

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 添-2-074-6 改1
提出年月日	2020年6月17日

V-2-2-別添1-2-6 サブドレンシャフトの耐震性についての計算書

K7 ① V-2-2-別添1-2-6 R0

2020年6月

東京電力ホールディングス株式会社

V-2-2-別添 1-2-6 サブドレンシャフトの耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	7
2.4 適用規格・基準等	9
3. 応力解析による評価方法	10
3.1 評価対象部位及び評価方針	10
3.2 荷重及び荷重の組合せ	12
3.2.1 荷重	12
3.2.2 荷重の組合せ	12
3.3 許容限界	13
3.4 評価方法	14
3.4.1 応力解析方法	14
3.4.2 地震動の選定	19
3.4.3 地盤物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動	28
3.5 応力解析による最大応答値のまとめ	48
3.5.1 管軸方向断面の最大応答値	48
3.5.2 横断方向断面の最大応答値	48
4. 評価結果	49
4.1 管軸方向断面の評価結果	49
4.2 横断方向断面の評価結果	51
参考資料 1. 本計算書以外のサブドレンシャフトの耐震性について	52

1. 概要

建屋評価における前提条件を満たすために、7号機地下水排水設備は、建屋の耐震性を確保するため地下水位を建屋基礎スラブ底面レベル以深に維持する機能を有する。

7号機地下水排水設備の評価においては、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」のうち、「10. 耐震計算の基本方針 10.1 建物・構築物」及びV-1-1-9「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」に基づき、基準地震動 S_s による地震力に対して機能を維持できることを確認する。

本計算書は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、7号機地下水排水設備のうちサブドレンシャフトが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

2. 基本方針

原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋，廃棄物処理建屋の地下水排水設備（以下，「地下水排水設備」という。）は，各建屋に対し，その耐震性を確保するため地下水位を建屋基礎スラブ底面レベル以深に維持する機能を有し，基準地震動 S_s に対する機能維持を確認する必要があることから，地下水排水設備を構成するサブドレンシャフトについて基準地震動 S_s による地震力に対する評価を実施する。

2.1 位置

地下水排水設備の概略配置を図 2-1 に示す。

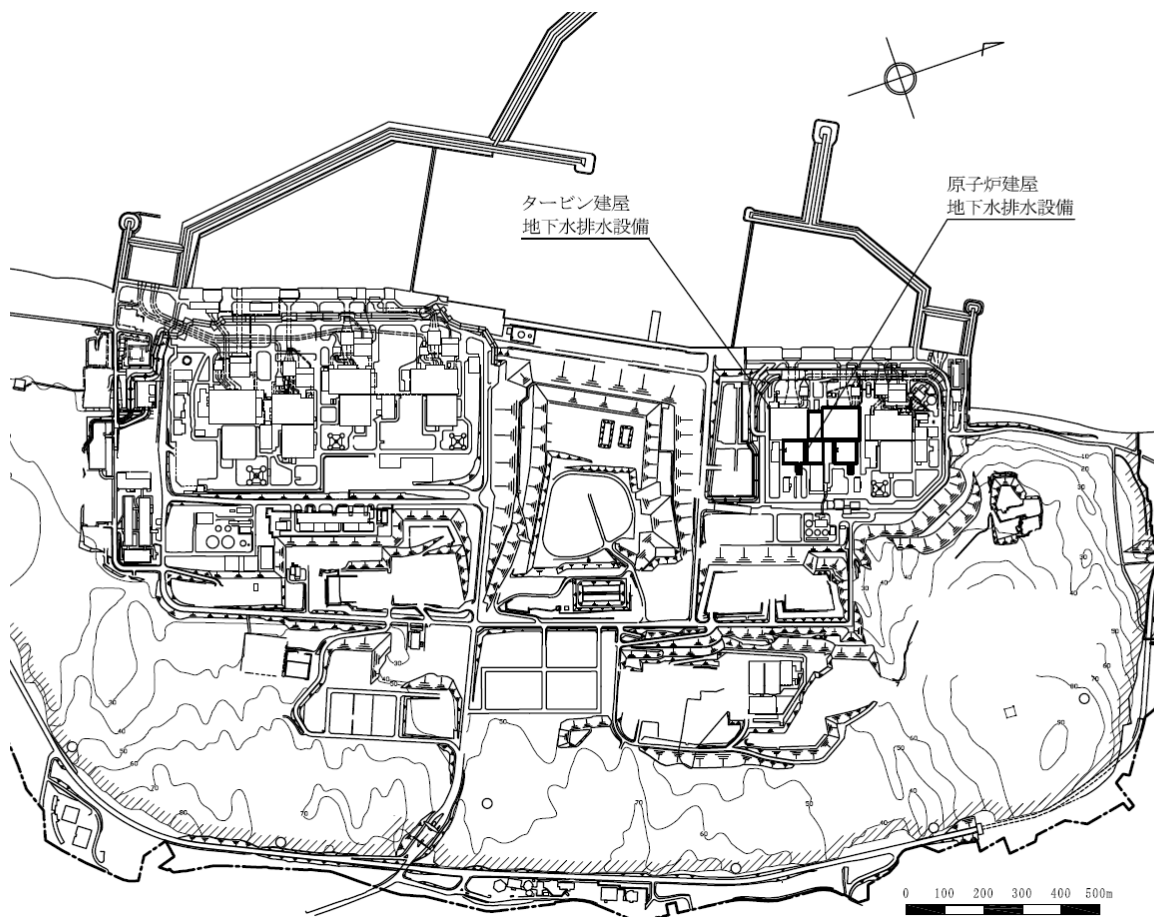


図 2-1 地下水排水設備の概略配置図

2.2 構造概要

原子炉建屋のサブドレンシャフトは、北側に3箇所、南側に2箇所設置し、原子炉建屋の四方隅角部付近及び北側中央付近に位置する。評価対象とするサブドレンシャフトは、外径φ1.9mの鋼管である。

タービン建屋のサブドレンシャフトは、北側に1箇所、南側に2箇所設置し、タービン建屋の四方隅角部付近に位置する。評価対象とするサブドレンシャフトは、内径φ1.7mの鋼管である。

地下水排水設備の評価対象配置図及び概略構成図を図2-2～図2-3に、原子炉建屋サブドレンシャフトの概略断面図を図2-4に、タービン建屋サブドレンシャフトの概略断面図を図2-5に示す。

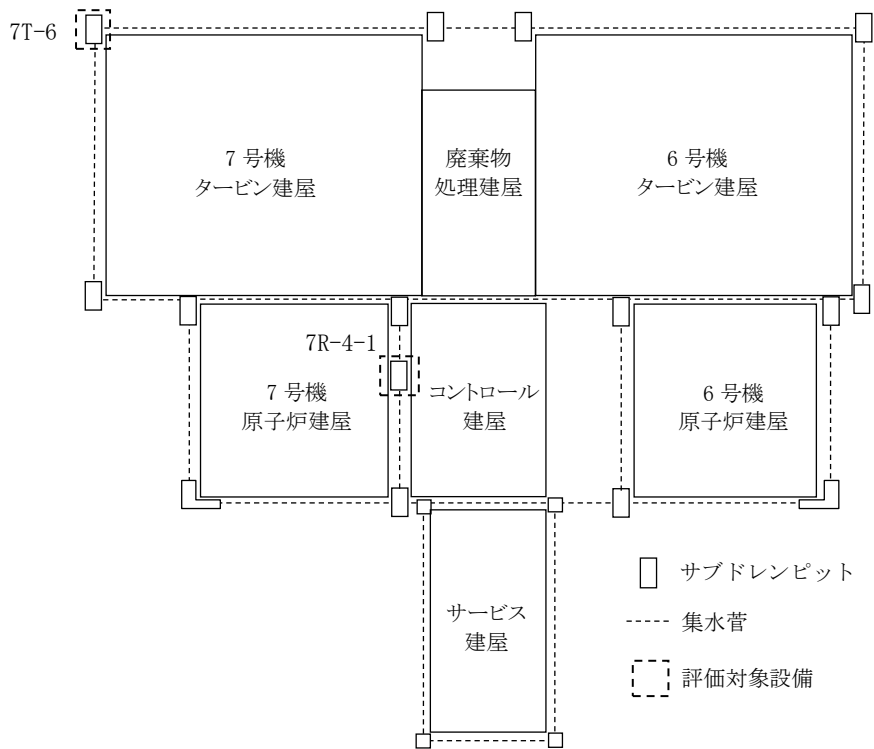


図 2-2 地下水排水設備の評価対象配置図

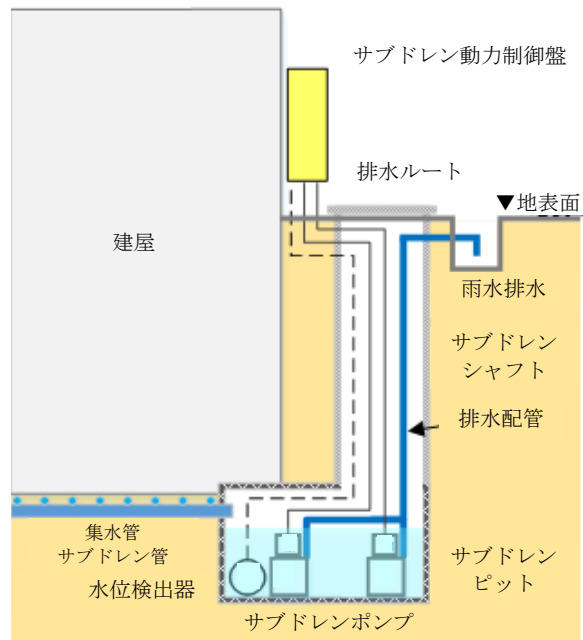


図 2-3 地下水排水設備の概略構成図

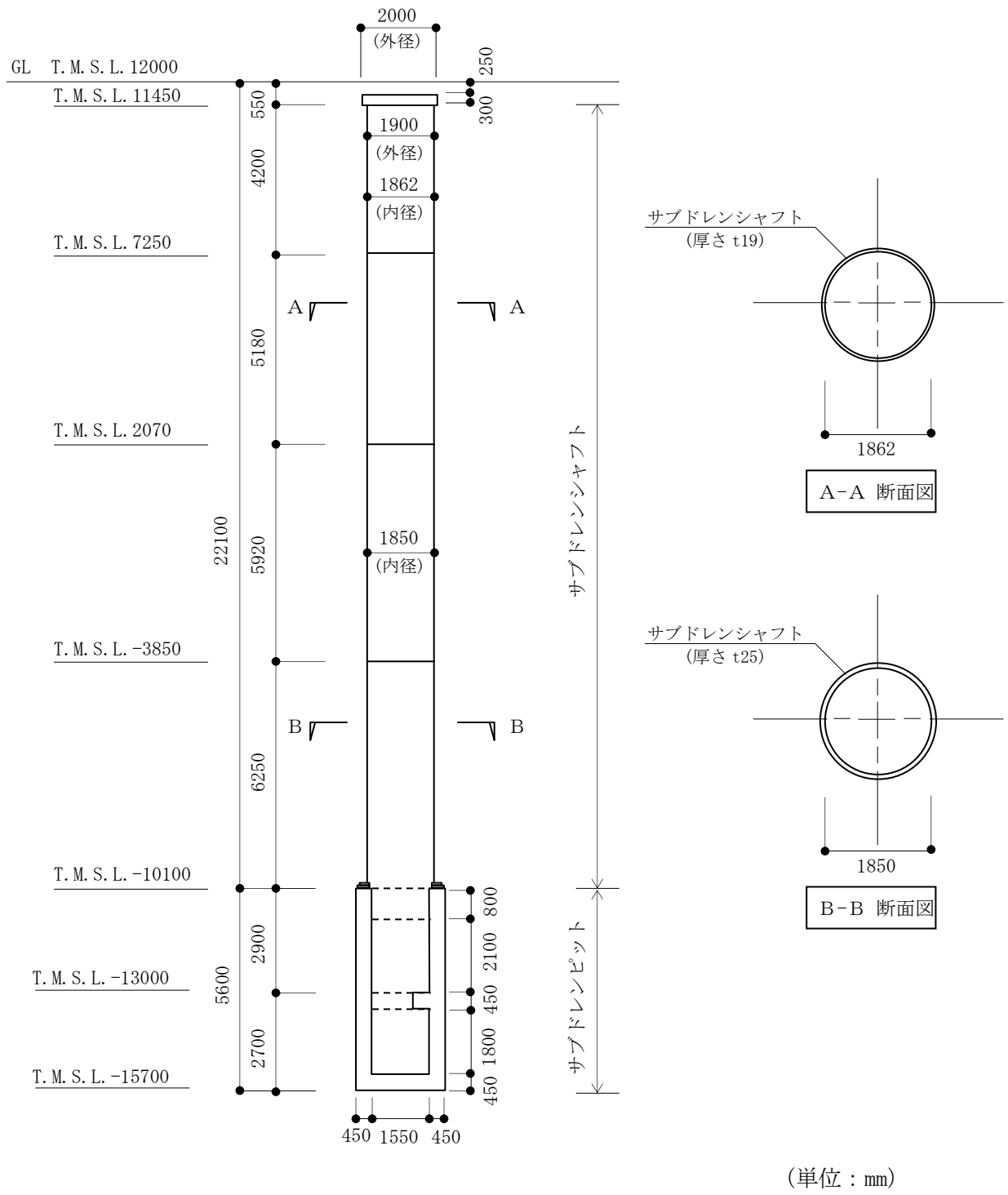
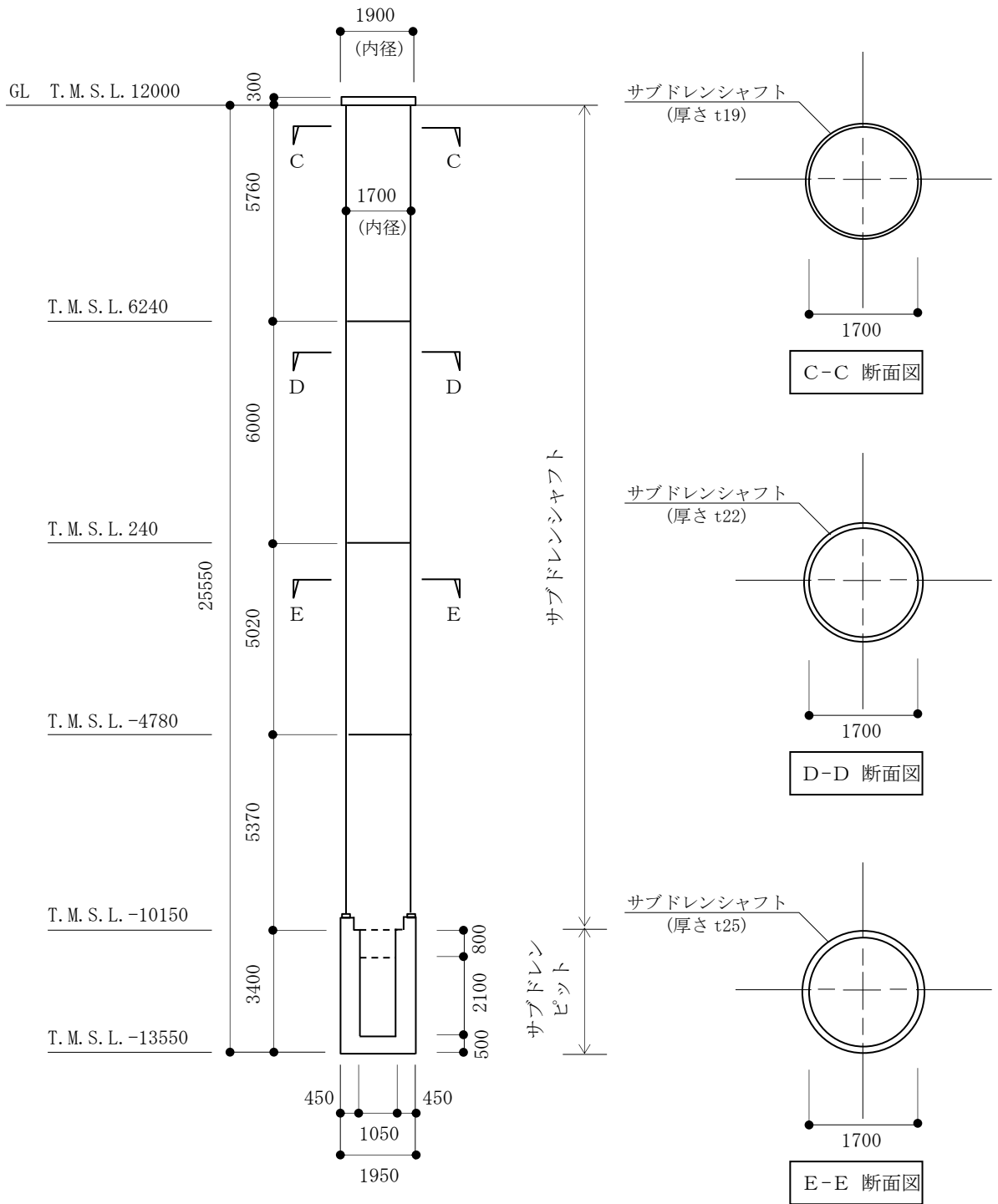


図 2-4 原子炉建屋サブドレンシャフトの概略断面図



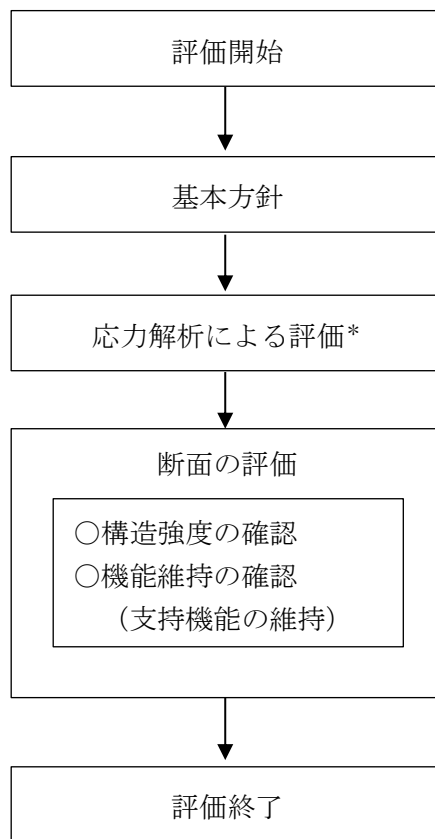
(単位 : mm)

図 2-5 タービン建屋サブドレンシャフトの概略断面図

2.3 評価方針

サブドレンシャフトの評価は、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づき、応力解析による断面の評価を行うことで、地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価は、V-2-2-別添 1-2-1「地下水排水設備設置位置の地盤応答」の結果を踏まえたものとする。評価に当たっては地盤物性の不確かさを考慮する。

サブドレンシャフトの評価フローを図 2-6 に示す。



注記* : 地盤物性の不確かさを考慮する。

図 2-6 サブドレンシャフトの評価フロー

2.4 適用規格・基準等

サブドレンシャフトの評価において、適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1
 - ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005改定)
(以下「S規準」という。)
- ・道路橋示方書 (I共通編・IV下部構造編)・同解説 ((社) 日本道路協会, 2002)

3. 応力解析による評価方法

3.1 評価対象部位及び評価方針

応力解析による評価対象部位はサブドレンシャフトとする。管軸方向（鉛直断面）の検討では線形はり-地盤ばねモデルによる応答変位法解析を実施し、横断方向（水平断面）の検討では線形はりモデルによる静的解析を行う。

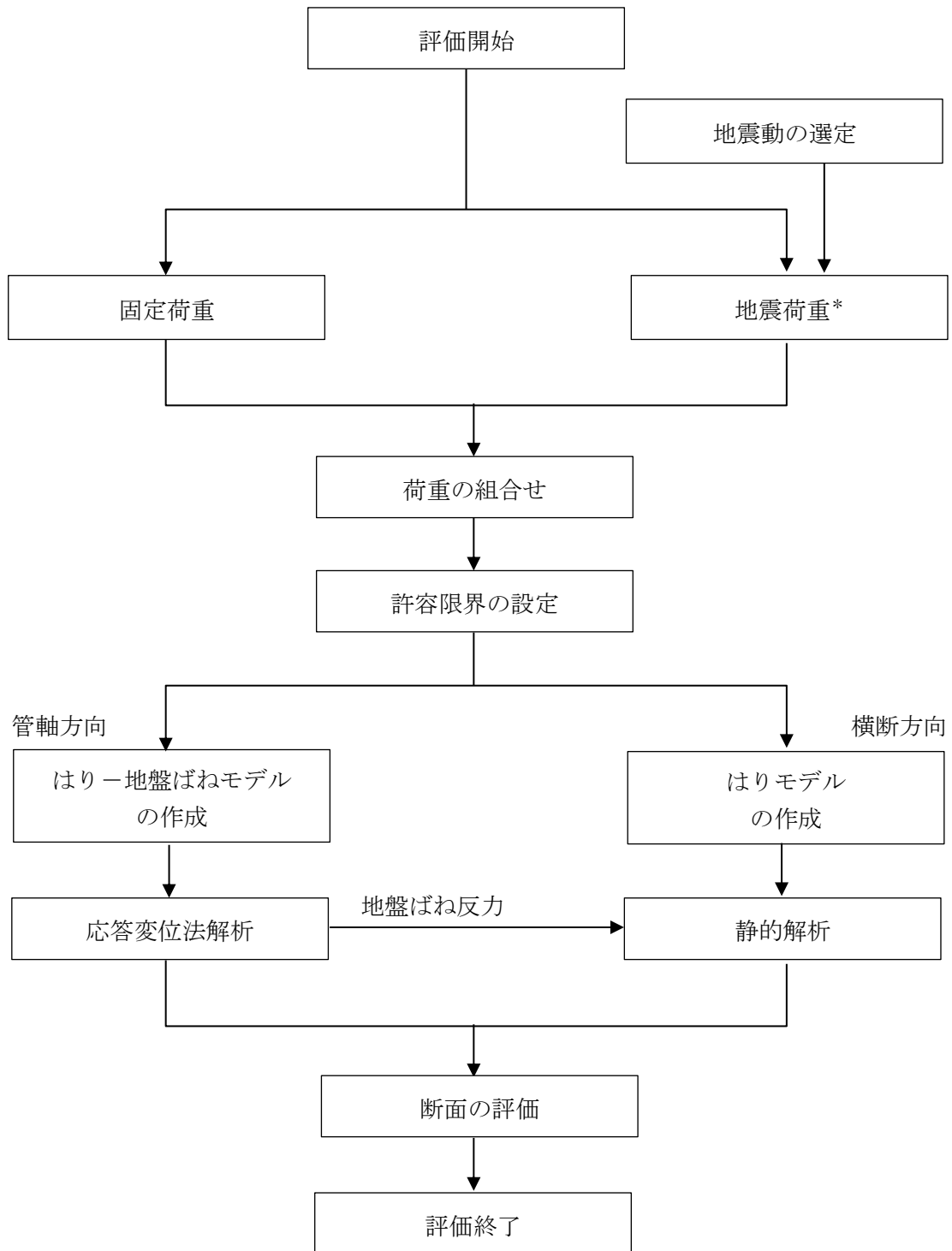
応力解析にあたっては、地盤応答解析による結果を用いて地震荷重を設定する。

地震荷重と地震荷重以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が「S規準」に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。許容応力度の評価は、鋼構造計算基準に基づいて曲げ及び圧縮応力度の組合せ並びにせん断力について評価を行う。

応力解析によるサブドレンシャフトの評価フローを図3-1に示す。

地震動の選定については、V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書」及び「原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料」に基づき、地盤物性の不確かさを考慮するものとし、建屋及び基準地震動 S_s ごとの基本ケースにおける応答結果を確認したうえで、応答結果の大きい波に対して検討を実施する。

サブドレンシャフトは、鋼材の腐食対策として、外面にFRPライニング塗料、内面にタールエポキシ樹脂系塗料を施すものとし、設計において腐食代は考慮しないものとする。



注記* : 地盤剛性の $\pm\sigma$ を考慮した地震荷重とする。

図 3-1 応力解析によるサブドレンシャフトの評価フロー

3.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.2.1 荷重

(1) 固定荷重 (G)

固定荷重として、サブドレンシャフトの管体の自重を考慮する。

(2) 地震荷重 (S_s)

管軸方向の地震荷重は、基準地震動S_sに対する地盤の時刻歴応答変位を地震力として設定する。

横断方向の地震荷重は、サブドレンシャフトの周辺の地盤に発生する最大水平変位による地盤ばね反力より算定される地震時増分土圧と地震時静止土圧を加算して算定される地震時土圧を考慮する。

なお、管軸方向と横断方向の地震荷重の組合せは、各断面方向の地震荷重による断面内の最大応力発生位置が異なるため、地震荷重の組合せは行わない。各断面方向の地震荷重によるサブドレンシャフト断面内の最大応力発生位置を図3-2に示す。

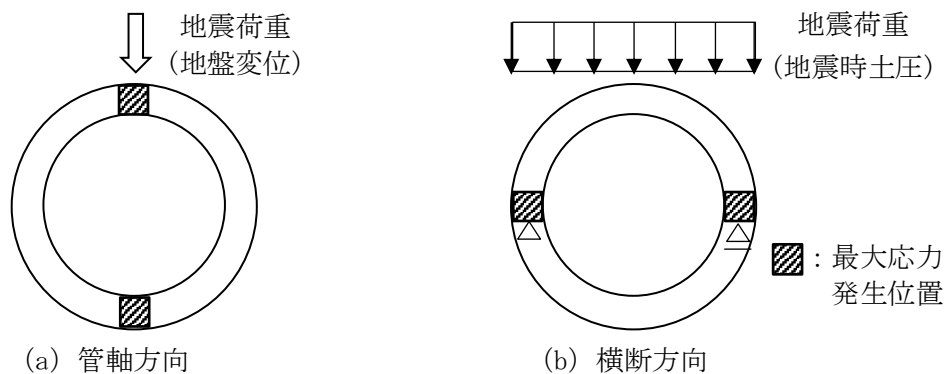


図3-2 サブドレンシャフト断面内の最大応力発生位置

3.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表3-1に示す。

表3-1 荷重の組合せ

荷重状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	G + S _s

G : 固定荷重

S_s : 基準地震動S_sによる地震荷重

3.3 許容限界

応力解析による評価におけるサブドレンシャフトの許容限界は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持の基本方針に基づき、表 3-2 のとおり設定する。また、鋼管の弾性限強度を表 3-3 に示す。

表 3-2 応力解析による評価における許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	サブドレンシャフト	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「S規準」に基づく弾性限強度
支持機能	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	サブドレンシャフト	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	「S規準」に基づく弾性限強度

表 3-3 鋼管の弾性限強度

(単位：N/mm²)

材 料	板 厚	F 値	弾性限強度*2		
			圧縮 引張	曲げ	せん断
SS400[SS41]*1	t ≤ 40mm	235	258	258 (297)*3	148

注記*1 : []内は従来標記を示す。

*2 : 「技術基準解説書」を参考にF値に1.1倍の割増しを考慮する。ただし、圧縮の弾性限強度に対しては上限値であり、座屈長さを勘案して設定する。

*3 : () の数値は、面外に曲げを受ける場合の弾性限強度を示す。

3.4 評価方法

3.4.1 応力解析方法

サブドレンシャフトの応力解析においては、管軸方向断面（鉛直断面）と横断方向断面（水平断面）について評価を行う。

(1) 管軸方向断面の応力解析

サブドレンシャフトの管軸方向断面（鉛直断面）の応力解析は、上述の地盤の応答解析で得られる地盤変位を用いた応答変位法を用いる。サブドレンシャフトは線形はり要素としてモデル化し、地盤は「道路橋示方書（I 共通編・IV下部構造編）」に基づき、地盤ばねでモデル化する。応答変位法では、水平方向の地盤ばねを介して地盤の応答変位を時々刻々作用させ、地震時応力を算出する。

図 3-3～図 3-4 に解析モデルを示す。サブドレンシャフトを構成する鋼管の構造諸元と物性値を表 3-4～表 3-6 に示す。

解析には解析コード「NUPP4」を用いる。

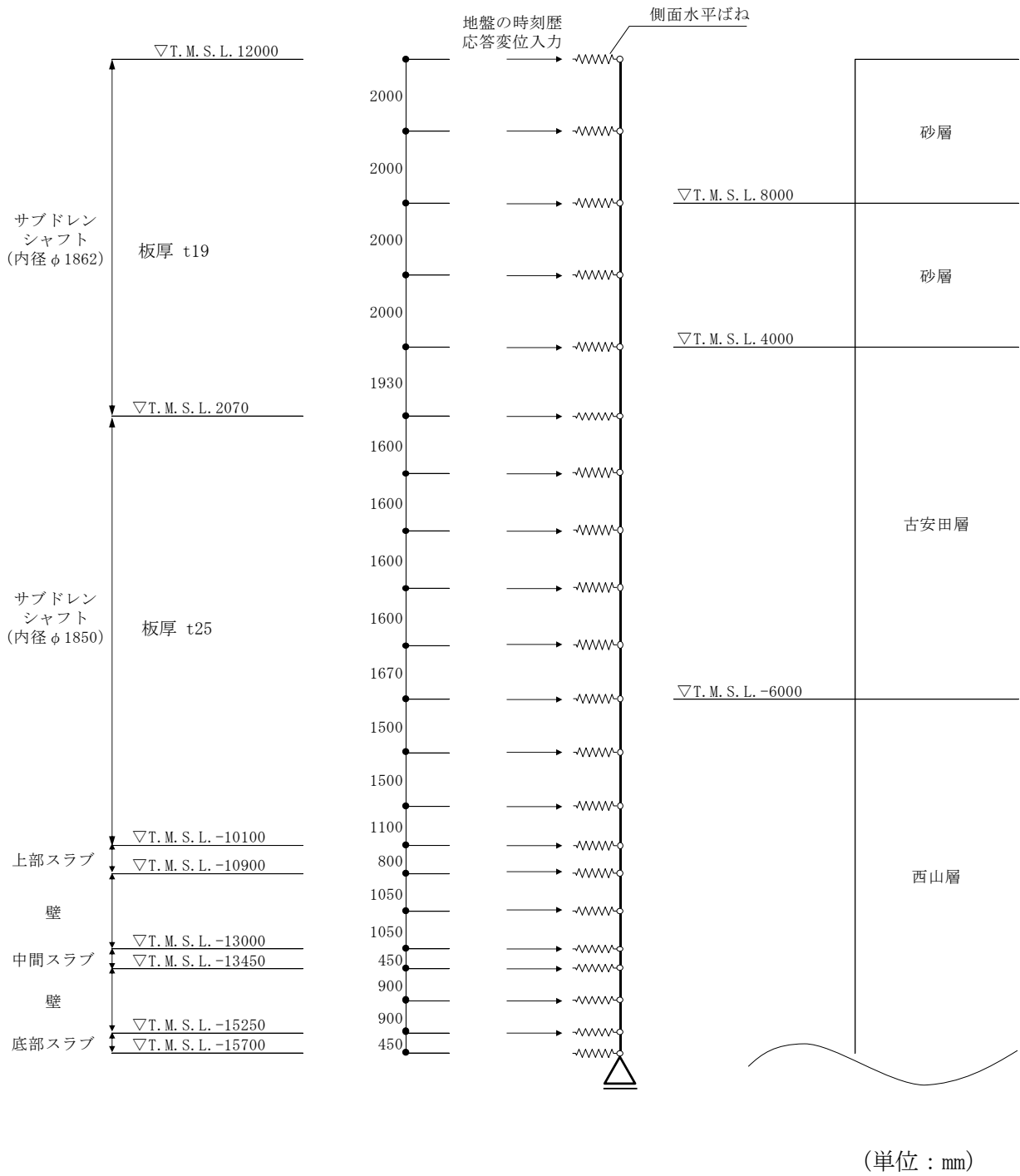


図 3-3 管軸方向断面の応力解析モデル (原子炉建屋)

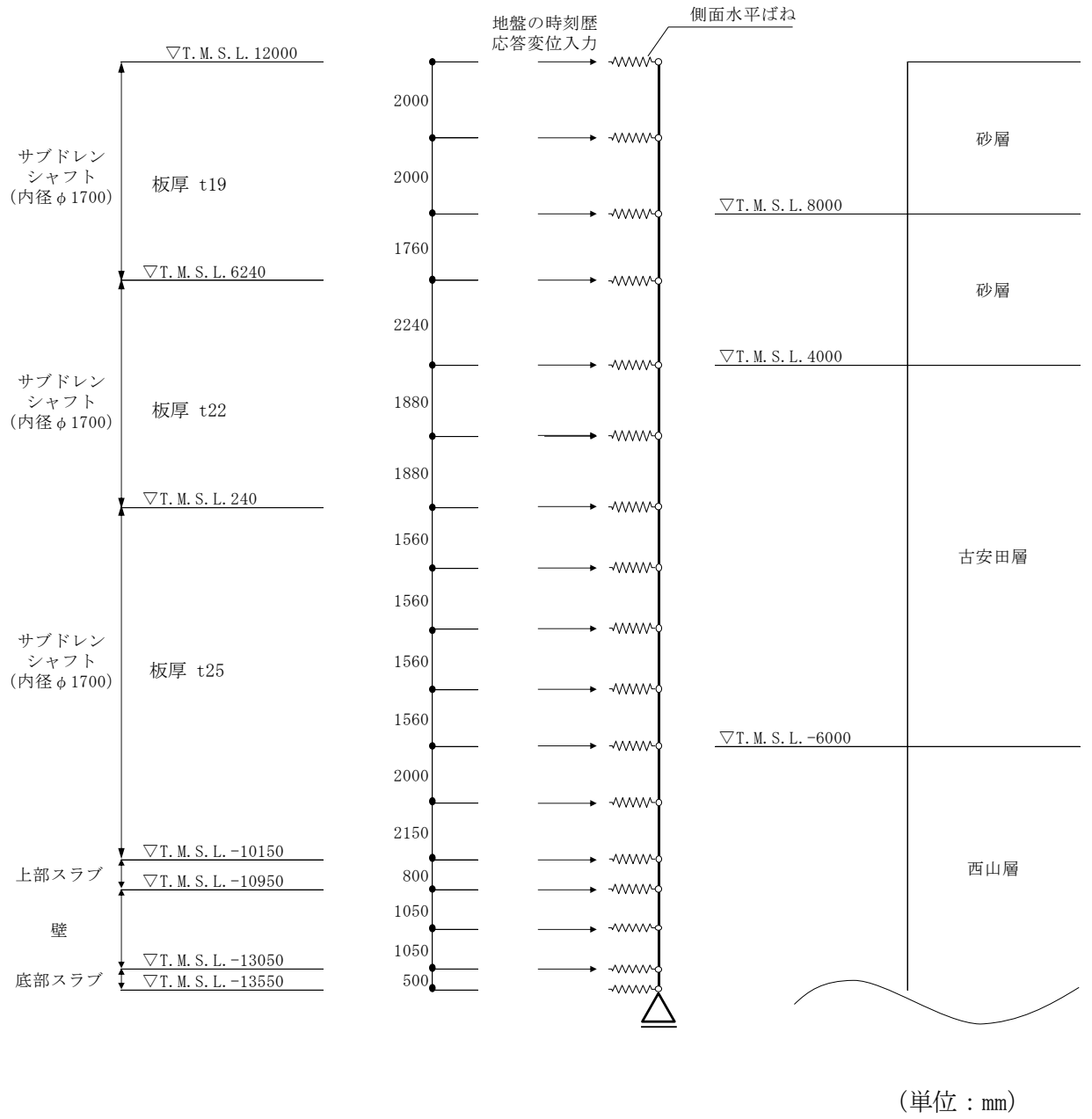


図 3-4 管軸方向断面の応力解析モデル (タービン建屋)

表 3-4 原子炉建屋サブドレンシャフトの構造諸元

標高 T. M. S. L.	呼び径	内径	厚さ
12.0m ~ 2.07m	1900mm	1862mm	19mm
2.07m ~ -10.1m	1900mm	1850mm	25mm

表 3-5 タービン建屋サブドレンシャフトの構造諸元

標高 T. M. S. L.	呼び径	内径	厚さ
12.0m ~ 6.24m	1700mm	1700mm	19mm
6.24m ~ 0.24m	1700mm	1700mm	22mm
0.24m ~ -10.15m	1700mm	1700mm	25mm

表 3-6 サブドレンシャフトの物性値

材料	単位体積重量	ヤング係数
鋼管 : SS400 [SS41] *	77.0 kN/m ³	2.05 × 10 ⁵ N/mm ²

注記* : []内は従来標記を示す。

(2) 横断方向断面の応力解析

サブドレンシャフトの横断方向断面（水平断面）の応力解析は、管軸方向断面の応力解析において、はり要素の節点位置に取付けた地盤ばね要素の反力を、地盤ばね要素の支配面積で除した地震時増分土圧に、地震時静止土圧を加算して算定される地震時土圧を設定した静的解析とする。構造部材は円形状にモデル化した線形はり要素とし、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）」のケーソン基礎の設計における地震時の荷重状態に倣って地震時土圧を静的に載荷して、地震時の最大曲げモーメントを算出する。

図 3-5 に解析モデルを示す。

解析には解析コード「KANSAS 2」を用いる。

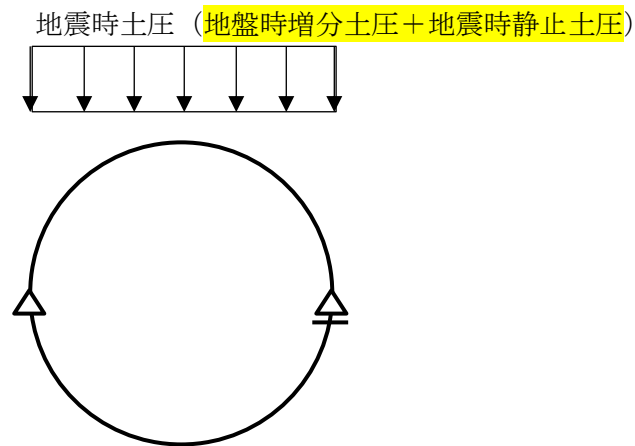


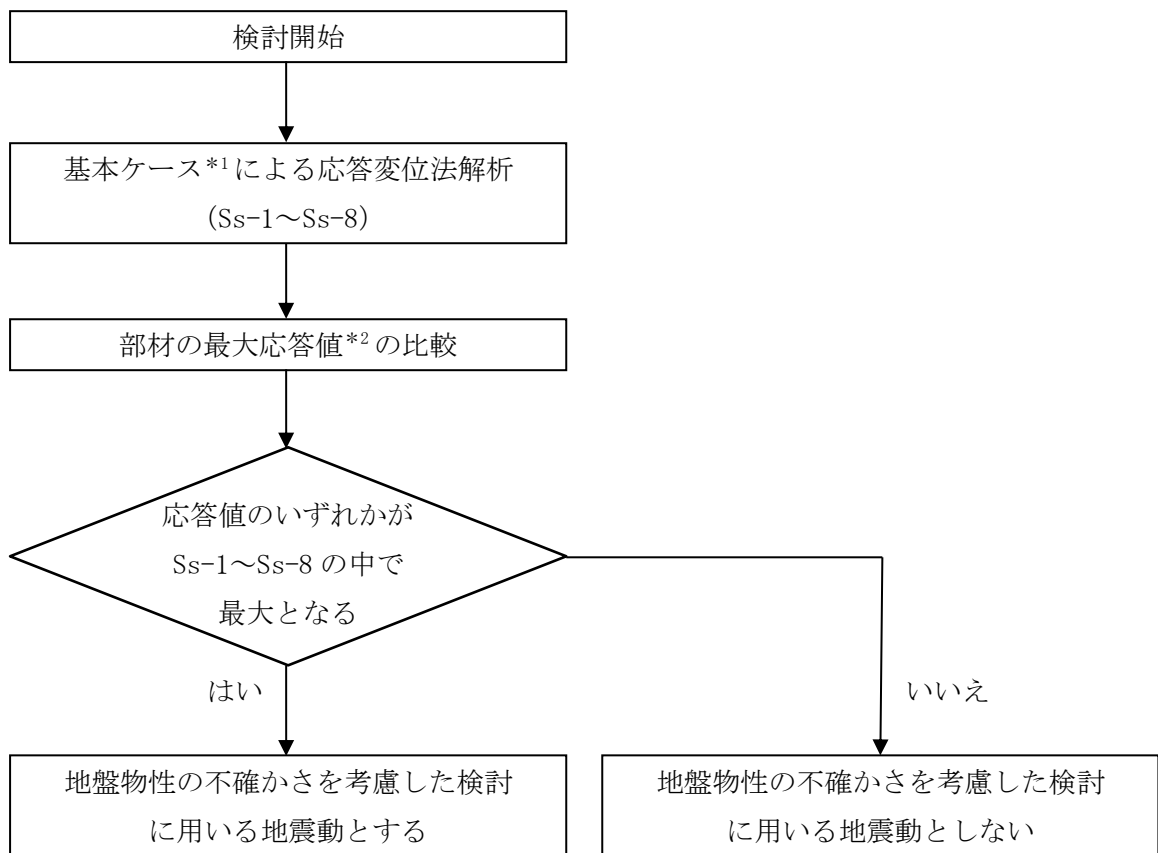
図 3-5 横断方向断面の応力解析モデル

3.4.2 地震動の選定

地盤物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の選定方法について、基本ケースでの応答変位法解析結果より、最大応答値の比較を行う。ここで用いる応答値は、曲げモーメント、せん断力、せん断ひずみとする。応答値のいずれかが最大となる波を、地盤物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動とする。

地震動の選定フローを図3-6に示す。

標準地盤による応答変位法解析にて確認した最大応答値を表3-7～表3-18に示す。



注記*1 : 地盤のせん断波速度：標準地盤

*2 : 応答値は、曲げモーメント、せん断力及びせん断ひずみとする。

図3-6 地震動の選定フロー

表 3-7 原子炉建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (標準地盤, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN・m)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	2.30	2.16	1.97	0.867	1.21	0.968	1.21	1.20	2.30
	8.0	19.2	15.2	11.1	7.84	7.39	8.97	6.98	14.8	19.2
	6.0	54.2	42.4	34.5	24.2	21.4	27.1	19.4	49.5	54.2
	4.0	96.9	75.2	63.4	44.4	38.2	48.8	34.1	93.2	96.9
	2.07	86.3	67.4	54.1	37.2	31.9	40.6	28.7	75.4	86.3
シャフト 板厚25mm	0.47	61.8	47.9	36.2	24.3	21.0	26.5	19.1	46.5	61.8
	-1.13	39.0	29.5	20.8	13.6	12.2	14.9	11.7	27.6	39.0
	-2.73	21.2	15.8	12.0	7.71	6.95	8.04	6.40	14.0	21.2
	-4.33	16.1	14.9	13.7	7.51	8.77	7.37	7.05	13.1	16.1
	-6.0	27.3	23.4	23.3	12.5	13.9	12.5	12.8	19.2	27.3
	-7.5	20.4	17.8	17.0	9.18	9.83	9.18	8.98	13.2	20.4
	-9.0	10.3	11.1	9.36	4.75	4.84	4.64	4.27	6.14	11.1
-10.1	6.96	8.27	5.39	2.61	3.87	2.89	3.31	4.29	8.27	
ピット	-10.9	7.46	7.02	5.79	2.64	3.53	2.93	3.19	4.44	7.46
	-11.95	8.04	6.14	6.98	3.01	3.33	3.16	3.09	4.99	8.04
	-13.0	7.24	5.37	6.54	2.95	2.95	3.07	2.69	4.84	7.24
	-13.45	6.25	4.63	5.69	2.58	2.53	2.69	2.31	4.23	6.25
	-14.35	3.46	2.57	3.18	1.46	1.40	1.53	1.28	2.38	3.46
	-15.25	0.600	0.447	0.557	0.257	0.241	0.269	0.220	0.416	0.600
	-15.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-8 原子炉建屋 最大応答せん断力一覧表 (標準地盤, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0									
	10.0	1.15	1.08	0.985	0.434	0.603	0.484	0.601	0.597	1.15
	8.0	8.77	6.95	5.49	3.89	3.52	4.38	3.24	7.60	8.77
	6.0	17.6	14.0	11.8	8.21	6.97	9.03	6.22	17.4	17.6
	4.0	21.4	16.9	14.5	10.1	9.31	10.9	8.12	21.9	21.9
	2.07	7.84	4.45	5.94	3.91	3.73	4.34	3.18	9.23	9.23
シャフト 板厚25mm	0.47	17.0	12.2	11.4	8.07	7.36	8.90	6.28	18.1	18.1
	-1.13	14.4	12.0	9.62	6.70	5.58	7.33	5.05	14.0	14.4
	-2.73	11.9	9.51	5.98	3.92	3.68	4.52	3.65	8.72	11.9
	-4.33	10.6	8.53	6.06	3.99	3.65	4.48	3.51	7.02	10.6
	-6.0	9.20	8.44	7.62	4.16	3.63	4.44	3.52	6.38	9.20
	-7.5	4.79	3.80	4.45	2.21	2.71	2.19	2.49	4.00	4.79
	-9.0	6.76	5.26	6.03	3.13	3.33	3.20	3.28	4.72	6.76
-10.1	5.42	3.85	4.81	2.41	2.44	2.49	2.48	3.73	5.42	
ピット	-10.9	4.47	2.96	3.94	1.95	1.88	2.03	1.96	3.14	4.47
	-11.95	2.30	1.56	1.92	0.958	0.971	0.994	0.970	1.54	2.30
	-13.0	1.07	1.25	0.926	0.433	0.563	0.422	0.469	0.622	1.25
	-13.45	2.24	1.78	1.91	0.816	0.931	0.871	0.869	1.36	2.24
	-14.35	3.10	2.30	2.79	1.25	1.27	1.30	1.16	2.06	3.10
	-15.25	3.18	2.36	2.92	1.34	1.28	1.40	1.17	2.18	3.18
	-15.7	1.34	0.992	1.24	0.570	0.536	0.597	0.489	0.925	1.34

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-9 原子炉建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (標準地盤, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.9~ -15.25	0.0201	0.0136	0.0167	0.00835	0.00847	0.00866	0.00846	0.0134	0.0201

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-10 原子炉建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (標準地盤, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN・m)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	2.30	1.79	1.97	1.47	1.57	1.32	1.66	1.20	2.30
	8.0	19.2	19.4	11.1	11.5	12.4	14.2	14.7	14.8	19.4
	6.0	54.2	58.9	34.5	35.7	37.8	43.3	43.5	49.5	58.9
	4.0	96.9	106	63.4	66.7	69.4	79.7	79.0	93.2	106
	2.07	86.3	91.3	54.1	55.7	58.2	66.6	66.3	75.4	91.3
シャフト 板厚25mm	0.47	61.8	61.7	36.2	36.2	38.2	43.4	43.8	46.5	61.8
	-1.13	39.0	36.0	20.8	20.1	21.8	24.5	25.1	27.6	39.0
	-2.73	21.2	20.0	12.0	11.5	12.9	13.7	14.1	14.0	21.2
	-4.33	16.1	20.1	13.7	13.8	13.2	14.6	12.3	13.1	20.1
	-6.0	27.3	31.1	23.3	22.9	22.8	24.2	22.4	19.2	31.1
	-7.5	20.5	23.2	17.1	17.1	16.6	18.0	16.4	13.3	23.2
	-9.0	10.6	13.4	9.70	9.76	8.33	10.2	7.96	6.33	13.4
-10.1	7.44	8.48	6.01	6.21	4.89	6.41	5.30	4.61	8.48	
ピット	-10.9	7.59	8.50	5.60	4.32	4.71	4.67	5.35	4.64	8.50
	-11.95	7.87	9.62	6.66	5.19	4.68	5.52	5.35	4.67	9.62
	-13.0	6.74	8.68	6.06	4.74	4.25	5.00	4.84	4.45	8.68
	-13.45	5.73	7.44	5.20	4.07	3.73	4.29	4.17	3.86	7.44
	-14.35	3.07	4.01	2.82	2.20	2.08	2.32	2.28	2.11	4.01
	-15.25	0.499	0.655	0.464	0.361	0.346	0.380	0.376	0.349	0.655
	-15.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-11 原子炉建屋 最大応答せん断力一覧表 (標準地盤, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0									
	10.0	1.15	0.892	0.985	0.731	0.785	0.659	0.826	0.597	1.15
	8.0	8.77	9.42	5.49	5.70	6.07	6.91	7.05	7.60	9.42
	6.0	17.6	19.8	11.8	12.4	12.8	14.8	14.5	17.4	19.8
	4.0	21.4	23.6	14.5	15.8	15.8	18.5	17.9	21.9	23.6
	2.07	7.84	7.65	5.94	5.82	5.81	6.85	6.59	9.23	9.23
シャフト 板厚25mm	0.47	17.0	18.6	11.4	12.2	12.5	14.6	14.1	18.1	18.6
	-1.13	14.4	16.2	9.62	10.1	10.3	12.1	11.7	14.0	16.2
	-2.73	11.9	10.3	5.98	5.75	6.43	7.01	7.45	8.72	11.9
	-4.33	10.6	9.01	6.05	5.11	5.88	5.57	6.61	7.02	10.6
	-6.0	9.21	8.56	7.62	5.99	6.99	6.33	7.57	6.38	9.21
	-7.5	4.74	5.31	4.42	3.88	4.15	4.18	4.03	3.97	5.31
	-9.0	6.63	6.57	5.93	4.86	5.66	5.22	5.73	4.63	6.63
-10.1	5.12	4.72	4.56	3.45	4.20	3.80	4.29	3.56	5.12	
ピット	-10.9	4.18	3.78	3.67	2.79	3.37	3.06	3.45	2.92	4.18
	-11.95	2.41	2.35	2.00	1.72	1.93	1.84	1.96	1.56	2.41
	-13.0	1.39	1.66	1.21	1.21	0.904	1.25	0.981	0.834	1.66
	-13.45	2.31	2.78	1.91	1.49	1.39	1.59	1.57	1.36	2.78
	-14.35	2.96	3.81	2.65	2.08	1.85	2.19	2.11	1.95	3.81
	-15.25	2.85	3.73	2.62	2.05	1.92	2.16	2.11	1.96	3.73
	-15.7	1.11	1.46	1.03	0.802	0.769	0.844	0.835	0.774	1.46

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-12 原子炉建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (標準地盤, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.9~ -15.25	0.00586	0.00754	0.00524	0.00410	0.00381	0.00434	0.00418	0.00387	0.00754

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-13 タービン建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (標準地盤, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN・m)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	1.74	1.89	1.95	0.929	1.03	0.933	1.04	1.21	1.95
	8.0	15.7	12.5	8.91	6.32	6.05	7.27	5.76	11.7	15.7
	6.24	42.6	33.2	26.8	18.9	16.8	21.2	15.3	38.5	42.6
シャフト 板厚22mm	4.0	86.2	66.8	56.4	39.6	34.0	43.5	30.4	83.4	86.2
	2.12	75.1	58.8	47.2	32.5	27.8	35.5	25.1	66.1	75.1
	0.24	46.7	36.1	26.5	17.7	15.3	19.3	14.0	34.5	46.7
シャフト 板厚25mm	-1.32	27.9	20.9	14.3	9.25	8.66	10.1	8.35	19.4	27.9
	-2.88	14.0	10.4	8.01	4.98	4.55	5.05	4.25	8.80	14.0
	-4.44	12.9	12.1	11.4	6.04	6.92	5.95	5.72	9.90	12.9
	-6.0	24.2	20.3	20.4	11.0	12.0	11.0	11.1	16.4	24.2
	-8.0	12.7	11.2	10.7	5.69	6.03	5.69	5.49	8.01	12.7
	-10.15	3.74	4.61	3.28	1.58	2.10	1.54	1.76	2.36	4.61
ピット	-10.95	2.94	3.07	2.07	1.09	1.50	1.21	1.30	1.82	3.07
	-12.0	1.92	1.54	1.60	0.696	0.802	0.745	0.736	1.18	1.92
	-13.05	0.402	0.292	0.350	0.158	0.165	0.164	0.151	0.268	0.402
	-13.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-14 タービン建屋 最大応答せん断力一覧表 (標準地盤, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0									
	10.0	0.870	0.942	0.972	0.465	0.515	0.467	0.519	0.602	0.972
	8.0	7.49	5.96	4.67	3.32	3.02	3.74	2.79	6.44	7.49
	6.24	15.4	12.2	10.3	7.15	6.07	7.89	5.41	15.3	15.4
シャフト 板厚22mm	4.0	19.5	15.5	13.3	9.26	8.57	9.95	7.45	20.1	20.1
	2.12	7.90	4.56	5.86	3.91	3.70	4.34	3.16	9.20	9.20
	0.24	16.7	12.2	11.2	7.86	7.19	8.68	6.13	17.6	17.6
シャフト 板厚25mm	-1.32	12.1	10.1	7.89	5.44	4.52	5.94	4.11	11.2	12.1
	-2.88	9.64	7.68	4.65	3.01	2.96	3.67	2.97	6.95	9.64
	-4.44	8.60	7.30	5.69	3.45	3.06	3.79	3.01	5.73	8.60
	-6.0	8.43	7.49	7.27	3.83	3.34	4.02	3.46	5.56	8.43
	-8.0	5.72	4.63	5.08	2.68	2.97	2.70	2.81	4.18	5.72
	-10.15	4.49	3.56	3.91	2.05	2.14	2.10	2.10	2.97	4.49
ピット	-10.95	2.47	2.08	2.00	1.08	1.16	1.10	1.08	1.56	2.47
	-12.0	1.22	1.51	1.11	0.530	0.678	0.515	0.563	0.763	1.51
	-13.05	1.45	1.20	1.19	0.520	0.616	0.557	0.565	0.862	1.45
	-13.55	0.803	0.584	0.700	0.315	0.330	0.327	0.302	0.535	0.803

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-15 タービン建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (標準地盤, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.95~ -13.05	0.00795	0.00825	0.00650	0.00290	0.00372	0.00305	0.00310	0.00473	0.00825

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-16 タービン建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (標準地盤, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN・m)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	1.74	2.02	1.95	1.81	1.31	1.72	1.57	1.21	2.02
	8.0	15.7	15.7	8.91	9.28	10.1	11.5	12.1	11.7	15.7
	6.24	42.6	46.1	26.8	27.8	29.5	33.7	34.0	38.5	46.1
シャフト 板厚22mm	4.0	86.2	94.4	56.4	59.5	61.9	71.1	70.4	83.4	94.4
	2.12	75.1	79.8	47.2	48.7	50.8	58.3	57.9	66.1	79.8
	0.24	46.7	45.5	26.5	26.3	27.8	31.6	32.0	34.5	46.7
シャフト 板厚25mm	-1.32	27.9	24.9	14.3	13.6	14.8	16.6	17.2	19.4	27.9
	-2.88	14.0	12.7	8.01	7.26	8.22	8.58	8.86	8.80	14.0
	-4.44	12.9	15.9	11.4	11.3	10.7	12.0	9.86	9.89	15.9
	-6.0	24.2	26.7	20.4	19.8	20.0	21.0	19.8	16.4	26.7
	-8.0	12.8	14.5	10.7	10.6	10.2	11.2	10.1	8.03	14.5
	-10.15	3.82	5.02	3.60	3.65	2.71	3.78	2.85	2.48	5.02
ピット	-10.95	2.90	3.18	2.09	2.11	1.78	2.17	2.00	1.78	3.18
	-12.0	1.66	1.87	1.26	1.01	1.02	1.08	1.14	0.993	1.87
	-13.05	0.317	0.384	0.261	0.209	0.190	0.222	0.216	0.190	0.384
	-13.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-17 タービン建屋 最大応答せん断力一覧表 (標準地盤, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0									
	10.0	0.870	1.01	0.972	0.902	0.651	0.859	0.781	0.602	1.01
	8.0	7.49	8.03	4.67	4.85	5.18	5.90	6.03	6.44	8.03
	6.24	15.4	17.4	10.3	10.8	11.1	12.9	12.6	15.3	17.4
シャフト 板厚22mm	4.0	19.5	21.6	13.3	14.5	14.5	17.0	16.4	20.1	21.6
	2.12	7.90	7.76	5.86	5.86	5.89	6.88	6.69	9.20	9.20
	0.24	16.7	18.3	11.2	12.0	12.3	14.2	13.8	17.6	18.3
シャフト 板厚25mm	-1.32	12.1	13.3	7.89	8.14	8.34	9.76	9.49	11.2	13.3
	-2.88	9.64	8.02	4.65	4.40	5.18	5.38	5.92	6.95	9.64
	-4.44	8.60	7.62	5.68	4.52	5.39	4.77	5.98	5.72	8.60
	-6.0	8.43	7.94	7.26	5.78	6.61	6.11	7.06	5.55	8.43
	-8.0	5.70	6.13	5.06	4.59	4.90	4.89	4.88	4.16	6.13
	-10.15	4.30	4.38	3.73	3.24	3.59	3.46	3.65	2.84	4.38
ピット	-10.95	2.34	2.64	1.96	1.94	1.86	2.04	1.84	1.46	2.64
	-12.0	1.30	1.74	1.25	1.26	0.947	1.31	0.968	0.838	1.74
	-13.05	1.28	1.42	0.949	0.756	0.789	0.813	0.884	0.769	1.42
	-13.55	0.633	0.768	0.521	0.417	0.380	0.443	0.431	0.380	0.768

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-18 タービン建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (標準地盤, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.95~ -13.05	0.00315	0.00421	0.00304	0.00306	0.00230	0.00316	0.00235	0.00204	0.00421

注：網掛け部分は最大値を示す。

3.4.3 地盤物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

サブドレンシャフトの地盤物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動の算定結果を表 3-19 に示し、算定した地震動での応力解析値一覧を表 3-20～表 3-43、応力解析値の分布図を図 3-7～図 3-12 に示す。

表 3-19 地盤物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動

建屋名	地盤物性の不確かさを考慮した検討に用いる地震動
	基準地震動 S s
原子炉建屋及びタービン建屋 サブドレンシャフト	Ss-1, Ss-2, Ss-3, Ss-8

表 3-20 原子炉建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (地盤剛性+σ, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント (×10 ² kN・m)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	1.87	1.89	2.01	2.40	2.40
	8.0	12.0	9.63	5.95	7.48	12.0
	6.0	40.1	31.2	25.5	34.1	40.1
	4.0	79.7	58.8	52.5	70.5	79.7
	2.07	59.6	44.7	38.6	50.2	59.6
シャフト 板厚25mm	0.47	35.3	27.0	21.7	26.1	35.3
	-1.13	18.2	15.5	10.2	13.1	18.2
	-2.73	8.65	7.77	4.71	5.89	8.65
	-4.33	6.32	5.40	5.27	6.18	6.32
	-6.0	13.1	11.6	9.98	11.9	13.1
	-7.5	8.59	8.06	6.68	7.67	8.59
	-9.0	4.46	4.16	3.65	2.96	4.46
-10.1	4.93	3.19	3.55	2.45	4.93	
ピット	-10.9	6.00	4.27	5.20	3.77	6.00
	-11.95	6.90	4.96	6.20	4.62	6.90
	-13.0	6.32	4.60	5.79	4.36	6.32
	-13.45	5.46	3.99	5.03	3.80	5.46
	-14.35	3.04	2.24	2.82	2.14	3.04
	-15.25	0.534	0.397	0.500	0.379	0.534
	-15.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-21 原子炉建屋 最大応答せん断力一覧表 (地盤剛性+σ, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0					
	10.0	0.931	0.941	1.01	1.20	1.20
	8.0	6.13	4.82	3.71	4.85	6.13
	6.0	14.8	11.1	9.91	13.5	14.8
	4.0	19.9	14.2	13.6	18.3	19.9
	2.07	10.7	8.02	7.26	10.7	10.7
シャフト 板厚25mm	0.47	15.7	11.7	10.6	15.1	15.7
	-1.13	10.9	8.14	7.25	9.98	10.9
	-2.73	5.98	4.97	3.58	4.47	5.98
	-4.33	4.70	4.19	2.65	3.18	4.70
	-6.0	4.88	3.89	3.56	3.54	4.88
	-7.5	2.99	2.32	2.39	2.79	2.99
	-9.0	3.72	2.76	2.96	3.17	3.72
	-10.1	2.89	2.08	2.47	2.51	2.89
ピット	-10.9	2.40	1.75	2.25	2.17	2.40
	-11.95	1.11	0.781	0.951	0.997	1.11
	-13.0	0.620	0.423	0.396	0.320	0.620
	-13.45	1.91	1.35	1.69	1.25	1.91
	-14.35	2.70	1.95	2.46	1.85	2.70
	-15.25	2.78	2.05	2.58	1.95	2.78
	-15.7	1.19	0.883	1.11	0.841	1.19

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-22 原子炉建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (地盤剛性+σ, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.9~ -15.25	0.0122	0.00892	0.0113	0.00869	0.0122

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-23 原子炉建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (地盤剛性+ σ , EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN・m)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	1.87	3.05	2.01	2.40	3.05
	8.0	12.0	13.7	5.95	7.48	13.7
	6.0	40.1	51.1	25.5	34.1	51.1
	4.0	79.7	99.8	52.5	70.5	99.8
	2.07	59.6	73.8	38.6	50.2	73.8
シャフト 板厚25mm	0.47	35.3	41.5	21.7	26.1	41.5
	-1.13	18.2	19.2	10.2	13.1	19.2
	-2.73	8.66	8.52	4.71	5.89	8.66
	-4.33	6.33	7.75	5.27	6.18	7.75
	-6.0	13.1	15.7	9.97	11.9	15.7
	-7.5	8.60	10.9	6.69	7.67	10.9
	-9.0	4.68	5.31	3.79	3.09	5.31
-10.1	5.27	5.69	3.74	2.66	5.69	
ピット	-10.9	6.11	7.48	5.24	3.76	7.48
	-11.95	6.89	8.40	6.16	4.58	8.40
	-13.0	6.12	7.50	5.59	4.21	7.50
	-13.45	5.22	6.42	4.80	3.63	6.42
	-14.35	2.81	3.48	2.60	1.97	3.48
	-15.25	0.458	0.577	0.428	0.326	0.577
	-15.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-24 原子炉建屋 最大応答せん断力一覧表 (地盤剛性+σ, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 (×10 ² kN)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0					
	10.0	0.931	1.53	1.01	1.20	1.53
	8.0	6.13	7.65	3.71	4.85	7.65
	6.0	14.8	18.9	9.91	13.5	18.9
	4.0	19.9	24.6	13.6	18.3	24.6
	2.07	10.7	13.5	7.26	10.7	13.5
シャフト 板厚25mm	0.47	15.7	20.2	10.6	15.1	20.2
	-1.13	10.9	14.0	7.25	9.98	14.0
	-2.73	5.98	6.80	3.58	4.47	6.80
	-4.33	4.70	4.73	2.65	3.17	4.73
	-6.0	4.88	5.10	3.55	3.54	5.10
	-7.5	2.98	3.35	2.40	2.78	3.35
	-9.0	3.70	3.94	2.96	3.15	3.94
-10.1	2.80	2.96	2.45	2.45	2.96	
ピット	-10.9	2.29	2.48	2.13	2.07	2.48
	-11.95	1.14	1.22	0.933	1.02	1.22
	-13.0	0.869	0.854	0.570	0.447	0.869
	-13.45	2.00	2.40	1.77	1.31	2.40
	-14.35	2.69	3.27	2.45	1.84	3.27
	-15.25	2.61	3.23	2.41	1.83	3.23
	-15.7	1.02	1.29	0.951	0.723	1.29

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-25 原子炉建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (地盤剛性+σ, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ (×10 ⁻³)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.9~ -15.25	0.00532	0.00647	0.00484	0.00364	0.00647

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-26 原子炉建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (地盤剛性 σ , NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN \cdot m)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	4.71	3.21	2.98	3.46	4.71
	8.0	27.2	18.5	20.8	20.1	27.2
	6.0	65.6	45.1	64.7	54.6	65.6
	4.0	109	75.4	115	97.3	115
	2.07	113	78.2	119	93.1	119
シャフト 板厚25mm	0.47	94.7	65.4	98.4	71.9	98.4
	-1.13	67.8	47.7	75.1	51.6	75.1
	-2.73	43.6	31.1	59.4	39.4	59.4
	-4.33	47.0	33.3	71.1	36.4	71.1
	-6.0	67.9	50.2	95.7	39.0	95.7
	-7.5	54.7	40.9	73.7	30.7	73.7
	-9.0	31.6	26.9	43.2	17.1	43.2
	-10.1	19.6	20.2	26.5	10.3	26.5
ピット	-10.9	15.3	16.8	17.3	8.33	17.3
	-11.95	11.8	13.6	9.88	7.06	13.6
	-13.0	9.30	9.95	6.08	5.70	9.95
	-13.45	7.91	8.11	5.50	4.78	8.11
	-14.35	4.29	4.15	3.24	2.57	4.29
	-15.25	0.728	0.671	0.580	0.441	0.728
	-15.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-27 原子炉建屋 最大応答せん断力一覧表 (地盤剛性- σ , NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0					
	10.0	2.36	1.61	1.49	1.73	2.36
	8.0	11.3	7.72	10.3	8.82	11.3
	6.0	19.3	13.5	22.1	17.9	22.1
	4.0	21.7	15.4	25.3	21.4	25.3
	2.07	2.83	2.56	2.62	2.22	2.83
シャフト 板厚25mm	0.47	13.1	8.20	12.6	13.3	13.3
	-1.13	18.4	11.6	14.9	13.2	18.4
	-2.73	20.9	12.5	15.4	15.3	20.9
	-4.33	21.6	12.6	15.3	16.7	21.6
	-6.0	20.2	12.9	15.9	16.3	20.2
	-7.5	10.1	6.67	14.8	7.88	14.8
	-9.0	15.5	10.6	20.5	9.41	20.5
-10.1	12.4	8.17	15.5	8.03	15.5	
ピット	-10.9	9.79	6.42	11.9	6.67	11.9
	-11.95	5.71	3.99	7.05	3.85	7.05
	-13.0	3.37	3.42	4.64	1.77	4.64
	-13.45	3.59	4.10	3.29	2.09	4.10
	-14.35	4.03	4.41	2.59	2.49	4.41
	-15.25	3.96	3.86	2.96	2.37	3.96
	-15.7	1.62	1.49	1.29	0.979	1.62

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-28 原子炉建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (地盤剛性- σ , NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	
ピット 壁	-10.9~ -15.25	0.0498	0.0348	0.0615	0.0336	0.0615

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-29 原子炉建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (地盤剛性 σ , EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN \cdot m)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	4.71	3.01	2.98	3.46	4.71
	8.0	27.2	22.7	20.8	20.1	27.2
	6.0	65.6	60.3	64.7	54.6	65.6
	4.0	109	105	115	97.3	115
	2.07	113	107	119	93.1	119
シャフト 板厚25mm	0.47	94.7	88.4	98.4	71.9	98.4
	-1.13	67.8	67.2	75.1	51.6	75.1
	-2.73	43.6	49.6	59.4	39.4	59.4
	-4.33	47.1	49.2	71.2	36.4	71.2
	-6.0	68.0	66.9	95.9	39.0	95.9
	-7.5	55.1	53.5	74.3	30.9	74.3
	-9.0	32.8	32.6	44.8	17.7	44.8
	-10.1	21.4	21.8	29.4	11.2	29.4
ピット	-10.9	17.1	15.7	20.5	9.13	20.5
	-11.95	12.5	11.5	12.0	7.24	12.5
	-13.0	8.52	8.44	5.82	5.34	8.52
	-13.45	7.11	6.86	4.57	4.38	7.11
	-14.35	3.72	3.44	2.65	2.23	3.72
	-15.25	0.594	0.529	0.459	0.355	0.594
	-15.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-30 原子炉建屋 最大応答せん断力一覧表 (地盤剛性- σ , EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0					
	10.0	2.36	1.51	1.49	1.73	2.36
	8.0	11.3	10.1	10.3	8.82	11.3
	6.0	19.3	19.0	22.1	17.9	22.1
	4.0	21.7	22.1	25.3	21.4	25.3
	2.07	2.84	3.00	2.62	2.22	3.00
シャフト 板厚25mm	0.47	13.1	11.2	12.6	13.3	13.3
	-1.13	18.4	13.5	14.9	13.2	18.4
	-2.73	20.9	14.3	15.4	15.3	20.9
	-4.33	21.6	18.0	15.3	16.7	21.6
	-6.0	20.2	20.0	16.0	16.3	20.2
	-7.5	9.91	9.86	14.5	7.79	14.5
	-9.0	15.0	14.0	19.8	9.13	19.8
-10.1	11.5	10.8	14.3	7.49	14.3	
ピット	-10.9	9.26	8.85	11.4	6.20	11.4
	-11.95	6.36	6.32	8.09	4.07	8.09
	-13.0	4.24	4.37	5.87	2.20	5.87
	-13.45	3.93	3.55	4.02	2.23	4.02
	-14.35	3.80	3.80	2.77	2.39	3.80
	-15.25	3.47	3.23	2.43	2.09	3.47
	-15.7	1.32	1.18	1.02	0.788	1.32

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-31 原子炉建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (地盤剛性- σ , EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.9~ -15.25	0.0126	0.0126	0.0160	0.00806	0.0160

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-32 タービン建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (地盤剛性+ σ , NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN \cdot m)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	2.03	2.12	2.22	2.85	2.85
	8.0	9.65	7.89	4.37	5.47	9.65
	6.24	30.6	24.2	19.2	25.8	30.6
シャフト 板厚22mm	4.0	71.4	52.5	47.1	63.4	71.4
	2.12	51.6	38.6	33.4	43.7	51.6
	0.24	24.8	19.3	15.0	18.0	24.8
シャフト 板厚25mm	-1.32	12.3	10.9	6.39	8.66	12.3
	-2.88	5.47	5.12	2.77	3.51	5.47
	-4.44	5.13	4.41	4.12	4.76	5.13
	-6.0	11.6	10.2	8.81	10.4	11.6
	-8.0	5.08	4.87	4.01	4.52	5.08
	-10.15	2.54	1.65	1.72	1.33	2.54
ピット	-10.95	2.42	1.68	2.03	1.46	2.42
	-12.0	1.75	1.20	1.53	1.15	1.75
	-13.05	0.376	0.261	0.335	0.254	0.376
	-13.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-33 タービン建屋 最大応答せん断力一覧表 (地盤剛性+σ, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 (×10 ² kN)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0					
	10.0	1.02	1.06	1.11	1.43	1.43
	8.0	5.26	4.08	3.09	4.04	5.26
	6.24	12.9	9.65	8.58	11.7	12.9
シャフト 板厚22mm	4.0	18.2	13.1	12.5	16.9	18.2
	2.12	10.8	7.99	7.32	10.6	10.8
	0.24	14.6	10.9	9.76	14.0	14.6
シャフト 板厚25mm	-1.32	8.30	6.27	5.50	7.50	8.30
	-2.88	4.44	3.82	2.58	3.31	4.44
	-4.44	3.82	3.31	2.44	2.70	3.82
	-6.0	4.61	3.80	3.46	3.60	4.61
	-8.0	3.26	2.64	2.54	2.91	3.26
	-10.15	2.24	1.74	1.74	1.91	2.24
ピット	-10.95	1.01	0.889	0.759	0.904	1.01
	-12.0	0.777	0.505	0.508	0.415	0.777
	-13.05	1.31	0.893	1.14	0.846	1.31
	-13.55	0.752	0.522	0.670	0.507	0.752

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-34 タービン建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (地盤剛性+σ, NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ (×10 ⁻³)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.95～ -13.05	0.00715	0.00490	0.00621	0.00463	0.00715

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-35 タービン建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (地盤剛性+σ, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント (×10 ² kN・m)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	2.03	3.43	2.22	2.85	3.43
	8.0	9.65	10.6	4.37	5.47	10.6
	6.24	30.6	39.3	19.2	25.8	39.3
シャフト 板厚22mm	4.0	71.4	89.5	47.1	63.4	89.5
	2.12	51.6	64.0	33.4	43.7	64.0
	0.24	24.8	28.7	15.0	18.0	28.7
シャフト 板厚25mm	-1.32	12.3	12.1	6.39	8.66	12.3
	-2.88	5.47	4.62	2.78	3.51	5.47
	-4.44	5.12	6.08	4.12	4.75	6.08
	-6.0	11.6	13.8	8.80	10.4	13.8
	-8.0	5.10	6.56	4.03	4.52	6.56
	-10.15	2.56	2.51	1.67	1.39	2.56
ピット	-10.95	2.22	2.52	1.75	1.24	2.52
	-12.0	1.47	1.69	1.26	0.925	1.69
	-13.05	0.294	0.339	0.258	0.193	0.339
	-13.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-36 タービン建屋 最大応答せん断力一覧表 (地盤剛性+σ, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0					
	10.0	1.02	1.72	1.11	1.43	1.72
	8.0	5.26	6.44	3.09	4.04	6.44
	6.24	12.9	16.5	8.58	11.7	16.5
シャフト 板厚22mm	4.0	18.2	22.6	12.5	16.9	22.6
	2.12	10.8	13.6	7.32	10.6	13.6
	0.24	14.6	18.9	9.76	14.0	18.9
シャフト 板厚25mm	-1.32	8.30	10.7	5.50	7.51	10.7
	-2.88	4.44	4.88	2.58	3.31	4.88
	-4.44	3.81	4.03	2.44	2.70	4.03
	-6.0	4.61	5.04	3.45	3.59	5.04
	-8.0	3.26	3.63	2.54	2.90	3.63
	-10.15	2.14	2.32	1.66	1.83	2.32
ピット	-10.95	0.918	1.17	0.716	0.816	1.17
	-12.0	0.835	0.796	0.531	0.463	0.835
	-13.05	1.12	1.29	0.950	0.697	1.29
	-13.55	0.588	0.677	0.515	0.385	0.677

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-37 タービン建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (地盤剛性+σ, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.95~ -13.05	0.00272	0.00312	0.00231	0.00170	0.00312

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-38 タービン建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (地盤剛性- σ , NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント ($\times 10^2$ kN・m)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	3.63	2.77	3.51	2.68	3.63
	8.0	23.2	15.7	16.6	17.0	23.2
	6.24	52.7	36.2	50.6	43.1	52.7
シャフト 板厚22mm	4.0	95.9	66.9	102	86.7	102
	2.12	99.5	68.9	104	82.0	104
	0.24	76.0	52.3	77.7	55.8	77.7
シャフト 板厚25mm	-1.32	51.2	36.1	56.6	37.9	56.6
	-2.88	31.4	22.7	44.2	28.2	44.2
	-4.44	37.9	28.1	58.2	27.4	58.2
	-6.0	59.8	43.8	81.2	33.3	81.2
	-8.0	35.3	26.5	46.4	20.5	46.4
	-10.15	11.5	11.5	15.8	5.90	15.8
ピット	-10.95	7.11	7.57	8.71	3.74	8.71
	-12.0	3.14	3.59	3.09	1.78	3.59
	-13.05	0.524	0.608	0.402	0.318	0.608
	-13.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-39 タービン建屋 最大応答せん断力一覧表 (地盤剛性- σ , NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0					
	10.0	1.82	1.39	1.76	1.34	1.82
	8.0	9.80	6.71	8.69	7.56	9.80
	6.24	16.9	11.8	19.5	15.8	19.5
シャフト 板厚22mm	4.0	19.8	14.0	23.1	19.5	23.1
	2.12	2.61	2.37	2.28	2.60	2.61
	0.24	14.2	8.96	14.0	14.2	14.2
シャフト 板厚25mm	-1.32	17.2	10.8	13.8	12.2	17.2
	-2.88	18.2	10.9	13.5	13.3	18.2
	-4.44	18.5	10.9	13.4	14.4	18.5
	-6.0	17.7	11.9	15.4	14.3	17.7
	-8.0	12.3	8.67	17.4	7.63	17.4
	-10.15	11.3	7.83	14.4	6.92	14.4
ピット	-10.95	6.88	5.10	8.89	4.15	8.89
	-12.0	3.91	3.85	5.36	2.08	5.36
	-13.05	2.50	2.84	2.56	1.40	2.84
	-13.55	1.05	1.22	0.803	0.636	1.22

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-40 タービン建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (地盤剛性- σ , NS 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.95~ -13.05	0.0215	0.0211	0.0294	0.0114	0.0294

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-41 タービン建屋 最大応答曲げモーメント一覧表 (地盤剛性-σ, EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答曲げモーメント (×10 ² kN・m)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10.0	3.63	2.55	3.51	2.68	3.63
	8.0	23.2	19.1	16.6	17.0	23.2
	6.24	52.7	47.9	50.6	43.1	52.7
シャフト 板厚22mm	4.0	95.9	92.7	102	86.7	102
	2.12	99.5	93.3	104	82.0	104
	0.24	76.0	69.9	77.7	55.8	77.7
シャフト 板厚25mm	-1.32	51.2	50.7	56.6	37.9	56.6
	-2.88	31.4	35.9	44.1	28.1	44.1
	-4.44	37.9	40.7	58.2	27.4	58.2
	-6.0	59.7	57.3	81.2	33.3	81.2
	-8.0	35.4	34.7	46.6	20.5	46.6
	-10.15	12.5	12.6	17.1	6.53	17.1
ピット	-10.95	7.67	7.59	10.1	4.02	10.1
	-12.0	3.36	3.02	3.88	1.81	3.88
	-13.05	0.516	0.467	0.524	0.291	0.524
	-13.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-42 タービン建屋 最大応答せん断力一覧表 (地盤剛性- σ , EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断力 ($\times 10^2$ kN)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
シャフト 板厚19mm	12.0					
	10.0	1.82	1.28	1.76	1.34	1.82
	8.0	9.80	8.64	8.69	7.56	9.80
	6.24	16.9	16.7	19.5	15.8	19.5
シャフト 板厚22mm	4.0	19.8	20.1	23.1	19.5	23.1
	2.12	2.61	2.68	2.28	2.60	2.68
	0.24	14.2	12.5	14.0	14.2	14.2
シャフト 板厚25mm	-1.32	17.2	12.5	13.8	12.2	17.2
	-2.88	18.2	12.5	13.5	13.3	18.2
	-4.44	18.5	16.3	13.4	14.4	18.5
	-6.0	17.7	18.2	15.4	14.3	18.2
	-8.0	12.2	12.0	17.3	7.60	17.3
	-10.15	10.9	10.4	13.8	6.62	13.8
ピット	-10.95	6.68	6.61	8.72	3.95	8.72
	-12.0	4.34	4.40	5.93	2.33	5.93
	-13.05	2.71	2.47	3.19	1.45	3.19
	-13.55	1.04	0.934	1.05	0.582	1.05

注：網掛け部分は最大値を示す。

表 3-43 タービン建屋 最大応答せん断ひずみ一覧表 (地盤剛性- σ , EW 方向)

部位	標高 T. M. S. L. (m)	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)				
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8	最大値
ピット 壁	-10.95~ -13.05	0.0106	0.0107	0.0144	0.00565	0.0144

注：網掛け部分は最大値を示す。

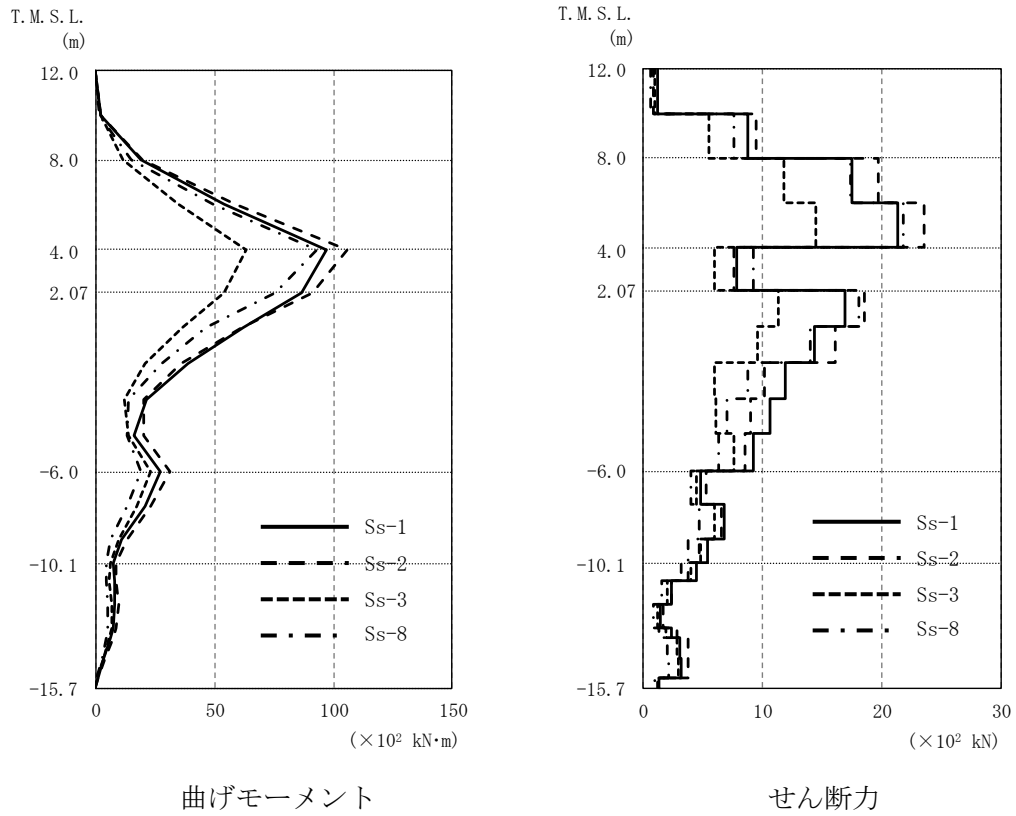


図 3-7 地盤物性の不確かさを考慮した検討による応力解析結果（原子炉建屋，標準地盤）

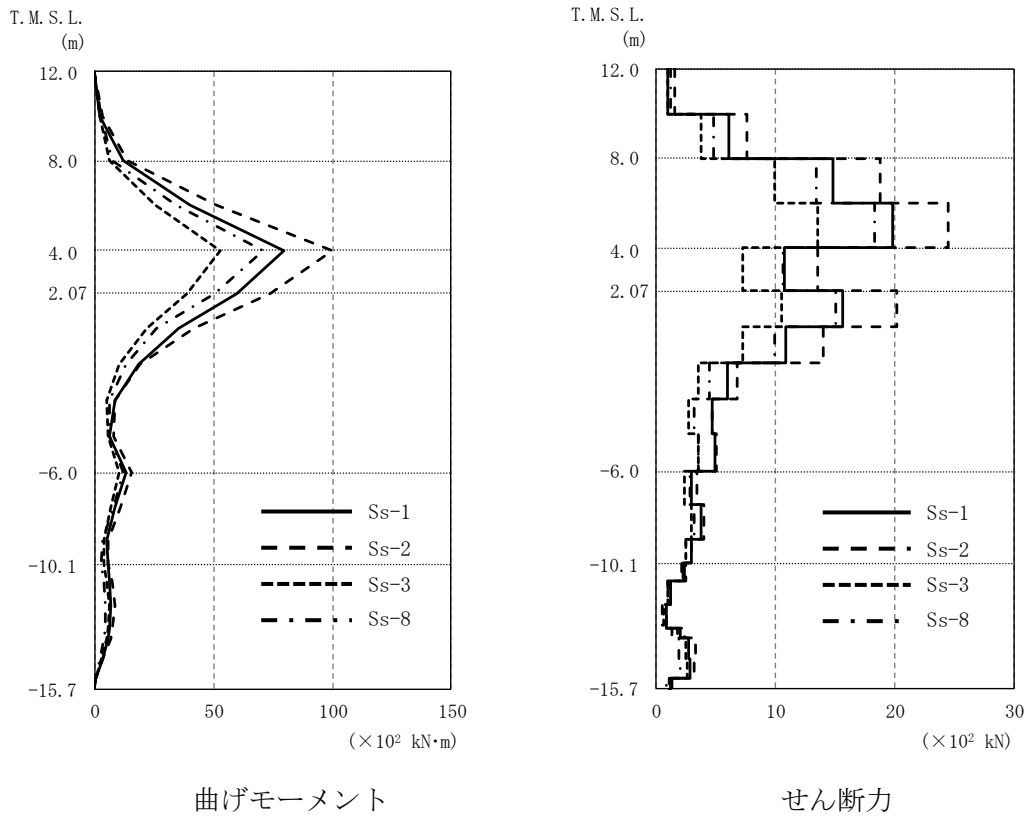


図 3-8 地盤物性の不確かさを考慮した検討による応力解析結果（原子炉建屋，地盤剛性+ σ ）

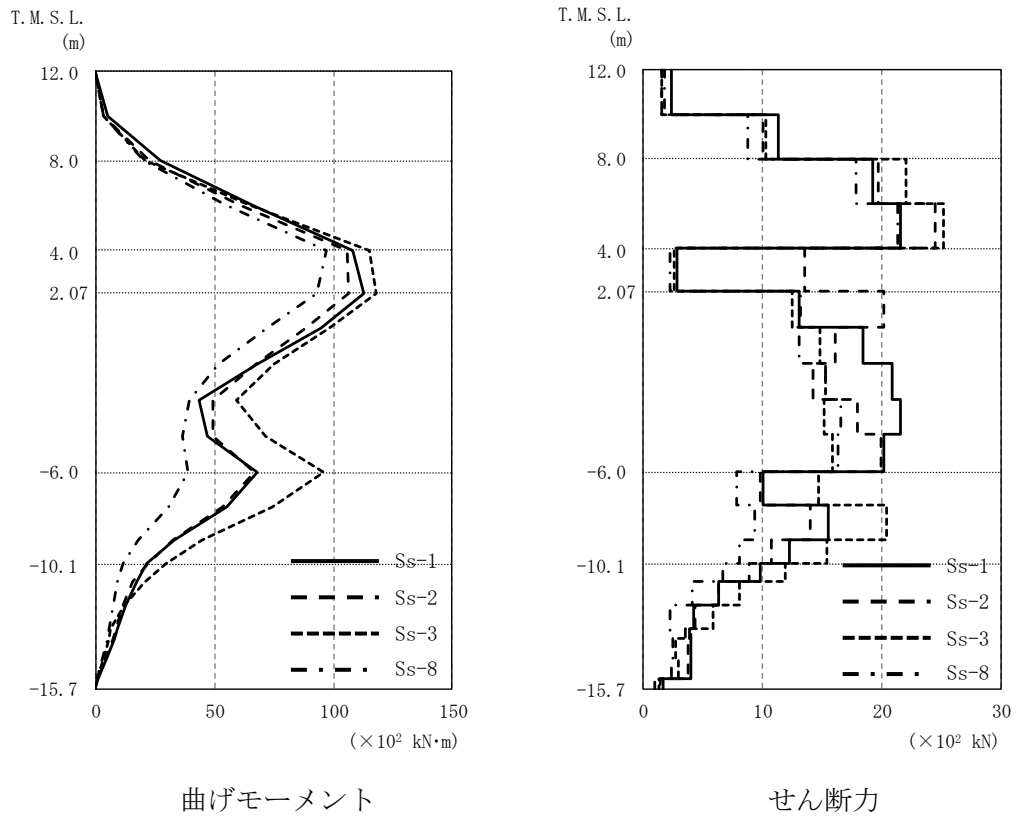


図 3-9 地盤物性の不確かさを考慮した検討による応力解析結果（原子炉建屋，地盤剛性- σ ）

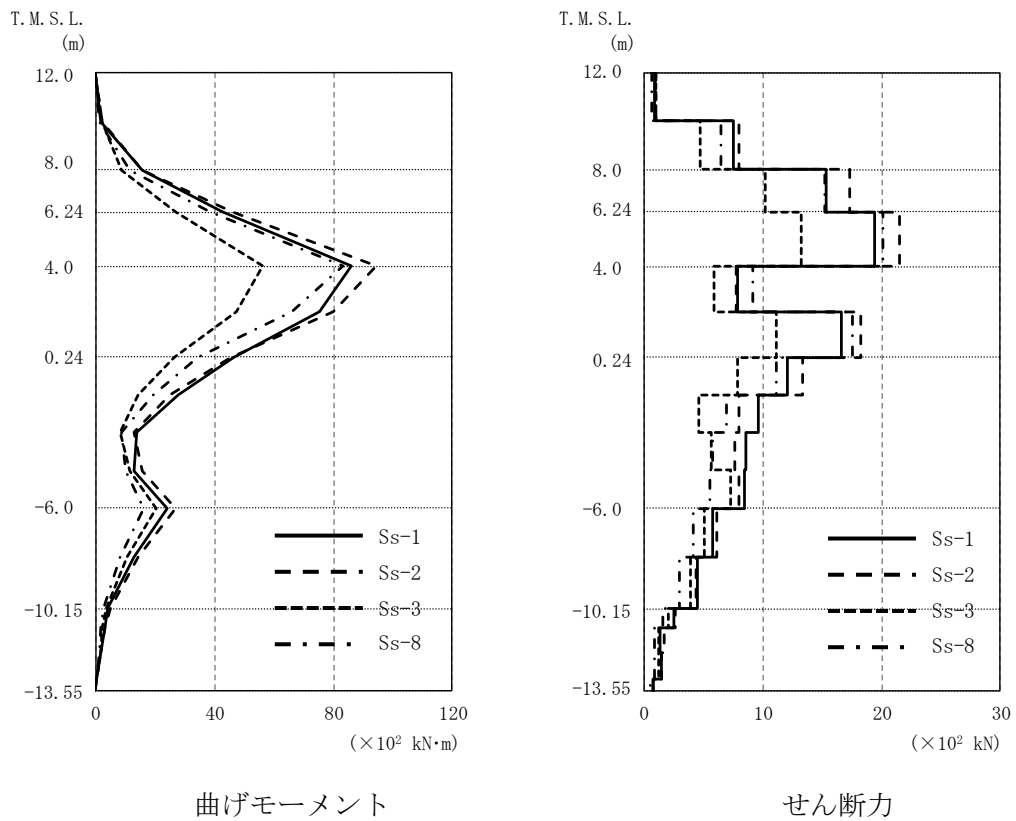


図 3-10 地盤物性の不確かさを考慮した検討による応力解析結果（タービン建屋，標準地盤）

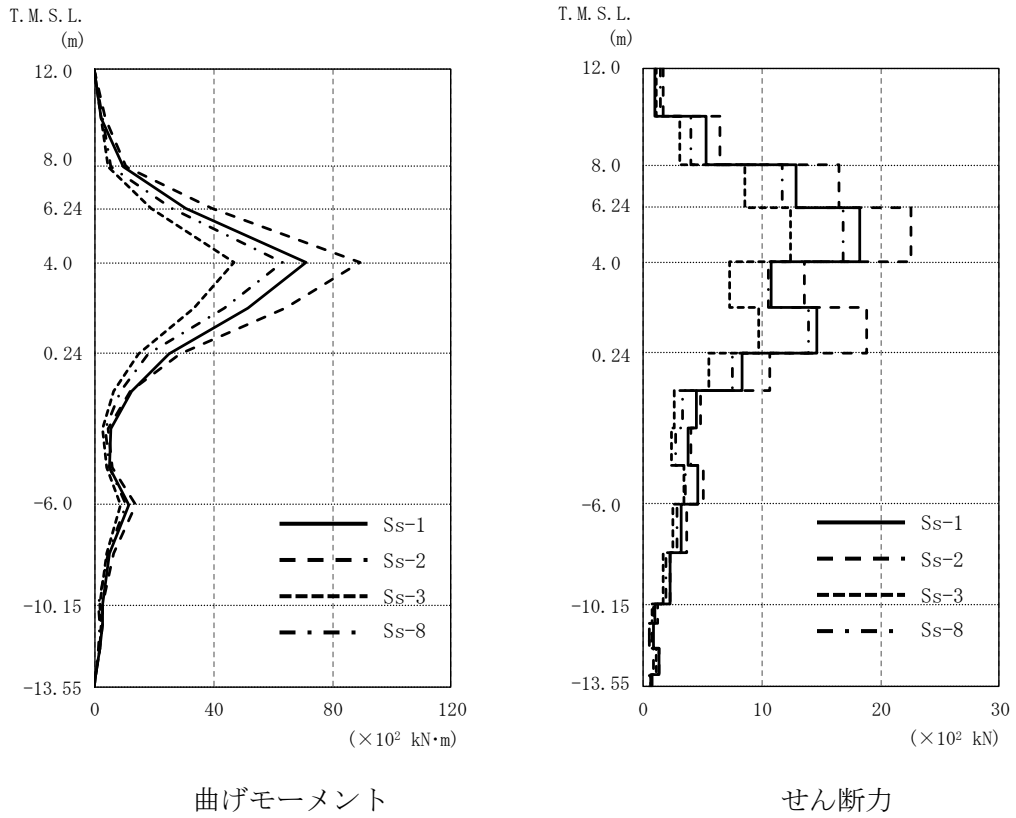


図 3-11 地盤物性の不確かさを考慮した検討による応力解析結果（タービン建屋，地盤剛性+ σ ）

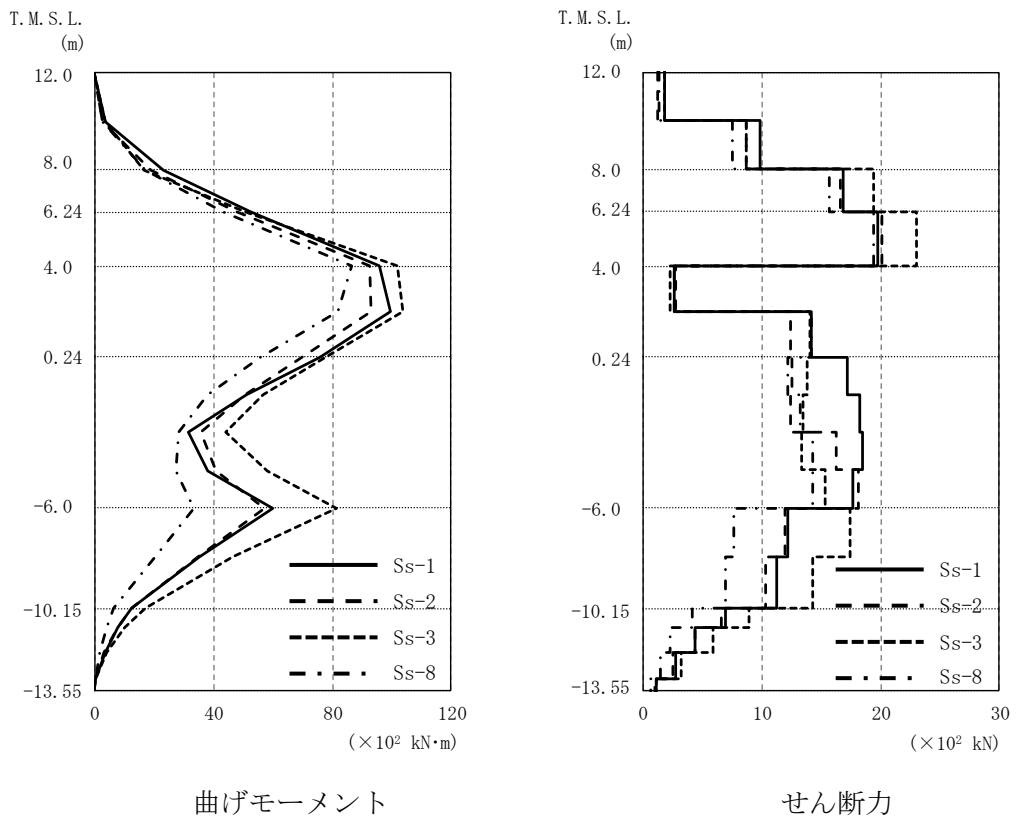


図 3-12 地盤物性の不確かさを考慮した検討による応力解析結果（タービン建屋，地盤剛性- σ ）

3.5 応力解析による最大応答値のまとめ

3.5.1 管軸方向断面の最大応答値

地盤物性の不確かさを考慮した検討による管軸方向断面での検定値が最大となる曲げモーメント、せん断力、軸力の最大応答値を表 3-44～表 3-46 に示す。

表 3-44 地盤物性の不確かさを考慮した曲げモーメントの最大応答値 (kN・m)

建屋	標準地盤	地盤剛性 + σ	地盤剛性 - σ
原子炉建屋	10600 (S _S -2)	9980 (S _S -2)	11900 (S _S -3)
タービン建屋	9440 (S _S -2)	8950 (S _S -2)	10400 (S _S -3)

表 3-45 地盤物性の不確かさを考慮したせん断力の最大応答値 (kN)

建屋	標準地盤	地盤剛性 + σ	地盤剛性 - σ
原子炉建屋	2360 (S _S -2)	2460 (S _S -2)	2530 (S _S -3)
タービン建屋	2160 (S _S -2)	2260 (S _S -2)	2310 (S _S -3)

表 3-46 地盤物性の不確かさを考慮した軸力の最大応答値 (kN)

建屋	標準地盤	地盤剛性 + σ	地盤剛性 - σ
原子炉建屋	168 (S _S -3)	169 (S _S -3)	165 (S _S -3)
タービン建屋	177 (S _S -3)	178 (S _S -3)	174 (S _S -3)

3.5.2 横断方向断面の最大応答値

地盤物性の不確かさを考慮した検討による横断方向断面での検定値が最大となる曲げモーメント、せん断力の最大応答値を表 3-47～表 3-48 に示す。

表 3-47 地盤物性の不確かさを考慮した曲げモーメントの最大応答値 (kN・m)

建屋	標準地盤	地盤剛性 + σ	地盤剛性 - σ
原子炉建屋	9.24 (S _S -2)	7.82 (S _S -2)	11.3 (S _S -3)
タービン建屋	11.0 (S _S -2)	9.49 (S _S -2)	9.97 (S _S -3)

表 3-48 地盤物性の不確かさを考慮したせん断力の最大応答値 (kN)

建屋	標準地盤	地盤剛性 + σ	地盤剛性 - σ
原子炉建屋	86.4 (S _S -2)	83.6 (S _S -2)	110 (S _S -3)
タービン建屋	97.0 (S _S -2)	95.2 (S _S -3)	106 (S _S -3)

4. 評価結果

4.1 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフトの管軸方向断面（鉛直断面）の応答変位法による応力解析で得られた検定値が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を表 4-1～表 4-2 に示す。

発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

表 4-1 原子炉建屋サブドレンシャフトの管軸方向断面の評価結果

構造諸元	呼び径	1900	
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1862 × 19	
発生断面力	曲げモーメント	M (kN・m)	11900
	軸力	N (kN)	169
	せん断力	S (kN)	2530
発生応力度	曲げ応力度	σ_b (N/mm ²)	228
	圧縮応力度	σ_c (N/mm ²)	1.51
	せん断応力度	τ (N/mm ²)	45.1
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度	f_b (N/mm ²)	258
	圧縮応力に関する弾性限強度	f_c (N/mm ²)	255
	せん断応力に関する弾性限強度	f_s (N/mm ²)	148
検定値	$\sigma_b / f_b + \sigma_c / f_c$		0.89
	τ / f_s		0.31
判定			可

表 4-2 (1/2) タービン建屋サブドレンシャフトの管軸方向断面の評価結果

構造諸元	呼び径	1700
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1700×19
発生断面力	せん断力 S (kN)	2310
発生応力度	せん断応力度 τ (N/mm ²)	45.1
許容限界	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	148
検定値	τ / f_s	0.31
判定		可

表 4-2 (2/2) タービン建屋サブドレンシャフトの管軸方向断面の評価結果

構造諸元	呼び径	1700
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1700×22
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	10400
	軸力 N (kN)	178
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	206
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.50
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	255
検定値	$\sigma_b / f_b + \sigma_c / f_c$	0.81
判定		可

4.2 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフトの横断方向（水平方向）断面の応力解析で得られた検定値が最大となる曲げモーメントについて，鋼管断面の評価結果を表 4-3～表 4-4 に示す。

発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

表 4-3 原子炉建屋サブドレンシャフトの横断方向断面の評価結果

構造諸元	呼び径		1900
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)		1862×19
発生断面力	曲げモーメント	M (kN・m)	9.24
	せん断力	S (kN)	86.4
発生応力度	曲げ応力度	σ_b (N/mm ²)	154
	せん断応力度	τ (N/mm ²)	5.46
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度	f_b (N/mm ²)	297
	せん断応力に関する弾性限強度	f_s (N/mm ²)	148
検定値		σ_b / f_b	0.52
		τ / f_s	0.04
判定			可

表 4-4 タービン建屋サブドレンシャフトの横断方向断面の評価結果

構造諸元	呼び径		1700
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)		1700×22
発生断面力	曲げモーメント	M (kN・m)	11.0
	せん断力	S (kN)	97.0
発生応力度	曲げ応力度	σ_b (N/mm ²)	137
	せん断応力度	τ (N/mm ²)	5.30
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度	f_b (N/mm ²)	297
	せん断応力に関する弾性限強度	f_s (N/mm ²)	148
検定値		σ_b / f_b	0.47
		τ / f_s	0.04
判定			可

参考資料 1. 本計算書以外のサブドレンシャフトの耐震性について

1. 概要

本計算書に示す 7R-4-1 及び 7T-6 以外のサブドレンシャフトが、S_s地震時において集水を期待するサブドレンピットへ波及的影響を及ぼさないことを確認する。

2. 評価方針

7号機及び6号機側サブドレンシャフトは全て鋼製仕様であり、地盤モデルが共通であることから、各建屋において最大応力の発生位置は同様の傾向となっている。最大応力の発生位置は、原子炉建屋 7R-4-1 において、せん断応力は T. M. S. L. 4. 0m, 曲げモーメントは T. M. S. L. 2. 07m, タービン建屋 7T-6 において、せん断応力は T. M. S. L. 4. 0m, 曲げモーメントは T. M. S. L. 2. 12m となっている。

このため 7R-4-1 及び 7T-6 以外のシャフトにおける板厚及び内径の諸元を比較し、板厚が同等なこと及び内径が小さいことによりシャフトの耐震性を評価する。

各サブドレンシャフトの板厚及び内径の諸元を表 3-1 に示す。

3. 評価結果

表 3-1 より、7R-4-1 及び 7T-6 の板厚及び内径の諸元と比較し、各応力が最大となる位置での板厚が 7R-4-1 と同等又はそれ以上であり、内径も同等以下であることから、7R-4-1 及び 7T-6 同様にせん断破壊が生じず、サブドレンピットへ波及的影響を及ぼすことはない。

表 3-1 各サブドレンシャフトの板厚及び内径の諸元

建屋	ピット番号	曲げモーメント		せん断力		内径
		最大発生値位置	最大発生値位置の板厚	最大発生値位置	最大発生値位置の板厚	
原子炉建屋	7R-4-1	T. M. S. L. 2. 07m	19mm	T. M. S. L. 4. 0m	19mm	1862mm
	7R-1		19mm		19mm	1862mm
	7R-2		19mm		19mm	1862mm
	7R-3		19mm		19mm	1862mm
	6R-1		20mm		20mm	1700mm
	6R-3		20mm		20mm	1700mm
	6R-4		20mm		20mm	1700mm
タービン建屋	7T-6	T. M. S. L. 2. 12m	22mm	T. M. S. L. 4. 0m	22mm	1700mm
	7T-5		22mm		22mm	1700mm
	7T-7		22mm		22mm	1700mm
	6T-5		22mm		22mm	1700mm
	6T-6		22mm		22mm	1700mm
	6T-7		22mm		22mm	1700mm

注 : は本計算書評価ピットを示す。