	1.02
(6)	IW-J	0.914	0.917	1.00
(7)		1.037	1.043	1.01
(8)		0.505	0.547	1.08
(9)		0.601	0.592	0.99
(10)		0.559	0.586	1.05
(11)		0.366	0.406	1.11
(12)	SW	0.439	0.447	1.02
(13)		0.149	0.158	1.06
(14)		0.301	0.361	1.20
(15)		0.319	0.342	1.07
(16)		0.354	0.390	1.10
(17)	IW-C	0.284	0.342	1.20
(18)		0.989	0.955	0.97
(19)		0.922	0.910	0.99
(20)		0.612	0.619	1.01
(21)		0.732	0.773	1.06
(22)		0.577	0.584	1.01
(23)		0.373	0.415	1.11
(24)	OW-A	0.527	0.532	1.01
(25)		0.549	0.624	1.14
(26)		0.565	0.626	1.11
(27)		0.567	0.597	1.05
(28)		0.347	0.372	1.07
(29)		0.468	0.468	1.00

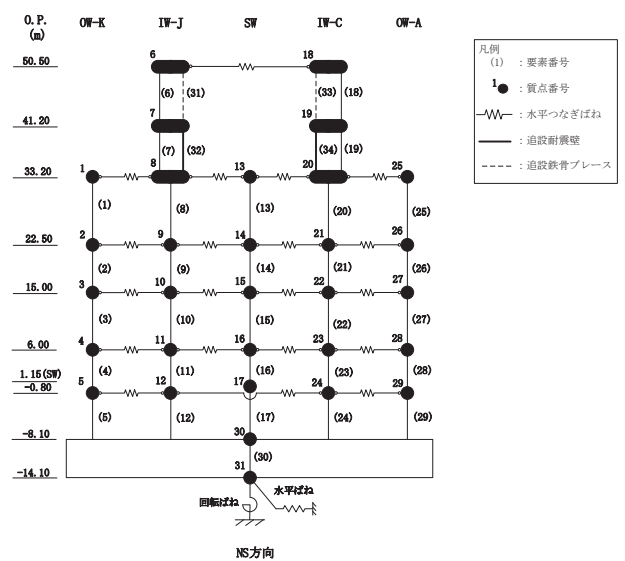
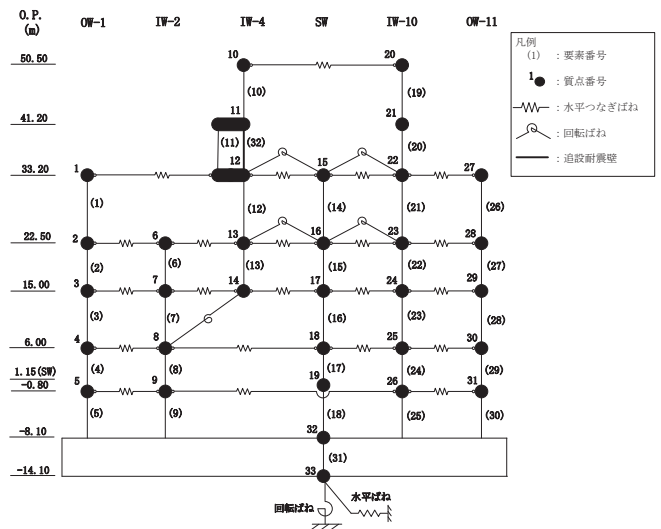


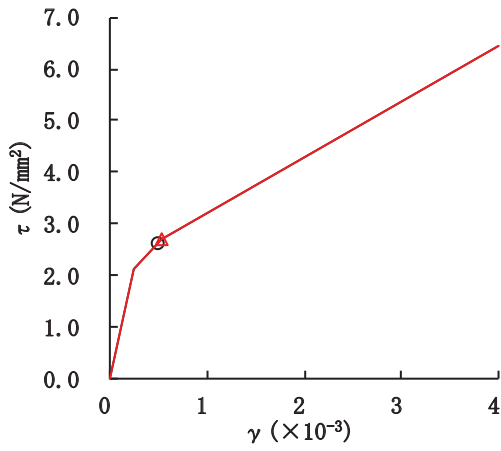
表 3-11 最大応答せん断ひずみ (2/2)

(b) EW 方向

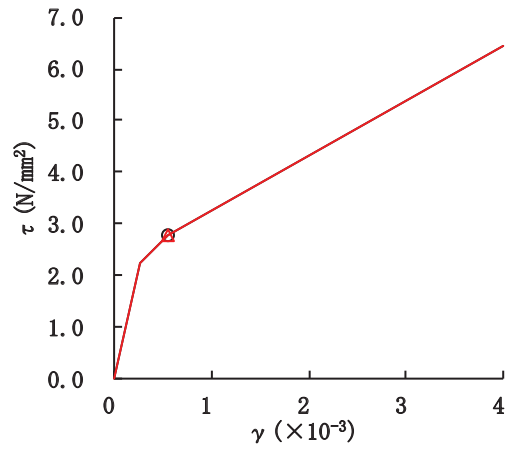
要素番号	通り	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)		③応答比 (②/①)
		①工認モデル	②SA時環境 考慮モデル	
(1)	OW-1	0.556	0.626	1.12
(2)		0.440	0.469	1.07
(3)		0.491	0.502	1.02
(4)		0.269	0.328	1.22
(5)		0.354	0.399	1.13
(6)	IW-2	0.338	0.355	1.05
(7)		0.585	0.585	1.00
(8)		0.294	0.356	1.21
(9)	IW-4	0.382	0.422	1.10
(10)		0.444	0.427	0.96
(11)		0.767	0.740	0.97
(12)		0.378	0.392	1.04
(13)	SW	0.421	0.493	1.17
(14)		0.187	0.189	1.01
(15)		0.297	0.351	1.18
(16)		0.486	0.439	0.90
(17)		0.346	0.387	1.12
(18)	IW-10	0.264	0.329	1.25
(19)		0.683	0.633	0.93
(20)		0.703	0.758	1.08
(21)		0.495	0.516	1.04
(22)		0.620	0.652	1.05
(23)		0.502	0.502	1.00
(24)		0.282	0.340	1.21
(25)	0.386	0.414	1.07	
(26)	OW-11	0.543	0.568	1.05
(27)		0.604	0.624	1.03
(28)		0.453	0.450	0.99
(29)		0.269	0.335	1.25
(29)		0.335	0.385	1.15



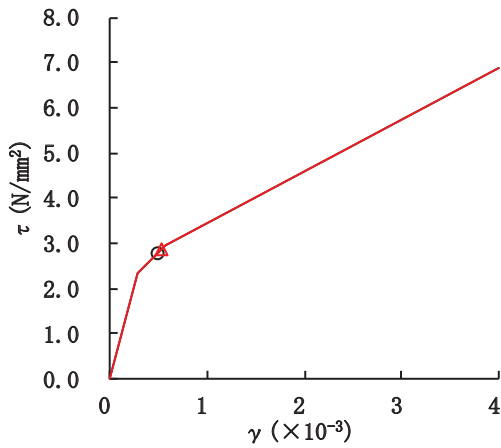
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



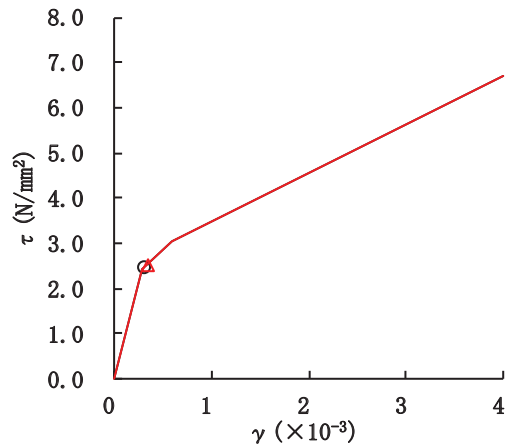
要素番号 (1)



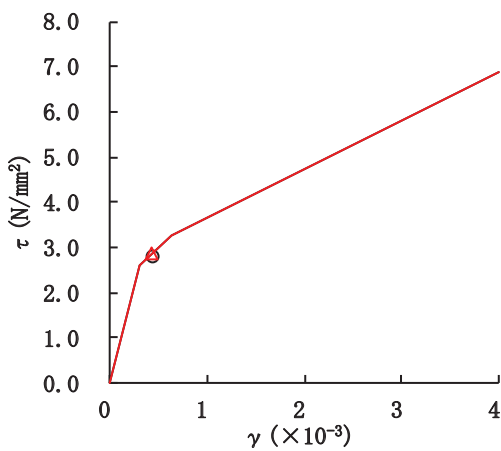
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

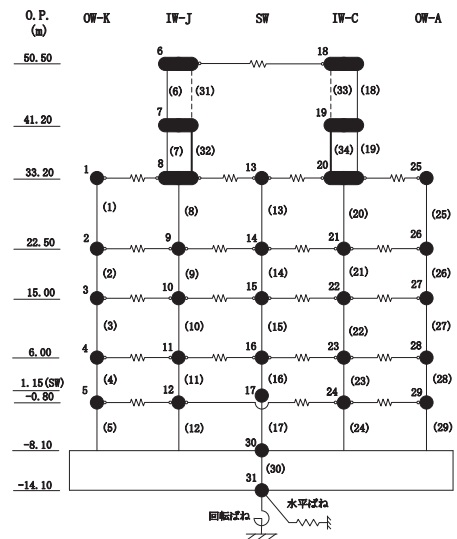
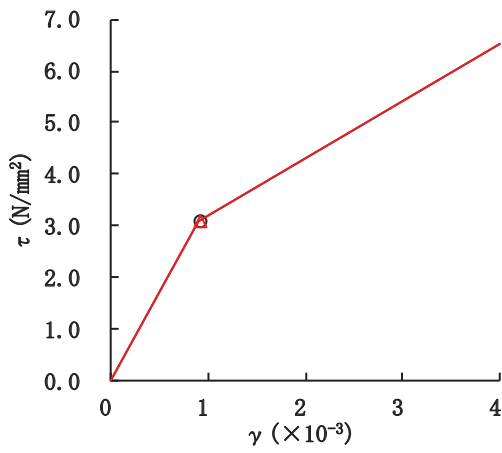
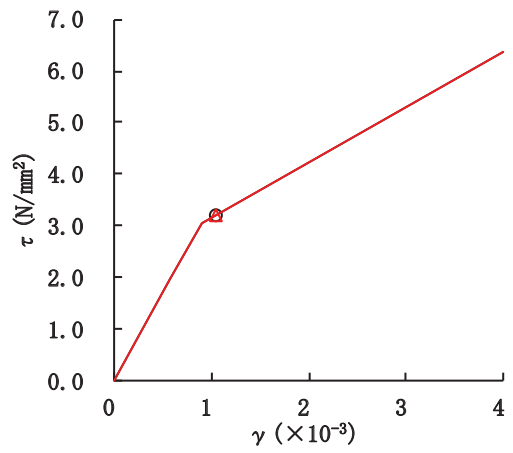


図 3-15(1) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, NS 方向) (1/7)

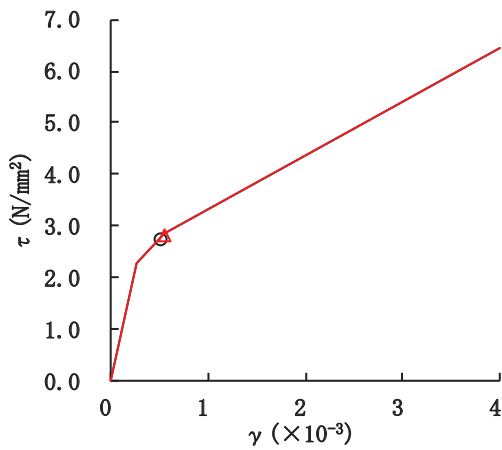
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



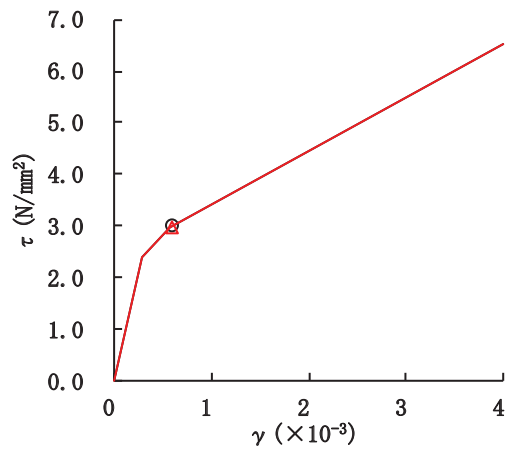
要素番号 (6)



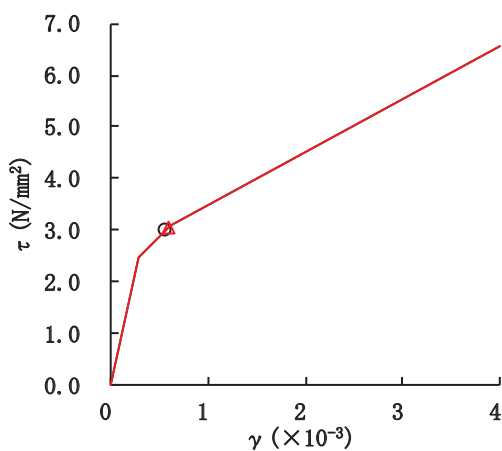
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

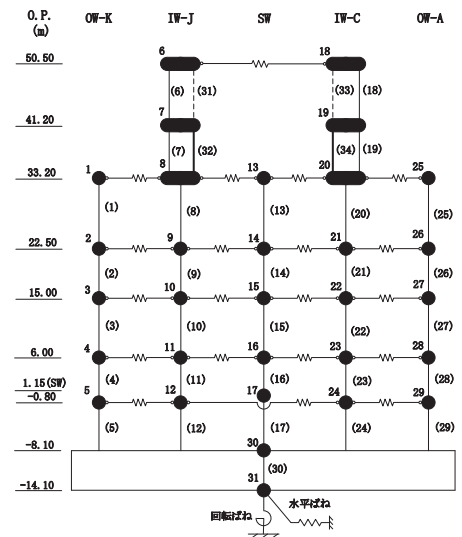
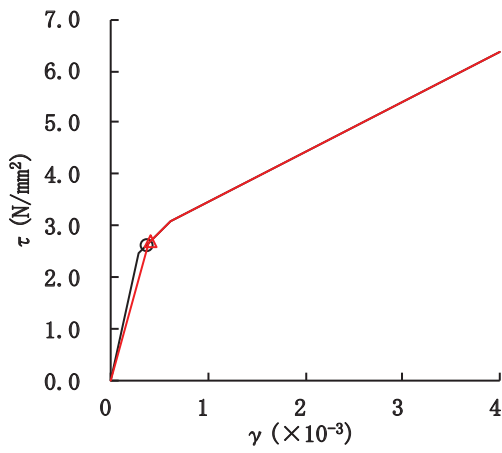
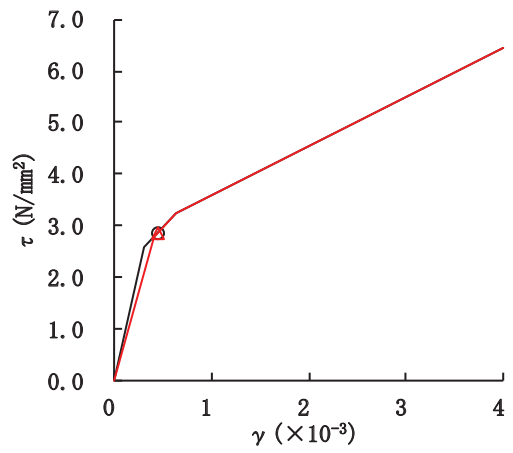


図 3-15(2) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, NS 方向) (2/7)

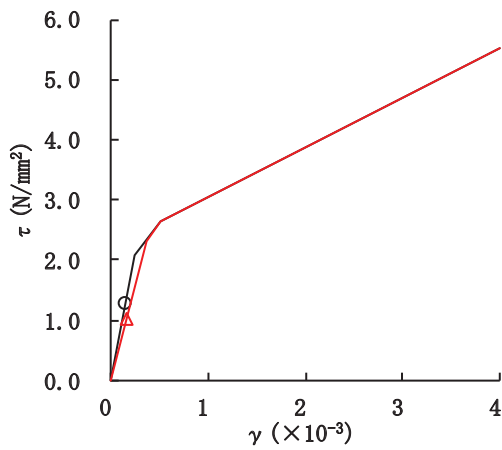
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



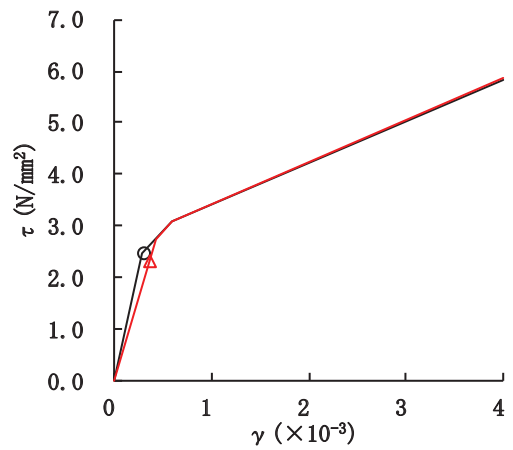
要素番号 (11)



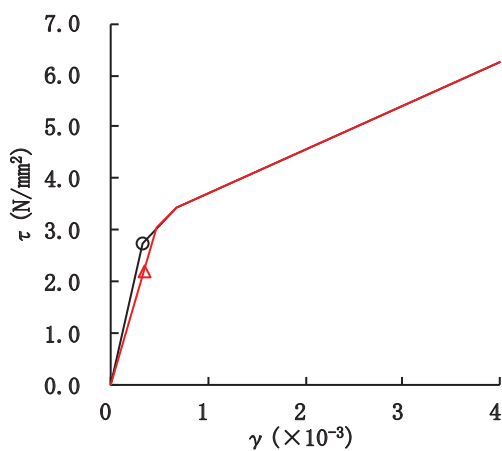
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

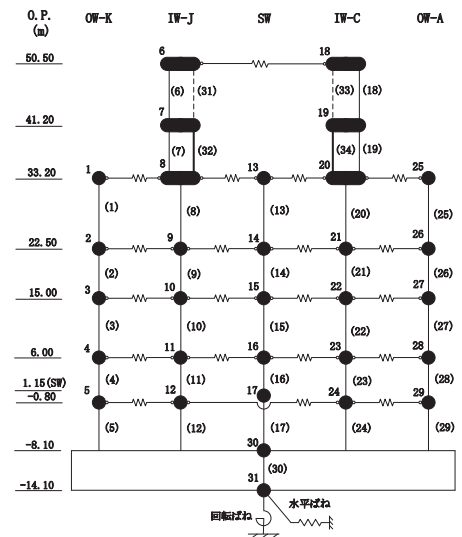
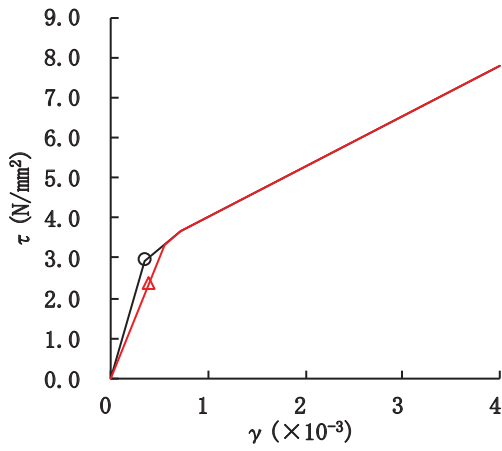
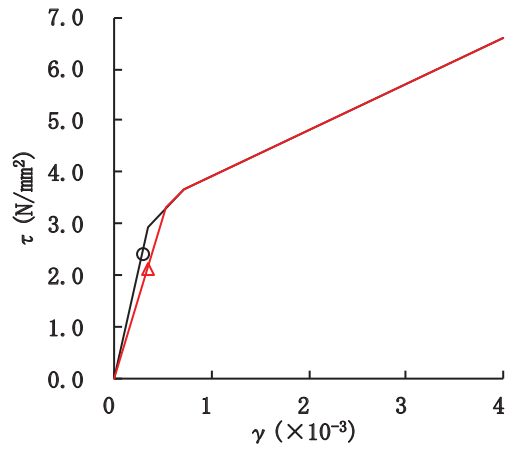


図 3-15(3) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, NS 方向) (3/7)

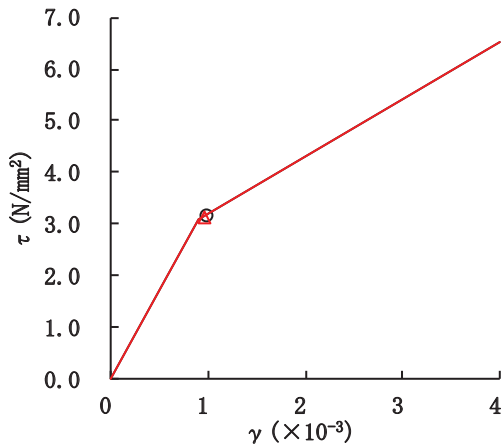
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



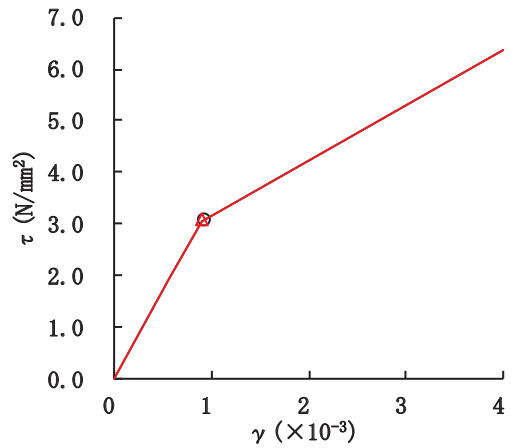
要素番号 (16)



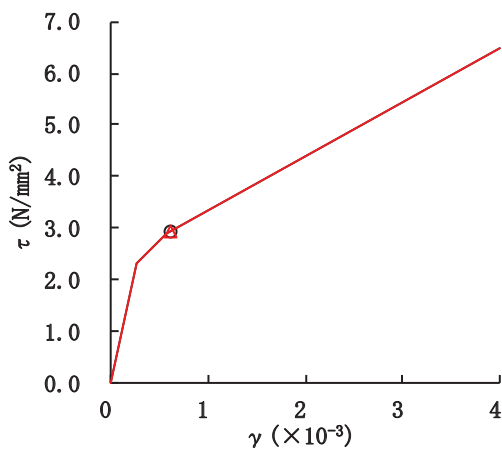
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

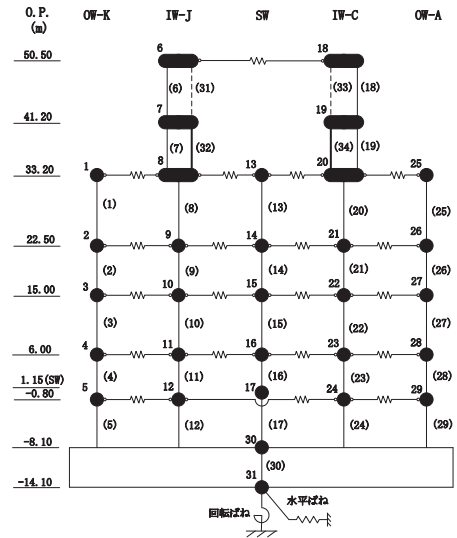
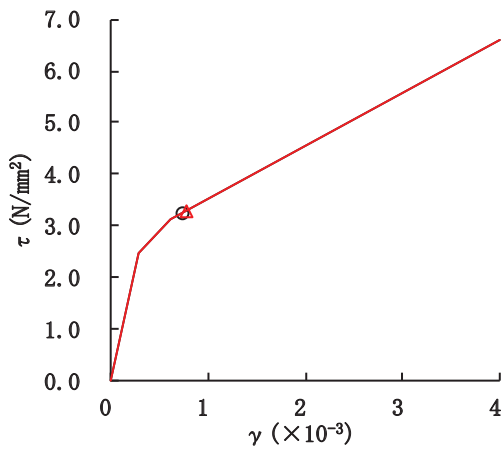
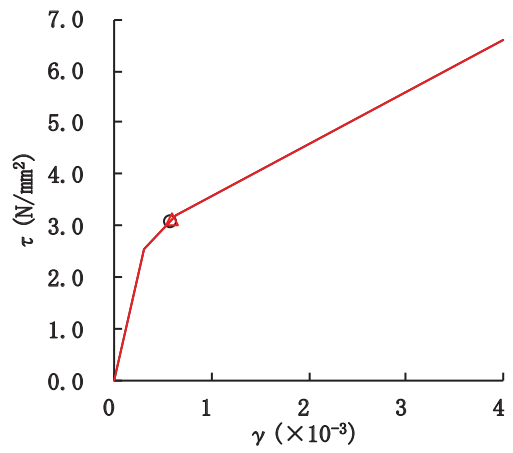


図 3-15(4) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, NS 方向) (4/7)

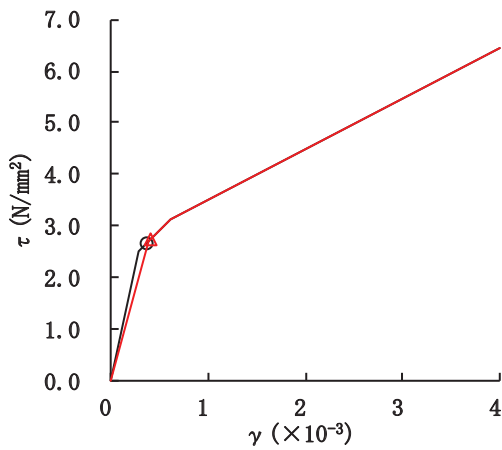
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



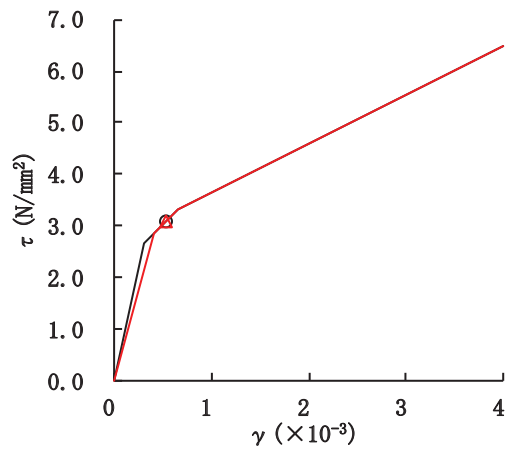
要素番号 (21)



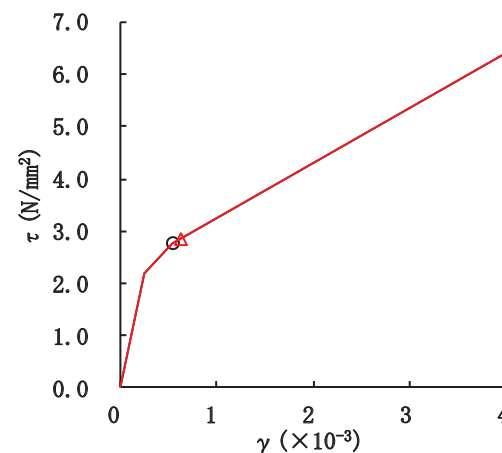
要素番号 (22)



要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)

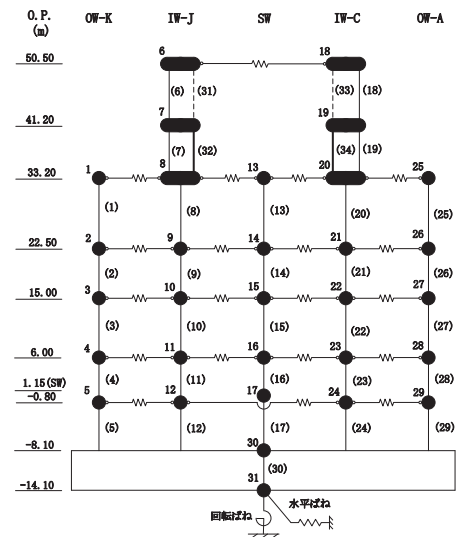
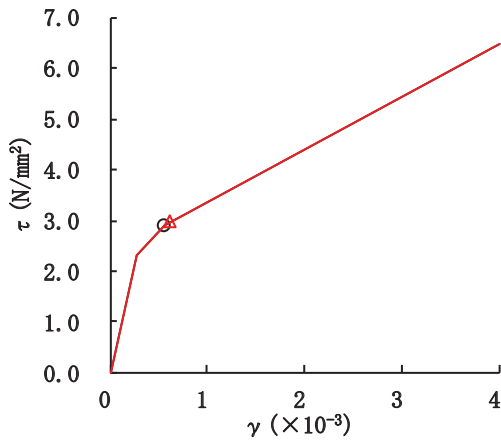
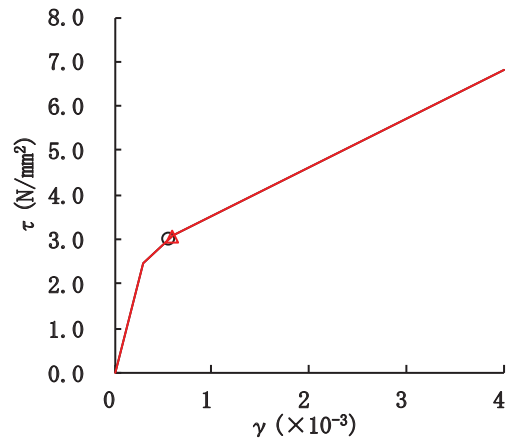


図 3-15(5) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, NS 方向) (5/7)

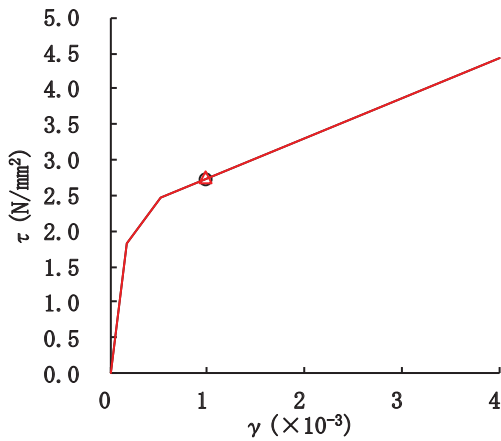
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



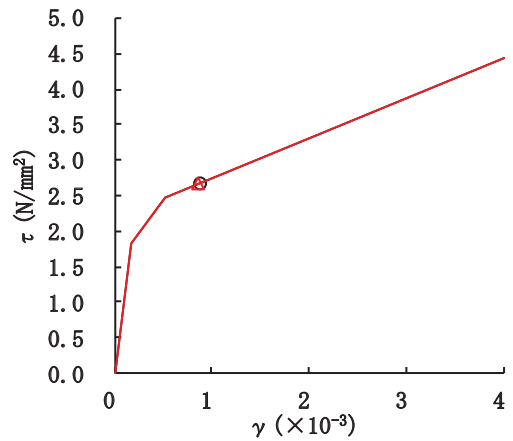
要素番号 (26)



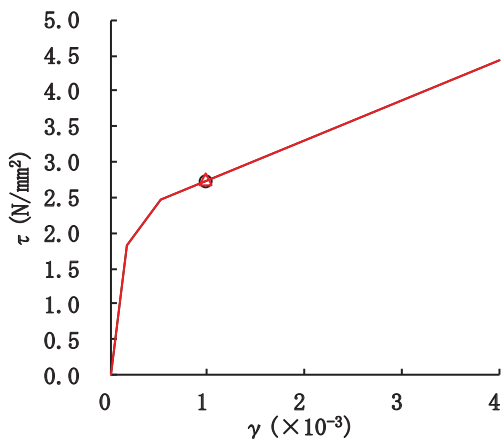
要素番号 (27)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (32)

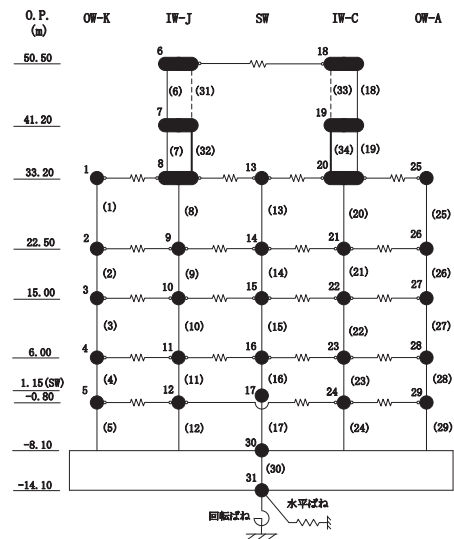
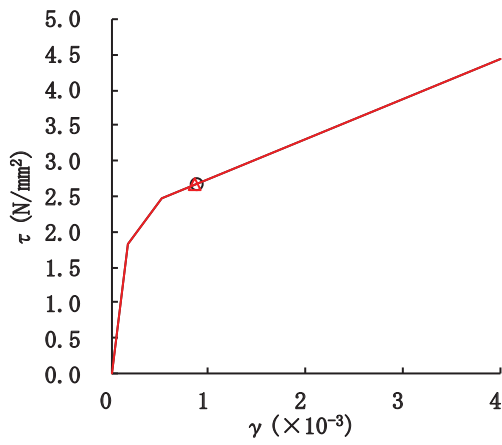


図 3-15(6) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, NS 方向) (6/7)

○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



要素番号 (34)

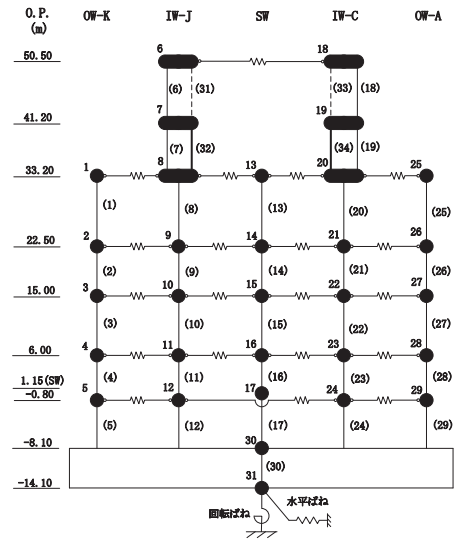
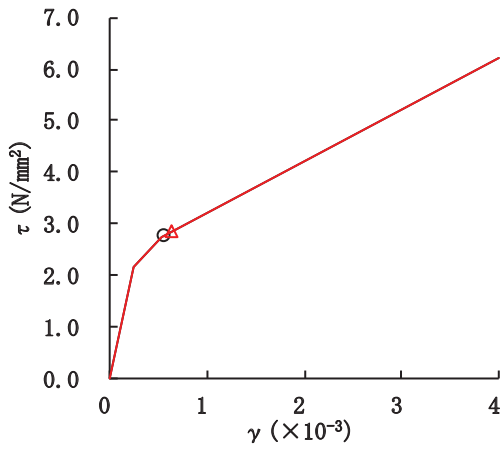
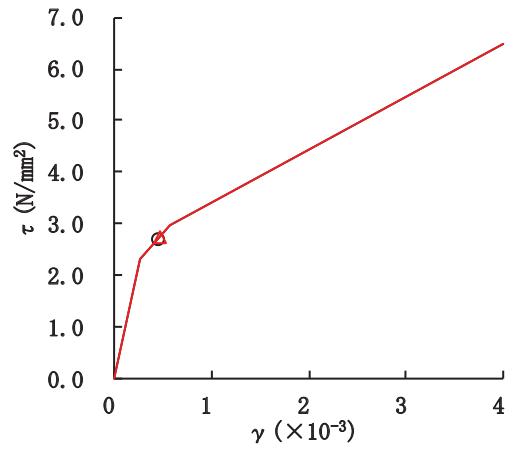


図 3-15(7) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D 2, NS 方向) (7/7)

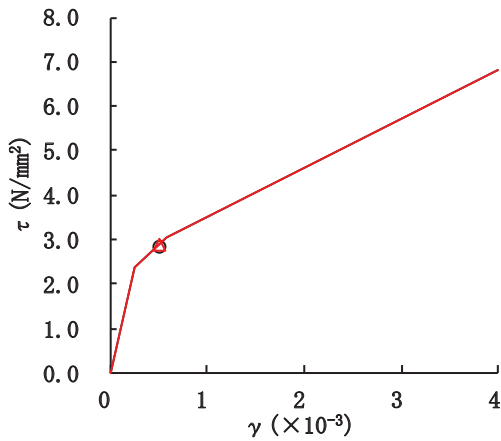
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



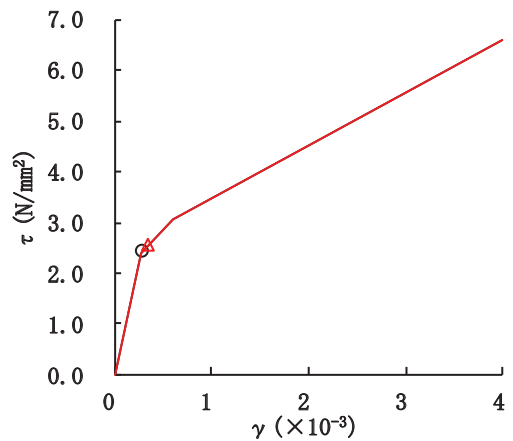
要素番号 (1)



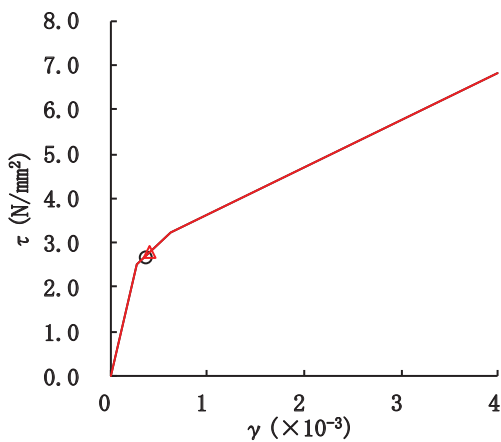
要素番号 (2)



要素番号 (3)



要素番号 (4)



要素番号 (5)

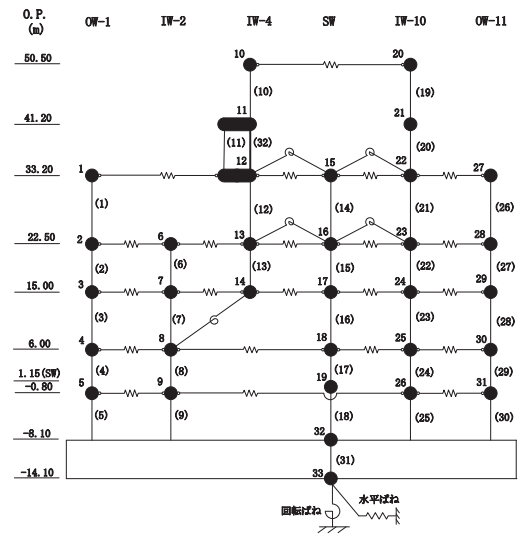
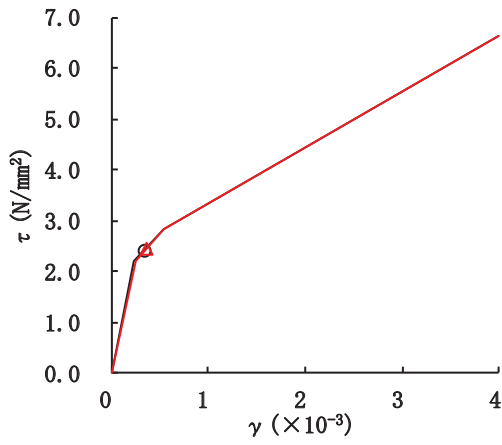
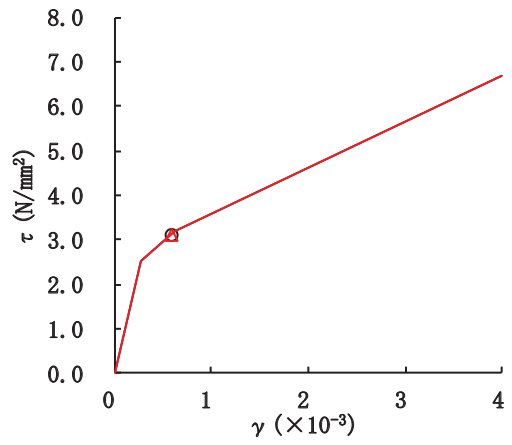


図 3-16(1) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, EW 方向) (1/7)

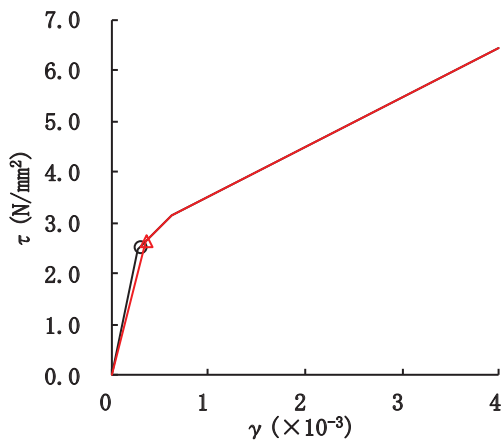
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



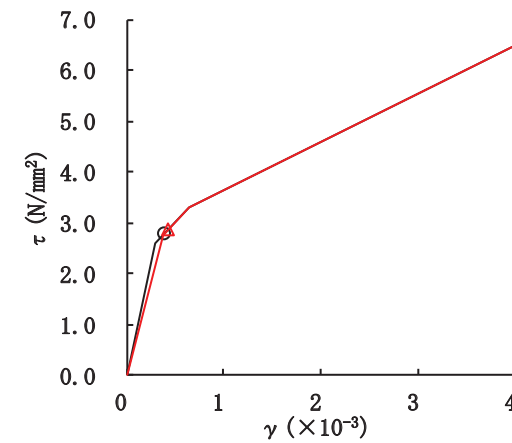
要素番号 (6)



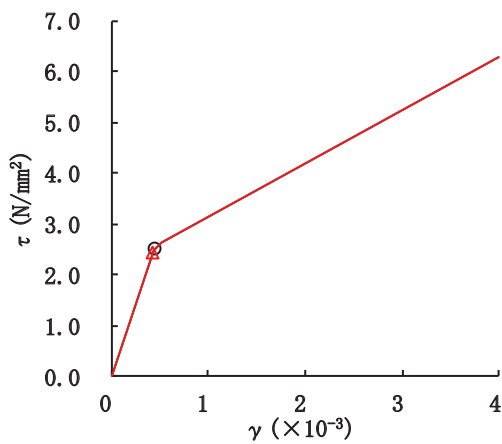
要素番号 (7)



要素番号 (8)



要素番号 (9)



要素番号 (10)

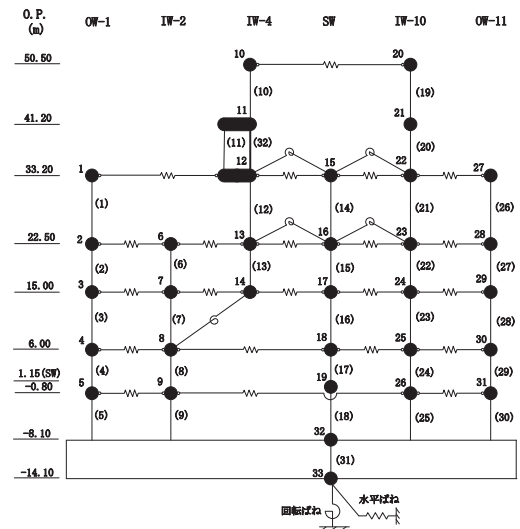
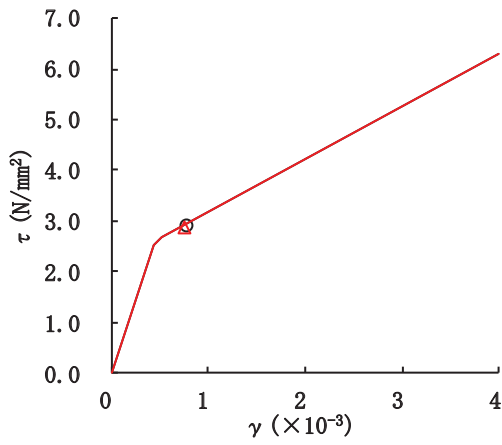
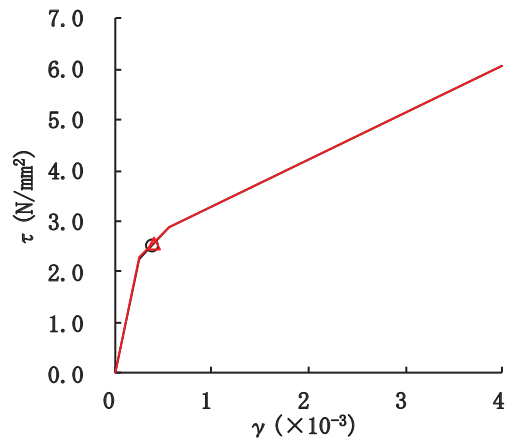


図 3-16 (2) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, EW 方向) (2/7)

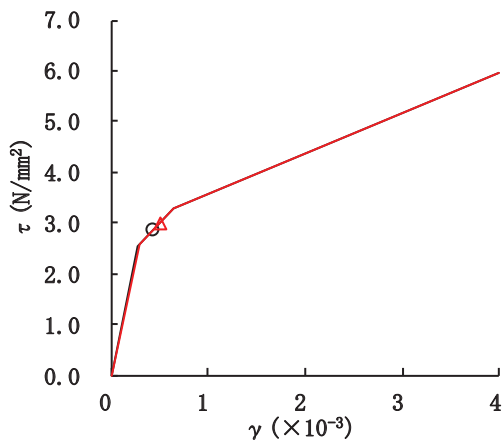
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



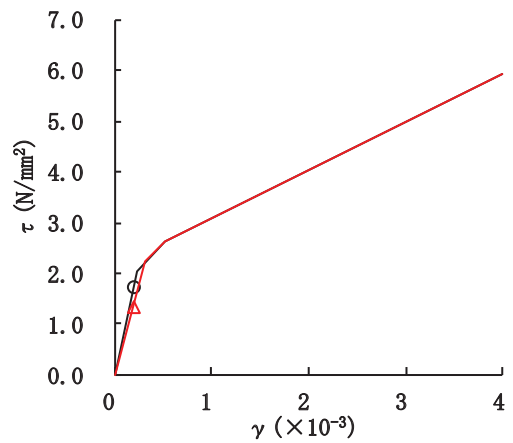
要素番号 (11)



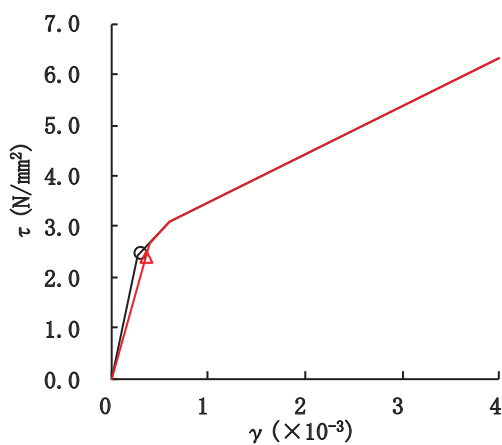
要素番号 (12)



要素番号 (13)



要素番号 (14)



要素番号 (15)

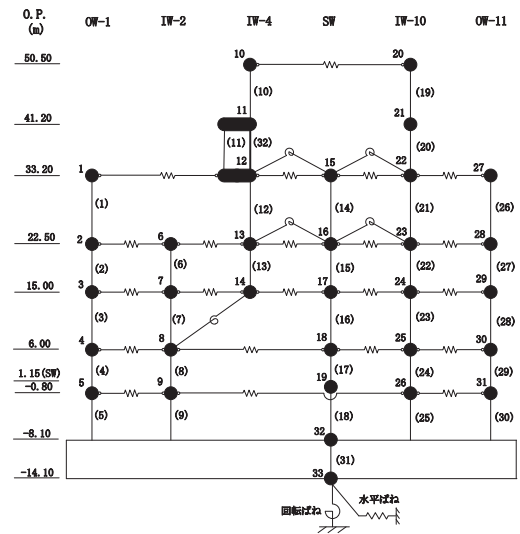
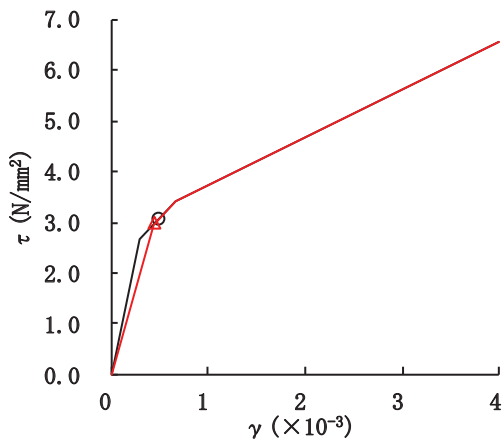
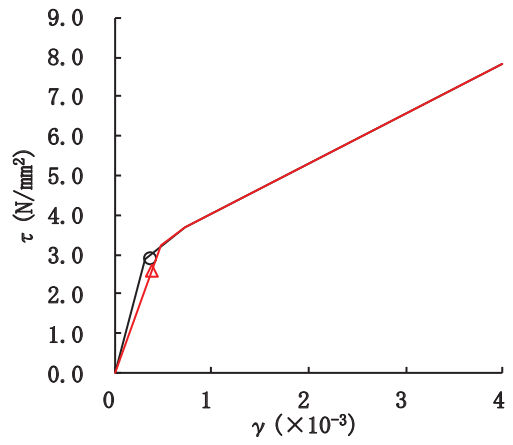


図 3-16(3) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, EW 方向) (3/7)

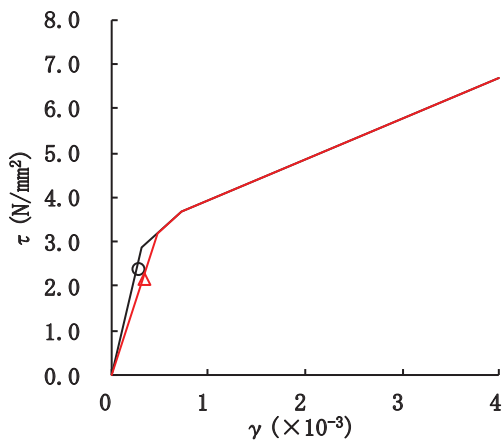
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



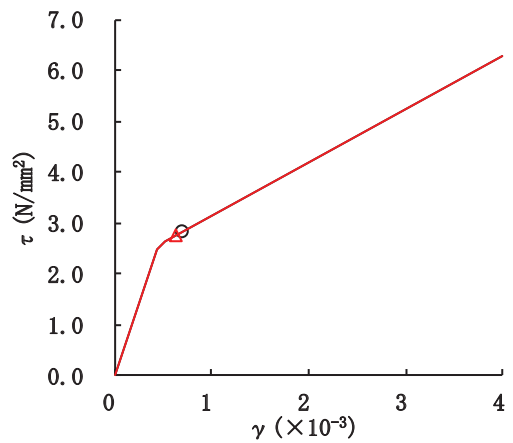
要素番号 (16)



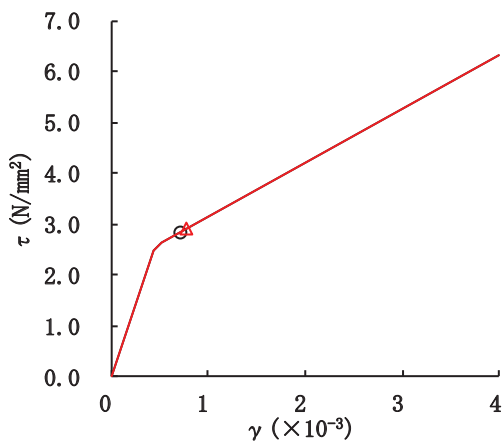
要素番号 (17)



要素番号 (18)



要素番号 (19)



要素番号 (20)

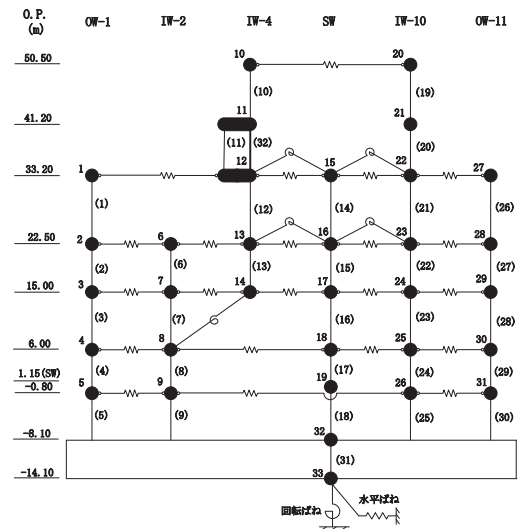
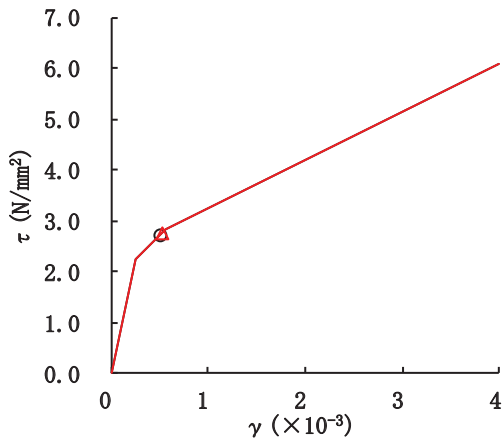
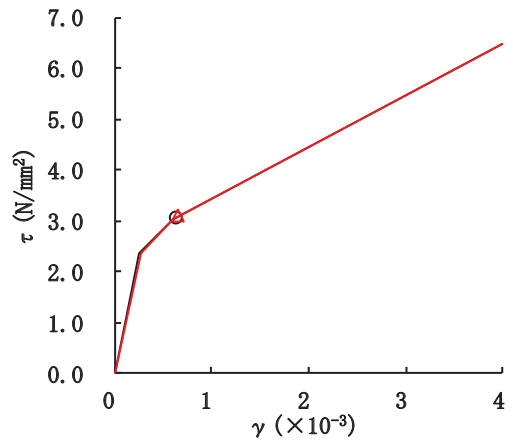


図 3-16 (4) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, EW 方向) (4/7)

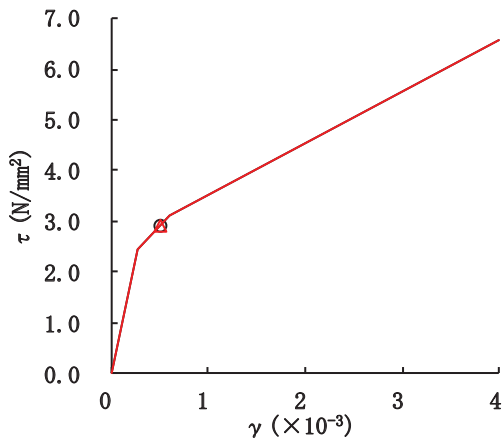
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



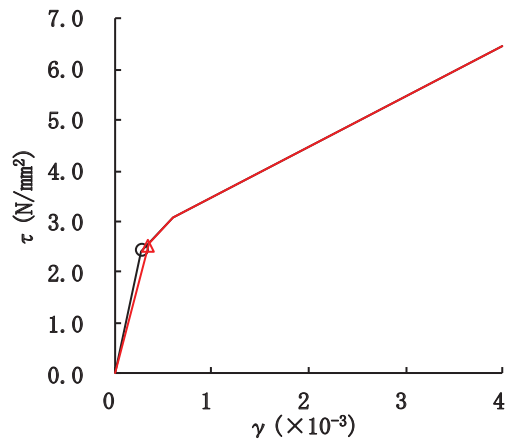
要素番号 (21)



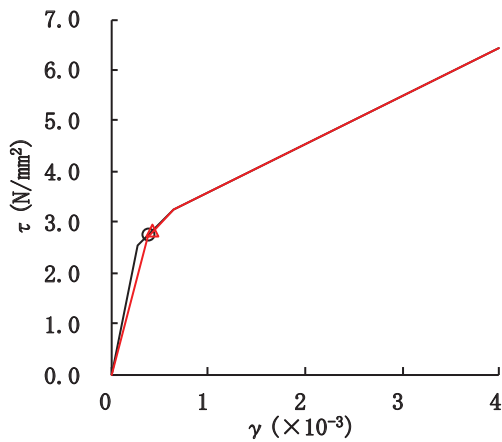
要素番号 (22)



要素番号 (23)



要素番号 (24)



要素番号 (25)

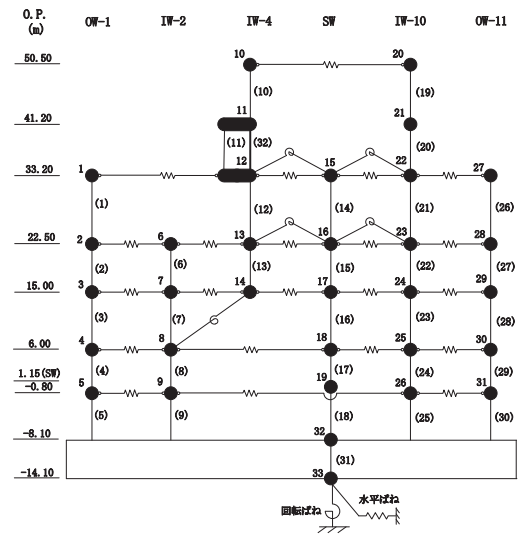
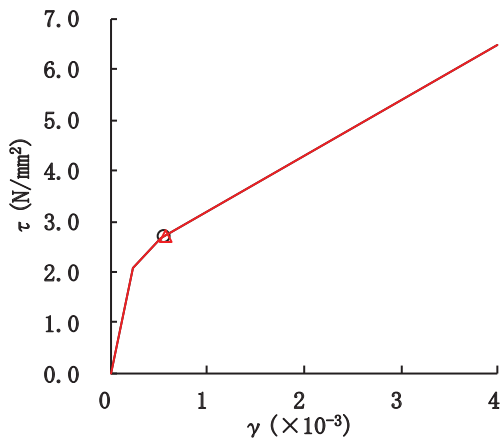
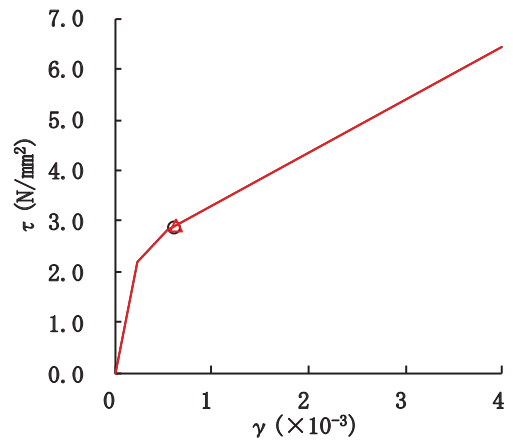


図 3-16(5) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, EW 方向) (5/7)

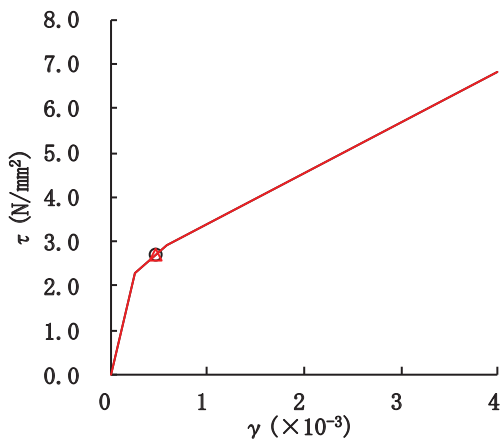
○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



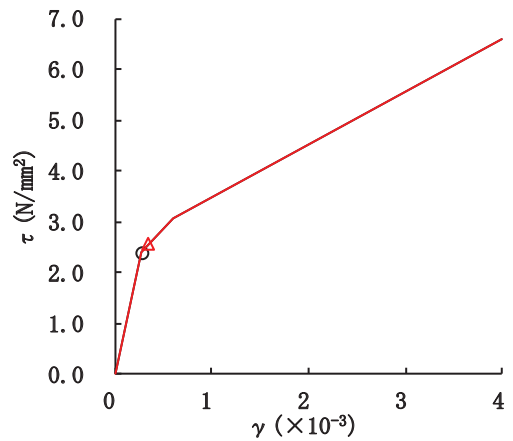
要素番号 (26)



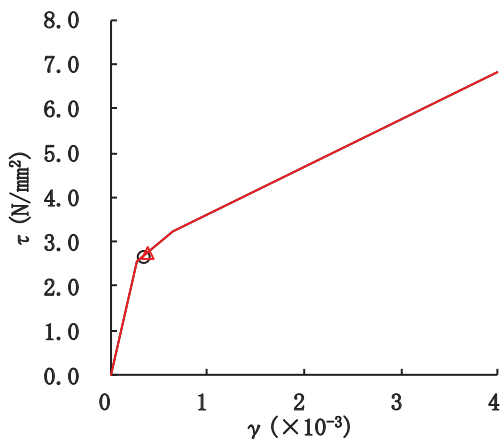
要素番号 (27)



要素番号 (28)



要素番号 (29)



要素番号 (30)

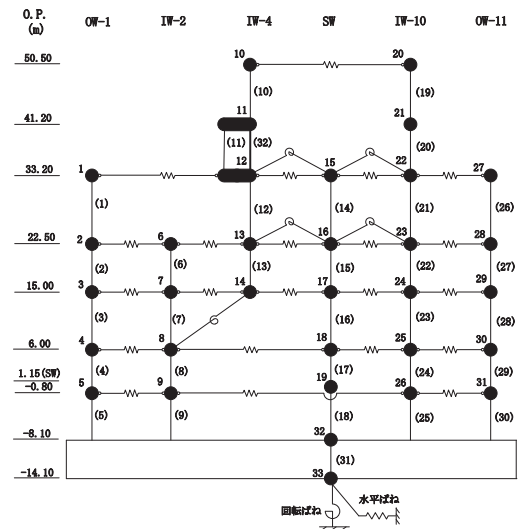
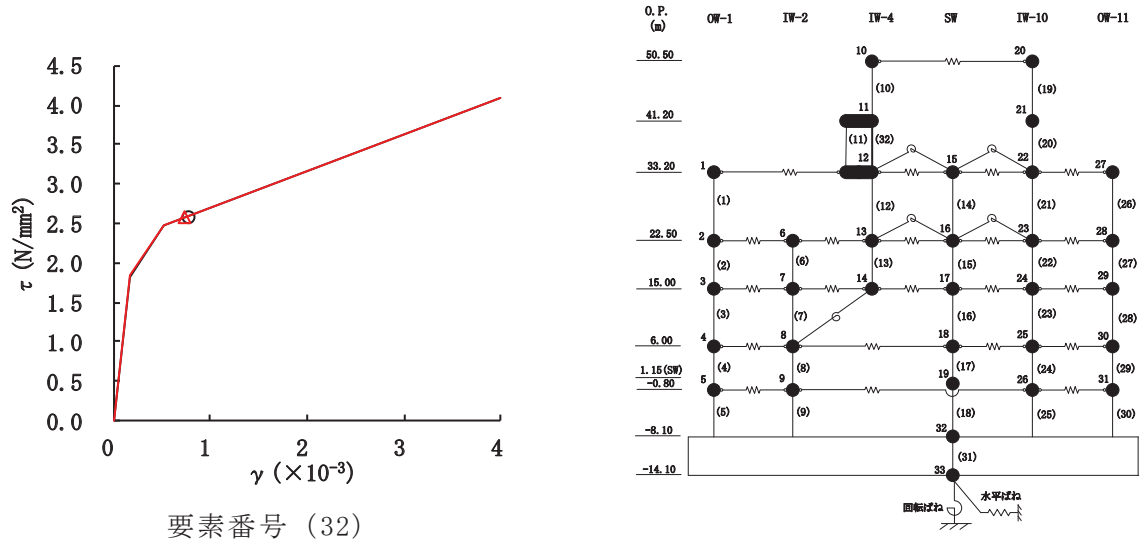


図 3-16 (6) セン断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, EW 方向) (6/7)

○ 工認モデル △ SA 時環境考慮モデル



要素番号 (32)

図 3-16 (7) せん断スケルトンカーブ上の最大応答値
(基準地震動 S_s-D2, EW 方向) (7/7)

表 3-12 最大接地圧

地震動	NS 方向			EW 方向			極限 支持力度 (kN/m ²)
	最大接地圧 (kN/m ²)		③ 応答比 (②/①)	最大接地圧 (kN/m ²)		③ 応答比 (②/①)	
	① 工認 モデル	② SA 時環境 考慮モデル		① 工認 モデル	② SA 時環境 考慮モデル		
S s - D 2	1820	1790	0.98	1640	1730	1.05	13700

3.3 原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響

「3.2 重大事故等時の高温による影響を考慮した原子炉建屋の地震応答解析」の地震応答解析結果を踏まえ、重大事故等時の熱によるコンクリート部材の剛性低下が、原子炉建屋の地震応答解析による評価に与える影響について確認する。

3.3.1 検討方法

検討は、以下のとおり、保守的な評価とする。

せん断ひずみの検討では、材料物性の不確かさを考慮した基準地震動 $S_{s-D1} \sim S_{s-N1}$ に対する最大応答せん断ひずみの包絡値に、基準地震動 S_{s-D2} に対する「工認モデル」と「SA時環境考慮モデル」の応答比（「SA時環境考慮モデル」／「工認モデル」）を乗じた値が許容限界を超えないことを確認する。

接地圧の検討では、材料物性の不確かさを考慮した基準地震動 $S_{s-D1} \sim S_{s-N1}$ に対する最大接地圧の包絡値に基準地震動 S_{s-D2} に対する「工認モデル」と「SA時環境考慮モデル」の応答比（「SA時環境考慮モデル」／「工認モデル」）の最大値を乗じた値が許容限界を超えないことを確認する。

また、基準地震動 S_{s-D2} に対する床応答スペクトルについて、「工認モデル」と「SA時環境考慮モデル」の比較を行う。

3.3.2 検討結果

(1) せん断ひずみの検討結果

せん断ひずみの検討における原子炉建屋の応答比及び応答比を乗じた最大応答せん断ひずみを表 3-14 に示す。

表 3-14 より、最大応答せん断ひずみに最大応答比を乗じた値が許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

表 3-13(1) 原子炉建屋に生じる最大応答せん断ひずみに最大応答比を乗じた値 (1/2)

(a) NS 方向

要素 番号	通り	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)		③応答比 (②/①)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	
		①工認 モデル	②SA時環境 考慮モデル		④材料物性の 不確かさ考慮 モデル	応答比を 乗じた値 (③ \times ④)
(1)	OW-K	0.496	0.531	1.07	0.593	0.635
(2)		0.548	0.545	0.99	0.744	0.740
(3)		0.485	0.526	1.09	0.677	0.735
(4)		0.305	0.344	1.13	0.412	0.463
(5)		0.419	0.429	1.02	0.499	0.510
(6)	IW-J	0.914	0.917	1.00	1.132	1.135
(7)		1.037	1.043	1.01	1.313	1.322
(8)		0.505	0.547	1.08	0.595	0.645
(9)		0.601	0.592	0.99	0.775	0.764
(10)		0.559	0.586	1.05	0.756	0.791
(11)		0.366	0.406	1.11	0.493	0.547
(12)		0.439	0.447	1.02	0.521	0.531
(13)	SW	0.149	0.158	1.06	0.141	0.149
(14)		0.301	0.361	1.20	0.356	0.427
(15)		0.319	0.342	1.07	0.400	0.430
(16)		0.354	0.390	1.10	0.473	0.521
(17)		0.284	0.342	1.20	0.350	0.420
(18)	IW-C	0.989	0.955	0.97	1.190	1.150
(19)		0.922	0.910	0.99	1.208	1.192
(20)		0.612	0.619	1.01	0.600	0.607
(21)		0.732	0.773	1.06	0.955	1.008
(22)		0.577	0.584	1.01	0.773	0.783
(23)		0.373	0.415	1.11	0.497	0.553
(24)		0.527	0.532	1.01	0.627	0.633
(25)	OW-A	0.549	0.624	1.14	0.574	0.653
(26)		0.565	0.626	1.11	0.812	0.898
(27)		0.567	0.597	1.05	0.769	0.809
(28)		0.347	0.372	1.07	0.446	0.478
(29)		0.468	0.468	1.00	0.558	0.557

表 3-13(2) 原子炉建屋に生じる最大応答せん断ひずみに最大応答比を乗じた値 (2/2)

(b) EW 方向

要素 番号	通り	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)		③応答比 (②/①)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	
		①工認 モデル	②SA時環境 考慮モデル		④材料物性の 不確かさ考慮 モデル	応答比を 乗じた値 (③ \times ④)
(1)	OW-1	0.556	0.626	1.12	0.505	0.568
(2)		0.440	0.469	1.07	0.539	0.575
(3)		0.491	0.502	1.02	0.584	0.598
(4)		0.269	0.328	1.22	0.362	0.442
(5)		0.354	0.399	1.13	0.424	0.477
(6)	IW-2	0.338	0.355	1.05	0.431	0.452
(7)		0.585	0.585	1.00	0.662	0.662
(8)		0.294	0.356	1.21	0.388	0.470
(9)		0.382	0.422	1.10	0.462	0.510
(10)	IW-4	0.444	0.427	0.96	0.552	0.531
(11)		0.767	0.740	0.97	0.603	0.582
(12)		0.378	0.392	1.04	0.361	0.375
(13)		0.421	0.493	1.17	0.491	0.576
(14)	SW	0.187	0.189	1.01	0.190	0.192
(15)		0.297	0.351	1.18	0.394	0.466
(16)		0.486	0.439	0.90	0.558	0.504
(17)		0.346	0.387	1.12	0.477	0.532
(18)		0.264	0.329	1.25	0.337	0.420
(19)	IW-10	0.683	0.633	0.93	0.623	0.577
(20)		0.703	0.758	1.08	0.624	0.673
(21)		0.495	0.516	1.04	0.432	0.451
(22)		0.620	0.652	1.05	0.751	0.789
(23)		0.502	0.502	1.00	0.572	0.571
(24)		0.282	0.340	1.21	0.386	0.466
(25)		0.386	0.414	1.07	0.483	0.518
(26)	OW-11	0.543	0.568	1.05	0.471	0.493
(27)		0.604	0.624	1.03	0.738	0.762
(28)		0.453	0.450	0.99	0.511	0.507
(29)		0.269	0.335	1.25	0.374	0.467
(30)		0.335	0.385	1.15	0.437	0.501

(2) 接地圧の検討結果

材料物性の不確かさを考慮した基準地震動 $S_s - D 1 \sim S_s - N 1$ に対する最大接地圧の包絡値に、最大応答比を乗じた値を表 3-15 に示す。

表 3-15 より、最大接地圧の包絡値に最大応答比を乗じた値が、地盤の極限支持力 (13700kN/m^2) を超えないことを確認した。

表 3-14 最大接地圧の包絡値に最大応答比を乗じた値

材料物性の不確かさ考慮モデル			基準地震動 $S_s - D 2$ に対する応答比 (「SA 時環境考慮モデル」/「工認モデル」)	確認結果 ①×② (kN/m^2)
地震動	方向	最大接地圧① (kN/m^2)	最大応答比②	
$S_s - D 1$	NS 方向	3500	1.05	3692

(3) 床応答スペクトルの検討結果

地震応答解析モデルの全質点の床応答スペクトルについて、「SA 時環境考慮モデル」と「工認モデル」の比較結果を図 3-17～図 3-19 に示す。

床応答スペクトルの比較を行った結果、全体的な傾向として、「SA 時環境考慮モデル」の応答と「工認モデル」の応答がおおむね同等であることを確認したものの、「4. 機器・配管系の評価に与える影響」において機器・配管系の評価に与える影響の確認を行う。

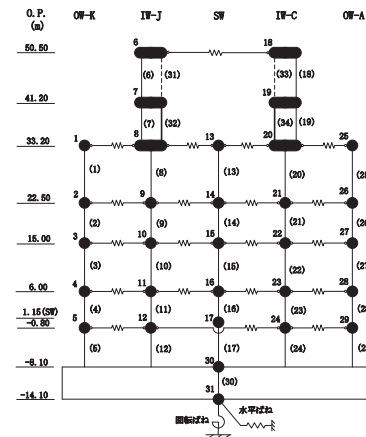
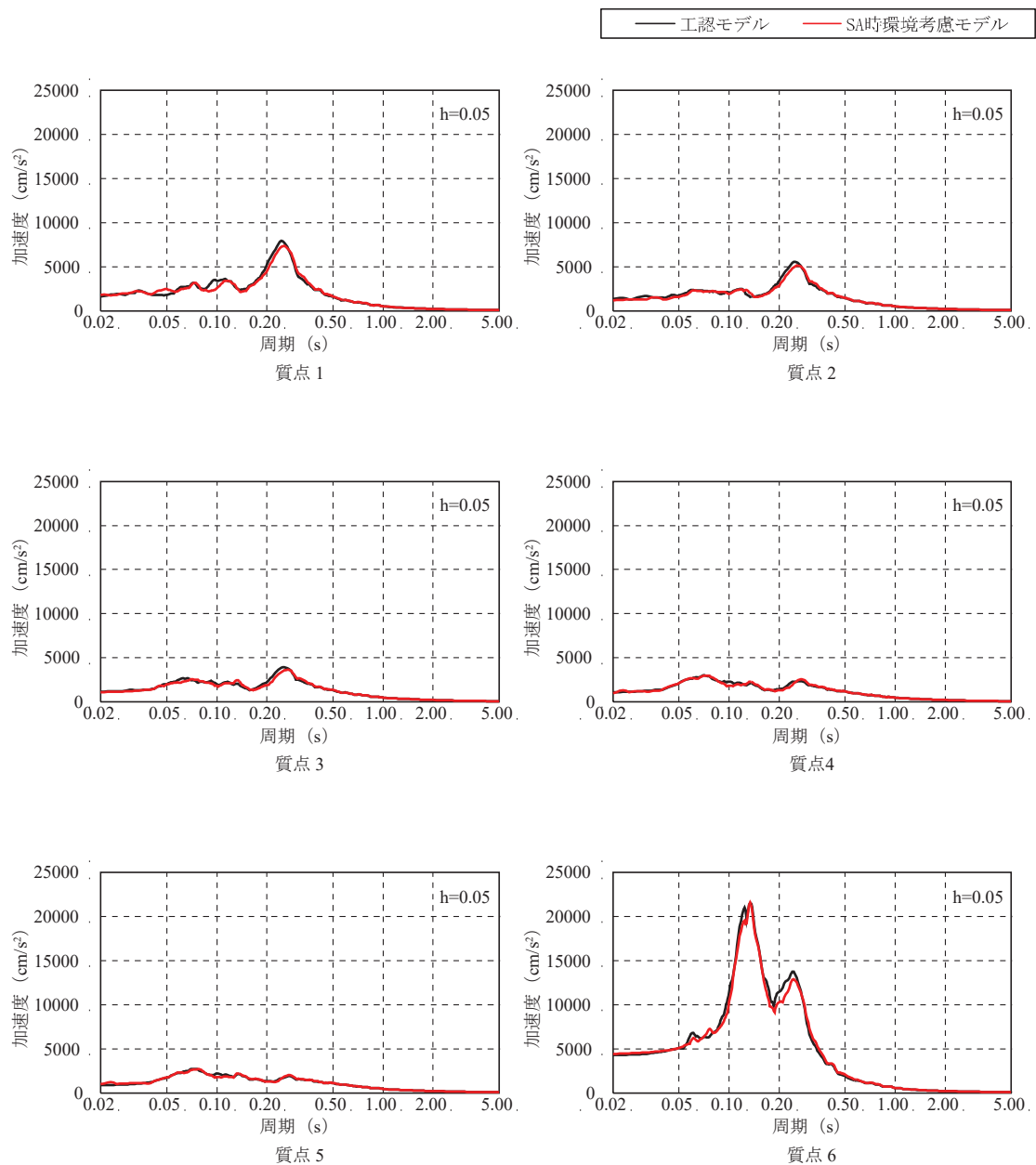


図 3-17(1) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 $S_s - D2$, NS 方向, 減衰 5%) (1/5)

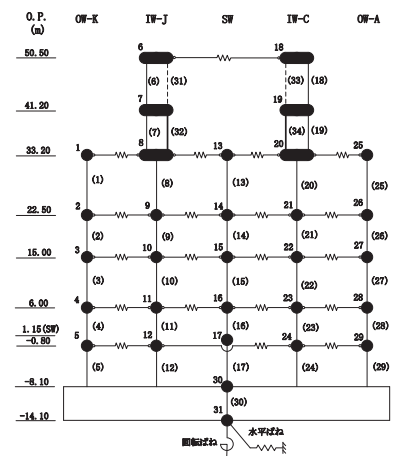
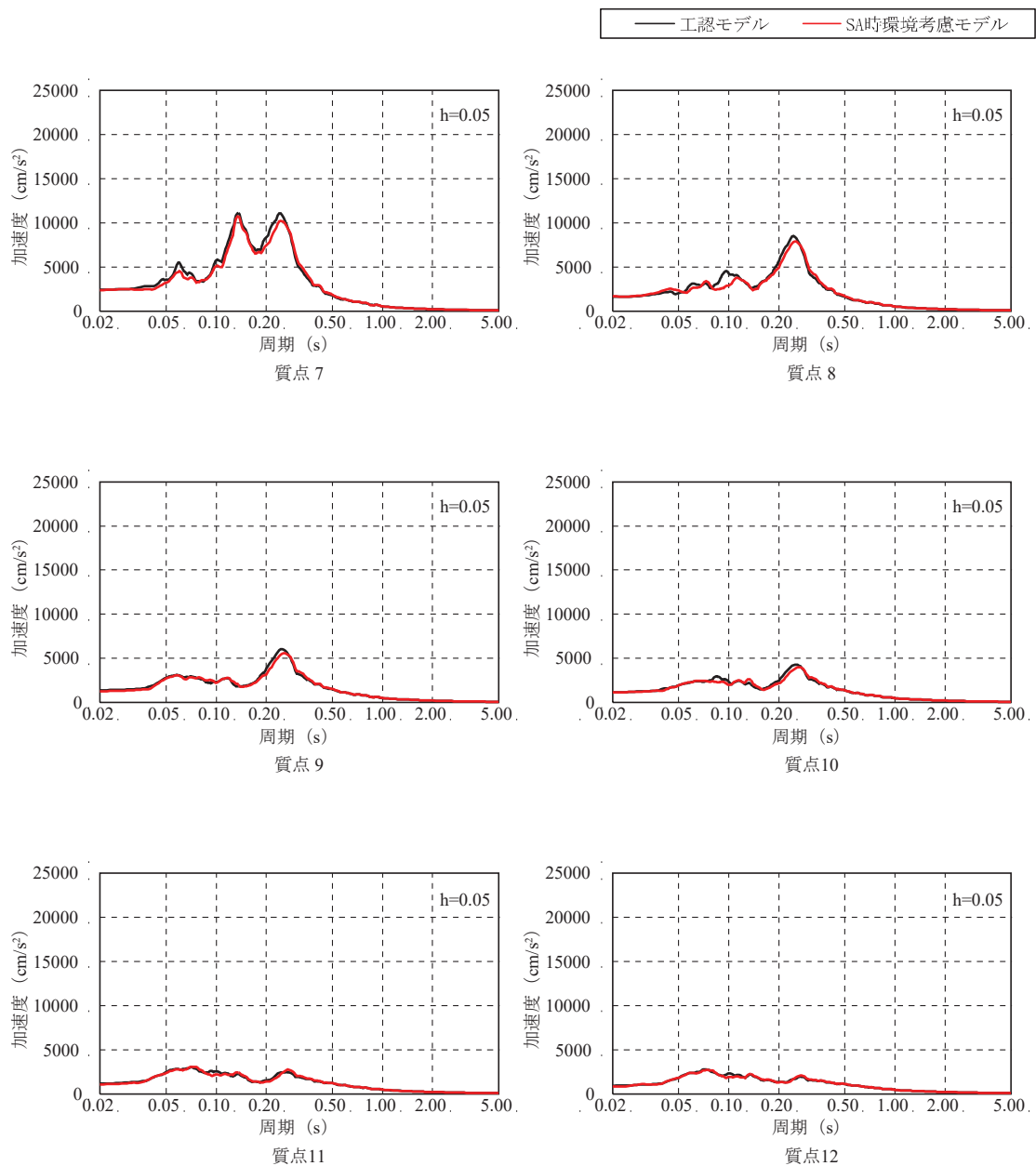


図 3-17(2) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 $S_s - D2$, NS 方向, 減衰 5%) (2/5)

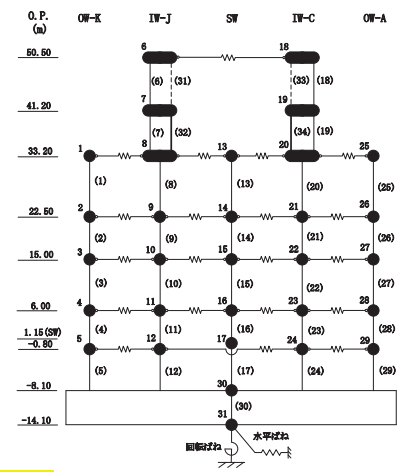
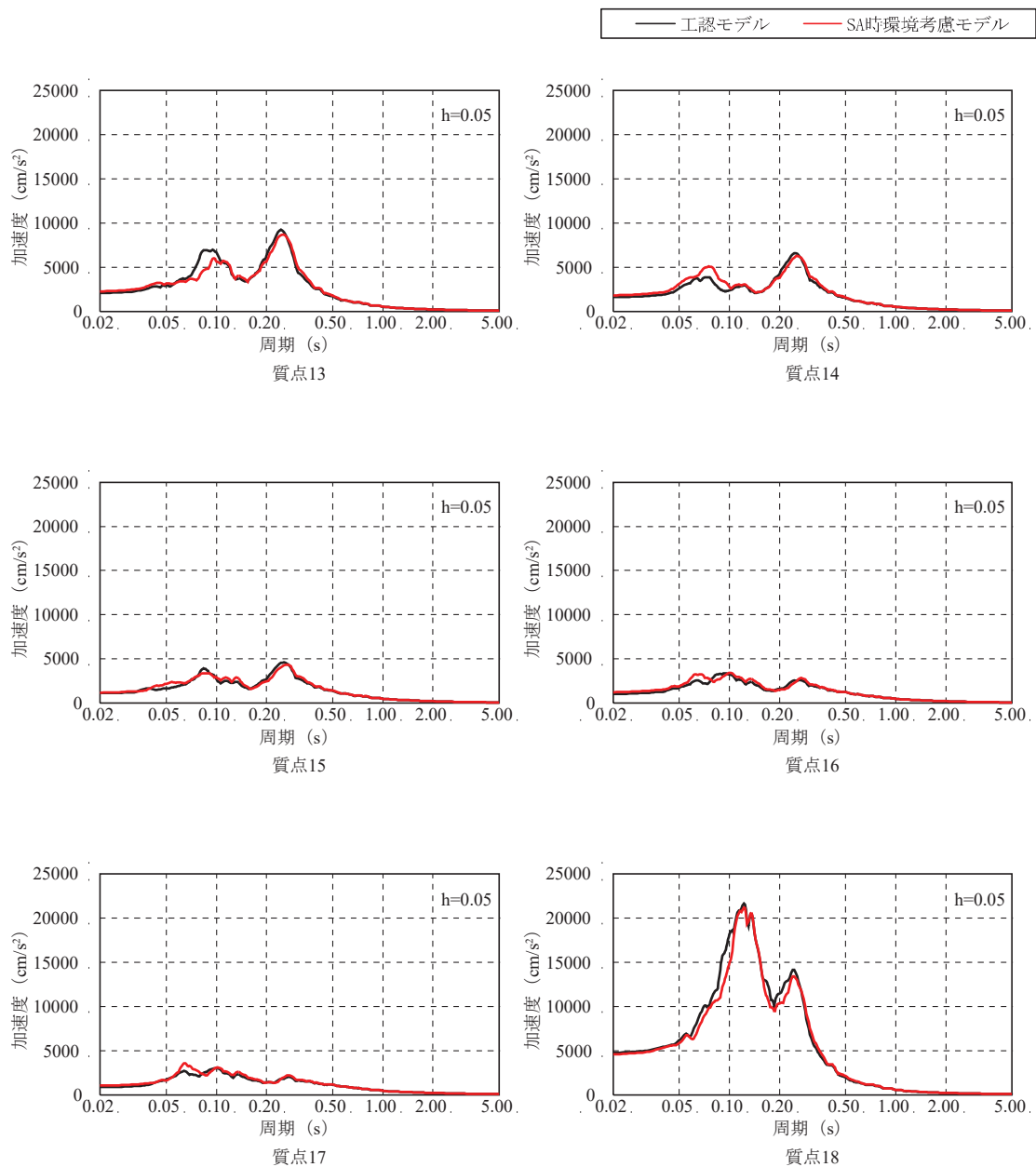


図 3-17(3) 床応答スペクトルの比較
 (基準地震動 $S_s - D2$, NS 方向, 減衰 5%) (3/5)

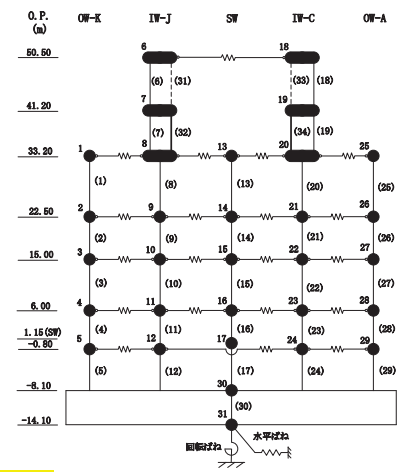
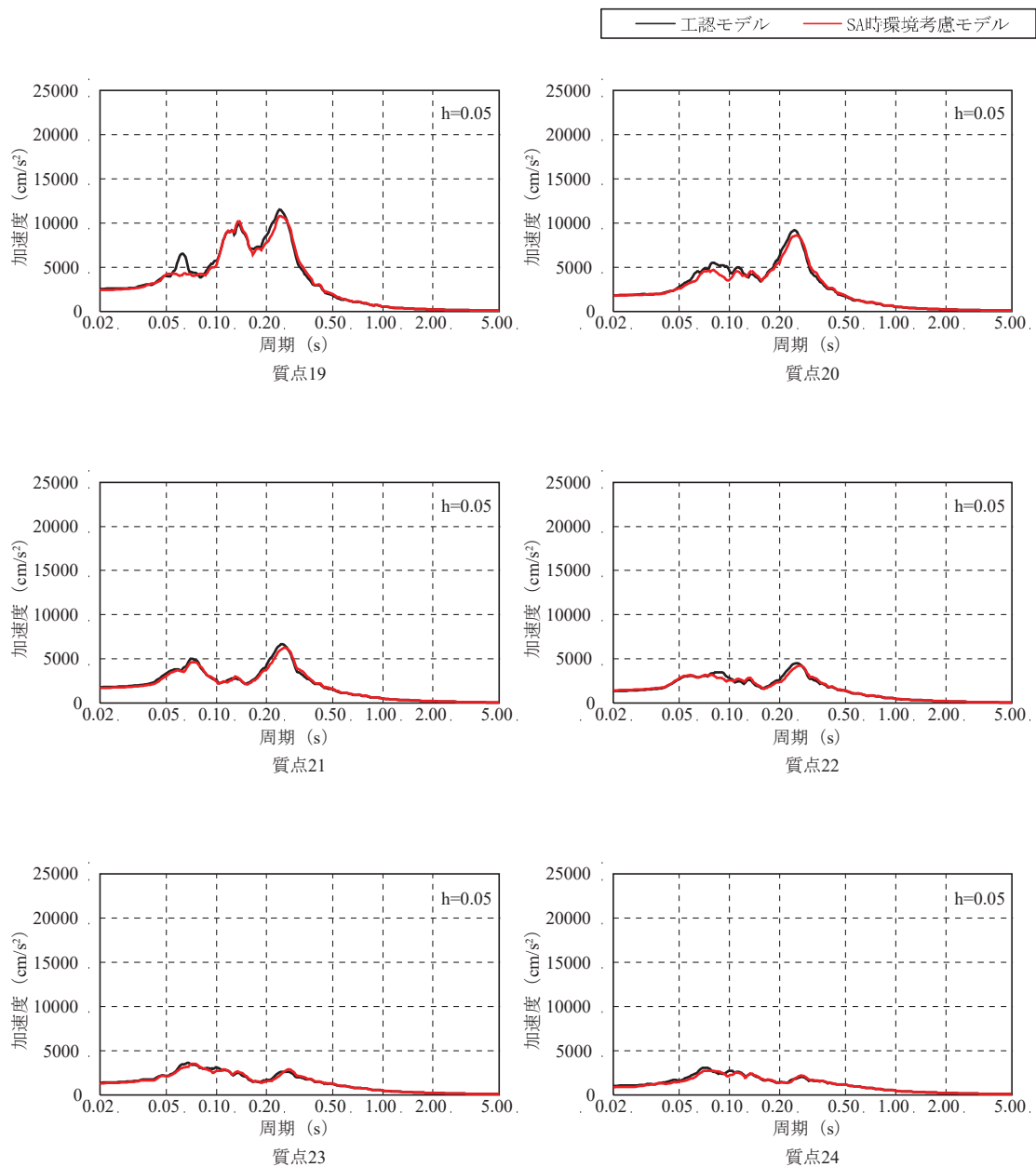


図 3-17(4) 床応答スペクトルの比較
 (基準地震動 $S_s - D2$, NS 方向, 減衰 5%) (4/5)

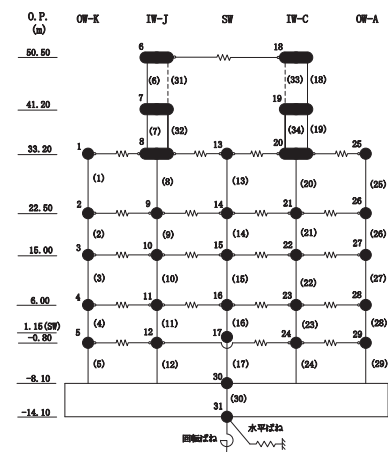
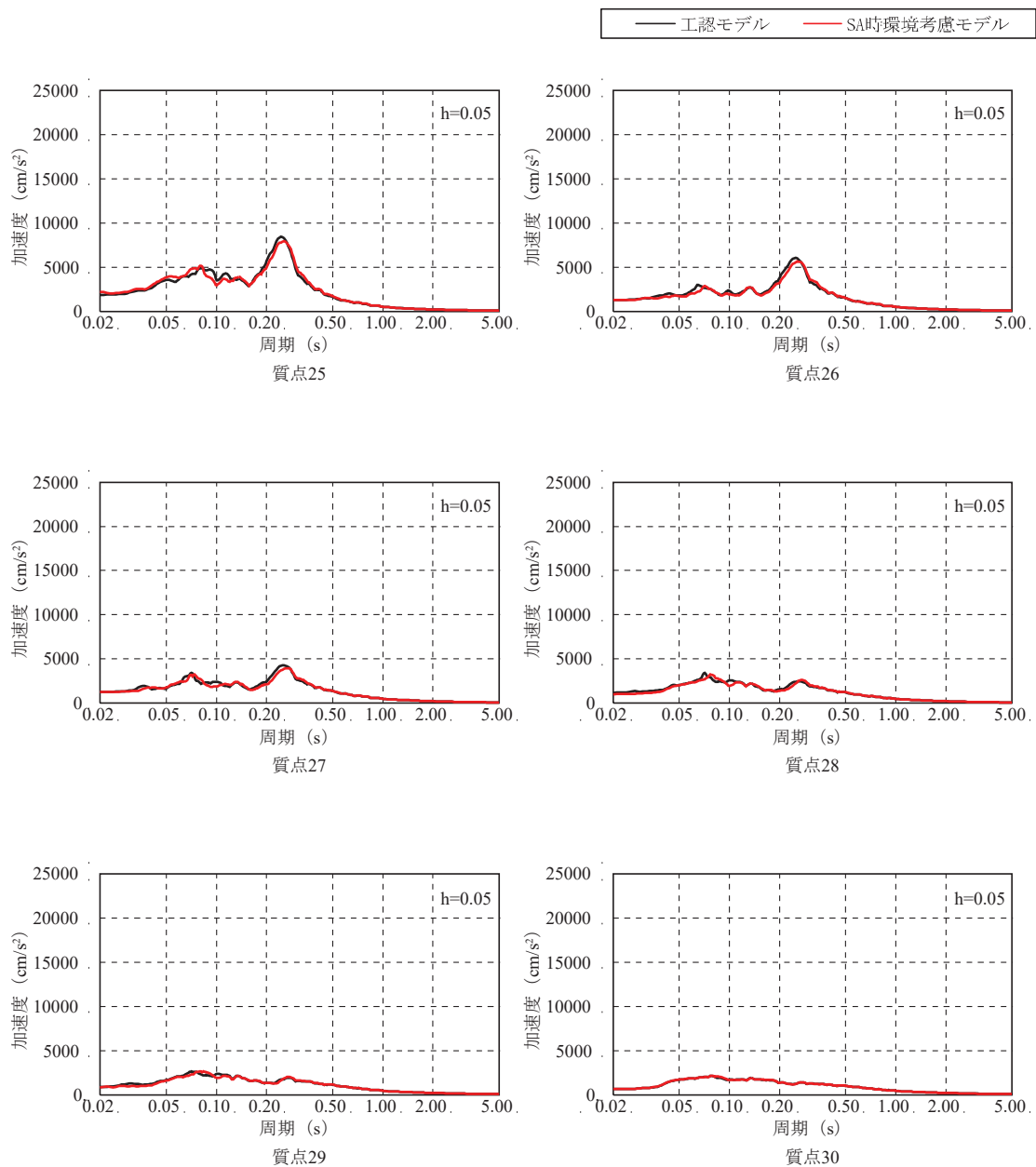


図 3-17(5) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 $S_s - D2$, NS 方向, 減衰 5%) (5/5)

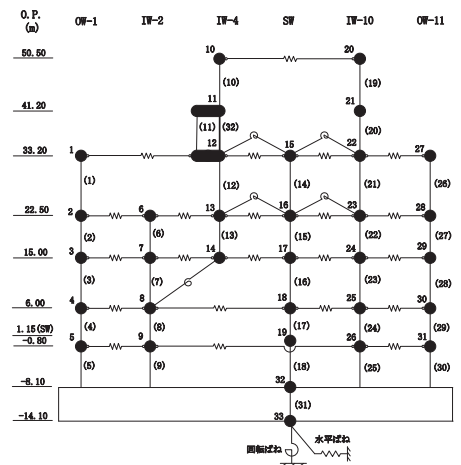
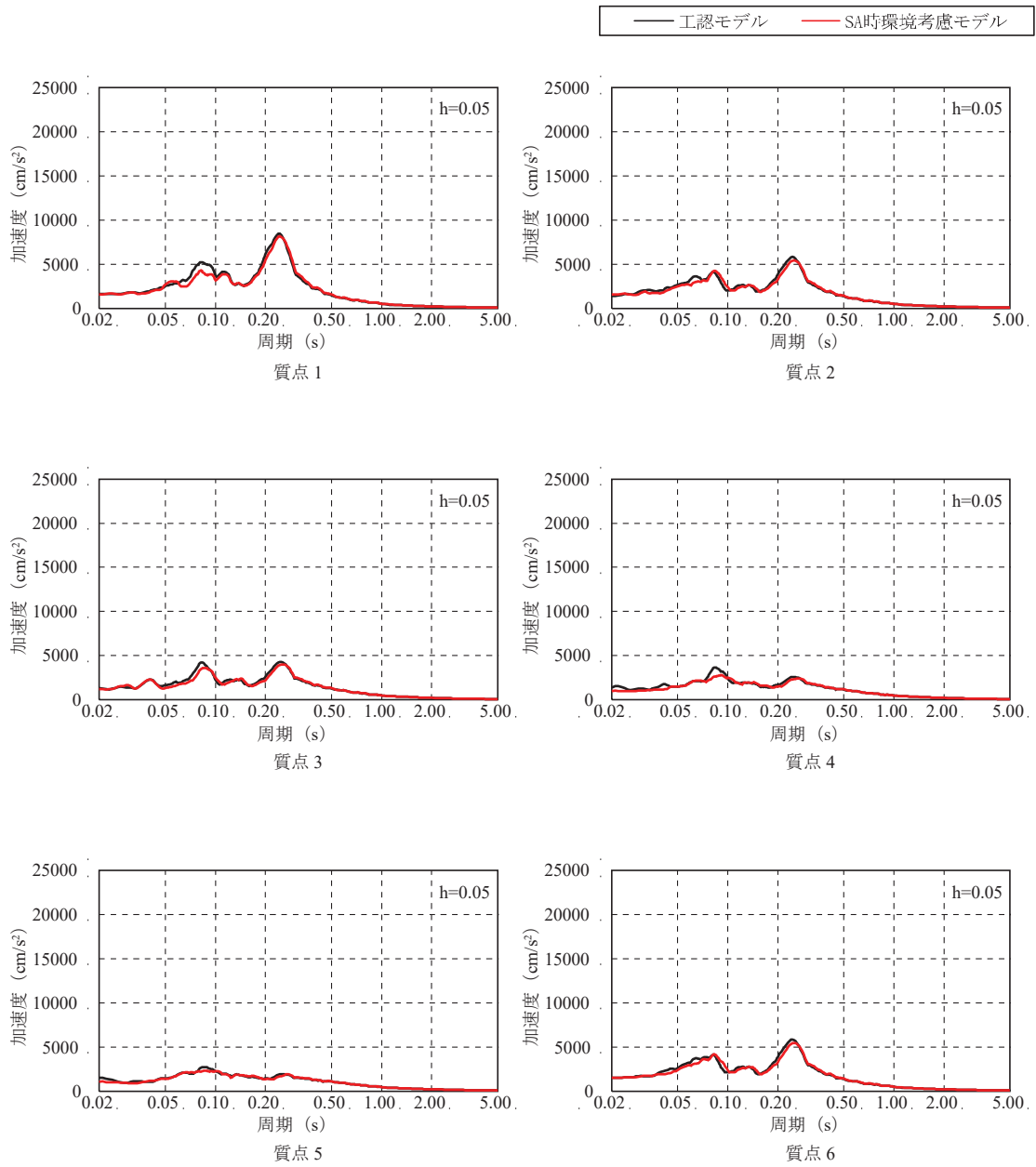


図 3-18(1) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 $S_s - D2$, EW 方向, 減衰 5%) (1/6)

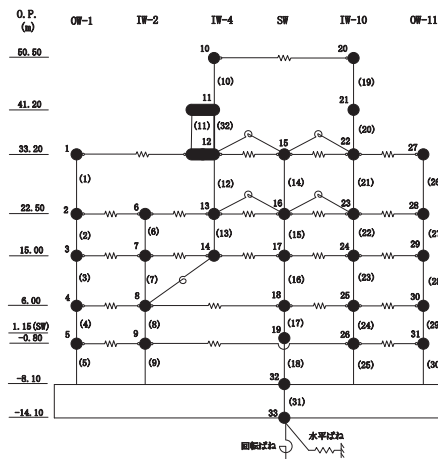
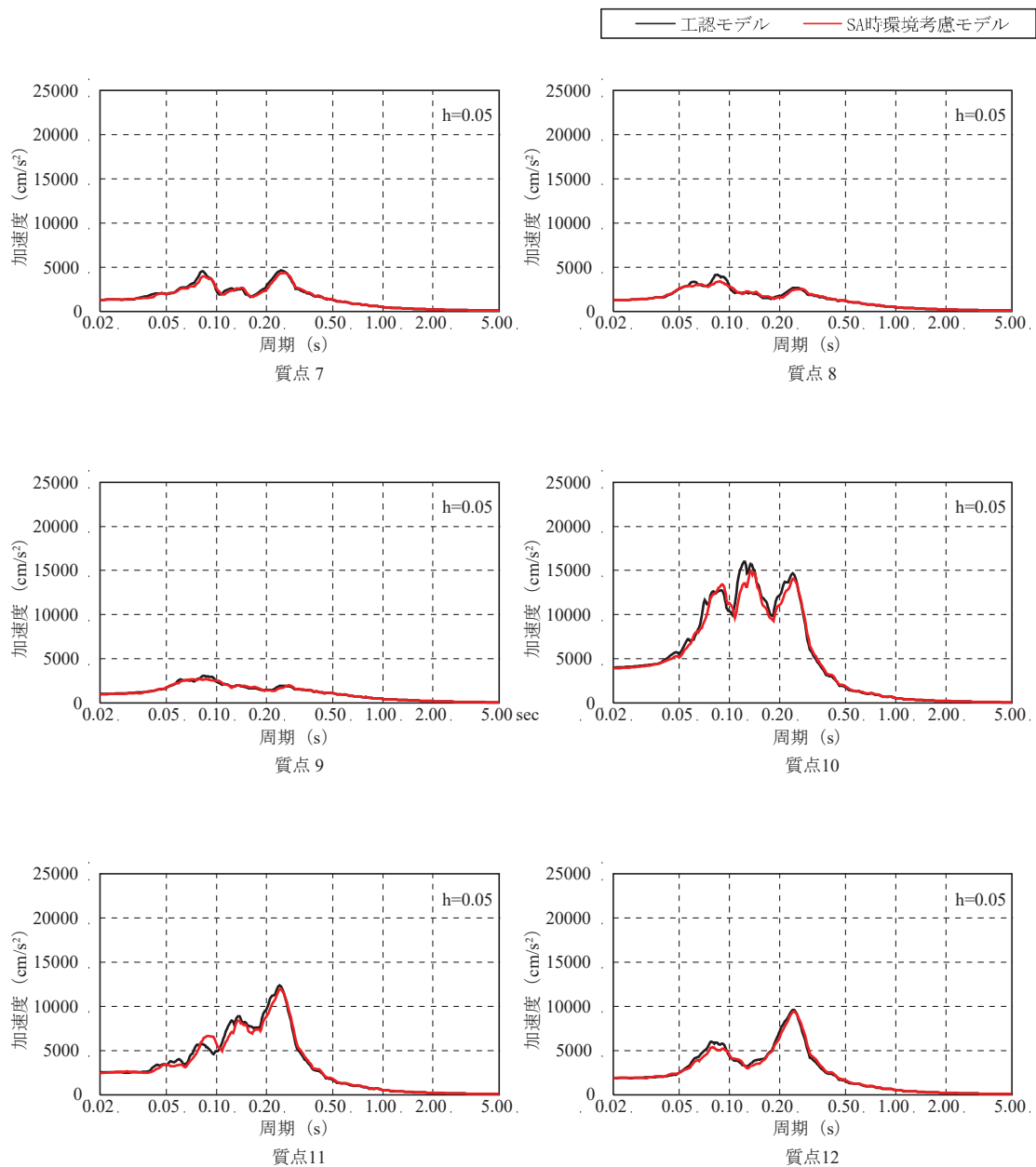


図 3-18(2) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 $S_s - D 2$, EW 方向, 減衰 5%) (2/6)

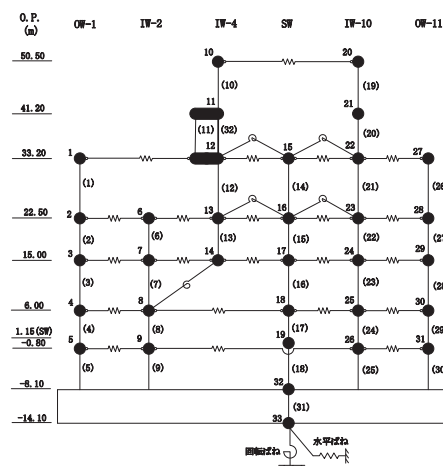
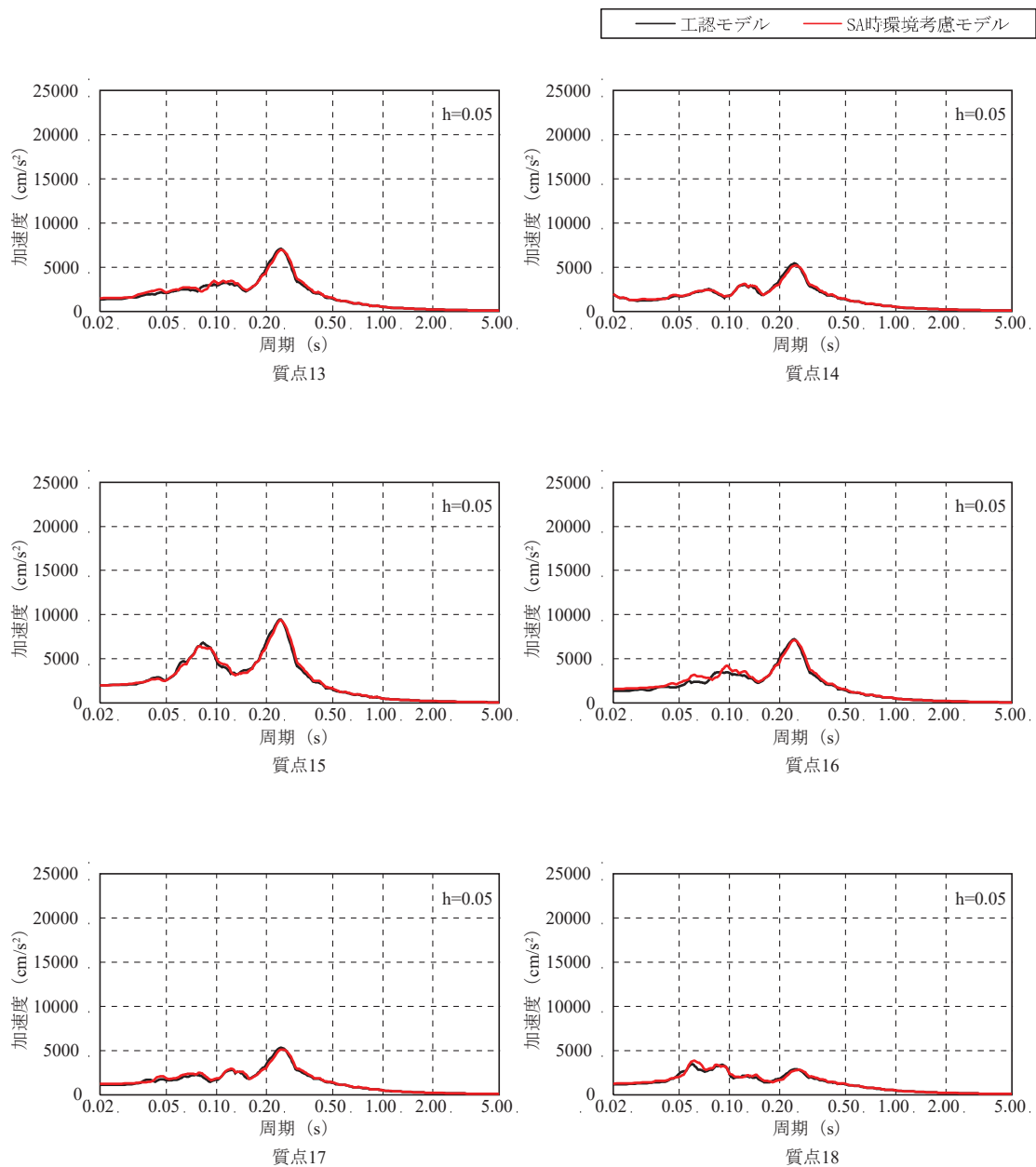


図 3-18(3) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 $S_s - D2$, EW 方向, 減衰 5%) (3/6)

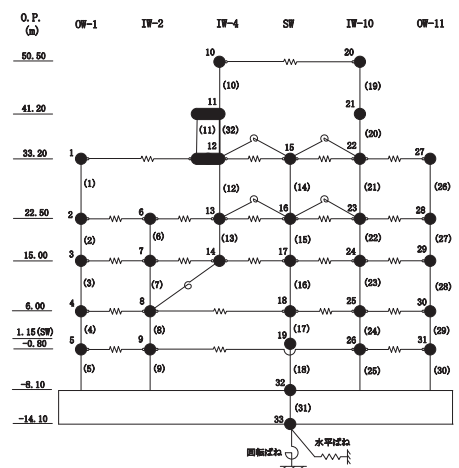
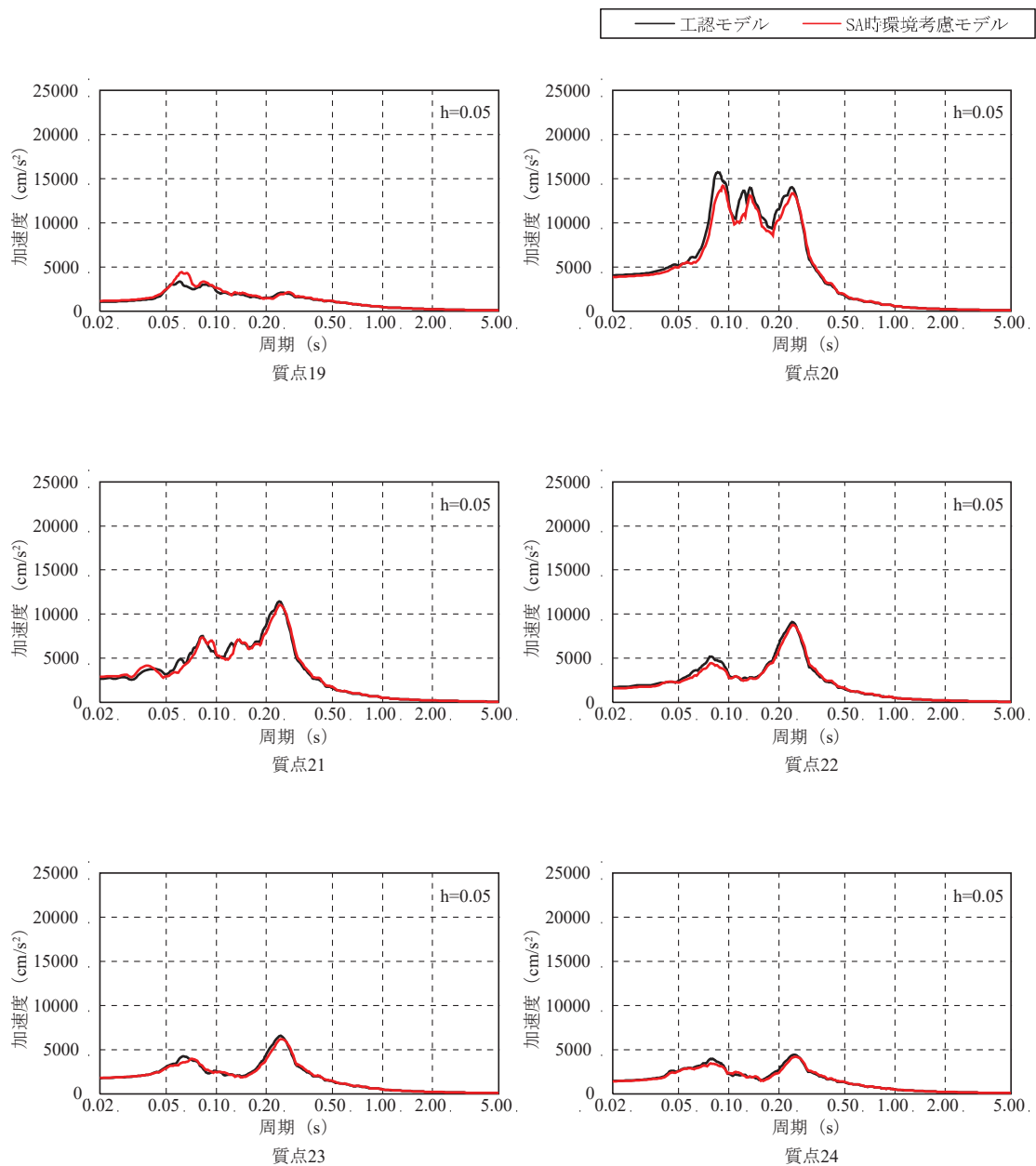


図 3-18(4) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 $S_s - D2$, EW 方向, 減衰 5%) (4/6)

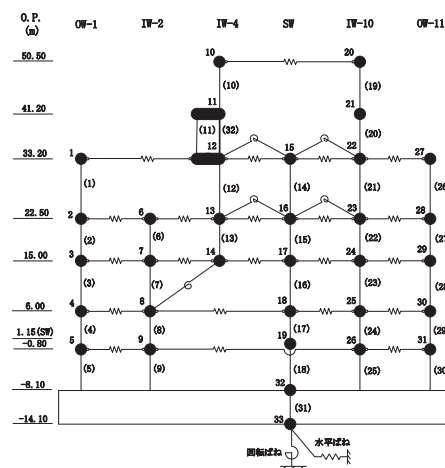
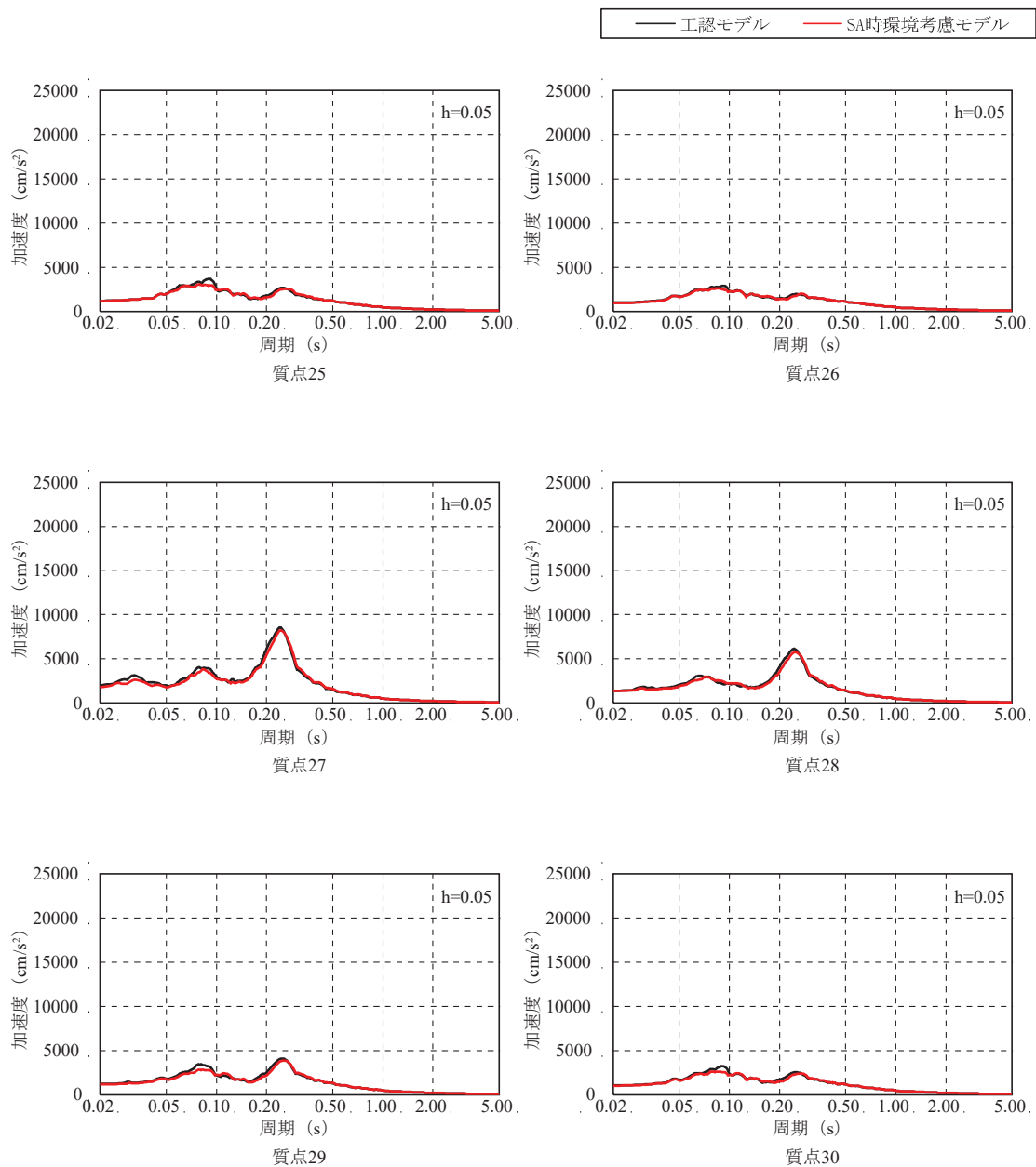


図 3-18(5) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 $S_s - D2$, EW 方向, 減衰 5%) (5/6)

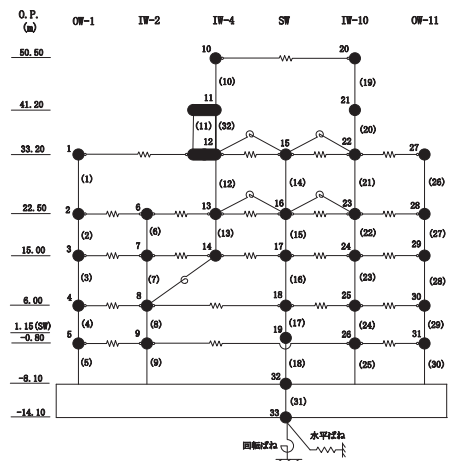
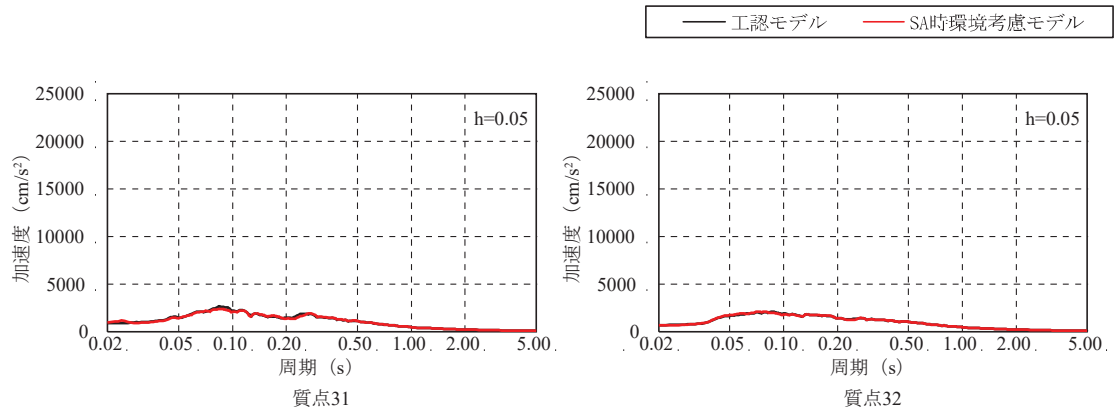


図 3-18(6) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 S_s-D2, EW 方向, 減衰 5%) (6/6)

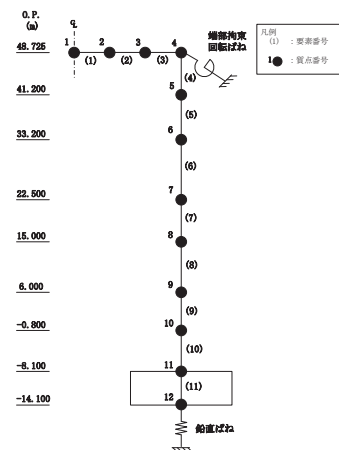
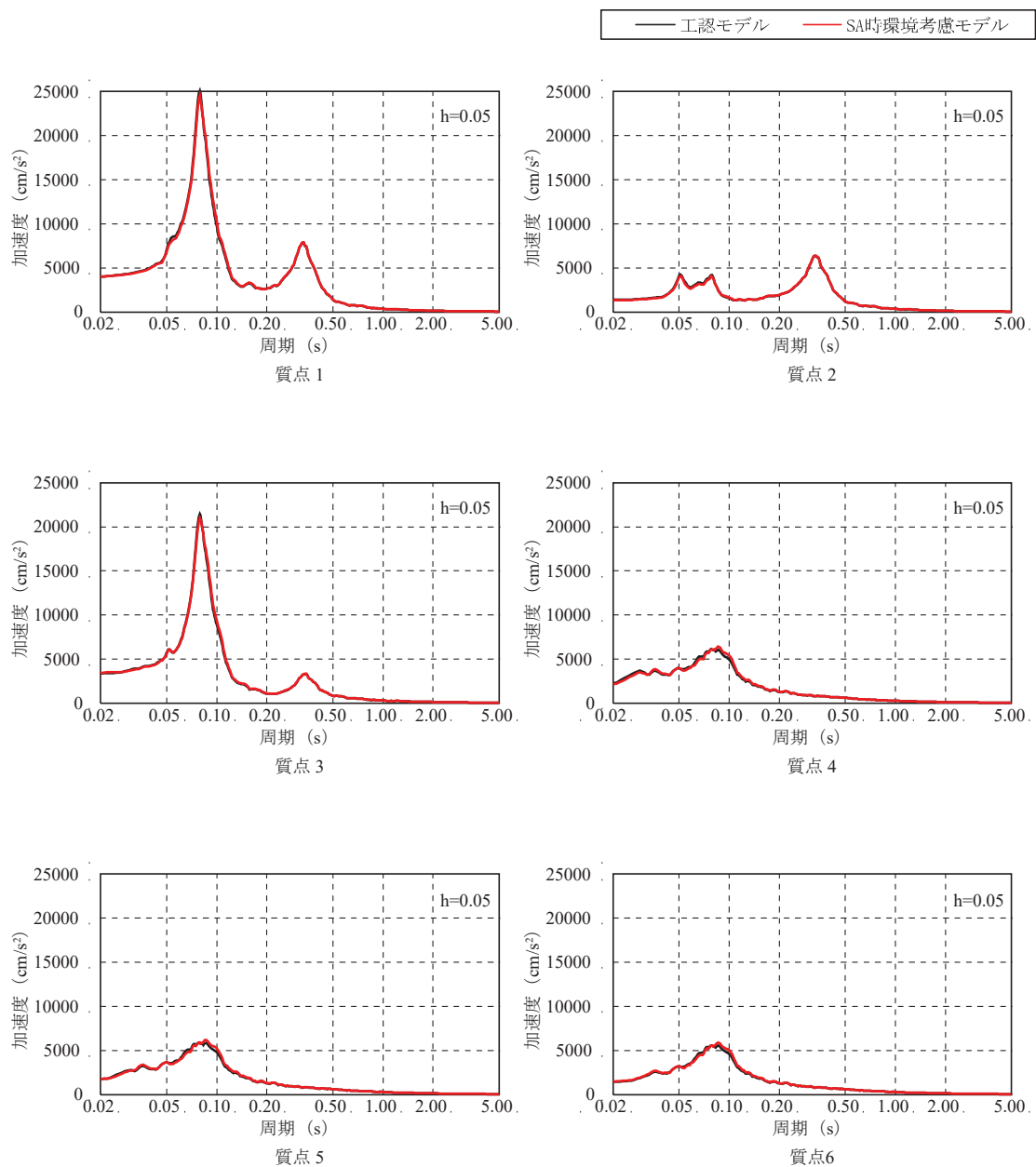


図 3-19(1) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 S_s-D 2, 鉛直方向, 減衰 5%) (1/2)

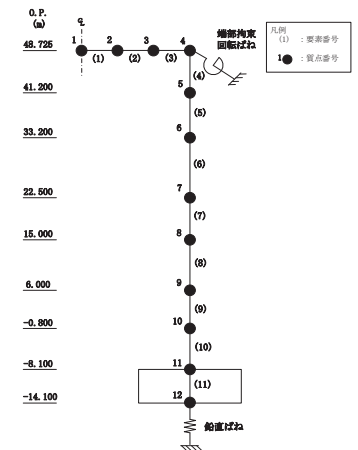
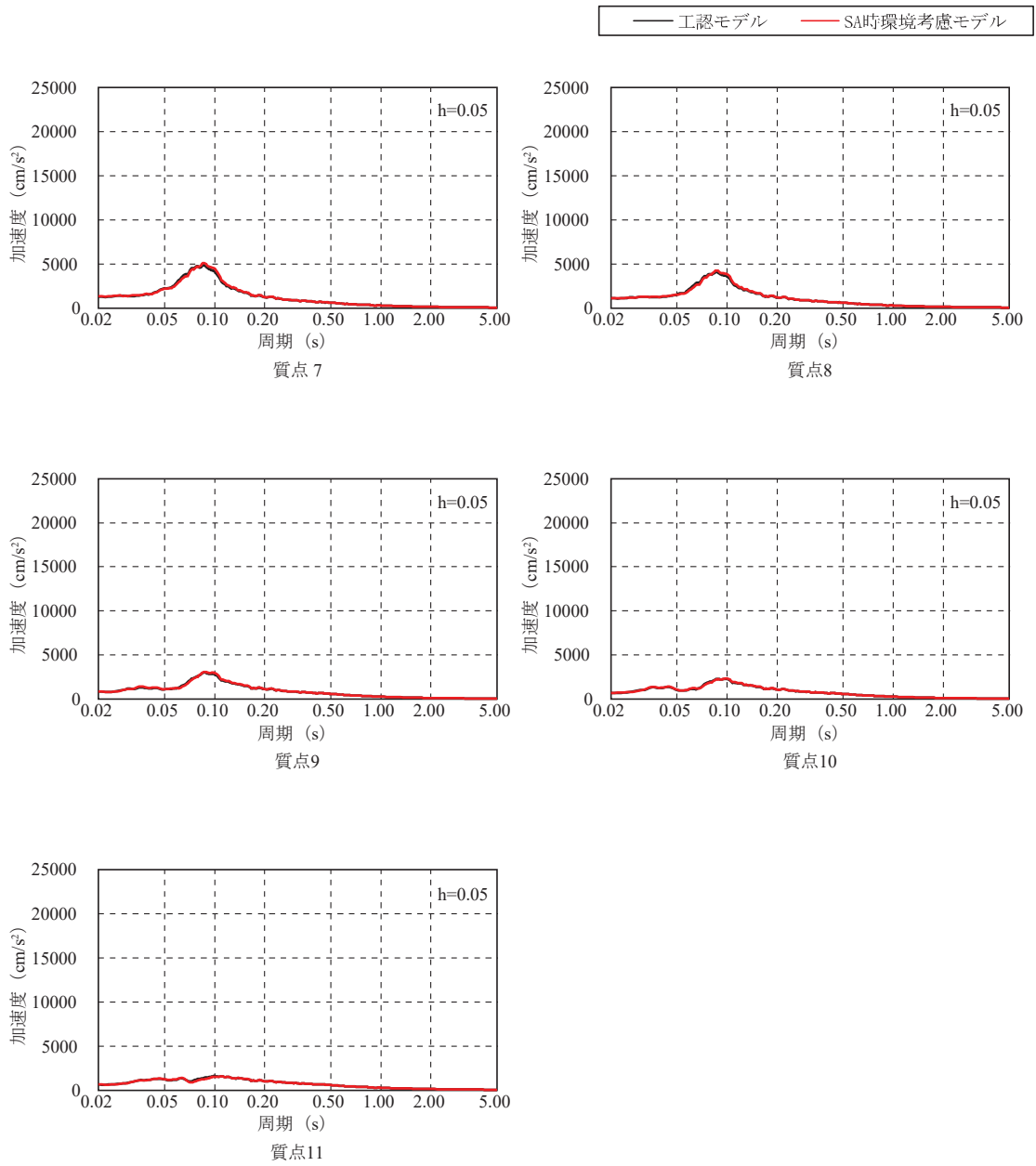


図 3-19(2) 床応答スペクトルの比較

(基準地震動 S_s-D2, 鉛直方向, 減衰 5%) (2/2)

5. まとめ

各施設に対する確認結果を以下に示す。

5.1 「原子炉建屋の地震応答解析による評価」に与える影響

重大事故等時における熱の影響を考慮し、「SA 時環境考慮モデル」を用いて、基準地震動 $S_s - D 2$ に対する地震応答解析を実施し、「工認モデル」を用いた結果と比較した。

その結果、「SA 時環境考慮モデル」の固有周期はコンクリートの剛性を低減させた影響により「工認モデル」に比べて僅かに大きくなるものの、ほぼ同程度となることを確認し、最大応答値及び最大接地圧については「工認モデル」の結果とおおむね整合することを確認した。更に、「原子炉建屋の地震応答解析による評価」に与える影響についても確認を行った。

原子炉建屋に生じる最大応答せん断ひずみ及び最大接地圧（材料物性の不確かさを考慮した基準地震動 $S_s - D 1 \sim S_s - N 1$ に対する包絡値）に、基準地震動 $S_s - D 2$ に対する「SA 時環境考慮モデル」と「工認モデル」の応答比（「SA 時環境考慮モデル」/「工認モデル」）を乗じた値が許容限界を超えないことを確認した。また、床応答スペクトルが「工認モデル」と「SA 時環境考慮モデル」ではほぼ同程度になることを確認した。

5.2 「機器・配管系の評価」に与える影響

「機器・配管系の評価」に与える影響は、「SA 時環境考慮モデル」及び「SA 時環境考慮連成モデル」を用いて、基準地震動 S_s ($S_s - D 1 \sim S_s - N 1$ (7波)) に対する地震応答解析を実施し、応答結果を包絡して作成した「影響確認用耐震条件」と「工認モデル」及び「大型機器系の地震応答解析モデル」によって作成した「耐震計算に用いる耐震条件」との応答比率を用いて簡易評価を行った。簡易評価の結果、許容値を満足しなかった設備に対して、影響確認用耐震条件による耐震計算を行い、算出応力が許容応力以下となることを確認した。確認結果は以下の通り。

① 原子炉建屋に設置した機器・配管系に対する確認結果

簡易評価の結果で許容値を満足しなかった 6 設備に対して、影響確認用耐震条件による耐震計算を行い、算出応力が許容応力以下となることを確認した。

② 大型機器系の地震応答解析モデルの応答を用いる機器・配管系に対する確認結果

簡易評価の結果で許容値を満足しなかった 8 設備に対して、影響確認用耐震条件による耐震計算を行い、算出応力が許容応力以下となることを確認した。

別紙 5-2 SA 時環境考慮モデルにおける床ばねの応答について

目 次

1. 概要.....	別紙 5-2- 1
2. SA 時環境考慮モデルによる床ばねの最大応答せん断応力度.....	別紙 5-2- 1
3. EW 方向の床ばねの応答に対する検討.....	別紙 5-2- 3
4. EW 方向の床ばね（部材番号(2)，(7)及び(12)）を非線形ばねとした場合 の検討.....	別紙 5-2- 4
4.1 解析方法.....	別紙 5-2- 4
4.2 非線形特性のモデル化方法.....	別紙 5-2- 5
4.3 床応答スペクトルの比較.....	別紙 5-2- 8
4.4 床ばね（部材番号(2)，(7)及び(12)）の最大応答せん断ひずみ.....	別紙 5-2-10

1. 概要

「SA 時環境考慮モデル」では、床ばねを線形モデルでモデル化していることから、その応答について確認する。

2. SA 時環境考慮モデルによる床ばねの最大応答せん断応力度

床ばねは線形モデルとしていることから、概ね弾性範囲の応答であることを確認する。ここでは、コンクリート強度より求められる床のせん断スケルトンカーブの第一折点 τ_1 と応答最大せん断応力度を比較する。 τ_1 を超える応力度となった場合には別途検討を行う。検討にあたっては全周期帯の応答が大きく、耐震評価への影響も大きい基準地震動 $S_s - D2$ を用いる。図 2-1 に原子炉建屋の地震応答解析モデルの床ばね部材番号を、表 2-1 に原子炉建屋の基準地震動 $S_s - D2$ に対する地震応答解析における床ばねの最大応答せん断応力度の確認結果を示す。

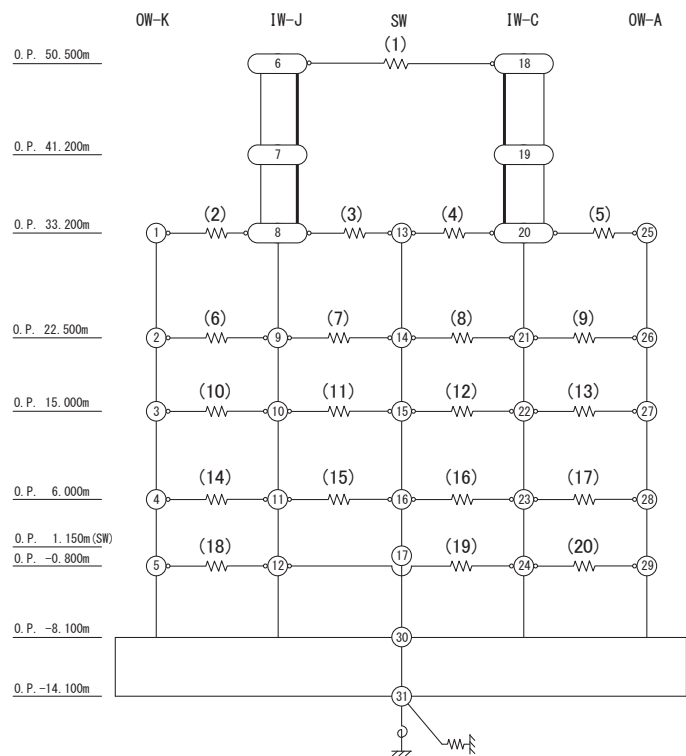
NS 方向は全ての床ばねの最大応答せん断応力度が τ_1 以下であり、概ね弾性範囲であることを確認した。一方で EW 方向については、一部の床ばねの最大応答せん断応力度が τ_1 を上回ることを確認した。

表 2-1 原子炉建屋の床ばねの最大応答せん断応力度

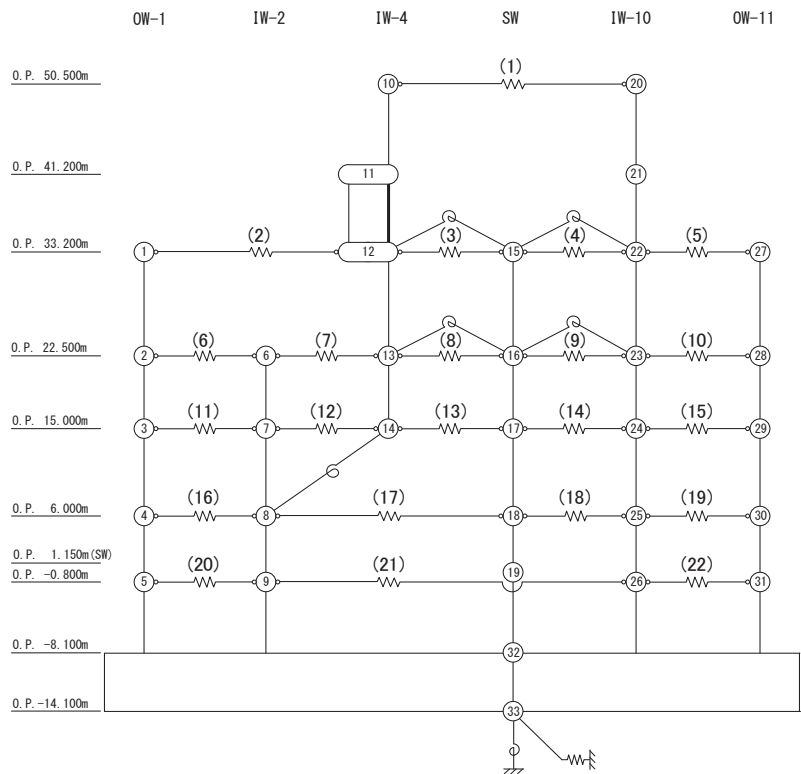
(単位：N/mm²)

NS 方向	EW 方向
1.73 (部材番号(2))	2.75 (部材番号(7))

注：床のせん断スケルトンカーブの第一折点 τ_1 ($0.31\sqrt{Fc}$) : 1.78 N/mm²



(a) NS 方向



(b) EW 方向

図 2-1 原子炉建屋の地震応答解析モデル (床ばね部材番号)

3. EW方向の床ばねの応答に対する検討

一部の床ばねの最大応答せん断応力度が τ_1 を超えたことから、最大応答せん断ひずみを確認する。図3-1に原子炉建屋EW方向の床ばねの最大応答せん断応力度、最大応答せん断ひずみを示す。

最大応答せん断ひずみの値は、最大で 0.32×10^{-3} である。これは、コンクリートのせん断ひび割れが生じる始める程度の変形であるが、線形ばねとしてモデル化していることから床ばねを非線形ばねとした場合の検討を実施する。

	OW-1 (R1)	IW-2 (R2)	IW-4 (R4)	SW	IW-1 (R10)	OW-11 (R11)	
OP+50.5	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">1.51 0.13</td> </tr> </table>						1.51 0.13
1.51 0.13							
OP+33.2	上段：最大応答せん断応力度 (N/mm ²)						
OP+22.5	下段：最大応答せん断ひずみ (×10 ⁻³)						
OP+22.5	1.78 0.16		0.55 0.05		1.51 0.13	1.63 0.14	
OP+22.5	0.25 0.02	2.75 0.32	0.43 0.05		1.02 0.12	1.31 0.12	
OP+15.0	0.94 0.08	1.97 0.19	0.48 0.05		1.11 0.11	1.02 0.09	
OP+ 6.0	0.66 0.06	0.36 0.04			0.40 0.04	0.71 0.06	
OP- 0.8	0.33 0.03	0.12 0.01				0.42 0.04	

図3-1 原子炉建屋の床ばねの応答結果
(EW方向, S_s-D2)

4. EW方向の床ばね（部材番号(2)，(7)及び(12)）を非線形ばねとした場合の検討

原子炉建屋 EW 方向では，床ばね（部材番号(2)，(7)及び(12)）において最大応答せん断応力度が床のせん断スケルトンカーブの第一折点 τ_1 を超えたことから，これらを非線形ばねとした場合（以下「SA 時環境考慮床ばね非線形モデル」という。）の解析を実施し，線形ばねとした場合（以下「SA 時環境考慮床ばね線形モデル」という。）の結果と床応答スペクトルを比較するとともに，床ばねの最大応答せん断ひずみを確認する。

4.1 解析方法

最大応答せん断応力度が τ_1 を上回った床ばね要素に非線形特性を設定した地震応答解析モデルによる地震応答解析を行い，建屋全体の床応答への影響を確認する。図 4-1 に非線形特性を設定した床ばねを示す。

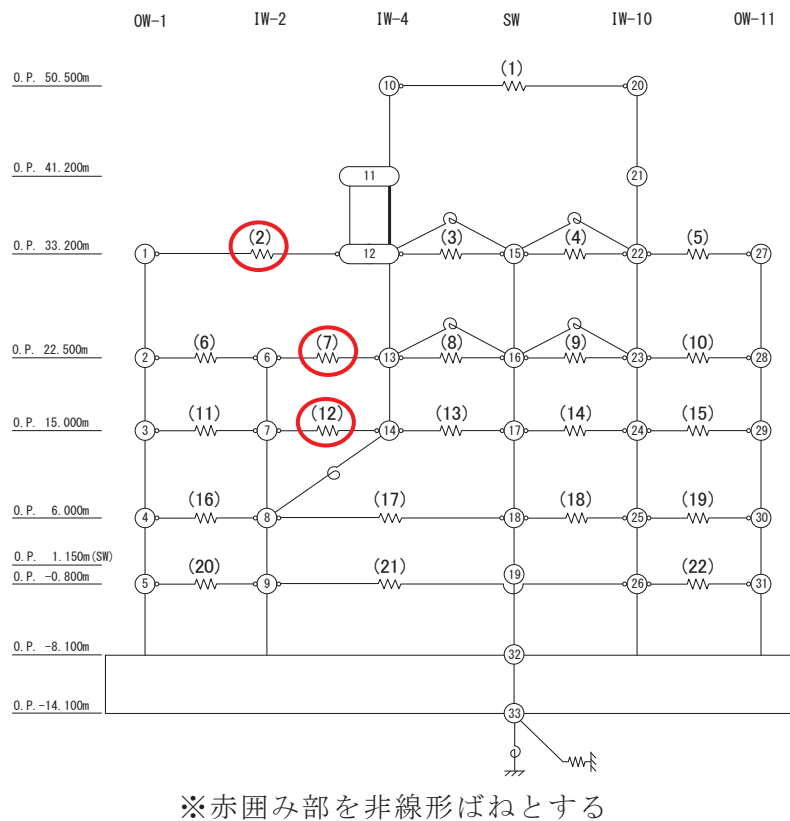


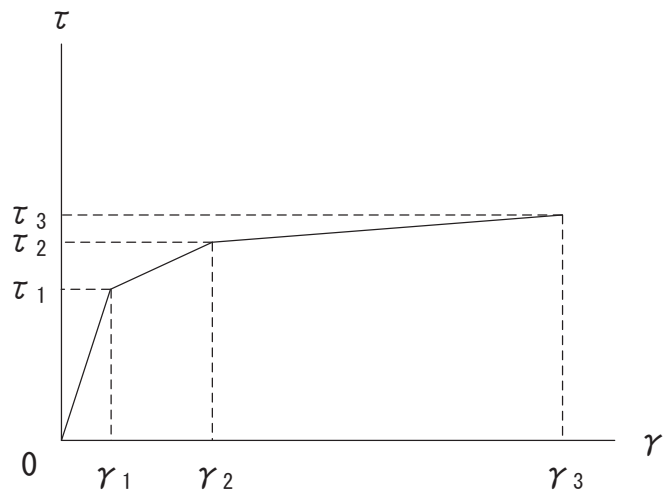
図 4-1 原子炉建屋の地震応答解析モデル（床ばね部材番号（EW 方向））

4.2 非線形特性のモデル化方法

床ばねの非線形特性は、重大事故等における熱の影響による剛性低下を考慮したうえで、「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づきトリリニア型のせん断スケルトンカーブとする。終局点は1つの床ばねに配筋と厚さが異なる領域が混在していることから、最も鉄筋比が小さい断面の鉄筋比を適用する。表4-1に設定したスケルトンカーブの諸数値を、図4-2に床ばねのせん断応力度-せん断ひずみ関係を、図4-3に床ばねのせん断応力度-せん断ひずみ関係の履歴特性を示す。

表4-1 床ばねのせん断力のスケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係) EW 方向モデル

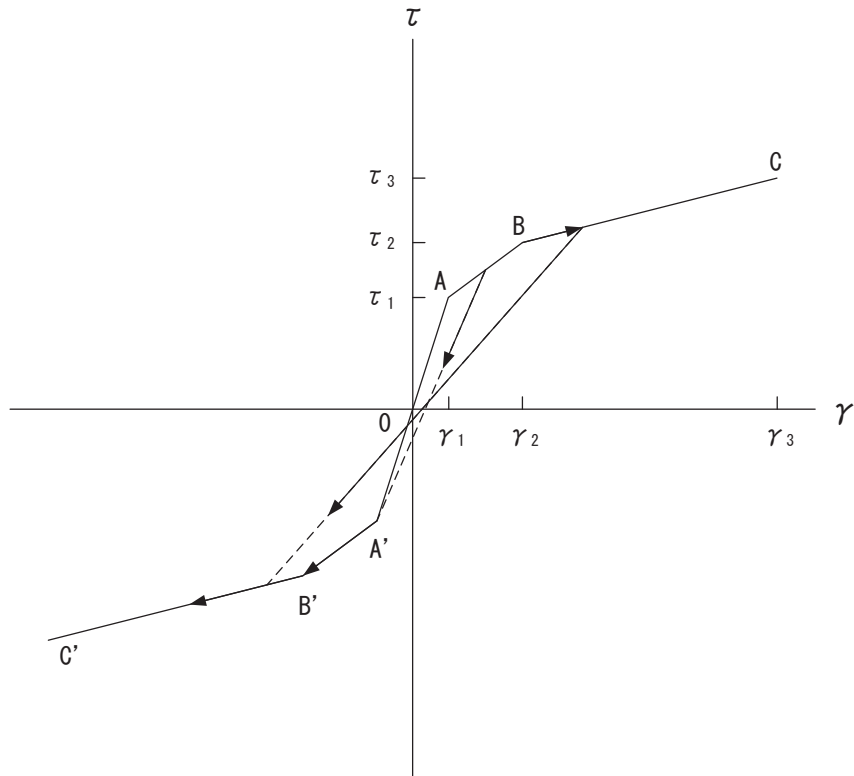
部材番号	τ_1 (N/mm ²)	τ_2 (N/mm ²)	τ_3 (N/mm ²)	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)	γ_3 ($\times 10^{-3}$)
(2)	1.78	2.39	3.17	0.158	0.468	4.00
(7)	1.90	2.39	3.17	0.220	0.468	4.00
(12)	1.81	2.39	3.17	0.175	0.468	4.00



床ばねのせん断応力度－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カーブとする。

- 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 ($=4.0 \times 10^{-3}$)

図 4-2 床ばねのせん断応力度－せん断ひずみ関係



床ばねのせん断応力度－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。

- a. 0-A 間：弾性範囲
- b. A-B 間：負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第 1 折点を越えていない時は負側第 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 4-3 床ばねのせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

4.3 床応答スペクトルの比較

図 4-4 に SA 時環境考慮床ばね線形モデルと SA 時環境考慮床ばね非線形モデルの床応答スペクトル（減衰 5%）を比較して示す。両者にわずかな違いは見られるが顕著な差はないことを確認した。

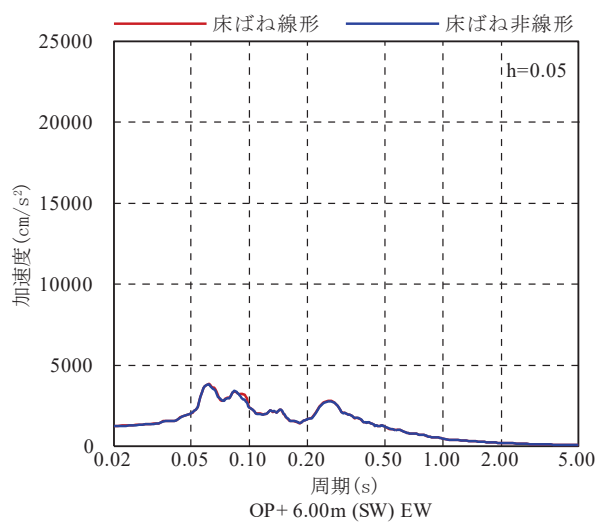
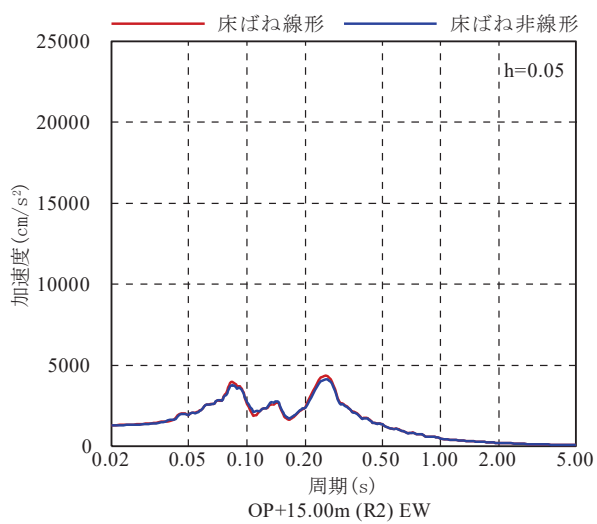
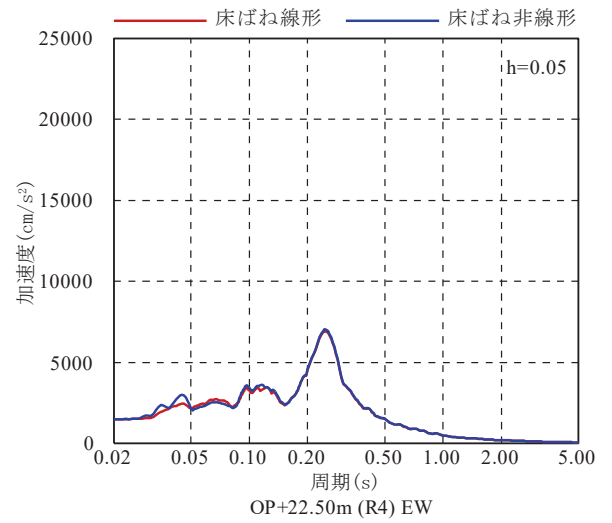
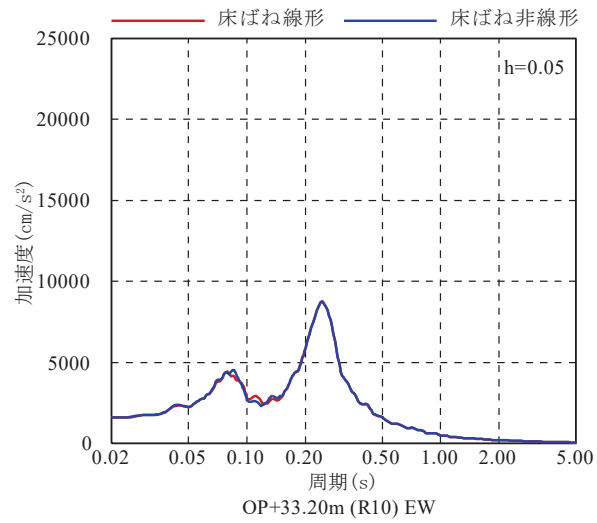
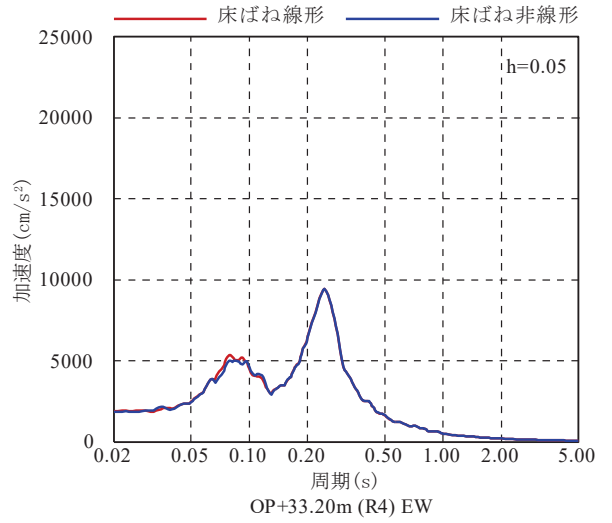
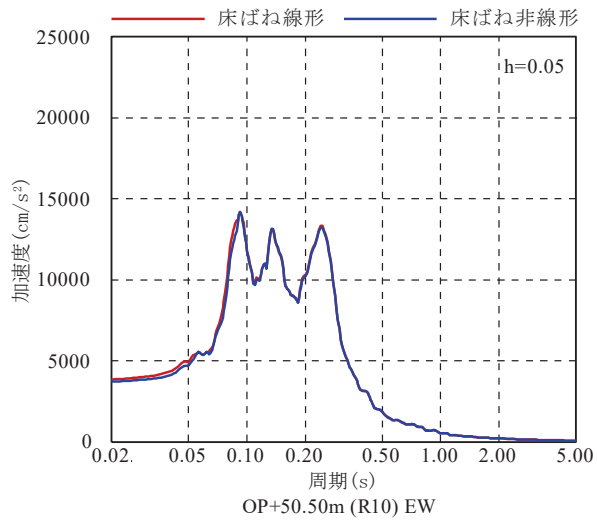


図 4-4 床応答スペクトルの比較 (EW 方向, S s - D 2)

4.4 床ばね（部材番号(2)，(7)及び(12)）の最大応答せん断ひずみ

表 4-2 に床ばね非線形モデルの床ばね（部材番号(2)，(7)及び(12)）の最大応答せん断ひずみを示す。最大応答せん断ひずみは，部材番号(2)では 0.159×10^{-3} ，部材番号(7)では 0.425×10^{-3} ，部材番号(12)では 0.240×10^{-3} となっている。部材番号(7)は，ひび割れが生じるとされるせん断ひずみ ($0.2 \sim 0.3 \times 10^{-3}$) を超えているものの第2折点の 0.468×10^{-3} （表 4-3 参照）以下であることを確認した。これらの結果から，2次格納施設のバウンダリとしての遮へい性，気密性（評価基準値であるせん断ひずみ 2.0×10^{-3} ）に対しても問題はないと考えられる。

表 4-2 SA 時環境考慮床ばね非線形モデルの床ばねの最大応答せん断ひずみ

入力波	部材番号	$\gamma_{\max} (\times 10^{-3})$
S s - D 2	(2)	0.159
	(7)	0.425
	(12)	0.240