

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-8-1_改1
提出年月日	2021年3月5日

補足-600-8-1 建屋-機器連成解析モデルの時刻歴応答解析における材料物性の不確かさ等を考慮した設計用地震力の設定について

目次

1. 概要.....	1
2. 建屋－機器連成解析における材料物性の不確かさ等の考慮.....	1
2.1 材料物性の不確かさ等を考慮したケースに用いる入力地震動.....	3
2.2 炉心シュラウド溶接線の分離想定ケース.....	14
2.2.1 各設備の考慮する地震荷重.....	16
2.2.2 各設備の地震荷重が最大となる分離想定ケース.....	17
2.2.3 炉心シュラウド溶接線の分離想定ケースのまとめ.....	26
2.3 材料物性の不確かさ等を踏まえた設計用地震力の設定.....	28

1. 概要

スペクトルモーダル解析による機器・配管系の耐震評価においては、周期軸方向に±10%拡幅させた設計用床応答曲線を用いることにより材料物性の不確かさ等による影響を考慮している。

本資料は、建屋－機器連成解析モデルを用いる時刻歴応答解析における材料物性の不確かさ等を考慮した設計用地震力の設定方法を示すものである。また、炉内構造物系の地震応答解析において、炉心シュラウド溶接線の分離を想定した地震荷重の設定方法について示す。

2. 建屋－機器連成解析における材料物性の不確かさ等の考慮

建屋－機器連成解析における材料物性の不確かさ等の考慮には、材料物性の不確かさ等を考慮した建屋－機器連成解析の結果を踏まえる。具体的には、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に基づいた材料物性の不確かさに加え、原子炉本体の基礎に充填されたコンクリートの初期剛性低下を考慮したケースの地震応答解析結果を考慮する。

表 2-1 に基本ケース及び材料物性の不確かさ等を考慮する検討ケースの諸元を示す。

表 2-1 建屋-機器連成解析において材料物性の不確かさを考慮する検討ケース

検討ケース	建屋初期剛性	地盤物性		原子炉本体の基礎の初期剛性	備考
		入力地震動	底面地盤ばね		
ケース 1	2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析により補正*	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900m/s	標準地盤	コンクリート強度：設計基準強度 初期剛性低下：考慮しない	基本ケース
ケース 2	同上	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900+100m/s	標準地盤+σ	同上	
ケース 3	同上	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900-100m/s	標準地盤-σ	同上	
ケース 4	基本ケースの 0.78 倍	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900m/s	標準地盤	同上	基準地震動 S s 固有の解析ケース
ケース 5	同上	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900+100m/s	標準地盤+σ	同上	基準地震動 S s 固有の解析ケース
ケース 6	同上	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900-100m/s	標準地盤-σ	同上	基準地震動 S s 固有の解析ケース
ケース 7	2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析により補正*	表層上部：非線形性を考慮 表層下部：Vs 900m/s	標準地盤	コンクリート強度：設計基準強度 初期剛性低下：原子炉建屋地下 3 階から地上 2 階の補正係数を適用	建屋-機器連成解析 固有の解析ケース

注記*：コンクリート強度は設計基準強度とし、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に示す原子炉建屋の耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数（地上 3 階及びクレーン階：NS 方向 0.30, EW 方向 0.50, 地下 3 階から地上 2 階：NS 方向 0.75, EW 方向 0.80）を適用して初期剛性を設定する。

2.1 材料物性の不確かさを考慮したケースに用いる入力地震動

入力地震動は、基本ケースについては、全ての弾性設計用地震動 S_d 及び基準地震動 S_s を用いる。また、材料物性の不確かさを考慮したケース（ケース 2～ケース 7）については、基準地震動 S_s の基本ケースの各質点で地震力が最大となる地震動を用いることとし、水平方向は S_{s-D1} 、 S_{s-D2} 、 S_{s-D3} 、 S_{s-F3} 及び S_{s-N1} 並びに S_{d-D1} 、 S_{d-D2} 、 S_{d-D3} 、 S_{d-F3} 及び S_{d-N1} 、鉛直方向は S_{s-D2} 及び S_{d-D2} を用いる。

各検討ケースに用いる入力地震動を表 2-2 及び表 2-3 に示す。また、基準地震動 S_s の基本ケースによる地震力が最大となる地震動を整理した結果を表 2-4 に示す。

表 2-2 各検討ケースに用いる入力地震動（水平方向）

検討ケース	基準地震動及び弾性設計用地震動							
	S_{s-D1}	S_{s-D2}	S_{s-D3}	S_{s-F1}	S_{s-F2}	S_{s-F3}	S_{s-N1}	
	S_{d-D1}	S_{d-D2}	S_{d-D3}	S_{d-F1}	S_{d-F2}	S_{d-F3}	S_{d-N1}	
ケース 1	○	○	○	○	○	○	○	
ケース 2	○	○	○	/	/	○	○	
ケース 3	○	○	○			○	○	
ケース 4	○*	○*	○*			○*	○*	
ケース 5	○*	○*	○*			○*	○*	
ケース 6	○*	○*	○*			○*	○*	
ケース 7	○	○	○			○	○	

注記*：ケース 4～ケース 6 は基準地震動 S_s 固有のケースのため、弾性設計用地震動 S_d については実施しない。

表 2-3 各検討ケースに用いる入力地震動（鉛直方向）

検討ケース	基準地震動及び弾性設計用地震動							
	S_{s-D1}	S_{s-D2}	S_{s-D3}	S_{s-F1}	S_{s-F2}	S_{s-F3}	S_{s-N1}	
	S_{d-D1}	S_{d-D2}	S_{d-D3}	S_{d-F1}	S_{d-F2}	S_{d-F3}	S_{d-N1}	
ケース 1	○	○	○	○	○	○	○	
ケース 2	/	○	/	/	/	/	/	
ケース 3		○						
ケース 4		/						
ケース 5								
ケース 6								
ケース 7		○						

表 2-4 (1) 地震力 (応答加速度) が最大となる基準地震動 S_s (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	応答加速度(m/s ²)																	
		S _s -D1		S _s -D2		S _s -D3		S _s -F1		S _s -F2		S _s -F3		S _s -N1					
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW				
原子炉 炉圧力 容器		28.5	27.4	29.7	31.7	29.1	27.3	17.4	23.8	24.3	26.2	25.9	31.2	16.6	18.1				
		24.9	23.7	26.2	26.3	26.2	23.3	14.9	20.6	21.4	22.9	22.0	26.6	15.4	15.9				
		22.1	21.9	23.3	22.8	23.9	20.6	12.9	17.9	19.1	20.4	19.4	22.9	14.5	14.4				
		19.4	20.2	20.7	20.0	21.9	18.3	11.6	15.5	16.9	18.1	17.0	19.5	14.0	13.0				
		17.0	18.2	17.2	18.3	19.0	15.1	10.3	12.4	14.0	15.2	14.1	15.4	13.5	12.4				
		14.9	16.3	13.6	16.0	14.8	13.5	10.6	11.0	11.8	12.5	13.4	12.4	12.4	11.6				
		12.6	13.2	11.4	12.4	11.1	11.0	9.98	10.2	9.89	10.5	13.4	9.84	10.8	11.0				
		11.4	11.4	10.2	10.6	10.1	9.88	9.43	9.23	9.50	9.62	12.9	10.2	9.94	10.2				
		9.90	9.45	9.20	10.0	8.80	9.27	8.10	7.91	8.72	8.07	11.2	9.72	9.15	9.28				
		9.52	9.03	8.91	9.93	8.63	8.64	7.88	7.41	8.57	7.66	11.0	9.57	8.84	8.88				
		9.00	8.39	8.47	9.71	8.08	8.11	7.37	6.96	8.22	7.03	10.5	9.25	8.37	8.58				
		8.15	7.68	8.01	9.24	7.64	7.20	6.95	6.46	8.03	6.76	10.1	8.75	8.10	8.65				
		7.12	6.88	7.51	8.71	7.25	6.96	6.64	6.05	7.96	6.69	9.85	8.25	7.84	8.17				
		16.2	17.2	16.7	16.6	18.6	16.1	9.90	11.6	13.5	15.3	12.9	13.9	13.2	12.9				
15.2	16.3	15.5	14.6	16.3	13.6	9.71	11.3	12.3	15.3	12.5	13.4	12.9	12.7						
14.3	15.9	14.4	14.6	14.0	13.0	10.1	11.5	12.0	14.9	11.5	13.1	12.7	12.2						
14.1	15.1	12.8	13.9	11.6	12.5	9.93	11.3	11.3	13.3	11.4	11.6	12.0	11.4						
12.5	12.7	11.5	12.1	10.3	11.1	9.35	10.1	10.3	10.7	11.6	11.1	10.6	10.7						
9.90	9.45	9.20	10.0	8.80	9.27	8.10	7.91	8.72	8.07	11.2	9.72	9.15	9.28						
15.4	16.5	19.0	18.5	17.0	19.4	10.9	10.9	14.0	15.5	14.4	14.1	13.0	14.0						
14.5	15.5	18.0	17.5	16.0	18.4	10.5	10.4	13.0	14.8	13.4	13.4	12.8	13.6						
13.6	14.7	17.0	16.4	15.0	17.3	10.1	9.99	12.3	14.1	12.4	12.8	12.5	13.2						
13.1	14.2	16.3	15.7	14.3	16.6	9.81	9.75	11.9	13.6	11.7	12.3	12.3	13.0						
12.4	13.2	14.8	14.2	12.7	15.0	9.23	9.23	11.1	12.8	10.2	11.3	11.8	12.4						
10.3	11.5	11.7	12.3	10.4	12.0	8.10	8.13	9.71	11.2	9.36	9.38	11.2	11.3						
9.38	11.2	9.72	10.8	9.01	10.5	7.33	7.44	8.84	10.2	9.04	8.06	10.7	10.6						
8.50	9.93	8.23	8.07	7.17	8.86	6.11	6.47	7.50	8.42	8.40	7.46	9.79	9.75						
7.64	7.58	7.28	8.63	6.57	6.65	6.28	6.31	7.89	6.89	8.74	8.17	8.63	8.88						
7.30	7.23	7.56	8.82	6.89	6.91	6.54	6.25	8.00	6.55	9.41	8.35	8.19	8.38						
7.12	6.88	7.51	8.71	7.25	6.96	6.64	6.05	7.96	6.69	9.85	8.25	7.84	8.17						

注：ハッチング箇所は S_s7 波の最大値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 (1) 地震力 (応答加速度) が最大となる基準地震動 S_s (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	応答加速度 (m/s ²)																	
		S _s -D 1		S _s -D 2		S _s -D 3		S _s -F 1		S _s -F 2		S _s -F 3		S _s -N 1					
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW				
炉心シラウド		52.4	76.0	67.1	75.8	61.7	74.5	42.2	48.8	52.2	54.1	62.0	67.5	27.6	31.4				
		36.0	45.7	43.9	36.4	41.4	43.3	31.1	30.3	34.2	35.3	42.4	42.0	20.2	17.9				
		25.4	32.8	27.3	22.6	27.3	29.8	23.4	23.3	23.1	24.0	31.7	30.2	17.7	16.4				
		19.8	27.1	23.8	20.3	19.0	24.3	18.0	19.3	17.5	20.0	24.9	26.8	16.5	15.2				
		18.3	24.5	22.5	18.9	18.4	21.8	15.4	18.0	16.4	18.9	21.6	25.1	16.2	14.7				
		17.6	22.4	21.2	17.9	18.0	20.0	14.1	17.0	16.0	18.0	19.6	23.7	15.7	14.4				
		16.8	20.3	19.6	16.8	17.0	18.7	13.2	16.1	15.2	17.1	18.2	22.2	14.8	14.0				
		16.1	18.4	18.8	15.5	15.9	17.4	12.4	15.1	14.5	16.2	16.6	20.8	14.1	13.7				
		15.4	16.6	17.9	14.2	14.8	15.9	11.5	14.0	13.7	15.1	15.0	19.2	13.5	13.3				
		14.7	14.7	16.8	13.7	13.8	14.7	10.7	12.9	13.0	13.9	13.8	17.6	12.9	12.8				
		14.0	13.7	15.6	13.2	12.8	13.9	9.81	11.8	12.2	12.7	13.1	16.1	12.8	12.3				
		14.2	13.6	14.5	12.9	11.8	13.2	9.22	10.7	11.2	11.7	13.3	14.7	12.5	11.9				
		13.5	12.9	12.7	12.1	10.7	11.8	9.34	9.48	9.98	10.5	13.2	12.5	11.5	11.6				
		12.3	11.7	11.5	11.2	9.99	10.6	9.19	9.32	9.21	9.44	12.5	10.8	10.7	11.2				
14.2	13.6	14.5	12.9	11.8	13.2	9.22	10.7	11.2	11.7	13.3	14.7	12.5	11.9						
22.6	13.8	24.6	18.7	20.8	13.7	12.9	11.2	17.9	11.1	39.5	13.1	14.2	10.7						
25.4	13.8	30.5	23.6	25.2	15.4	15.6	11.9	20.5	11.4	50.1	14.6	14.5	10.1						
17.4	12.0	15.3	13.0	14.2	10.7	8.36	9.81	13.1	9.26	24.5	10.4	11.6	10.4						
17.4	12.0	15.3	13.0	14.2	10.7	8.36	9.81	13.1	9.26	24.5	10.4	11.6	10.4						
11.2	10.5	10.9	11.0	9.71	9.66	8.87	8.76	8.99	8.49	13.0	10.8	9.94	10.7						
13.6	11.9	15.2	14.6	11.6	12.5	10.1	10.5	10.1	10.2	17.2	12.2	10.4	11.4						
16.3	15.2	21.2	20.2	14.2	17.8	11.8	12.8	13.0	13.9	26.6	16.2	10.8	14.3						
14.6	14.4	19.6	18.6	13.2	16.6	11.3	11.8	12.4	13.1	24.7	15.6	10.8	13.3						
9.07	9.37	10.9	11.7	9.16	9.15	8.20	8.08	8.87	8.05	12.2	10.6	9.69	10.6						
17.6	22.4	21.2	17.9	18.0	20.0	14.1	17.0	16.0	18.0	19.6	23.7	15.7	14.4						
29.7	23.4	30.4	25.8	24.5	17.7	18.8	16.5	25.5	20.3	24.3	21.0	21.3	18.1						
38.6	32.7	39.9	33.9	31.3	24.6	24.8	21.4	32.8	28.8	30.3	23.9	26.5	22.9						
40.2	35.7	42.0	36.9	31.9	26.2	27.1	23.7	35.5	32.1	32.4	26.5	28.1	24.9						
34.9	31.2	38.1	33.3	27.7	22.7	23.9	21.1	31.1	28.7	29.8	24.1	25.0	21.6						
23.7	20.3	28.1	22.3	19.1	15.6	16.5	12.9	21.5	19.6	22.3	17.3	18.8	15.6						
14.2	13.6	14.5	12.9	11.8	13.2	9.22	10.7	11.2	11.7	13.3	14.7	12.5	11.9						

注：ハッチング箇所は S_s7 波の最大値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 (2) 地震力 (せん断力) が最大となる基準地震動 S s (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	せん断力(×10 ⁷ kN)																	
		S s -D 1		S s -D 2		S s -D 3		S s -F 1		S s -F 2		S s -F 3		S s -N 1					
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW				
原子炉圧力容器		4.82	4.68	5.10	5.36	4.95	4.63	3.01	3.99	4.10	4.41	4.45	5.30	2.81	3.20				
		16.9	18.9	18.9	21.3	17.8	18.8	12.3	15.5	14.9	17.3	8.9	20.6	9.74	12.3				
		38.0	37.6	39.6	42.1	39.9	37.7	23.8	32.5	32.0	35.0	35.4	42.6	23.3	25.2				
		32.0	25.6	30.5	25.5	27.9	27.7	18.6	23.0	30.0	19.5	30.4	27.8	19.7	17.2				
		30.2	31.3	32.7	32.0	23.3	26.0	21.1	21.2	28.5	27.7	27.7	24.9	29.2	26.0				
		58.5	59.7	61.5	64.8	63.6	57.0	38.7	42.6	54.4	51.4	45.7	51.9	56.2	55.0				
		82.7	85.5	82.6	89.3	83.1	78.5	52.1	62.0	72.8	70.4	59.6	69.4	77.0	74.9				
		106	109	102	111	99.5	98.7	69.9	80.3	89.2	89.5	84.5	83.4	96.6	95.4				
		287	291	283	270	259	262	187	217	245	253	218	218	273	269				
		312	316	302	291	271	280	206	237	261	274	237	239	296	293				
原子炉基礎本体		337	340	322	312	280	297	226	256	275	295	262	318	317					
		360	360	341	328	288	310	243	272	287	312	286	281	338					
		67.9	49.8	68.4	60.4	56.6	58.1	33.9	46.6	62.7	46.0	64.1	57.7	36.6	34.0				
		59.1	52.6	61.9	66.4	47.4	48.7	37.6	44.9	55.5	54.9	65.0	56.4	50.8	44.5				
		82.9	89.1	85.6	86.1	77.5	79.4	54.2	53.9	74.0	73.8	68.7	64.8	78.2	75.4				
		114	117	125	117	114	107	72.5	81.0	107	107	97.8	87.6	112	111				
		156	164	166	149	146	146	98.9	118	143	147	132	124	154	151				
		2.28	2.44	2.86	2.69	2.50	2.88	1.65	1.68	2.11	2.29	2.20	2.09	1.87	2.07				
		4.43	4.75	5.56	5.22	4.85	5.60	3.24	3.23	4.07	4.46	4.23	4.08	3.71	4.07				
		28.5	30.6	31.0	32.2	33.9	31.9	18.5	20.5	23.4	27.0	23.2	27.4	22.7	23.8				
原子炉格納容器		34.0	36.7	39.2	39.8	40.8	39.9	24.6	27.9	27.9	32.6	28.8	33.4	30.2					
		260	289	251	262	196	221	139	144	221	223	218	183	267	251				
		273	303	265	273	208	236	148	154	231	235	226	195	279	263				
		282	312	274	281	215	246	155	161	237	244	232	202	287	272				
		295	328	287	294	225	261	166	174	246	257	245	214	302	286				
		300	334	292	298	227	267	171	179	249	262	251	218	308	292				
		310	343	302	314	232	278	180	189	250	278	272	227	323	304				

注：ハッチング箇所は S s 7 波の最大値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 (2) 地震力 (せん断力) が最大となる基準地震動 S s (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	せん断力 (×10 ² kN)																	
		S s-D 1		S s-D 2		S s-D 3		S s-F 1		S s-F 2		S s-F 3		S s-N 1					
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW				
炉心シールド	4.23	6.08	5.20	6.03	4.95	5.96	3.39	3.95	4.12	4.31	4.92	5.32	2.23	2.51					
	9.87	13.4	12.1	11.9	11.7	12.9	8.37	8.75	9.43	9.92	11.7	11.9	5.33	5.15					
	19.8	22.6	24.3	15.6	20.6	20.7	15.0	14.8	18.8	16.9	19.3	18.0	8.03	8.35					
	24.9	28.5	30.1	19.7	25.5	25.6	19.3	19.1	23.5	22.5	24.3	23.3	10.4	10.3					
	31.6	37.5	35.9	24.6	31.5	33.3	24.2	24.8	28.4	29.8	31.1	30.7	13.1	12.1					
	29.8	34.7	34.8	29.7	26.6	24.7	27.0	26.3	33.5	31.8	35.7	28.9	24.0	19.9					
	32.5	39.1	36.2	30.1	30.0	29.7	28.6	28.3	35.3	32.2	37.2	30.8	23.6	20.1					
	33.8	42.4	35.7	29.4	34.4	34.2	29.3	29.2	35.1	33.0	39.6	36.1	21.7	18.9					
	35.9	45.3	39.8	30.3	38.8	38.5	29.0	31.3	33.7	35.8	41.6	41.0	19.3	17.1					
	38.2	50.0	43.9	33.5	42.9	43.9	30.9	34.3	33.7	38.5	43.1	45.1	17.5	16.2					
	40.1	54.8	47.2	35.9	46.1	47.8	33.5	36.7	34.9	41.4	44.5	48.1	17.0	17.3					
	52.2	61.1	62.5	55.1	45.4	48.8	45.1	42.0	51.2	47.2	59.8	58.6	39.9	32.5					
	52.4	62.4	63.0	55.2	47.0	50.5	45.3	42.5	51.9	48.1	60.8	59.8	39.9	32.7					
	5.73	3.37	7.42	6.60	6.57	3.34	3.94	2.29	4.37	2.41	13.0	3.45	2.25	1.61					
	1.49	0.886	1.89	1.79	1.72	0.817	0.996	0.555	1.09	0.546	3.41	0.817	0.465	0.384					
4.89	2.89	6.32	5.70	5.63	2.80	3.35	1.89	3.70	2.01	11.2	2.90	1.84	1.34						
7.36	4.20	9.49	8.40	8.38	4.16	4.98	2.95	5.68	2.86	16.7	4.20	3.14	1.98						
3.74	3.43	4.56	4.40	3.26	3.81	2.77	2.89	2.89	2.97	5.52	3.41	2.82	3.27						
2.00	1.90	2.63	2.55	1.78	2.22	1.51	1.62	1.76	1.71	3.34	2.11	1.52	1.92						
0.181	0.191	0.205	0.207	0.180	0.193	0.102	0.125	0.162	0.185	0.185	0.160	0.187	0.205						
1.95	1.92	2.57	2.38	1.79	2.18	1.42	1.55	1.56	1.70	3.17	2.02	1.25	1.63						
31.7	30.0	33.3	31.3	25.2	22.8	22.2	20.9	28.5	27.0	25.3	22.2	21.9	21.1						
21.8	21.5	22.9	22.0	17.2	16.1	16.7	15.7	19.9	19.2	18.1	16.1	15.2	14.9						
7.62	7.94	8.47	8.63	6.51	5.84	6.35	6.53	7.29	7.26	7.36	6.40	5.37	5.34						
8.51	7.93	9.05	8.46	7.00	6.34	6.13	5.87	7.54	7.50	7.69	6.24	5.63	5.61						
22.0	21.5	23.1	22.0	17.3	16.1	16.5	15.6	20.0	19.3	17.9	16.1	15.2	15.0						
30.5	30.0	32.1	31.1	24.2	22.1	22.6	21.7	27.7	26.8	25.2	22.6	21.6	20.6						

注：ハッチング箇所は S s 7 波の最大値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 (3) 地震力 (モーメント) が最大となる基準地震動 S s (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	モーメント ($\times 10^6$ kN・mm)																	
		S s-D 1		S s-D 2		S s-D 3		S s-F 1		S s-F 2		S s-F 3		S s-N 1					
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW				
原子炉圧力容器	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.32	1.29	1.40	1.47	1.36	1.27	0.824	1.10	1.10	1.13	1.21	1.22	1.46	0.769	0.878				
	5.02	5.41	5.40	6.12	5.13	5.38	3.41	4.48	4.48	4.35	4.99	5.33	5.95	2.84	3.57				
	12.3	12.6	12.7	14.1	12.7	12.6	7.81	10.7	10.7	10.4	11.5	12.1	14.1	7.25	8.35				
	13.0	15.6	16.1	16.9	12.2	14.3	10.8	12.8	12.8	12.7	16.0	16.9	14.4	10.7	10.5				
	23.6	25.2	27.5	27.9	19.0	21.9	18.4	20.1	20.1	23.0	26.0	26.8	22.5	21.2	19.9				
	42.0	45.2	46.7	45.0	38.5	40.7	29.3	29.9	29.9	38.6	39.0	38.2	35.9	37.0	36.8				
	55.9	59.7	59.5	57.5	54.9	54.7	37.8	38.7	38.7	49.8	49.3	46.2	47.5	49.9	49.7				
	74.6	79.6	77.8	77.8	77.7	74.4	50.1	53.3	53.3	69.2	66.4	60.1	64.0	70.9	69.8				
	190	207	199	195	185	184	126	129	129	172	167	157	148	185	182				
	206	226	222	214	206	203	138	144	144	190	186	173	164	205	203				
	240	259	261	246	240	236	161	174	174	222	220	202	191	243	239				
	301	311	321	298	293	291	197	222	222	272	275	248	232	303	298				
	369	368	385	360	347	349	237	273	273	326	333	297	277	368	362				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
18.8	13.8	18.9	16.7	15.7	16.1	9.34	12.9	12.9	17.3	12.7	17.7	16.0	10.1	9.38					
32.3	25.0	32.2	35.3	27.0	27.3	19.1	24.5	24.5	33.0	28.3	36.1	32.0	24.5	20.5					
47.5	45.4	50.9	53.3	37.8	38.7	31.3	34.4	34.4	44.8	43.6	49.6	43.4	43.8	38.2					
73.8	77.4	76.8	75.3	56.6	63.7	48.9	45.9	45.9	67.2	63.7	63.7	59.4	70.9	64.7					
118	128	122	121	108	110	76.2	76.7	76.7	106	106	101	89.8	116	113					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
0.525	0.563	0.657	0.619	0.576	0.663	0.381	0.386	0.386	0.486	0.527	0.506	0.481	0.431	0.476					
1.47	1.58	1.85	1.74	1.62	1.86	1.08	1.08	1.08	1.36	1.48	1.41	1.36	1.23	1.35					
5.23	5.67	6.16	6.21	6.33	6.27	3.56	3.76	3.76	4.42	5.07	4.58	5.14	4.35	4.66					
15.2	16.3	17.6	17.8	18.3	17.9	10.3	11.0	11.0	12.5	14.6	13.0	14.9	12.6	13.5					
127	142	124	129	103	115	69.5	72.1	72.1	109	111	103	91.9	128	123					
205	228	200	207	163	183	112	116	116	174	178	167	148	207	198					
342	379	332	343	266	302	186	194	194	289	296	279	246	346	329					
484	538	471	484	375	428	267	278	278	408	420	397	349	492	468					
544	604	529	543	420	481	301	314	314	458	472	446	392	553	526					
589	654	573	587	454	520	327	341	341	494	512	485	425	600	570					

注：ハッチング箇所は S s 7 波の最大値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 (3) 地震力 (モーメント) が最大となる基準地震動 S s (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	モーメント ($\times 10^5$ kN・mm)																	
		S s -D 1		S s -D 2		S s -D 3		S s -F 1		S s -F 2		S s -F 3		S s -N 1					
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW				
炉心シールド	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5.42	7.79	6.66	7.73	6.34	7.64	4.35	5.06	5.29	5.53	6.30	6.82	6.82	2.85	3.21				
	18.1	25.0	22.1	23.0	21.3	24.1	15.1	16.2	17.3	18.3	21.2	22.1	22.1	9.57	9.81				
	51.1	62.4	62.5	46.6	51.9	58.8	38.8	39.5	48.3	45.2	53.4	49.6	49.6	22.6	23.8				
	72.9	87.1	88.9	59.8	74.3	81.0	55.7	55.4	68.9	63.2	73.6	68.5	68.5	33.8	33.5				
	46.5	99.5	58.7	64.8	43.1	90.4	28.1	60.8	58.8	71.4	50.0	78.2	78.2	29.8	35.2				
	61.0	115	75.5	71.2	55.2	104	37.7	74.8	76.4	88.8	64.9	91.7	91.7	43.4	48.4				
	76.8	142	92.3	86.6	72.1	121	56.2	91.8	94.9	110	81.0	113	113	56.6	61.0				
	93.3	171	108	103	89.5	139	76.6	112	113	133	99.5	134	134	68.6	72.0				
	111	201	122	120	111	162	96.9	134	131	157	129	162	162	79.2	81.6				
	138	233	144	136	141	190	117	157	147	184	159	193	193	88.5	92.6				
	166	266	176	157	172	223	137	183	163	212	191	227	227	98.1	104				
	216	335	238	208	225	274	189	232	215	265	261	295	295	144	137				
	277	406	302	260	279	330	242	281	275	320	332	364	364	189	170				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	6.71	3.94	8.69	7.73	7.70	3.92	4.61	2.68	5.11	2.83	15.2	4.04	4.04	2.63	1.88				
	8.43	4.98	10.9	9.82	9.70	4.83	5.77	3.25	6.38	3.46	19.2	4.99	4.99	3.17	2.30				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
8.09	4.61	10.5	9.23	9.21	4.57	5.47	3.30	6.24	3.49	18.3	4.62	4.62	3.45	3.85					
0.546	0.570	0.591	0.598	0.498	0.526	0.306	0.323	0.476	0.450	0.485	0.398	0.398	0.504	0.552					
2.17	2.11	2.81	2.63	1.97	2.37	1.53	1.66	1.64	1.85	3.41	2.14	2.14	1.17	1.72					
2.07	2.04	2.73	2.52	1.90	2.31	1.51	1.64	1.65	1.81	3.37	2.14	2.14	1.33	1.73					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
22.3	21.1	23.4	22.0	17.7	16.0	15.6	14.7	20.0	19.0	17.8	15.6	15.6	15.4	14.8					
37.6	36.2	39.5	37.4	29.7	27.3	27.3	25.4	34.0	32.5	29.8	26.7	26.7	25.9	25.3					
42.7	41.7	45.0	42.7	33.6	31.1	31.6	29.8	38.8	37.3	34.4	30.9	30.9	29.7	28.9					
36.8	36.2	38.8	37.3	29.1	26.7	27.5	26.2	33.5	32.4	30.1	27.1	27.1	25.8	25.0					
21.4	21.1	22.6	21.9	17.0	15.5	15.9	15.3	19.5	18.9	17.7	15.9	15.9	15.2	14.5					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

注：ハッチング箇所は S s 7 波の最大値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 (4) 地震力 (軸力) が最大となる基準地震動 S s (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	軸力 (× 10 ² kN)									
		S s - D 1	S s - D 2	S s - D 3	S s - F 1	S s - F 2	S s - F 3	S s - N 1			
原子炉圧力容器	1.55	1.93	1.81	1.04	1.04	1.71	0.756				
	11.3	14.1	13.1	7.51	7.53	12.5	5.52				
	19.6	24.3	22.7	13.1	13.1	21.6	9.60				
	25.1	31.0	29.0	16.7	16.8	27.6	12.4				
	32.4	40.0	37.0	21.4	21.6	35.4	16.1				
	39.1	48.1	43.9	25.5	26.0	42.3	19.6				
	45.8	56.4	50.4	29.5	30.4	48.9	23.2				
	96.0	118	95.9	59.3	62.4	96.1	50.7				
	259	322	266	175	165	292	127				
	275	340	282	185	177	309	138				
	290	358	297	196	190	326	149				
	304	374	310	205	202	340	160				
しゃへい炉壁	19.0	25.8	21.2	13.5	13.8	24.2	7.50				
	43.0	57.9	47.2	30.6	31.0	54.4	17.2				
	84.4	113	90.0	59.9	60.2	105	34.5				
	116	153	123	82.2	82.3	143	48.9				
	148	191	156	105	104	181	65.7				
	1.10	1.40	1.29	0.735	0.822	0.990	0.652				
	2.19	2.78	2.58	1.47	1.65	1.98	1.31				
	8.46	10.7	10.1	5.68	6.47	7.74	5.13				
	12.0	15.1	14.3	8.05	9.20	11.0	7.31				
	23.3	29.0	27.6	15.6	18.1	21.6	14.5				
	31.9	39.0	37.1	21.2	24.9	29.5	20.1				
	38.1	46.4	43.4	25.1	29.8	35.2	24.2				
49.0	59.3	53.8	32.1	38.7	45.1	31.9					
53.8	65.0	58.7	35.2	42.8	49.6	35.6					
64.3	77.6	68.8	42.2	52.0	59.8	44.2					

注：ハッチング箇所は S s 7 波の最大値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 (4) 地震力 (軸力) が最大となる基準地震動 S s (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	軸力 (×10 ² kN)									
		S s - D 1	S s - D 2	S s - D 3	S s - F 1	S s - F 2	S s - F 3	S s - N 1			
炉心シールド	0.811	1.03	0.850	0.555	0.513	0.922	0.362				
	2.43	3.09	2.55	1.66	1.54	2.77	1.09				
	3.75	4.76	3.93	2.56	2.37	4.26	1.68				
	5.30	6.73	5.55	3.62	3.35	6.04	2.37				
	7.72	9.77	8.08	5.27	4.89	8.86	3.51				
	9.06	11.5	9.48	6.18	5.74	10.5	4.15				
	9.33	11.8	9.77	6.37	5.91	10.8	4.28				
	9.60	12.2	10.1	6.55	6.08	11.1	4.41				
	9.87	12.5	10.4	6.73	6.25	11.4	4.55				
	10.2	12.8	10.6	6.91	6.42	11.7	4.68				
	10.4	13.2	10.9	7.08	6.59	12.1	4.81				
	12.9	16.3	13.5	8.77	8.19	15.1	6.11				
	13.2	16.5	13.8	8.92	8.34	15.3	6.23				
	13.3	16.7	13.9	8.99	8.41	15.5	6.29				
	案内管	19.1	24.4	20.3	13.1	12.4	21.7	8.55			
19.7		25.1	20.9	13.5	12.7	22.2	8.78				
20.1		25.7	21.4	13.8	13.0	22.8	9.02				
制御ハウジング機構	20.7	26.4	22.0	14.2	13.4	23.5	9.33				
	5.33	6.62	5.71	3.52	3.51	6.54	2.82				
	4.86	6.05	5.21	3.21	3.20	5.97	2.57				
	4.39	5.46	4.70	2.90	2.89	5.40	2.32				
	3.92	4.88	4.20	2.59	2.58	4.82	2.07				

注：ハッチング箇所は S s 7 波の最大値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 (5) 地震力 (ばね反力) が最大となる基準地震動 S s

名称	ばね反力 ($\times 10^3$ kN)													
	S s - D 1		S s - D 2		S s - D 3		S s - F 1		S s - F 2		S s - F 3		S s - N 1	
	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW
原子炉圧力容器 スタビライザ	6.69	7.20	7.70	7.35	7.42	6.77	4.45	5.63	6.26	6.09	6.87	6.98	3.77	4.28
原子炉格納容器 スタビライザ	14.8	13.2	13.3	12.8	13.2	13.2	8.26	9.05	10.9	10.6	13.6	12.9	6.16	6.65
原子炉格納容器 シヤラダ	24.7	22.5	24.2	25.8	21.9	21.6	13.1	15.5	22.6	15.9	20.7	20.0	24.8	21.3
ベント管	1.14	1.28	1.63	1.82	1.15	1.32	1.02	1.15	1.23	1.22	1.61	1.51	1.02	1.05
燃料交換 パローズ	1.50	1.64	1.66	1.50	1.62	1.34	891	1.11	1.31	1.38	1.44	1.41	1.02	0.965
所員用 エアロック	0.229	0.261	0.261	0.281	0.223	0.251	0.176	0.180	0.204	0.231	0.208	0.209	0.257	0.231
制御棒駆動機構 ハウジング レストレントビーム	0.278	0.278	0.352	0.331	0.262	0.300	0.218	0.217	0.225	0.242	0.421	0.267	0.213	0.237
炉心シュラウド 回転ばね [$\times 10^7$ kN・mm]	2.77	4.06	3.02	2.60	2.79	3.30	2.42	2.81	2.75	3.20	3.32	3.64	1.89	1.70
上部サポート	5.15	4.32	5.47	4.64	3.86	2.90	3.15	2.50	4.45	3.52	4.10	3.43	3.48	2.79
下部スタビライザ	1.40	1.14	1.48	1.26	1.01	0.752	0.809	0.651	1.18	0.910	1.08	0.903	0.903	0.723

注：ハッチング箇所は S s 7 波の最大値を示す。

表 2-4 (6) 地震力 (相対変位) が最大となる基準地震動 S s

名称	標高 O.P. (m)	相対変位 (mm)																	
		S s-D 1		S s-D 2		S s-D 3		S s-F 1		S s-F 2		S s-F 3		S s-N 1					
		NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW				
燃料 集 合 体	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	22.9	22.1	24.0	22.8	18.0	16.6	16.7	15.6	20.7	19.8	18.2	16.3	15.9	15.4					
	39.4	38.2	41.5	39.3	31.0	28.6	28.9	27.1	35.7	34.3	31.4	28.3	27.4	26.6					
	45.3	44.1	47.7	45.3	35.7	32.9	33.4	31.4	41.2	39.5	36.4	32.7	31.6	30.6					
	39.2	38.2	41.3	39.2	30.9	28.4	28.9	27.3	35.6	34.2	31.6	28.4	27.4	26.5					
	22.6	22.1	23.8	22.7	17.9	16.4	16.7	15.8	20.6	19.8	18.3	16.5	15.8	15.3					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						

注：ハッチング箇所は S s 7 波の最大値を示す。

2.2 炉心シュラウド溶接線の分離想定ケース

女川原子力発電所第2号機の炉心シュラウド及び炉心シュラウド支持ロッドは、炉内構造物系の地震応答解析により得られる各種荷重を考慮して設計する。

炉心シュラウドについては、第6回定期検査（平成15年5月22日から平成15年12月25日）において、溶接線の目視点検を行ったところ、溶接部の一部*1にひびが発生していることを確認しており、炉心シュラウド支持ロッドを取り付ける補修を実施している*2。炉心シュラウド支持ロッドは、炉心シュラウド全ての周方向溶接線が全周破断した状態においても、炉心シュラウド支持ロッドによる拘束力により、炉心シュラウドの機能を維持し得る設計としているため、炉心シュラウド支持ロッド施工後は、炉心シュラウド全ての周方向溶接部の構造健全性及び構造強度を期待しない構造となっている。ただし、炉内構造物系の地震応答解析においては、炉心シュラウド周方向溶接線の分離（炉心シュラウド溶接線の分離想定ケース）を考慮し、炉心シュラウド及び炉心シュラウド支持ロッドの評価で考慮する地震荷重が最も厳しくなる分離想定ケースを選定する。

各設備の概略形状図及び炉心シュラウドの周方向溶接線の位置を図2-1に示す。

なお、炉心シュラウドの溶接線のひびについての状況等を確認するため、現在実施中の第11回定期事業者検査において、外観検査及び超音波探傷検査を実施し、ひびの進展がごくわずかなものであることを確認している（予測値 33.5 mm に対して実測値 8.5 mm）。

注記*1：シュラウドサポートリング溶接部（H7 溶接線）内側

*2：東北電原第145号（平成17年2月4日）にて工事計画届出

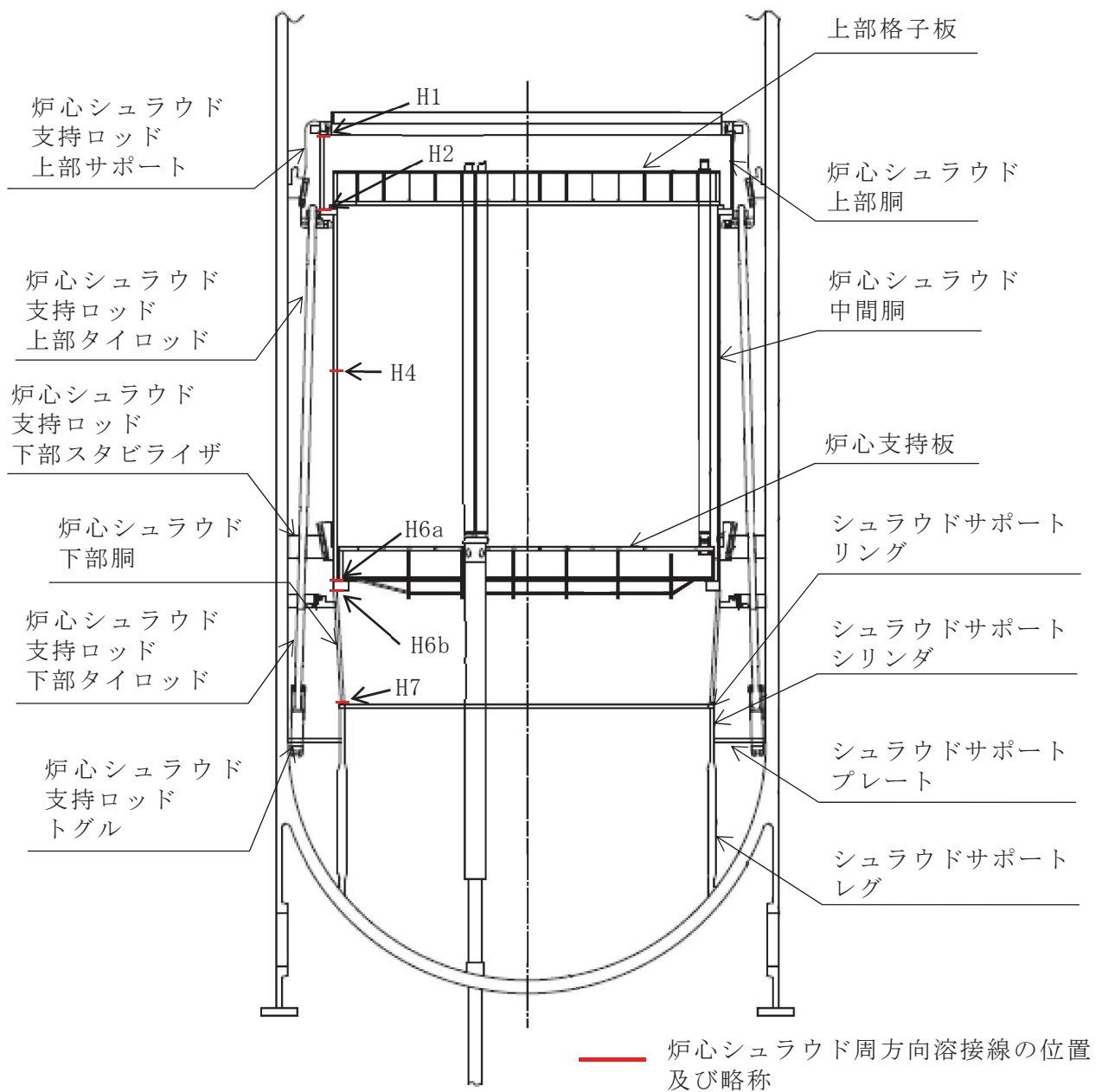


図 2-1 炉心シュラウド，炉心シュラウド支持ロッド及びシュラウドサポートの概略形状並びに炉心シュラウド周方向溶接線の位置

2.2.1 各設備の考慮する地震荷重

炉心シュラウド、炉心シュラウド支持ロッド、上部サポート及び下部スタビライザについて、考慮する地震荷重を表 2-5 に示す。

表 2-5 各設備の考慮する地震荷重

設備名	考慮する地震荷重				備 考
	曲げ	せん断	軸力*1	反力*2	
炉心シュラウド	○	○	—	—	炉心シュラウドは、薄肉円筒容器で下端はシュラウドサポートを介して原子炉圧力容器（RPV）に固定される構造となっている。 下端固定の片持ち梁構造であることから、炉心シュラウドが転倒するようなモードに対する曲げ・せん断変形が支配的となるため、地震時の曲げ、せん断荷重に対する評価を行う。
炉心シュラウド支持ロッド	○	○	○	—	炉心シュラウド支持ロッドは、シュラウド上部胴とシュラウドサポート間を連結する棒状部材である。 炉心シュラウド支持ロッドは、炉心シュラウド転倒時の回転変位を拘束するため、回転変位の拘束反力として軸力を評価する。また、炉心シュラウド支持ロッドは長尺の棒状部材であることから、曲げに対する評価として地震時の曲げ、せん断荷重も考慮する。
上部サポート 下部スタビライザ	—	—	—	○	上部サポート及び下部スタビライザは、炉心シュラウドと RPV の間に設置される水平支持部材である。 上部サポート及び下部スタビライザは、炉心シュラウドの水平変位を拘束し慣性力を RPV 側に伝達して支持することから、地震時の反力に対する評価を行う。

注記*1：炉心シュラウド支持ロッド回転ばね反力

*2：上部サポート、下部スタビライザばね反力

2.2.2 各設備の地震荷重が最大となる分離想定ケース

(1) 炉心シュラウド

炉心シュラウドの代表応答として炉心シュラウド下部胴のせん断力及びモーメントに着目し、これらが最大となる溶接線の分離想定ケースを選定する。

炉心シュラウドが健全な場合には、炉心シュラウドは炉心シュラウド支持ロッド及びスタビライザよりも剛性が高いため、慣性力の多くを炉心シュラウド本体が負担する。一方、溶接線の分離想定ケースでは、転倒により分離部の一端が開くことになるため、分離部より上部のせん断力は下方に伝達されるものの、回転によるモーメントは伝達できなくなり、下方に流れなくなった力は炉心シュラウド支持ロッド、上部サポート及び下部スタビライザ側に流れ、炉心シュラウド本体が負担する慣性力は健全な状態に比べ少なくなる。

基準地震動 S s 7 波に対する炉心シュラウド下部胴のせん断力とモーメントの NS 方向及び EW 方向別の包絡値を図 2-2 及び図 2-3 に示す。図 2-2 及び図 2-3 から、健全ケース及び炉心シュラウド上部の溶接線である H1 分離ケースで炉心シュラウドに発生する地震荷重が大きいことが分かる。NS 方向においては、健全ケースよりも H1 分離ケースの方が地震荷重が大きくなっているが、これは建屋との共振によるものと考えられる。表 2-6 及び表 2-7 に健全ケースと H1 分離ケースの NS 方向、EW 方向の固有値解析結果を示す。NS 方向、EW 方向ともに炉心シュラウドの固有周期（全体 4 次）と原子炉建屋の固有周期（全体 5 次）は近接しており、応答が大きくなる傾向がある。当該の次数における刺激係数は EW 方向よりも NS 方向の方が大きく、NS 方向では健全ケースよりも H1 分離ケースで大きい値を示すことから、NS 方向において、より顕著な傾向を示し、健全ケースよりも H1 分離ケースの方が地震荷重が大きくなったものと考えられる。

したがって、炉心シュラウドの応答の観点からは、健全ケースと H1 分離ケースを選定する。

表 2-6 健全ケースと分離ケースの固有値の比較 (NS 方向)

次数	健全ケース (NS 方向)		H1 分離ケース (NS 方向)		卓越部位
	固有周期	刺激係数	固有周期	刺激係数	
1	0.237	9.023	0.237	-8.900	原子炉建屋
2	0.229	7.968	0.229	-7.845	燃料集合体
3	0.123	2.705	0.123	-2.720	原子炉建屋
4	0.118	-1.519	0.117	4.039	(健全ケース) 炉心シュラウド (H1 分離ケース) 原子炉建屋
5	0.116	-3.848	0.115	5.785	(健全ケース) 原子炉建屋 (H1 分離ケース) 炉心シュラウド
6	0.097	-2.066	0.097	2.066	原子炉建屋

表 2-7 健全ケースと分離ケースの固有値の比較 (EW 方向)

次数	健全ケース (EW 方向)		H1 分離ケース (EW 方向)		卓越部位
	固有周期	刺激係数	固有周期	刺激係数	
1	0.231	18.712	0.231	-18.78	原子炉建屋
2	0.227	17.658	0.227	-17.33	燃料集合体
3	0.125	2.617	0.125	2.131	原子炉建屋
4	0.117	2.888	0.116	1.095	(健全ケース) 炉心シュラウド (H1 分離ケース) 原子炉建屋
5	0.116	-0.130	0.115	1.179	(健全ケース) 原子炉建屋 (H1 分離ケース) 炉心シュラウド
6	0.098	0.630	0.098	0.6306	原子炉建屋

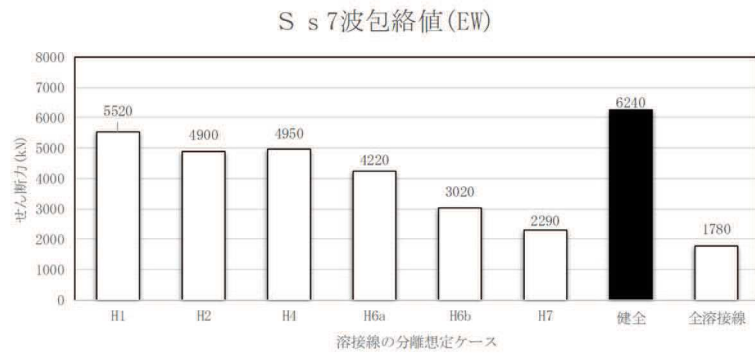
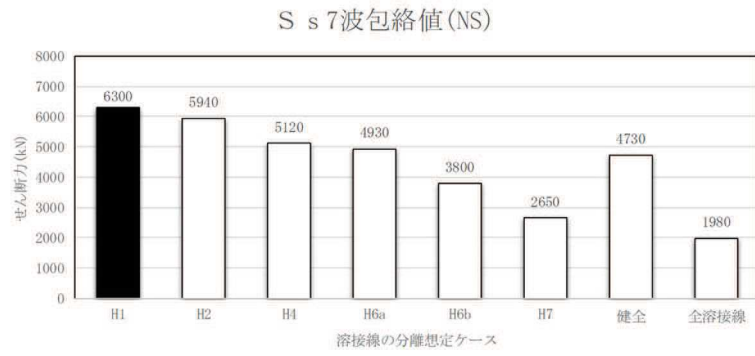


図 2-2 炉心シュラウド下部胴せん断力最大値の比較

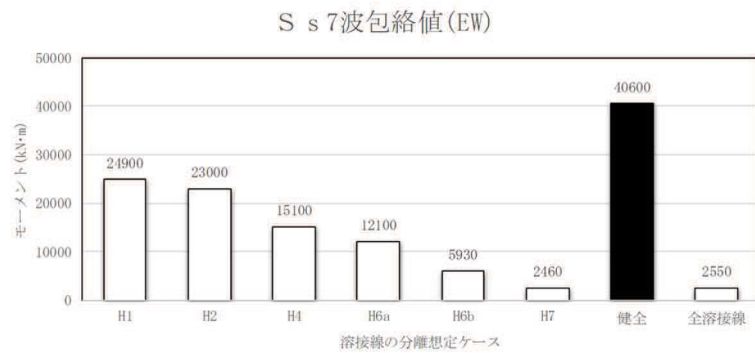


図 2-3 炉心シュラウド下部胴モーメント最大値の比較

(2) 炉心シュラウド支持ロッド

炉心シュラウド支持ロッドの代表応答として炉心シュラウド支持ロッドの軸力、せん断力及びモーメントに着目し、これらが最大となる溶接線の分離想定ケースを選定する。

a. 炉心シュラウド支持ロッドの軸力

炉心シュラウド支持ロッドが支える回転変位の拘束反力は、分離部より上部の炉心シュラウドの大きさによる。分離位置を徐々に変えた場合、分離部より上部にある炉心シュラウドの転倒によるモーメントは、炉心シュラウドの全長と分離部高さの比で表すことができるため、分離部より上部の質量が大きいほどモーメントは大きくなる。また、複数の溶接線の分離を考慮する場合、単一の溶接線の分離を考慮した場合と比較して、分離部より上部の質量が小さくなるため、モーメントも小さくなる（表 2-8）。

基準地震動 S s 7 波に対する炉心シュラウド支持ロッド軸力の NS 方向及び EW 方向別の包絡値を図 2-4 に示す。図 2-4 から、炉心シュラウド下部の溶接線である H6b 分離ケースで炉心シュラウド支持ロッドの軸力が大きいことが分かる。

したがって、炉心シュラウド支持ロッドの軸力の観点からは、H6b 分離ケースを選定する。

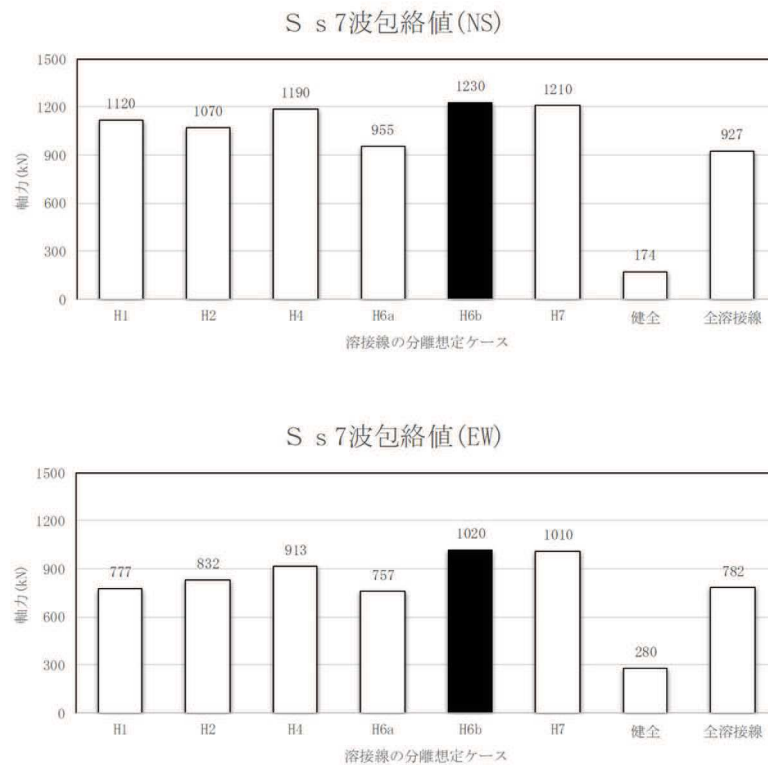
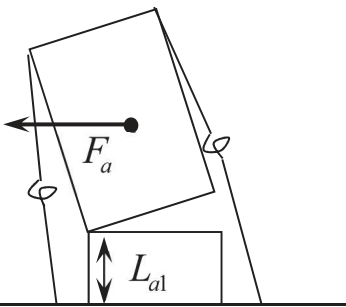
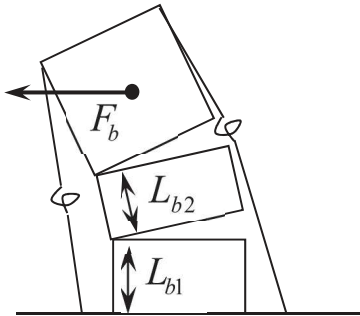
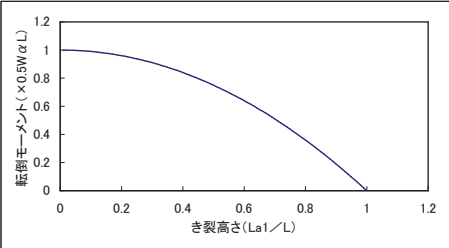


図 2-4 炉心シュラウド支持ロッド軸力最大値の比較

表 2-8 単独分離と複数溶接線分離の比較

単独分離を想定する場合	複数分離を想定する場合
	
<p>炉心シュラウドに作用する加速度：α， 炉心シュラウドの全長：L， 炉心シュラウドの重量：W</p>	
<p>炉心シュラウド分離部でのモーメントは伝達しないため、炉心シュラウド支持ロッド取付部に働くモーメントは分離部より上部の部分のモーメントのみとなる。 炉心シュラウド支持ロッドに働くモーメントは下記より求まる。</p> <p>炉心シュラウド支持ロッド取付部に働く水平力 F_a：</p> $F_a = W \times \left(\frac{L - L_{a1}}{L} \right) \times \alpha$ $= W \times \left(1 - \frac{L_{a1}}{L} \right) \times \alpha$ <p>炉心シュラウド支持ロッド取付部の重心高さ G_a：</p> $G_a = L_{a1} + (L - L_{a1}) \times \frac{1}{2}$ $= \frac{1}{2} \times (L + L_{a1})$ <p>炉心シュラウド支持ロッドに働くモーメント M_a：</p> $M_a = W \times \left(1 - \frac{L_{a1}}{L} \right) \times \alpha \times \frac{1}{2} \times (L + L_{a1})$ $= \frac{1}{2} \times W \times \alpha \times L \times \left[1 - \left(\frac{L_{a1}}{L} \right)^2 \right]$	<p>炉心シュラウド分離部でのモーメントは伝達しないため、炉心シュラウド支持ロッド取付部に働くモーメントは最上段の分離部より上部の部分のモーメントのみとなる。 炉心シュラウド支持ロッドに働くモーメントは下記より求まる。</p> <p>炉心シュラウド支持ロッド取付部に働く水平力 F_b：</p> $F_b = W \times \left(\frac{L - (L_{b1} + L_{b2})}{L} \right) \times \alpha$ $= W \times \left(1 - \frac{L_{b1} + L_{b2}}{L} \right) \times \alpha$ <p>炉心シュラウド支持ロッド取付部の重心高さ G_b：</p> $G_b = L_{b1} + L_{b2} + [L - (L_{b1} + L_{b2})] \times \frac{1}{2}$ $= \frac{1}{2} \times (L + L_{b1} + L_{b2})$ <p>炉心シュラウド支持ロッドに働くモーメント M_b：</p> $M_b = W \times \left(1 - \frac{L_{b1} + L_{b2}}{L} \right) \times \alpha \times \frac{1}{2} \times (L + L_{b1} + L_{b2})$ $= \frac{1}{2} \times W \times \alpha \times L \times \left[1 - \left(\frac{L_{b1} + L_{b2}}{L} \right)^2 \right]$
<p>L_{a1}が小さいほど（分離部が下にあるほど）モーメントは大きくなる。 炉心シュラウド支持ロッドは、取付部に働くモーメントを支持するので、モーメントが大きくなれば炉心シュラウド支持ロッドの軸力も大きくなる。</p> 	<p>ここで、シュラウドサポート取付位置から H7 溶接線までの距離を $L_{a1} = L_{b1}$ とすると、</p> $1 - \left(\frac{L_{a1}}{L} \right)^2 > 1 - \left(\frac{L_{b1} + L_{b2}}{L} \right)^2$ <p>となる。したがって、</p> $M_a > M_b$ <p>となり、複数分離を想定する場合に比べて「H7 溶接線分離」を想定する場合の方が、炉心シュラウド支持ロッド取付部に働くモーメントが大きくなる。 炉心シュラウド支持ロッドは、取付部に働くモーメントを支持するので、モーメントが大きくなれば炉心シュラウド支持ロッドの軸力も大きくなる。</p>
<p>したがって、炉心シュラウド支持ロッドの軸力は、複数分離を想定する場合よりも単独分離を想定する場合の方が大きくなり、また、下部の溶接線の分離を想定する場合に大きくなる。</p>	

b. 炉心シュラウド支持ロッドのせん断力，モーメント

炉心シュラウド支持ロッドに発生するせん断力，モーメントは，炉心シュラウド支持ロッドが取付く炉心シュラウドの振動特性の影響を受ける。そこで，炉心シュラウド支持ロッド取付点である炉心シュラウド位置の床応答曲線において，炉心シュラウド支持ロッドの固有周期における加速度が最大となる溶接線の分離想定ケースを選定する。

炉心シュラウド支持ロッドは，上部サポートの構造及び上部タイロッドの直径が異なるタイプ1とタイプ2の2種類があり，既工認では質量の大きいタイプ2を対象に地震応答解析を行っている。今回工認では，タイプ1とタイプ2の両方を対象に床応答曲線が最大となる溶接線の分離想定ケースを選定する。タイプ1の固有周期は0.080秒，タイプ2の固有周期は0.070秒であり，固有周期における応答が大きくなる溶接線の分離想定ケースは，タイプ1ではS_s-D2（NS方向）のH2分離ケース及びS_s-D3（EW方向）のH2分離ケース，タイプ2ではS_s-D2（NS方向）のH1分離ケース及びS_s-D2（NS方向）のH2分離ケースとなる（図2-5）。また，タイプ1の加速度よりもタイプ2の加速度が大きいことが分かる。

したがって，炉心シュラウド支持ロッドの固有周期における加速度の観点からは，H1分離ケースを選定する。

なお，S_s-D2（NS方向）におけるH1分離ケースとH2分離ケースの炉心シュラウド応答を用いて算出したタイプ1及びタイプ2の炉心シュラウド支持ロッドのせん断力とモーメントを表2-9に示す。せん断力とモーメントの応答値はタイプ2のH1き裂ケースが大きいことが分かる。

表2-9 炉心シュラウド支持ロッドの応答値

炉心シュラウド支持ロッド	せん断力 (N)	モーメント (N・m)
タイプ1 (S _s -D2, NS方向, H2分離ケース)	3580	2920
タイプ2 (S _s -D2, NS方向, H1分離ケース)	11700	12000

凡例	溶接線の分離想定位置					
	H1	H2	H4	H6a	H6 b	H7
S _s -D1	Ss-D1_H1_NS	Ss-D1_H2_NS	Ss-D1_H4_NS	Ss-D1_H6a_NS	Ss-D1_H6b_NS	Ss-D1_H7_NS
	Ss-D1_H1_EW	Ss-D1_H2_EW	Ss-D1_H4_EW	Ss-D1_H6a_EW	Ss-D1_H6b_EW	Ss-D1_H7_EW
S _s -D2	Ss-D2_H1_NS	Ss-D2_H2_NS	Ss-D2_H4_NS	Ss-D2_H6a_NS	Ss-D2_H6b_NS	Ss-D2_H7_NS
	Ss-D2_H1_EW	Ss-D2_H2_EW	Ss-D2_H4_EW	Ss-D2_H6a_EW	Ss-D2_H6b_EW	Ss-D2_H7_EW
S _s -D3	Ss-D3_H1_NS	Ss-D3_H2_NS	Ss-D3_H4_NS	Ss-D3_H6a_NS	Ss-D3_H6b_NS	Ss-D3_H7_NS
	Ss-D3_H1_EW	Ss-D3_H2_EW	Ss-D3_H4_EW	Ss-D3_H6a_EW	Ss-D3_H6b_EW	Ss-D3_H7_EW
S _s -F1	Ss-F1_H1_NS	Ss-F1_H2_NS	Ss-F1_H4_NS	Ss-F1_H6a_NS	Ss-F1_H6b_NS	Ss-F1_H7_NS
	Ss-F1_H1_EW	Ss-F1_H2_EW	Ss-F1_H4_EW	Ss-F1_H6a_EW	Ss-F1_H6b_EW	Ss-F1_H7_EW
S _s -F2	Ss-F2_H1_NS	Ss-F2_H2_NS	Ss-F2_H4_NS	Ss-F2_H6a_NS	Ss-F2_H6b_NS	Ss-F2_H7_NS
	Ss-F2_H1_EW	Ss-F2_H2_EW	Ss-F2_H4_EW	Ss-F2_H6a_EW	Ss-F2_H6b_EW	Ss-F2_H7_EW
S _s -F3	Ss-F3_H1_NS	Ss-F3_H2_NS	Ss-F3_H4_NS	Ss-F3_H6a_NS	Ss-F3_H6b_NS	Ss-F3_H7_NS
	Ss-F3_H1_EW	Ss-F3_H2_EW	Ss-F3_H4_EW	Ss-F3_H6a_EW	Ss-F3_H6b_EW	Ss-F3_H7_EW
S _s -N1	Ss-N1_H1_NS	Ss-N1_H2_NS	Ss-N1_H4_NS	Ss-N1_H6a_NS	Ss-N1_H6b_NS	Ss-N1_H7_NS
	Ss-N1_H1_EW	Ss-N1_H2_EW	Ss-N1_H4_EW	Ss-N1_H6a_EW	Ss-N1_H6b_EW	Ss-N1_H7_EW

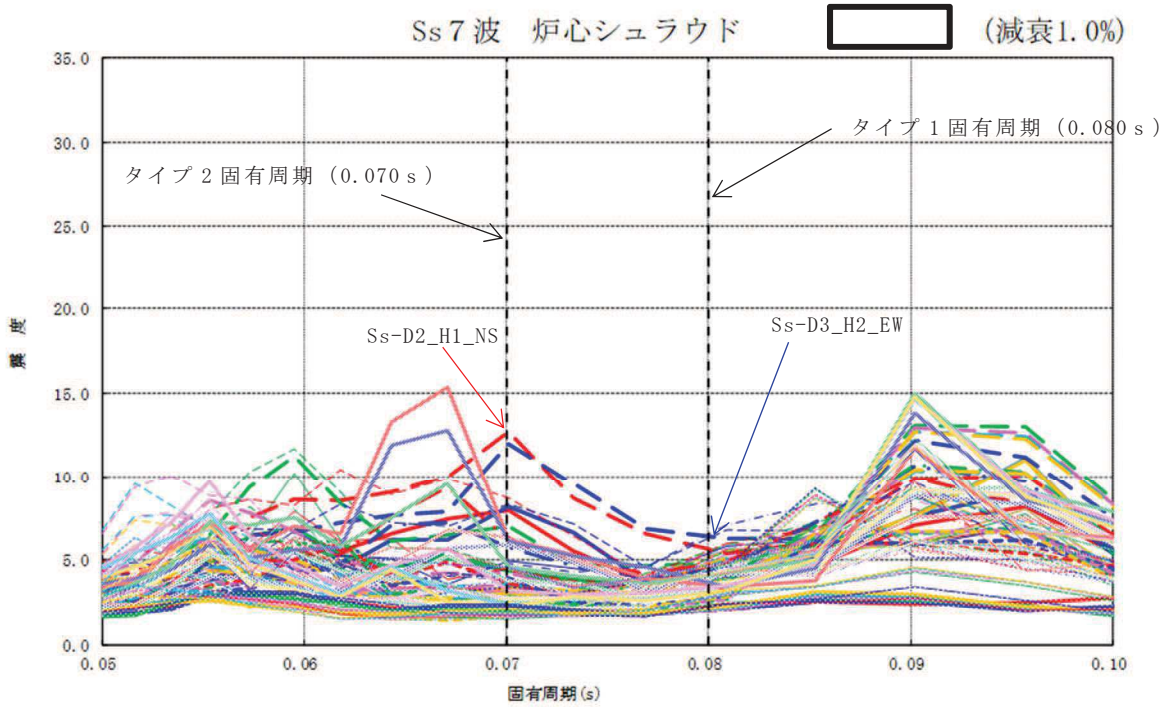


図 2-5 炉心シュラウド支持ロッド固有周期における床応答曲線最大値

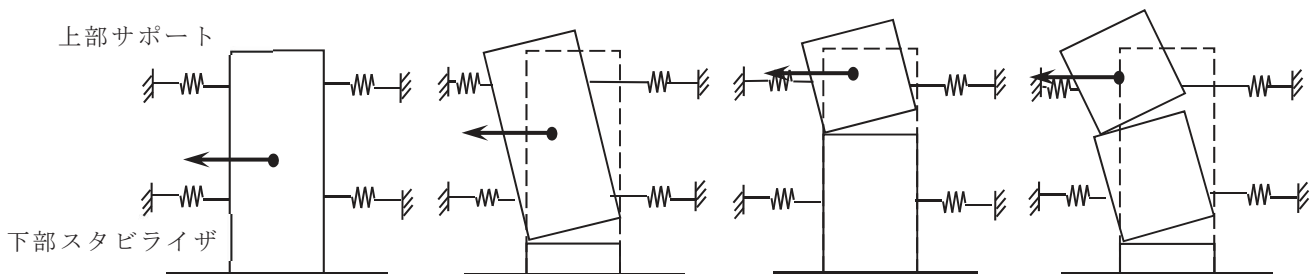
(3) 上部サポート及び下部スタビライザ

上部サポート及び下部スタビライザは、炉心シュラウド転倒時の水平方向荷重を支持するもので、当該部の水平変位の大きさに反力が決まる。

上部サポートと下部スタビライザの間で分離を想定する場合(例えば H4 分離・図 2-6 (3) 参照), 炉心シュラウド下部の剛性が効くため, 上部サポート及び下部スタビライザ位置での変位は比較的小さく抑えられる。一方, 下部スタビライザの下方に分離を想定した場合(例えば H7 分離・図 2-6 (2) 参照), 炉心シュラウド下部の剛性が効かないため, 上部サポート及び下部スタビライザ位置での変位は大きくなる。さらに, 全溶接線分離を想定した場合(図 2-6 (4) 参照)には, 下部スタビライザ下方に H7 分離を想定した場合に比べ, 上部サポートと下部スタビライザの間のシュラウド剛性も小さくなるため, 水平変位がより大きくなる。これらのことから, 上部サポート及び下部スタビライザの水平変位は, 全溶接線分離のケースが最も大きくなると考えられる。

基準地震動 S_s 7 波に対する上部サポート反力の NS 方向及び EW 方向の包絡値を図 2-7 に, 下部スタビライザ反力の NS 方向及び EW 方向の包絡値を図 2-8 に示す。図 2-7 及び図 2-8 から, 上部サポート及び下部スタビライザの反力は, 全溶接線分離ケースが大きいことが分かる。

したがって, 上部サポート及び下部スタビライザの反力の観点からは, 全溶接線分離ケースを選定する。



(1) シュラウド健全 (2) シュラウド下部の分離 (3) シュラウド上部の分離 (4) 複数位置分離

図 2-6 炉心シュラウドの分離想定概念図

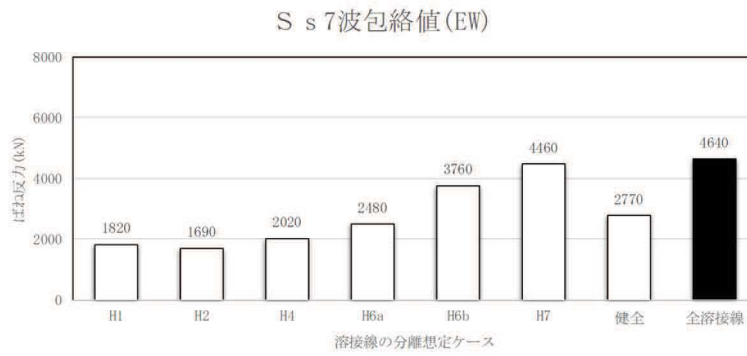
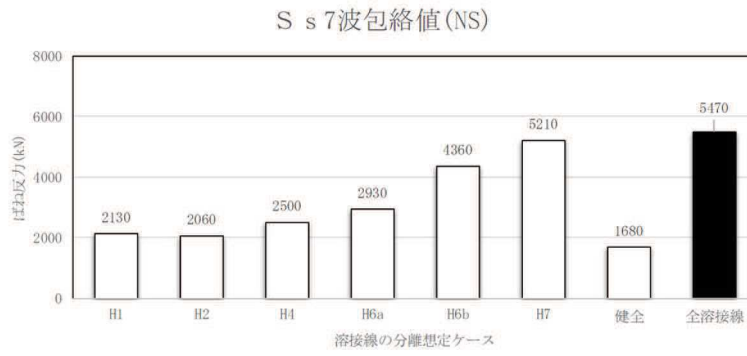


図 2-7 上部サポート反力最大値の比較

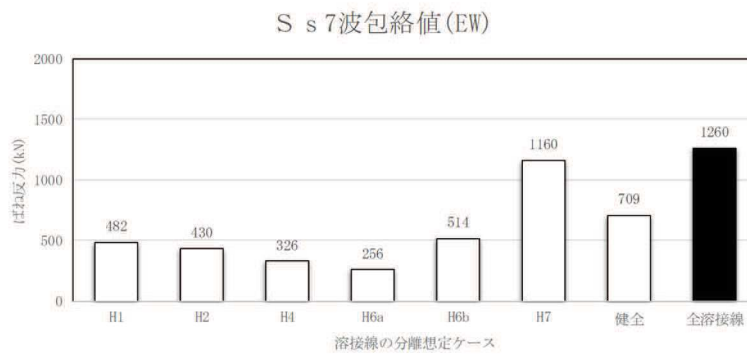
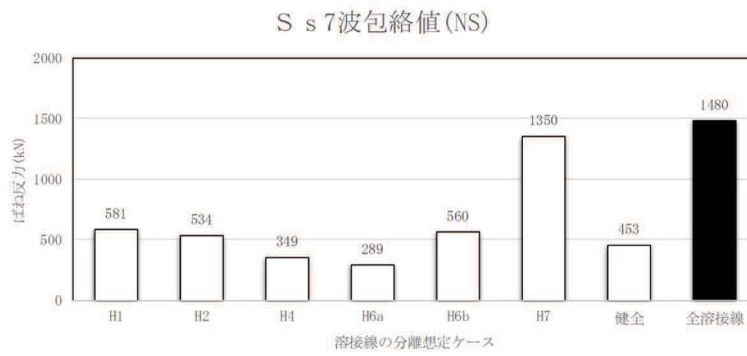


図 2-8 下部スタビライザ反力最大値の比較

2.2.3 炉心シュラウド溶接線の分離想定ケースのまとめ

材料物性の不確かさ等を考慮する検討ケースのうち、基本ケースについては、全ての炉心シュラウド溶接線の分離想定ケースの解析条件を用いて地震応答解析を実施し、炉心シュラウド、炉心シュラウド支持ロッド、上部サポート及び下部スタビライザについて、考慮する地震荷重が支配的となる炉心シュラウド溶接線の分離想定ケースを選定した（表 2-10）。材料物性の不確かさ等を考慮した解析においては、以下の 4 つの溶接線の分離想定ケースについて設計条件を設定するための地震応答解析を実施する（表 2-11）。

- ・ 健全ケース
- ・ H1 分離ケース
- ・ H6b 分離ケース
- ・ 全溶接線分離ケース

表 2-10 炉心シユラウドの状態と最大地震荷重が発生する溶接線の分離想定ケース

考慮する地震荷重	炉心シユラウド溶接線の分離想定ケース	イメージ図	選定した考え方	備考
炉心シユラウドのせん断力，モーメント	健全ケース及び H1 分離ケース		<p>炉心シユラウドの曲げ剛性は炉心シユラウド支持ロッドの曲げ剛性に比べて十分に大きいので，炉心シユラウドが多く荷重を負担し，炉心シユラウド支持ロッドが負担する荷重は少ない。</p> <p>炉心シユラウドの曲げ剛性 EI : 10^{11} (N・m²) オーダー</p> <p>炉心シユラウド支持ロッドの曲げ剛性 EI : 10^5 (N・m²) オーダー</p>	2.2.2(1) 参照
炉心シユラウド支持ロッドの軸力	H6b 分離ケース		<p>炉心シユラウド支持ロッド取付部付近に働くモーメントが最大となる。そのため，炉心シユラウド支持ロッドの軸力が最大となる。</p>	2.2.2(2) a 参照
炉心シユラウド支持ロッドのせん断力，モーメント	H1 分離ケース		<p>本ケースは，炉心シユラウド支持ロッドの固有周期付近の応答スペクトルが他の溶接線の分離想定ケースと比較し，大きくなることによる。</p>	2.2.2(2) b 参照
上部サポート，下部スタビライザの反力	全溶接線分離ケース		<p>上部サポート及び下部スタビライザは水平方向地震荷重を支える設備である。</p> <p>炉心シユラウドの全ての周方向溶接線に分離を想定した場合は，炉心シユラウド全体の剛性が最も小さくなり，炉心シユラウドが負担する荷重が最も小さくなる。そのため，上部サポート及び下部スタビライザの反力が最大となる。</p>	2.2.2(3) 参照

表 2-11 設計条件として考慮する地震応答解析ケース

検討ケース	炉心シュラウド溶接線の分離想定ケース							
	健全	H1	H2	H4	H6a	H6b	H7	全溶接線分離
ケース 1 (基本ケース)	○	○	○	○	○	○	○	○
ケース 2	○	○	/	/	/	○	/	○
ケース 3	○	○				○		
ケース 4	○	○				○		
ケース 5	○	○				○		
ケース 6	○	○				○		
ケース 7	○	○				○		

2.3 材料物性の不確かさ等を踏まえた設計用地震力の設定

材料物性の不確かさ等を考慮したケースの地震応答解析結果を踏まえ、**全てのケースの包絡値**を設計用地震力として設定する。

弾性設計用地震動 S_d に対する設計用地震力を表 2-12 に、基準地震動 S_s に対する設計用地震力を表 2-13 に示す。

表 2-12 (1) 設計用地震力 (せん断力, S d) (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	せん断力 (×10 ² kN)							
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	設計用地震力
原子炉圧力容器	4.02		3.90	4.22	-	-	-	4.00	4.22
	16.1		16.1	16.1	-	-	-	16.6	16.6
	32.3		30.9	33.7	-	-	-	31.9	33.7
	18.7		19.2	19.8	-	-	-	19.6	19.8
	21.1		20.9	21.0	-	-	-	20.3	21.1
	41.3		41.5	41.3	-	-	-	41.8	41.8
	52.5		52.7	52.2	-	-	-	52.6	52.7
	61.8		63.1	60.1	-	-	-	61.2	63.1
	165		169	162	-	-	-	166	169
	175		182	176	-	-	-	179	182
原子炉基礎本体	188		195	191	-	-	-	192	195
	200		205	203	-	-	-	203	205
	43.1		42.6	44.1	-	-	-	42.6	44.1
	42.1		41.8	42.5	-	-	-	41.2	42.5
しゃへい壁	53.6		55.4	52.8	-	-	-	54.0	55.4
	77.7		78.5	74.3	-	-	-	75.4	78.5
	103		103	98.3	-	-	-	99.4	103
	1.71		1.75	1.65	-	-	-	1.70	1.75
原子炉格納容器	3.32		3.40	3.21	-	-	-	3.32	3.40
	20.7		21.7	20.5	-	-	-	20.7	21.7
	25.0		26.2	24.2	-	-	-	25.0	26.2
	137		140	134	-	-	-	136	140
	145		149	142	-	-	-	145	149
	150		154	147	-	-	-	150	154
	157		162	153	-	-	-	157	162
	158		164	154	-	-	-	158	164
	160		168	155	-	-	-	160	168

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-12 (1) 設計用地震力 (せん断力, S d) (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	せん断力 (×10 ² kN)							設計用地震力
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
炉心シラウド	4.33	4.60	3.93	-	-	-	-	4.48	4.60
	9.05	9.68	8.32	-	-	-	-	9.39	9.68
	16.4	16.4	16.2	-	-	-	-	15.3	16.4
	20.4	20.5	20.0	-	-	-	-	19.3	20.5
	25.0	25.5	24.4	-	-	-	-	24.8	25.5
	23.2	24.8	22.0	-	-	-	-	22.9	24.8
	23.4	25.3	22.3	-	-	-	-	23.1	25.3
	25.1	26.0	24.2	-	-	-	-	24.8	26.0
	27.5	28.7	26.6	-	-	-	-	28.1	28.7
	31.5	33.4	29.5	-	-	-	-	32.6	33.4
	34.5	36.7	32.1	-	-	-	-	35.8	36.7
	37.0	38.4	35.9	-	-	-	-	36.5	38.4
	37.5	38.8	37.0	-	-	-	-	37.1	38.8
	5.21	4.78	6.24	-	-	-	-	5.49	6.24
1.39	1.28	1.65	-	-	-	-	1.45	1.65	
4.48	4.11	5.35	-	-	-	-	4.71	5.35	
6.65	6.07	8.03	-	-	-	-	7.07	8.03	
2.82	2.83	2.75	-	-	-	-	2.84	2.84	
1.64	1.60	1.57	-	-	-	-	1.60	1.64	
0.127	0.125	0.137	-	-	-	-	0.102	0.137	
1.59	1.60	1.56	-	-	-	-	1.60	1.60	
21.0	22.5	21.0	-	-	-	-	21.2	22.5	
14.9	16.0	14.9	-	-	-	-	15.0	16.0	
5.30	5.93	5.44	-	-	-	-	5.40	5.93	
5.81	6.20	5.98	-	-	-	-	5.85	6.20	
14.9	16.0	14.9	-	-	-	-	15.0	16.0	
20.4	22.0	20.2	-	-	-	-	20.7	22.0	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-12 (2) 設計用地震力 (モーメント, S d) (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	モーメント ($\times 10^6$ kN・mm)							設計用地震力
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
原子炉圧力容器	0	0	0	0	-	-	-	0	0
	1.10	1.07	1.16	1.16	-	-	-	1.10	1.16
	4.59	4.58	4.67	4.67	-	-	-	4.72	4.72
	10.6	10.5	11.1	11.1	-	-	-	10.8	11.1
	11.0	11.2	11.3	11.3	-	-	-	11.4	11.4
	18.6	18.4	18.8	18.8	-	-	-	18.0	18.8
	29.6	29.6	30.0	30.0	-	-	-	29.7	30.0
	39.9	40.0	40.1	40.1	-	-	-	40.0	40.1
	53.8	54.0	53.9	53.9	-	-	-	53.9	54.0
	128	130	127	127	-	-	-	129	130
原子炉基礎本体	140	143	139	139	-	-	-	141	143
	161	164	160	160	-	-	-	163	164
	193	196	191	191	-	-	-	195	196
	226	233	222	222	-	-	-	228	233
	0	0	0	0	-	-	-	0	0
しゃ原子炉 へい壁	11.9	11.8	12.2	12.2	-	-	-	11.8	12.2
	21.9	21.4	22.4	22.4	-	-	-	21.6	22.4
	33.7	33.7	33.9	33.9	-	-	-	33.1	33.9
	47.3	47.9	46.9	46.9	-	-	-	46.3	47.9
	75.4	78.0	73.0	73.0	-	-	-	74.6	78.0
	0	0	0	0	-	-	-	0	0
	0.393	0.402	0.379	0.379	-	-	-	0.392	0.402
	1.11	1.13	1.07	1.07	-	-	-	1.10	1.13
	3.87	4.05	3.73	3.73	-	-	-	3.86	4.05
	11.2	11.7	10.8	10.8	-	-	-	11.2	11.7
原子炉格納容器	68.3	71.6	65.1	65.1	-	-	-	68.3	71.6
	109	114	106	106	-	-	-	109	114
	181	189	177	177	-	-	-	181	189
	257	267	250	250	-	-	-	256	267
	288	300	281	281	-	-	-	288	300
	311	324	303	303	-	-	-	311	324

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-12 (2) 設計用地震力 (モーメント, S d) (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	モーメント ($\times 10^5$ kN・mm)							設計用地震力
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
炉心シラウド	0	0	0	0	-	-	-	0	0
	5.55	5.90	5.04	-	-	-	-	5.74	5.90
	17.2	18.3	15.6	-	-	-	-	17.8	18.3
	42.7	42.6	42.4	-	-	-	-	41.6	42.7
	60.7	60.6	60.0	-	-	-	-	57.6	60.7
	62.6	66.3	58.1	-	-	-	-	64.7	66.3
	73.1	77.6	68.0	-	-	-	-	75.5	77.6
	87.2	92.5	81.4	-	-	-	-	89.9	92.5
	104	111	97.3	-	-	-	-	107	111
	123	130	116	-	-	-	-	127	130
	144	152	136	-	-	-	-	148	152
	167	176	157	-	-	-	-	171	176
	203	215	192	-	-	-	-	209	215
	241	255	229	-	-	-	-	248	255
	0	0	0	-	-	-	-	0	0
	6.10	5.60	7.31	-	-	-	-	6.43	7.31
	7.72	7.09	9.23	-	-	-	-	8.11	9.23
0	0	0	-	-	-	-	0	0	
0	0	0	-	-	-	-	0	0	
7.31	6.67	8.83	-	-	-	-	7.77	8.83	
0.302	0.318	0.292	-	-	-	-	0.282	0.318	
1.75	1.75	1.70	-	-	-	-	1.77	1.77	
1.69	1.70	1.65	-	-	-	-	1.70	1.70	
0	0	0	-	-	-	-	0	0	
0	0	0	-	-	-	-	0	0	
14.8	15.8	14.8	-	-	-	-	15.0	15.8	
25.0	26.9	25.1	-	-	-	-	25.2	26.9	
28.7	30.9	28.5	-	-	-	-	29.0	30.9	
24.8	26.7	24.5	-	-	-	-	25.1	26.7	
14.4	15.5	14.2	-	-	-	-	14.6	15.5	
0	0	0	-	-	-	-	0	0	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-12 (3) 設計用地震力 (軸力, S d) (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	軸力 (×10 ² kN)									
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	設計用地震力		
原子炉圧力容器	1.12	1.16	1.10	-	-	-	-	1.19	1.19	1.19	
	8.14	8.39	7.95	-	-	-	-	8.60	8.60	8.60	
	14.1	14.6	13.9	-	-	-	-	15.0	15.0	15.0	
	18.0	18.6	17.7	-	-	-	-	19.2	19.2	19.2	
	23.2	23.7	22.9	-	-	-	-	24.7	24.7	24.7	
	27.9	28.4	27.5	-	-	-	-	29.6	29.6	29.6	
	32.7	33.3	32.2	-	-	-	-	34.6	34.6	34.6	
	68.3	69.6	66.8	-	-	-	-	71.3	71.3	71.3	
	187	191	183	-	-	-	-	196	196	196	
	198	202	193	-	-	-	-	207	207	207	
原子炉基礎本体	208	212	204	-	-	-	-	218	218	218	
	217	221	213	-	-	-	-	228	228	228	
	15.0	15.3	14.6	-	-	-	-	15.2	15.2	15.3	
	33.6	34.4	32.8	-	-	-	-	34.2	34.2	34.4	
	65.1	66.8	63.3	-	-	-	-	66.2	66.2	66.8	
	88.3	90.6	85.9	-	-	-	-	90.5	90.5	90.6	
	217	114	108	-	-	-	-	115	115	115	
	0.810	0.829	0.787	-	-	-	-	0.812	0.812	0.829	
	1.61	1.65	1.57	-	-	-	-	1.62	1.62	1.65	
	6.19	6.34	6.02	-	-	-	-	6.20	6.20	6.34	
原子炉格納容器	8.75	8.96	8.51	-	-	-	-	8.78	8.78	8.96	
	16.8	17.3	16.3	-	-	-	-	16.9	16.9	17.3	
	22.6	23.3	21.9	-	-	-	-	22.6	22.6	23.3	
	26.9	27.7	26.1	-	-	-	-	26.6	26.6	27.7	
	34.4	35.4	33.3	-	-	-	-	34.0	34.0	35.4	
	37.7	38.8	36.5	-	-	-	-	37.2	37.2	38.8	
	45.0	46.4	43.6	-	-	-	-	44.4	44.4	46.4	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-12 (3) 設計用地震力 (軸力, S d) (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	軸力(×10 ² kN)							設計用地震力
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
炉心シラウド	0.598	0.609	0.587	-	-	-	0.626	0.626	
	1.79	1.83	1.76	-	-	-	1.88	1.88	
	2.76	2.82	2.71	-	-	-	2.89	2.89	
	3.90	3.98	3.83	-	-	-	4.09	4.09	
	5.67	5.78	5.55	-	-	-	5.92	5.92	
	6.64	6.77	6.50	-	-	-	6.93	6.93	
	6.84	6.97	6.70	-	-	-	7.14	7.14	
	7.04	7.17	6.89	-	-	-	7.34	7.34	
	7.23	7.37	7.08	-	-	-	7.54	7.54	
	7.42	7.56	7.27	-	-	-	7.74	7.74	
	7.61	7.75	7.45	-	-	-	7.93	7.93	
	9.41	9.58	9.22	-	-	-	9.81	9.81	
	9.57	9.74	9.38	-	-	-	9.98	9.98	
	9.65	9.82	9.45	-	-	-	10.1	10.1	
	14.2	14.5	13.9	-	-	-	14.8	14.8	
	14.6	14.9	14.3	-	-	-	15.2	15.2	
14.9	15.2	14.6	-	-	-	15.6	15.6		
15.4	15.7	15.0	-	-	-	16.0	16.0		
3.84	3.91	3.77	-	-	-	4.02	4.02		
3.51	3.57	3.44	-	-	-	3.67	3.67		
3.17	3.23	3.11	-	-	-	3.32	3.32		
2.83	2.88	2.78	-	-	-	2.96	2.96		
制御 内管 管案									
制御 ウジ ング 駆動 機構									
ハ									

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-12 (4) 設計用地震力 (ばね反力, S d)

名称	ばね反力 ($\times 10^3$ kN)							設計用地震力
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
原子炉圧力容器 スタビライザ	5.81	5.63	6.05	-	-	-	5.48	6.05
原子炉格納容器 スタビライザ	8.56	8.20	9.04	-	-	-	8.31	9.04
原子炉格納容器シヤラダ ベント管	14.6	14.4	14.8	-	-	-	14.1	14.8
	1.21	1.28	1.15	-	-	-	1.20	1.28
燃料交換パネローズ	1.06	1.04	1.10	-	-	-	1.05	1.10
所員用エアロック	0.157	0.163	0.154	-	-	-	0.157	0.163
制御棒駆動機構 ハウジング	0.230	0.231	0.224	-	-	-	0.231	0.231
レストレントビーム	2.41	2.55	2.29	-	-	-	2.48	2.55
炉心シユラウド回転ばね [$\times 10^7$ kN \cdot mm]	3.19	3.41	2.92	-	-	-	3.17	3.41
上部サポート	0.816	0.874	0.749	-	-	-	0.813	0.874
下部スタビライザ								

表 2-12 (5) 設計用地震力 (相対変位, S d)

名称	相対変位 (mm)							設計用地震力
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
燃料集合体	0	0	0	-	-	-	0	0
標高 0.P. (m)	15.2	16.4	15.2	-	-	-	15.4	16.4
	26.3	28.3	26.2	-	-	-	26.6	28.3
	30.4	32.7	30.2	-	-	-	30.6	32.7
	26.3	28.3	26.0	-	-	-	26.5	28.3
	15.2	16.3	15.0	-	-	-	15.3	16.3
	0	0	0	-	-	-	0	0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-13 (1) 設計用地震力 (せん断力, S s) (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	せん断力(×10 ² kN)									
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	設計用地震力		
原子炉圧力容器	5.36	5.24	5.59	4.82	4.91	4.90	5.23	5.59			
	21.3	21.1	22.2	21.2	21.3	21.0	20.7	22.2			
	42.6	42.1	44.0	40.5	40.5	40.5	41.8	44.0			
	32.0	31.8	31.7	36.3	35.7	36.9	34.8	36.9			
	32.7	33.1	32.2	38.0	39.0	36.7	32.5	39.0			
	64.8	67.2	63.6	66.1	67.4	64.8	63.9	67.4			
	89.3	93.0	87.5	88.2	88.7	87.5	87.8	93.0			
	111	115	108	114	114	113	113	115			
	291	298	289	303	306	301	304	306			
	316	324	313	333	332	333	331	333			
原子炉基礎体	340	350	338	363	364	363	357	364			
	360	373	358	393	392	393	378	393			
	68.4	69.8	67.6	73.3	74.0	72.7	74.1	74.1			
	66.4	66.8	66.3	75.9	78.4	74.6	66.9	78.4			
	89.1	91.3	86.8	98.2	102	96.4	88.6	102			
	125	126	123	131	135	128	125	135			
	166	167	164	172	175	171	168	175			
	2.88	2.91	2.84	3.12	3.12	3.11	2.90	3.12			
	5.60	5.66	5.51	6.09	6.03	6.05	5.62	6.09			
	原子炉格納容器	33.9	34.6	32.8	32.6	32.5	32.5	33.9	34.6		
40.8		41.7	39.8	41.6	41.4	41.4	40.8	41.7			
289		297	281	333	345	316	289	345			
303		311	295	345	357	328	303	357			
312		320	304	353	365	338	313	365			
328		335	320	368	379	353	328	379			
334		341	326	375	385	360	334	385			
343		350	336	388	399	373	343	399			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-13 (1) 設計用地震力 (せん断力, S s) (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	せん断力(×10 ² kN)							設計用地震力
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
炉心シラウド	6.08	6.65	6.00	4.65	5.35	4.48	6.16	6.65	
	13.4	14.7	12.5	9.19	11.0	8.82	13.5	14.7	
	24.3	24.1	24.1	14.3	16.9	13.1	23.4	24.3	
	30.1	29.9	29.7	17.4	19.6	16.7	29.0	30.1	
	37.5	38.8	36.9	21.3	21.7	20.8	37.4	38.8	
	35.7	37.5	37.1	28.0	30.6	25.9	34.9	37.5	
	39.1	40.8	38.7	27.8	30.1	26.4	38.8	40.8	
	42.4	43.9	41.9	26.0	27.9	25.6	42.0	43.9	
	45.3	46.9	44.9	26.2	28.3	26.1	46.2	46.9	
	50.0	51.5	48.5	28.9	31.1	28.9	50.1	51.5	
	54.8	57.2	51.8	31.7	33.2	32.1	54.7	57.2	
	62.5	63.4	63.0	46.7	47.0	51.3	61.5	63.4	
	63.0	64.6	64.5	46.6	48.3	49.6	62.7	64.6	
	13.0	12.1	15.2	12.1	15.4	15.3	13.7	15.4	
3.41	3.15	4.00	3.14	4.03	4.06	3.60	4.06		
11.2	10.3	13.1	10.4	13.2	13.1	11.8	13.2		
16.7	15.3	19.5	15.2	20.0	19.4	17.6	20.0		
5.52	4.82	5.40	5.51	6.08	5.22	5.30	6.08		
3.34	2.85	3.24	3.14	3.45	3.04	3.19	3.45		
0.207	0.221	0.205	0.261	0.274	0.237	0.204	0.274		
3.17	2.71	3.09	2.96	3.28	2.83	3.02	3.28		
33.3	35.2	38.1	27.4	27.9	26.9	33.5	38.1		
22.9	24.7	26.2	19.2	19.6	18.7	23.1	26.2		
8.63	9.41	9.81	6.95	7.03	6.64	8.65	9.81		
9.05	9.57	10.5	7.08	7.27	6.88	9.10	10.5		
23.1	24.7	26.3	19.3	19.7	18.8	23.3	26.3		
32.1	34.3	36.2	27.2	27.7	26.6	32.2	36.2		

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-13 (2) 設計用地震力 (モーメント, S s) (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	モーメント ($\times 10^6$ kN・mm)							設計用地震力	
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7		
原子炉压力容器	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1.47	1.44	1.54	1.32	1.35	1.35	1.35	1.35	1.44	1.54
	6.12	5.90	6.38	5.96	6.00	6.00	5.89	5.89	5.92	6.38
	14.1	13.8	14.8	13.7	13.7	13.7	13.5	13.5	13.8	14.8
	16.9	17.4	17.7	19.7	19.3	19.3	19.2	19.2	17.4	19.7
	27.9	28.8	27.9	32.5	32.6	32.6	31.9	31.9	28.3	32.6
	46.7	47.0	46.0	51.6	52.1	52.1	50.4	50.4	47.3	52.1
	59.7	60.9	58.5	64.6	65.9	65.9	63.1	63.1	60.6	65.9
	79.6	80.9	78.2	86.4	89.1	89.1	83.7	83.7	79.2	89.1
	207	211	203	226	234	234	219	219	206	234
	226	230	222	249	257	257	239	239	225	257
	261	265	256	288	296	296	279	279	260	296
	321	326	314	352	360	360	343	343	323	360
	385	390	377	420	428	428	411	411	389	428
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
しゃ原子炉 へい壁	18.9	19.3	18.7	20.3	20.5	20.5	20.1	20.1	20.5	20.5
	36.1	35.8	36.4	40.5	41.6	41.6	39.5	39.5	37.1	41.6
	53.3	53.7	53.1	61.6	63.7	63.7	60.1	60.1	52.3	63.7
	77.4	79.7	75.5	88.3	91.1	91.1	84.6	84.6	77.3	91.1
	128	130	125	140	145	145	137	137	127	145
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.663	0.671	0.653	0.720	0.718	0.718	0.716	0.716	0.667	0.720
	1.86	1.88	1.83	2.02	2.01	2.01	2.01	2.01	1.87	2.02
	6.33	6.45	6.22	6.57	6.52	6.52	6.54	6.54	6.36	6.57
	18.3	18.6	17.9	18.7	18.6	18.6	18.6	18.6	18.2	18.7
	142	145	138	158	164	164	152	152	142	164
	228	234	222	256	265	265	245	245	228	265
	379	389	369	427	442	442	409	409	379	442
	538	551	523	605	625	625	580	580	538	625
	604	619	588	680	702	702	652	652	605	702
654	670	637	736	759	759	705	705	655	759	
原子炉格納 容器	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18.9	19.3	18.7	20.3	20.5	20.5	20.1	20.1	20.5	20.5
	36.1	35.8	36.4	40.5	41.6	41.6	39.5	39.5	37.1	41.6
	53.3	53.7	53.1	61.6	63.7	63.7	60.1	60.1	52.3	63.7
	77.4	79.7	75.5	88.3	91.1	91.1	84.6	84.6	77.3	91.1
	128	130	125	140	145	145	137	137	127	145
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0.663	0.671	0.653	0.720	0.718	0.718	0.716	0.716	0.667	0.720
	1.86	1.88	1.83	2.02	2.01	2.01	2.01	2.01	1.87	2.02
	6.33	6.45	6.22	6.57	6.52	6.52	6.54	6.54	6.36	6.57
	18.3	18.6	17.9	18.7	18.6	18.6	18.6	18.6	18.2	18.7
	142	145	138	158	164	164	152	152	142	164
	228	234	222	256	265	265	245	245	228	265
	379	389	369	427	442	442	409	409	379	442
	538	551	523	605	625	625	580	580	538	625
604	619	588	680	702	702	652	652	605	702	
654	670	637	736	759	759	705	705	655	759	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-13 (2) 設計用地震力 (モーメント, S s) (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	モーメント (×10 ⁵ kN・mm)										設計用地震力					
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	ケース 6	ケース 7	ケース 6						
炉心シラウド	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7.79	8.53	7.69	5.96	6.85	5.75	7.90	8.53	25.0	27.3	23.3	17.8	20.7	16.9	25.2	27.3	
	62.5	67.2	62.1	38.8	47.2	38.4	63.2	67.2	88.9	93.4	88.2	54.0	64.5	51.7	88.4	93.4	
	99.5	107	92.4	57.3	62.6	56.5	101	107	115	121	109	68.2	69.2	68.1	114	121	
	142	149	134	81.3	83.4	80.2	141	149	171	179	162	95.0	98.8	92.2	169	179	
	201	210	193	110	116	105	210	210	233	243	226	127	136	123	231	243	
	266	277	261	145	157	141	266	277	335	348	334	185	196	175	338	348	
	406	421	409	227	237	226	411	421	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15.2	14.1	17.8	14.2	18.1	17.9	16.1	18.1	19.2	17.8	22.5	17.9	22.8	22.6	20.3	22.8	22.8
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18.3	16.8	21.4	16.7	21.9	21.3	19.4	21.9	0.598	0.651	0.587	0.755	0.790	0.712	0.585	0.790	0.790
	3.41	2.91	3.32	3.35	3.51	3.05	3.28	3.51	3.37	2.88	3.29	3.14	3.49	3.01	3.21	3.49	3.49
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	23.4	24.8	26.8	19.3	19.6	18.9	23.6	26.8	26.8
	39.5	41.8	45.2	32.7	33.3	32.0	39.8	33.3	45.0	47.6	51.1	37.6	38.2	36.7	45.2	51.1	51.1
	38.8	41.4	43.8	32.7	33.2	31.9	39.0	33.2	22.6	24.1	25.4	19.2	19.5	18.7	22.7	25.4	25.4
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-13 (3) 設計用地震力 (軸力, S s) (1/2)

構造物	標高 O.P. (m)	軸力(×10 ² kN)										設計用地震力	
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7					
原子炉圧力容器	1.93	2.00	1.89	-	-	-	2.04	2.04					2.04
	14.1	14.5	13.7	-	-	-	14.9	14.9					14.9
	24.3	25.1	23.8	-	-	-	25.8	25.8					25.8
	31.0	32.0	30.6	-	-	-	33.0	33.0					33.0
	40.0	40.9	39.4	-	-	-	42.5	42.5					42.5
	48.1	48.9	47.4	-	-	-	51.0	51.0					51.0
	56.4	57.4	55.4	-	-	-	59.6	59.6					59.6
	118	120	116	-	-	-	123	123					123
	322	330	315	-	-	-	338	338					338
	340	348	333	-	-	-	357	357					357
原子炉基礎本体	358	366	351	-	-	-	376	376					376
	374	381	366	-	-	-	392	392					392
	25.8	26.4	25.1	-	-	-	26.1	26.1					26.4
	57.9	59.2	56.5	-	-	-	58.9	58.9					59.2
	113	116	110	-	-	-	115	115					116
	153	157	149	-	-	-	156	156					157
	191	196	186	-	-	-	198	198					198
	1.40	1.43	1.36	-	-	-	1.40	1.40					1.43
	2.78	2.85	2.70	-	-	-	2.79	2.79					2.85
	原子炉格納容器	10.7	11.0	10.4	-	-	-	10.7	10.7				
15.1		15.5	14.7	-	-	-	15.2	15.2					15.5
29.0		29.7	28.1	-	-	-	29.1	29.1					29.7
39.0		40.1	37.8	-	-	-	39.0	39.0					40.1
46.4		47.7	45.0	-	-	-	45.8	45.8					47.7
59.3		61.0	57.4	-	-	-	58.5	58.5					61.0
65.0		66.9	62.9	-	-	-	64.2	64.2					66.9
77.6		79.9	75.1	-	-	-	76.6	76.6					79.9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-13 (3) 設計用地震力 (軸力, S s) (2/2)

構造物	標高 O.P. (m)	軸力 (×10 ² kN)							設計用地震力
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
炉心シラウド	1.03	1.05	1.02	-	-	-	1.08	1.08	
	3.09	3.15	3.03	-	-	-	3.24	3.24	
	4.76	4.85	4.67	-	-	-	4.98	4.98	
	6.73	6.86	6.60	-	-	-	7.04	7.04	
	9.77	9.96	9.56	-	-	-	10.2	10.2	
	11.5	11.7	11.3	-	-	-	12.0	12.0	
	11.8	12.1	11.6	-	-	-	12.3	12.3	
	12.2	12.4	11.9	-	-	-	12.7	12.7	
	12.5	12.7	12.3	-	-	-	13.0	13.0	
	12.8	13.1	12.6	-	-	-	13.4	13.4	
	13.2	13.4	12.9	-	-	-	13.7	13.7	
	16.3	16.6	15.9	-	-	-	17.0	17.0	
	16.5	16.8	16.2	-	-	-	17.2	17.2	
	16.7	17.0	16.3	-	-	-	17.4	17.4	
	24.4	24.9	23.9	-	-	-	25.5	25.5	
	25.1	25.6	24.5	-	-	-	26.2	26.2	
25.7	26.2	25.1	-	-	-	26.8	26.8		
26.4	27.0	25.9	-	-	-	27.6	27.6		
6.62	6.73	6.50	-	-	-	6.93	6.93		
6.05	6.15	5.93	-	-	-	6.33	6.33		
5.46	5.56	5.36	-	-	-	5.72	5.72		
4.88	4.96	4.79	-	-	-	5.11	5.11		

表 2-13 (4) 設計用地震力 (ばね反力, S s)

名称	ばね反力(×10 ³ kN)							設計用地震力
	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
原子炉圧力容器 スタビライザ	7.70	7.81	7.68	7.26	7.02	7.61	8.25	8.25
原子炉格納容器 スタビライザ	14.8	15.0	14.5	13.4	13.0	14.2	15.8	15.8
原子炉格納容器シヤラダ	25.8	26.2	25.6	33.3	34.1	32.5	25.9	34.1
ベント管	1.82	1.86	1.78	1.95	2.06	1.84	1.88	2.06
燃料交換ベロローズ	1.66	1.69	1.64	1.59	1.55	1.65	1.71	1.71
所員用エアロック	0.281	0.297	0.280	0.304	0.293	0.288	0.282	0.304
制御棒駆動機構 ハウジング	0.421	0.371	0.407	0.432	0.473	0.394	0.404	0.473
レストレントビーム	4.06	4.21	4.09	2.27	2.37	2.26	4.11	4.21
炉心シユロウト回転ばね [×10 ⁷ kN・mm]	5.47	5.72	5.91	4.29	4.30	4.26	5.43	5.91
上部サポート	1.48	1.58	1.61	1.13	1.14	1.16	1.48	1.61
下部スタビライザ								

表 2-13 (5) 設計用地震力 (相対変位, S s)

名称	標高 O.P. (m)	相対変位 (mm)							設計用地震力
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6	ケース 7	
燃料 集合体	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24.0	25.4	27.4	20.0	20.4	19.6	24.2	27.4	
	41.5	43.9	47.2	34.6	35.2	33.8	41.7	47.2	
	47.7	50.5	54.2	39.9	40.6	39.0	48.0	54.2	
	41.3	43.7	46.8	34.6	35.2	33.8	41.5	46.8	
	23.8	25.2	27.0	20.0	20.3	19.5	24.0	27.0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。