

表 5. 2. 2-2(3) 断面検討結果 (燃料取扱設備支持部, 地震時)

部位*1		部材形状 (mm) <使用材料*2>	荷重 ケース (位置)*3	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
⑩	柱	H-400×400×13×21	E4 (case1)	$\sigma_c$	15.9	$f_c$	274.7	0.06	O. K.
⑪	梁	H-800×300×14×26	E4 (case1)	$\sigma_c$	23.5	$f_c$	263.7	0.09	O. K.
⑫	水平 ブレース	十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	E1 (case1)	$\sigma_t$	56.0	$f_t$	325.0	0.18	O. K.
⑬	鉛直 ブレース	$\phi$ -355.6×7.9	E1 (case1)	$\sigma_c$	68.4	$f_c$	311.5	0.22	O. K.

\*1 : ⑩~⑬の符号は図 5. 2. 2-2 の応力検討箇所を示す

\*2 : 各部材の使用材料は, 特記なき限り, 鋼管 : STKN490B, その他 SN490B

\*3 : 図 5. 2. 1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

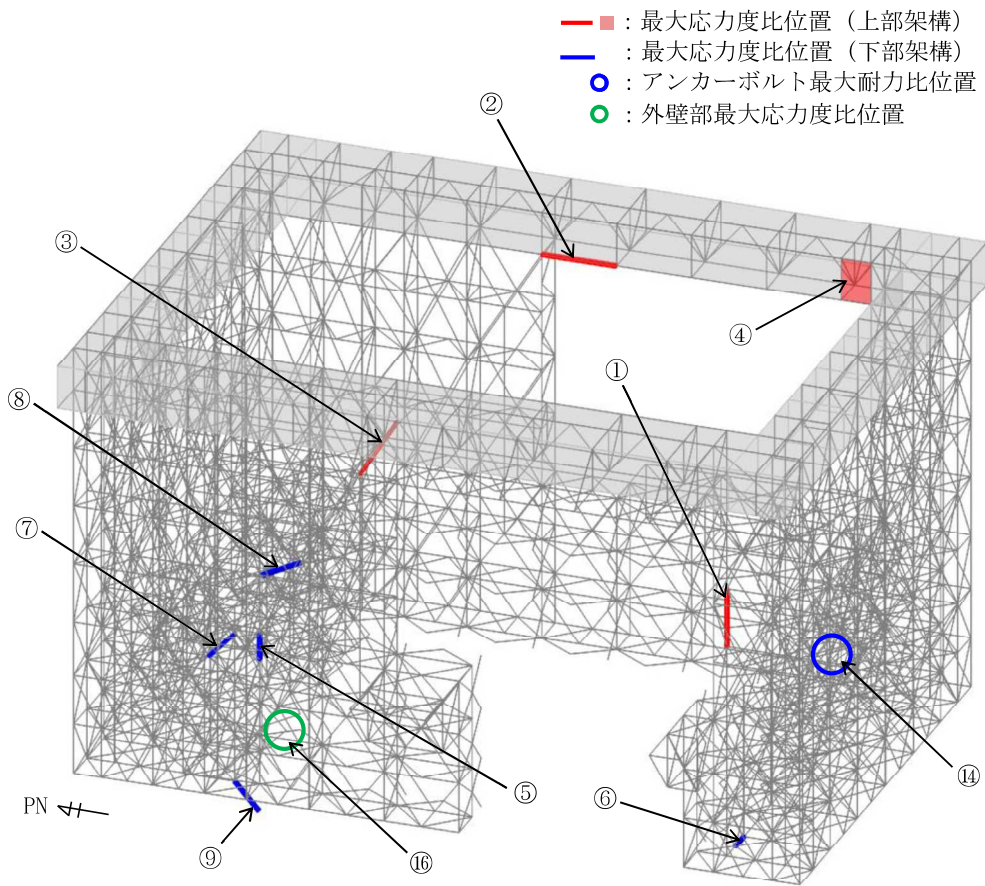


図 5. 2. 2-2(1) 最大応力度比位置図(一般部, 地震時)

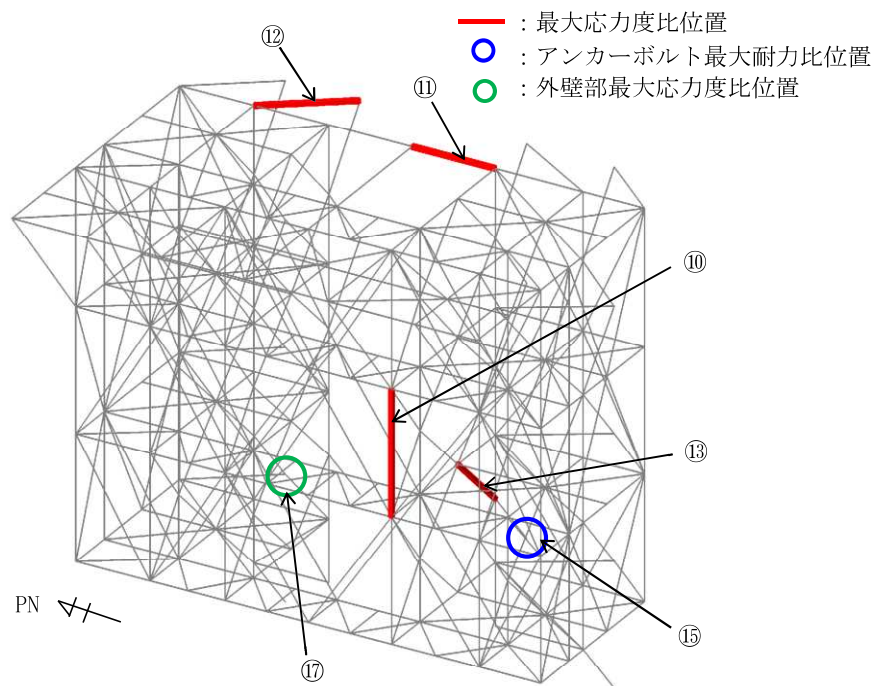


図 5. 2. 2-2(2) 最大応力度比位置図(燃料取扱設備支持部, 地震時)

4) 燃料取り出し時

表 5. 2. 2-3 及び表 5. 2. 2-4 に応力度比が最大となる部位の断面検討結果を示す。  
断面検討の結果、全ての部材に対する応力度比が 1 以下になることを確認した。

表 5. 2. 2-3(1) 断面検討結果（一般部，常時）上部架構

部位*1		部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	荷重 ケース (位置)*3	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
①	柱	H-400×400×13×21	C (case4)	$\sigma_c$	68.8	$f_c$	170.9	0.41	O. K.
②	梁	B[-300×220×16×25	C (case4)	$\sigma_c$	17.9	$f_c$	179.9	0.10	O. K.
③	鉛直 ブレース	$\phi$ -267.4×6.6	C (case4)	$\sigma_c$	57.0	$f_c$	173.0	0.33	O. K.
④	鋼板	PL-16 〈SN400B〉	C (case4)	$\sigma_x$	0.0	$f_t$	156.0	0.17	O. K.
				$\sigma_y$	9.5				
				$\tau_{xy}$	13.8				

表 5. 2. 2-3(2) 断面検討結果（一般部，常時）下部架構

部位*1		部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	荷重 ケース (位置)*3	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
⑤	柱	H-400×400×13×21	C (case4)	$\sigma_c$	93.1	$f_c$	202.7	0.46	O. K.
⑥	梁	H-350×350×12×19	C (case4)	$\sigma_c$	49.5	$f_c$	183.8	0.27	O. K.
⑦	鉛直 ブレース	$\phi$ -267.4×6.6	C (case4)	$\sigma_c$	122.8	$f_c$	196.2	0.63	O. K.
⑧	接続部 水平ブレース	十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	C (case4)	$\sigma_c$	90.1	$f_c$	187.5	0.49	O. K.
⑨	接続部 鉛直ブレース	十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	C (case4)	$\sigma_c$	112.4	$f_c$	197.7	0.57	O. K.

表 5. 2. 2-3(3) 断面検討結果 (燃料取扱設備支持部, 常時)

部位*1	部材形状 (mm) <使用材料*2>	荷重 ケース (位置)*3	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
			$\sigma_c$		$f_c$			
⑩	柱 H-400×400×13×21	C (case4)	$\sigma_c$	34.7	$f_c$	202.7	0.18	O. K.
⑪	梁 H-350×350×12×19	C (case4)	$\sigma_c$	29.1	$f_c$	201.5	0.15	O. K.
⑫	水平 ブレース 十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	C (case4)	$\sigma_t$	42.9	$f_t$	216.6	0.20	O. K.
⑬	鉛直 ブレース $\phi$ -355.6×7.9	C (case4)	$\sigma_c$	93.6	$f_c$	207.7	0.46	O. K.

\*1 : ⑩~⑬の符号は図 5. 2. 2-3 の応力検討箇所を示す

\*2 : 各部材の使用材料は, 特記なき限り, 鋼管 : STKN490B, その他 SN490B

\*3 : 図 5. 2. 1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

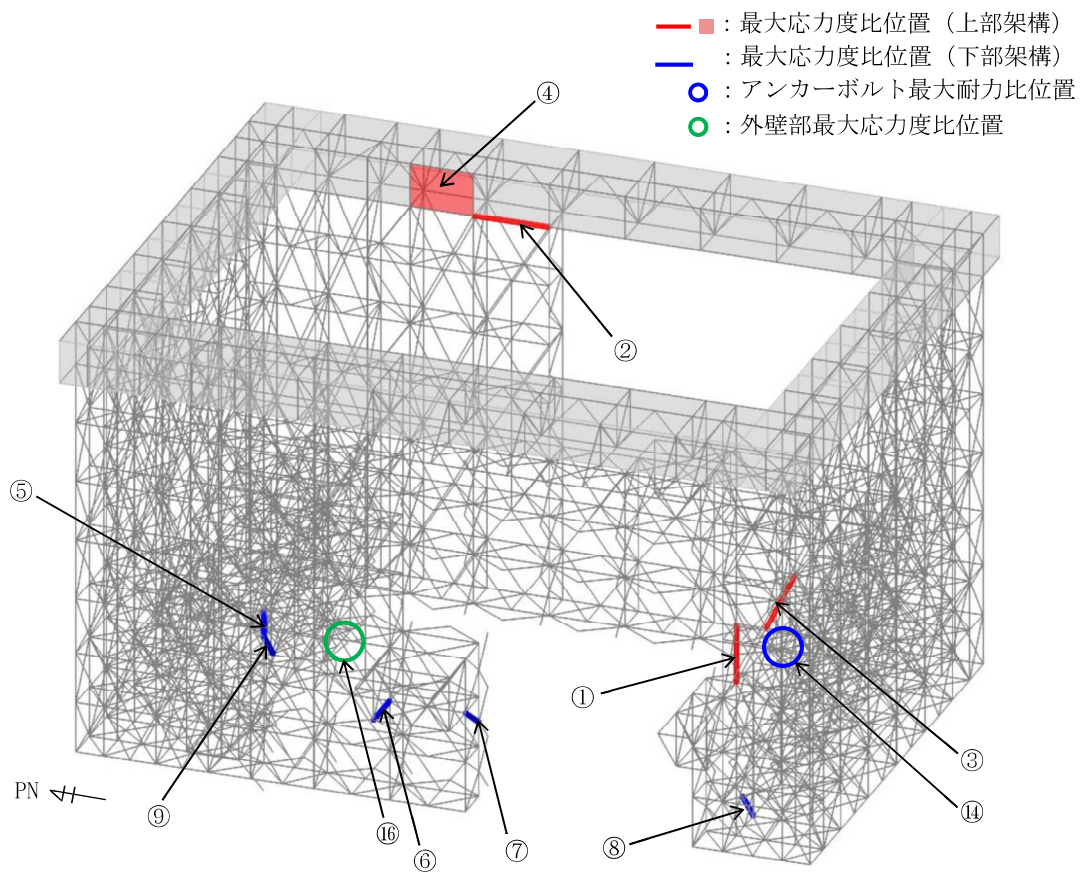


図 5. 2. 2-3(1) 最大応力度比位置図(一般部, 常時)

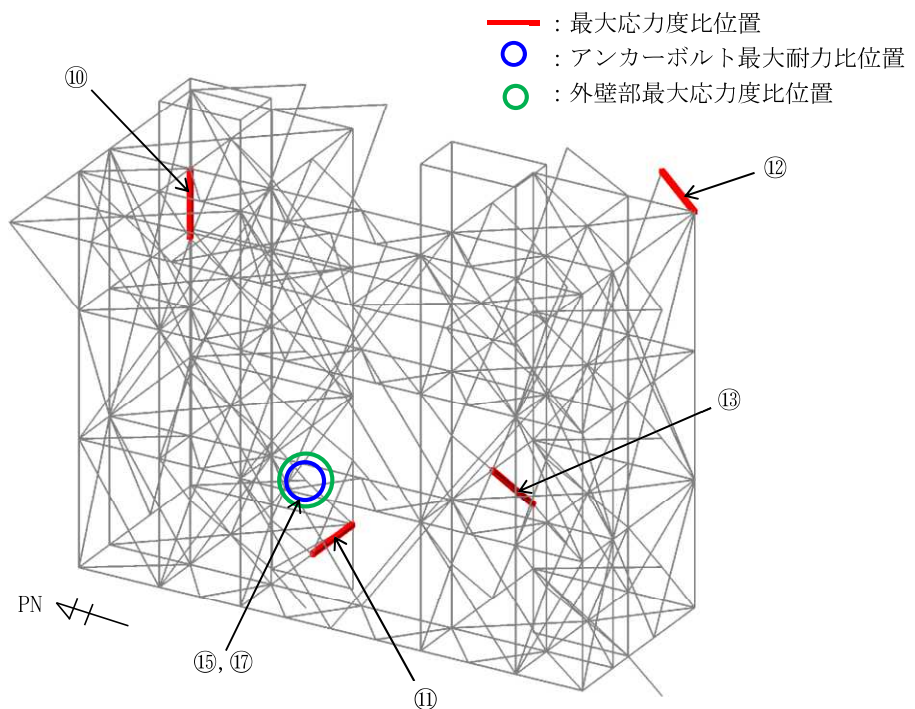


図 5. 2. 2-3(2) 最大応力度比位置図(燃料取扱設備支持部, 常時)

表 5. 2. 2-4(1) 断面検討結果（一般部，地震時）上部架構

部位*1	部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	荷重 ケース (位置)*3	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
			$\sigma_c$		$f_c$			
①	柱 H-400×400×13×21	E2 (case4)	$\sigma_c$	136.8	$f_c$	256.4	0.54	O. K.
②	梁 B[-300×220×16×25	E1 (case4)	$\sigma_c$	67.5	$f_c$	269.9	0.26	O. K.
③	鉛直 ブレース $\phi$ -355.6×9.5	E1 (case4)	$\sigma_c$	245.5	$f_c$	282.0	0.88	O. K.
④	鋼板 PL-16 〈SN400B〉	E4 (case4)	$\sigma_x$	28.0	$f_t$	235.0	0.33	O. K.
			$\sigma_y$	9.1				
			$\tau_{xy}$	41.6				

表 5. 2. 2-4(2) 断面検討結果（一般部，地震時）下部架構

部位*1	部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	荷重 ケース (位置)*3	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
			$\sigma_c$		$f_c$			
⑤	柱 H-400×400×13×21	E1 (case4)	$\sigma_c$	176.0	$f_c$	304.1	0.58	O. K.
⑥	梁 H-588×300×12×20	E1 (case4)	$\sigma_t$	138.0	$f_t$	325.0	0.43	O. K.
⑦	鉛直 ブレース $\phi$ -267.4×6.6	E1 (case4)	$\sigma_t$	298.9	$f_t$	325.0	0.92	O. K.
⑧	接続部 水平ブレース 十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	E4 (case4)	$\sigma_t$	298.8	$f_t$	325.0	0.92	O. K.
⑨	接続部 鉛直ブレース 十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	E2 (case4)	$\sigma_c$	269.3	$f_c$	296.6	0.91	O. K.

表 5. 2. 2-4(3) 断面検討結果 (燃料取扱設備支持部, 地震時)

部位*1		部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	荷重 ケース (位置)*3	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
⑩	柱	H-400×400×13×21	E4 (case4)	$\sigma_c$	33.0	$f_c$	274.7	0.13	O.K.
⑪	梁	H-350×350×12×19	E1 (case4)	$\sigma_c$	38.7	$f_c$	302.3	0.13	O.K.
⑫	水平 ブレース	十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	E1 (case4)	$\sigma_t$	60.6	$f_t$	325.0	0.19	O.K.
⑬	鉛直 ブレース	$\phi$ -355.6×7.9	E1 (case4)	$\sigma_c$	106.1	$f_c$	311.5	0.35	O.K.

\*1 : ⑩~⑬の符号は図 5. 2. 2-4 の応力検討箇所を示す

\*2 : 各部材の使用材料は, 特記なき限り, 鋼管 : STKN490B, その他 SN490B

\*3 : 図 5. 2. 1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

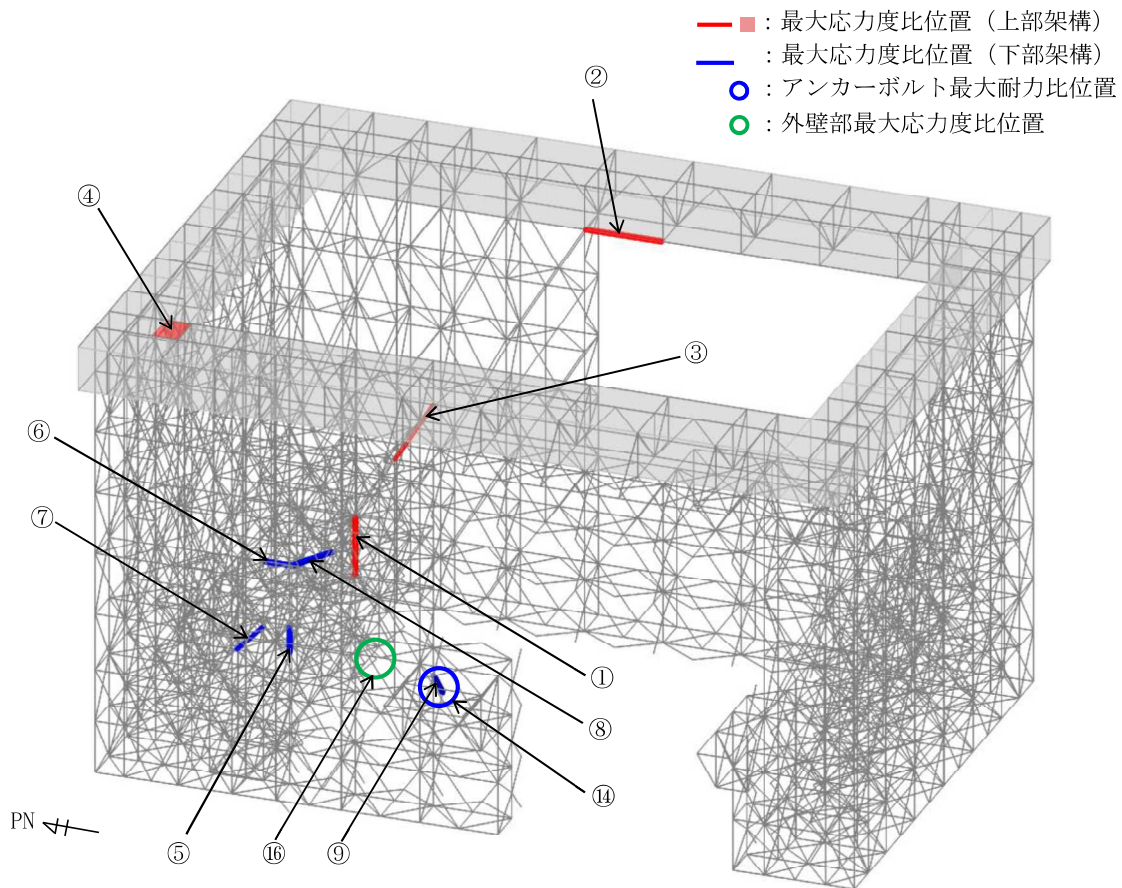


図 5. 2. 2-4(1) 最大応力度比位置図(一般部, 地震時)

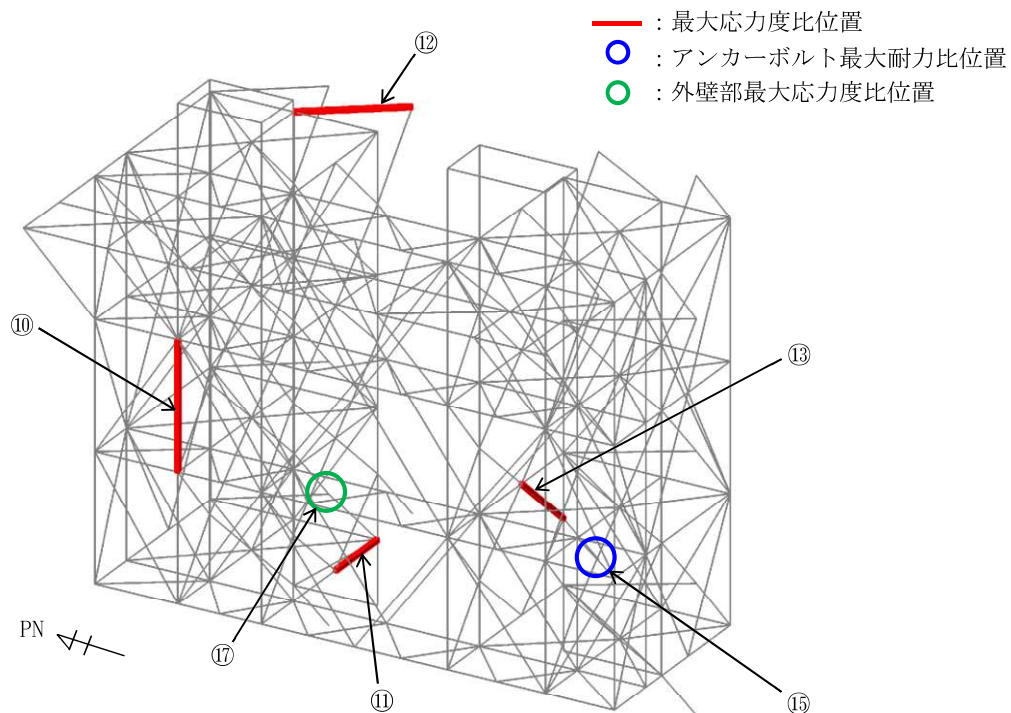


図 5. 2. 2-4(2) 最大応力度比位置図(燃料取扱設備支持部, 地震時)



### 5.2.3 屋根の構造強度に対する検討

#### (1) 断面検討

##### 1) 弦材，斜材，ブレース

部材の応力度比は，「鋼構造設計規準」に従い，下記にて検討を行う。

$$\cdot \text{軸圧縮の場合} \quad \frac{\sigma_c}{f_c} \leq 1$$

$$\cdot \text{軸引張の場合} \quad \frac{\sigma_t}{f_t} \leq 1$$

ここで，  
 $\sigma_c$  : 圧縮応力度 (N/A) (N/mm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_t$  : 引張応力度 (T/A) (N/mm<sup>2</sup>)  
N : 圧縮力 (N)，T : 引張力 (N)，A : 断面積 (mm<sup>2</sup>)  
 $f_c$  : 許容圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $f_t$  : 許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

##### 2) 検討結果

表 5.2.3-1 に応力度比が最大となる部位の断面検討結果を示す。

断面検討の結果，全ての部材に対する応力度比が 1 以下になることを確認した。

表 5. 2. 3-1(1) 断面検討結果 (常時, ガレキ撤去時)

部位*1		部材形状 (mm)	荷重 ケース (位置)*2	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
①	弦材	P-216.3φ×7.0t <STK490>	C (case1)	$\sigma_c$	48.2	$f_c$	213.1	0.23	O.K.
②	斜材	P-89.1φ×3.2t <STK400>	C (case1)	$\sigma_t$	42.3	$f_t$	156.7	0.27	O.K.
③	ブレース	1-M30 <SNR490B>	C (case1)	$\sigma_t$	107.7	$f_t$	216.7	0.50	O.K.

\*1: ①~③の符号は図 5. 2. 3-1 の応力検討箇所を示す

\*2: 図 5. 2. 1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

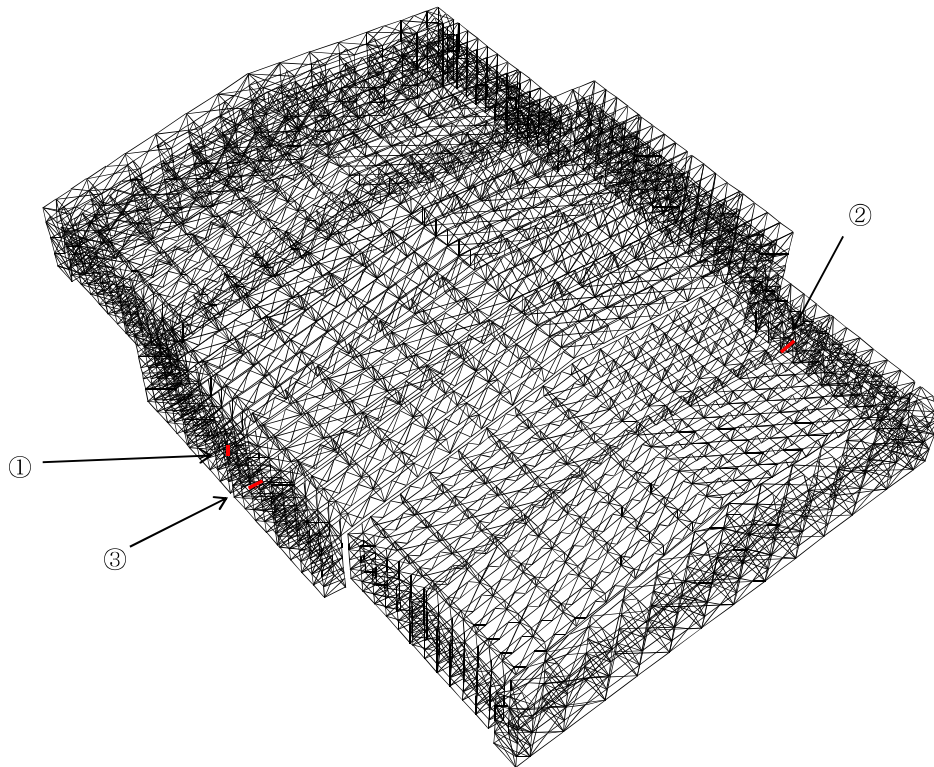


図 5. 2. 3-1 最大応力度比位置図

表 5. 2. 3-1(2) 断面検討結果 (常時, 燃料取り出し時)

部位*1		部材形状 (mm)	荷重 ケース (位置)*2	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
①	弦材	P-216.3φ×6.0t <STK490>	C (case4)	$\sigma_c$	23.4	$f_c$	214.1	0.11	O.K.
②	斜材	P-89.1φ×3.2t <STK400>	C (case4)	$\sigma_t$	32.6	$f_t$	156.7	0.21	O.K.
③	ブレース	1-M27 <SNR490B>	C (case4)	$\sigma_t$	75.0	$f_t$	216.7	0.35	O.K.

\*1: ①~③の符号は図 5. 2. 3-2 の応力検討箇所を示す

\*2: 図 5. 2. 1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

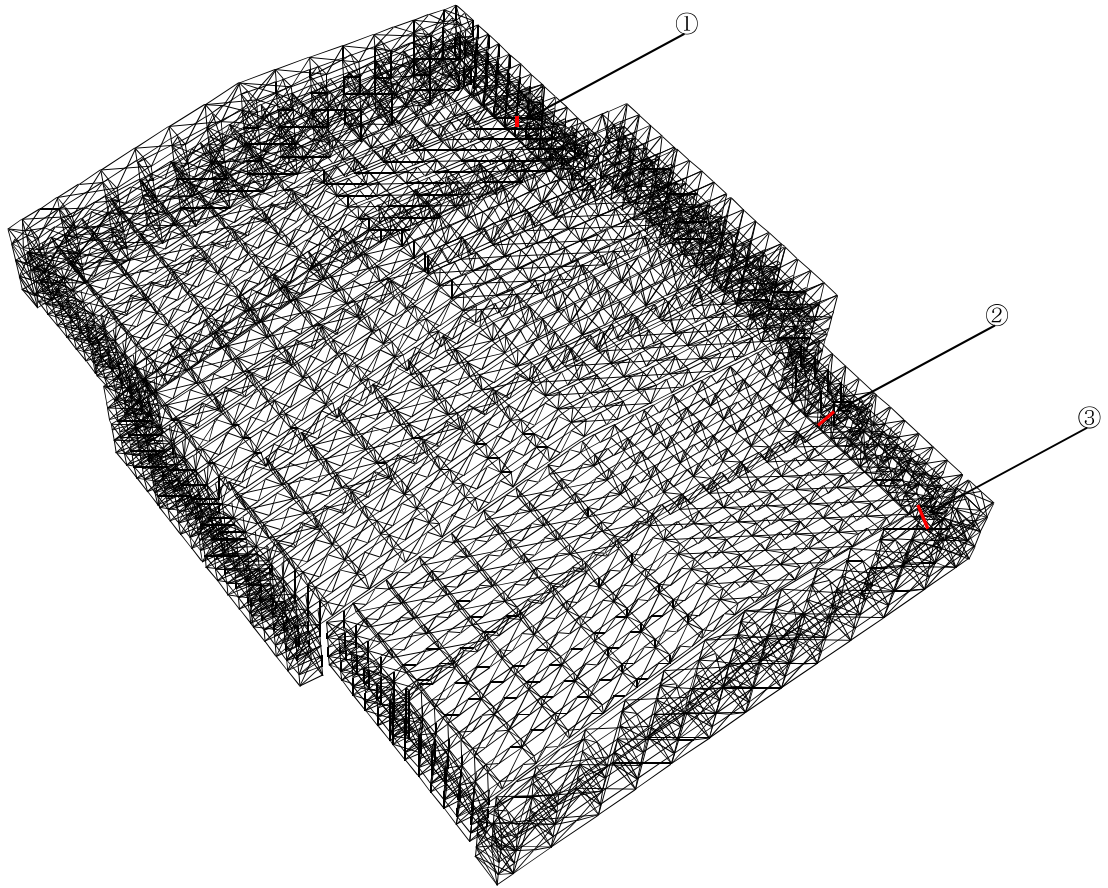


図 5. 2. 3-2 最大応力度比位置図

表 5. 2. 3-1(3) 断面検討結果 (地震時, ガレキ撤去時)

部位*1		部材形状 (mm)	荷重 ケース (位置)*2	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
①	弦材	P-216.3φ×7.0t <STK490>	E2 (case1)	$\sigma_c$	99.2	$f_c$	319.7	0.32	O.K.
②	斜材	P-89.1φ×3.2t <STK400>	E3 (case2)	$\sigma_t$	159.2	$f_t$	235.0	0.68	O.K.
③	ブレース	1-M27 <SNR490B>	E1 (case1)	$\sigma_t$	299.7	$f_t$	325.0	0.93	O.K.

\*1: ①~③の符号は図 5. 2. 3-3 の応力検討箇所を示す

\*2: 図 5. 2. 1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

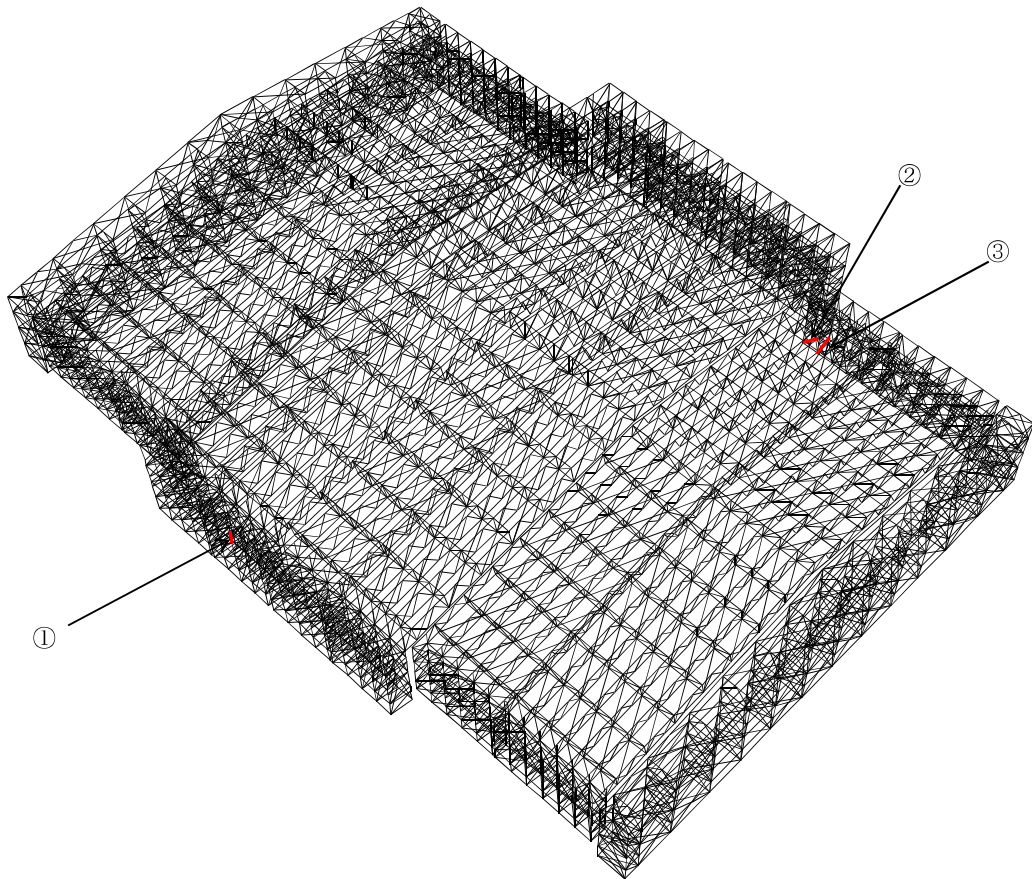


図 5. 2. 3-3 最大応力度比位置図

表 5. 2. 3-1(4) 断面検討結果 (地震時, 燃料取り出し時)

部位*1		部材形状 (mm)	荷重 ケース (位置)*2	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
①	弦材	P-216.3φ×7.0t <STK490>	E2 (case4)	$\sigma_t$	81.6	$f_t$	325.0	0.26	O.K.
②	斜材	P-89.1φ×3.2t <STK400>	E3 (case4)	$\sigma_t$	154.2	$f_t$	235.0	0.66	O.K.
③	ブレース	1-M30 <SNR490B>	E1 (case4)	$\sigma_t$	261.0	$f_t$	325.0	0.81	O.K.

\*1: ①~③の符号は図 5. 2. 3-4 の応力検討箇所を示す

\*2: 図 5. 2. 1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

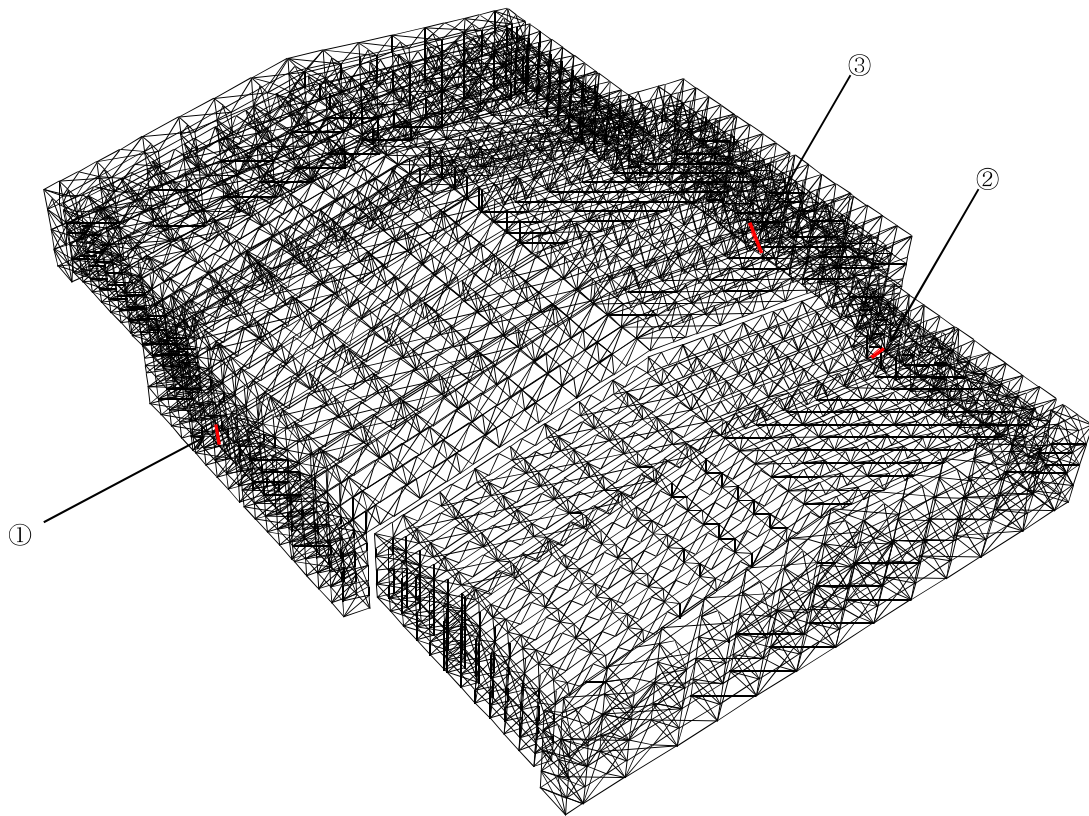


図 5. 2. 3-4 最大応力度比位置図

## 5.2.4 建屋取り合い部の構造強度に対する検討

### (1) アンカーボルトの検討（引抜き、せん断）

大型カバーはアンカーボルトにより原子炉建屋外壁に取り付く。アンカーボルトの仕様は、M33（SNR490B）の接着系アンカーボルトとし、許容耐力は「あと施工アンカー施工指針（案）（一般社団法人日本建築あと施工アンカー協会）」、「各種合成構造設計指針・同解説」に従い、原子炉建屋の設計基準強度を用いて下式によって求める。表 5.2.4-1 にアンカーボルトの許容耐力を、図 5.2.4-1 にアンカー標準図を示す。

$$pa = \min(\phi_1 \cdot pa_1, \phi_2 \cdot pa_2, \phi_3 \cdot pa_3)$$

$$qa = \min(\phi_1 \cdot qa_1, \phi_2 \cdot qa_2)$$

$\phi_1 \sim \phi_3$  : 低減係数（長期、短期）

$pa$  : 接着系アンカーボルトの許容引張力（kN/本）

$pa_1$  : アンカーボルトの降伏により決まる許容引張力（kN/本）

$pa_2$  : 躯体のコーン状破壊により決まる許容引張力（kN/本）

$pa_3$  : 付着力により決まる許容引張力（kN/本）

$qa$  : 接着系アンカーボルトの許容せん断力（kN/本）

$qa_1$  : アンカーボルトのせん断強度により決まる許容せん断力（kN/本）

$qa_2$  : 躯体の支圧強度により決まる許容せん断力（kN/本）

表 5.2.4-1 接着系アンカーボルトの許容耐力

部位		一般部	燃料取扱設備支持部	
			GL+13.7	
タイプ		標準	標準	
鋼材種類		M33	M33	
		SNR490B	SNR490B	
埋め込み長さ (mm)		345	345	
アンカーボルト間隔 (mm)		400	400	
長期	許容引張力 ( $pa_L$ ) (kN/本)	78	106	92
	許容せん断力 ( $qa_L$ ) (kN/本)	76	76	76
短期	許容引張力 ( $pa_S$ ) (kN/本)	156	212	185
	許容せん断力 ( $qa_S$ ) (kN/本)	152	152	152

アンカーボルトの検討は、建屋取り合い部に生じる最大支点反力に対し、下式にて検討を行う。

$$\frac{P}{P_a} \leq 1$$

$$\frac{Q}{Q_a} \leq 1$$

$$\left(\frac{P}{P_a}\right)^2 + \left(\frac{Q}{Q_a}\right)^2 \leq 1$$

$P_a$  : アンカーボルトの許容引張耐力 (kN)

$Q_a$  : アンカーボルトの許容せん断耐力 (kN)

$P$  : アンカーボルトの引張力 (kN)

$Q$  : アンカーボルトのせん断力 (kN)

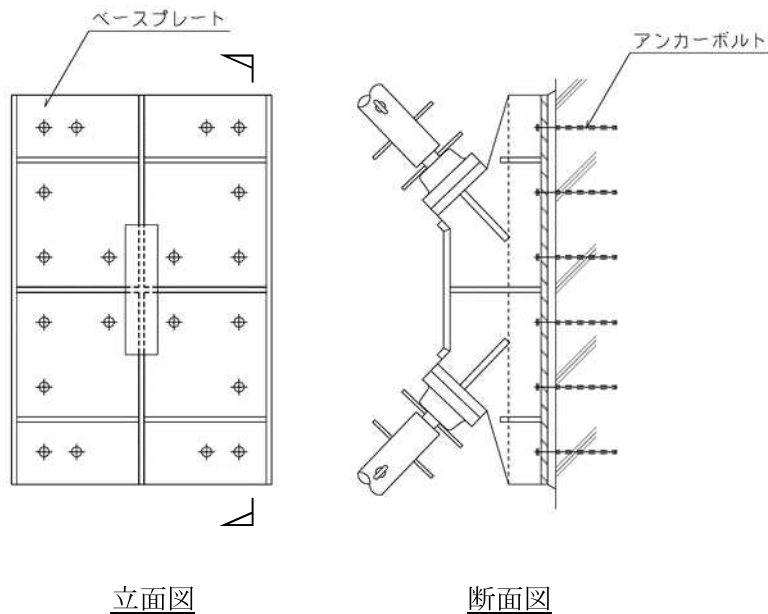


図 5.2.4-1 アンカー標準図

1) ガレキ撤去時

表 5.2.4-2 に耐力比が最大となる部位の検討結果を示す。

検討の結果、アンカーボルトの最大耐力比は 1 以下になることを確認した。

表 5.2.4-2(1) アンカーボルトの検討結果（一般部，常時）

部位*1 (アンカー本数)	荷重 ケース (位置)*2	作用応力		許容耐力		耐力比	判定
		引張力 P (kN)	せん断力 Q (kN)	許容 引張力 Pa (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)		
⑭ アンカー ボルト (12)	C (case1)	36	749	936	912	0.83	0. K.

表 5.2.4-2(2) アンカーボルトの検討結果（燃料取扱設備支持部，常時）

部位*1 (アンカー本数)	荷重 ケース (位置)*2	作用応力		許容耐力		耐力比	判定
		引張力 P (kN)	せん断力 Q (kN)	許容 引張力 Pa (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)		
⑮ アンカー ボルト (12)	C (case1)	0	349	1272	912	0.39	0. K.

\*1：図 5.2.2-1 に応力検討箇所を示す

\*2：図 5.2.1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す



表 5. 2. 4-2(3) アンカーボルトの検討結果（一般部，地震時）

部位*1 (アンカー本数)	荷重 ケース (位置)*2	作用応力		許容耐力		耐力比	判定
		引張力 P (kN)	せん断力 Q (kN)	許容 引張力 Pa (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)		
⑭ アンカー ボルト (34)	E3 (case1)	0	3412	5304	5168	0.67	0. K.

表 5. 2. 4-2(4) アンカーボルトの検討結果（燃料取扱設備支持部，地震時）

部位*1 (アンカー本数)	荷重 ケース (位置)*2	作用応力		許容耐力		耐力比	判定
		引張力 P (kN)	せん断力 Q (kN)	許容 引張力 Pa (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)		
⑮ アンカー ボルト (12)	E1 (case1)	0	474	2544	1824	0.26	0. K.

\*1：図 5. 2. 2-2 に応力検討箇所を示す

\*2：図 5. 2. 1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

2) 燃料取り出し時

表 5. 2. 4-3 に耐力比が最大となる部位の検討結果を示す。

検討の結果、アンカーボルトの最大耐力比は 1 以下になることを確認した。

表 5. 2. 4-3(1) アンカーボルトの検討結果 (一般部, 常時)

部位*1 (アンカー本数)	荷重 ケース (位置)*2	作用応力		許容耐力		耐力比	判定
		引張力 P (kN)	せん断力 Q (kN)	許容 引張力 Pa (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)		
⑭ アンカー ボルト (12)	C (case4)	0	744	936	912	0. 82	0. K.

表 5. 2. 4-3(2) アンカーボルトの検討結果 (燃料取扱設備支持部, 常時)

部位*1 (アンカー本数)	荷重 ケース (位置)*2	作用応力		許容耐力		耐力比	判定
		引張力 P (kN)	せん断力 Q (kN)	許容 引張力 Pa (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)		
⑮ アンカー ボルト (16)	C (case4)	0	770	1472	1216	0. 64	0. K.

\*1 : 図 5. 2. 2-3 に応力検討箇所を示す

\*2 : 図 5. 2. 1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

表 5. 2. 4-3(3) アンカーボルトの検討結果（一般部，地震時）

部位*1 (アンカー本数)	荷重 ケース (位置)*2	作用応力		許容耐力		耐力比	判定
		引張力 P (kN)	せん断力 Q (kN)	許容 引張力 Pa (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)		
⑭ アンカー ボルト (36)	E2 (case4)	0	3537	5616	5472	0.65	0. K.

表 5. 2. 4-3(4) アンカーボルトの検討結果（燃料取扱設備支持部，地震時）

部位*1 (アンカー本数)	荷重 ケース (位置)*2	作用応力		許容耐力		耐力比	判定
		引張力 P (kN)	せん断力 Q (kN)	許容 引張力 Pa (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)		
⑮ アンカー ボルト (12)	E1 (case4)	0	695	2544	1824	0.39	0. K.

\*1：図 5. 2. 2-4 に応力検討箇所を示す

\*2：図 5. 2. 1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

(2) 原子炉建屋外壁部の検討

原子炉建屋外壁部に生じる最大圧縮反力に対し，下式にて検討を行う。

図 5. 2. 4-2 にベースプレート標準図を示す。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} \leq 1$$

ここで，  $\sigma_c$  : 圧縮応力度 (N/A) (N/mm<sup>2</sup>)

N : 圧縮力 (N)， A : ベースプレート面積 (B×H) (mm<sup>2</sup>)

$f_c$  : 許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

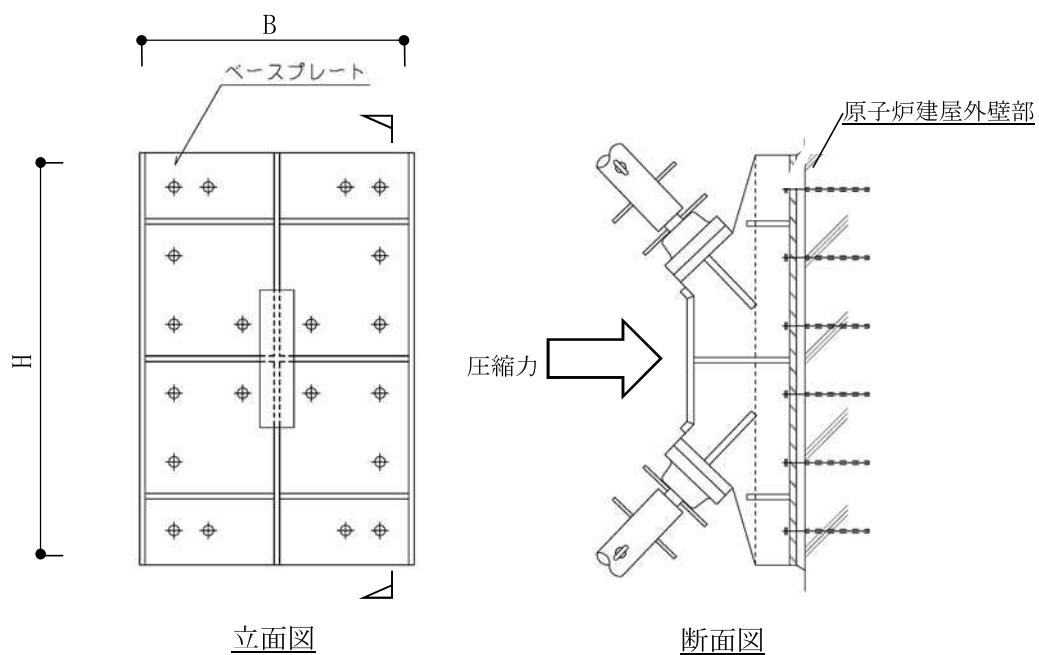


図 5. 2. 4-2 ベースプレート標準図

1) ガレキ撤去時

表 5. 2. 4-4 及び表 5. 2. 4-5 に応力度比が最大となる部位の検討結果を示す。

検討の結果，原子炉建屋外壁部の最大応力度比は 1 以下になることを確認した。

表 5. 2. 4-4(1) 外壁部の検討結果（一般部，常時）

部位 <sup>*1</sup>		荷重ケース (位置) <sup>*2</sup>	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
⑩⑥	外壁	C (case1)	0.3	7.4	0.05	O. K.

表 5. 2. 4-4(2) 外壁部の検討結果（燃料取扱設備支持部，常時）

部位 <sup>*1</sup>		荷重ケース (位置) <sup>*2</sup>	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
⑩⑦	外壁	C (case2)	0.3	7.4	0.05	O. K.

\*1：図 5. 2. 2-1 に応力検討箇所を示す

\*2：図 5. 2. 1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

表 5. 2. 4-5(1) 外壁部の検討結果（一般部，地震時）

部位 <sup>*1</sup>		荷重ケース (位置) <sup>*2</sup>	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
⑩⑥	外壁	E1 (case2)	0.6	14.8	0.05	O. K.

表 5. 2. 4-5(2) 外壁部の検討結果（燃料取扱設備支持部，地震時）

部位 <sup>*1</sup>		荷重ケース (位置) <sup>*2</sup>	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
⑩⑦	外壁	E1 (case2)	0.3	14.8	0.03	O. K.

\*1：図 5. 2. 2-2 に応力検討箇所を示す

\*2：図 5. 2. 1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

2) 燃料取り出し時の検討

表 5.2.4-6 及び表 5.2.4-7 に応力度比が最大となる部位の検討結果を示す。

検討の結果、原子炉建屋外壁部の最大応力度比は 1 以下になることを確認した。

表 5.2.4-6(1) 外壁部の検討結果 (一般部, 常時)

部位 <sup>*1</sup>		荷重ケース (位置) <sup>*2</sup>	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
⑩	外壁	C (case4)	0.3	7.4	0.05	0. K.

表 5.2.4-6(2) 外壁部の検討結果 (燃料取扱設備支持部, 常時)

部位 <sup>*1</sup>		荷重ケース (位置) <sup>*2</sup>	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
⑩	外壁	C (case4)	0.4	7.4	0.06	0. K.

\*1 : 図 5.2.2-3 に応力検討箇所を示す

\*2 : 図 5.2.1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

表 5.2.4-7(1) 外壁部の検討結果 (一般部, 地震時)

部位 <sup>*1</sup>		荷重ケース (位置) <sup>*2</sup>	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
⑩	外壁	E1 (case4)	0.6	14.8	0.05	0. K.

表 5.2.4-7(2) 外壁部の検討結果 (燃料取扱設備支持部, 地震時)

部位 <sup>*1</sup>		荷重ケース (位置) <sup>*2</sup>	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
⑩	外壁	E1 (case4)	0.5	14.8	0.04	0. K.

\*1 : 図 5.2.2-4 に応力検討箇所を示す

\*2 : 図 5.2.1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

## 5.2.5 天井クレーンの構造強度に対する検討

### (1) 断面検討

#### 1) クレーンガーダ

部材の応力度比は、「鋼構造設計規準」に従い、曲げモーメントに対して下式にて検討を行う。

$$\frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1$$

ここで、 $\sigma_b$  : 曲げ応力度 (M/Z) (N/mm<sup>2</sup>)

$f_b$  : 許容曲げ応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

#### 2) 検討結果

##### 2.1) ガレキ撤去時

表 5.2.5-1 に断面検討結果を示す。

断面検討の結果、全応力度比が 1 以下になることを確認した。

表 5.2.5-1(1) 断面検討結果 (常時)

部位	部材形状 (mm)	荷重 ケース (位置) <sup>*1</sup>	作用 応力度 (鉛直) (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (鉛直) (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
			$\sigma_b$		$f_b$			
① クレーン ガーダ	□-1500×2700 <SM490>	C (case1)	$\sigma_b$	82.3	$f_b$	216.7	0.38	O. K.

\*1 : 図 5.2.1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

表 5.2.5-1(2) 断面検討結果 (地震時)

部位	部材形状 (mm)	荷重 ケース (位置) <sup>*1</sup>	作用 応力度 (鉛直) (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (鉛直) (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
			$\sigma_b$		$f_b$			
① クレーン ガーダ	□-1500×2700 <SM490>	E2 (case1)	$\sigma_b$	82.3	$f_b$	325.0	0.26	O. K.

\*1 : 図 5.2.1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

2.2) 燃料取り出し時

表 5.2.5-2 に断面検討結果を示す。

断面検討の結果、全応力度比が 1 以下になることを確認した。

表 5.2.5-2(1) 断面検討結果 (常時)

部位	部材形状 (mm)	荷重 ケース (位置)*1	作用 応力度 (鉛直) (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (鉛直) (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
			$\sigma_b$		$f_b$			
① クレーン ガーダ	□-1500×2700 <SM490>	C (case4)	$\sigma_b$	55.6	$f_b$	216.7	0.26	O.K.

\*1 : 図 5.2.1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

表 5.2.5-2(2) 断面検討結果 (地震時)

部位	部材形状 (mm)	荷重 ケース (位置)*1	作用 応力度 (鉛直) (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (鉛直) (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
			$\sigma_b$		$f_b$			
① クレーン ガーダ	□-1500×2700 <SM490>	E2 (case4)	$\sigma_b$	55.6	$f_b$	325.0	0.18	O.K.

\*1 : 図 5.2.1-4 に燃料取扱設備の位置を示す



## 5.2.6 外装材の構造強度に対する検討

### (1) 検討箇所

大型カバーの側面を覆う外装材は、折板を用いる。強度検討は、外装材に風圧力により生じる応力度が短期許容応力度以下であることを確認する。なお、短期事象においては、暴風時の影響が支配的であることから、積雪時及び地震時の検討は省略する。検討箇所を図 5.2.6-1 に示す。

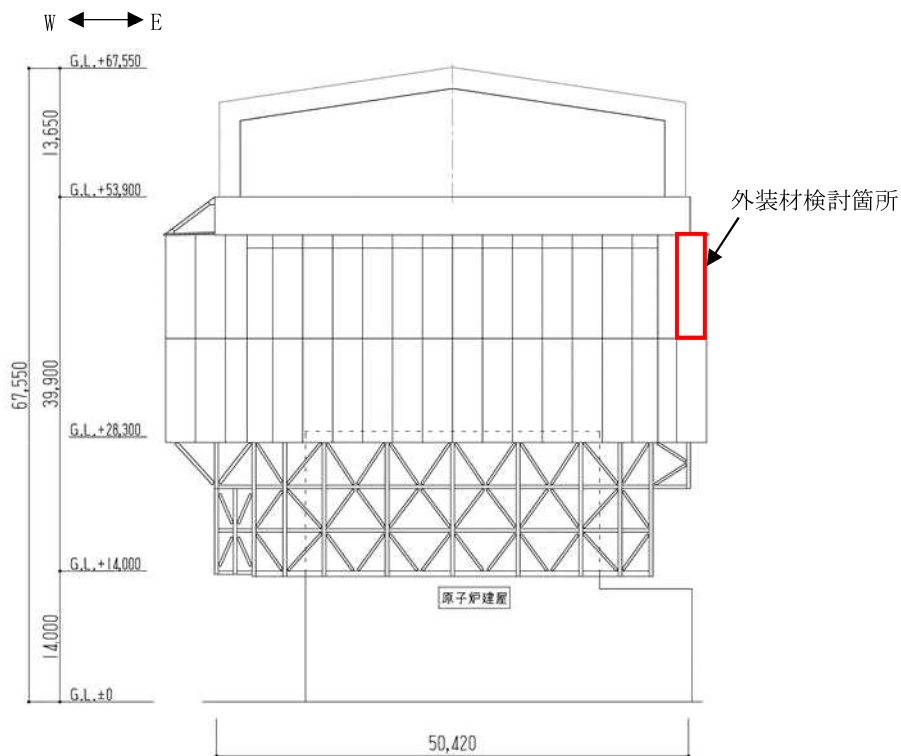


図 5.2.6-1 外装材検討箇所 (単位: mm)

(2) 設計用荷重の算定

設計用風圧力は、建築基準法施行令第 82 条の 4 及び建設省告示第 1458 号に基づき、基準風速 30m/s、地表面粗度区分Ⅱとして算定する。速度圧の算定結果を表 5.2.6-1 に、ピーク風力係数を表 5.2.6-2 に、風力係数の算定箇所を図 5.2.6-2 に示す。

表 5.2.6-1 速度圧の算定結果

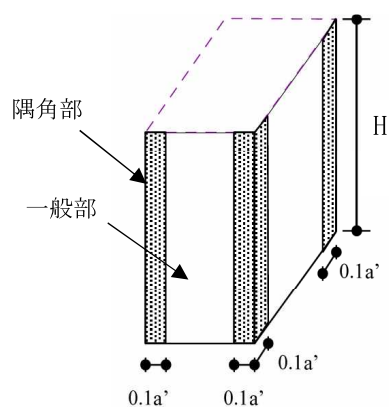
高さ* H (m)	平均風速の高さ方向の 分布を表す係数 E <sub>r</sub>	基準風速 V <sub>0</sub> (m/s)	平均速度圧 q (N/m <sup>2</sup> )
49.9	1.32	30	945

\*：高さは外装材の最頂部の高さとした

表 5.2.6-2 ピーク風力係数

高さ* H (m)	壁面		
	正圧	負圧(一般部)	負圧(隅角部)
49.9	2.43	-2.40	-3.00

\*：高さは外装材の最頂部の高さとした



a' は平面の短辺の長さ H の 2 倍の数値のうちいずれか小さな数値  
(30 を超えるときは、30 とする) (単位 : m)

図 5.2.6-2 風力係数の算定箇所のイメージ

(3) 外装材の強度検討

検討は、応力が厳しくなる部位について行う。ここでは、折板の自重は考慮しないものとする。折板の間隔は0.6mで単純支持されているものと仮定する。

外装材の材料諸元を表5.2.6-3に示す。また、検討結果を表5.2.6-4に示す。

断面検討の結果、全ての外装材に対する応力度比が1以下になることを確認した。

表 5.2.6-3 外装材の材料諸元

板厚	自重	正曲げ方向		負曲げ方向	
		断面2次 モーメント	断面係数	断面2次 モーメント	断面係数
t (mm)	G (N/m <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> /m)	Z <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> /m)	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> /m)	Z <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> /m)
0.6	59	2.31	1.67	2.31	1.67

表 5.2.6-4 応力度に対する検討結果

部位	作用応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容 応力度* (N/mm <sup>2</sup> )	応力度比	判定
外装材	78	137	0.57	O.K.

\* : 「JIS G 3321-2010」による

・ 応力度に対する検討

壁面

$$w = 945 \times (-3.00) = -2835 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$M = (1/8) \times w \times L^2 = (1/8) \times (-2835) \times 0.6^2 \times 10^{-3} = -0.13 \text{ (kNm/m)}$$

$$\sigma_b = M/Z = 0.13 \times 10^6 / (1.67 \times 10^3) = 78 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_b / f_b = 78 / 137 = 0.57 \leq 1.0 \quad \text{O.K.}$$

### 5.3 耐震性（機能維持の検討）

#### 5.3.1 検討方針

耐震性のうち機能維持の検討は、大型カバー、屋根、建屋取り合い部及び原子炉建屋について行い、1/2Ss450 に対して、これらの応答性状を適切に表現できる地震応答解析を用いて評価する。なお、地震応答解析は水平 2 方向及び鉛直方向の 3 方向の地震動を同時に入力する。

##### (1) 解析に用いる入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動の概念図を図 5.3.1-1 に示す。モデルに入力する地震動は一次元波動論に基づき、解放基盤表面で定義される地震動 1/2Ss450 に対する地盤の応答として評価する。解放基盤表面位置（G.L. -206.0m（震災前 O.P. -196.0m））における地震動 1/2Ss450 Ss-1 及び Ss-2 の加速度時刻歴波形を図 5.3.1-2～図 5.3.1-4 に示す。

地震波の入力方向は下記のように表し、3 方向の組合せを表現する。

+NS：建屋北側から南側方向への地震入力

-NS：建屋南側から北側方向への地震入力

+EW：建屋東側から西側方向への地震入力

-EW：建屋西側から東側方向への地震入力

+UD：建屋上側から下側方向への地震入力

-UD：建屋下側から上側方向への地震入力

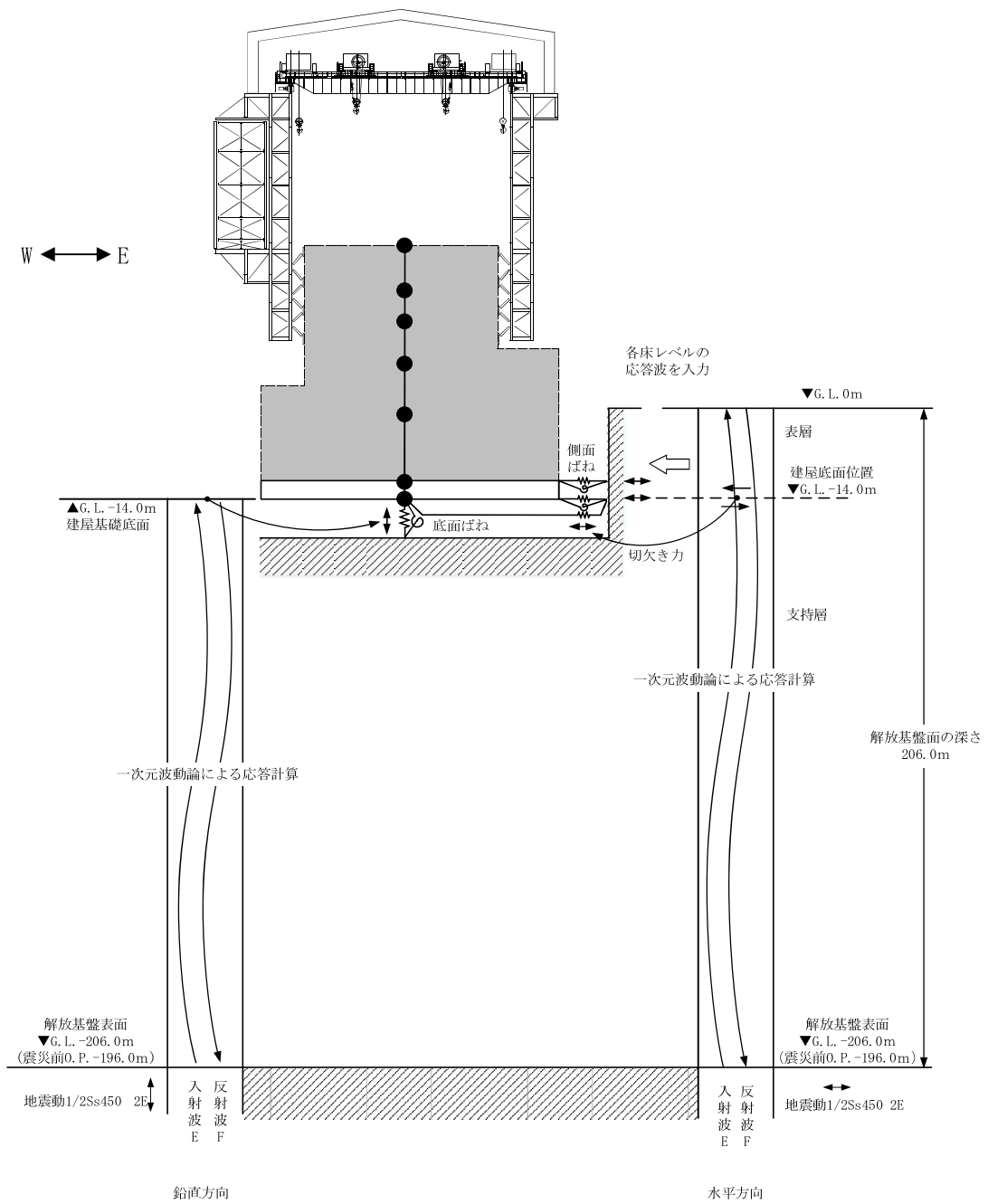
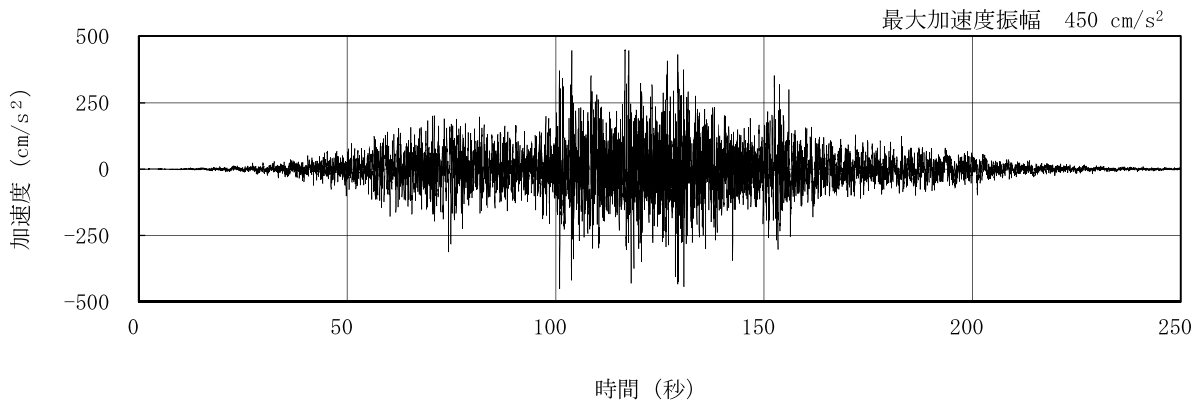
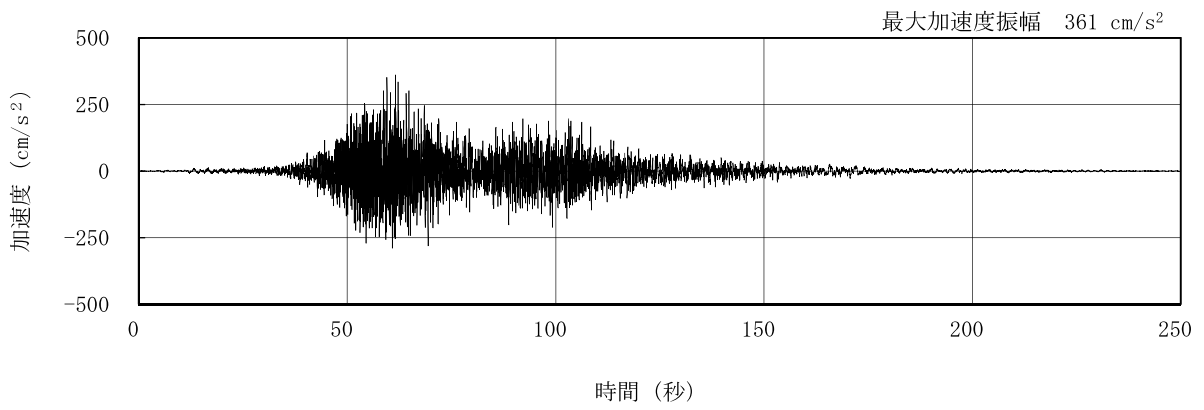


図 5.3.1-1 地震応答解析に用いる入力地震動の概念図

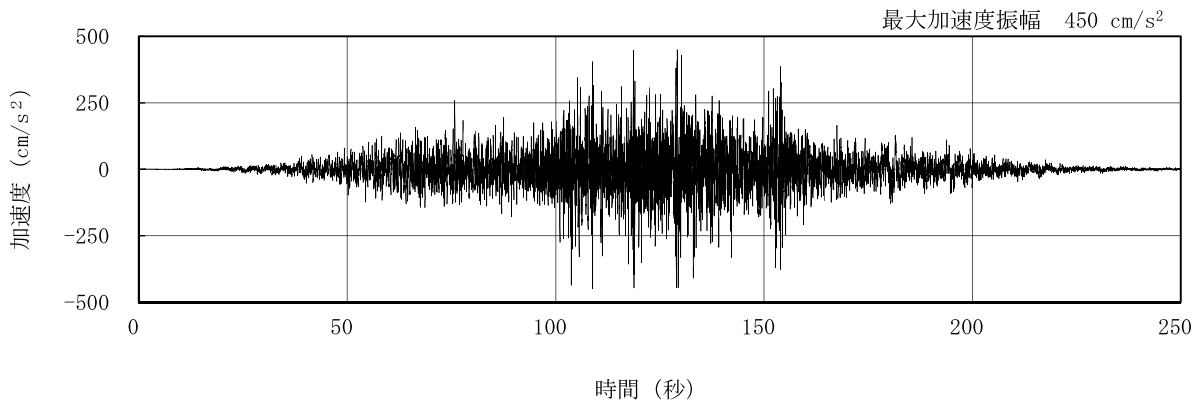


(1/2Ss450-1 NS 方向)

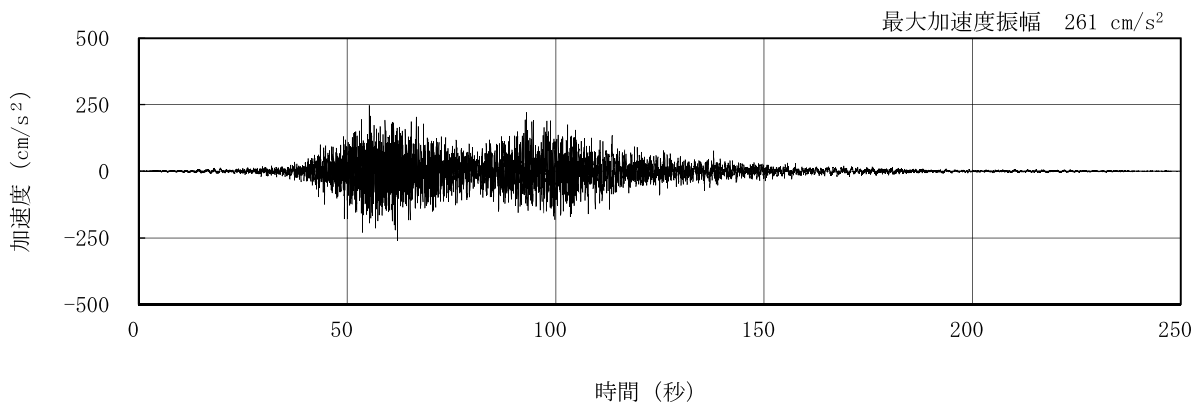


(1/2Ss450-2 NS 方向)

図 5. 3. 1-2 解放基盤表面における地震動の加速度時刻歴波形  
(NS 方向)

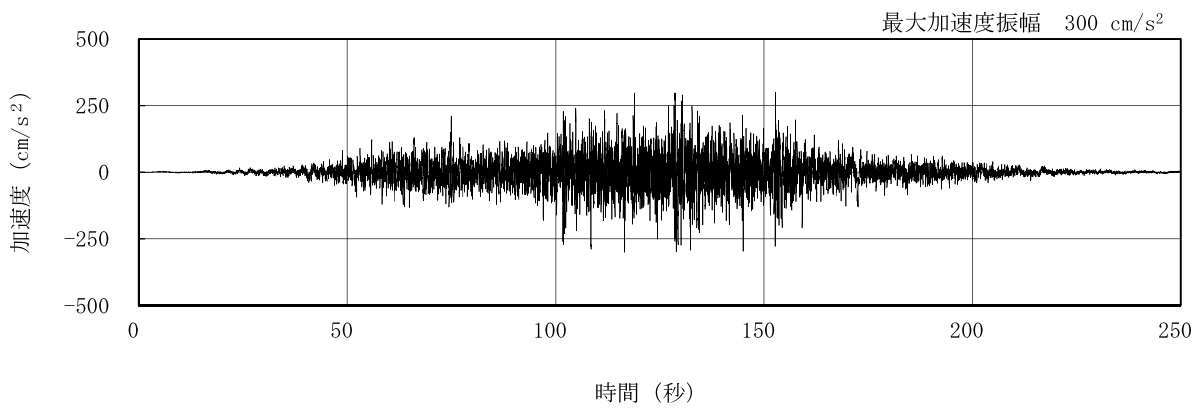


(1/2Ss450-1 EW 方向)

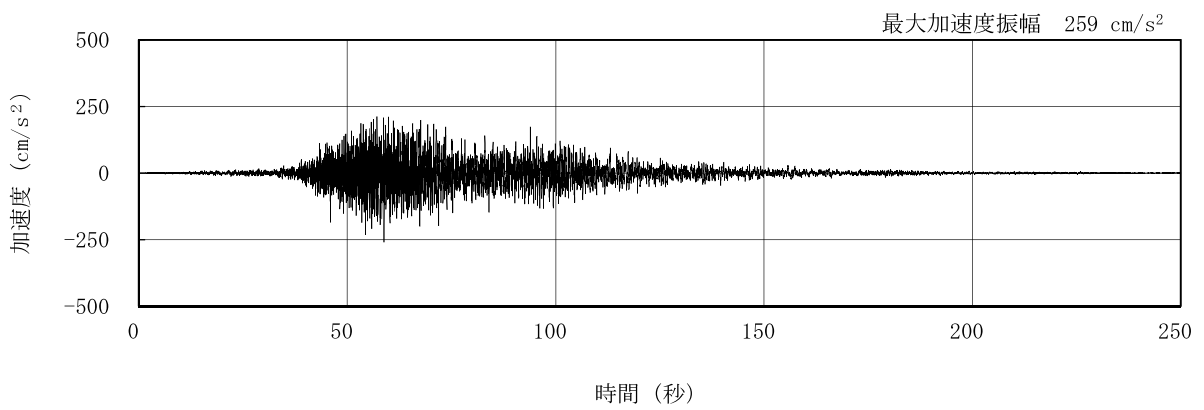


(1/2Ss450-2 EW 方向)

図 5. 3. 1-3 解放基盤表面における地震動の加速度時刻歴波形  
(EW 方向)



(1/2Ss450-1 UD 方向)



(1/2Ss450-2 UD 方向)

図 5. 3. 1-4 解放基盤表面における地震動の加速度時刻歴波形  
(鉛直方向)



## (2) 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、曲げ、せん断剛性及び軸剛性を考慮した原子炉建屋の質点系モデルの質点に、立体架構でモデル化した大型カバーを接続し、地盤との相互作用を考慮した建屋—地盤連成系モデルとする。なお、原子炉建屋の質点は炉心位置にモデル化する。解析モデルを図 5.3.1-5 に示す。

地震応答解析に用いる鉄骨の物性値を表 5.3.1-1 に示す。大型カバーの部材接合部の節点は機器荷重・仕上げ材等を考慮した重量とし、原子炉建屋の諸元は表 5.3.1-2～表 5.3.1-3 に示す諸元とする。大型カバーの柱・梁・鋼板は弾性部材とし、大型カバーのブレースは「鉄骨 X 型ブレース架構の復元力特性に関する研究」（日本建築学会構造工学論文集 37B 号 1991 年 3 月）に示されている修正若林モデルによる。また、原子炉建屋の質点系モデルは、軸方向は弾性とし、曲げとせん断に「JEAG4601-1991」に示されている非線形特性を考慮する。

大型カバーの地盤定数は、「福島第一原子力発電所『発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針』の改訂に伴う耐震安全性評価結果 中間報告書」（東京電力株式会社，平成 20 年 3 月 31 日）と同様とし、その結果を表 5.3.1-4 に示す。

原子炉建屋の地盤ばねは、「JEAG4601-1991」に示されている手法を参考にして、底面地盤を成層補正し振動アドミタンス理論によりスウェイ及びロッキングばねを、側面地盤を Novak の方法により建屋側面ばねとして評価する。NS 方向，EW 方向，UD 方向の 3 方向全ての地盤ばねが取り付いた解析モデルを用いる。

表 5.3.1-1 地震応答解析に用いる物性値

材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	減衰定数 h (%)	備考
鉄骨	$2.05 \times 10^5$	0.3	77.0	2	SS400, SN400B, SM490A, SN490B, STKN490B, TMCP325B, S45C

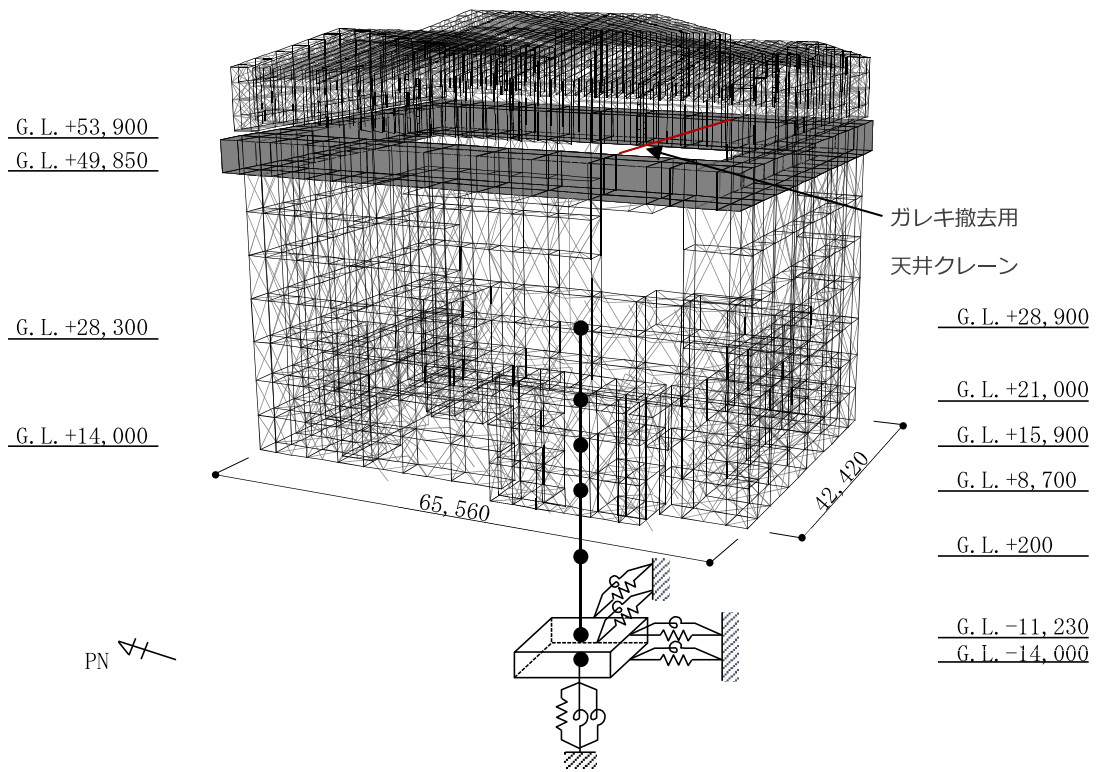


図 5. 3. 1-5 解析モデル

表 5.3.1-2(1) ガレキ撤去時の原子炉建屋の地震応答解析モデルの諸元

(a) 水平 (NS) 方向

G. L. (m)	質点重量* W (kN)	回転慣性重量 $I_G (\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}^2)$	せん断断面積 $A_S (\text{m}^2)$	断面二次モーメント I ( $\text{m}^4$ )
+28.90	58690	84.43		
			135.0	16012
+21.00	72170	103.90		
			160.8	21727
+15.90	77220	111.11		
			132.8	24274
+8.70	87200	125.53		
			155.6	36481
+0.20	162800	234.31		
			294.0	52858
-11.23	185210	266.64		
			1914.3	275530
-14.00	62400	89.83		
合計	705690			
		ヤング係数 $E_c$	$2.57 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		せん断弾性係数 $G$	$1.07 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		ポアソン比 $\nu$	0.20	
		減衰 $h$	5%	

(b) 水平 (EW) 方向

G. L. (m)	質点重量* W (kN)	回転慣性重量 $I_G (\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}^2)$	せん断断面積 $A_S (\text{m}^2)$	断面二次モーメント I ( $\text{m}^4$ )
+28.90	58690	48.33		
			102.7	9702
+21.00	72170	59.41		
			163.9	13576
+15.90	77220	63.55		
			131.6	14559
+8.70	87200	125.53		
			197.8	36427
+0.20	162800	234.31		
			294.0	52858
-11.23	185210	327.39		
			1914.3	338428
-14.00	62400	110.32		
合計	705690			
		ヤング係数 $E_c$	$2.57 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		せん断弾性係数 $G$	$1.07 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		ポアソン比 $\nu$	0.20	
		減衰 $h$	5%	

\*:「II.2.6 滞留水を貯留している (滞留している場合を含む) 建屋 添付資料-2 構造強度及び耐震性 (地下滞留水を考慮した建屋の耐震安全評価)」において用いた各階重量

表 5.3.1-2(2) ガレキ撤去時の原子炉建屋の地震応答解析モデルの諸元

(c) 鉛直方向

G. L. (m)	質点重量* W (kN)	軸断面積 $A_N$ (m <sup>2</sup> )	軸ばね剛性 $K_A$ ( $\times 10^8$ kN/m)
+28.90	58690		
		151.1	4.92
+21.00	72170		
		205.0	10.33
+15.90	77220		
		221.7	7.91
+8.70	87200		
		301.0	9.10
+0.20	162800		
		495.7	11.15
-11.23	185210		
		1914.3	177.61
-14.00	62400		
合計	705690		
		ヤング係数 $E_c$	$2.57 \times 10^7$ (kN/m <sup>2</sup> )
		せん断弾性係数 $G$	$1.07 \times 10^7$ (kN/m <sup>2</sup> )
		ポアソン比 $\nu$	0.20
		減衰 $h$	5%

\* : 「II.2.6 滞留水を貯留している（滞留している場合を含む）建屋 添付資料-2 構造強度及び耐震性（地下滞留水を考慮した建屋の耐震安全評価）」において用いた各階重量

表 5.3.1-3(1) 燃料取り出し時の原子炉建屋の地震応答解析モデルの諸元

(a) 水平 (NS) 方向

G. L. (m)	質点重量* W (kN)	回転慣性重量 $I_G (\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}^2)$	せん断断面積 $A_s (\text{m}^2)$	断面二次モーメント I ( $\text{m}^4$ )
+28.90	106080	152.60		
			135.0	16012
+21.00	72170	103.90		
			160.8	21727
+15.90	77220	111.11		
			132.8	24274
+8.70	87730	126.29		
			155.6	36481
+0.20	163140	234.80		
			294.0	52858
-11.23	185210	266.64		
			1914.3	275530
-14.00	62400	89.83		
合計	753950			
		ヤング係数 $E_c$	$2.57 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		せん断弾性係数 $G$	$1.07 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		ポアソン比 $\nu$	0.20	
		減衰 $h$	5%	

(b) 水平 (EW) 方向

G. L. (m)	質点重量* W (kN)	回転慣性重量 $I_G (\times 10^5 \text{ kN}\cdot\text{m}^2)$	せん断断面積 $A_s (\text{m}^2)$	断面二次モーメント I ( $\text{m}^4$ )
+28.90	106080	87.35		
			102.7	9702
+21.00	72170	59.41		
			163.9	13576
+15.90	77220	63.55		
			131.6	14559
+8.70	87730	126.29		
			197.8	36427
+0.20	163140	234.80		
			294.0	52858
-11.23	185210	327.39		
			1914.3	338428
-14.00	62400	110.32		
合計	753950			
		ヤング係数 $E_c$	$2.57 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		せん断弾性係数 $G$	$1.07 \times 10^7 (\text{kN}/\text{m}^2)$	
		ポアソン比 $\nu$	0.20	
		減衰 $h$	5%	

\*: 「II.2.6 滞留水を貯留している (滞留している場合を含む) 建屋 添付資料-2 構造強度及び耐震性 (地下滞留水を考慮した建屋の耐震安全評価)」において用いた各階重量にガレキ撤去等による重量増減を考慮した数値

表 5.3.1-3(2) 燃料取り出し時の原子炉建屋の地震応答解析モデルの諸元

(c) 鉛直方向

G. L. (m)	質点重量* W (kN)	軸断面積 $A_N$ (m <sup>2</sup> )	軸ばね剛性 $K_A$ ( $\times 10^8$ kN/m)
+28.90	106080		
		151.1	4.92
+21.00	72170		
		205.0	10.33
+15.90	77220		
		221.7	7.91
+8.70	87730		
		301.0	9.10
+0.20	163140		
		495.7	11.15
-11.23	185210		
		1914.3	177.61
-14.00	62400		
合計	753950		
		ヤング係数 $E_c$	$2.57 \times 10^7$ (kN/m <sup>2</sup> )
		せん断弾性係数 $G$	$1.07 \times 10^7$ (kN/m <sup>2</sup> )
		ポアソン比 $\nu$	0.20
		減衰 $h$	5%

\*:「II.2.6 滞留水を貯留している（滞留している場合を含む）建屋 添付資料-2 構造強度及び耐震性（地下滞留水を考慮した建屋の耐震安全評価）」において用いた各階重量にガレキ撤去等による重量増減を考慮した数値

表 5.3.1-4 地盤定数の設定結果

(a) 1/2Ss450-1

G. L. (m)	地質	せん断 波速度 Vs (m/s)	単位体 積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン 比 ν	せん断 弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 G <sub>0</sub> (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 G/G <sub>0</sub>	ヤング 係数 E (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰 定数 h (%)	層厚 H (m)
0.0										
-8.1	砂岩	380	17.8	0.473	2.23	2.62	0.85	6.57	3	8.1
-20.0	泥岩	450	16.5	0.464	2.73	3.41	0.80	7.99	3	11.9
-90.0		500	17.1	0.455	3.49	4.36	0.80	10.16	3	70.0
-118.0		560	17.6	0.446	4.50	5.63	0.80	13.01	3	28.0
-206.0		600	17.8	0.442	5.22	6.53	0.80	15.05	3	88.0
		(解放基盤)	700	18.5	0.421	9.24	9.24	1.00	26.26	-

(b) 1/2Ss450-2

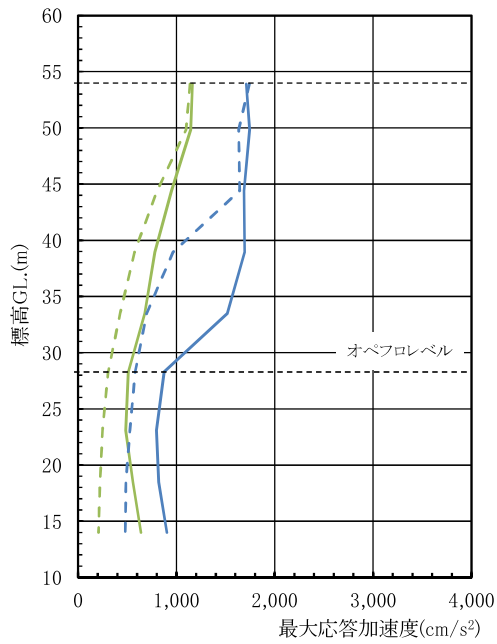
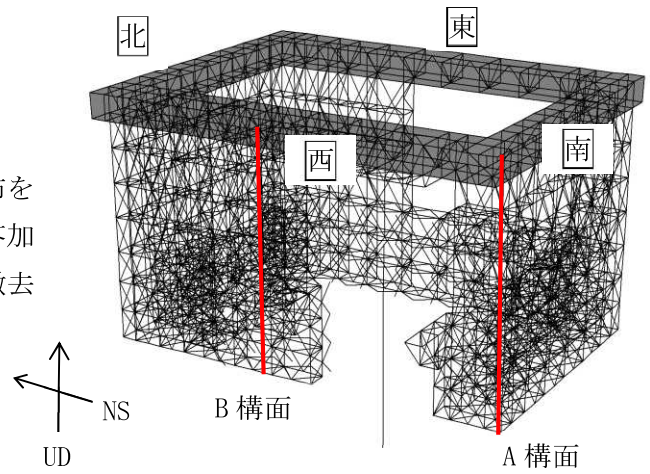
G. L. (m)	地質	せん断 波速度 Vs (m/s)	単位体 積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン 比 ν	せん断 弾性係数 G (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 G <sub>0</sub> (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 G/G <sub>0</sub>	ヤング 係数 E (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	減衰 定数 h (%)	層厚 H (m)
0.0										
-8.1	砂岩	380	17.8	0.473	2.33	2.62	0.89	6.86	3	8.1
-20.0	泥岩	450	16.5	0.464	3.03	3.41	0.89	8.87	3	11.9
-90.0		500	17.1	0.455	3.88	4.36	0.89	11.29	3	70.0
-118.0		560	17.6	0.446	5.01	5.63	0.89	14.49	3	28.0
-206.0		600	17.8	0.442	5.81	6.53	0.89	16.76	3	88.0
		(解放基盤)	700	18.5	0.421	9.24	9.24	1.00	26.26	-

### 5.3.2 大型カバーの耐震性に対する検討

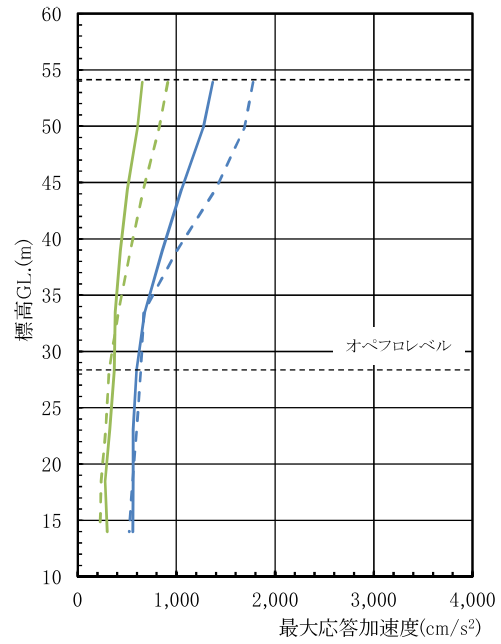
#### (1) 地震応答解析結果

##### 1) ガレキ撤去時

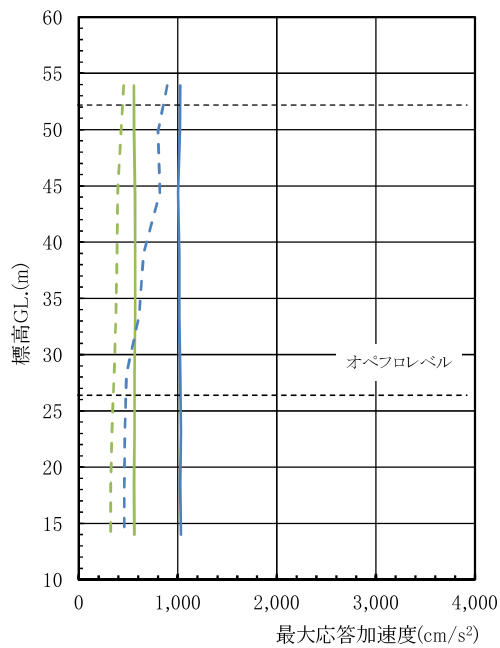
ガレキ撤去時の一般部の最大応答加速度分布を図 5.3.2-1 に、燃料取扱設備支持部の最大応答加速度分布を図 5.3.2-2 に示す。なお、ガレキ撤去用天井クレーン位置は case1 とする。



(a) 水平(NS)成分 (A, B構面)



(b) 水平(EW)成分 (A, B構面)



(c) 鉛直(UD)成分 (A, B構面)

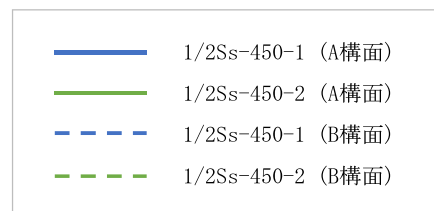
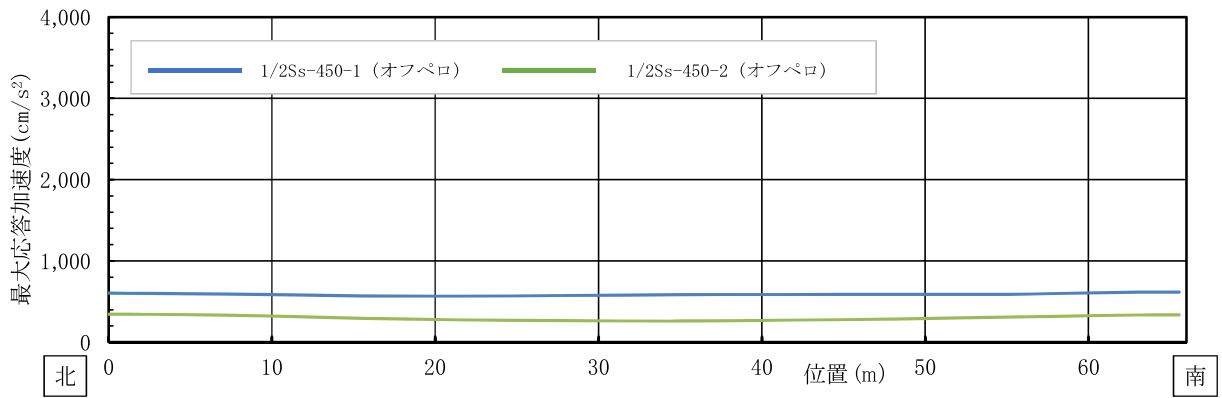
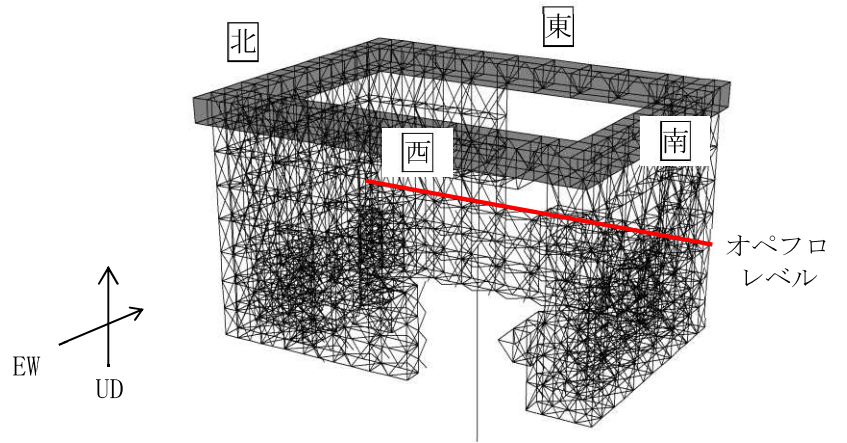
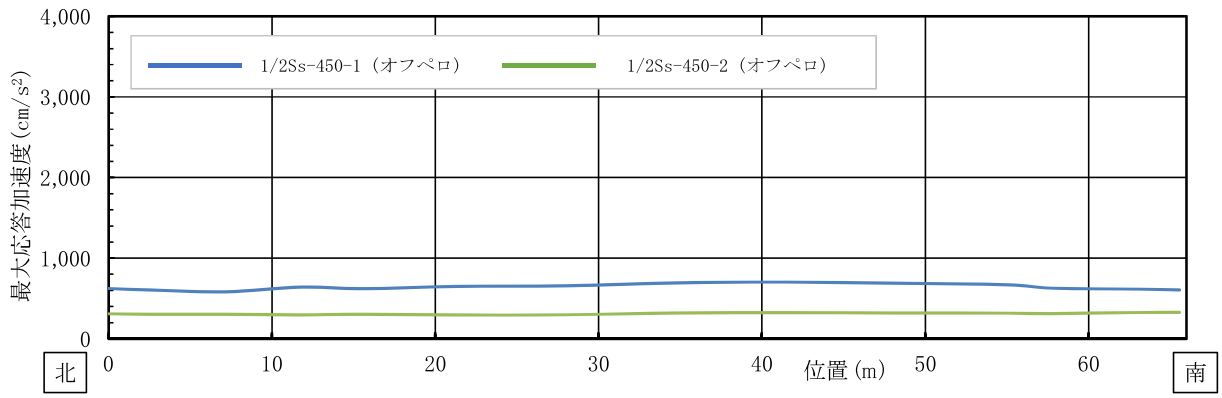


図 5.3.2-1(1) NS・EW・UD 方向 最大応答加速度分布(一般部)

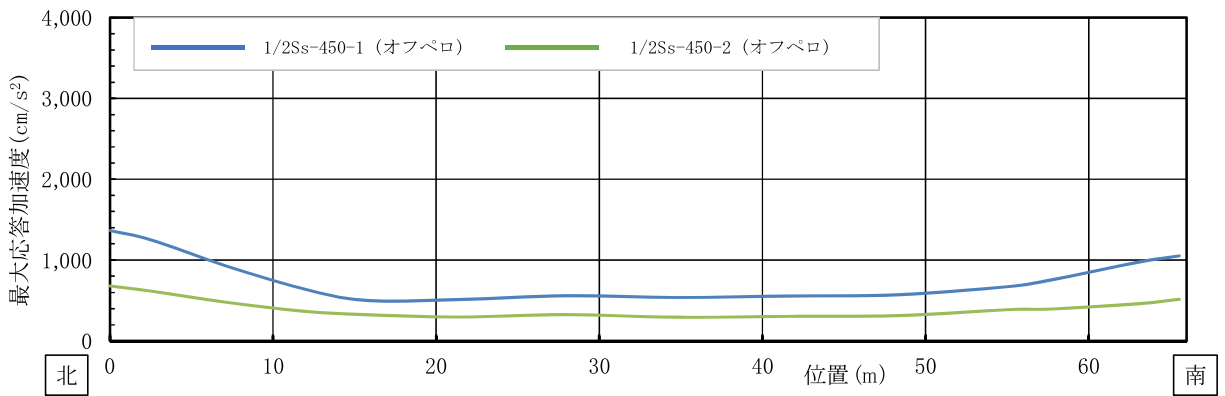




(d) 水平(NS)成分 (オペフロレベル)

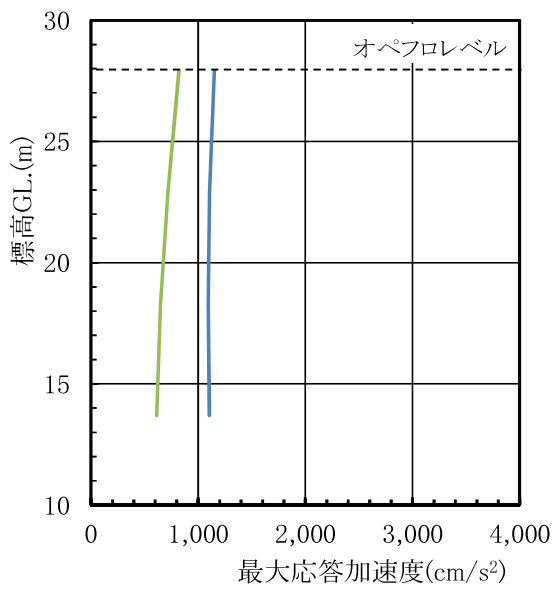
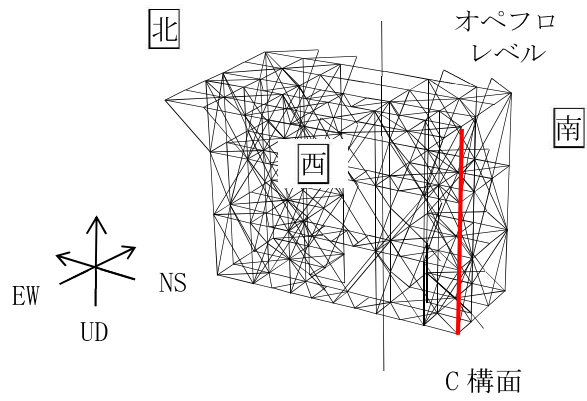


(e) 水平(EW)成分 (オペフロレベル)

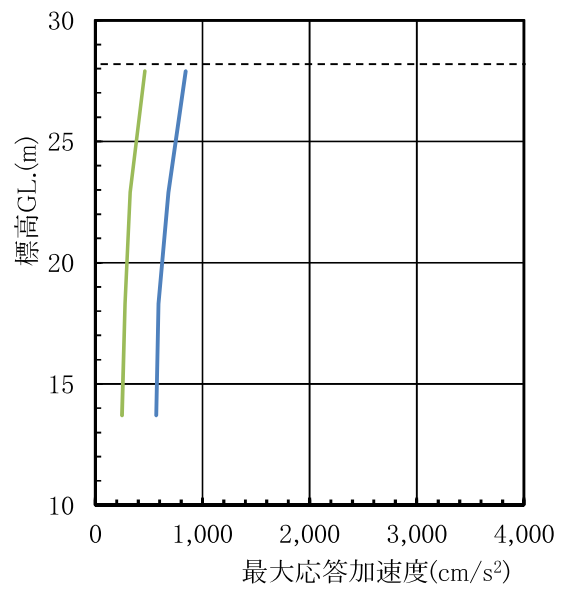


(f) 鉛直(UD)成分 (オペフロレベル)

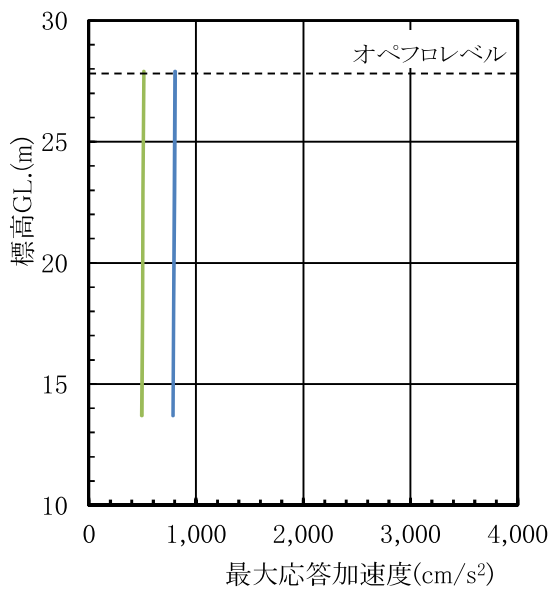
図 5.3.2-1(2) NS・EW・UD 方向 最大応答加速度分布(一般部)



(a) 水平(NS)成分 (C構面)



(b) 水平(EW)成分 (C構面)



(c) 鉛直(UD)成分 (C構面)

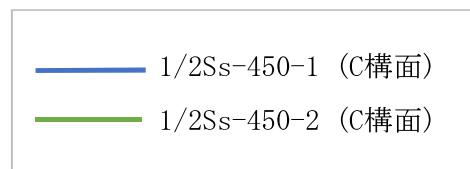
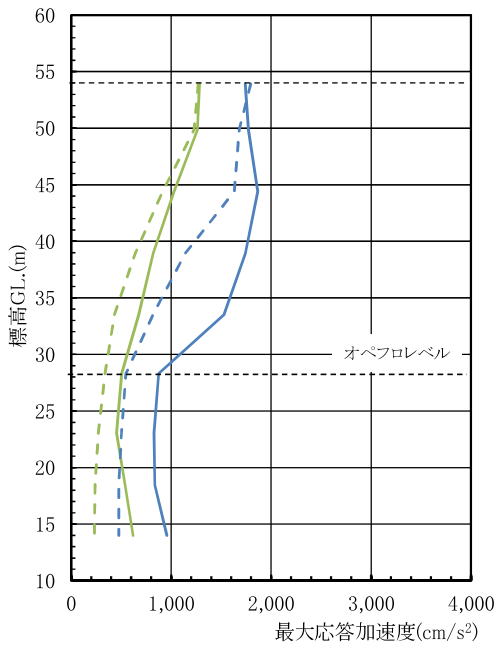
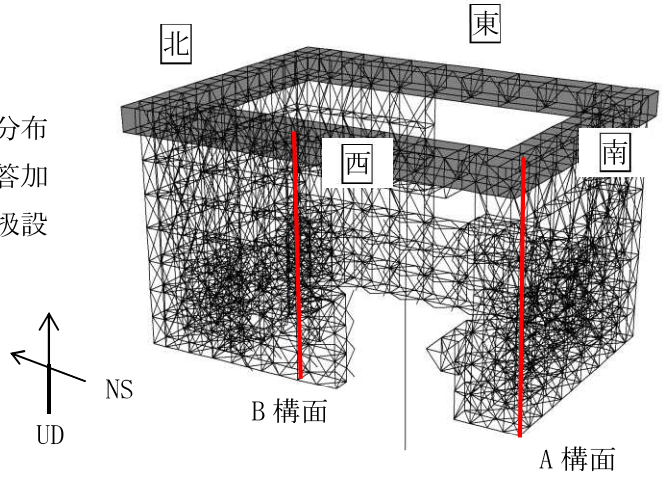


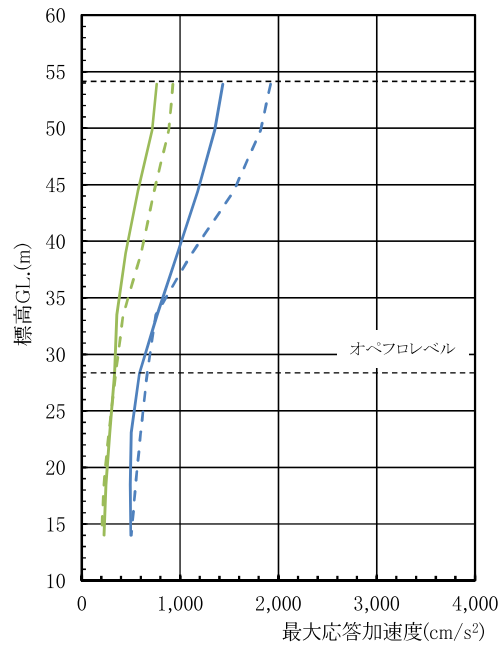
図 5.3.2-2 NS・EW・UD 方向 最大応答加速度分布(燃料取扱設備支持部)

2) 燃料取り出し時

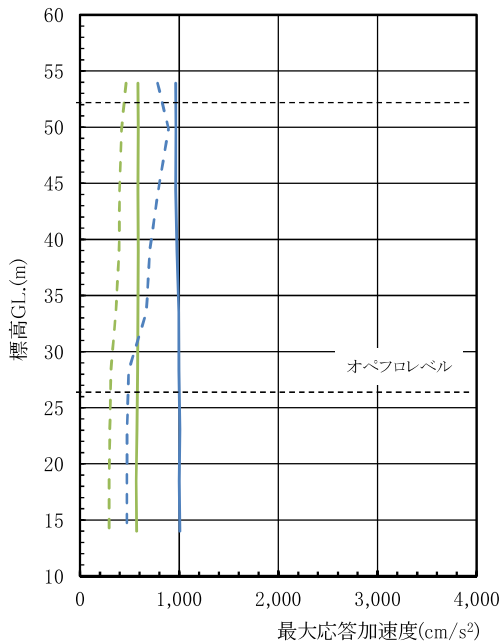
燃料取り出し時の一般部の最大応答加速度分布を図 5. 3. 2-3 に、燃料取扱設備支持部最大応答加速度分布を図 5. 3. 2-4 に示す。なお、燃料取扱設備位置は case4 とする。



(a) 水平(NS)成分 (A, B構面)



(b) 水平(EW)成分 (A, B構面)



(c) 鉛直(UD)成分 (A, B構面)

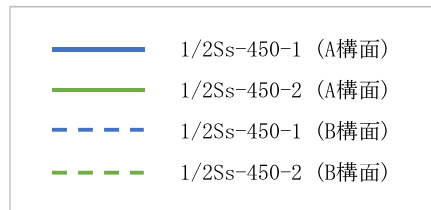
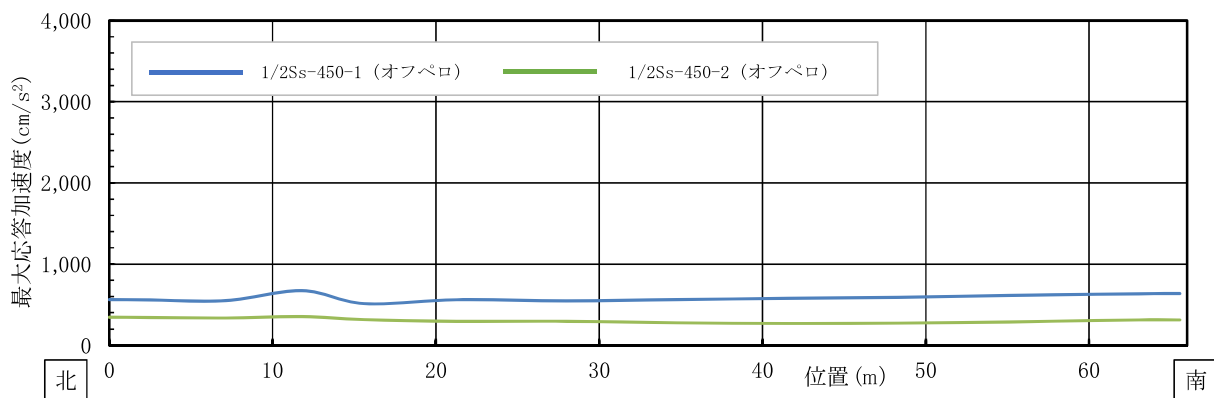
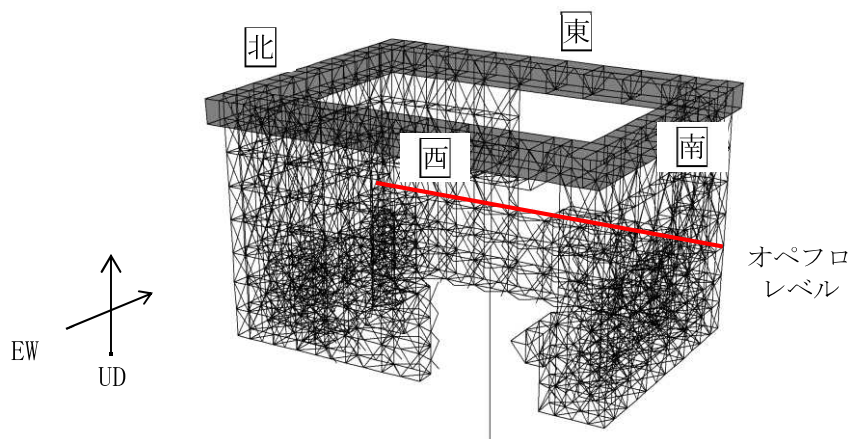
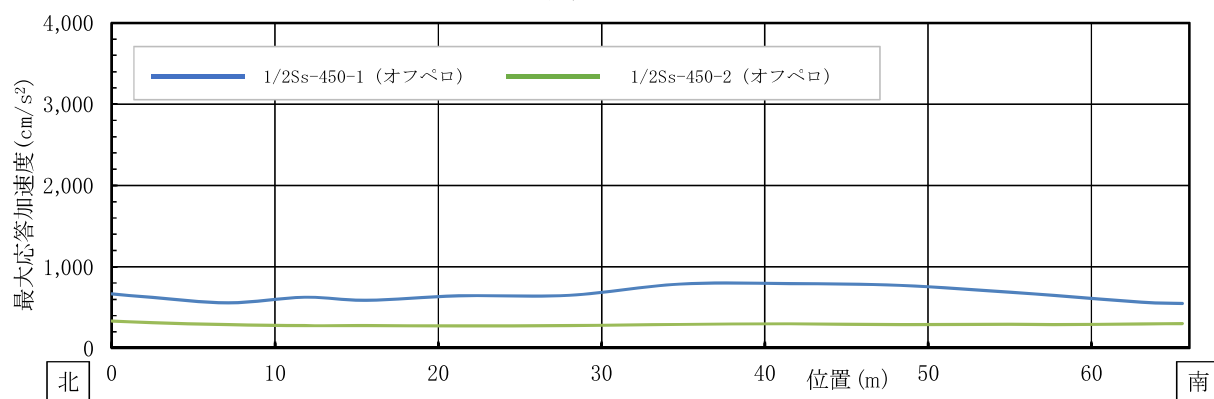


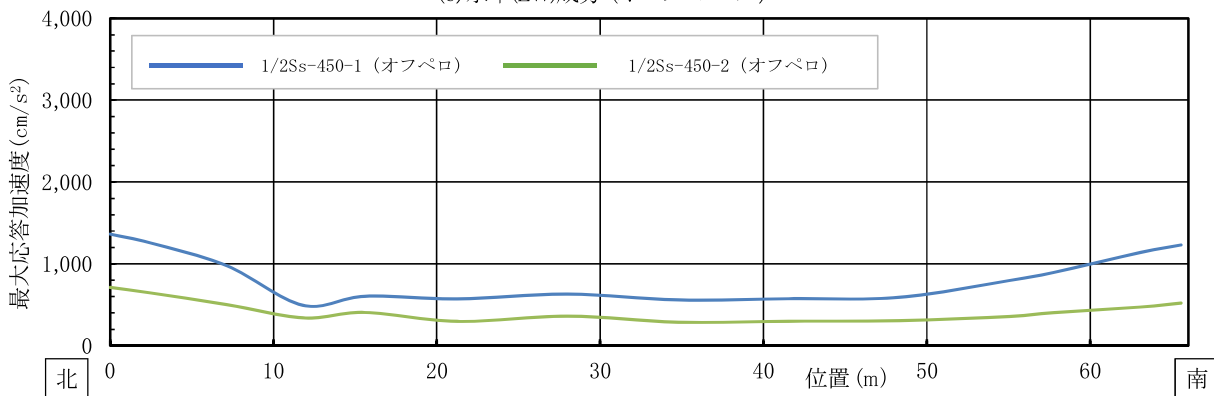
図 5. 3. 2-3(1) NS・EW・UD 方向 最大応答加速度分布(一般部)



(d) 水平(NS)成分 (オペフロレベル)

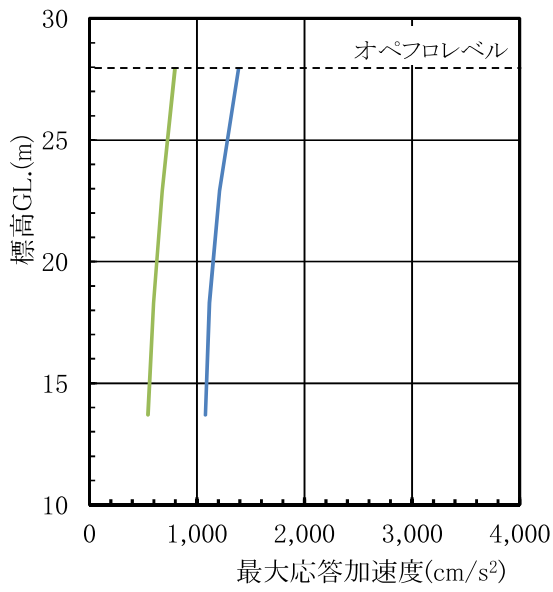
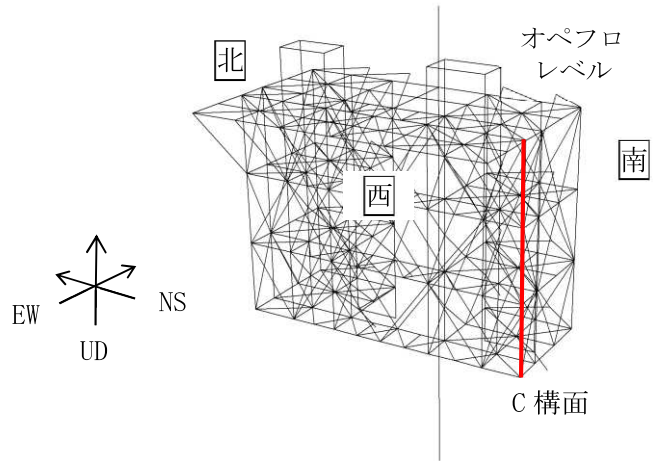


(e) 水平(EW)成分 (オペフロレベル)

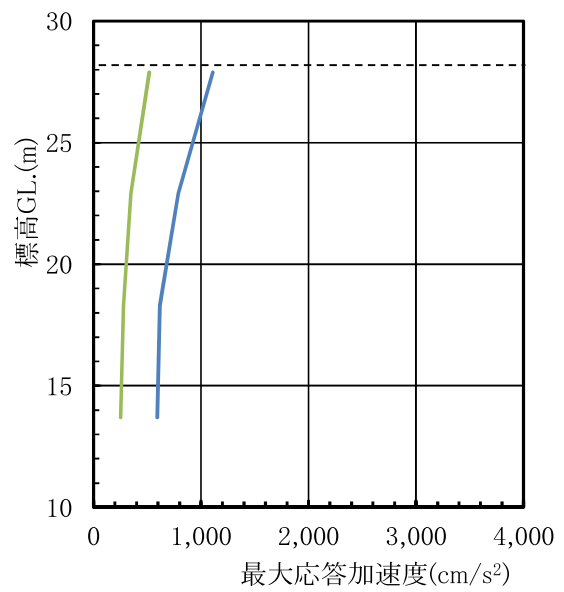


(f) 鉛直(UD)成分 (オペフロレベル)

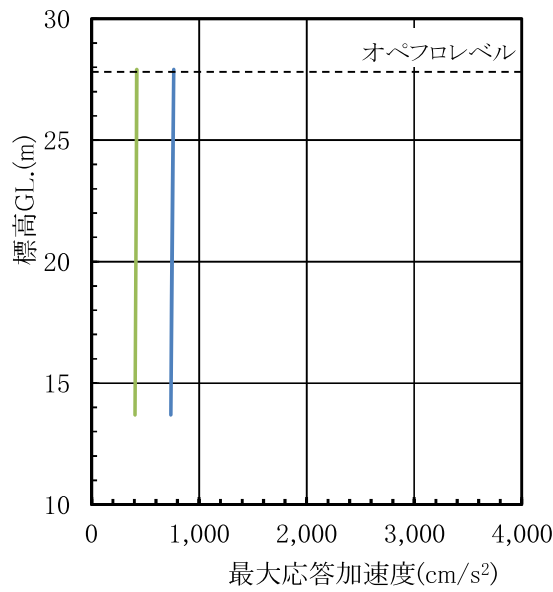
図 5. 3. 2-3(2) NS・EW・UD 方向 最大応答加速度分布 (一般部)



(a) 水平(NS)成分 (C構面)



(b) 水平(EW)成分 (C構面)



(c) 鉛直(UD)成分 (C構面)

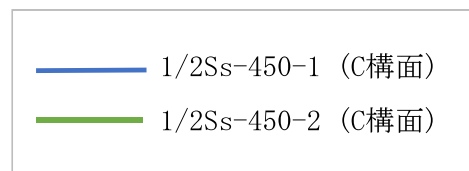


図 5.3.2-4 NS・EW・UD 方向 最大応答加速度分布(燃料取扱設備支持部)

## (2) 機能維持の検討

地震応答解析結果が、JSCA 性能設計説明書 2017 年版（社団法人日本建築構造技術者協会，2018 年）を参考に定めたクライテリア（「層間変形角は 1/75 以下，層の塑性率は 4 以下，部材の塑性率は 5 以下」\*）を満足することを確認する。なお，大型カバーは立体架構による検討のため，JSCA 性能メニューのうち層の塑性率の評価を省略する。

また，主要架構（柱，梁）の解析結果が「時刻歴応答解析建築物性能評価業務方法書」（財団法人日本建築センター，平成 19 年 7 月 20 日）に示されるクライテリア（層間変形角は 1/100 以下，層の塑性率は 2 以下，部材の塑性率は 4 以下）を超える場合には水平変形に伴う鉛直荷重の付加的影響を考慮した解析を実施し，安全性を確認する。

\*：北村春幸，宮内洋二，浦本弥樹「性能設計における耐震性能判断基準値に関する研究」，日本建築学会構造系論文集，第 604 号，2006 年 6 月

### 1) 層間変形角の検討

#### a) ガレキ撤去時

最大応答層間変形角を表 5.3.2-1 に示す。

検討の結果，最大応答層間変形角は 1/75 以下となりクライテリアを満足することを確認した。

表 5.3.2-1 一般部の最大応答層間変形角の検討結果

検討箇所	地震波 (位置) <sup>*1</sup>	方向	応答値	クライテリア	判定
南北側 G. L. +53.9(m) ～G. L. +28.3(m) h =25.6(m)	1/2Ss450-1 (case1)	NS	1/167	1/75	O. K.
東西側 G. L. +53.9(m) ～G. L. +28.3(m) h =25.6(m)	1/2Ss450-1 (case1)	EW	1/176	1/75	O. K.

\*1：図 5.2.1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

b) 燃料取り出し時

最大応答層間変形角を表 5.3.2-2 に示す。

検討の結果，最大応答層間変形角は 1/75 以下となりクライテリアを満足することを確認した。

表 5.3.2-2 一般部の最大応答層間変形角の検討結果

検討箇所	地震波 (位置)*1	方向	応答値	クライテリア	判定
南北側 G. L. +53.9 (m) ～G. L. +28.3 (m) h=25.6 (m)	1/2Ss450-1 (case4)	NS	1/160	1/75	O. K.
東西側 G. L. +53.9 (m) ～G. L. +28.3 (m) h=25.6 (m)	1/2Ss450-1 (case4)	EW	1/163	1/75	O. K.

\*1：図 5.2.1-4 に燃料取扱設備の位置を示す

2) 断面検討

部材の応答結果が塑性化する箇所があるため，断面検討結果は応力度比または塑性率で示す。

部材の応力度比は，軸力と各許容応力度との比で表される。部材の塑性率は，引張及び圧縮に対して最大軸力時のひずみを引張耐力又は座屈耐力時のひずみで除した値で表される。表 5.3.2-3 及び 5.3.2-4 に断面検討結果を示す。なお，各許容応力度，引張耐力及び座屈耐力算定時の材料強度は「平成 12 年建設省告示第 2464 号」に定められた基準強度 F 値の 1.1 倍を用いる。

a) ガレキ撤去時

表 5.3.2-3 に応力度比が最大となる部位の断面検討結果を示す。断面検討の結果、全ての部材の応力度比が 1 以下または、塑性率が 5 以下になることを確認した。

表 5.3.2-3(1) 断面検討結果（一般部，1/2Ss450 地震時，応力度比）上部架構

部位*1		部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	地震波 (位置)*3	入力 方向	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
①	柱	H-428×407×20×35	1/2Ss450-1 (case1)	-NS-EW-UD	$\sigma_c$	286.2	$f_c$	344.0	0.84	O. K.
②	梁	B[-300×220×16×25	1/2Ss450-1 (case1)	-NS-EW+UD	$\sigma_c$	175.1	$f_c$	322.9	0.55	O. K.
③	ブレース	$\phi$ -355.6×7.9	1/2Ss450-1 (case1)	-NS+EW+UD	$\sigma_c$	251.3	$f_c$	337.2	0.75	O. K.
④	鋼板	PL-16 〈SN400B〉	1/2Ss450-1 (case1)	+NS+EW+UD	$\sigma_x$	45.9	$f_t$	258.0	0.63	O. K.
					$\sigma_y$	15.0				
					$\tau_{xy}$	90.7				

表 5.3.2-3(2) 断面検討結果（一般部，1/2Ss450 地震時，塑性率）上部架構

部位*1		部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	地震波 (位置)*3	入力 方向	塑性率	判定
⑤	鉛直ブレース	$\phi$ -267.4×6.6	1/2Ss450-1 (case1)	+NS-EW-UD	2.15	O. K.

表 5.3.2-3(3) 断面検討結果（一般部，1/2Ss450 地震時，応力度比）下部架構

部位*1		部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	地震波 (位置)*3	入力 方向	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
⑥	柱	H-400×400×13×21	1/2Ss450-1 (case1)	-NS+EW-UD	$\sigma_c$	273.6	$f_c$	320.4	0.86	O. K.
⑦	梁	H-588×300×12×20	1/2Ss450-1 (case1)	+NS+EW+UD	$\sigma_t$	235.8	$f_t$	357.5	0.66	O. K.



表 5. 3. 2-3(4) 断面検討結果（一般部，1/2Ss450 地震時，塑性率）下部架構

部位*1	部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	地震波 (位置)*3	入力 方向	塑性率	判定
⑧	鉛直ブレース $\phi$ -267.4×6.6	1/2Ss450-1 (case1)	+NS+EW-UD	2.42	O. K.
⑨	接続部水平ブレース 十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	1/2Ss450-1 (case1)	+NS-EW-UD	2.82	O. K.
⑩	接続部鉛直ブレース 十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	1/2Ss450-1 (case1)	+NS+EW+UD	1.96	O. K.

表 5. 3. 2-3(5) 断面検討結果（燃料取扱設備支持部，1/2Ss450 地震時，応力度比）

部位*1	部材形状 (mm) 〈使用材料*2〉	地震波 (位置)*3	入力 方向	作用 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		応力 度比	判定
⑪	柱 H-400×400×13×21	1/2Ss450-1 (case1)	-NS-EW+UD	$\sigma_c$	37.9	$f_c$	326.1	0.12	O. K.
⑫	梁 H-350×350×12×19	1/2Ss450-1 (case1)	+NS-EW-UD	$\sigma_t$	77.5	$f_t$	357.5	0.22	O. K.
⑬	水平 ブレース 十字 PL (PL-28×210 +2PL-28×91)	1/2Ss450-1 (case1)	+NS-EW-UD	$\sigma_t$	167.1	$f_t$	357.5	0.47	O. K.
⑭	鉛直 ブレース $\phi$ -355.6×7.9	1/2Ss450-1 (case1)	+NS-EW-UD	$\sigma_c$	144.2	$f_c$	349.6	0.42	O. K.

\*1：①～⑭の符号は図 5. 3. 2-5 の応力検討箇所を示す

\*2：特記なき限り，各部材の使用材料は，鋼管：STKN490B，その他は SN490B

\*3：図 5. 2. 1-3 にガレキ撤去用天井クレーンの位置を示す

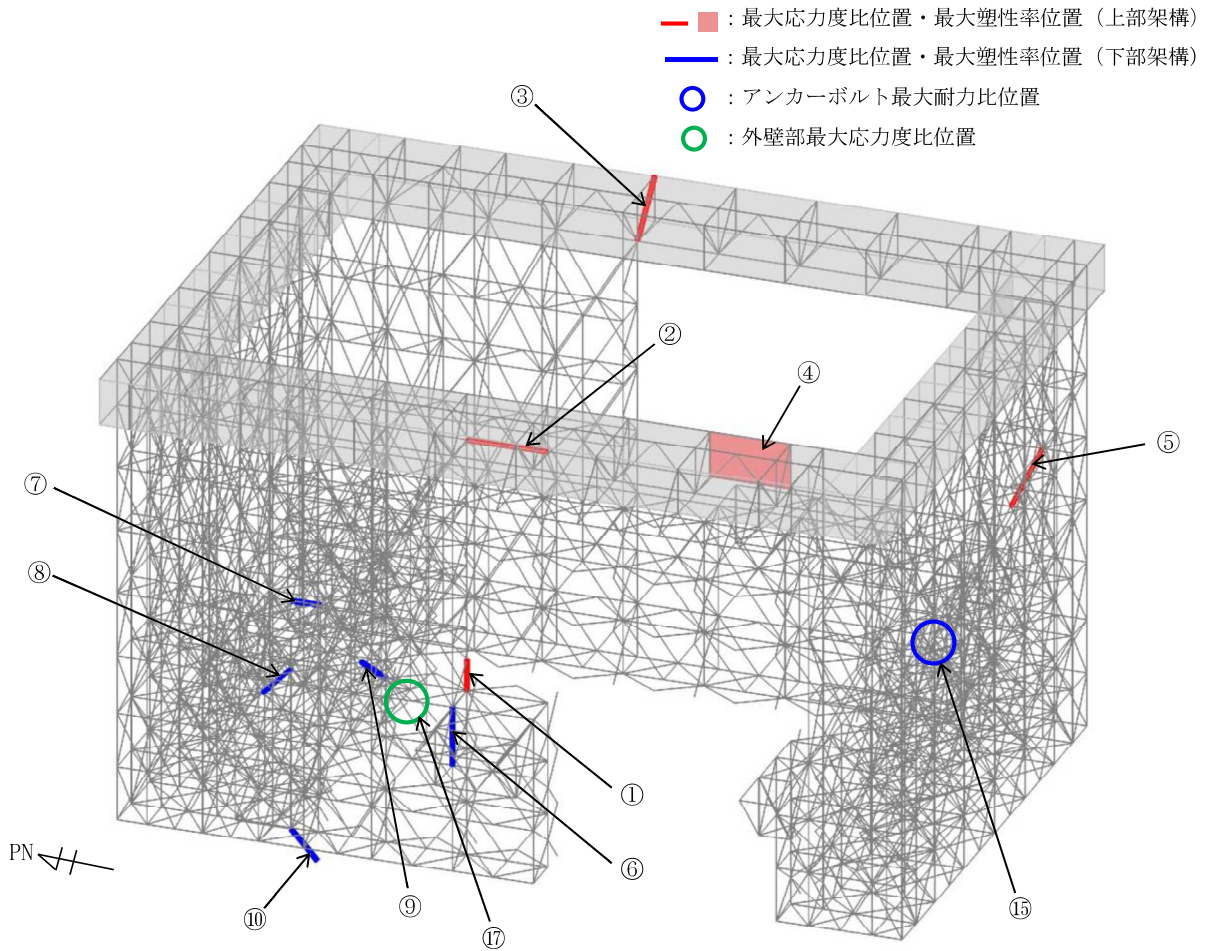


図 5.3.2-5(1) 最大応力度比位置図(一般部, 1/2Ss450 地震時)

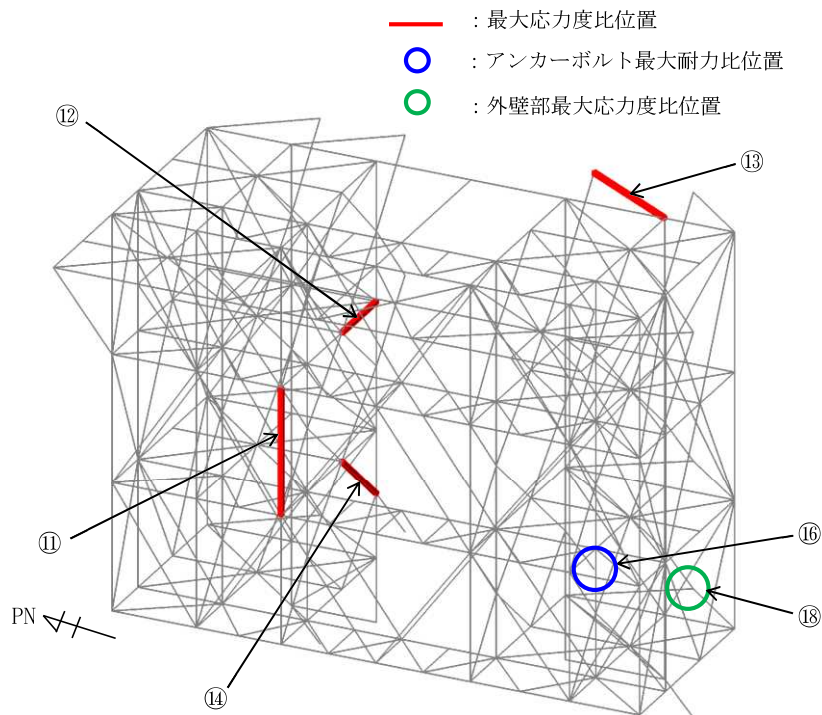


図 5.3.2-5(2) 最大応力度比位置図(燃料取扱設備支持部, 1/2Ss450 地震時)