

**4号機原子炉建屋に関する中越沖地震の
シミュレーション解析について - 追加検討 -
(改定2)**

平成20年9月2日

東京電力株式会社

目次

1-1 背景

1-2 これまでのシミュレーション解析結果

2-1 3次元FEMモデルによる詳細検討概要

2-2 3次元FEMモデル

2-3 3次元FEMモデルによる検討結果(床応答スペクトル)

2-4 3次元FEMモデルによる検討結果(伝達関数の比較)

2-5 3次元FEMモデルによる検討結果(固有周期の比較)

3-1 3次元FEMモデルを踏まえた簡便なモデルによる検討

3-2 5軸質点系モデル

3-3 5軸質点系モデルによる検討結果

4 まとめ

1-1 背景

4号機原子炉建屋を対象とした新潟県中越沖地震に関するシミュレーション解析については、これまで2007年10月23日と2007年12月25日の2回にわたり構造WGへ報告している。

ただし、NS方向の解析結果と観測記録との整合性の一部に課題が残っていることから更なる追加検討を実施した。

追加検討では、JNES殿による検討結果を参考として、下記の2項目を実施した。

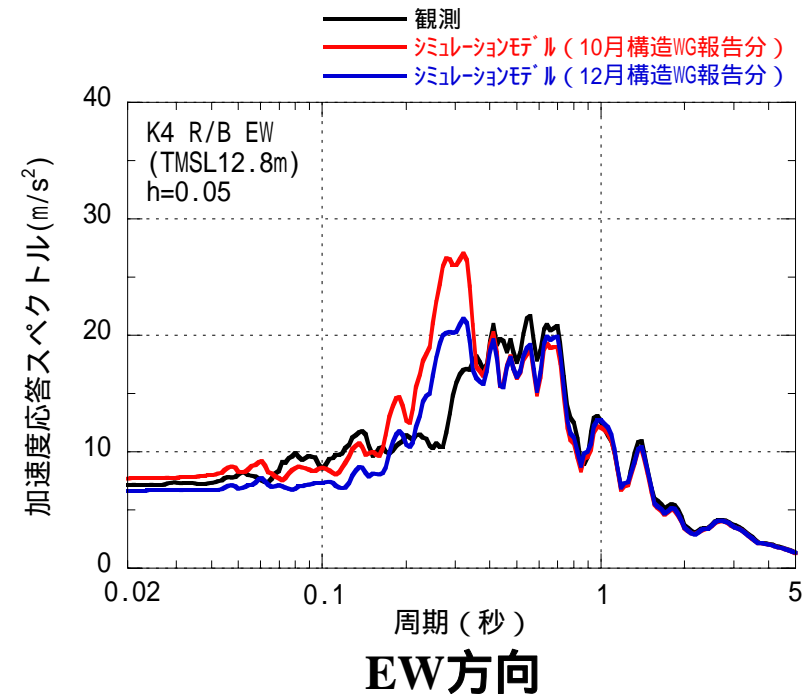
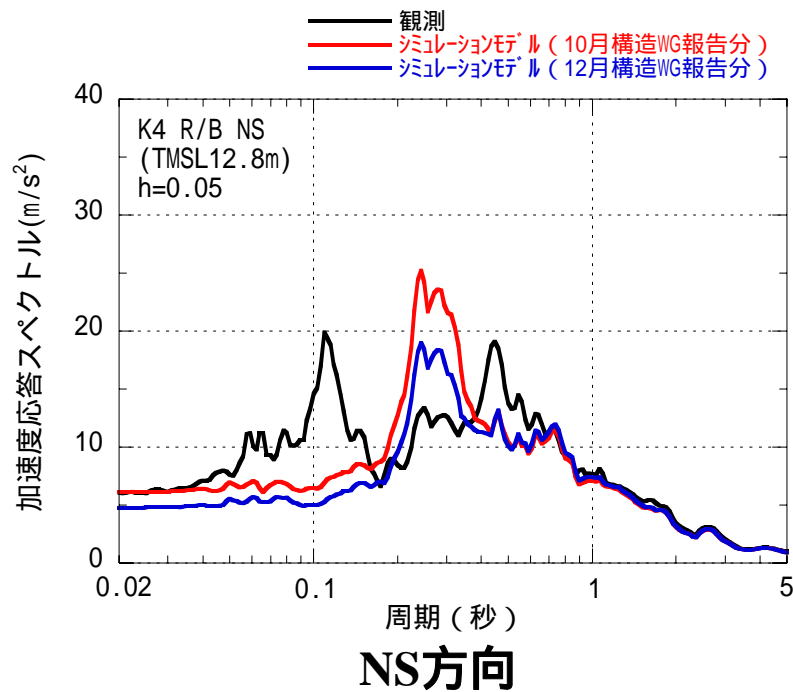
3次元FEMモデルによる詳細検討

3次元FEMモデルを踏まえた質点系モデルによる検討

1-2 これまでのシミュレーション解析結果

2007年12月25日の第8回構造WGへの報告状況
4号機原子炉建屋の設置地盤以深の地盤成層性を詳細に
評価した追加検討を実施。

NS方向において、0.1s付近のピークが再現できていない。
NS方向において、0.5s付近のピークが再現できていない。



4号機原子炉建屋の床応答スペクトル図

2-1 3次元FEMモデルによる詳細検討概要

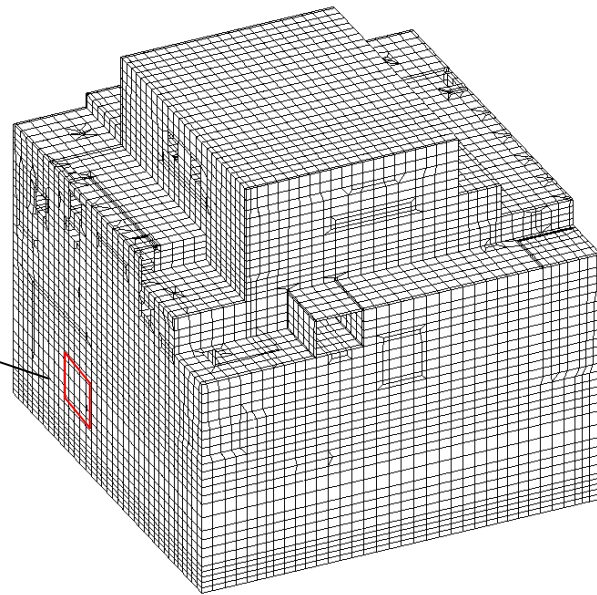
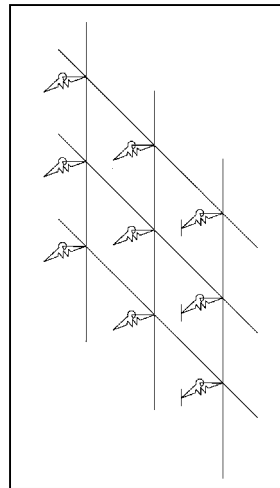
【解析概要】

局所的な応答の影響を確認するために、建屋の実形状に基づき、壁・床・基礎スラブ等を3次元有限要素法によりモデル化する。

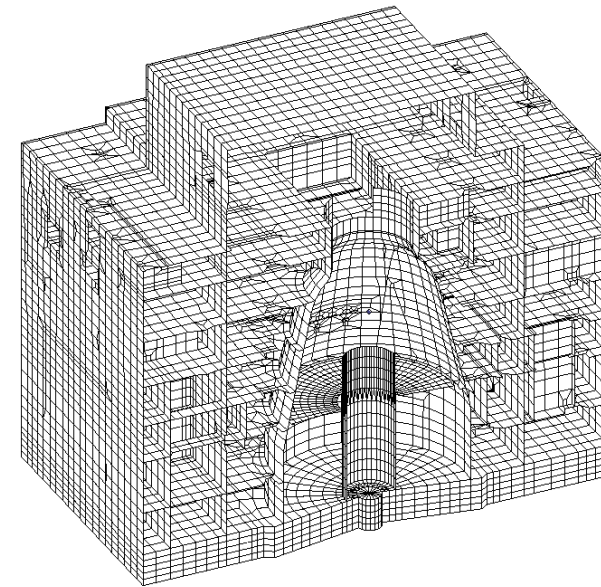
建屋側面および建屋底面の各節点には、質点系モデルで用いている側面水平・回転ばねおよび底面水平・回転ばねを離散化した地盤ばねを各節点に考慮する。ここで、側面地盤ばね(安田層)の剛性は25%に低減する。

2-2 3次元FEMモデル(その1)

地盤ばね接続状況
(拡大図)



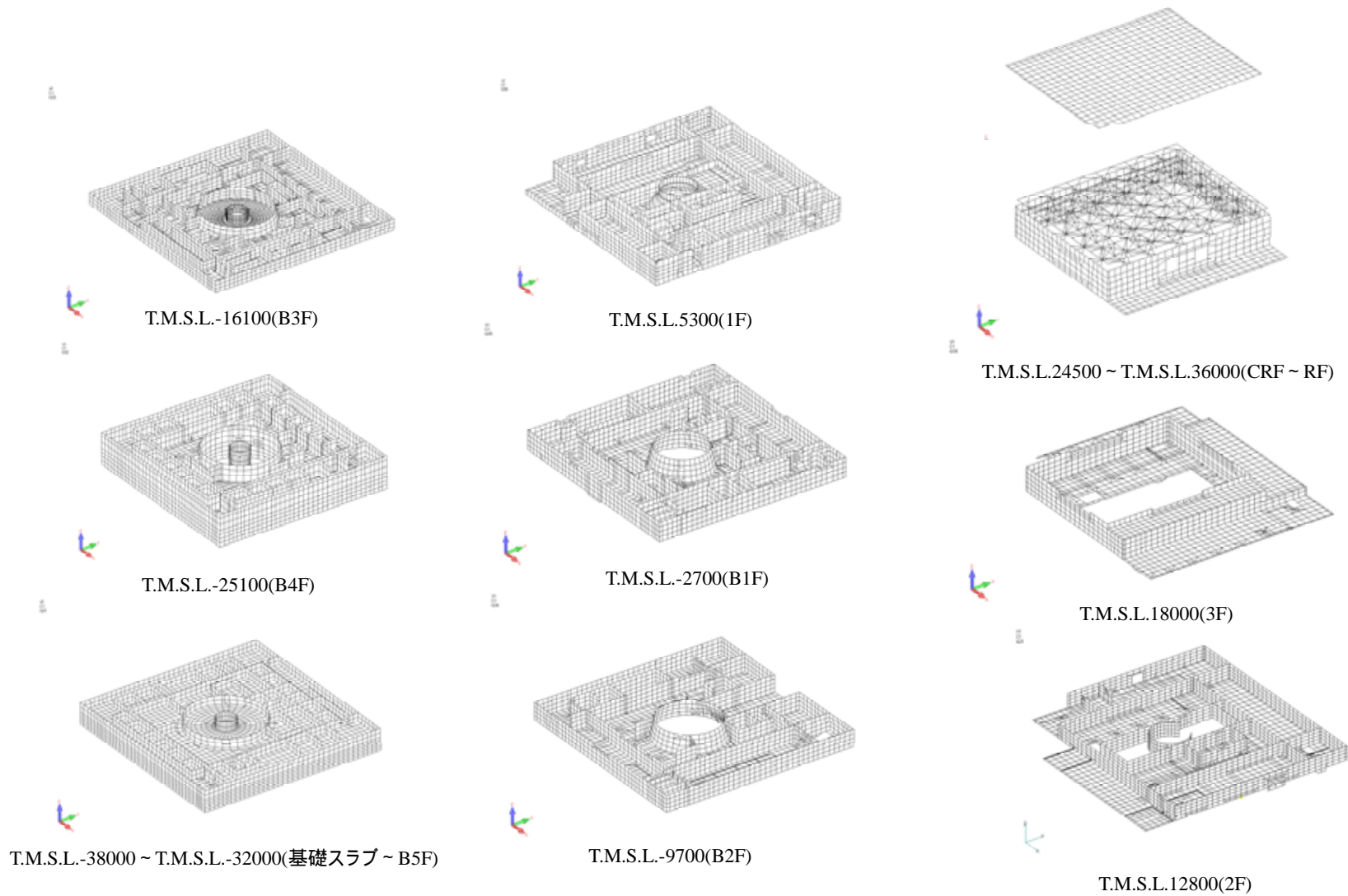
解析モデル(南東面)



解析モデル(西側半分)

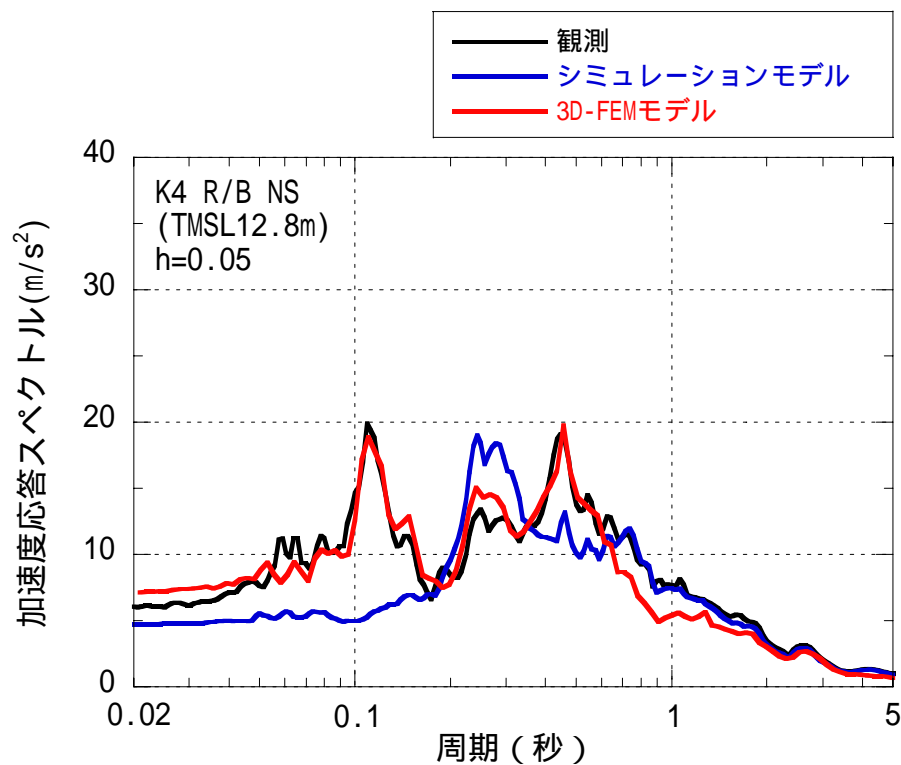
4号機原子炉建屋 3D-FEMモデル(分割図)

2-2 3次元FEMモデル(その2)

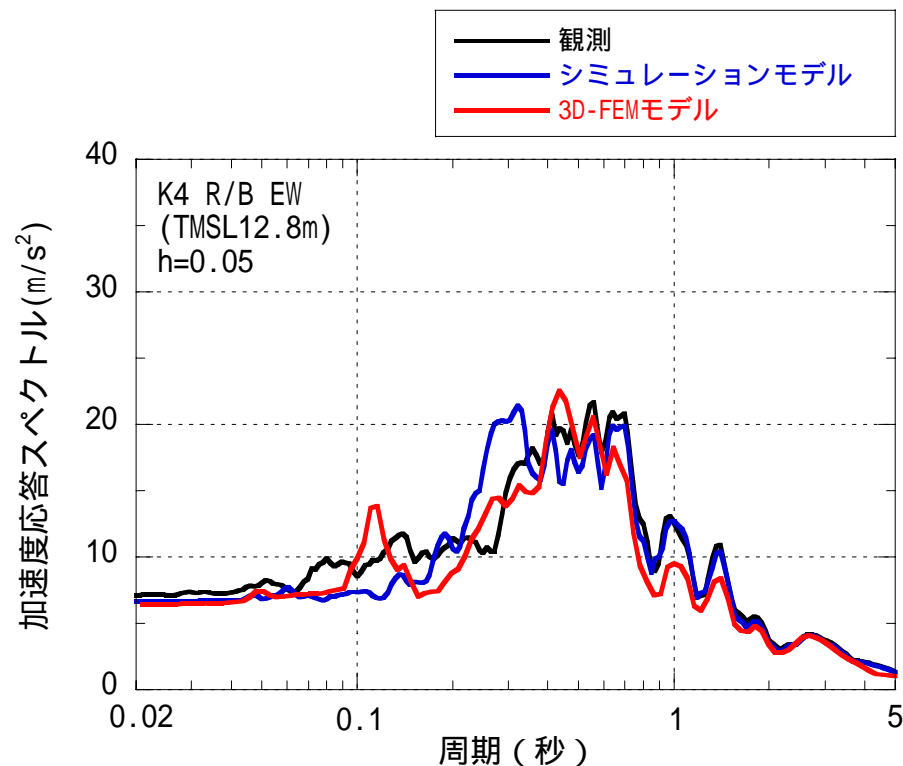


4号機原子炉建屋 3D-FEMモデル(分割図)

2-3 3次元FEMモデルによる検討結果(床応答スペクトル)



NS方向



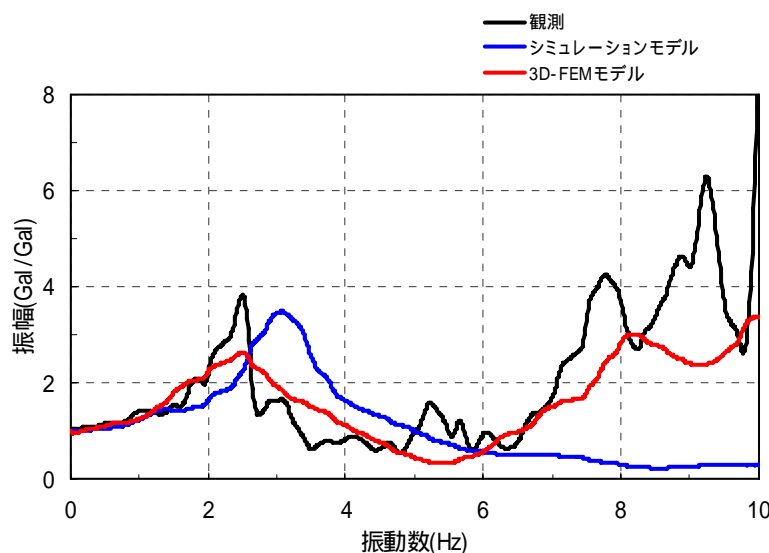
EW方向

4号機原子炉建屋 中間階の加速度応答スペクトル

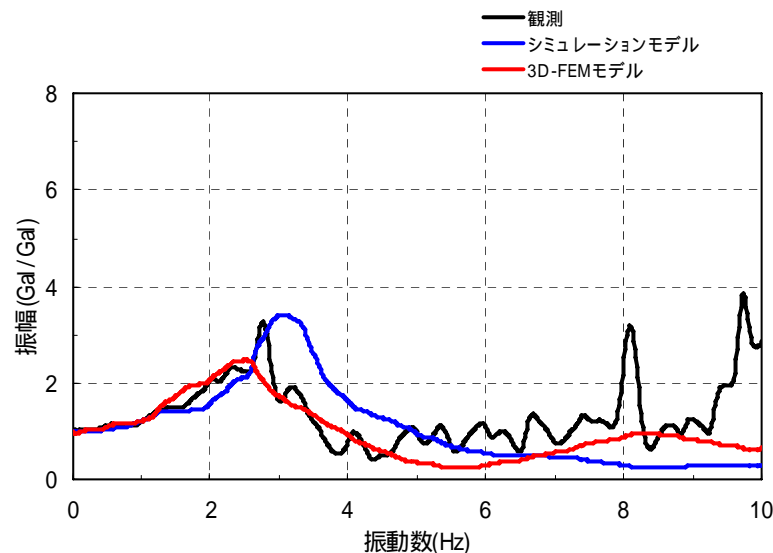
2-4 3次元FEMモデル(伝達関数の比較)

建屋内の応答増幅特性を把握するために、基礎版上に対する中間階の伝達関数を算定し、観測記録と解析結果で比較。

3次元FEMモデルは、NS方向およびEW方向共に2～3Hzにある観測記録のピークを良く捉えている。
3次元FEMモデルは、NS方向の8～10Hzにある増幅特性についても良く捉えている。



NS方向



EW方向

基礎版上 (T.M.S.L.-32.5m) に対する中間階 (T.M.S.L.+12.3m) の伝達関数

2-5 3次元FEMモデル(固有周期の比較 その1)

3次元FEMモデルの固有値解析により、NS方向の主要なモードにおける固有振動数および刺激係数の確認を実施。

NS方向の1次モードが周期0.5秒付近のピークに対応。
NS方向の2次モードが周期0.25秒付近のピークに対応。
42次モードでは、中間階の床が面内方向に変形し、地震観測位置ではNS方向の0.1秒付近のピークに対応していると考えられる。

なお、床の面内変形に伴うせん断ひずみを計算すると、 1.0×10^{-4} 程度であり、十分弾性範囲に収まっている。

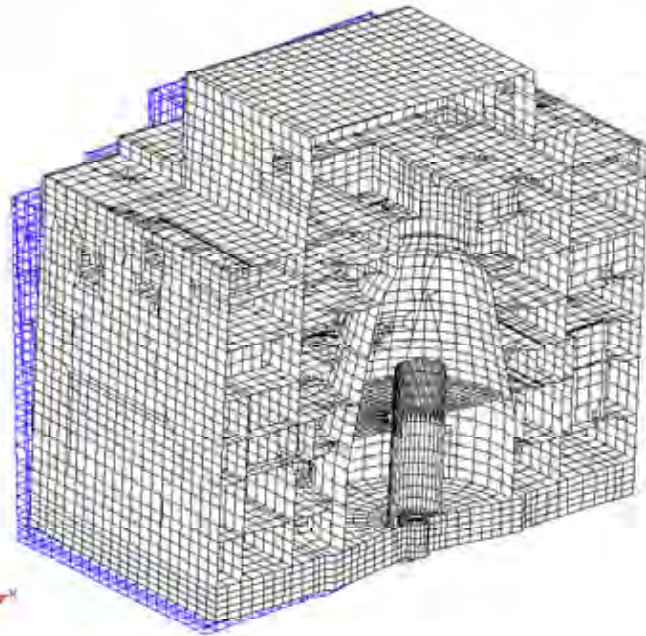
3次元FEMモデルの固有値解析結果

次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	刺激係数			備考
			X: NS方向	Y: EW方向	Z: 鉛直方向	
1	2.00	0.501	1.687	-0.264	-0.010	建屋NS方向1次モード
5	4.19	0.239	0.959	-0.393	0.181	建屋NS方向2次モード
42	8.31	0.120	-0.945	-0.054	0.056	中間階床面内変形モード

)各モードごとに固有ベクトルの最大値を1に基準化して得られる刺激係数を示す。

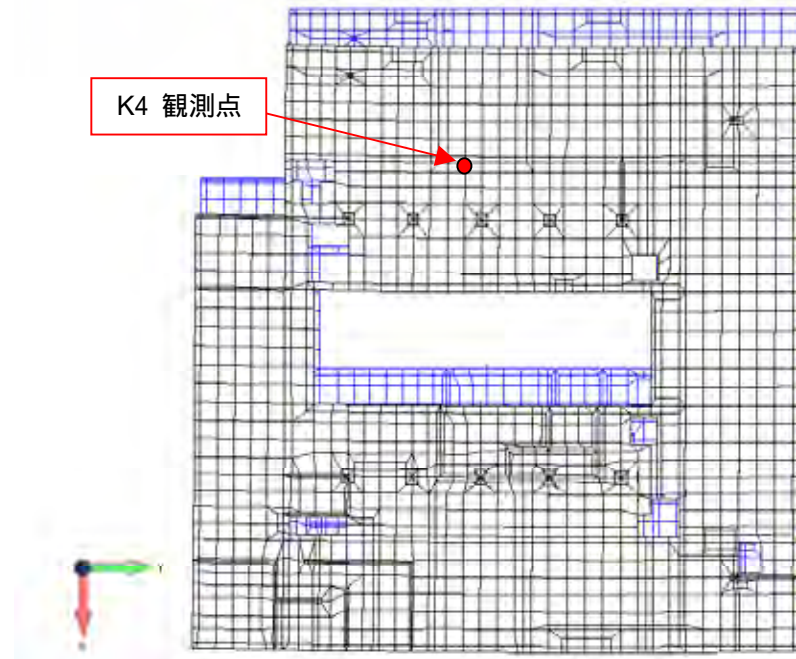
2-5 3次元FEMモデル(固有周期の比較 その2)

VI
C1
G11



Output Set: Mode 1 1.995914 Hz
Deformed(0.017): Total Translation

VI
C1
G12

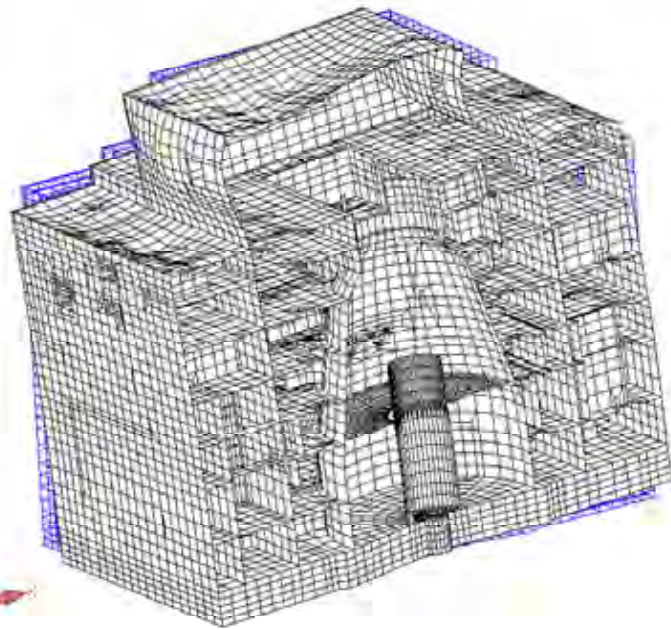


Output Set: Mode 1 1.995914 Hz
Deformed(0.017): Total Translation

NS方向1次モード(2.00Hz)

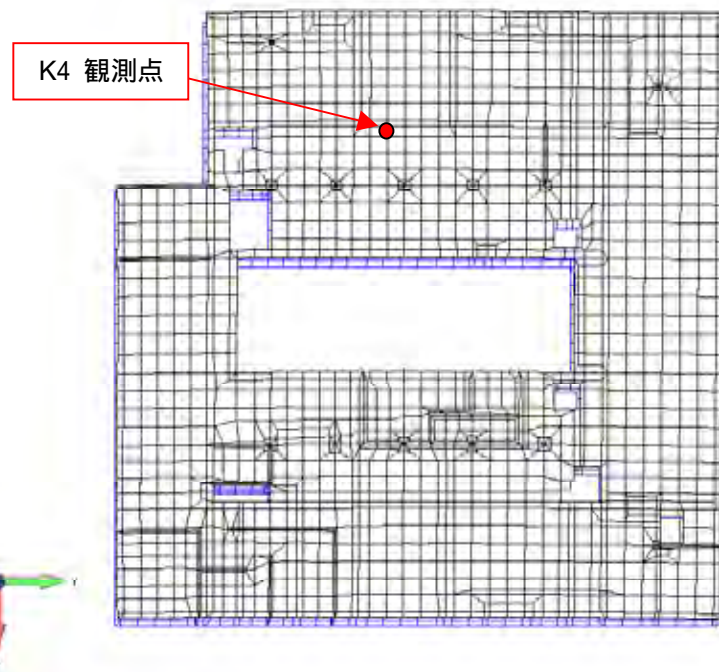
2-5 3次元FEMモデル(固有周期の比較 その3)

VI
C1
G11



Output Set: Mode 5 4.191781 Hz
Deformed(0.076): Total Translation

VI
C1
G12

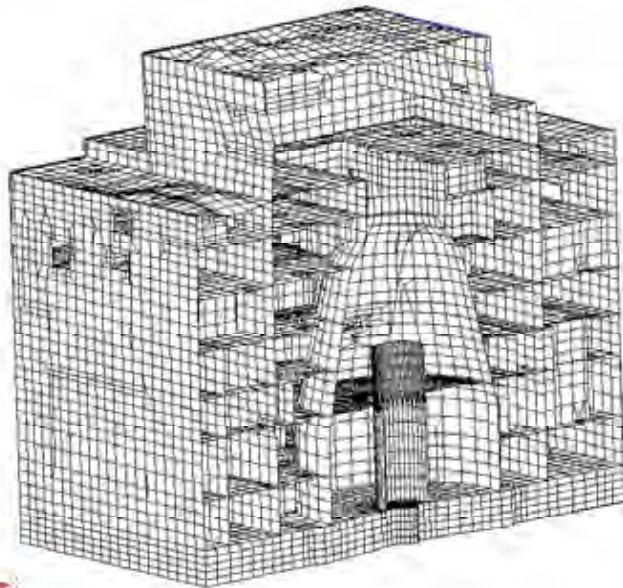


Output Set: Mode 5 4.191781 Hz
Deformed(0.076): Total Translation

NS方向2次モード(4.19Hz)

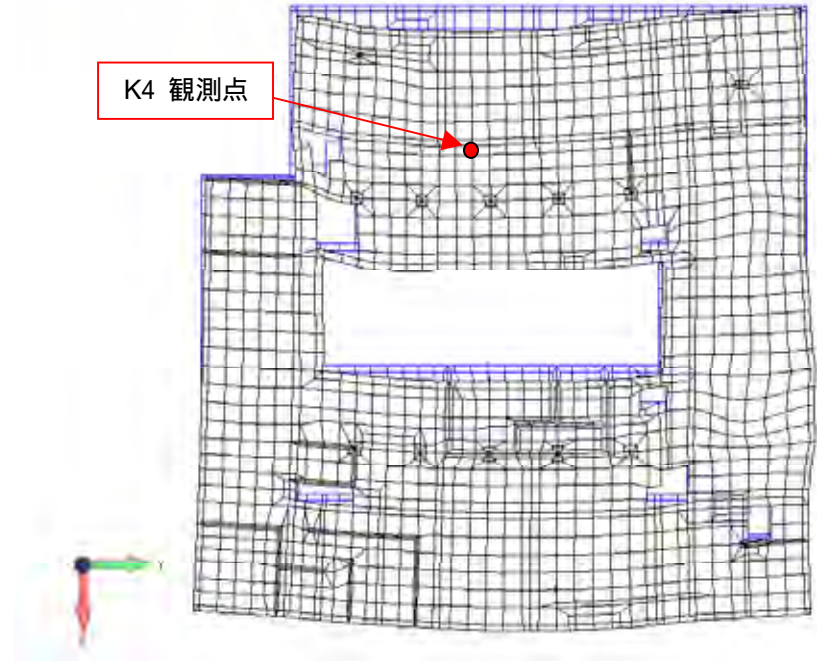
2-5 3次元FEMモデル(固有周期の比較 その4)

VI
C1
G11



Output Set: Mode 42 8.314135 Hz
Deformed0. Total Translation

VI
C1
G12



Output Set: Mode 42 8.314135 Hz
Deformed0. Total Translation

中間階床面内変形 42次モード(4.19Hz)

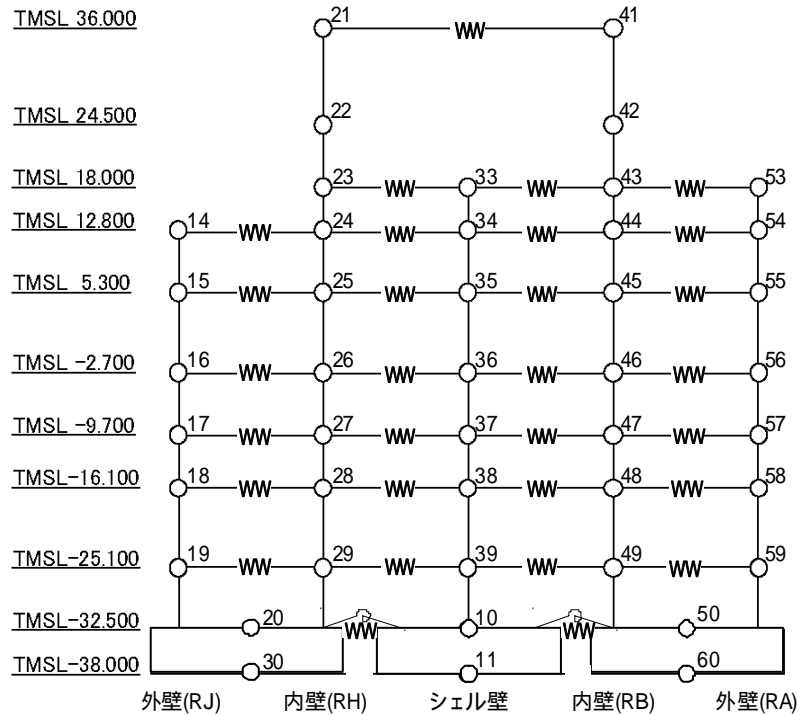
3-1 3次元FEMモデルを踏まえた質点系モデルによる検討

【5軸質点系モデルによる解析概要】

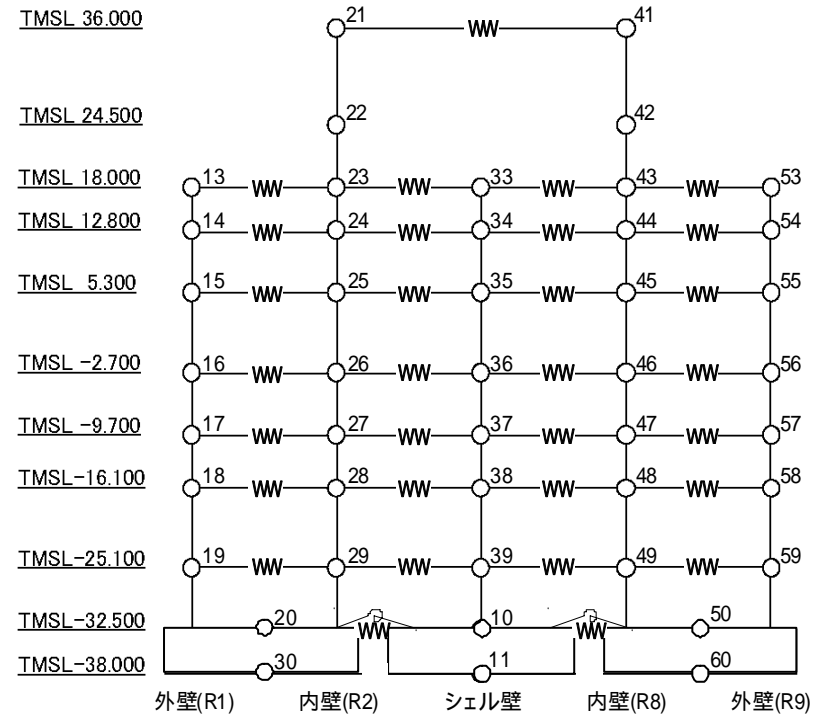
3次元FEMモデルによる検討を踏まえて、床の柔性による局所的な応答の影響を確認するために、建屋を外壁部・内壁部・シェル壁部の5軸に分割した質点系モデルによりモデル化する。

建屋側面および建屋底面には、側面水平・回転地盤ばねおよび底面水平・回転ばねを考慮する。ここで、側面地盤ばね(安田層)の剛性は25%に低減する。

3-2 5軸質点系モデル



NS方向

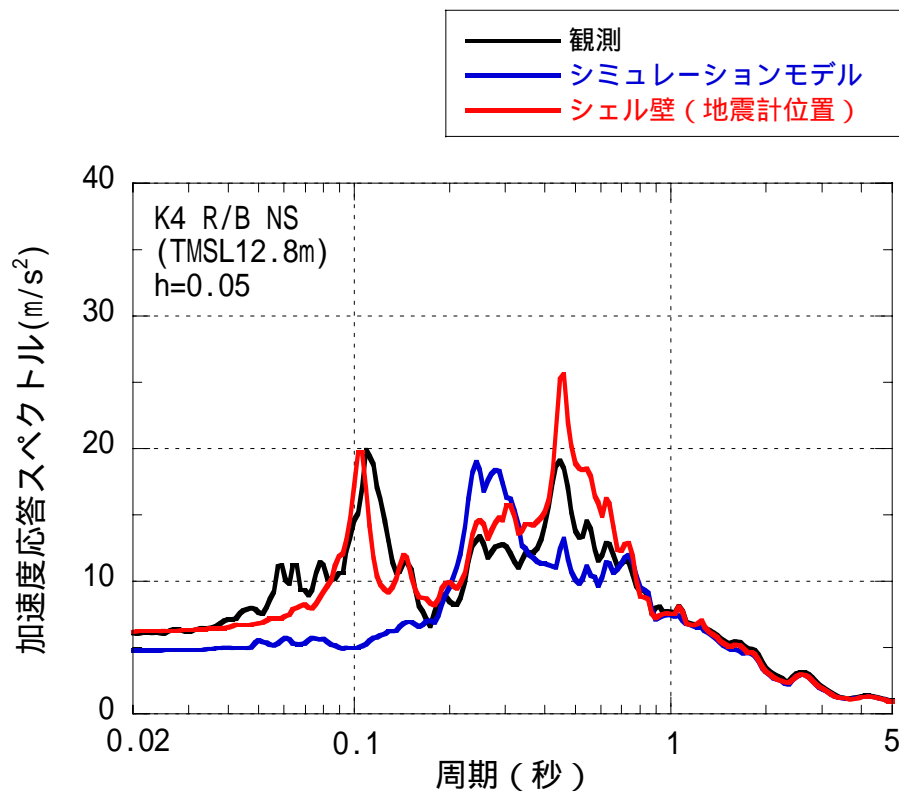


EW方向

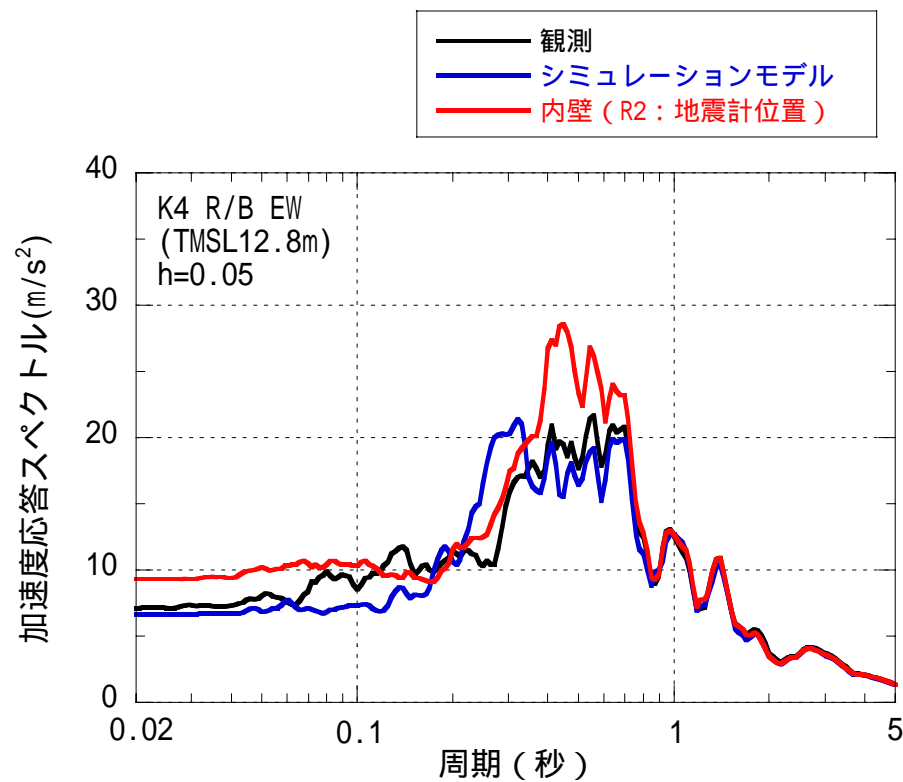
4号機原子炉建屋 5軸質点系モデル

モデル図では地盤ばねについて記載を省略している

3-3 5軸質点系モデルによる検討結果(その1)



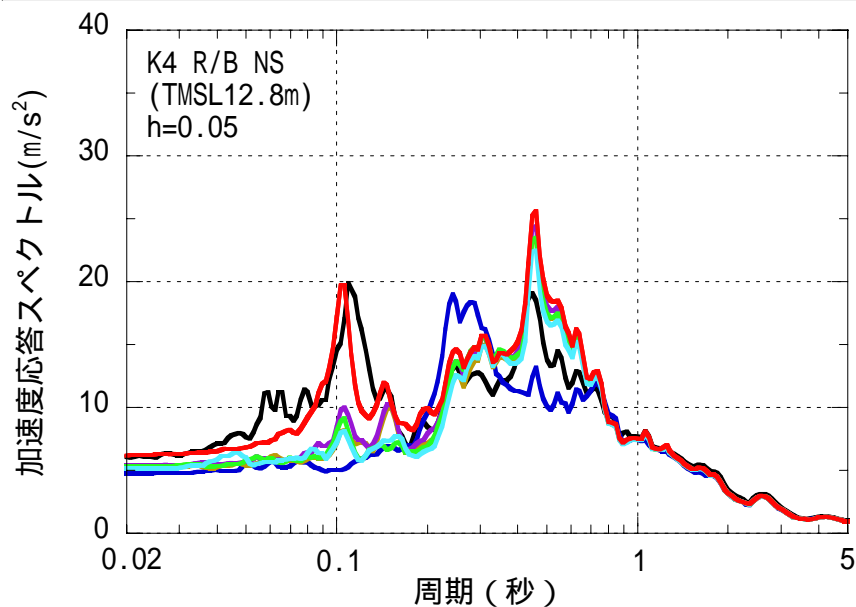
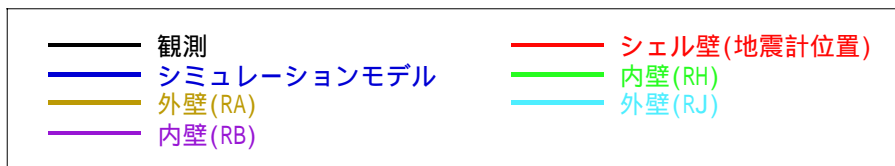
NS方向



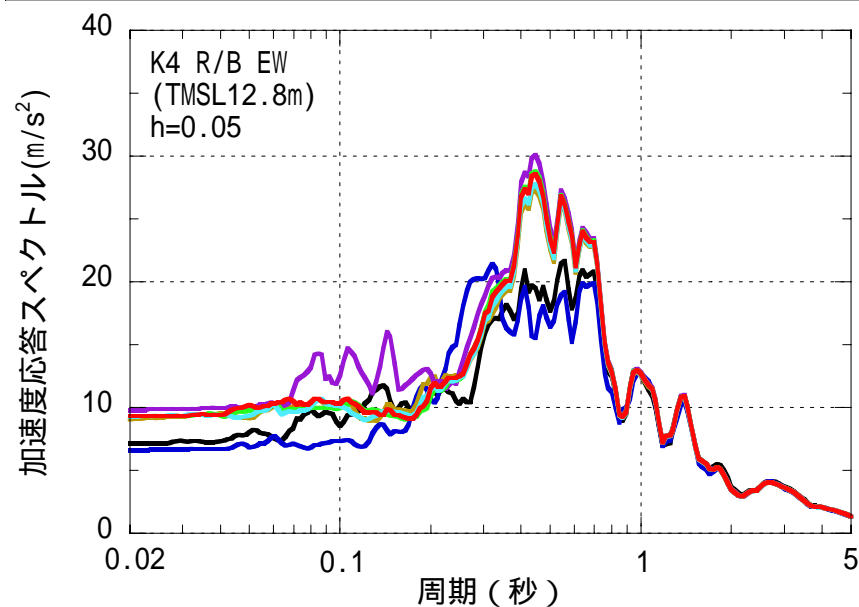
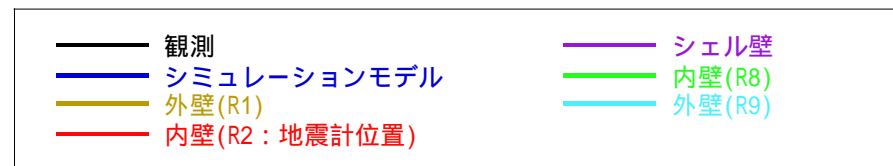
EW方向

4号機原子炉建屋 5軸質点系モデルによる検討結果
(地震計設置軸のみ表示)

3-3 5軸質点系モデルによる検討結果(その2)



NS方向



EW方向

4号機原子炉建屋 5軸質点系モデルによる検討結果(全軸表示)

4 まとめ

【4号機原子炉建屋に関する追加検討のまとめ】

3次元FEMモデルにより評価を実施することで観測記録を再現することができる。

床の柔軟性を考慮した多軸質点系モデルにより評価することで観測記録を再現することができる。

7号機原子炉建屋については、従前のシミュレーションモデルによる評価に加え、床の剛性を考慮した多軸質点系モデルによる確認を実施して、その影響を評価している。
なお、今後の報告を予定している1号機～6号機原子炉建屋についても同様の確認を実施する予定。