

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 補足-025-1 改6
提出年月日	2020年6月10日

原子炉建屋の地震応答計算書に関する補足説明資料

2020年6月

東京電力ホールディングス株式会社

1. 工事計画添付書類に係る補足説明資料

V-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 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 2 地震応答解析における耐震壁のせん断スケルトン曲線の設定

別紙 3 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 4 地震応答解析に用いる鉄筋コンクリート造部の減衰定数に関する検討

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 6 原子炉建屋のコンクリート剛性に対する地震観測記録による傾向分析

別紙 7 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検討

: 今回提出範囲

別紙 7 原子炉建屋における改造工事に伴う重量増加を
反映した検討

目 次

1. 概要	別紙 7-1
2. 各施設における重量増加を考慮した応答増幅の影響についての検討結果	別紙 7-2
2.1 建物・構築物	別紙 7-2
2.1.1 使用済燃料貯蔵プール及びキャスクピット	別紙 7-2
2.1.2 主排気筒	別紙 7-9
2.1.3 原子炉格納容器コンクリート部	別紙 7-12
2.1.4 原子炉建屋原子炉区域（二次格納施設）	別紙 7-22
2.1.5 燃料取替床ブローアウトパネル	別紙 7-26
2.1.6 主蒸気系トンネル室ブローアウトパネル	別紙 7-29
2.1.7 原子炉建屋エアロック	別紙 7-32
2.1.8 原子炉建屋基礎スラブ	別紙 7-35
2.1.9 水密扉付止水堰	別紙 7-38
2.1.10 水密扉	別紙 7-41
2.1.11 原子炉ウェル遮蔽プラグ	別紙 7-44
2.2 機器・配管系	別紙 7-47

: 今回提出範囲

1. 概要

原子炉建屋の設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答増幅の影響についての検討を行う。

V-2-2-1「原子炉建屋の地震応答計算書 別紙 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」（以下「地震応答計算書の別紙」という。）に示した地震応答解析結果の応答比率を用いて、各施設の評価結果への影響を検討する。

また、本資料は、以下の資料の補足説明をするものである。

V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書 別紙 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

2. 各施設における重量増加を考慮した応答増幅の影響についての検討結果

2.1 建物・構築物

2.1.1 使用済燃料貯蔵プール及びキャスクピット

(1) 検討方針

使用済燃料貯蔵プールを対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率と V-2-4-2-1「使用済燃料貯蔵プール及びキャスクピットの耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より、影響検討を行う。

使用済燃料貯蔵プールは水平地震時荷重として、T. M. S. L. 18.1m～31.7m 位置（要素番号 11～要素番号 12）の最大応答せん断力を考慮し、鉛直震度として T. M. S. L. 18.1m～31.7m 位置（質点番号 3～質点番号 5）の鉛直方向最大応答加速度より算出した値を考慮することから、NS 方向、EW 方向は要素番号 11～要素番号 12 の最大応答せん断力の応答比率の最大値を、鉛直方向は質点番号 3～質点番号 5 の最大応答加速度の応答比率の最大値を応答比率とし、各方向の応答比率の最大値を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

表 2-1 に応答比率及び割増係数を示す。

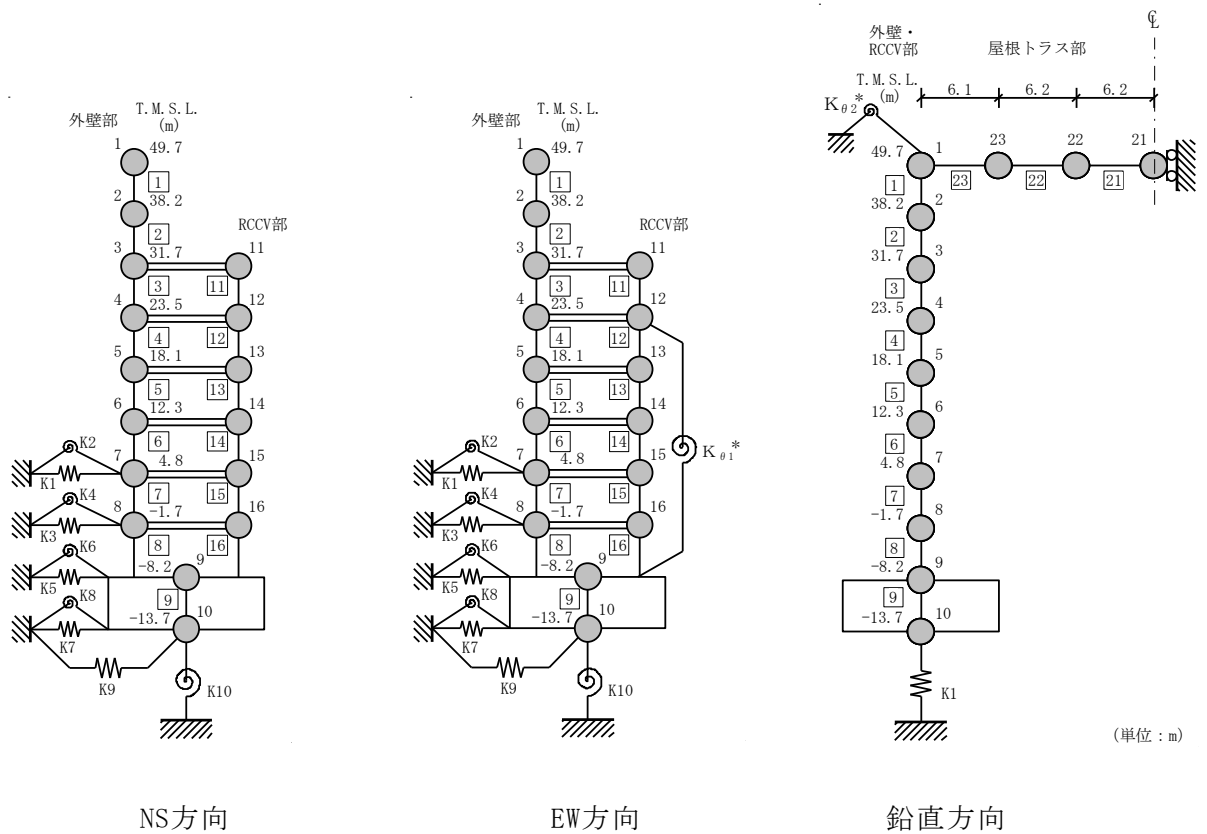
表 2-1 重量増加を考慮した割増係数（使用済燃料貯蔵プール）

位置 (T. M. S. L.)	NS 方向	EW 方向	鉛直方向
18.1m ~ 31.7m	1.03* ¹	1.03* ¹	1.00* ²
割増係数	1.03* ³		

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 11 及び 12 の最大応答せん断力の応答比率の最大値

*2：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 3, 4 及び 5 の最大応答加速度の応答比率

*3：各方向の応答比率の最大値とする。



(2) 検討結果

各荷重時における評価結果を表 2-2～表 2-5 に示す。

重量増加を考慮した割増係数を乗じた結果においても、各許容値を超えないことを確認した。

表 2-2 重量増加を考慮した評価結果 S d 地震時

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
北側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	鉛直	2146	1-8	9.17	1.03	9.45	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	水平	2286	1-8	223	1.03	230	345
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	2146	1-8	2.24	1.03	2.31	3.68
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	鉛直	2145	1-19	0.586	1.03	0.604	0.960
南側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	鉛直	102146	1-8	9.20	1.03	9.48	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	水平	102286	1-8	228	1.03	235	345
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	102146	1-8	2.28	1.03	2.35	3.68
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	鉛直	102145	1-17	0.579	1.03	0.596	0.960
東側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	鉛直	2379	1-6	8.54	1.03	8.80	21.4
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	鉛直	2379	1-6	227	1.03	234	345
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	2382	1-21	1.01	1.03	1.04	2.94
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	鉛直	2383	1-6	0.508	1.03	0.523	1.18
西側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	鉛直	2469	1-23	5.63	1.03	5.80	21.4
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	水平	102493	1-23	258	1.03	266	345
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	102489	1-23	0.808	1.03	0.832	1.42
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	水平	102493	1-8	0.161	1.03	0.166	1.15
底面 スラブ	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	EW	101549	1-14	8.59	1.03	8.85	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	NS	1546	1-2	236	1.03	243	345
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	NS	1606	1-14	1.05	1.03	1.08	1.21

表 2-3 重量増加を考慮した評価結果 S s 地震時

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
北側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	2145	2-5	0.282	1.03	0.290	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	水平	2320	2-8	0.506	1.03	0.521	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	水平	2320	2-2	7.37	1.03	7.59	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	2092	2-16	2.76	1.03	2.84	4.91
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	2145	2-5	0.914	1.03	0.941	2.08
南側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102145	2-7	0.282	1.03	0.290	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	水平	102320	2-8	0.504	1.03	0.519	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	水平	102320	2-2	7.37	1.03	7.59	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	102092	2-16	2.74	1.03	2.82	4.91
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	102145	2-7	0.912	1.03	0.939	2.08
東側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102379	2-6	0.391	1.03	0.403	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102379	2-6	0.742	1.03	0.764	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	水平	102414	2-5	1.13	1.03	1.16	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	2390	2-5	1.00	1.03	1.03	3.87
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	102386	2-6	0.926	1.03	0.954	1.75
西側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102469	2-5	0.207	1.03	0.213	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102469	2-3	0.500	1.03	0.515	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	2469	2-7	5.90	1.03	6.08	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	2485	2-5	0.974	1.03	1.00	2.33
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	水平	102493	2-8	0.291	1.03	0.300	1.54
底面 スラブ	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	1601	2-8	0.475	1.03	0.489	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	101548	2-6	0.436	1.03	0.449	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	NS	1607	2-14	1.03*	1.03	1.06	1.21

注記* : 応力の再配分等を考慮して、応力の平均化を行った結果。

表 2-4 重量増加を考慮した評価結果 (異常+Sd地震) 時

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
北側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	2145	3-21	0.177	1.03	0.182	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	水平	2318	3-4	0.185	1.03	0.191	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	2145	3-8	2.24	1.03	2.31	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	2092	3-8	1.67	1.03	1.72	4.91
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	2145	3-21	0.748	1.03	0.770	1.87
南側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102145	3-23	0.176	1.03	0.181	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	水平	102318	3-4	0.184	1.03	0.190	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	102145	3-8	2.24	1.03	2.31	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	102092	3-8	1.66	1.03	1.71	4.91
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	102145	3-23	0.745	1.03	0.767	1.87
東側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102379	3-6	0.159	1.03	0.164	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102379	3-6	0.173	1.03	0.178	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	2398	3-6	0.257	1.03	0.265	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	2414	3-17	0.611	1.03	0.629	3.27
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	2383	3-6	0.426	1.03	0.439	1.71
西側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	2469	3-19	0.198	1.03	0.204	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	2469	3-17	0.395	1.03	0.407	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	102469	3-21	5.04	1.03	5.19	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	102489	3-17	0.756	1.03	0.779	2.26
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	2469	3-20	0.391	1.03	0.403	2.04
底面 スラブ	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	1601	3-8	0.221	1.03	0.228	3.00
		鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	1601	3-8	0.152	1.03	0.157	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	NS	1606	3-14	0.934	1.03	0.962	1.21

表 2-5 重量増加を考慮した評価結果 (異常 + S_s地震) 時

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
北側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	2145	4-5	0.248	1.03	0.255	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	2145	4-2	0.720	1.03	0.742	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	水平	2320	4-2	7.42	1.03	7.64	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	2092	4-8	2.61	1.03	2.69	4.91
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	2145	4-1	0.892	1.03	0.919	1.82
南側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102145	4-7	0.248	1.03	0.255	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102145	4-2	0.721	1.03	0.743	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	水平	102320	4-2	7.42	1.03	7.64	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	102092	4-8	2.60	1.03	2.68	4.91
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	102145	4-3	0.890	1.03	0.917	1.82
東側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102379	4-6	0.384	1.03	0.396	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102379	4-6	0.736	1.03	0.758	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	2382	4-6	0.763	1.03	0.786	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	2390	4-5	0.966	1.03	1.00	3.87
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	102386	4-6	0.905	1.03	0.932	1.76
西側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	2469	4-3	0.207	1.03	0.213	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	102469	4-3	0.488	1.03	0.503	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	102469	4-5	6.03	1.03	6.21	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	2489	4-5	0.736	1.03	0.758	1.91
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	102469	4-4	0.407	1.03	0.419	2.17
底面 スラブ	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	1601	4-8	0.441	1.03	0.454	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	1548	4-6	0.420	1.03	0.433	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	NS	1607	4-14	1.02*	1.03	1.05	1.21

注記* : 応力の再配分等を考慮して、応力の平均化を行った結果。

2.1.2 主排気筒

(1) 検討方針

主排気筒を対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率とV-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より、影響検討を行う。

主排気筒の地震応答解析モデルは、原子炉建屋屋上（T.M.S.L. 38.2m）より上部を対象とした立体フレームモデルである。

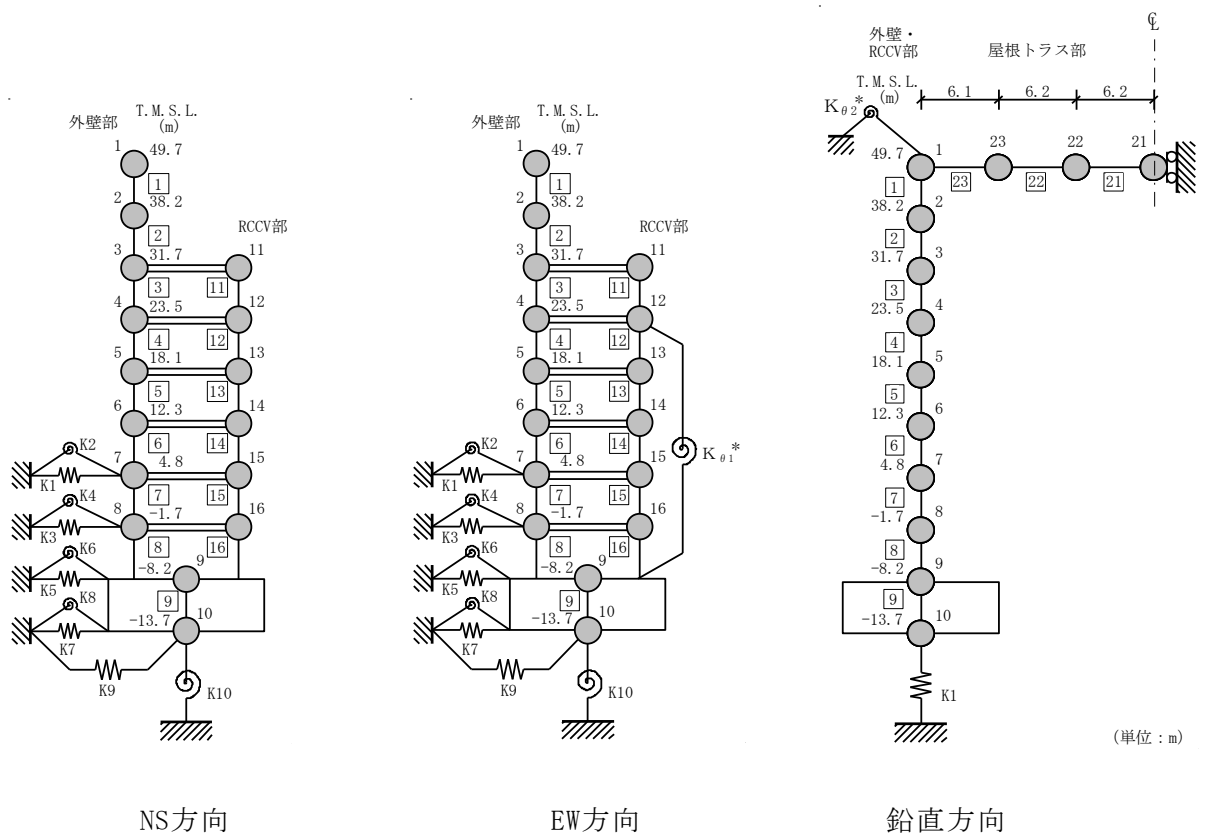
主排気筒の地震応答解析モデルへの入力地震動は、基準地震動 S_s-1 ～ S_s-8 による原子炉建屋全体の地震応答解析から得られるT.M.S.L. 38.2m位置（質点番号2）における応答加速度（水平方向及び鉛直方向）を用いている。このように、原子炉建屋の加速度応答を用いて検討していることから、各方向の最大応答加速度の応答比率の最大値を割増係数として設定し、応力評価結果に乗じて許容値を超えないことを確認する。

表2-6に応答比率及び割増係数を示す。

表 2-6 重量増加を考慮した割増係数（主排気筒）

位置 (T. M. S. L.)	NS 方向	EW 方向	鉛直方向
38.2m	1.00*	1.00*	1.00*
割増係数	1.00		

注記*：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 2 の最大応答加速度の応答比率



(2) 検討結果

応力評価結果について、主排気筒に乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、耐震評価に及ぼす影響がないことを確認した。

2.1.3 原子炉格納容器コンクリート部

(1) 検討方針

原子炉格納容器コンクリート部を対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率と V-2-9-2-1「原子炉格納容器コンクリート部の耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より、影響検討を行う。

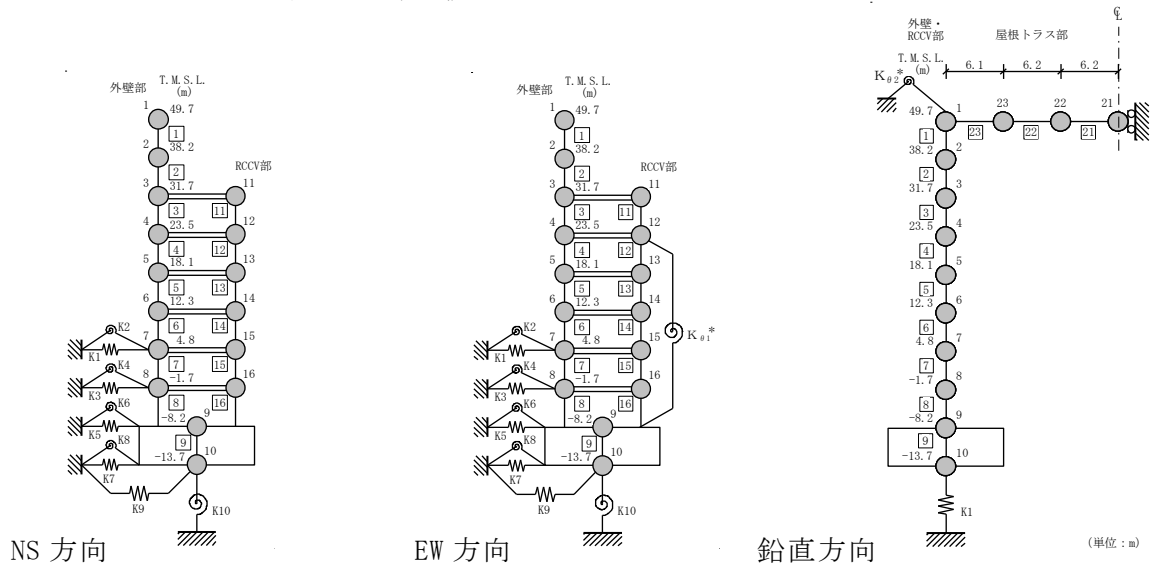
原子炉格納容器コンクリート部は水平地震時荷重として、T.M.S.L. -8.2m～31.7m 位置（要素番号 11～要素番号 16）の最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントを考慮し、鉛直地震荷重として鉛直方向最大応答加速度より算出した鉛直震度（T.M.S.L. -8.2m～31.7m 位置、質点番号 4～質点番号 9）及び最大応答軸力（要素番号 8）より算出した軸力係数の値を考慮することから、NS 方向、EW 方向は要素番号 11～要素番号 16 の最大応答せん断力及び要素番号 16 の最大応答曲げモーメントの応答比率を、鉛直方向は質点番号 4～質点番号 9 の最大応答加速度及び要素番号 8 の最大応答軸力の応答比率を用い、各階毎に、各方向の応答比率の最大値を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

表 2-7 に応答比率及び割増係数を示す。

表 2-7 重量増加を考慮した割増係数（原子炉格納容器コンクリート部）

部位	位置 (T. M. S. L)	NS 方向	EW 方向	鉛直方向	割増係数
トップ スラブ部	18.1m ~ 31.7m	1.029* ¹	1.021* ¹	1.000* ²	1.029* ¹⁵
シェル部 貫通部 局部	18.1m ~ 23.5m	1.029* ³	1.018* ³	1.000* ⁴	1.029* ¹⁵
	12.3m ~ 18.1m	1.033* ⁵	1.037* ⁵	1.002* ⁶	1.037* ¹⁵
	4.8m ~ 12.3m	1.029* ⁷	1.032* ⁷	1.002* ⁸	1.032* ¹⁵
	-1.7m ~ 4.8m	1.006* ⁹	1.012* ⁹	1.000* ¹⁰	1.012* ¹⁵
	-8.2m ~ -1.7m	1.012* ¹¹	1.008* ¹¹	1.003* ¹²	1.012* ¹⁵
底部	-8.2m ~ -1.7m	1.012* ¹³	1.018* ¹³	1.017* ¹⁴	1.018* ¹⁵

- 注記 *1：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 11 及び 12 の最大応答せん断力の応答比率の最大値
 *2：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 4 の最大応答加速度の応答比率
 *3：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 12 の最大応答せん断力の応答比率
 *4：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 4 及び 5 の最大応答加速度の応答比率の最大値
 *5：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 13 の最大応答せん断力の応答比率
 *6：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 5 及び 6 の最大応答加速度の応答比率の最大値
 *7：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 14 の最大応答せん断力の応答比率
 *8：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 6 及び 7 の最大応答加速度の応答比率の最大値
 *9：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 15 の最大応答せん断力の応答比率
 *10：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 7 及び 8 の最大応答加速度の応答比率の最大値
 *11：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 16 の最大応答せん断力の応答比率
 *12：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 8 及び 9 の最大応答加速度の応答比率の最大値
 *13：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 16 の最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントの
 応答比率の最大値
 *14：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 8 の最大応答軸力の応答比率
 *15：各方向の応答比率の最大値



(2) 検討結果

a. シェル部，トップスラブ部及び底部

各荷重時における評価結果を表 2-8～表 2-13 に示す。

重量増加を考慮した割増係数を乗じた結果においても，各許容値を超えないことを確認した。

表 2-8 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅲ・地震時 (1)

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
シェル部	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	13	1-21	7.51	1.012	7.60	21.4
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	子午線	9	1-3	265	1.012	268	390
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	21	1-23	2.58	1.012	2.61	4.68
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	子午線	100010	1-19	0.785	1.012	0.794	1.93
トップスラブ部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	EW	101425	1-14	8.24	1.029	8.48	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	NS	1411	1-23	212	1.029	218	390
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	NS	101413	1-23	3.47	1.029	3.57	4.14
底部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	放射	10002161	1-19	10.2	1.018	10.4	22.0
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	NS	10002161	1-19	181	1.018	184	345
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	放射	10002374	1-22	1.78	1.018	1.81	3.01

表 2-9 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅲ・(異常+地震)時 (1)

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
シェル部	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	9	2-23	8.46	1.012	8.56	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	子午線	9	2-3	300	1.012	304	390
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	100210	2-23	2.36	1.032	2.44	4.68
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	子午線	100432	2-8	0.647	1.037	0.671	1.52
トップスラブ部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	EW	101425	2-14	8.65	1.029	8.90	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	NS	1411	2-23	218	1.029	224	390
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	NS	101413	2-23	3.67	1.029	3.78	4.14
底部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	放射	10002161	2-19	11.4	1.018	11.6	22.0
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	放射	10002180	2-23	225	1.018	229	345
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	放射	10002374	2-22	1.73	1.018	1.76	3.01

表 2-10 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅳ・地震時 (2)

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
シェル部	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	11	3-1	0.684	1.012	0.692	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	109	3-3	0.852	1.012	0.862	5.00
	膜力	圧縮応力度 (N/mm^2)	子午線	11	3-1	14.8	1.012	15.0	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	111	3-5	4.36	1.012	4.41	6.25
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	431	3-8	1.04	1.037	1.08	2.08
トップ スラブ部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	101412	3-5	0.206	1.029	0.212	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	101412	3-5	0.204	1.029	0.210	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	NS	1413	3-3	3.62	1.029	3.72	4.14
底部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	10002171	3-2	0.457	1.018	0.465	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	10002141	3-1	0.333	1.018	0.339	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	放射	10002371	3-2	1.93*	1.018	1.96	2.32

注記*：応力の再配分等を考慮して、応力の平均化を行った結果。

表 2-11 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅳ・(異常+地震)時 (2)

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
シェル部	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	11	4-17	0.274	1.012	0.277	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	177	4-3	0.429	1.012	0.434	5.00
	膜力	圧縮応力度 (N/mm^2)	子午線	11	4-5	6.44	1.012	6.52	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	100	4-17	2.64	1.012	2.67	6.25
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	431	4-8	0.585	1.037	0.607	2.20
トップ スラブ部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	101411	4-19	0.160	1.029	0.165	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	1411	4-17	0.193	1.029	0.199	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	NS	101413	4-17	3.07	1.029	3.16	4.14
底部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	10002161	4-19	0.195	1.018	0.199	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	10002161	4-19	0.121	1.018	0.123	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	放射	10002374	4-22	1.51	1.018	1.54	3.01

表 2-12 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態 V・(異常+地震)時 (3)

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
シェル部	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	11	5-1	0.437	1.012	0.442	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	40	5-4	1.08	1.012	1.09	5.00
	膜力	圧縮応力度 (N/mm^2)	子午線	100011	5-7	8.39	1.012	8.49	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	111	5-5	2.52	1.012	2.55	5.88
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	94	5-4	0.904	1.012	0.915	1.76
トップ スラブ部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	1401	5-9	0.314	1.029	0.323	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	1413	5-12	0.806	1.029	0.829	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	EW	1471	5-4	1.04	1.029	1.07	1.21
底部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	10002171	5-2	0.248	1.018	0.252	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	10002141	5-5	0.310	1.018	0.316	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	放射	10002250	5-2	1.02	1.018	1.04	1.17

表 2-13 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態 V・(異常+地震)時 (4)

部位	評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
シェル部	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	11	6-1	0.764	1.012	0.773	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	39	6-4	1.09	1.012	1.10	5.00
	膜力	圧縮応力度 (N/mm^2)	子午線	11	6-1	15.8	1.012	16.0	21.4
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	111	6-5	4.24	1.012	4.29	6.25
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	100003	6-4	1.07	1.012	1.08	2.21
トップ スラブ部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	101411	6-3	0.164	1.029	0.169	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	1472	6-2	0.165	1.029	0.170	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	NS	1413	6-3	3.71	1.029	3.82	4.14
底部	軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	10002171	6-2	0.478	1.018	0.487	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	NS	10002141	6-1	0.398	1.018	0.405	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	放射	10002371	6-2	2.91	1.018	2.96	3.01

a. 貫通部の検討結果

各荷重時における評価結果を表 2-14～表 2-19 に示す。

重量増加を考慮した割増係数を乗じた結果においても、各許容値を超えないことを確認した。

表 2-14 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅲ・地震時 (1)

部位	評価項目		方向	領域番号	組合せケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
MS/FDW 開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	MA3	1-16	9.10	1.037	9.44	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	円周	MD4	1-17	263	1.037	273	390
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	円周	MA5	1-9	1.04	1.037	1.08	1.40
L/Dアクセス トンネル開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	LDH13	1-6	7.14	1.012	7.23	21.4
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	円周	LDA16	1-19	206	1.012	208	390
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	子午線	LDA3	1-8	0.307	1.012	0.311	1.97

表 2-15 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅲ・(異常+地震)時 (1)

部位	評価項目		方向	領域番号	組合せケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
MS/FDW 開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	MA3	2-16	7.63	1.037	7.91	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	円周	MB6	2-19	306	1.037	317	390
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	円周	MA5	2-9	1.02	1.037	1.06	1.40
L/Dアクセス トンネル開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	LDH14	2-6	8.82	1.012	8.93	24.2
		鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	円周	LDA16	2-19	199	1.012	201	390
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	子午線	LDA16	2-17	0.246	1.012	0.249	1.32

表 2-16 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅳ・地震時 (2)

部位	評価項目		方向	領域番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
MS/FDW 開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	MA5	3-8	0.365	1.037	0.379	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	円周	MB15	3-7	0.496	1.037	0.514	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	円周	MD13	3-13	1.38	1.037	1.43	1.93
L/Dアクセス トンネル開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	LDH14	3-6	0.839	1.012	0.849	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	LDH14	3-4	1.42	1.012	1.44	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	LDA5	3-3	0.341	1.012	0.345	1.96

表 2-17 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅳ・(異常+地震)時 (2)

部位	評価項目		方向	領域番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
MS/FDW 開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	MA12	4-23	0.243	1.037	0.252	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	MB14	4-19	0.499	1.037	0.517	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	円周	MA5	4-13	1.01	1.037	1.05	1.89
L/Dアクセス トンネル開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	LDH14	4-6	0.482	1.012	0.488	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	円周	LDA16	4-19	0.660	1.012	0.668	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	LDA6	4-3	0.387	1.012	0.392	2.51

表 2-18 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅴ・(異常+地震)時 (3)

部位	評価項目		方向	領域番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
MS/FDW 開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	MD15	5-4	0.504	1.037	0.523	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	MB13	5-3	1.15	1.037	1.19	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	FA11	5-3	1.84	1.037	1.91	2.06
L/Dアクセス トンネル開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	LDH14	5-6	0.885	1.012	0.896	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	LDA12	5-2	1.88	1.012	1.90	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	LDA3	5-16	0.783	1.012	0.792	2.38

表 2-19 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態 V・(異常+地震)時 (4)

部位	評価項目		方向	領域番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
MS/FDW 開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	MA3	6-4	0.398	1.037	0.413	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	MB13	6-3	0.653	1.037	0.677	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	円周	MA5	6-13	1.36	1.037	1.41	1.92
L/Dアクセス トンネル開口	等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	LDH14	6-6	0.974	1.012	0.986	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	LDH14	6-4	1.62	1.012	1.64	5.00
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	LDA3	6-7	0.398	1.012	0.403	1.51

b. 局部の検討結果

各荷重時における評価結果を表 2-20～表 2-25 に示す。

重量増加を考慮した割増係数を乗じた結果においても、各許容値を超えないことを確認した。

表 2-20 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅲ・地震時 (1)

評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	401	1-24	8.89	1.037	9.22	24.2
	鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	円周	361	1-17	230	1.037	239	390
面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	404	1-23	2.74	1.037	2.84	4.68
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	円周	100318	1-6	0.968	1.037	1.00	1.68

表 2-21 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅲ・(異常+地震)時 (1)

評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	401	2-24	7.64	1.037	7.92	24.2
	鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	円周	361	2-17	227	1.037	235	390
面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	435	2-21	2.61	1.037	2.71	4.68
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	円周	100318	2-6	1.15	1.037	1.19	1.67

表 2-22 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅳ・地震時 (2)

評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	401	3-8	0.279	1.037	0.289	3.00
	鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	円周	406	3-7	0.213	1.037	0.221	5.00
膜力	圧縮応力度 (N/mm ²)	子午線	100284	3-15	5.34	1.032	5.51	21.4
面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm ²)	-	100284	3-3	3.38	1.032	3.49	6.25
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	円周	100283	3-6	2.92	1.032	3.01	3.02

表 2-23 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅳ・(異常+地震)時 (2)

評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	303	4-21	0.187	1.037	0.194	3.00
	鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	100309	4-17	0.233	1.037	0.242	5.00
膜力	圧縮応力度 (N/mm^2)	子午線	100284	4-7	3.27	1.032	3.37	21.4
面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	100336	4-21	2.17	1.037	2.25	6.25
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	円周	100318	4-6	1.08	1.037	1.12	2.22

表 2-24 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅴ・(異常+地震)時 (3)

評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	401	5-4	0.474	1.037	0.492	3.00
	鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	305	5-3	0.880	1.037	0.913	5.00
膜力	圧縮応力度 (N/mm^2)	子午線	278	5-8	1.11	1.032	1.15	21.4
面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	283	5-1	1.58	1.032	1.63	6.25
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	子午線	395	5-12	1.34	1.037	1.39	1.98

表 2-25 重量増加を考慮した評価結果 荷重状態Ⅴ・(異常+地震)時 (4)

評価項目		方向	要素番号	組合せ ケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
等価膜力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	401	6-4	0.368	1.037	0.382	3.00
	鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	子午線	100284	6-1	0.374	1.032	0.386	5.00
膜力	圧縮応力度 (N/mm^2)	子午線	284	6-8	4.70	1.032	4.85	21.4
面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	-	100284	6-3	3.27	1.032	3.37	6.25
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	円周	100283	6-6	2.82	1.032	2.91	2.99

2.1.4 原子炉建屋原子炉区域（二次格納施設）

(1) 検討方針

原子炉建屋原子炉区域を対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率と地震応答解析によるせん断ひずみの評価結果及びV-2-9-3-1「原子炉建屋原子炉区域（二次格納施設）の耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より、影響検討を行う。

せん断ひずみの評価は、原子炉建屋の耐震壁及び補助壁について、基準地震動 S_s に対する各層の最大せん断ひずみに、最大せん断ひずみの応答比率を乗じた値が許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

屋根トラス及び屋根スラブの評価は、燃料取替床レベル (T.M.S.L. 31.7m) より上部を対象とした立体フレームモデル（以下「屋根トラスモデル」という。）の地震応答解析により得られた応答結果に、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率を乗じて各許容値を超えないことを確認する。

屋根トラスモデルへの入力地震動が基準地震動 $S_s-1 \sim S_s-8$ による原子炉建屋全体の地震応答解析から得られる T.M.S.L. 31.7m 位置（質点番号 3）における応答加速度（水平方向及び鉛直方向）を用いる。このように、原子炉建屋の加速度応答を用いて検討していることから、各方向の最大応答加速度の応答比率の最大値を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

床スラブは、地震時荷重として鉛直方向の慣性力を考慮することから、鉛直方向の最大応答加速度の応答比率の最大値を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

表 2-26, 表 2-27 に応答比率及び割増係数を示す。

表 2-26 重量増加を考慮した割増係数（屋根トラス及び屋根スラブ）

位置 (T. M. S. L)	NS 方向	EW 方向	鉛直方向
31.7m	1.00*	1.00*	1.00*
割増係数	1.00		

注記*：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 3 の最大応答加速度の応答比率

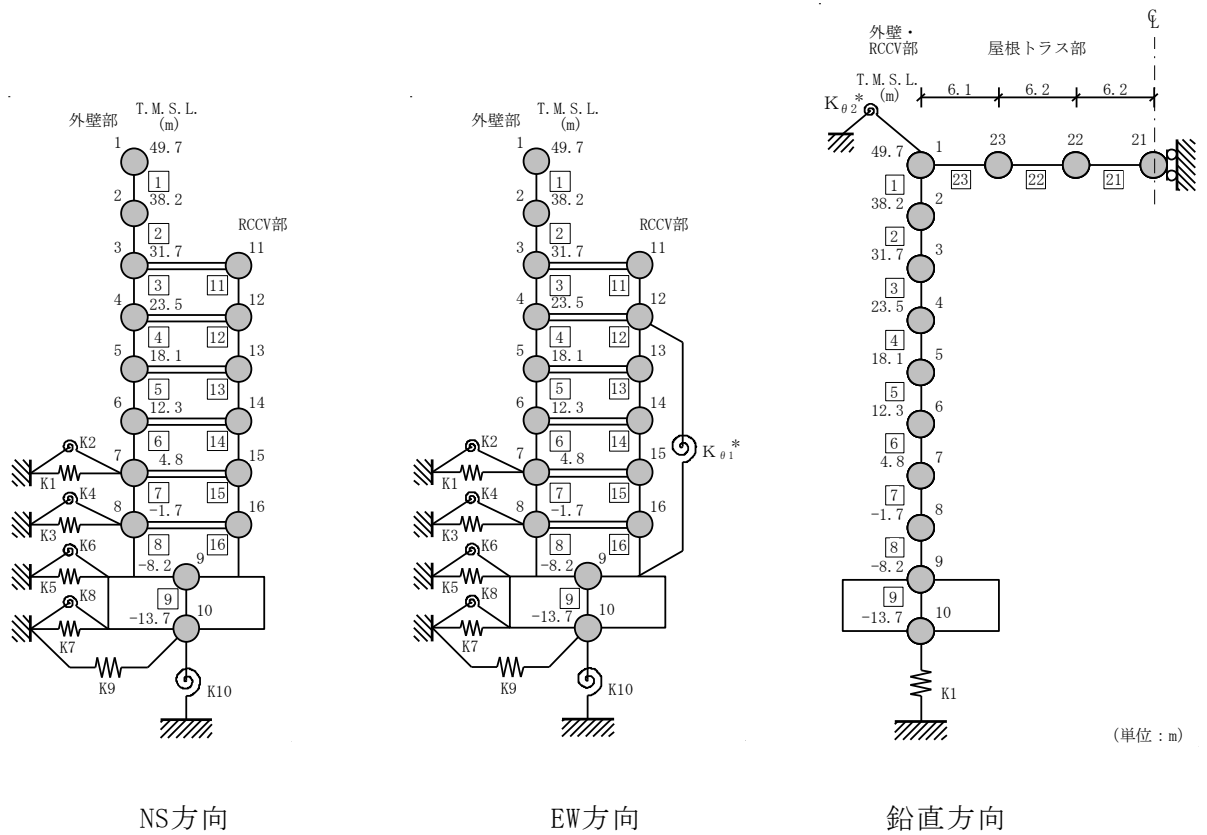
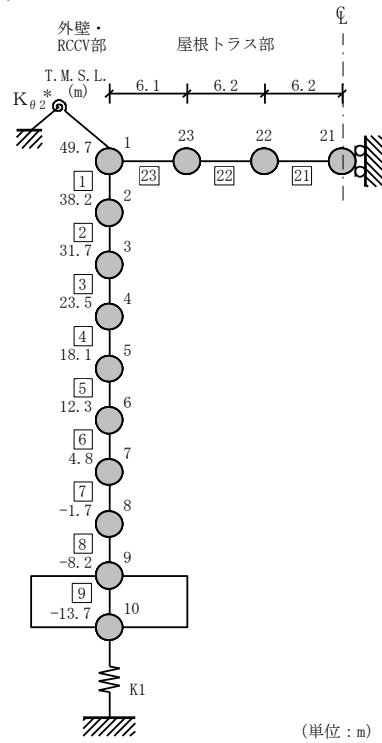


表 2-27 重量増加を考慮した割増係数 (床スラブ)

位置 (T. M. S. L)	鉛直方向
4.8m	1.00*
割増係数	1.00

注記* : 地震応答計算書の別紙に示す質点番号7の最大応答加速度の応答比率



鉛直方向

(2) 検討結果

a. 地震応答解析による評価

地震応答解析による評価では、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した割増係数を乗じた材料物性の不確かさを考慮した最大せん断ひずみは地震応答計算書の別紙の 4.3 項に示す 0.700×10^{-3} (要素番号 7, NS 方向) となり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

b. 応力解析による評価

(a) 屋根トラス

応力評価結果について、屋根トラスに乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、耐震評価に及ぼす影響がないことを確認した。

(b) 屋根スラブ

応力評価結果について、屋根トラスに乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、耐震評価に及ぼす影響がないことを確認した。

(c) 床スラブ

応力評価結果について、床スラブに乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、耐震評価に及ぼす影響がないことを確認した。

2.1.5 燃料取替床ブローアウトパネル

(1) 検討方針

燃料取替床ブローアウトパネル（以下「オペフロBOP」という）を対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率を用いて、V-2-9-3-1-1「燃料取替床ブローアウトパネルの耐震性についての計算書」に示す機能維持評価の影響検討を行う。

S d 閉機能維持評価は、T.M.S.L. 49.7m 位置（質点番号 1）の NS 方向の応答加速度より定めた水平震度を用いて検討していることから、質点番号 1 の NS 方向の最大応答加速度の応答比率を割増係数として設定し、割増係数を乗じた S d 地震荷重が開放荷重を超えないことを確認する。

S s 開機能維持評価は、せん断ひずみの許容限界を層間変形角として層間変位の検討をしているが、ここでは T.M.S.L. 38.2m～T.M.S.L. 49.7m 位置（要素番号 1）の EW 方向の最大せん断ひずみの応答比率を割増係数として設定し、割増係数を乗じた層間変位が許容値を超えないことを確認する。

表 2-28, 表 2-29 に応答比率及び割増係数を示す。

表 2-28 重量増加を考慮した割増係数 (オペフロ BOP S d 閉機能維持)

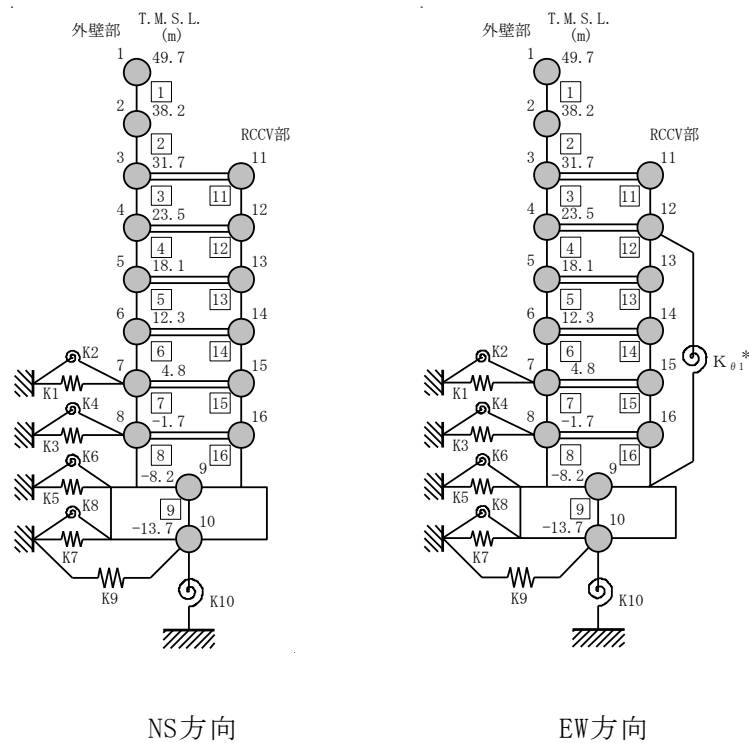
位置 (T. M. S. L)	NS 方向
49.7m	1.00* ¹
割増係数	1.00

注記*1: 地震応答計算書の別紙に示す質点番号 1 の最大応答加速度の応答比率

表 2-29 重量増加を考慮した割増係数 (オペフロ BOP S s 開機能維持)

位置 (T. M. S. L)	EW 方向
38.2m~49.7m	1.00* ¹
割増係数	1.00

注記*1: 地震応答計算書の別紙に示す要素番号 1 の最大せん断ひずみの応答比率



(2) 検討結果

S d 閉機能維持評価について、S d 地震荷重に乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、機能維持評価に及ぼす影響がないことを確認した。

S s 開機能維持評価について、層間変位に乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、機能維持評価に及ぼす影響がないことを確認した。

2.1.6 主蒸気系トンネル室ブローアウトパネル

(1) 検討方針

主蒸気系トンネル室ブローアウトパネル（以下「MS トンネル室 BOP」という）を対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率を用いて、V-2-9-3-1-2「主蒸気系トンネル室ブローアウトパネルの耐震性についての計算書」に示す機能維持評価の影響検討を行う。

S d 閉機能維持評価は、T.M.S.L. 23.5m 位置（質点番号 4）の EW 方向の応答加速度より定めた水平震度を用いて検討していることから、質点番号 4 の EW 方向の最大応答加速度の応答比率を割増係数として設定し、割増係数を乗じた S d 地震荷重が開放荷重を超えないことを確認する。

S s 開機能維持評価は、T.M.S.L. 12.3m～T.M.S.L. 23.5m 位置（要素番号 4,5）の NS 方向の最大せん断ひずみの最大値を層間変形角として層間変位の検討をしていることから、要素番号 4,5 の NS 方向のせん断ひずみの応答比率を割増係数として設定し、割増係数を乗じた層間変位が許容値を超えないことを確認する。

表 2-30, 表 2-31 に応答比率及び割増係数を示す。

表 2-30 重量増加を考慮した割増係数 (MS トンネル室 BOP S d 閉機能維持)

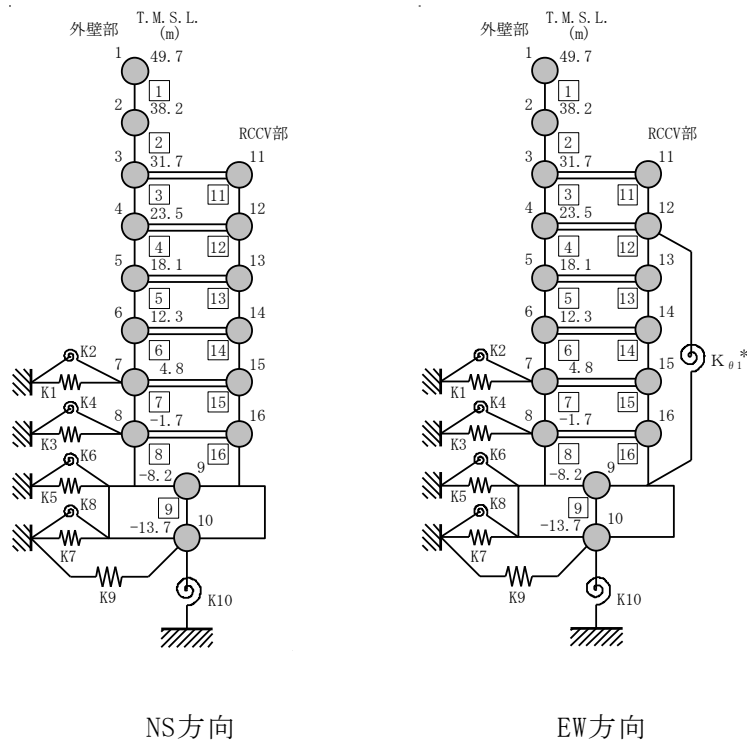
位置 (T. M. S. L)	EW 方向
23.5m	1.00* ¹
割増係数	1.00

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 4 の最大応答加速度の応答比率

表 2-31 重量増加を考慮した割増係数 (MS トンネル室 BOP S s 開機能維持)

位置 (T. M. S. L)	NS 方向
12.3m~23.5m	1.03* ¹
割増係数	1.03

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 4, 5 の最大せん断ひずみの応答比率の最大値



(2) 検討結果

S d 閉機能維持評価について、S d 地震荷重に乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、機能維持評価に及ぼす影響がないことを確認した。

S s 開機能維持の評価結果を表 2-32 に示す。

重量増加を考慮した割増係数を乗じた評価においても、層間変位が許容値（間隙：約 2.5mm）を超えないことを確認した。

表 2-32 重量増加を考慮した評価結果（オペフロ BOP S s 開機能維持）

層間変位① (mm)	割増係数②	評価用層間変位 ①×②(mm)	間隙 (mm)	判定
0.34	1.03	0.35	約 2.5	○

2.1.7 原子炉建屋エアロック

(1) 検討方針

原子炉建屋エアロック（以下「エアロック」という。）を対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率とV-2-9-3-3「原子炉建屋エアロックの耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より、影響検討を行う。

エアロックは、T.M.S.L. 38.2m位置（質点番号2）とT.M.S.L. 18.1m位置（質点番号5）の最大応答加速度による水平震度及び鉛直震度を用いて検討していることから、各方向の最大応答加速度の応答比率を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

表2-33，表2-34に応答比率及び割増係数を示す。

表 2-33 重量増加を考慮した割増係数（ギャラリー室エアロック）

位置 (T. M. S. L)	NS 方向	EW 方向	UD 方向
38.2m	1.00* ¹	1.00* ¹	1.00* ¹
割増係数	1.00* ²		

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 2 の最大応答加速度の応答比率

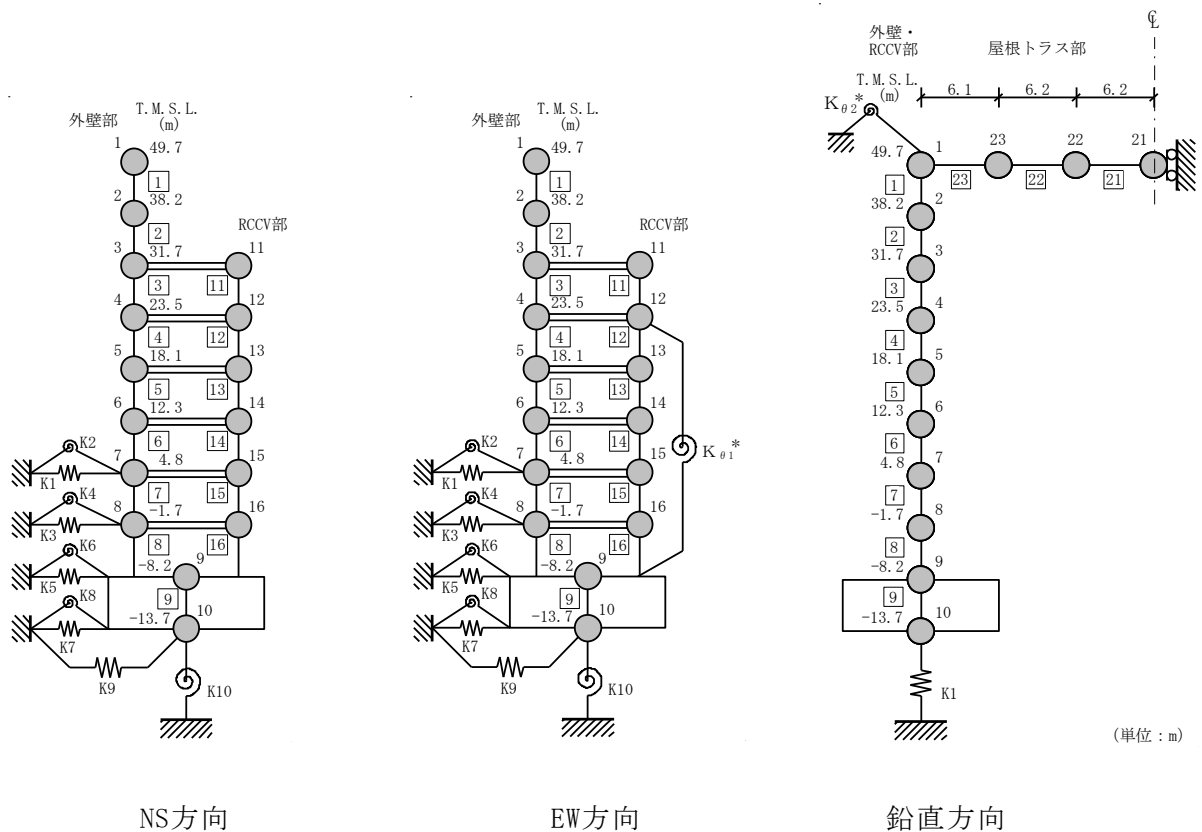
*2：各方向の応答比率の最大値

表 2-34 重量増加を考慮した割増係数（FCS 室，南西側，北西側エアロック）

位置 (T. M. S. L)	NS 方向	EW 方向	UD 方向
18.1m	1.00* ¹	1.00* ¹	1.00* ¹
割増係数	1.00* ²		

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 5 の最大応答加速度の応答比率

*2：各方向の応答比率の最大値



(2) 検討結果

応力評価結果について、エアロックに乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、耐震評価に及ぼす影響がないことを確認した。

2.1.8 原子炉建屋基礎スラブ

(1) 検討方針

原子炉建屋基礎スラブを対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率と地震応答解析による接地圧の評価結果及びV-2-9-3-4「原子炉建屋基礎スラブの耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より影響検討を行う。

接地圧の評価は、弾性設計用地震動 S_d 及び基準地震動 S_s に対する最大接地圧に、最大接地圧の応答比率を乗じた値が許容限界（ S_d 地震時：4110 kN/m²、 S_s 地震時：6170kN/m²）を超えないことを確認する。

応力解析による評価では、原子炉建屋基礎スラブは上部構造物からの基礎への地震時せん断力、曲げモーメント及び軸力（軸力係数）を地震荷重として考慮することから、基礎スラブ上層の最大応答せん断力、最大応答曲げモーメント及び最大応答軸力（要素番号 8, 要素番号 16, T.M.S.L. -8.2m～T.M.S.L. -1.7m）の各方向の応答比率の最大値を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

表 2-35 に応答比率及び割増係数を示す。

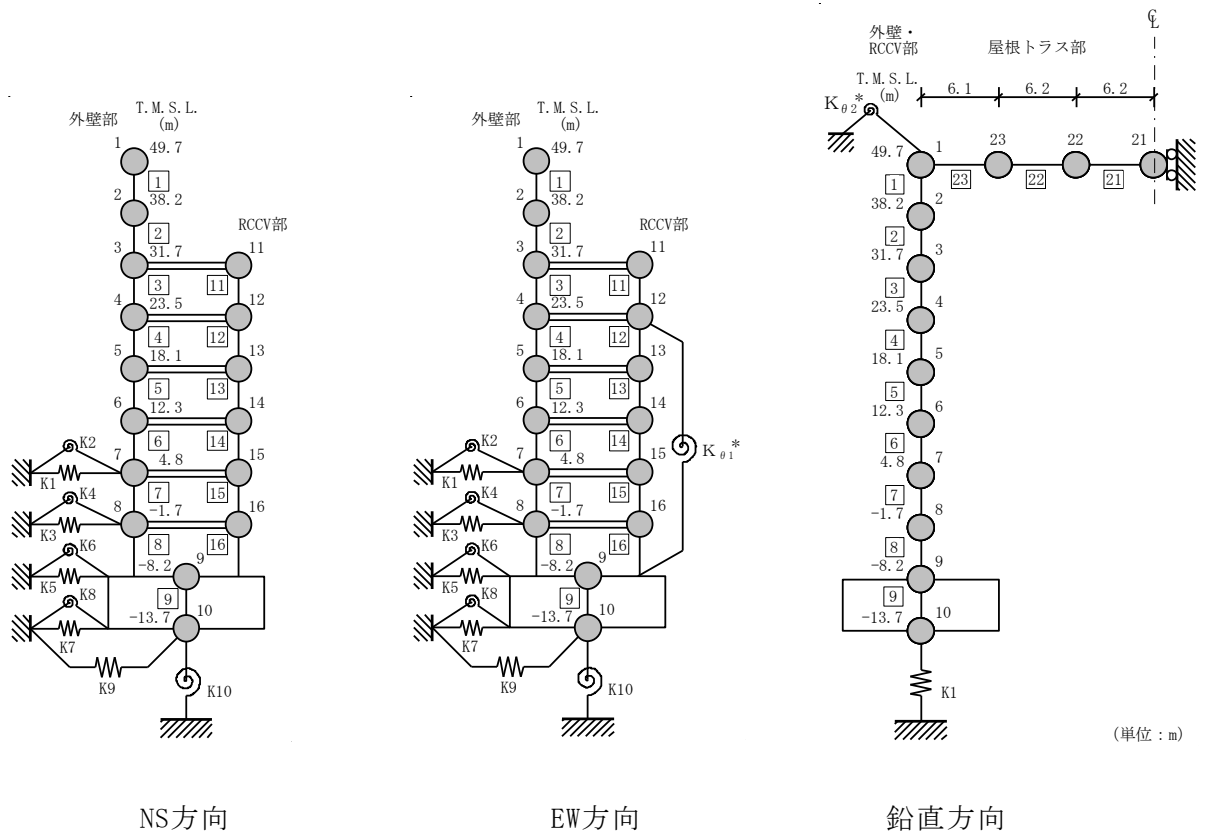
表 2-35 重量増加を考慮した割増係数（原子炉建屋基礎スラブ）

位置 (T. M. S. L)	NS 方向	EW 方向	鉛直方向
-8.2m ~ -1.7m	1.02* ¹	1.02* ¹	1.02* ²
割増係数	1.02* ³		

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 8 及び 16 の最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントの応答比率の最大値

*2：地震応答計算書の別紙に示す要素番号 8 の最大応答軸力の応答比率

*3：各方向の応答比率の最大値とする。



(2) 検討結果

a. 地震応答解析による評価

地震応答解析による評価では、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した割増係数に乗じた材料物性の不確かさを考慮した最大接地圧は地震応答計算書の別紙の4.3項に示すとおり、S_d地震時は1370kN/m²（EW方向）、S_s地震時は2680kN/m²（EW方向）となり、それぞれの許容限界（S_d地震時：4110kN/m²、S_s地震時：6170kN/m²）を超えないことを確認した。

b. 応力解析による評価

各荷重時における評価結果を表2-36及び表2-37に示す。

重量増加を考慮した割増係数に乗じた結果においても、各許容値を超えないことを確認した。

表2-36 重量増加を考慮した評価結果 S_d地震時

評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値 ①	割増係数 ②	①×②	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮応力度 (N/mm ²)	EW	10002429	1-19	5.75	1.02	5.87	22.0
	鉄筋引張応力度 (N/mm ²)	EW	10002421	1-23	234	1.02	239	345
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	EW	10001047	1-22	1.17	1.02	1.19	2.34

表2-37 重量増加を考慮した評価結果 S_s地震時

評価項目		方向	要素番号	組合せケース	発生値	割増係数 ②	①×②	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ (×10 ⁻³)	NS	10001186	2-1	0.264	1.02	0.269	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ (×10 ⁻³)	NS	10001186	2-1	0.228	1.02	0.233	5.00
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm ²)	EW	10002411	2-2	2.36	1.02	2.41	3.01

2.1.9 水密扉付止水堰

(1) 検討方針

水密扉付止水堰を対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率と V-2-10-2-3-2「水密扉付止水堰の耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より、影響検討を行う。

水密扉付止水堰は、T.M.S.L. 31.7m 位置（質点番号 3）の最大応答加速度による水平震度及び鉛直震度を用いて検討していることから、各方向の最大応答加速度の応答比率を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

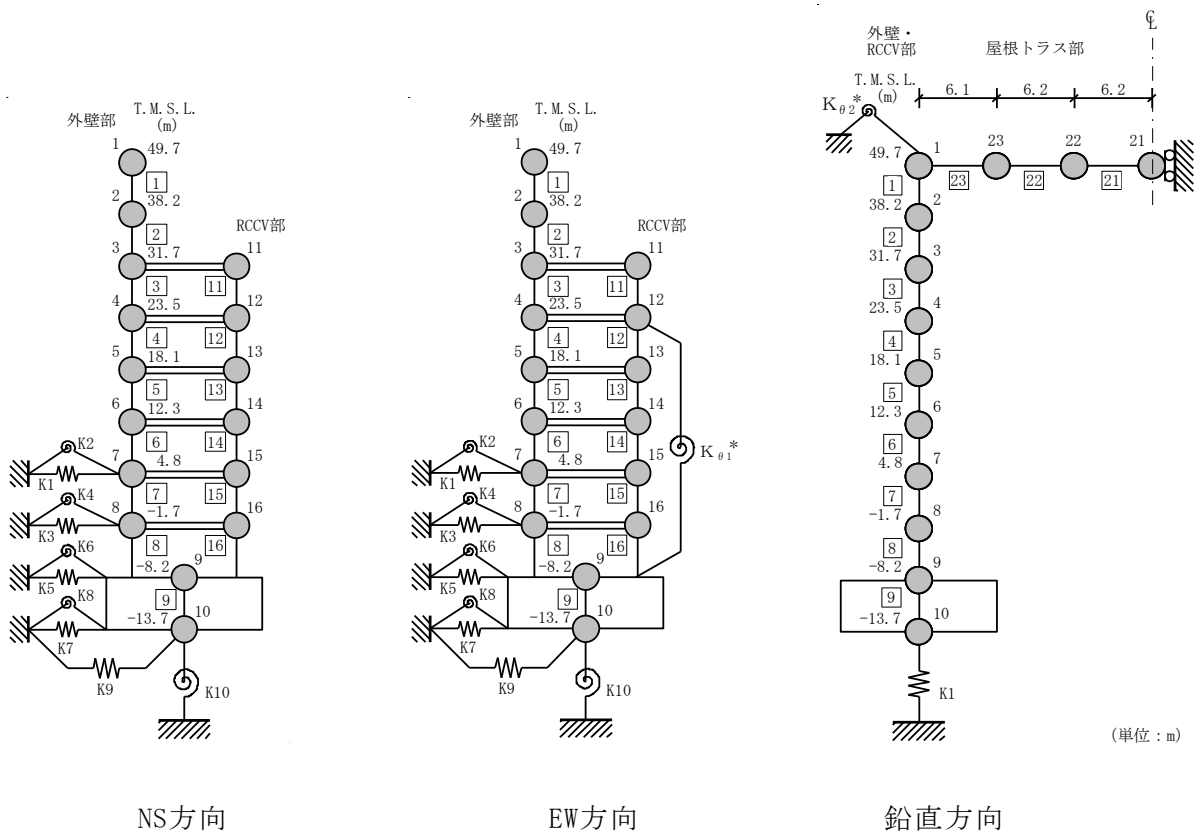
表 2-38 に応答比率及び割増係数を示す。

表 2-38 重量増加を考慮した割増係数
 (原子炉建屋地上 4 階 (R5R6-RFRG) 水密扉付止水堰)

位置 (T. M. S. L)	NS 方向	EW 方向	UD 方向
31.7m	1.00 ^{*1}	1.00 ^{*1}	1.00 ^{*1}
割増係数	1.00 ^{*2}		

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 3 の最大応答加速度の応答比率

*2：各方向の応答比率の最大値



(2) 検討結果

応力評価結果について、水密扉付止水堰に乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、耐震評価に及ぼす影響がないことを確認した。

2.1.10 水密扉

(1) 検討方針

水密扉を対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率とV-2-10-2-3-1「水密扉の耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より、影響検討を行う。

水密扉は、T.M.S.L. 18.1m位置（質点番号5）及びT.M.S.L. 4.8m位置（質点番号7）の最大応答加速度による水平震度及び鉛直震度を用いて検討していることから、各方向の最大応答加速度の応答比率を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

表2-39、表2-40に応答比率及び割増係数を示す。

表2-39 重量増加を考慮した割増係数（水密扉No. 18, 19, 21）

位置 (T. M. S. L)	NS 方向	EW 方向	UD 方向
18.1m	1.00* ¹	1.00* ¹	1.00* ¹
割増係数	1.00* ²		

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す質点番号5の最大応答加速度の応答比率

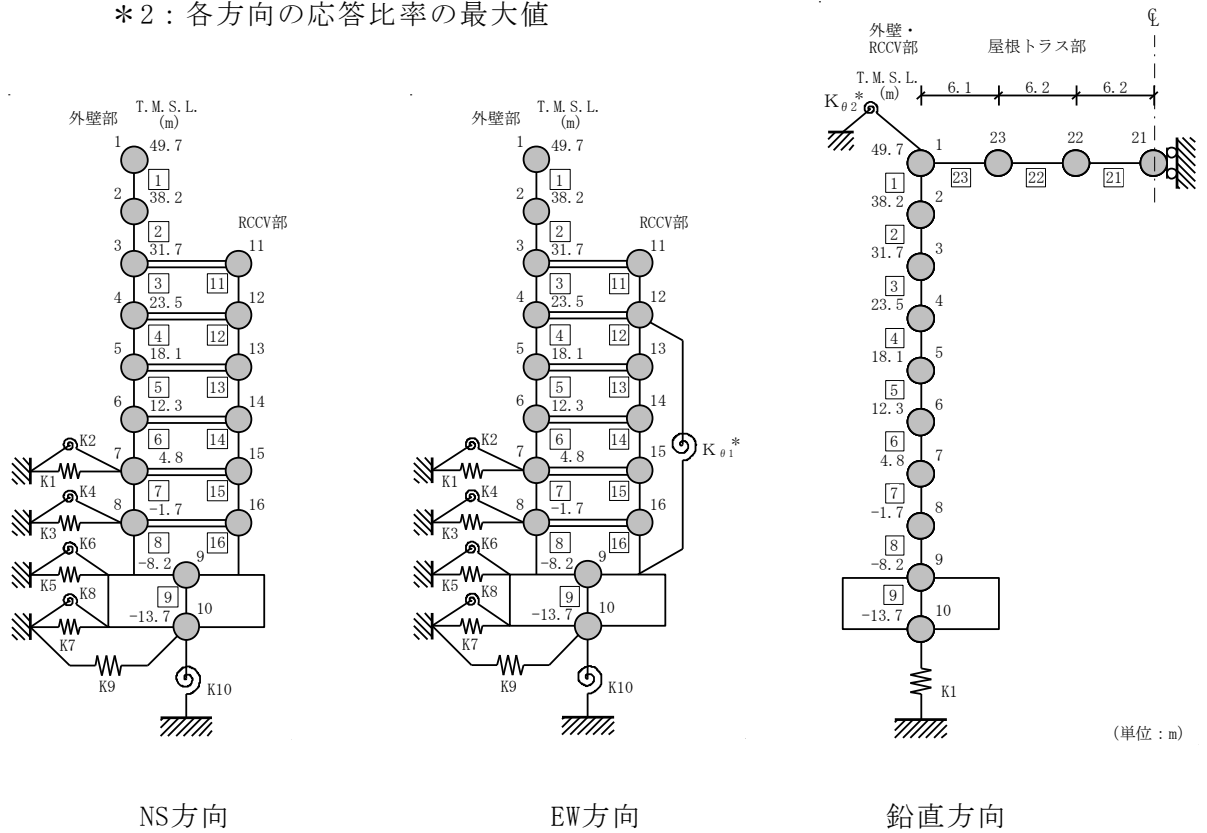
*2：各方向の応答比率の最大値

表2-40 重量増加を考慮した割増係数（水密扉 No. 12）

位置 (T. M. S. L)	NS 方向	EW 方向	UD 方向
4.8m	1.00* ¹	1.00* ¹	1.00* ¹
割増係数	1.00* ²		

注記*1：地震応答計算書の別紙に示す質点番号7の最大応答加速度の応答比率

*2：各方向の応答比率の最大値



(2) 検討結果

応力評価結果について、水密扉に乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、耐震評価に及ぼす影響がないことを確認した。

2.1.11 原子炉ウェル遮蔽プラグ

(1) 検討方針

原子炉ウェル遮蔽プラグを対象として、設備の補強や追加等の改造工事に伴う重量増加を考慮した応答比率と V-2-11-2-7「原子炉ウェル遮蔽プラグの耐震性についての計算書」に示す応力評価結果より影響検討を行う。

原子炉ウェル遮蔽プラグは地震時荷重として鉛直方向の慣性力を考慮することから T. M. S. L. 31.7m 位置（質点番号 3）の最大応答加速度の応答比率を用いる。

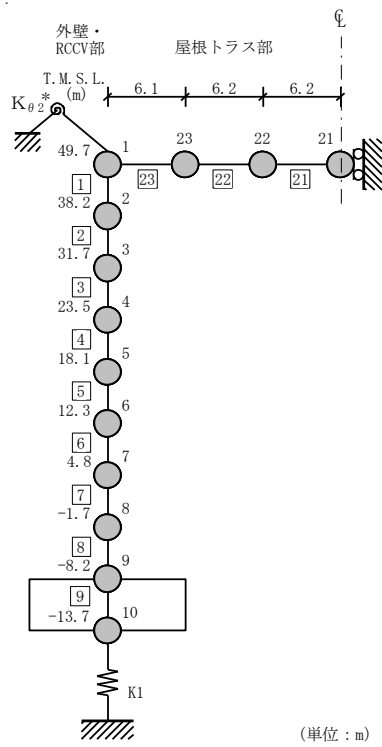
鉛直方向の最大応答加速度の応答比率の最大値を割増係数として設定し、応力評価結果の発生値に乗じて各許容値を超えないことを確認する。

表 2-41 にの応答比率及び割増係数を示す。

表 2-41 重量増加を考慮した割増係数（原子炉ウェル遮蔽プラグ）

位置 (T. M. S. L.)	鉛直方向
31.7m	1.00*
割増係数	1.00

注記*：地震応答計算書の別紙に示す質点番号 3 の最大応答加速度の応答比率



鉛直方向

(2) 検討結果

応力評価結果について、原子炉ウェル遮蔽プラグに乗じる割増係数は 1.00 であり、重量増加を考慮した場合においても、耐震評価に及ぼす影響がないことを確認した。

2.2 機器・配管系
追而