

柏崎刈羽原子力発電所3号機

新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る
点検・評価状況について
(原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器建屋)

平成22年11月15日



東京電力

本日のご説明項目

■建物・構築物の点検・評価結果について

- 原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器建屋の点検・評価結果についてご報告する。

1. 本日のご報告内容の概要

1. 本日のご報告内容の概要（1）

■点検結果

- 原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器建屋について、耐震壁のひび割れ調査を実施し、確認された地震により発生したことが否定できないひび割れについては、すべて評価基準値（1.0mm）を下回っていることを確認した。
- 原子炉建屋屋根トラスについては、部材の変形、座屈・破断、溶接部のきれつおよびボルト接合部のボルト破断・緩みについて評価を実施し、異常は確認されなかった。

1. 本日のご報告内容の概要（2）

■耐震健全性評価結果

- 原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器建屋について、地震応答解析を実施し、発生応力が設計配筋量のみで負担可能かについて確認した。
 - ◆原子炉建屋、海水熱交換器建屋の耐震壁は評価基準値を満足することを確認した。
 - ◆タービン建屋の機能維持部位の耐震壁では、発生応力を、コンクリートの負担分を考慮せずに、設計配筋量のみで負担可能なせん断応力度と比較すると、発生応力が上回る部位があった。ただし、コンクリートの負担分を考慮し、せん断スケルトン曲線上の応答値としてみた場合は、第一折れ点を下回る応答であり、弾性範囲にあると判断されることから健全であるものと評価した。
- 原子炉建屋屋根トラスについては、3次元モデルによる地震応答解析を実施し、評価基準値を下回っているかについて確認した。
 - ◆原子炉建屋屋根トラスについて、評価基準値を下回っていることを確認した。

■総合評価結果

- 点検・地震応答解析の両面から評価を行った結果、原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器建屋の健全性が確保されているものと評価した。

2. 構内配置図

2. 構内配置図 (全体)



3. 対象設備の概要

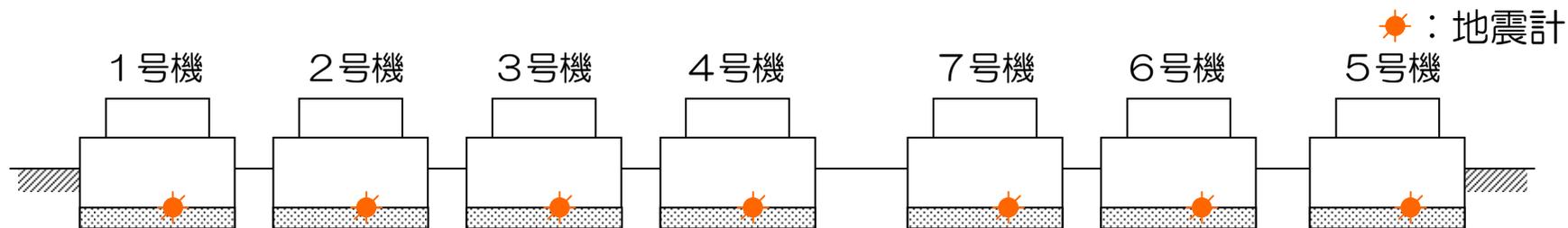
3. 対象設備の概要（点検・評価の対象）

- 建物・構築物の点検・評価対象としては、
 - ① 電気事業法に基づく事業用工作物の工事計画書に記載のあるすべての建物・構築物
 - ② 耐震上重要な機器の間接支持構造物に該当する建物・構築物
 - ③ 安全上の重要度分類クラス1に該当する建物・構築物に該当するものを選定している。

- 3号機の点検・評価の対象は以下のとおり、

- 原子炉建屋（①、②、③に該当）
 - タービン建屋（②に該当）
 - 海水熱交換器建屋（②に該当）
 - 排気筒（①、②に該当）
 - 原子炉補機冷却系配管ダクト（②に該当）
 - 非常用ガス処理系配管ダクト（②に該当）
 - 非常用取水路（③に該当）
- 本資料でご説明する建物・構築物
- 構造W59-3でご説明する建物・構築物
- 構造W59-4でご説明する建物・構築物

3. 対象設備の概要（基礎版上の地震観測記録比較）



中越沖地震時に観測された最大加速度（単位：cm/s²） 設計時（※1）の加速度応答値（単位：cm/s²）

観測値		南北方向	東西方向	上下方向
1号機	最下階 (B5F)	311	680	408
2号機	最下階 (B5F)	304	606	282
3号機	最下階 (B5F)	308	384	311
4号機	最下階 (B5F)	310	492	337
5号機	最下階 (B4F)	277	442	205
6号機	最下階 (B3F)	271	322	488
7号機	最下階 (B3F)	267	356	355

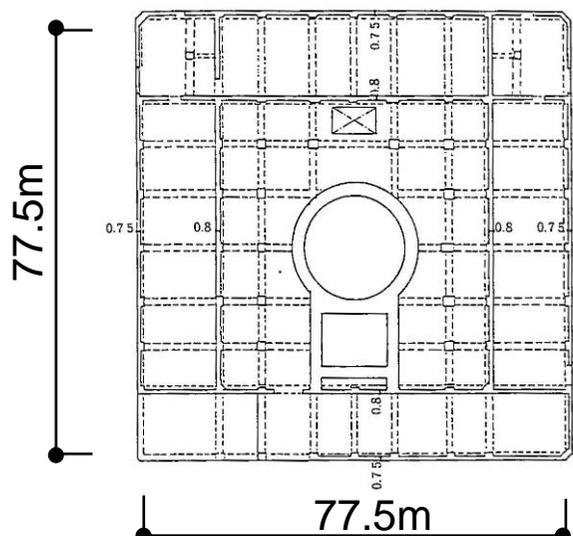
観測値		南北方向	東西方向	上下方向 ※2
1号機	最下階 (B5F)	274	273	(235)
2号機	最下階 (B5F)	167	167	(235)
3号機	最下階 (B5F)	192	193	(235)
4号機	最下階 (B5F)	193	194	(235)
5号機	最下階 (B4F)	249	254	(235)
6号機	最下階 (B3F)	263	263	(235)
7号機	最下階 (B3F)	263	263	(235)

【スクラム設定値】 水平方向120cm/s²， 上下方向100cm/s²

※1 設計時の基準地震動S2（1号機についてはEL CENTRO等）による応答値

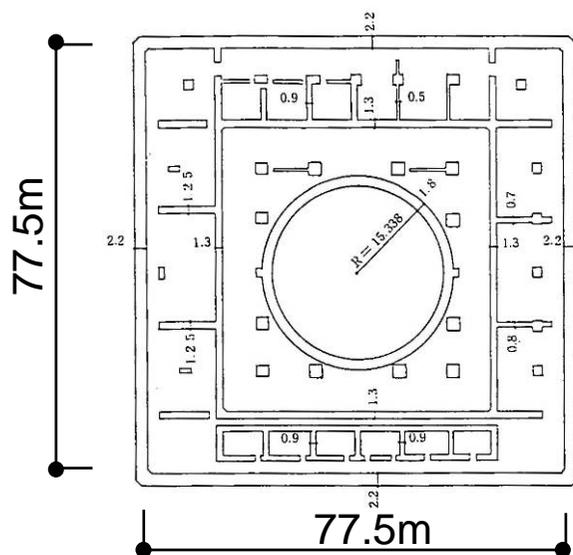
※2 上下方向については、（）内の値を静的設計で用いている

3. 対象設備の概要（3号機原子炉建屋）



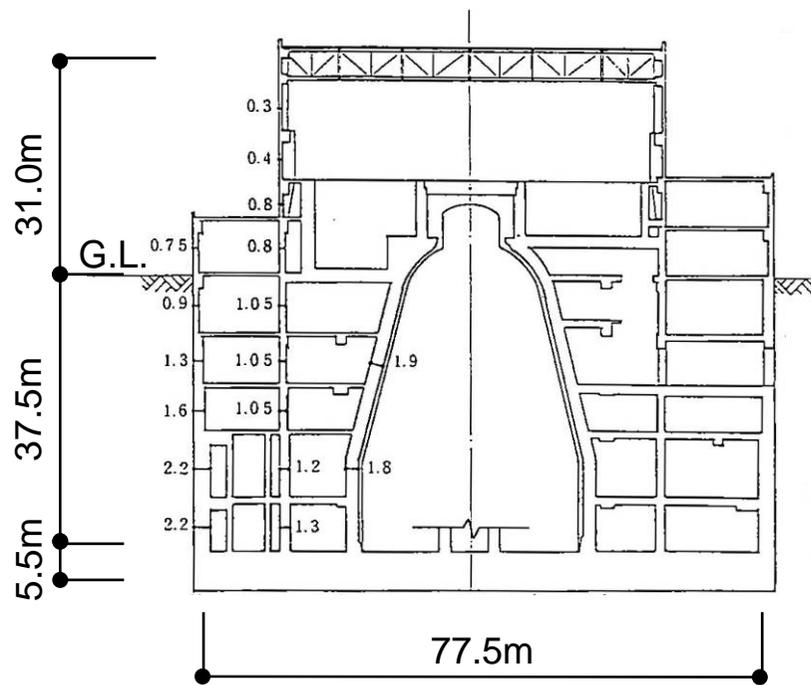
⇒ PN

1階平面図



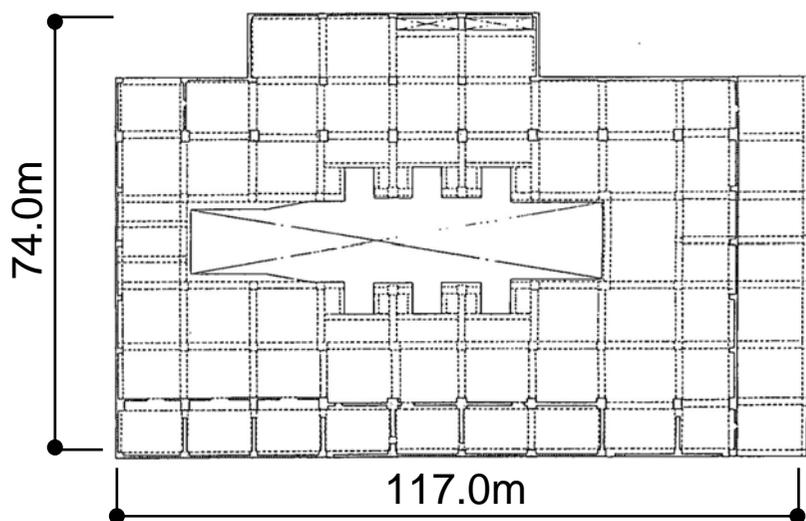
地下5階平面図

階数 : 地上3階・地下5階
 延床面積 : 約 43,000m²
 建屋容積 : 約401,000m³
 構造 : RC+SRC+S

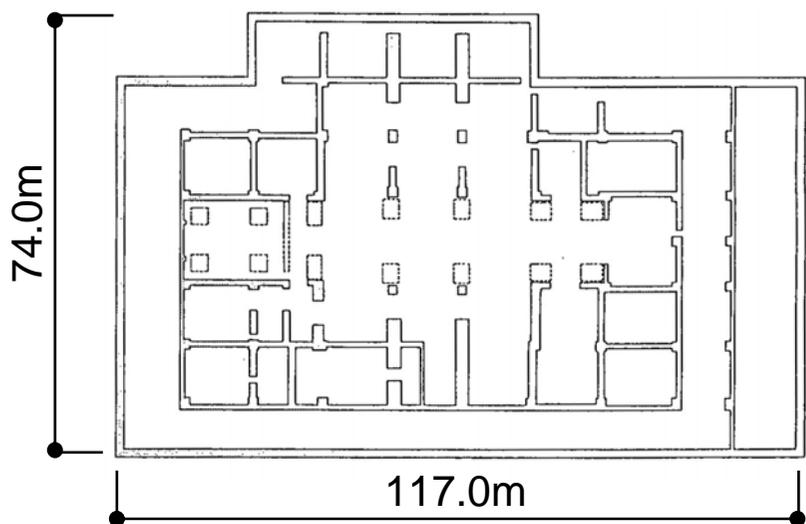


断面図(EW方向)

3. 対象設備の概要(3号機タービン建屋)



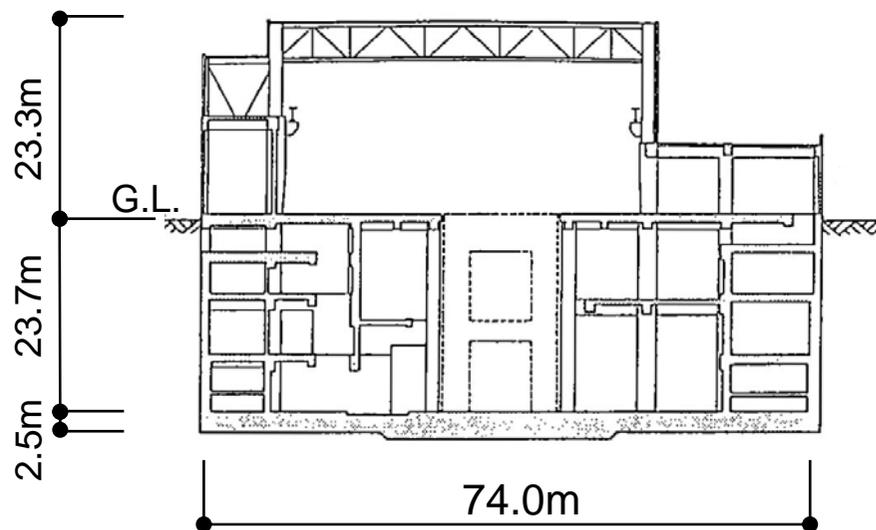
1階平面図



地下3階平面図

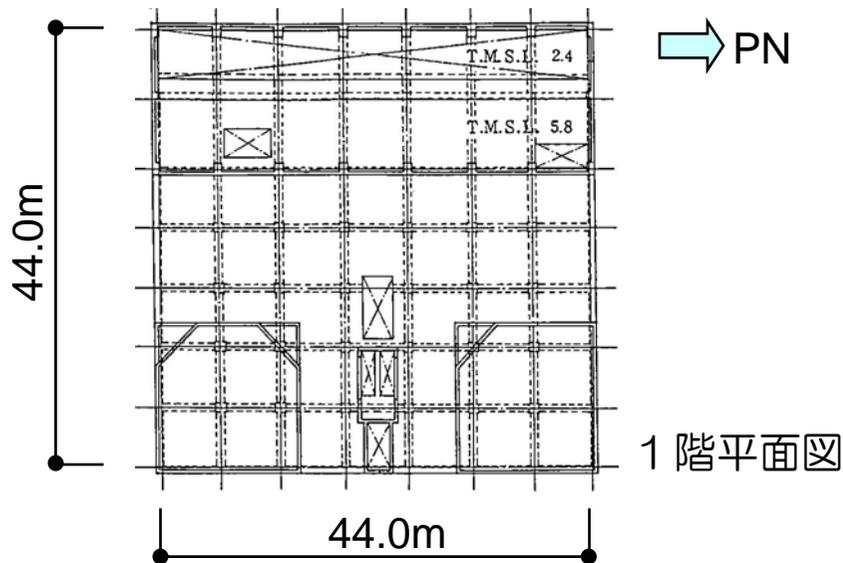


階数 : 地上2階・地下3階
延床面積 : 約 31,000m²
建屋容積 : 約378,000m³
構造 : RC+SRC+S

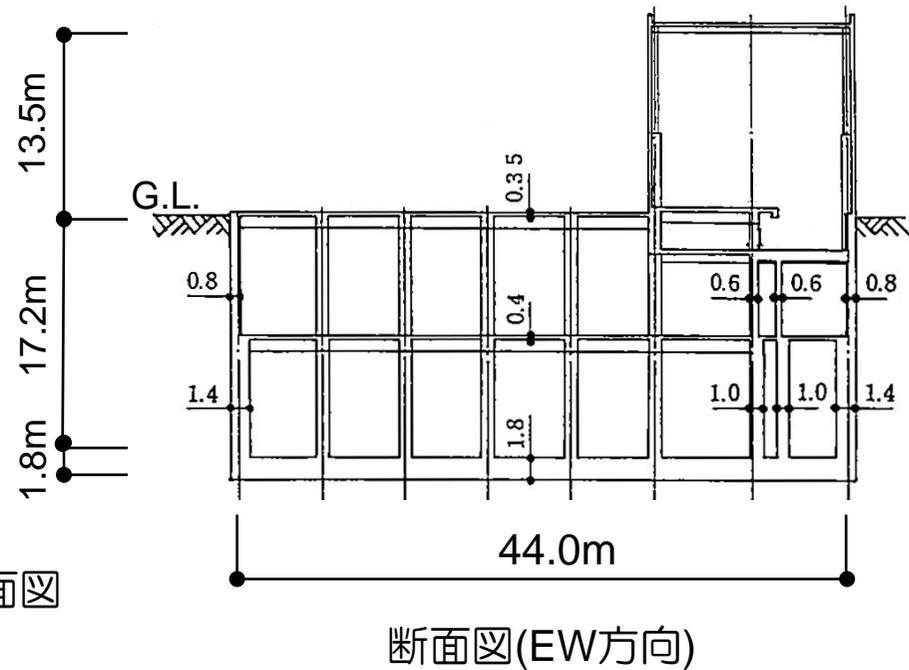
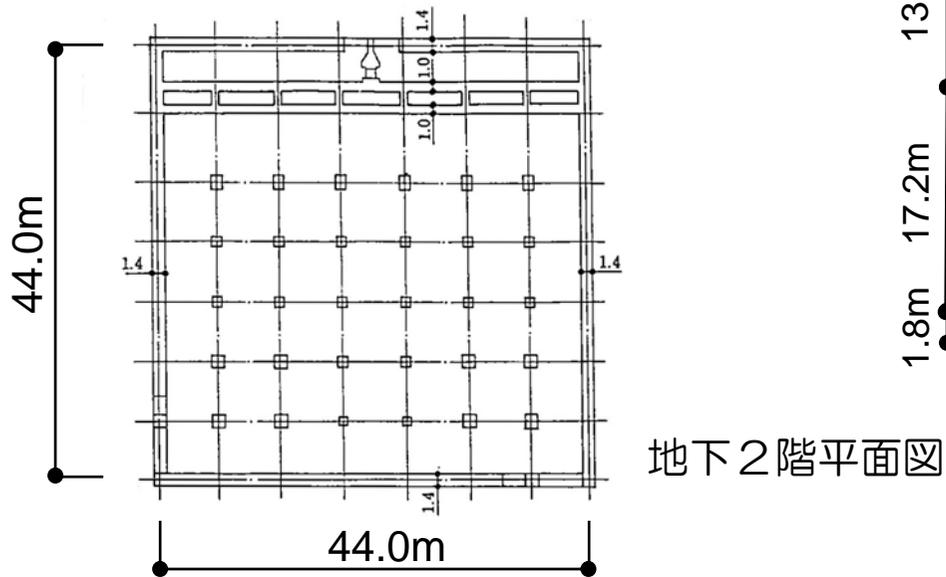


断面図(EW方向)

3. 対象設備の概要(3号機海水熱交換器建屋)



階数 : 地上1階・地下2階
 延床面積 : 約 5,000m²
 建屋容積 : 約49,000m³
 構造 : RC+S

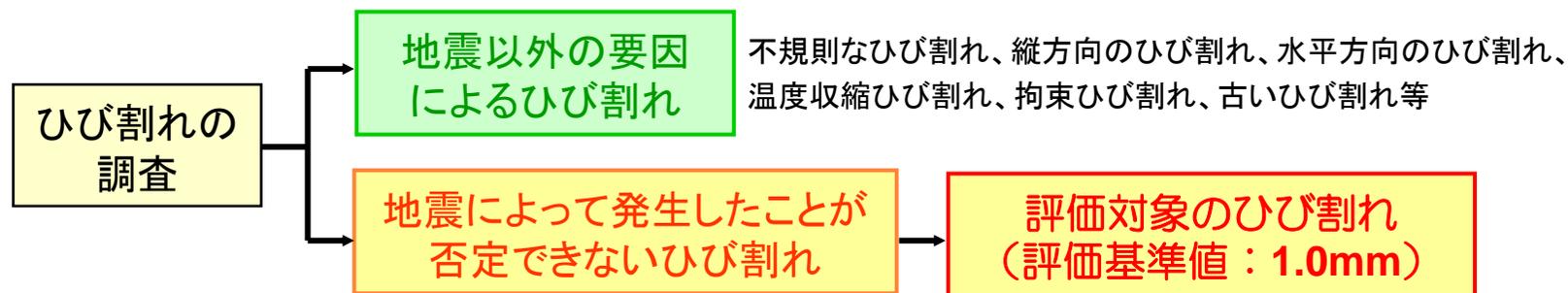


4. 点検

4. 1 鉄筋コンクリート構造（点検方法）

■ 鉄筋コンクリート構造に対しては、以下の点検方針を設定。

- ・ 目視点検を主体とした点検を実施。
- ・ 点検項目はコンクリート部材の調査（ひび割れ、剥離・剥落の有無）。
- ・ ひび割れに関しては、下記のフローに基づき、今回の地震によって発生したことが否定できないひび割れを抽出し、そのひび割れの幅により、要求性能に与える影響の有無を確認する。
- ・ ひび割れ幅の評価基準値※は**1.0mm**とする。
※日本建築防災協会「震災建築物の被災度判定基準および復旧技術指針」を参考に設定した値。
- ・ 点検対象としては、原子炉建屋・タービン建屋・海水熱交換器建屋の耐震壁が該当。



4. 1 鉄筋コンクリート構造（点検結果）

■ 3号機原子炉建屋耐震壁ひび割れ調査結果（1）

（今回の地震によって発生したことが否定できないひび割れ）

階	ひび割れ箇所数(W:ひび割れ幅(mm))				最大幅
	$W < 0.3$	$0.3 \leq W < 1.0$	$1.0 \leq W$	合計	
B5F	34	0	0	34	0.25mm
B4F	0	0	0	0	—
B3F	0	0	0	0	—
B2F	2	0	0	2	0.25mm
B1F	3	1	0	4	0.3mm
1F	2	0	0	2	0.2mm
2F	29	6	0	35	0.35mm
3F	7	2	0	9	0.3mm
合計	77	9	0	86	

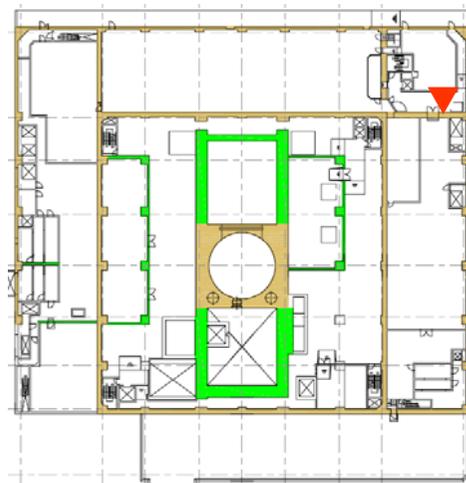
点検により確認された、今回の地震によって発生したことが否定できないひび割れは、最大でも0.35mmであり、すべて評価基準値(1.0mm)未満であることを確認した。

4. 1 鉄筋コンクリート構造（点検結果）

■ 3号機原子炉建屋耐震壁ひび割れ調査結果（2）

（ひび割れの代表例）

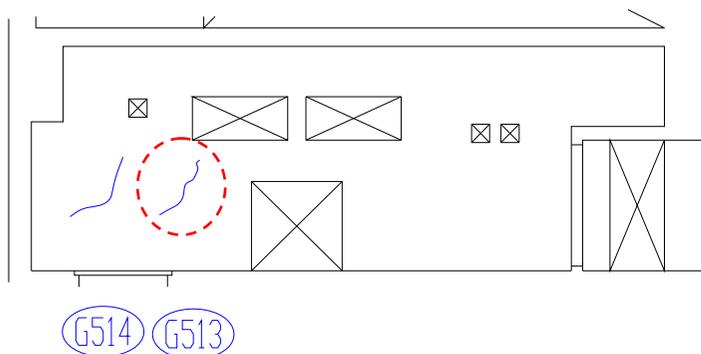
階	2階
通り	RB
番号	G513
壁厚(mm)	800
配筋(mm)	2-D25@200
幅(mm)	0.35
長さ(m)	2.0



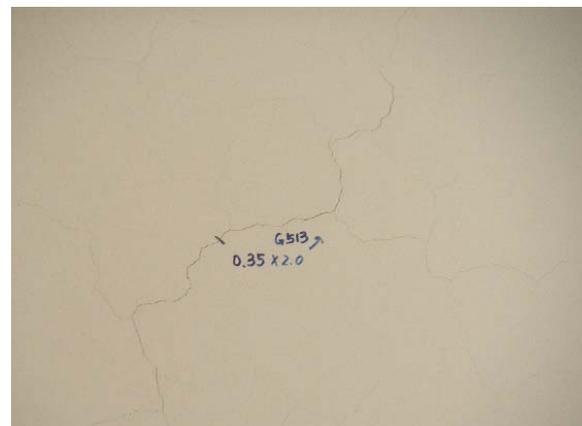
PN



2階平面図



展開図



4. 1 鉄筋コンクリート構造（点検結果）

■ 3号機タービン建屋耐震壁ひび割れ調査結果（1）

（今回の地震によって発生したことが否定できないひび割れ）

階	ひび割れ箇所数(W:ひび割れ幅(mm))				最大幅
	$W < 0.3$	$0.3 \leq W < 1.0$	$1.0 \leq W$	合計	
B3F	57	9	0	66	0.4mm
B2F	58	19	0	77	0.5mm
B1F	50	3	0	53	0.55mm
1F	105	24	0	129	0.35mm
合計	270	55	0	325	

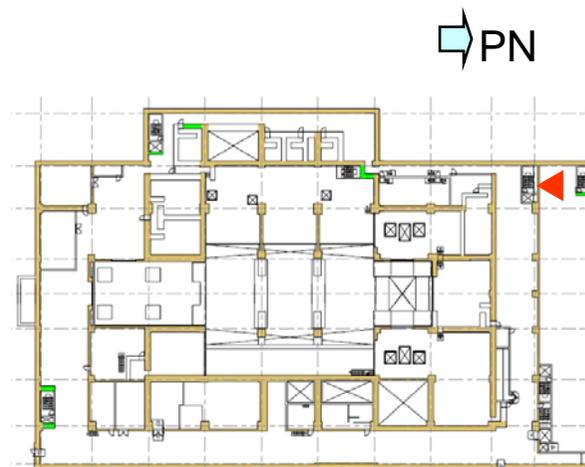
点検により確認された、今回の地震によって発生したことが否定できないひび割れは、最大でも0.55mmであり、すべて評価基準値(1.0mm)未満であることを確認した。

4. 1 鉄筋コンクリート構造（点検結果）

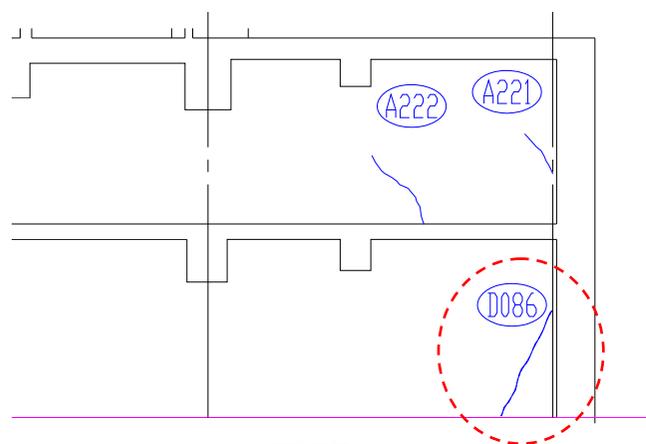
■ 3号機タービン建屋耐震壁ひび割れ調査結果（2）

（ひび割れの代表例）

階	地下1階
通り	T10
番号	D086
壁厚(mm)	400
配筋(mm)	2-D16@200
幅(mm)	0.55
長さ(m)	2.9



地下1階平面図



展開図



4. 1 鉄筋コンクリート構造（点検結果）

■ 3号機海水熱交換器建屋耐震壁ひび割れ調査結果（1）

（今回の地震によって発生したことが否定できないひび割れ）

階	ひび割れ箇所数(W:ひび割れ幅(mm))				最大幅
	$W < 0.3$	$0.3 \leq W < 1.0$	$1.0 \leq W$	合計	
B2F	3	1	0	4	0.55mm
B1F	0	0	0	0	—
合計	3	1	0	4	

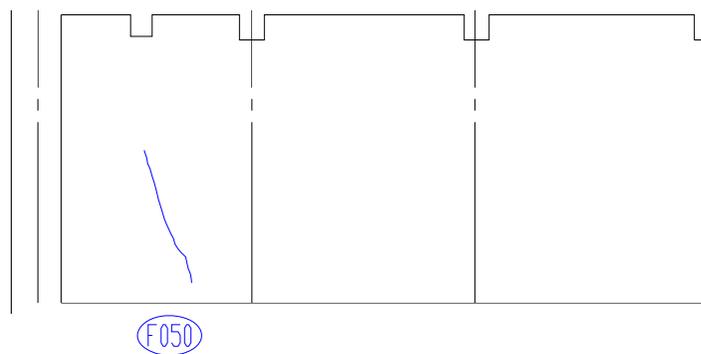
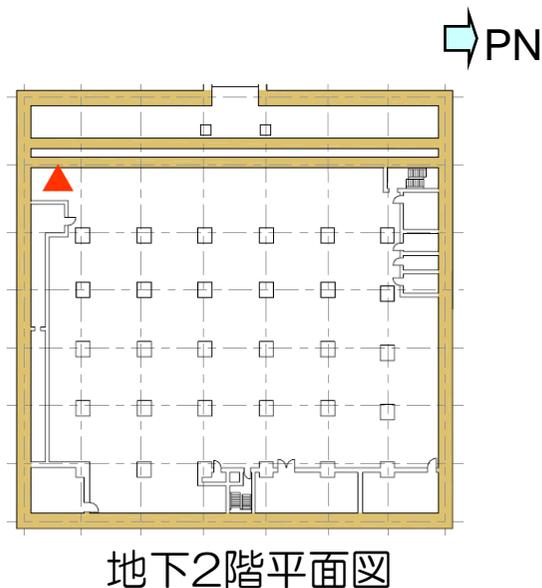
点検により確認された、今回の地震によって発生したことが否定できないひび割れは、最大でも0.55mmであり、すべて評価基準値(1.0mm)未満であることを確認した。

4. 1 鉄筋コンクリート構造（点検結果）

■ 3号機海水熱交換器建屋耐震壁ひび割れ調査結果（2）

（ひび割れの代表例）

階	地下2階
通り	HB
番号	F050
壁厚(mm)	1000
配筋(mm)	タテ 外D29@200 内D25@200 ヨコ 2-D25@200
幅(mm)	0.55
長さ(m)	4.6



展開図

4. 2 鉄骨構造（点検方法）

- 鉄骨構造に対しては、以下の点検方針を設定。
 - ・ 目視点検を主体とした点検を実施。
 - ・ 以下に示す点検項目を設定。
 - ◆ 部材（主材・支柱・ブレース）の変形・座屈・破断の有無
 - ◆ 溶接接合部のきれつ・破断の有無
 - ◆ ボルト接合部のボルト破断・緩みの有無
 - ・ 点検対象には、原子炉建屋の屋根トラスが該当。

4. 2 鉄骨構造（点検結果）

■ 原子炉建屋屋根トラス

- 点検の結果、屋根トラスに地震による影響は確認されなかった。

対象	項目	発生の有無
部材	変形・座屈・破断	なし
溶接接合部	きれつ・破断	なし
ボルト接合部	ボルト破断・緩み	なし



主トラス



ボルト接合部



ボルト接合部

(参考) 立入検査時指摘事項への回答

(参考) 立入検査時指摘事項への回答

■平成22年3月25日に実施された、「柏崎刈羽原子力発電所2，3号機の建物・構築物の設備健全性に係る点検・評価の実施状況に対する立入検査及び専門家による現地調査」において以下の指摘がなされた。

- 3号機の原子炉建屋、タービン建屋及び海水熱交換器建屋の耐震壁は、地震によって発生したひび割れと、従前から認識されていたひび割れを区別して取り扱っていたが、補修は区別せずに行うべき。

(構造W50-1「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所2，3号機の建物・構築物の設備健全性に係る点検・評価の実施状況に対する立入検査及び専門家による現地調査の結果について(案)」より)

(参考) 立入検査時指摘事項への回答

〔回答〕

- 当社が原子力安全・保安院へ提出した、「柏崎刈羽原子力発電所3号機新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価計画書（建物・構築物編）」では、今回の地震によって発生したことが否定できないひび割れについては、全て補修するとしている。
- 3号機各建屋において、点検によって確認された地震によって発生したことが否定できないひび割れは、合計で415箇所であった。「点検・評価計画書」に記載のとおり、これらのひび割れは、全て補修する予定である。

ー3号機各建屋耐震壁における地震によって発生したことが否定できないひび割れ数ー

建屋	ひび割れ箇所数 (W:ひび割れ幅(mm))				最大幅
	$W < 0.3$	$0.3 \leq W < 1.0$	$1.0 \leq W$	合計	
原子炉建屋	77	9	0	86	0.35mm
タービン建屋	270	55	0	325	0.55mm
海水熱交換器建屋	3	1	0	4	0.55mm
合計	350	65	0	415	

(参考) 立入検査時指摘事項への回答

- 地震以外の要因によるひび割れ（従前から認識されていたひび割れを含む）については、社内マニュアルにより、耐久性等の観点から、ひび割れ幅に応じた管理を実施している。
- 具体的な管理値は、ひび割れ幅が0.3mm以上0.8mm未満を経過観察対象、ひび割れ幅が0.8mm以上を補修対象としている。
- なお、このひび割れ幅の基準値は、日本建築学会「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説」において、使用性に影響を与えるひび割れの評価基準として、屋内における経過観察対象を0.4mm以上1.0mm未満、補修対象を1.0mm以上としているよりも保守的に設定している。

(参考) 立入検査時指摘事項への回答

- 点検により確認された、3号機各建屋の耐震壁における地震以外の要因によるひび割れのうち、社内マニュアルにより経過観察対象となるひび割れは、合計で475箇所であった。
- 補修対象であるひび割れ幅0.8mm以上のひび割れは確認されなかった

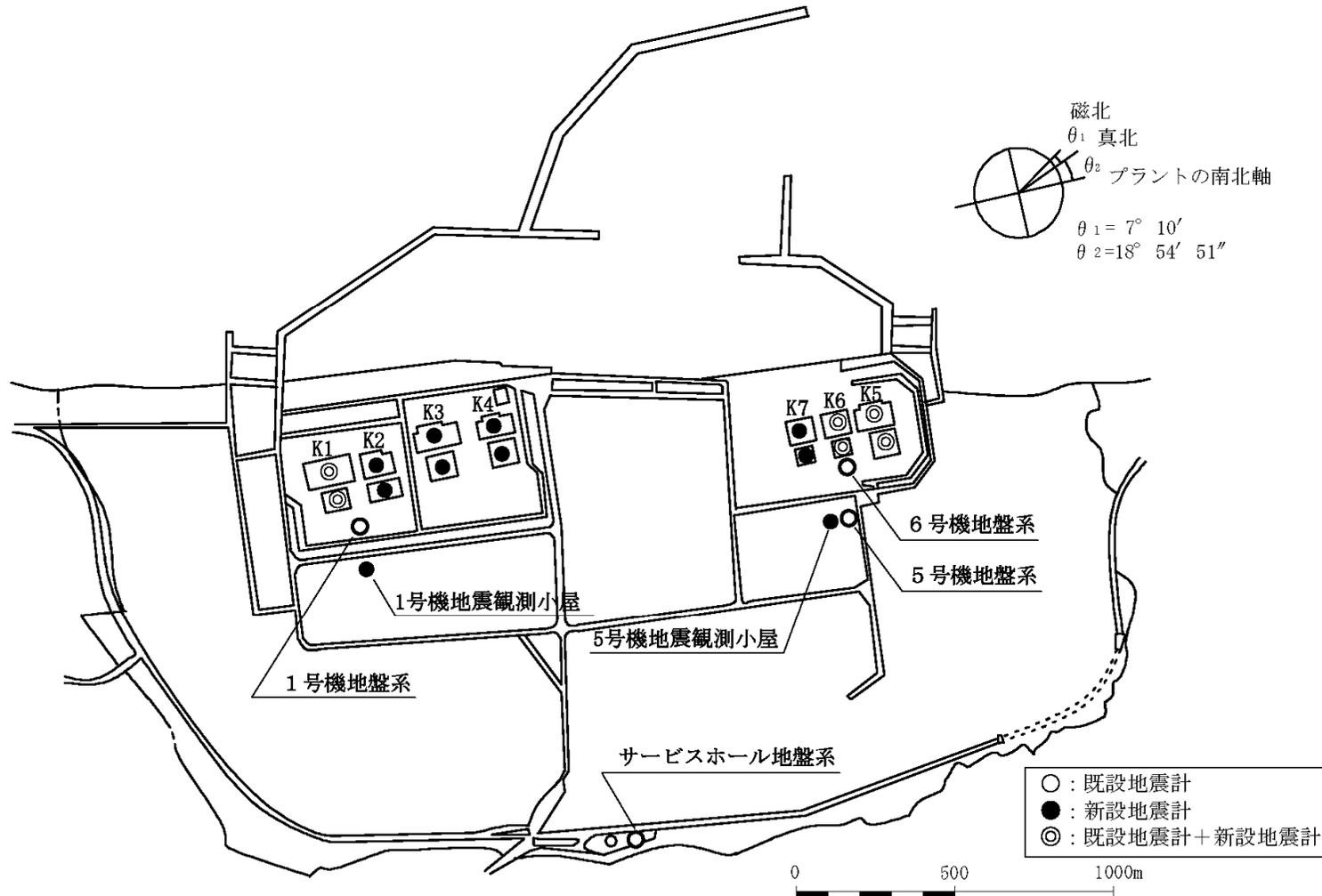
－ 3号機各建屋の耐震壁における地震以外の要因によるひび割れ数－

ひび割れ幅 W(mm)	原子炉建屋	タービン建屋	海水熱交換器建屋	合計	
0.3≦W<0.4	181	164	50	395	経過観察 対象
0.4≦W<0.5	14	25	23	62	
0.5≦W<0.6	3	9	2	14	
0.6≦W<0.7	1	2	0	3	
0.7≦W<0.8	0	0	1	1	
0.8≦W	0	0	0	0	補修対象
合計	199	200	76	475	

5. 耐震健全性評価

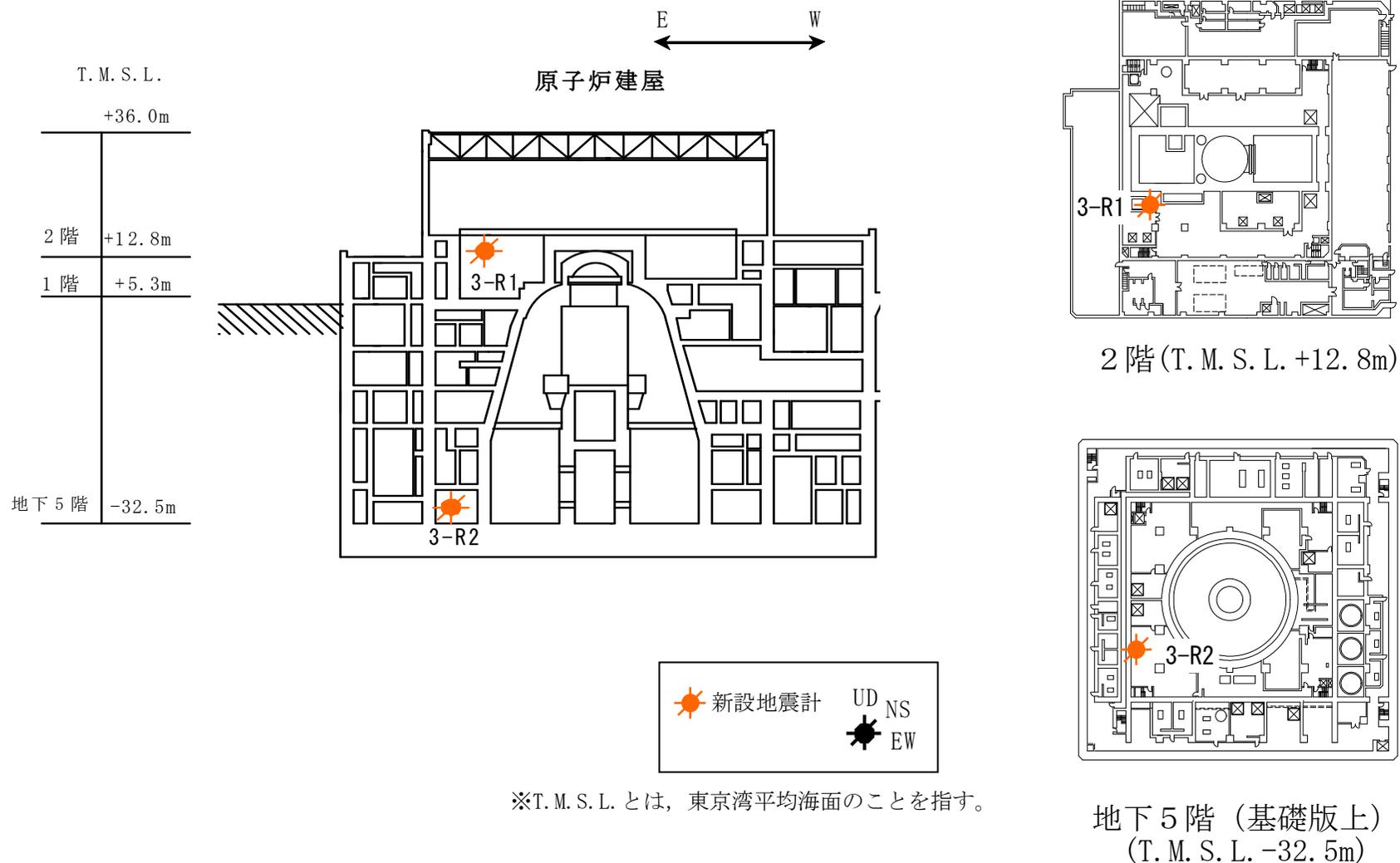
5. 1 原子炉建屋の地震観測記録

■ 柏崎刈羽原子力発電所に設置されている地震計の配置を示す。



5. 1 原子炉建屋の地震観測記録

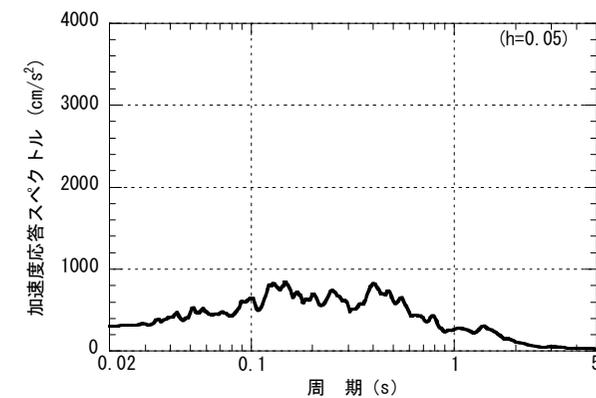
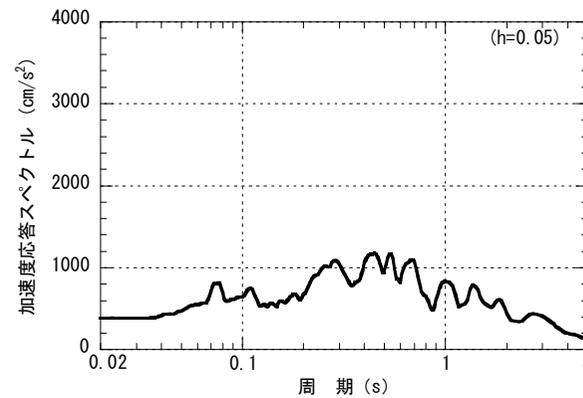
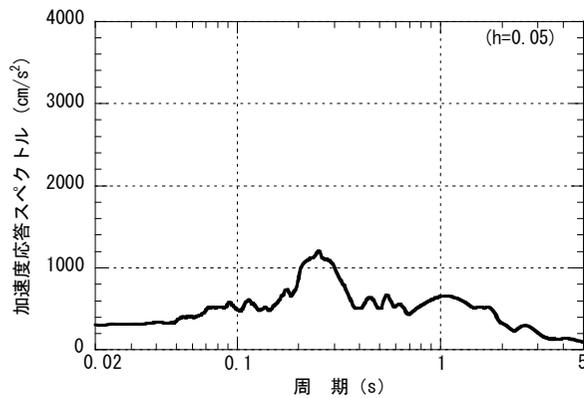
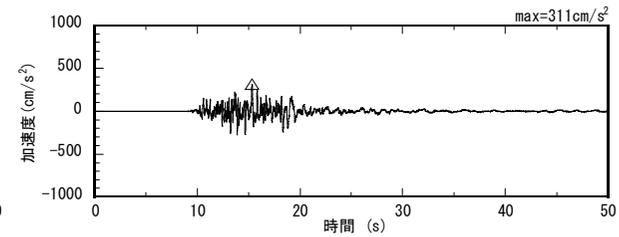
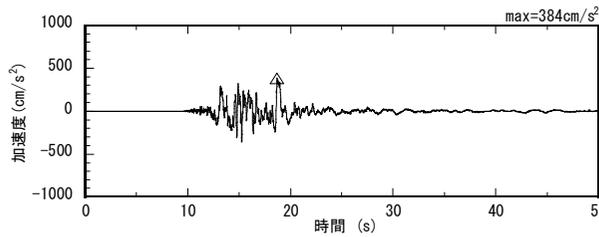
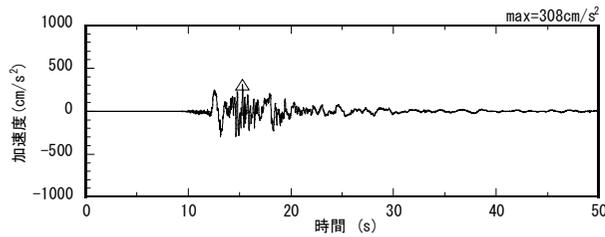
■ 3号機原子炉建屋に設置されている地震計の配置を以下に示す。



5. 1 原子炉建屋の地震観測記録

■ 3号機原子炉建屋の基礎版上で得られた観測記録を以下に示す。

△ 最大値



NS方向

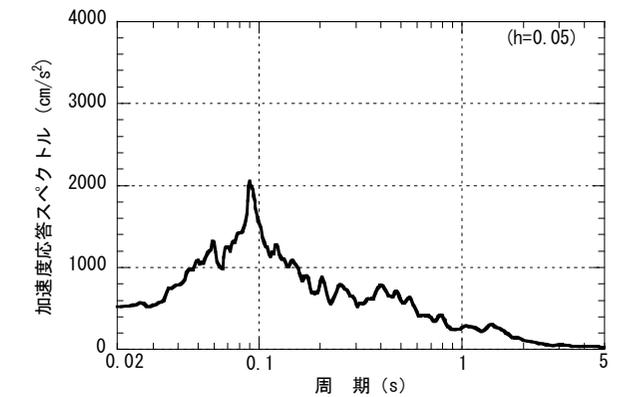
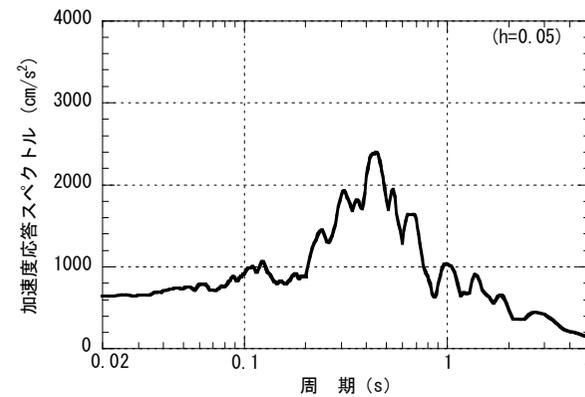
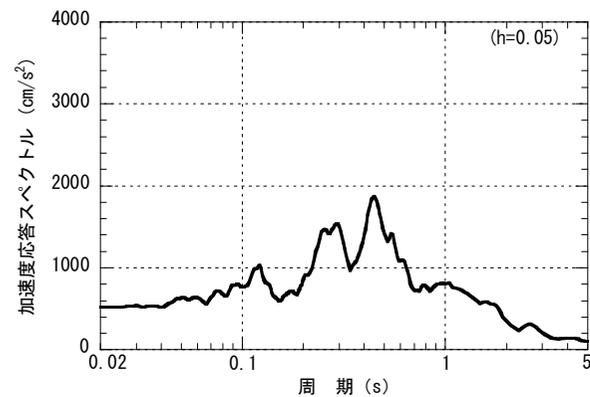
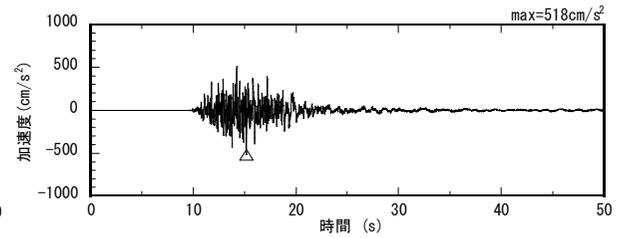
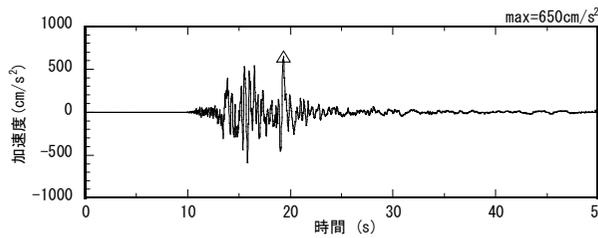
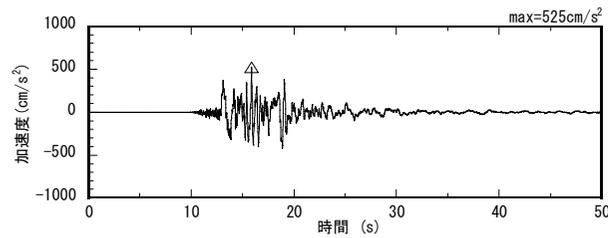
EW方向

UD方向

5. 1 原子炉建屋の地震観測記録

■ 3号機原子炉建屋の中間階で得られた観測記録を以下に示す。

△ 最大値



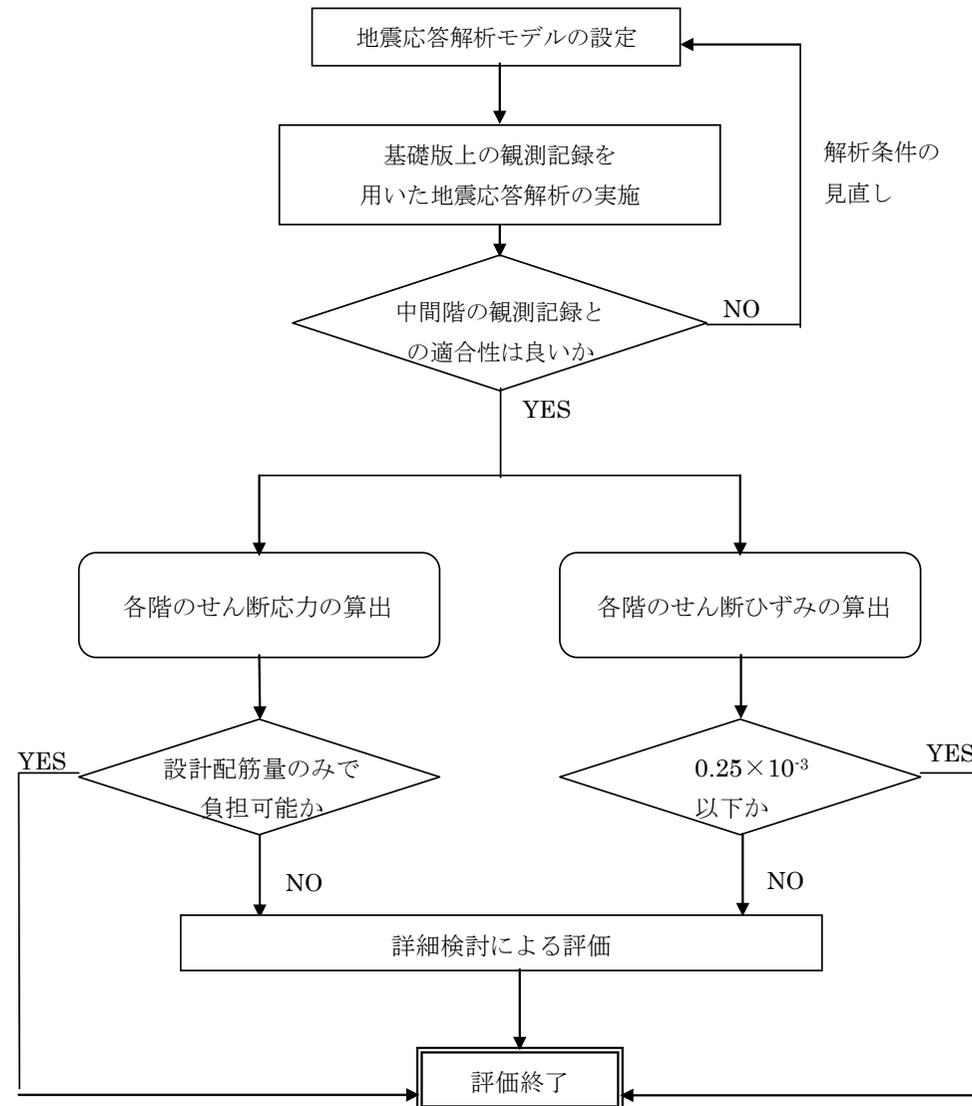
NS方向

EW方向

UD方向

5. 1 原子炉建屋のシミュレーション解析

■ 原子炉建屋のシミュレーション解析の評価手順

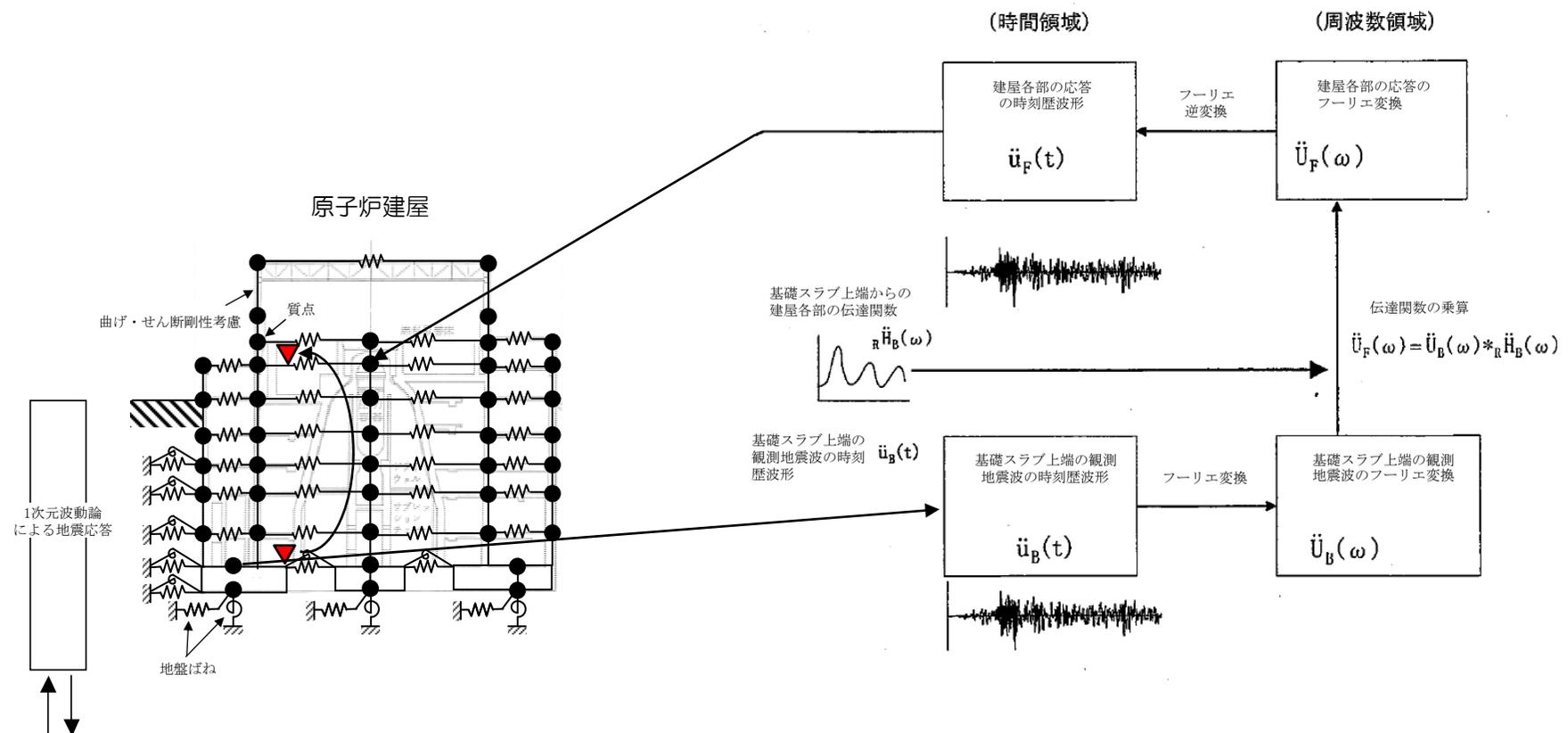


5. 1 原子炉建屋のシミュレーション解析

■ シミュレーション解析方針

本地震に対する原子炉建屋の地震応答解析は、地震時に観測した基礎版上における観測記録を用いた動的解析による。

建屋各部位の応答は、原子炉建屋の基礎版上での観測記録波と、基礎版上から建屋各部の伝達関数を用いて算出する。



5. 1 原子炉建屋のシミュレーション解析

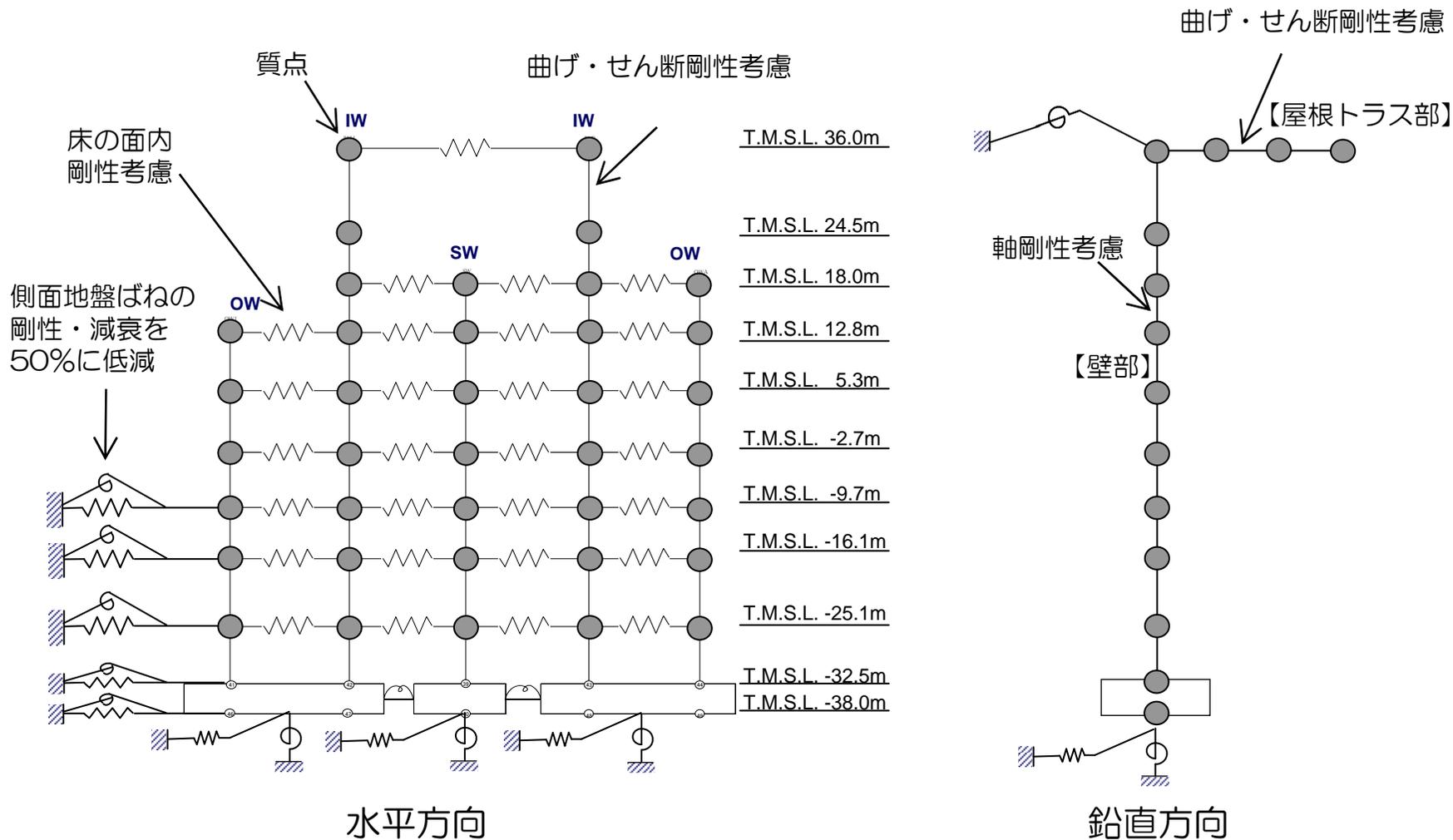
■ シミュレーション解析の考え方（水平）

3号機原子炉建屋の水平方向の解析モデルについては、観測記録との適合性の観点から、地震応答解析モデルに関する検討（構造W59-2）を実施し、以下の方針を採用することとした。

- ・ 解析モデルは、埋込みSRモデルを基本とする。
- ・ 建屋モデルは床の柔軟性を考慮した多軸モデルとする。
- ・ 側方地盤の剥離の影響を考慮して、側面地盤ばね（剛性・減衰）を50%に低減する。

5. 1 原子炉建屋のシミュレーション解析

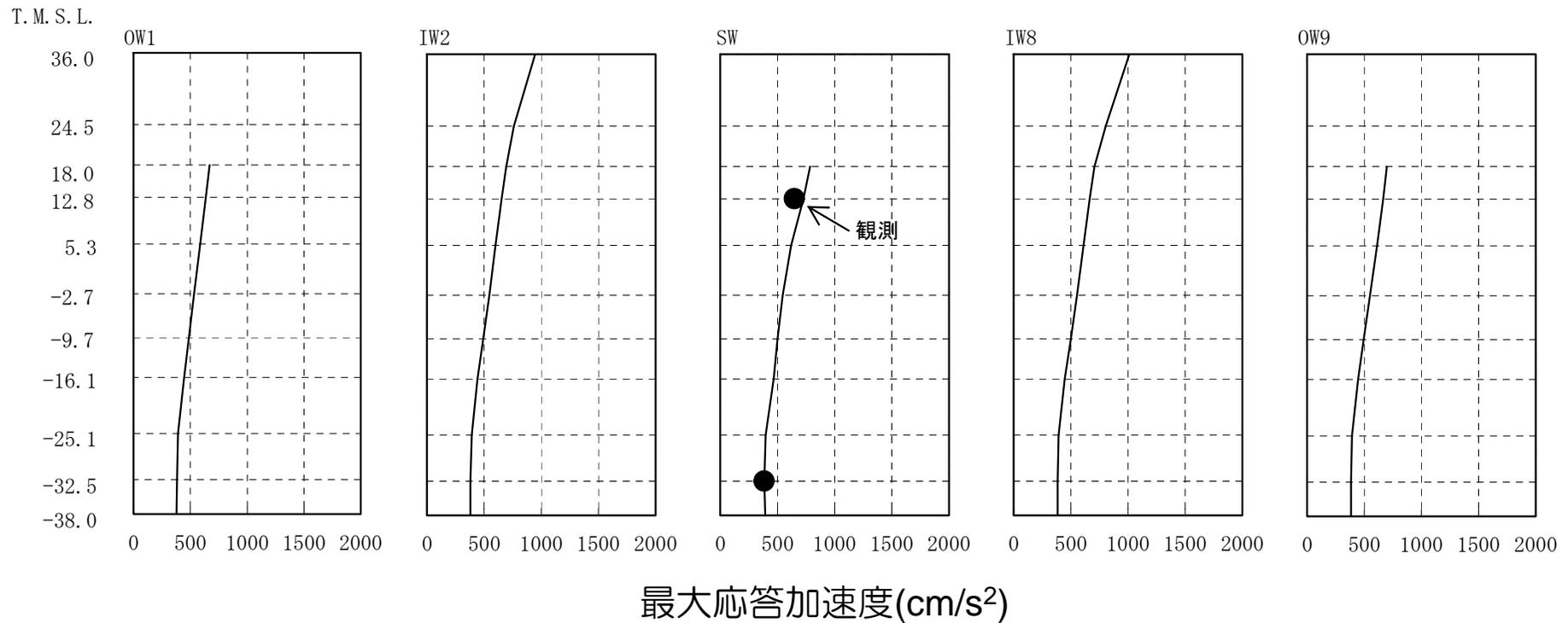
■ 3号機原子炉建屋の地震応答解析モデルを以下に示す。



5. 1 原子炉建屋のシミュレーション解析結果

■ 3号機原子炉建屋 最大応答加速度

- 観測記録と解析結果は十分に整合していることを確認。

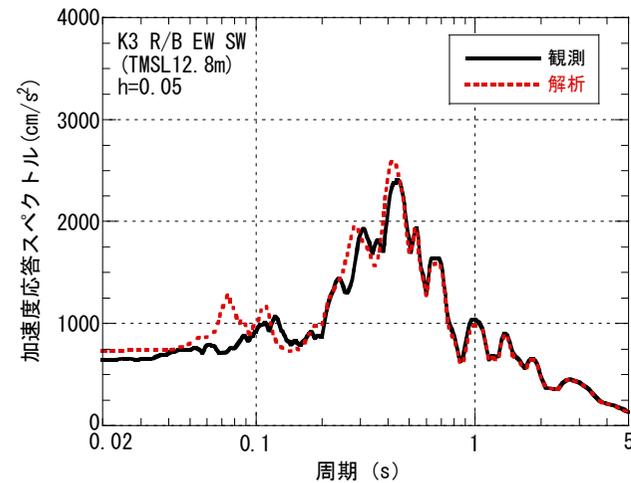
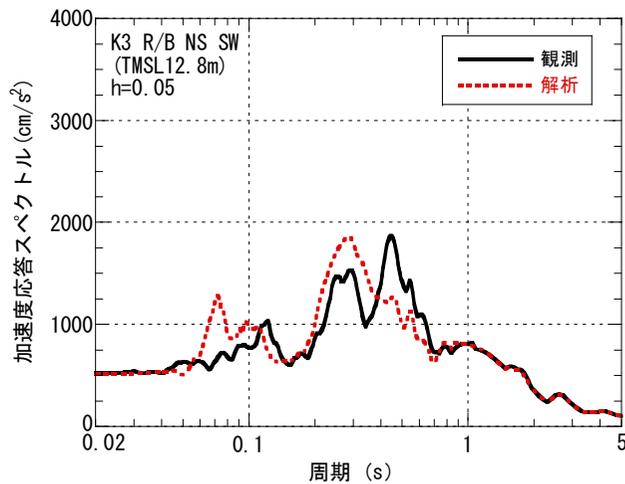
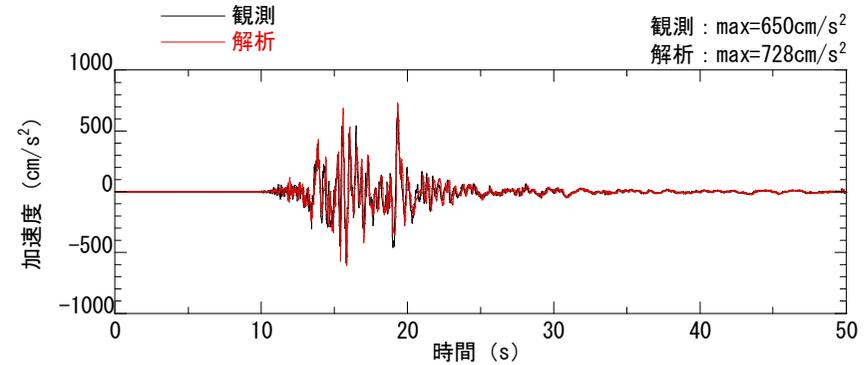
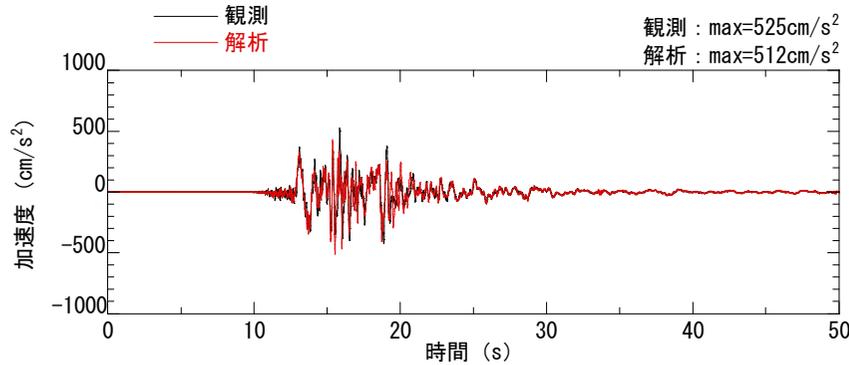


東西方向

5. 1 原子炉建屋のシミュレーション解析結果

■ 加速度応答波形・加速度応答スペクトルの比較（水平方向）

● 観測記録と解析結果は概ね整合していることを確認。



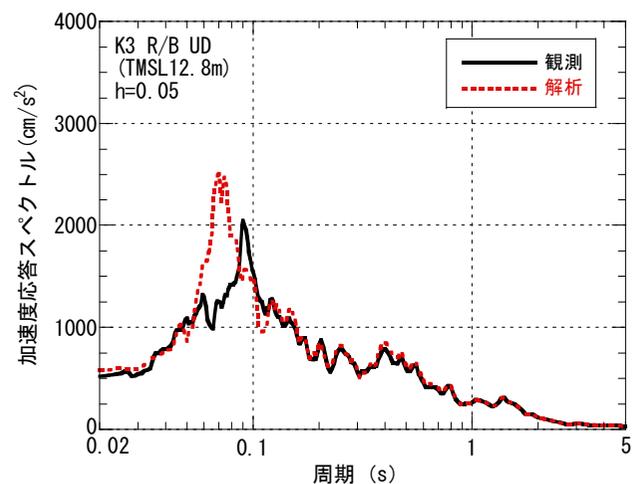
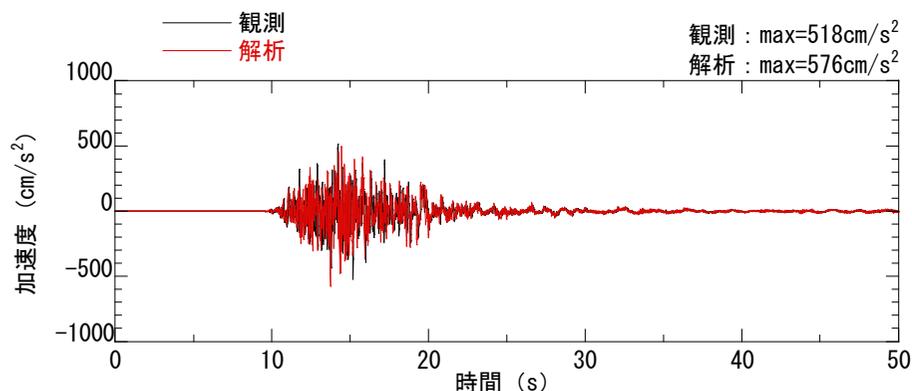
南北方向

東西方向

床応答スペクトル（中間階，T.M.S.L. 12.8m）

5. 1 原子炉建屋のシミュレーション解析結果

■ 加速度応答波形・加速度応答スペクトルの比較（鉛直方向）

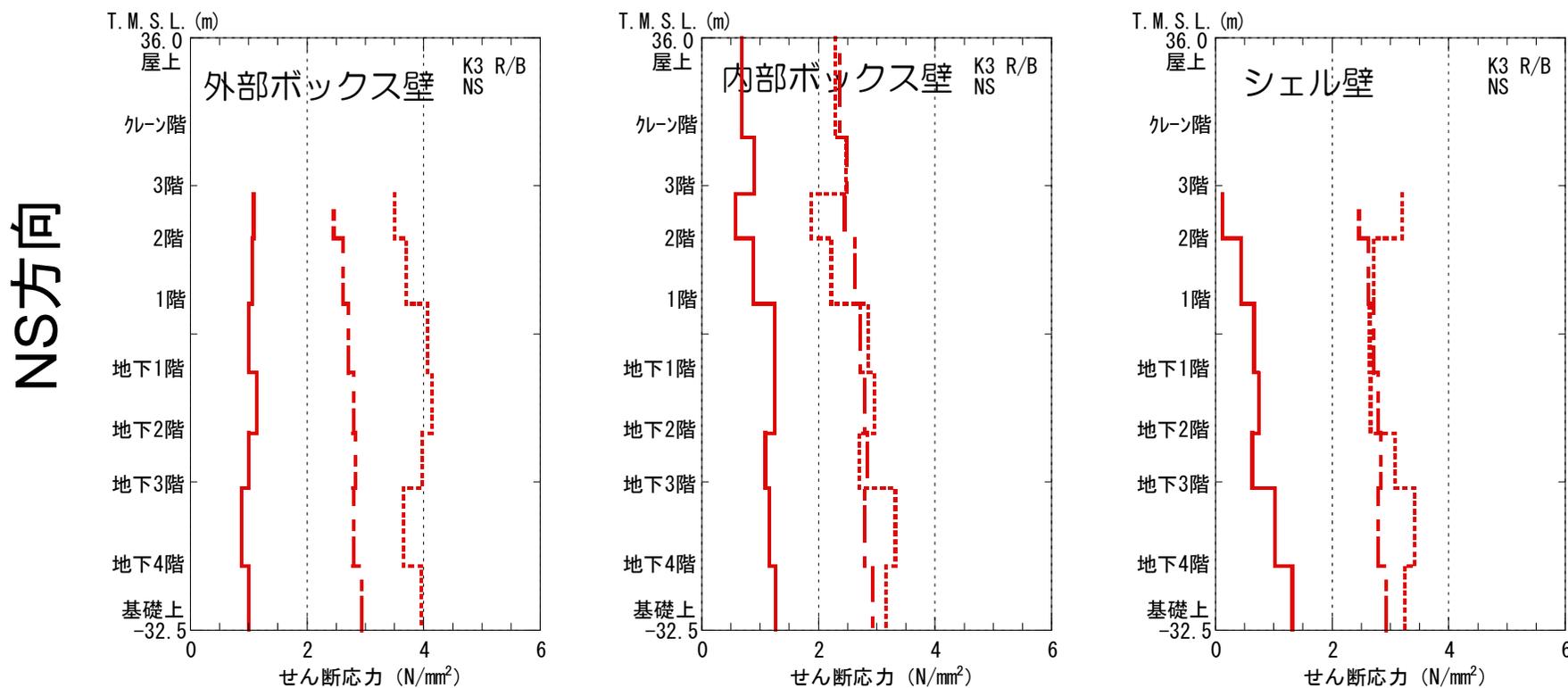


床応答スペクトル（中間階，T.M.S.L. 12.8m）

5. 1 原子炉建屋の耐震健全性評価結果

各階のせん断応力は、設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度に対して余裕のある結果が出ていることから、耐震壁の鉄筋コンクリート部は概ね弾性範囲にあると判断されるとともに余裕度を有しており、耐震健全性は確保されているものと評価した。

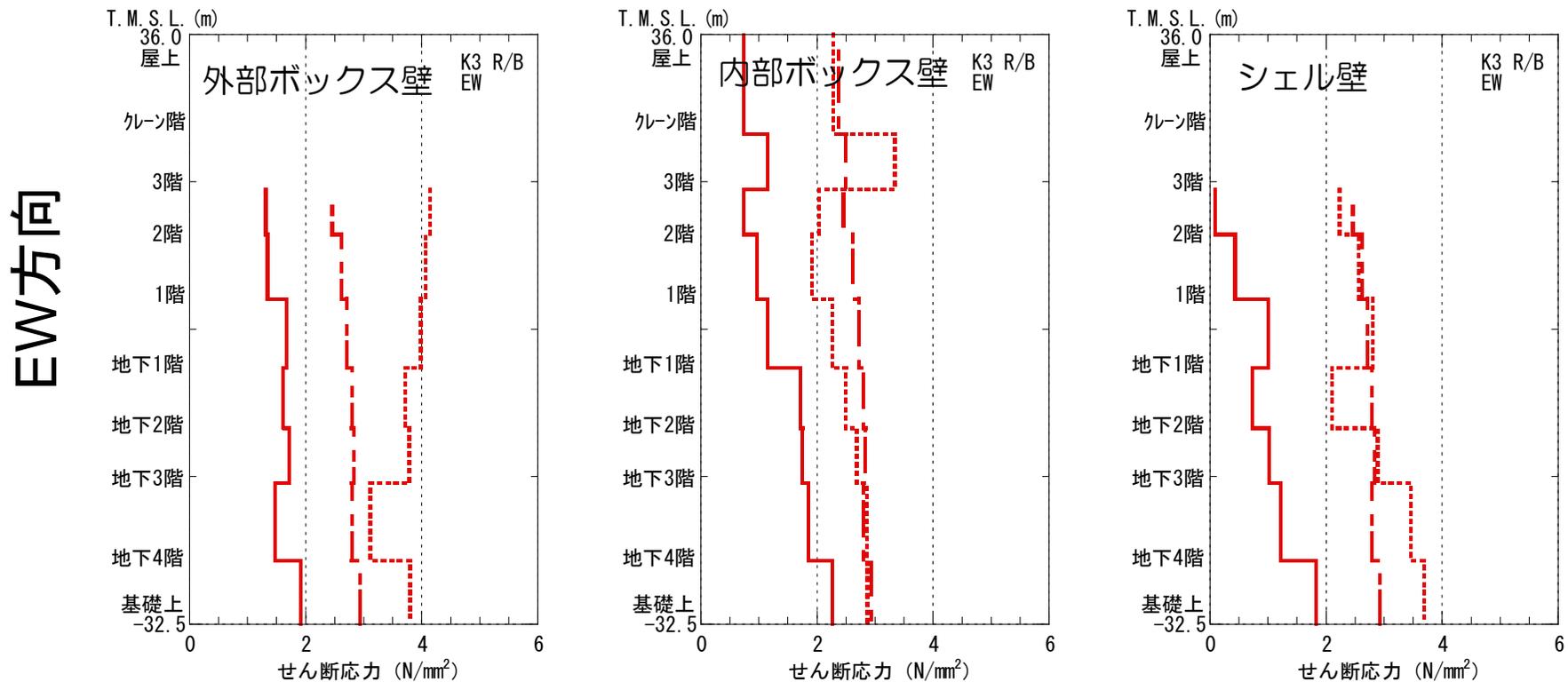
- せん断応力 (追加検討モデル)
- ⋯ 設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度 ($p_w \cdot \sigma_y$)
- · - コンクリートのせん断ひび割れ発生応力 τ_c (JEAG4601)



5. 1 原子炉建屋の耐震健全性評価結果

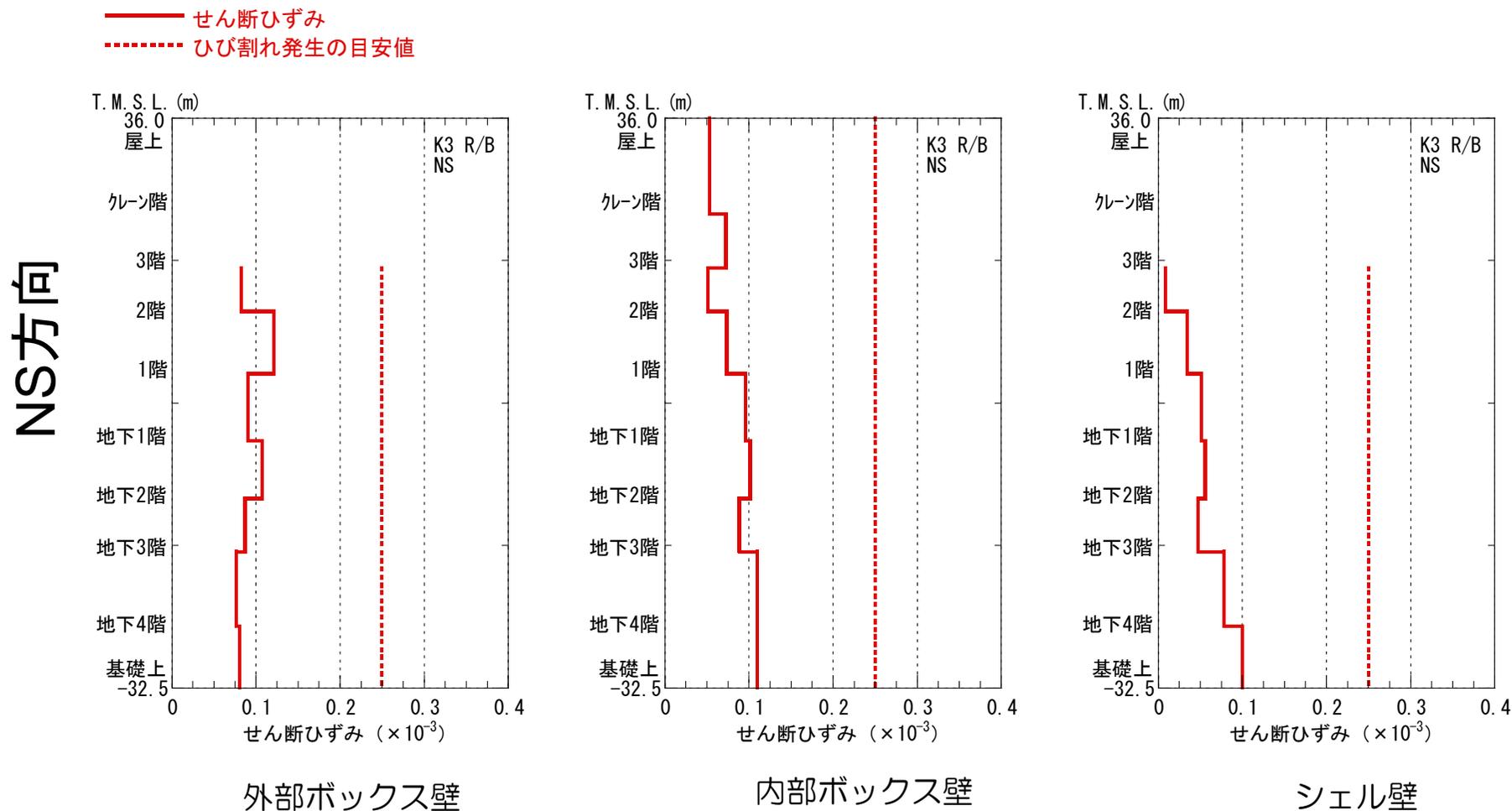
各階のせん断応力は、設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度に対して余裕のある結果が出ていることから、耐震壁の鉄筋コンクリート部は概ね弾性範囲にあると判断されるとともに余裕度を有しており、耐震健全性は確保されているものと評価した。

- せん断応力 (追加検討モデル)
- ⋯ 設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度 ($p_w \cdot \sigma_y$)
- · - コンクリートのせん断ひび割れ発生応力 τ_c (JEAG4601)



5. 1 原子炉建屋の耐震健全性評価結果

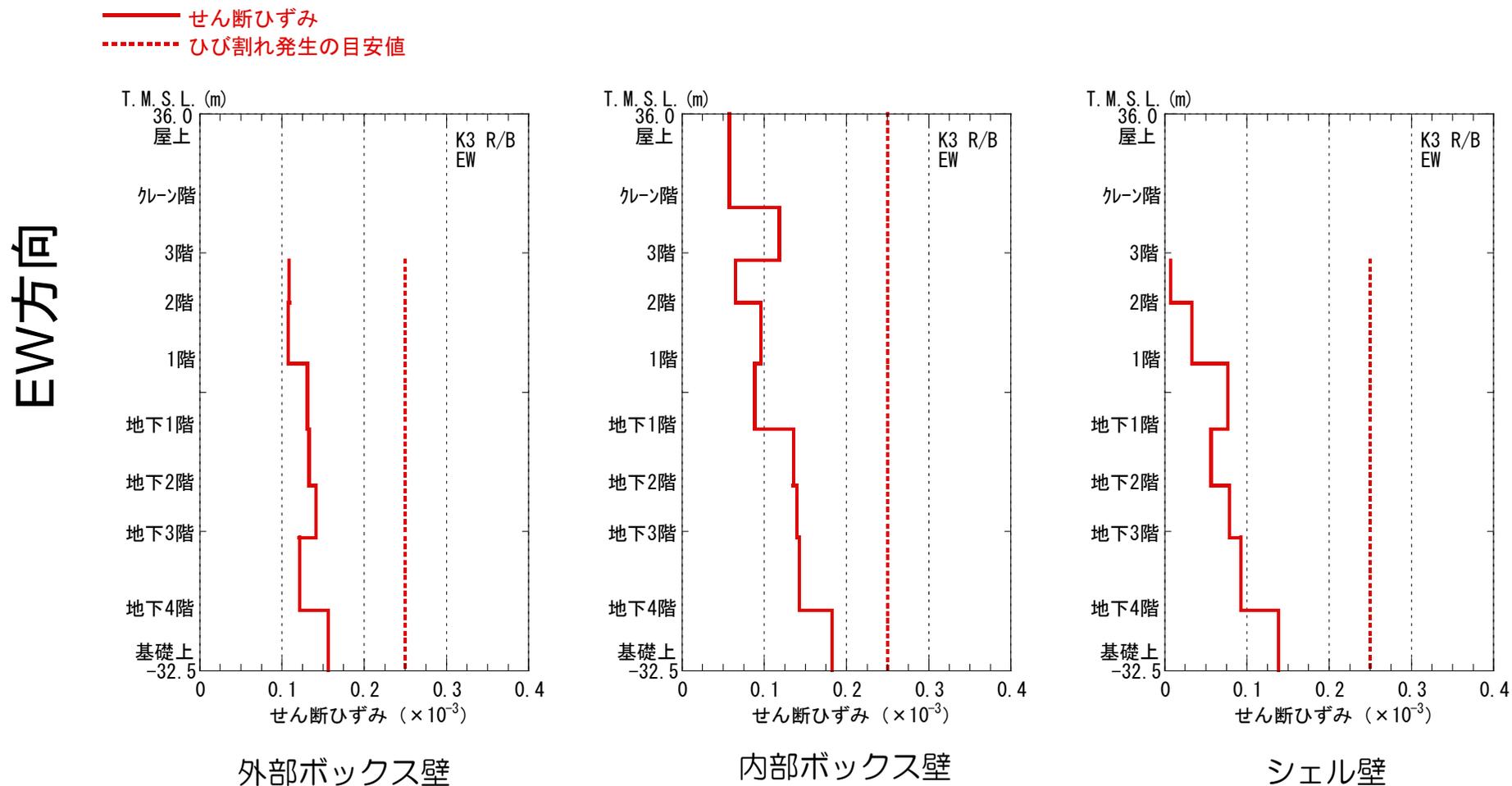
各階のせん断ひずみは、ひび割れ発生の目安値*を下回っている。



*過去の実験結果の平均的な値による目安値であり、せん断初ひび割れが発生するせん断ひずみの値にはばらつきがある。

5. 1 原子炉建屋の耐震健全性評価結果

各階のせん断ひずみは、ひび割れ発生の目安値*を下回っている。



*過去の実験結果の平均的な値による目安値であり、せん断初ひび割れが発生するせん断ひずみの値にはばらつきがある。

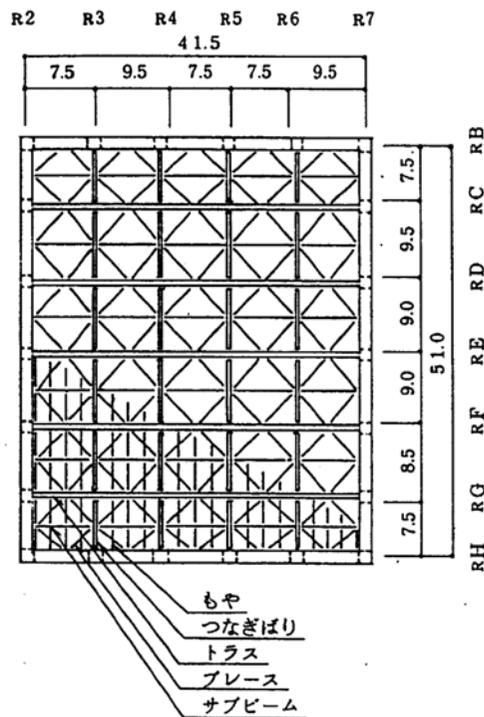
5. 1 原子炉建屋の耐震健全性評価結果（まとめ）

- 観測記録との適合性を向上させる観点から、解析モデルについての検討（構造W59-2）を実施し、側面の地盤ばねについては、剛性・減衰を50%低減し、建屋モデルについては床の柔性を考慮した多軸モデルを採用することとした。
- 南北方向、東西方向の中間階におけるシミュレーション解析結果は、最大応答加速度、加速度応答波形、加速度応答スペクトル共に十分整合していることを確認した。鉛直方向については、加速度応答スペクトルの解析結果が一部の周期帯で大きめの評価となっているものの、その部分を除けば観測記録と解析結果が整合していることを確認した。
- せん断応力による検討の結果、発生応力は設計配筋量のみで負担可能な短期せん断応力度を下回る結果となり、概ね弾性範囲と判断された。
- 以上のことを踏まえ、原子炉建屋の耐震健全性は確保されているものと評価した。

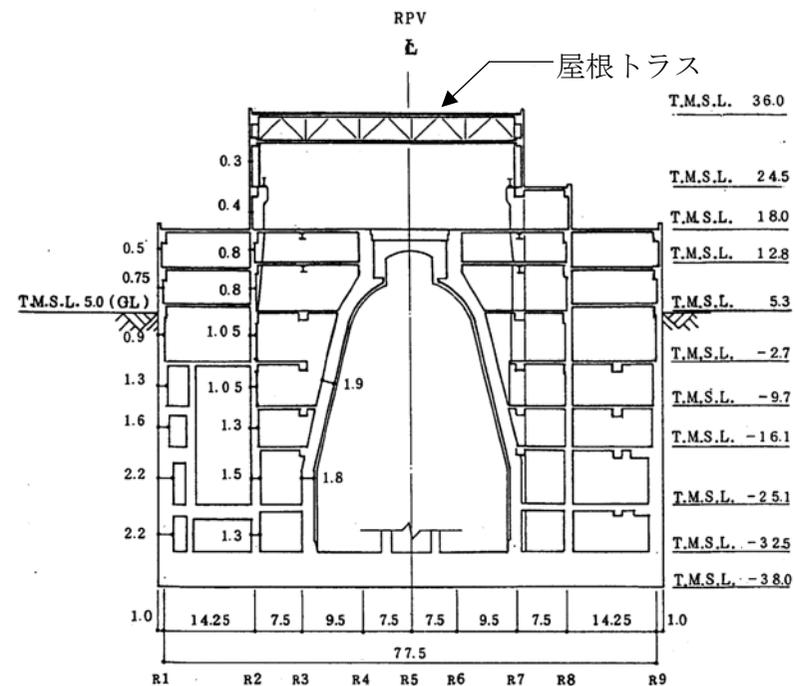
5. 2 屋根トラスの耐震健全性評価

■ 屋根トラスの概要

3号機原子炉建屋の上部構造は、鉄骨造陸屋根をもつ屋根トラスで構成されている。屋根トラスは、鉛直方向の地震動の影響を受けやすいと考え、水平方向と鉛直方向の同時入力による評価を行うため、3次元モデルによる地震応答解析を行う。



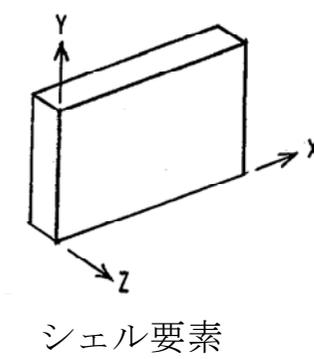
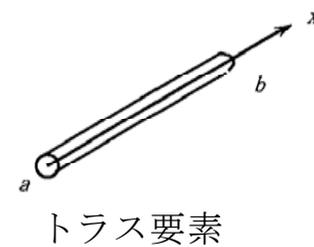
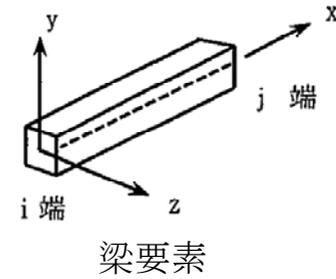
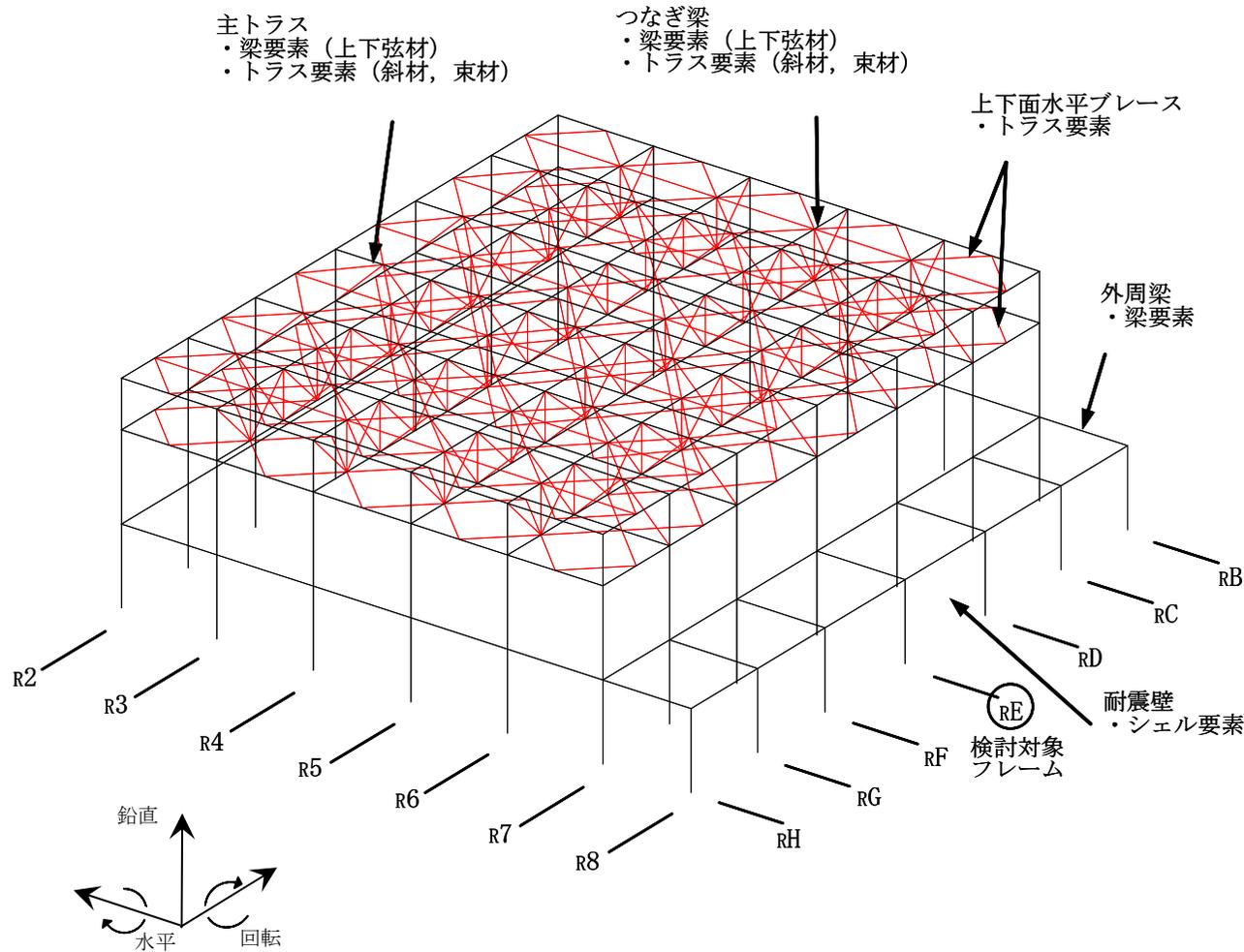
屋根伏図 (T.M.S.L.36.0m)



断面図

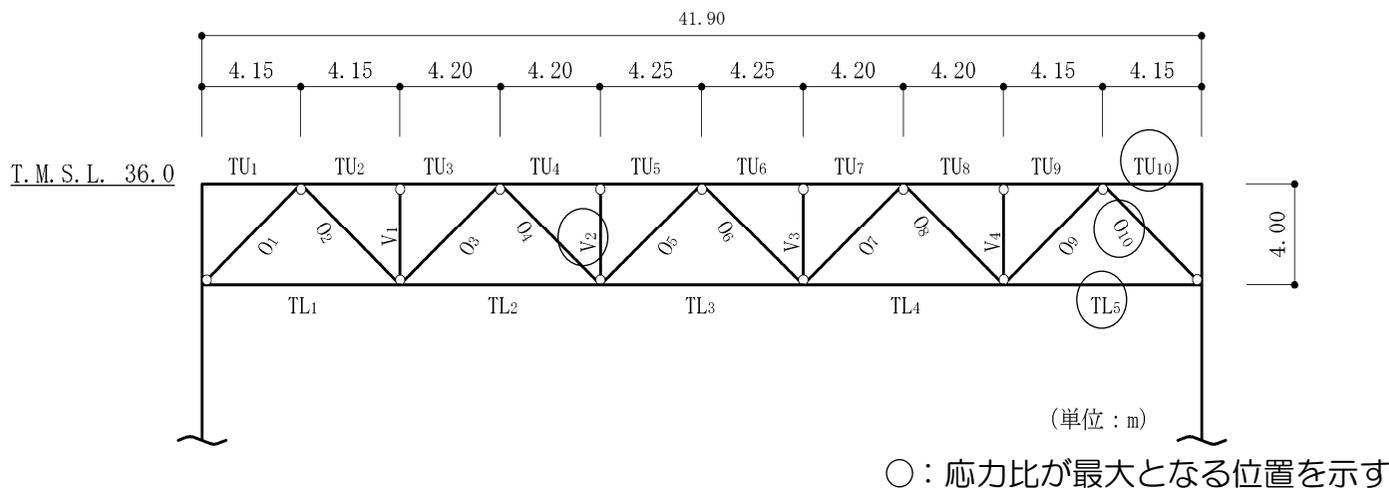
5. 2 屋根トラスの耐震健全性評価

■ 屋根トラスの解析モデルと入力イメージ



5. 2 屋根トラスの耐震健全性評価

■ 屋根トラスの評価結果 (RE通り)



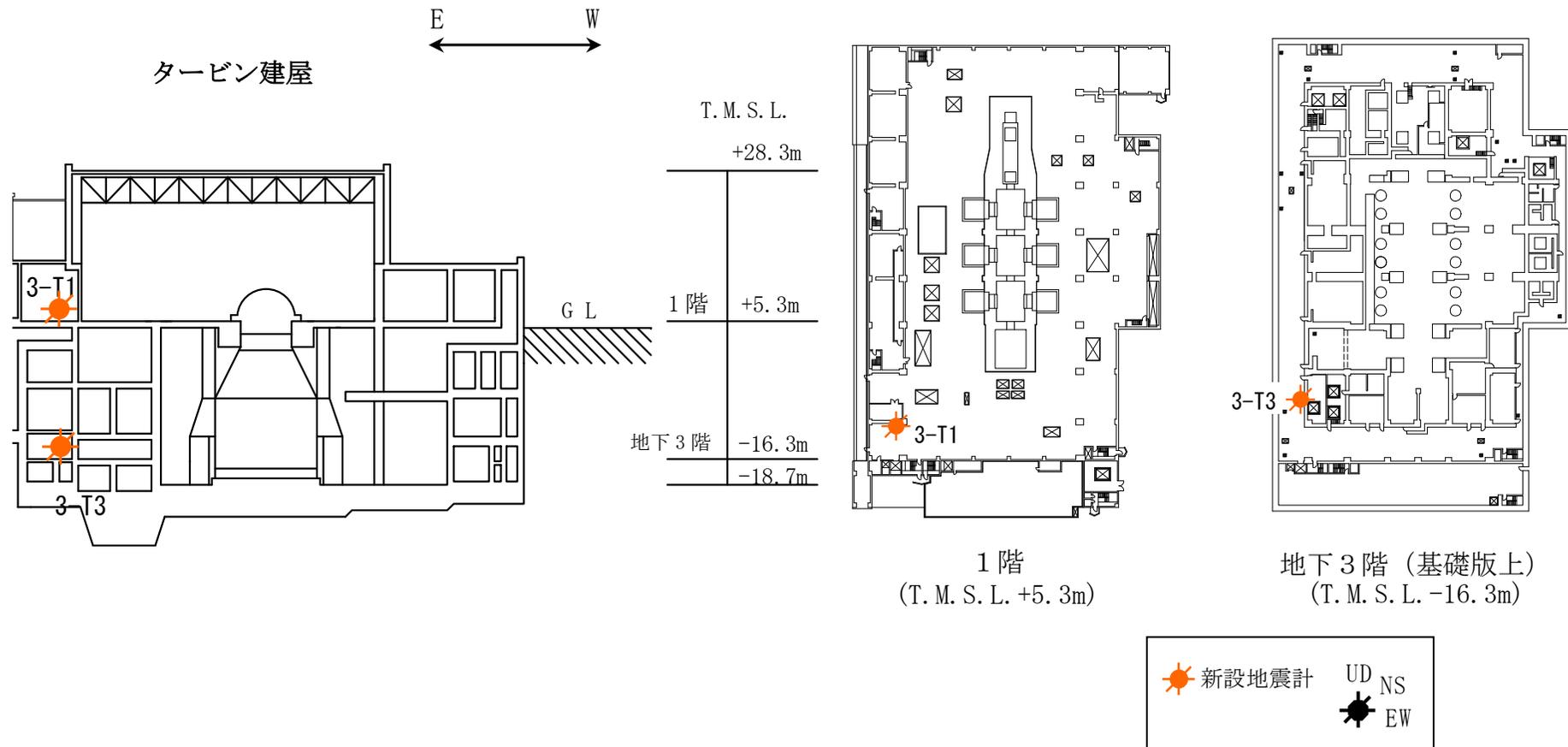
部材		発生応力 (N/mm ²)	評価基準値 (N/mm ²)	発生応力/ 評価基準値	位置	使用部材
上弦材	(引張)	37.5	325.0	0.32	TU ₁₀	H-400×400×13×21
	(曲げ)	66.3	325.0			
下弦材	(圧縮)	49.1	183.0	0.38	TL ₅	H-400×400×13×21
	(曲げ)	35.5	325.0			
斜材	(圧縮)	119.9	246.0	0.49	O ₁₀	H-394×398×11×18
束材	(圧縮)	45.7	142.0	0.33	V ₂	2[s-200×90×8×13.5

5. 2 屋根トラスの耐震健全性評価結果（まとめ）

- 地震応答解析の結果、屋根トラスを構成する各部材の発生応力と評価基準値の比は最大でも 0.3~0.5 程度であり、概ね弾性範囲であると判断されることから、耐震健全性は確保されているものと評価した。

5. 3 タービン建屋の地震観測記録

- 3号機タービン建屋に設置されている地震計の配置を以下に示す。
 なお、1階に設置されている地震計（3-T1）の本震記録は、地震計記録部の回路異常により、消失している。

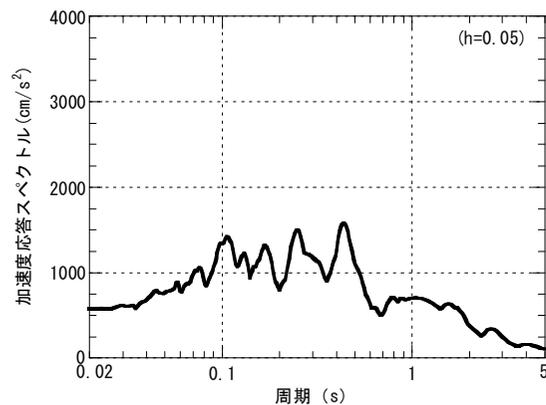
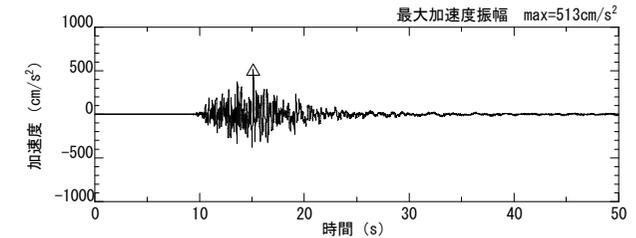
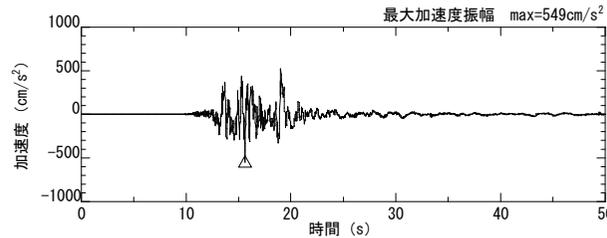
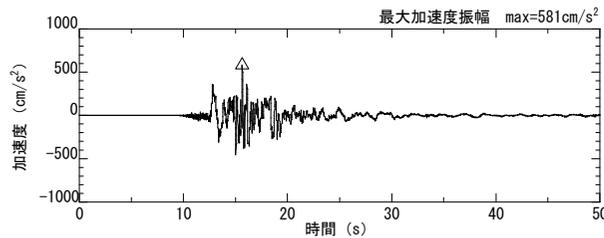


※T. M. S. L. とは、東京湾平均海面のことを指す。

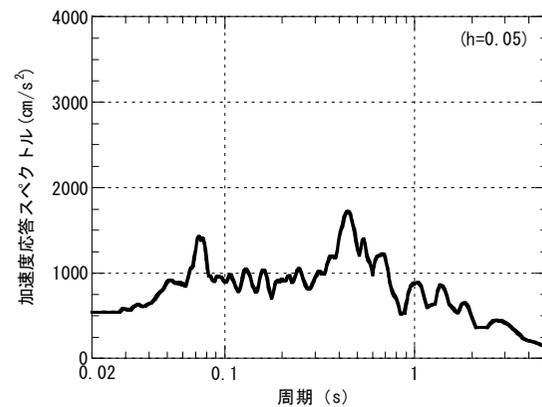
5. 3 タービン建屋の地震観測記録

■ 3号機タービン建屋の基礎版上で得られた観測記録を以下に示す。

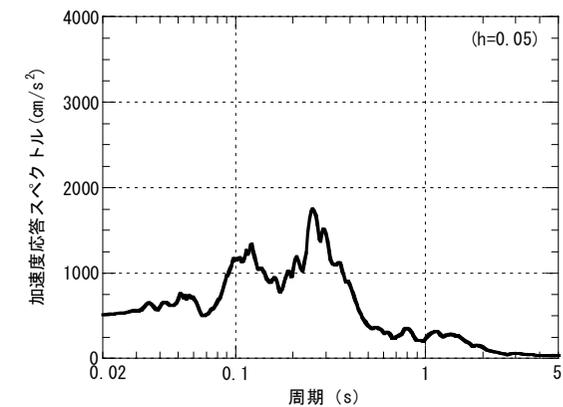
△ 最大値



NS方向



EW方向

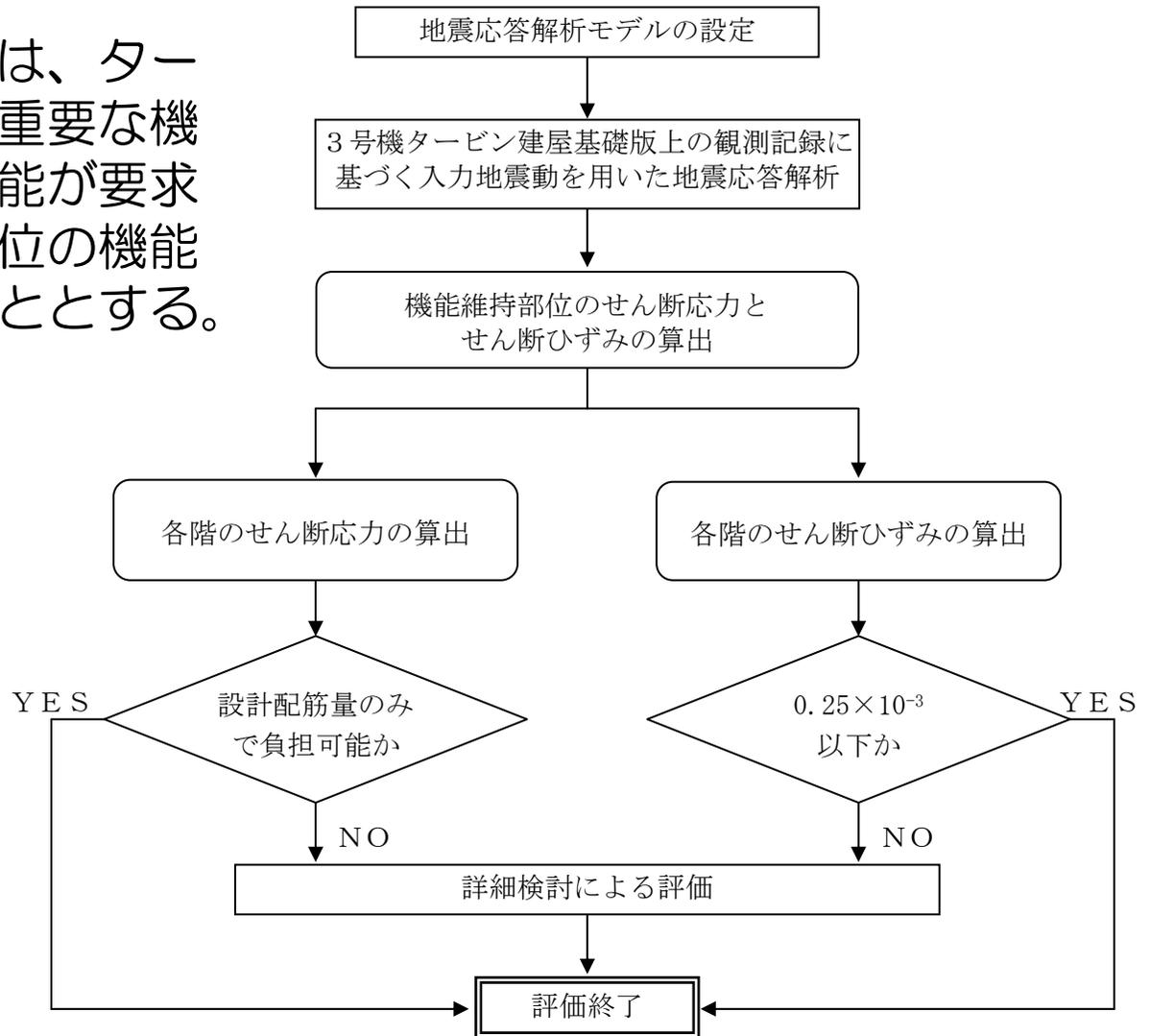


UD方向

5. 3 タービン建屋のシミュレーション解析

■タービン建屋のシミュレーション解析の評価手順

タービン建屋の構造評価は、タービン建屋の一部に耐震上重要な機器・配管系の間接支持機能が要求されることから、該当部位の機能維持について評価することとする。



5. 3 タービン建屋のシミュレーション解析

■タービン建屋のシミュレーション解析方針

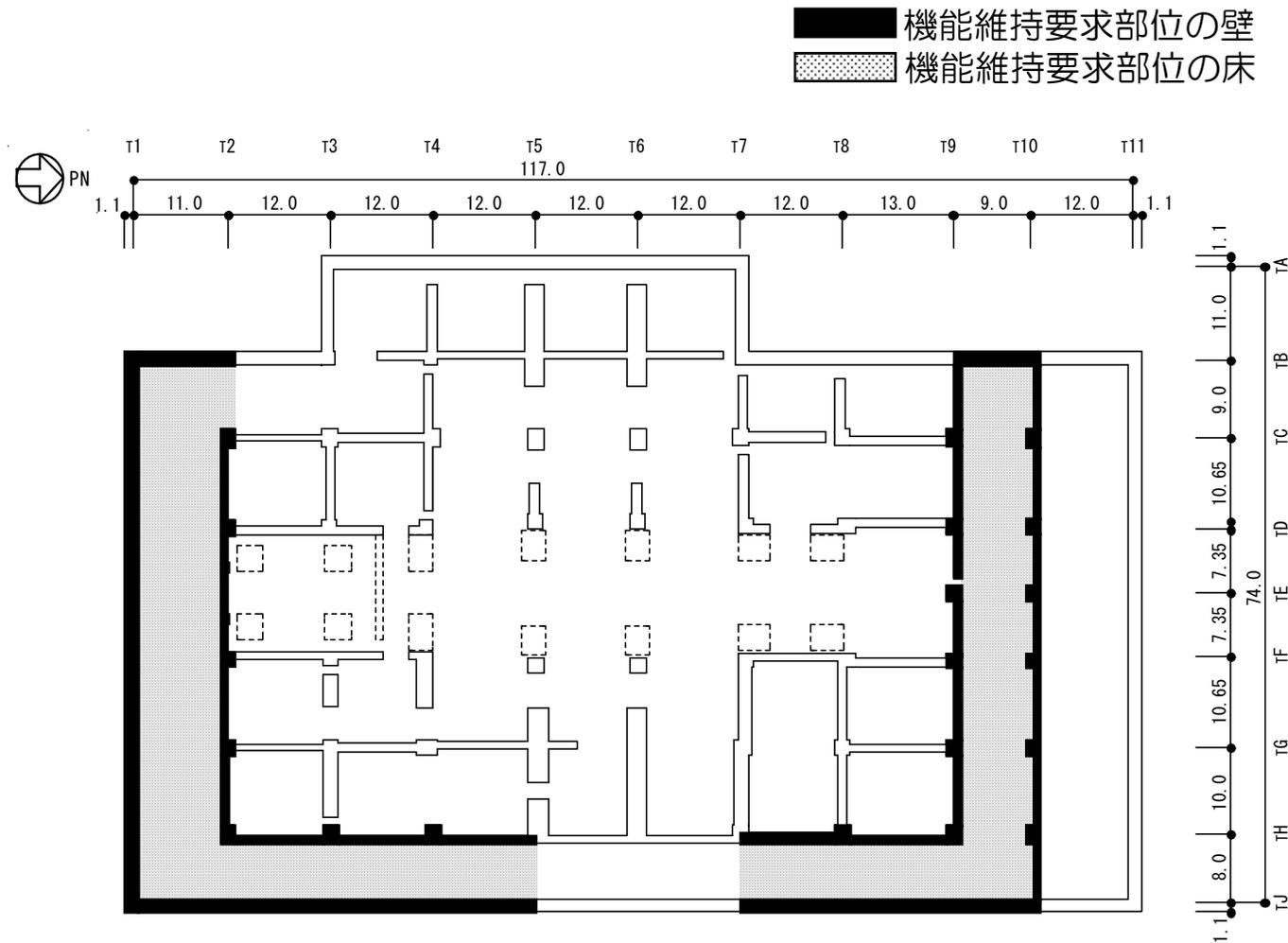
3号機タービン建屋の地震応答解析は、地震時に観測した基礎版上における水平方向および鉛直方向の地震観測記録を用いた動的解析による。

建屋各部位の応答は、タービン建屋の基礎版上での観測記録波から基礎底面位置における地盤の応答波を求め、これを振動モデルに入力して算定する。

側面地盤ばねについては、原子炉建屋での検討結果を踏まえて、Novakの方法より求まるばね定数及び減衰（水平及び回転）を50%に低減して評価する。

5. 3 タービン建屋のシミュレーション解析

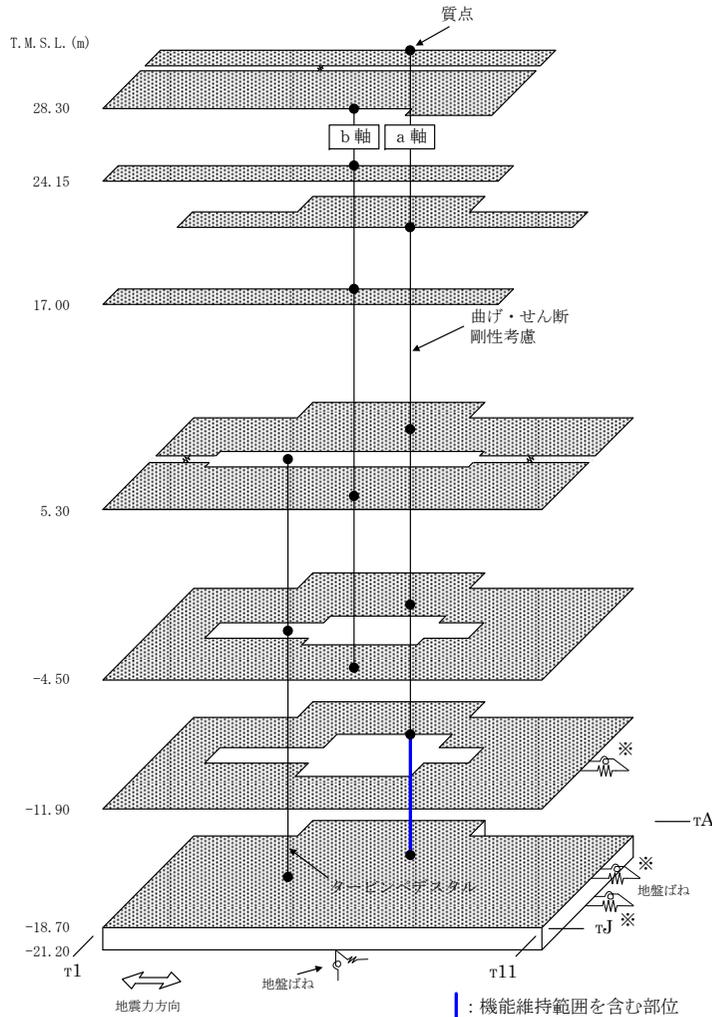
■タービン建屋の機能維持範囲



地下3階 (T.M.S.L.-18.7m)

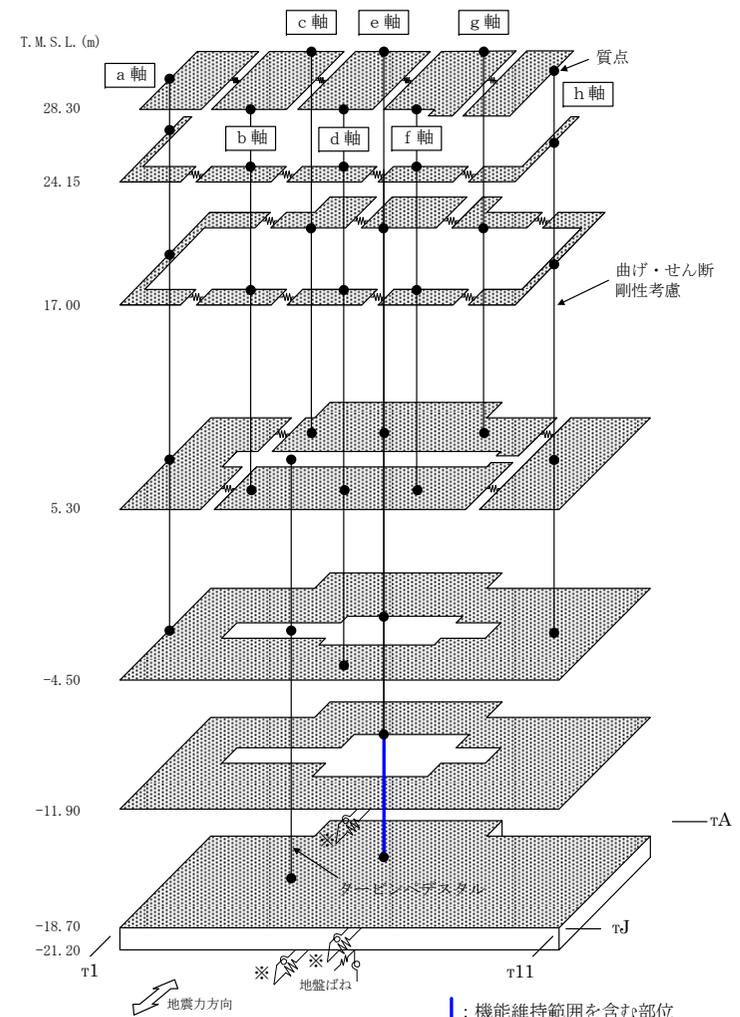
5. 3 タービン建屋のシミュレーション解析

タービン建屋の地震応答解析モデル



南北方向

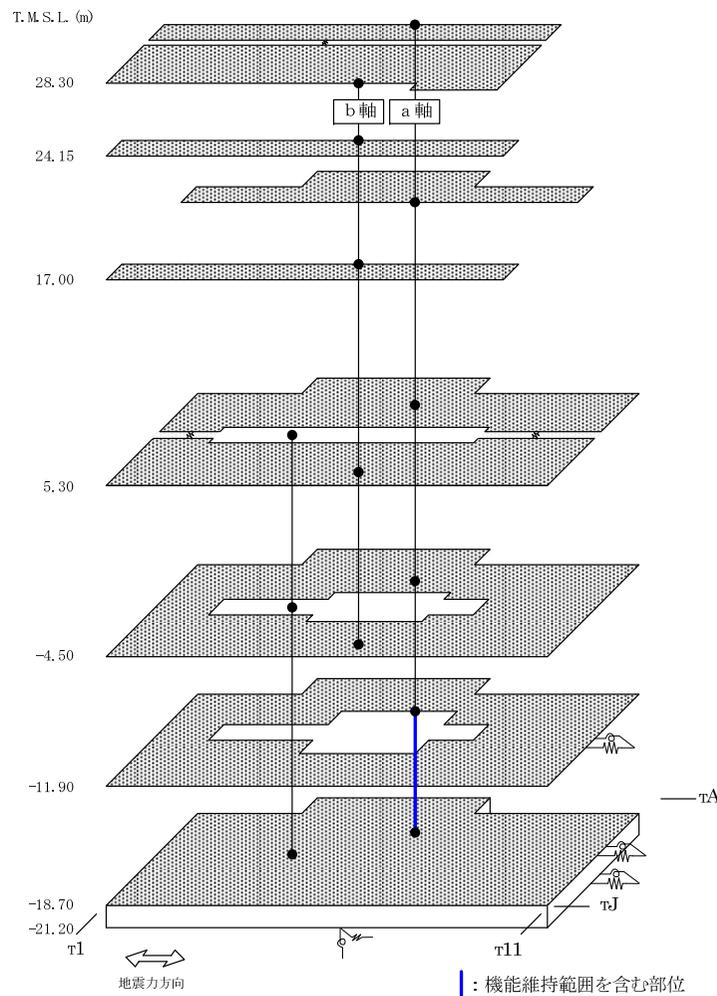
※側面地盤ばねは、Novakの方法より求まるばね定数及び減衰（水平及び回転）を50%に低減して評価する。



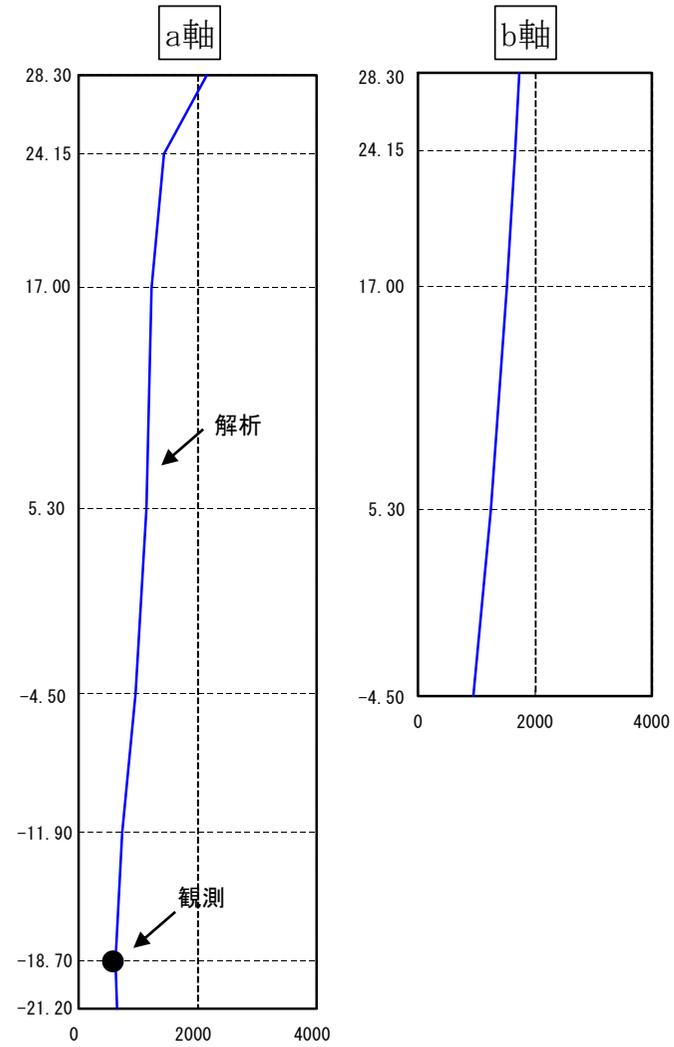
東西方向

5. 3 タービン建屋のシミュレーション解析結果

最大応答加速度の比較（南北方向）

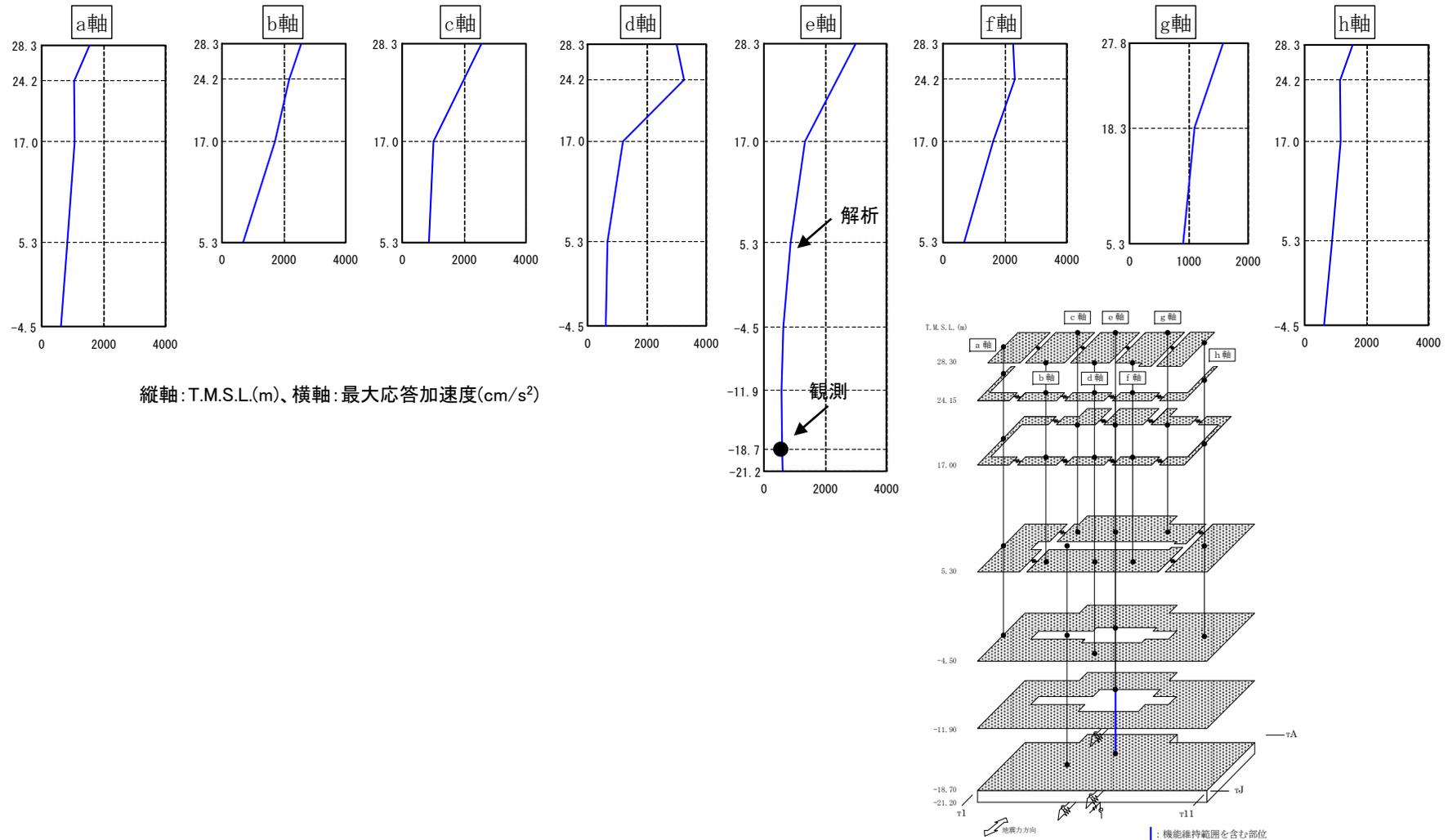


南北方向



5. 3 タービン建屋のシミュレーション解析結果

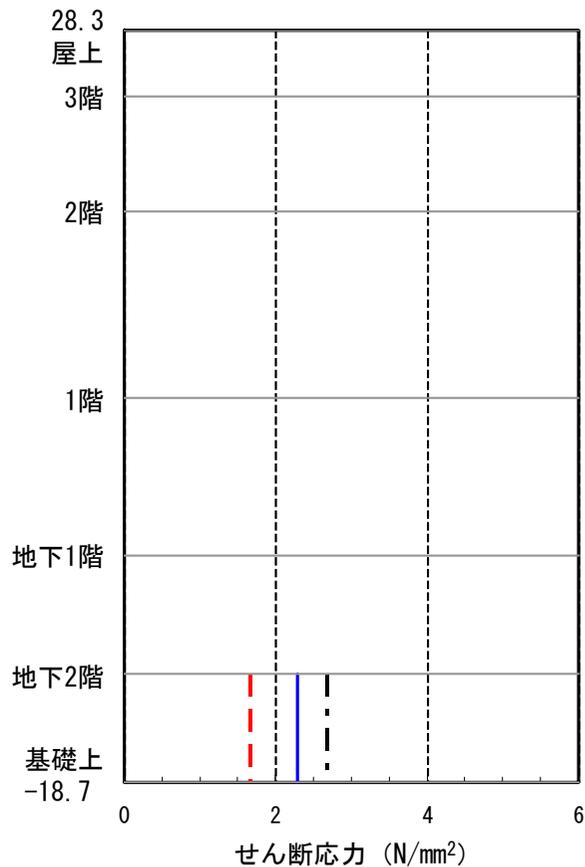
最大応答加速度の比較（東西方向）



5. 3 タービン建屋の耐震健全性評価結果

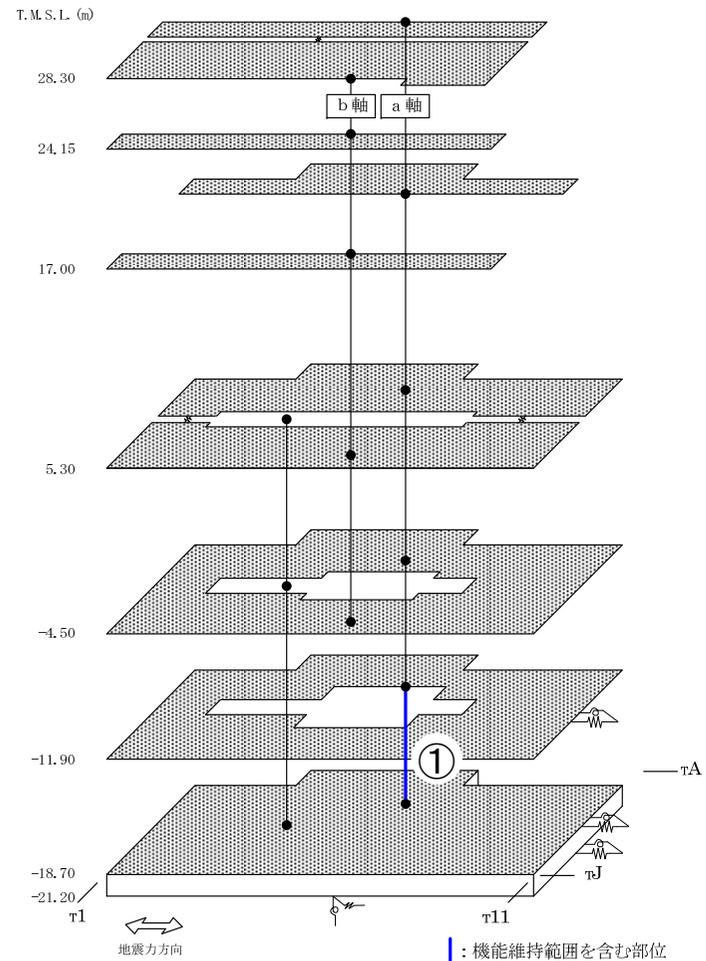
■ 耐震壁のせん断応力の比較（南北方向）

- せん断応力
- - - 設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度 ($\rho_w \cdot \sigma_y$)
- · - · - コンクリートのせん断ひび割れ発生応力 τ_c (JEAG4601)



機能維持部位①

南北方向

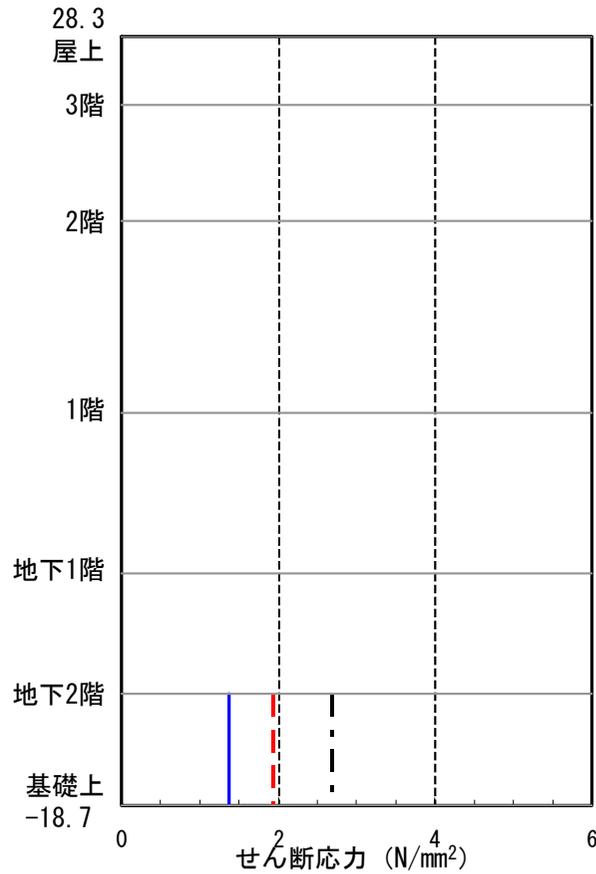


①は機能維持範囲を含む

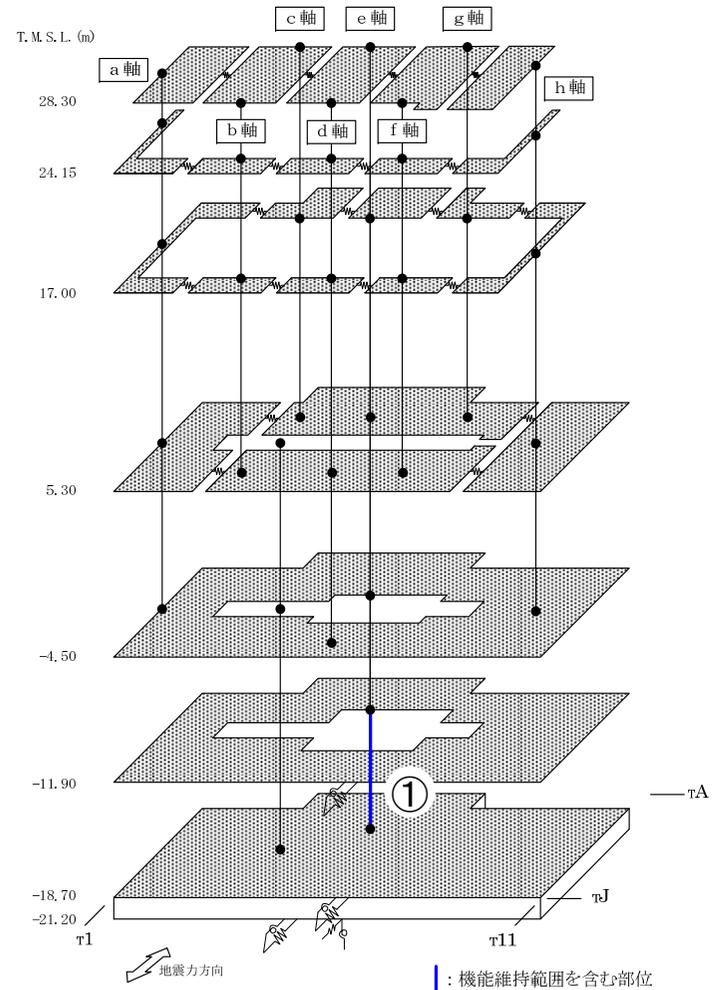
5. 3 タービン建屋の耐震健全性評価結果

■ 耐震壁のせん断応力の比較（東西方向）

- せん断応力
- - - 設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度 ($p_w \cdot \sigma_y$)
- · - · - コンクリートのせん断ひび割れ発生応力 τ_c (JEAG4601)



機能維持部位①



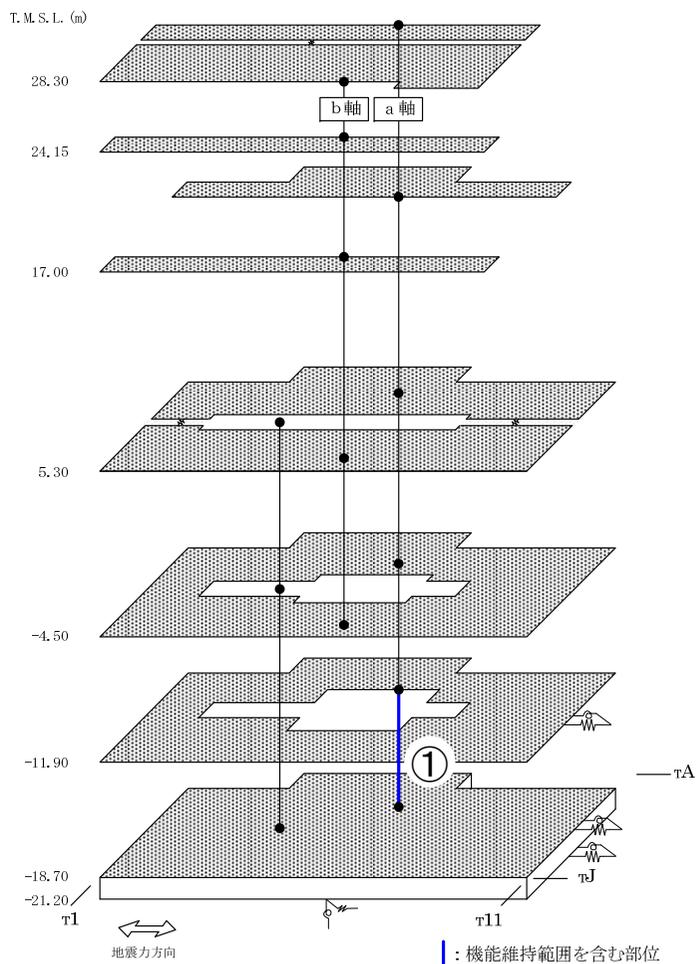
①は機能維持範囲を含む

東西方向

5. 3 タービン建屋の耐震健全性評価結果

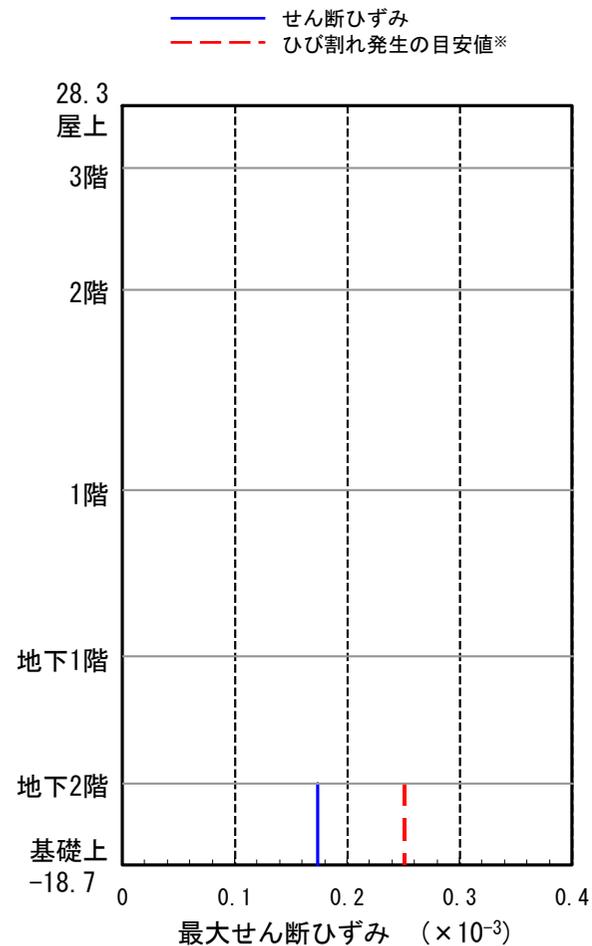
■ 耐震壁のせん断ひずみの比較（南北方向）

※過去の実験結果の平均的な値による目安値であり、せん断初ひび割れが発生するせん断ひずみ値にはばらつきがある



①は機能維持範囲を含む

南北方向

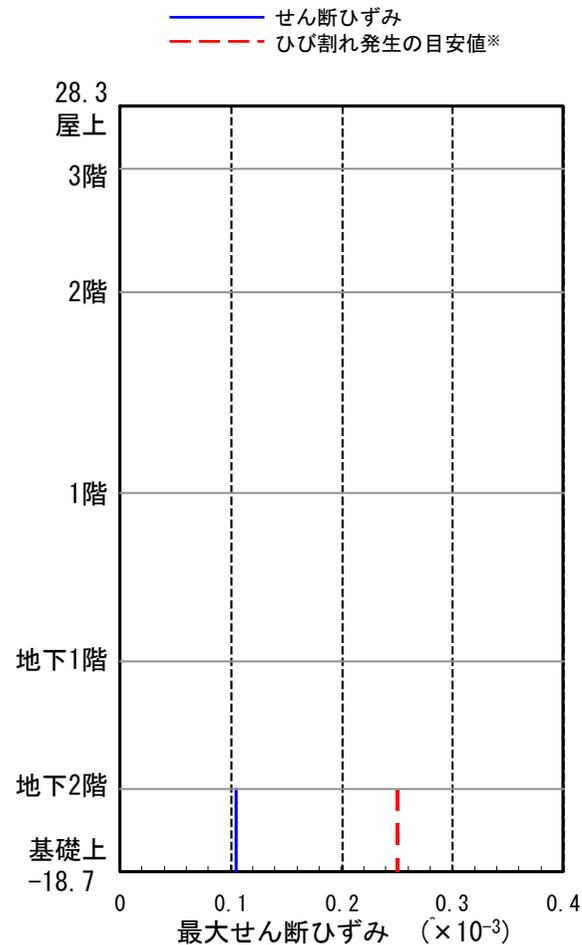
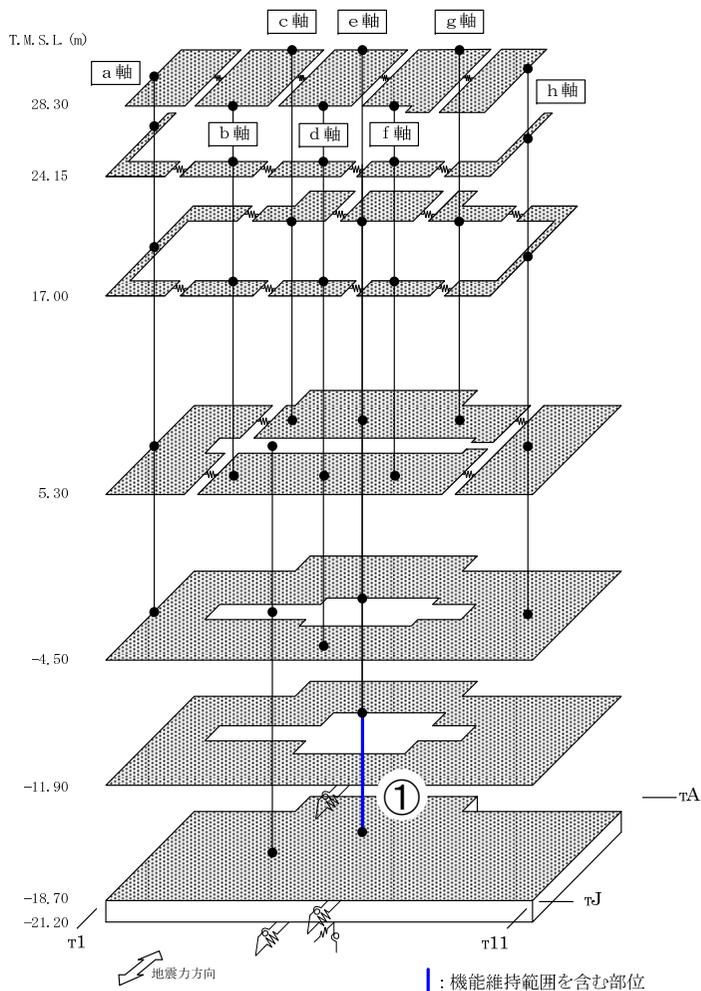


機能維持部位①

5. 3 タービン建屋の耐震健全性評価結果

耐震壁のせん断ひずみの比較（東西方向）

※過去の実験結果の平均的な値による目安値であり、せん断初ひび割れが発生するせん断ひずみ値にはばらつきがある



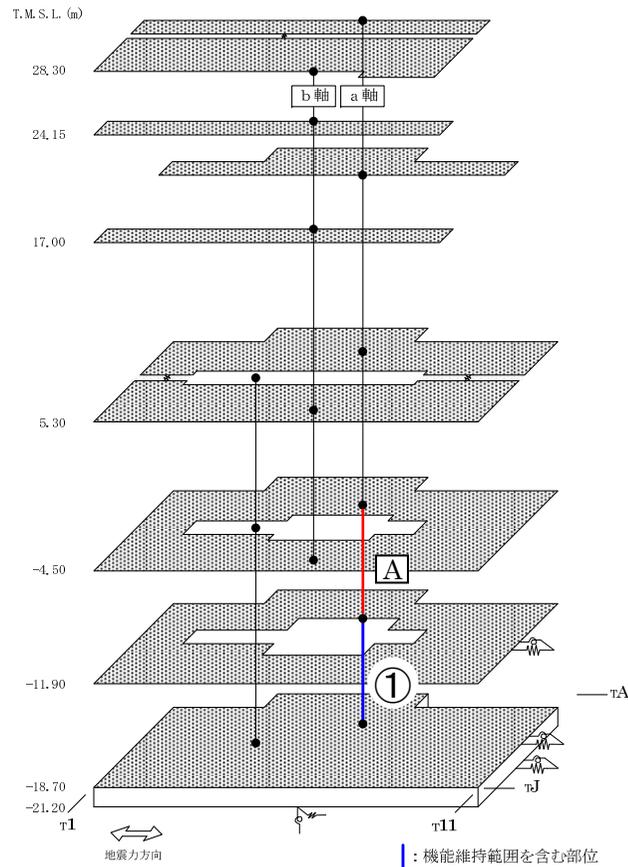
①は機能維持範囲を含む

東西方向

機能維持部位①

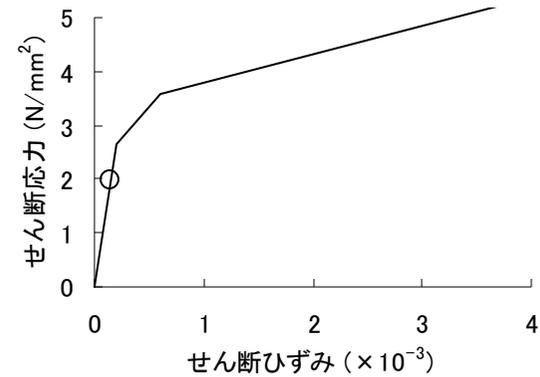
5. 3 タービン建屋の耐震健全性評価結果

■ 耐震壁のせん断スケルトン曲線上の最大応答値の比較（南北方向）

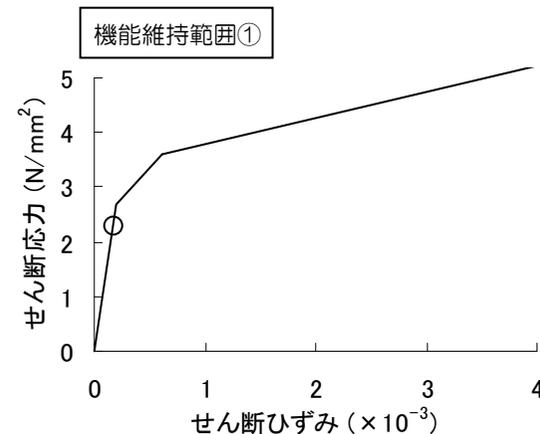


○はせん断スケルトン曲線上の最大応答値を表す。

機能維持範囲を含まない部位で
第1折点に最も近い部位 Δ

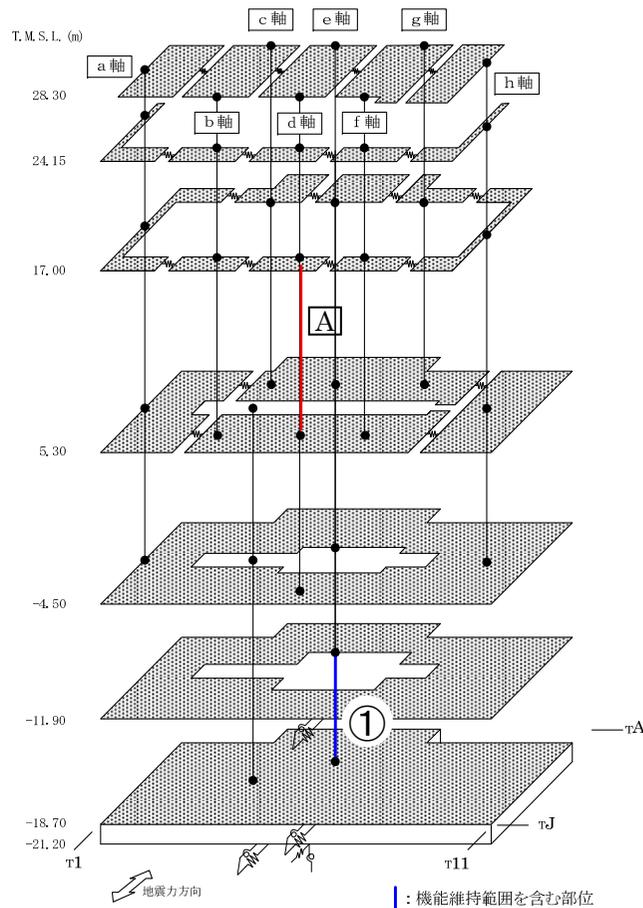


①は機能維持範囲を含む
○はせん断スケルトン曲線上の最大応答値を表す。



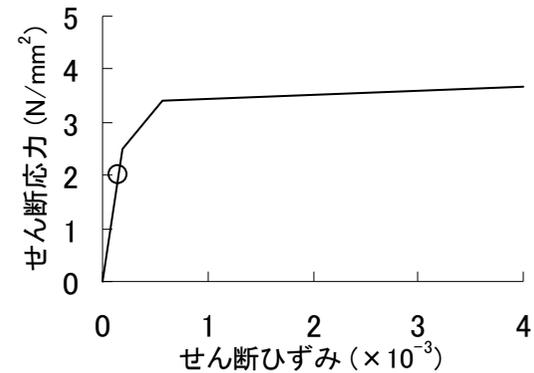
5. 3 タービン建屋の耐震健全性評価結果

■ 耐震壁のせん断スケルトン曲線上の最大応答値の比較（東西方向）

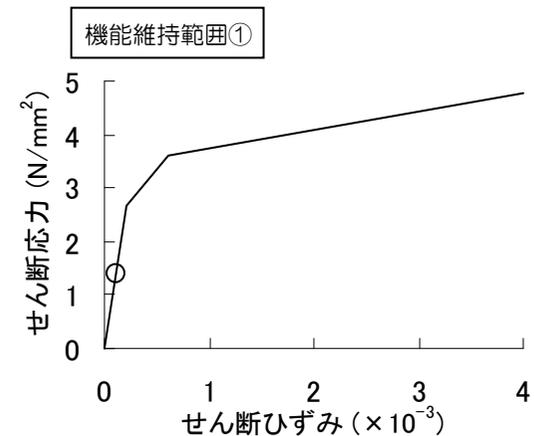


○はせん断スケルトン曲線上の最大応答値を表す。

機能維持範囲を含まない部位で第1折点で最も近い部位 Δ



①は機能維持範囲を含む
○はせん断スケルトン曲線上の最大応答値を表す。

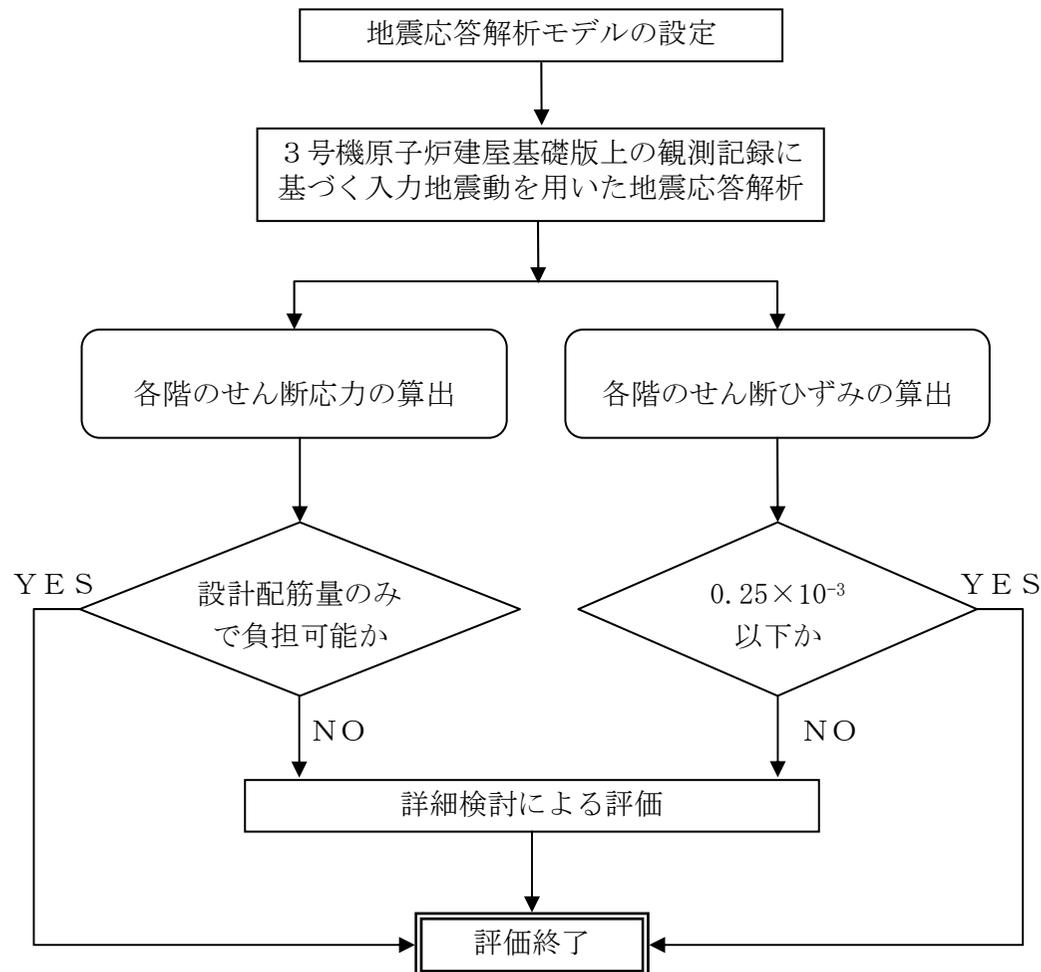


5. 3 タービン建屋の耐震健全性評価結果（まとめ）

- コンクリートの負担分を考慮せずに、設計配筋量のみで負担可能な短期せん断応力度と比較した場合、南北方向の発生応力は短期せん断応力度を上回る結果となり、東西方向の発生応力は、短期せん断応力度を下回る結果となった。
- コンクリートの負担分を考慮し、せん断スケルトン曲線上の応答としてみた場合は、東西方向、南北方向共に第一折れ点を下回る結果となり、弾性範囲にあると判断された。
- 以上のことを踏まえ、タービン建屋の耐震健全性は確保されているものと評価した。

5. 4 海水熱交換器建屋のシミュレーション解析

■ 海水熱交換器建屋のシミュレーション解析の評価手順

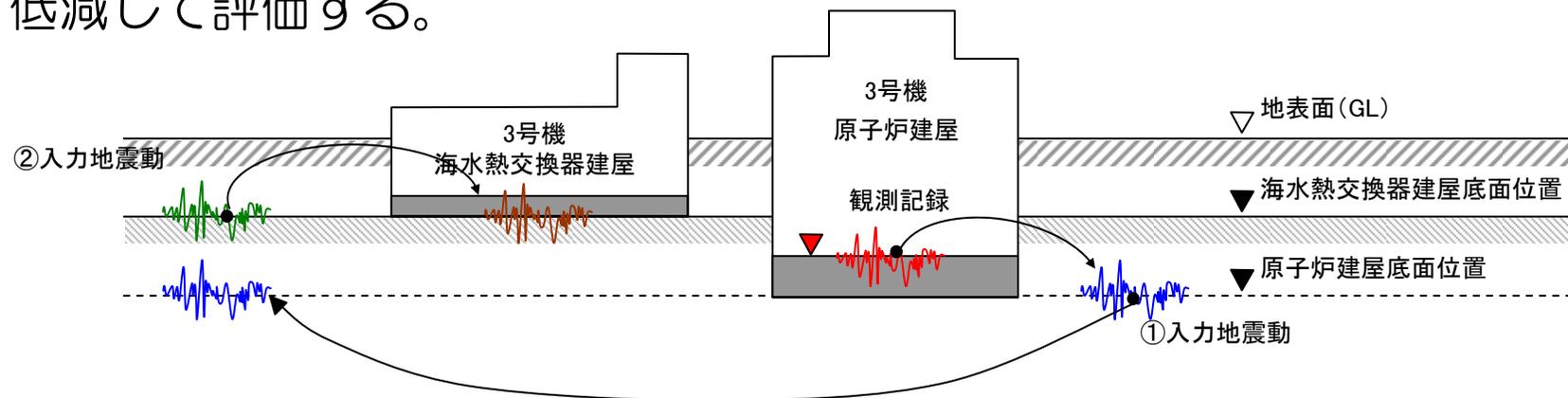


5. 4 海水熱交換器建屋のシミュレーション解析

■ 海水熱交換器建屋のシミュレーション解析方針

- 3号機海水熱交換器建屋の地震応答解析に用いる入力地震動②は、3号機原子炉建屋基礎版上での地震観測記録から、原子炉建屋の解析モデルの伝達関数を用いて基礎下端における入力地震動①を算出し、それを海水熱交換器建屋の地盤モデルの同一レベル位置に定義して、地盤の応答解析を実施して求める。

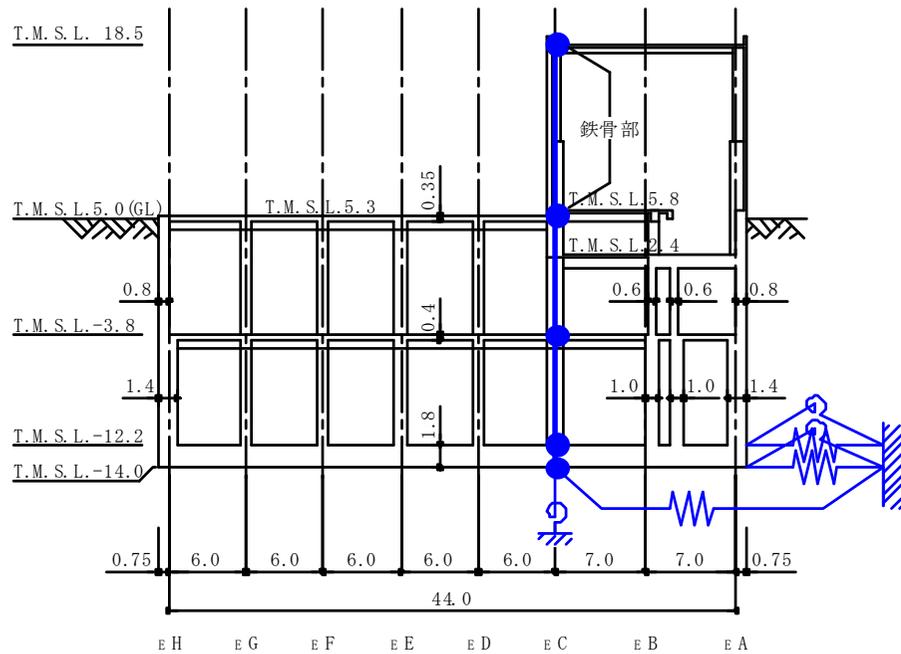
側面地盤ばねについては、原子炉建屋での検討結果を踏まえて、Novakの方法より求まるばね定数及び減衰（水平及び回転）を50%に低減して評価する。



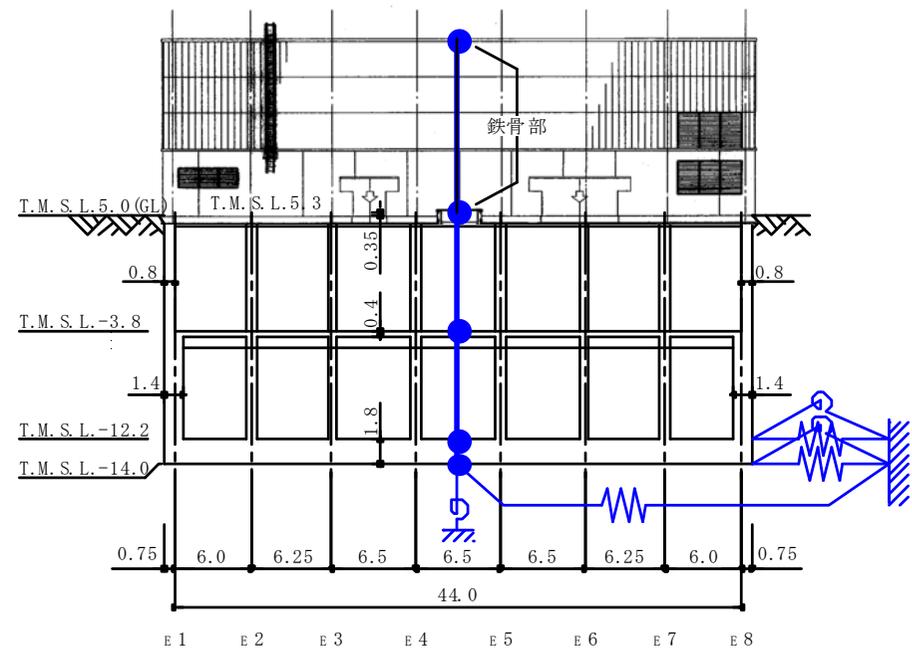
入力地震動の考え方

5. 4 海水熱交換器建屋のシミュレーション解析

■ 海水熱交換器建屋の地震応答解析モデル



解析モデル（南北方向）

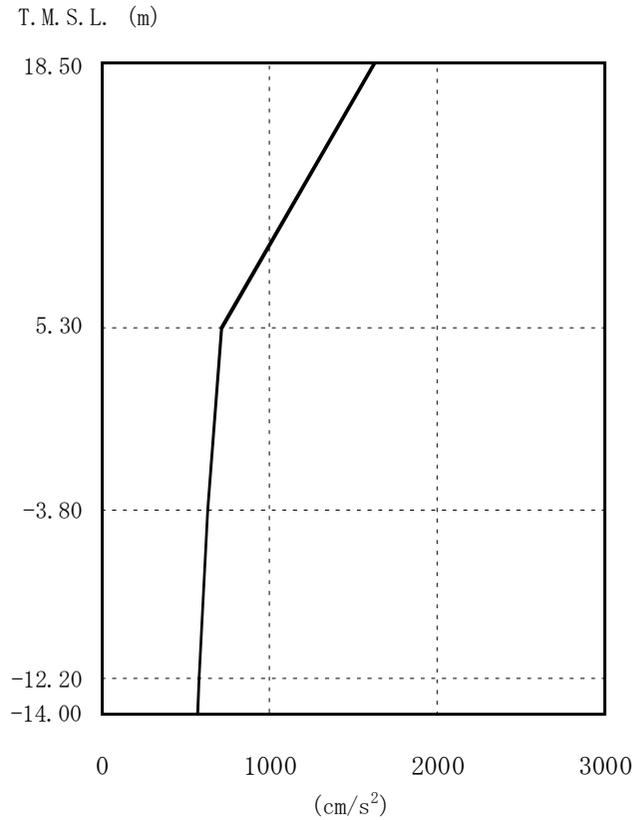


解析モデル（東西方向）

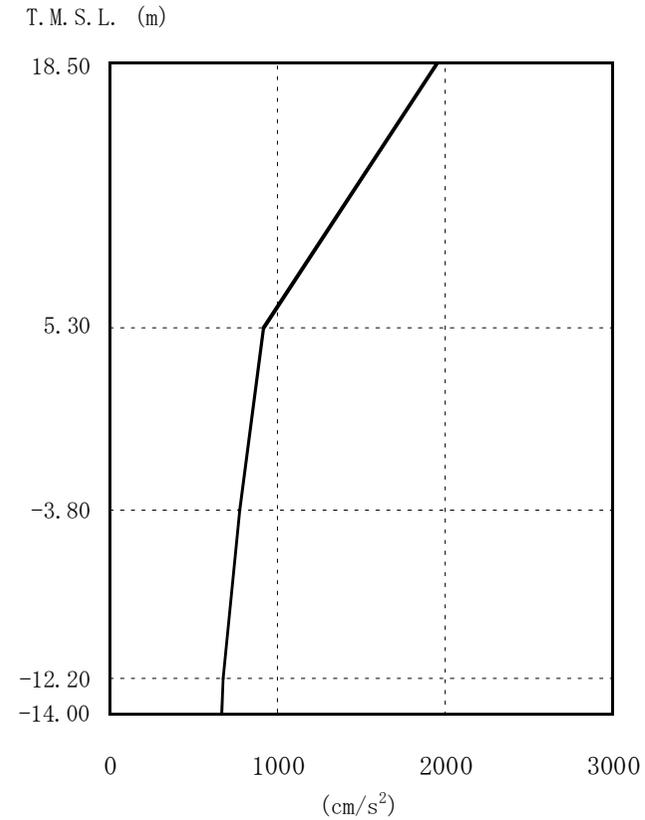
※側面地盤ばねは、Novakの方法より求まるばね定数及び減衰（水平及び回転）を50%に低減して評価する。

5. 4 海水熱交換器建屋のシミュレーション解析

■ 3号機海水熱交換器建屋 最大応答加速度



最大応答加速度 (cm/s²)
南北方向



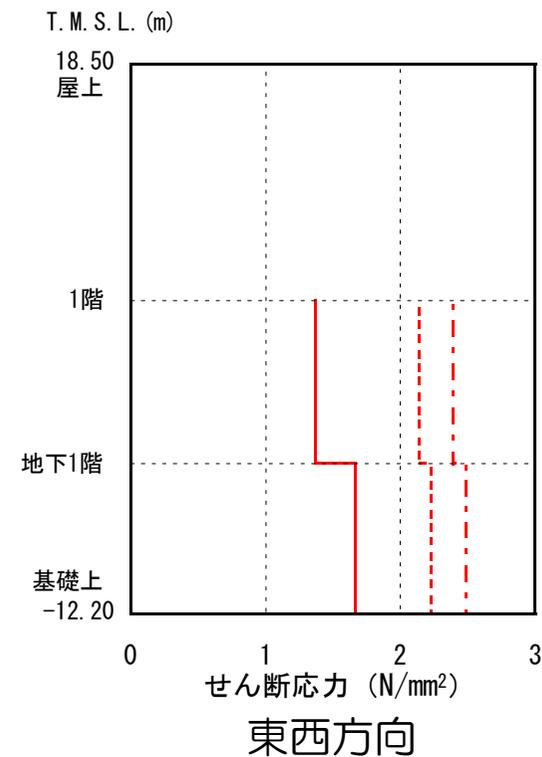
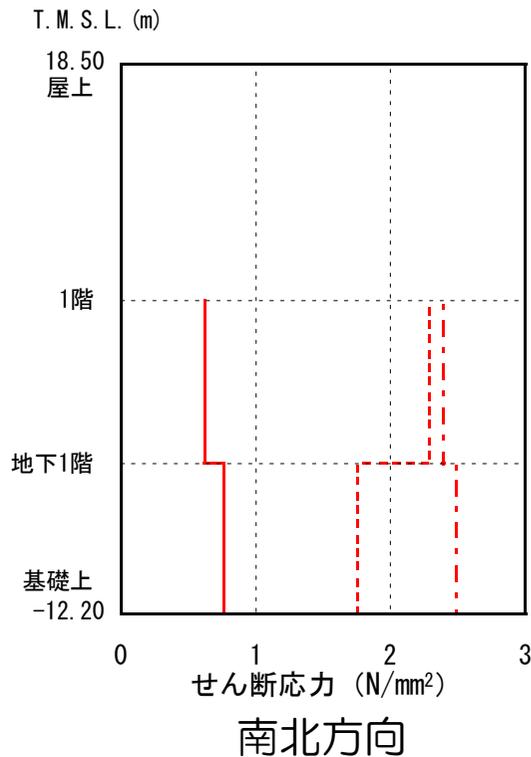
最大応答加速度 (cm/s²)
東西方向

5. 4 海水熱交換器建屋の耐震健全性評価結果

各階のせん断応力は、設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度に対して余裕のある結果が出ていることから、耐震壁の鉄筋コンクリート部は概ね弾性範囲にあると判断されるとともに余裕度を有しており、耐震健全性は確保されているものと評価した。

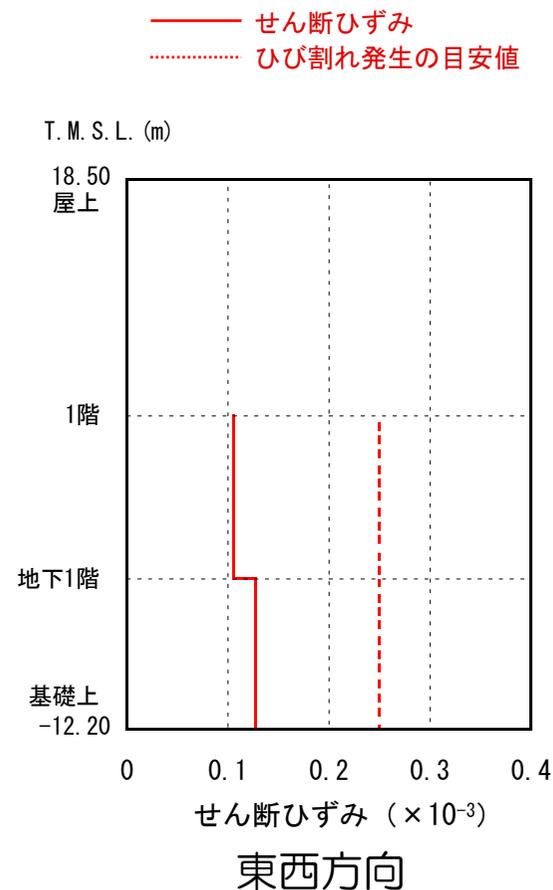
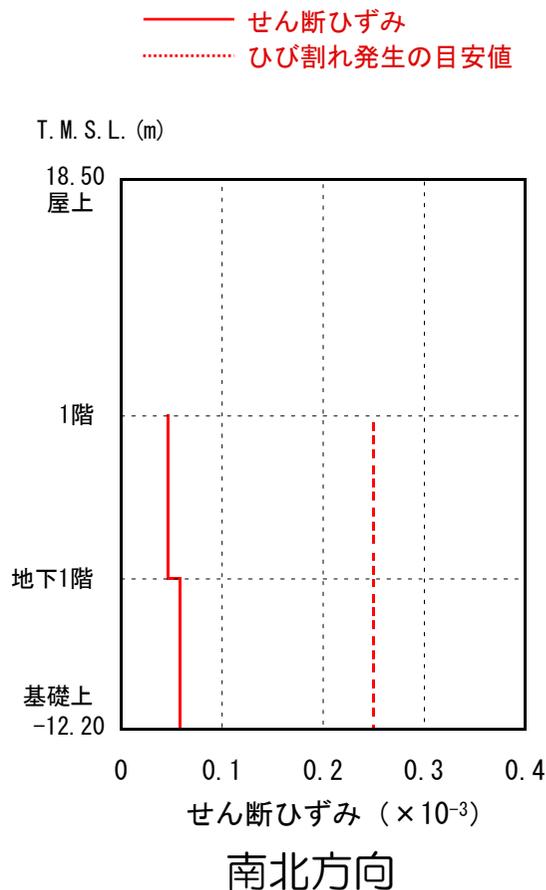
- せん断応力
- 設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度 ($p_w \cdot \sigma_y$)
- - - - コンクリートのせん断ひび割れ発生応力 τ_c (JEAG4601)

- せん断応力
- 設計配筋量のみで負担できる短期せん断応力度 ($p_w \cdot \sigma_y$)
- - - - コンクリートのせん断ひび割れ発生応力 τ_c (JEAG4601)



5. 4 海水熱交換器建屋の耐震健全性評価結果

各階のせん断ひずみは、ひび割れ発生の目安値*を下回っている。



※過去の実験結果の平均的な値による目安値であり、せん断初ひび割れが発生するせん断ひずみの値にはばらつきがある。

5. 4 海水熱交換器建屋の耐震健全性評価結果（まとめ）

- 地震応答解析より得られた耐震壁のせん断応力による検討の結果、発生応力は設計配筋量のみで負担可能な短期せん断応力度を下回る結果となり、概ね弾性範囲と判断された。
- 以上のことを踏まえ、海水熱交換器建屋の耐震健全性は確保されているものと評価した。

6. 総合評価

6. 総合評価

■点検結果

- 原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器建屋の各部位で要求性能を損なうような事象は確認されなかった。

■地震応答解析結果

- 原子炉建屋の耐震壁および屋根トラス、海水熱交換機建屋の耐震壁については、評価基準値を満足することを確認した。
- タービン建屋の機能維持部位の耐震壁では、発生応力を、コンクリートの負担分を考慮せずに、設計配筋量のみで負担可能なせん断応力度と比較すると、発生応力が上回る部位があった。ただし、コンクリートの負担分を考慮し、せん断スケルトン曲線上の応答値としてみた場合は、第一折れ点を下回る応答であり、弾性範囲にあると判断されることから健全であるものと評価した。

■総合評価結果

- 点検と地震応答解析の両面から評価を行った結果、原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器建屋の健全性が確保されているものと評価した。