

図 4-1 解析モデル(水平方向)

表 4-1 解析モデルの諸元(NS 方向)

質点 番号	高さ T.P.(m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 ( $\times 10^2$ kN $\cdot$ m $^2$ )	部材 番号	せん断 断面積 (m $^2$ )	断面二次 モーメント (m $^4$ )
1	33.10	6155	742	-	-	-
2	28.60	52990	99047	1	13.7	311
3	21.10	86842	158868	2	61.2	15850
4	14.60	117328	196133	3	125.0	28330
5	8.10	182339	309890	4	213.0	42910
6	0.60	175896	375595	5	72.5	84930
7	-6.40	-	-	6	363.0	94430
8	-8.55	288896	601148	7	-	-
9	-10.70	-	-	8	-	-
				9	-	-

表 4-2 解析モデルの諸元(EW 方向)

質点 番号	高さ T.P.(m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 ( $\times 10^2$ kN $\cdot$ m $^2$ )	部材 番号	せん断 断面積 (m $^2$ )	断面二次 モーメント (m $^4$ )
1	33.10	6155	4082	-	-	-
2	28.60	52990	183384	1	11.4	275
3	21.10	86842	304987	2	47.3	29820
4	14.60	117328	396189	3	79.0	62810
5	8.10	182339	556037	4	179.2	91300
6	0.60	175896	695291	5	320.2	164940
7	-6.40	-	-	6	373.9	181350
8	-8.55	288896	1068925	7	-	-
9	-10.70	-	-	8	-	-
				9	-	-

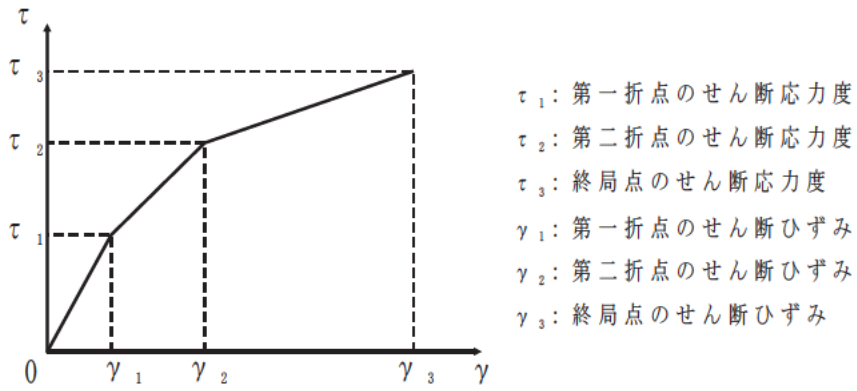


図4-2 せん断のスケルトンカーブ( $\tau-\gamma$ 関係)

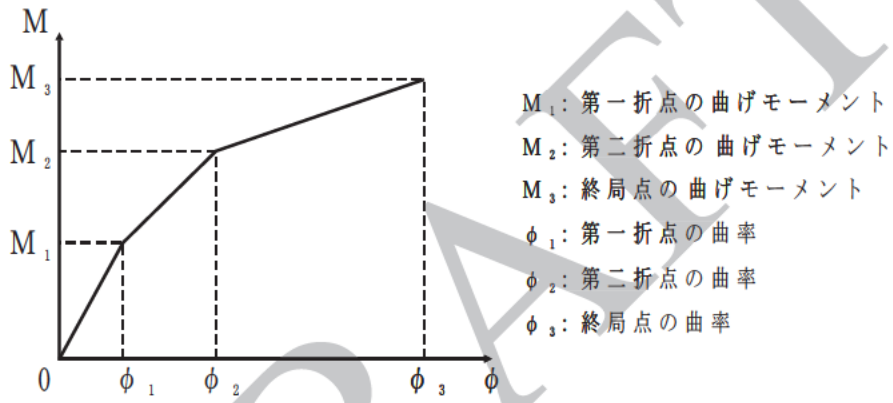


図4-1 曲げ スケルトンカーブ( $M-\phi$ 関係)

表 4-3 せん断のスケルトンカーブ ( $\tau$ - $\gamma$  関係、NS 方向)

部材 番号	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
1	1.57	0.171	2.12	0.513	4.67	4.00
2	1.73	0.188	2.34	0.565	4.06	4.00
3	1.83	0.200	2.47	0.599	3.88	4.00
4	1.87	0.204	2.53	0.612	4.25	4.00
5	1.90	0.207	2.57	0.621	4.50	4.00
6	2.07	0.225	2.79	0.676	4.64	4.00

表 4-4 曲げのスケルトンカーブ (M- $\phi$  関係、NS 方向)

部材 番号	M <sub>1</sub> ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)	M <sub>2</sub> ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)	M <sub>3</sub> ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)
1	0.898	1.31	4.66	17.5	6.21	37.0
2	16.0	0.458	36.5	5.1	51.2	102
3	31.9	0.512	0	5.25	96.1	90.3
4	50.4	0.534	132	40	186	90.7
5	102	0.546	267	5.48	373	98.4
6	128	0.6	319	5.59	428	102

表 4-5 せん断のスケルトンカーブ ( $\tau$ - $\gamma$  関係、EW 方向)

部材 番号	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
1	1.57	0.171	2.12	0.513	4.89	4.00
2	1.61	0.175	2.17	0.526	4.40	4.00
3	1.76	0.192	2.38	0.576	4.43	4.00
4	1.79	0.195	2.42	0.586	4.41	4.00
5	1.83	0.200	2.47	0.599	4.81	4.00
6	1.96	0.214	2.65	0.641	5.38	4.00

表 4-6 曲げのスケルトンカーブ (M- $\phi$  関係、EW 方向)

部材 番号	$M_1$ ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)	$M_2$ ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)	$M_3$ ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)
1	0.780	1.29	1.87	6.2	5.45	30.8
2	20.0	0.305	33.9	3.7	47.1	72.2
3	47.7	0.345	9	3.76	87.0	70.0
4	73.2	0.364	145	87	202	77.2
5	136	0.375	326	3.95	449	78.8
6	169	0.	409	4.09	561	70.5

表 4-7 地盤ばね定数及び減衰係数(NS 方向、Ss)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (水平 : kN/m) (回転 : kN・m/rad)	減衰係数 C (水平 : kN・s/m) (回転 : kN・m・s/rad)
	位置	成分	記号		
Ss-D	側面	水平	Kh1	$6.998 \times 10^6$	$1.175 \times 10^6$
			Kh2	$9.762 \times 10^6$	$1.639 \times 10^6$
			Kh3	$3.626 \times 10^6$	$6.149 \times 10^5$
		回転	Kh1	$4.269 \times 10^9$	$2.260 \times 10^8$
			Kh2	$5.955 \times 10^9$	$3.153 \times 10^8$
			Kh3	$2.213 \times 10^9$	$1.189 \times 10^8$
	底面	水平	Ks	$5.929 \times 10^7$	$2.270 \times 10^6$
		回転	Kr	$3.725 \times 10^{10}$	$3.857 \times 10^8$
	Ss-1	側面	水平	Kh1	$7.18 \times 10^6$
Kh2				$1.002 \times 10^7$	$1.664 \times 10^6$
Kh3				$3.854 \times 10^6$	$6.344 \times 10^5$
回転			Kh1	$4.383 \times 10^9$	$2.307 \times 10^8$
			Kh2	$6.11 \times 10^9$	$3.219 \times 10^8$
			Kh3	$2.353 \times 10^9$	$1.230 \times 10^8$
底面		水平	Ks	$6.883 \times 10^7$	$2.442 \times 10^6$
		回転	Kr	$4.318 \times 10^{10}$	$4.054 \times 10^8$
Ss-2		側面	水	Kh1	$7.018 \times 10^6$
	Kh2			$9.791 \times 10^6$	$1.642 \times 10^6$
	Kh3			$3.670 \times 10^6$	$6.188 \times 10^5$
	回転		Kh1	$4.282 \times 10^9$	$2.269 \times 10^8$
			Kh2	$5.973 \times 10^9$	$3.165 \times 10^8$
			Kh3	$2.240 \times 10^9$	$1.198 \times 10^8$
	底面	水平	Ks	$6.174 \times 10^7$	$2.315 \times 10^6$
		回転	Kr	$3.868 \times 10^{10}$	$3.906 \times 10^8$

表 4-8 地盤ばね定数及び減衰係数(EW 方向、Ss)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (水平 : kN/m) (回転 : kN・m/rad)	減衰係数 C (水平 : kN・s/m) (回転 : kN・m・s/rad)
	位置	成分	記号		
Ss-D	側面	水平	Kh1	$6.998 \times 10^6$	$1.177 \times 10^6$
			Kh2	$9.762 \times 10^6$	$1.641 \times 10^6$
			Kh3	$3.626 \times 10^6$	$6.157 \times 10^5$
		回転	Kh1	$4.269 \times 10^9$	$2.275 \times 10^8$
			Kh2	$5.955 \times 10^9$	$3.174 \times 10^8$
			Kh3	$2.213 \times 10^9$	$1.197 \times 10^8$
	底面	水平	Ks	$5.712 \times 10^7$	$2.098 \times 10^6$
		回転	Kr	$5.786 \times 10^{10}$	$8.143 \times 10^8$
Ss-1	側面	水平	Kh1	$7.18 \times 10^6$	$1.94 \times 10^6$
			Kh2	$1.002 \times 10^7$	$1.666 \times 10^6$
			Kh3	$3.854 \times 10^6$	$6.354 \times 10^5$
		回転	Kh1	$4.383 \times 10^9$	$2.323 \times 10^8$
			Kh2	$6.11 \times 10^9$	$3.241 \times 10^8$
			Kh3	$2.353 \times 10^9$	$1.239 \times 10^8$
	底面	水平	Ks	$6.632 \times 10^7$	$2.256 \times 10^6$
		回転	Kr	$6.706 \times 10^{10}$	$8.595 \times 10^8$
Ss-2	側面	水	Kh1	$7.018 \times 10^6$	$1.179 \times 10^6$
			Kh2	$9.791 \times 10^6$	$1.645 \times 10^6$
			Kh3	$3.670 \times 10^6$	$6.197 \times 10^5$
		回転	Kh1	$4.282 \times 10^9$	$2.284 \times 10^8$
			Kh2	$5.973 \times 10^9$	$3.186 \times 10^8$
			Kh3	$2.240 \times 10^9$	$1.206 \times 10^8$
	底面	水平	Ks	$5.948 \times 10^7$	$2.140 \times 10^6$
		回転	Kr	$6.007 \times 10^{10}$	$8.256 \times 10^8$

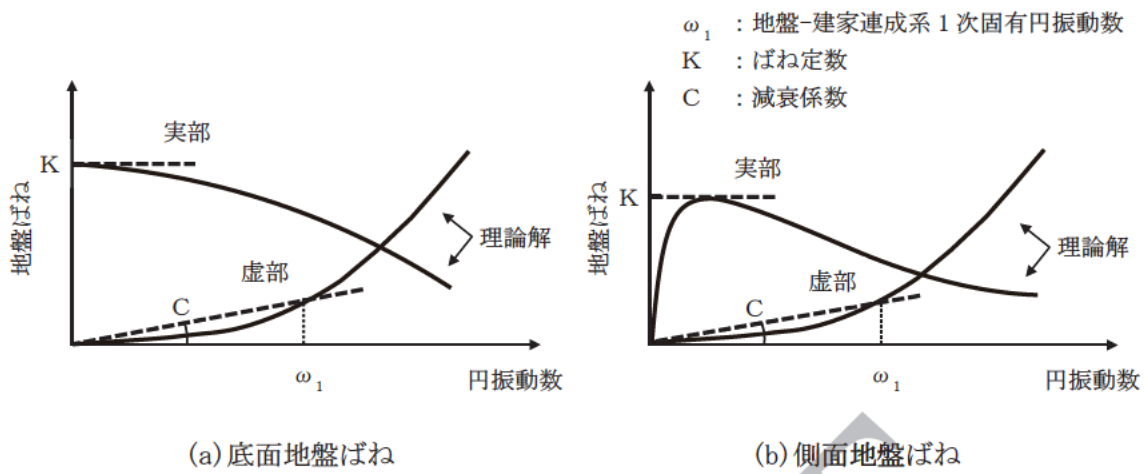


図 4-4 地盤ばね定数及び減衰係数と理論解との関係

DRAFT



#### 4.2 鉛直方向の解析モデル

鉛直方向の解析モデルは、建家と地盤の相互作用を考慮した多質点系モデルとする。建家部分は質点を鉛直方向のばねで連結しモデル化する。

なお、建家の埋め込み部分は考慮しないモデルとする。

鉛直方向の解析モデルを図 4-5 に、解析モデルの諸元を表 4-9 に示す。

基礎下の底面地盤ばねは、JEAG4601-1991 追補版に基づき、振動アドミッタンス理論により算定する。底面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「Nbsp1(株式会社ニュージェック)」である。

地盤ばね定数及び減衰係数を表 4-10 に示す。

建家の減衰はモード減衰として与え、各次のモード減衰定数は建家各部のひずみエネルギーに比例した値として算出する。建家の減衰定数は3%(鉄筋コンクリート部分)とする。

建家の地震応答解析に使用する解析コードは「TDAP III(株式会社アーク情報システム)」である。

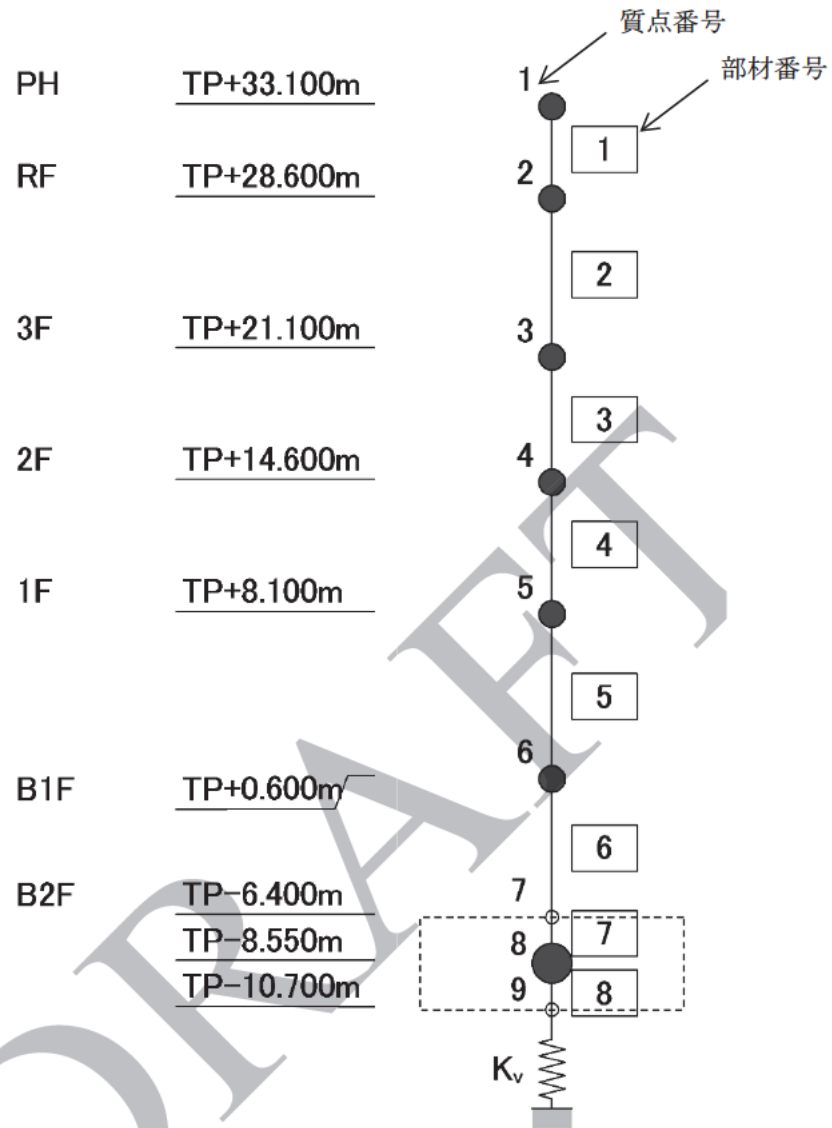


図 4-5 解析モデル(鉛直方向)

表 4-9 解析モデルの諸元(鉛直方向)

質点 番号	高さ T.P.(m)	重量 (kN)	部材 番号	軸断面積 (m <sup>2</sup> )
1	33.10	6155	-	-
2	28.60	52990	1	26.2
3	21.10	86842	2	139.9
4	14.60	117328	3	207.7
5	8.10	182339	4	361.7
6	0.60	17589	5	60.9
7	-6.40	-	6	622.5
8	-8.55	288896	7	-
9	-10.70	-	8	-
			-	-

表 4-10 地盤ばね定数及び減衰係数(鉛直方向、Ss)

地震動	地盤ばね			ばね定数 K (kN/m)	減衰係数 C (kN・s/m)
	位置	成分	記号		
Ss-D	底面	鉛直	Kv	$8.692 \times 10^7$	$4.798 \times 10^6$
Ss-1	底面	鉛直	Kv	$1.023 \times 10^8$	$5.203 \times 10^6$
Ss-2	底面	鉛直	Kv	$9.156 \times 10^7$	$4.923 \times 10^6$

## 5. 解析結果

### 5.1 固有値解析結果

解析モデルの固有値解析結果を表 5-1 から表 5-3 に示す。刺激関数を Ss-D の結果を代表として、図 5-1 から図 5-6 に示す。

DRAFT

表 5-1 固有値解析結果(Ss-D)

方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.284	3.52	1.582	全体1次
	2	0.138	7.26	-0.661	
	3	0.066	15.05	0.039	
	4	0.053	18.70	0.073	
	5	0.040	24.93	0.000	
	6	0.036	27.87	-0.056	
	7	0.029	33.96	0.03	
EW	1	0.276	3.63	1.524	全体1次
	2	0.145	6.91	0.5	
	3	0.081	12.40	-0.112	
	4	0.055	18.0	0.154	
	5	0.043	23.36	-0.008	
	6	0.040	24.78	-0.089	
	7	0.037	27.26	0.030	
UD	1	0.210	4.77	0.070	全体1次
	2	0.040	24.78	-0.095	
	3	0.023	42.69	0.036	
	4	0.017	59.13	-0.016	
	5	0.013	74.83	0.011	
	6	0.013	79.69	-0.006	
	7	0.011	90.16	-0.002	

表 5-2 固有値解析結果(Ss-1)

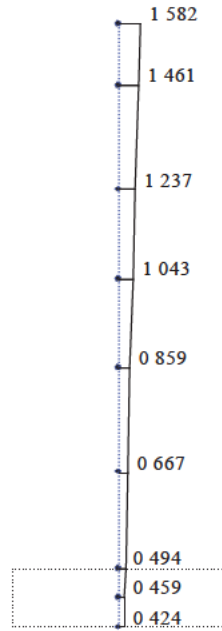
方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.271	3.69	1.598	全体1次
	2	0.131	7.65	-0.696	
	3	0.066	15.21	0.053	
	4	0.053	18.75	0.083	
	5	0.040	25.03	-0.003	
	6	0.036	27.92	-0.064	
	7	0.029	33.96	0.03	
EW	1	0.263	3.81	1.545	全体1次
	2	0.137	7.30	0.5	
	3	0.080	12.51	-0.113	
	4	0.055	18.1	0.176	
	5	0.043	23.44	-0.012	
	6	0.040	24.82	-0.100	
	7	0.037	27.28	0.035	
UD	1	0.194	5.15	0.082	全体1次
	2	0.040	24.84	-0.111	
	3	0.023	42.72	0.042	
	4	0.017	59.14	-0.019	
	5	0.013	74.84	0.013	
	6	0.013	79.69	-0.008	
	7	0.011	90.17	-0.002	

表 5-3 固有値解析結果(Ss-2)

方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.280	3.57	1.586	全体1次
	2	0.205	4.89	1.073	UD方向1次
	3	0.136	7.36	-0.670	
	4	0.066	15.08	0.042	
	5	0.053	18.71	0.075	
	6	0.040	24.80	-0.100	UD方向2次
	7	0.040	24.96	-0.00	
EW	1	0.272	3.67	1.529	全体1次
	2	0.143	7.01	0.51	
	3	0.080	12.43	-0.112	
	4	0.055	18.0	0.159	
	5	0.043	23.38	-0.009	
	6	0.040	24.79	-0.092	
	7	0.037	27.26	0.032	
UD	1	0.205	4.89	1.073	全体1次
	2	0.040	24.80	-0.100	
	3	0.023	42.70	0.038	
	4	0.017	59.13	-0.017	
	5	0.013	74.83	0.012	
	6	0.013	79.69	-0.007	
	7	0.011	90.17	-0.002	

Mode - 1

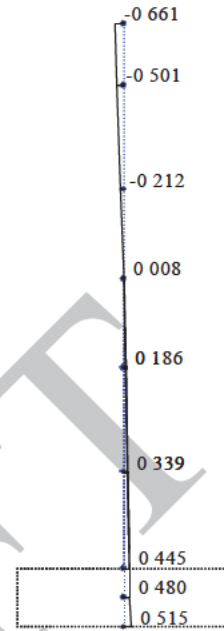
T (s) = 0.284  
 f (Hz) = 3.525  
 $\beta_h = 1.582$   
 $\beta_v = 0.000$



(1 次)

Mode - 2

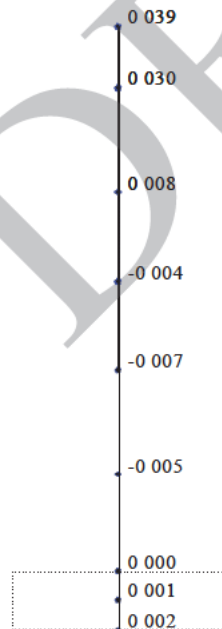
T (s) = 0.138  
 f (Hz) = 7.265  
 $\beta_h = -0.661$   
 $\beta_v = 0.000$



(2 次)

Mode - 3

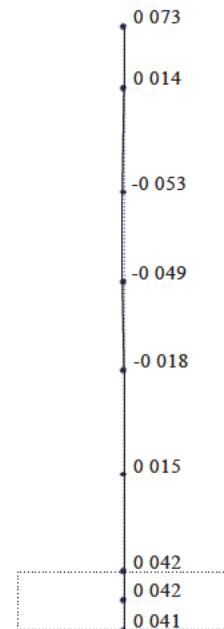
T (s) = 0.066  
 f (Hz) = 15.046  
 $\beta_h = 0.039$   
 $\beta_v = 0.000$



(3 次)

Mode - 4

T (s) = 0.053  
 f (Hz) = 18.699  
 $\beta_h = 0.073$   
 $\beta_v = 0.000$



(4 次)

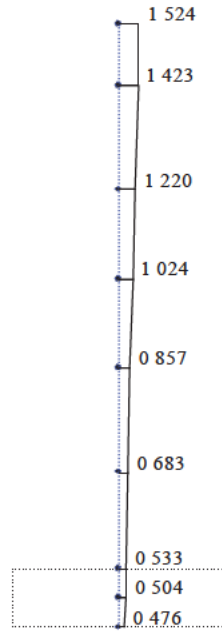
図 5-1 刺激関数(NS 方向、Ss-D、1~4 次)





Mode - 1

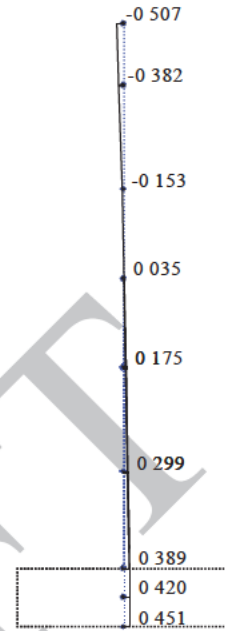
T (s) = 0.276  
 f (Hz) = 3.630  
 $\beta_h = 1.524$   
 $\beta_v = 0.000$



(1 次)

Mode - 2

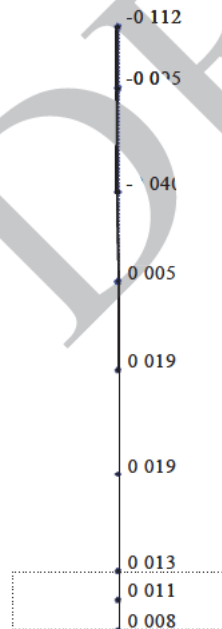
T (s) = 0.145  
 f (Hz) = 6.908  
 $\beta_h = -0.507$   
 $\beta_v = 0.000$



(2 次)

Mode - 3

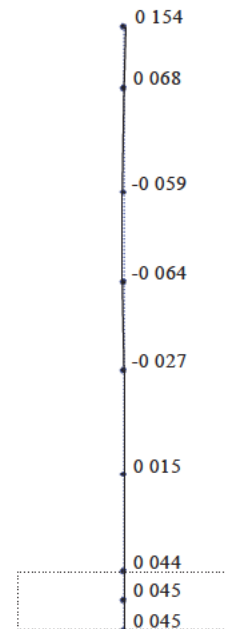
T (s) = 0.081  
 f (Hz) = 12.404  
 $\beta_h = -0.112$   
 $\beta_v = 0.000$



(3 次)

Mode - 4

T (s) = 0.055  
 f (Hz) = 18.065  
 $\beta_h = 0.154$   
 $\beta_v = 0.000$

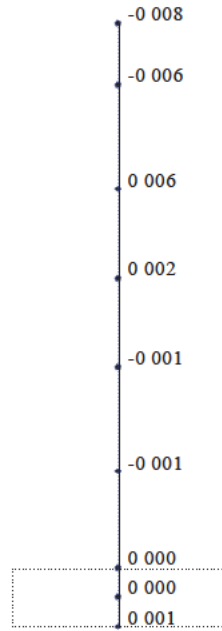


(4 次)

図 5-3 刺激関数(EW 方向、Ss-D、1~4 次)

Mode - 5

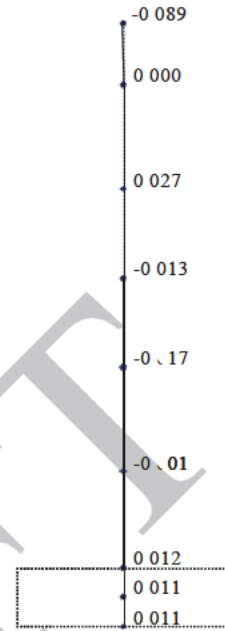
$T(s) = 0.043$   
 $f(\text{Hz}) = 23.355$   
 $\beta_h = -0.008$   
 $\beta_v = 0.000$



(5次)

Mode - 6

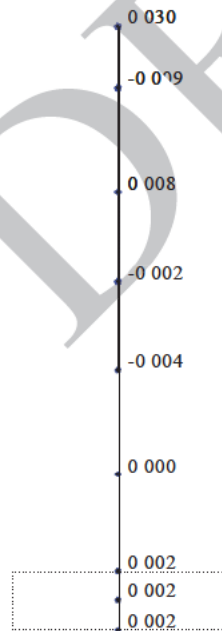
$T(s) = 0.040$   
 $f(\text{Hz}) = 24.784$   
 $\beta_h = -0.089$   
 $\beta_v = 0.000$



(6次)

Mode - 7

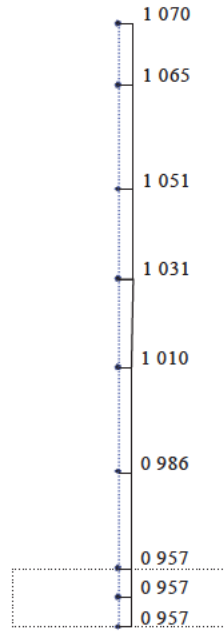
$T(s) = 0.037$   
 $f(\text{Hz}) = 27.257$   
 $\beta_h = 0.030$   
 $\beta_v = 0.000$



(7次)

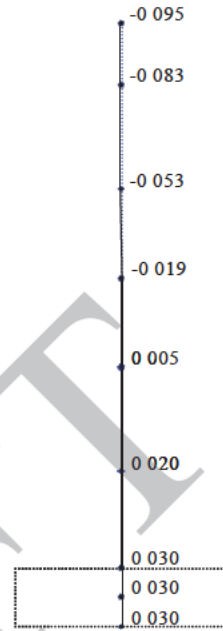
図 5-4 刺激関数(EW 方向、Ss-D、5~7 次)

Mode - 1  
 $T(s) = 0.210$   
 $f(\text{Hz}) = 4.766$   
 $\beta = 1.070$



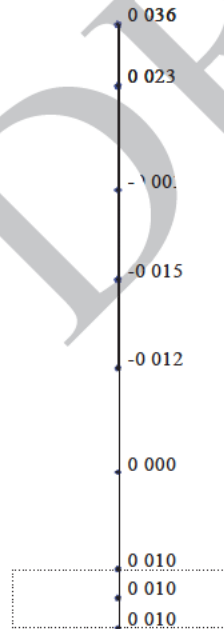
(1次)

Mode - 2  
 $T(s) = 0.040$   
 $f(\text{Hz}) = 24.779$   
 $\beta = -0.095$



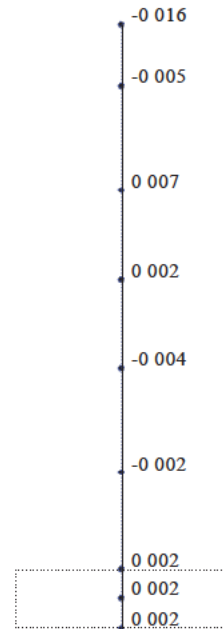
(2次)

Mode - 3  
 $T(s) = 0.023$   
 $f(\text{Hz}) = 42.685$   
 $\beta = 0.036$



(3次)

Mode - 4  
 $T(s) = 0.017$   
 $f(\text{Hz}) = 59.127$   
 $\beta = -0.016$

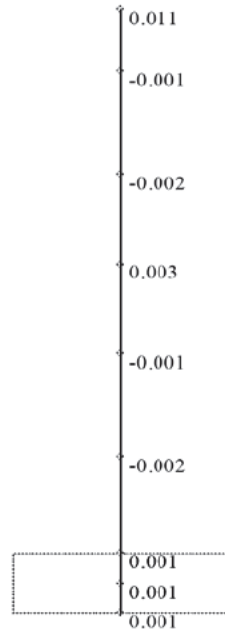


(4次)

図 5-5 刺激関数(UD 方向、Ss-D、1~4次)

Mode - 5

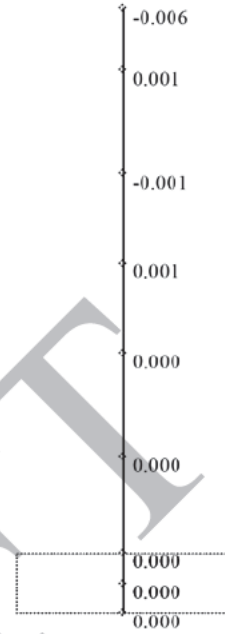
T (s) = 0.013  
f (Hz) = 74.834  
 $\beta$  = 0.011



(5 次)

Mode - 6

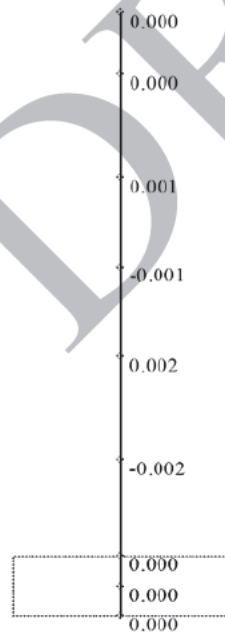
T (s) = 0.013  
f (Hz) = 79.691  
 $\beta$  = -0.006



(6 次)

Mode - 7

T (s) = 0.011  
f (Hz) = 90.164  
 $\beta$  = -0.002



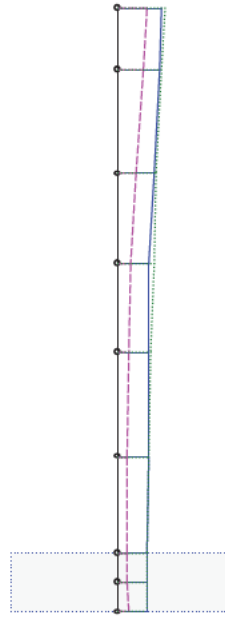
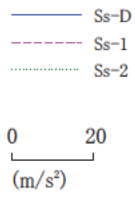
(7 次)

図 5-6 刺激関数(UD 方向、Ss-D、5~7 次)

## 5.2 地震応答解析結果

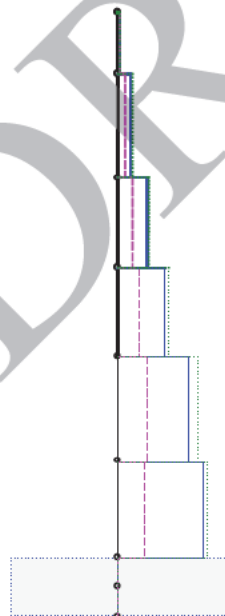
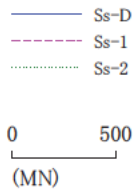
廃止措置計画用設計地震動(Ss)による水平方向の最大応答加速度、最大応答せん断力及び最大応答曲げモーメントを図 5-7 から図 5-12 に、鉛直方向の最大応答加速度及び最大応答軸力を図 5-13 及び図 5-14 に示す。また、耐震壁のせん断のスケルトンカーブ上の最大応答値を図 5-15 及び図 5-16 に示す。せん断ひずみは最大で  $0.18 \times 10^{-3}$  であり、評価基準値 ( $2.0 \times 10^{-3}$ ) を超えないことを確認した。

DRAFT



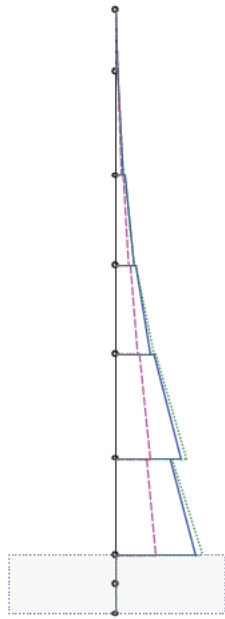
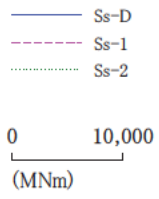
質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	10 351	6 800	11 053
2	9 688	5 825	10 450
3	8 413	4 071	9 073
4	7 465	2 948	8 392
5	7 19	2 379	7 885
6	7 1	2 133	7 282
7	6 925	165	6 971
8	6 894	2 241	6 941
9	6 863	2 348	6 919

図 5-7 最大応答速度 (Ss、NS 方向)



部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	6 5	4 3	7 0
2	59 1	35 8	63 6
3	133 0	70 3	144 1
4	220 8	104 4	242 7
5	340 7	140 3	385 2
6	406 0	127 3	424 5
7	-	-	-
8	-	-	-

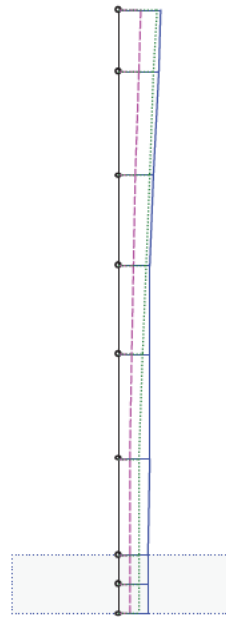
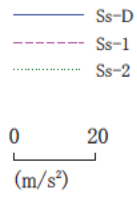
図 5-8 最大応答せん断力 (Ss、NS 方向)



部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
	1 2	1 2	1 0
1	30 0	20 3	31 8
	169 2	160 6	153 7
2	562 7	412 6	587 4
	722 4	584 0	710 1
3	1557 9	1040 9	1623 4
	1691 9	1210 3	1759 7
4	311 0	1869 2	3325 3
	357 9	2066 9	3512 7
5	58 5	3117 2	6401 6
	4801	2789 7	4944 4
6	7125 4	7489 1	7878 4
7	=	=	=
8	=	=	=

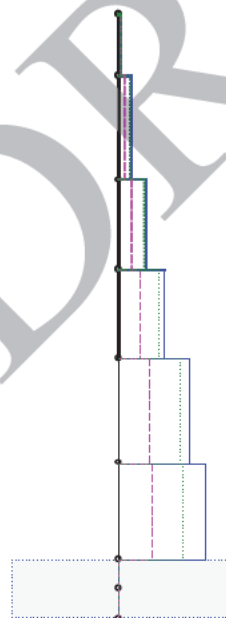
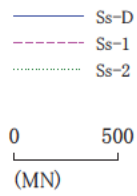
図 5-9 最大応答曲線、モーメント (Ss NS 方向)





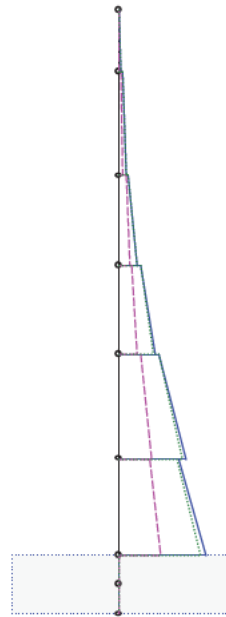
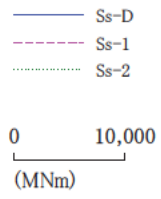
質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	9 782	5 119	8 806
2	9 245	4 449	8 319
3	8 200	3 970	7 389
4	7 454	3 249	6 445
5	7 8	2 830	5 612
6	7 0	2 611	4 798
7	6 935	574	4 676
8	6 913	2 595	4 684
9	6 892	2 616	4 692

図 5-10 最大応答加速度 (Ss、EW 方向)



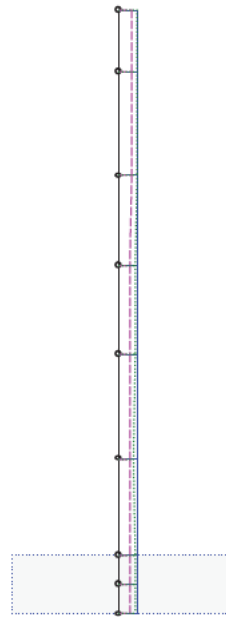
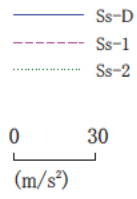
部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	6 2	3 2	5 5
2	56 2	27 4	50 6
3	128 9	61 3	116 0
4	214 7	99 3	193 1
5	339 5	146 5	297 2
6	415 3	157 6	302 7
7	-	-	-
8	-	-	-

図 5-11 最大応答せん断力 (Ss、EW 方向)



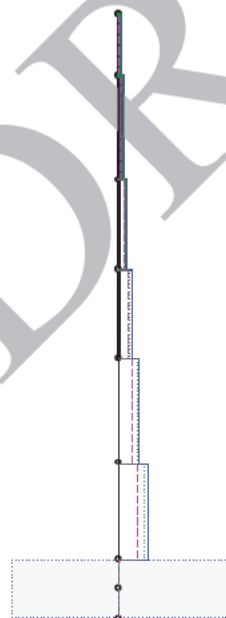
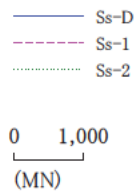
部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
	7 2	5 4	5 9
1	31 3	18 3	28 4
	213 9	142 6	214 2
2	580 6	343 1	554 3
	811 6	520 1	793 9
3	1620 5	883 1	1547 8
	1843 5	1085 0	1843 4
4	32 1	1628 5	3098 5
	476 3	1870 5	3462 8
5	59 6	2938 3	5691 9
	5346	2771 4	5182 5
6	7730 0	7721 3	7301 6
7	=	=	=
8	=	=	=

図5-12 最大応答曲げモーメント (Ss → W方向)



質点	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	6 475	4 229	6 276
2	6 439	4 202	6 258
3	6 420	4 115	6 032
4	6 400	3 970	5 660
5	6 1	3 860	5 410
6	6 9	3 705	5 283
7	6 240	3 539	5 336
8	6 240	3 539	5 336
9	6 240	3 539	5 336

図 5-13 最大応答加速度 (Ss、UD 方向)



部材	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	4 1	2 7	4 0
2	39 1	25 5	38 0
3	96 1	62 2	91 7
4	172 6	109 9	159 6
5	290 7	181 8	260 3
6	404 0	248 2	352 5
7	-	-	-
8	-	-	-

図 5-14 最大応答軸力 (Ss、UD 方向)

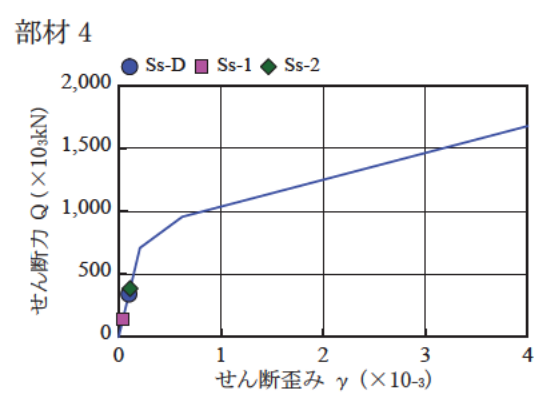
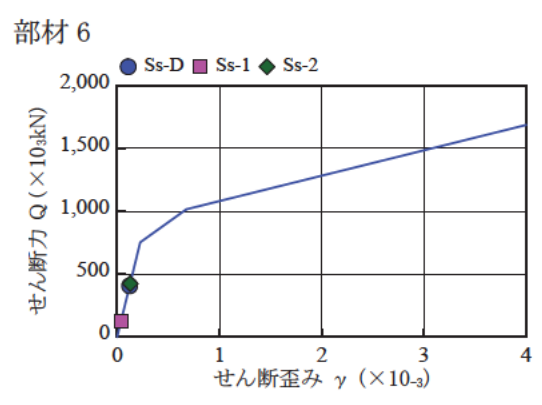
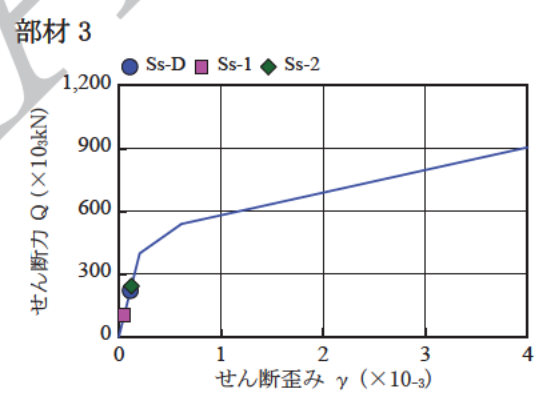
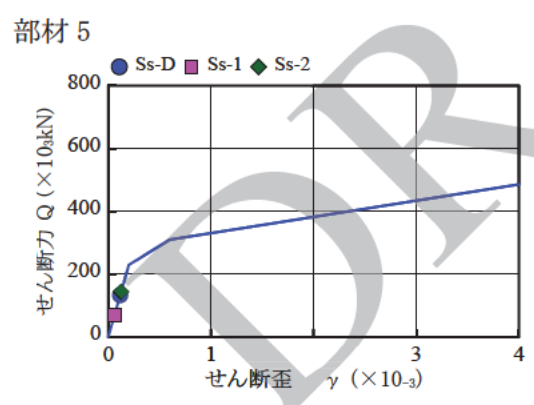
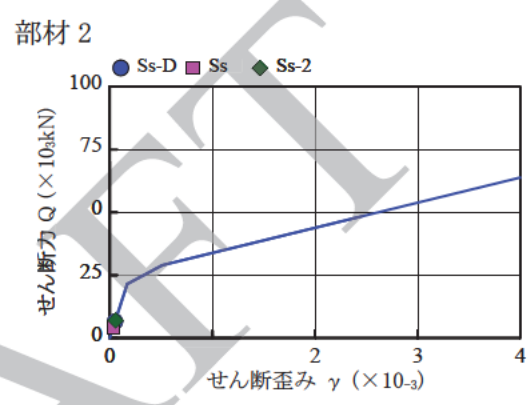
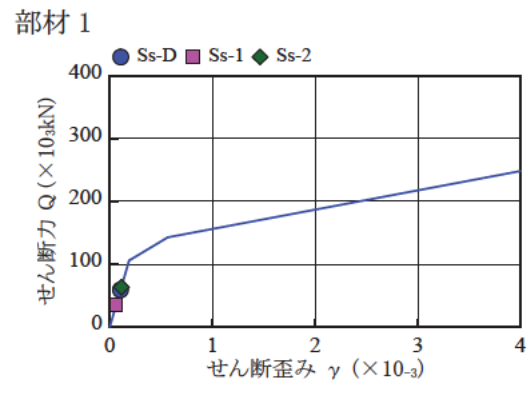
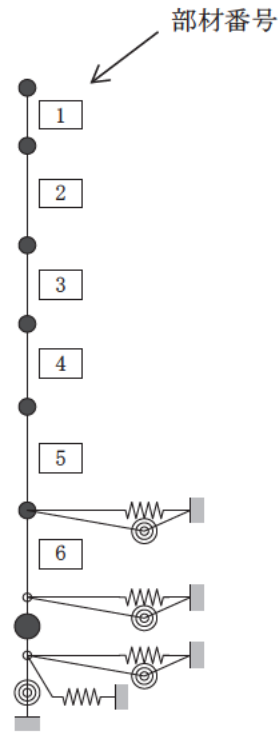


図 5-15 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値 (NS 方向、Ss)

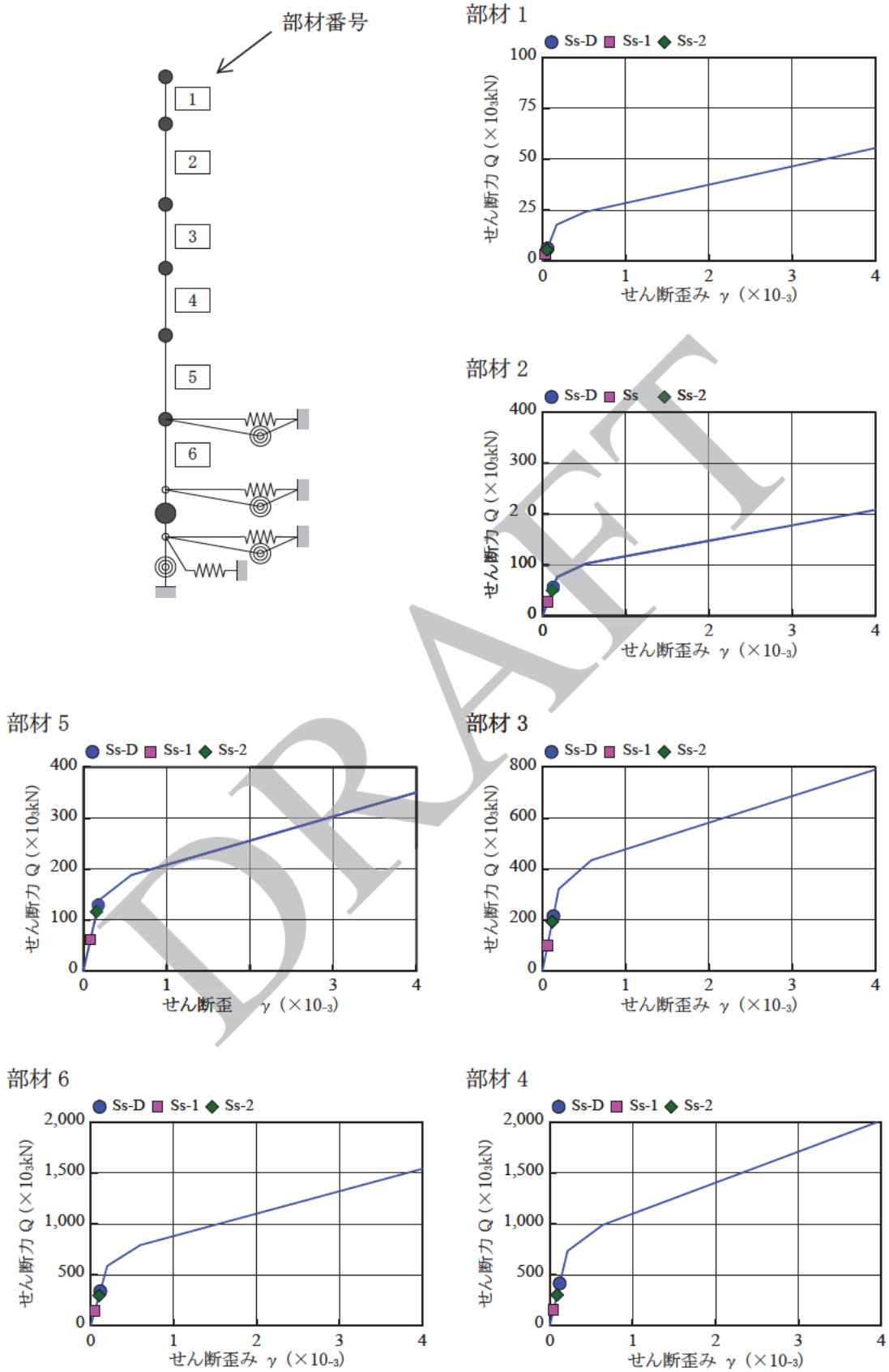


図 5-16 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値 (EW 方向、Ss)

## 6. 基礎浮き上がりの検討

廃止措置計画用設計地震動( $S_s$ )による地震応答解析の結果に基づく最小接地率の一覧表を表6-1に示す。地震時の最大接地圧は、地反力分布を三角形分布と仮定し、鉛直方向の地震力を組合せ係数法(組合せ係数0.4)により考慮して算定する。最大接地圧の一覧表を表6-2に示す。

接地率は、誘発上下動を考慮した浮き上がり非線形解析を適用できる値(50%)以上であることを確認した。

接地圧は、基礎地盤における平板載荷試験の結果から設定した極限支持力度 $2350\text{kN/m}^2$ を超えないことを確認した。

DRAFT

表 6-1 最小接地率 (Ss)

(a) NS 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
Ss-D	4.08	6.73	67.4
Ss-1		3.00	100.0
Ss-2		7.25	61.1

(b) EW 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最大転倒モーメント ( $\times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}$ )	最小接地率 (%)
Ss-D	5.50	8.06	76.8
Ss-1		3.75	100.0
Ss-2		7.26	84.0

表 6-2 最大接地圧 (Ss)

地震動	方向	最大接地圧 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )
s-D	NS	687
	EW	561
Ss-1	NS	379
	EW	367
Ss-2	NS	764
	EW	515

## 7. 評価結果

TVF 開発棟の耐震性評価として廃止措置計画用設計地震動(Ss)による地震応答解析を行い、接地率が誘発上下動を考慮した浮き上がり非線形解析を適用できる値以上であること、耐震壁に生じるせん断ひずみ及び接地圧が評価基準値を超えないことを確認した。以上により、TVF 開発棟は廃止措置計画用設計地震動(Ss)に対して耐震余裕を有していることを確認した。

DRAFT



3. ガラス固化技術開発施設(TVF)の機器・配管系の  
耐震性についての計算書

DRAFT

受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20)  
の耐震性についての計算書

## 【目次】

1. 概要	添 3-1-1
2. 一般事項	添 3-1-1
2.1 評価方針	添 3-1-1
2.2 適用規格・基準等	添 3-1-1
2.3 記号の説明	添 3-1-1
3. 評価部位	添 3-1-2
4. 構造強度評価	添 3-1-2
4.1 荷重の組み合わせ	添 3-1-2
4.2 許容応力	添 3-1-3
4.3 減衰定数	添 3-1-3
4.4 設計用地震力	添 3-1-4
4.5 計算方法	添 3-1-6
4.6 計算条件	添 3-1-6
4.7 固有周期	添 3-1-8
5. 評価結果	添 3-1-12

DRAFT

## 1. 概要

廃止措置計画の添付書類 四において想定される事故として選定した、「使用済燃料から分離されたものであって液体状のもの又は液体状の放射性廃棄物を冷却する機能が喪失した場合にセル内において発生する蒸発乾固」に対して、発生防止策，拡大防止策及び影響緩和策を講じるための事故対処設備（S クラス）を構成する受入槽（G11V10）及び回収液槽（G11V20）について、「再処理施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ，廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 評価方針

評価対象の受入槽（G11V10）及び回収液槽（G11V20）の構造強度の評価は，有限要素法（FEM）解析により行い，当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し，構造上の許容限界を超えないことを確認する。

### 2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601（日本電気協会）
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601（日本電気協会）
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1（日本機械学会）
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1（日本機械学会）

### 2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_L$	JSME S NC1-2012 SSB-3200 に定める許容荷重	N
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
$S_u$	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材料の設計引張強さ	MPa
$S_{yd}$	JSME S NC1-2012 SSB-3200 に定める最高使用温度における材料の設計降伏点	MPa
$S_{yt}$	JSME S NC1-2012 SSB-3200 に定める試験温度における材料の設計降伏点	MPa
$T_L$	JSME S NC1-2012 SSB-3210 に定める荷重試験により支持構造物が破損するおそれのある荷重	N

### 3. 評価部位

受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の構造強度の評価は、評価上厳しくなる胴、ラグ、据付ボルトについて実施する。受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の概要図を図 3-1 に示す。

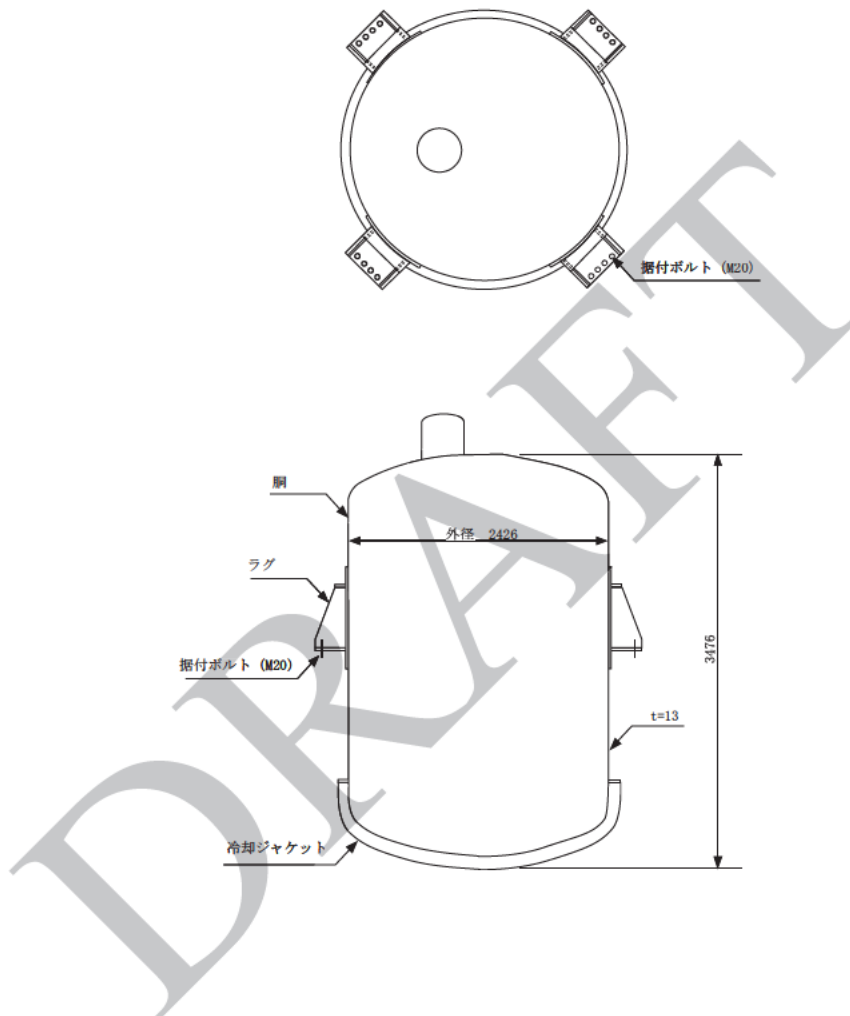


図 3-1 受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の概要図

### 4. 構造強度評価

#### 4.1 荷重の組み合わせ

発生応力の算出においては、自重、圧力及び地震による応力を組み合わせた。地震による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法等

により組み合わせた。

#### 4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」を準拠又は実験値等で妥当性が確認されているものを用いた。評価にあたっては供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds について、温度は設計温度、圧力については設計圧力、自重については液量を満杯とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。

据付ボルトのせん断応力の許容応力について、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 SSB-3200」では、当該支持構造物と同一の材質及び形状を有する支持構造物がある場合は、その支持構造物で求めた値を使用することができることとしていることから、当該規格に基づき、せん断試験を実施し、その試験から得られた値を用いた。

評価部位	応力分類	許容応力
胴	一次一般膜応力	0.6 Su
胴	一次応力	0.9 Su
ラグ	一次応力	F
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$A_L$ (許容荷重) = $0.6 T_L S_{yd}/S_{yt}$

#### 4.3 減衰定数

減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に規定された値を用いた。

使用した減衰定数を表 4-1 に示す。

表 4-1 使用した減衰定数

評価対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
受入槽 (G11V10) 及び 回収液槽 (G11V20)	1.0	1.0

#### 4.4 設計用地震力

「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」に基づき、廃止措置計画用設計地震動による建家の地震応答解析の結果得られる各階の床応答加速度をもとに、各階の床応答スペクトル (Ss-D, Ss-1, Ss-2 の 3 波包絡, 周期軸方向に±10%拡幅したもの) を作成し、これを評価に用いた。

受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の解析用の床応答スペクトルは、機器据付階 (地下 1 階) のものを用いた。使用した解析用の床応答スペクトルを表 4-2、図 4-1 及び図 4-2 に示す。

表 4-2 使用した解析用の床応答スペクトル

評価対象設備	水平方向	鉛直方向
受入槽 (G11V10) 及び 回収液槽 (G11V20)	解析用の床応答スペクトル 地下 1 階 減衰定数 1.0%)	解析用の床応答スペクトル (地下 1 階, 減衰定数 1.0%)

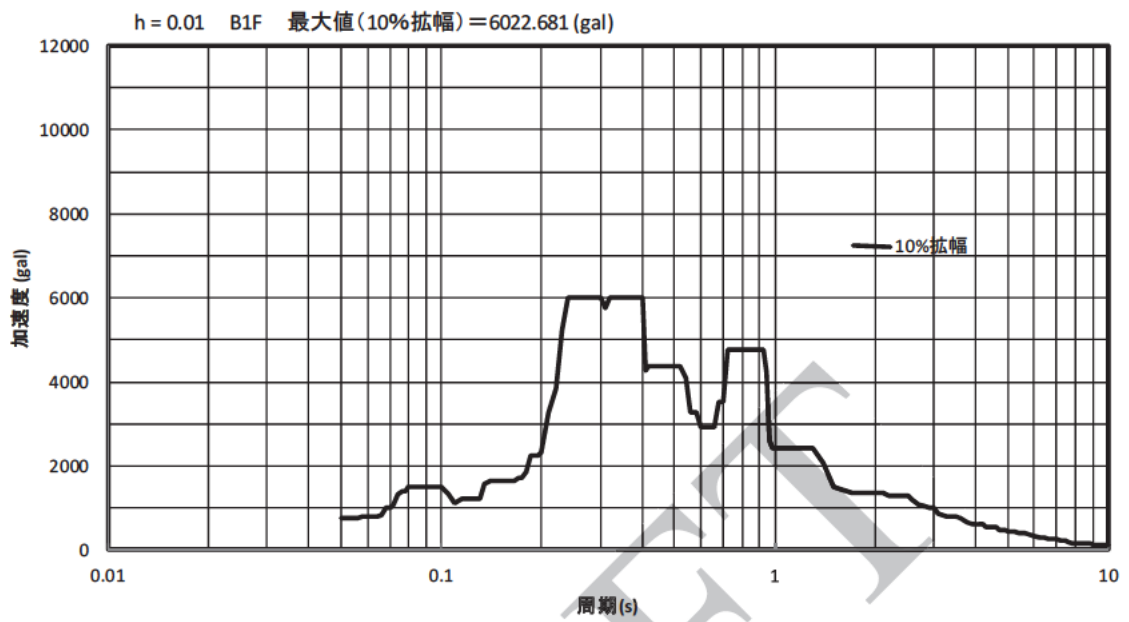


図 4-1 解析用の床応答スペクトル (水平方向, 地下 1 階, 減衰定数 1.0%)

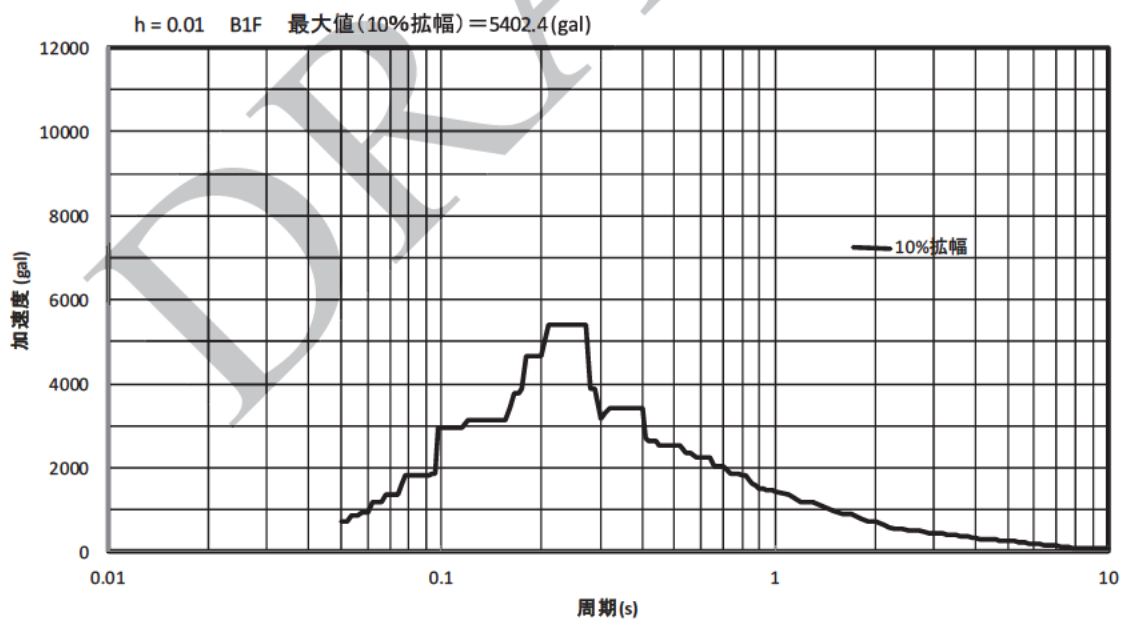


図 4-2 解析用の床応答スペクトル (鉛直方向, 地下 1 階, 減衰定数 1.0%)



#### 4.5 計算方法

受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の計算方法について、FEM 解析 (スペクトルモーダル法) により発生応力を算出した。発生応力と許容応力を比較することにより評価を行った。解析コードは FINAS<sup>※1</sup> を用いた。

※1 日本原子力研究開発機構, 伊藤忠テクノソリューション株式会社, “FINAS 汎用非線形構造解析システム Version 21.0” .

#### 4.6 計算条件

##### 4.6.1 解析モデル

受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の解析モデルを図 4-3 に示す。FEM 解析のモデルは、その振動特性に応じ、代表的な振動モードが適切に表現でき、地震荷重による応力を適切に算定できるものを用いた。

解析モデルにおいて、槽内構造物等の質量は胴板に付加し、高放射性廃液の質量は接液部胴板に付加し、解析モデルの総質量が約 27.07 t となるように、胴板の密度を設定した。

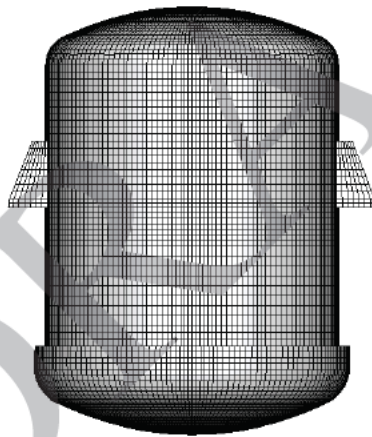
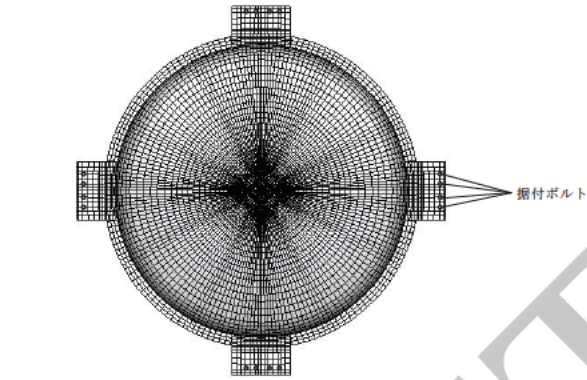
##### 4.6.2 諸元

受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
受入槽 (G11V10) 及び 回収液槽 (G11V20)	耐震重要度分類	S クラス
	機器区分	クラス 3
	圧力 (設計圧力)	0.049 (MPa)
	胴外径	2426 (mm)
	胴板厚さ	13 (mm)
	胴高さ (外側)	3476 (mm)
	胴材質	R-SUS304ULC
	胴温度 (設計温度)	95 (°C)
	据付ボルト呼び径	M20
	据付ボルト材質	SUS316
	据付ボルト温度	45 (°C)
	液量 (満杯)	11 (m <sup>3</sup> )
	液密度	1.6 (g/cm <sup>3</sup> )

	空質量	約 9.47 (t)
	総質量	約 27.07 (t)



拘束条件 ○：固定、－：フリー

部位	並進方向			回転方向		
	x	y	z	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$
据付ボルト	○	○	○	－	－	－

図 4-3 受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の解析モデル

#### 4.7 固有周期

受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) の固有周期及び固有モードを図 4-5 に示す。

DRAFT

1次モード図

固有周期：0.062（秒）

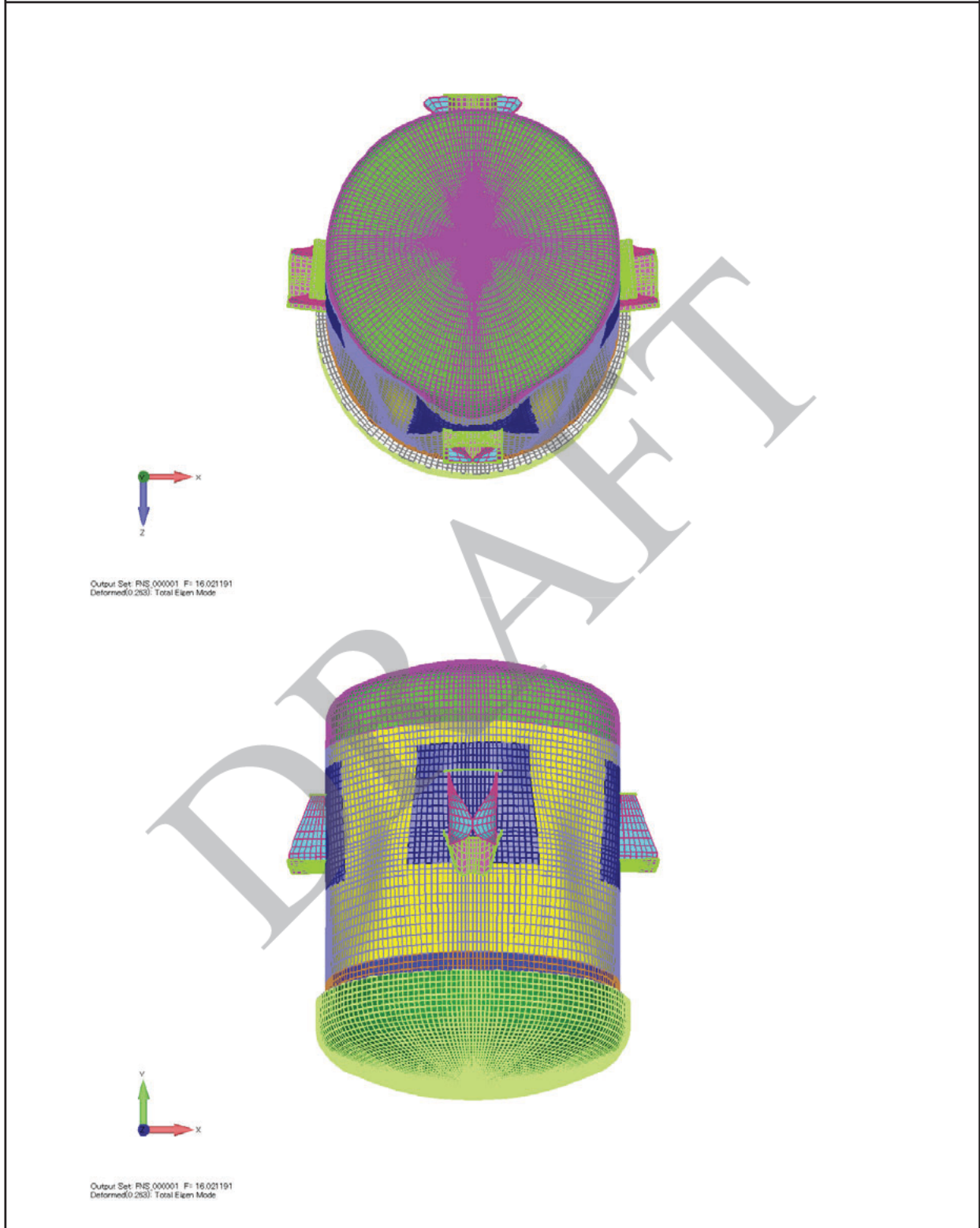


図 4-5 受入槽 (G11V10) 及び回収液槽 (G11V20) 固有モード図 (1/3)