

## 東海再処理施設の安全対策に係る廃止措置計画認可変更申請対応について

令和2年6月30日  
再処理廃止措置技術開発センター

### ○ 令和2年6月30日 面談の論点

- 【資料1】第二付属排気筒の耐震補強について  
(第二付属排気筒の地震応答計算書、第二付属排気筒排気ダクト接続架台の地震応答計算書、設計及び工事の計画)
- 【資料2】高放射性廃液貯蔵場(HAW)の耐津波補強について  
(設計及び工事の計画)
- 【資料3】高放射性廃液貯蔵場(HAW)の廃止措置計画用設計津波に対する津波影響評価に関する説明書
- 【資料4】ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の廃止措置計画用設計津波に対する津波影響評価に関する説明書
- 東海再処理施設の安全対策に係る7月までの面談スケジュール(案)について
- その他

以上

第二付属排気筒の地震応答計算書

## 1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動に対して、第二付属排気筒が耐震余裕を有することを説明するものである。

廃止措置計画用設計地震動は、令和2年2月10日付け原規規発第2002103号をもって認可された「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」において策定した敷地の解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動とする。策定した廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトルを図1-1～図1-3に、時刻歴波形を図1-4～図1-6に示す。解放基盤表面は、S波速度が0.7 km/s以上であるT.P.\*-303 m(G.L. -309 m)とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

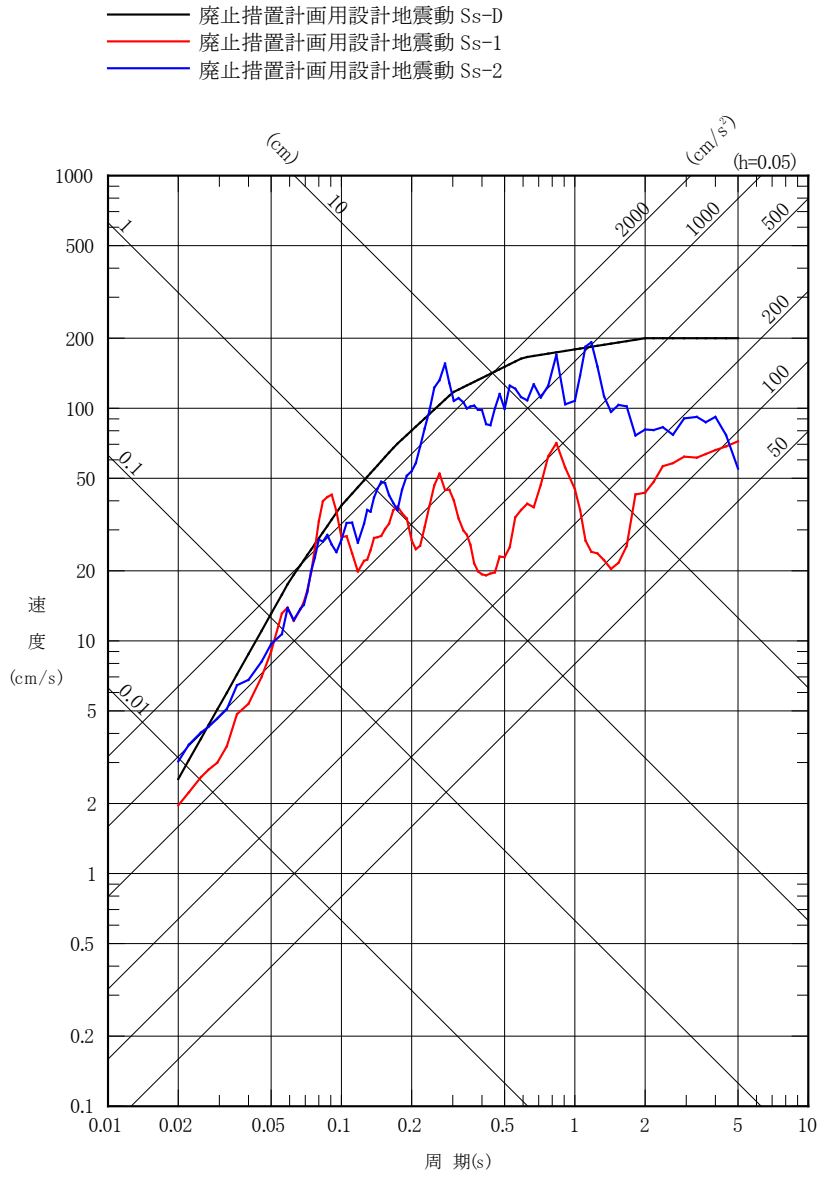


図 1-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS 成分)

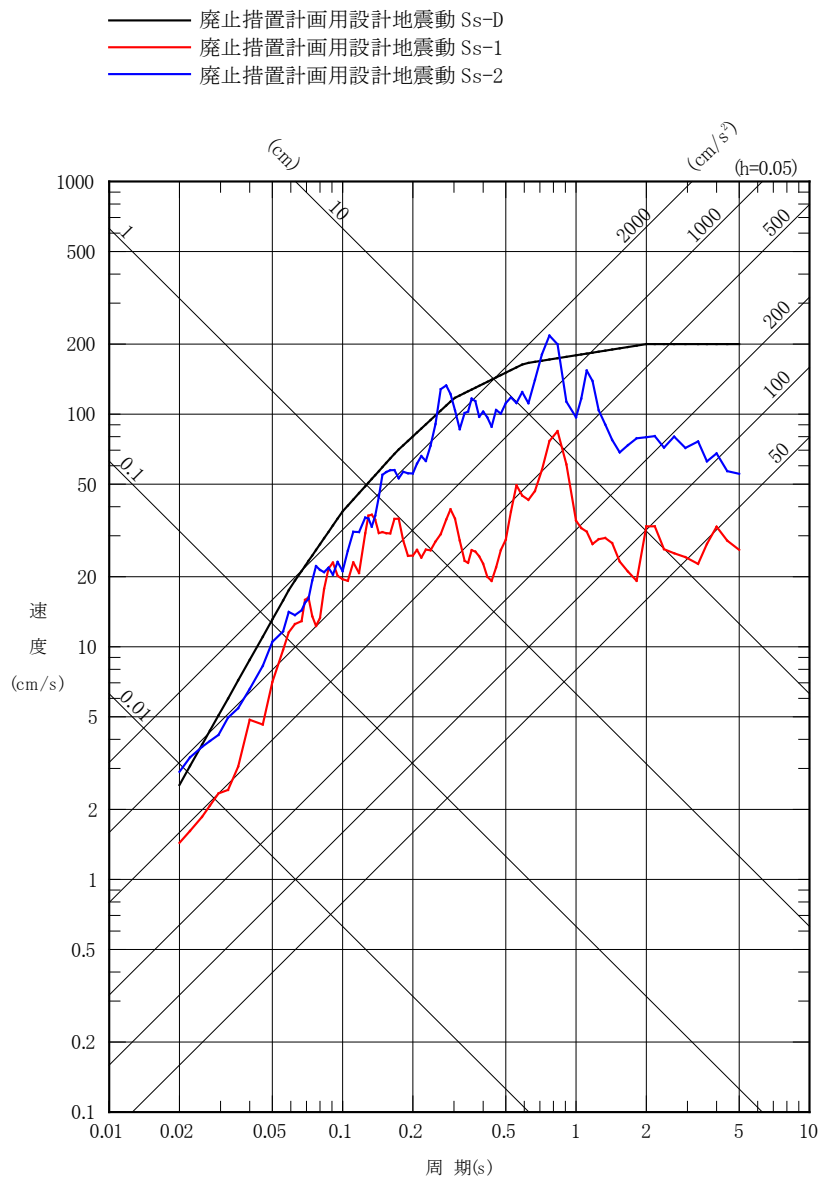


図 1-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW成分)

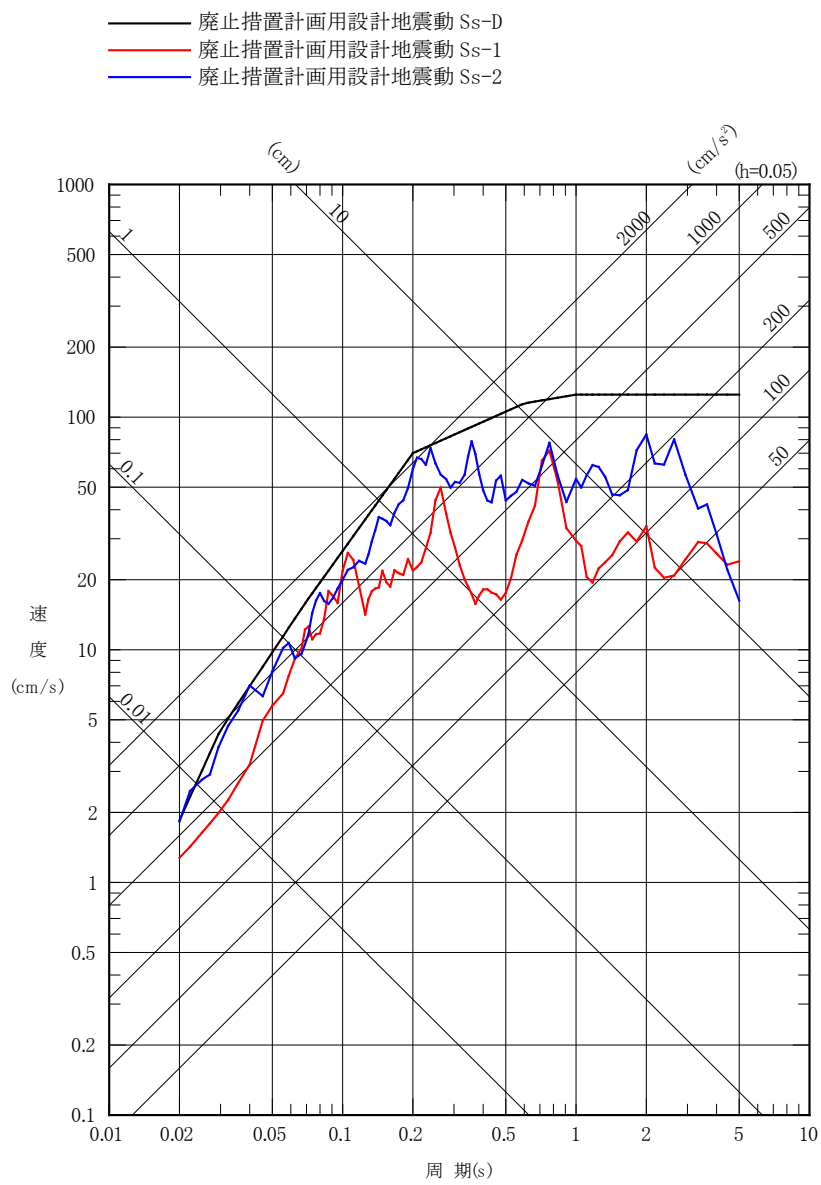
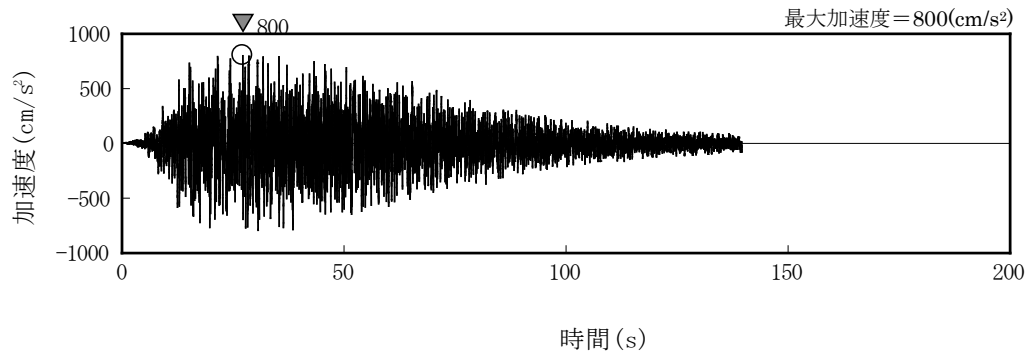
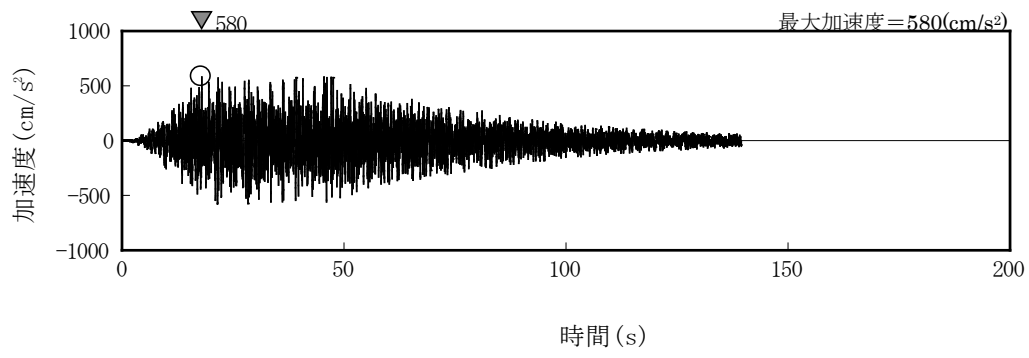


図 1-3 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(UD成分)

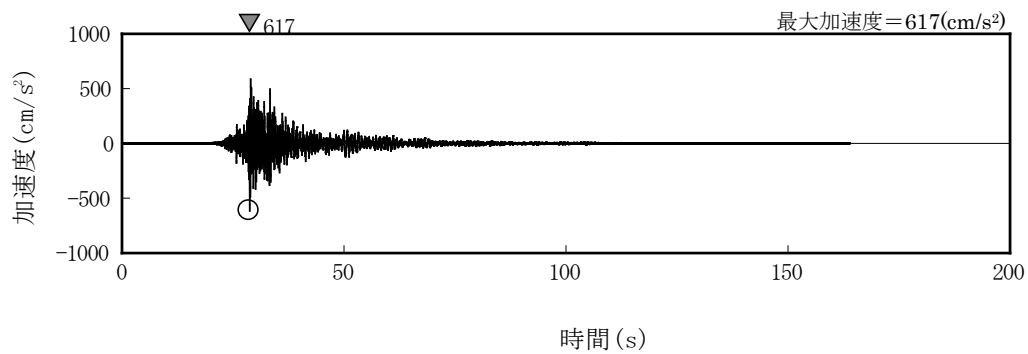


(水平成分)

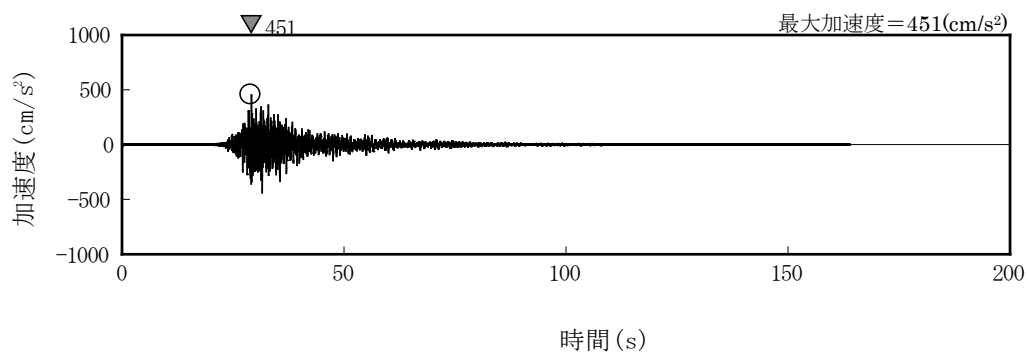


(鉛直成分)

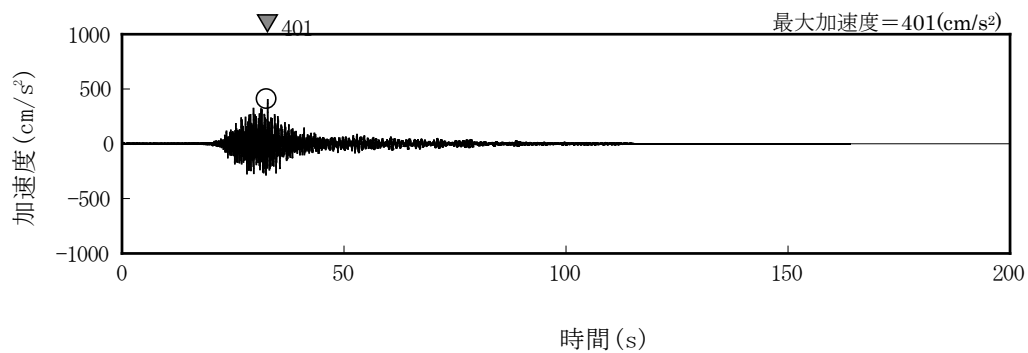
図 1-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形



(NS 成分)



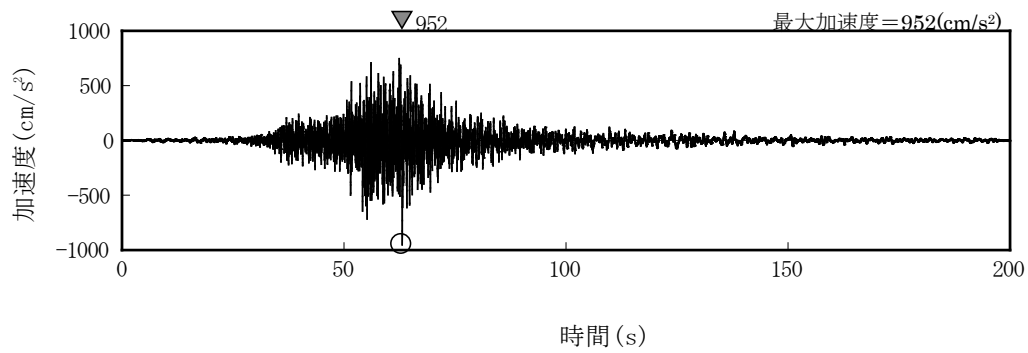
(EW 成分)



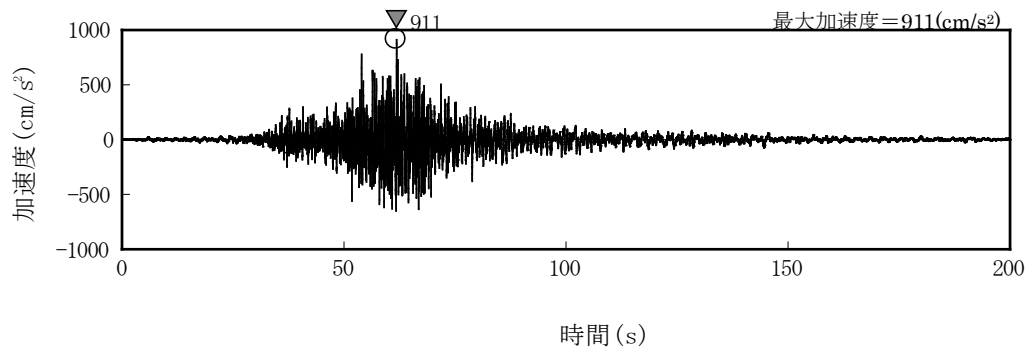
(UD 成分)

図 1-5 廃止措置計画用設計地震動(Ss-1)の時刻歴波形

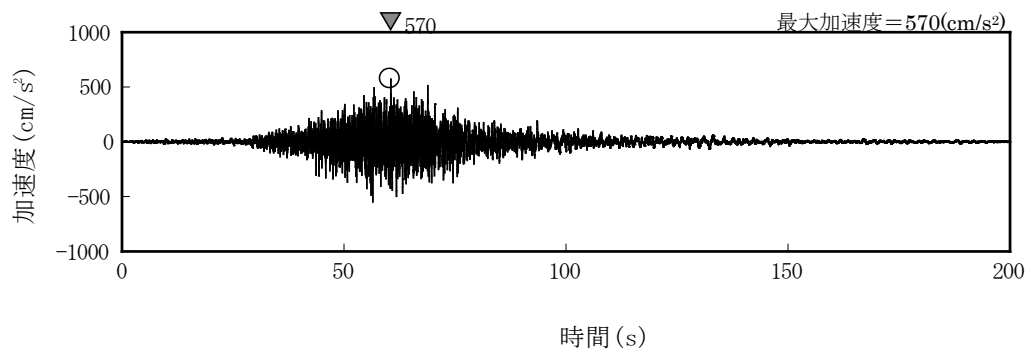




(NS 成分)



(EW 成分)



(UD 成分)

図 1-6 廃止措置計画用設計地震動(Ss-2)の時刻歴波形

## 2. 一般事項

### 2.1 位置

第二付属排気筒の位置を図 2-1 に示す。プラントノースと磁北方向の角度差は  $35.7^\circ$  である。

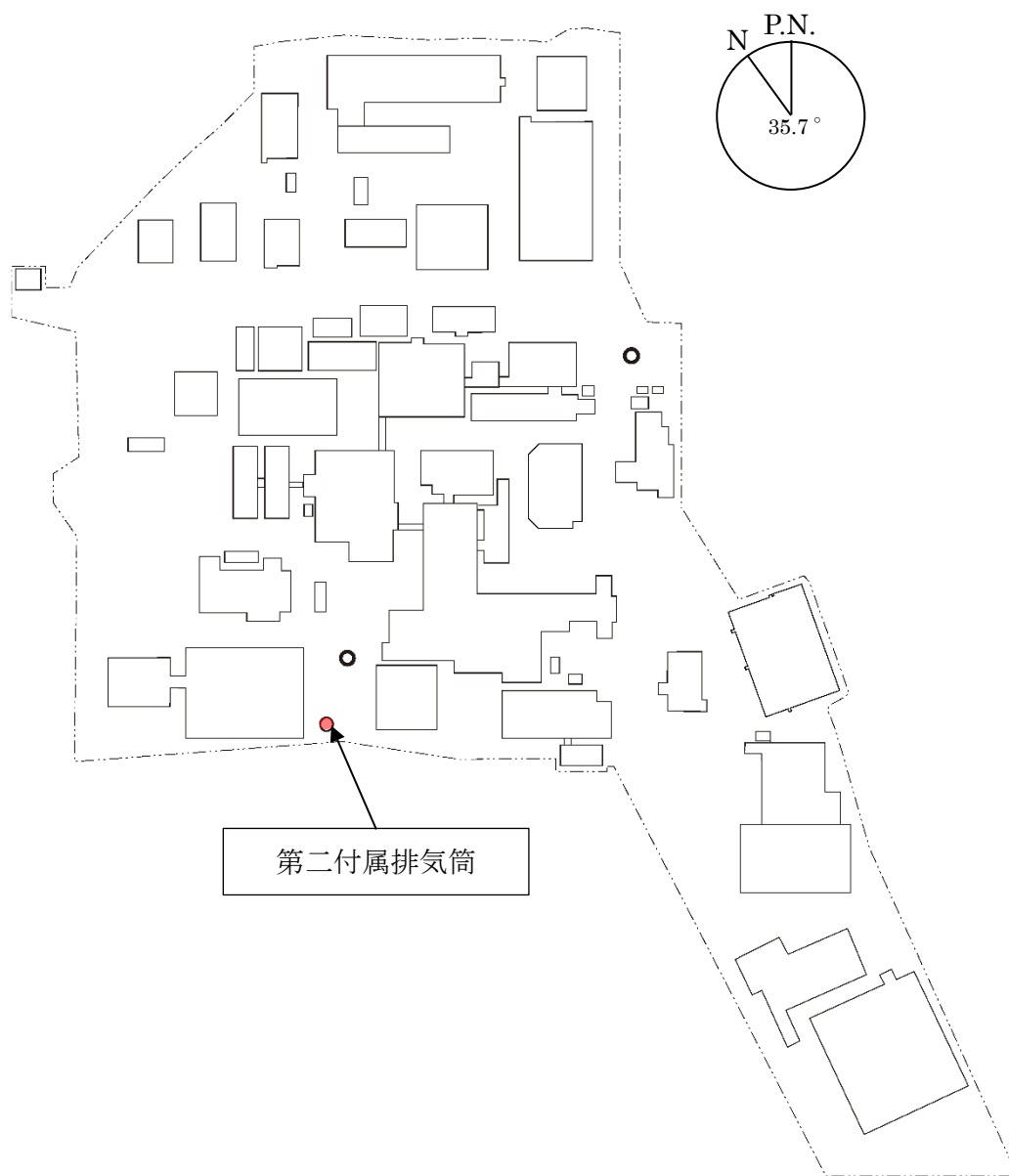


図 2-1 第二付属排気筒の位置

## 2.2 構造概要

第二付属排気筒は、筒身中央の内径約 4.3 m、地上高さ 90 m、基礎深さ 5 m の自立型の鋼製排気筒である。基礎は、鉄筋コンクリート造のべた基礎とし、基礎地盤である久米層（砂質泥岩）に設置されている。

第二付属排気筒の地震時における耐震性向上のため、第二付属排気筒下部への鉄筋コンクリート補強を行う。

第二付属排気筒の代表的な平面図及び断面図を図 2-2～図 2-4 に、基礎地盤（久米層）の等高線図及び断面図を図 2-4～図 2-5 に示す。

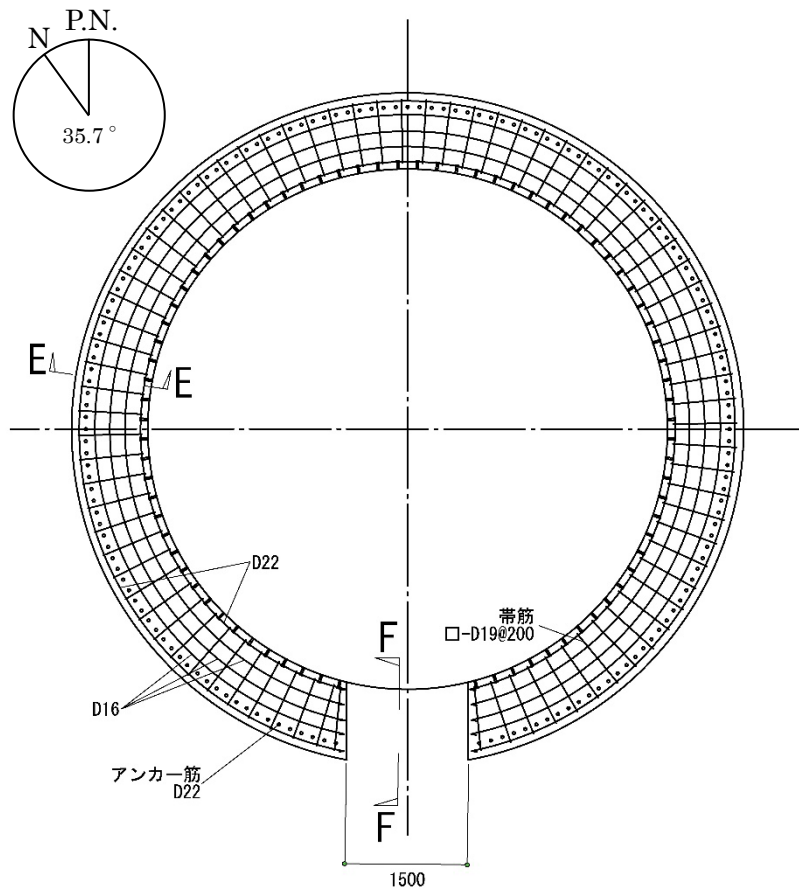


図 2-1 筒身最下部平面図 (T.P. +1.50 m)

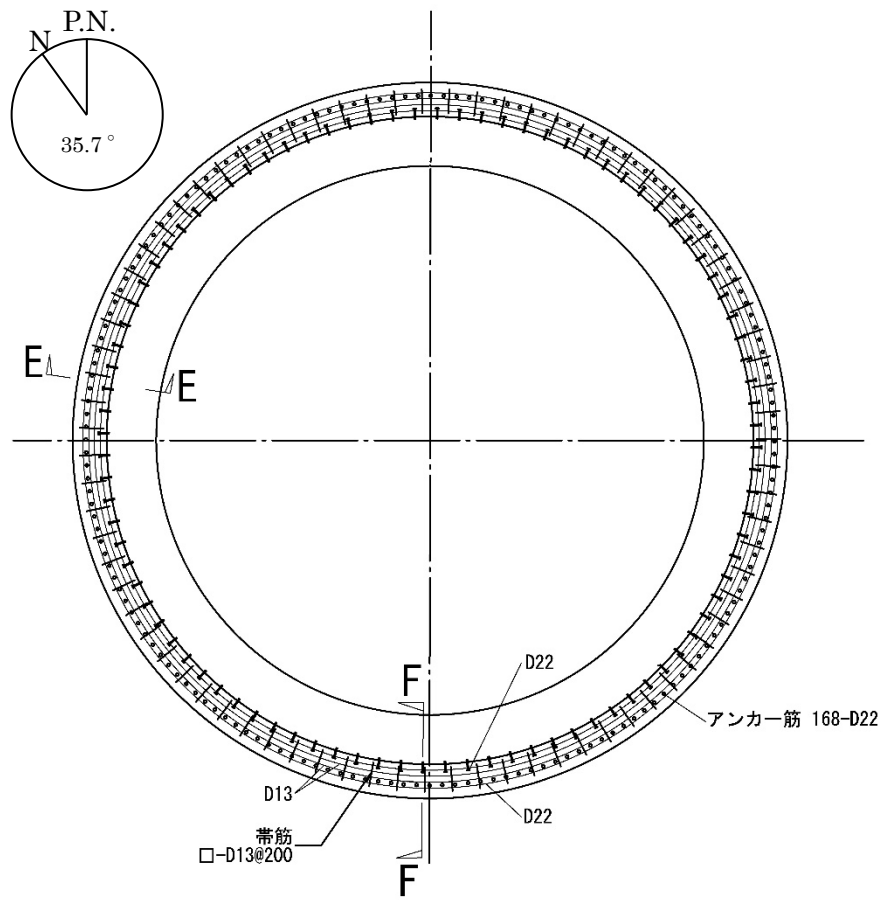
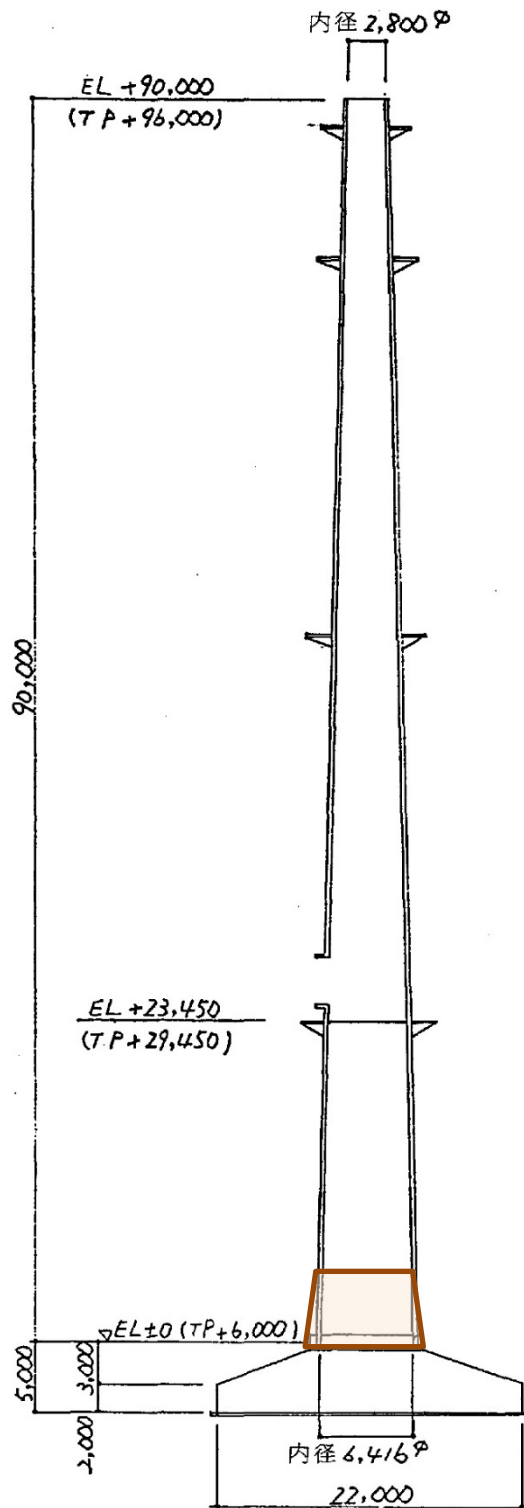


図 2-2 脚部平面図 (T.P. +0.50 m)



(筒身全体 着色部は根巻き補強部を示す。)

単位：mm

図 2-3 断面図

6-1-2-5-3-12

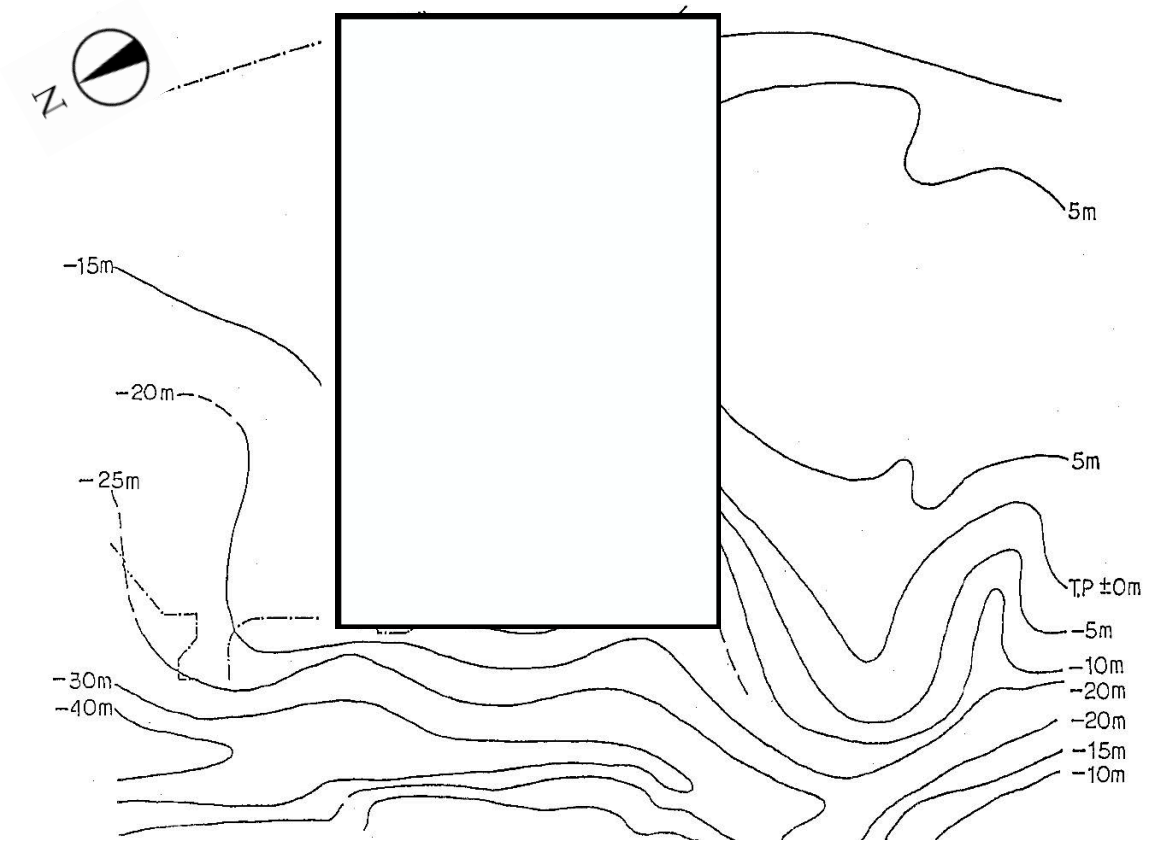
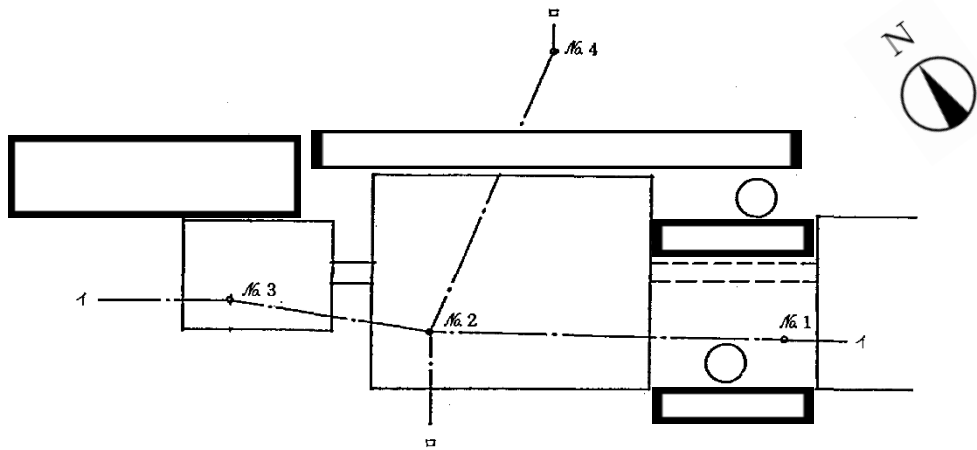


図 2-4 基礎地盤(久米層)の等高線図



ボーリング位置図

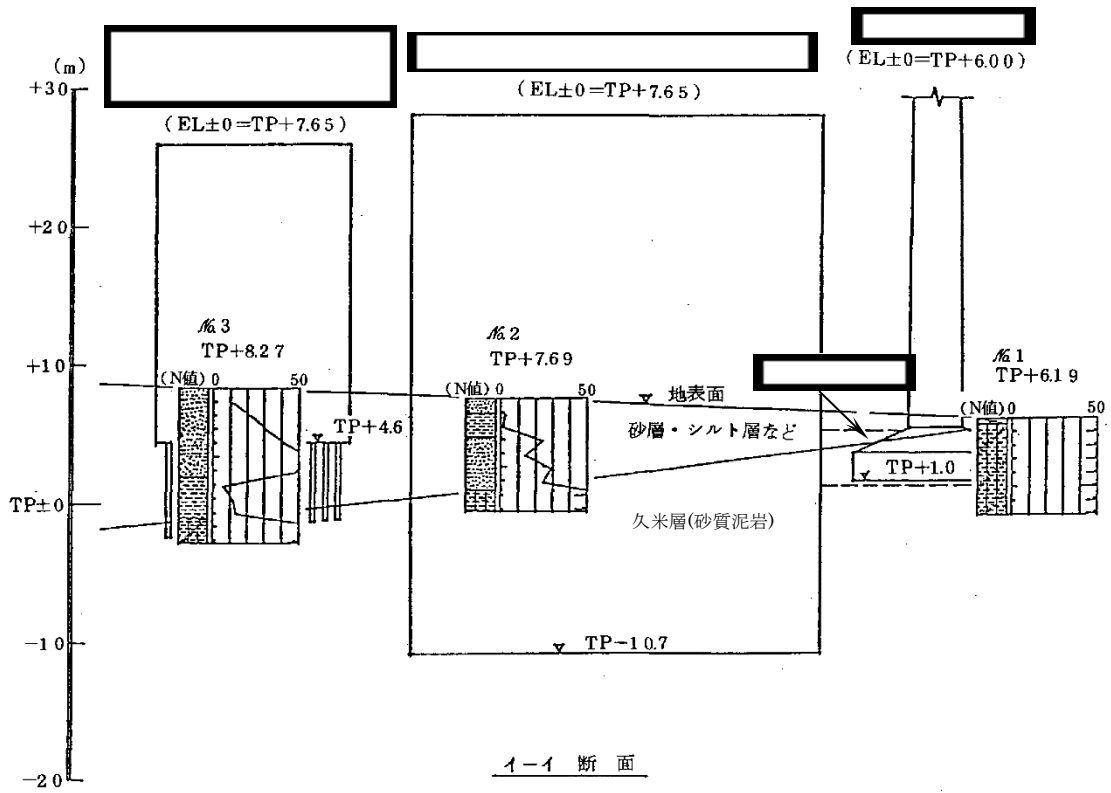


図 2-5 基礎地盤(久米層)の断面図



### 2.3 評価方針

第二付属排気筒の評価は、廃止措置計画用設計地震動による地震応答解析の結果に基づき実施する。

地震応答解析は、建物・構築物の形状、構造特性等を考慮した質点系の解析モデルを水平(NS, EW)方向及び鉛直(UD)方向ごとに設定し実施する。

評価は、筒身、脚部、基礎に生じる応力及び接地圧を算出し、評価基準値を超えないことを確認する。

また、接地率を算出し、基礎浮き上がりの評価法の適用範囲内であることを確認する。

第二付属排気筒の評価フローを図 2-6 に示す。

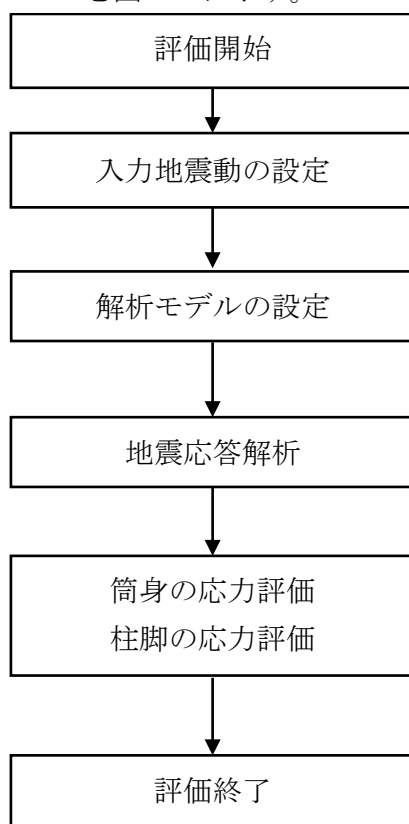


図 2-6 評価フロー

## 2.4 準拠規格・基準

第二付属排気筒の地震応答解析において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

「建築基準法・同施行令」（昭和 25 年法律第 201 号）

「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）

「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）

「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会）

「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）

「2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書」（日本建築センター）

「煙突構造設計指針」（日本建築学会）

「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」（国土交通省）

「鋼構造接合部設計指針」（日本建築学会）

「各種合成構造設計指針・解説」（日本建築学会）

「容器構造設計指針・同解説」（日本建築学会）

「鋼構造設計基準」（日本建築学会）

## 2.5 使用材料

### 2.5.1 使用材料

地震応答解析及び応力解析に用いるコンクリートの材料定数を表 2-1 に、鉄筋の材料定数を表 2-2 に、鋼材の材料定数を表 2-3 に、根巻きコンクリートの単位体積重量を表 2-4 に、根巻きコンクリートの重量を表 2-5 に示す。

表 2-1 コンクリートの材料定数

対象	設計基準強度 Fc (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 ν
既設部	22.1	2.20×10 <sup>4</sup>	0.2
新設部	45.0	2.80×10 <sup>4</sup>	0.2

表 2-2 鉄筋の材料定数

対象	種類	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 ν
既設部	SD30A, SD35	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3
新設部	SD295A, SD345	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3

表 2-3 鋼材の材料定数

対象	種類	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 ν
既設部 (筒身)	SS41	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3

表 2-4 根巻きコンクリートの単位体積重量

部位	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )
鉄筋コンクリート	24.5

表 2-5 根巻きコンクリートの重量

部 位	重量 (kN)
質点 18 (T. P. +11.0m)	212
質点 20 (T. P. +3.5m)	1353

## 2.5.2 許容応力度及び材料強度

### ①コンクリート

コンクリートの許容応力度及び材料強度を表 2-6 及び表 2-7 に示す。

表 2-6 コンクリートの許容応力度及び材料強度（既設部）

		圧縮	せん断
Fc=22.1N/mm <sup>2</sup>	長期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	7.3	0.71
	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	11.0	1.06
	材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	22.1	2.13

表 2-7 コンクリートの許容応力度及び材料強度（新設部）

		圧縮	せん断
Fc=45.0N/mm <sup>2</sup>	長期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	15.0	0.94
	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	30.0	1.88
	材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	45.0	2.82

②鉄筋

鉄筋の許容応力度及び材料強度を表 2-8 及び表 2-9 に示す。

表 2-8 鉄筋の許容応力度及び材料強度（既設部）

	SD30A		SD35	
	引張 圧縮	せん断	引張 圧縮	せん断
長期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	195	195	215	195
短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	295	295	345	345
材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	295	295	345	345

表 2-9 鉄筋の許容応力度及び材料強度（新設部）

	SD295A		SD345	
	引張 圧縮	せん断	引張 圧縮	せん断
長期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	195	195	215	195
短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	295	295	345	345
材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	295	295	345	345

③鋼材

鋼材の許容応力度及び材料強度を表 2-10 に示す。

表 2-10 鋼材の許容応力度及び材料強度（既設部）

	SS41	
	引張、曲げ※、圧縮※	せん断
長期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	F/1.5	F/(1.5√3)
短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	F	F/√3
材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	F	

※圧縮、曲げの許容応力度及び材料強度は上限値であり、座屈長さ等を考慮して設定する。

### 3. 入力地震動

#### 3.1 水平方向の入力地震動

水平方向の入力地震動は、廃止措置計画用設計地震動を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した第二付属排気筒の基礎底面位置での応答波とする。

NS 及び EW 方向での個別の地震動が定義されている Ss-1, Ss-2 については、解放基盤表面への入力前に第二付属排気筒の座標系に方位変換する。

算定に用いる地盤モデルは、当該敷地の地層等を考慮して設定された水平成層地盤とし、等価線形化法により地盤の非線形性を考慮する。

水平方向の入力地震動算定の概要を図 3-1 に、地盤の物性値を表 3-1 に、動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を図 3-2 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake（株式会社ニュージェック）」である。

廃止措置計画用設計地震動による地盤の地震応答解析結果を図 3-3～図 3-7 に、第二付属排気筒の基礎底面位置における水平方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-8～図 3-10 に示す。

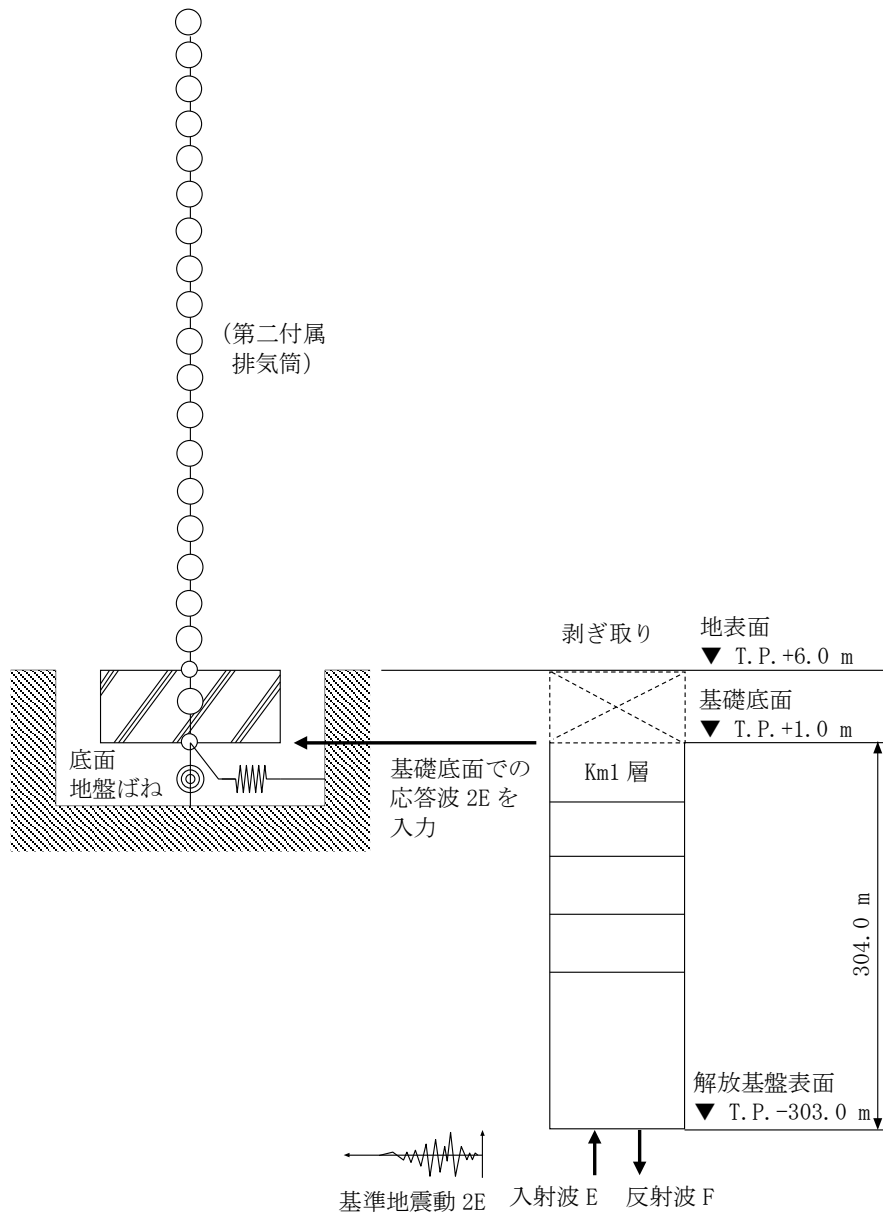
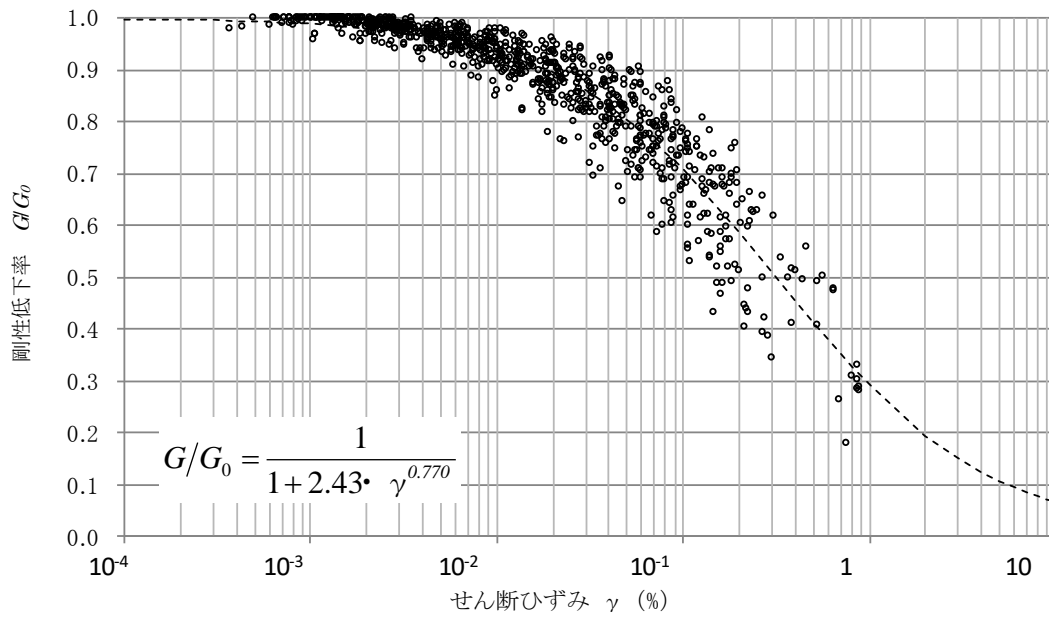


図 3-1 入力地震動算定の概要（水平方向）

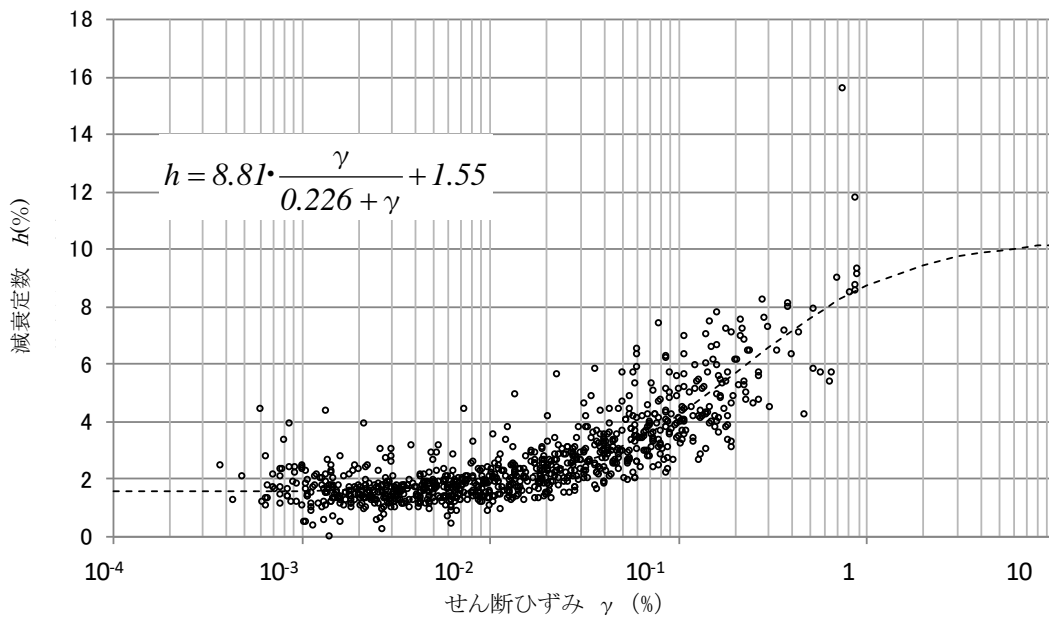


表 3-1 地盤の物性値

標高 T.P. (m)	地質名	地層 分類	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$	動せん断 弾性係数 G <sub>0</sub> (MN/m <sup>2</sup> )
1.00					
-10.00	久米層	Km1	1.77	0.455	427
-62.00		Km2	1.77	0.451	466
-92.00		Km3	1.77	0.447	515
-118.00		Km4	1.77	0.444	549
-169.00		Km5	1.77	0.440	596
-215.00		Km6	1.77	0.436	655
-261.00		Km7	1.77	0.431	711
-303.00		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426
	解放基盤		1.77	0.417	867



(a) 動せん断弾性係数



(b) 減衰定数

図 3-2 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性(久米層)

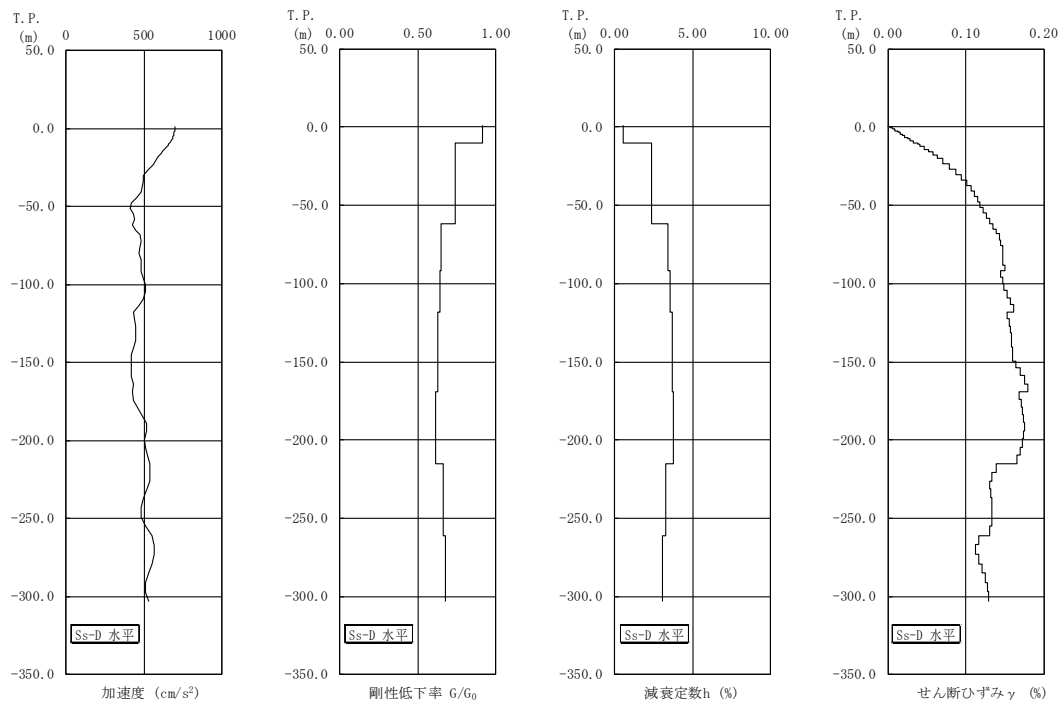


図 3-3 地盤の地震応答解析結果（水平方向, Ss-D）

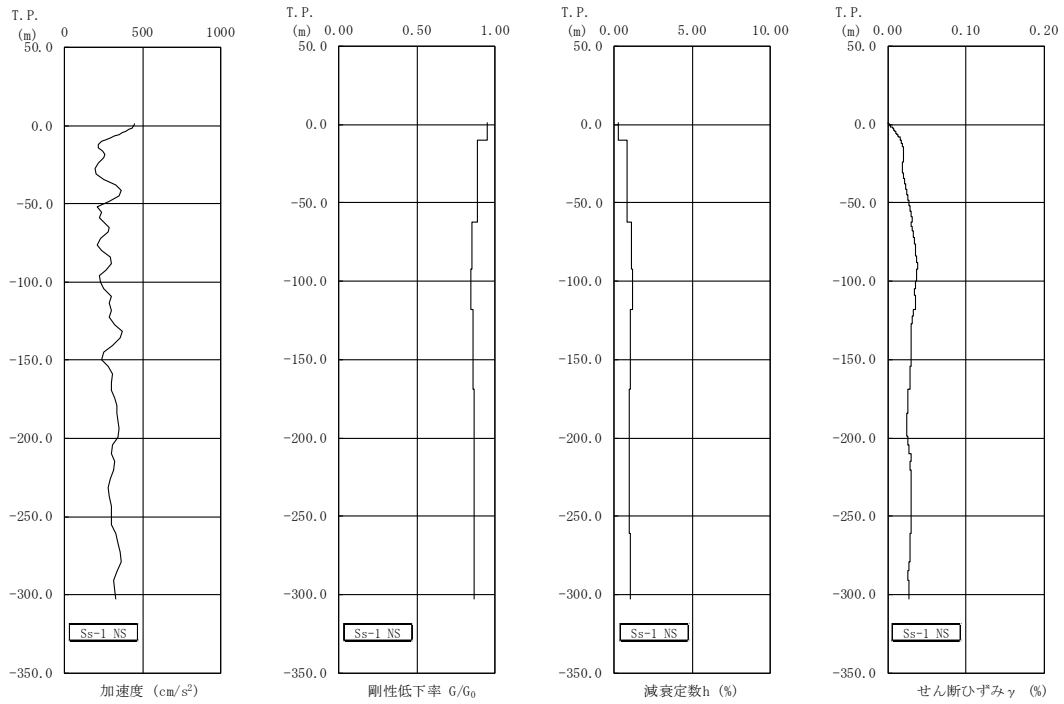


図 3-4 地盤の地震応答解析結果 (NS 方向, Ss-1)

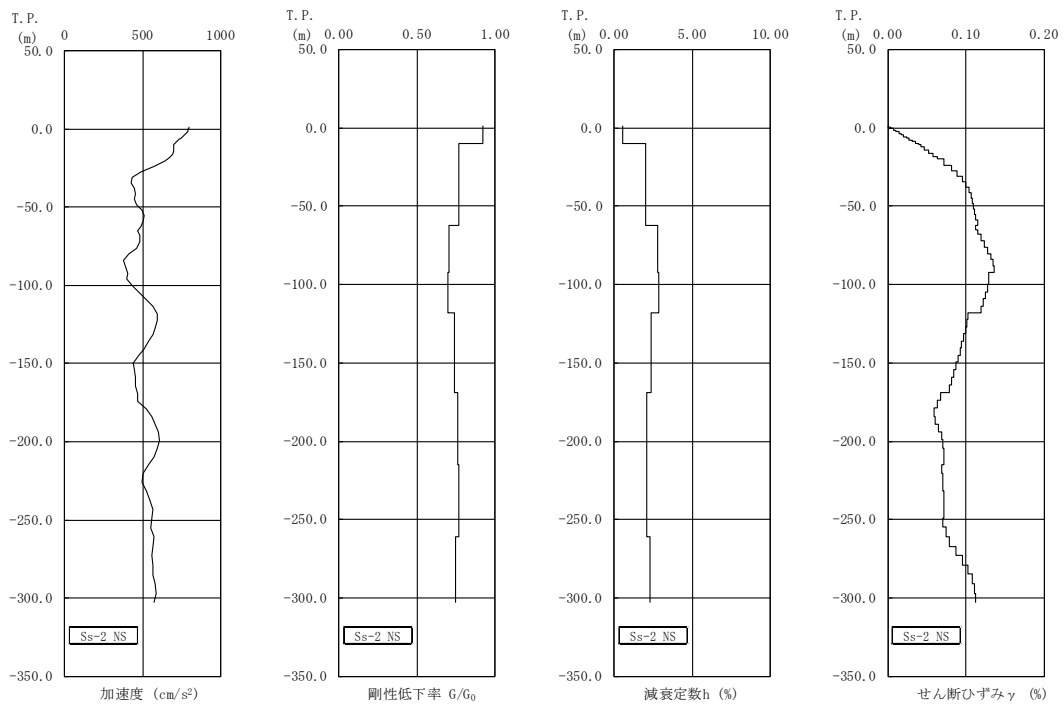


図 3-5 地盤の地震応答解析結果 (NS 方向, Ss-2)

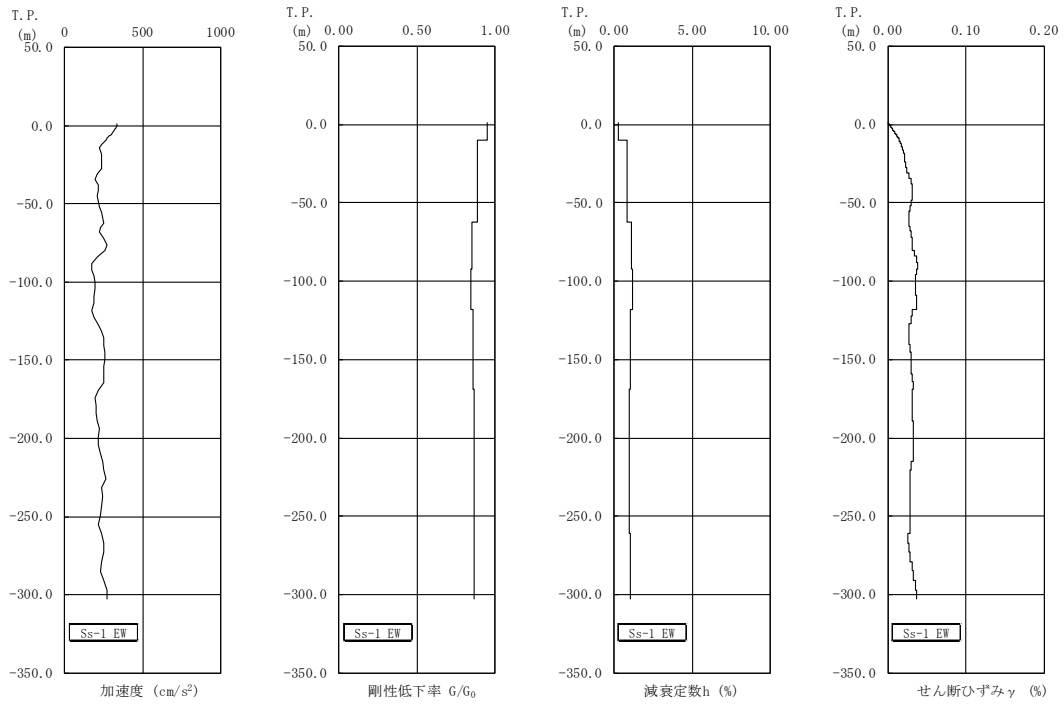


図 3-6 地盤の地震応答解析結果 (EW 方向, Ss-1)

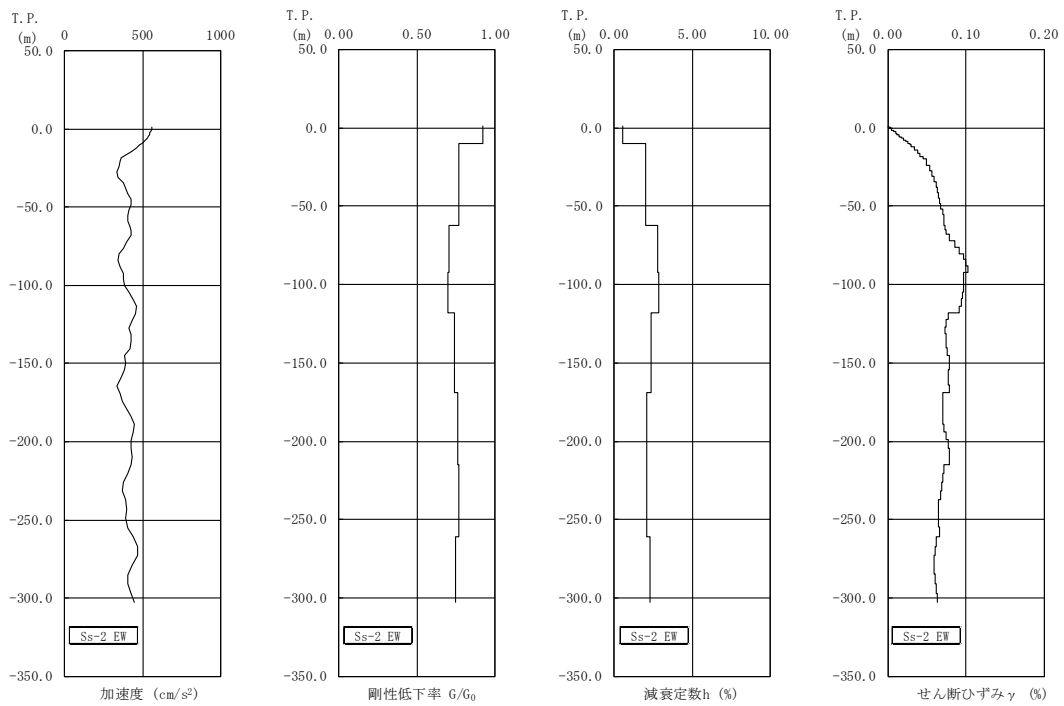


図 3-7 地盤の地震応答解析結果 (EW 方向, Ss-2)

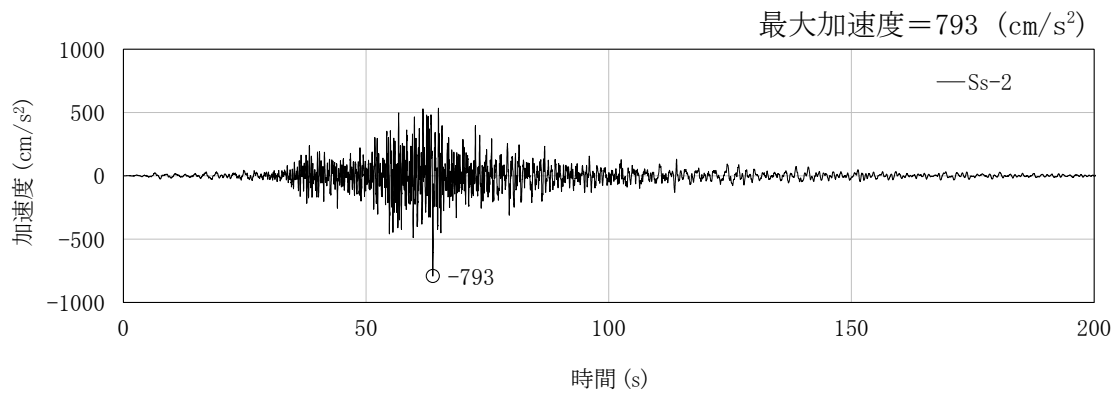
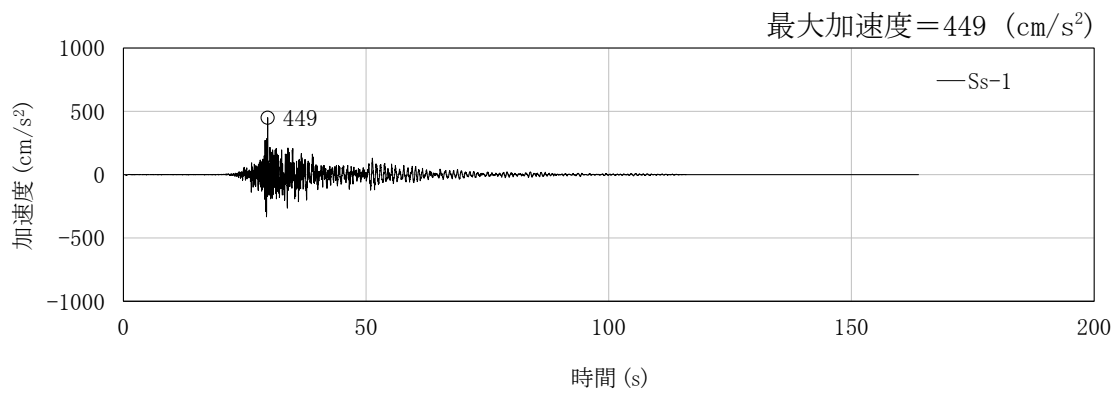
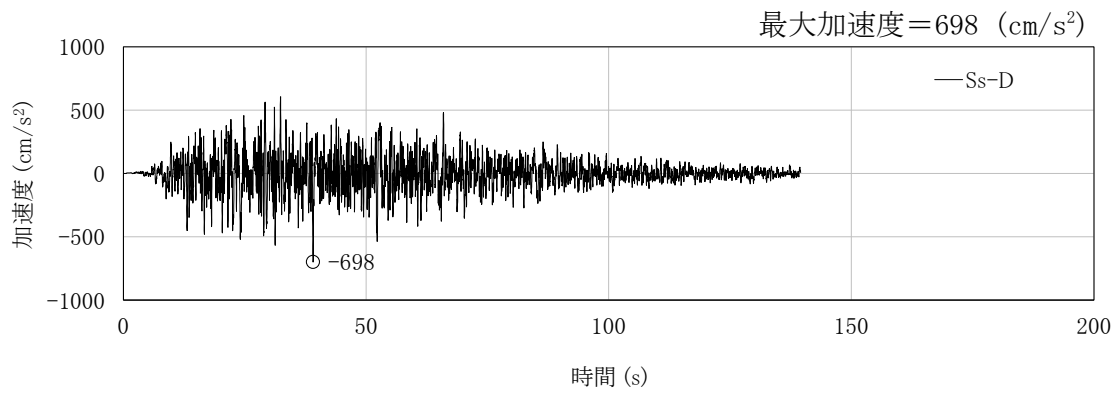


図 3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形 (NS 方向, S<sub>s</sub>, 基礎底面位置)

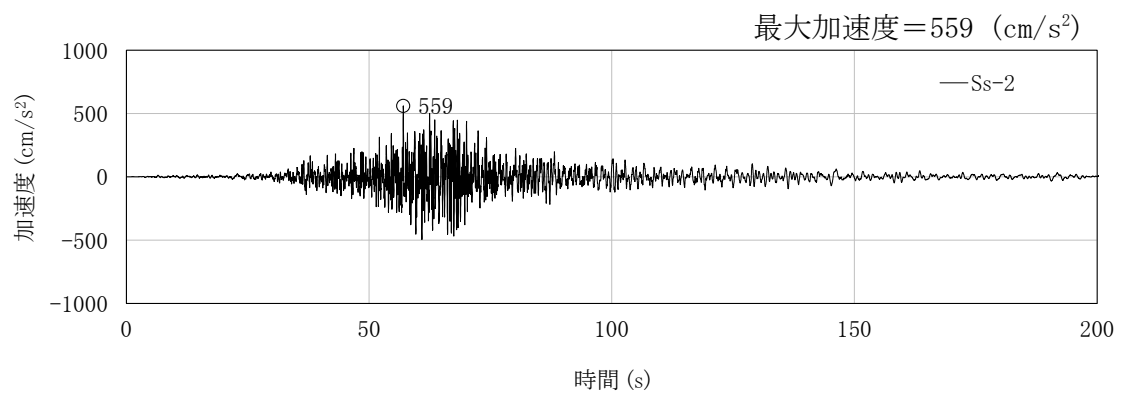
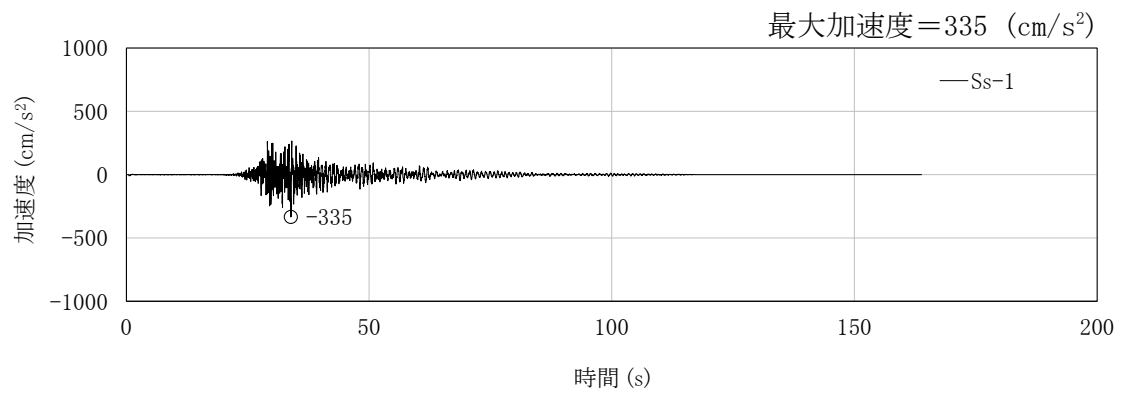
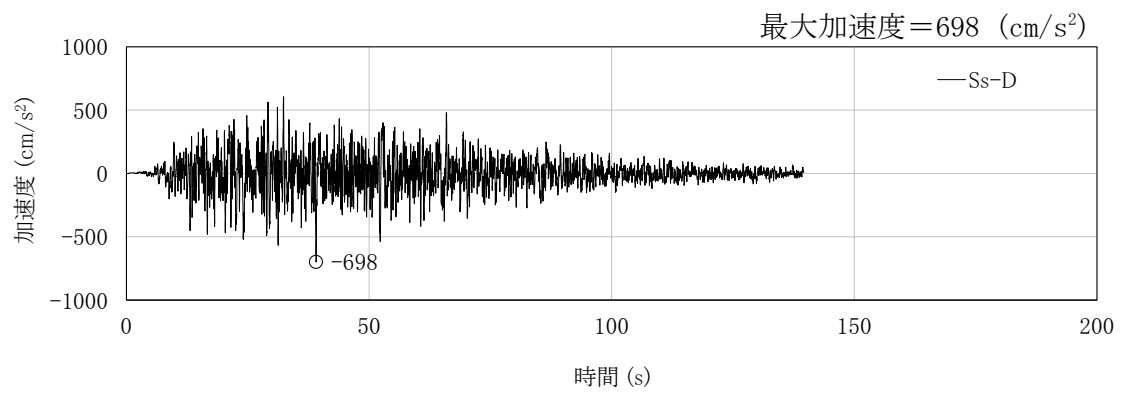
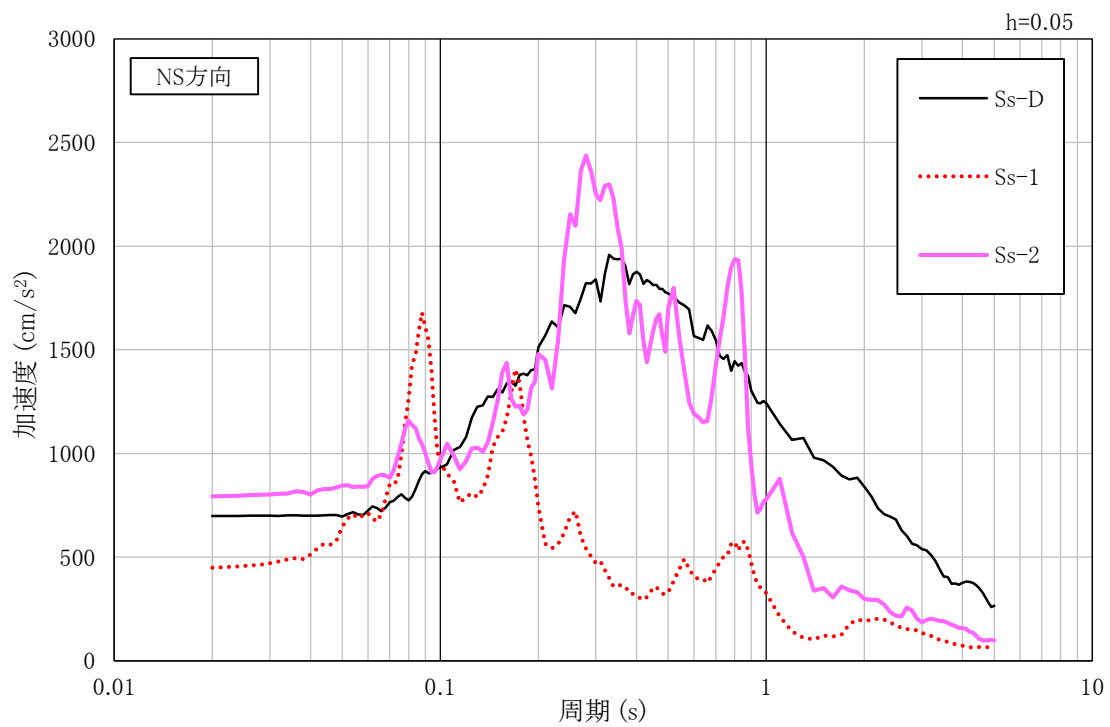
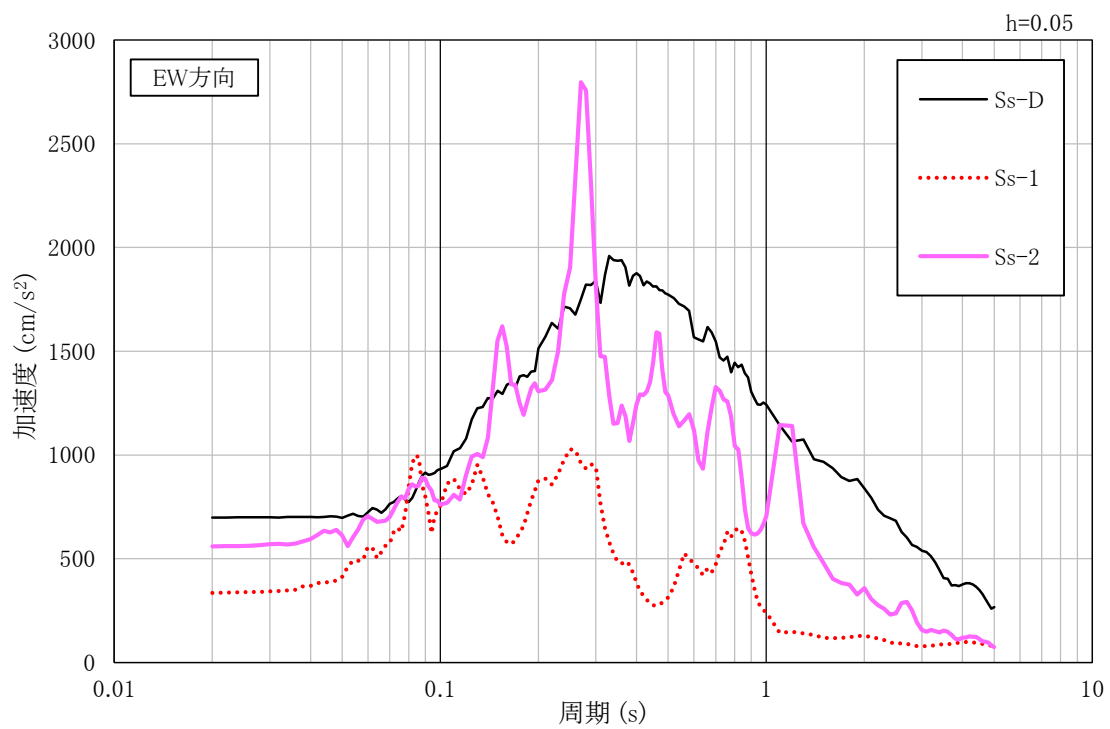


図 3-9 入力地震動の加速度時刻歴波形 (EW 方向, S<sub>s</sub>, 基礎底面位置)



(a)NS 方向



(b)EW 方向

図 3-10 入力地震動の加速度応答スペクトル (水平方向, Ss, 基礎底面位置)



### 3.2 鉛直方向の入力地震動

鉛直方向の入力地震動は、廃止措置計画用設計地震動を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した第二付属排気筒の基礎底面位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、水平方向の入力地震動の算定において設定された物性値に基づき、基礎底面位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルとする。

鉛直方向の入力地震動算定の概要を図 3-11 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake（株式会社ニュージェック）」である。

廃止措置計画用設計地震動による地盤の応答解析結果を図 3-12 に、第二付属排気筒の基礎底面位置における鉛直方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-13 及び図 3-14 に示す。

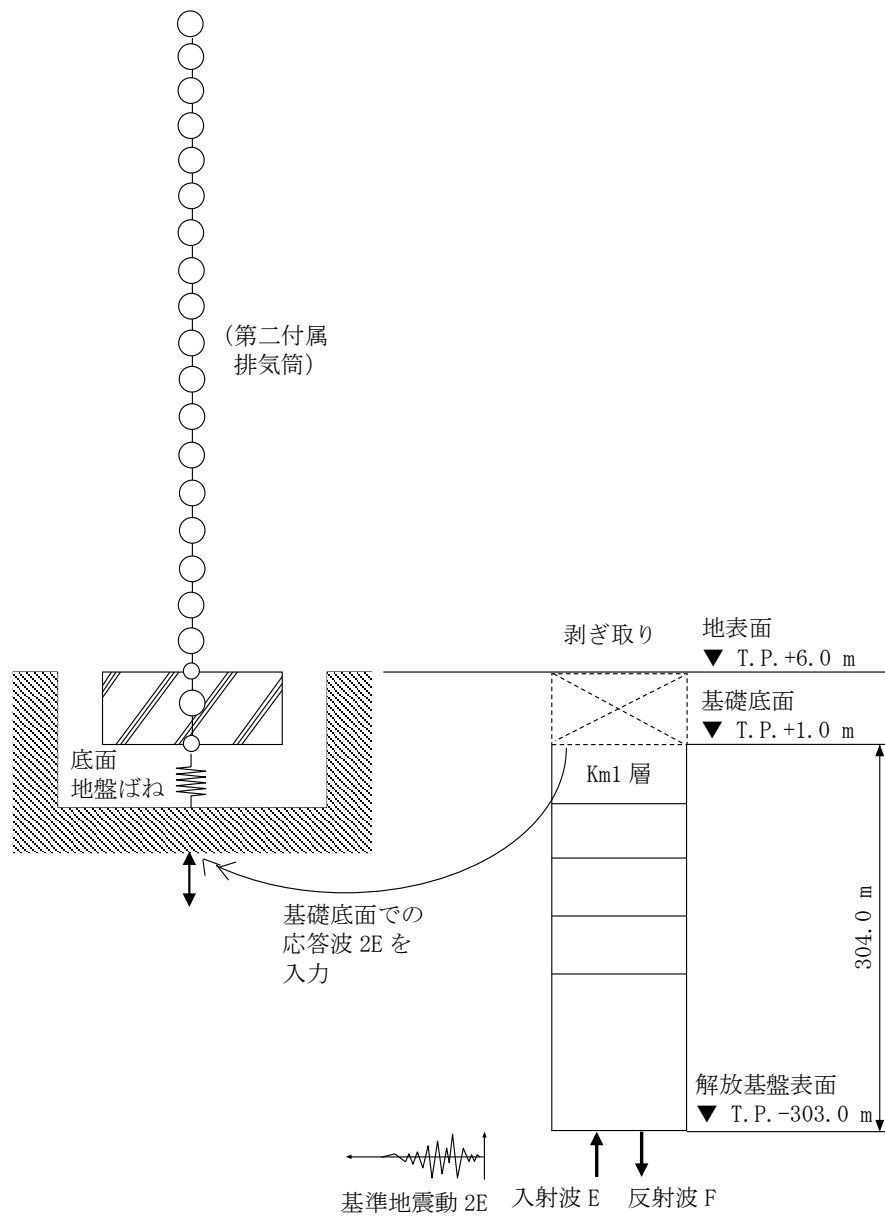
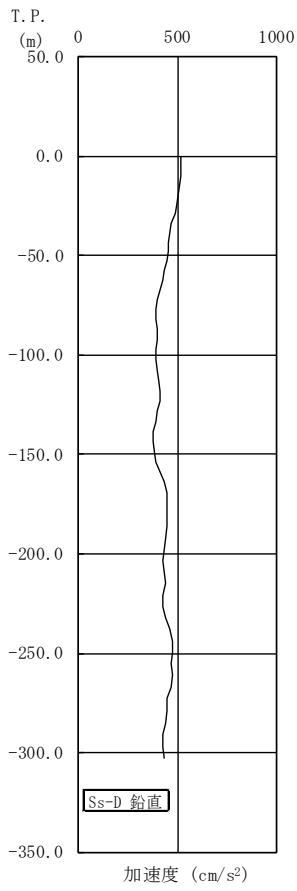
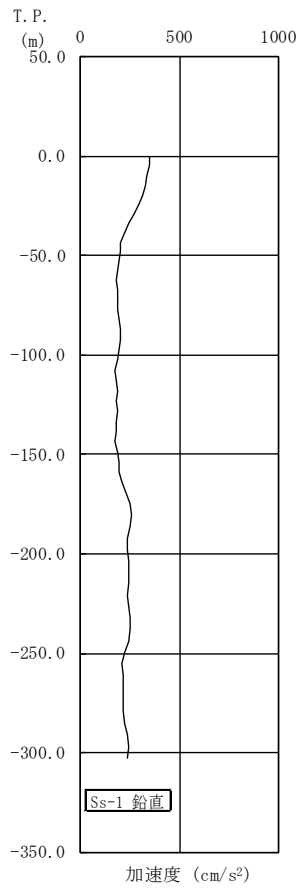


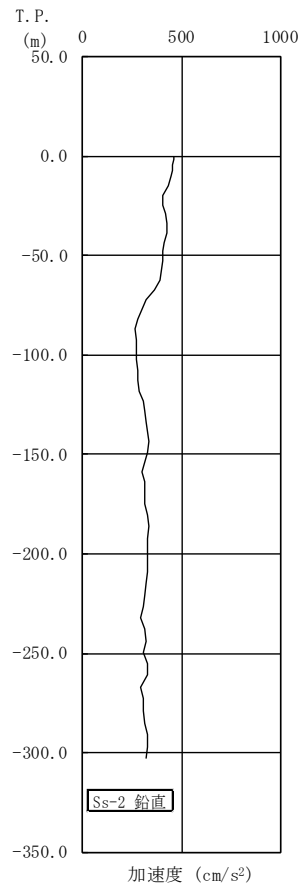
図 3-11 入力地震動算定の概要 (鉛直方向)



(a) Ss-D



(b) Ss-1



(c) Ss-2

図 3-12 地盤の地震応答解析結果 (鉛直方向, Ss)

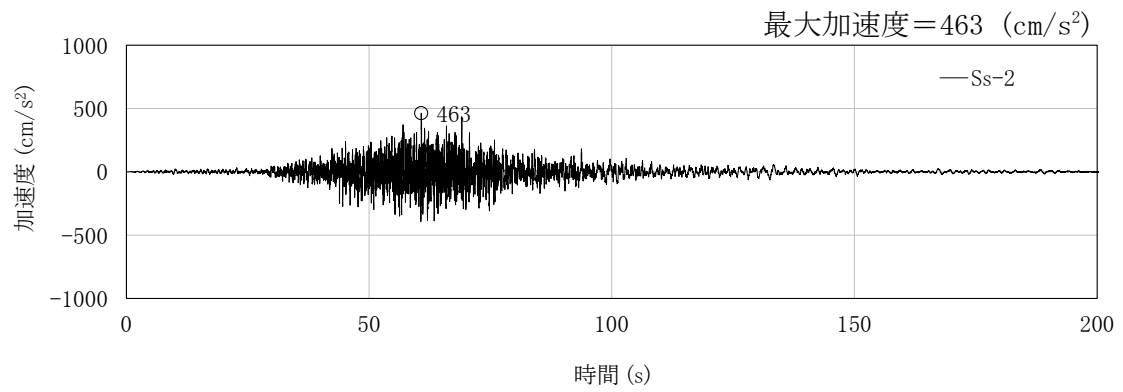
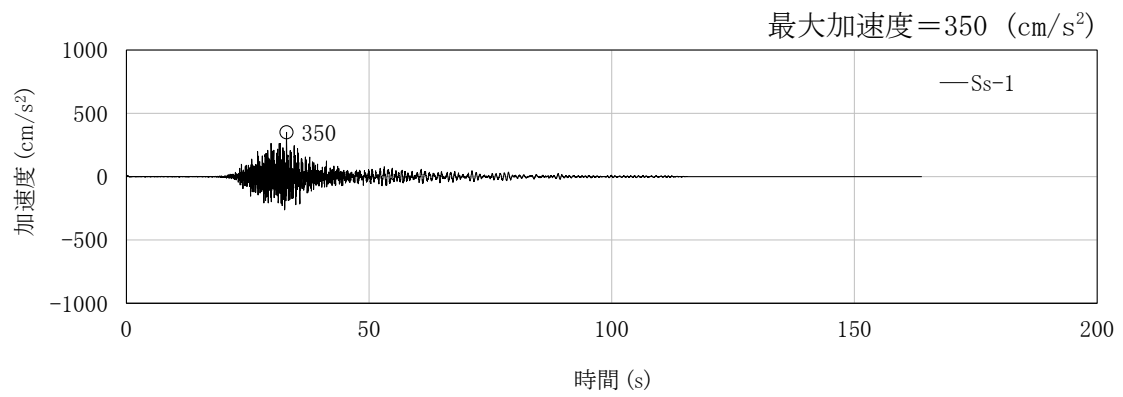
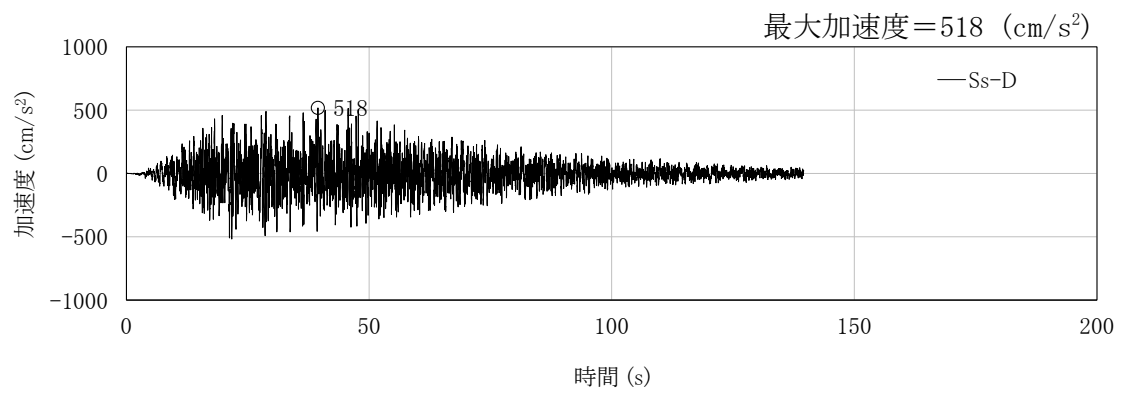


図 3-13 入力地震動の加速度時刻歴波形 (鉛直方向, Ss, 基礎底面位置)

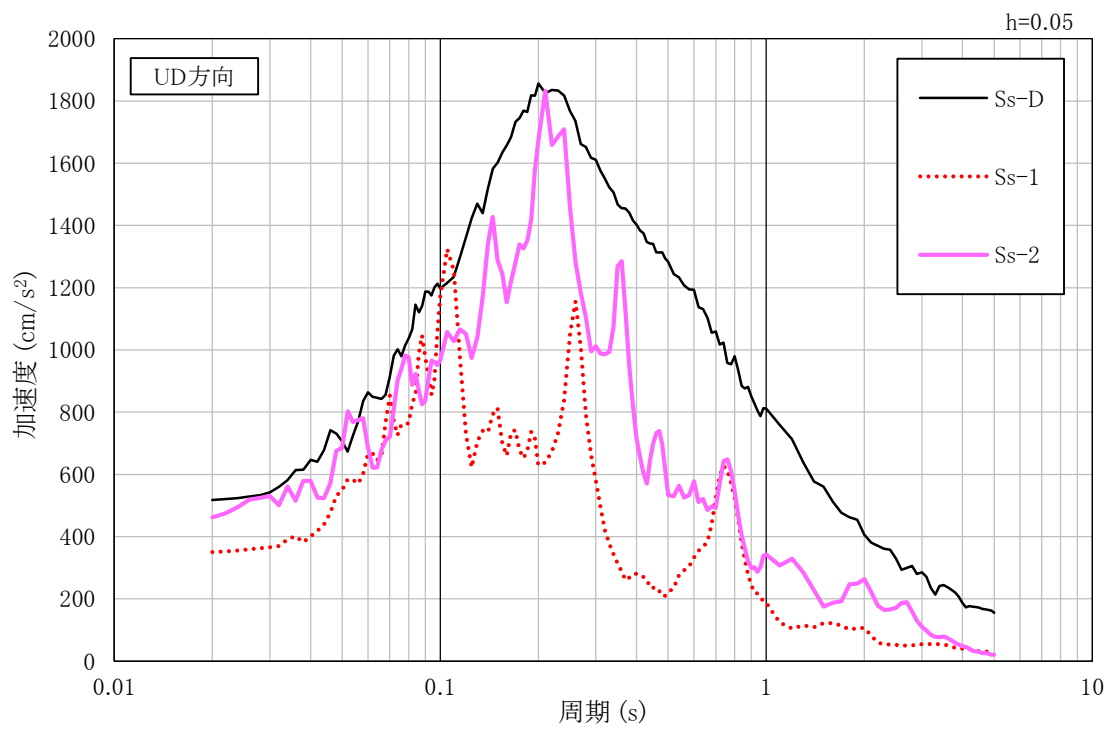


図 3-14 入力地震動の加速度応答スペクトル (鉛直方向, S<sub>s</sub>, 基礎底面位置)

## 4. 地震応答解析

### 4.1 水平方向の解析モデル

水平方向の解析モデルは、第二付属排気筒と地盤の相互作用を考慮した曲げせん断型の多質点系モデルとする。筒身の最下部は鋼製の筒身と鉄筋コンクリート造の根巻き部の混合構造となり、これを一体に評価している。基礎は、筒身と比較して剛性が大きいので剛体とする。

水平方向の解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの諸元を表 4-1 に示す。

解析モデルの諸元は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(ガラス固化技術開発施設)」の構造図に基づき設定する。

基礎下の底面地盤ばねは、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版(以下「JEAG4601-1991 追補版」という。)に基づき、振動アドミタンス理論により振動数依存の複素ばねを算定し、地盤ばね定数は 0 Hz での実部(静的ばね値)により、減衰係数は地盤-第二付属排気筒連成系 1 次固有円振動数での虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾きにより、それぞれ設定する。

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 4-2 に、地盤ばね定数及び減衰係数の設定方法の概要を図 4-2 に、底面地盤回転ばねの非線形特性(転倒モーメント-回転角関係)を図 4-3 に示す。

第二付属排気筒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第二付属排気筒各部のひずみエネルギーに比例した値として算定する。鋼製の筒体に関する減衰定数は 1%とする。

第二付属排気筒の地震応答解析に使用する解析コードは「TDAPⅢ(株式会社アーケ情報システム)」である。

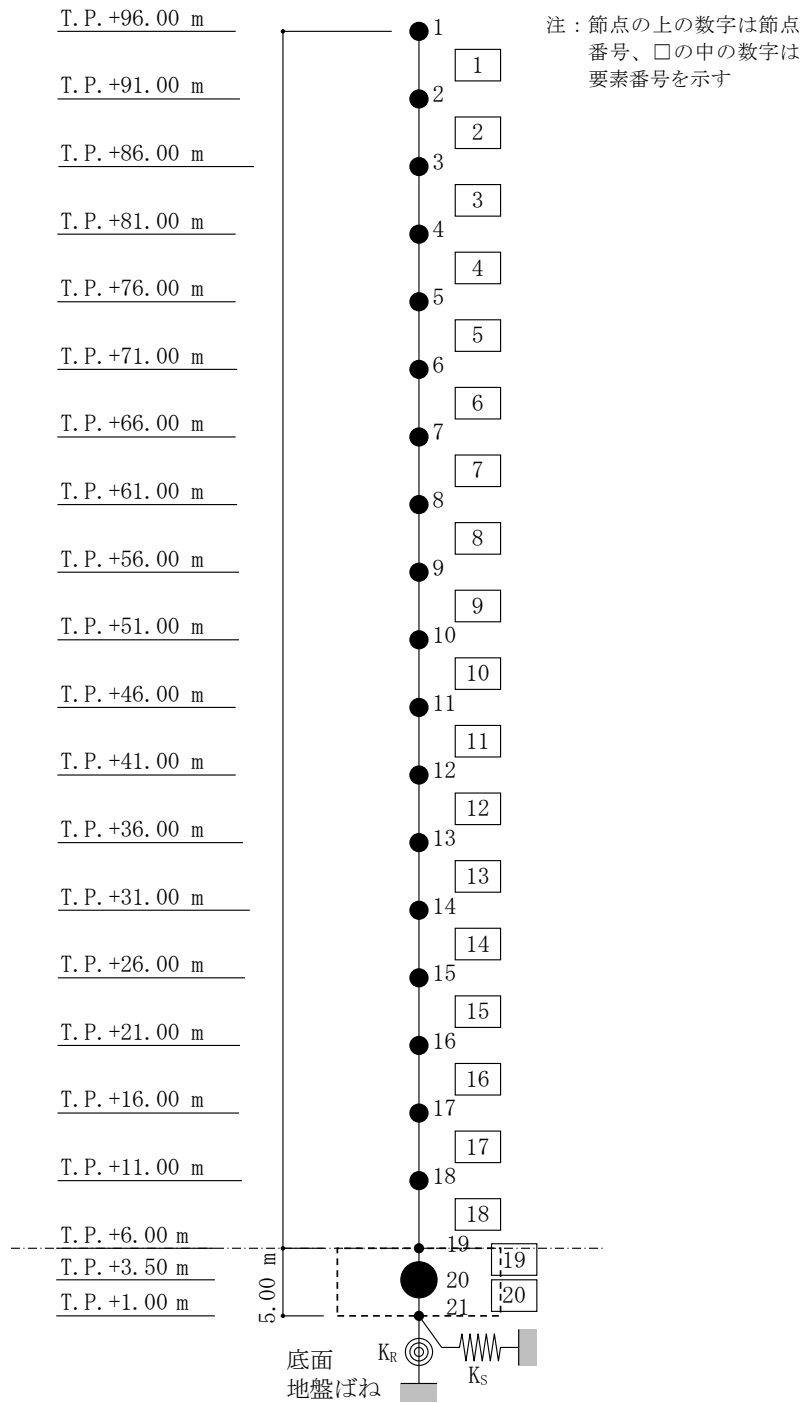


図 4-1 解析モデル (水平方向)

表 4-1 解析モデルの諸元 (水平方向)

質点 番号	高さ (T.P. +m)	重量 (kN)	回転慣性 重量 (kN・m <sup>2</sup> )	要素 番号	せん断 断面積 (×10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> )	断面二次 モーメント (×10 <sup>-3</sup> m <sup>4</sup> )
1	96.00	19.52	61.29	-	-	-
				1	41.10	87.00
2	91.00	41.97	135.33	2	48.90	118.00
3	86.00	48.15	162.79	3	57.20	157.00
4	81.00	54.82	194.47	4	66.20	204.00
5	76.00	61.98	230.75	5	75.80	261.00
6	71.00	69.63	272.23	6	86.10	330.00
7	66.00	77.77	319.40	7	97.00	410.00
8	61.00	83.85	360.98	8	101.70	473.00
9	56.00	90.22	408.25	9	113.50	579.00
10	51.00	96.69	459.15	10	118.50	659.00
11	46.00	103.56	516.61	11	131.30	794.00
12	41.00	110.52	578.20	12	136.60	894.00
13	36.00	117.78	647.24	13	150.40	1060.00
14	31.00	125.33	721.18	14	156.00	1190.00
15	26.00	133.08	803.46	15	170.70	1400.00
16	21.00	141.02	891.33	16	176.70	1550.00
17	16.00	149.36	988.71	17	192.30	1800.00
18	11.00	402.66	2458.35	18	476.87	15740.80
19	6.00	-	-	-	-	-
20	3.50	44952.41	1421334.83	-	-	-
21	1.00	-	-	-	-	-



表 4-2 地盤ばね定数及び減衰係数（水平方向，Ss）

方向	地震	地盤ばね成分		ばね定数 K (水平:kN/m)	減衰係数 C (水平:kN・s/m)
		成分	記号	(回転:kN・m/rad)	(回転:kN・m・s/rad)
NS, EW	Ss-D	水平	$K_S$	$2.286 \times 10^7$	$3.047 \times 10^5$
		回転	$K_R$	$2.654 \times 10^9$	$3.755 \times 10^5$
	Ss-1	水平	$K_S$	$2.441 \times 10^7$	$3.148 \times 10^5$
		回転	$K_R$	$2.835 \times 10^9$	$3.639 \times 10^5$
	Ss-2	水平	$K_S$	$2.321 \times 10^7$	$3.070 \times 10^5$
		回転	$K_R$	$2.692 \times 10^9$	$3.730 \times 10^5$

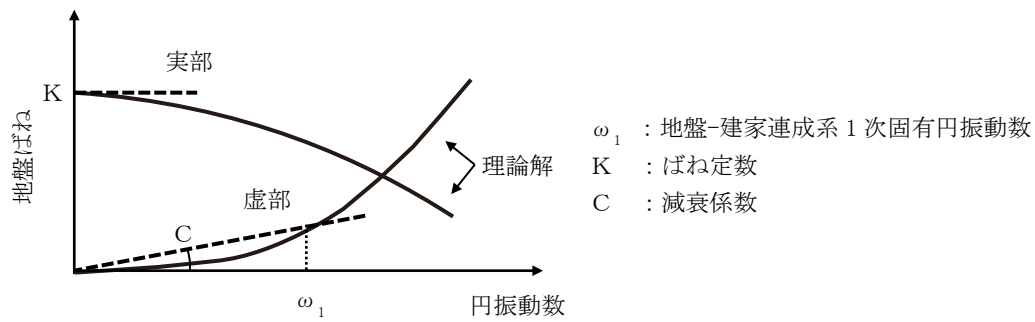


図 4-2 底面地盤ばねの地盤ばね定数及び減衰係数の設定方法の概要

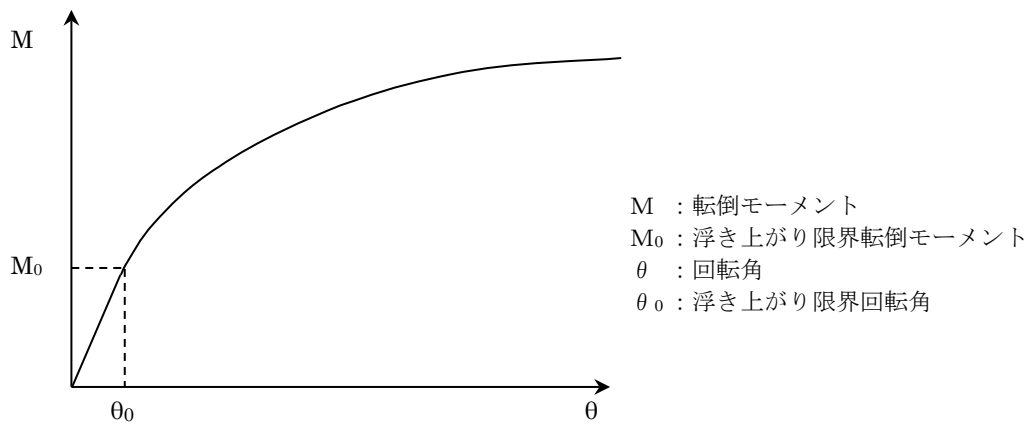


図 4-3 底面地盤回転ばねの非線形特性(転倒モーメント-回転角関係)

#### 4.2 鉛直方向の解析モデル

鉛直方向の解析モデルは、第二付属排気筒と地盤の相互作用を考慮した多質点系モデルとする。筒身の最下部は鋼製の筒身と鉄筋コンクリート造の根巻き部の混合構造となり、これを一体に評価している。基礎は、筒身と比較して剛性が大きいので剛体とする。

鉛直方向の解析モデルを図 4-4 に、解析モデルの諸元を表 4-3 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「Nb spg1 (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 4-4 に示す。

第二付属排気筒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第二付属排気筒各部のひずみエネルギーに比例した値として算定する。鋼製の筒身の減衰定数は 1%とする。

第二付属排気筒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。

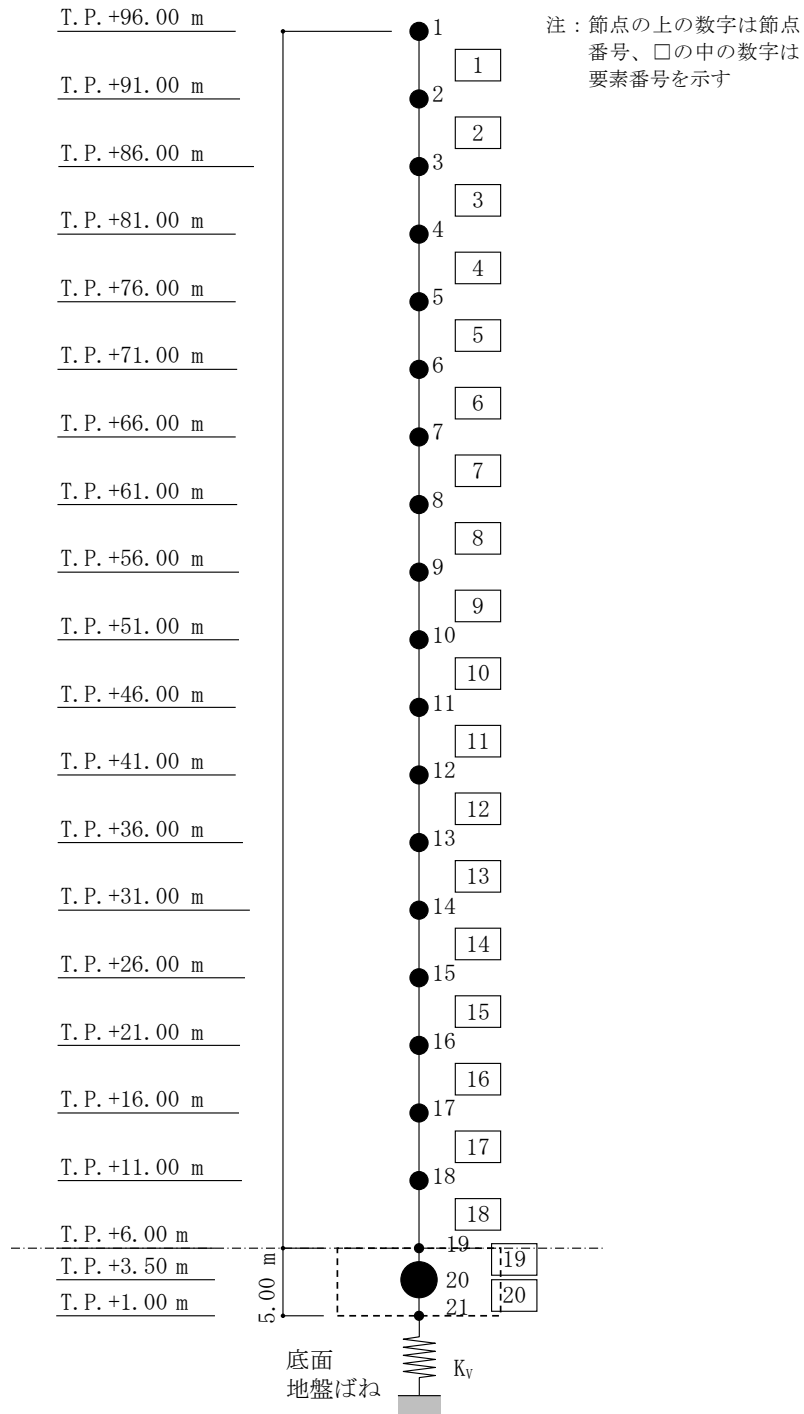


図 4-4 解析モデル (鉛直方向)

表 4-3 解析モデルの諸元 (鉛直方向)

質点 番号	高さ (T.P. +m)	重量 (kN)	要素 番号	軸断面積 ( $\times 10^{-3} \text{m}^2$ )
1	96.00	19.52	-	-
			1	82.3
2	91.00	41.97	2	97.7
3	86.00	48.15	3	114.4
4	81.00	54.82	4	132.4
5	76.00	61.98	5	151.6
6	71.00	69.63	6	172.1
7	66.00	77.77	7	193.9
8	61.00	83.85	8	203.3
9	56.00	90.22	9	227.0
10	51.00	96.69	10	237.1
11	46.00	103.56	11	262.6
12	41.00	110.52	12	273.3
13	36.00	117.78	13	300.7
14	31.00	125.33	14	312.0
15	26.00	133.08	15	341.4
16	21.00	141.02	16	353.3
17	16.00	149.36	17	384.5
18	11.00	402.66	18	953.7
19	6.00	-	-	-
20	3.50	44952.41	-	-
21	1.00	-	-	-

表 4-4 地盤ばね定数及び減衰係数（鉛直方向, Ss)

地震動	地盤ばね成分			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	K <sub>v</sub>	$3.217 \times 10^7$	$7.169 \times 10^5$
Ss-1	底面	鉛直	K <sub>v</sub>	$3.597 \times 10^7$	$7.407 \times 10^5$
Ss-2	底面	鉛直	K <sub>v</sub>	$3.316 \times 10^7$	$7.229 \times 10^5$

### 4.3 固有値解析結果

廃止措置計画用設計地震動（以下， $S_s$  という。）の固有値解析結果を表 4-5 に示す。刺激関数を  $S_s-D$  の結果を代表として図 4-5～図 4-6 に示す。

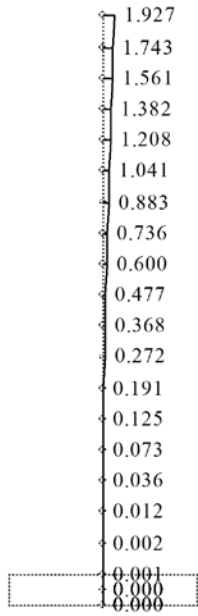
解析モデルは，水平・鉛直の二方向について自由度を持つため，固有値を両方向一緒に描いている。

表 4-5 固有值解析結果

地震	次數	固有周期 T (s)	刺激係數 $\beta$		備 考
			水平方向	鉛直方向	
Ss-D	1	0.932	1.927	0.000	水平 1 次
	2	0.236	-1.936	0.000	
	3	0.104	6.299	0.000	
	4	0.091	-6.155	0.000	
	5	0.078	0.000	2.285	鉛直 1 次
	6	0.058	1.426	0.000	
	7	0.053	0.000	-1.353	
	8	0.045	-0.851	0.000	
	9	0.038	0.310	0.000	
	10	0.028	-0.019	0.000	
Ss-1	1	0.932	1.924	0.000	水平 1 次
	2	0.236	-1.904	0.000	
	3	0.104	5.365	0.000	
	4	0.089	-5.314	0.000	
	5	0.074	0.000	2.575	鉛直 1 次
	6	0.058	1.459	0.000	
	7	0.053	0.000	-1.651	
	8	0.044	-0.912	0.000	
	9	0.038	0.407	0.000	
	10	0.028	-0.025	0.000	
Ss-2	1	0.932	1.926	0.000	水平 1 次
	2	0.236	-1.929	0.000	
	3	0.104	6.068	0.000	
	4	0.091	-5.945	0.000	
	5	0.076	0.000	2.357	鉛直 1 次
	6	0.058	1.434	0.000	
	7	0.053	0.000	-1.426	
	8	0.045	-0.862	0.000	
	9	0.038	0.329	0.000	
	10	0.028	-0.020	0.000	

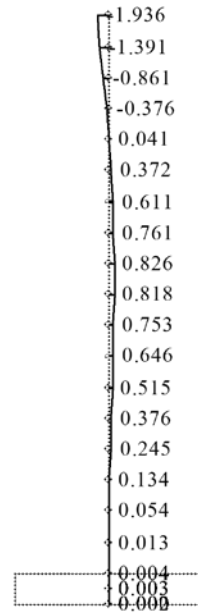


Mode - 1  
 T (s) =0.932  
 f (Hz)=1.073  
 $\beta_h = 1.927$   
 $\beta_v = 0.000$



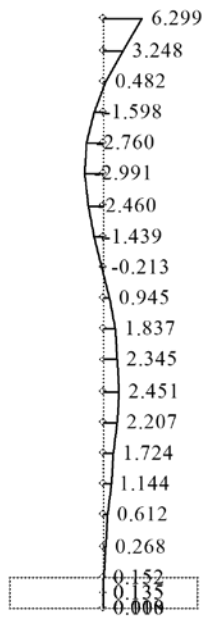
1 次

Mode - 2  
 T (s) =0.236  
 f (Hz)=4.237  
 $\beta_h = -1.936$   
 $\beta_v = 0.000$



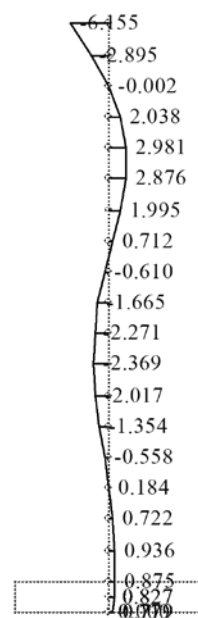
2 次

Mode - 3  
 T (s) =0.104  
 f (Hz)=9.604  
 $\beta_h = 6.299$   
 $\beta_v = 0.000$



3 次

Mode - 4  
 T (s) =0.091  
 f (Hz)=10.937  
 $\beta_h = -6.155$   
 $\beta_v = 0.000$

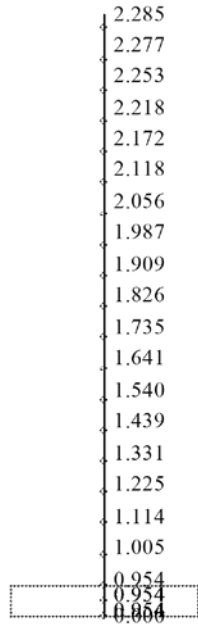


4 次

図 4-5 刺激関数 (Ss-D, 1~4 次)

Mode - 5

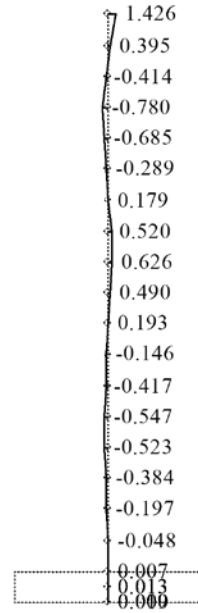
T (s) =0.078  
f (Hz)=12.893  
 $\beta_h = 0.000$   
 $\beta_v = 2.285$



5 次

Mode - 6

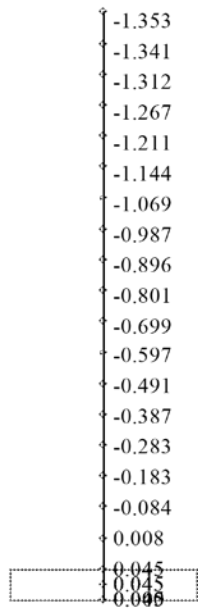
T (s) =0.058  
f (Hz)=17.118  
 $\beta_h = 1.426$   
 $\beta_v = 0.000$



6 次

Mode - 7

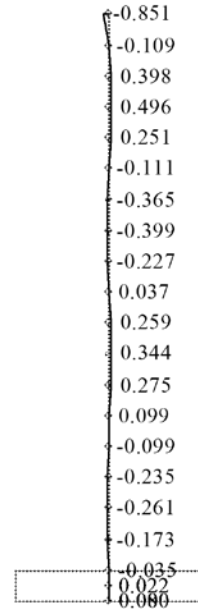
T (s) =0.053  
f (Hz)=18.844  
 $\beta_h = 0.000$   
 $\beta_v = -1.353$



7 次

Mode - 8

T (s) =0.045  
f (Hz)=22.254  
 $\beta_h = -0.851$   
 $\beta_v = 0.000$



8 次

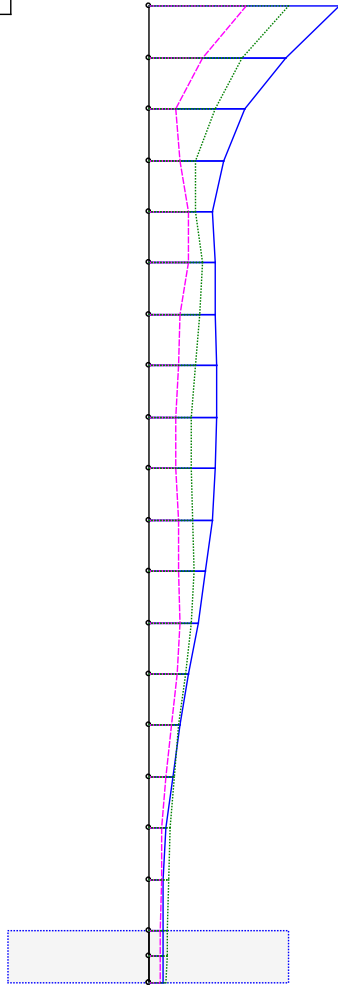
図 4-6 刺激関数 (S<sub>s</sub>-D, 5~8 次)

#### 4.4 地震応答解析結果

S<sub>s</sub> による水平方向の最大応答加速度, 変位, せん断力及び曲げモーメントを図 4-7~図 4-14 に, 鉛直方向の最大応答加速度, 変位及び軸力を図 4-15~図 4-17 に示す。これらの検討結果を基に, 筒身及び柱脚に生じる応力が許容応力を超えない事を確認する。

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 5,000  
 (cm/s<sup>2</sup>)

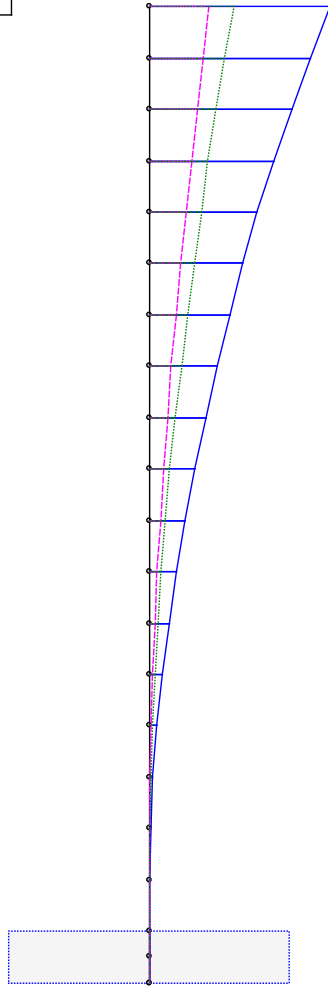


節点番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	9315.1	4749.4	6818.2
2	6671.5	2659.7	4537.0
3	4720.3	1330.9	3231.0
4	3649.6	1508.8	2322.9
5	3144.4	1983.7	2323.5
6	3281.5	1954.4	2614.3
7	3276.9	1505.2	2476.5
8	3348.2	1470.6	2261.0
9	3360.2	1345.8	2054.4
10	3262.4	1300.0	2087.9
11	3113.6	1483.8	2186.8
12	2789.4	1494.3	2194.1
13	2428.3	1513.8	2093.0
14	1958.4	1380.4	1837.3
15	1567.2	1101.7	1492.2
16	1185.5	828.8	1266.1
17	879.5	640.9	1084.0
18	727.2	642.2	959.8
19	724.6	598.1	904.8
20	723.6	575.1	892.0
21	722.6	552.0	879.2

図 4-7 最大応答加速度 (Ss, NS 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 500  
 (mm)

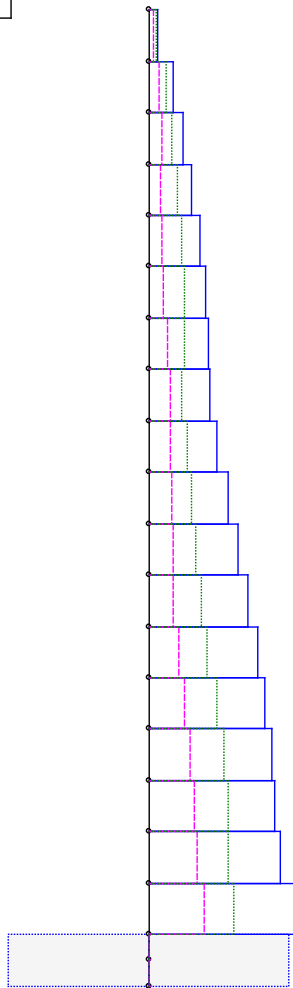


節点 番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	883.1	288.9	418.5
2	789.6	261.1	368.9
3	696.8	233.4	322.3
4	606.4	206.2	287.9
5	525.6	179.8	254.1
6	456.7	154.7	220.8
7	394.0	131.0	188.5
8	334.8	108.9	157.6
9	278.5	88.7	128.7
10	225.9	70.6	102.2
11	177.6	54.5	78.7
12	134.2	40.4	60.2
13	96.2	28.4	44.0
14	64.2	18.6	30.1
15	38.6	10.9	18.6
16	19.6	5.3	9.8
17	7.3	2.0	4.0
18	2.8	1.2	2.4
19	1.7	1.0	1.9
20	1.6	1.0	1.8
21	1.5	0.9	1.7

图 4-8 最大応答変位 (Ss, NS 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 2,000  
 (kN)

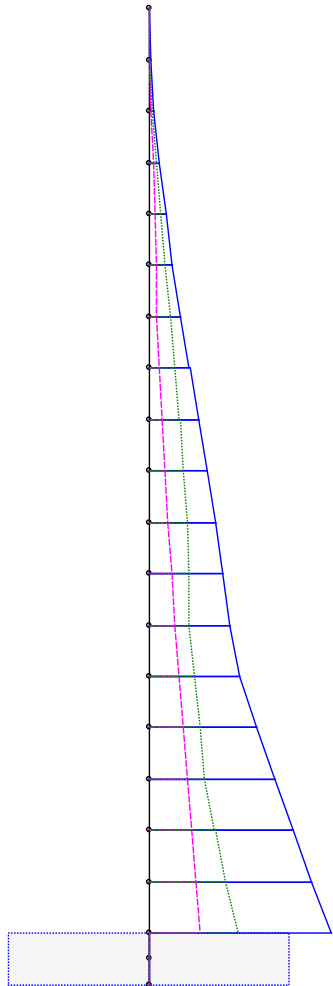


要素番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	185.5	94.0	135.8
2	471.7	207.0	329.3
3	678.8	248.2	456.7
4	823.4	226.6	569.3
5	988.1	246.0	647.6
6	1105.9	292.8	686.5
7	1171.3	377.6	694.0
8	1182.1	430.8	655.8
9	1342.5	433.9	747.9
10	1546.2	450.3	834.4
11	1739.6	465.8	923.6
12	1934.0	490.8	1026.9
13	2121.4	586.4	1151.1
14	2267.9	705.4	1324.1
15	2391.7	794.3	1462.5
16	2469.5	894.5	1538.1
17	2577.3	956.7	1557.2
18	2862.1	1070.9	1670.0
19	-	-	-
20	-	-	-

図 4-9 最大応答せん断力 (Ss, NS 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 50  
 (MNm)



要素 番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
	0.0	0.0	0.0
1	1.0	0.5	0.7
	1.0	0.5	0.8
2	3.4	1.6	2.4
	3.5	1.6	2.5
3	6.9	2.9	4.7
	6.9	2.9	4.8
4	10.9	4.0	7.3
	11.0	4.0	7.4
5	15.2	4.8	10.5
	15.2	4.8	10.5
6	20.5	5.3	13.8
	20.6	5.3	13.8
7	26.4	6.6	17.0
	26.5	6.6	17.1
8	32.4	8.4	20.0
	32.4	8.4	20.1
9	38.2	10.4	22.6
	38.2	10.4	22.7
10	43.5	12.6	24.7
	43.5	12.6	24.7
11	48.3	14.8	25.7
	48.3	14.8	25.7
12	52.5	17.2	26.0
	52.5	17.2	25.9
13	59.1	19.7	29.6
	59.1	19.7	29.6
14	69.7	22.2	33.1
	69.7	22.2	33.1
15	81.6	24.9	36.3
	81.6	25.0	36.3
16	93.8	27.7	42.9
	93.8	27.7	43.0
17	106.1	30.5	50.3
	106.1	30.5	50.3
18	118.9	33.2	58.1
19	=	=	=
20	=	=	=

図 4-10 最大応答曲げモーメント (Ss, NS 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

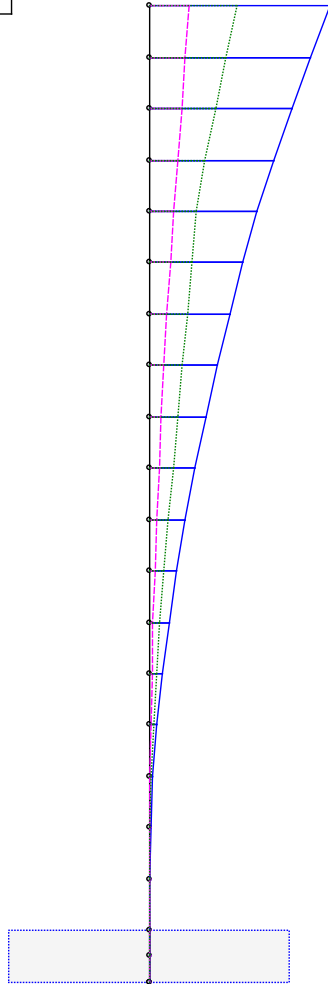
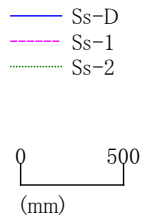
0 5,000  
 (cm/s<sup>2</sup>)



節点 番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	9315.1	3717.1	8193.1
2	6671.5	2218.9	5768.5
3	4720.3	1454.1	3540.4
4	3649.6	1251.5	2292.2
5	3144.4	1406.5	1922.1
6	3281.5	1416.9	2193.9
7	3276.9	1556.5	2635.8
8	3348.2	1507.4	3037.8
9	3360.2	1231.5	3099.4
10	3262.4	1300.3	3133.3
11	3113.6	1295.7	3036.6
12	2789.4	1350.5	2737.9
13	2428.3	1248.3	2290.0
14	1958.4	1123.6	1815.7
15	1567.2	908.7	1324.9
16	1185.5	715.1	906.2
17	879.5	559.4	769.0
18	727.2	436.6	684.7
19	724.6	376.6	635.5
20	723.6	374.1	621.3
21	722.6	371.7	607.8

図 4-11 最大応答加速度 (Ss, EW 方向)



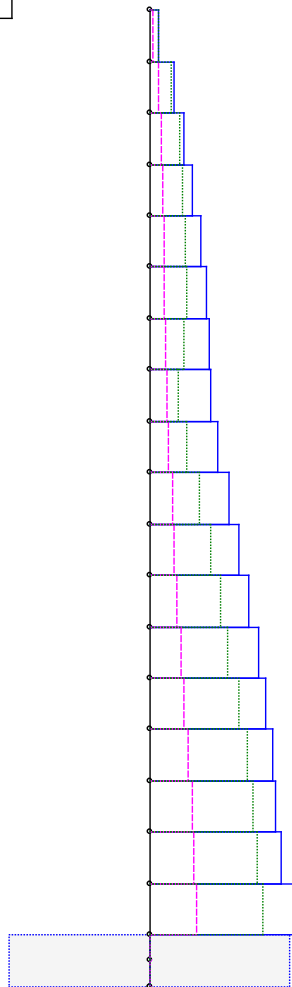


節点番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	883.1	194.8	428.7
2	789.6	176.0	375.9
3	696.8	157.3	323.8
4	606.4	139.0	273.6
5	525.6	121.2	228.6
6	456.7	104.3	206.1
7	394.0	88.5	185.2
8	334.8	73.8	163.5
9	278.5	60.4	140.7
10	225.9	48.2	117.5
11	177.6	37.2	94.7
12	134.2	27.7	73.1
13	96.2	19.5	53.3
14	64.2	13.0	36.1
15	38.6	8.1	21.8
16	19.6	4.4	11.1
17	7.3	1.9	4.5
18	2.8	0.9	1.8
19	1.7	0.8	1.4
20	1.6	0.7	1.3
21	1.5	0.7	1.2

図 4-12 最大応答変位 (Ss, EW 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 2,000  
 (kN)

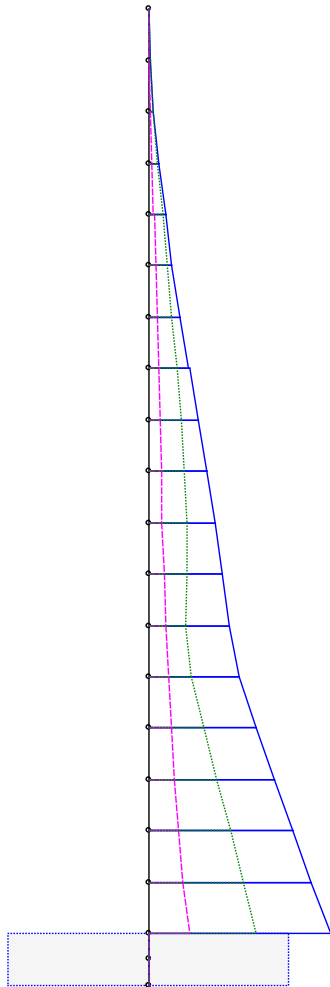


要素 番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	185.5	73.7	163.2
2	471.7	168.4	410.4
3	678.8	220.6	579.2
4	823.4	247.8	653.3
5	988.1	279.7	705.0
6	1105.9	287.0	717.0
7	1171.3	309.4	666.8
8	1182.1	354.2	561.9
9	1342.5	369.3	716.1
10	1546.2	447.5	962.9
11	1739.6	481.9	1189.0
12	1934.0	540.9	1381.7
13	2121.4	609.9	1532.2
14	2267.9	659.8	1731.5
15	2391.7	761.2	1901.8
16	2469.5	833.7	2024.0
17	2577.3	871.6	2097.7
18	2862.1	912.2	2213.6
19	-	-	-
20	-	-	-

図 4-13 最大応答せん断力 (Ss, EW 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 50  
 (MNm)

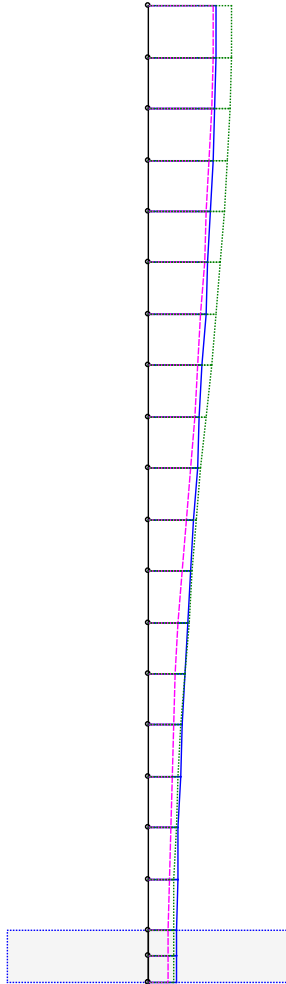


要素番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
	0.0	0.0	0.0
1	1.0	0.4	0.8
	1.0	0.4	0.9
2	3.4	1.3	3.0
	3.5	1.3	3.0
3	6.9	2.4	5.9
	6.9	2.4	6.0
4	10.9	3.6	9.3
	11.0	3.6	9.3
5	15.2	4.7	12.5
	15.2	4.7	12.5
6	20.5	5.9	15.3
	20.6	5.9	15.3
7	26.4	7.0	18.7
	26.5	7.0	18.7
8	32.4	7.9	21.5
	32.4	7.9	21.5
9	38.2	8.4	23.6
	38.2	8.4	23.6
10	43.5	8.6	24.8
	43.5	8.6	24.8
11	48.3	10.1	25.0
	48.3	10.1	25.0
12	52.5	11.7	24.3
	52.5	11.7	24.3
13	59.1	13.4	27.9
	59.1	13.4	27.9
14	69.7	15.2	36.1
	69.7	15.2	36.1
15	81.6	17.0	44.6
	81.6	17.0	44.6
16	93.8	19.4	53.2
	93.8	19.4	53.2
17	106.1	22.7	61.8
	106.1	22.7	61.8
18	118.9	26.7	70.0
19	-	-	-
20	-	-	-

図 4-14 最大応答曲げモーメント (Ss, EW 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 1,000  
 (cm/s<sup>2</sup>)

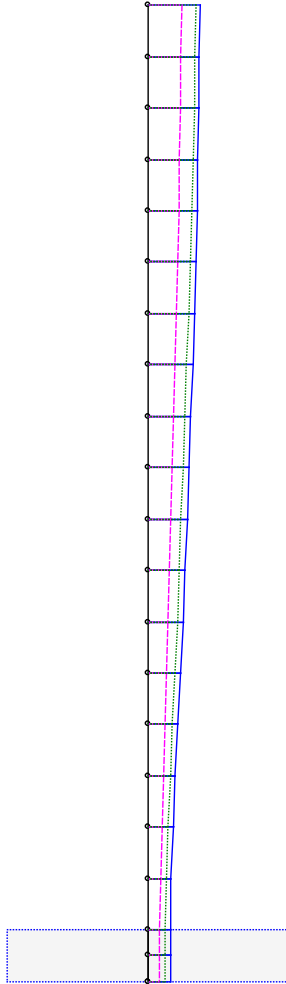


節点 番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	1338.7	1272.5	1637.9
2	1330.1	1262.1	1625.8
3	1306.6	1235.5	1593.6
4	1271.1	1197.7	1545.2
5	1227.4	1151.6	1483.1
6	1178.3	1098.8	1409.5
7	1125.1	1039.9	1326.2
8	1067.8	976.2	1234.9
9	1013.4	904.9	1131.6
10	960.9	831.5	1024.5
11	902.0	751.1	940.6
12	840.8	668.9	872.2
13	775.1	581.7	798.9
14	721.4	540.3	726.3
15	679.6	508.3	651.1
16	639.7	477.4	601.2
17	601.6	445.9	556.6
18	575.1	415.5	516.6
19	567.5	401.9	514.0
20	567.5	401.9	514.0
21	567.5	401.9	514.0

図 4-15 最大応答加速度 (Ss, UD 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 2  
 (mm)

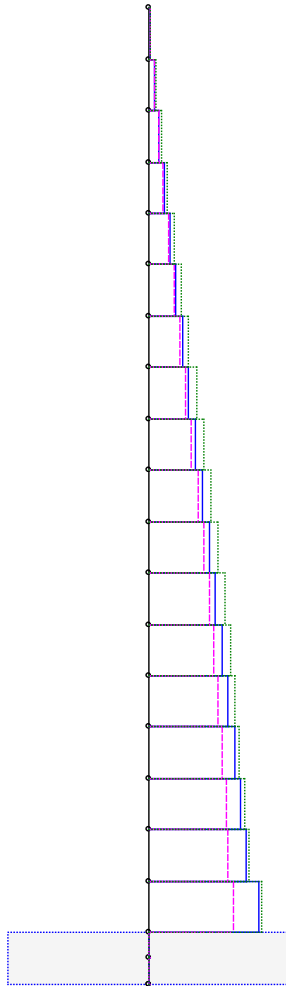


節点 番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	1.7	1.1	1.6
2	1.7	1.1	1.5
3	1.7	1.1	1.5
4	1.6	1.0	1.5
5	1.6	1.0	1.4
6	1.6	1.0	1.4
7	1.5	0.9	1.3
8	1.5	0.9	1.3
9	1.4	0.8	1.2
10	1.4	0.8	1.1
11	1.3	0.7	1.1
12	1.2	0.7	1.0
13	1.1	0.6	1.0
14	1.1	0.6	0.9
15	1.0	0.6	0.8
16	0.9	0.5	0.7
17	0.8	0.5	0.7
18	0.8	0.4	0.6
19	0.7	0.4	0.6
20	0.7	0.4	0.6
21	0.7	0.4	0.6

図 4-16 最大応答変位 (Ss, UD 方向)

— Ss-D  
 - - - Ss-1  
 ····· Ss-2

0 1,000  
 (kN)



要素 番号	Ss-D	Ss-1	Ss-2
1	26.9	25.3	32.5
2	84.3	79.2	102.0
3	149.0	139.8	180.2
4	220.6	206.6	266.4
5	298.8	279.3	360.1
6	383.2	357.2	460.0
7	473.1	439.5	565.1
8	565.2	522.9	670.6
9	658.2	606.0	774.7
10	751.3	687.9	875.6
11	843.2	767.2	971.5
12	933.0	842.5	1060.6
13	1019.9	912.3	1141.0
14	1111.1	975.8	1211.4
15	1198.9	1031.3	1270.0
16	1282.7	1078.2	1335.3
17	1361.4	1114.9	1411.7
18	1547.9	1181.8	1587.7
19	-	-	-
20	-	-	-

図 4-17 最大応答軸力 (Ss, UD 方向)

## 5. 基礎浮き上がりの検討

Ssによる地震応答解析の結果に基づく接地率の一覧表を表5-1に示す。

接地率は、浮き上がり非線形ばねを用いた地震応答解析を適用できる基準値(65%以上)を満足していることを確認した。

表 5-1 接地率 (Ss)

地震動 方向	Ss-D		Ss-1		Ss-2	
	NS	EW	NS	EW	NS	EW
浮き上がり限界 モーメント(×10 <sup>6</sup> kN)	176.6	176.6	176.6	176.6	176.6	176.6
転倒モーメント(×10 <sup>6</sup> kN)	181.1	181.1	71.9	61.9	124.3	115.6
接地率(%)	98.7	98.7	100	100	100	100

## 6. Ss 評価

### 6.1 評価方法

各部分の Ss 時の応力を算定し，発生応力が終局耐力以内であることを確認する。終局耐力は各項目に記載の規基準に従って算定する。

#### 6.1.1 筒身

筒身の評価は，鋼管部分 (T. P. +11.00 m～T. P. +96.00 m) 及び根巻き部分 (T. P. +6.00 m～T. P. +11.00 m) について，高さ 5.0 m ごとに行う。

筒身の鋼管部分の断面性能を表 6-1 に示す。

表 6-1 筒身の鋼管部分の断面性能

要素 番号	外 径 D (mm)	内半径 r (mm)	板厚 t (mm)		断面積 A (mm <sup>2</sup> )	断面係数 Z (mm <sup>3</sup> )
			錆しろなし	錆しろ有り		
1	2917.0	1450.5	9.0	8.0	7.3×10 <sup>4</sup>	5.3×10 <sup>7</sup>
2	3119.0	1550.5	10.0	9.0	8.7×10 <sup>4</sup>	6.8×10 <sup>7</sup>
3	3321.0	1650.5	11.0	10.0	1.0×10 <sup>5</sup>	8.5×10 <sup>7</sup>
4	3523.0	1750.5	12.0	11.0	1.2×10 <sup>5</sup>	1.0×10 <sup>8</sup>
5	3725.0	1850.5	13.0	12.0	1.4×10 <sup>5</sup>	1.2×10 <sup>8</sup>
6	3927.0	1950.5	14.0	13.0	1.5×10 <sup>5</sup>	1.5×10 <sup>8</sup>
7	4129.0	2050.5	15.0	14.0	1.8×10 <sup>5</sup>	1.8×10 <sup>8</sup>
8	4329.0	2150.5	15.0	14.0	1.8×10 <sup>5</sup>	2.0×10 <sup>8</sup>
9	4531.0	2250.5	16.0	15.0	2.1×10 <sup>5</sup>	2.3×10 <sup>8</sup>
10	4731.0	2350.5	16.0	15.0	2.2×10 <sup>5</sup>	2.6×10 <sup>8</sup>
11	4933.0	2450.5	17.0	16.0	2.4×10 <sup>5</sup>	3.0×10 <sup>8</sup>
12	5133.0	2550.5	17.0	16.0	2.5×10 <sup>5</sup>	3.2×10 <sup>8</sup>
13	5335.0	2650.5	18.0	17.0	2.8×10 <sup>5</sup>	3.7×10 <sup>8</sup>
14	5535.0	2750.5	18.0	17.0	2.9×10 <sup>5</sup>	4.0×10 <sup>8</sup>
15	5737.0	2850.5	19.0	18.0	3.2×10 <sup>5</sup>	4.6×10 <sup>8</sup>
16	5937.0	2950.5	19.0	18.0	3.3×10 <sup>5</sup>	4.9×10 <sup>8</sup>
17	6139.0	3050.5	20.0	19.0	3.6×10 <sup>5</sup>	5.5×10 <sup>8</sup>
18	6339.0	3150.5	20.0	19.0	3.7×10 <sup>5</sup>	5.9×10 <sup>8</sup>

鋼管と鉄筋コンクリートの一体構造となっている根巻き補強部の断面図を図 6-1～図 6-2 に示す。

鋼管の周囲に厚さ 250～750 mm の根巻きを行い，あと施工アンカーを用いて既存の基礎へ定着する。



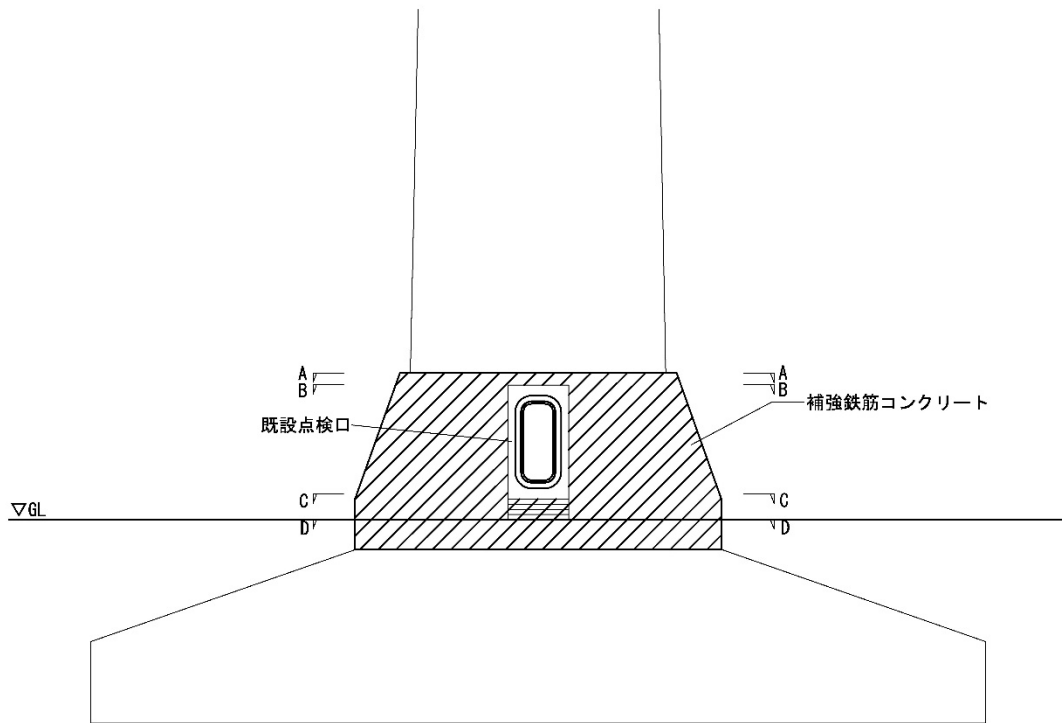


図 6-1 根巻き補強部断面図 (概要図)

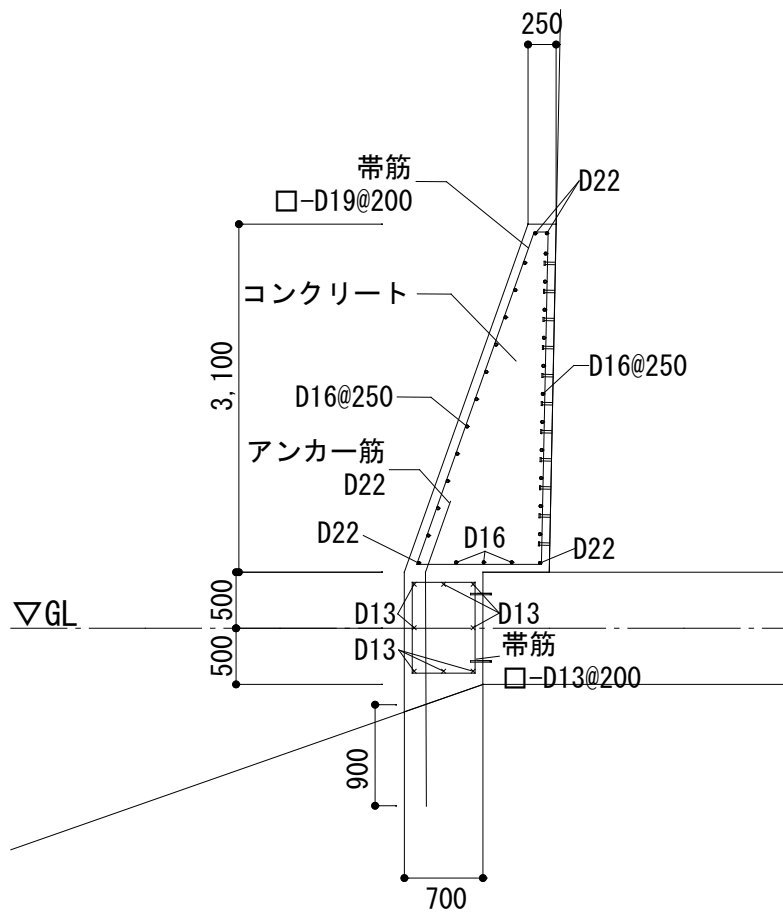


図 6-2 根巻き補強部断面図

根巻きのない鋼管部分の応力は、鉛直動を考慮して「鋼構造設計規準」に準じて下式により算定する。

$$\text{(曲げ)} \quad \sigma_b = \frac{M}{Z} \cdot \left(1 - \frac{N}{A_c f_{cr}}\right) <_b f_{cr}$$

$$\text{(せん断)} \quad \sigma_s = \frac{Q}{A_s} <_s f_{cr}$$

$$N = \alpha \cdot N_L \pm N_E \text{ もしくは } N = N_L \pm \alpha \cdot N_E$$

$c f_{cr}$	許容圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
$b f_{cr}$	許容曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
$s f_{cr}$	許容せん断応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
$\sigma_b$	曲げ応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
$\sigma_s$	せん断応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
$M$	曲げモーメント (N・mm)
$N, Q$	軸力・せん断力 (N)
$N_L$	長期軸力 (N)
$N_E$	地震時軸力 (N)
$\alpha$	組み合わせ係数 (=0.4)
$Z$	断面係数 (mm <sup>3</sup> )
$A$	断面積 (mm <sup>2</sup> )
$A_s$	せん断断面積 (mm <sup>2</sup> ) (=0.5A)

鋼管と鉄筋コンクリートの一体構造となっている根巻き部分の応力は、断面を再分割して力の釣り合いから各部の応力を求める。

## 6.1.2 脚部及び基礎

### (1) 脚部

脚部の評価は、「鋼構造接合部設計指針」（日本建築学会）に準じて行う。

脚部に生じる引張応力は、既設アンカーボルトとあと施工アンカーが負担する。

脚部に生じる引張応力は、筒体下端の曲げモーメントおよび軸力から計算する。既設アンカーボルト及びあと施工アンカーとベースプレート直下のコンクリートを考慮して、平面保持の仮定に基づいて分割した断面全体の力の釣り合いから各部の応力を算出する。図 6-3 に脚部に生じる引張応力の算定の概要を示す。

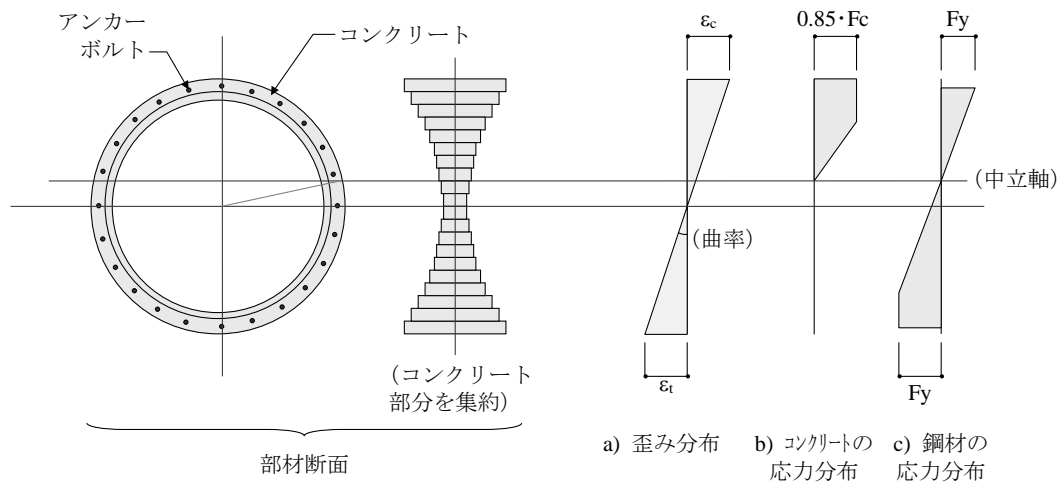


図 6-3 脚部に生じる引張応力の算定の概要

## (2) 基礎

基礎の評価は「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）及び「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会）に準じて終局耐力を算出し，基礎に生じる応力が終局耐力以下であることを確認する。

### 6.1.3 接地圧

S<sub>s</sub> 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。

地盤の許容応力は、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 kN/m<sup>2</sup>とする。

## 6.2 評価結果

各部分について、 $S_s$  時の発生応力を終局耐力で除した検定比が 1.0 を下回り、発生応力が終局耐力以内であることを確認する。

### 6.2.1 筒身

筒身の評価結果を表 6-2 及び表 6-3 に示す。筒身に生じる応力は全ての要素で、終局耐力以内であることを確認した。

表 6-2 筒身の評価結果 (曲げ)

要素 番号	① 発生曲げ モーメント M (kN・m)	② 発生軸力 N (kN)	③ 許容曲げ モーメント (kN・m)	④ 許容軸力 (kN)	検定比 ①/③+②/④
1	960.7	61.7	11,554.9	15,083.8	0.088
2	3,388.8	142.6	15,046.0	18,448.5	0.233
3	6,855.8	235.1	19,137.9	22,113.3	0.369
4	10,922.2	340.3	23,876.8	26,078.3	0.471
5	15,185.4	456.9	29,308.7	30,343.6	0.534
6	20,536.7	585.8	35,479.6	34,909.0	0.596
7	26,442.0	728.6	42,435.6	39,774.6	0.642
8	32,396.9	877.2	46,217.5	41,184.5	0.723
9	38,151.3	1,037.0	54,500.0	46,475.3	0.723
10	43,501.1	1,202.7	58,904.2	47,961.7	0.764
11	48,300.5	1,380.7	68,627.9	53,677.7	0.730
12	52,474.0	1,562.8	73,699.9	55,240.5	0.741
13	59,068.5	1,757.3	84,979.6	61,381.7	0.724
14	69,677.7	2,109.6	90,765.2	63,021.0	0.802
15	81,570.3	2,325.2	103,715.6	69,587.3	0.820
16	93,760.2	2,545.0	110,260.2	71,303.1	0.887
17	106,092.0	2,778.5	124,996.2	78,294.6	0.885
18*	118,926.0	-	303,885.9	-	0.392

\*根巻き部は SRC 断面として軸力を考慮した許容曲げモーメント  
検定比は①/③

表 6-3 筒身の評価結果（せん断）

要素 番号	発生せん断応力 Q (kN)	許容せん断応力 (kN)	検定比 Q/許容せん断応力
1	185.5	3471.2	0.054
2	471.7	4385.8	0.108
3	678.8	5390.4	0.126
4	823.4	6485.2	0.127
5	988.1	7670.6	0.129
6	1,105.9	8946.6	0.124
7	1,171.3	10313.6	0.114
8	1,182.1	10690.9	0.111
9	1,342.5	12189.8	0.111
10	1,546.2	12599.0	0.123
11	1,739.6	14230.4	0.123
12	1,934.0	14672.2	0.132
13	2,121.4	16436.8	0.130
14	2,267.9	16911.6	0.135
15	2,391.7	18810.0	0.128
16	2,469.5	19318.3	0.128
17	2,577.3	21350.9	0.121
18	2,862.1	21893.2	0.131

## 6.2.2 脚部及び基礎

### (1) 脚部

表 6-4 に脚部の評価結果を示す。脚部に生じる引張応力は終局耐力以内であることを確認した。

既設アンカーボルト及びあと施工アンカーの許容引張耐力は終局耐力を用いており、既設アンカーボルトの引張耐力は「各種合成構造設計指針・解説」（日本建築学会）、あと施工アンカーの引張耐力は「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」（国土交通省）に準じて算定している。

表 6-4 脚部（アンカーボルト及びあと施工アンカー）の評価結果

荷重の 組合せ	引張応力度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )		許容引張応力度 $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )		検定比 $\sigma_t/f_t$	
	既設 アンカーボルト	あと施工 アンカー	既設 アンカーボルト	あと施工 アンカー	既設 アンカーボルト	あと施工 アンカー
H のみ	178.4	206.8	212.7	282.5	0.838	0.732
H+0.4V	175.0	203.0			0.823	0.719
H-0.4V	181.7	210.6			0.854	0.745

### (2) 基礎

基礎の評価結果を表 6-5 に示す。基礎に生じる応力は終局耐力以内であることを確認した。

表 6-5 基礎の評価結果

曲げ			せん断		
発生曲げ モーメント M (kN・m)	許容曲げ モーメント Ma (kN・m)	検定比 M/Ma	発生 せん断力 Q (kN)	許容 せん断力 Qa (kN)	検定比 Q/Qa
20269	29621	0.685	4153	35677	0.117



### 6.2.3 接地圧

接地圧の評価結果を表 6-6 に示す。最大接地圧は極限支持力度以下であることを確認した。

表 6-6 接地圧の評価結果

方向	最大接地圧 $\sigma_b$ (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力度 Ru (kN/m <sup>2</sup> )	検定比 $\sigma_b/Ru$
NS	236.8	2350	0.111
EW	236.8		0.111

第二付属排気筒排気ダクト接続架台の  
地震応答計算書

## 1. 概要

本資料は、廃止措置計画用設計地震動に対して、第二付属排気筒排気ダクト接続架台（以下「排気ダクト接続架台」という。）が耐震余裕を有することを説明するものである。

廃止措置計画用設計地震動は、令和2年2月10日付け原規規発第2002103号をもって認可された「国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書」において策定した敷地の解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動とする。策定した廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトルを図1-1から図1-2に、時刻歴波形を図1-3から図1-5に示す。解放基盤表面は、S波速度が0.7 km/s以上であるT.P.\*-303 mとする。

※T.P.：東京湾平均海面

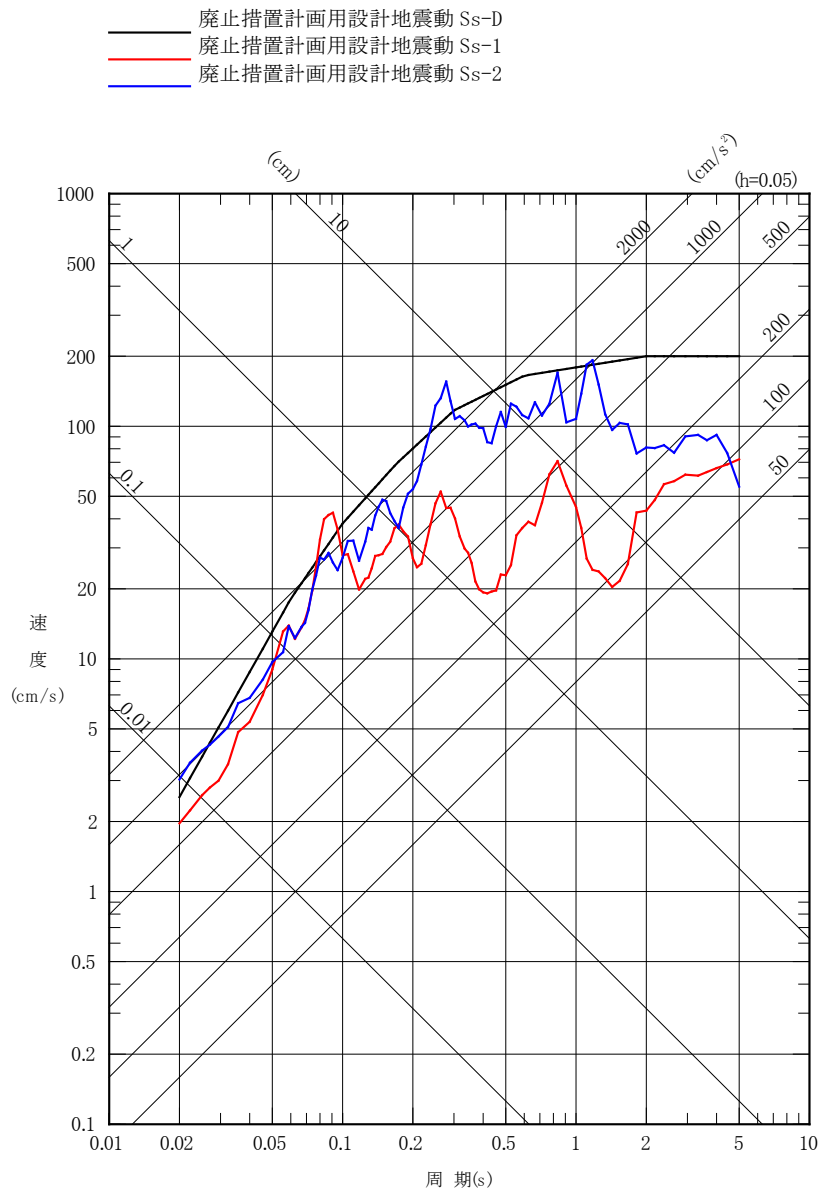


図 1-1 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(NS 成分)

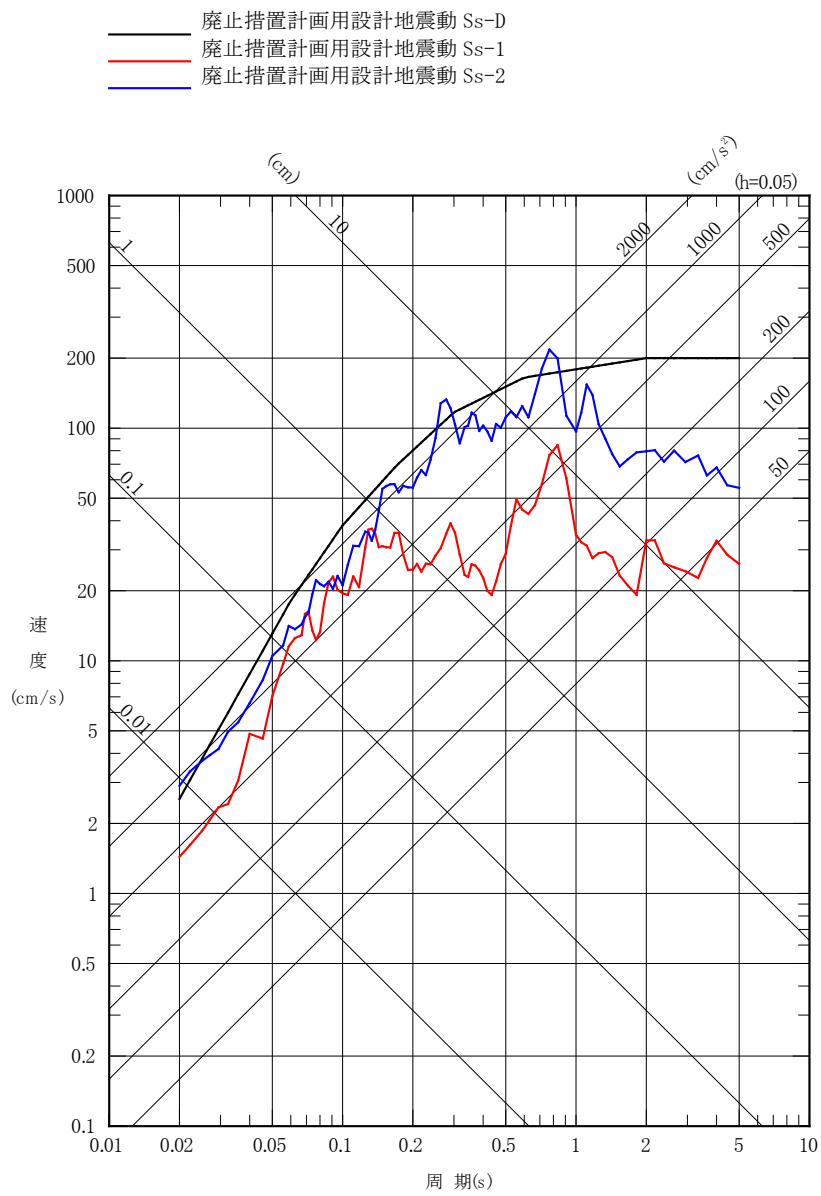
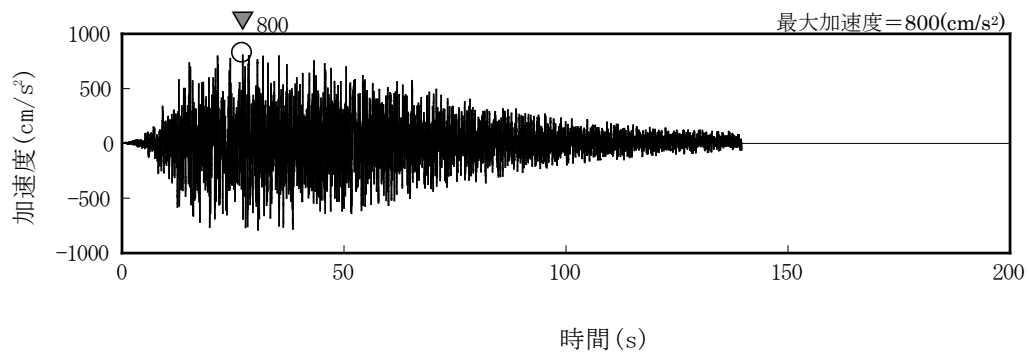
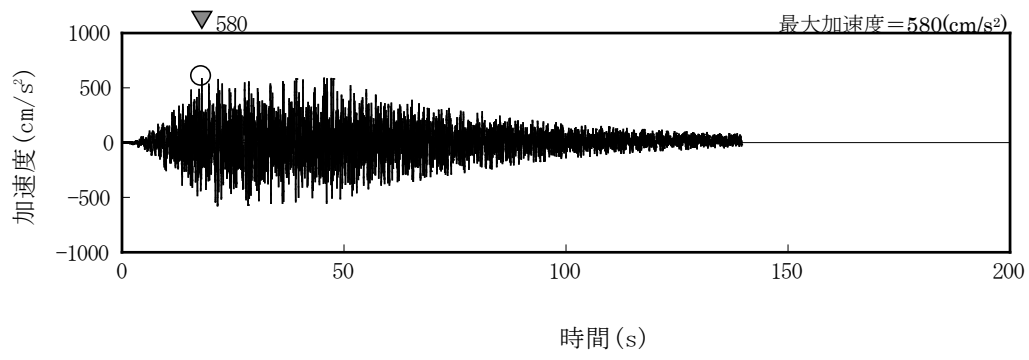


図 1-2 廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル(EW 成分)

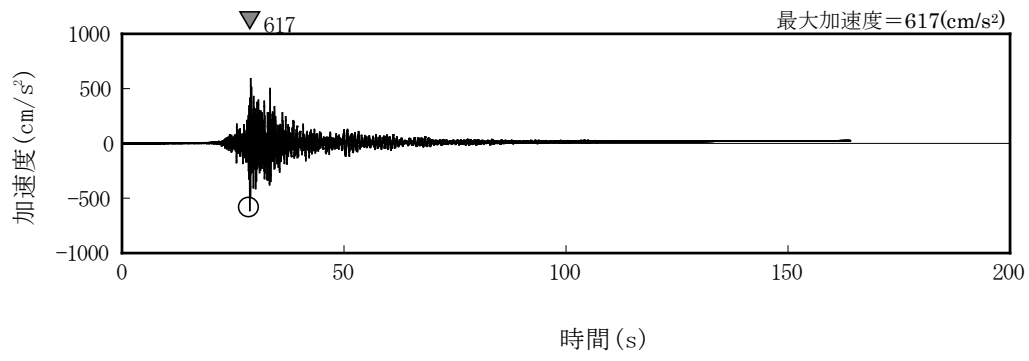


(水平成分)

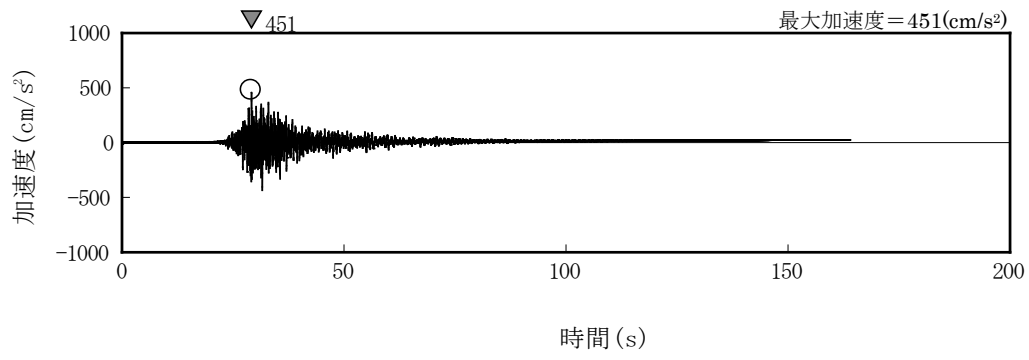


(鉛直成分)

図 1-3 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-D) の時刻歴波形

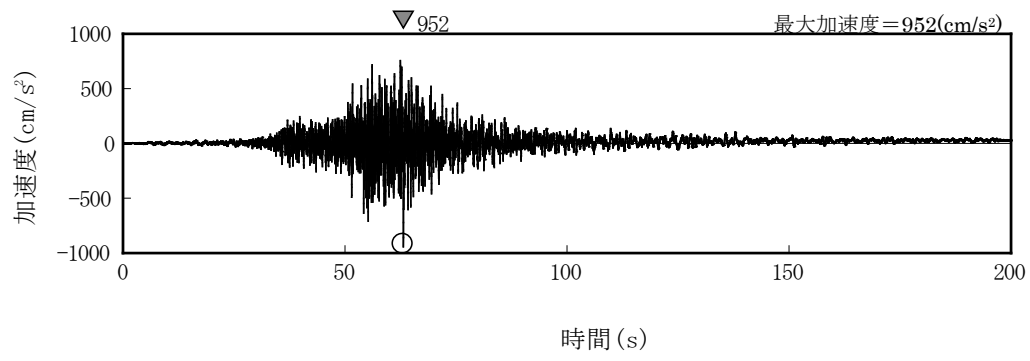


(NS 成分)

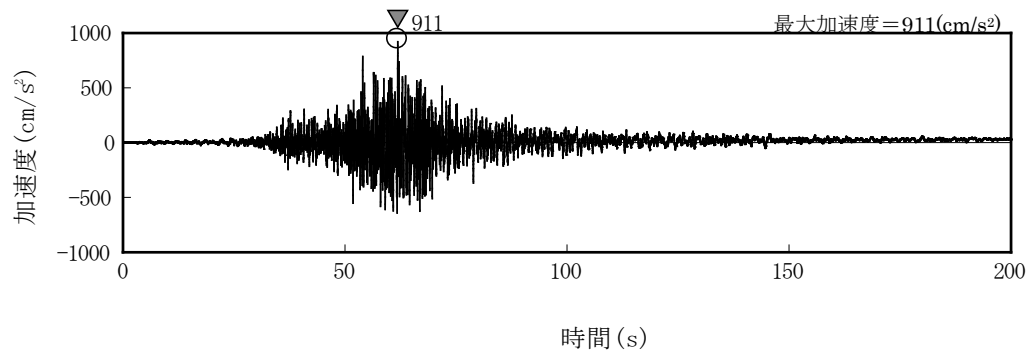


(EW 成分)

図 1-4 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-1) の時刻歴波形



(NS 成分)



(EW 成分)

図 1-5 廃止措置計画用設計地震動 (Ss-2) の時刻歴波形



## 2. 一般事項

### 2.1 位置

排気ダクト接続架台の位置を図 2-1 に示す。プラントノースと磁北方向の角度差は、 $35.7^\circ$  である。

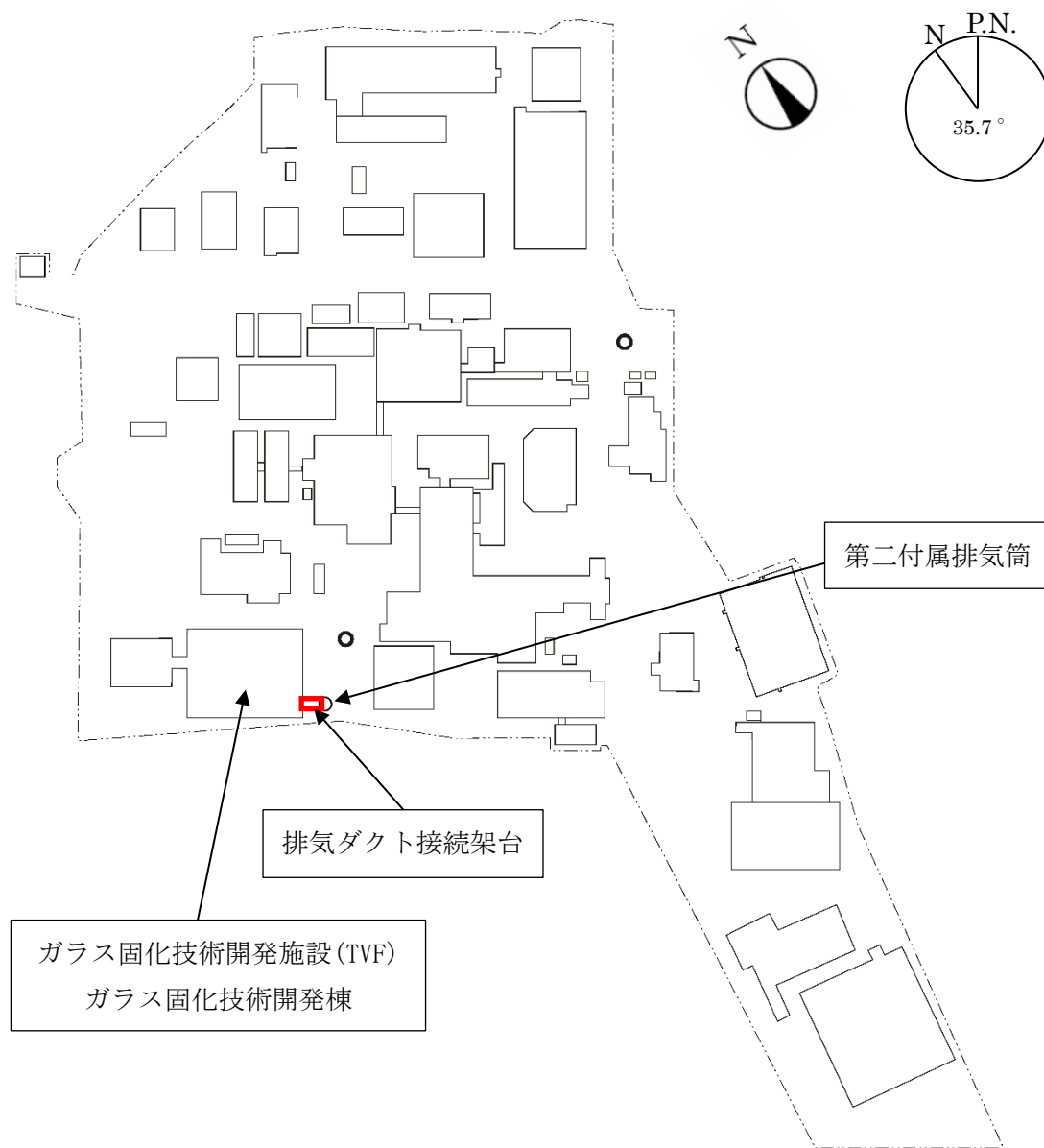
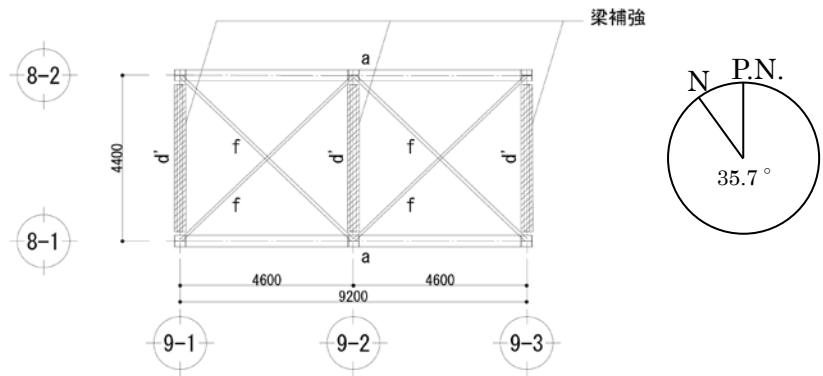


図 2-1 排気ダクト接続架台の位置

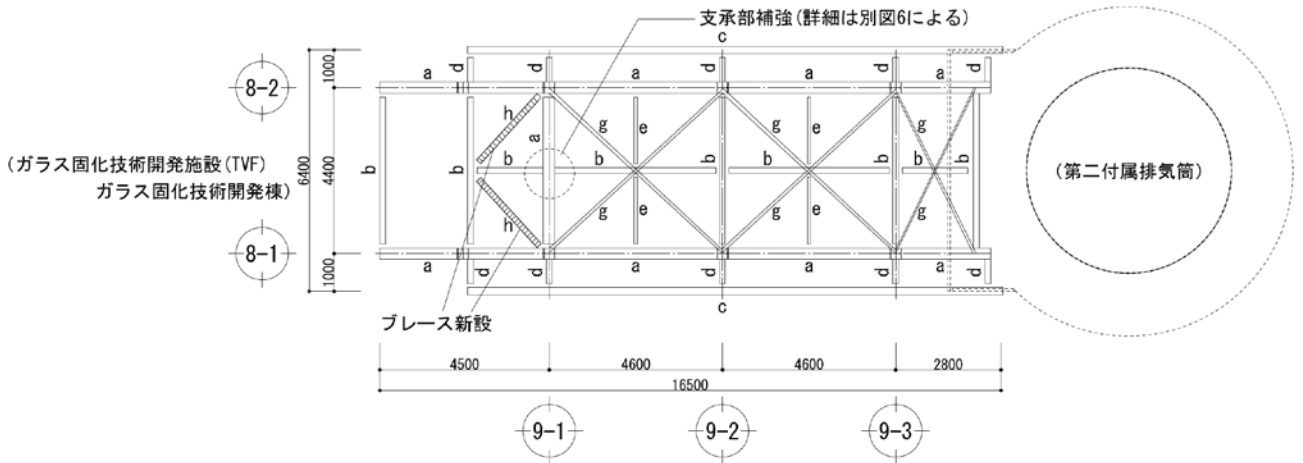
## 2.2 構造概要

排気ダクト接続架台は、平面形状が 6.4 m(NS)，16.5 m(EW)の長方形を成しており、地上高さ約 30 m，架台高さ 4.4 mの鉄骨造である。排気ダクト接続架台は、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟と第二付属排気筒を接続する架台である。

代表的な平面図及び軸組図を図 2-2 から図 2-3 に、部材リストを表 2-1 に示す。

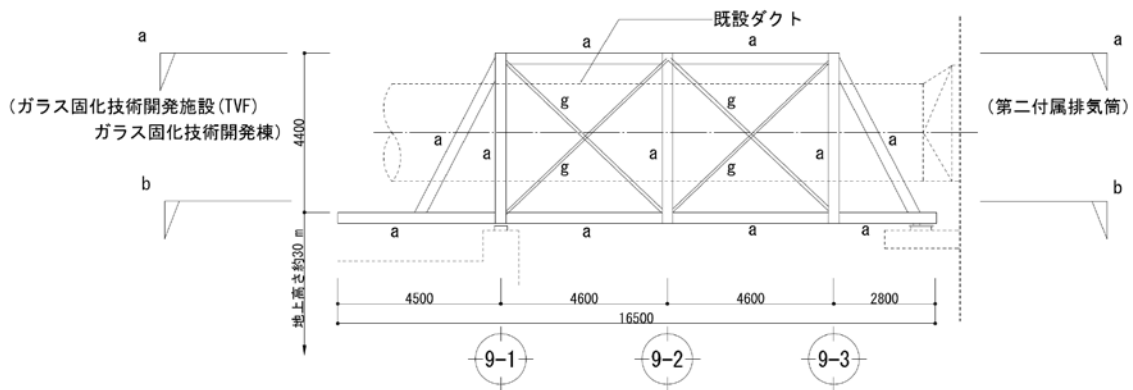


a) 平面図(上面)

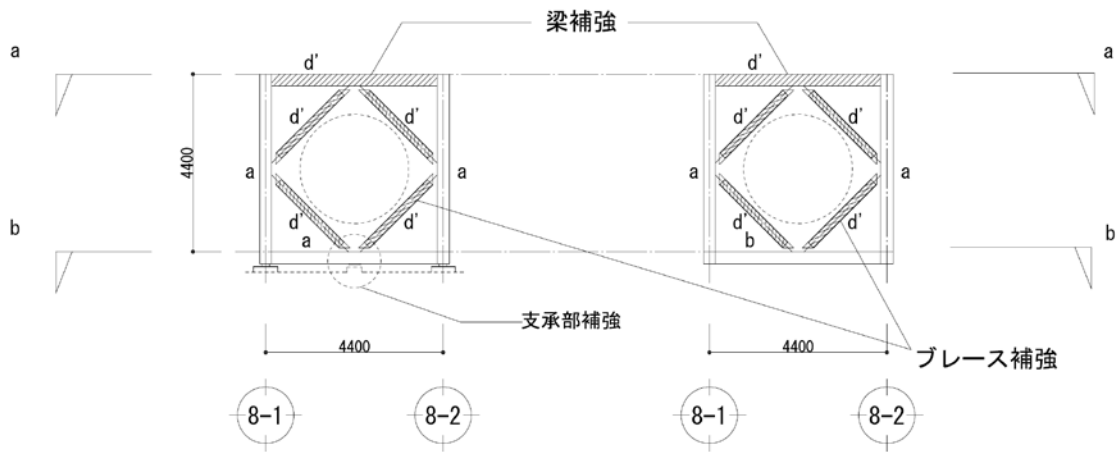


b) 平面図(下面)

図 2-2 平面図



a) 8-1 通り



b) 9-1 通り

c) 9-2, 9-3 通り

図 2-3 軸組図

表 2-1 断面リスト

符号	断面	備考
a	H-300×300×10×15	
b	H-300×150×6.5×9	
c	H-200×200×8×12	
d	H-194×150×6×9	
d'	H-194×150×6×9 + 補強PL-9(両面)	補強部材
e	L-75×75×6	
f	2L-75×75×6	
g	2L-90×90×7	
h	H-150×150×7×10 (新設)	補強部材

### 2.3 評価方針

排気ダクト接続架台の上位クラス施設に対する波及影響評価は、廃止措置計画用設計地震動による地震応答解析の結果に基づき実施する。

地震応答解析は、排気ダクト接続架台の形状、構造特性等を考慮した三次元フレームモデルにより行い、算出した応力及び変位が評価基準値を超えないことを確認する。

排気ダクト接続架台の評価フローを図 2-4 に示す。

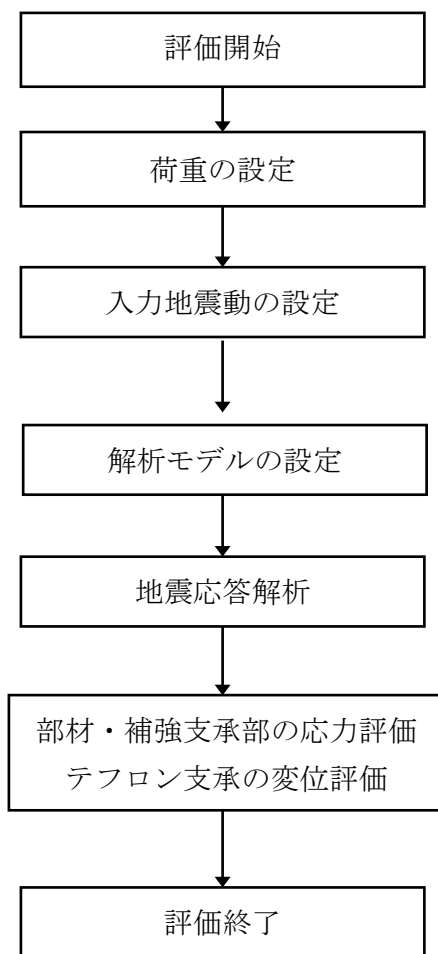


図 2-4 排気ダクト接続架台の評価フロー

## 2.4 準拠規格・基準

排気ダクト接続架台の地震応答解析において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601（日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601（日本電気協会）
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会）
- ・ 鋼構造設計規準（日本建築学会）
- ・ 鋼構造塑性設計指針（日本建築学会）
- ・ 鋼構造接合部設計指針（日本建築学会）
- ・ あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針（国土交通省）
- ・ 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書  
（建築行政情報センター・日本建築防災協会）
- ・ 2017年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説  
（日本建築防災協会）

## 2.5 使用材料

### 2.5.1 使用材料

地震応答解析に用いる既設の使用材料は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法（ガラス固化技術開発施設）」において定められている材料を用いる。

鋼材の材料定数を表 2-2 に、ステンレスの材料定数を表 2-3 に示す。

表 2-2 鋼材の材料定数

対象	種類	基準強度 F (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )
躯体全般	SS41	235	$2.05 \times 10^5$
補強部材	SS400, SN400B	235	$2.05 \times 10^5$

表 2-3 ステンレスの材料定数（既設）

対象	種類	基準強度 F (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )
ステンレス鋼棒	SUS304	205	$1.93 \times 10^5$

## 2.5.2 許容応力度及び材料強度

### ①鉄筋

鉄筋の許容応力度及び材料強度を表 2-4 に示す。

表 2-4 鉄筋の許容応力度及び材料強度（新設）

	SD345	
	引張 圧縮	せん断
長期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	215	195
短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	345	345
材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	345	

### ②鋼材

鋼材の許容応力度及び材料強度を表 2-5、表 2-6 に示す。  
終局耐力での評価のため、材料強度は 1.1 倍とする。

表 2-5 鋼材の許容応力度及び材料強度（新設）

	SS400 及び SN400B	
	引張 曲げ* 圧縮*	せん断
長期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	F/1.5	F/(1.5√3)
短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	F	F/√3
材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	F	

\* 圧縮、曲げの許容応力度及び材料強度は上限値であり、座屈長さ等を勘案して設定する。

表 2-6 鋼材の許容応力度及び材料強度 (既設)

	SS41	
	引張 曲げ* 圧縮*	せん断
長期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	F/1.5	F/(1.5√3)
短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	F	F/√3
材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	F	

\* 圧縮，曲げの許容応力度及び材料強度は上限値であり，座屈長さ等を勘案して設定する。



## 2.6 固定荷重・積載荷重

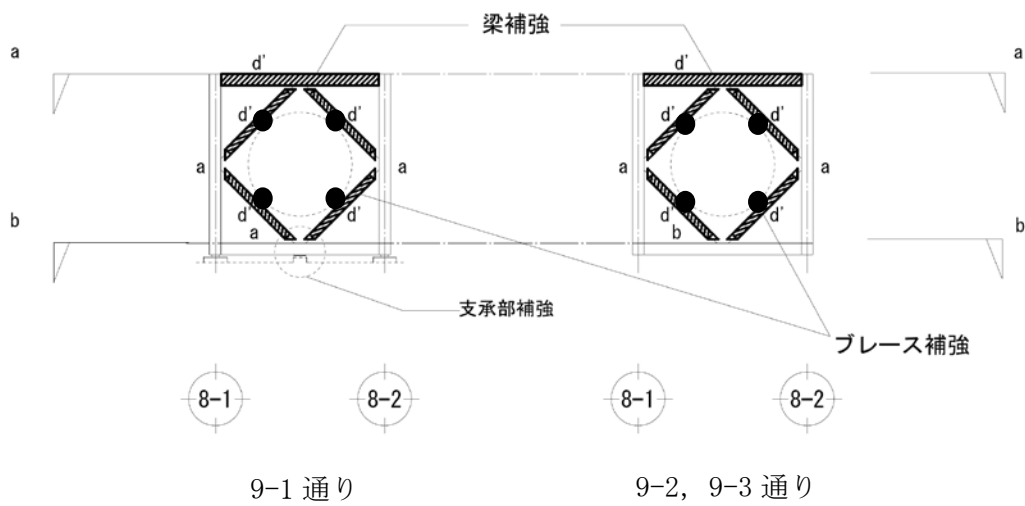
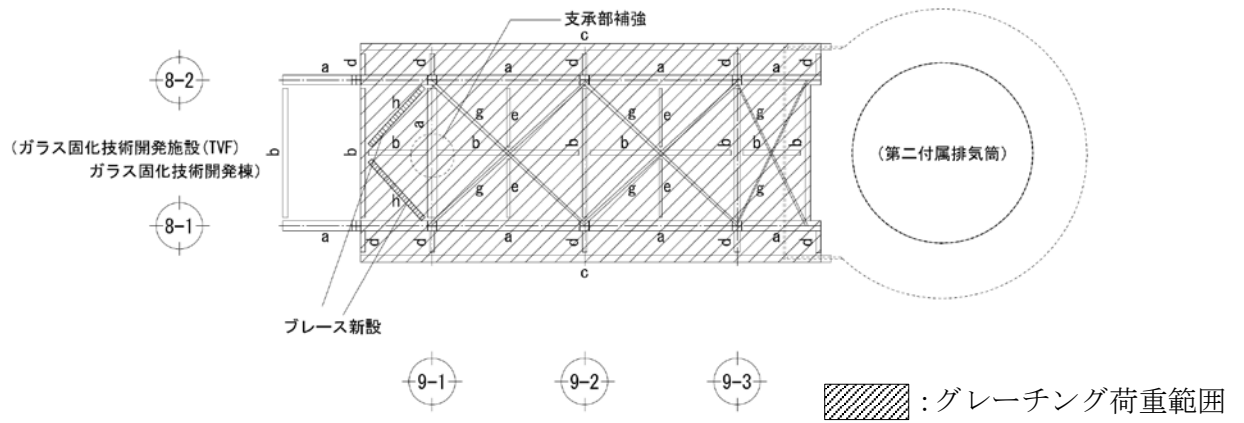
固定荷重・積載荷重を表 2-7，荷重入力位置を図 2-5 に示す。

図 2-5 は，グレーチングの設置による重量を考慮する範囲と，ダクト及びフレキシブル管を支持している 9-1 通り，9-2 通り，9-3 通りの重量を考慮する位置を示している。

表 2-7 固定荷重・積載荷重

項目		重量	
鉄骨		77.0 kN/m <sup>3</sup>	
グレーチング		600 N/m <sup>2</sup>	
9-1 通り	ダクト (φ 2,700, t=4 mm)	13.208 kN	40.535 kN (10.134 kN)
	ダクト (φ 2,000, t=4 mm)	12.617 kN	
	フレキシブル管 (φ 2,000)	14.710 kN	
9-2 通り	ダクト (φ 2,700, t=4 mm)	13.353 kN	13.353 kN (3.338 kN)
9-3 通り	ダクト (φ 2,700, t=4 mm)	11.321 kN	21.127 kN (5.282 kN)
	フレキシブル管 (φ 2,700)	9.807 kN	

注：( ) は，1ヶ所当たりの重量 (計 4ヶ所)



● : ダクト, フレキシブル管の荷重入力位置

図 2-5 荷重入力位置

### 3. 入力地震動

#### 3.1 水平方向の入力地震動

水平方向の入力地震動は、「添付資料 6-1-2-5-3 第二付属排気筒の地震応答計算書」及び「添付資料 6-1-2-5-1 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟 建家の地震応答計算書」の地震応答解析結果を用い、排気ダクト接続架台の解析を行う。

廃止措置計画用設計地震動  $S_s-D$ ,  $S_s-1$ ,  $S_s-2$  について、第二付属排気筒(質点 14)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟(質点 2)の該当する質点位置の加速度応答波形を、変位応答波形に変換して排気ダクト接続架台の各々の支点に入力する。入力地震動算定の概要を図 3-1 に示す。

廃止措置計画用設計地震動  $S_s-D$ ,  $S_s-1$ ,  $S_s-2$  の、第二付属排気筒及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟における、加速度時刻歴波形を図 3-2 から図 3-5 に示す。

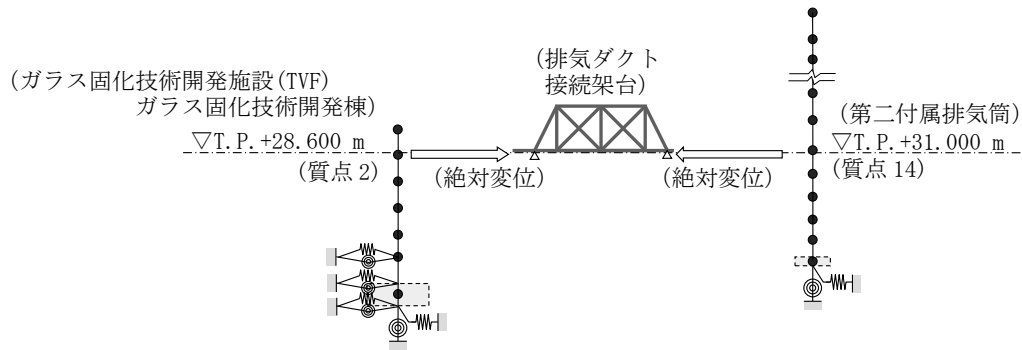


図 3-1 入力地震動算定の概要 (水平方向)

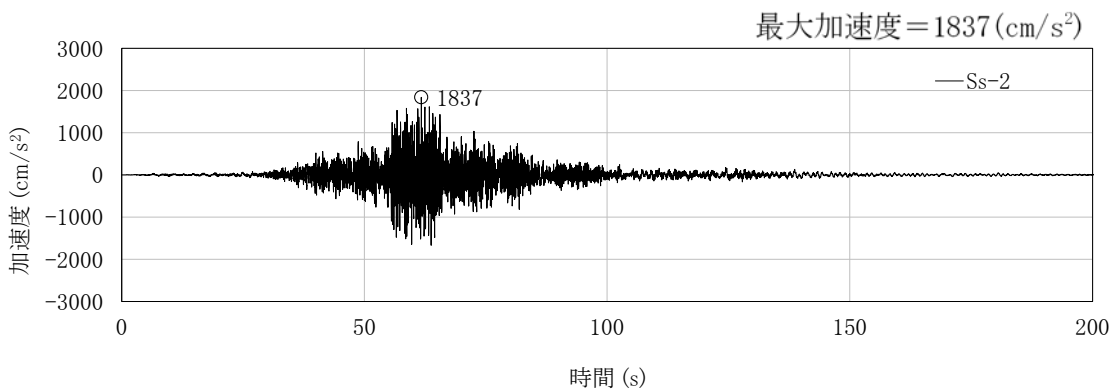
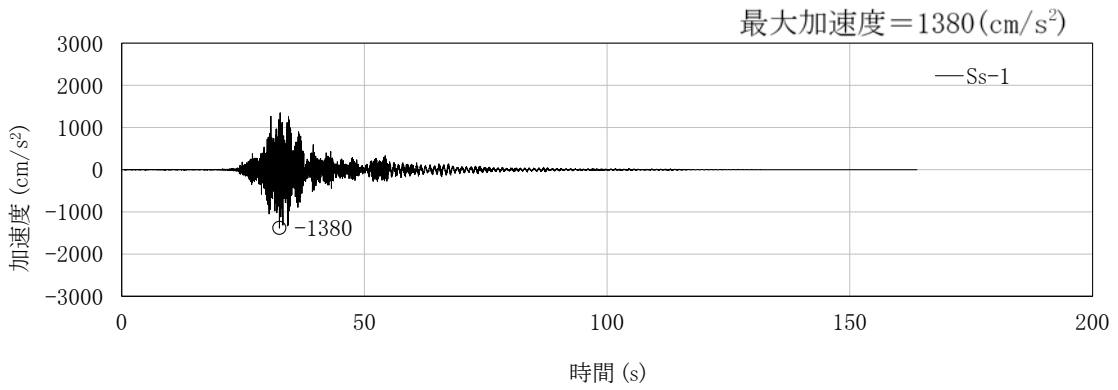
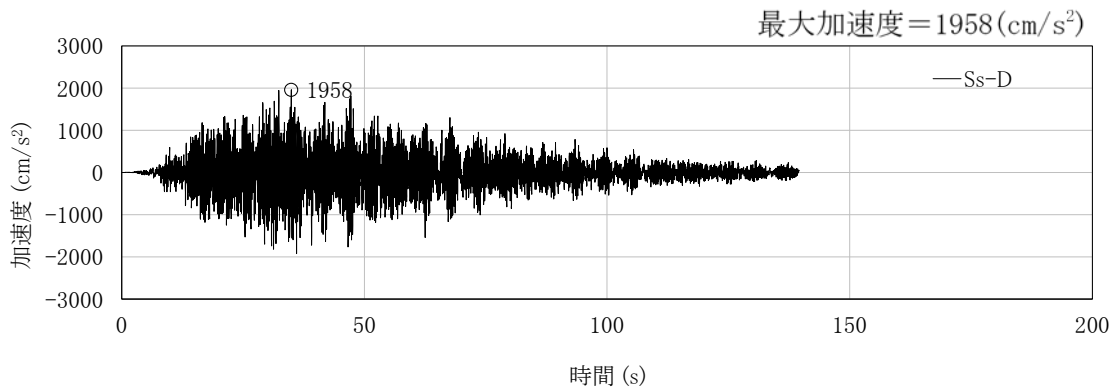


図 3-2 入力地震動の加速度時刻歴波形 (NS 方向, 第二付属排気筒・質点 14)

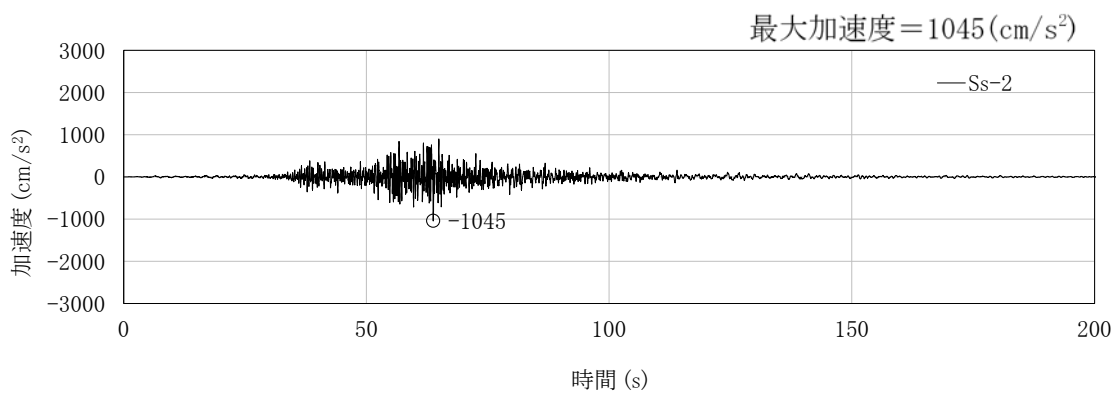
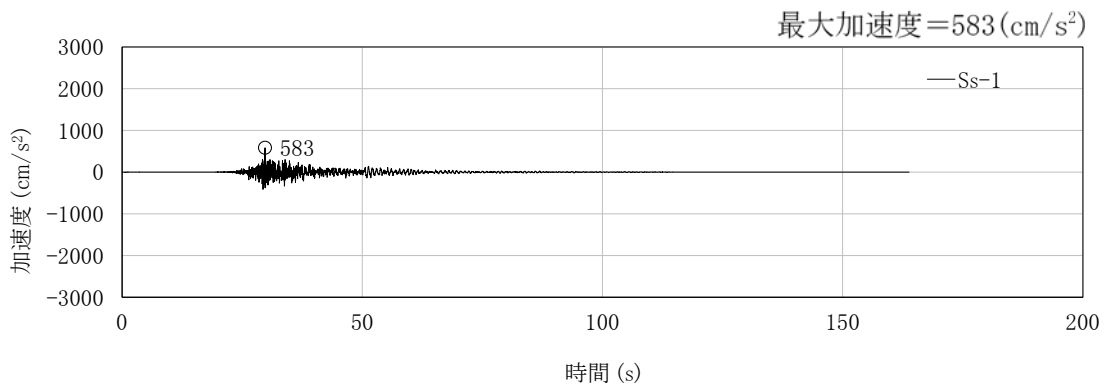
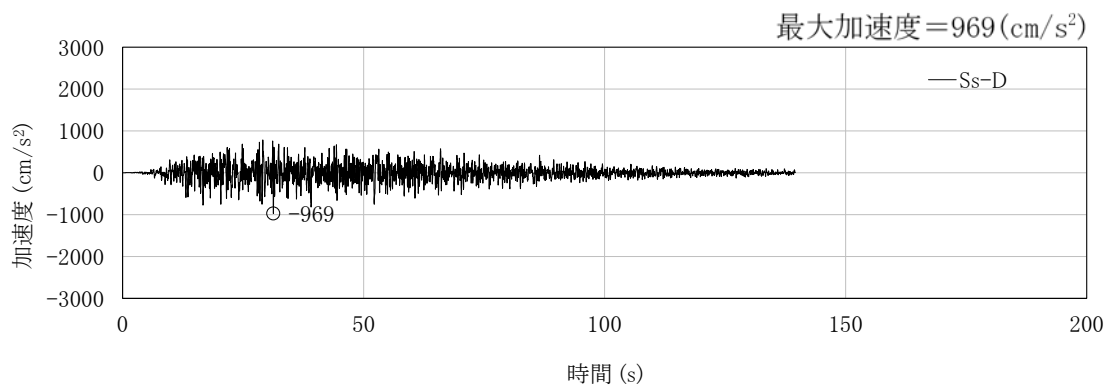


図 3-3 入力地震動の加速度時刻歴波形  
(NS 方向, ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟・質点 2)

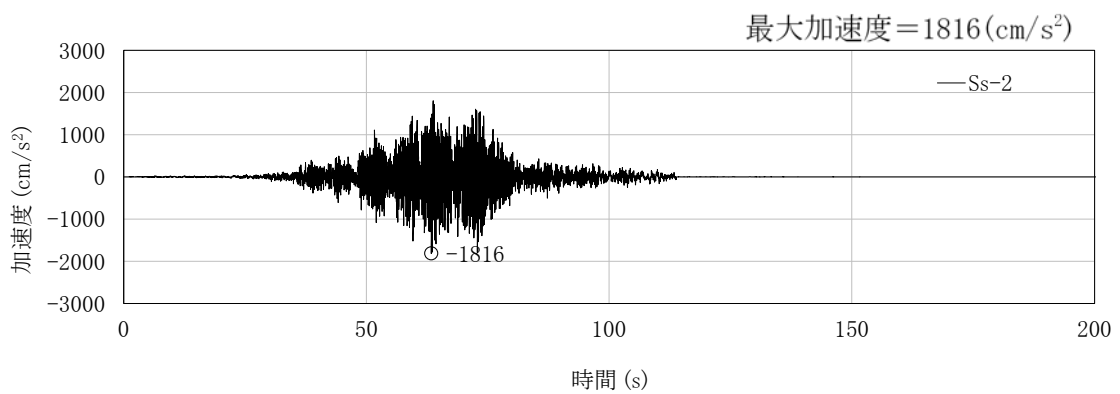
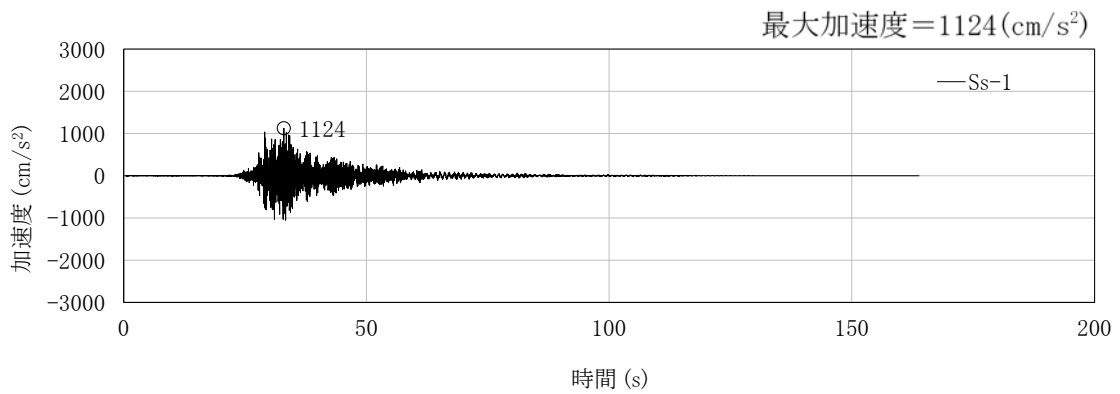
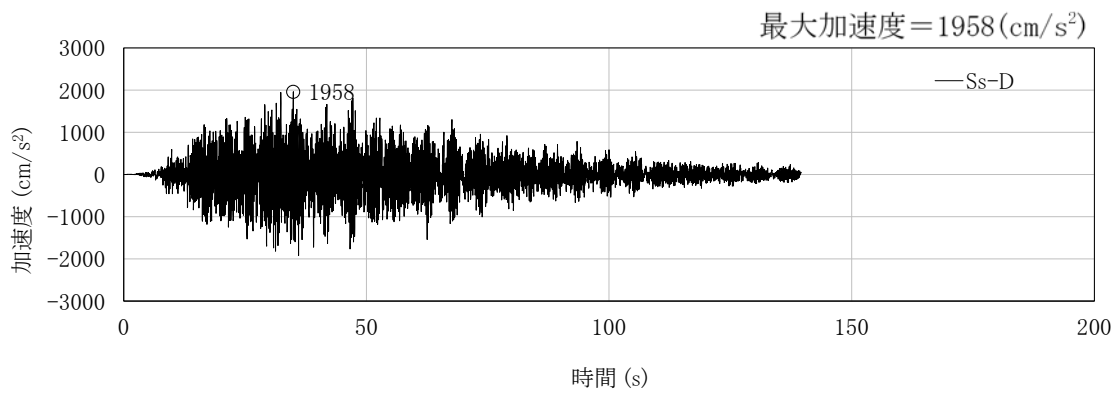


図 3-4 入力地震動の加速度時刻歴波形 (EW 方向, 第二付属排気筒・質点 14)

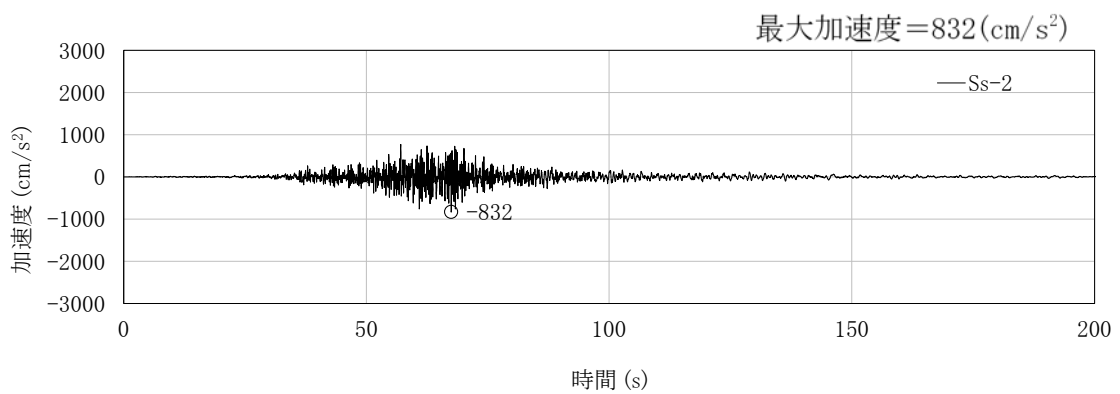
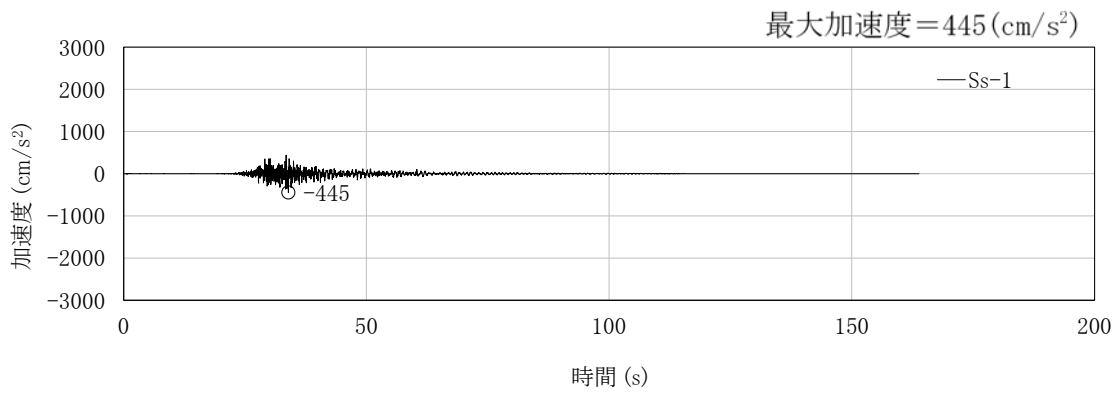
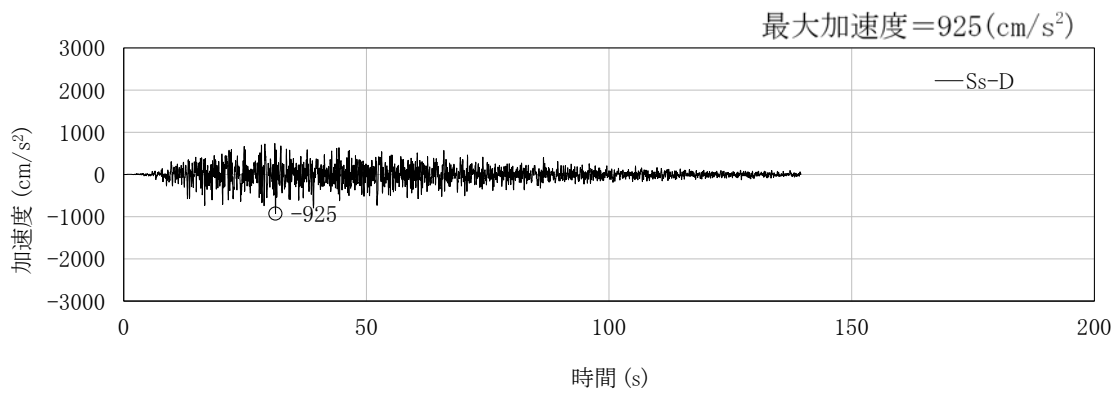


図 3-5 入力地震動の加速度時刻歴波形  
(EW 方向, ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟・質点 2)

### 3.2 鉛直方向の入力地震動

鉛直方向の入力地震動は、「添付資料 6-1-2-5-3 第二付属排気筒の地震応答計算書」及び「添付資料 6-1-2-5-1 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟 建家の地震応答計算書」の地震応答解析結果を用い、排気ダクト接続架台の解析を行う。

廃止措置計画用設計地震動  $S_s-D$ ,  $S_s-1$ ,  $S_s-2$  について、第二付属排気筒(質点 14)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟(質点 2)の該当する質点位置の加速度応答波形を、変位応答波形に変換して排気ダクト接続架台の各々の支点に入力する。入力地震動算定の概要を図 3-6 に示す。

廃止措置計画用設計地震動  $S_s-D$ ,  $S_s-1$ ,  $S_s-2$  の、第二付属排気筒及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟における、加速度時刻歴波形を図 3-7 から図 3-8 に示す。

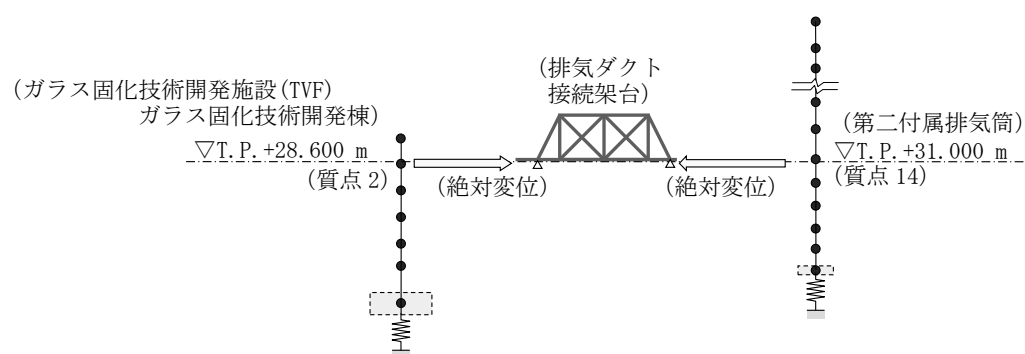


図 3-6 入力地震動算定の概要 (鉛直方向)



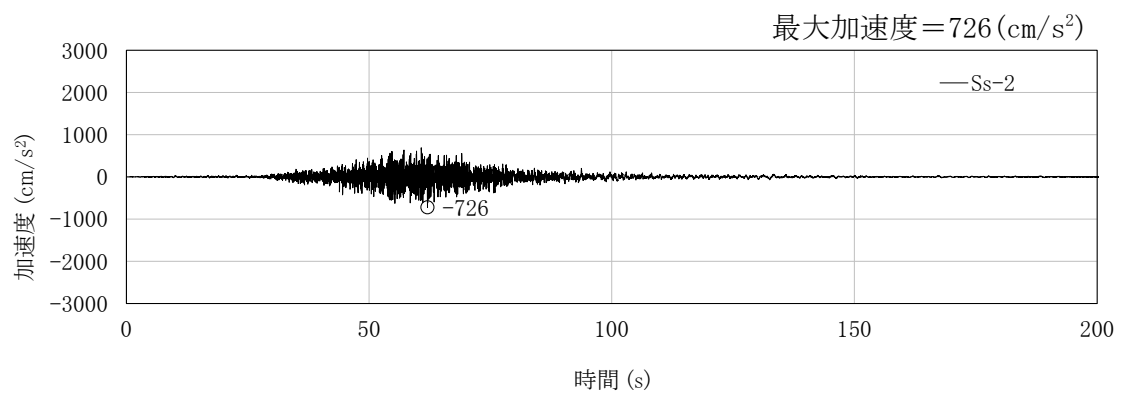
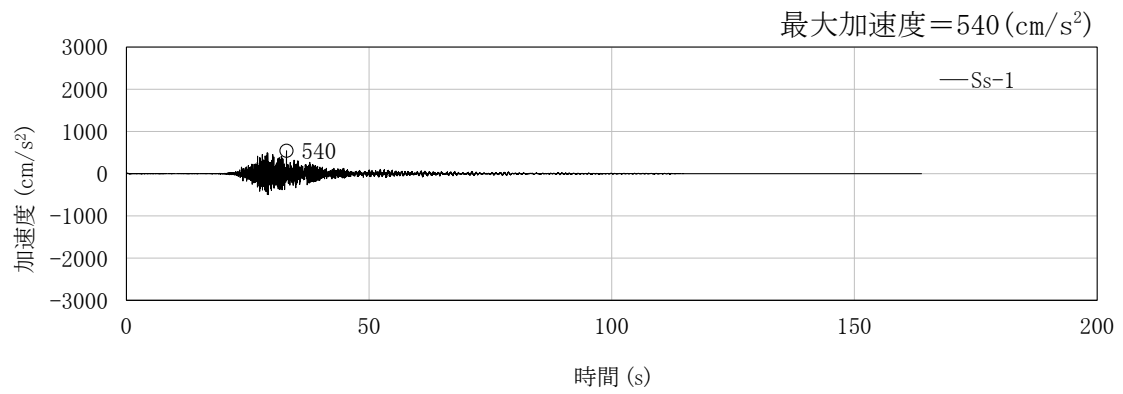
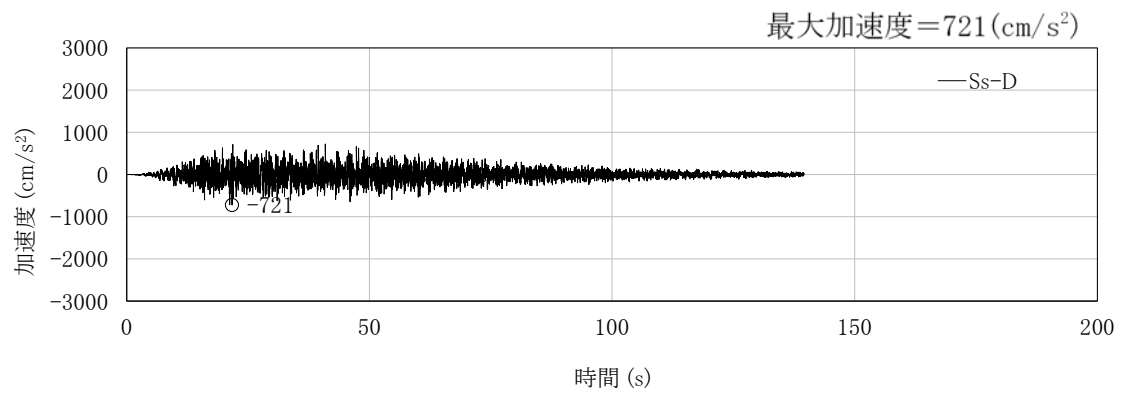


図 3-7 入力地震動の加速度時刻歴波形（鉛直方向，第二付属排気筒・質点 14）

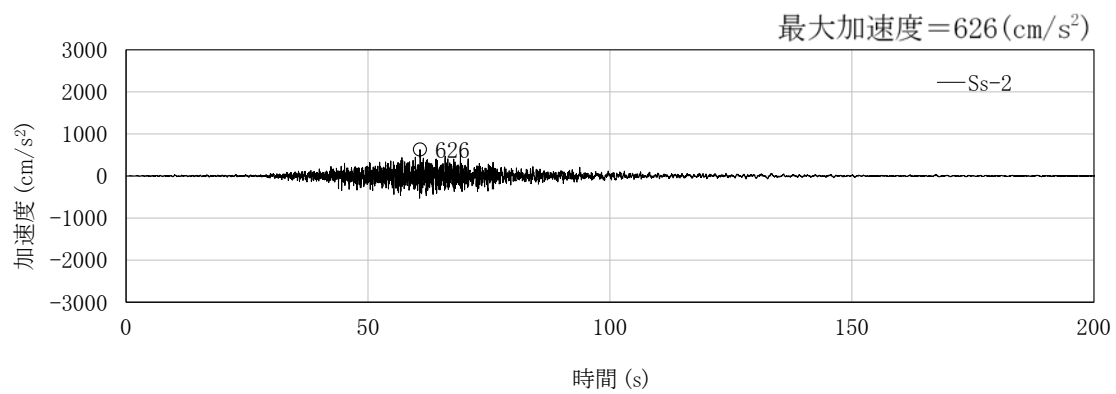
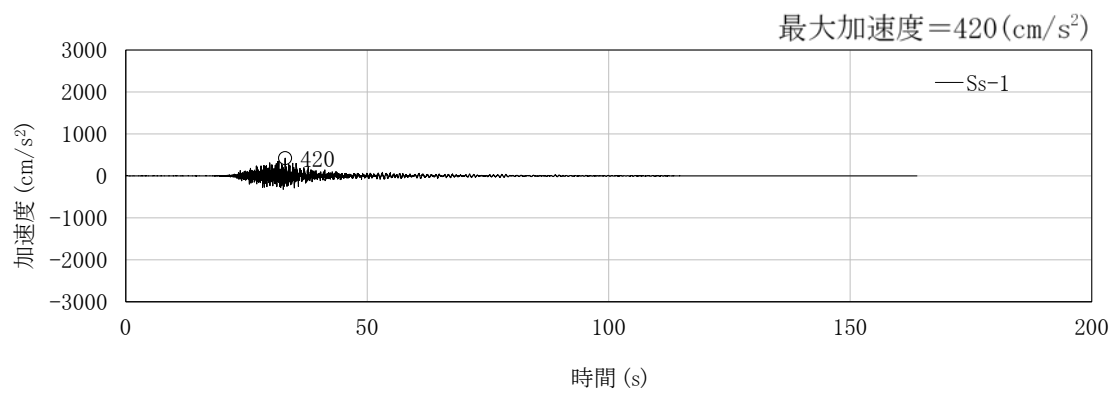
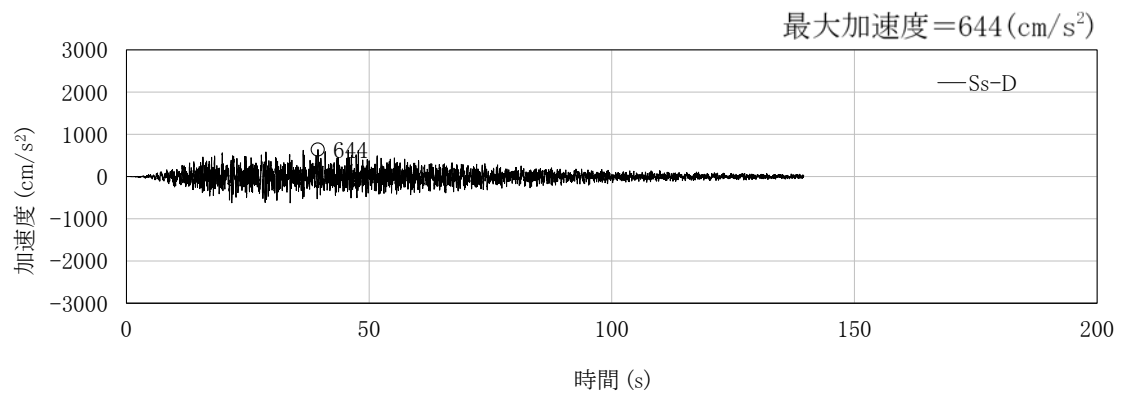


図 3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形  
(鉛直方向, ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟・質点 2)

#### 4. 解析モデル

解析モデルは、排気ダクト接続架台をモデル化した立体フレームモデルとし、地震動は水平・鉛直方向を同時入力する。解析モデルを、図 4-1 に示す。各部材の非線形特性は、「鋼構造塑性設計指針」に準じて設定し、接合部の耐力を考慮する。

テフロン支承及びステンレス鋼棒は、ばね要素でモデル化する。テフロン支承及びステンレス鋼棒のモデル化と非線形特性を図 4-2 から図 4-3 に、テフロン支承の諸元を表 4-1 に、ステンレス鋼棒及び補強鋼管の諸元を表 4-2 から表 4-3 に示す。

排気ダクトは、排気ダクト接続架台と比較して十分に剛性が小さいため、重量のみを考慮する。建家の減衰はレーリー減衰とし、減衰定数は  $h=2\%$  とする。

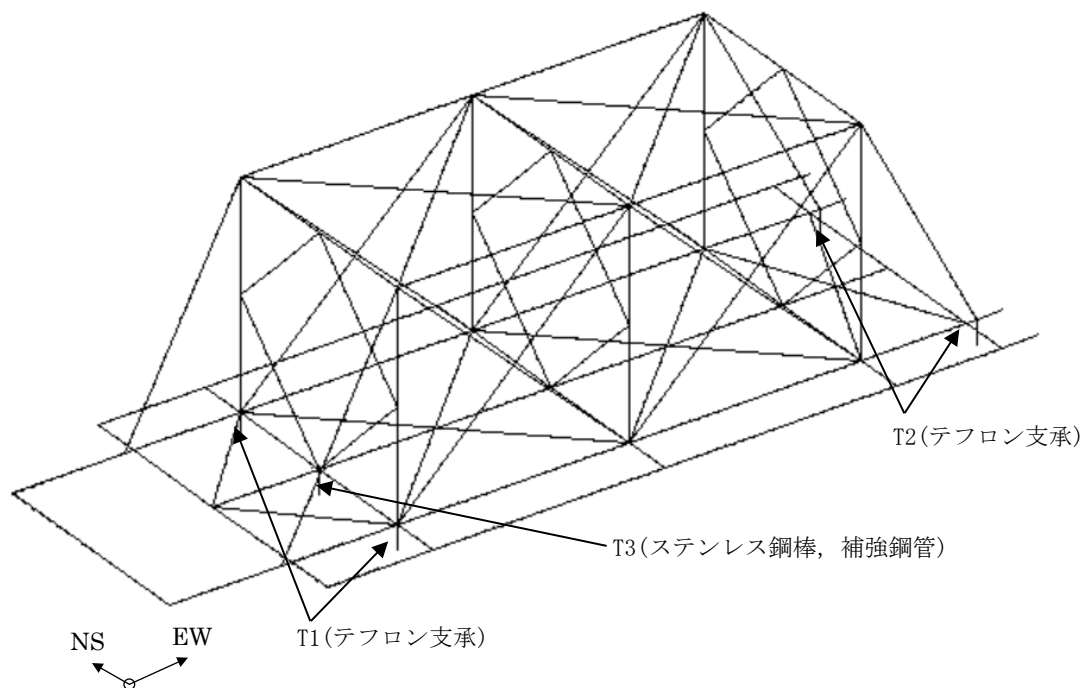
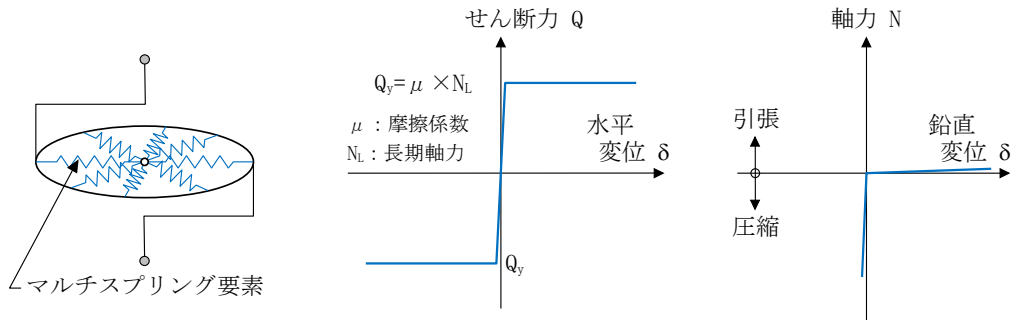
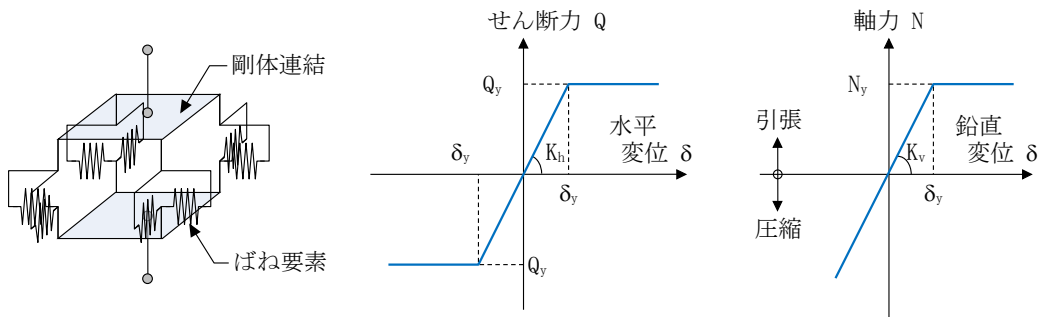


図 4-1 解析モデル



a) 水平方向のモデル化    b) 非線形特性（水平方向）    c) 非線形特性（鉛直方向）

図 4-2 テフロン支承のモデル化と非線形特性 (T1, T2)



a) 水平方向のモデル化    b) 非線形特性（水平方向）    c) 非線形特性（鉛直方向）

図 4-3 ステンレス鋼棒のモデル化と非線形特性 (T3)

表 4-1 テフロン支承の水平諸元(長期軸力, 降伏荷重)

部材	方向	記号	長期軸力 N <sub>L</sub> (kN)	降伏荷重 Q <sub>y</sub> (kN)	備考
テフロン支承	水平	T1	96.3	9.6	EW, NS 方向の拘束なし
		T2	54.9	5.5	NS 方向のみ拘束

注：摩擦係数  $\mu = 0.1$  とする。

表 4-2 ステンレス鋼棒及び補強鋼管の水平諸元(ばね定数, 降伏荷重)

部材	方向	記号	ばね定数 K <sub>h</sub> (kN)	降伏荷重 Q <sub>y</sub> (kN)	備考
ステンレス鋼棒	水平	T3	$4.8760 \times 10^5$	149.1	1本あたり
補強鋼管			$3.9095 \times 10^6$	1160.0	

表 4-3 ステンレス鋼棒及び補強鋼管の鉛直諸元(ばね定数, 降伏荷重)

部材	方向	記号	ばね定数 K <sub>h</sub> (kN)	降伏荷重 Q <sub>y</sub> (kN)	備考
ステンレス鋼棒	鉛直	T3	$1.0696 \times 10^6$	937.3	4本の合計
補強鋼管			-	-	鉛直は考慮しない

## 5. 解析結果

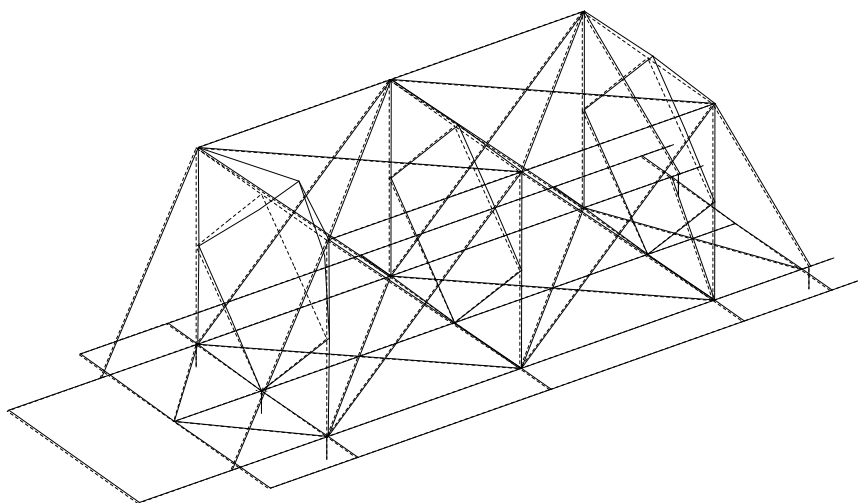
### 5.1 固有値解析結果

解析モデルの固有値解析結果を表 5-1, 刺激関数図を図 5-1 から図 5-5 に示す。解析モデルは, 水平・鉛直方向の二方向について自由度を持つので, 両方向同時に刺激関数を描いている。

表 5-1 固有値解析結果

次数	周期 T (s)	刺激係数 $\beta$			備 考
		EW方向	NS方向	UD方向	
1	0.141	2.582	0.000	0.023	EW方向・1次
2	0.111	2.266	0.000	0.043	
3	0.096	1.818	0.000	0.011	
4	0.093	0.000	0.827	0.000	
5	0.086	0.000	0.438	0.000	
6	0.085	1.949	0.000	0.010	
7	0.082	0.000	-0.031	0.000	
8	0.078	0.021	0.000	-0.536	
9	0.076	0.000	0.305	0.000	
10	0.073	0.000	3.955	0.000	NS方向・1次
11	0.070	-2.987	0.000	0.067	
12	0.069	0.029	0.000	1.480	
13	0.068	0.000	-0.279	0.000	
14	0.068	-0.092	0.000	1.311	
15	0.067	-0.014	0.000	0.164	

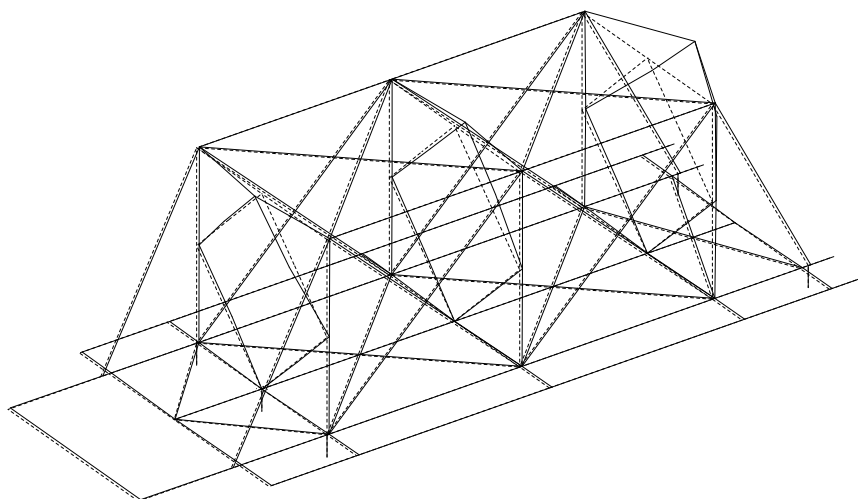
1次モード F= 7.115Hz (Tx) (Ty) (Tz)  
 刺激係数 (X) 2.5816 (Y) 0.0000 (Z) 0.0232  
 構造スケール 0: 1.0(m)  
 応答スケール 0: 1.0



z  
y x

1次

2次モード F= 9.039Hz (Tx) (Ty) (Tz)  
 刺激係数 (X) 2.2661 (Y) 0.0000 (Z) 0.0431  
 構造スケール 0: 1.0(m)  
 応答スケール 0: 1.0

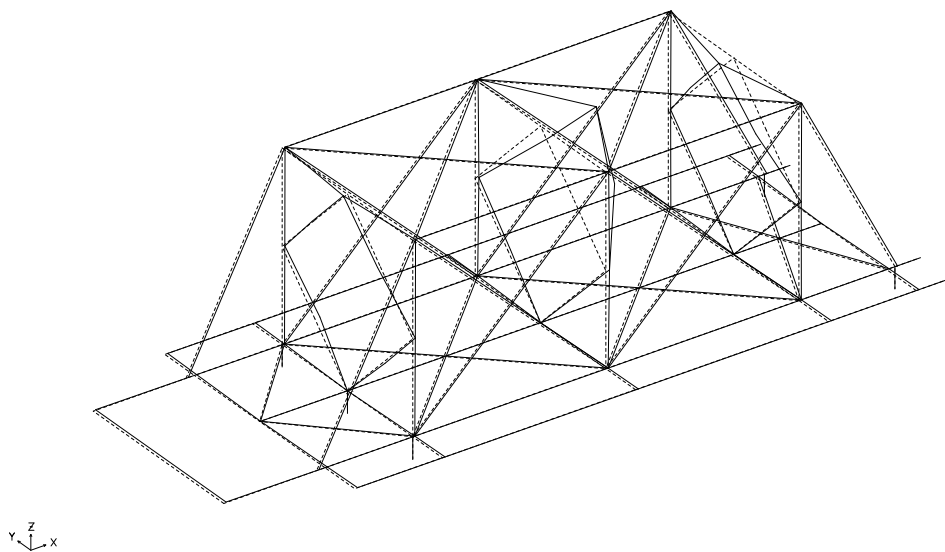


z  
y x

2次

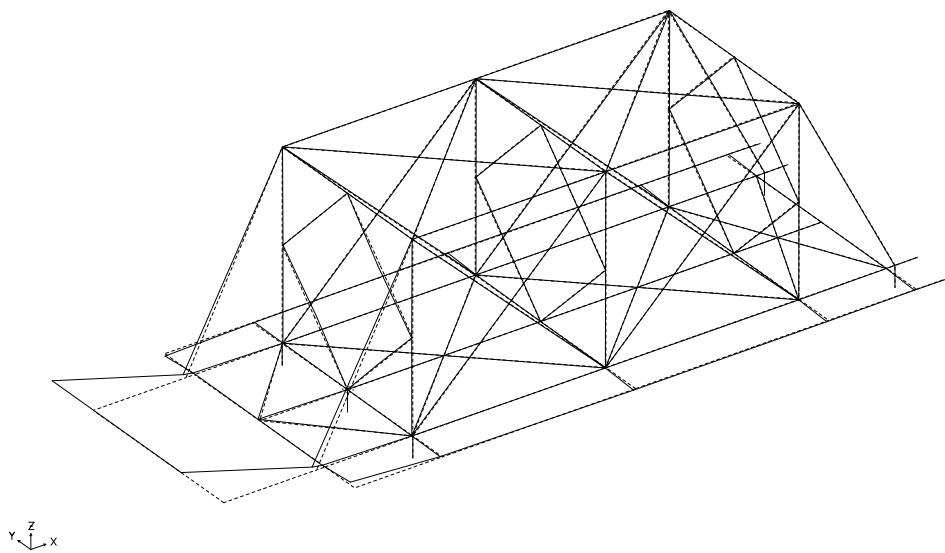
図 5-1 刺激関数図 (1/5)

3次モード F= 10.465Hz (Tx) (Ty) (Tz)  
 刺激係数 (X) 1.8183 (Y) 0.0000 (Z) 0.0113  
 構造スケール 0: 1.0(m)  
 応答値スケール 0: 1.0



3次

4次モード F= 10.719Hz (Tx) (Ty) (Tz)  
 刺激係数 (X) 0.0000 (Y) 0.8275 (Z) 0.0000  
 構造スケール 0: 1.0(m)  
 応答値スケール 0: 1.0

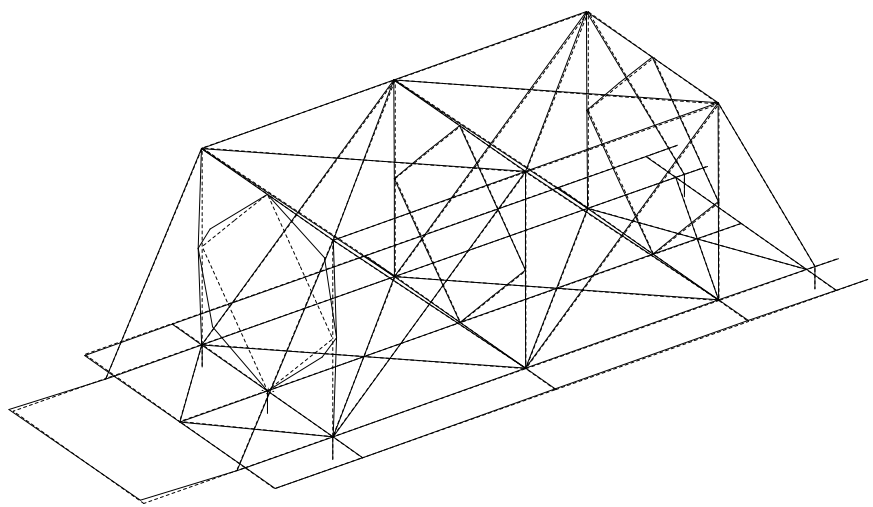


4次

図 5-2 刺激関数図 (2/5)

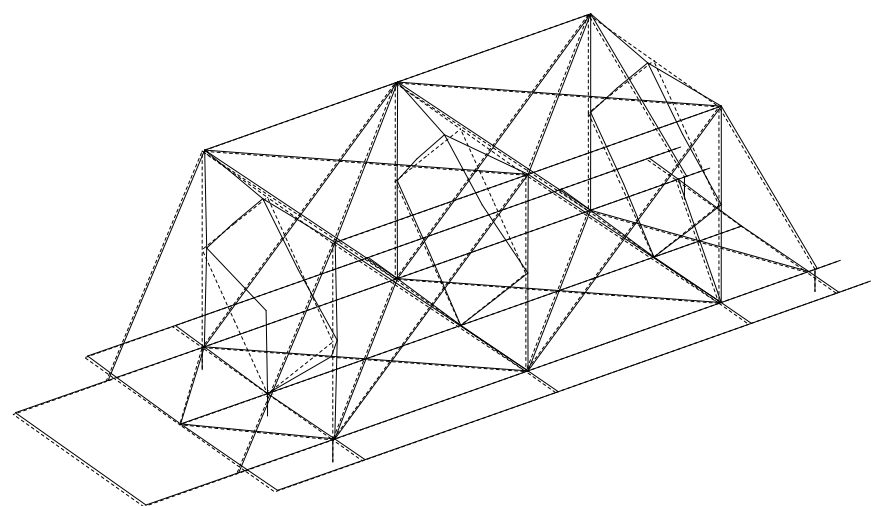


5次モード F= 11.695Hz (Tx) (Ty) (Tz) 構造スケール 0: 1.0(m)  
 刺激係数 (X) 0.0000 (Y) 0.4378 (Z) 0.0000 応答係数スケール 0: 1.0



5次

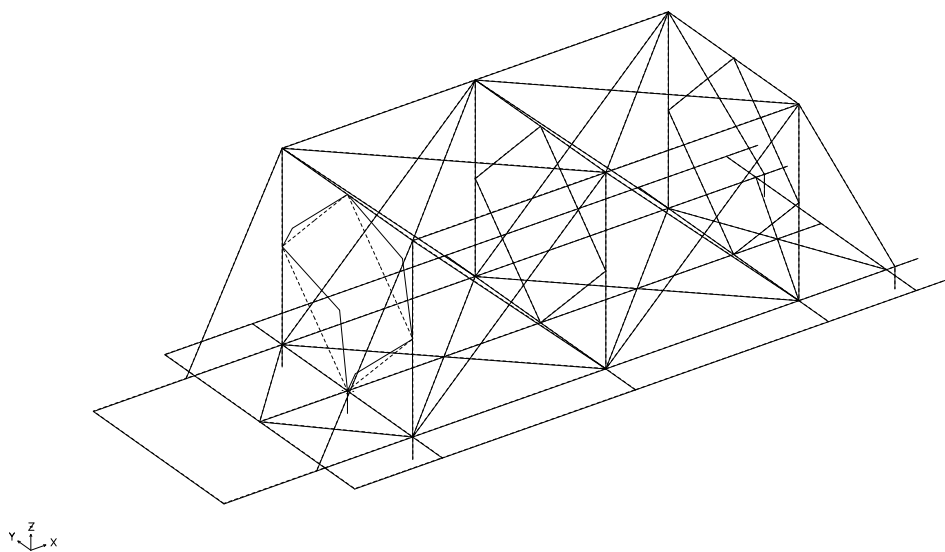
6次モード F= 11.791Hz (Tx) (Ty) (Tz) 構造スケール 0: 1.0(m)  
 刺激係数 (X) 1.9494 (Y) 0.0000 (Z) 0.0103 応答係数スケール 0: 1.0



6次

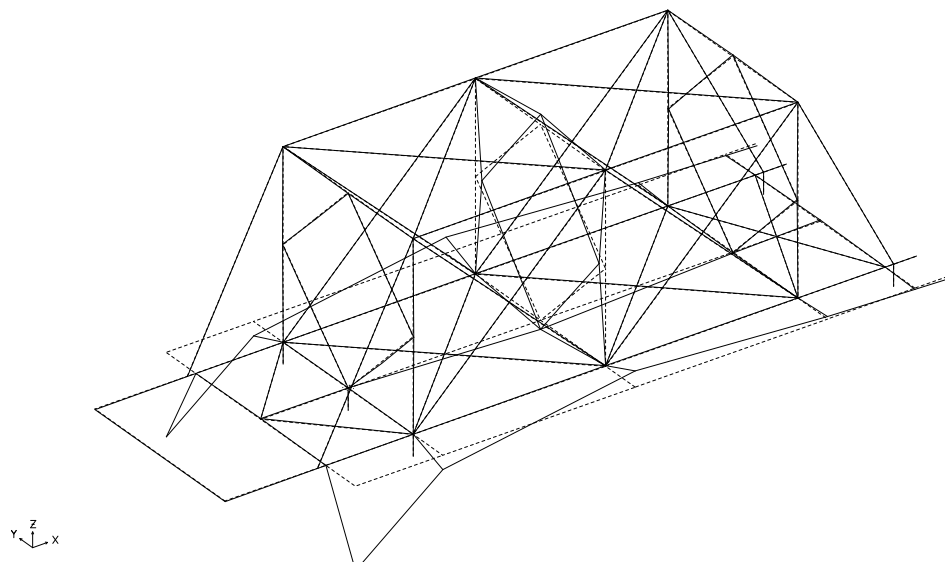
図 5-3 刺激関数図 (3/5)

7次モード F= 12.220Hz (Tx) (Ty) (Tz)  
 刺激係数 (X) 0.0000 (Y) -0.0306 (Z) 0.0000  
 構造スケール 0: 1.0(m)  
 応答スケール 0: 1.0



7次

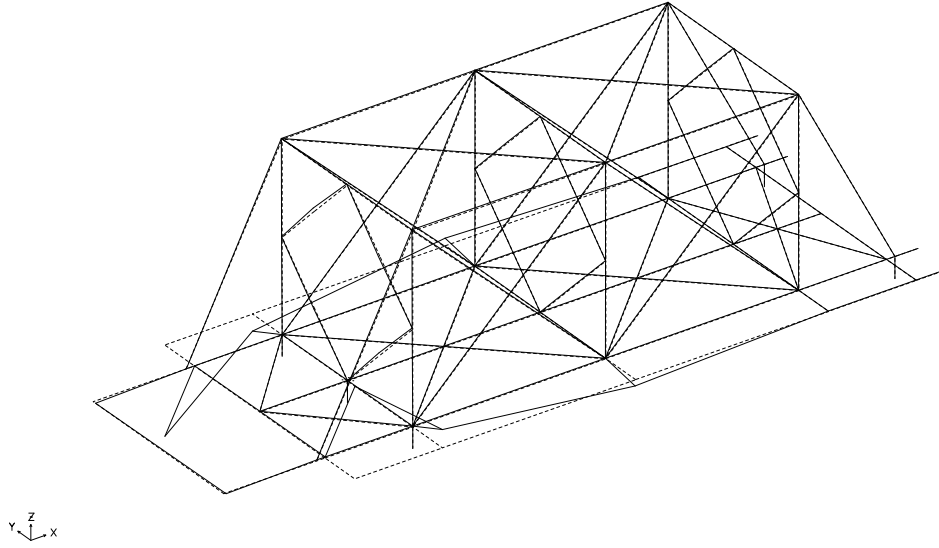
8次モード F= 12.770Hz (Tx) (Ty) (Tz)  
 刺激係数 (X) 0.0214 (Y) 0.0000 (Z) -0.5360  
 構造スケール 0: 1.0(m)  
 応答スケール 0: 1.0



8次

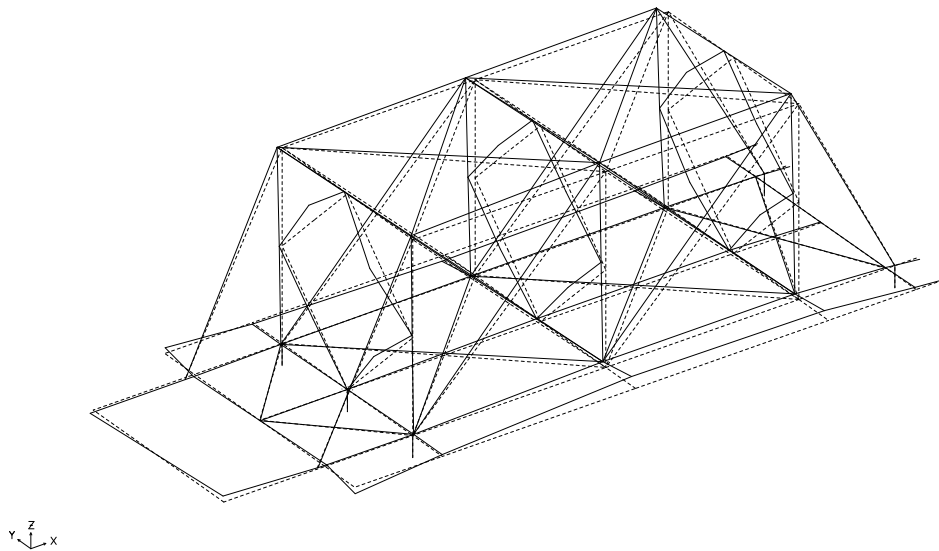
図 5-4 刺激関数図 (4/5)

9次モード F= 13.079Hz  
 刺激係数 (X) 0.0000 (Y) 0.3051 (Z) 0.0000 (Tx) (Ty) (Tz)  
 構造スケール 0: 1.0(m)  
 応答線スケール 0: 1.0



9次

10次モード F= 13.651Hz  
 刺激係数 (X) 0.0000 (Y) 3.9553 (Z) 0.0000 (Tx) (Ty) (Tz)  
 構造スケール 0: 1.0(m)  
 応答線スケール 0: 1.0



10次

図 5-5 刺激関数図 (5/5)

## 5.2 地震応答解析結果

廃止措置計画用設計地震動 S<sub>s</sub>-D, S<sub>s</sub>-1, S<sub>s</sub>-2 による応力図を図 5-6 から図 5-23 に示す。

9-1 通り  
材端剛塑性はり要素  
時刻 = 21.800 sec

構造スケール Q: 1.0 (m)  
応答値スケール Q: 200. (kN)

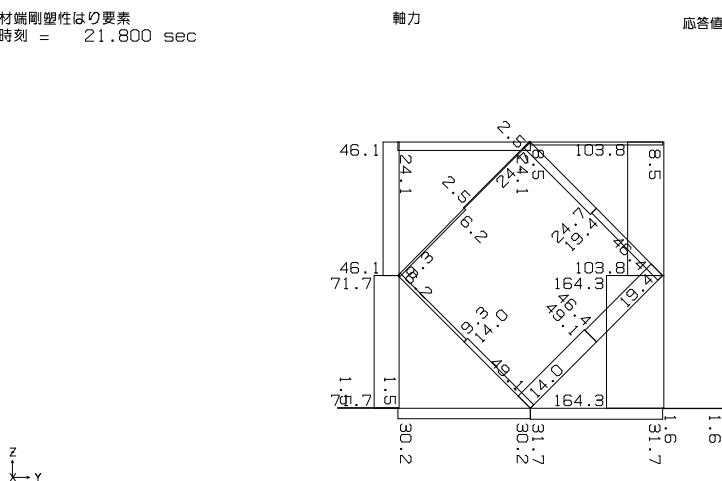


図 5-6 軸力図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, S<sub>s</sub>-D)

9-1 通り  
材端剛塑性はり要素  
時刻 = 21.800 sec

構造スケール Q: 1.0 (m)  
応答値スケール Q: 20. (kN.m)

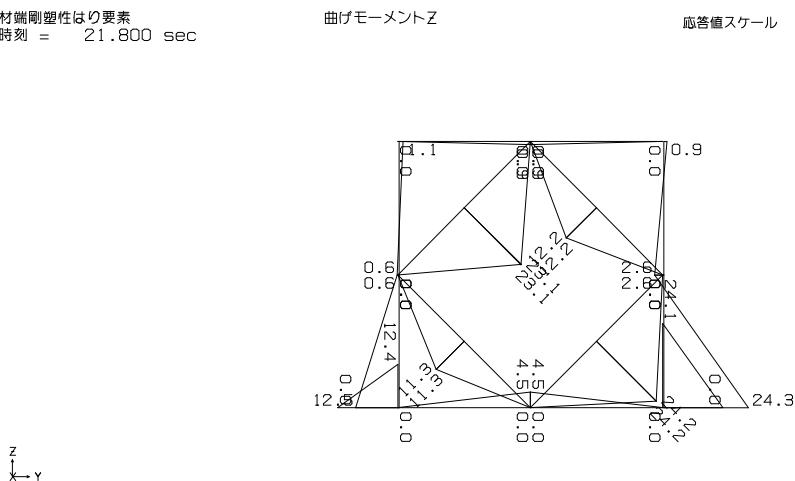


図 5-7 曲げモーメント図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, S<sub>s</sub>-D)

9-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 21.800 sec

せん断力Y

構造スケール Q<sub>c</sub> 1.0 (m)  
 応答値スケール Q<sub>c</sub> 20. (kN)

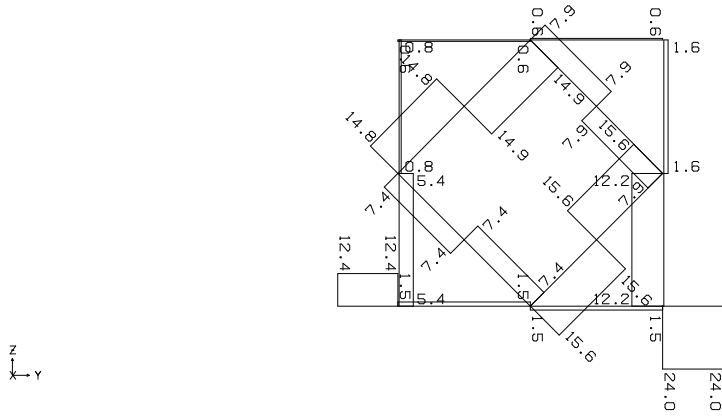


図 5-8 せん断力図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, Ss-D)

9-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 29.290 sec

構造スケール Q: 1.0(m)  
 応答値スケール Q: 200. (kN)

軸力

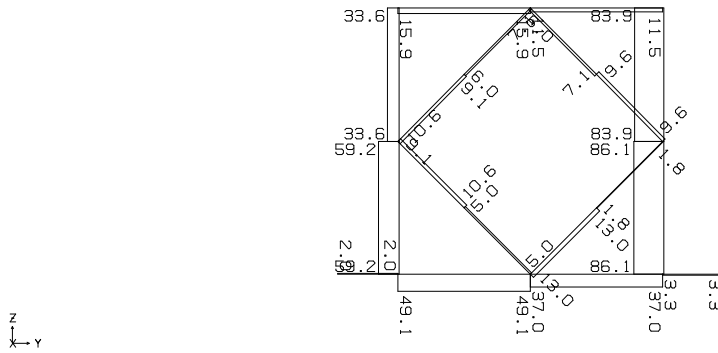


図 5-9 軸力図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, Ss-1)

9-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 29.290 sec

構造スケール Q: 1.0(m)  
 応答値スケール Q: 20. (kN.m)

曲げモーメントZ

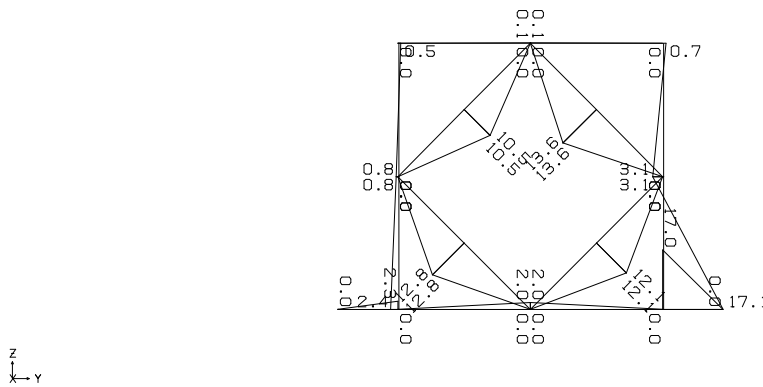


図 5-10 曲げモーメント図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, Ss-1)

9-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 29.290 sec

せん断力Y

構造スケール Q: 1.0 (m)  
 応答値スケール Q: 20. (kN)

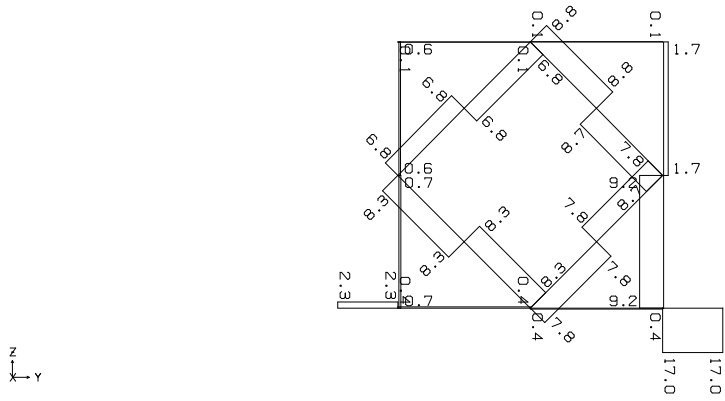


図 5-11 せん断力図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, Ss-1)

9-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 112.570 sec

構造スケール Q: 1.0(m)  
 応答値スケール Q: 200. (kN)

軸力

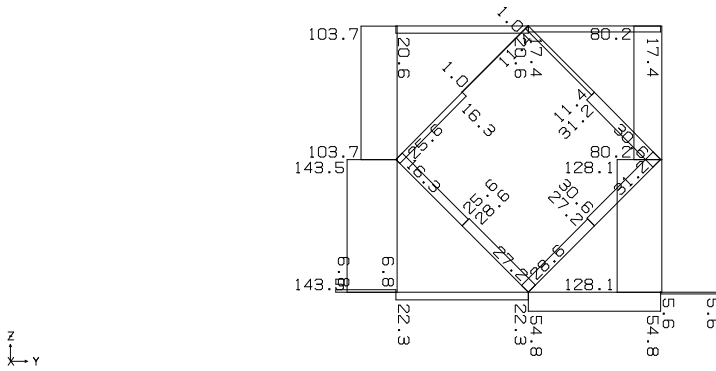


図 5-12 軸力図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, Ss-2)

9-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 112.570 sec

構造スケール Q: 1.0(m)  
 応答値スケール Q: 20. (kN.m)

曲げモーメントZ

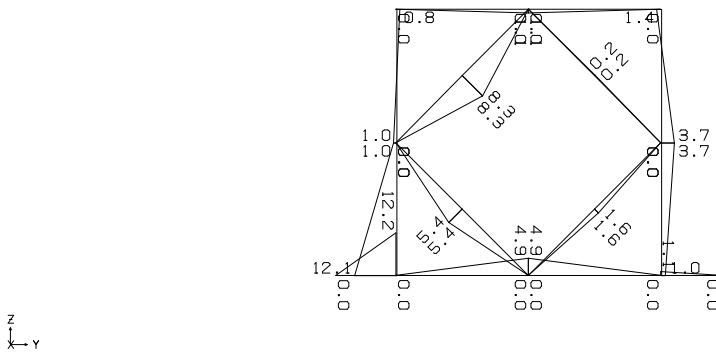


図 5-13 曲げモーメント図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, Ss-2)



9-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 112.570 sec

せん断力Y

構造スケール  $Q_s = 1.0 (m)$   
 応答値スケール  $Q_r = 20. (kN)$

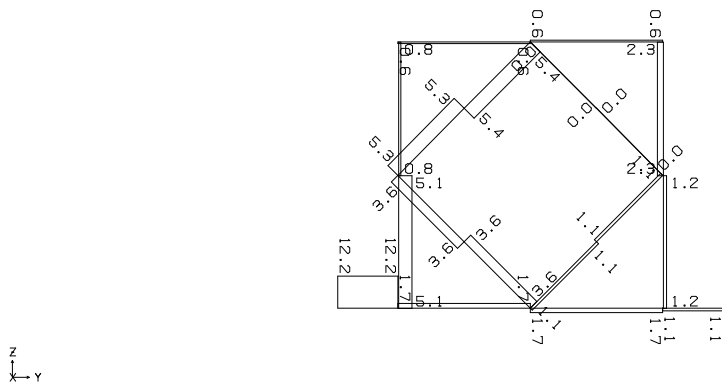


図 5-14 せん断力図 (曲げモーメント最大時, NS 方向・9-1 通り, Ss-2)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 43.900 sec

軸力

構造スケール Q: 1.0(m)  
 応答値スケール Q: 200. (kN)

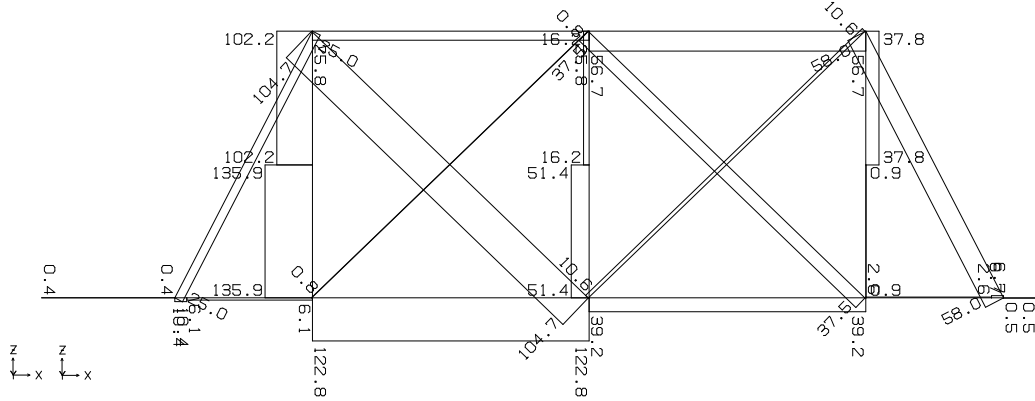


図 5-15 軸力図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-D)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 43.900 sec

曲げモーメントZ

構造スケール Q: 1.0(m)  
 応答値スケール Q: 20. (kN.m)

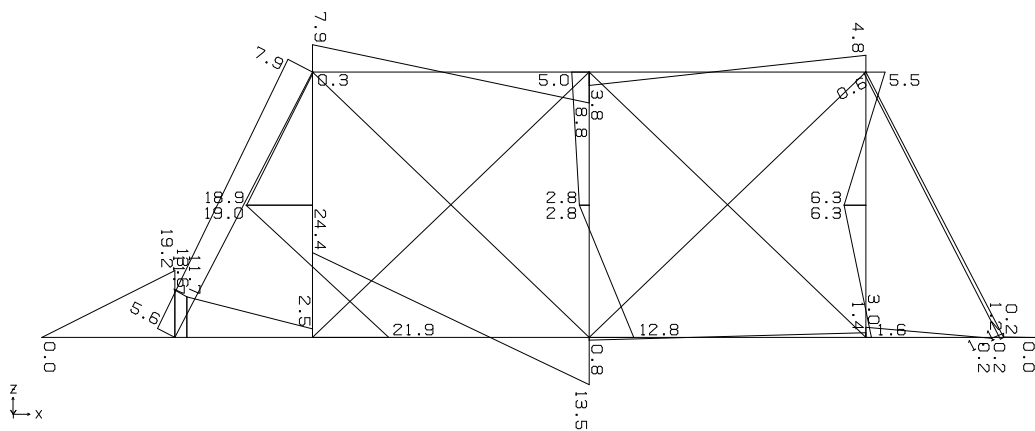


図 5-16 曲げモーメント図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-D)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 43.900 sec

せん断力Y

構造スケール Q<sub>1</sub> 1.0(m)  
 応答値スケール Q<sub>2</sub> 20. (kN)

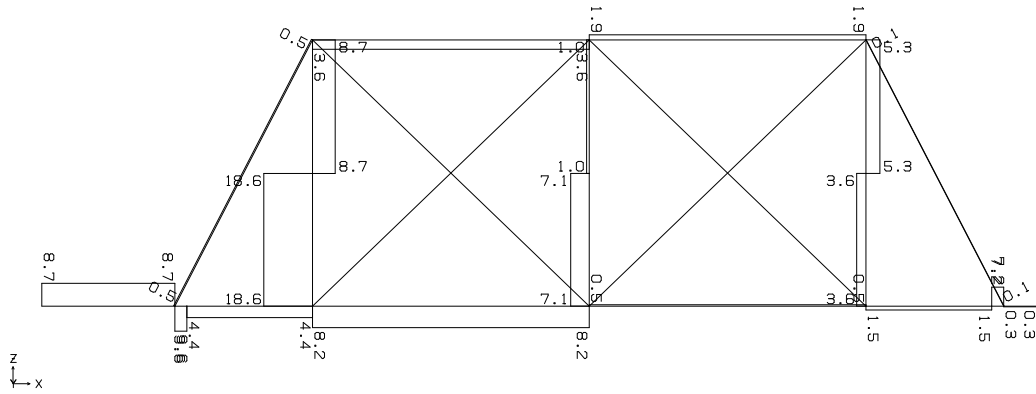


図 5-17 せん断力図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-D)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 30.230 sec

軸力

構造スケール Q. 1.0(m)  
 応答値スケール Q. 200. (kN)

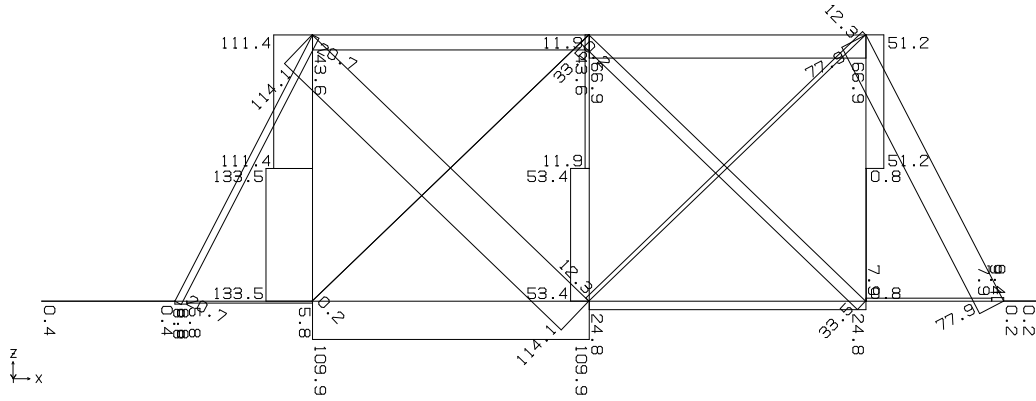


図 5-18 軸力図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-1)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 30.230 sec

曲げモーメントZ

構造スケール Q. 1.0(m)  
 応答値スケール Q. 20. (kN.m)

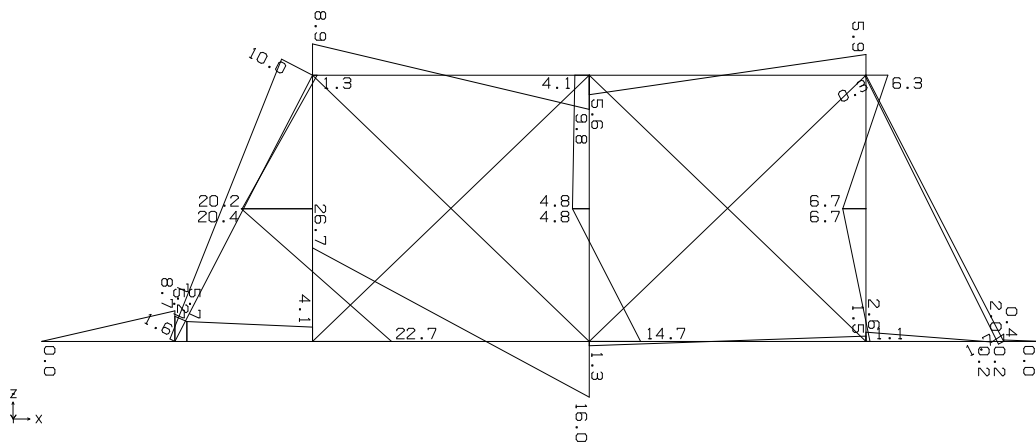


図 5-19 曲げモーメント図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-1)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 30.230 sec

せん断力Y

構造スケール Q<sub>1</sub> = 1.0 (m)  
 応答値スケール Q<sub>2</sub> = 20. (kN)

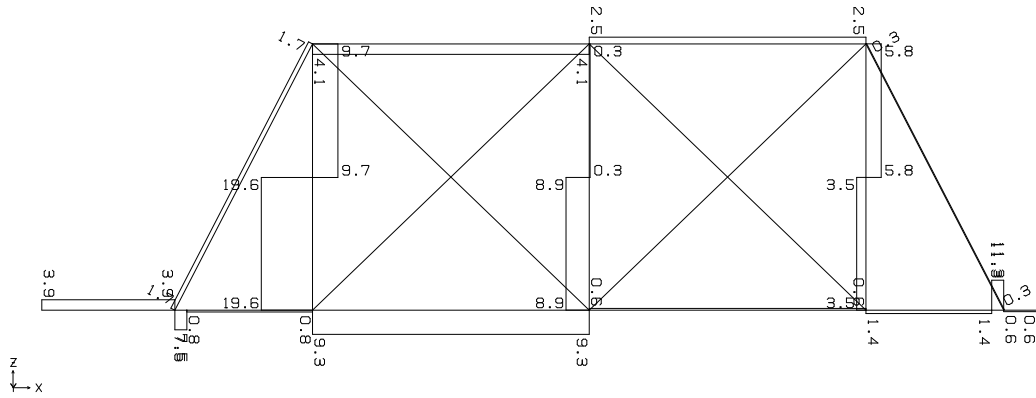


図 5-20 せん断力図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-1)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 104.560 sec

軸力

構造スケール Q: 1.0(m)  
 応答値スケール Q: 200. (kN)

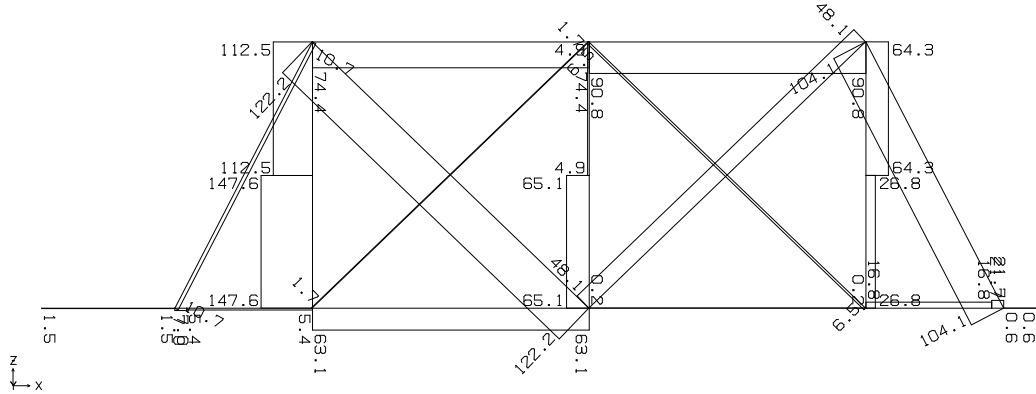


図 5-21 軸力図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-2)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 104.560 sec

曲げモーメントZ

構造スケール Q: 1.0(m)  
 応答値スケール Q: 20. (kN.m)

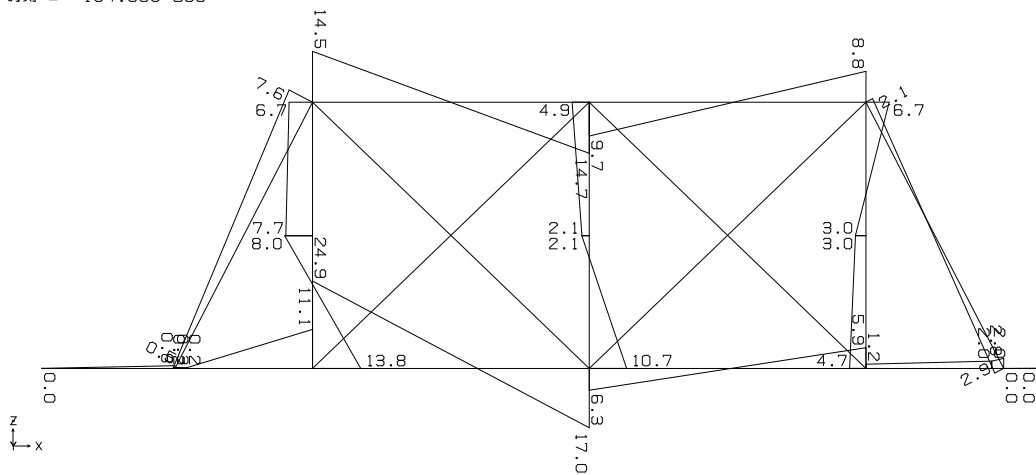


図 5-22 曲げモーメント図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-2)

8-1通り  
 材端剛塑性はり要素  
 時刻 = 104.560 sec

せん断力Y

構造スケール Q<sub>1</sub> = 1.0 (m)  
 応答値スケール Q<sub>2</sub> = 20. (kN)

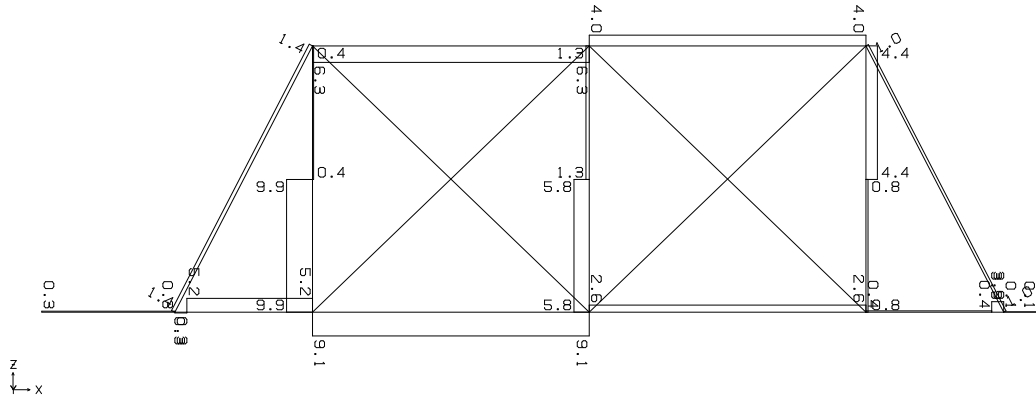


図 5-23 せん断力図 (ブレース軸力最大時, EW 方向・8-1 通り, Ss-2)

## 5.3 評価結果

### 5.3.1 部材

#### (1) 評価方法

部材の断面算定は、「鋼構造塑性設計規準」（日本建築学会）に基づき、図 5-6 から図 5-23 の設計応力に対し、終局耐力が上回ることを確認する。

#### (2) 評価結果

代表的な部材<sup>※1</sup>の部材断面算定位置図を図 5-24 に示し、断面算定結果を表 5-2 に示す。

表 5-2 の結果より、各部材の終局耐力が設計応力を上回っていることを確認した。

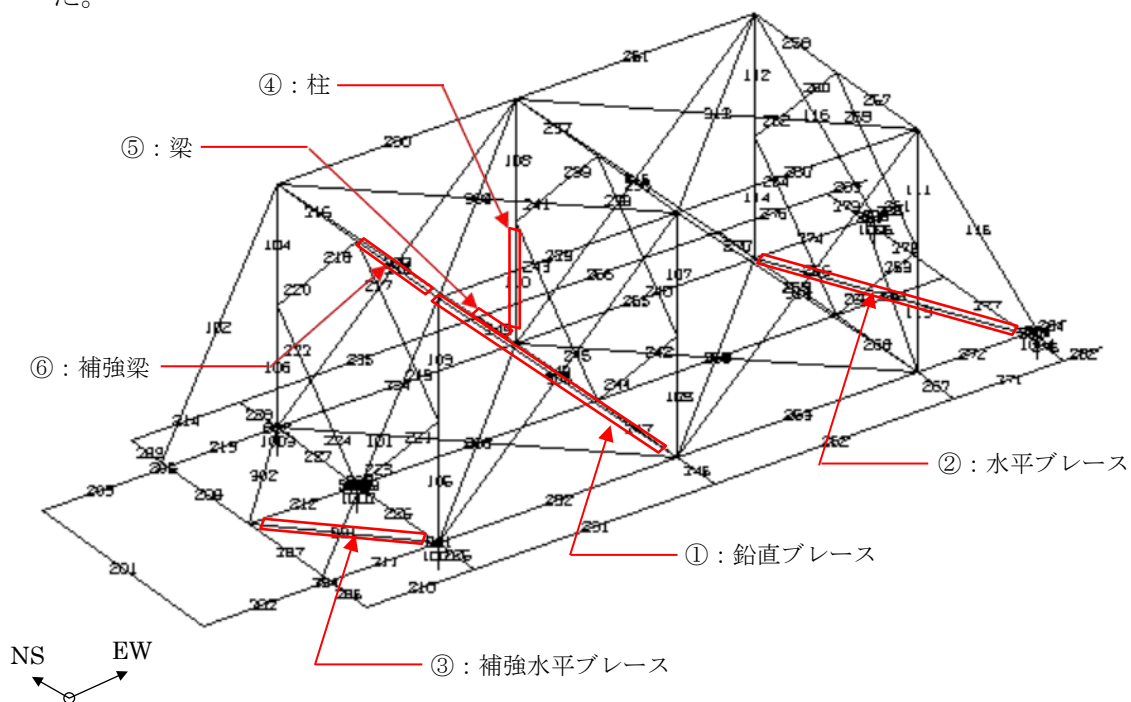


図 5-24 部材断面算定位置図

※1 部材のうち、部位毎で最も検定比の大きい部材を対象とした。



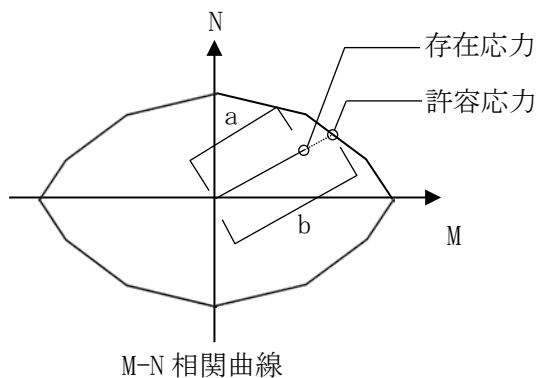
表 5-2 部材の断面算定結果

荷重状態	位置	部位	部材断面	応力種別	発生応力	許容応力	検定比
終局	①	鉛直 ブレース	2L-90×90×7 <sup>※1</sup>	軸力	135.5 kN	567.0 kN	0.235
	②	水平 ブレース	2L-90×90×7 <sup>※1</sup>	軸力	245.3 kN	576.0 kN	0.426
	③	補強水平 ブレース	H-150×150×7×10	軸力	218.5 kN	639.0 kN	0.342
	④	柱	H-300×300×10×15	軸力 +曲げ (強軸)	61.4 kN +10.3 kN・m	321.7 kN +213.9 kN・m	0.161 <sup>※2</sup>
				軸力 +曲げ (弱軸) <sup>※2</sup>	61.4 kN +33.6 kN・m	321.7 kN +176.3 kN・m	0.191 <sup>※2</sup>
				せん断	17.6 kN	1746.2 kN	0.010
	⑤	梁	H-194×150×6×9	曲げ (強軸)	33.7 kN・m	76.5 kN・m	0.440
				曲げ (弱軸)	2.8 kN・m	26.6 kN・m	0.104
				せん断	34.1 kN	560.6 kN	0.061
	⑥	補強梁	H-194×150×6×9 +補強 PL-9 (両面)	曲げ (強軸)	1.8 kN・m	100.6 kN・m	0.018
				曲げ (弱軸)	65.9 kN・m	84.0 kN・m	0.784
				せん断	30.0 kN	875.8 kN	0.034

※1：引張力のみ負担

※2：軸力が作用する柱部材は軸力を考慮した曲げ応力の断面算定を行う。

存在応力，許容応力，検定比の考え方を下記に示す。



a : 存在応力 ( $\sqrt{M^2+N^2}$ )

b : 許容応力 ( $\sqrt{M_p^2+N_p^2}$ )

a/b : 検定比 ( $\sqrt{M^2+N^2} / \sqrt{M_p^2+N_p^2}$ )

### 5.3.2 補強支承部

#### (1) 評価方法

補強鋼管及びあと施工アンカーの断面算定は、「鋼構造塑性設計指針」（日本建築学会）及び「2017年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説」（日本建築防災協会）に基づき、図 5-6 から図 5-23 による設計応力に対し、終局耐力が上回ることを確認する。

補強鋼管位置を図 5-25 に、補強鋼管とあと施工アンカー詳細の断面及び伏図を図 5-26、図 5-27 に示す。

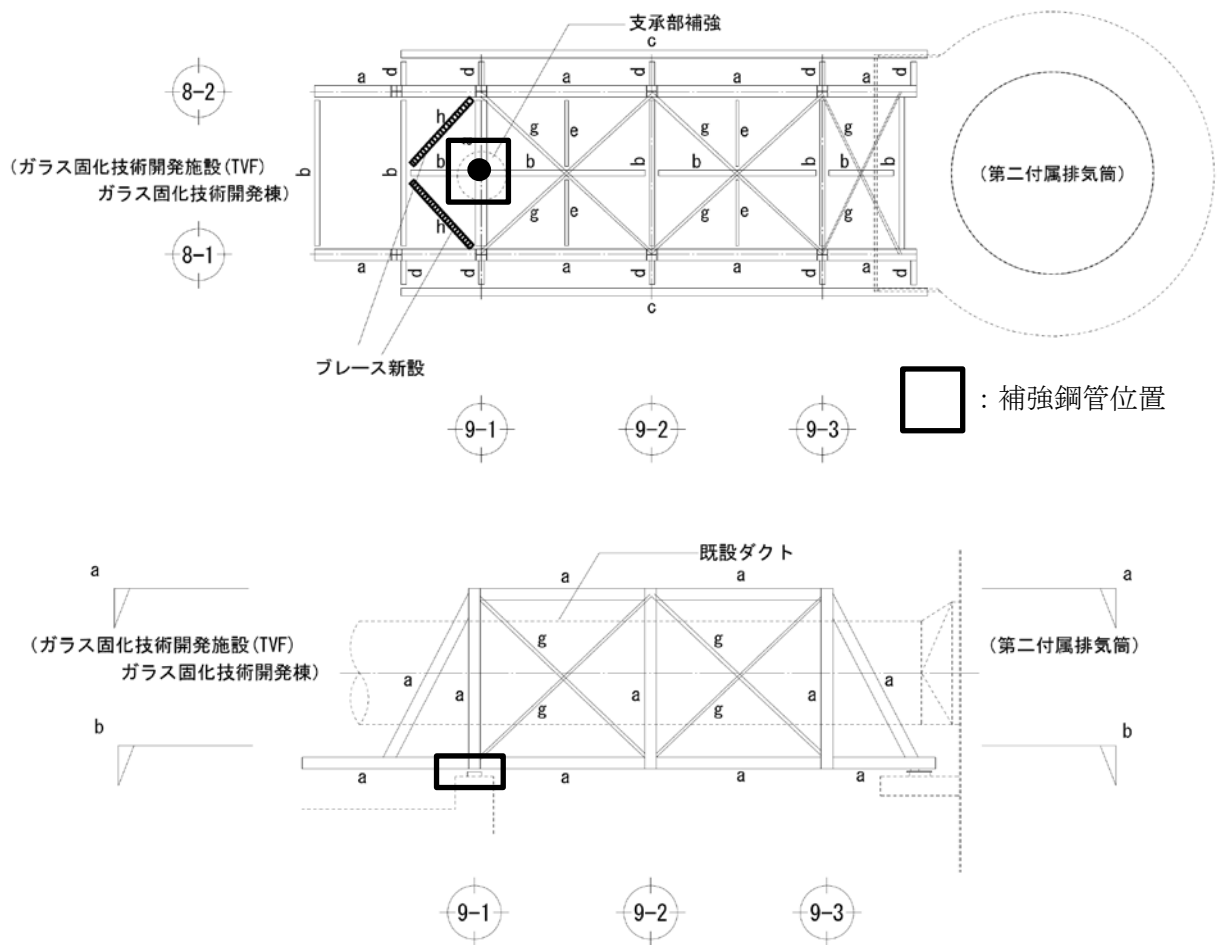


図 5-25 補強鋼管位置

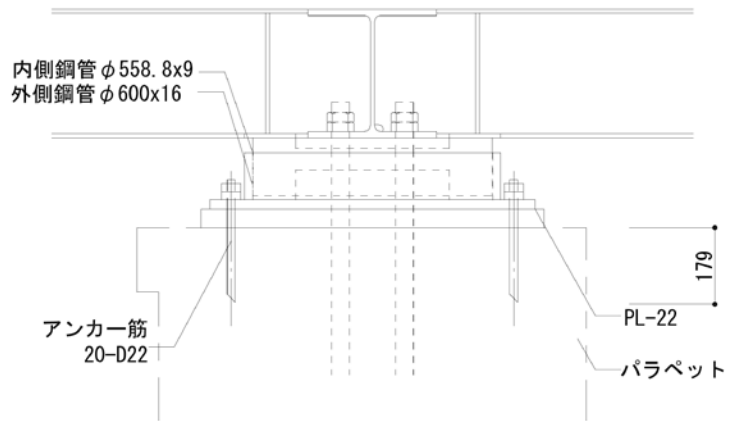


図 5-26 補強鋼管とあと施工アンカー詳細 (断面)

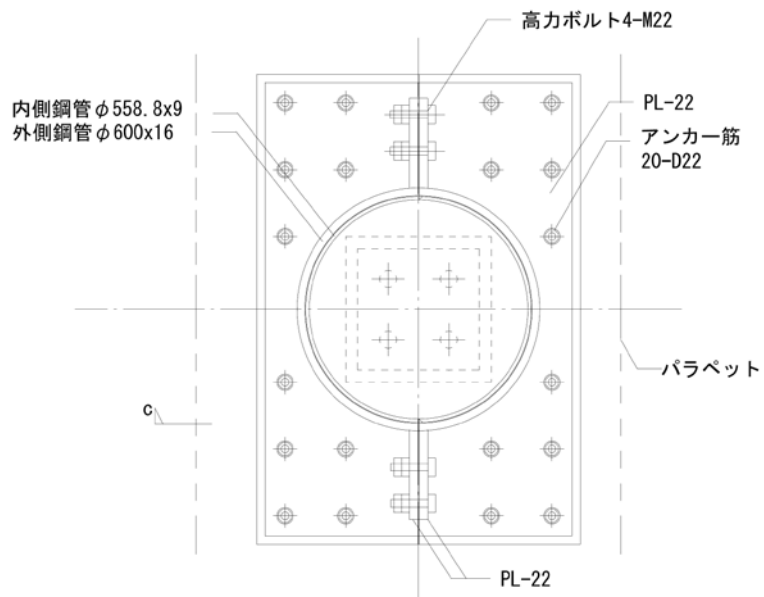


図 5-27 補強鋼管とあと施工アンカー詳細 (伏図)

(2) 評価結果

補強支承部の補強鋼管の断面算定結果を表 5-3、あと施工アンカーの断面算定結果を表 5-4 に示す。

表 5-3 及び表 5-4 の結果より、補強鋼管及びあと施工アンカーの終局せん断耐力がせん断力を上回っていることを確認した。

表 5-3 補強鋼管の断面算定結果（廃止措置計画用設計地震動）

地震		補強鋼管		
		せん断力 (kN)	せん断耐力 (kN)	検定比
Ss-D	NS 方向	847.4	1,160.0	0.730
	EW 方向	379.4	1,160.0	0.327
Ss-1	NS 方向	378.5	1,160.0	0.326
	EW 方向	399.9	1,160.0	0.345
Ss-2	NS 方向	563.1	1,160.0	0.485
	EW 方向	346.4	1,160.0	0.299

\* 補強支承部に生じる全てのせん断力は、補強鋼管が負担する

表 5-4 あと施工アンカーの断面算定結果（廃止措置計画用設計地震動）

地震	部材断面	応力種別	発生応力 (kN)	許容応力 (kN)	検定比
Ss-D (NS 方向)	あと施工アンカー(接着系) 20-D22	せん断	847.4	1138.0	0.745

\* 補強支承部に生じる全てのせん断力は、あと施工アンカーが負担する

### 5.3.3 テフロン支承

#### (1) 評価方法

水平方向の入力地震動によりテフロン支承に生じる変位に対し、テフロン支承の許容変位(可動量)が上回ることを確認する。

#### (2) 評価結果

地震応答解析の結果より、テフロン支承の最大応答変位を表 5-5 に示す。

表 5-5 の結果より、テフロン支承の許容変位が地震応答解析による変位を上回っていることを確認した。

表 5-5 テフロン支承の最大応答 (廃止措置計画用設計地震動)

地震	種別	位置	すべり量 (mm)		許容変位
			NS 方向	EW 方向	
Ss-D	TVF 開発棟側	9-1・8-2	11.3	2.3	可動量±100 mm
		9-1・8-1	11.2	2.3	
	第二付属 排気筒側	9-3・8-2	-	57.0	可動量±250 mm
		9-3・8-1	-	57.0	
Ss-1	TVF 開発棟側	9-1・8-2	3.6	2.2	可動量±100 mm
		9-1・8-1	3.7	2.2	
	第二付属 排気筒側	9-3・8-2	-	14.9	可動量±250 mm
		9-3・8-1	-	14.9	
Ss-2	TVF 開発棟側	9-1・8-2	6.6	2.0	可動量±100 mm
		9-1・8-1	6.6	2.0	
	第二付属 排気筒側	9-3・8-2	-	34.5	可動量±250 mm
		9-3・8-1	-	34.5	

(別冊 1－15)

## 再処理施設に関する設計及び工事の計画

(第二付属排気筒及び排気ダクト接続架台の耐震補強工事)

建物（その 23）ガラス固化技術開発施設

# 目 次

	頁
1. 変更の概要 . . . . .	1
2. 準拠すべき法令、基準及び規格 . . . . .	2
3. 設計の基本方針 . . . . .	4
4. 設計条件及び仕様 . . . . .	5
5. 工事の方法 . . . . .	10
6. 工事の工程 . . . . .	16



## 別 図 一 覧

- 別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲
- 別図-2-1 補強鉄筋コンクリート範囲 外形図
- 別図-2-2 補強鉄筋コンクリート範囲 平面図 (A)
- 別図-2-3 補強鉄筋コンクリート範囲 平面図 (B)
- 別図-2-4 補強鉄筋コンクリート範囲 平面図 (C)
- 別図-2-5 補強鉄筋コンクリート範囲 平面図 (D)
- 別図-2-6 補強鉄筋コンクリート範囲 断面詳細図 (E 断面)
- 別図-2-7 補強鉄筋コンクリート範囲 断面詳細図 (F 断面)
- 別図-2-8 補強鉄筋コンクリート工事フロー図
- 別図-3-1 排気ダクト接続架台 平面図
- 別図-3-2 排気ダクト接続架台 軸組図
- 別図-3-3 梁及びブレースの補強 断面詳細図
- 別図-3-4 ブレースの新設 平面詳細図
- 別図-3-5 支承部の補強 詳細図
- 別図-3-6 梁及びブレースの補強工事フロー図
- 別図-3-7 ブレースの新設工事フロー図
- 別図-3-8 支承部の補強工事フロー図

## 表 一 覧

- 表-1-1 設計条件
- 表-1-2 設計仕様
- 表-1-3 鋼材等の種類
- 表-1-4 鉄筋の継手の長さ
- 表-1-5 鉄筋及びアンカー筋の定着の長さ
- 表-1-6 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ
- 表-1-7 型枠の寸法許容差
- 表-1-8 コンクリートの強度表
- 表-1-9 構造体強度補正值と適用期間
- 表-2-1 設計条件
- 表-2-2 設計仕様
- 表-2-3 鋼材等の種類
- 表-3 第二付属排気筒及び排気ダクト接続架台の耐震補強工事工程表

## 1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 2 年 2 月 10 日付け原規規発第 2002103 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画について、変更認可の申請を行う。

今回、第二付属排気筒において、地震時における耐震性向上のため、第二付属排気筒下部への鉄筋コンクリート補強を行う。また、排気ダクト接続架台の地震時における耐震性向上のため、梁及びブレースの補強、ブレースの新設及び支承部の補強を行う。

## 2. 準拠すべき法令、基準及び規格

- 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和 32 年法律第 166 号)
- 「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号)
- 「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」  
(平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号)
- 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」  
(平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号)
- 「建築基準法・同施行令」(昭和 25 年法律第 201 号)
- 「原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601)」(日本電気協会)
- 「原子力発電所耐震設計技術規程 (JEAC4601)」(日本電気協会)
- 「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程」  
(日本電気協会)
- 「2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書」(日本建築センター)
- 「建築物の構造規定」(日本建築センター)
- 「日本産業規格 (JIS)」
- 「煙突構造設計指針」(日本建築学会)
- 「鋼構造設計規準 許容応力度設計法」(日本建築学会)
- 「鋼構造許容応力度設計規準」(日本建築学会)
- 「建築基礎構造設計指針」(日本建築学会)
- 「各種合成構造設計指針・解説」(日本建築学会)
- 「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」(国土交通省)
- 「鋼構造塑性設計指針」(日本建築学会)
- 「公共建築工事標準仕様書」(国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)
- 「公共建築改修工事標準仕様書」(国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)
- 「建築工事監理指針」(国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)
- 「建築改修工事監理指針」(国土交通省大臣官房官庁営繕部監修)
- 「建築工事標準仕様書・同解説 (JASS)」(日本建築学会)
- 「建築物荷重指針・同解説」(日本建築学会)
- 「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」(日本建築学会)
- 「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」(日本建築学会)

「建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計」 (日本建築学会)

「鋼構造接合部設計指針」 (日本建築学会)

### 3. 設計の基本方針

第二付属排気筒の地震時における耐震性向上のため、第二付属排気筒下部への鉄筋コンクリート補強を行う。

排気ダクト接続架台の地震時における耐震性向上のため、梁及びブレースの補強、ブレースの新設及び支承部の補強を行う。

## 4. 設計条件及び仕様

### 4.1 第二付属排気筒

#### (1) 設計条件

表-1-1 設計条件

名 称	第二付属排気筒
耐震重要度分類	Sクラス（旧A類）
構 造	鋼製（基礎は鉄筋コンクリート造）

#### (2) 仕様

第二付属排気筒の耐震性向上のため、以下の施工を行う。

表-1-2 設計仕様

名 称	第二付属排気筒
仕 様	補強鉄筋コンクリートの新設
補強部材 主要材料	コンクリート：普通コンクリート（JIS A 5308） 鉄筋          ：SD295A、SD345（JIS G 3112） アンカー筋   ：SD345（JIS G 3112）
図	別図-1，別図-2-1～別図-2-7

表-1-3 鋼材等の種類

部材	材料	備考
鉄筋	SD295A (D13、D16)	JIS G 3112
	SD345 (D19、D22)	
アンカー筋	SD345 (D22)	JIS G 3112
あと施工アンカー (接着系・カプセル型)	D22 用	JCAA 認証品

表-1-4 鉄筋の継手の長さ

鉄筋の種類	継手の長さ		備考
SD295A	重ね継手	35d または 25d フック付き	JASS 5N
SD345	重ね継手	35d または 25d フック付き	JASS 5N
共通	フレア溶接	片面 10d または両面 5d	建築改修工事監理指針

表-1-5 鉄筋及びアンカー筋の定着の長さ

鉄筋の種類	定着長さ	備考
SD345	30d または 20d フック付き	JASS 5N



表-1-6 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ

部位			かぶり厚さ (mm)	備考
土に接しない部分	耐力壁 (補強鉄筋コンクリート)	屋外	50	JASS 5N
土に接する部分	耐力壁 (補強鉄筋コンクリート)		50	JASS 5N

表-1-7 型枠の寸法許容差

項目	許容差 (mm)	備考
壁 (補強鉄筋コンクリート) の断面寸法	-5 +15	JASS 5N

表-1-8 コンクリートの強度表

普通コンクリート		備考
設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	品質基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
36	36	JASS 5N

表-1-9 構造体強度補正值と適用期間

(強度管理材齢 28 日)

適用期間	構造体強度補正值 (N/mm <sup>2</sup> )
3 月 12 日～7 月 27 日	3
7 月 28 日～8 月 23 日	6
8 月 24 日～11 月 14 日	3
11 月 15 日～3 月 11 日	6

茨城県北部生コンクリート協同組合の通達による。

## 4.2 排気ダクト接続架台

### (1) 設計条件

表-2-1 設計条件

名 称	排気ダクト接続架台
耐震重要度分類	Bクラス（旧B類）
構 造	鉄骨造

### (2) 仕様

排気ダクト接続架台の耐震性向上のため、以下の施工を行う。

表-2-2 設計仕様

名 称	排気ダクト接続架台	
仕 様	梁及びブレースの補強 ブレースの新設 支承部の補強	
補強部材 主要材料	梁及びブレースの補強	鋼板 : SS400 (JIS G 3101)
	ブレースの新設	鋼材 : SN400B (JIS G 3136) 鋼板 : SS400 (JIS G 3101) 高力ボルト : F10T (JIS B 1186) S10T (大臣認定品)
	支承部の補強	鋼管 : STK400 (JIS G 3444) 鋼板 : SS400 (JIS G 3101) アンカー筋 : SD345 (JIS G 3112) 高力ボルト : F10T (JIS B 1186) S10T (大臣認定品)
図	別図-1, 別図-3-1~別図-3-5	

表-2-3 鋼材等の種類

部材	材料	備考
鋼板	SS400 (鋼板)	JIS G 3101
鋼材	SN400B (鋼材、ブレース)	JIS G 3136
鋼管	STK400 (鋼管)	JIS G 3444
アンカー筋	SD345	JIS G 3112
高力ボルト	F10T	JIS B 1186
	S10T	大臣認定品
あと施工アンカー (接着系・カプセル型)	D22 用	JCAA 認証品

## 5. 工事の方法

### 5.1 第二付属排気筒

#### (1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-2-8 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目、検査方法、判定基準を以下に示す。

#### 1) 試験・検査項目

##### ① 材料検査

- 方法：イ．鉄筋及びアンカー筋の材料を材料証明書等により確認する。  
ロ．あと施工アンカー（接着系・カプセル型）の材料が認証品であることを確認する。

- 判定：イ．鉄筋及びアンカー筋が表-1-3 に示す材料であること。  
ロ．あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が表-1-3 に示す材料であること。

##### ② 構造検査1（配筋検査）

- 方法：イ．鉄筋及びアンカー筋の径（呼び径）を目視により確認する。  
ロ．鉄筋及びアンカー筋の本数又は間隔を目視又は測定により確認する。  
ハ．アンカー筋の埋め込み長さ及び定着長さが確保されていることを目視又は測定により確認する。  
ニ．鉄筋の継手長さ及び定着長さを目視又は測定により確認する。また、フレア溶接を行う継手については、フレア溶接部を目視により確認する。  
ホ．鉄筋と型枠とのかぶり厚さを目視又は測定により確認する。

- 判定：イ．鉄筋及びアンカー筋が別図-2-2～別図-2-7 に示す径（呼び径）であること。  
ロ．鉄筋及びアンカー筋が別図-2-2～別図-2-7 に示す本数又は間隔であること。  
ハ．アンカー筋が別図-2-6 及び別図-2-7 に示す埋め込み長さ及び表-1-5 に示す定着長さを確保していること。

ニ. 鉄筋の継手長さ及び定着長さが表-1-4 及び表-1-5 に示す長さ以上であること。また、フレア溶接部について、割れ等の有害な欠陥がないこと。

ホ. 鉄筋と型枠とのかぶり厚さが表-1-6 に示す厚さ以上であること。

③ 構造検査 2 (型枠検査)

方法：型枠の寸法を測定により確認する。

判定：型枠が表-1-7 に示す寸法許容差の範囲内であること。

④ 強度検査 (コンクリートの強度試験)

方法：コンクリートの強度を圧縮強度試験により確認する。

判定：普通コンクリートの圧縮強度の平均値が表-1-8 に示す品質基準強度に表-1-9 に示す構造体強度補正値を加えた値以上であり、かつ、個々の値が表-1-8 に示す品質基準強度に表-1-9 に示す構造体強度補正値を加えた値の 85%以上であること。

⑤ 外観検査 1 (外観検査)

方法：補強鉄筋コンクリートの表面を目視により確認する。

判定：補強鉄筋コンクリートの表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

⑥ 外観検査 2 (配置検査)

方法：補強鉄筋コンクリートの配置を目視により確認する。

判定：補強鉄筋コンクリートが別図-2-1 に示す位置に配置されていること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。

- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。

## 5.2 排気ダクト接続架台

### (1) 工事の方法及び手順

#### A. 梁及びブレースの補強

本工事のフローを別図-3-6 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目、検査方法、判定基準を以下に示す。

##### ① 材料検査

方法：鋼板の材料を材料証明書等により確認する。

判定：鋼板が表-2-3 に示す材料であること。

##### ② 寸法検査 1

方法：鋼板の断面寸法を材料証明書等により確認する。

判定：鋼板の断面寸法が別図-3-3 に示す断面寸法であること。

##### ③ 寸法検査 2

方法：鋼板の溶接長を目視により確認する。

判定：鋼板の溶接長が別図-3-3 に示す溶接長以上であること。

##### ④ 外観検査 1 (外観検査)

方法：イ. 鋼板の表面を目視により確認する。

ロ. 既存鉄骨材との溶接部を目視により確認する。

判定：イ. 鋼板の表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

ロ. 既存鉄骨材との溶接部に割れ等の欠陥がないこと。

##### ⑤ 外観検査 2 (配置検査)

方法：補強した梁及びブレースの配置を目視により確認する。

判定：補強した梁及びブレースが別図-3-1～別図-3-3 に示す位置に配置されていること。

#### B. ブレースの新設

本工事のフローを別図-3-7 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目、検査方法、判定基準を以下に示す。

##### ① 材料検査

方法：鋼材、鋼板及び高力ボルトの材料を材料証明書等により確認する。

判定：鋼材、鋼板及び高力ボルトが表-2-3 に示す材料であること。

##### ② 寸法検査

方法：鋼材及び鋼板の断面寸法を材料証明書等により確認する。

判定：鋼材及び鋼板の断面寸法が別図-3-4 に示す断面寸法であること。

③ 外観検査 1（据付検査）

方法：高力ボルトの据付状態を目視により確認する。

判定：高力ボルトが別図-3-4 に示す本数であり、据付状態に異常がないこと。

④ 外観検査 2（外観検査）

方法：イ．鋼材及び鋼板の表面を目視により確認する。

ロ．既存鉄骨材との溶接部を目視により確認する。

判定：イ．鋼材及び鋼板の表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

ロ．既存鉄骨材との溶接部に割れ等の欠陥がないこと。

⑤ 外観検査 3（配置検査）

方法：新設したブレースの配置を目視により確認する。

判定：新設したブレースが別図-3-1 及び別図-3-4 に示す位置に配置されていること。

C． 支承部の補強

本工事のフローを別図-3-8 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目、検査方法、判定基準を以下に示す。

① 材料検査

方法：イ．鋼管、鋼板、アンカー筋及び高力ボルトの材料を材料証明書等により確認する。

ロ．あと施工アンカー（接着系・カプセル型）の材料が認証品であることを確認する。

判定：イ．鋼管、鋼板、アンカー筋及び高力ボルトが表-2-3 に示す材料であること。

ロ．あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が表-2-3 に示す材料であること。

② 寸法検査

方法：イ．鋼管及び鋼板の断面寸法を測定又は材料証明書等により確認する。



ロ. アンカー筋の径（呼び径）を製品証明書等により確認する。  
判定：イ. 鋼管、鋼板の断面寸法が別図-3-5 に示す断面寸法であること。

ロ. アンカー筋の径（呼び径）が別図-3-5 に示す径（呼び径）であること。

#### ③ 外観検査 1（外観検査）

方法：イ. 鋼管の表面を目視により確認する。

ロ. 既存鉄骨材との溶接部を目視により確認する。

判定：イ. 鋼管の表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

ロ. 既存鉄骨材との溶接部に割れ等の欠陥がないこと。

#### ④ 外観検査 2（据付検査）

方法：イ. アンカー筋及び高力ボルトの据付状態を目視により確認する。

ハ. アンカー筋の埋め込み長さが確保されていることを目視により確認する。

判定：イ. アンカー筋及び高力ボルトが別図-3-5 に示す本数であり、据付状態に異常がないこと。

ハ. アンカー筋が別図-3-5 に示す埋め込み長さを確保していること。

#### ⑤ 外観検査 3（外観検査）

方法：鋼管及び鋼板の表面を目視により確認する。

判定：鋼管及び鋼板の表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

#### ⑥ 外観検査 4（配置検査）

方法：補強した支承部の配置を目視により確認する。

判定：補強した支承部が別図-3-1、別図-3-2 及び別図-3-5 に示す位置に配置されていること。

### (2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。

- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。

## 6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-3 に示す。

表-3 第二付属排気筒及び排気ダクト接続架台の耐震補強工事工程表

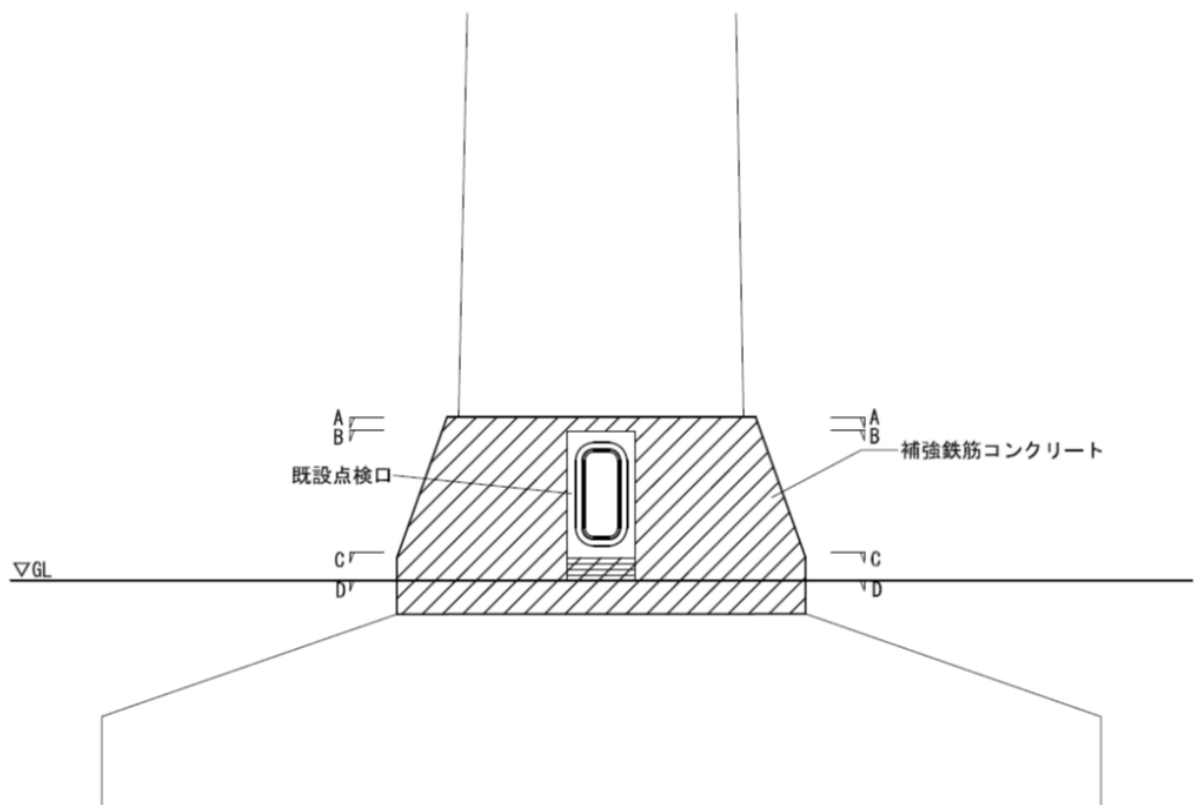
	令和2年度		令和3年度		備考
第二付属排気筒及び 排気ダクト接続架台の 耐震補強工事		工事			

(別図)



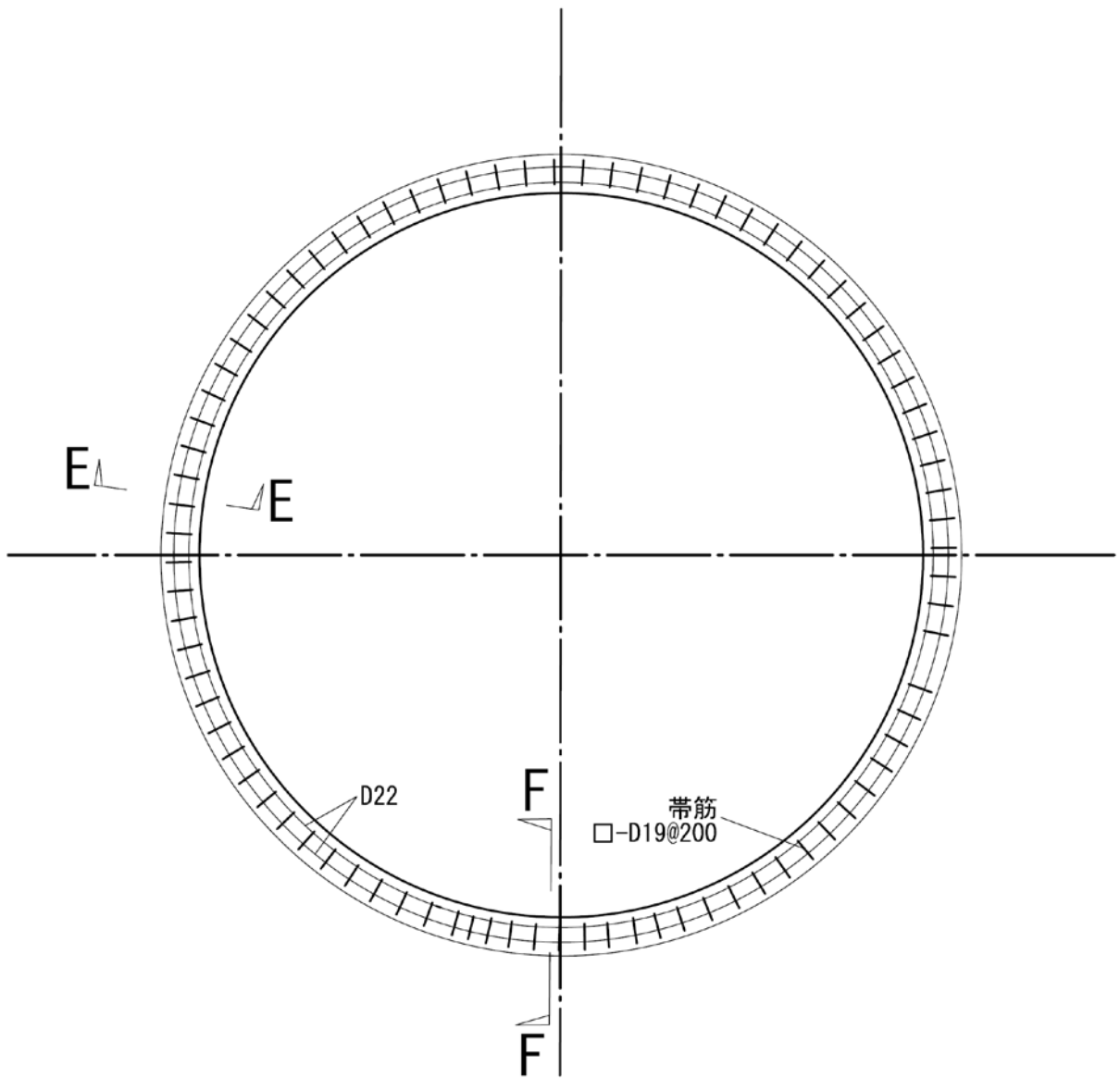
第二付属排気筒及び排気ダクト接続架台の耐震補強工事

別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲



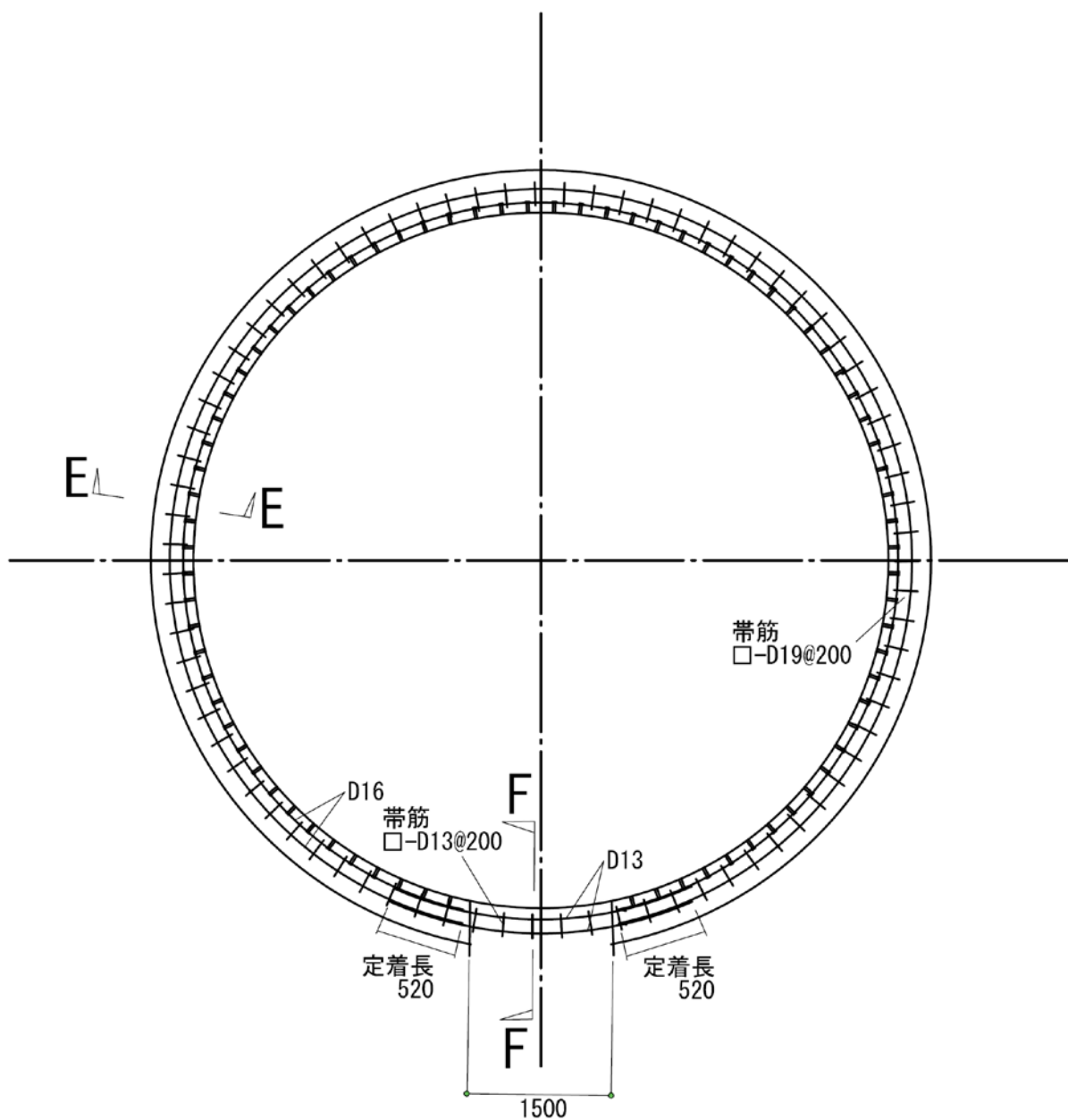
※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-2-1 補強鉄筋コンクリート範囲 外形図



※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

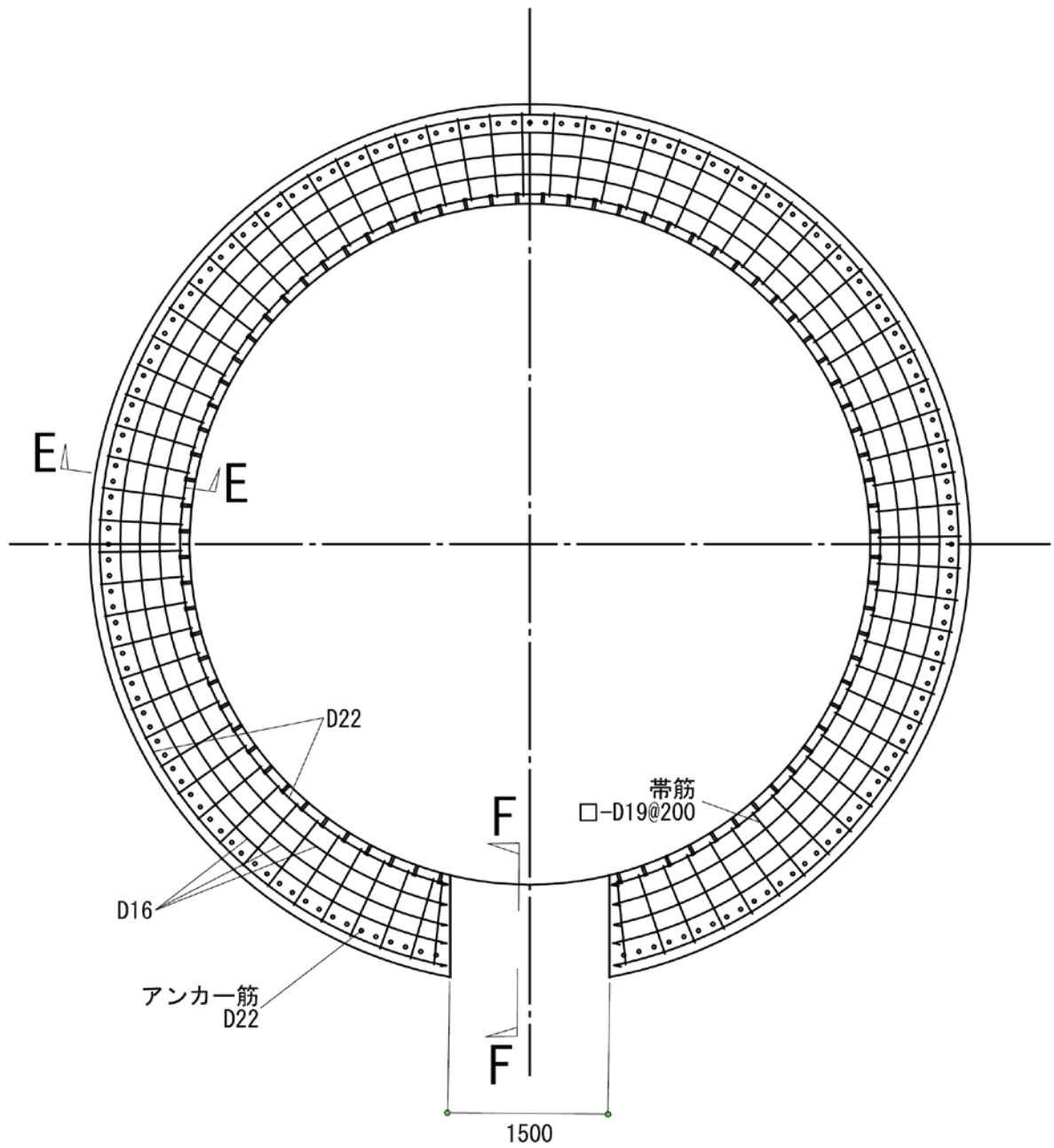
別図-2-2 補強鉄筋コンクリート範囲 平面図 (A)



※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

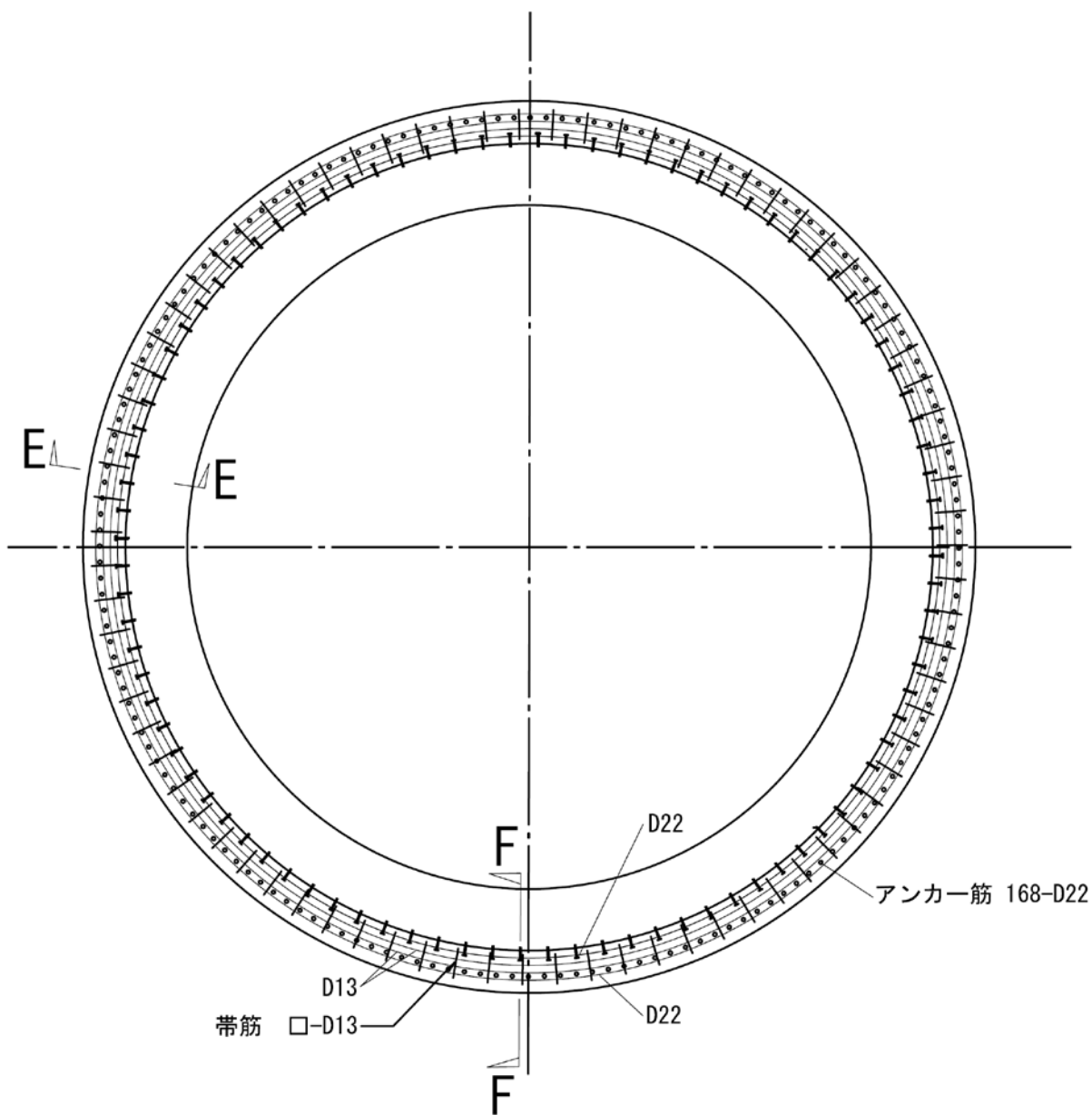
別図-2-3 補強鉄筋コンクリート範囲 平面図 (B)





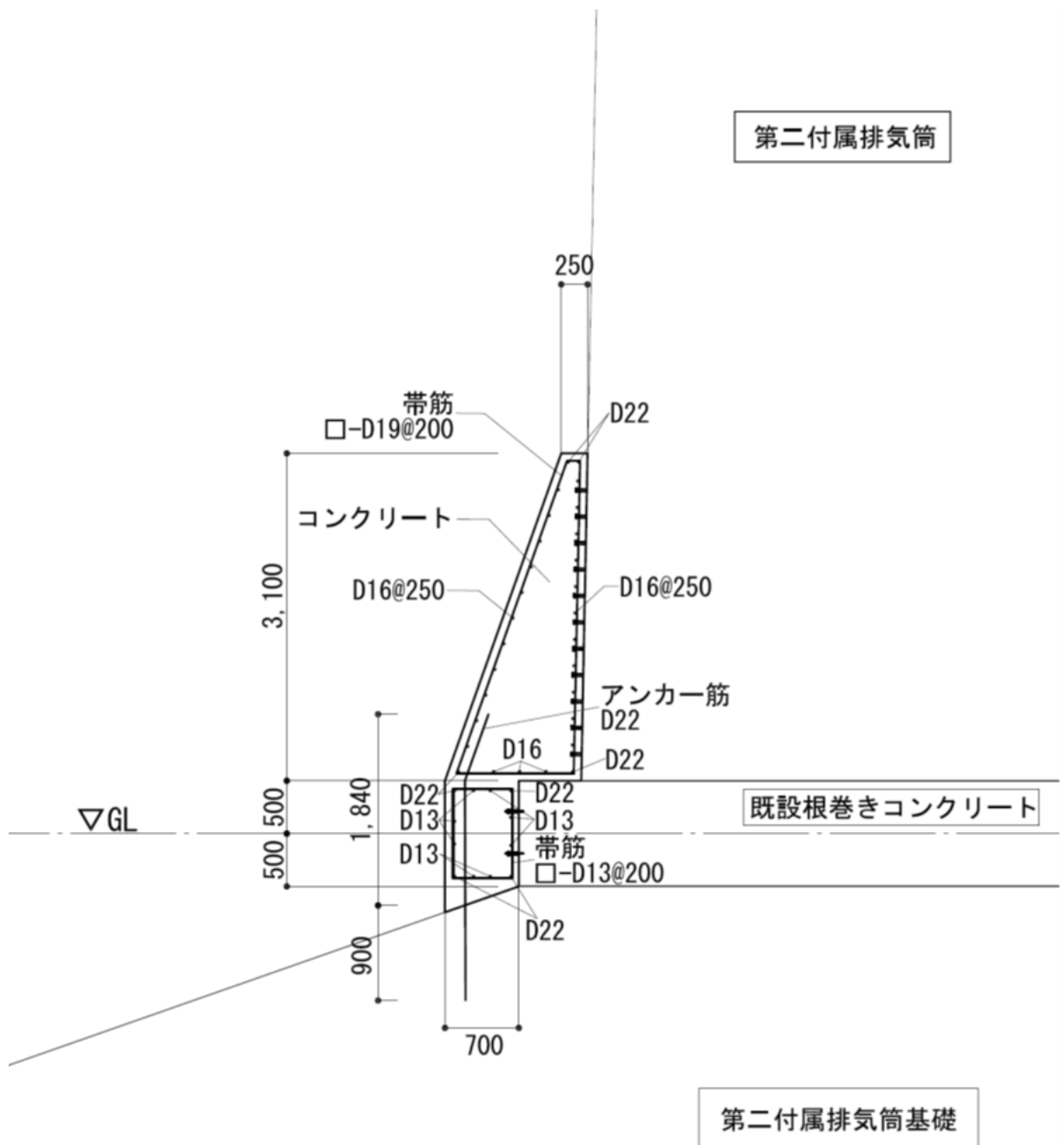
※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-2-4 補強鉄筋コンクリート範囲 平面図 (C)



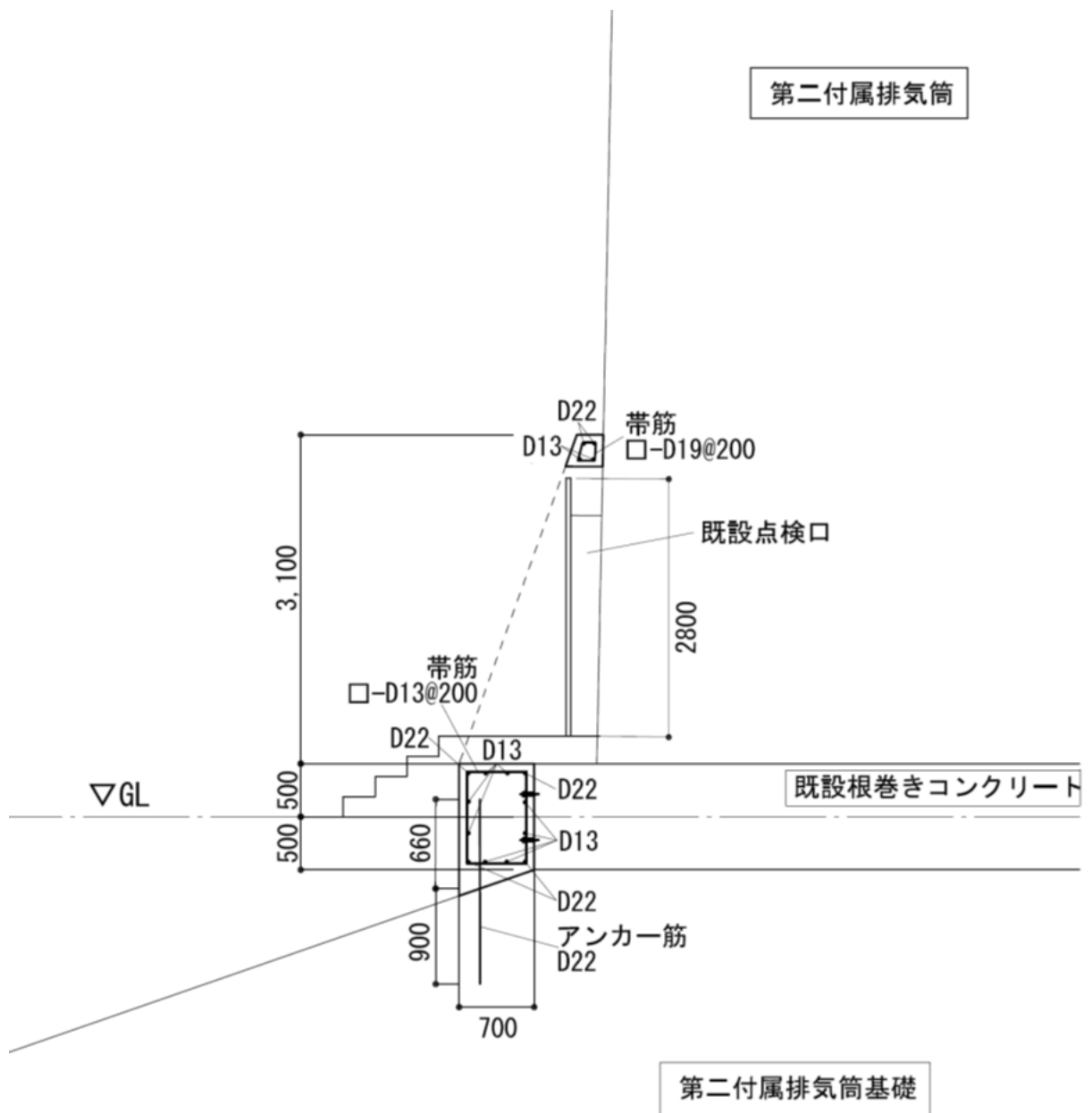
※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-2-5 補強鉄筋コンクリート範囲 平面図 (D)



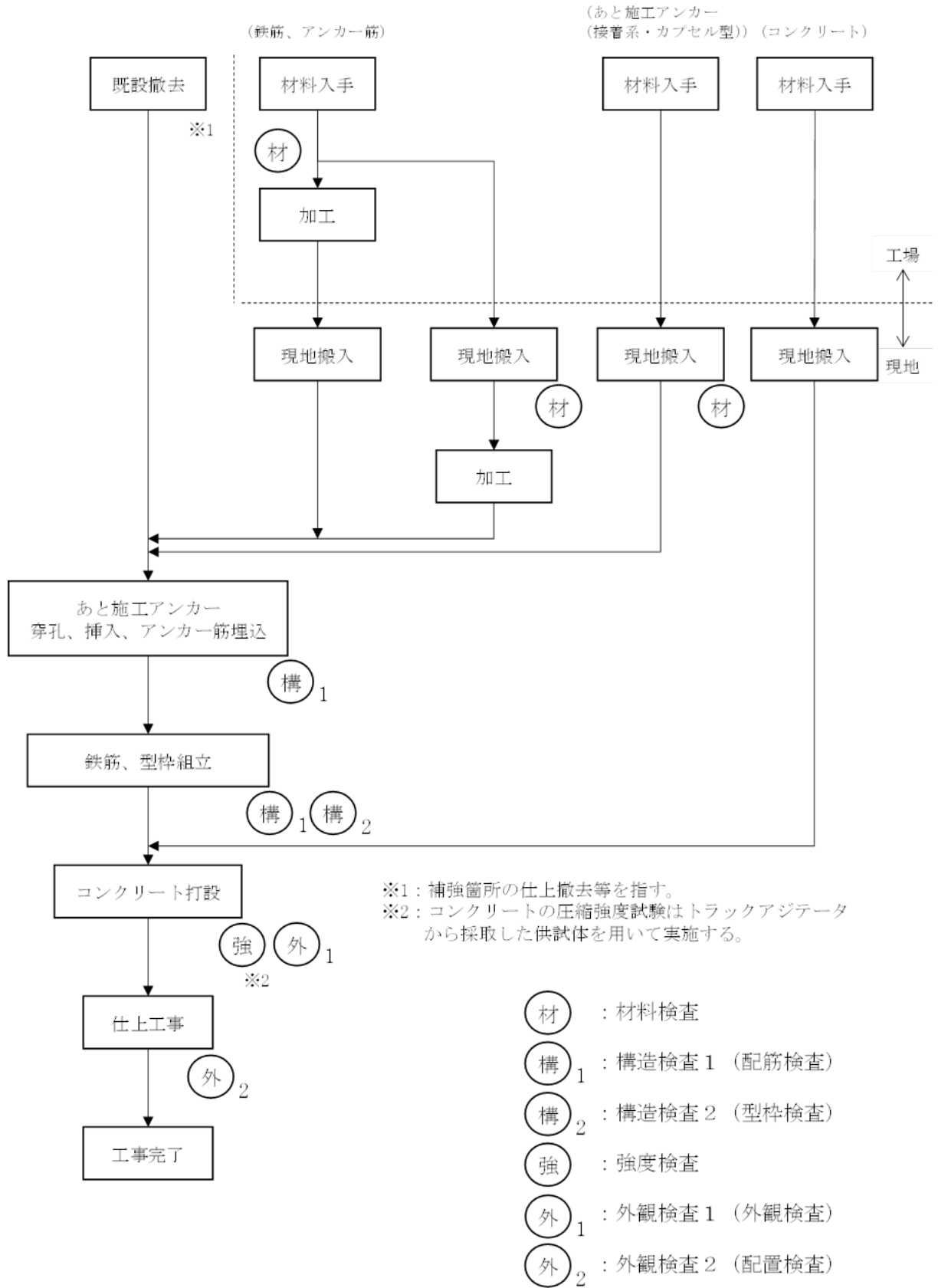
※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-2-6 補強鉄筋コンクリート範囲 断面詳細図 (E断面)

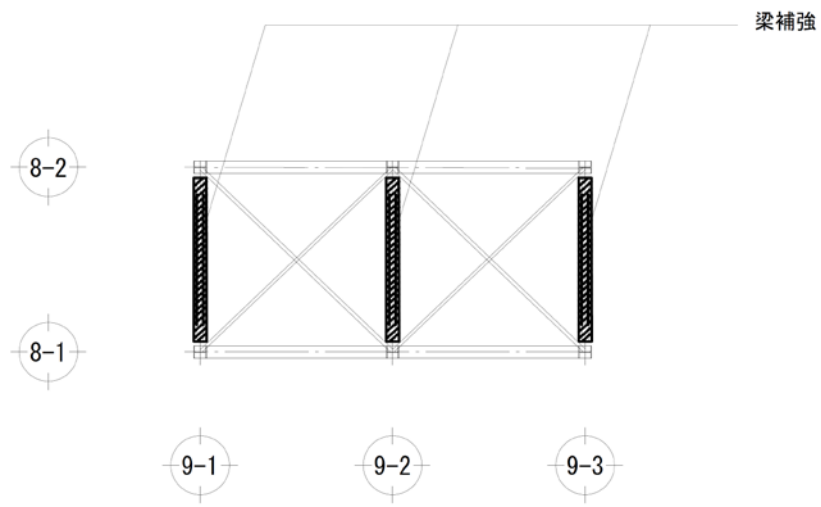


※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

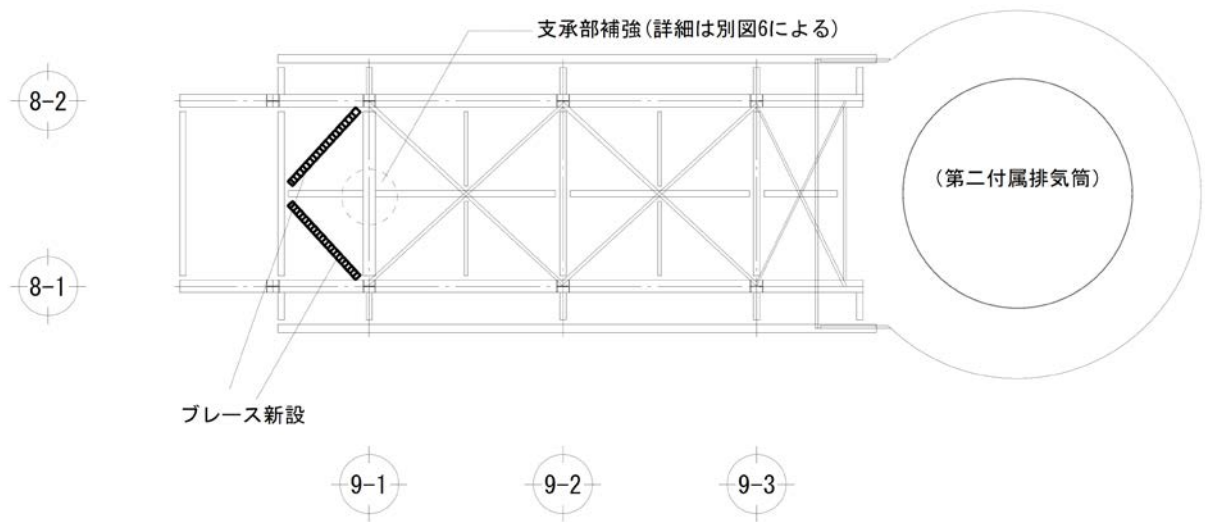
別図-2-7 補強鉄筋コンクリート範囲 断面詳細図 (F断面)



別図-2-8 補強鉄筋コンクリート工事フロー図

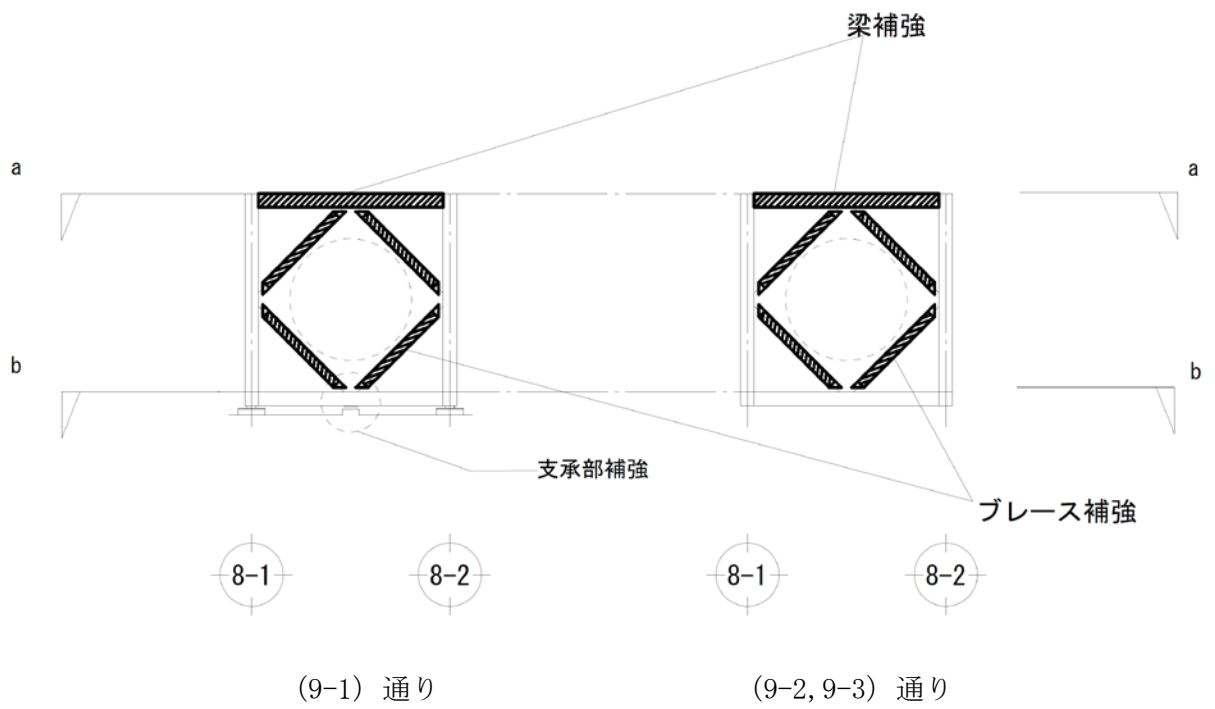
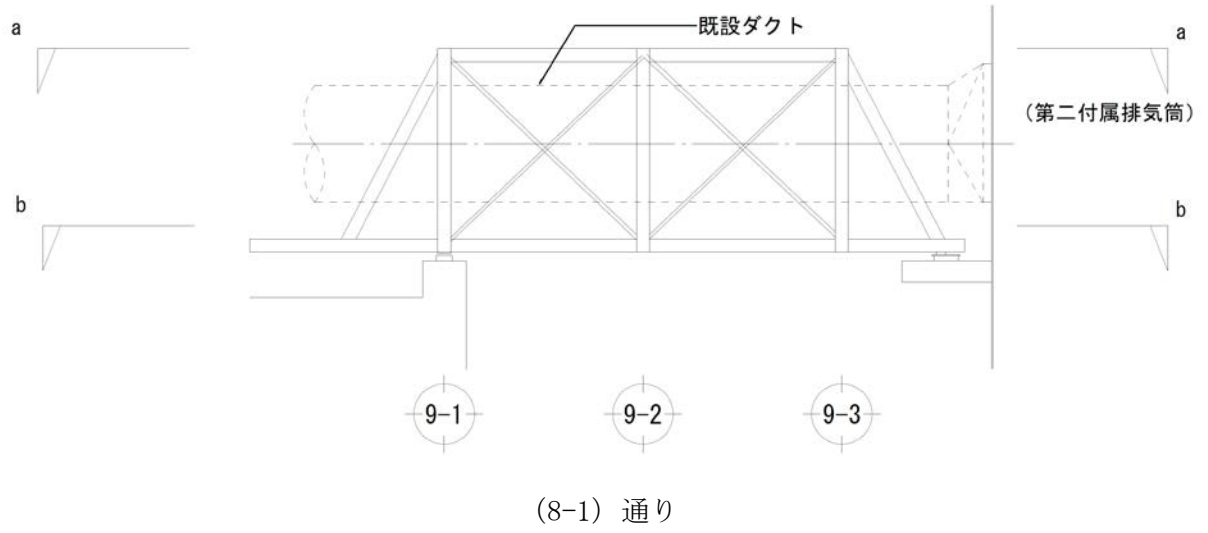


a 平面図

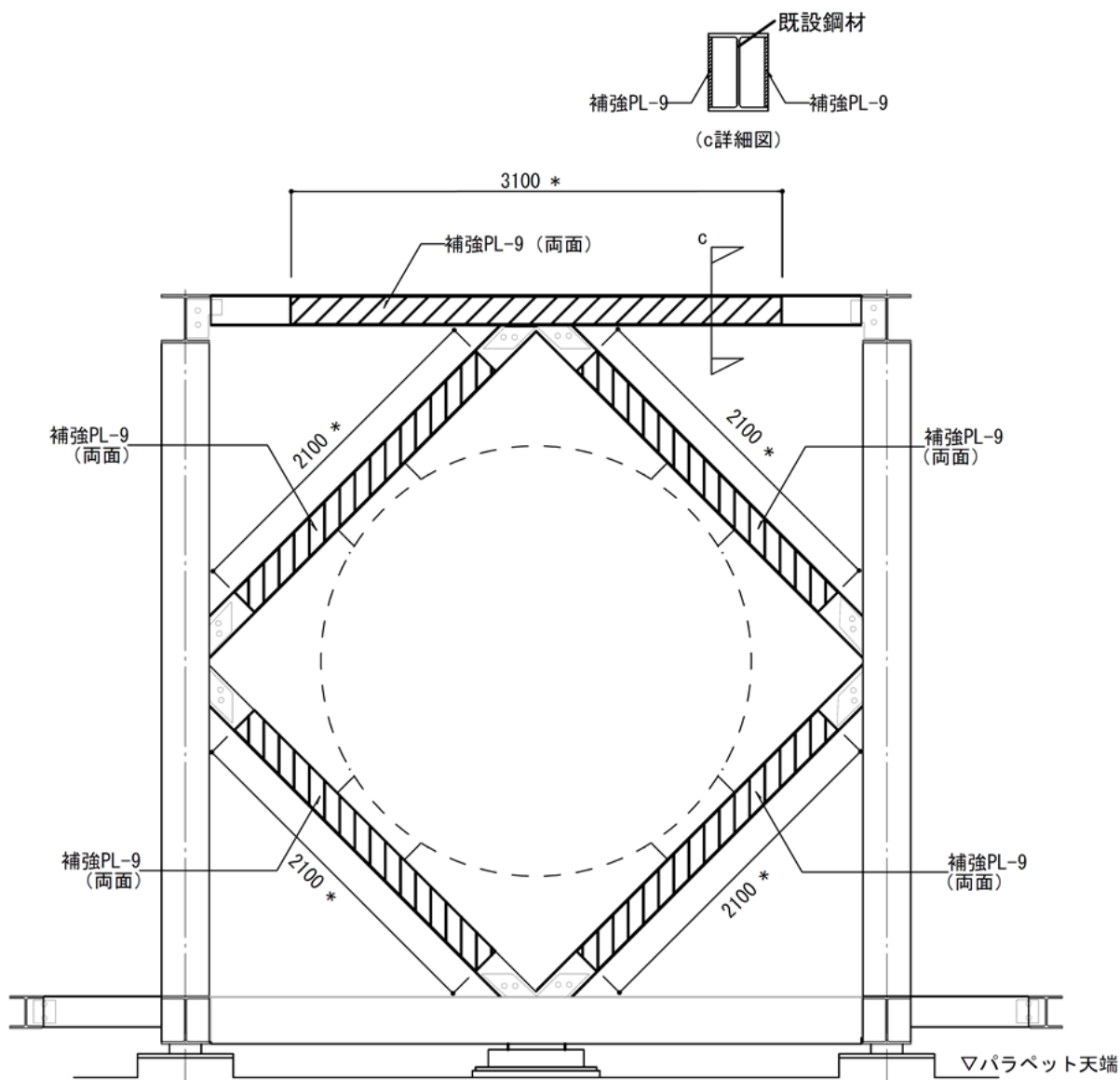


b 平面図

別図-3-1 排気ダクト接続架台 平面図



別図-3-2 排気ダクト接続架台 軸組図

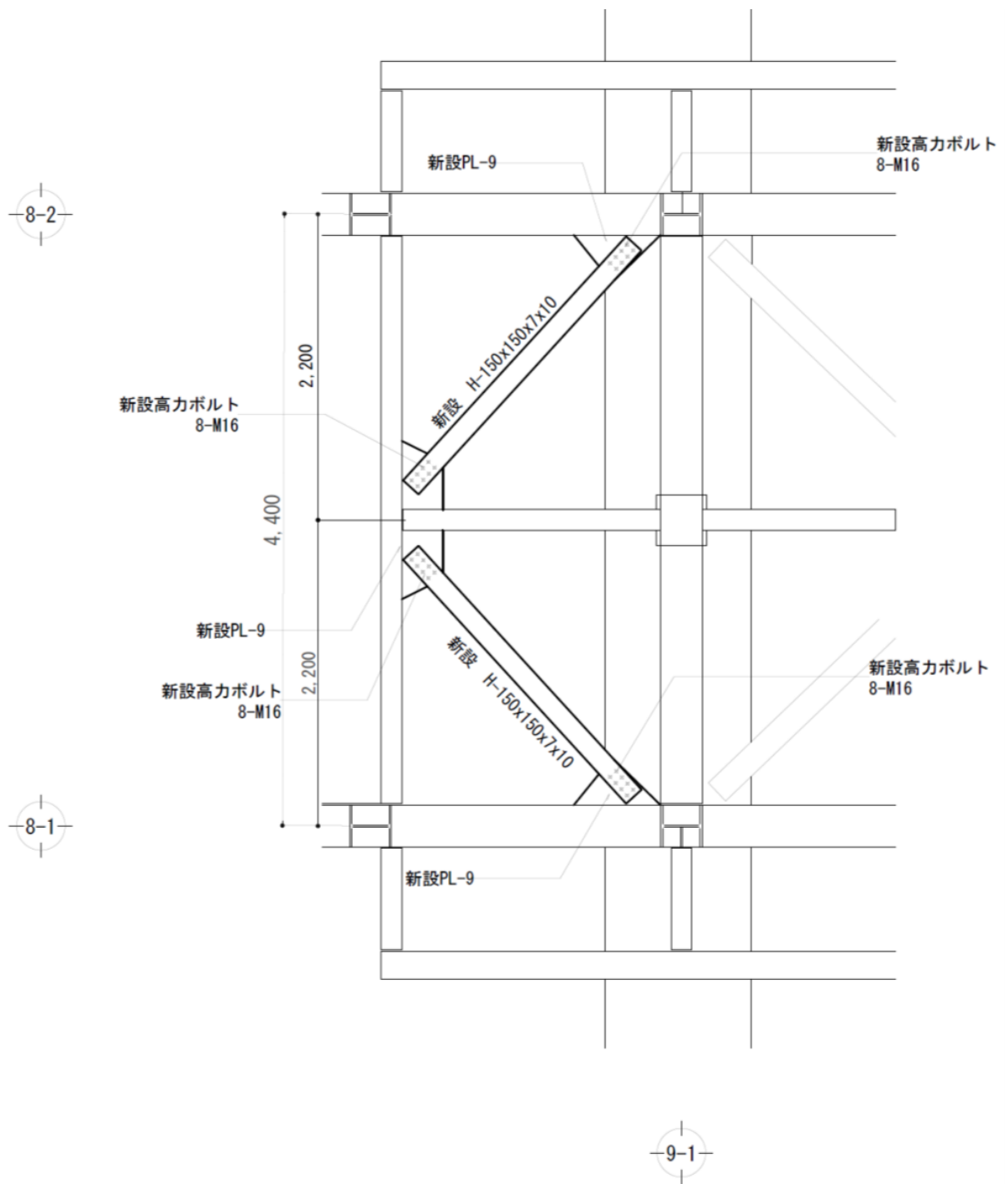


(9-1)通り

- ※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。
- ※ 9-2, 9-3 通りについても同様の補強を行う。
- \* 溶接長を示す。

別図-3-3 梁及びブレースの補強 断面詳細図

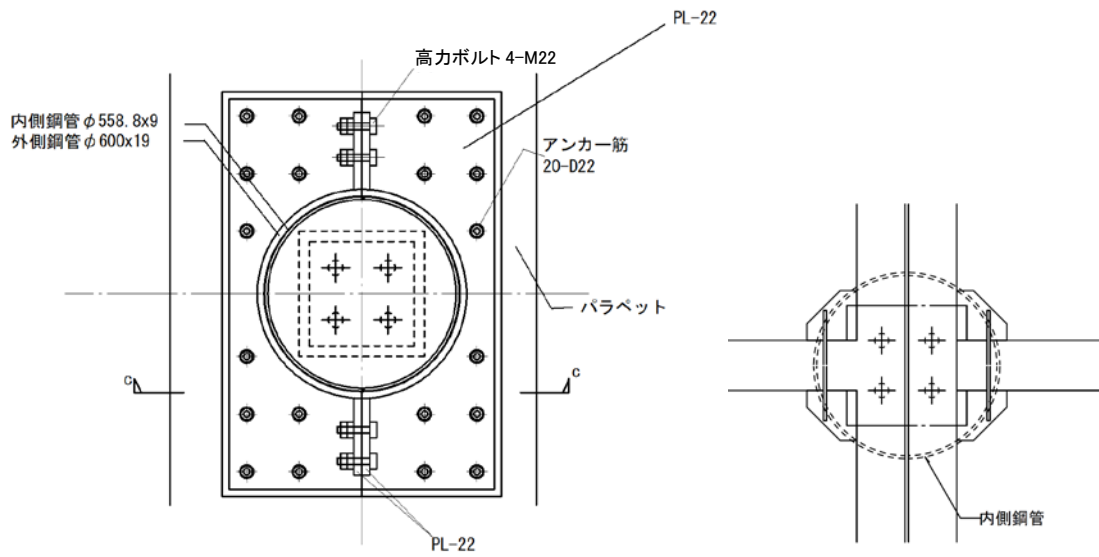




※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

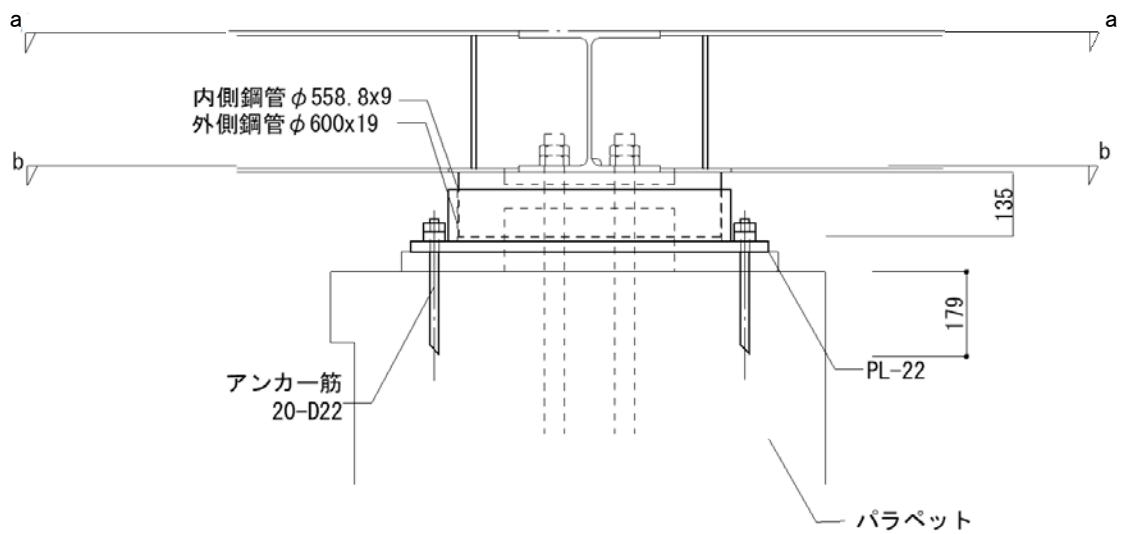
b 平面詳細図

別図-3-4 ブレースの新設 平面詳細図



(詳細平面図)

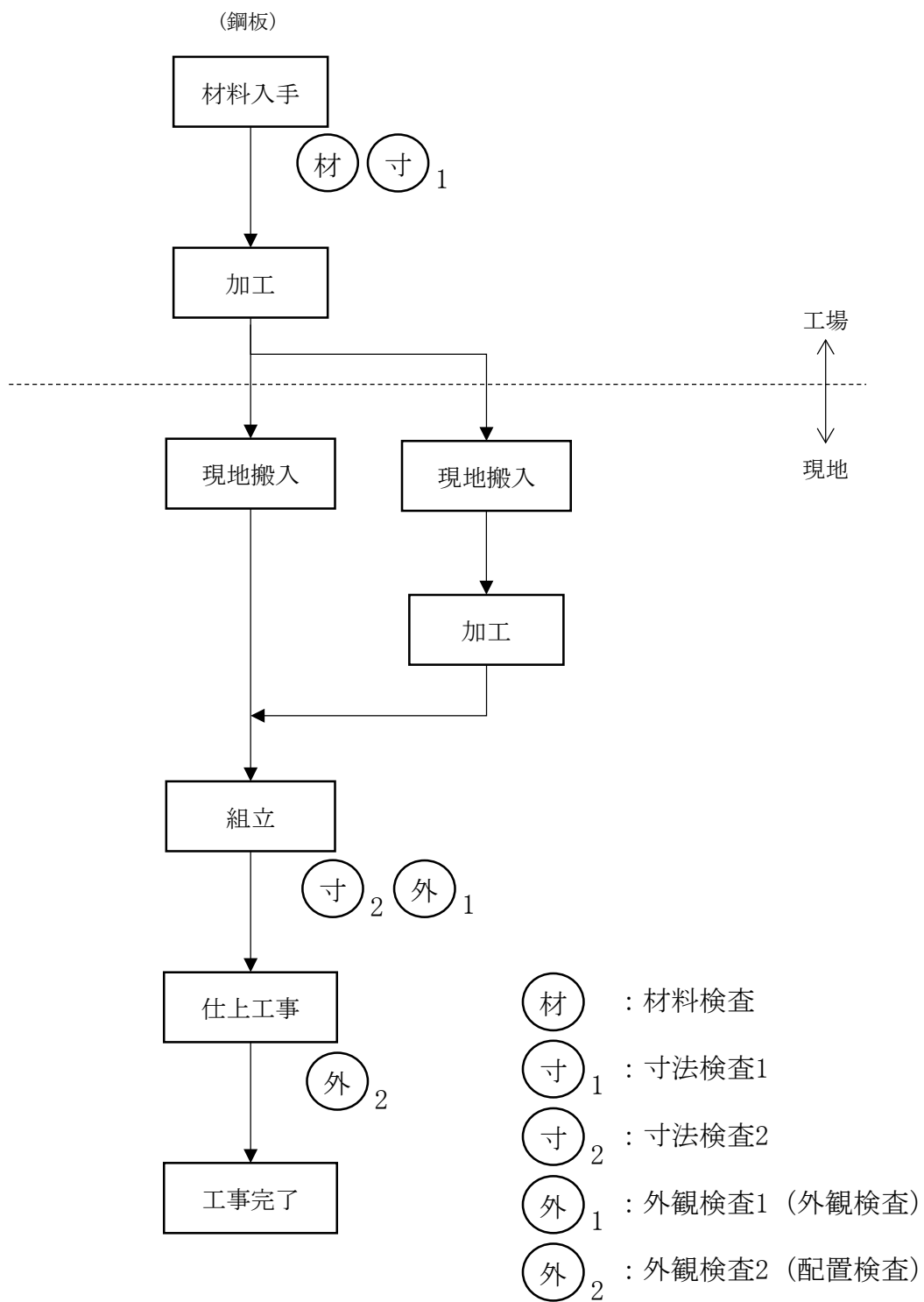
(b 詳細平面図)



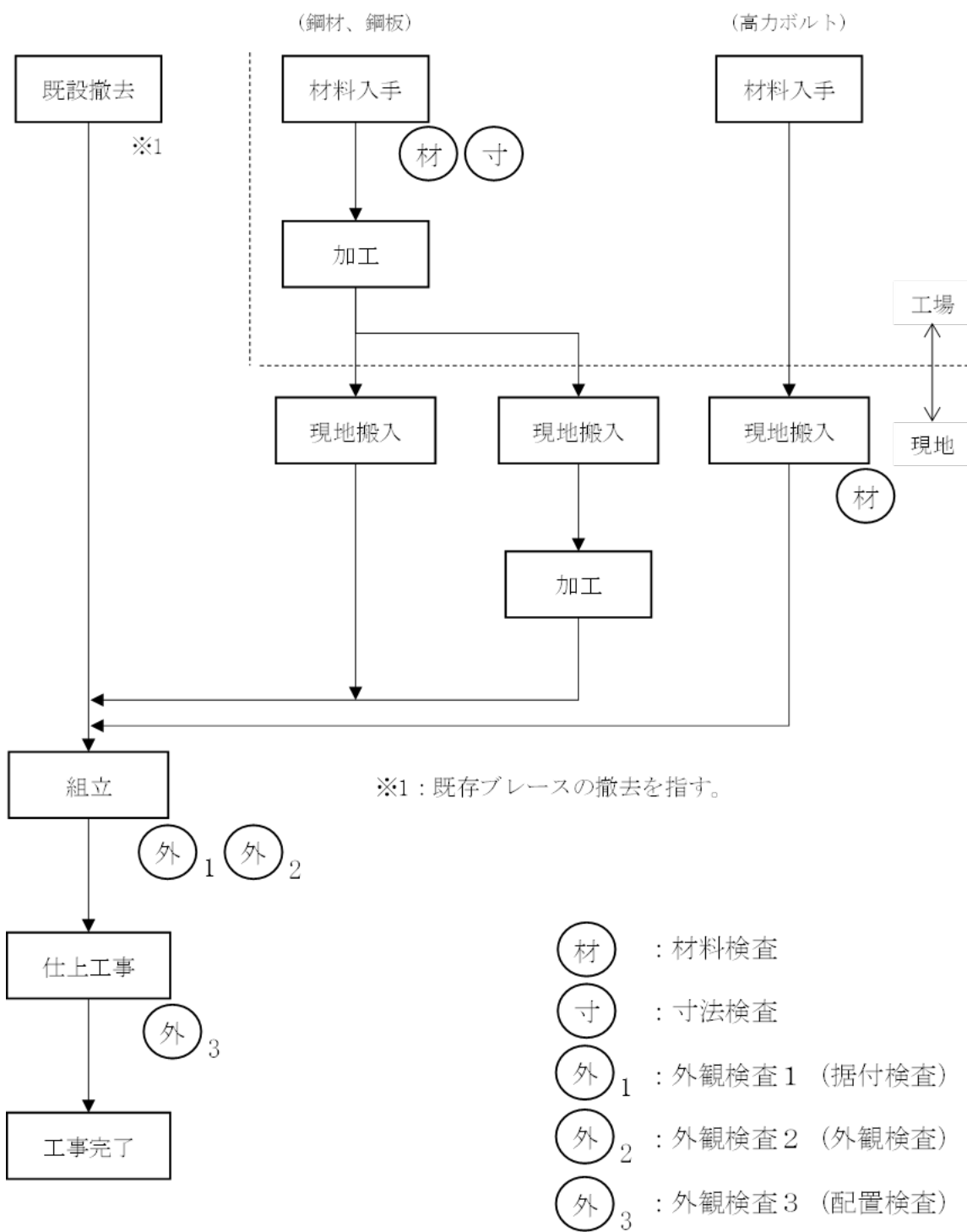
(c 詳細断面図)

- ※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。
- ※ 内側鋼管及び外側鋼管については、分割したものを現場で接合する。

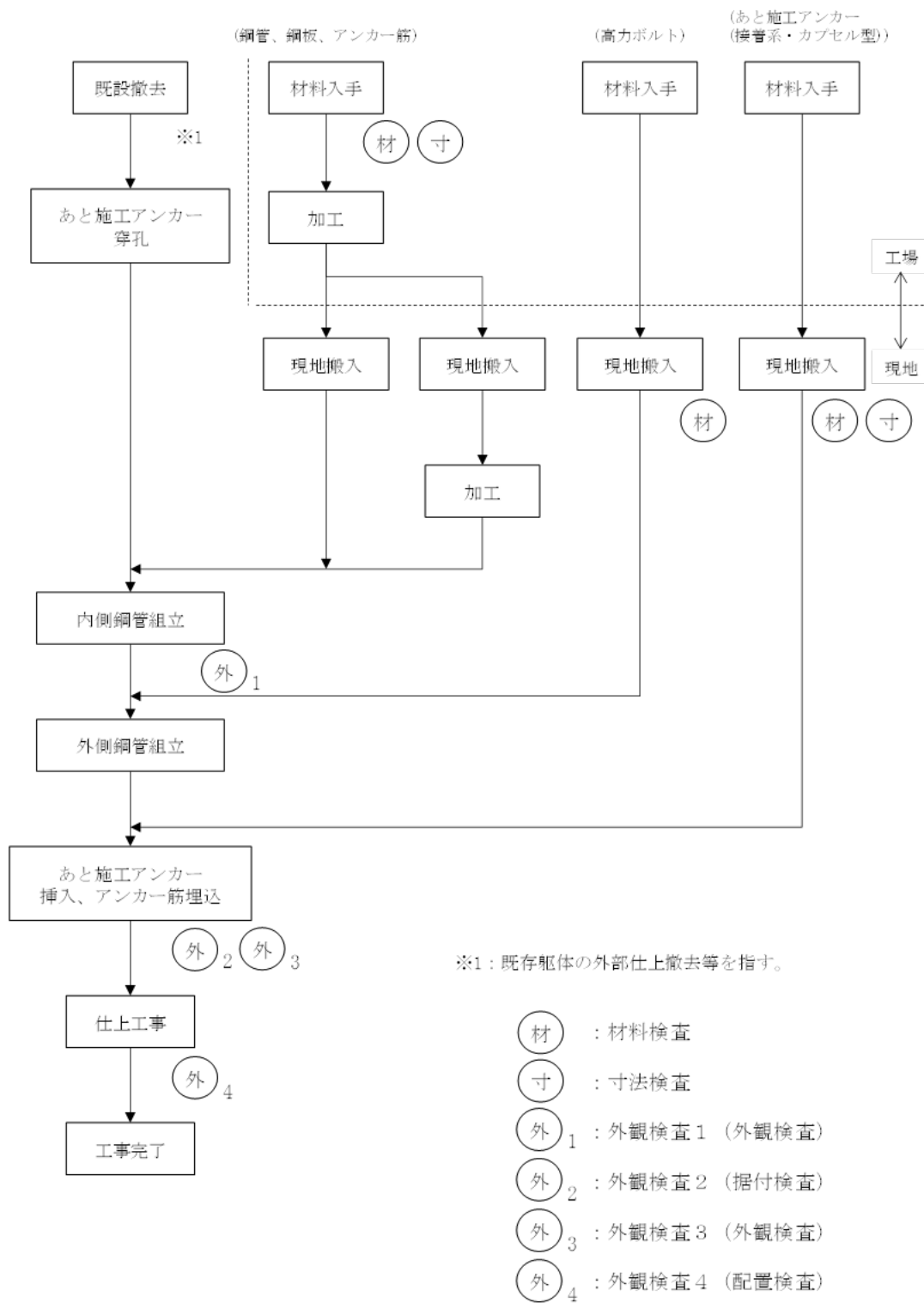
別図-3-5 支承部の補強 詳細図



別図-3-6 梁及びブレースの補強工事フロー図



別図-3-7 ブレースの新設工事フロー図



別図-3-8 支承部の補強工事フロー図

## 再処理施設に関する設計及び工事の計画

### (高放射性廃液貯蔵場(HAW)の耐津波補強工事)

#### 【概要】

○廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対する高放射性廃液貯蔵場(HAW)(以下、「HAW」という。)の外壁について、余震、建家設計用漂流物の衝突による荷重の組み合わせを考慮した津波荷重をもとに算出した建家外壁の評価結果について構造強度を超える部位の外壁打ち増工事計画を示す。また、この際、配管の移設が必要であることから、当該配管の移設に係る工事計画についても合わせて示す。

令和2年6月30日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

(別冊 1－14)

## 再処理施設に関する設計及び工事の計画

(高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の耐津波補強工事)

## 目 次

1. 変更の概要	1
2. 増打ち補強	2
2.1 準拠すべき法令、基準及び規格	2
2.2 設計の基本方針	3
2.3 設計条件及び仕様	4
2.4 工事の方法	7
2.5 工事の工程	10
3. 増打ち補強に伴う配管の一部移設	11
3.1 準拠すべき法令、基準及び規格	11
3.2 設計の基本方針	12
3.3 設計条件及び仕様	13
3.4 工事の方法	14
3.5 工事の工程	17



## 別 図 一 覧

- 別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲
- 別図-2 高放射性廃液貯蔵場（HAW）平面図（1階）
- 別図-3 高放射性廃液貯蔵場（HAW）断面図（26'通り）
- 別図-4 増打ち壁 配筋詳細図(建家内側部)
- 別図-5 増打ち壁 配筋詳細図(建家外側部)
- 別図-6 増打ち壁及び床 配筋詳細図(a断面、b断面、c断面、d断面)
- 別図-7 増打ち壁 配筋詳細図(e断面)
- 別図-8 増打ち床 配筋詳細図(f断面、g部)
- 別図-9 壁及び床の鉄筋コンクリート増打ち補強工事フロー図
  
- 別図-10 移設概要図
- 別図-11 蒸気凝縮水配管の移設範囲概要図
- 別図-12 地下浸透水配管の移設範囲概要図
- 別図-13 屋内消火栓配管の移設範囲概要図
- 別図-14 蒸気凝縮水配管の移設に係る工事フロー
- 別図-15 地下浸透水配管の移設に係る工事フロー
- 別図-16 屋内消火栓配管の移設に係る工事フロー

## 表 一 覧

- 表-1 設計条件
- 表-2 設計仕様
- 表-3 鋼材の種類
- 表-4 鉄筋の継手の長さ
- 表-5 鉄筋の定着の長さ
- 表-6 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ
- 表-7 型枠の寸法許容差
- 表-8 コンクリートの材料表
- 表-9 構造体強度補正值と適用期間
- 表-10 放射性廃液貯蔵場（HAW）の耐津波補強工事工程表
  
- 表-11 配管の設計条件
- 表-12 配管の仕様
- 表-13 配管の移設に係る工事工程表

## 別 紙 一 覧

別紙-1 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の外壁の補強後について

## 1. 変更の概要

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項に基づき、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 44 条第 1 項の指定があったものとみなされた再処理施設について、平成 30 年 6 月 13 日付け原規規発第 1806132 号をもって認可を受け、令和 2 年 2 月 10 日付け原規規発第 2002103 号をもって変更の認可を受けた核燃料サイクル工学研究所の再処理施設の廃止措置計画（以下「廃止措置計画」という。）について、変更認可の申請を行う。

高放射性廃液貯蔵場(HAW) 建家開口部補強に係る廃止措置計画変更認可の申請は、昭和 57 年 11 月 8 日に認可（57 安（核規）第 584 号）を受けた「再処理施設に関する設計及び工事の方法（その 25）」について、再処理施設の性能に係る技術基準に基づき実施するものである。

今回申請する範囲は、高放射性廃液貯蔵場(HAW) の津波防護として HAW 建家開口部周辺外壁の増打ち補強を実施する。これに伴い増打ち補強の範囲と干渉する配管の一部移設として、蒸気凝縮水配管、地下浸透水配管、屋内消火栓配管の移設を行うものである。

## 2. 増打ち補強

### 2.1 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和 32 年法律第 166 号）

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」

（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号）

「建築基準法・同施行令」（昭和 25 年法律第 201 号）

「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）」（日本電気協会）

「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601）」（日本電気協会）

「2015年版建築物の構造関係技術基準解説書」（建築行政情報センター）

「建築物の構造規定」（日本建築センター）

「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」（国土交通省）

「津波避難ビル等の構造上の要件の解説（国総研資料 第673号，平成24年）」

「公共建築工事標準仕様書」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）

「公共建築改修工事標準仕様書」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）

「建築工事監理指針」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）

「建築改修工事監理指針」（国土交通省大臣官房官庁営繕部監修）

「建築工事標準仕様書・同解説（JASS）」（日本建築学会）

「日本産業規格（JIS）」

「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会）

「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」（日本建築学会）

「建築物荷重指針・同解説」（日本建築学会）

「道路橋示方書・同解説 I 共通編，V耐震設計編」（日本道路協会，2017年）

## 2.2 設計の基本方針

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の津波時における耐津波性向上のため、壁及び床の鉄筋コンクリート増打ち補強を行う。

## 2.3 設計条件及び仕様

### (1) 設計条件

表-1 設計条件

名 称	高放射性廃液貯蔵場 (HAW)
耐震重要度分類	セル Sクラス (旧 A類) 建家 Bクラス (旧 B類)
構 造	鉄筋コンクリート造

### (2) 仕様

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の耐津波性向上のため、以下の施工を行う。

表-2 設計仕様

名 称	高放射性廃液貯蔵場 (HAW)
仕 様	壁及び床の鉄筋コンクリート増打ち補強
補強部材 主要材料	鉄筋 : SD295A (JIS G 3112) コンクリート : 普通コンクリート (JIS A 5308) アンカー筋 : SD295A (JIS G 3112)
図	別図-1～別図-8

表-3 鋼材の種類

部材	材料	備考
鉄筋	SD295A (D13、D16、D22)	JIS G 3112
アンカー筋	SD295A (D13、D16、D22)	JIS G 3112
あと施工アンカー (接着系・カプセル型)	D13～D22 用	JCAA 認証品

表-4 鉄筋の継手の長さ

鉄筋の種類	継手の長さ		備考
SD295A	重ね継手	35d 又は 25d フック付き	JASS 5N
共通	フレア溶接	片面 10d 又は両面 5d	建築改修工事監理指針

表-5 鉄筋の定着の長さ

鉄筋の種類	定着長さ		備考
SD295A	鉄筋	30d 又は 20d フック付き	JASS 5N

表-6 鉄筋と型枠とのかぶり厚さ

部位		かぶり厚さ(mm)	備考	
土に接しない部分	床スラブ	40	JASS 5N	
	耐力壁	屋内		40
		屋外		50
土に接する部分	耐力壁	50		

表-7 型枠の寸法許容差

項目	許容差 (mm)	備考
壁・スラブの断面寸法	-5 +15	JASS 5N

表-8 コンクリートの材料表

普通コンクリート		備考
設計基準強度(N/mm <sup>2</sup> )	品質基準強度(N/mm <sup>2</sup> )	
24	24	JASS 5N



表-9 構造体強度補正值と適用期間

(強度管理材齢 28 日)

適用期間	構造体強度補正值 (N/mm <sup>2</sup> )
3 月 12 日～ 7 月 27 日	3
7 月 28 日～ 8 月 23 日	6
8 月 24 日～11 月 14 日	3
11 月 15 日～ 3 月 11 日	6

茨城県北部生コンクリート協同組合の通達による。

## 2.4 工事の方法

### (1) 工事の方法及び手順

本工事のフローを別図-9 に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目、検査方法、判定基準を以下に示す。

#### 1) 試験・検査項目

##### ①材料検査

方法：イ．鉄筋及びアンカー筋の材料を材料証明書等により確認する。

ロ．あと施工アンカー（接着系・カプセル型）の材料が認証品であることを確認する。

判定：イ．鉄筋及びアンカー筋が表-3 に示す材料であること。

ロ．あと施工アンカー（接着系・カプセル型）が表-3 に示す材料であること。

##### ②構造検査1（配筋検査）

方法：イ．鉄筋及びアンカー筋の径（呼び径）を目視により確認する。

ロ．鉄筋及びアンカー筋の本数又は間隔を目視又は測定により確認する。

ハ．アンカー筋の埋め込み長さ及び定着長さが確保されていることを目視又は測定により確認する。

ニ．鉄筋の継手長さ及び定着長さを目視又は測定により確認する。

また、フレア溶接を行う継手については、フレア溶接部を目視により確認する。

ホ．鉄筋と型枠とのかぶり厚さを目視又は測定により確認する。

判定：イ．鉄筋及びアンカー筋が別図-4～別図-8 に示す径（呼び径）であること。

ロ．鉄筋及びアンカー筋が別図-4～別図-8 に示す本数又は間隔であること。

ハ．アンカー筋の埋め込み長さ及び定着長さが別図-4～別図-8 に示す埋め込み長さ及び定着長さを確保していること。

ニ．鉄筋の継手長さ及び定着長さが表-4 及び表-5 に示した値以上で

あること。また、フレア溶接部について、割れ等の有害な欠陥がないこと。

ホ. 鉄筋と型枠とのかぶり厚さが表-6 に示す値以上であること。

③構造検査 2 (型枠検査)

方法：型枠の寸法を測定により確認する。

判定：型枠が表-7 に示す寸法許容差の範囲内であること。

④ 強度検査 (コンクリート及び無収縮モルタルの強度試験)

方法：コンクリート及び無収縮モルタルの強度を圧縮強度試験により確認する。なお、無収縮モルタルについてはグラウト圧入を行う壁頂部の無収縮モルタルを対象とする。

判定：普通コンクリートの圧縮強度の平均値が表-8 に示す品質基準強度に表-9 に示す構造体強度補正値を加えた値以上であり、かつ、個々の値が表-8 に示す品質基準強度に表-9 に示す構造体強度補正値を加えた値の 85%以上であること。無収縮モルタルの圧縮強度の個々の値が 30 N/mm<sup>2</sup>以上であること。

⑤外観検査 1 (外観検査)

方法：壁及び床の増打ちの表面を目視により確認する。

判定：壁及び床の増打ちの表面に有害な傷、へこみ等がないこと。

⑥外観検査 2 (配置検査)

方法：壁及び床の増打ちの配置等を目視により確認する。

判定：壁及び床の増打ちが別図-2 及び別図-3 に示す位置に配置されていること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。

- ③ 本工事においては、ヘルメット、保護手袋等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ④ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑤ 本工事における高所作業時は、墜落制止用器具等の保護具を着用し、災害防止に努める。

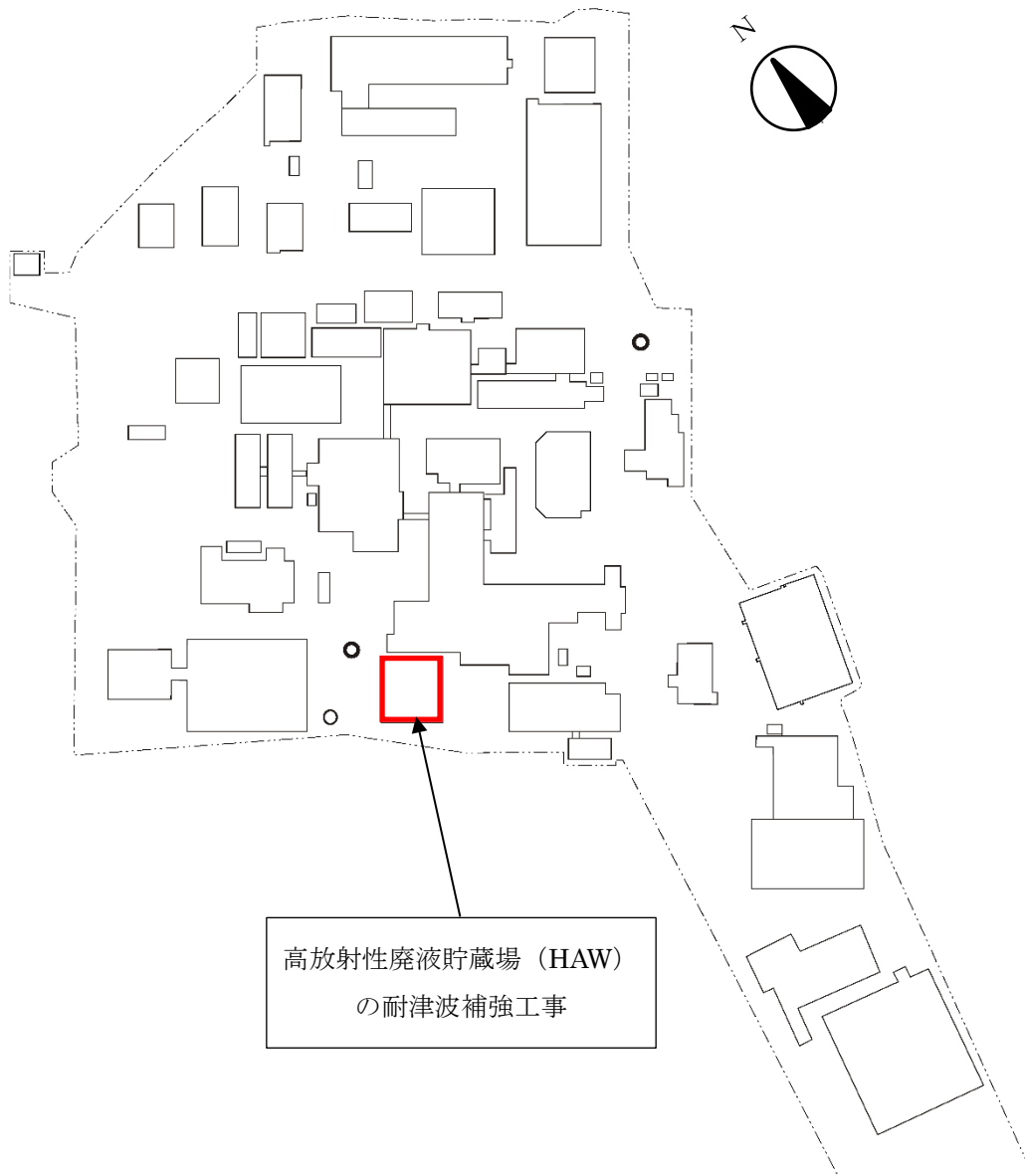
## 2.5 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-10 に示す。

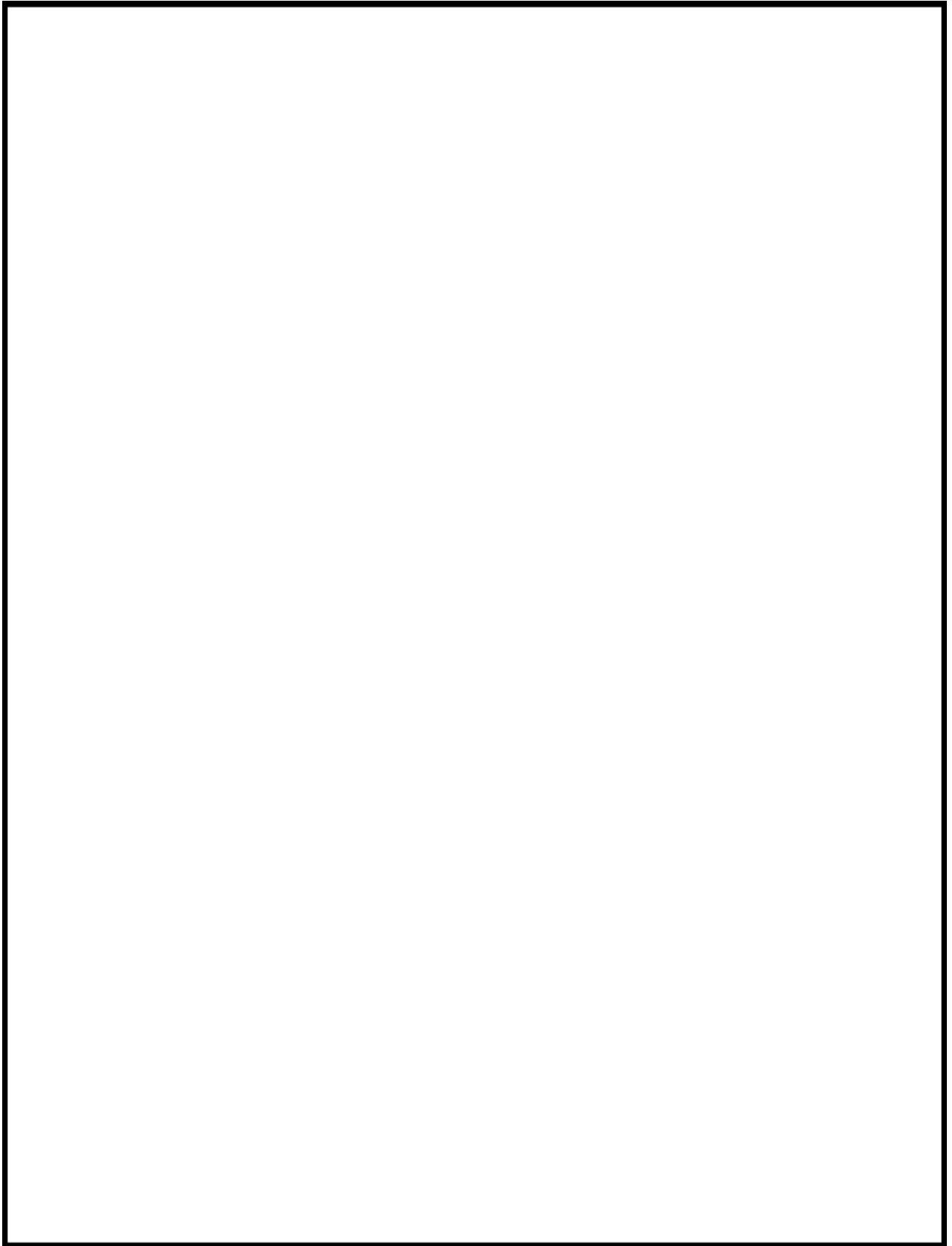
表-10 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の耐津波補強工事工程表

	令和2年度								備 考
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
増打ち補強									
	工事								

(別図)

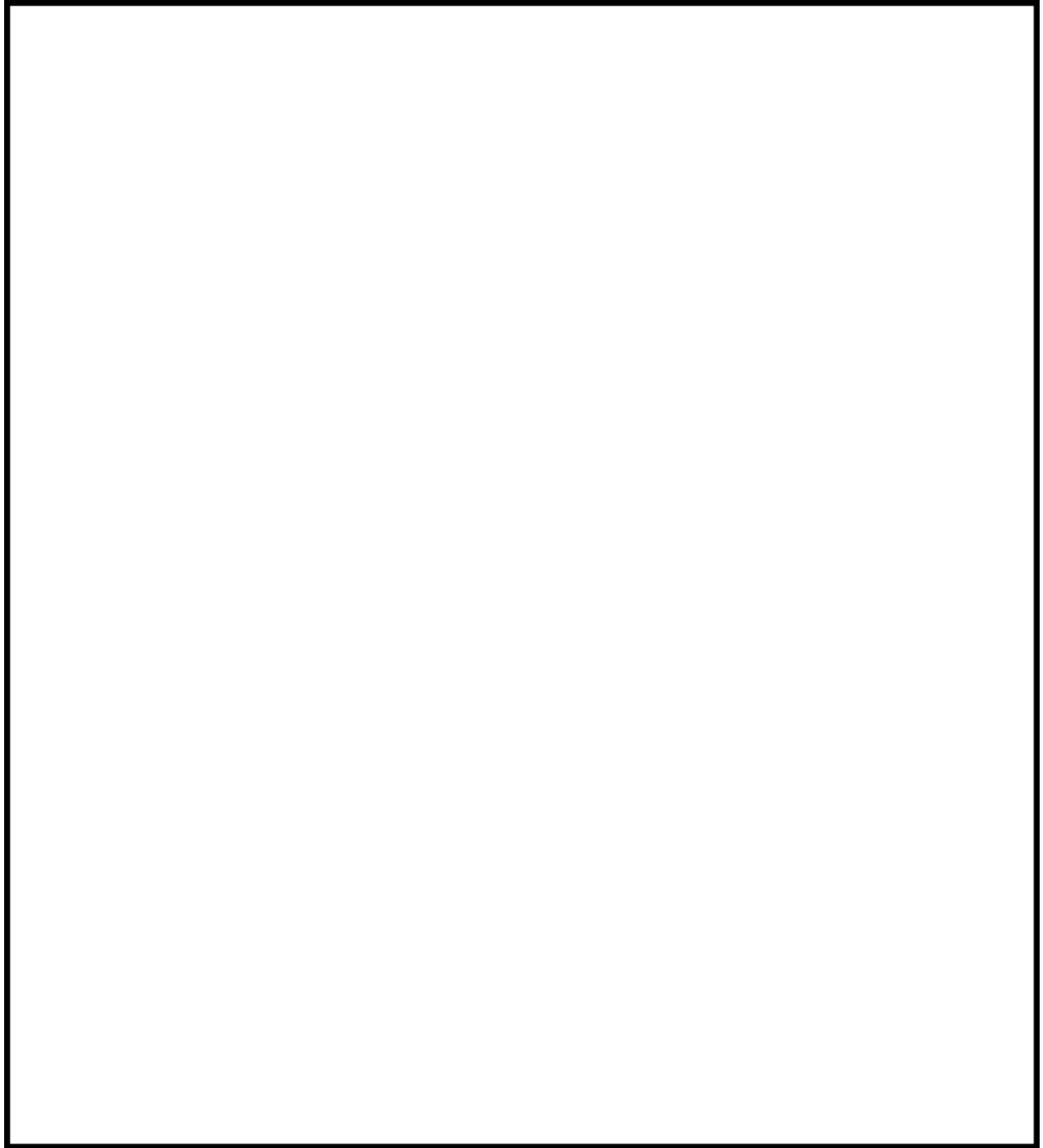


別図-1 再処理施設の構成及び申請範囲

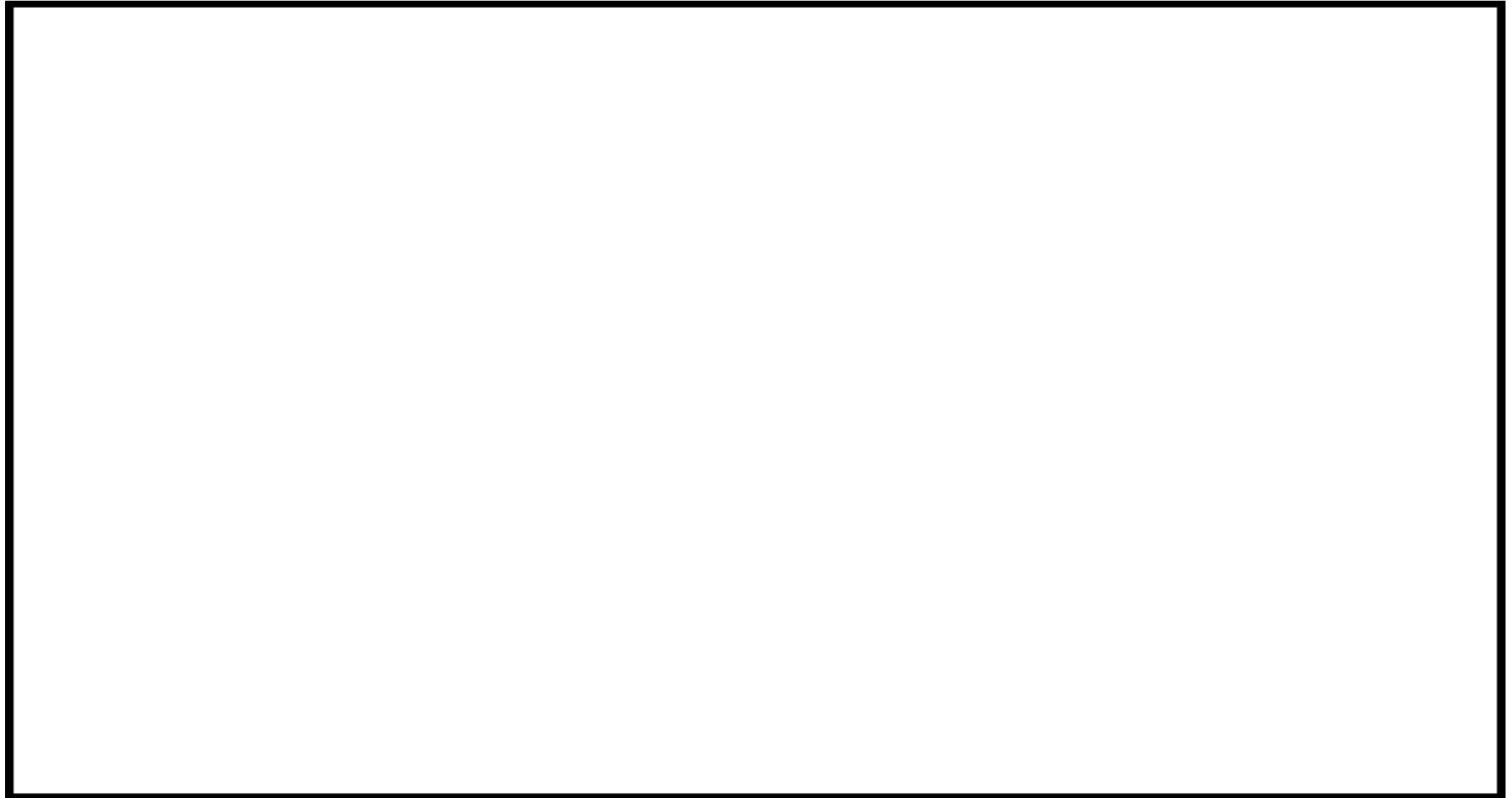


別図-2 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 平面図 (1 階)



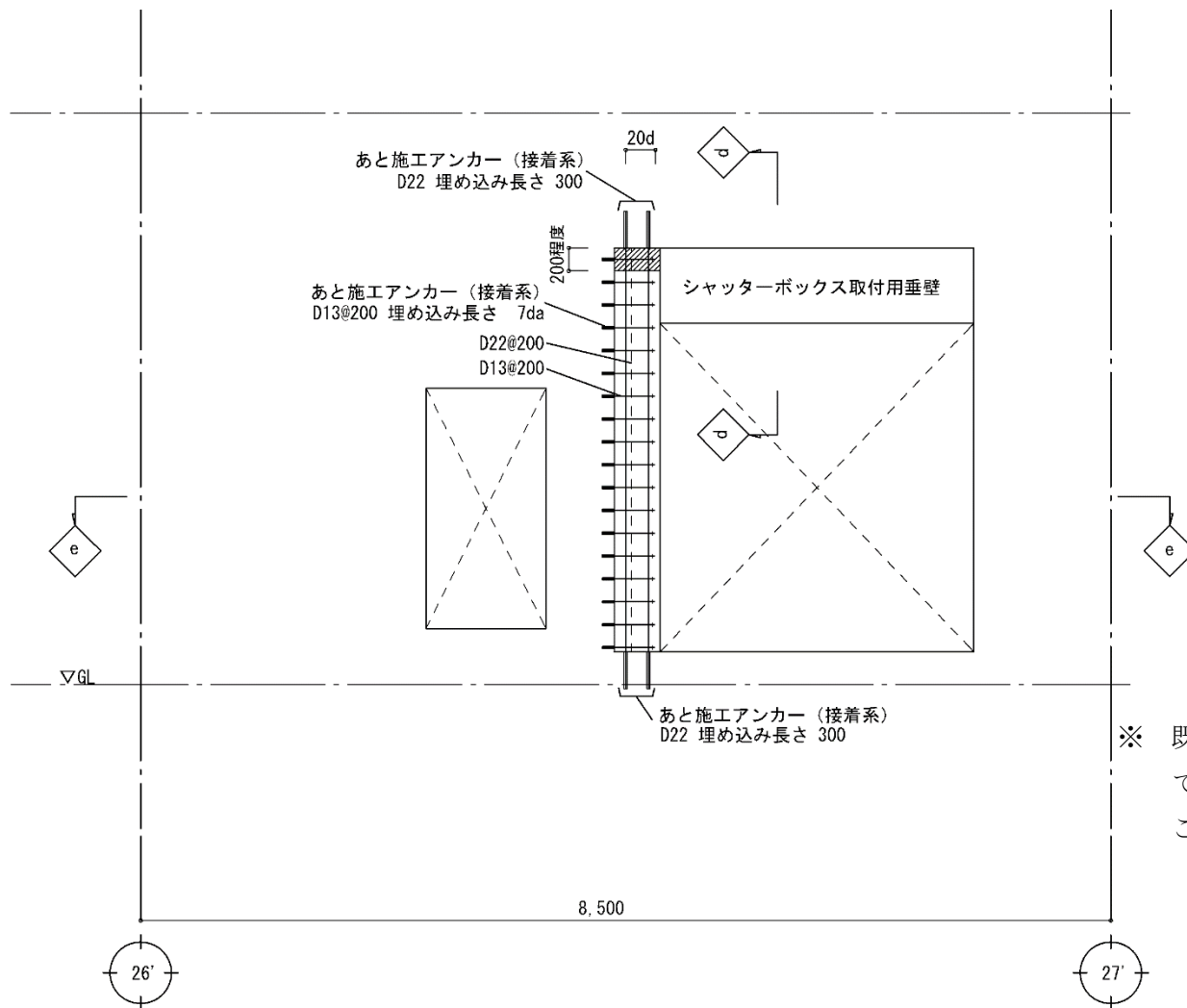


別図-3 高放射性廃液貯蔵場（HAW）断面図（26'通り）



別図-4 増打ち壁 配筋詳細図(建家内側部)

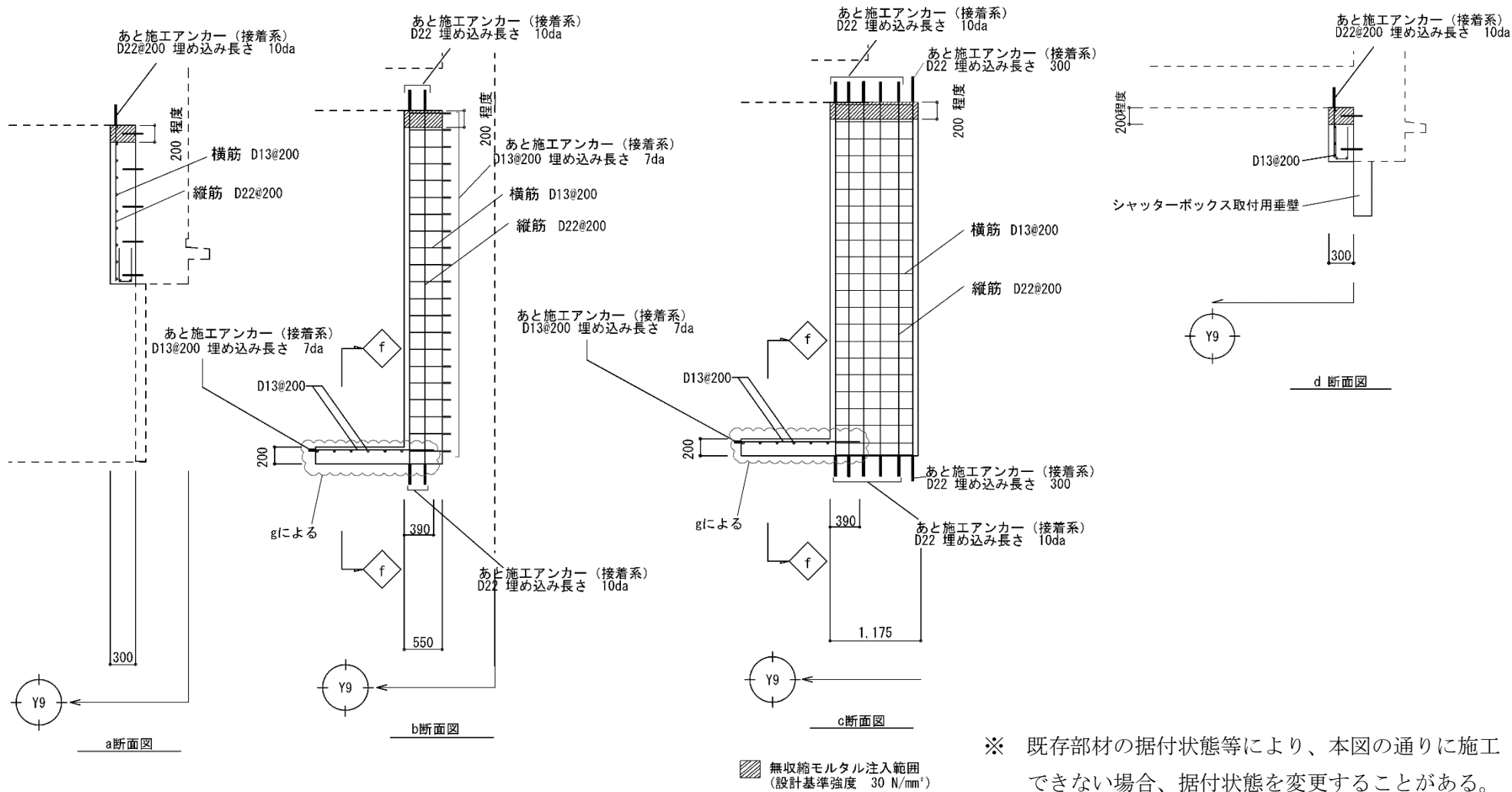
※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。



※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

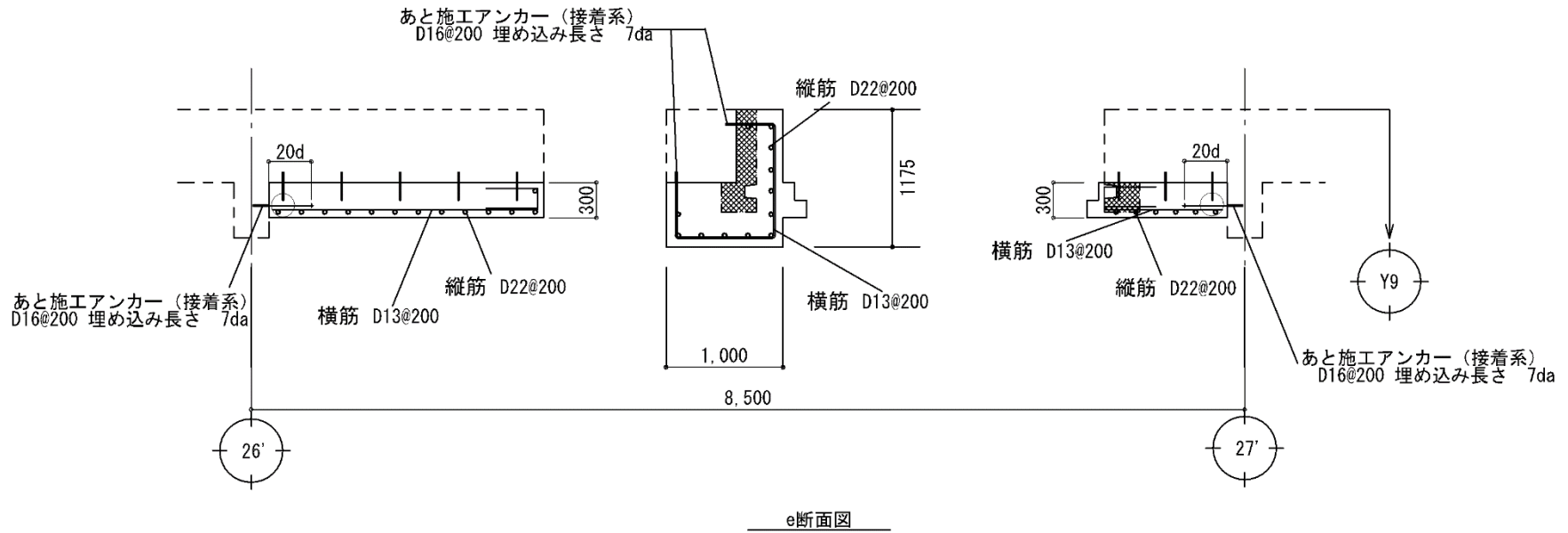
■ 無収縮モルタル注入範囲  
(設計基準強度 30N/mm<sup>2</sup>)


別図-5 増打ち壁 配筋詳細図(建家外側部)



※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

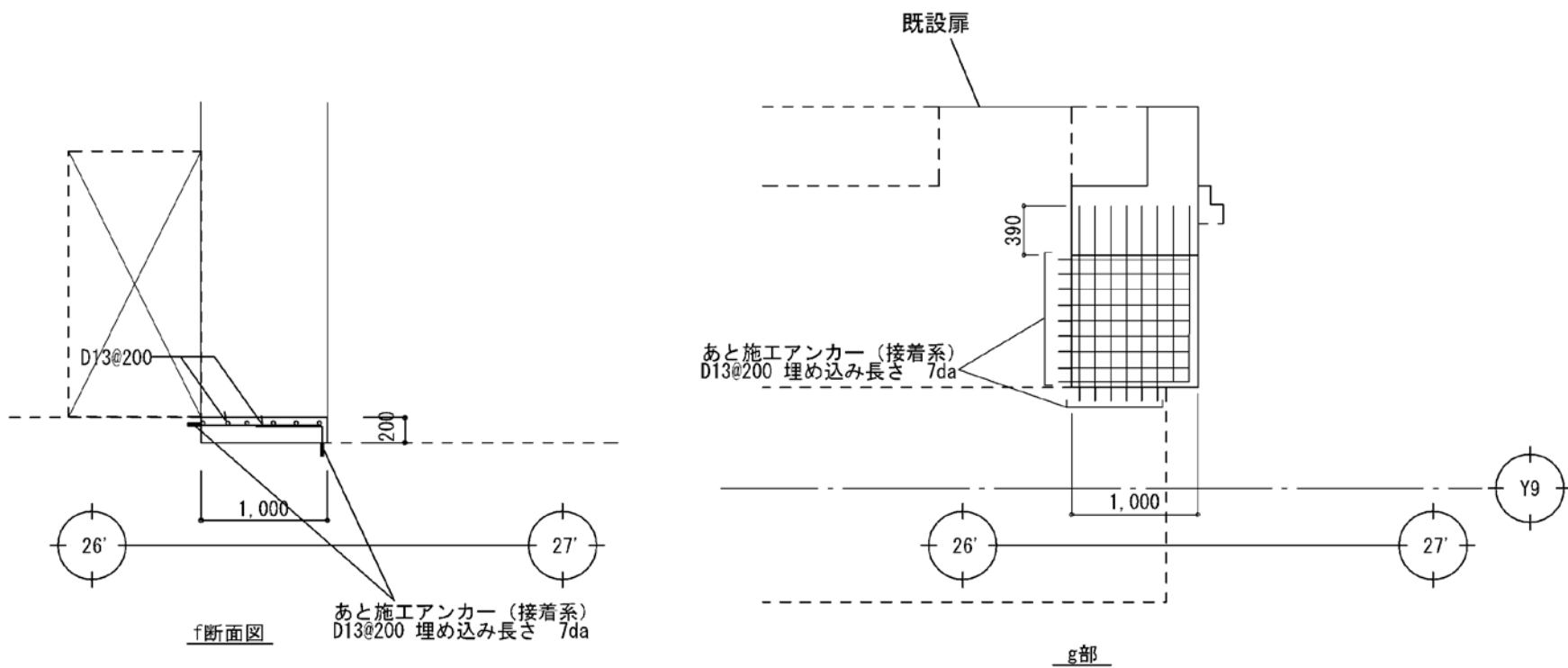
別図-6 増打ち壁及び床 配筋詳細図(a断面、b断面、c断面、d断面)



 既設壁ハツリ範囲

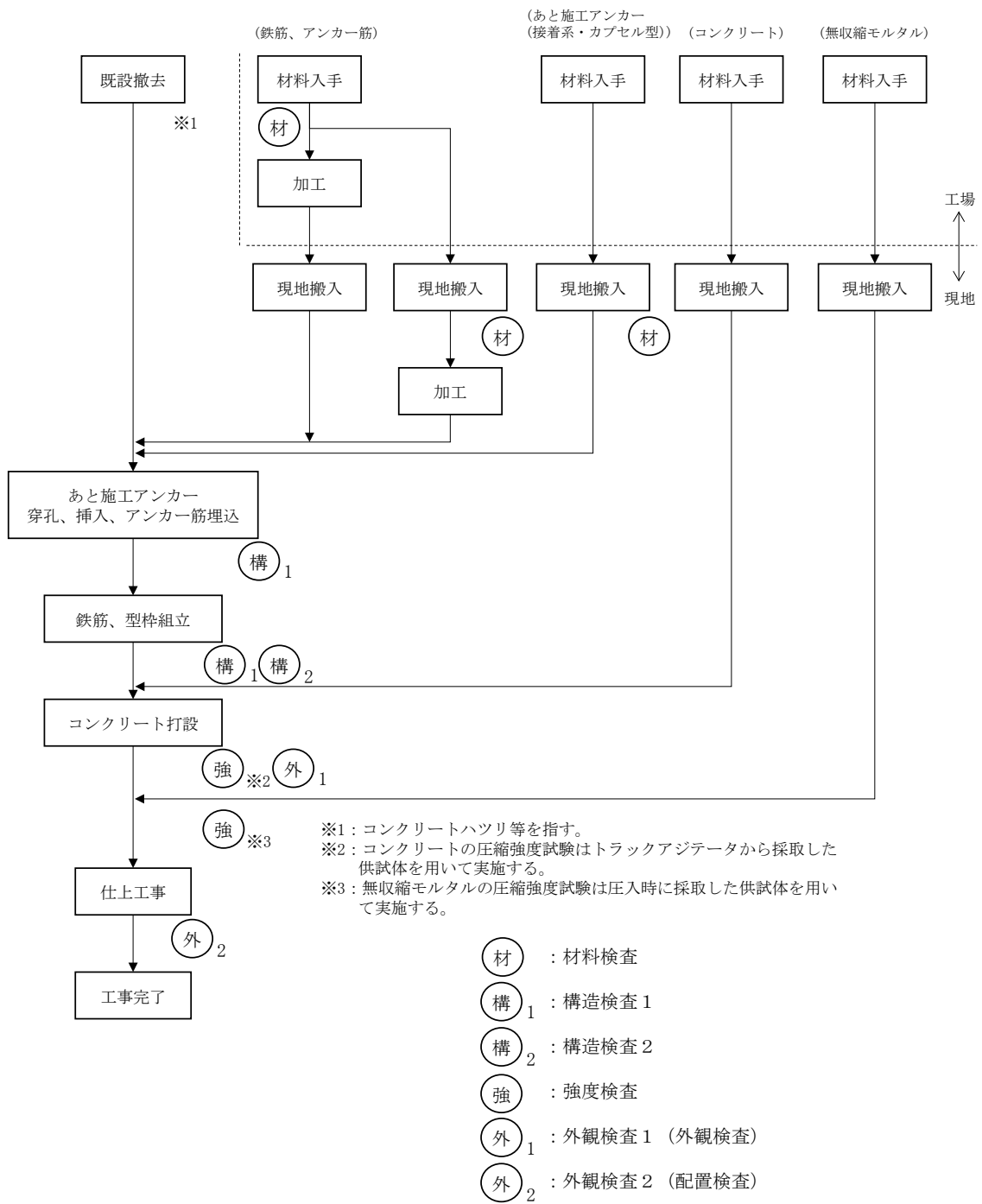
※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。  
この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-7 増打ち壁 配筋詳細図(e断面)



※ 既存部材の据付状態等により、本図の通りに施工できない場合、据付状態を変更することがある。この場合、同等以上の耐力を確保した施工とする。

別図-8 増打ち床 配筋詳細図(f断面、g部)



別図-9 壁及び床の鉄筋コンクリート増打ち補強工事フロー図

## 添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類



1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」  
との適合性

本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	無	—	—
第七条	津波による損傷の防止	有	—	別紙-1に示すとおり
第八条	外部からの衝撃による損傷防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	無	—	—
第十二条	再処理施設内における <sup>いつ</sup> 溢水による損傷の防止	無	—	—
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	無	—	—
第十七条	材料及び構造	無	—	—
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二條	安全保護回路	無	—	—
第二十三條	制御室等	無	—	—
第二十四條	廃棄施設	無	—	—
第二十五條	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六條	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七條	遮蔽	無	—	—
第二十八條	換気設備	無	—	—
第二十九條	保安電源設備	無	—	—
第三十條	緊急時対策所	無	—	—
第三十一條	通信連絡設備	無	—	—
第三十二條	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三條	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四條	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五條	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六條	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七條	材料及び構造	無	—	—
第三十八條	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九條	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十條	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一條	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二條	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三條	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要な水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

第七条（津波による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、基準津波（事業指定基準規則第八条に規定する基準津波をいう。第三十四条において同じ。）によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

本申請は、事業指定基準規則第八条に規定する基準津波に対して、津波防護施設である高放射性廃液貯蔵場(HAW)の建家外壁が健全性を維持するために必要となる耐力を確保するため、高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家の一部壁を鉄筋コンクリートの増し打ちで補強するものである。

高放射性廃液貯蔵場(HAW)については、壁の補強により、基準津波に対して、地震後の遡上波による浸水に伴う津波荷重並びに余震、建家設計用漂流物の衝突に対し、その安全機能が損なわれる恐れのない耐力を有するものとする。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第5条第6項において読み替えて準用する同法第4条第1項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成16年法律第155号）附則第18条第1項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和2年4月22日付け令02原機（再）007により届出を行っているところによる。

### 3. 増打ち補強に伴う配管の一部移設

#### 3.1 準拠すべき法令、基準及び規格

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（昭和 32 年法律第 166 号）

「消防法」（昭和 23 年法律第 186 号）

「再処理施設の技術基準に関する規則」（令和 2 年原子力規制委員会規則第 9 号）

「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 27 号）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（平成 25 年 原子力規制委員会規則第 5 号）

「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」

「日本産業規格(JIS)」

「原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)」（日本電気協会）

「発電用原子力設備規格(JSME)」（日本機械学会）

「機械設備工事監理指針（一般社団法人 公共建築協会）」



### 3.2 設計の基本方針

本申請に係る配管は、再処理施設の性能に係る技術基準第七条に基づき実施する建家開口部の補強に伴い、補強工事と干渉する配管の移設を行うものである。移設する配管は、蒸気凝縮水配管、地下浸透水配管及び屋内消火栓配管であり、既設と同じ口径及び材質とし、機能・性能に影響与えないようにする。移設の概要を別図-10に示す。また、移設の範囲を別図-11 ～ 別図-13に示す。

これら配管の移設は、「再処理施設の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」の第六条の二「地震による損傷の防止」、第十二条「条再処理施設内における<sup>いっ</sup>溢水による損傷の防止」、第十六条「安全機能を有する施設」の第2項及び第3項、第十七条「材料及び構造」の第1項及び第2項の技術上の基準を満足するように行う。

### 3.3 設計条件及び仕様

#### (1) 設計条件

本申請に係る配管の移設は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）のトラックエアロック（A122）で行われる  の補強と干渉しないよう、蒸気凝縮水配管，地下浸透水配管及び屋内消火栓配管を既設配管と同材質で敷設する。

移設する配管の設計条件を表-11に示す。

表-11 配管の設計条件

名称	流体	設置場所	材質	設計温度(°C)	設計圧力(MPa)	溶接機器区分	耐震分類
蒸気凝縮水配管	凝縮水	トラックエアロック (A122) 廊下 (A123)	ステンレス鋼	195	1.32	—	C
地下浸透水配管	地下浸透水	トラックエアロック (A122)	ステンレス鋼	45	0.34	—	C
屋内消火栓配管	浄水	トラックエアロック (A122) ダクトスペース	炭素鋼	60	0.69	—	C

#### (2) 仕様

移設を行う配管の仕様を表-12に示す。

表-12 配管の仕様

名称	配管番号	材料 (適用規格)	呼び径 (A)	肉厚 (mm)
蒸気凝縮水配管	272. C. 1. 25. D5S	SUS304 (JIS G3459)	25	3.4
地下浸透水配管	272. IW. 1. 50. D5S	SUS304 (JIS G3459)	50	2.8
屋内消火栓配管	—	SGP (JIS G3452)	65	4.2

#### (3) 保守

蒸気凝縮水配管及び屋内消火栓配管は、その機能を維持するため、適切な保守ができるようにする。保守において交換する部品類は、ボルト・ナット、ガスケット類、塗装、保温材であり、適時、これらの予備品を入手し、再処理施設保安規定に基づき交換する。

### 3.4 工事の方法

本申請における工事については、「再処理施設の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則」に適合するよう工事を実施するとともに、「再処理施設に係る再処理事業者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」に適合するよう品質管理を行い、技術基準に適合していることを適時の試験・検査により確認する。

なお、本工事は「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」の第7条の2（溶接検査を受ける再処理施設）に該当する溶接はない。

#### (1) 工事の方法及び手順

本工事に用いる配管は、材料を入手後、現地に搬入する。本工事を行うにあたっては、事前に養生を施した後、既設配管類の移設を行う。

施工後、所要の試験・検査を行い、最後に仮設足場の撤去を行う。

これらの作業全般にわたり、高所作業等の所要の安全対策を行う。

本工事フローを別図-14～別図-16に示す。また、本工事において実施する試験・検査項目及び判定基準を以下に示す。

#### 1) 試験・検査項目

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について実施する。

##### ① 材料確認検査

対象：配管及び配管継手

方法：移設に用いる配管類の仕様を材料証明書又は JIS マーク若しくは JIS 認証工場の認証書等により確認する。

判定：表-12 の仕様であること。

##### ② 耐圧・漏えい検査

対象：配管及び配管継手

方法：(a) 移設した配管類に表-11の最高使用圧力の1.5倍以上の水圧（水圧で検査を行うことが不適切な場合は、最高使用圧力の1.25倍以上の気体。）をかけ、目視により漏れの有無を確認する。

(b) 耐圧試験が困難な個所の溶接部について JIS Z 2343-1(非破壊試験-浸透探傷試験-第1部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の種類)に基づき行い、浸透指示模様の有無を確認する。

- 判 定：(a)漏れのないこと。  
(b)浸透指示模様がないこと。

③ 据付・外観検査

対 象：配管及び配管継手

方 法：移設した配管類の位置及び外観を目視により確認する。また、保温材施工後においては、その施工状態を目視により確認する。

判 定：仕様のとおり配管類や保温材が敷設されていること。また、有意な傷・変形がないこと。

④ 通水試験

対 象：屋内消火栓配管

方 法：配管の移設終了後、再処理施設内の浄水系統から給水し、屋上のテスト弁から消火用水が放水されることを目視により確認する。

判 定：消火用水が放水されること。

(2) 工事上の安全対策

本工事に際しては、以下の注意事項に従い行う。

- ① 本工事の保安については、再処理施設保安規定に従うとともに、労働安全衛生法に従い、作業者に係る労働災害の防止に努める。
- ② 本工事においては、作業手順、装備、連絡体制等について十分に検討した上で、作業を実施する。
- ③ 本工事において、主な作業場所は屋内であるが、適正な保護養生を実施し、既設構造物に破損等の影響を与えないよう作業を行う。
- ④ 本工事においては、ヘルメット、墜落制止用器具、保護手袋、保護メガネ等の保護具を作業の内容に応じて着用し、災害防止に努める。
- ⑤ 本工事における火気作業時は、近傍の可燃物を除去した上で実施する。ただし、可燃物を除去できない場合は、不燃シートによる作業場所の養生等を行い、火災を防止する。
- ⑥ 本工事に係る作業の開始前と終了後において、周辺設備の状態に変化がないことを確認し、設備の異常の早期発見に努める。

### (3) 工事上の品質管理

本工事に際しては、「再処理施設に係る再処理事業者の設計及び工事に係る品質管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」に適合するよう策定した「再処理施設品質保証計画書（QS-P06）」に基づく品質管理を行う。

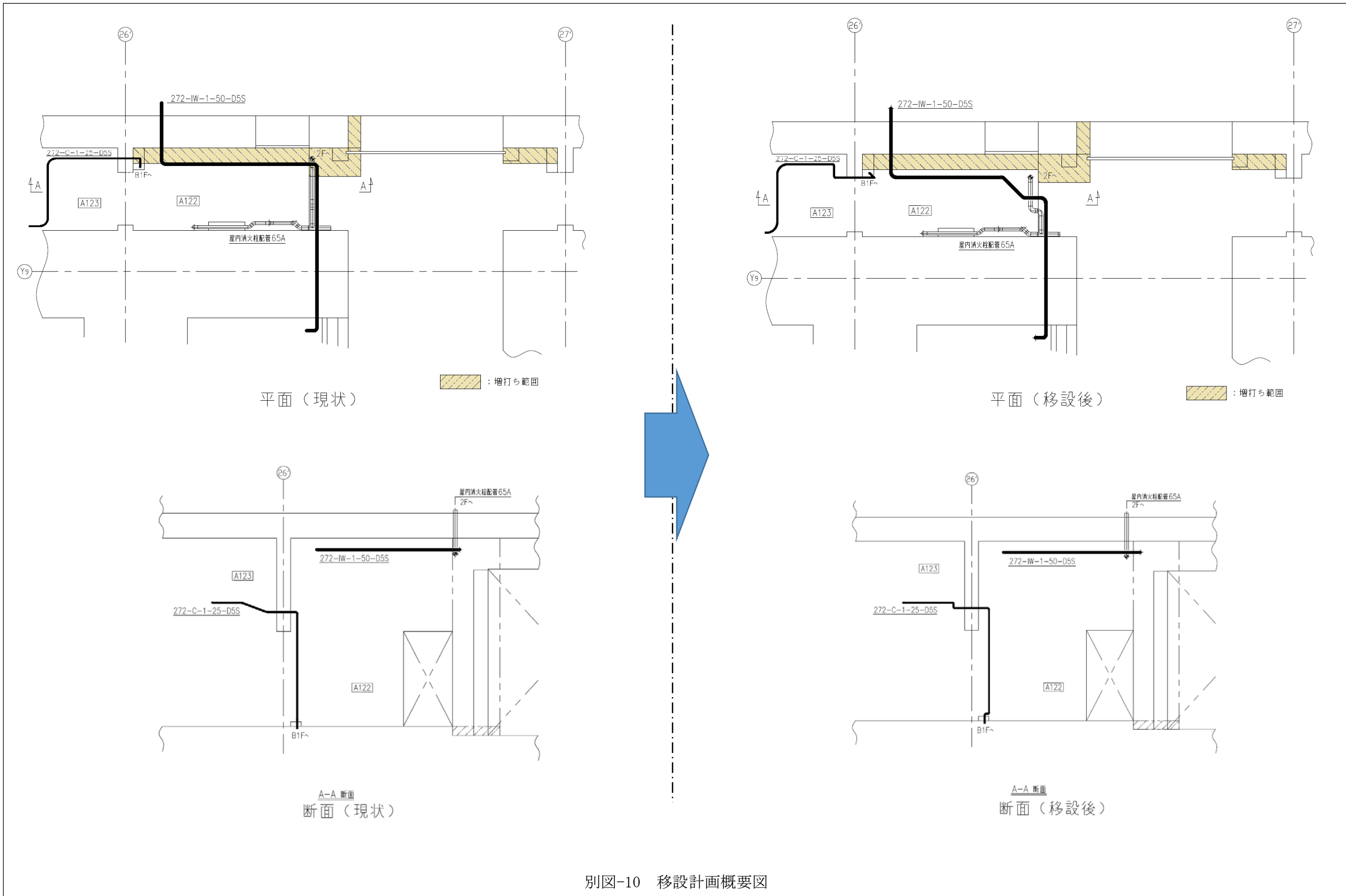
### 3.5 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-13に示す。

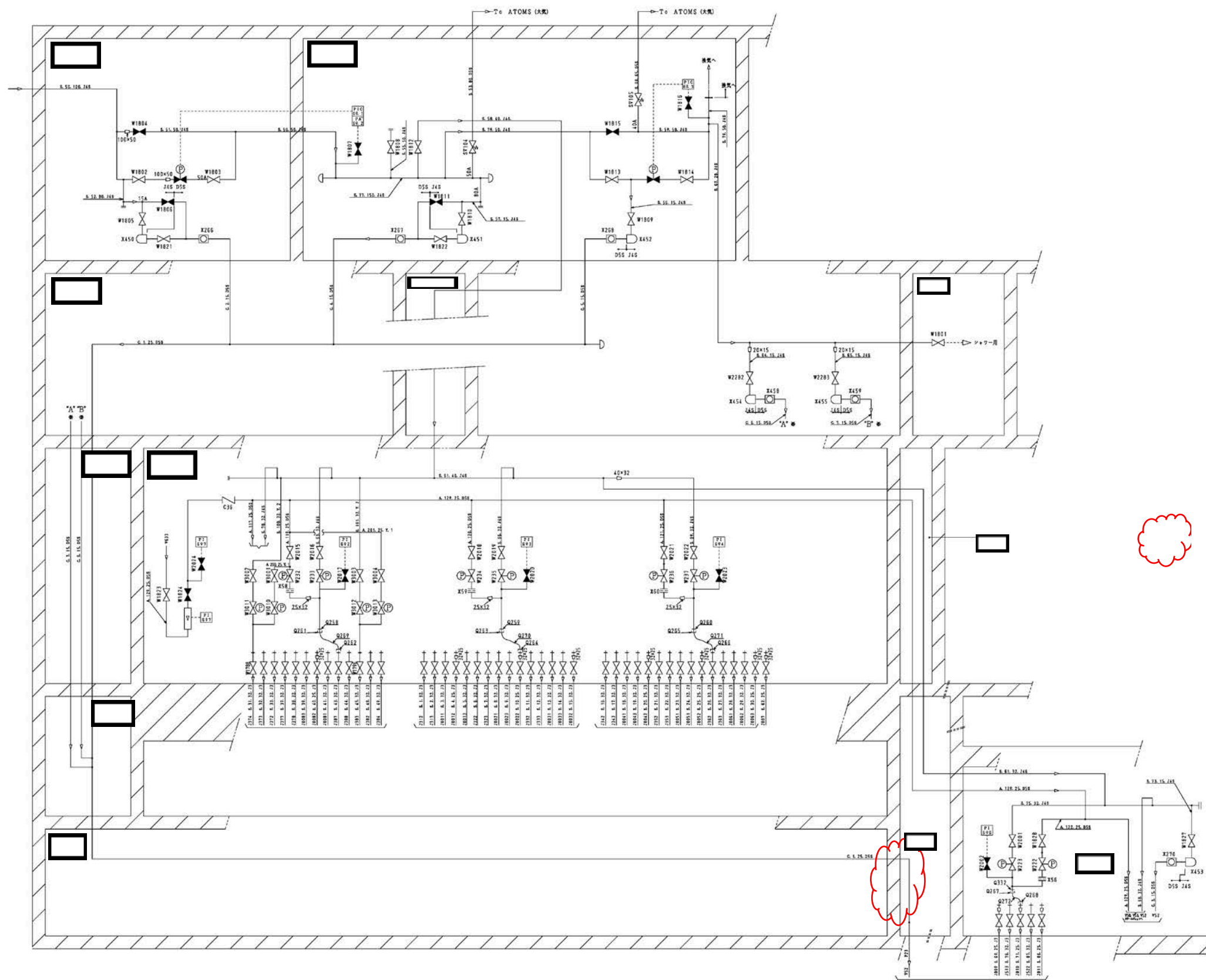
表-13 配管の移設に係る工事工程表

	令和2年度								備 考
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
増打ち補強に伴う配管の一部移設									
	工事								

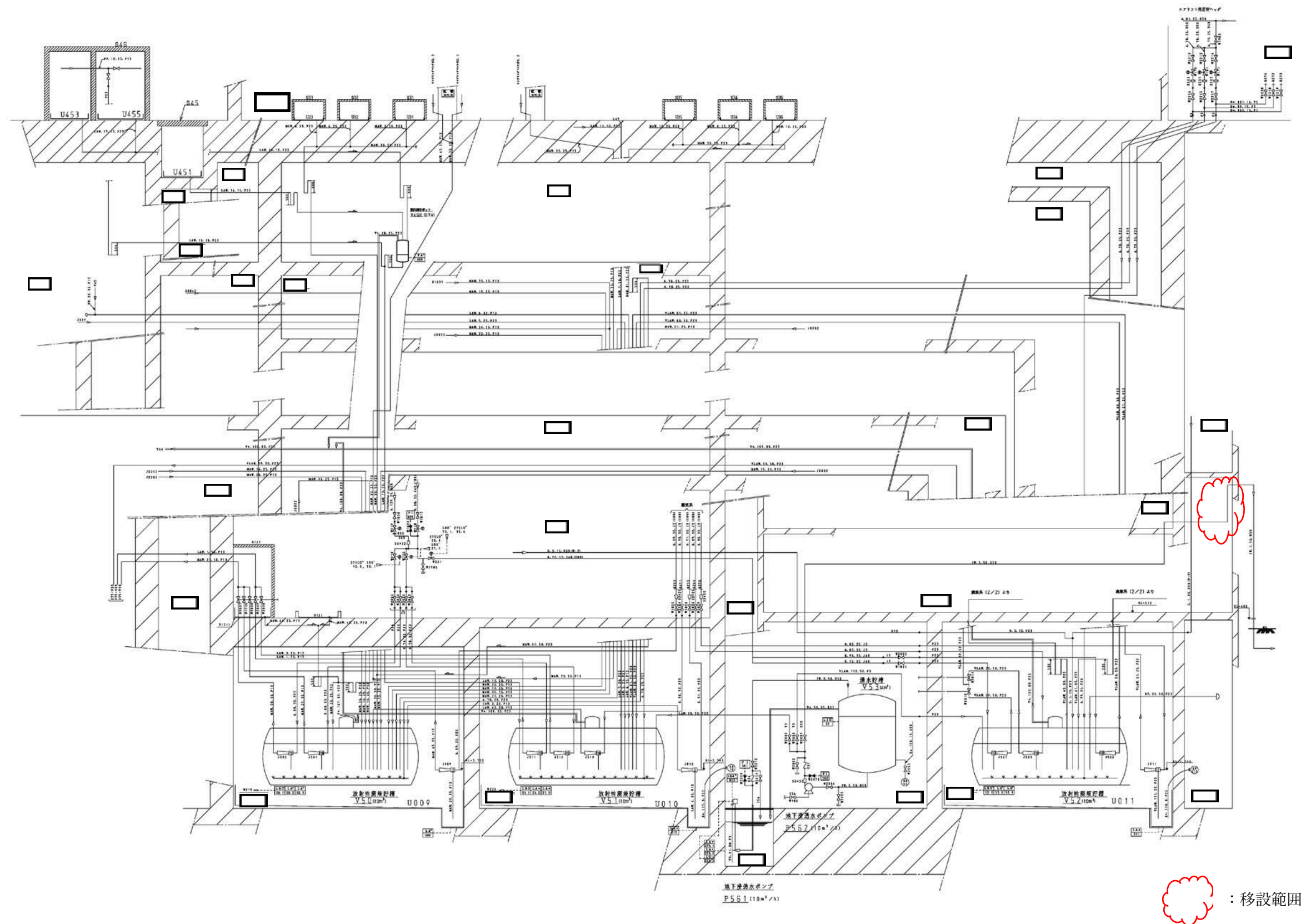
(別図)



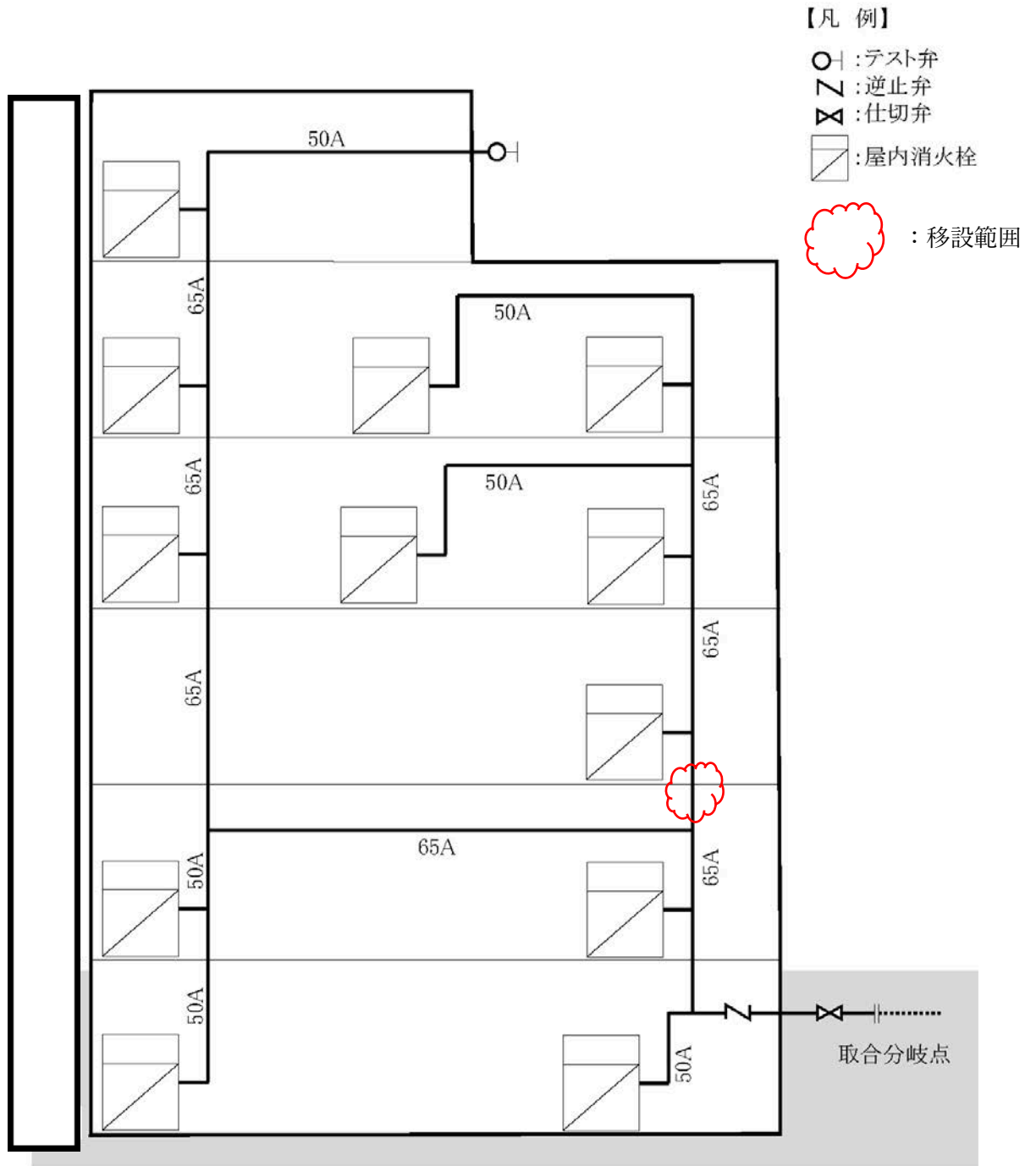




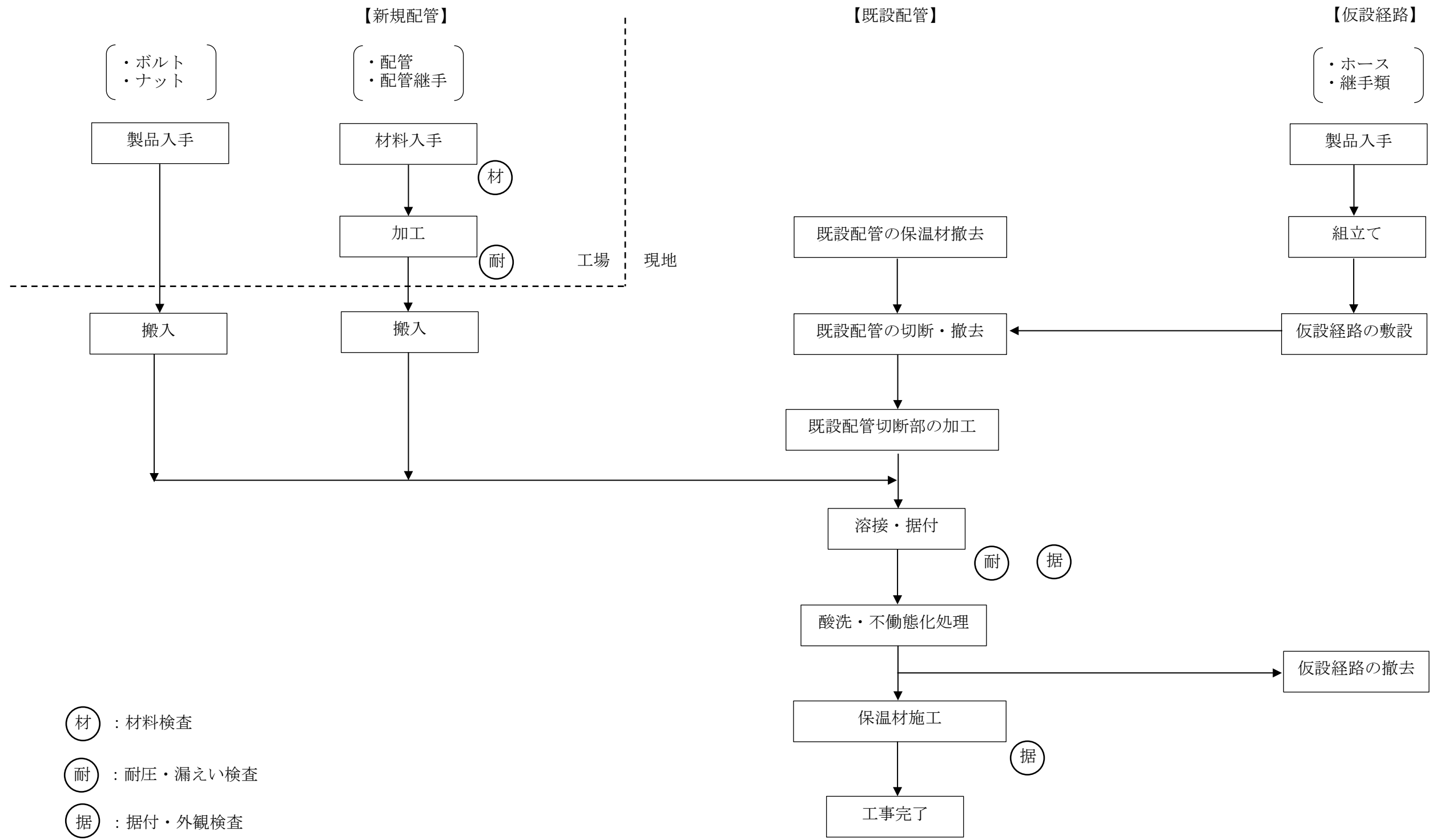
別図-11 蒸気凝縮水配管の移設範囲概要図



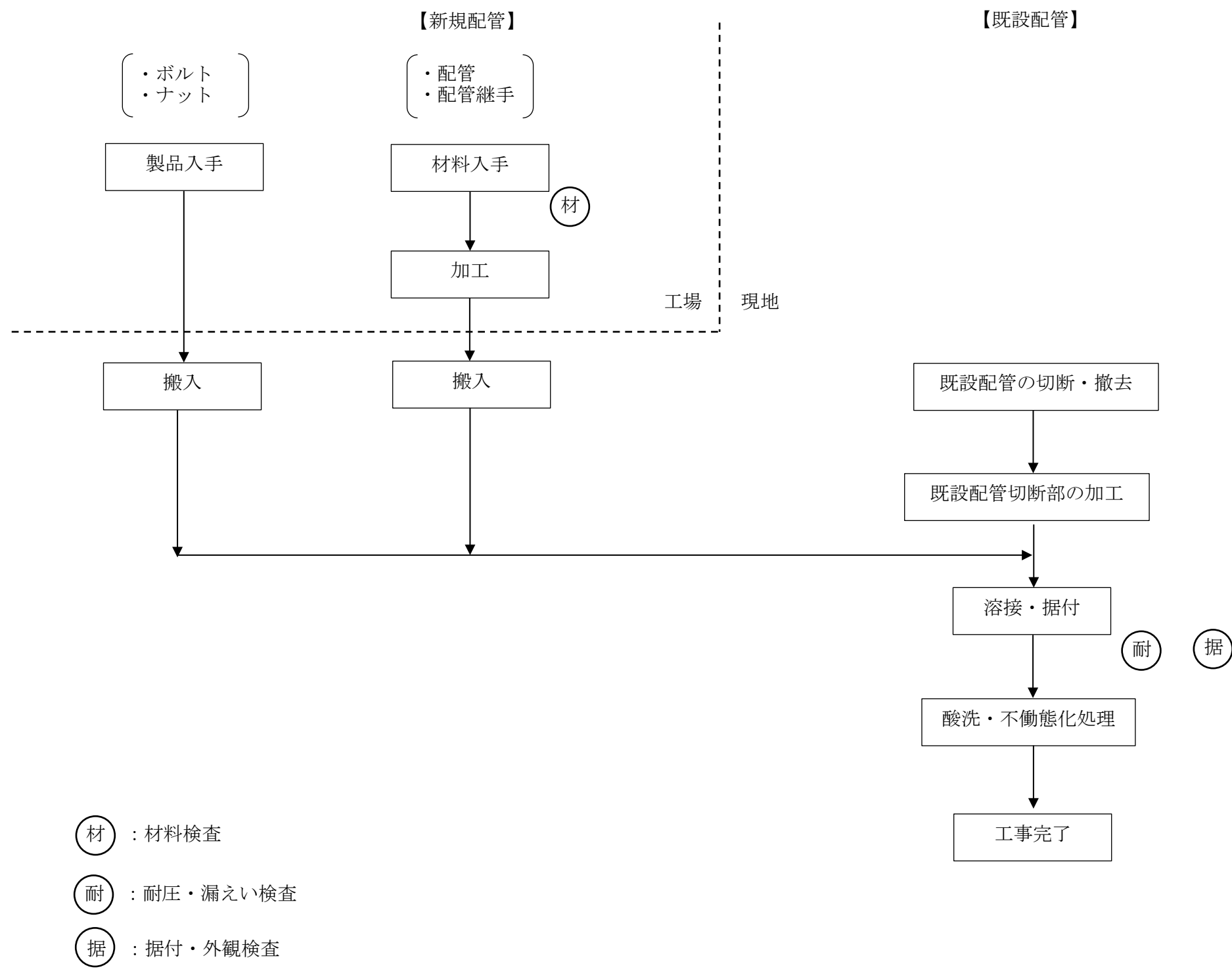
別図-12 地下浸透水配管の移設範囲概要図



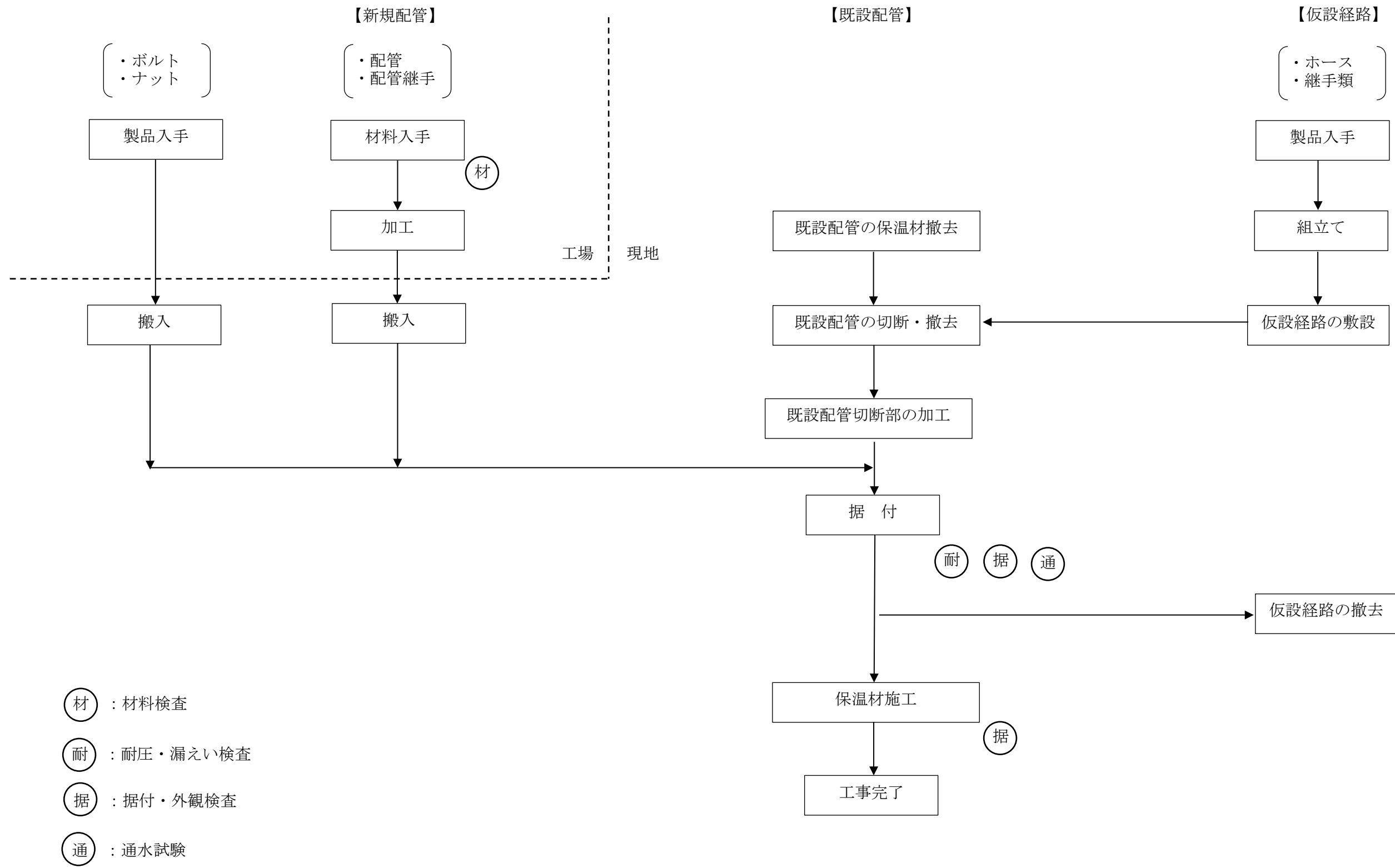
別図-13 屋内消火栓配管の移設範囲概要図



別図-14 蒸気凝縮水配管の移設に係る工事フロー



別図-15 地下浸透水配管の移設に係る工事フロー



別図-16 屋内消火栓配管の移設に係る工事フロー

## 添 付 書 類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」との適合性
2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

1. 申請に係る「再処理施設の技術基準に関する規則」  
との適合性



本申請に係る「再処理施設に関する設計及び工事の計画」は以下に示すとおり「再処理施設の技術基準に関する規則」に掲げる技術上の基準に適合している。

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第一条	定義	—	—	—
第二条	特殊な設計による再処理施設	無	—	—
第三条	廃止措置中の再処理施設の維持	無	—	—
第四条	核燃料物質の臨界防止	無	—	—
第五条	安全機能を有する施設の地盤	無	—	—
第六条	地震による損傷の防止	有	第2項	別紙－1に示すとおり
第七条	津波による損傷の防止	無	—	—
第八条	外部からの衝撃による損傷防止	無	—	—
第九条	再処理施設への人の不法な侵入等の防止	無	—	—
第十条	閉じ込めの機能	無	—	—
第十一条	火災等による損傷の防止	有	第2項	別紙－2に示すとおり
第十二条	再処理施設内における <sup>いつ</sup> 溢水による損傷の防止	有	—	別紙－3に示すとおり
第十三条	再処理施設内における化学薬品の漏えいによる損傷の防止	無	—	—
第十四条	安全避難通路等	無	—	—
第十五条	安全上重要な施設	無	—	—
第十六条	安全機能を有する施設	有	第2, 3項	別紙－4に示すとおり
第十七条	材料及び構造	有	第1, 2項	別紙－5に示すとおり
第十八条	搬送設備	無	—	—
第十九条	使用済燃料の貯蔵施設等	無	—	—
第二十条	計測制御系統施設	無	—	—
第二十一条	放射線管理施設	無	—	—

技術基準の条項		評価の必要性の有無		適合性
		有・無	項・号	
第二十二條	安全保護回路	無	—	—
第二十三條	制御室等	無	—	—
第二十四條	廃棄施設	無	—	—
第二十五條	保管廃棄施設	無	—	—
第二十六條	使用済燃料等による汚染の防止	無	—	—
第二十七條	遮蔽	無	—	—
第二十八條	換気設備	無	—	—
第二十九條	保安電源設備	無	—	—
第三十條	緊急時対策所	無	—	—
第三十一條	通信連絡設備	無	—	—
第三十二條	重大事故等対処施設の地盤	無	—	—
第三十三條	地震による損傷の防止	無	—	—
第三十四條	津波による損傷の防止	無	—	—
第三十五條	火災等による損傷の防止	無	—	—
第三十六條	重大事故等対処設備	無	—	—
第三十七條	材料及び構造	無	—	—
第三十八條	臨界事故の拡大を防止するための設備	無	—	—
第三十九條	冷却機能の喪失による蒸発乾固に対処するための設備	無	—	—
第四十條	放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十一條	有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備	無	—	—
第四十二條	使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	無	—	—
第四十三條	放射性物質の漏えいに対処するための設備	無	—	—

技 術 基 準 の 条 項		評価の必要性の有無		適 合 性
		有・無	項・号	
第四十四条	工場等外への放射性物質等の放出を抑制するための設備	無	—	—
第四十五条	重大事故等への対処に必要な水の供給設備	無	—	—
第四十六条	電源設備	無	—	—
第四十七条	計装設備	無	—	—
第四十八条	制御室	無	—	—
第四十九条	監視測定設備	無	—	—
第五十条	緊急時対策所	無	—	—
第五十一条	通信連絡を行うために必要な設備	無	—	—
第五十二条	電磁的記録媒体による手続	無	—	—

## 第六条（地震による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、これに作用する地震力（事業指定基準規則第七条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないものでなければならない。

2 耐震重要施設（事業指定基準規則第六条第一項に規定する耐震重要施設をいう。

以下同じ。）は、基準地震動による地震力（事業指定基準規則第七条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

3 耐震重要施設は、事業指定基準規則第七条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないものでなければならない。

2 本申請において移設する配管は、既設配管と同仕様（材質及び肉厚）を用いる。

配管移設に伴い、既存の耐震性に影響が生じるおそれがあることから、地下浸透水配管及び屋内消火栓配管について定ピッチスパン法による耐震評価を行った。その結果、既設サポート及び新たに打設するサポートで支持することで、配管の耐震性を確保できることを確認した。蒸気凝縮水配管については、熱応力解析及び動的解析を行った。その結果、配管に生ずる応力が許容応力以下となり配管の耐震性を確保できることを確認した。

したがって、地震力に対してその安全機能が損なわれるおそれがないように施設することから、配管の耐震性に問題はない。

## 第十一条（火災等による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、火災又は爆発の影響を受けることにより再処理施設の安全性に著しい支障が生ずるおそれがある場合において、消火設備（事業指定基準規則第五条第一項に規定する消火設備をいう。以下同じ。）及び警報設備（警報設備にあつては自動火災報知設備、漏電火災警報器その他の火災の発生を自動的に検知し、警報を発するものに限る。以下同じ。）が設置されたものでなければならない。

- 2 前項の消火設備及び警報設備は、その故障、損壊又は異常な作動により安全上重要な施設の安全機能に著しい支障を及ぼすおそれがないものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設であつて、火災又は爆発により損傷を受けるおそれがあるものは、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防護措置が講じられたものでなければならない。
- 4 有機溶媒その他の可燃性の液体（以下この条において「有機溶媒等」という。）を取り扱う設備は、有機溶媒等の温度をその引火点以下に維持すること、不活性ガス雰囲気中有機溶媒等を取り扱うことその他の火災及び爆発の発生を防止するための措置が講じられたものでなければならない。
- 5 有機溶媒等を取り扱う設備であつて、静電気により着火するおそれがあるものは、適切に接地されているものでなければならない。
- 6 有機溶媒等を取り扱う設備をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室のうち、当該設備から有機溶媒等が漏えいした場合において爆発の危険性があるものは、換気その他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 7 硝酸を含む溶液を内包する蒸発缶のうち、リン酸トリブチルその他の硝酸と反応するおそれがある有機溶媒（爆発の危険性がないものを除く。次項において「リン酸トリブチル等」という。）が混入するおそれがあるものは、当該設備の熱的制限値を超えて加熱されるおそれがないものでなければならない。

- 8 再処理施設には、前項の蒸発缶に供給する溶液中のリン酸トリブチル等を十分に除去し得る設備が設けられていなければならない。
- 9 水素を取り扱う設備（爆発の危険性がないものを除く。）は、適切に接地されているものでなければならない。
- 10 水素の発生のおそれがある設備は、発生した水素が滞留しない構造でなければならない。
- 11 水素を取り扱い、又は水素の発生のおそれがある設備（爆発の危険性がないものを除く。）をその内部に設置するセル、グローブボックス及び室は、当該設備から水素が漏えいした場合においてもこれが滞留しない構造とすることその他の爆発を防止するための適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 12 ジルコニウム金属粉末その他の著しく酸化しやすい固体廃棄物を保管廃棄する設備は、水中における保管廃棄その他の火災及び爆発のおそれがない保管廃棄をし得る構造でなければならない。

2 本申請において移設する屋内消火栓配管は、既設と同一の強度及び肉厚を有する配管を用いる。このため、消火機能に影響を及ぼすことはない。

更新範囲については、消防法に基づき所管の消防本部消防長へ移設に係る設置届出書の届出等を行い、所要の検査を受検する。

これらにより、再処理施設の安全機能に著しい支障を及ぼさないようにする。

第十二条（再処理施設内における溢水による損傷の防止）

安全機能を有する施設は、再処理施設内における溢水の発生によりその安全性を損なうおそれがある場合において、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。

本工事における弁操作及び水抜き作業は、現場で系統の確認を行う等、十分に検討した要領に従い実施し、移設対象の蒸気凝縮水配管，地下浸透水配管及び屋内消火栓配管の系統からの溢水を防止する。

本工事においては、安全機能を有する施設が工事場所及びその近傍に無いことから、溢水上の問題はない。

**第十六条（安全機能を有する施設）**

安全機能を有する施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その安全機能を発揮することができるように設置されたものでなければならない。

- 2 安全機能を有する施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、再処理施設の運転中又は停止中に検査又は試験ができるように設置されたものでなければならない。
- 3 安全機能を有する施設は、その安全機能を維持するため、適切な保守及び修理ができるように設置されたものでなければならない。
- 4 安全機能を有する施設に属する設備であって、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、再処理施設の安全性を損なうことが想定されるものは、防護措置その他の適切な措置が講じられたものでなければならない。
- 5 安全機能を有する施設は、二以上の原子力施設と共用する場合には、再処理施設の安全性が損なわれないように設置されたものでなければならない。

2 本申請は、蒸気凝縮水配管、地下浸透水配管及び屋内消火栓配管の一部を移設するものであり、これら配管の健全性及び能力を確認するための検査又は試験に影響を与えないため、問題はない。

3 蒸気凝縮水配管、地下浸透水配管及び屋内消火栓配管は、保守及び修理が可能である。本申請は、蒸気凝縮水配管、地下浸透水配管及び屋内消火栓配管の一部を移設するものであり、これら配管の機能を維持するための適切な保守及び修理に影響を与えないため、問題はない。



## 第十七条（材料及び構造）

安全機能を有する施設に属する容器及び管並びにこれらを支持する構造物のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの（以下この項において「容器等」という。）の材料及び構造は、次に掲げるところによらなければならない。この場合において、第一号及び第三号の規定については、法第四十六条第二項に規定する使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。

一 容器等に使用する材料は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有すること。

二 容器等の構造及び強度は、次に掲げるところによるものであること。

イ 設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。

ロ 容器等に属する伸縮継手にあつては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じないこと。

ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。

三 容器等の主要な溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。以下同じ。）は、次に掲げるところによるものであること。

イ 不連続で特異な形状でないものであること。

ロ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認したものであること。

ハ 適切な強度を有するものであること。

ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。

2 安全機能を有する施設に属する容器及び管のうち、再処理施設の安全性を確保する上で重要なものは、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように設置されたものでなければならない。

- 1 本申請において移設する蒸気凝縮水配管，地下浸透水配管及び屋内消火栓配管は，既設と同仕様の配管を用い，強度及び耐食性を確保する。また，既設配管と新規配管の取り合い部には，絶縁処置を施し異種金属接触腐食を抑制する。  
これらから，本申請に係る移設箇所は，設計上要求される強度及び耐食性を確保できる。
- 2 本申請において移設する蒸気凝縮水配管，地下浸透水配管及び屋内消火栓配管は，耐圧・漏えい検査を行い，これに耐え，かつ漏えいがないことを確認する。

2. 申請に係る「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第44条第1項の指定若しくは同法第44条の4第1項の許可を受けたところ又は同条第2項の規定により届け出たところによるものであることを説明した書類

原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律附則第 5 条第 6 項において読み替えて準用する同法第 4 条第 1 項の規定に基づき、独立行政法人日本原子力研究開発機構法（平成 16 年法律第 155 号）附則第 18 条第 1 項により、指定があったものとみなされた再処理事業指定申請書について、令和 2 年 4 月 22 日付け令 02 原機（再）007 により届出を行っているところによる。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の外壁の補強後について

1. 概要

本資料は、廃止措置計画変更認可申請書（令和2年5月29日付け令 02 原機（再）020）Ⅲ-1 設計津波に対する津波防護施設の強度評価において、許容限界を超える結果となった1階外壁南面  に対して、コンクリートの増打ち補強後の建家外壁の健全性評価を行うものである。評価対象とする外壁を図 1-1 に示す。

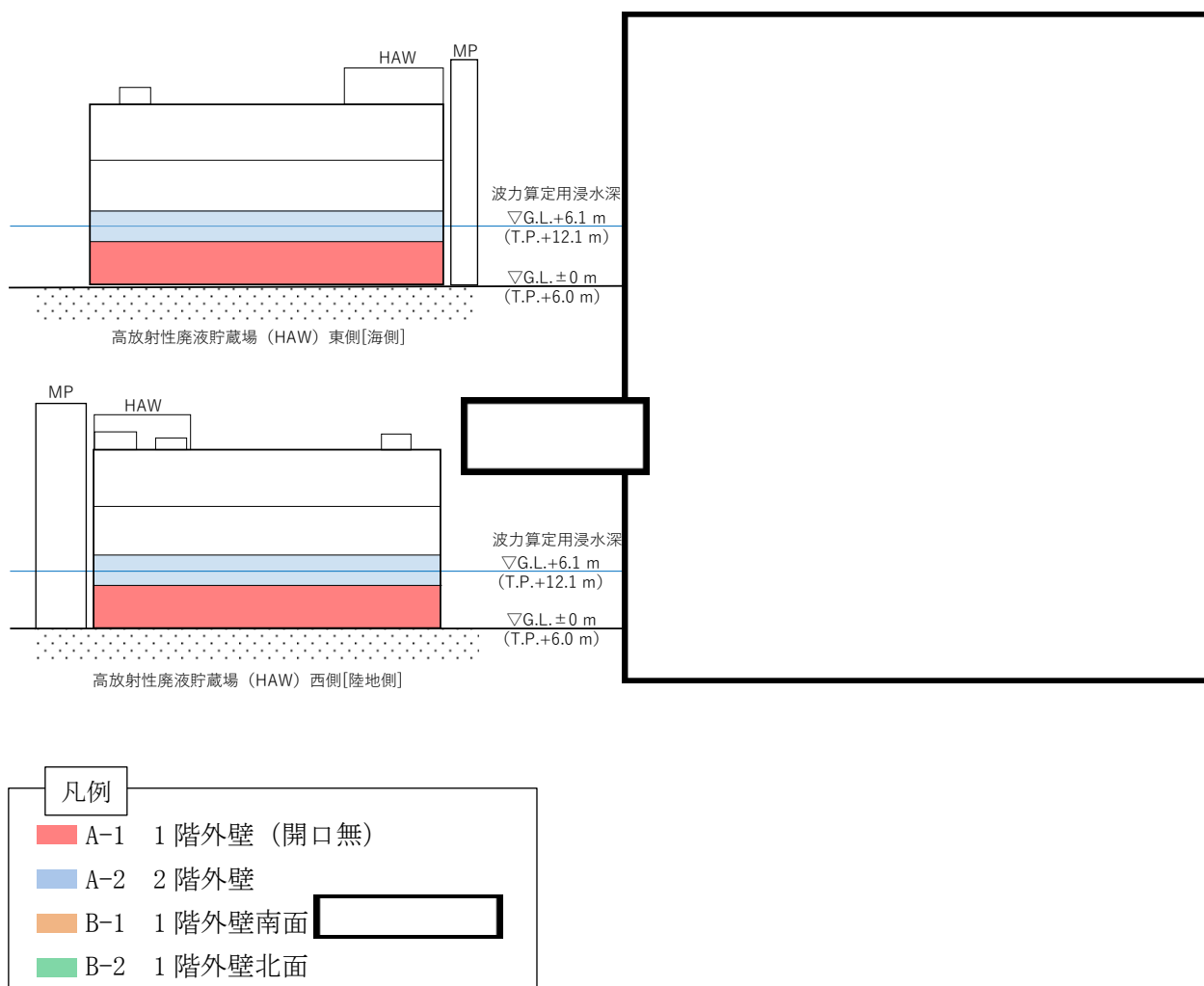


図 1-1 評価対象とする外壁

## 2. 一般事項

### 2.1 構造概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）は、のほぼ正方形を成しており、の鉄筋コンクリート造の建家である。基礎は、直接基礎とし、基礎地盤である久米層（砂質泥岩）に設置されている。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）周辺において、地盤による拘束効果を高めるため、基礎地盤の深さまで地盤改良を実施する。

また、高放射性廃液貯蔵場（HAW）1階外壁南面は津波によりかかる応力が耐力を上回ることから、コンクリートの増打ち補強を行う。構造概要を図 2-1 に示す。

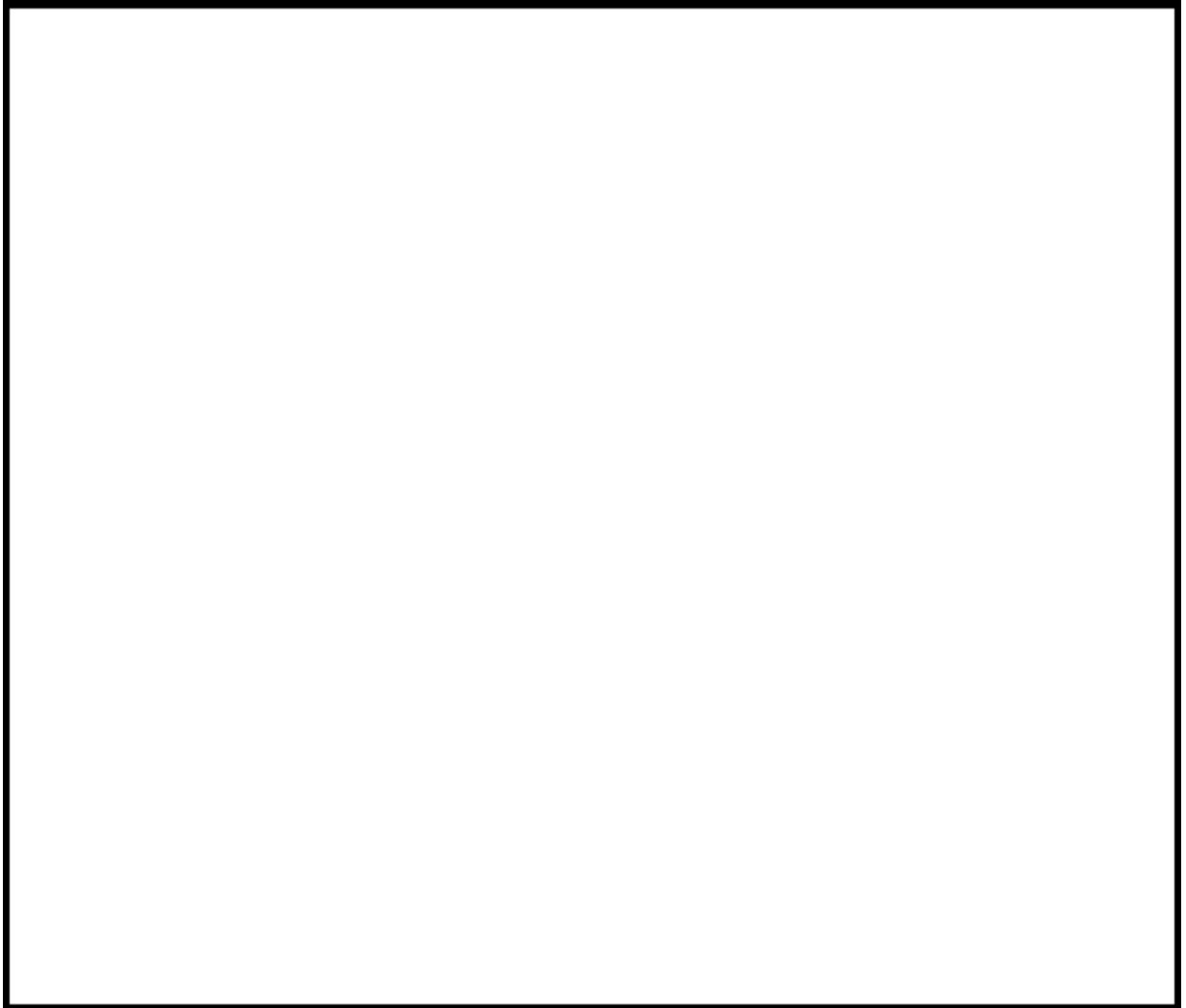


図 2-1 1階外壁南面

## 2.2 評価方針

廃止措置計画変更認可申請書（令和2年5月29日付け令 02 原機（再）020）別添 6-1-3-2「I 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の津波防護に関する施設の設計方針」に基づき、建家外壁が止水性を損なわないことを確認する。

## 2.3 適用基準

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の強度評価において、適用する基準等を以下に示す。

- (1) 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針（2011年11月17日「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について（技術的助言）」（国住指第2570号）の別添）
- (2) 津波避難ビル等の構造上の要件の解説（国総研資料 第673号，平成24年）
- (3) 建築基準法・同施行令
- (4) 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書（建築行政情報センター・日本建築防災協会編集，2015年）
- (5) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，2018年）
- (6) 建築物荷重指針・同解説（日本建築学会，2015年）
- (7) 道路橋示方書・同解説 I 共通編，V 耐震設計編（日本道路協会，2017年）



### 3. 強度評価方法

#### 3.1 記号の定義

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の強度評価の計算に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の強度評価計算に用いる記号（1/2）

記号	定義
h	波力算定用津波高さ：G. L. +6.1 m (T. P. +12.1 m)
$\alpha$	水深係数
h'	浮力算定用津波高さ：G. L. +7.6 m (T. P. +13.6 m)
$\alpha_{SR}$	最大応答水平加速度
P	漂流物衝突荷重
$W_1$	漂流物重量
$V_1$	流速
Ma	建家外壁の短期許容曲げモーメント
$a_t$	既存断面の引張鉄筋断面積
$f_t$	引張鉄筋の短期許容引張応力度
j	応力中心間距離（7/8d）
d	部材の有効せい
T	鉄筋コンクリート外壁の壁厚
$d_t$	引張縁から引張鉄筋重心までの距離
$Q_{AS}$	建家外壁の短期許容せん断力
b	壁幅
$f_s$	コンクリートの短期許容せん断応力度
$wf_t$	せん断補強筋の短期許容引張応力度
$p_w$	せん断補強筋比
$\alpha'$	せん断スパン比 $M/(Q \cdot d)$ による割増係数
M	建家外壁に生じる曲げモーメント
Q	建家外壁に生じるせん断力
z	水面からの浸水深

表 3-1 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の強度評価計算に用いる記号 (2/2)

記号	定義
$l$	壁高さ
$h_1$	G.L. $\pm 0$ m から上階スラブ下端までの高さ
$h_2$	G.L. $\pm 0$ m から対象階の床面上端までの高さ
$h_3$	$h_2$ から平方根分布荷重の重心位置までの高さ
$P_1$	平方根分布荷重の合力
$M_s'$	平方根分布荷重による曲げモーメント
$Q_s'$	平方根分布荷重によるせん断力
$Q_s$	三角形分布荷重によるせん断力
$Q_e$	等分布荷重によるせん断力
$M_e'$	余震による曲げモーメント
$w_3$	余震による等分布荷重
$Q_e'$	余震によるせん断力
$\rho$	鉄筋コンクリートの単位体積重量
$M_p$	漂流物衝突荷重による曲げモーメント
$Q_p$	漂流物衝突荷重によるせん断力
$g$	重力加速度
$M_w$	静水圧による曲げモーメント
$Q_w$	静水圧によるせん断力
$M_w'$	動水圧による曲げモーメント
$Q_w'$	動水圧によるせん断力
$M_R$	波力による曲げモーメント
$Q_R$	波力によるせん断力
$W$	動水圧による層せん断力
$\rho_o$	海水の単位体積重量
$k_h$	水平震度
$k$	荷重増分係数
$h_T$	水深係数 ( $\alpha$ ) $\times$ 波力算定用津波高さ ( $h$ )
$M_s$	三角形分布荷重による曲げモーメント
$M_e$	等分布荷重による曲げモーメント

## 3.2 荷重及び荷重の組合せ

### (1) 荷重

#### ① 津波による波力 ( $P_R$ )

津波による波力については、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の地表面から波力算定用津波高さ  $h^{*1}$  までの高さを考慮して算定する。算定にあたっては、静水圧及び動水圧の影響として水深係数 $\alpha=3.0^{*2}$ を考慮する。

#### ② 津波浸水時の浮力 ( $P_Q$ )

津波浸水時の浮力については、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) における基礎底面から浮力算定用津波高さ $h^{*1}$ までの高さを考慮して算定する。

#### ③ 津波浸水時の水圧 ( $P_W, P_W'$ )

津波浸水時の水圧については、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) における地表面から浮力算定用津波高さ $h^{*1}$ までの高さによる静水圧 ( $P_W$ ) 及び動水圧 (余震時) ( $P_W'$ ) を考慮する。

#### ④ 余震による荷重 ( $P_E$ )

余震による荷重として、別添 6-1-3-2「II 余震による地震応答解析」の応答値 (加速度, せん断力, 転倒モーメント, 最大応答軸力) による慣性力を考慮する。

#### ⑤ 漂流物衝突荷重 ( $P_P$ )

津波漂流物防護柵をすり抜ける可能性がある漂流物として、防砂林 (0.55 t の流木) <sup>\*3</sup> を想定する。流木は、津波漂流物防護柵への衝突等によりエネルギーを失った後に、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の建家外壁等に到達すると考えられる。このため、流木等が河川の橋脚に衝突する状況を想定した衝突力を評価する「道路橋示方書・同解説 I 共通編, V 耐震設計編」 (以下「道路橋示方書」という。) の算定式に基づく荷重を考慮する。

#### ⑥ 風荷重

風荷重については、建築基準法施行令 (昭和 25 年政令第 338 号) の規定に基づき組合せを考慮しない。

#### ⑦ 積雪荷重

積雪荷重については、建築基準法施行令 (昭和 25 年政令第 338 号) の規定に基づき特定行政庁が指定する区域に該当しないため考慮しない。

## (2) 荷重の組合せ

荷重の組合せは、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参考として、津波到達時に生じる津波による波力と余震による荷重及び津波による波力と漂流物衝突荷重の同時作用を考慮する。上記2ケースに加えて、津波到達後、建家の周囲が浸水することから、浸水時の浮力と余震による荷重及び水圧の同時作用を考慮する。

表 3-2 に荷重の組合せ、表 3-3 に荷重算定条件を示す。

### ① ケース 1 (浮力+余震+水圧, $P_Q + P_E + P_W + P_W'$ )

津波到達後、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の周囲が浸水した状況において、余震が発生することを想定する。外力として津波浸水時の浮力と静水圧、動水圧 (余震時) 及び余震による慣性力を同時に作用させる。静水圧 ( $P_W$ ) は、建家両側から作用するため、保有水平耐力と接地圧の評価時は考慮しない。

### ② ケース 2 (波力+余震, $P_R + P_E$ )

津波到達時に、余震が発生することを想定する。外力として津波による波力と余震による慣性力を同時に作用させる。地下水位による浮力を考慮する。

### ③ ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重, $P_R + P_P$ )

津波到達時に、漂流物が衝突することを想定する。外力として津波による波力と漂流物衝突荷重を同時に作用させる。地下水位による浮力を考慮する。

表 3-2 荷重の組合せ

荷重の組合せ	
<p>ケース 1                      (浮力+余震+水圧,  <math>P_Q + P_E + P_w + P_w'</math>)</p> <p>津波到達後、建家周囲が浸水した状況において、余震が発生することを想定する。</p>	<p>余震 <math>P_E</math></p> <p>高放射性廃液貯蔵場 (HAW)</p> <p>▽浮力算定用津波高さ T.P. +13.6 m</p> <p>静水圧* <math>P_w</math></p> <p>動水圧 <math>P_w'</math></p> <p>▽地表面 T.P. +6.0 m</p> <p>基礎底面</p> <p>↑浮力 <math>P_Q</math></p> <p>※静水圧は建家両側から作用するため、保有水平耐力と接地圧の評価時は考慮しない。</p>
<p>ケース 2                      (波力+余震, <math>P_R + P_E</math>)</p> <p>津波到達時、余震が発生することを想定する。</p>	<p>余震 <math>P_E</math></p> <p>高放射性廃液貯蔵場 (HAW)</p> <p>▽波力算定用津波高さ T.P. +12.1 m</p> <p>▽地表面 T.P. +6.0 m</p> <p>基礎底面</p> <p>↑地下水位による浮力</p> <p>波力 <math>P_R</math></p>
<p>ケース 3                      (波力+漂流物衝突荷重,  <math>P_R + P_P</math>)</p> <p>津波到達時、漂流物が衝突することを想定する。</p>	<p>高放射性廃液貯蔵場 (HAW)</p> <p>▽波力算定用津波高さ T.P. +12.1 m</p> <p>▽地表面 T.P. +6.0 m</p> <p>基礎底面</p> <p>↑地下水位による浮力</p> <p>漂流物衝突荷重 <math>P_P</math></p> <p>波力 <math>P_R</math></p>

表 3-3 荷重算定条件

荷重の組合せ	荷重算定条件
ケース 1 (浮力+余震+水圧, $P_Q + P_E + P_w + P_w'$ )	○浮力 浮力算定用津波高さ : T. P. +13.6 m <sup>※1</sup> 海水の単位体積重量 : 10.1 kN/m <sup>3</sup> ○余震 (Sd-D) 水平加速度 ( $\alpha_{SR}$ ) : 5.0 m/s <sup>2</sup> ※4 ○水圧 浮力算定用津波高さ : T. P. +13.6 m <sup>※1</sup> 水平震度 ( $k_h$ ) : 0.5 <sup>※4</sup>
ケース 2 (波力+余震, $P_R + P_E$ )	○波力 波力算定用津波高さ : T. P. +12.1 m <sup>※1</sup> 海水の単位体積重量 : 10.1 kN/m <sup>3</sup> ○余震 (Sd-D) 水平加速度 ( $\alpha_{SR}$ ) : 5.0 m/s <sup>2</sup> ※4
ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重, $P_R + P_P$ )	○波力 波力算定用津波高さ : T. P. +12.1 m <sup>※1</sup> 海水の単位体積重量 : 10.1 kN/m <sup>3</sup> ○漂流物 代表漂流物 : 0.55 t の流木 <sup>※3</sup> 算定式 : 道路橋示方書 $P = 0.1 \times W_1 \times V_1 = 2.8 \text{ kN}$ $W_1 : \text{流送物の重量}$ $\text{(漂流物重量) } 5.4 \text{ kN}$ $V_1 : \text{表面流速 } 5.2 \text{ m/s}^{\text{※1}}$

※1 廃止措置計画変更認可申請書 (令和 2 年 5 月 29 日付け令 02 原機 (再) 020) 別添 6-1-3-1 「Ⅲ 入力津波の設定」

浮力算定用津波高さ : 入力津波の最高水位

波力算定用津波高さ : 進行波による津波高さ

※2 津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (国総研資料第 673 号, 平成 24 年)

※3 船舶や車両等の大型の漂流物に対しては, 津波漂流物防護柵の設置等の対策により捕捉し, 建家外壁への到達を防止する。流木や瓦礫等の比較的小型の漂流物は, 建家外壁に到達することを考慮する。廃止措置計画変更認可申請書 (令和 2 年 5 月 29 日付け令 02 原機 (再) 020) 別添 6-1-3-1 「Ⅴ 漂流可能性のある漂流物の選定 3.2 津波防護施設において考慮すべき代表漂流物」

※4 廃止措置計画変更認可申請書 (令和 2 年 5 月 29 日付け令 02 原機 (再) 020) 別添 6-1-3-2 「Ⅱ 余震による地震応答解析」

### 3.3 許容限界

#### (1) 使用材料

建家外壁の許容限界は、要求機能が止水性の確保であること及び津波後の再使用性を考慮して短期許容応力とする。

使用材料を表 3-4、表 3-5 に示す。強度評価に用いる使用材料は既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法（その 25）」に基づき設定する。

表 3-4 使用材料（既設）

使用材料	短期許容応力度
コンクリート 設計基準強度：Fc20.6 N/mm <sup>2</sup> (Fc210 kgf/cm <sup>2</sup> )	せん断 1.03 N/mm <sup>2</sup>
鉄筋 SD30 (F = 3000 kgf/cm <sup>2</sup> )	引張 295 N/mm <sup>2</sup>

表 3-5 使用材料（新設）

使用材料	短期許容応力度
コンクリート 設計基準強度：Fc24.0 N/mm <sup>2</sup>	せん断 1.09 N/mm <sup>2</sup>
鉄筋 SD295A	引張 295 N/mm <sup>2</sup>

(2) 建家外壁の短期許容応力

建家外壁の許容限界は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」に基づき算定する。

短期許容曲げモーメント ( $M_a$ ) 及び短期許容せん断力 ( $Q_{AS}$ ) の算定式を以下に示す。

$$M_a = a_t f_t j$$

- $M_a$  : 短期許容曲げモーメント
- $a_t$  : 既存断面の引張鉄筋断面積
- $f_t$  : 引張鉄筋の短期許容引張応力度
- $j$  : 応力中心間距離 (7/8d)
- $d$  : 部材の有効せい

$$d = T - d_t$$

- $T$  : 鉄筋コンクリート外壁の壁厚
- $d_t$  : 引張縁から引張鉄筋重心までの距離

$$Q_{AS} = bj \left\{ \frac{2}{3} \alpha' f_s + 0.5_w f_t (p_w - 0.002) \right\}$$

ただし,  $\alpha' = \left( \frac{4}{\frac{M}{Qd} + 1} \right)$  かつ  $(1 \leq \alpha' \leq 2)$

- $Q_{AS}$  : 短期許容せん断力
- $b$  : 壁幅
- $f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度
- $wf_t$  : せん断補強筋の短期許容引張応力度
- $p_w$  : せん断補強筋比
- $\alpha'$  : せん断スパン比  $M/(Q \cdot d)$  による割増係数
- $M$  : 建家外壁に生じる曲げモーメント
- $Q$  : 建家外壁に生じるせん断力



### 3.4 評価方法

#### (1) 建家外壁の健全性評価

建家外壁は上下階のスラブで拘束されているため、両端固定の一方向版として検討することとし、単位幅による評価を基本とする。

各荷重の組合せに対して、対象とする建家外壁に生じる応力を算定し、短期許容曲げモーメント ( $M_a$ ) と、短期許容せん断力 ( $Q_{AS}$ ) との比較を行う。

##### ① ケース1 (浮力+余震+水圧)

###### a. 余震の慣性力による応力

余震の慣性力による応力は下式により算定する。

余震による曲げモーメント  $Me'$

$$Me' \text{ (中央)} = \frac{w_3 \cdot l^2}{24}$$

$$Me' \text{ (下端)} = \frac{w_3 \cdot l^2}{12}$$

余震によるせん断力  $Qe'$

$$Qe' = \frac{w_3 \cdot l}{2}$$

$w_3$  : 余震による荷重

$$w_3 = \frac{\rho \cdot T \cdot \alpha_{SR}}{g}$$

$\rho$  : 鉄筋コンクリートの単位体積重量

$T$  : 鉄筋コンクリート外壁の壁厚

$\alpha_{SR}$  : 最大応答加速度

$l$  : 壁高さ

$g$  : 重力加速度

b. 津波浸水時の静水圧による応力

津波浸水時の静水圧による応力算定の考え方を図3-8に示す。台形分布荷重を三角形分布荷重と等分布荷重の応力の足し合わせにより求める。算定式を以下に示す。

静水圧による曲げモーメント $M_W$

$$M_W = M_s + M_e$$

$M_s$  : 三角形分布荷重による曲げモーメント

$M_e$  : 等分布荷重による曲げモーメント

三角形分布荷重による曲げモーメント算定式

$$M_s \text{ (中央)} = 0.043l \left\{ \rho_o \frac{l^2}{2} \right\}$$

$$M_s \text{ (下端)} = \frac{l}{10} \left\{ \rho_o \frac{l^2}{2} \right\}$$

等分布荷重による曲げモーメント算定式

$$M_e \text{ (中央)} = \rho_o(h' - h_1) \frac{l^2}{24}$$

$$M_e \text{ (下端)} = \rho_o(h' - h_1) \frac{l^2}{12}$$

静水圧によるせん断力 $Q_w$

$$Q_w = Q_s + Q_e$$

$Q_s$  : 三角形分布荷重によるせん断力

$Q_e$  : 等分布荷重によるせん断力

三角形分布荷重によるせん断力算定式

$$Q_s = \frac{7}{10} \left\{ \rho_o \frac{l^2}{2} \right\}$$

等分布荷重によるせん断力算定式

$$Q_e = \rho_o (h' - h_1) \frac{l}{2}$$

$l$  : 壁高さ

$h_1$  : G. L.  $\pm 0$  m から上階のスラブ下端までの高さ

$h'$  : 浮力算定用津波高さ

$\rho_o$  : 海水の単位体積重量



図 3-8 建家外壁の津波浸水時の静水圧による応力算定の考え方

c. 津波浸水時の動水圧による応力

津波浸水時の動水圧による応力算定の考え方を図3-9に示す。算定式を以下に示す。

動水圧による曲げモーメント  $M_W'$

$$M_W' = M_{s'} + M_e$$

$M_{s'}$  : 平方根分布荷重による曲げモーメント

$M_e$  : 等分布荷重による曲げモーメント

平方根分布荷重による曲げモーメント算定式

$$M_{s'} (\text{中央}) = 2 \cdot P_1 \cdot h_3^2 \cdot (l - h_3)^2 / l^3$$

$$M_{s'} (\text{下端}) = P_1 \cdot h_3 \cdot (l - h_3)^2 / l^2$$

$M_{s'} (\text{中央})$  : 中央の平方根分布荷重による曲げモーメント

$M_{s'} (\text{下端})$  : 下端の平方根分布荷重による曲げモーメント

$$P_1 = \frac{7}{8} \rho_0 k_h \sqrt{h'} \times \int_{h'-h_1}^{h'-h_2} (\sqrt{z} - \sqrt{h' - h_1}) dz$$

$P_1$  : 平方根分布の合力

$l$  : 壁高さ

$h_3$  :  $h_2$  から平方根分布荷重の重心位置までの高さ  
( $l = 3.99$  m の場合,  $h_3 = 1.37$  m)

$\rho_0$  : 海水の単位体積重量

$k_h$  : 水平震度

$h'$  : 浮力算定用津波高さ

$h_2$  : G. L.  $\pm 0$  m から対象階の床面上端までの高さ

$z$  : 水面からの浸水深

$h_1$  : G. L.  $\pm 0$  m から上階のスラブ下端までの高さ

等分布荷重による曲げモーメント算定式

$$M_e (\text{中央}) = \frac{7}{8} \rho_0 k_h \sqrt{h' \cdot (h' - h_1)} \times \frac{l^2}{24}$$

$$M_e (\text{下端}) = \frac{7}{8} \rho_0 k_h \sqrt{h' \cdot (h' - h_1)} \times \frac{l^2}{12}$$

動水圧によるせん断力 $Q_w'$

$$Q_w' = Q_s' + Q_e$$

$Q_s'$  : 平方根分布荷重によるせん断力

$Q_e$  : 等分布荷重によるせん断力

平方根分布荷重によるせん断力算定式

$$Q_s' = P_1 \cdot (l - h_3)^2 \cdot (2 \cdot h_3 + l) / l^3$$

等分布荷重によるせん断力算定式

$$Q_e = \frac{7}{8} \rho_0 k_h \sqrt{h' \cdot (h' - h_1)} \times \frac{l}{2}$$



図 3-9 建家外壁の津波浸水時の動水圧による応力算定の考え方

② ケース2 (波力+余震)

余震による応力は「①ケース1 (浮力+余震+水圧) a. 余震の慣性力による応力」と同様に算定する。

a. 波力による応力

波力による曲げモーメント及びせん断力の算定の考え方を，図3-10に示す。台形分布荷重を，三角形分布荷重と等分布荷重の応力の足し合わせにより求める。算定式を以下に示す。

波力による曲げモーメント  $M_R$

$$M_R = M_s + M_e$$

$M_s$  : 三角形分布荷重による曲げモーメント

$M_e$  : 等分布荷重による曲げモーメント

三角形分布荷重による曲げモーメント算定式

$$M_s \text{ (中央)} = 0.043l \left\{ \rho_o \frac{l^2}{2} \right\}$$

$$M_s \text{ (下端)} = \frac{l}{10} \left\{ \rho_o \frac{l^2}{2} \right\}$$

等分布荷重による曲げモーメント算定式

$$M_e \text{ (中央)} = \rho_o (h_T - h_1) \frac{l^2}{24}$$

$$M_e \text{ (下端)} = \rho_o (h_T - h_1) \frac{l^2}{12}$$

波力によるせん断力 $Q_R$

$$Q_R = Q_s + Q_e$$

$Q_s$  : 三角形分布荷重によるせん断力

$Q_e$  : 等分布荷重によるせん断力

三角形分布荷重によるせん断力算定式

$$Q_s = \frac{7}{10} \left\{ \rho_o \frac{l^2}{2} \right\}$$

等分布の荷重によるせん断力算定式

$$Q_e = \rho_o (h_T - h_1) \frac{l}{2}$$

$l$  : 壁高さ

$h_1$  : G. L. ±0 m から上階スラブ下端までの高さ

$h_T$  : 水深係数 ( $\alpha$ ) × 波力算定用津波高さ ( $h$ )

$\rho_o$  : 海水の単位体積重量



図 3-10 建家外壁の波力による応力算定の考え方

③ ケース3 (波力+漂流物衝突荷重)

波力による応力は「②ケース2 (波力+余震) a. 波力による応力」と同様に算定する。

a. 漂流物の衝突による応力

漂流物衝突荷重の作用位置は、検討内容に応じて保守的となるように設定する。

図3-11に漂流物衝突荷重の作用位置設定の考え方を示す。

漂流物衝突荷重は、部材端部の曲げ検討時には部材下端部から壁高さの1/3の位置に、部材中央の曲げ検討時には中央に作用させる。

せん断検討時には、対象部材の端部に作用させる。

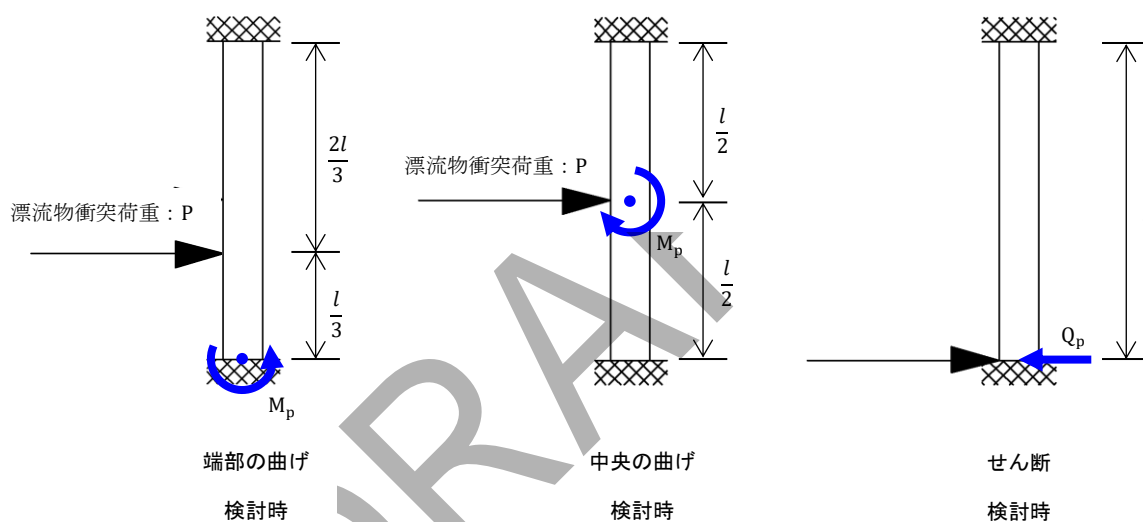


図 3-11 漂流物衝突荷重の作用位置設定の考え方

漂流物衝突荷重による応力は下式により算定する。

漂流物衝突荷重による曲げモーメント  $M_p$

$$M_p \text{ (下端)} = \frac{4Pl}{27}$$

$$M_p \text{ (中央)} = \frac{Pl}{8}$$

$P$  : 漂流物衝突荷重

$l$  : 壁高さ

漂流物衝突荷重によるせん断力  $Q_p$

$$Q_p = P$$



④ 開口部周辺の応力評価

開口部を有する外壁について、壁補強による開口幅変更を考慮した有効負担幅により評価を行う。

各荷重の組合せ荷重による応力は、単位幅の外壁の荷重に荷重増分係数を乗じて算定する（漂流物衝突荷重を除く）。

a. 有効負担幅

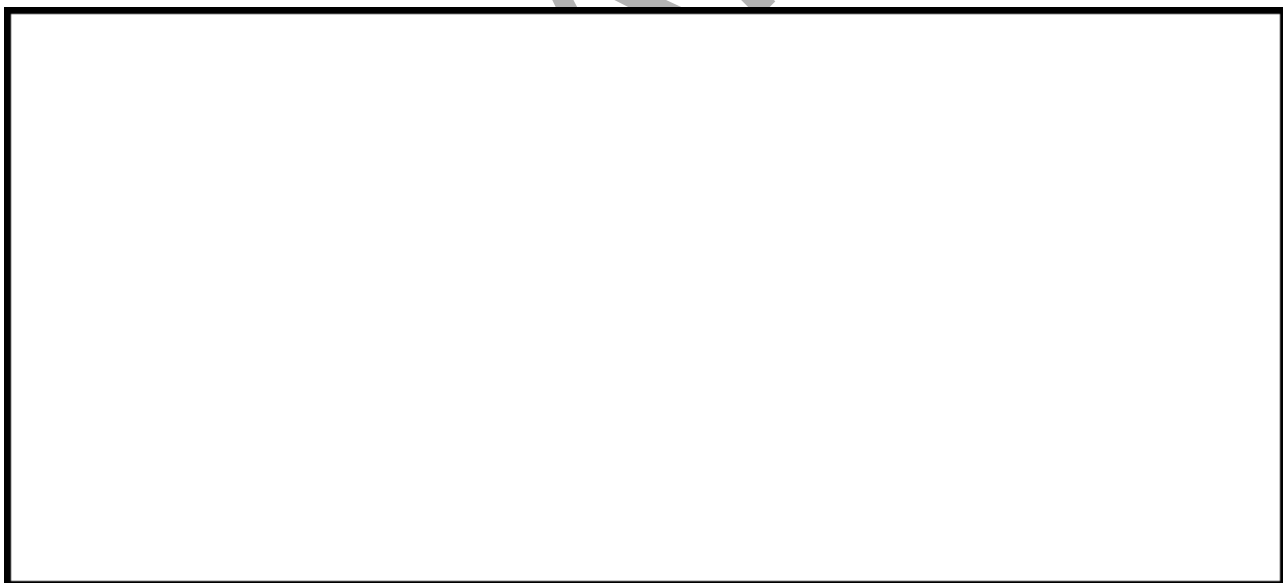
外壁の両側が開口部に接する外壁については、開口部間の外壁の幅を有効負担幅とする。

外壁の片側が開口部に接する外壁については、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」を踏まえ、開口端から壁厚さの2倍の範囲を有効負担幅とする。

b. 荷重増分係数

荷重増分係数の考え方を図3-12及び図3-13に示す。

荷重増分係数は、単位幅の外壁に対する有効負担幅と開口幅の1/2との和の比率とする。



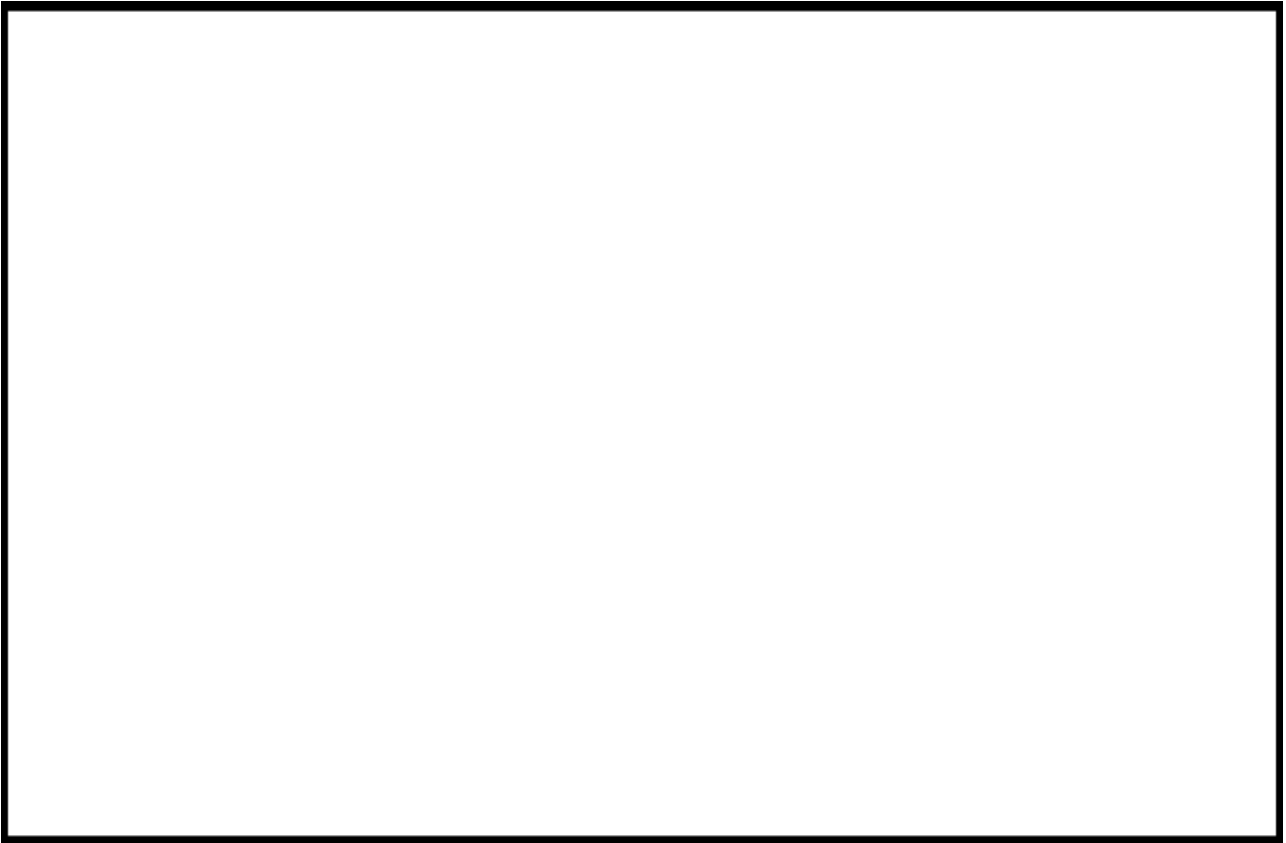


図 3-12 開口部を有する外壁の荷重増分係数の考え方 (1階外壁南面)

DRAFT

#### 4. 評価条件

##### 4.1 各ケース共通評価条件

各ケースの評価に用いる共通の評価条件を表 4-1 に示す。

表 4-1 各ケース共通評価条件

記号	定義	数値	単位
$l$	壁高さ		m
T	鉄筋コンクリート外壁の既存壁厚		m
—	鉄筋コンクリート外壁の既存壁筋	D22@200D	—
—	鉄筋コンクリート外壁の B-1a, B-1b (開口有) の既存開口補強筋	B-1a 1階外壁南面 (開口有) : 6-D22	
—		B-1b 1階外壁南面 (開口有) : 6-D22	
—	鉄筋コンクリート外壁の補強壁筋	D22@200	—
$\rho$	鉄筋コンクリートの単位体積重量	24.0	kN/m <sup>3</sup>
$\rho_0$	海水の単位体積重量	10.1	kN/m <sup>3</sup>
$h'$	浮力算定用津波高さ <sup>※1</sup>	7.6	m
$h$	波力算定用津波高さ <sup>※1</sup>	6.1	m
$\alpha$	水深係数 <sup>※2</sup>	3	—
$h_T$	水深係数×波力算定用津波高さ	18.3	m
$k_h$	水平震度 <sup>※4</sup>	0.5	—
$\alpha_{SR}$	最大応答加速度 <sup>※4</sup>	5.0	m/s <sup>2</sup>

※1 別添 6-1-3-1 「Ⅲ 入力津波の選定」

※2 津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (国総研資料第 673 号, 平成 24 年)

※4 別添 6-1-3-2 「Ⅱ 余震による地震応答解析」

※5 1階外壁南面の評価部位 B-1a 部の壁高さは、床増打補強により  とする。

4.2 ケース1（浮力+余震+水圧）の評価条件

ケース1（浮力+余震+水圧）の評価に用いる条件を表4-2に示す。

表4-2 ケース1（浮力+余震+水圧）の評価条件

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元			
評価部位：B-1a 1階外壁南面			
$k$	荷重増分係数	2.890	—
$M_e'$	余震による曲げモーメント	49.3	kN・m
$M_w$	静水圧による曲げモーメント	213.9	kN・m
$M_w'$	動水圧による曲げモーメント	122.4	kN・m
$Q_e'$	余震によるせん断力	74.1	kN
$Q_w$	静水圧によるせん断力	344.9	kN
$Q_w'$	動水圧によるせん断力	173.1	kN
評価部位：B-1b 1階外壁南面			
$k$	荷重増分係数	2.575	—
$M_e'$	余震による曲げモーメント	37.6	kN・m
$M_w$	静水圧による曲げモーメント	190.6	kN・m
$M_w'$	動水圧による曲げモーメント	109.1	kN・m
$Q_e'$	余震によるせん断力	56.6	kN
$Q_w$	静水圧によるせん断力	307.3	kN
$Q_w'$	動水圧によるせん断力	154.3	kN

#### 4.3 ケース 2（波力+余震）の評価条件

ケース 2（波力+余震）検討時の評価に用いる条件を表 4-3 に示す。

表 4-3 ケース 2（波力+余震）の評価条件

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元			
評価部位：B-1a 1階外壁南面			
$k$	荷重増分係数	2.890	—
$M_R$	波力による曲げモーメント	638.3	kN・m
$M_e'$	余震による曲げモーメント	49.3	kN・m
$Q_R$	波力によるせん断力	968.0	kN
$Q_e'$	余震によるせん断力	74.1	kN
評価部位：B-1b 1階外壁南面			
$k$	荷重増分係数	2.575	—
$M_R$	波力による曲げモーメント	559.8	kN・m
$M_e'$	余震による曲げモーメント	37.6	kN・m
$Q_R$	波力によるせん断力	862.5	kN
$Q_e'$	余震によるせん断力	56.6	kN

4.4 ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の評価条件

ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の評価に用いる条件を表4-4に示す。

表4-4 ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の評価条件

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元			
評価部位：B-1a 1階外壁南面 <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span>			
$k$	荷重増分係数	2.890	—
$M_R$	波力による曲げモーメント	628.3	kN・m
$M_P$	漂流物による曲げモーメント	1.7	kN・m
$Q_R$	波力によるせん断力	968.0	kN
$Q_P$	漂流物によるせん断力	2.8	kN
評価部位：B-1b 1階外壁南面 <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span>			
$k$	荷重増分係数	2.575	—
$M_R$	波力による曲げモーメント	559.8	kN・m
$M_P$	漂流物による曲げモーメント	1.7	kN・m
$Q_R$	波力によるせん断力	862.5	kN
$Q_P$	漂流物によるせん断力	2.8	kN

5. 評価結果

5.1 ケース 1 (浮力+余震+水圧) の強度評価結果


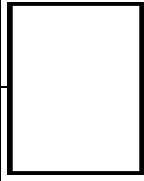

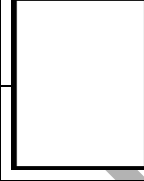

ケース 1 (浮力+余震+水圧) に対する建家外壁の健全性評価結果を表 5-1 に示す。補強した 1 階外壁南面  の応力は検討断面 2 箇所共に短期許容応力以下であった。

表 5-1 建家外壁評価結果ケース 1 (浮力+余震+水圧)

評価対象部位		短期許容曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
B-1a 1 階外壁南面		962.2	385.6	0.40
B-1b 1 階外壁南面		677.5	337.3	0.50

評価対象部位		短期許容せん断力 Q <sub>AS</sub> (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q <sub>AS</sub>
B-1a 1 階外壁南面		1285.8	592.1	0.46
B-1b 1 階外壁南面		1222.1	518.2	0.42

5.2 ケース 2（波力+余震）の強度評価結果

ケース 2（波力+余震）に対する建家外壁の健全性評価結果を表 5-2 に示す。補強した 1 階外壁南面  の応力は検討断面 2 箇所共に短期許容応力以下であった。

表 5-2 建家外壁の健全性評価結果ケース 2（波力+余震）

評価対象部位		短期許容曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
B-1a 1 階外壁南面		962.2	677.5	0.70
B-1b 1 階外壁南面		677.5	597.4	0.88

評価対象部位		短期許容せん断力 Q <sub>AS</sub> (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q <sub>AS</sub>
B-1a 1 階外壁南面		1285.8	1042.1	0.81
B-1b 1 階外壁南面		1222.1	919.1	0.75



5.3 ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の強度評価結果

ケース3（波力+漂流物衝突荷重）に対する建家外壁の健全性評価結果を表5-3に示す。補強した1階外壁南面  の応力は検討断面2箇所共に短期許容応力以下であった。

表5-3 建家外壁の健全性評価結果ケース3（波力+漂流物衝突荷重）

評価対象部位		短期許容曲げモーメント Ma (kN・m)	曲げモーメント M (kN・m)	検定比 M/Ma
B-1a 1階外壁南面		962.2	629.9	0.65
B-1b 1階外壁南面		677.5	561.4	0.83

評価対象部位		短期許容せん断力 Q <sub>AS</sub> (kN)	せん断力 Q (kN)	検定比 Q/Q <sub>AS</sub>
B-1a 1階外壁南面		1285.8	970.8	0.76
B-1b 1階外壁南面		1222.1	865.3	0.71

#### 5.4 評価のまとめ

高放射性廃液貯蔵場（HAW）は，ケース 1（浮力＋余震＋水圧），ケース 2（波力＋余震），ケース 3（波力＋漂流物衝突荷重）の荷重条件に対して，建屋外壁の検定比は最大 0.88 であり，許容限界（短期許容応力）以下であることを確認した。

DRAFT

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の廃止措置計画用設計津波に  
対する津波影響評価に関する説明書

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)(以下、「HAW」という。)の浸水防止扉について、廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対し、余震、建家設計用漂流物の衝突による荷重の組み合わせを考慮した津波荷重に対し構造強度を維持していることを示す。
  
- HAW に接続するトレンチ(連絡管路、T15、T21)が浸水した場合においても建家内が浸水しないよう、トレンチ内壁とスラブの構造強度を維持していることを強度評価により示す。

令和2年6月30日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の  
廃止措置計画用設計津波  
に対する津波影響評価に関する説明書

DRAFT

I 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の津波防護に関する施設の設計方針  
（変更なし）

II 余震による地震応答解析  
（変更なし）

III-1 設計津波に対する津波防護施設の強度評価  
（変更なし）

DRAFT

### Ⅲ-2 設計津波に対する浸水防止設備（浸水防止扉）の強度評価

#### 1. 概要

本資料は、別添 6-1-3-2「Ⅰ 高放射性廃液貯蔵場(HAW)の津波防護に関する施設の設計方針」に基づき、津波荷重及び余震を考慮した荷重に対して、高放射性貯蔵場(HAW) 建家 1 階に設置している浸水防止扉（以下「建家 1 階浸水防止扉」という。）が、構造強度を保持することを示す。

建家 1 階には、浸水防止扉 HAW-1、浸水防止扉 HAW-2 及び 浸水防止扉 HAW-3 を設置している。

#### 2. 一般事項

##### 2.1 配置概要

浸水防止扉の設置位置図を図 2.1-1 に示す。



図 2.1-1 浸水防止扉の設置位置図（HAW 建家 1 階平面）

## 2.2 構造概要

浸水防止扉は、片開型及び横引型で一部固定の鋼製扉とし扉板の背面に芯材（主桁及び縦桁）を配した構造である。また、閉止状態においてゴムにより水密性を確保している。扉枠は、アンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。

DRAFT

## 2.3 評価方針

浸水防止扉の強度評価は、別添 6-1-3-2「Ⅰ 高放射性廃液貯蔵場(HAW)の津波防護に関する施設の設計方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、浸水防止扉の評価部位に作用する応力等が許容限界内に収まることを各設備の「構造強度評価方法」に示す方法により、「計算条件」に示す計算条件を用いて評価し、応力評価の確認結果を「評価結果」にて確認する。

浸水防止扉の強度評価フローを図 2.3-1 に示す。

浸水防止扉の構造強度評価においては、その構造を踏まえ、津波及び余震に伴う荷重（静水圧荷重及び波圧）の作用方向及び伝達経路を考慮し、評価部位を設定する。

構造強度評価においては、荷重を静的に作用させる静的解析により、扉板及び芯材の発生荷重を算定し、許容限界との比較を行う。

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、以下のとおりとする。

### (1) 荷重

#### ① 津波による波力 ( $P_R$ )

津波による波力については、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の地表面から波力算定用津波高さ  $h^{*1}$  までの高さを考慮して算定する。算定にあたっては、静水圧及び動水圧の影響として水深係数 $\alpha=3.0^{*2}$ を考慮する。

#### ② 余震による荷重 ( $P_E$ )

余震による荷重として、別添 6-1-3-2「Ⅱ 余震による地震応答解析」の応答値（加速度，せん断力，転倒モーメント，最大応答軸力）による慣性力を考慮する。

#### ③ 漂流物衝突荷重 ( $P_P$ )

津波漂流物防護柵をすり抜ける可能性がある漂流物として、防砂林(0.55 t の流木)<sup>\*3</sup>を想定する。流木は、津波漂流物防護柵への衝突等によりエネルギーを失った後に、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の建家外壁等に到達すると考えられる。このため、流木等が河川の橋脚に衝突する状況を想定した衝突力を評価する「道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編，Ⅴ耐震設計編」（以下「道路橋示方書」という。）の算定式に基づく荷重を考慮する。

#### ④ 風荷重

風荷重については、建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）の規定



に基づき組合せを考慮しない。

⑤ 積雪荷重

積雪荷重については、浸水防止扉の設置状況から考慮しない。

(2) 荷重の組合せ

強度計算に用いる荷重の組合せは、施設の配置、構造計画に基づく形状及び評価部位を踏まえて、「(1) 荷重の種類」で示した荷重①～③を津波の形態に応じた津波荷重と適切に組み合わせる。

津波荷重については「(1) 荷重の種類で示す通り、遡上津波荷重と浸水津波荷重がある。高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家に対しては、以下の3ケースについて耐津波強度評価を実施し、ケース2の検定比が最も厳しいことを確認した。

ケース1：津波浸水荷重+余震荷重

ケース2：遡上津波荷重+余震荷重

ケース3：遡上津波荷重+漂流物衝突荷重

以上より、浸水防止扉の耐津波強度評価においては、荷重条件の最も厳しいケース2に漂流物衝突荷重を付加した保守的な条件で実施する。

構造強度評価においては、荷重を静的に作用させる静的解析により、扉板及び芯材の発生荷重を算定し、許容限界との比較を行う。

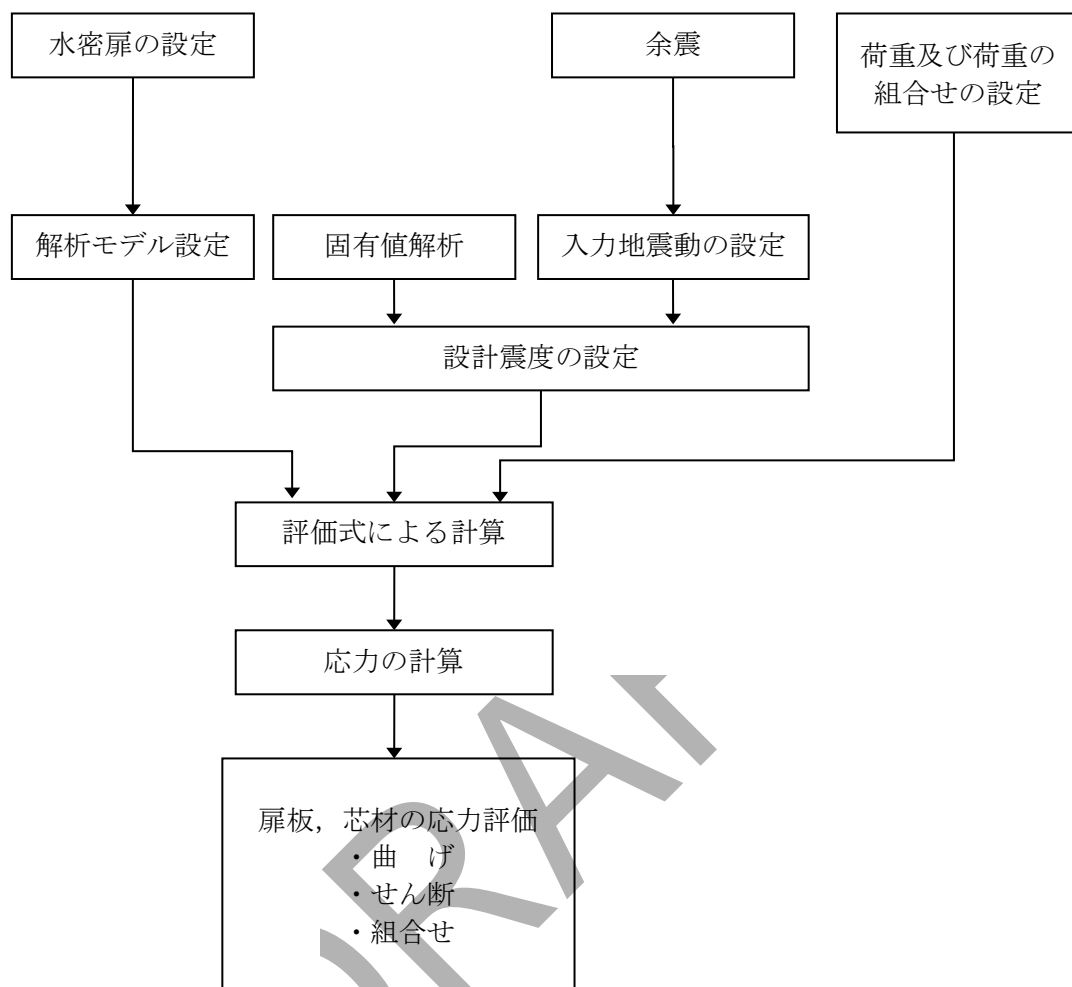


図 2.3-1 強度評価フロー

## 2.4 適用基準

適用する基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令
- (2) 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005 改定）
- (3) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）
- (4) 日本工業規格 JIS G 4304（2012）熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

DRAFT

## 2.5 記号の説明

建家1階に設置する浸水防止扉の強度評価に用いる記号を表2.5-1に示す。

表 2.5-1 強度評価に用いる記号 (1/2)

記号	定義
$A_G$	桁の断面積
$A_W$	1本当たりの表面積
$a_n$	主桁ピッチ
$B$	受圧幅
$b$	扉全体の受圧幅
$b_m$	縦桁ピッチ
$D_R$	漂流物衝突荷重
$D'_R$	単位面積あたりの漂流物衝突荷重
$g$	重力加速度
$G$	扉体自重
$H_X$	当該部分の浸水深
$h_1$	扉体下端部の浸水深
$h_2$	扉体上端部の浸水深
$H_g$	受圧高
$K_H$	水平震度
$K_S$	単位面積あたりの余震による地震荷重
$L$	主桁の長さ
$M$	曲げモーメント
$P_{an}$	該当部位の縦桁に作用する単位長さあたりの直線形分布荷重
$P_{bn}$	該当部位の縦桁に作用する単位長さあたりの等分布荷重
$P_h$	浸水津波荷重による静水圧による荷重
$P_{hd}$	浸水津波荷重又は溢水による静水圧及び余震による荷重 (下部)
$P_{hu}$	浸水津波荷重又は溢水による静水圧及び余震による荷重 (上部)
$P_n$	該当部位の扉板及び主桁に作用する単位面積あたりの荷重
$P'_n$	該当部位の縦桁に作用する単位長さあたりの荷重
$P_{hn}$	該当部位の扉板及び主桁に作用する単位面積あたりの静水圧荷重

表 2.5-1 強度評価に用いる記号 (2/2)

記号	定義
Q	せん断力
t	扉体の板厚
Wn	該当部位の主桁が受ける単位長さあたりの荷重
$Z_x$	桁の断面係数
$\beta, \beta_n$	扉板に発生する応力の応力係数
$\rho$	水の密度
$\sigma$	曲げ応力
$\sigma_c$	組合せ応力
$\tau$	せん断応力

DRAFT

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の計算方法

浸水防止扉の構造に応じて解析モデルを設定し，固有周期を計算する。

##### 3.1.1 解析モデルの設定

浸水防止扉は，扉板及び芯材の組合せにより剛な断面を有しているとともに，ヒンジ及び締付装置により扉を扉枠に支持させる構造であることから，両端支持はりに単純化したモデルとし，最大スパン部のはり（芯材）に，当該はりが受ける扉本体（扉板，芯材）の自重及び付属品（締結装置等）の自重を加えるものとする。はり長さは扉幅とする。浸水防止扉の固有周期解析モデル図を図 3.1-1 に示す。

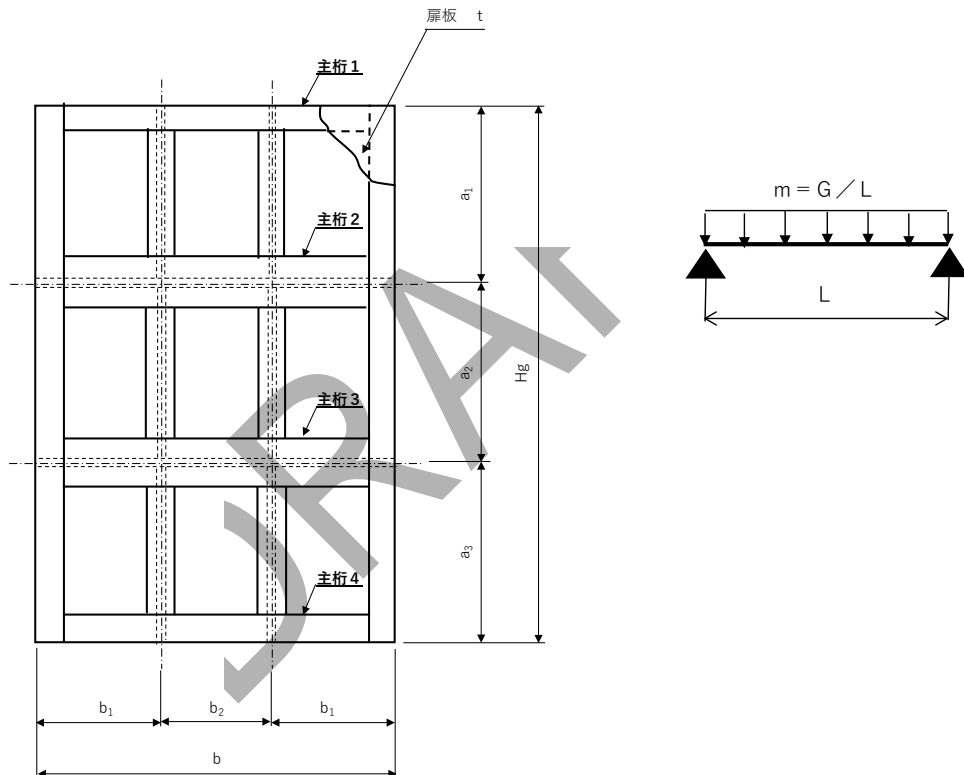


図 3.1-1 浸水防止扉の固有周期解析モデル

##### 3.1.2 固有周期の計算方法

1 次固有振動数  $f$  を「日本機械学会 機械工学便覧」に基づき以下の式より計算する。

(1) 両端支持はりモデル

$$f = \frac{\lambda^2}{2\pi L_2} \sqrt{\frac{EI}{m}}$$

(2) 固有周期

$$T = \frac{1}{f}$$

DRAFT

浸水防止扉の固有周期計算に用いる記号を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 浸水防止扉の固有周期計算に用いる記号

記号	定義
f	浸水防止扉の 1 次固有振動数
L	はり長さ
E	ヤング率 (縦弾性係数)
I	断面 2 次モーメント
m	質量分布
$\lambda$	定数 (板モデルの固有振動数算出)
T	固有周期

DRAFT



### 3.2 固有周期の計算条件

浸水防止扉の固有周期の計算条件を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 浸水防止扉の固有周期の計算条件及び結果（両端支持はりモデル）

浸水防止扉名称	はり長さ $l$ (m)	ヤング率E (N/m <sup>2</sup> )	断面 2 次 モーメント I (m <sup>4</sup> )	質量分布 m (kg/m)
HAW-1 浸水防止扉	1.212	193000	0.0004963	495.05
HAW-2 浸水防止扉 上段固定扉	3.250	193000	0.0004375	400.00
HAW-2 浸水防止扉 下段横引扉	3.250	193000	0.0010982	1046.15
HAW-3 浸水防止扉	1.232	193000	0.00004963	487.01

### 3.3 固有周期の計算結果

浸水防止扉の固有周期の計算結果を表 3.3-1 に示す。各浸水防止扉の固有周期が 0.05 秒以下であり，剛構造であることを確認した。

表 3.3-1 浸水防止扉の固有周期の計算条件及び結果

浸水防止扉名称	固有周期 (s)	固有振動数 f
HAW-1 浸水防止扉	0.007	148
HAW-2 浸水防止扉 上段固定扉	0.014	68
HAW-2 浸水防止扉 下段横引扉	0.014	66
HAW-3 浸水防止扉	0.007	145

#### 4. HAW-1 浸水防止扉

##### 4.1 評価部位

基礎・支持構造として扉開放時においては、ヒンジにより扉が扉枠に固定され、扉閉止時においては、締付装置により扉が扉枠に固定される構造とする。また、扉枠を建家の開口部周辺に、アンカーボルトにより固定する構造とする。

主体構造として片開型の鋼製扉とし、鋼製の扉板に芯材を取付け、扉に設置された締付装置を鋼製の扉枠に、差し込み、扉と扉枠を一体化させる構造とする。また、扉と扉の接続はヒンジを介する構造とする。

HAW-1 浸水防止扉に生じる外部からの津波、余震及び漂流物に伴う荷重は、扉板から芯材、芯材から扉枠を介し、躯体に伝達されることから、評価部位は、扉板及び芯材とする。

HAW-1 浸水防止扉の構造図を図 4.1-1 に示す。

DRAFT

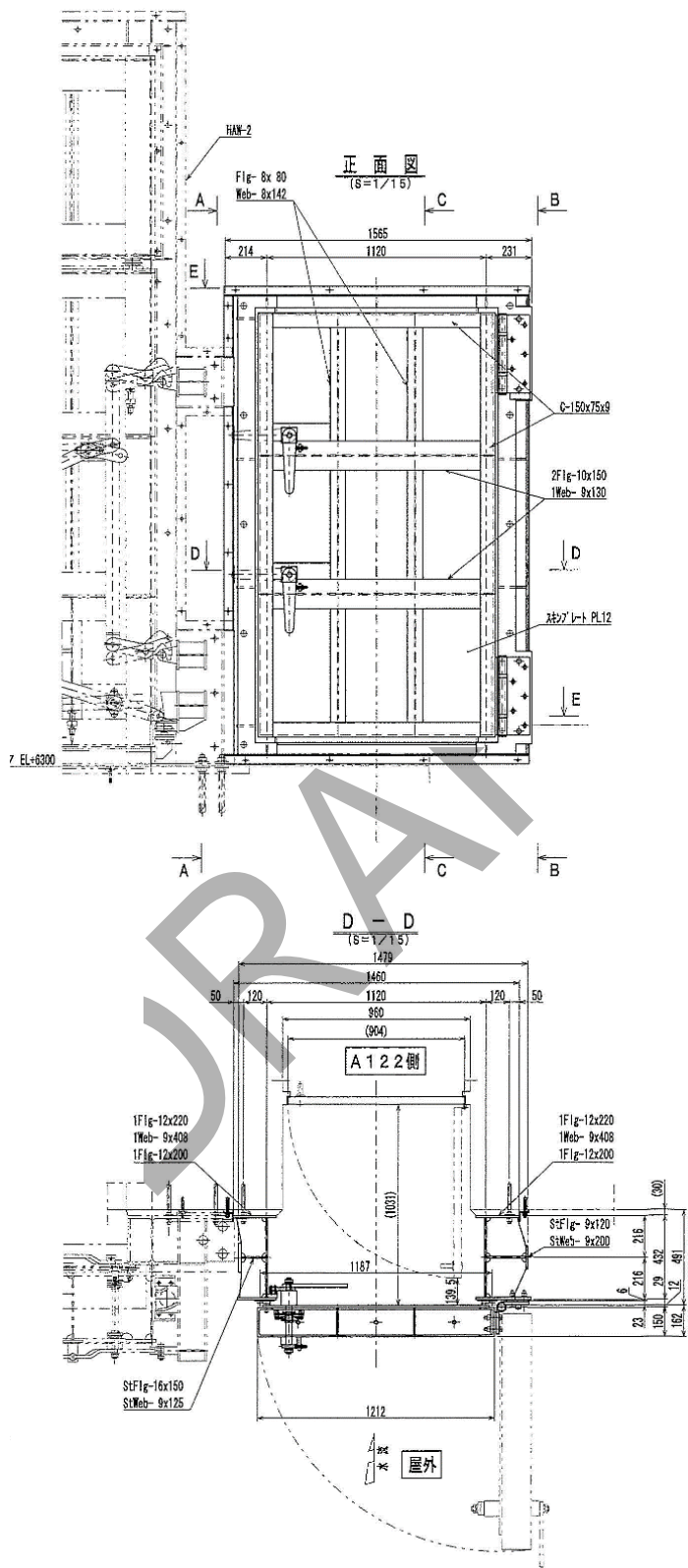


図 4.1-1 HAW-1 浸水防止扉の構造図

## 4.2 構造強度評価方法

HAW-1 浸水防止扉の強度評価は、「4.1 評価部位」に示す評価部位に対し、「4.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「4.6 計算方法」に示す方法を用いて評価を行う。

## 4.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、以下のとおりとする。

### (1) 荷重の設定

強度評価に用いる荷重を以下に示す。

#### a. 津波による遡上津波荷重 ( $P_h$ )

津波に伴う荷重として、遡上津波荷重を考慮する。

$$P_{hn} = \rho \cdot g \cdot H_x$$

#### b. 漂流物衝突荷重 ( $D_R'$ )

津波に伴う荷重として、漂流物衝突荷重を考慮する。

$$D_R' = D_R \cdot (b \cdot H_g)$$

#### c. 余震荷重 ( $K_S$ )

余震荷重は、弾性設計用地震動  $S_d$  に伴う地震力（動水圧を含まない。）とする。

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。地震荷重  $K_S$  は、浸水防止扉の固定荷重  $G$  に水平震度  $K_H$  を乗じた次式により算出する。

$$K_S = \frac{K_H \cdot G \cdot g}{b \cdot H_g}$$

d. 縦桁に作用する荷重 ( $P'_n$ )

縦桁に作用する荷重は、上記 a~c の荷重の合計に、縦桁が受け持つ荷重の受圧幅  $B$  を乗じた次式により算出する。

$$P'_n = B \cdot P_n$$

津波の浸水高さは、T.P.+12.1 m (浸水深 6.1 m) に水深係数  $\alpha=3.0$  を考慮して評価を行う。

津波に伴う荷重の算定に用いる、水圧作用高さ及び水の密度を表 4.3-1 に示す。

表 4.3-1 水圧作用高さ及び水の密度

扉名称	水圧作用高さ (EL. m)	水の密度 ( $t/m^3$ )
HAW-1 浸水防止扉	18.3	1.03

(2) 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、津波時の最大荷重を用いる。強度評価に用いる荷重の組合せを表 4.3-2 に示す。

表 4.3-2 強度評価に用いる荷重の組合せ

扉名称	事象	荷重の組合せ*
HAW-1 浸水防止扉	津波時	$P_i = P_{hi} + K_s + D_R'$

注記\* :  $P_h$  は津波に伴う荷重、 $K_s$  は余震荷重、 $D_R'$  は漂流物衝突荷重を示す。

#### 4.4 許容限界

HAW-1 浸水防止扉の許容限界は、「4.1 評価対象部位」にて設定した評価部位の機能損傷モードを考慮し、添付書類「V-3-別添 3-1 津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している許容限界を踏まえ設定する。

##### (1) 使用材料

HAW-1 浸水防止扉を構成する扉板、芯材の使用材料を表 4.4-1 に示す。

表 4.4-1 扉板，芯材の使用材料

部 位		材 質	仕 様[mm]
扉 板		SUS304	2174 x 1212 x t12
芯 材	主 桁（上段及び下段）	SUS304	C150x75x9x9
	主 桁（中間）	SUS304	H150x150x9x10
	縦 桁	SUS304	T150x80x8x8

DRAFT

(2) 許容限界

- a. 扉板, 芯材の許容限界は, 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—(社)日本建築学会, 2005 改定)」を踏まえて表 4.4-2 の値とする。

表 4.4-2 扉板, 芯材の許容限界

材 料	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	曲げ	せん断
SUS304*1	205	118

注 \*1: 許容応力度を決定する場合の基準値Fの値は, 「JIS G 4304:2012 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に基づく。

DRAFT



#### 4.5 設計用地震力

「3. 固有周期」に示したとおり HAW-1 浸水防止扉の固有周期が 0.05 秒以下であることを確認したため、HAW-1 浸水防止扉の強度計算で用いる設計震度は、Sd 地震力をもとに設定した水平震度：0.6 を用いる。

#### 4.6 計算方法

HAW-1 浸水防止扉の強度評価における計算方法を以下に示す。

##### (1) 応力算定

###### a. 扉板

扉板に生じる応力は、津波及び余震に伴う荷重を考慮し、等変分布荷重及び等分布荷重を受ける周辺固定支持の矩形板として、「土木学会 構造力学公式集」に基づき、次式により算定する。

$$\sigma_{pa} = \frac{\beta_1 \cdot 1000 P_n \cdot c_1}{t^2} + \frac{\beta_2 \cdot 1000 (P_{n+1} - P_n) \cdot c_2}{t^2}$$

$$C_1 = \text{MIN}(a_n, b_m), \quad C_2 = \text{MIN}(a_n, b_m)$$

$$\sigma_{pb} = \sigma_{pb} = \frac{\beta \cdot 1000 D_R}{t^2} \quad \beta = 6\gamma$$

$$\sigma_p = \sigma_{pa} + \sigma_{pb}$$

扉板に生じる応力の例を第 4.6-1 図に示す。

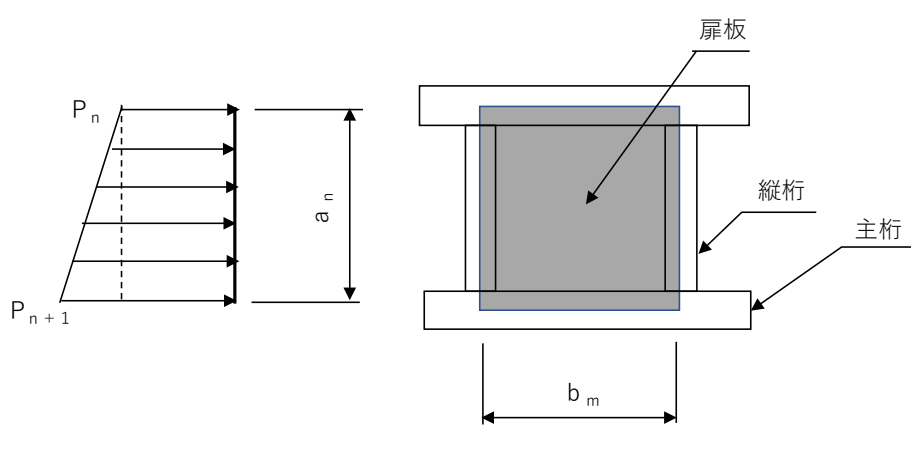


図 4.6-1 扉板に生じる応力の例

DRAFT

b. 芯材

芯材に生じる荷重は、津波及び余震に伴う荷重を考慮し、荷重を負担する芯材の取付方向（鉛直又は水平）に応じて「日本機械学会 機械工学便覧 基礎編 A4 材料力学」の「はり」の公式に基づき、それぞれ算定する。

水平方向に取付く主桁については、扉に生じる荷重を算定し、次式により算定する。

鉛直方向に取付く縦桁については、各桁（中間縦桁及び端縦桁）に分担することとし、等分布荷重を受ける両端支持の単純梁として、次式により算定する。芯材に生じる荷重の例を図 4.6-2 に示す。

(a) 主桁

$$w_1 = \frac{(2q_1 + q_2) \cdot a_1}{6}$$

$$w_2 = \frac{(2q_2 + q_1) \cdot a_1}{6} + \frac{(2q_2 + q_3) \cdot a_2}{6}$$

$$w_3 = \frac{(2q_3 + q_{21}) \cdot a_2}{6} + \frac{(2q_3 + q_4) \cdot a_3}{6}$$

$$w_4 = \frac{(2q_4 + q_3) \cdot a_3}{6}$$

$$M = \frac{w \cdot L^2}{8} \quad F = \frac{w \cdot L}{2}$$

$$\sigma = \frac{1 \times 10^6 M}{Z_x} \quad \tau = \frac{1000Q}{A_w}$$

$$Q_c = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

(b) 縦桁

$$M = a_n^2 \cdot \left( \frac{P_{an}}{9\sqrt{3}} + \frac{P_{bn}}{8} \right)$$

$$Q = a_n \cdot \left( \frac{P_{an}}{3} + \frac{P_{bn}}{2} \right)$$

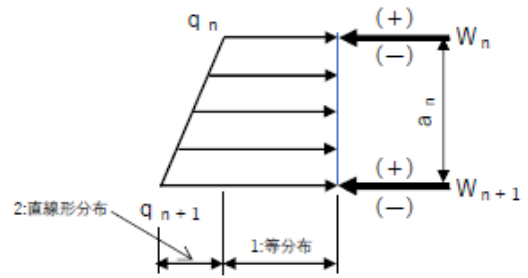
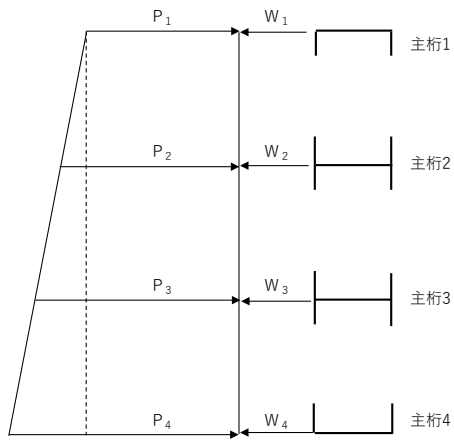
$$P_{an} = P'_{n+1} - P'_{n'}, \quad P_{bn} = P'_{n}$$

$$\sigma = \frac{1 \times 10^6 \cdot M}{Z_x}$$

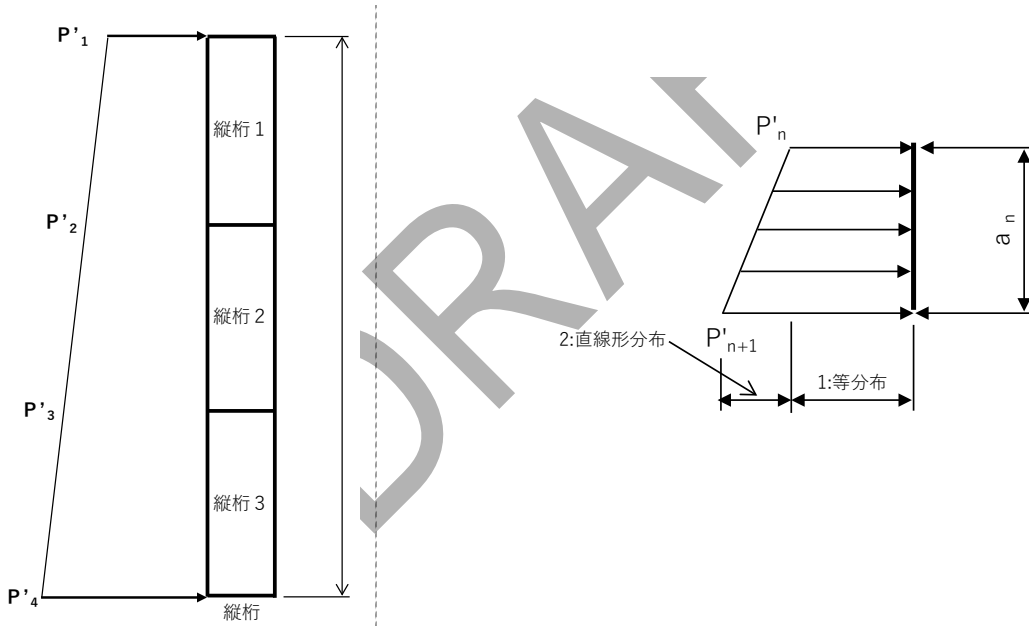
$$\tau = \frac{1000Q}{A_w}$$

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

DRAFT



主桁に生じる荷重の例



縦桁に生じる荷重の例

(1 : 等分布成分が  $P_{bn}$ , 2 : 直線形分布成分が  $P_{an}$ )

図 4.6-2 芯材に生じる荷重の例

#### 4.7 計算条件

「4.6 計算方法」に用いる評価条件を表 4.7-1 に示す。

表 4.7-1 HAW-1 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(1/3)

対象部位	記号	単位	定義	数値
扉板	L <sub>4</sub>	m	区画短辺の長さ	1.212
	P <sub>h1</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの津波荷重(最上段部)	158.4
	P <sub>h2</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの津波荷重(中段上部)	165.7
	P <sub>h3</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの津波荷重(中段下部)	172.9
	P <sub>h4</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの津波荷重(最下段部)	180.3
	K <sub>s</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの余震荷重	1.34
	D <sub>R</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの漂流物衝突荷重	1.063
	P <sub>1</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重(最上段部)	160.8
	P <sub>2</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重(中段上部)	168.1
	P <sub>3</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重(中段下部)	175.3
	P <sub>4</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重(最下段部)	182.7

表 4.7-1 HAW-1 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(2/3)

対象部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (主桁)	Hg	m	受圧高	2.174
	B <sub>1</sub>	m	受圧幅	1.212
	P <sub>1</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (最上段部)	160.8
	P <sub>2</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (中段上部)	168.1
	P <sub>3</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (中段下部)	175.3
	P <sub>4</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (最下段部)	182.7
	a <sub>1</sub>	m	主桁ピッチ	0.730
	a <sub>2</sub>	m	主桁ピッチ	0.710
	a <sub>3</sub>	m	主桁ピッチ	0.734
	Z <sub>X1</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (最上段部)	112600
	Z <sub>X2</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (中段上部)	218300
	Z <sub>X3</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (中段下部)	218300
	Z <sub>X4</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (最下段部)	112600
	A <sub>G1</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (最上段部)	2358
	A <sub>G2</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (中段上部)	4170
	A <sub>G3</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (中段下部)	4170
	A <sub>G4</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (最下段部)	2358

表 4.7-1 HAW-1 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(3/3)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (縦桁)	Hg	m	受圧高	2.174
	B <sub>1</sub>	m	受圧幅	1.212
	P' <sub>1</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (最上段部)	64.56
	P' <sub>2</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (中段上部)	67.49
	P' <sub>3</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (中段下部)	70.38
	P' <sub>4</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (最下段部)	73.35
	b1	m	縦桁ピッチ	0.409
	b2	m	縦桁ピッチ	0.394
	Z <sub>X5</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数	43010
	A <sub>G5</sub>	mm <sup>3</sup>	断面積	1136



#### 4.8 評価結果

HAW-1 浸水防止扉の強度評価結果を表 4.8-1 に示す。HAW-1 浸水防止扉の各部材の断面検定を行った結果、発生応力度又は荷重は許容限界値以下であることから、HAW-1 浸水防止扉が構造健全性を有することを確認した。

表 4.8-1 強度評価結果

名 称	評価部位	発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	発生応力/ 許容応力
HAW-1 浸水防止扉	扉 板	124	205	0.61
	主桁	109	205	0.54
	縦桁	120	205	0.59

DRAFT

## 5. HAW-2 浸水防止扉

### 5.1 評価部位

基礎・支持構造として扉開放時においては、ガイドにより扉が建家に支持され、扉閉止時においては、締付装置により扉が扉枠に固定される構造とする。また、扉枠を建家の開口部周辺に、アンカーボルトにより固定する構造とする。

主体構造として横引型の鋼製扉とし、鋼製の扉板に芯材を取付け、扉に設置された締付装置を鋼製の扉枠に、差し込み、扉と扉枠を一体化させる構造とする。

HAW-2 浸水防止扉に生じる外部からの津波、余震及び漂流物に伴う荷重は、扉板から芯材、芯材から扉枠を介し、躯体に伝達されることから、評価部位は、扉板及び芯材とする。

HAW-2 浸水防止扉の構造図を図 5.1-1 に示す。

DRAFT

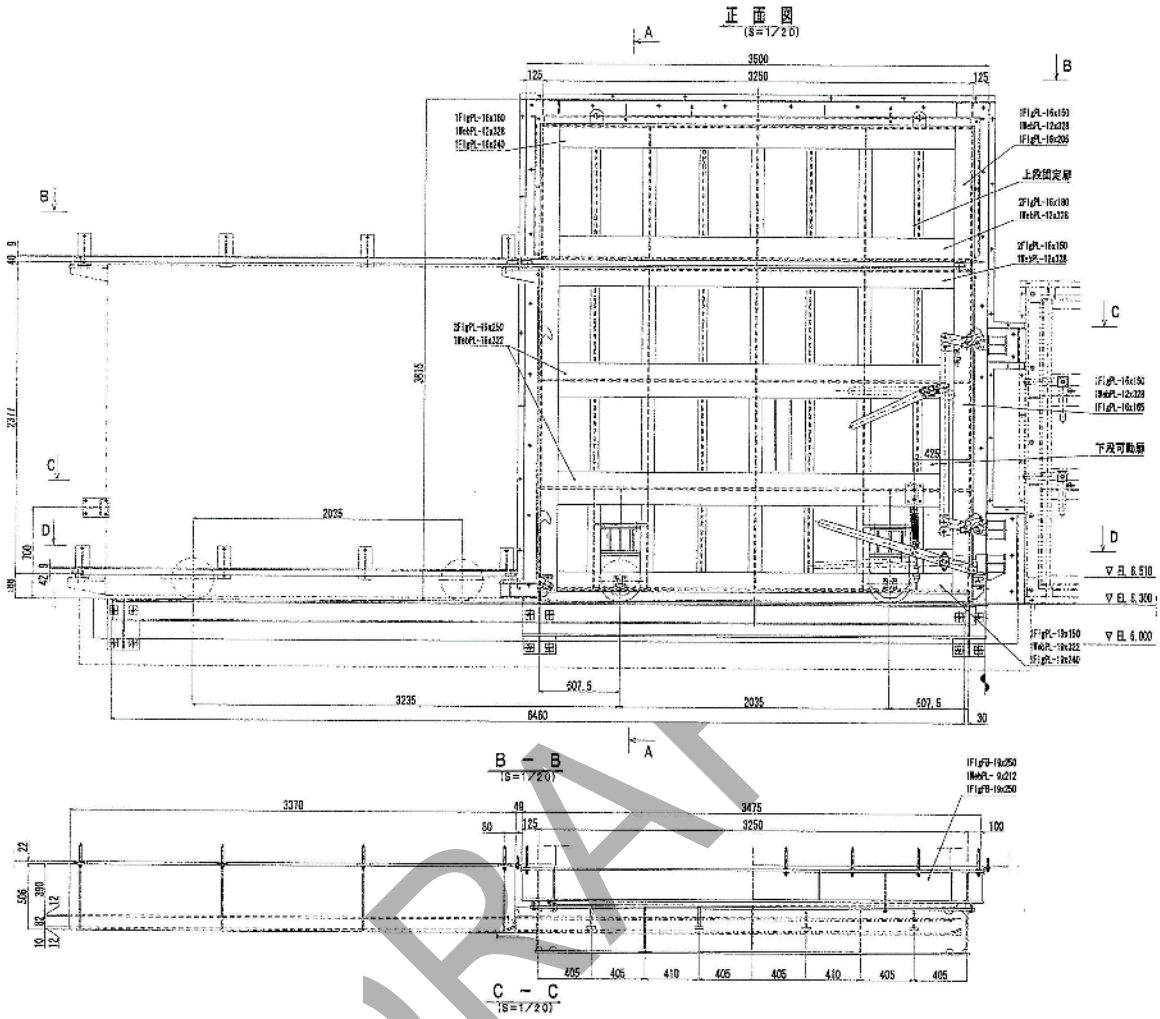


図 5.1-1 HAW-2 浸水防止扉の構造

## 5.2 構造強度評価方法

HAW-2 浸水防止扉の強度評価は、「5.1 評価部位」に示す評価部位に対し、「5.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「5.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「5.6 計算方法」に示す方法を用いて評価を行う。

## 5.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、以下のとおりとする。

### (1) 荷重の設定

強度評価に用いる荷重を以下に示す。

#### a. 津波による遡上津波荷重 ( $P_h$ )

津波に伴う荷重として、遡上津波荷重を考慮する。

$$P_{hn} = \rho \cdot g \cdot H_x$$

#### b. 漂流物衝突荷重 ( $D_R'$ )

津波に伴う荷重として、漂流物衝突荷重を考慮する。

$$D_R' = D_R \cdot (b \cdot H_g)$$

#### c. 余震荷重 ( $K_S$ )

余震荷重は弾性設計用地震動  $S_d$  に伴う地震力（動水圧を含まない。）とする。

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。地震荷重  $K_S$  は、浸水防止扉の固定荷重  $G$  に水平震度  $K_H$  を乗じた次式により算出する。

$$K_S = \frac{K_H \cdot G \cdot g}{b \cdot H_g}$$

d. 縦桁に作用する荷重 ( $P'_n$ )

縦桁に作用する荷重は、上記 a~c の荷重の合計に、縦桁が受け持つ荷重の受圧幅 B を乗じた次式により算出する。

$$P'_n = B \cdot P_n$$

津波の浸水高さは、T.P.+12.1 m (浸水深 6.1 m) に水深係数  $\alpha=3.0$  を考慮して評価を行う。

津波に伴う荷重の算定に用いる、水圧作用高さ及び水の密度を表 5.3-1 に示す。

表 5.3-1 水圧作用高さ及び水の密度

扉名称	水圧作用高さ (EL. m)	水の密度 (t/m <sup>3</sup> )
HAW-2 浸水防止扉	18.3	1.03

(2) 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、津波時の最大荷重を用いる。強度評価に用いる荷重の組合せを表 5.3-2 に示す。

表 5.3-2 強度評価に用いる荷重の組合せ

扉名称	事象	荷重の組合せ*
HAW-2 浸水防止扉	津波時	$P_i = P_{hi} + K_s + D_{R'}$

注記\* :  $P_h$  は津波に伴う荷重、 $K_s$  は余震荷重、 $D_{R'}$  は漂流物衝突荷重を示す。

#### 5.4 許容限界

HAW-2 浸水防止扉の許容限界は、「5.1 評価対象部位」にて設定した評価部位の機能損傷モードを考慮し設定する。

##### (1) 使用材料

HAW-2 浸水防止扉を構成する扉板、芯材の使用材料を表 5.4-1 に示す。

表 5.4-1 扉板、芯材の使用材料

部 位		材 質	仕 様[mm]
扉 板 (上段固定扉)		SUS304	3500 x 1090 x t12
扉 板 (下段横引扉)		SUS304	3500 x 2600 x t12
芯 材 (上段固定扉)	主 桁 (最上段)	SUS304	H360 x 180(240) x 12 x 16
	主 桁 (最下段)	SUS304	C360 x 180 x 12 x 16
	縦 桁 1 <sup>*</sup>	SUS304	T360 x 100 x 12 x 12
	縦 桁 2 <sup>*</sup>	SUS304	T170 x 65 x 16 x 16
芯 材 (下段横引扉)	主 桁 (最上段)	SUS304	C360 x 180 x 12 x 16
	主 桁 (中間)	SUS304	H360 x 250 x 19 x 19
	主 桁 (最下段)	SUS304	H360 x 150(240) x 12 x 19
	縦 桁 1 <sup>*</sup>	SUS304	T360 x 100 x 9 x 12
	縦 桁 2 <sup>*</sup>	SUS304	T170 x 65 x 12 x 16

※板の組合せ構造

(2) 許容限界

- a. 扉板, 芯材の許容限界は, 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—(社)日本建築学会, 2005 改定)」を踏まえて表 5.4-2 の値とする。

表 5.4-2 扉板, 芯材の許容限界

材 料	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	曲げ	せん断
SUS304*1	205	118

注 \*1: 許容応力度を決定する場合の基準値Fの値は, 「JIS G 4304:2012 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に基づく。

DRAFT

## 5.5 設計用地震力

「3. 固有周期」に示したとおり HAW-2 浸水防止扉の固有周期が 0.05 秒以下であることを確認したため、HAW-2 浸水防止扉の強度計算で用いる設計震度は、Sd 地震力をもとに設定した水平震度 0.6 を用いる。

## 4.6 計算方法

HAW-2 浸水防止扉の強度評価における計算方法を以下に示す。

### (1) 応力算定

#### a. 扉板

扉板に生じる応力は、津波及び余震に伴う荷重を考慮し、等変分布荷重及び等分布荷重を受ける周辺固定支持の矩形板として、「土木学会 構造力学公式集」に基づき次式により算定する。

$$\sigma_{pa} = \frac{\beta_1 \cdot 1000 P_n \cdot C_1^2}{t^2} + \frac{\beta_2 \cdot 1000 (P_{n+1} - P_n)^2 C_2}{t^2}$$

$$C_1 = \text{MIN}(a_n, b_m), \quad C_2 = \text{MIN}(a_n, b_m)$$

$$\sigma_{pb} = \sigma_{pb} = \frac{\beta \cdot 1000 D_R}{t^2} \quad \beta = 6\gamma$$

$$\sigma_p = \sigma_{pa} + \sigma_{pb}$$

扉板に生じる応力の例を第 5.6-1 図に示す。



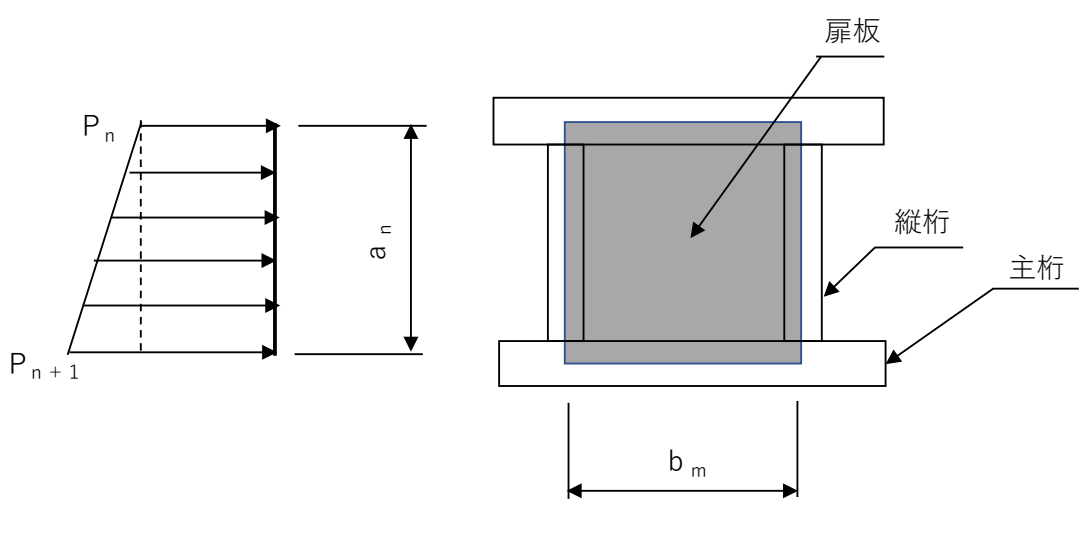


図 5.6-1 扉板に生じる応力の例

b. 芯材

芯材に生じる荷重は、津波及び余震に伴う荷重を考慮し、荷重を負担する芯材の取付方向（鉛直又は水平）に応じて「日本機械学会 機械工学便覧 基礎編 A4 材料力学」の「はり」の公式に基づき、それぞれ算定する。

水平方向に取付く主桁については、扉に生じる荷重を算定し、次式により算定する。

鉛直方向に取付く縦桁については、各桁（中間縦桁及び端縦桁）に分担することとし、等分布荷重を受ける両端支持の単純梁として、次式により算定する。芯材に生じる荷重の例を図 5.6-2 及び 6-3 に示す。

(a) 主桁

$$w_1 = \frac{(2q_1 + q_2) \cdot a_1}{6}$$

$$w_2 = \frac{(2q_2 + q_1) \cdot a_1}{6} + \frac{(2q_2 + q_3) \cdot a_2}{6}$$

$$w_3 = \frac{(2q_3 + q_2) \cdot a_2}{6} + \frac{(2q_3 + q_4) \cdot a_3}{6}$$

$$w_4 = \frac{(2q_4 + q_3) \cdot a_3}{6}$$

$$M = \frac{w \cdot L^2}{8} \quad F = \frac{w \cdot L}{2}$$

$$\sigma = \frac{1 \times 10^6 M}{Z_x} \quad \tau = \frac{1000Q}{A_w}$$

$$Q_c = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

(b) 縦桁

$$M = a_n^2 \cdot \left( \frac{P_{an}}{9\sqrt{3}} + \frac{P_{bn}}{8} \right)$$

$$Q = a_n \cdot \left( \frac{P_{an}}{3} + \frac{P_{bn}}{2} \right)$$

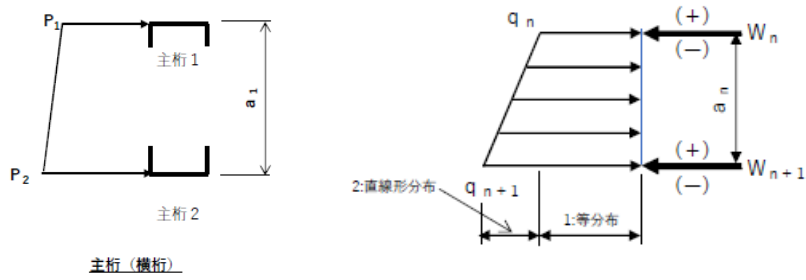
$$P_{an} = P'_{n+1} - P'_{n'}, \quad P_{bn} = P'_{n'}$$

$$\sigma = \frac{1 \times 10^6 \cdot M}{Z_x}$$

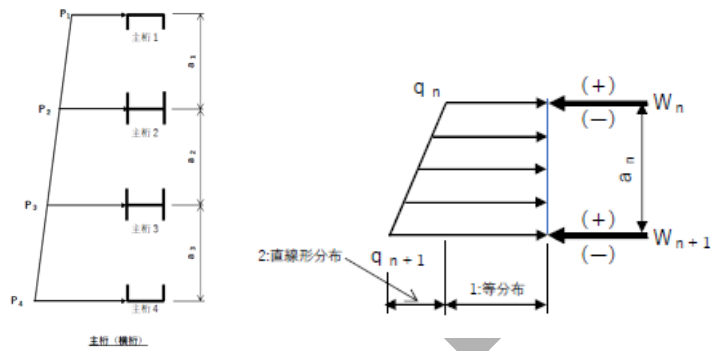
$$\tau = \frac{1000Q}{A_w}$$

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

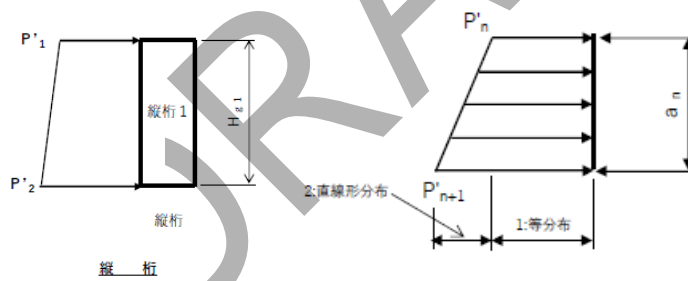
DRAFT



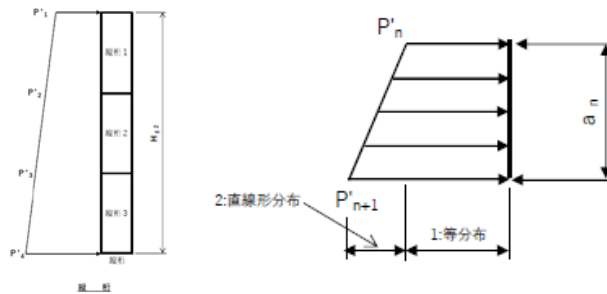
主桁に生じる荷重の例 (上段固定扉)



主桁に生じる荷重の例 (下段横引扉)



縦桁に生じる荷重の例 (上段固定扉)



縦桁に生じる荷重の例 (下段横引扉)

図 5.6-2 芯材に生じる荷重の例

## 5.7 計算条件

「5.6 計算方法」に用いる評価条件を表 5.7-1 に示す。

表 5.7-1 HAW-2 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(1/5)

対象部位	記号	単位	定義	数値
扉板 (上段)	$L_4$	m	区画短辺の長さ	3.250
	$P_{h11}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの津波荷重 (上段固定扉上段部)	143.1
	$P_{h12}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの津波荷重 (上段固定扉下段部)	153.2
	$K_{S1}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの余震荷重 (上段固定扉)	2.354
	$D_{R'1}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの漂流物 衝突荷重(上段固定扉)	0.8615
	$P_{11}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの作用荷重 (上段固定扉上段部)	146.4
	$P_{12}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの作用荷重 (上段固定扉下段部)	156.4

表 5.7-1 HAW-2 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(2/5)

対象部位	記号	単位	定義	数値
扉板 (下段)	$L_4$	m	区画短辺の長さ	3.250
	$P_{h21}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの津波荷重 (下段横引扉上段部)	154.1
	$P_{h22}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの津波荷重 (下段横引扉中段上部)	162.6
	$P_{h23}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉中段下部)	170.9
	$P_{h24}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉下段部)	178.7
	$K_{S2}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの余震荷重 (下段横引扉)	2.533
	$D_{R'2}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの漂流物 衝突荷重 (下段横引扉)	0.355
	$P_{21}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉上段部)	157.0
	$P_{22}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉中段上部)	165.5
	$P_{23}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉中段下部)	173.8
	$P_{24}$	$\text{kN/m}^2$	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉下段部)	181.6

表 5.7-1 HAW-2 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(3/5)

対象部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (主桁) (上段固定扉)	Hg1	m	受圧高 (上部固定扉)	1.000
	B <sub>1</sub>	m	受圧幅	3.250
	P <sub>11</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (上部固定扉上段部)	146.4
	P <sub>12</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (上部固定扉下段部)	156.4
	a1	m	主桁ピッチ (上段固定扉)	1.000
	Z <sub>X1</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (上段固定扉上段部)	1185000
	Z <sub>X2</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (上段固定扉下段部)	1143000
	A <sub>G1</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (上段固定扉上段部)	10660
	A <sub>G2</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (上段固定扉下段部)	9696
芯材 (縦桁) (上段固定扉)	P' <sub>11</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (上段固定扉上段部)	59.64
	P' <sub>12</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (上段固定扉下段部)	63.74
	b1	m	縦桁ピッチ (上段固定扉)	0.405
	b2	m	縦桁ピッチ (上段固定扉)	0.410
	Z <sub>X7</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 1 (上段固定扉)	337800
	Z <sub>X8</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 2 (上段固定扉)	99570
	A <sub>G7</sub>	mm <sup>3</sup>	断面積 1 (上段固定扉)	5376
	A <sub>G8</sub>	mm <sup>3</sup>	断面積 2 (上段固定扉)	3504

表 5.7-1 HAW-2 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(4/5)

対象部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (主桁) (下段横引扉)	Hg2	m	受圧高 (下段横引扉)	2.430
	B <sub>1</sub>	m	受圧幅	3.250
	P <sub>21</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉上段部)	157.0
	P <sub>22</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉中段上部)	165.5
	P <sub>23</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉中段下部)	173.8
	P <sub>24</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (下段横引扉下段部)	181.6
	a21	m	主桁ピッチ (下段横引扉)	0.840
	a22	m	主桁ピッチ (下段横引扉)	0.820
	a23	m	主桁ピッチ (下段横引扉)	0.770
	Z <sub>X3</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (下段横引扉上段部)	985500
	Z <sub>X4</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (下段横引扉中段上部)	1830000
	Z <sub>X5</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (下段横引扉中段下部)	1830000
	Z <sub>X6</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (下段横引扉下段部)	1301000
	A <sub>G3</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (下段横引扉上段部)	8736
	A <sub>G4</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (下段横引扉中段上部)	15620
	A <sub>G5</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (下段横引扉中段下部)	15620
A <sub>G6</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (下段横引扉下段部)	13530	



表 5.7-1 HAW-2 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(5/5)

対象部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (縦桁) (下段横引扉)	$P'_{21}$	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (下段横引扉上段部)	63.99
	$P'_{22}$	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (下段横引扉中段上部)	67.44
	$P'_{23}$	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (下段横引扉中段下部)	70.82
	$P'_{24}$	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (下段横引扉下段部)	74.00
	b21	m	縦桁ピッチ (下段横引扉)	0.405
	b22	m	縦桁ピッチ (下段横引扉)	0.410
	$Z_{X7}$	mm <sup>3</sup>	断面係数 1 (下段横引扉)	266800
	$Z_{X8}$	mm <sup>3</sup>	断面係数 2 (下段横引扉)	78830
	$A_{G7}$	mm <sup>3</sup>	断面積 1 (下段横引扉)	4332
	$A_{G8}$	mm <sup>3</sup>	断面積 2 (下段横引扉)	2888

## 5.8 評価結果

HAW-2 浸水防止扉の強度評価結果を表 5.8-1 に示す。HAW-2 浸水防止扉の各部材の断面検定を行った結果、発生応力度又は荷重は許容限界値以下であることから、HAW-2 浸水防止扉が構造健全性を有することを確認した。

表 5.8-1 強度評価結果

名称		評価部位	発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	発生応力/ 許容応力
HAW-2 浸水防止扉	上段固定扉	扉板	109	205	0.54
		主桁	89	205	0.44
		縦桁	101	205	0.39
	下段横引扉	扉板	124	205	0.61
		主桁	81	205	0.40
		縦桁	79	205	0.39

## 6. HAW-3 浸水防止扉

### 6.1 評価部位

基礎・支持構造として扉開放時においては、ヒンジにより扉が扉枠に固定され、扉閉止時においては、締付装置により扉が扉枠に固定される構造とする。また、扉枠を建家の開口部周辺に、アンカーボルトにより固定する構造とする。

主体構造として片開型の鋼製扉とし、鋼製の扉板に芯材を取付け、扉に設置された締付装置を鋼製の扉枠に、差し込み、扉と扉枠を一体化させる構造とする。また、扉と扉の接続はヒンジを介する構造とする。

HAW-3 浸水防止扉に生じる外部からの津波、余震及び漂流物に伴う荷重は、扉板から芯材、芯材から扉枠体に伝達されることから、評価部位は、扉板及び芯材とする。

HAW-3 浸水防止扉の構造図を図 6.1-1 に示す。

DRAFT

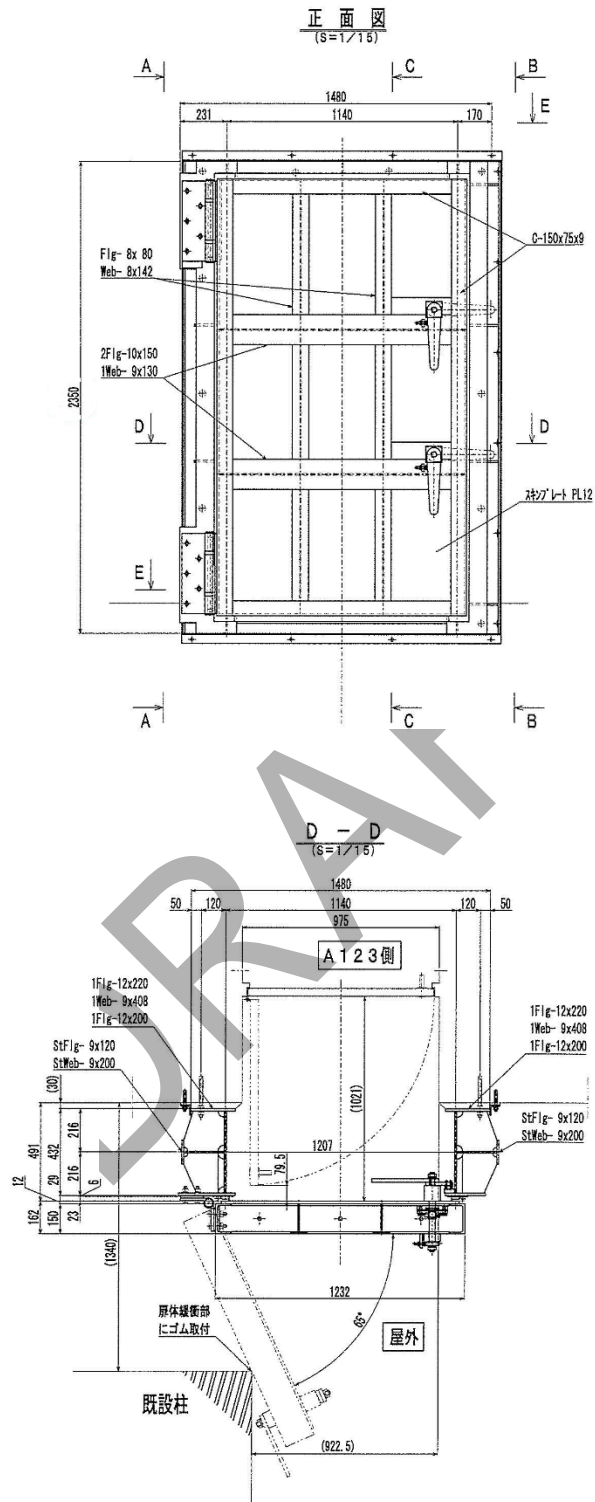


図 6.1-1 HAW-3 浸水防止扉の構造

## 6.2 構造強度評価方法

HAW-3 浸水防止扉の強度評価は、「6.1 評価部位」に示す評価部位に対し、「6.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「6.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「6.6 計算方法」に示す方法を用いて評価を行う。

## 6.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、以下のとおりとする。

### (1) 荷重の設定

強度評価に用いる荷重を以下に示す。

#### a. 津波による遡上津波荷重 ( $P_h$ )

津波に伴う荷重として、遡上津波荷重を考慮する。

$$P_{hn} = \rho \cdot g \cdot H_x$$

#### b. 漂流物衝突荷重 ( $D_R'$ )

津波に伴う荷重として、漂流物衝突荷重を考慮する。

$$D_R' = D_R \cdot (b \cdot H_g)$$

#### c. 余震荷重 ( $K_S$ )

余震荷重は弾性設計用地震動  $S_d$  に伴う地震力（動水圧を含まない。）とする。

余震時の扉体自重による慣性力を考慮する。地震荷重  $K_S$  は、浸水防止扉の固定荷重  $G$  に水平震度  $K_H$  を乗じた次式により算出する。

$$K_S = \frac{K_H \cdot G \cdot g}{b \cdot H_g}$$

d. 縦桁に作用する荷重 ( $P'_n$ )

縦桁に作用する荷重は、上記 a~c の荷重の合計に、縦桁が受け持つ荷重の受圧幅  $B$  を乗じた次式により算出する。

$$P'_n = B \cdot P_n$$

津波の浸水高さは、T.P.+12.1 m (浸水深 6.1 m) に水深係数  $\alpha=3.0$  を考慮して評価を行う。

津波に伴う荷重の算定に用いる、水圧作用高さ及び水の密度を表 6.3-1 に示す。

表 6.3-1 水圧作用高さ及び水の密度

扉名称	水圧作用高さ (EL. m)	水の密度 (t/m <sup>3</sup> )
HAW-3 浸水防止扉	18.3	1.03

(2) 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、津波時の最大荷重を用いる。強度評価に用いる荷重の組合せを表 6.3-2 に示す。

表 6.3-2 強度評価に用いる荷重の組合せ

扉名称	事象	荷重の組合せ*
HAW-3 浸水防止扉	津波時	$P_i = P_{hi} + K_s + D_R'$

注記\* :  $P_h$  は津波に伴う荷重、 $K_s$  は余震荷重、 $D_R'$  は漂流物衝突荷重を示す。

#### 6.4 許容限界

HAW-3 浸水防止扉の許容限界は、「6.1 評価対象部位」にて設定した評価部位の機能損傷モードを考慮し設定する。

##### (1) 使用材料

HAW-3 浸水防止扉を構成する扉板、芯材の使用材料を表 6.4-1 に示す。

表 6.4-1 扉板、芯材の使用材料

部 位		材 質	仕 様[mm]
扉 板		SUS304	2174 × 1232 × t12
芯 材	主 桁 (上段及び下段)	SUS304	C150 × 75 × 9
	主 桁 (中間)	SUS304	H150 × 150 × 9 × 10
	縦 桁 *	SUS304	T150 × 80 × 8 × 8

※板の組合せ構造

DRAFT

(2) 許容限界

- a. 扉板, 芯材の許容限界は, 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—(社)日本建築学会, 2005 改定)」を踏まえて表 6.4-2 の値とする。

表 6.4-2 扉板, 芯材の許容限界

材 料	短期許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	曲げ	せん断
SUS304*1	205	118

注 \*1 : 許容応力度を決定する場合の基準値Fの値は, 「JIS G 4304:2012 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に基づく。

DRAFT



## 6.5 評価用地震力

「3. 固有周期」に示したとおり HAW-3 浸水防止扉の固有周期が 0.05 秒以下であることを確認したため、HAW-3 浸水防止扉の強度計算で用いる設計震度は、Sd 地震力をもとに設定した水平震度:0.6 を用いる。

## 6.6 計算方法

HAW-3 浸水防止扉の強度評価における計算方法を以下に示す。

### (1) 応力算定

#### a. 扉板

扉板に生じる応力は、津波及び余震に伴う荷重を考慮し、等変分布荷重及び等分布荷重を受ける周辺固定支持の矩形板として「土木学会 楮王力学公式集」に基づき、次式により算定する。

$$\sigma_{pa} = \frac{\beta_1 \cdot 1000 P_n \cdot c_1^2}{t^2} + \frac{\beta_2 \cdot 1000 (P_{n+1} - P_n)^2 c_2}{t^2}$$

$$C_1 = \text{MIN}(a_n, b_m), \quad C_2 = \text{MIN}(a_n, b_m)$$

$$\sigma_{pb} = \sigma_{pb} = \frac{\beta \cdot 1000 D_R}{t^2} \quad \beta = 6\gamma$$

$$\sigma_p = \sigma_{pa} + \sigma_{pb}$$

扉板に生じる応力の例を図 6.6-1 に示す。

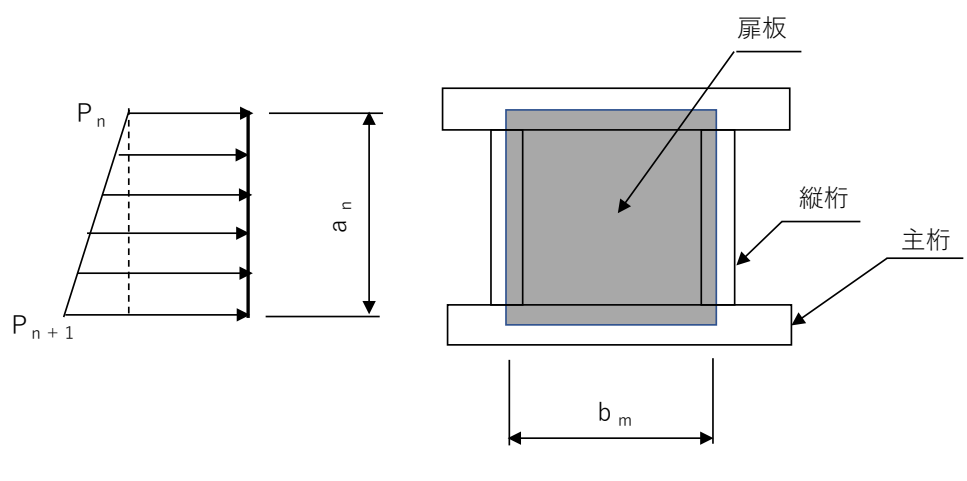


図 6.6-1 扉板に生じる応力の例

DRAFT

b. 芯材

芯材に生じる荷重は、津波及び余震に伴う荷重を考慮し、荷重を負担する芯材の取付方向（鉛直又は水平）に応じて「日本機械学会 機械工学便覧 基礎編 A4 材料力学」の「はり」の公式に基づき、それぞれ算定する。

水平方向に取付く主桁については、扉に生じる荷重を算定し、次式により算定する。

鉛直方向に取付く縦桁については、各桁（中間縦桁及び端縦桁）に分担することとし、等分布荷重を受ける両端支持の単純梁として、次式により算定する。芯材に生じる荷重の例を図 6.6-2 に示す。

(a) 主桁

$$w_1 = \frac{(2q_1 + q_2) \cdot a_1}{6}$$

$$w_2 = \frac{(2q_2 + q_1) \cdot a_1}{6} + \frac{(2q_2 + q_3) \cdot a_2}{6}$$

$$w_3 = \frac{(2q_3 + q_2) \cdot a_2}{6} + \frac{(2q_3 + q_4) \cdot a_3}{6}$$

$$w_4 = \frac{(2q_4 + q_3) \cdot a_3}{6}$$

$$M = \frac{w \cdot L^2}{8} \quad F = \frac{w \cdot L}{2}$$

$$\sigma = \frac{1 \times 10^6 M}{Z_x} \quad \tau = \frac{1000Q}{A_w}$$

$$Q_c = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

(b) 縦桁

$$M = a_n^2 \cdot \left( \frac{P_{an}}{9\sqrt{3}} + \frac{P_{bn}}{8} \right)$$

$$Q = a_n \cdot \left( \frac{P_{an}}{3} + \frac{P_{bn}}{2} \right)$$

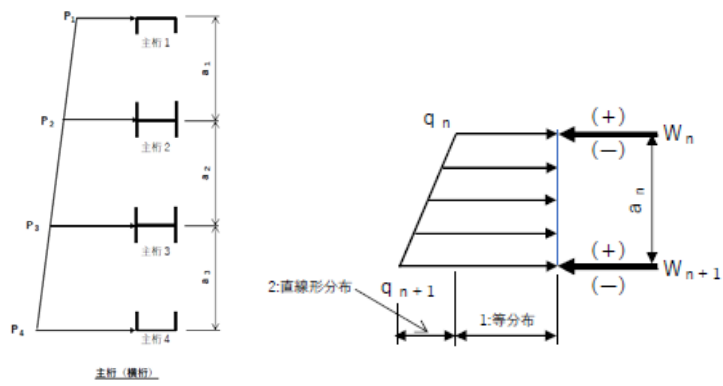
$$P_{an} = P'_{n+1} - P'_{n'}, \quad P_{bn} = P'_{n}$$

$$\sigma = \frac{1 \times 10^6 \cdot M}{Z_x}$$

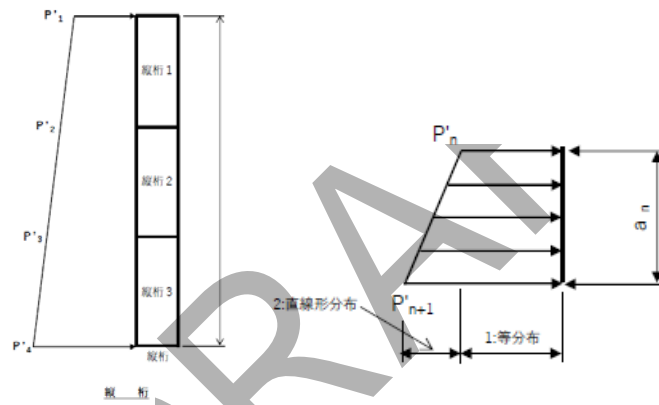
$$\tau = \frac{1000Q}{A_w}$$

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

DRAFT



主桁に生じる荷重の例



縦桁に生じる荷重の例

図 6.6-2 芯材に生じる荷重の例

## 6.7 計算条件

「6.6 計算方法」に用いる評価条件を表 6.7-1 に示す。

表 6.7-1 HAW-3 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(1/3)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
扉板	L <sub>4</sub>	m	区画短辺の長さ	1.232
	P <sub>h1</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 津波荷重(最上段部)	158.4
	P <sub>h2</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 津波荷重(中段上部)	165.9
	P <sub>h3</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 津波荷重(中段下部)	173.2
	P <sub>h4</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 津波荷重(最下段部)	180.3
	K <sub>s</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 余震荷重	1.318
	DR'	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 漂流物衝突荷重	1.045
	P <sub>1</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 作用荷重(最上段部)	160.7
	P <sub>2</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 作用荷重(中段上部)	168.3
	P <sub>3</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 作用荷重(中段下部)	175.6
	P <sub>4</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの 作用荷重(最下段部)	182.7

表 6.7-1 HAW-3 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(2/3)

対象部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (主桁)	Hg	m	受圧高	2.174
	B <sub>1</sub>	m	受圧幅	1.232
	P <sub>1</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (最上段部)	160.7
	P <sub>2</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (中段上部)	168.3
	P <sub>3</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (中段下部)	175.6
	P <sub>4</sub>	kN/m <sup>2</sup>	単位面積当たりの作用荷重 (最下段部)	182.7
	a <sub>1</sub>	m	主桁ピッチ	0.750
	a <sub>2</sub>	m	主桁ピッチ	0.720
	a <sub>3</sub>	m	主桁ピッチ	0.704
	Z <sub>X1</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (最上段部)	112600
	Z <sub>X2</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (中段上部)	218300
	Z <sub>X3</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (中段下部)	218300
	Z <sub>X4</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数 (最下段部)	112600
	A <sub>G1</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (最上段部)	2358
	A <sub>G2</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (中段上部)	4170
	A <sub>G3</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (中段下部)	4170
A <sub>G4</sub>	mm <sup>2</sup>	断面積 (最下段部)	2358	

表 6.7-1 HAW-3 浸水防止扉の強度評価に用いる条件(3/3)

対象 部位	記号	単位	定義	数値
芯材 (縦桁)	Hg	m	受圧高	2.174
	B <sub>1</sub>	m	受圧幅	1.232
	P' <sub>1</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (最上段部)	65.97
	P' <sub>2</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (中段上部)	69.09
	P' <sub>3</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (中段下部)	72.08
	P' <sub>4</sub>	kN/m	単位長さ当たりの作用荷重 (最下段部)	75.0
	b1	m	縦桁ピッチ	0.411
	b2	m	縦桁ピッチ	0.410
	Z <sub>X5</sub>	mm <sup>3</sup>	断面係数	43010
	A <sub>G5</sub>	mm <sup>3</sup>	断面積	1776



## 6.8 評価結果

HAW-3 浸水防止扉の強度評価結果を表 6.8-1 に示す。HAW-3 浸水防止扉の各部材の断面検定を行った結果、発生応力度又は荷重は許容限界値以下であることから、HAW-3 浸水防止扉が構造健全性を有することを確認した。

表 6.8-1 強度評価結果

名称	評価部位	発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	発生応力/ 許容応力
HAW-3 浸水防止扉	扉板	125	205	0.61
	主桁	110	205	0.54
	縦桁	118	205	0.58

DRAFT

高放射性廃液貯蔵場（HAW）建家貫通部からの  
浸水の可能性について

1. はじめに  
変更なし
2. 確認対象箇所  
変更なし
3. 浸水の可能性のある経路の構造  
変更なし
4. トレンチ及び連絡管路の耐震性  
変更なし

## 5. 貫通部等の点検

### 5.1 トレンチ等の点検（図 11，図 12，図 13 参照）

津波襲来時における，トレンチ等と接するセル壁及び建家内壁等の健全性を以下のとおり確認した。

#### 5.1.1 トレンチの健全性評価の概要

本資料は，別添 6-1-3-2「I 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の津波防護に関する施設の設計方針」に基づき，津波が高放射性廃液貯蔵場（HAW）に接続するトレンチ内に浸水した際の高放射性廃液貯蔵場（HAW）の外壁の健全性を説明するものである。

最も懸念される事象として津波の浸水による水圧がトレンチに作用した際にトレンチが崩落し，高放射性廃液貯蔵場（HAW）の外壁が損傷し，高放射性廃液貯蔵場（HAW）外壁の止水性が確保できなくなることであり，水圧が作用した際のトレンチ内壁の強度を評価し，高放射性廃液貯蔵場（HAW）の外壁の健全性を確認する。

浸水した場合にかかる荷重は，建家構造物等の荷重及び設計浸水深による静水圧であり，その発生応力（曲げ，せん断）が，トレンチ構造の許容応力内に入ることを評価する。

## 5.1.2 一般事項

### (1) 位置

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の位置を図 5-1 に示す。

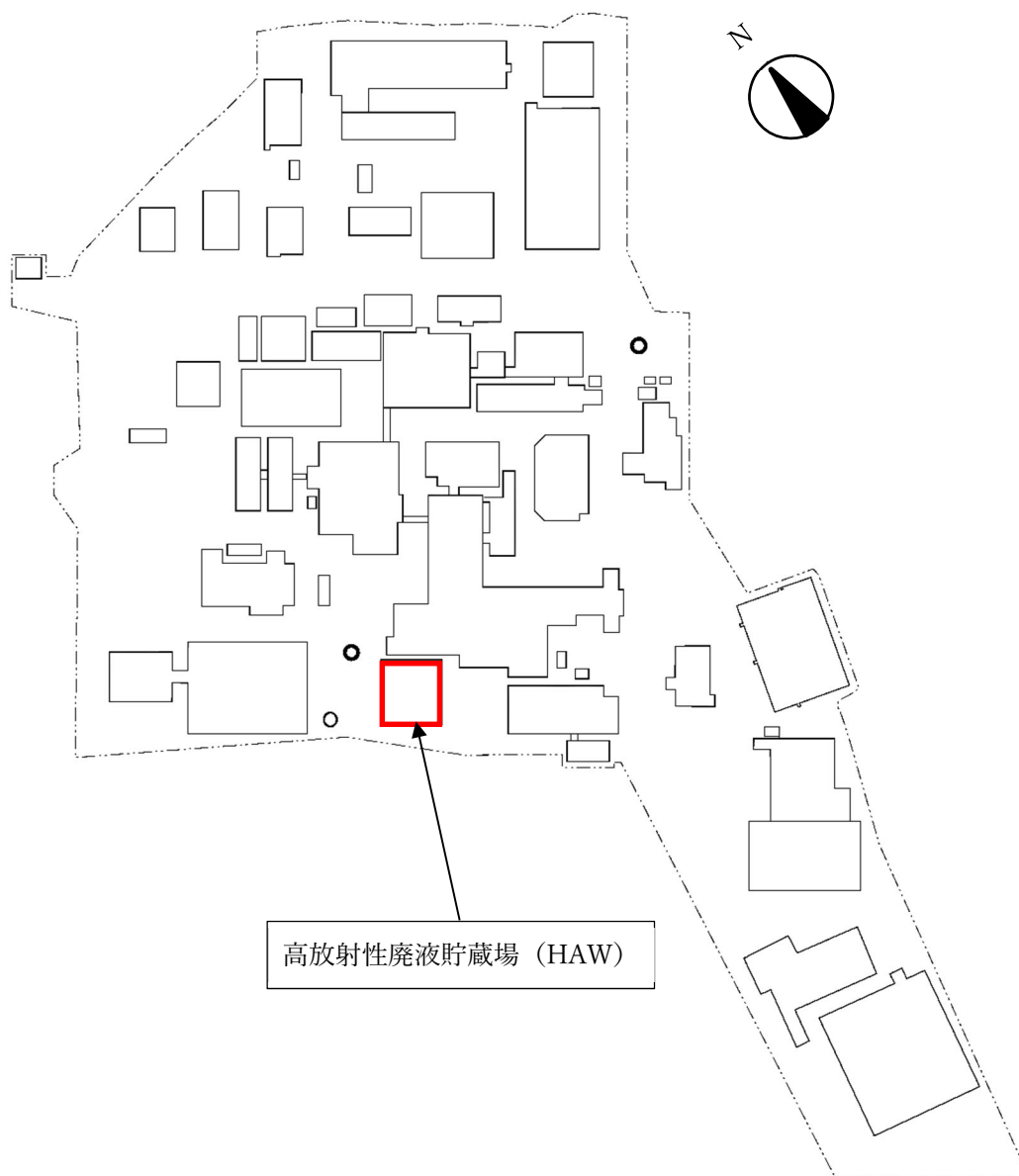


図 5-1 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の位置

(2) 構造概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）に接続するトレンチのうち、廃止措置計画用設計津波の浸水深による水圧を受けるトレンチの位置を図 5-2 に示す。

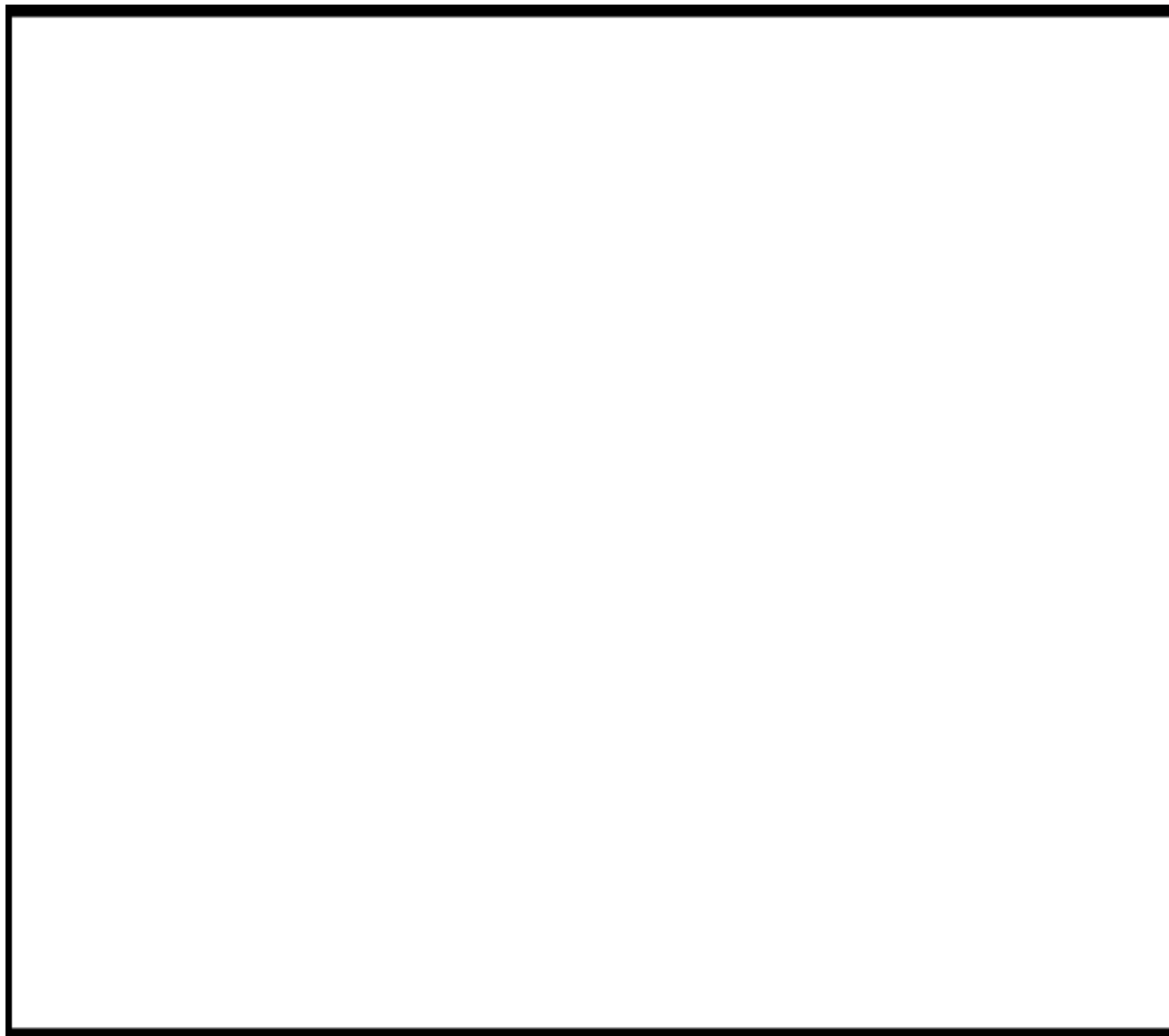


図 5-2 高放射性廃液貯蔵場（HAW）に接続するトレンチの位置

### 5.1.3 評価方針

評価に当たっては高放射性廃液貯蔵場（HAW）に接続するトレンチの内壁が廃止措置計画用設計津波による水圧及び建家構造物等を考慮した荷重に対して構造強度を有することを確認する。

表 5-1 評価項目

評価方針	評価項目	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	トレンチの健全性（トレンチ内壁）	発生応力（曲げモーメント、せん断）が許容限界以下であることを確認	短期許容応力

#### 5.1.4 適用基準

高放射性廃液貯蔵場（HAW）に接続するトレンチの強度評価において、適用する基準等を以下に示す。

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，2018年）



### 5.1.5 強度評価方法

#### (1) 記号の定義

高放射性廃液貯蔵場（HAW）に接続するトレンチの強度評価の計算に用いる記号を表 5-2 に示す。

表 5-2 トレンチの強度評価計算に用いる記号（1/2）

記号	定義
$P_W$	津波浸水時の静水圧
$P_T$	コンクリートスラブの自重
$P_E$	トレンチ内に設置した遮へい体の自重
$h_T$	廃止措置計画用設計津波高さ
$h_1$	トレンチ下スラブ（+遮へい体）天端高さ
$Ma$	スラブ及び壁の短期許容曲げモーメント
$Q_{AS}$	スラブ及び壁の短期許容せん断力
$a_t$	既存断面の引張鉄筋断面積
$f_t$	引張鉄筋の短期許容引張応力度
$j$	応力中心間距離（ $7/8d$ ）
$d$	部材の有効せい
$T$	鉄筋コンクリートスラブ及び壁厚
$T_E$	遮へい体厚
$d_t$	引張縁から引張鉄筋重心までの距離
$f_s$	コンクリートの短期許容せん断応力度
$b$	スラブ及び壁，遮へい体の単位幅
$\rho_o$	海水の比重
$\rho_s$	遮へい体の比重
$\rho_c$	コンクリートの比重
$L$	下スラブ及び壁の長さ
$M_A$	A点における曲げモーメント
$M_B$	B点における曲げモーメント
$M_C$	C点における曲げモーメント
$M_D$	D点における曲げモーメント
$h$	トレンチの張出長さ
$l$	トレンチの高さ
$k$	ラーメン構造の剛比
$w$	各等分布荷重の総和

表 5-2 トレンチの強度評価計算に用いる記号 (2/2)

記号	定義
P	各集中荷重の総和
M	断面に生じる曲げモーメント
Q	断面に生じるせん断力
L1	HAW 外壁内面からセル壁までの長さ
L2	下あご部の正面長さ

#### 5.1.6 評価部位

##### (1) HAW 連絡管路（分離精製工場（MP）との接続）

トレンチの構造上，スラブ断面の異なる部位を評価対象部位として図 5-3，スラブ断面構造を図 5-4 に示す。

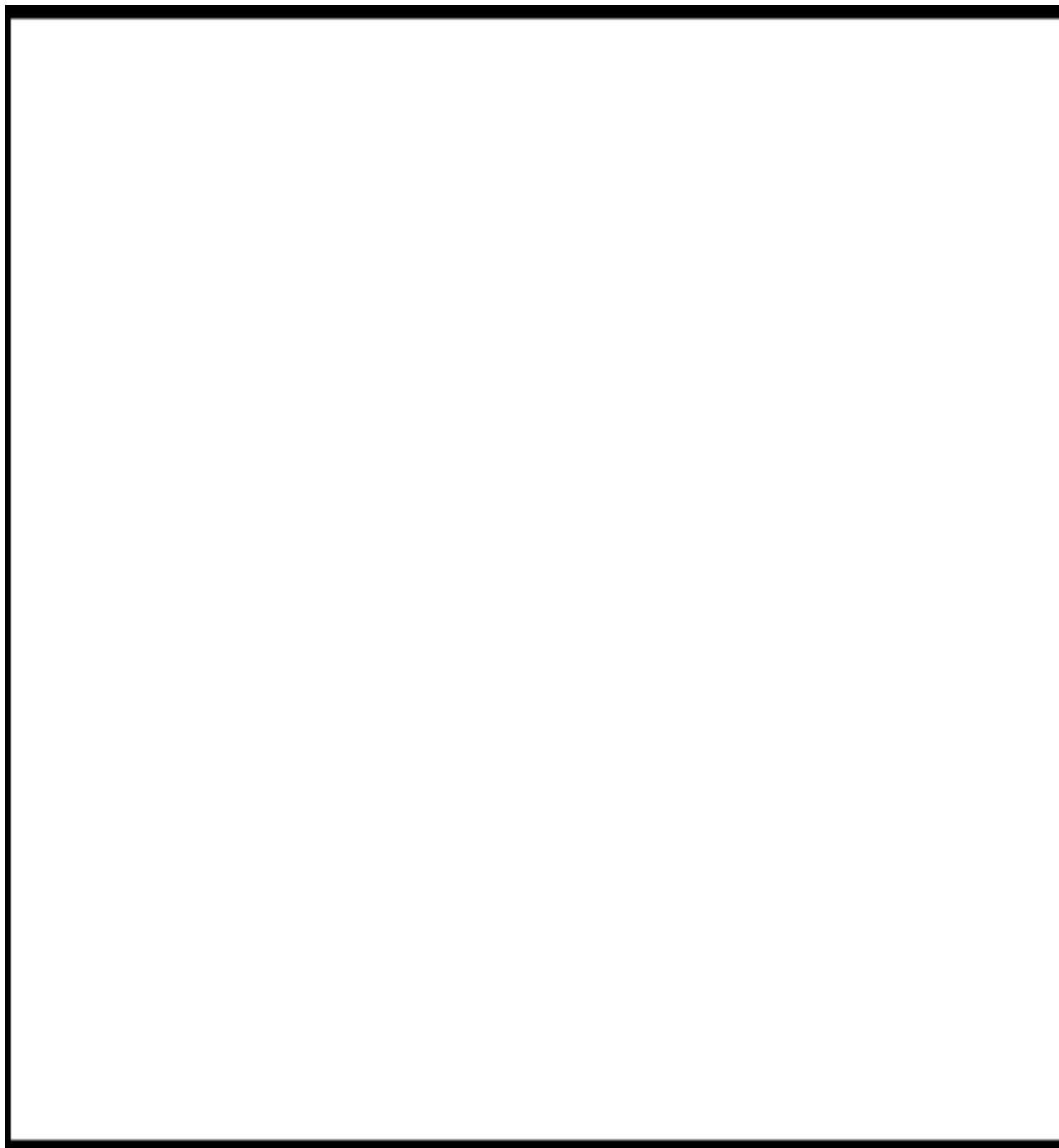


図 5-3 HAW 連絡管路の評価部位

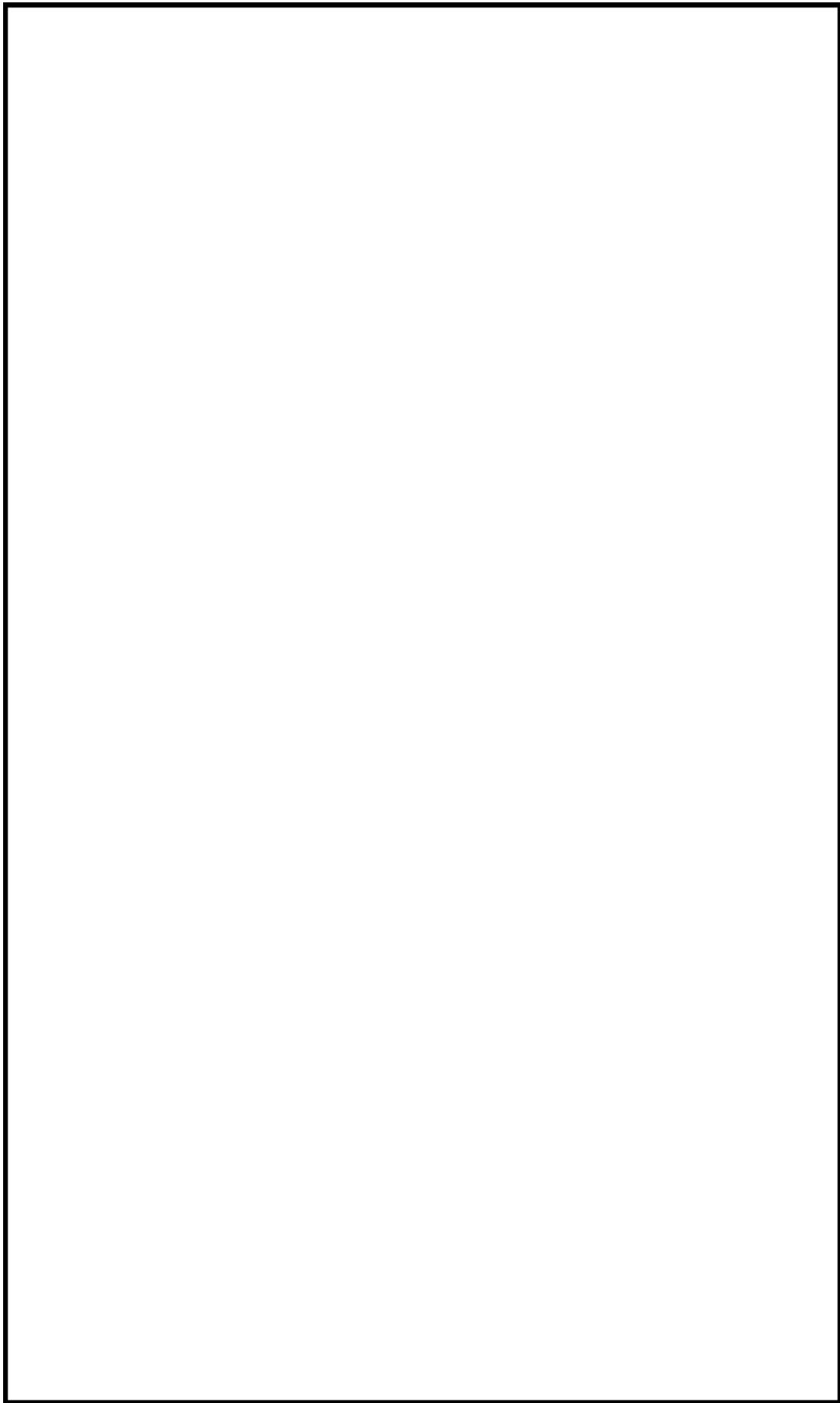


図 5-4 HAW 連絡管路のスラブ断面構造

(2) T15 トレンチ (分離精製工場 (MP) との接続)

トレンチの構造上, スラブ断面の異なる部位を評価対象部位として図 5-5, スラブ断面構造を図 5-6 に示す。



図 5-5 T15 トレンチの評価部位



図 5-6 T15 トレンチのスラブ断面構造

(3) T21 トレンチ（ガラス固化技術開発施設（TVF）との接続）

T21 トレンチの評価部位及び断面構造を図 5-7 に示す。

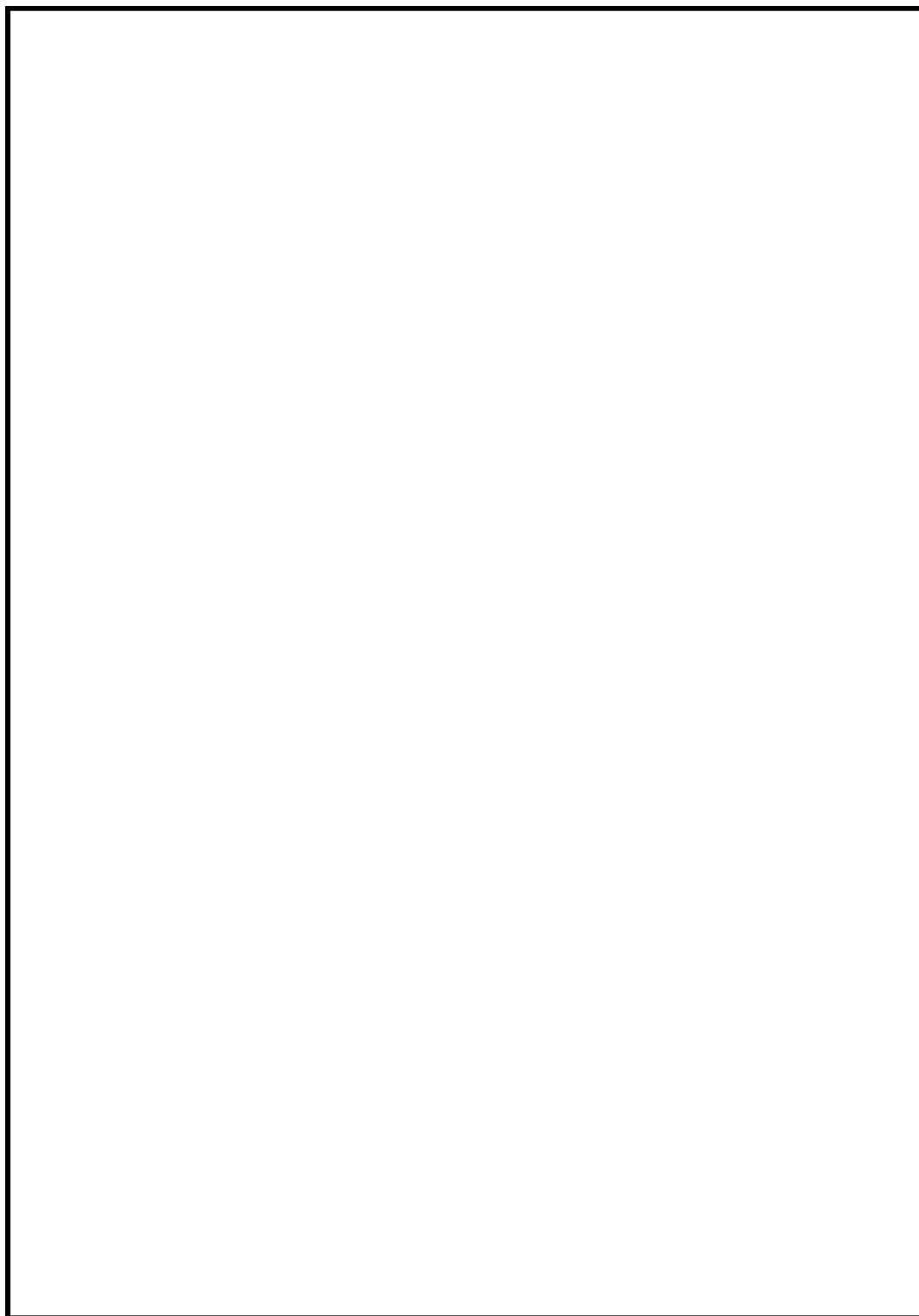


図 5-7 T21 トレンチの評価部位及び断面構造

### 5.1.7 荷重及び荷重の組合せ

#### (1) 荷重

##### ① 津波浸水時の静水圧 ( $P_W$ )

津波浸水時の水圧については、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) におけるトレンチ下スラブ+遮へい体天端高さ ( $h_1$ ) から廃止措置計画用設計津波高さ ( $h_T$ ) までの高さによる静水圧 ( $P_W$ ) を考慮する。

##### ② コンクリートスラブによる荷重 ( $P_T$ )

建家構造物の荷重として、トレンチの自重をコンクリートスラブによる荷重 ( $P_T$ ) として考慮する。

##### ③ 遮へい体による荷重 ( $P_E$ )

建家構造物の荷重として、トレンチ内に設置した遮へい体の自重を遮へい体による荷重 ( $P_E$ ) として考慮する。

### 5.1.8 許容限界

#### (1) 使用材料

許容限界は、トレンチが崩落しないことを考慮し、保守的な短期許容応力とする。  
強度評価に用いる使用材料は既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法（その25）」に基づき設定する。使用材料を表5-3に示す。

表 5-3 使用材料

使用材料	短期許容応力度
コンクリート 設計基準強度：Fc20.6 N/mm <sup>2</sup> (Fc210 kgf/cm <sup>2</sup> )	せん断 1.03 N/mm <sup>2</sup>
鉄筋 SD30 (F = 3000 kgf/cm <sup>2</sup> )	引張 295 N/mm <sup>2</sup>

#### (2) 短期許容応力

トレンチ下スラブの許容限界は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，2018年）」に基づき算定する。

短期許容曲げモーメント（ $M_a$ ）及び短期許容せん断力（ $Q_{AS}$ ）の算定式を以下に示す。

$$M_a = a_t f_t j$$

- $M_a$  : 短期許容曲げモーメント
- $a_t$  : 既存断面の引張鉄筋断面積
- $f_t$  : 引張鉄筋の短期許容引張応力度
- $j$  : 応力中心間距離（ $7/8d$ ）
- $d$  : 部材の有効せい

$$d = T - d_t$$

- $T$  : 鉄筋コンクリートスラブ及び壁厚
- $d_t$  : 引張縁から引張鉄筋重心までの距離

$$Q_{AS} = b j f_s$$

- $Q_{AS}$  : 短期許容せん断力
- $f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度
- $b$  : スラブ幅
- $j$  : 応力中心間距離（ $7/8d$ ）



### 5.1.9 評価方法

#### (1) 評価部位 A, C, D, E

##### ① 評価モデル

評価部位 A, C, D, E は、両端固定梁として左右の壁を固定端とする一方向板として、曲げモーメント及びせん断力を算出する。応力算定モデルを図 5-8 に示す。単位幅は 1 m として計算する。

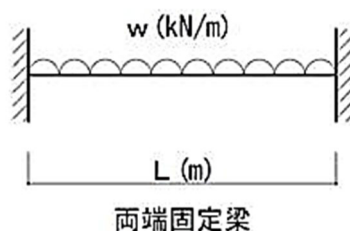


図 5-8 評価部位 A, C, D, E の応力算定モデル

##### ② 評価式

コンクリートスラブの自重 ( $P_T$ ) 及び遮へい体自重 ( $P_E$ )、津波浸水時の静水圧 ( $P_W$ ) による曲げモーメント ( $M$ )、せん断力 ( $Q$ ) の算定は下式にて行う。

コンクリートスラブの自重 ( $P_T$ ) 及び遮へい体自重 ( $P_E$ )、津波浸水時の静水圧 ( $P_W$ ) の算定式

$$w = P_W + P_T + P_E$$

$$P_T = \rho_c b T$$

$$P_E = \rho_s b T_E$$

$$P_W = \rho_o b (h_T - h_1)$$

- $w$  : 各等分布荷重の総和 (kN/m)
- $P_T$  : コンクリートスラブの自重 (kN/m)
- $\rho_c$  : コンクリート比重 (kN/m<sup>3</sup>)
- $b$  : スラブ及び遮へい体の単位幅 (m)
- $T$  : 鉄筋コンクリートスラブ厚 (m)
- $P_E$  : 遮へい体自重 (kN/m)
- $\rho_s$  : 遮へい体比重 (kN/m<sup>3</sup>)
- $T_E$  : 遮へい体厚 (m)
- $P_W$  : 津波浸水時の静水圧 (kN/m)
- $\rho_o$  : 海水の比重 (kN/m<sup>3</sup>)
- $h_T$  : 設計津波高さ (m)
- $h_1$  : トレンチ下スラブ + 遮へい体天端高さ (m)

発生荷重による曲げモーメント算定式

$$M = M \max (M \text{ (中央)}, M \text{ (下端)})$$

$$M \text{ (中央)} = w L^2 / 24$$

$$M \text{ (下端)} = w L^2 / 12$$

M : 断面に生じる曲げモーメント (kN・m)

w : 各等分布荷重の総和 (kN/m)

発生荷重によるせん断力算定式

$$Q = w \frac{L}{2}$$

Q : 断面に生じるせん断力 (kN)

L : 下スラブの長さ (m)

(2) 評価部位 B

① 評価モデル

評価部位 B は、セル壁を固定端とするラーメン構造として曲げモーメント及びせん断力を算出する。応力算定モデルを図 5-9 に示す。単位幅は 1 m として計算する。

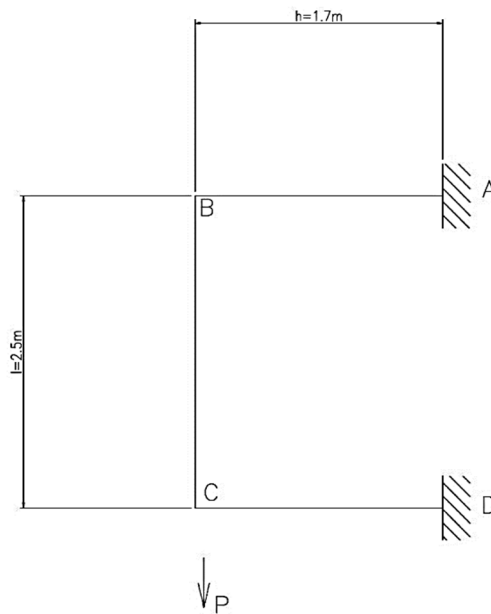


図 5-9 評価部位 B の応力算定モデル

② 評価式

コンクリートスラブの自重 ( $P_T$ ) 及び遮へい体自重 ( $P_E$ )、津波浸水時の静水圧 ( $P_W$ ) による曲げモーメント ( $M$ )、せん断力 ( $Q$ ) の算定は、下式にて行う。

コンクリートスラブの自重 ( $P_T$ ) 及び遮へい体自重 ( $P_E$ )、津波浸水時の静水圧 ( $P_W$ ) の算定式

$$P = P_W + P_T + P_E$$

$$P_T = \rho_c b \left( \frac{h - T}{2} \times 2 + l \right) T$$

$$P_E = \rho_s b \left( \frac{h - (T + T_E)}{2} \times 2 + (l - 2T) \right) T_E$$

$$P_W = \rho_o b (h_T - h_1) (h - (T + T_E))$$

$P$  : 各集中荷重の総和 (kN)

$P_T$  : コンクリートスラブの自重 (kN)

$\rho_c$  : コンクリート比重 (kN/m<sup>3</sup>)

$b$  : スラブ及び遮へい体の単位幅 (m)

$T$  : 鉄筋コンクリートスラブ厚 (m)

- $P_E$  : 遮へい体自重 (kN)
- $\rho_S$  : 遮へい体比重 (kN/m<sup>3</sup>)
- $T_E$  : 遮へい体厚 (m)
- $P_W$  : 津波浸水時の静水圧 (kN)
- $\rho_o$  : 海水の比重 (kN/m<sup>3</sup>)
- $h_T$  : 設計津波高さ (m)
- $h_1$  : トレンチ下スラブ + 遮へい体天端高さ (m)
- $h$  : トレンチの張出長さ (m)
- $l$  : トレンチの高さ (m)

発生荷重による曲げモーメント算定式

$$M = M \max (M (M_A, M_D), M (M_B, M_C))$$

$$M_A, M_D = \frac{Ph}{2} \left( \frac{1 + 3k}{1 + 6k} \right)$$

$$M_B, M_C = -\frac{Ph}{2} \left( \frac{3k}{1 + 6k} \right)$$

$$k = \frac{h}{l}$$

- $M$  : 断面に生じる曲げモーメント (kN・m)
- $M_A$  : A点における曲げモーメント (kN・m)
- $M_B$  : B点における曲げモーメント (kN・m)
- $M_C$  : C点における曲げモーメント (kN・m)
- $M_D$  : D点における曲げモーメント (kN・m)
- $k$  : ラーメン構造の剛比

発生荷重によるせん断力算定式

$$Q = \frac{P}{2}$$

- $Q$  : 断面に生じるせん断力 (kN)

(3) 評価部位 F

① 評価モデル

評価部位 F は、セル壁を固定端とする片持ち梁として曲げモーメント及びせん断力を算出する。応力算定モデルを図 5-10 に示す。単位幅は 1 m として計算する。

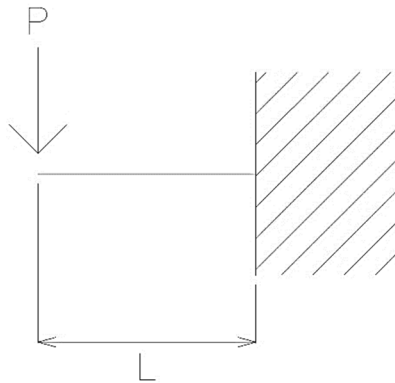


図 5-10 評価部位 F の応力算定モデル

② 評価式

遮へい体自重 ( $P_E$ ) 及び静水圧 ( $P_W$ ) による曲げモーメント ( $M$ ) , せん断力 ( $Q$ ) の算定は、下式にて行う。遮へい体自重 ( $P_E$ ) については、TVF-700K-009「配管トレンチ用鉄遮へい体 G11IS10 強度計算書」より既知の値(110(kN))を用いる。

遮へい体自重 ( $P_E$ ) 及び静水圧 ( $P_W$ ) の算定式

$$P = P_W + P_E$$

$$P_E = \frac{110(\text{kN})}{L2}$$

$$P_W = \frac{\rho_o b(h_T - h_1)L1}{2}$$

$P$  : 各集中荷重の総和 (kN/m)

$b$  : スラブ及び遮へい体の単位幅 (m)

$P_E$  : 遮へい体自重 (kN)

$P_W$  : 津波浸水時の静水圧 (kN)

$\rho_o$  : 海水の比重 (kN/m<sup>3</sup>)

$h_T$  : 設計津波高さ (m)

$h_1$  : トレンチ下スラブ + 遮へい体天端高さ (m)

$L1$  : HAW 外壁内面からセル壁までの長さ (m)

$L2$  : 下あご部の正面長さ (m)

発生荷重による曲げモーメント算定式

$$M = PL$$

M : 断面に生じる曲げモーメント (kN・m)

L : 断面に生じる曲げモーメント (kN・m)

発生荷重によるせん断力算定式

$$Q = P$$

Q : 断面に生じるせん断力 (kN)

5.1.10 評価条件

建家構造物自重+静水圧の評価条件を表 5-4 に示す。

表 5-4 建家構造物自重+静水圧の評価条件(1/2)

記号	定義	数値	単位
トレンチ評価の諸元			
$\rho_o$	海水の比重	10.10	kN/m <sup>3</sup>
$\rho_s$	遮へい体の比重	78.50	kN/m <sup>3</sup>
$\rho_c$	コンクリートの比重	24.00	kN/m <sup>3</sup>
$h_T$	設計津波高さ(TP+13.6m)	7.60	m
評価部位 A			
$T$	鉄筋コンクリートスラブ厚	<input type="text"/>	m
$T_E$	遮へい体厚	0.45	m
$L$	下スラブの長さ	1.60	m
$h_1$	トレンチ下スラブ+遮へい体天端高さ	3.13	m
$P_T$	コンクリートスラブの自重	13.20	kN/m
$P_E$	遮へい体の自重	166.03	kN/m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	45.15	kN/m
評価部位 B			
$T$	鉄筋コンクリートスラブ厚	<input type="text"/>	m
$T_E$	遮へい体厚	0.25	m
$h_1$	トレンチ下スラブ+遮へい体天端高さ	3.18	m
$P_T$	コンクリートスラブの自重	25.92	kN
$P_E$	遮へい体の自重	54.95	kN
$P_W$	津波浸水時の静水圧	51.34	kN
$h$	トレンチの張出長さ	1.70	m
$l$	トレンチの高さ	2.50	m
評価部位 C			
$T$	鉄筋コンクリート壁厚	<input type="text"/>	m
$T_E$	遮へい体厚	0.45	m
$L$	壁スラブの長さ	2.40	m
$h_1$	トレンチ下スラブ+遮へい体天端高さ	3.13	m
$P_T$	コンクリートスラブの自重	0.00	kN/m
$P_E$	遮へい体の自重	0.00	kN/m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	45.15	kN/m

表 5-4 建家構造物自重+静水圧の評価条件(2/2)

記号	定義	数値	単位
評価部位 D			
$T$	鉄筋コンクリートスラブ厚		m
$L$	下スラブの長さ	1.40	m
$h_1$	トレンチ下スラブ+遮へい体天端高さ	-1.14	m
$P_T$	コンクリートスラブの自重	12.00	kN/m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	88.27	kN/m
評価部位 E			
$T$	鉄筋コンクリート壁厚		m
$L$	壁スラブの長さ	0.77	m
$h_1$	トレンチ下スラブ+遮へい体天端高さ	-1.14	m
$P_T$	コンクリートスラブの自重	0.00	kN/m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	88.27	kN/m
評価部位 F			
$T$	鉄筋コンクリートスラブ（下あご）厚	0.25	m
$L$	下あごの長さ	0.15	m
$h_1$	トレンチ下スラブ+遮へい体天端高さ	-1.24	m
$P_E$	遮へい体の自重	36.91	kN
$P_W$	津波浸水時の静水圧	62.50	kN
L1	HAW 外壁内面からセル壁までの長さ	1.40	m
L2	下あご部の正面長さ	2.98	m



### 5.1.11 評価結果

#### (1) トレンチの強度評価結果

廃止措置計画用設計津波の浸水による水圧に対する評価対象部位ごとの許容限界と曲げ応力の比較を表 5-5 に示す。

その結果各評価部位の発生応力は、許容限界以下であること確認した。

表 5-5 トレンチの健全性評価結果

評価対象部位		許容限界 Ma (kN・m)	曲げ応力 M (kN・m)	M /Ma
評価部位 A	鉄筋コンクリート造	239.87	47.87	0.20
評価部位 B		85.08	67.25	0.79
評価部位 C		177.55	21.67	0.12
評価部位 D		214.88	16.38	0.08
評価部位 E		110.22	42.37	0.38
評価部位 F		66.58	14.91	0.22

評価対象部位		許容限界 Q <sub>AS</sub> (kN)	せん断応力 Q (kN)	Q/Q <sub>AS</sub>
評価部位 A	鉄筋コンクリート造	432.60	179.50	0.41
評価部位 B		207.29	66.10	0.32
評価部位 C		432.60	54.18	0.13
評価部位 D		387.54	70.19	0.18
評価部位 E		387.54	105.93	0.27
評価部位 F		162.23	99.41	0.61

#### (2) 評価のまとめ

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) に接続するトレンチは、各評価部位において許容限界 (短期許容応力) 以下であることを確認した。

これにより、トレンチが廃止措置計画用設計津波により浸水した場合でも、トレンチの健全性は確保された設計であることから、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の止水性は確保できるものと判断した。

5.2 トレンチ等を除く壁貫通配管等の点検  
変更なし

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の  
廃止措置計画用設計津波に対する津波影響評価に関する説明書

【概要】

- ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟(以下、「TVF 開発棟」という。)について、廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対する建家外壁の強度評価について、波力及び余震との重畳を踏まえた津波荷重に対し構造強度を維持していることを示す。
- TVF 開発棟の浸水防止扉について、設計津波に対し、余震、建家設計用漂流物の衝突による荷重の組み合わせを考慮した津波荷重に対し構造強度を維持して建家内に浸水させないことを示す。
- TVF 開発棟における浸水の可能性のある経路について確認結果を示す。また、接続するトレンチ(T20、T21)が浸水した場合においても建家内が浸水しないよう、トレンチの内壁とスラブの構造強度を維持していることを強度評価により示す。

令和2年6月30日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

別添 6-1-3-3

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の  
廃止措置計画用設計津波  
に対する津波影響評価に関する説明書

# I ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設の設計方針

## 1. 概要

本資料は、別添 6-1-3-1 「I-1 耐津波設計の基本方針」(令 02 原機(再) 020)に基づき、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設・設備の分類、要求機能及び性能目標を明確にし、各施設・設備の機能設計及び構造強度設計に関する設計方針について説明するものである。

## 2. 設計の基本方針

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟に影響を与える可能性がある廃止措置計画用設計津波(以下「設計津波」という。)の発生により、別添 6-1-3-1 「I-1 耐津波設計の基本方針」(令 02 原機(再) 020)にて設定する設計津波から防護する設備がその安全機能を維持するために必要な機能を損なうおそれがないようにするため、津波防護に関する施設を設置する。津波防護に関する施設は、別添 6-1-3-1 「III 入力津波の設定」(令 02 原機(再) 020)で設定する入力津波に対して、その機能が維持できる設計とする。

津波防護に関する施設の設計にあたっては、津波防護対策を実施する目的や施設の分類を踏まえて、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設ごとに機能設計上の性能目標及び構造強度設計上の性能目標を定める。

津波防護に関する施設の構造強度設計上の性能目標を達成するため、施設ごとに設計方針を示す。

津波防護に関する施設の設計フローを図 2-1 に示す。

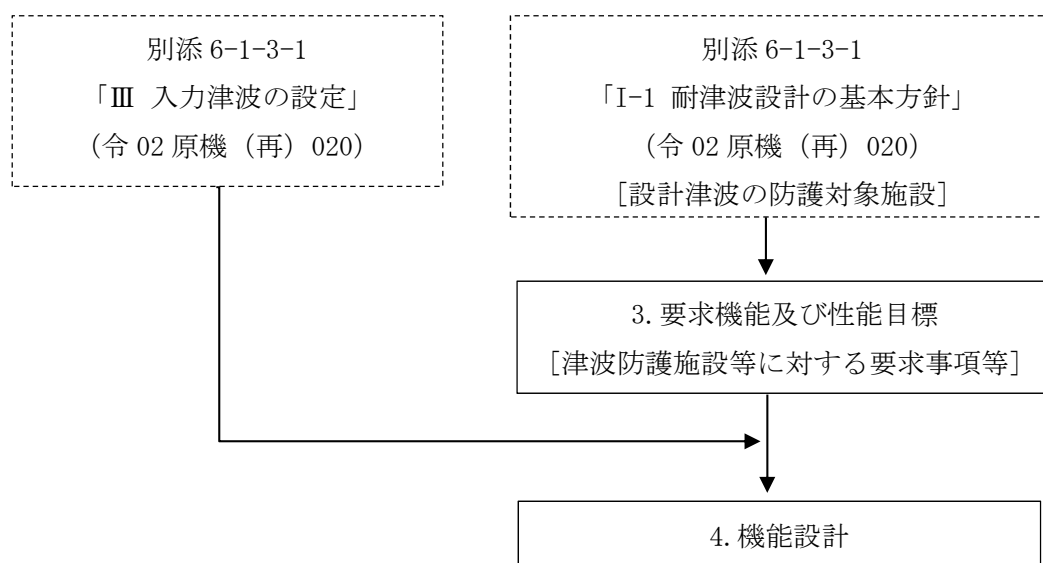


図 2-1 施設の設計フロー

### 3. 要求機能及び性能目標

津波防護対策を実施する目的は、設計津波から防護する設備の安全機能が損なわれるおそれがないこととする。また、施設の分類については、設計津波の津波防護施設、設計津波の浸水防止設備、漂流物の影響防止施設及び設計津波遡上状況等監視設備に分類する。

設計津波の遡上波の敷地への浸水、余震、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟へ到達する可能性のある漂流物の調査結果を踏まえ、施設分類ごとの要求機能を整理するとともに、施設分類ごとの機能設計上の性能目標及び構造強度上の性能目標を設定する。

#### (1) 施設分類

##### a. 設計津波の津波防護施設

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家外壁は、設計津波の建家内への浸水に対する障壁となることから、建家外壁等を設計津波の津波防護施設と位置付ける。

##### b. 設計津波の浸水防止設備

設計津波の津波防護施設である建家外壁の開口部には、設計津波の建家内への浸水を防止するため、浸水防止扉を設置していることから、浸水防止扉を設計津波の浸水防止設備と位置付ける。

##### c. 漂流物の影響防止施設

設計津波の津波防護施設である建家外壁の周辺には、船舶等の重量物が建家外壁に衝突した場合の影響が大きいと考えられる大型の漂流物の影響を軽減するため津波漂流物防護柵の設置を計画していることから、津波漂流物防護柵を漂流物の影響防止施設と位置付ける。

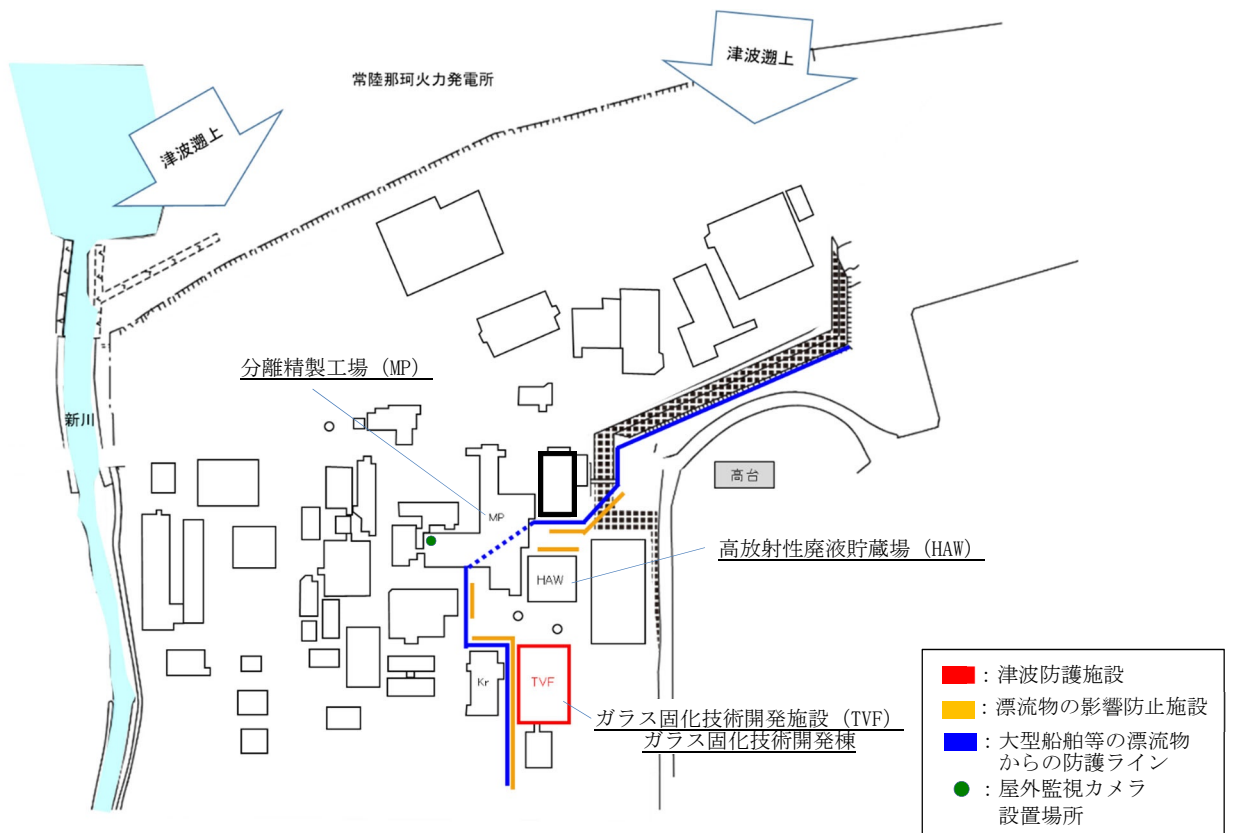
また、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟東側に位置する分離精製工場（MP）は、設計地震動による地震力や設計津波による波圧、漂流物の衝突を考慮した場合においても倒壊しない見通しであり、令和2年11月までに行う詳細評価において十分な構造強度を有することを確認した上で、漂流物の影響防止施設として期待する。

##### d. 設計津波遡上状況等監視設備

設計津波の遡上状況等を監視する機能を有する設備を設計津波遡上状況等監視設備と位置付ける。

#### (2) 施設の配置

津波防護に関する施設について、設計津波の津波防護施設、設計津波の浸水防止設備、漂流物の影響防止施設及び設計津波遡上状況等監視設備の配置を図3-1に示す。なお、漂流物の影響防止施設の配置については、津波漂流物防護柵の詳細設計を踏まえ令和3年1月に見直す。



※敷地内の遡上津波の流況及び軌跡解析結果等を踏まえ津波漂流物防護柵の配置を検討する。

図 3-1 津波防護に関する施設の配置 (1/4)

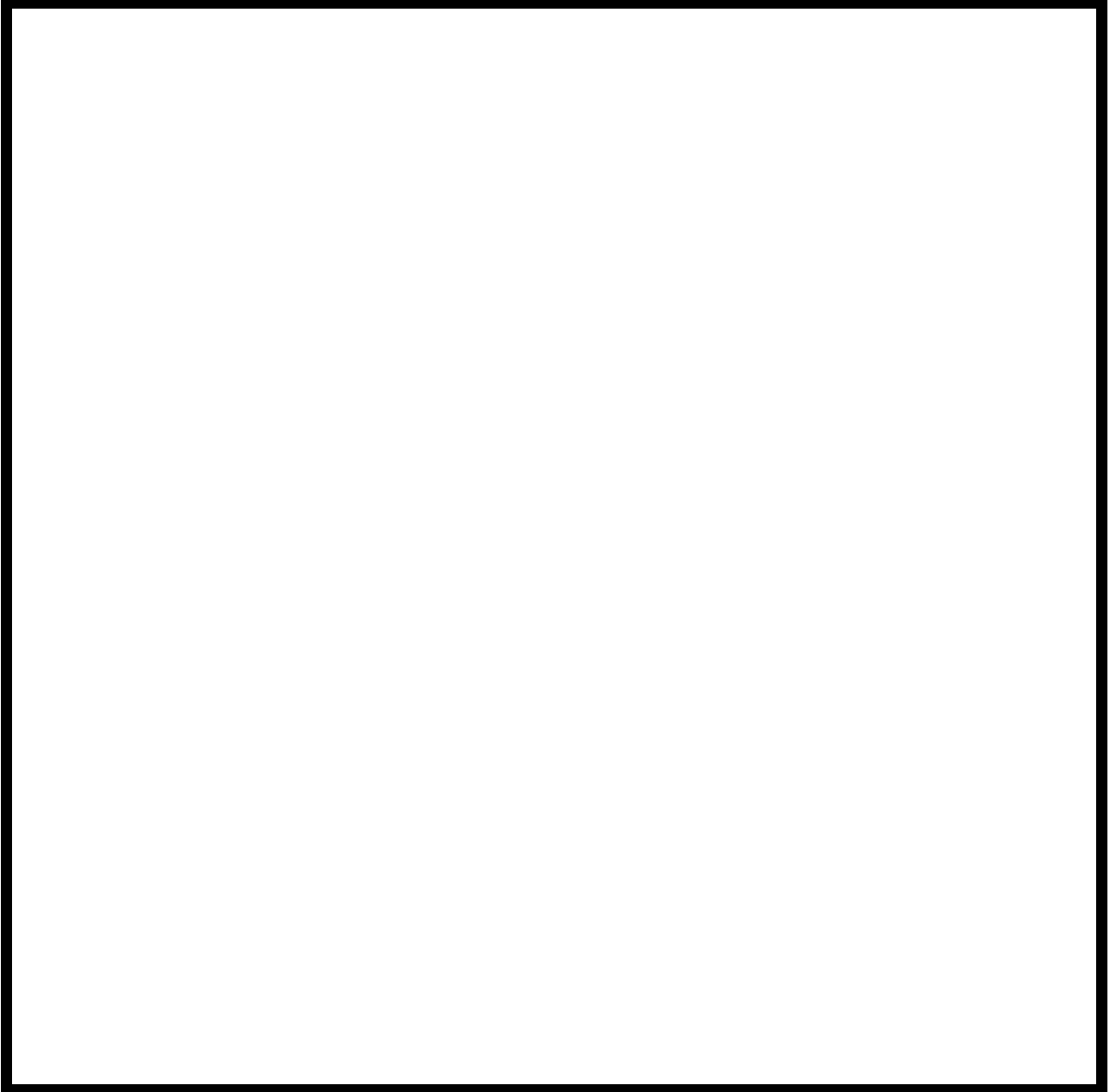


図 3-1 津波防護に関する施設の配置 (2/4)



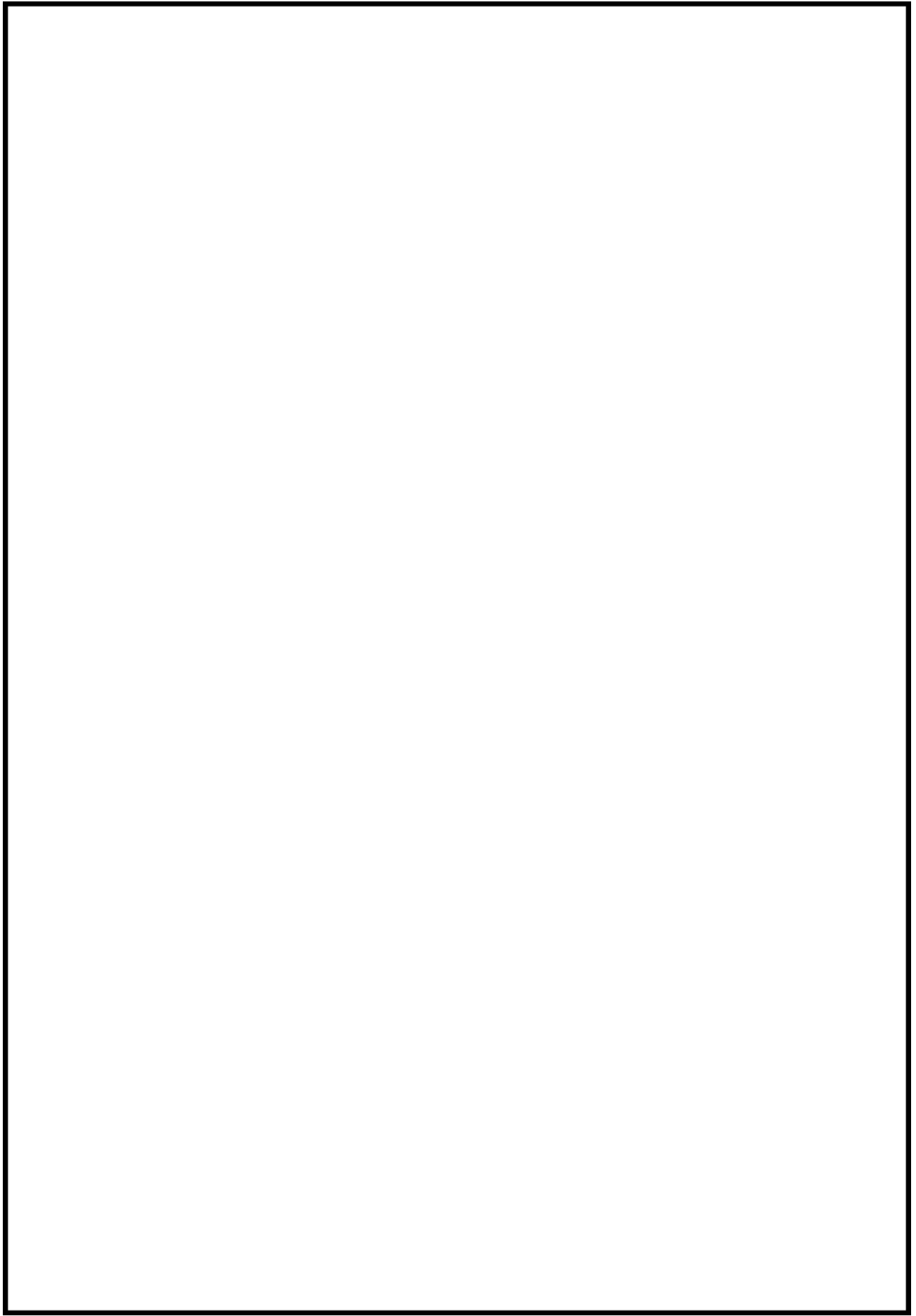


図 3-1 津波防護に関する施設の配置(3/4)

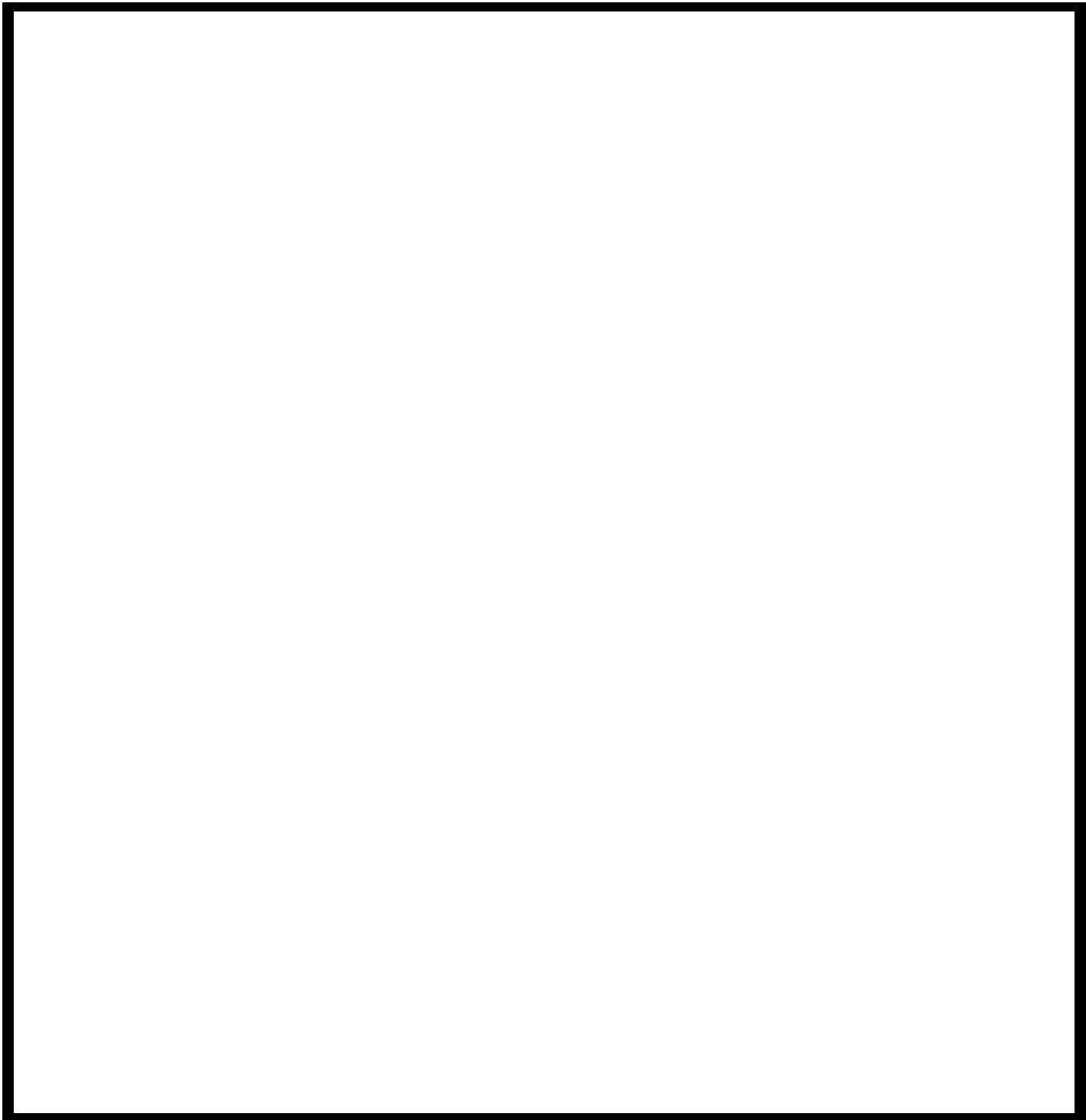


図 3-1 津波防護に関する施設の配置(4/4)

### 3.1 設計津波の津波防護施設

#### (1) 施設

- a. ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の建家外壁

#### (2) 要求機能

設計津波の津波防護施設は、入力津波に対し、余震、漂流物の影響防止施設によって捕捉される船舶等の大きな漂流物を除く漂流物（以下「建家設計用漂流物」という。）の衝突、風及び積雪による荷重を適切に組み合わせて考慮した場合においても、設計津波による建家内への浸水を防止できるよう設計する。

#### (3) 性能目標

- a. ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の建家外壁

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の建家外壁は、設計津波の遡上波に対し、余震、建家設計用漂流物の衝突、風及び積雪による荷重を適切に組み合わせて考慮した場合においても、想定される津波高さに余裕を考慮した高さまで止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。

当該建家外壁は、岩盤に支持される鉄骨鉄筋コンクリート製の基礎と鉄骨鉄筋コンクリート製の躯体で構成する。津波後の再使用性を考慮し、想定する荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を保持する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

また、T21 トレンチは、設計津波の遡上波に対し、余震を考慮した場合においても、想定される津波高さに余裕を考慮した高さまで止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。

これら T21 トレンチは、鉄筋コンクリート製の躯体で構成する。津波後の再使用性を考慮し、想定する荷重に対し、主要な構造部材が構造健全性を保持することを構造強度設計上の性能目標とする。

さらに、設計津波に対し、当該建家の外壁貫通部を介して浸水することを防止するため、当該建家の外壁貫通部の設置箇所に想定される津波高さに余裕を考慮した高さに対する止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。

### 3.2 設計津波の浸水防止設備（浸水防止扉）

#### (1) 施設

- a. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（西側1階）の片開きスイング扉
- b. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（北側1階）の片開きスイング扉
- c. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（北側1階）の片開きスイング扉
- d. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（東側1階）の片開きスイング扉
- e. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（東側1階）の片開きスイング扉
- f. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（南側1階）の片開きスイング扉
- g. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（西側1階）の片開き扉
- h. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（北側2階）の閉止板（盾式角落し）
- i. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（東側2階）の閉止板（盾式角落し）
- j. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（南側2階）の閉止板（盾式角落し）
- k. ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟（西側2階）の閉止板（盾式角落し）

#### (2) 要求機能

浸水防止設備は、入力津波に対し、余震、建家設計用漂流物の衝突、風及び積雪による荷重を適切に組み合わせて考慮した場合においても、設計津波による建家外壁の開口部からの浸水を防止できるよう設計する。

#### (3) 性能目標

浸水防止設備の扉枠と扉の接触面は、止水ゴムを施工し、接触面からの浸水を防止する構造とする。設計津波の遡上波に対し、余震、建家設計用漂流物の衝突、風及び積雪による荷重を適切に組み合わせて考慮した場合においても、当該扉を介して建家内に浸水することを防止するため、当該扉の設置箇所に想定される津波高さに余裕を考慮した止水性を保持することを機能設計上の性能目標とする。

浸水防止設備は、鋼製の扉を、扉枠を介して建家外壁開口部にアンカーボルトで固定し、支持する構成とする。津波後の再使用性を考慮し、主要な構造部材が、

想定する荷重に対し，構造健全性を保持することを構造強度設計上の性能目標とする。

### 3.3 漂流物の影響防止施設

#### (1) 施設

- a. 津波漂流物防護柵
- b. 分離精製工場(MP)

#### (2) 要求機能

漂流物の影響防止施設は、入力津波に対し、余震、船舶等の漂流物の衝突、風及び積雪による荷重を適切に組み合わせて考慮した場合においても、設計津波により漂流が想定される漂流物の津波防護施設への影響を軽減<sup>※1</sup>できるように設計する。

※1 別添 6-1-3-1「V 漂流可能性のある漂流物の選定」(令 02 原機(再) 020)の基本方針に従う。

#### (3) 性能目標

##### a. 津波漂流物防護柵

津波漂流物防護柵は、設計津波の遡上波に対し、余震、船舶等の漂流物の衝突、風及び積雪による荷重を適切に組み合わせて考慮した場合においても、設計津波により漂流が想定される船舶等の重量物の衝突によるガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の建家外壁等への影響を軽減<sup>※2</sup>することを機能設計上の性能目標とする。

津波漂流物防護柵は、鋼製の支柱、必要に応じて支柱間にワイヤーロープを設置し、支柱の下部は岩盤等に支持される構成とする。

支柱は、設計津波の遡上波に対し、想定する荷重を考慮しても、主要な構造部材は構造健全性を保持する設計とし、ワイヤーロープは、漂流物が衝突した際にワイヤーロープが衝撃を緩和することで漂流物を捕捉する設計とすることを構造強度設計上の性能目標とする。

※2 別添 6-1-3-1「V 漂流可能性のある漂流物の選定」(令 02 原機(再) 020)

の基本方針に従う。重量の大きい、水素タンク、小型船舶、中型バスは、津波漂流物防護柵により捕捉し、津波漂流物防護柵をすり抜ける可能性がある防砂林(流木)は、建家外壁である津波防護施設で防護することとし、それぞれの設計において考慮すべき代表漂流物とする。

なお、津波漂流物防護柵は、設計地震動及び設計津波に対して耐震性、耐津波性を有する設計とすることから漂流物となることはない。

##### b. 分離精製工場(MP)

分離精製工場(MP)は、設計津波の遡上波に対し、余震、船舶等の漂流物の衝突、風及び積雪による荷重を適切に組み合わせて考慮した場合においても、設計津波により漂流が想定される船舶等の重量物の衝突によるガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の建家外壁等への影響を軽減<sup>※3</sup>することを

機能設計上の性能目標とする。

当該建家は、岩盤に支持される鉄筋コンクリート製の基礎と鉄筋コンクリート製の躯体で構成されていること、想定する荷重に対し、一部外壁等が損傷する場合であっても、建家の倒壊及び浮き上がりが無いことを確認し、当該建家のセル等の主要な躯体により、設計津波により漂流が想定される船舶等の重量物が漂流物としてガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家外壁等へ到達することを防止する障壁となることを構造強度設計上の性能目標とする。

※3 別添 6-1-3-1「V 漂流可能性のある漂流物の選定」（令 02 原機（再）020）

の基本方針に従う。重量の大きい、水素タンク、小型船舶、中型バスは、津波漂流物防護柵により捕捉し、津波漂流物防護柵をすり抜ける可能性がある防砂林（流木）は、建家外壁である津波防護施設で防護することとし、それぞれの設計において考慮すべき代表漂流物とする。

なお、分離精製工場（MP）については、建家外壁等の部材が部分的に損壊し漂流物となる可能性があるが、令和 2 年 11 月までに行う詳細評価において代表漂流物の選定結果に影響を与えないことを検証する。

### 3.4 設計津波遡上状況等監視設備

#### (1) 施設

屋外監視カメラ

#### (2) 要求機能

設計津波遡上状況等監視設備は、設計地震動に対し機能維持すること、また、入力津波に対し、余震、漂流物の衝突、風及び積雪による荷重を適切に組み合わせて考慮した場合においても、設計津波の遡上状況等の状態を監視できるよう設計する。

#### (3) 性能目標

屋外監視カメラは、設計地震動に対し機能維持すること、また、カメラ架台は剛構造として分離精製工場（MP）の建家屋上に固定し、分離精製工場（MP）は、設計地震動による地震力や設計津波による波圧、漂流物の衝突を考慮した場合においても十分な構造強度を有することを構造強度設計上の性能目標とする。

また、屋外監視カメラは、昼夜問わず敷地への津波の襲来状況を監視できることを機能設計上の性能目標とする。

#### 4. 機能設計

別添 6-1-3-1「Ⅲ 入力津波の設定」(令 02 原機(再) 020) で設定している入力津波に対し、「3. 要求機能及び性能目標」で設定している津波防護に関する施設の機能設計上の性能目標を達成するために、各施設の機能設計の方針を定める。

設計方針においては、止水処置等を確認する高さが設計津波の最大水位に対して、余裕を考慮した高さとなっていることを確認するため、高潮ハザードの再現期間 100 年に対する期待値 T.P. +1.44 m と、朔望平均満潮位 T.P. +0.61 m 及び潮位のばらつき 0.18 m (別添 6-1-3-1「Ⅲ 入力津波の設定」(令 02 原機(再) 020) 表 3-1) の合計との差である 0.65 m を参照する裕度として設定する。

高潮ハザードの再現期間 100 年に対する期待値については、観測地点「茨城港日立港区」における 40 年(1971 年～2010 年)の潮位観測記録に基づき求めた最高潮位の超過発生確率を参照する。図 4-1 に観測地点「茨城港日立港区」における最高潮位の超過発生確率、表 4-1 に観測地点「茨城港日立港区」における 40 年(1971 年～2010 年)の年最高潮位を示す。

なお、再処理施設では、東日本大震災後の緊急安全対策において、土木学会評価(原子力発電所の津波評価技術(平成 14 年))において近隣に襲来すると想定した津波高さ(4.9 m)に、福島第一発電所に襲来した津波高さ(9.5 m)と土木学会評価が当該発電所付近に襲来すると予想した津波高さの差(9.5 m)を加えた高さ(14.4 m)の津波が襲来すると想定し、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の浸水防止扉の設置等の対策を実施した。



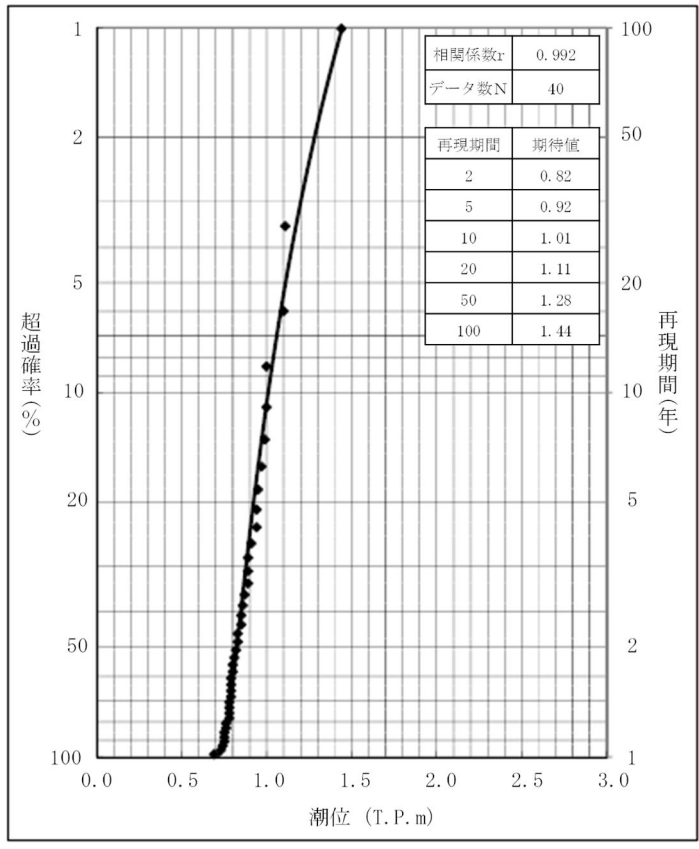


図 4-1 観測地点「茨城港日立港区」における最高潮位の超過発生確率

表 4-1 観測地点「茨城港日立港区」における 40 年（1971 年～2010 年）の年最高潮位

表 年最高潮位（日立港）

年	年	年最高潮位				潮位(m)
		月	日	時	分	
昭和46年	1971	9	1	15	0	0.89
昭和47年	1972	11	21	15	0	0.89
昭和48年	1973	10	28	16	0	0.73
昭和49年	1974	1	10	16	30	0.85
昭和50年	1975	9	8	17	10	0.76
昭和51年	1976	9	28	17	50	0.83
昭和52年	1977	9	19	19	30	0.86
昭和53年	1978	9	17	3	40	0.79
昭和54年	1979	10	7	16	40	1.00
昭和55年	1980	12	24	16	40	1.11
昭和56年	1981	10	2	17	40	0.78
昭和57年	1982	10	20	6	0	0.80
昭和58年	1983	9	9	5	0	0.75
昭和59年	1984	10	27	16	40	0.79
昭和60年	1985	8	31	4	0	0.87
		11	14	15	50	0.87
昭和61年	1986	10	8	17	40	0.94
		9	17	21	0	0.74
昭和62年	1987	2	4	7	40	0.74
		9	16	17	50	0.94
昭和63年	1988	9	16	17	50	0.94
昭和64年	1989	8	6	18	50	0.99
平成2年	1990	10	8	17	10	0.89
平成3年	1991	10	13	17	50	1.00
平成4年	1992	9	11	3	10	0.85
平成5年	1993	11	14	15	10	0.69
平成6年	1994	10	22	16	40	0.78
平成7年	1995	11	24	16	0	0.75
平成8年	1996	9	22	22	40	0.79
平成9年	1997	9	19	17	20	0.91
平成10年	1998	11	17	14	40	0.75
平成11年	1999	10	27	17	0	0.83
平成12年	2000	9	4	19	0	0.76
		12	11	15	0	0.76
平成13年	2001	8	22	5	40	0.79
平成14年	2002	10	1	21	40	1.10
平成15年	2003	10	26	15	50	0.81
平成16年	2004	9	30	4	50	0.78
平成17年	2005	12	5	17	0	0.82
平成18年	2006	10	7	3	35	1.44
平成19年	2007	7	16	3	55	0.95
平成20年	2008	12	14	15	50	0.78
平成21年	2009	10	8	16	55	0.97
平成22年	2010	9	25	16	25	0.89

#### 4.1 津波防護施設

津波防護施設は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.1 津波防護施設 (3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

##### (1) ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の建家外壁

機能設計上の性能目標を達成するため、岩盤に支持される鉄骨鉄筋コンクリート製の基礎と鉄骨鉄筋コンクリート製の躯体で構成される当該建家外壁は、設計津波の最大水位に参照する裕度を考慮した高さ (T.P. +14.2 m) を超える T.P. +14.4 m までの止水性を保持する設計とする。

構造強度設計上の性能目標を達成するため、設計津波の遡上波 (波力算定用津波高さ : T.P. +12.3 m) に対して耐津波性を有する設計とする。発生する浮力については、設計津波の最高水位 (浮力算定用津波高さ : T.P. +12.2 m) を考慮する。建家設計用漂流物による荷重は、津波漂流物防護柵による効果を期待する。当該建家周辺の地盤は地盤改良による効果を期待する。

また、トレンチ等が鉄筋コンクリート製の躯体、鉄遮蔽体で構成することにより、止水性を有する設計となっていること、建家外壁と当該境界部の接続部からの漏水による影響及び漏水時の排水対策について確認する (添付資料 6-1-3-3-1「ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟からの浸水の可能性について」)。

機能設計上の性能目標を達成するため、当該建家外壁の貫通部が、設計津波の最大水位に参照する裕度を考慮した高さ (T.P. +14.2 m) を超える高さ (T.P. +14.4 m) までシール材等での止水処置されていることを確認する。

また、構造強度設計上の性能目標を達成するため、当該建家外壁の貫通部の止水処置の健全性を模擬試験体による耐圧試験により確認する。試験にあたっては、模擬試験体の止水材厚さを外壁厚さに対し十分保守的な厚さとするとともに、模擬試験体に作用させる水圧は、各外壁貫通部に作用する津波波圧を包絡するよう十分保守的に設定し、貫通部に対する止水処置の健全性を確認する。(添付資料 6-1-3-3-1「ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟建家貫通部からの浸水の可能性について」)。

#### 4.2 浸水防止設備（浸水防止扉）

浸水防止設備（浸水防止扉）は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.2 浸水防止設備（3）性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針としている。

機能設計上の性能目標を達成するため、浸水防止扉は十分な支持性能を有するガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家外壁に設置する扉枠との境界に水密ゴムを挟んで鋼製の扉を固定する構造とし、設計津波の最大水位に参照する裕度を考慮した高さ（T.P. +14.2 m）を超える高さ（T.P. +14.4 m）まで止水性を保持する設計とする。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家外壁と浸水防止扉の扉枠との接続部が、設計津波の最大水位に参照する裕度を考慮した高さ（T.P. +14.2m）を超える高さ（T.P. +14.4 m）までシール材等での止水処置により止水性を有する設計とし、設計津波の遡上波による波圧を考慮した漏えい試験により有意な漏えいが生じないこと、当該外壁接続部からの漏水による影響及び漏水時の排水対策について令和2年7月までに確認する。

構造強度設計上の性能目標を達成するため、設計津波の遡上波（波力算定用津波高さ：T.P. +12.3 m）に対して耐津波性を有する設計とし、浸水防止扉が、設計津波の遡上波による波圧を考慮し止水性を保持する設計であることを令和2年7月までに確認する。

#### 4.3 漂流物の影響防止施設

漂流物の影響防止施設は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.3 漂流物の影響防止施設（3）性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計方針とする。

##### (1) 津波漂流物防護柵

機能設計上の性能目標を達成するため、津波漂流物防護柵は、鋼製の支柱、必要に応じて支柱間にワイヤーロープを設置する構成とし、支柱の下部は岩盤等に支持される設計とする。

構造強度設計上の性能目標を達成するため、支柱の下部は、主な再処理施設の支持地盤である砂質泥岩層又は強固に改良した地盤に設置し、設計地震動に対する耐震性を確保する。また、支柱については、船舶等の重量物が漂流物として1本の支柱へ直接衝突する等の最も厳しい条件において、ある程度塑性変形を生じ、漂流物が複数回衝突する場合であっても支柱としての機能を保持し、隣接する支柱が弾性範囲内で津波漂流物防護柵を支持する設計とする。津波漂流物防護柵に設けるワイヤーロープは、津波漂流物対策施設設計ガイドラインに従い、漂流物が衝突した際にワイヤーロープが衝撃を緩和することで漂流物を捕捉する設計

とする。

これらの設計によって、設計津波により漂流が想定される船舶等の重量物を捕捉することで漂流物の衝突によるガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家外壁等への影響を軽減させる設計※となっていることを確認する。

※ 小型船舶は総トン数 20 トン未満の船舶であり、総トン数 19 トンを超える小型船舶が入港することも考えられる。船舶等の大型の漂流物は津波漂流物防護柵で捕捉することから、津波漂流物防護柵の設計荷重を 20 トン相当にすることにより保守性を確保する。設計津波の時刻歴波形から津波の繰り返しの遡上はないことから、最大荷重の漂流物が津波漂流物防護柵の同一箇所に繰り返し衝突することはない。

## (2) 分離精製工場(MP)

機能設計上の性能目標を達成するため、分離精製工場(MP)は、岩盤に支持される鉄筋コンクリート製の基礎と鉄筋コンクリート製の躯体で構成する設計としている。

構造強度設計上の性能目標を達成するため、分離精製工場(MP)は、設計津波の遡上波に対し、余震、船舶等の漂流物の衝突、風及び積雪による荷重に対し、外壁等が一部損傷する場合であっても建家全体が倒壊することなく主要な構造部材は構造健全性を保持し、浮き上がるおそれのない設計とする。なお、分離精製工場(MP)は、設計地震動による地震力や設計津波による波圧、漂流物の衝突を考慮した場合においても倒壊しない見通しであり、令和2年11月までに行う詳細評価において十分な構造強度を有することを確認する。また、代表漂流物の選定結果に影響を与えないことを検証する。

これらの設計によって、設計津波により漂流が想定される船舶等の漂流物の衝突によるガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家外壁等への影響を軽減させる設計となっていることを確認する。

#### 4.4 津波監視設備

津波監視設備は、「3. 要求機能及び性能目標」の「3.4 津波監視設備 (3) 性能目標」で設定している機能設計上の性能目標を達成するために、以下の設計状況を確認している。

##### (1) 屋外監視カメラ

機能設計上の性能目標を達成するため、屋外監視カメラは、設計津波の遡上波に対し、波力及び漂流物の影響を受けない位置に設置し昼夜を問わず監視可能な設計としている。また、屋外監視カメラ本体からの映像信号を電路により分離精製工場(MP)中央制御室に設置する監視装置に伝送し、中央制御室にて監視可能な設計としている。電路については、波力や漂流物の影響を受けない箇所に設置し、電源は設計津波の遡上波の影響を受けない分離精製工場(MP)に設けた無停電電源装置等から給電できる設計としている。

屋外監視カメラを構成する部品は、監視機能を維持するために、交換可能な設計とするとともに、監視装置等と屋外監視カメラ本体とを直接接続可能な設計としており、中央制御室に常駐する要員により構成部品の交換又は監視装置との接続操作は速やかに行える。

これらの操作は、設計津波の遡上波が敷地へ浸入するまでの時間を考慮し、要員による対応が確実に実施できることを確認する。

さらに、監視機能が維持できない場合には設計津波の遡上高さを上回る建家屋上等から目視により施設周辺を監視する代替措置により対応することができることを確認する。

上記の対応については、令和2年7月までに実施する事故対処設備の有効性評価に合わせて確認する。

構造強度設計上の性能目標を達成するため、設計地震動に対し屋外監視カメラ本体は、機能維持する設計としており、カメラ架台は剛構造として分離精製工場(MP)の建家屋上に固定している。分離精製工場(MP)は、設計地震動による地震力や設計津波による波圧、漂流物の衝突を考慮した場合においても倒壊しない見通しであり、令和2年11月までに行う詳細評価において十分な構造強度を有することを確認する。

## II 余震による地震応答解析

### 1. 概要

本資料は、別添 6-1-3-1 「IV 耐津波設計における津波荷重と組合せる余震荷重」において設定した余震(以下「Sd-D」という。)を用いたガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の地震応答解析を説明するものである。この地震応答解析による応答値は、別添 6-1-3-3 「III-1 設計津波に対する津波防護施設の強度評価」及び「III-2 設計津波に対する浸水防止設備(浸水防止扉)の強度評価」における余震荷重として用いる。

敷地の解放基盤表面における Sd-D の応答スペクトルを図 1-1 及び図 1-2 に、時刻歴波形を図 1-3 に示す。解放基盤表面は、S 波速度が 0.7 km/s 以上である T.P.※-303 m とする。

※T.P. : 東京湾平均海面

- Sd-D
- 廃止措置計画用設計津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震 M7.9  $X_{eq}=86$  km

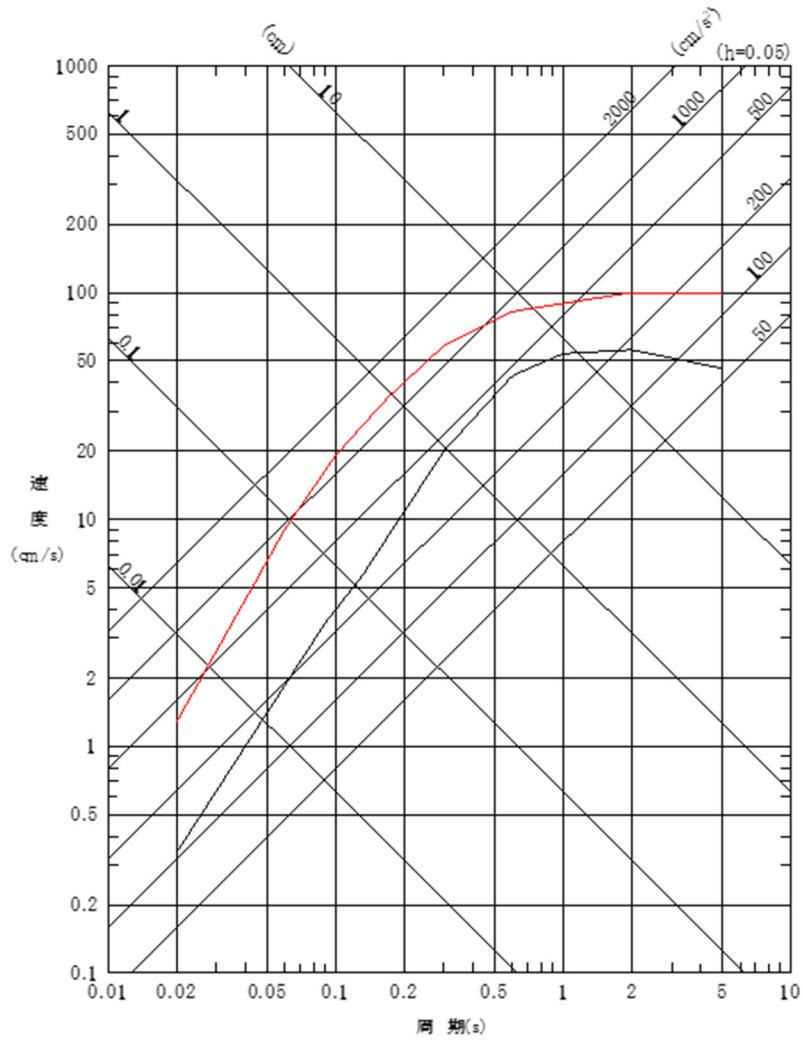


図 1-1 Sd-D の応答スペクトル(水平成分)



— Sd-D  
 — 廃止措置計画用設計津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震 M7.9  $X_{eq}=86$  km

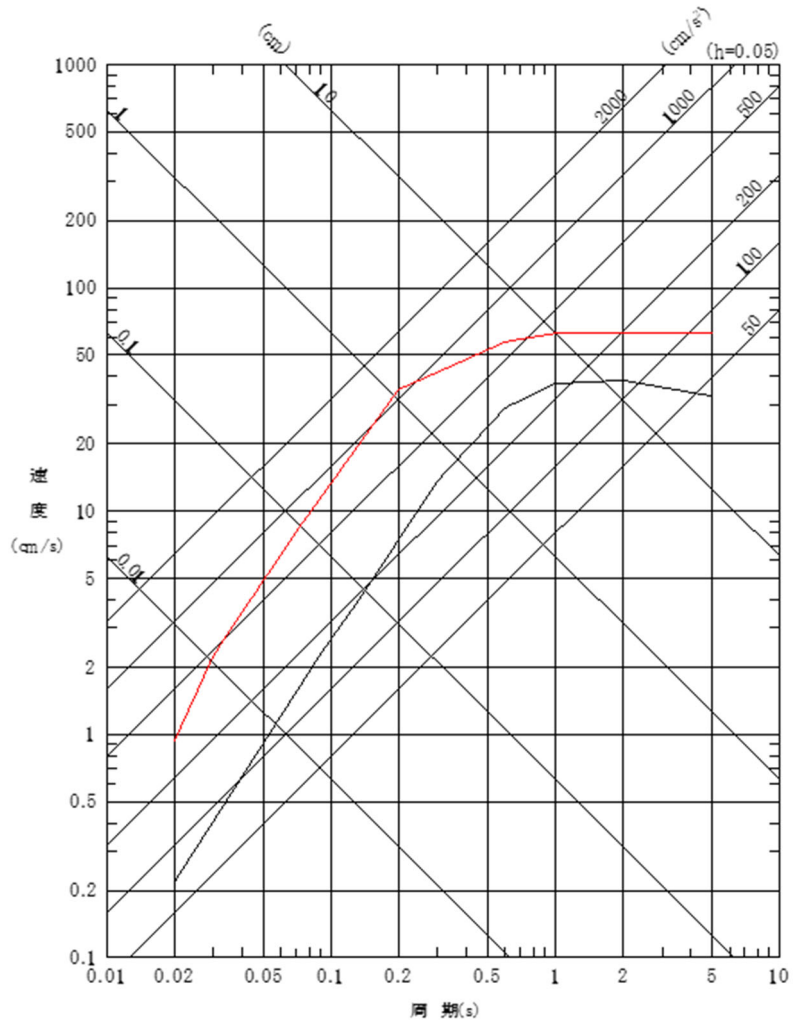
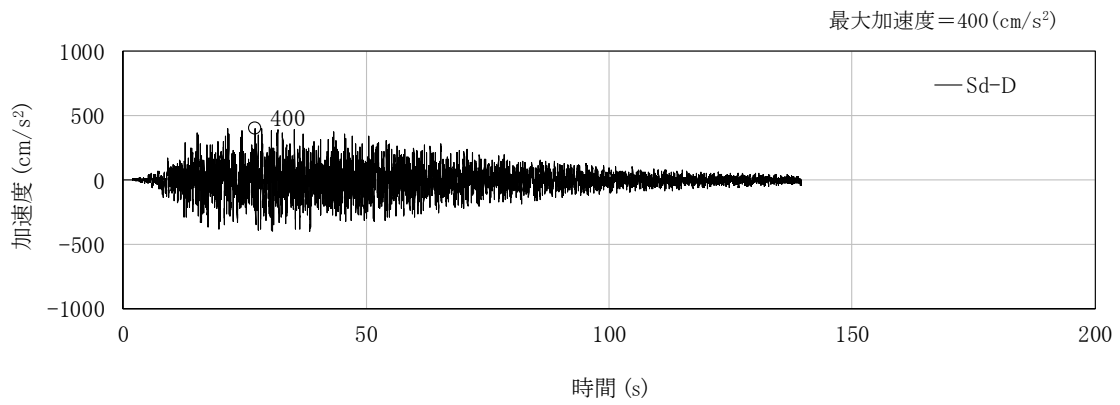
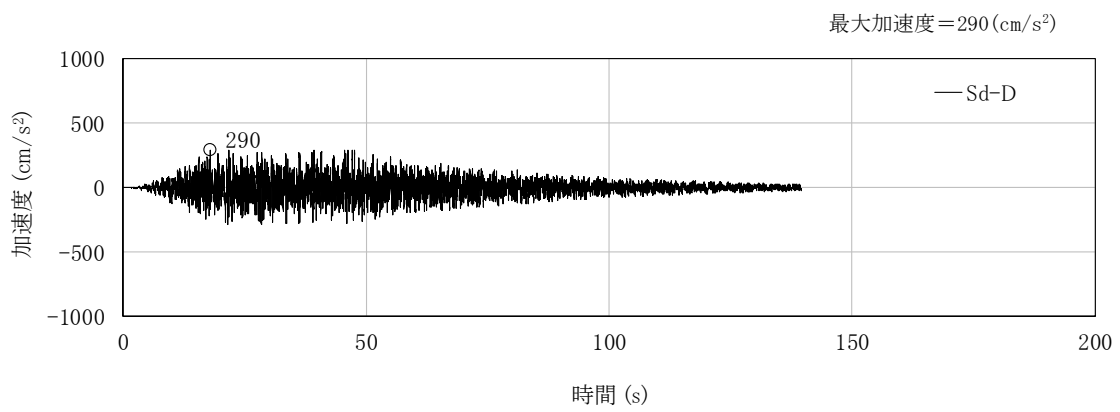


図 1-2 Sd-D の応答スペクトル(鉛直成分)



(水平成分)



(鉛直成分)

図 1-3 Sd-D の時刻歴波形

## 2. 一般事項

### 2.1 位置

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の位置を図 2-1 に示す。プラントノースと磁北方向の角度差は、 $35.7^\circ$  である。



図 2-1 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の位置

## 2.2 構造概要

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟は、  
の長方形を成しており、  
の鉄骨鉄筋コンクリート造の建家である。基礎は、べた基礎とし、基礎地盤である久米層(砂質泥岩)に設置されている。。

建家の代表的な平面図及び断面図を図 2-2 から図 2-5 に、基礎地盤(久米層)の等高線図及び断面図を図 2-6 から図 2-8 に示す。

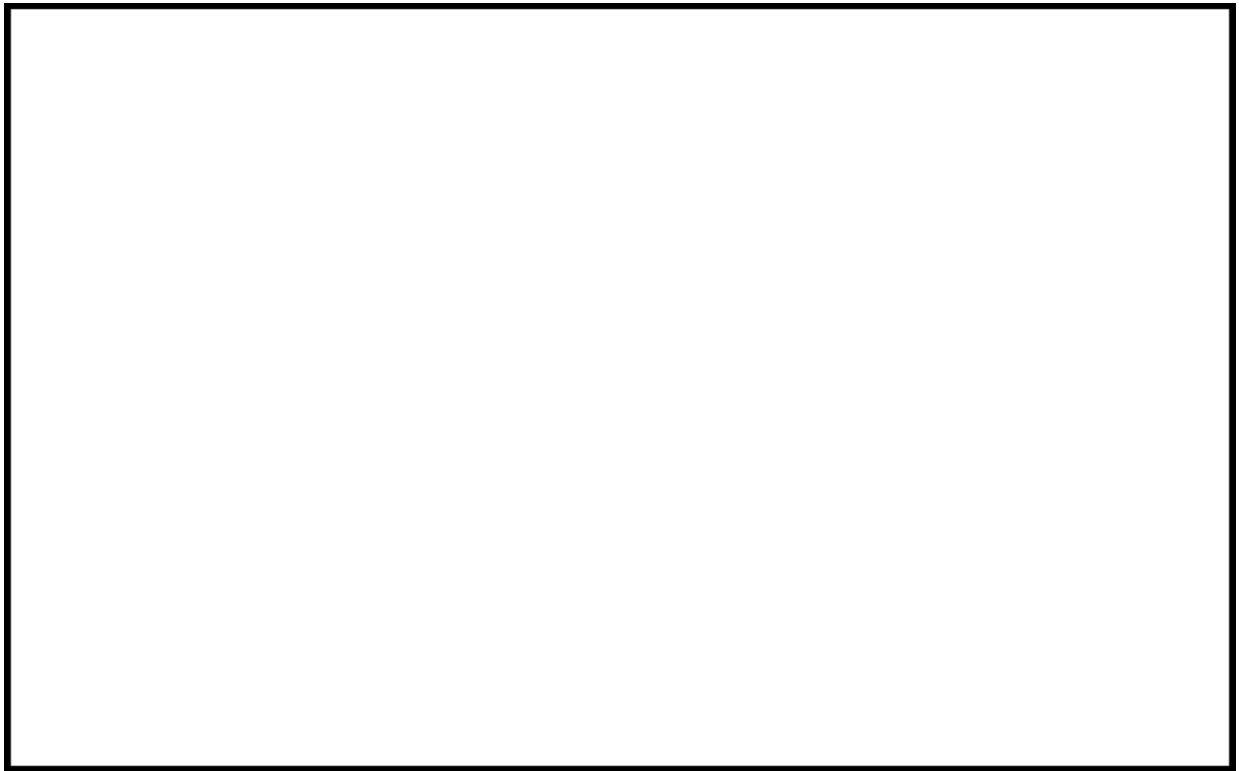


図 2-2 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟平面図 (地下 2 階)

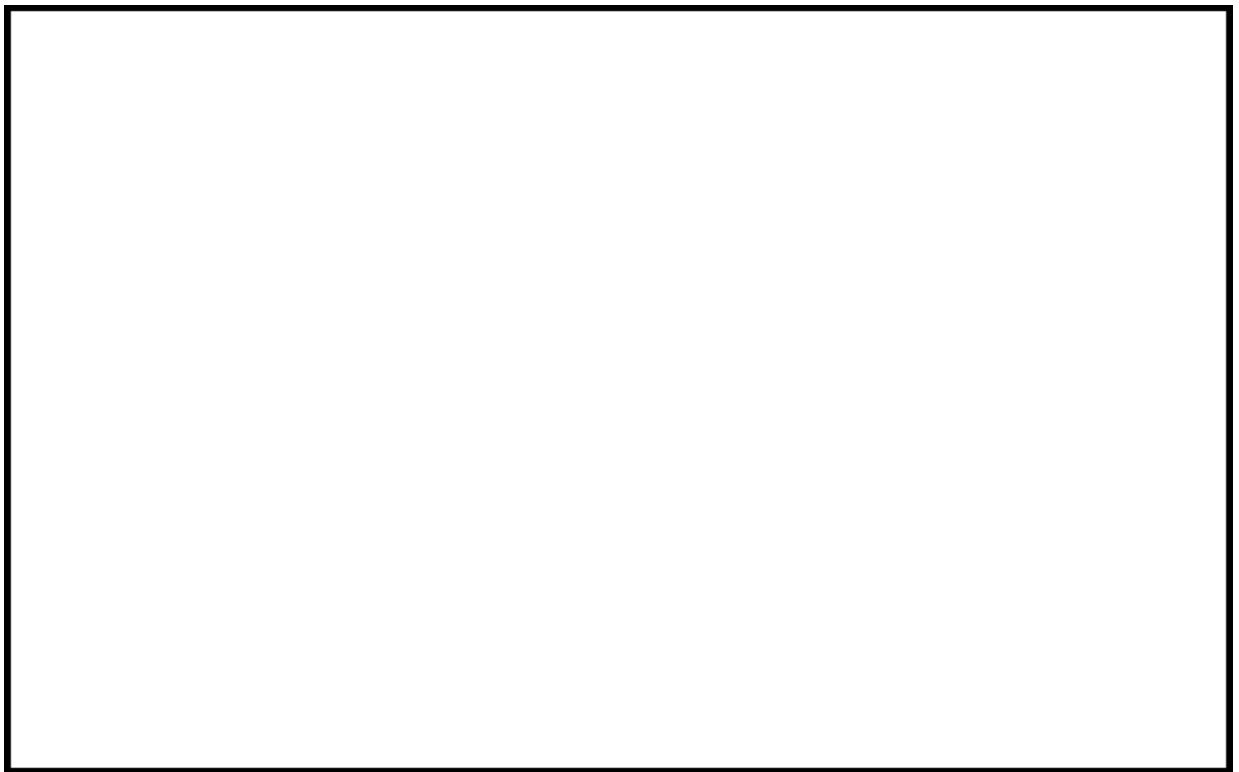


図 2-3 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟平面図 (3 階)

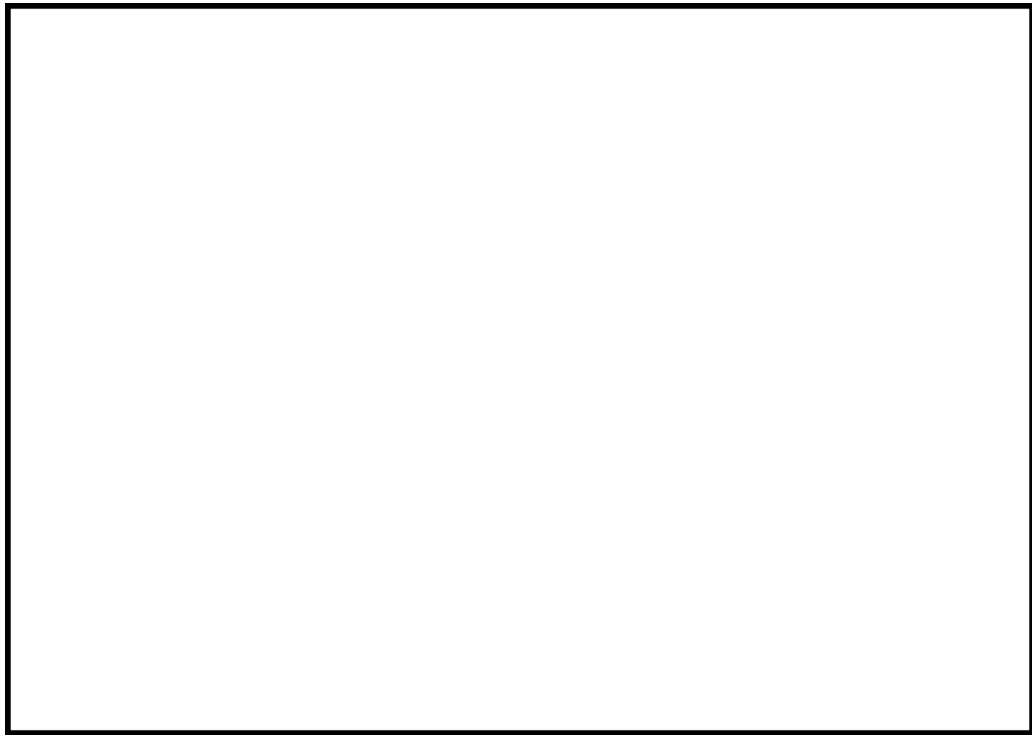


図 2-4 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟断面図 (NS 断面)

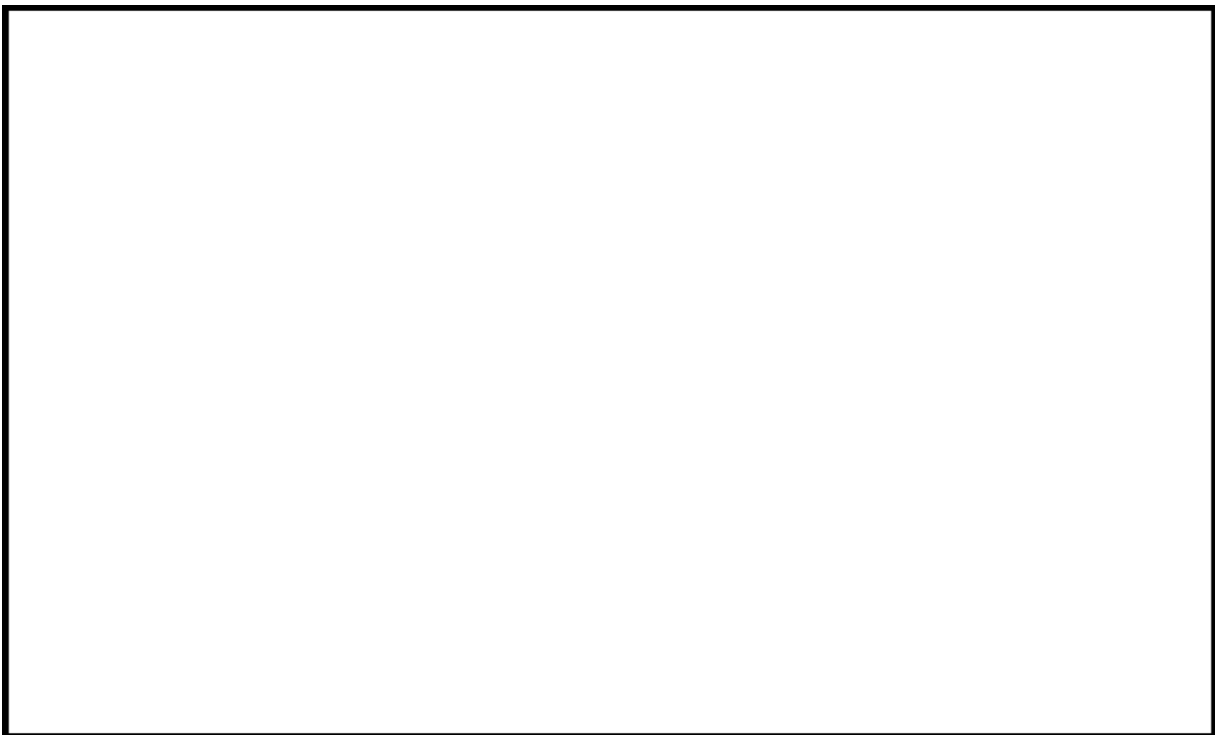


図 2-5 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟断面図 (EW 断面)

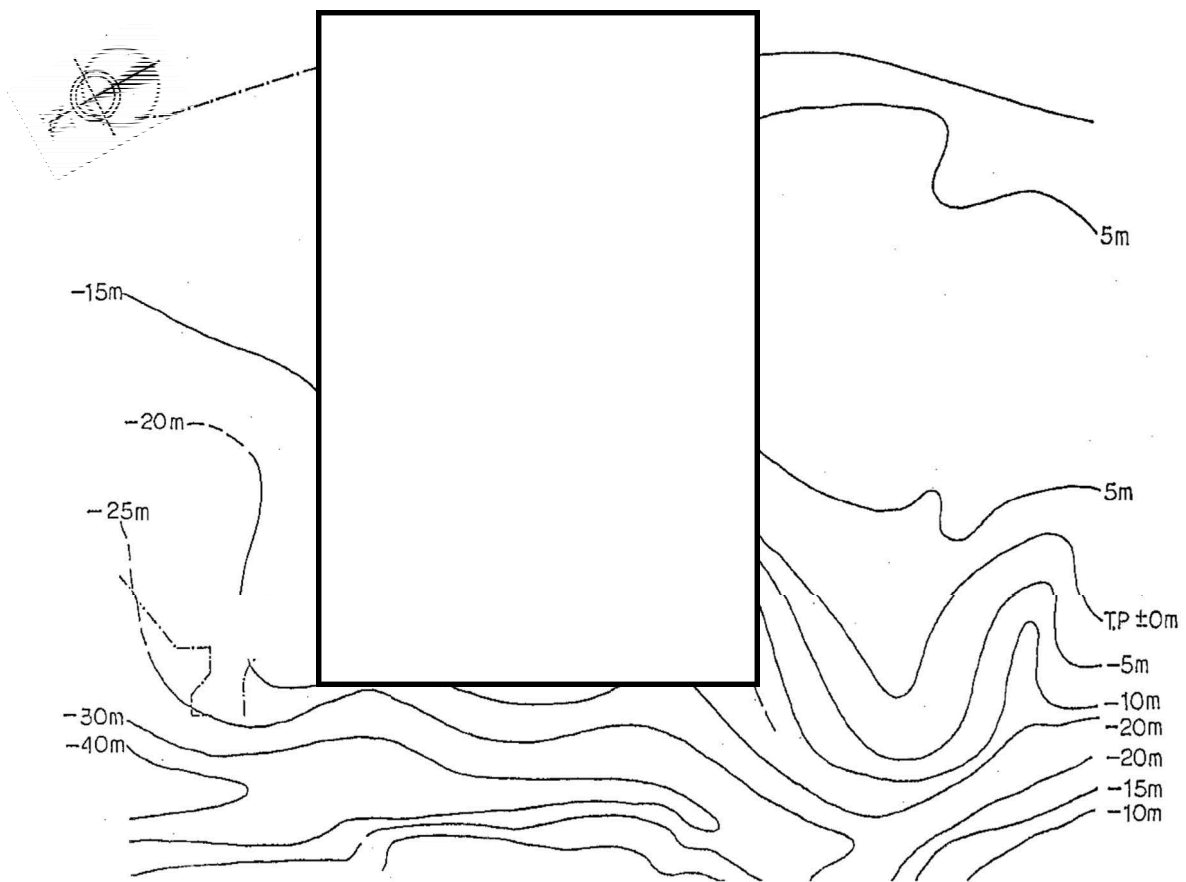
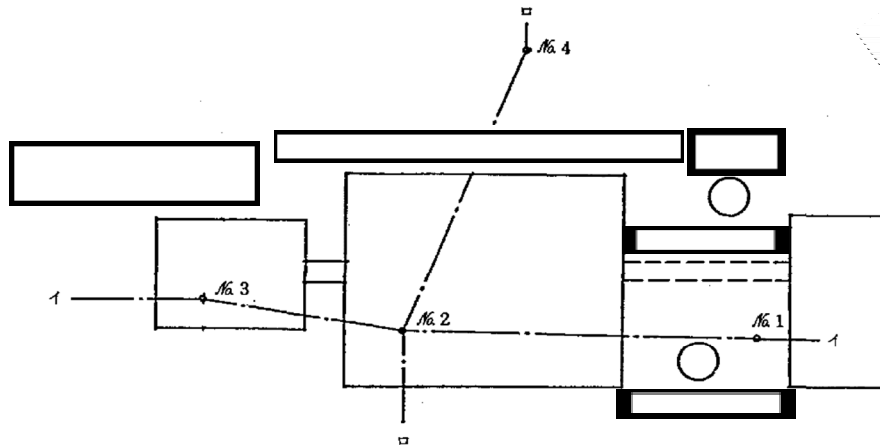
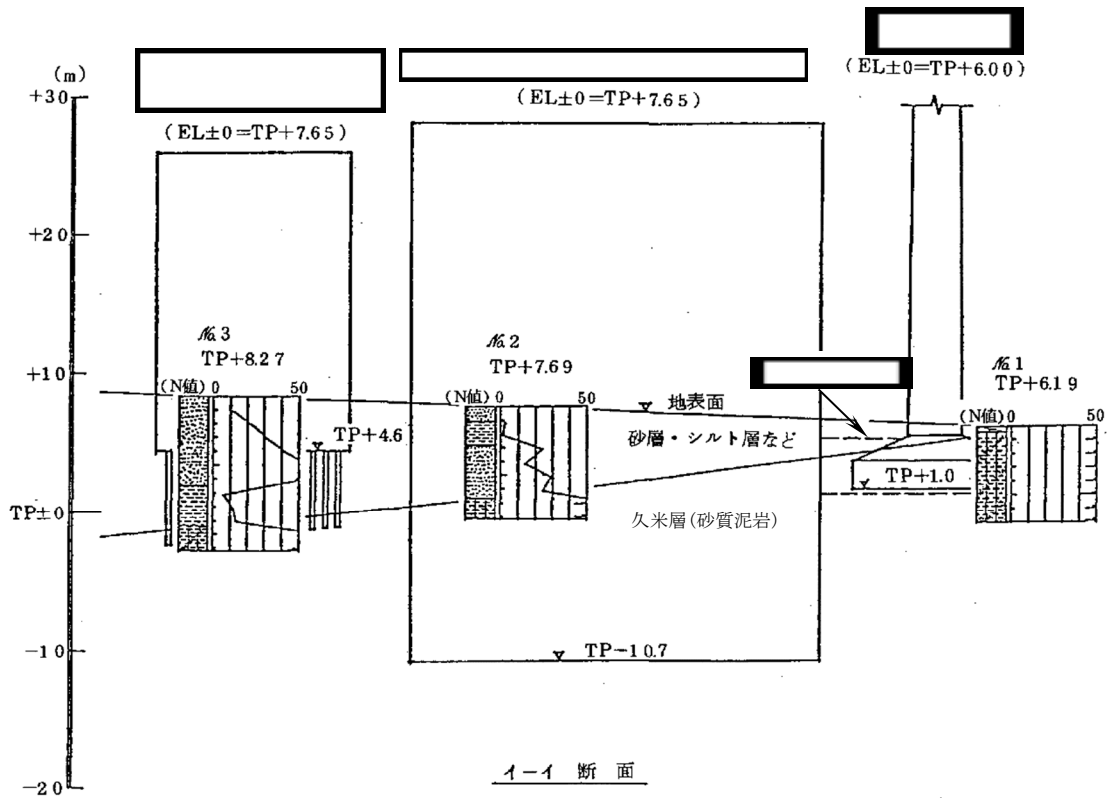


図 2-6 基礎地盤(久米層)の等高線図



ボーリング位置図

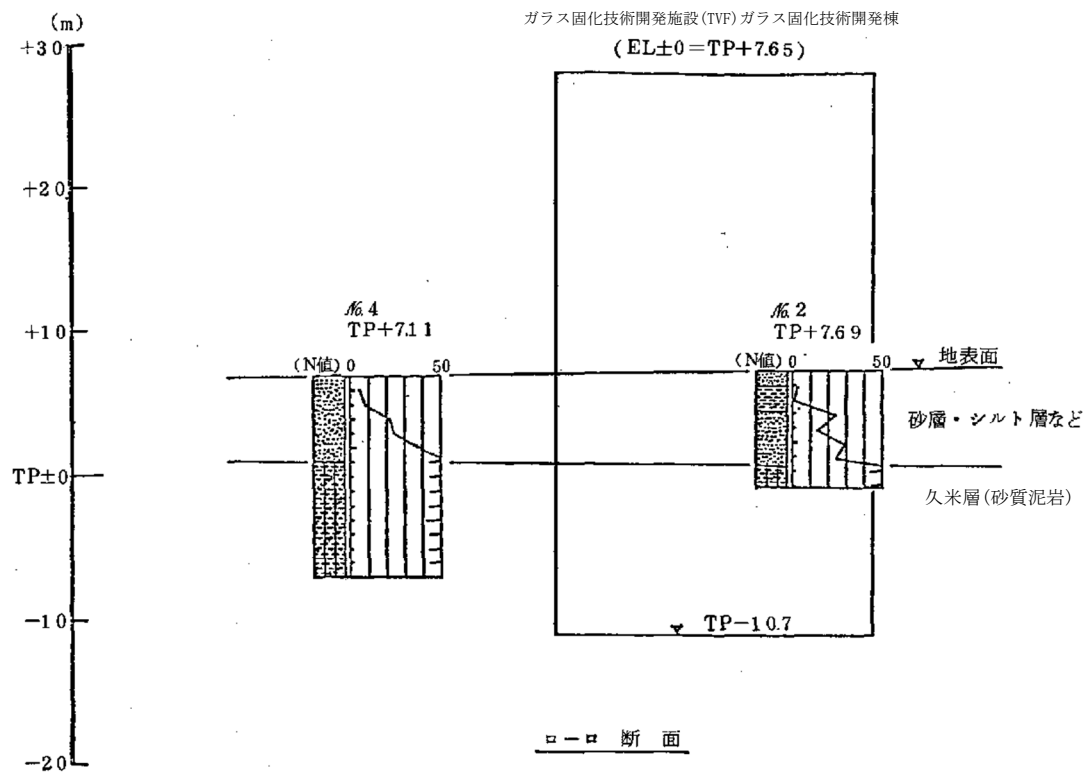


1-1 断面

注) 断面図の縦と横の縮尺は異なる。  
(単位 m)

図 2-7 基礎地盤(久米層)の断面図 (その 1)





注) 断面図の縦と横の縮尺は異なる。  
(単位 m)

図 2-8 基礎地盤(久米層)の断面図 (その 2)

## 2.3 解析方針

地震応答解析は、Sd-D を用いて建物・構築物の形状，構造特性等を考慮した質点系の解析モデルを水平(NS, EW)方向及び鉛直(UD)方向ごとに設定し実施する。

地震応答解析による応答値は，別添 6-1-3-3「Ⅲ-1 設計津波に対する津波防護施設の強度評価」及び「Ⅲ-2 設計津波に対する浸水防止設備（浸水防止扉）の強度評価」における余震荷重として用いる。

なお，接地率を算出し，基礎浮き上がりの評価法の適用範囲内であることを確認する。  
ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の評価フローを図 2-9 に示す。

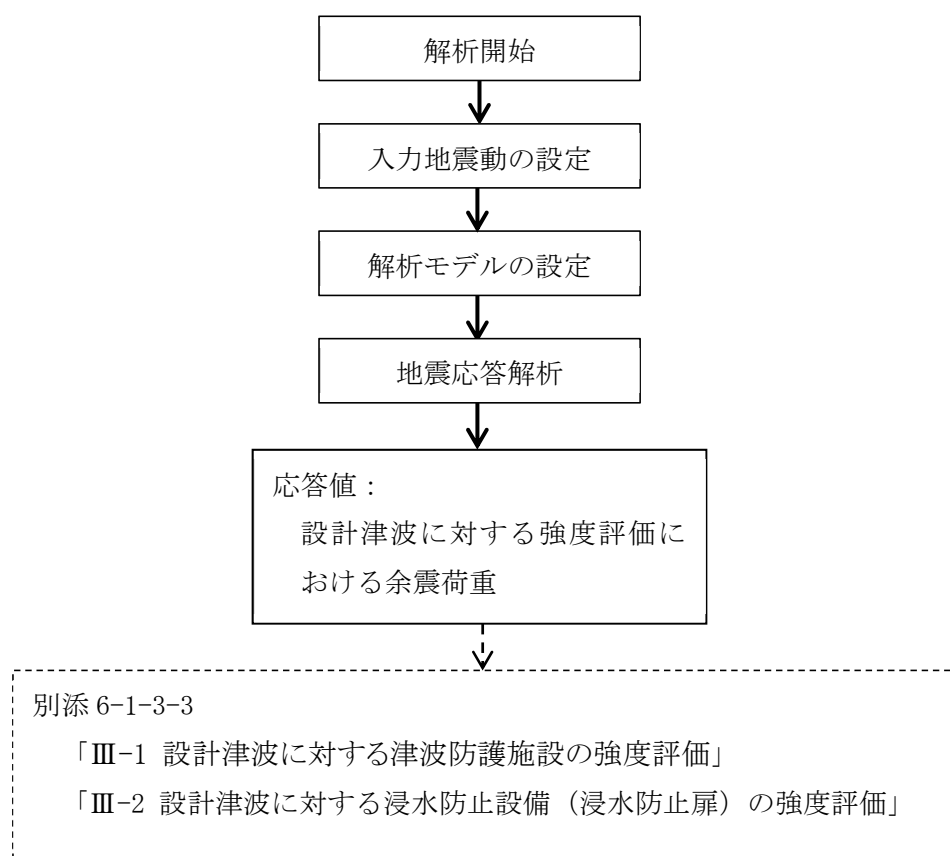


図 2-9 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の評価フロー

## 2.4 準拠規格・基準

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の地震応答解析において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601(日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601(日本電気協会)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(日本建築学会)
- ・ 建築基礎構造設計指針(日本建築学会)

## 2.5 使用材料

地震応答解析に用いるコンクリートの材料定数は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(ガラス固化技術開発施設)」において定めている設計基準強度を用いて鉄筋コンクリート構造計算規準に基づき設定する。コンクリートの材料定数を表 2-1 に示す。

表 2-1 コンクリートの材料定数

対象	設計基準強度 F <sub>c</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 ν
建家	22.1	2.20×10 <sup>4</sup>	0.2

### 3. 入力地震動

#### 3.1 水平方向の入力地震動

水平方向の入力地震動は、Sd-D を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した建家の基礎底面及び側面地盤ばね位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、当該敷地の地層等を考慮して設定された水平成層地盤とし、等価線形化法により地盤の非線形性を考慮する。

水平方向の入力地震動算定の概要を図 3-1 に、地盤の物性値を表 3-1 に、動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を図 3-2 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake(株式会社ニュージェック)」である。

Sd-D による地盤の地震応答解析結果を図 3-3 に、建家の基礎底面位置における水平方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-4 から図 3-5 に示す。

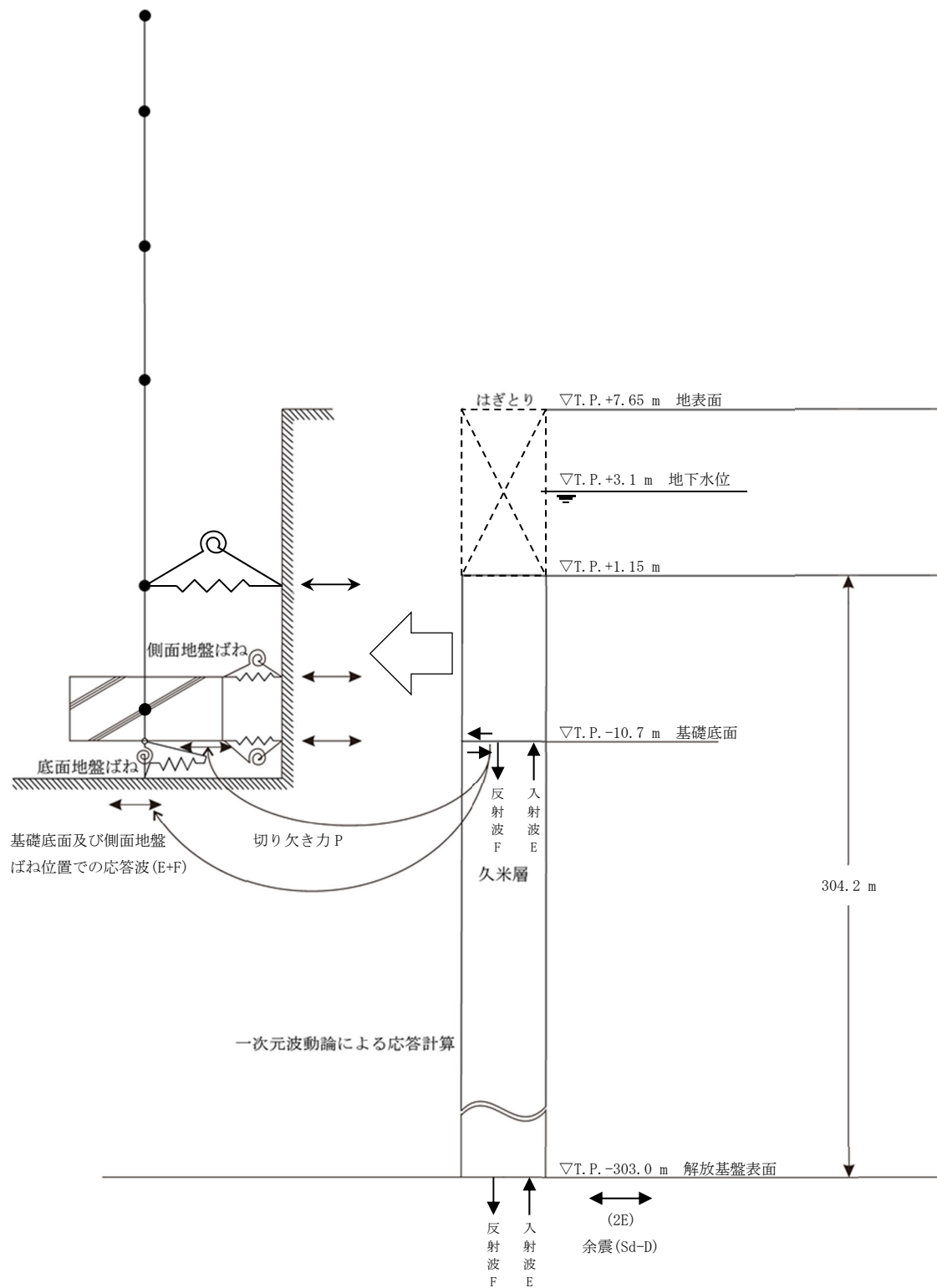
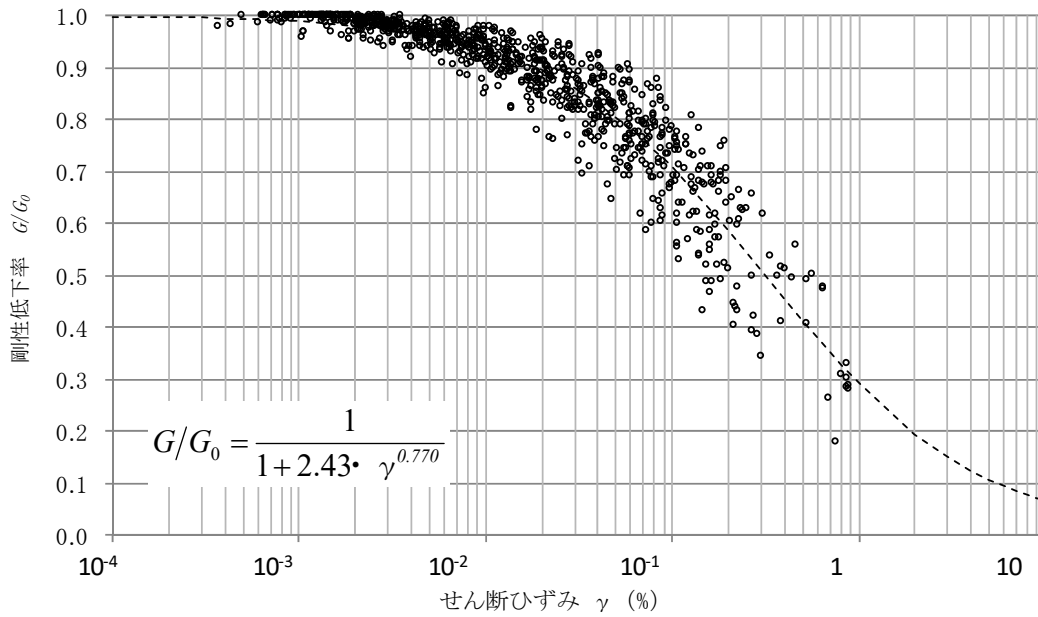


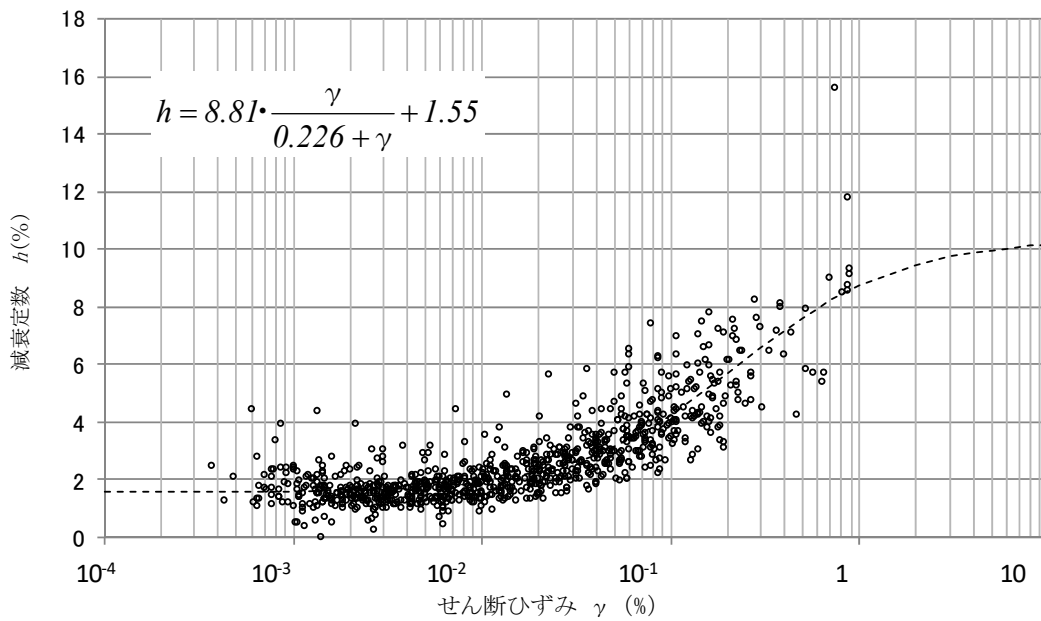
図 3-1 入力地震動算定の概要(水平方向)

表 3-1 地盤の物性値

標高 T. P. (m)	地質名	地層 分類	湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	動ポア ソン比 $\nu_d$	動せん断 弾性係数 $G_0$ (MN/m <sup>2</sup> )
1.15					
-10.0	久米層	Km1	1.77	0.455	427
-62.0		Km2	1.77	0.451	466
-92.0		Km3	1.77	0.447	515
-118.0		Km4	1.77	0.444	549
-169.0		Km5	1.77	0.440	596
-215.0		Km6	1.77	0.436	655
-261.0		Km7	1.77	0.431	711
-303.0		▽解放基盤表面	Km8	1.77	0.426
	解放基盤		1.77	0.417	867



(a) 動せん断弾性係数



(b) 減衰定数

図 3-2 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性(久米層)

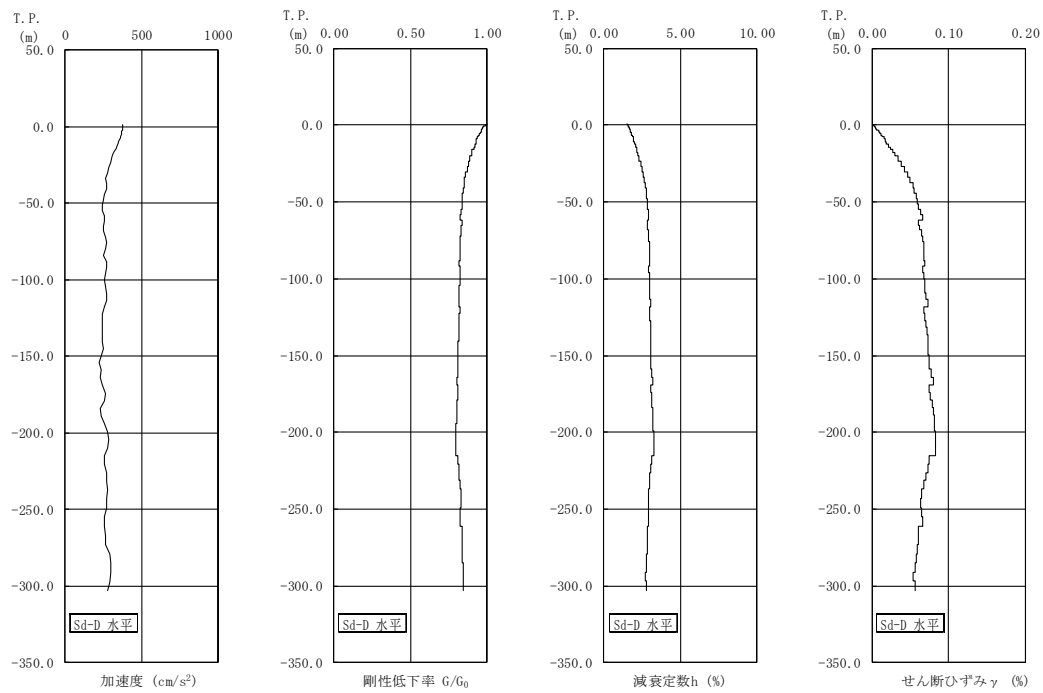


図 3-3 地盤の地震応答解析結果(水平方向, Sd-D)



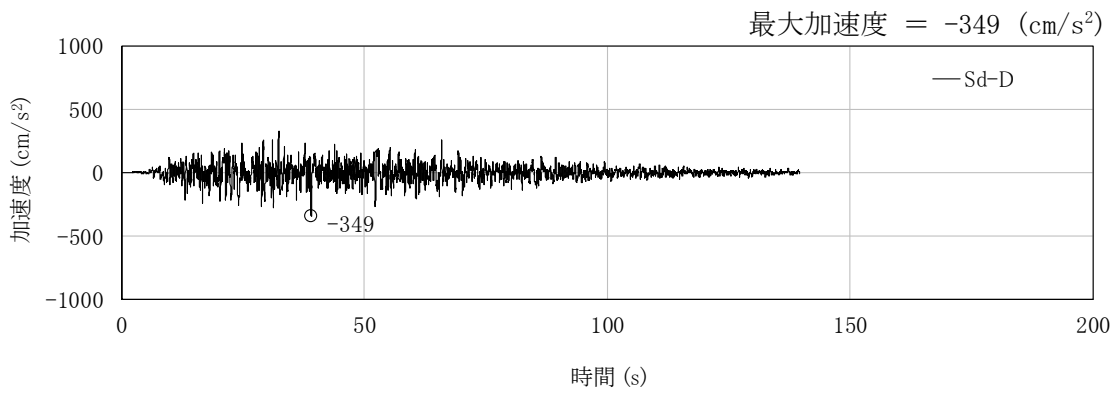


図 3-4 入力地震動の加速度時刻歴波形(水平方向, Sd-D, 基礎底面位置)

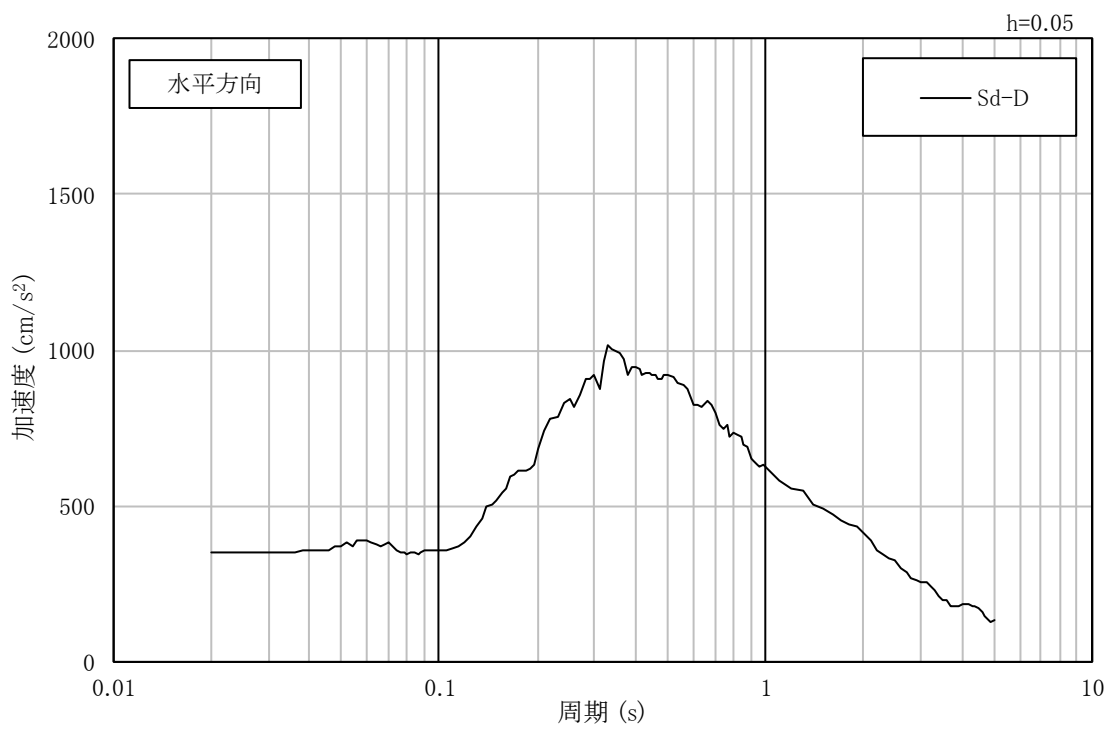


図 3-5 入力地震動の加速度応答スペクトル(水平方向, Sd-D, 基礎底面位置)

### 3.2 鉛直方向の入力地震動

鉛直方向の入力地震動は、Sd-D を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した建家の基礎底面位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、水平方向の入力地震動の算定において設定された物性値に基づき、基礎底面位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルとする。

鉛直方向の入力地震動算定の概要を図 3-6 に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「Nshake(株式会社ニュージェック)」である。

Sd-D による地盤の地震応答解析結果を図 3-7 に、建家の基礎底面位置における鉛直方向の入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-8 及び図 3-9 に示す。

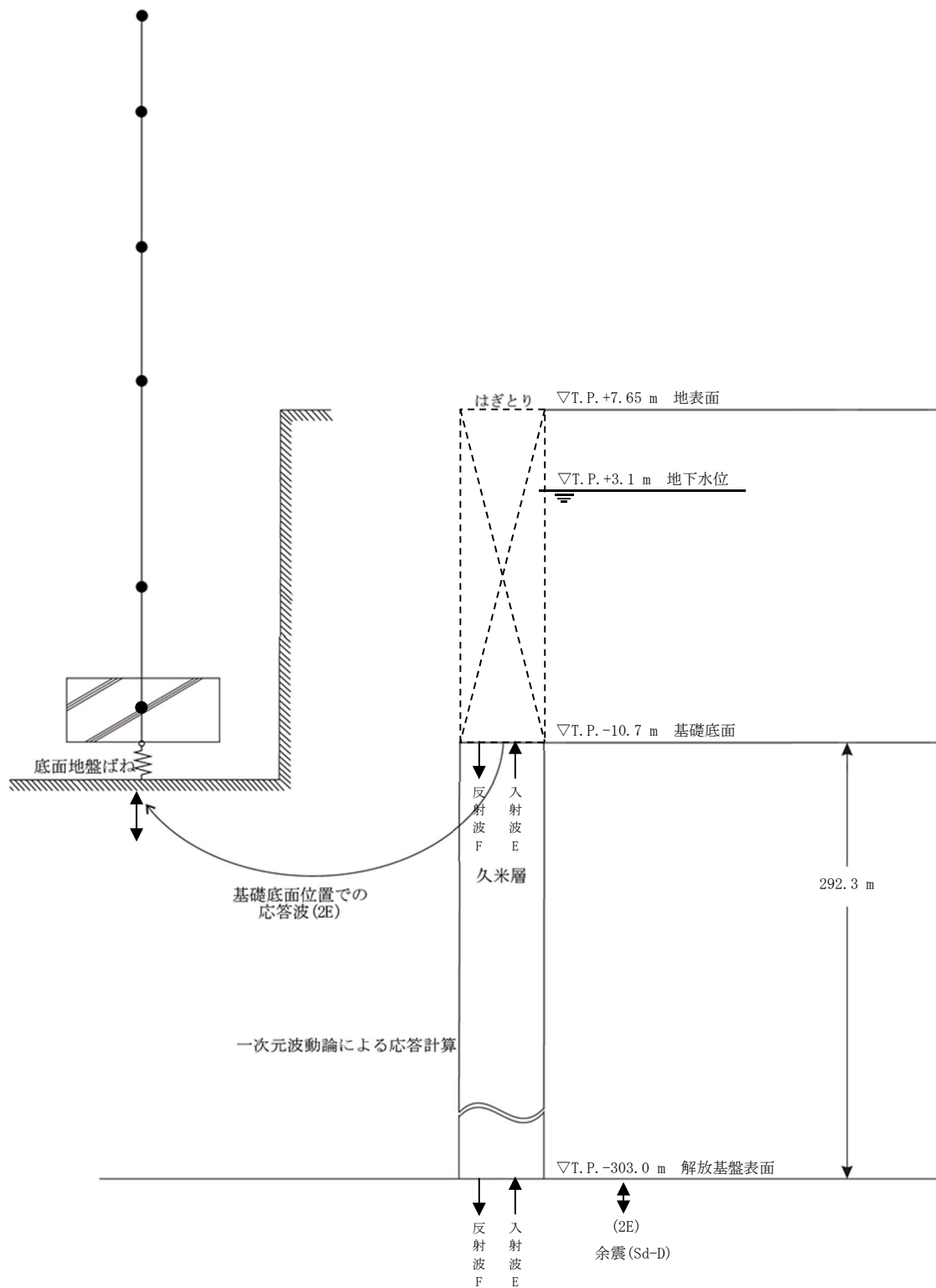


図 3-6 入力地震動算定の概要(鉛直方向)

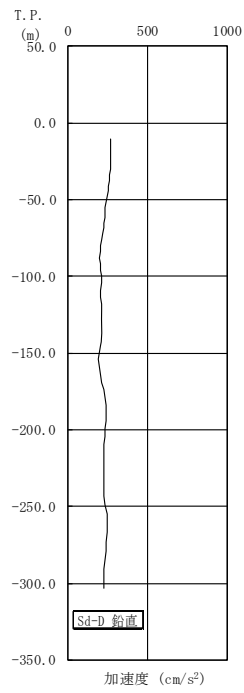


図 3-7 地盤の地震応答解析結果(鉛直方向, Sd-D)

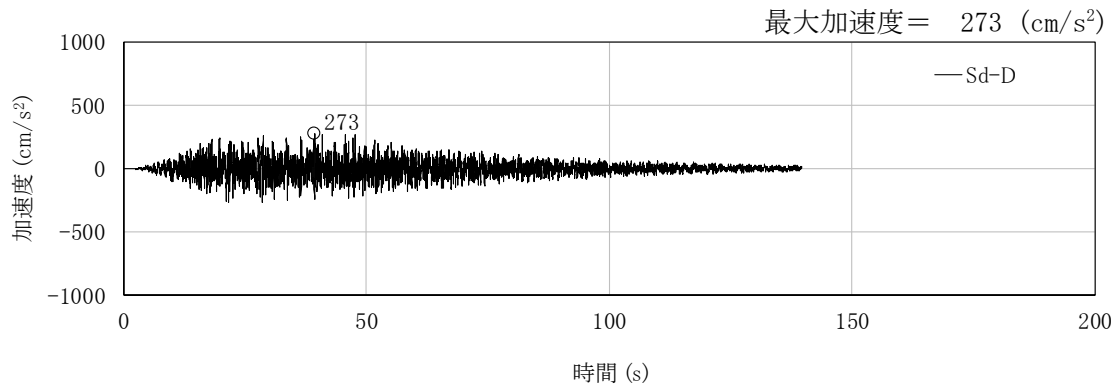


図 3-8 入力地震動の加速度時刻歴波形(鉛直方向, Sd-D, 基礎底面位置)

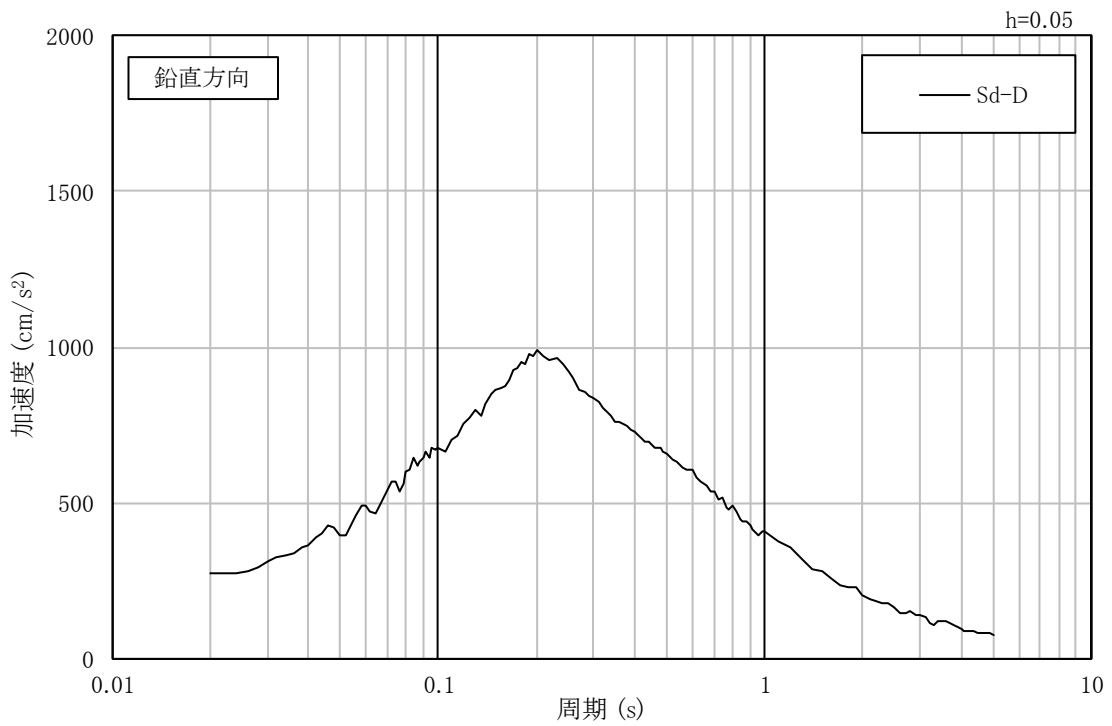


図 3-9 入力地震動の加速度応答スペクトル(鉛直方向, Sd-D, 基礎底面位置)

## 4. 解析モデル

### 4.1 水平方向の解析モデル

水平方向の解析モデルは、建家と地盤の相互作用を考慮した曲げせん断型の多質点系モデルとする。

水平方向の解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの諸元を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

解析モデルの諸元は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(ガラス固化技術開発施設)」の構造図に基づき設定する。

耐震壁のせん断の復元力特性は、図 4-2 に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性は最大点指向型とする。曲げの復元力特性は、図 4-3 に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性はディグレイディングトリリニア型とする。せん断及び曲げのスケルトンカーブを表 4-3 から表 4-6 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振動数依存の複素ばねを算定し、地盤ばね定数は 0 Hz での実部(静的ばね値)により、減衰係数は地盤-建家連成系 1 次固有円振動数での虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾きにより、それぞれ設定する。埋め込み部分の側面地盤ばねは、Novak の方法により振動数依存の複素ばねを算定し、地盤ばね定数は実部の極大値により、減衰係数は底面地盤ばねと同様に、それぞれ設定する。底面地盤回転ばねは、基礎の浮き上がりを考慮する非線形ばねとし、非線形特性を算定する際には、建家重量に津波による浸水高さ T.P. +12.2 m 及び海水の単位体積重量 10.1 kN/m<sup>3</sup>により生じる浮力 612720 kN を考慮する。底面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「Nbspgl(株式会社ニュージェック)」である。また、埋め込み部分の側面地盤ばねは、Novak の方法により算定する。側面地盤ばねの評価に使用する解析コードは「Nnovak1(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 4-7 及び表 4-8 に、地盤ばね定数及び減衰係数の設定方法の概要を図 4-4 に、底面地盤回転ばねの非線形特性(転倒モーメント-回転角関係)を図 4-5 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定する。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。

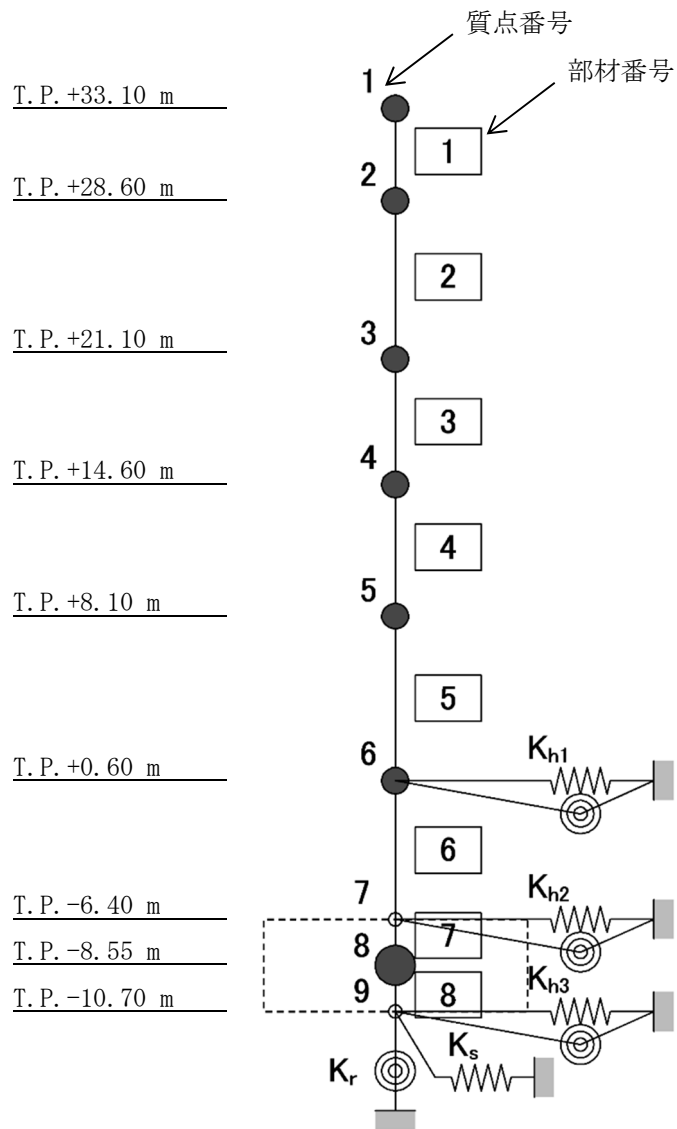


図 4-1 解析モデル(水平方向)

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	372.5	84930
7	-6.40	-	-	6	363.5	94430
8	-8.55	288896	601148	7	-	-
9	-10.70	-	-	8	-	-
				-	-	-

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	-	-
				-	-	-



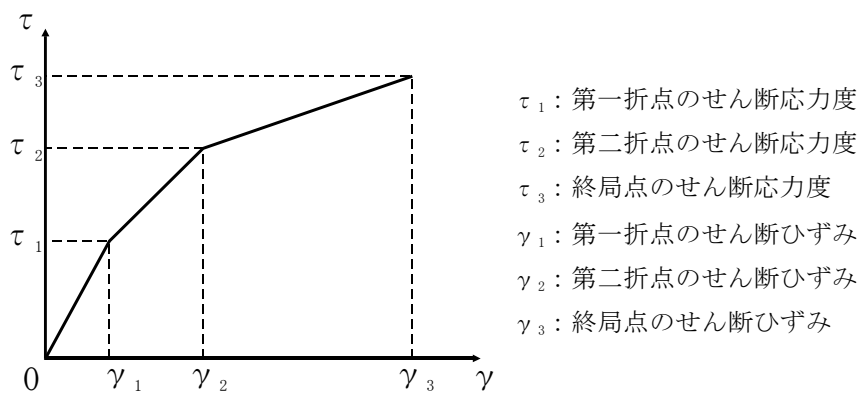


図 4-2 せん断のスケルトンカーブ ( $\tau$ - $\gamma$  関係)

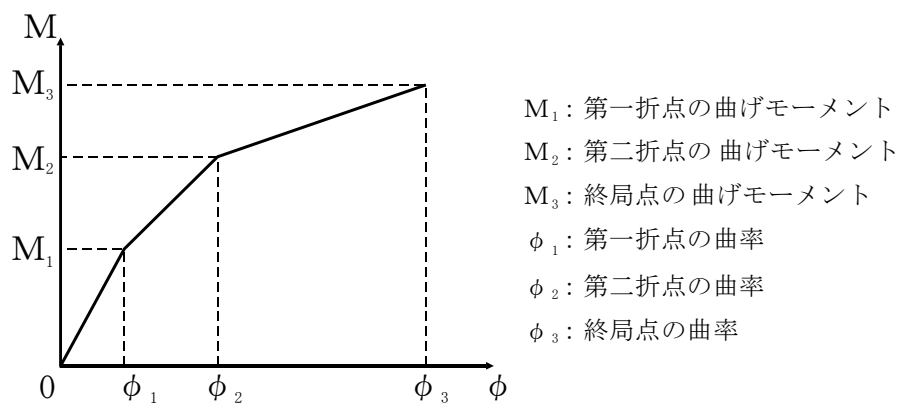


図 4-3 曲げのスケルトンカーブ ( $M$ - $\phi$  関係)

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	5.10	51.2	102
3	31.9	0.512	69.0	5.25	96.1	90.3
4	50.4	0.534	132	5.40	186	90.7
5	102	0.546	267	5.48	373	98.4
6	128	0.616	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)

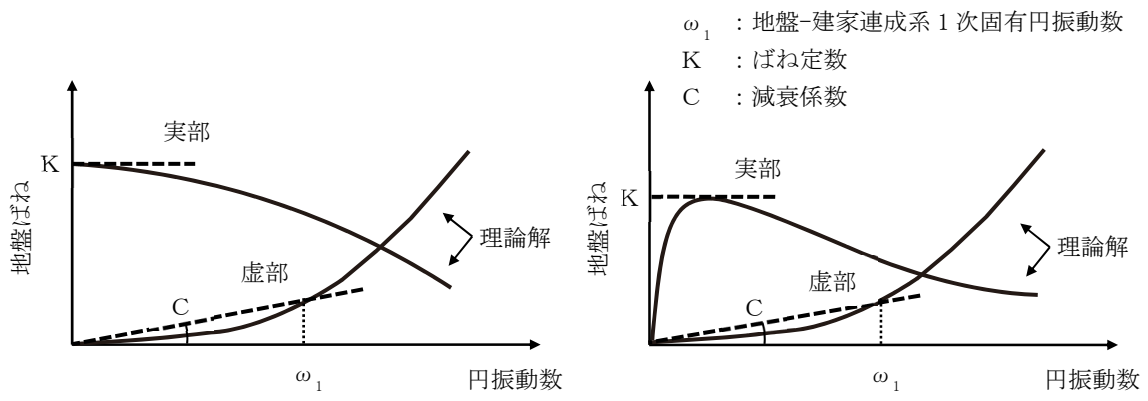
部材 番号	M <sub>1</sub> ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_1$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)	M <sub>2</sub> ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_2$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)	M <sub>3</sub> ( $\times 10^5$ kN $\cdot$ m)	$\phi_3$ ( $\times 10^{-5}$ 1/m)
1	0.780	1.29	3.87	16.2	5.45	30.8
2	20.0	0.305	33.9	3.70	47.1	72.2
3	47.7	0.345	64.9	3.76	87.0	70.0
4	73.2	0.364	145	3.87	202	77.2
5	136	0.375	326	3.95	449	78.8
6	169	0.424	409	4.09	561	70.5

表 4-7 地盤ばね定数及び減衰係数(NS 方向, Sd-D)

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		
Sd-D	側面	水平	Kh1	$7.175 \times 10^6$	$1.191 \times 10^6$
			Kh2	$1.001 \times 10^7$	$1.661 \times 10^6$
			Kh3	$3.793 \times 10^6$	$6.292 \times 10^5$
		回転	Kh1	$4.378 \times 10^9$	$2.298 \times 10^8$
			Kh2	$6.107 \times 10^9$	$3.207 \times 10^8$
			Kh3	$2.316 \times 10^9$	$1.219 \times 10^8$
	底面	水平	Ks	$6.536 \times 10^7$	$2.381 \times 10^6$
		回転	Kr	$4.103 \times 10^{10}$	$3.988 \times 10^8$

表 4-8 地盤ばね定数及び減衰係数(EW 方向, Sd-D)

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		
Sd-D	側面	水平	Kh1	$7.175 \times 10^6$	$1.193 \times 10^6$
			Kh2	$1.001 \times 10^7$	$1.664 \times 10^6$
			Kh3	$3.793 \times 10^6$	$6.302 \times 10^5$
		回転	Kh1	$4.378 \times 10^9$	$2.314 \times 10^8$
			Kh2	$6.107 \times 10^9$	$3.228 \times 10^8$
			Kh3	$2.316 \times 10^9$	$1.227 \times 10^8$
	底面	水平	Ks	$6.297 \times 10^7$	$2.200 \times 10^6$
		回転	Kr	$6.373 \times 10^{10}$	$8.442 \times 10^8$



(a) 底面地盤ばね

(b) 側面地盤ばね

図 4-4 地盤ばね定数及び減衰係数の設定方法の概要

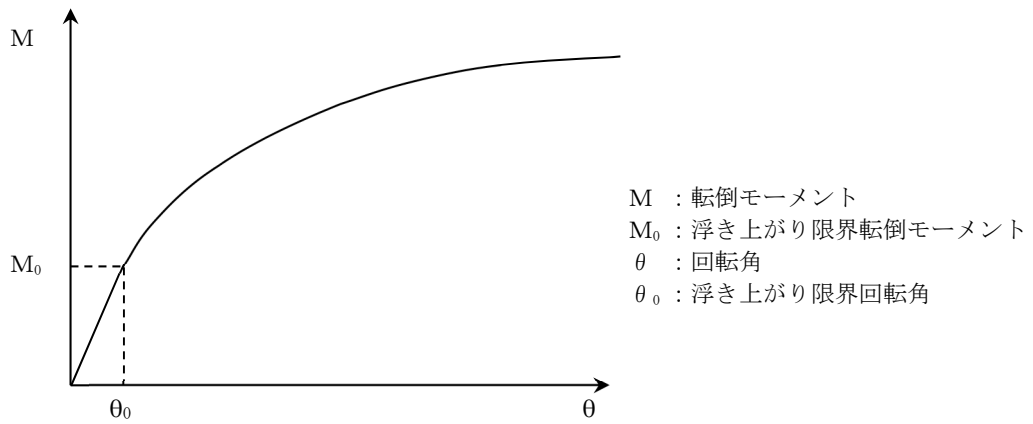


図 4-5 底面地盤回転ばねの非線形特性(転倒モーメント-回転角関係)

#### 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 4-6 に、解析モデルの諸元を表 4-9 に示す。

解析モデルの諸元は、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法(ガラス固化技術開発施設)」の構造図に基づき設定する。

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。

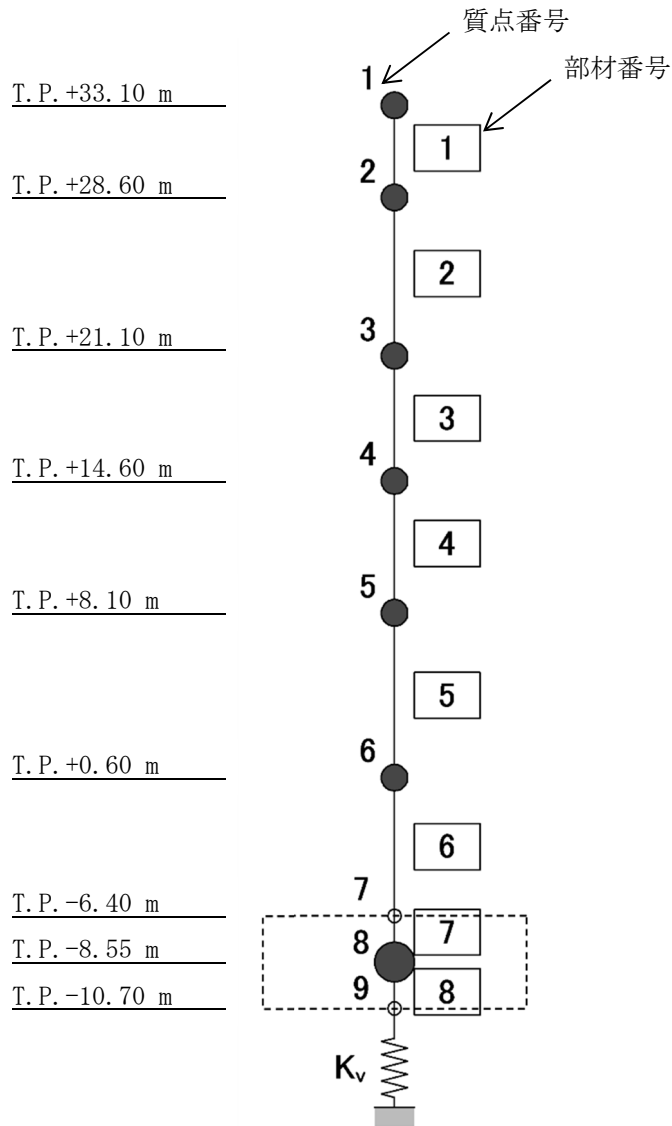


図 4-6 解析モデル(鉛直方向)

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	-	-
			1	26.2
2	28.60	52990	2	139.9
			3	207.7
4	14.60	117328	4	361.7
			5	600.9
6	0.60	175896	6	622.2
			7	-
8	-8.55	288896	8	-
			-	-
9	-10.70	-	-	-

表 4-10 地盤ばね定数及び減衰係数(鉛直方向, Sd-D)

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		
Sd-D	底面	鉛直	Kv	$9.655 \times 10^7$	$5.055 \times 10^6$



## 5. 解析結果

### 5.1 固有値解析結果

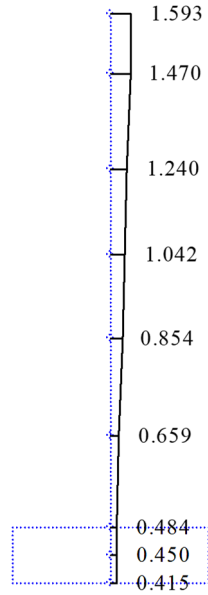
解析モデルの固有値解析結果を表 5-1 に示す。Sd-D による刺激関数を図 5-1 から図 5-6 に示す。

表 5-1 固有値解析結果(Sd-D)

方向	次数	固有周期 (s)	振動数 (Hz)	刺激係数	備考
NS	1	0.275	3.64	1.593	全体 1 次
	2	0.133	7.52	-0.684	
	3	0.066	15.15	0.048	
	4	0.053	18.73	0.079	
	5	0.040	25.00	-0.002	
	6	0.036	27.90	-0.061	
	7	0.029	33.96	0.037	
EW	1	0.267	3.75	1.538	全体 1 次
	2	0.140	7.17	-0.528	
	3	0.080	12.48	-0.113	
	4	0.055	18.10	0.168	
	5	0.043	23.41	-0.010	
	6	0.040	24.81	-0.096	
	7	0.037	27.27	0.033	
UD	1	0.200	5.01	1.08	全体 1 次
	2	0.040	24.82	-0.11	
	3	0.023	42.71	0.040	
	4	0.017	59.13	-0.018	
	5	0.013	74.84	0.012	
	6	0.013	79.70	-0.007	
	7	0.011	90.17	-0.002	

Mode - 1

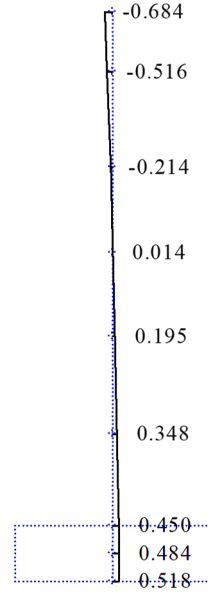
$T(s) = 0.275$   
 $f(\text{Hz}) = 3.636$   
 $\beta h = 1.593$



(1 次)

Mode - 2

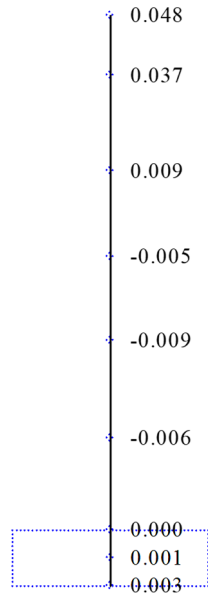
$T(s) = 0.133$   
 $f(\text{Hz}) = 7.519$   
 $\beta h = -0.684$



(2 次)

Mode - 3

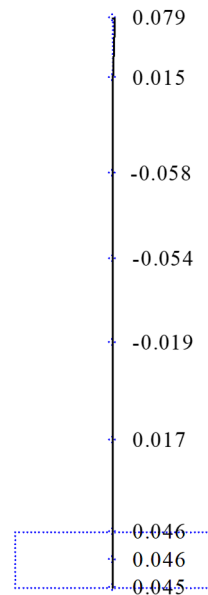
$T(s) = 0.066$   
 $f(\text{Hz}) = 15.152$   
 $\beta h = 0.048$



(3 次)

Mode - 4

$T(s) = 0.053$   
 $f(\text{Hz}) = 18.733$   
 $\beta h = 0.079$

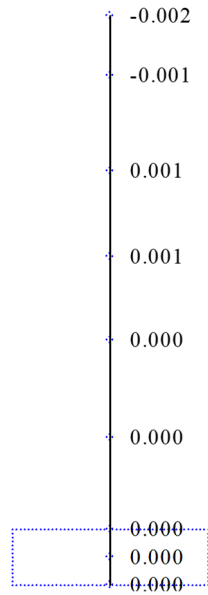


(4 次)

図 5-1 刺激関数(NS 方向, Sd-D, 1~4 次)

Mode - 5

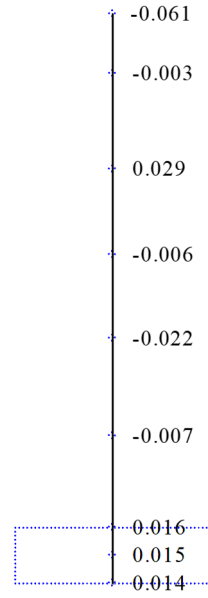
$T(s) = 0.040$   
 $f(\text{Hz}) = 24.997$   
 $\beta h = -0.002$



(5 次)

Mode - 6

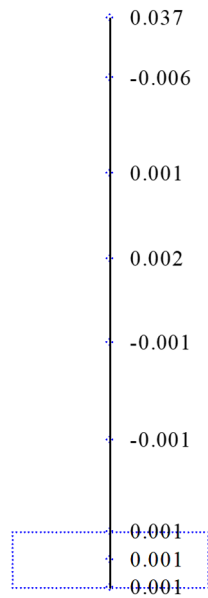
$T(s) = 0.036$   
 $f(\text{Hz}) = 27.901$   
 $\beta h = -0.061$



(6 次)

Mode - 7

$T(s) = 0.029$   
 $f(\text{Hz}) = 33.963$   
 $\beta h = 0.037$

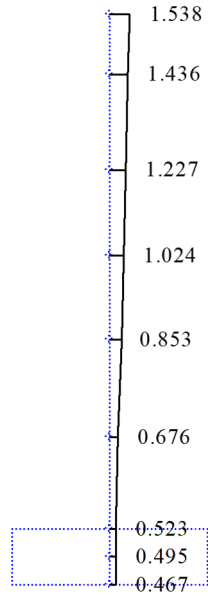


(7 次)

図 5-2 刺激関数(NS 方向, Sd-D, 5~7 次)

Mode - 1

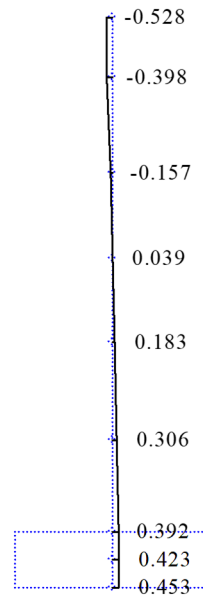
$T(s) = 0.267$   
 $f(\text{Hz}) = 3.748$   
 $\beta h = 1.538$



(1 次)

Mode - 2

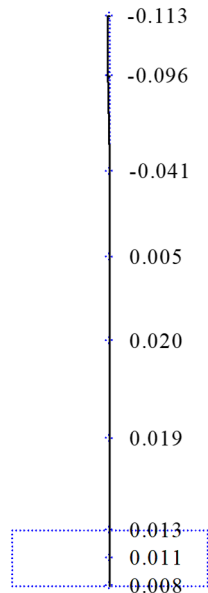
$T(s) = 0.140$   
 $f(\text{Hz}) = 7.168$   
 $\beta h = -0.528$



(2 次)

Mode - 3

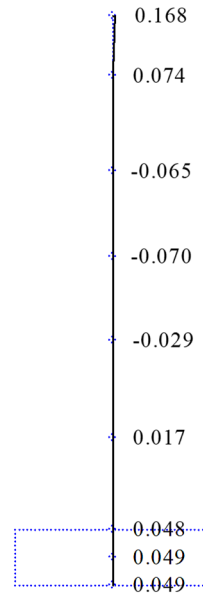
$T(s) = 0.080$   
 $f(\text{Hz}) = 12.475$   
 $\beta h = -0.113$



(3 次)

Mode - 4

$T(s) = 0.055$   
 $f(\text{Hz}) = 18.101$   
 $\beta h = 0.168$



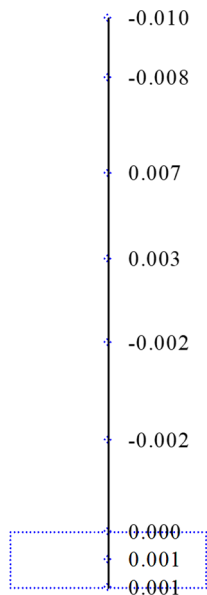
(4 次)

図 5-3 刺激関数(EW 方向, Sd-D, 1~4 次)

Mode - 5

$T(s) = 0.043$   
 $f(\text{Hz}) = 23.412$   
 $\beta h = -0.010$

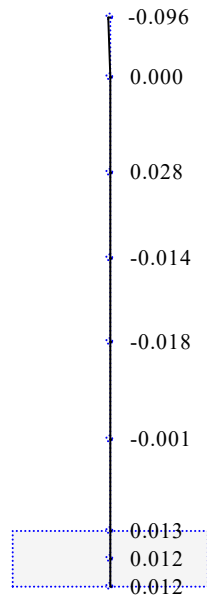
j



(5 次)

Mode - 6

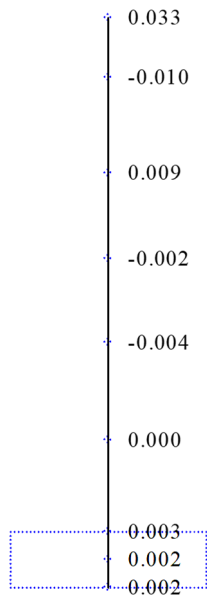
$T(s) = 0.040$   
 $f(\text{Hz}) = 24.805$   
 $\beta h = -0.096$



(6 次)

Mode - 7

$T(s) = 0.037$   
 $f(\text{Hz}) = 27.271$   
 $\beta h = 0.033$

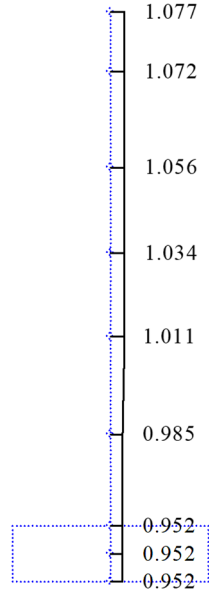


(7 次)

図 5-4 刺激関数(EW 方向, Sd-D, 5~7 次)

Mode - 1

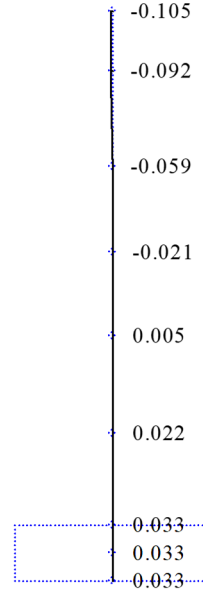
T (s) = 0.200  
 f (Hz) = 5.011  
 $\beta$  = 1.077



(1 次)

Mode - 2

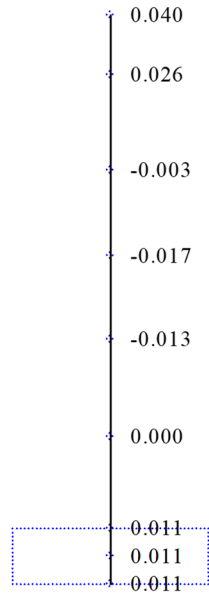
T (s) = 0.040  
 f (Hz) = 24.820  
 $\beta$  = -0.105



(2 次)

Mode - 3

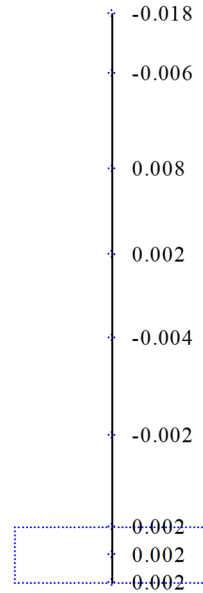
T (s) = 0.023  
 f (Hz) = 42.709  
 $\beta$  = 0.040



(3 次)

Mode - 4

T (s) = 0.017  
 f (Hz) = 59.134  
 $\beta$  = -0.018

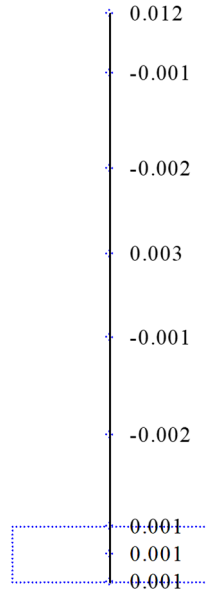


(4 次)

図 5-5 刺激関数 (UD 方向, Sd-D, 1~4 次)

Mode - 5

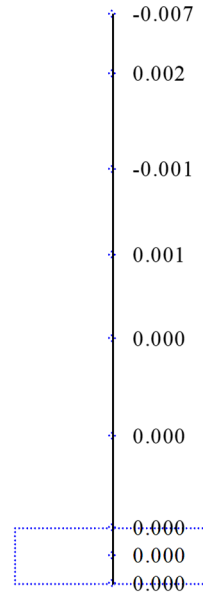
$T(s) = 0.013$   
 $f(\text{Hz}) = 74.837$   
 $\beta = 0.012$



(5 次)

Mode - 6

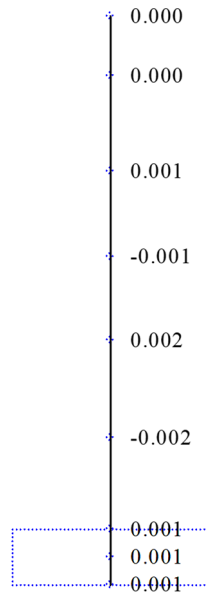
$T(s) = 0.013$   
 $f(\text{Hz}) = 79.692$   
 $\beta = -0.007$



(6 次)

Mode - 7

$T(s) = 0.011$   
 $f(\text{Hz}) = 90.166$   
 $\beta = -0.002$



(7 次)

図 5-6 刺激関数(UD 方向, Sd-D, 5~7 次)



## 5.2 地震応答解析結果

Sd-D 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は，図 5-15 及び図 5-16 に示すとおり，弾性範囲内にある。

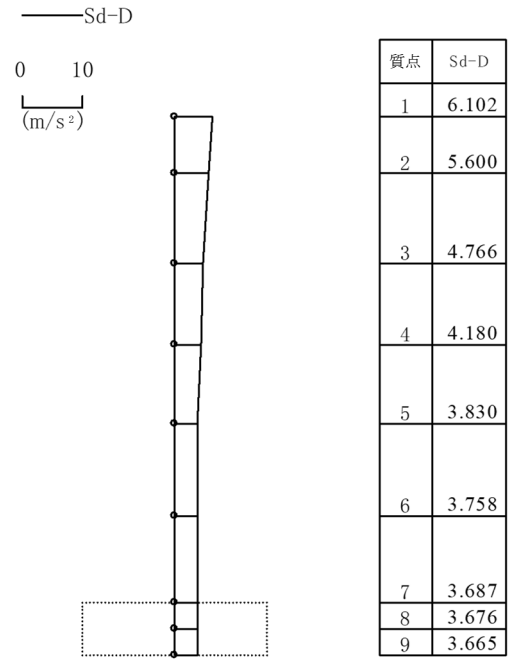


図 5-7 最大応答加速度 (Sd-D, NS 方向)

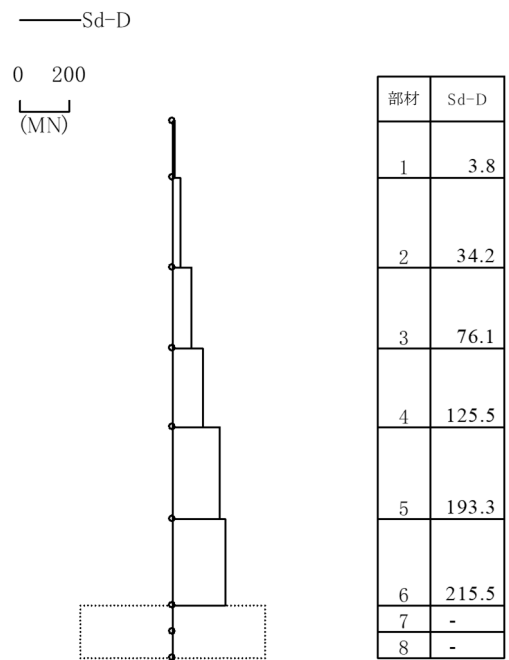
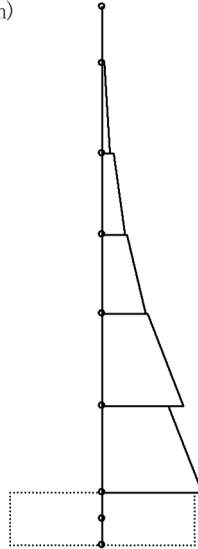


図 5-8 最大応答せん断力 (Sd-D, NS 方向)

—Sd-D

0 2,000

(MNm)



部材	Sd-D
	0.8
1	17.7
	114.4
2	321.4
	437.7
3	884.4
	964.0
4	1760.9
	1882.9
5	3330.9
	2706.5
6	4039.8
7	=
8	=

※底面地盤ばね KR の最大応答曲げモーメント :

3657.0 (MN・m)

図 5-9 最大応答曲げモーメント (Sd-D, NS 方向)

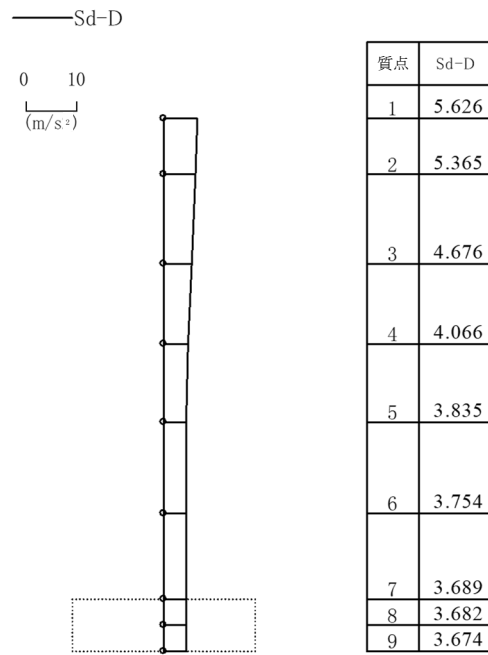


図 5-10 最大応答加速度 (Sd-D, EW 方向)

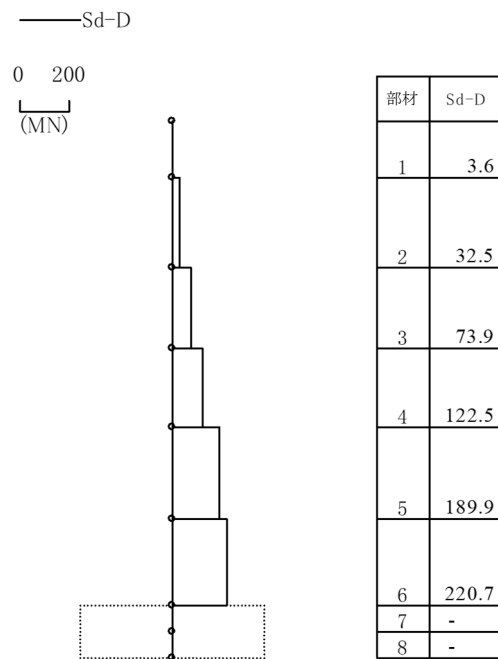
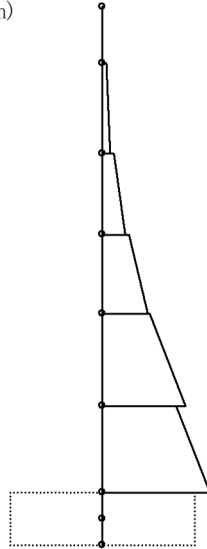


図 5-11 最大応答せん断力 (Sd-D, EW 方向)

—Sd-D

0 2,000

(MNm)



部材	Sd-D
	5.8
1	18.2
	136.5
2	331.1
	488.9
3	918.1
	1046.9
4	1827.1
	1939.6
5	3364.1
	3011.9
6	4386.9
7	=
8	=

※底面地盤ばね KR の最大応答曲げモーメント：

4450.4 (MN・m)

図 5-12 最大応答曲げモーメント (Sd-D, EW 方向)

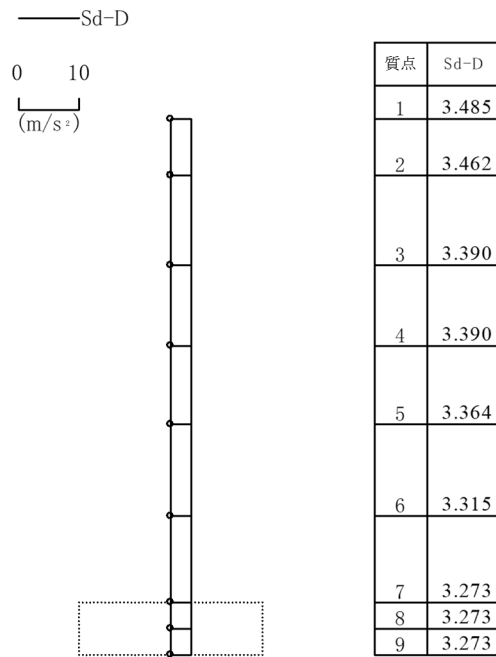
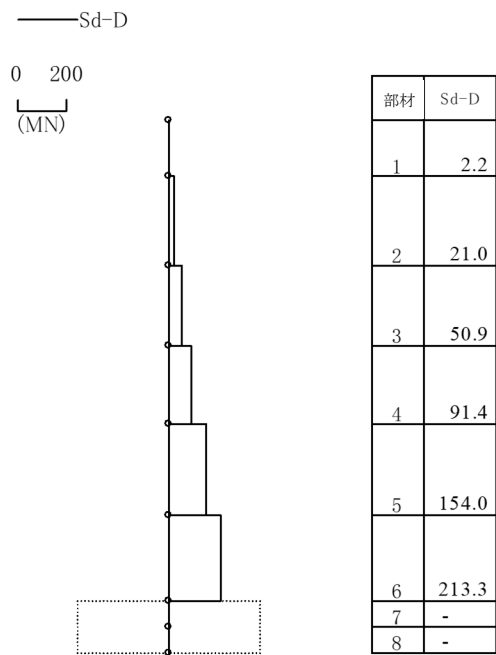


図 5-13 最大応答加速度 (Sd-D, UD 方向)



※底面地盤ばね KV の最大応答軸力：

202.2 (MN)

図 5-14 最大応答軸力 (Sd-D, UD 方向)

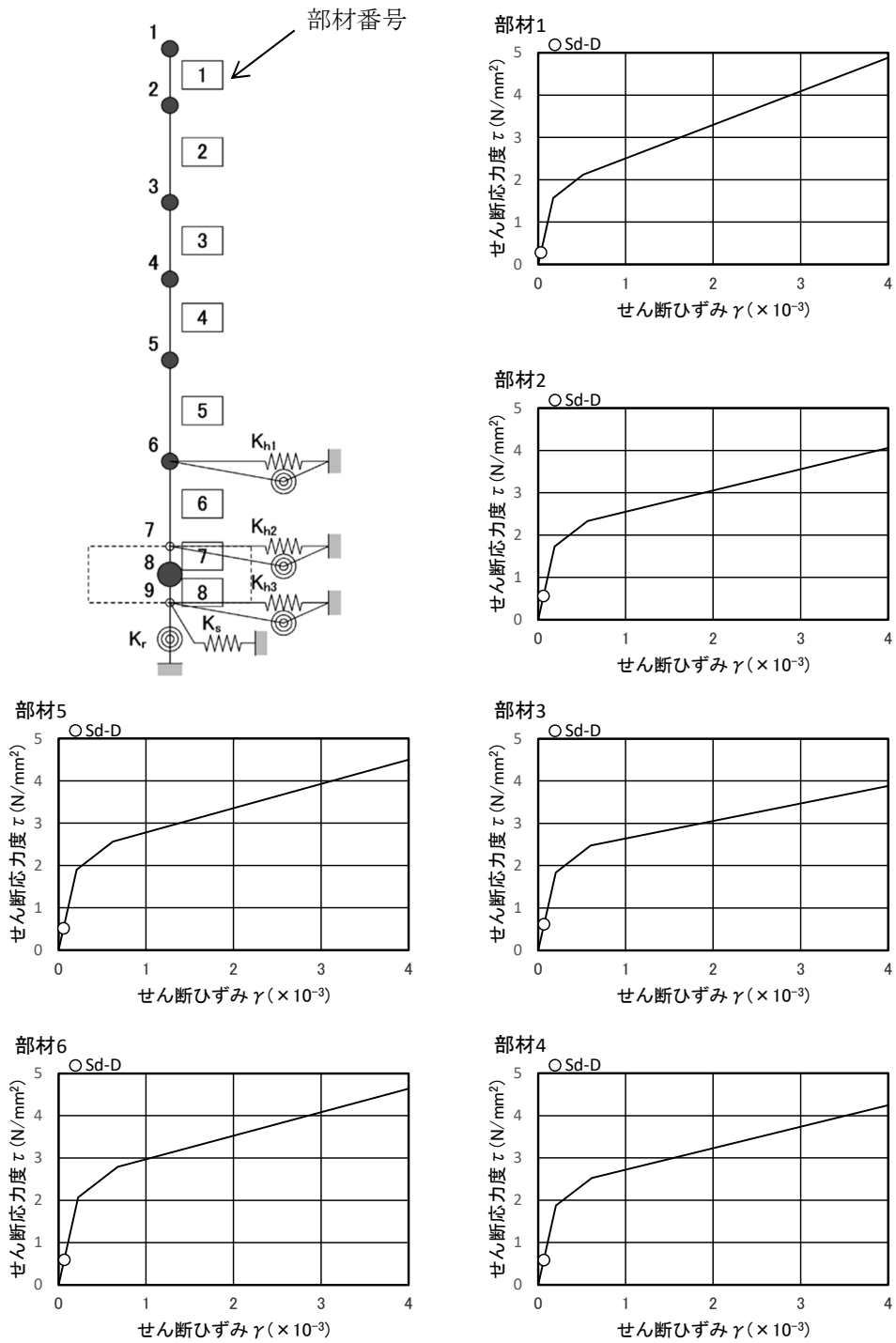


図 5-15 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(NS 方向, Sd-D)

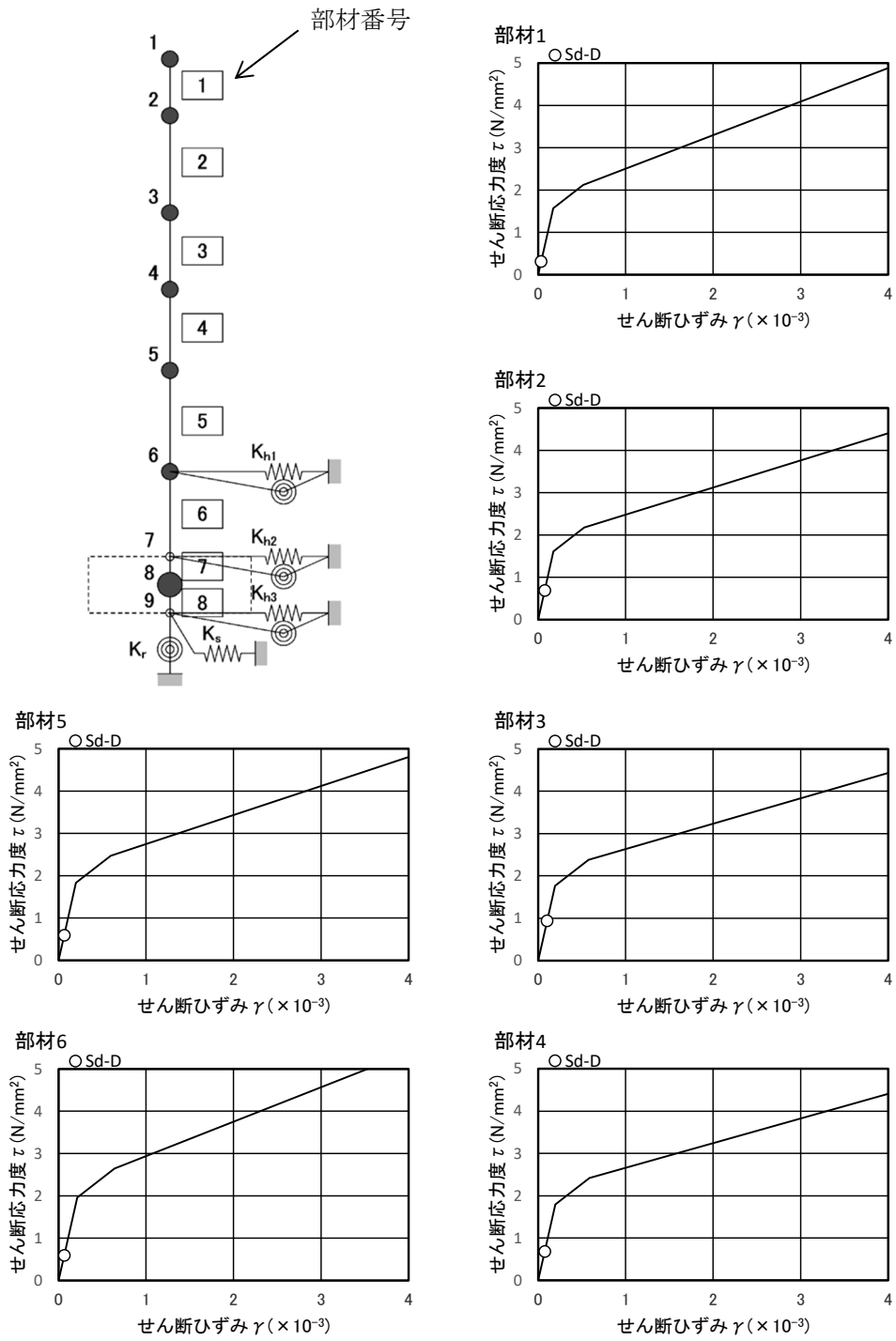


図 5-16 せん断のスケルトンカーブ上の最大応答値(EW 方向, Sd-D)



## 6. 基礎浮き上がりの検討

最小接地率は、建家重量に津波による浸水により生じる浮力を考慮して算定する。Sd-D 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。

接地率は、浮き上がり非線形ばねを用いた地震応答解析を適用できる基準値(65%以上)を満足していることを確認した。

表 6-1 最小接地率

(a) NS 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ( $\times 10^6$ kN・m)	最大転倒モーメント ( $\times 10^6$ kN・m)	最小接地率 (%)
Sd-D	2.20	3.66	66.8

(b) EW 方向

地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント ( $\times 10^6$ kN・m)	最大転倒モーメント ( $\times 10^6$ kN・m)	最小接地率 (%)
Sd-D	2.97	4.45	75.0

## 7. まとめ

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟について Sd-D による地震応答解析を行い、接地率が浮き上がり非線形ばねを用いた地震応答解析を適用できる基準値を満足していることを確認した。地震応答解析による応答値は、別添 6-1-3-3 「Ⅲ-1 設計津波に対する津波防護施設の強度評価」及び「Ⅲ-2 設計津波に対する浸水防止設備(浸水防止扉)の強度評価」における余震荷重として用いる。

### Ⅲ-1 設計津波に対する津波防護施設の強度評価

#### 1. 概要

本資料は、別添 6-1-3-3 「I ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設の設計方針」に基づき、津波荷重及び余震を考慮した荷重に対して、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟が構造強度・止水性を保持することを説明するものである。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟が建家であることから「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」※（以下「津波避難ビル等の指針」という。）に基づき強度評価を行う。

津波避難ビル等の指針に基づき、許容限界は終局耐力を基本とする。なお、建家外壁については、要求性能が止水性の確保であること及び津波後の再使用性を考慮し、許容限界を終局耐力から短期許容応力に読み替えて評価を行う。

※「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」－2011年11月17日「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について（技術的助言）」（国住指第2570号）の別添

## 2. 一般事項

### 2.1 位置

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の位置を図 2-1 に示す。

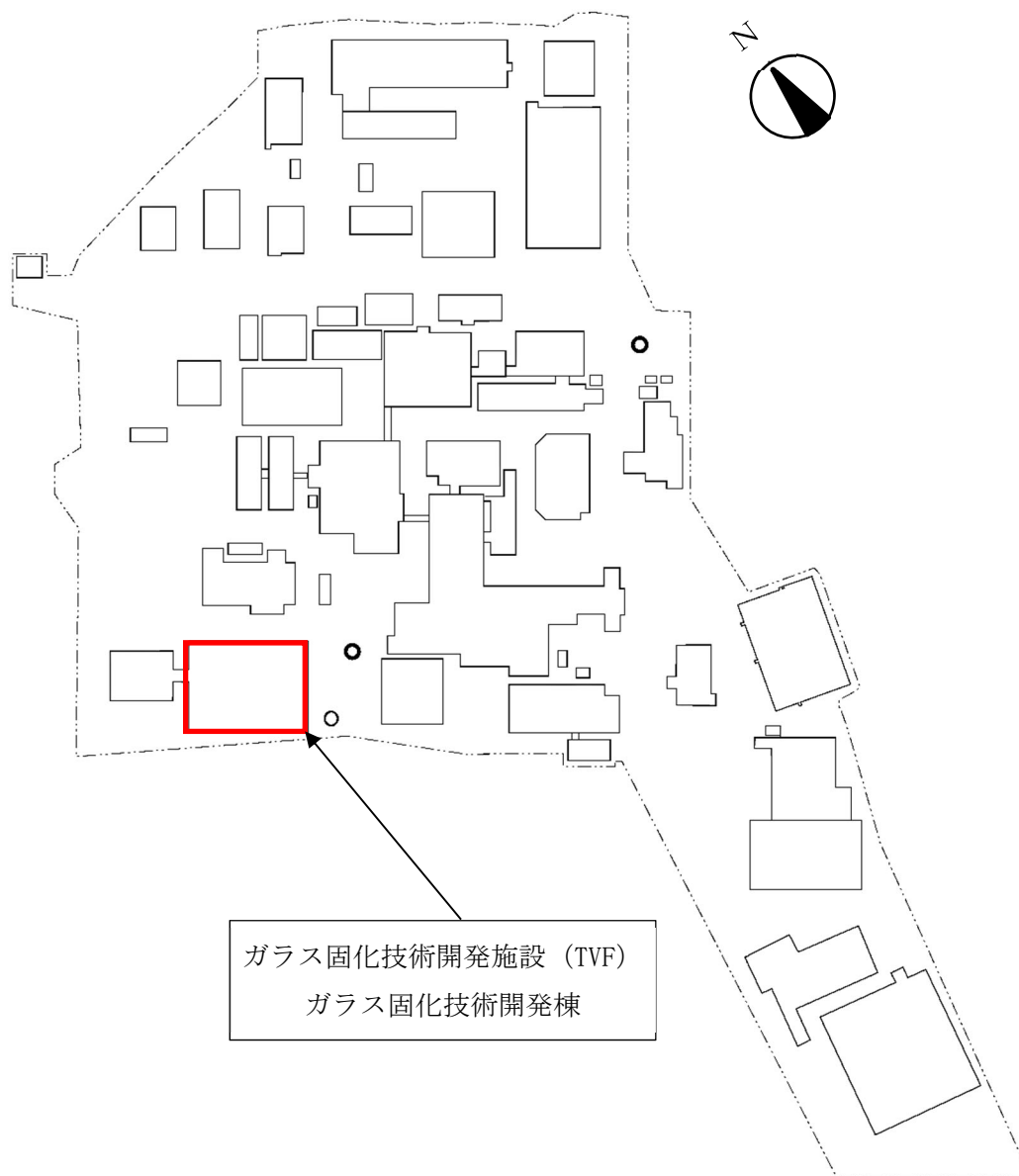


図 2-1 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の位置

## 2.2 構造概要

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟は、  
の長方形を成しており、  
の鉄骨鉄筋コンクリート造の建家である。基礎は、べた基礎とし、基礎地盤である久米層（砂質泥岩）に設置されている。

建家の代表的な平面図及び断面図を図 2-2 から図 2-5 に示す。



図 2-2 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟平面図（地下1階）

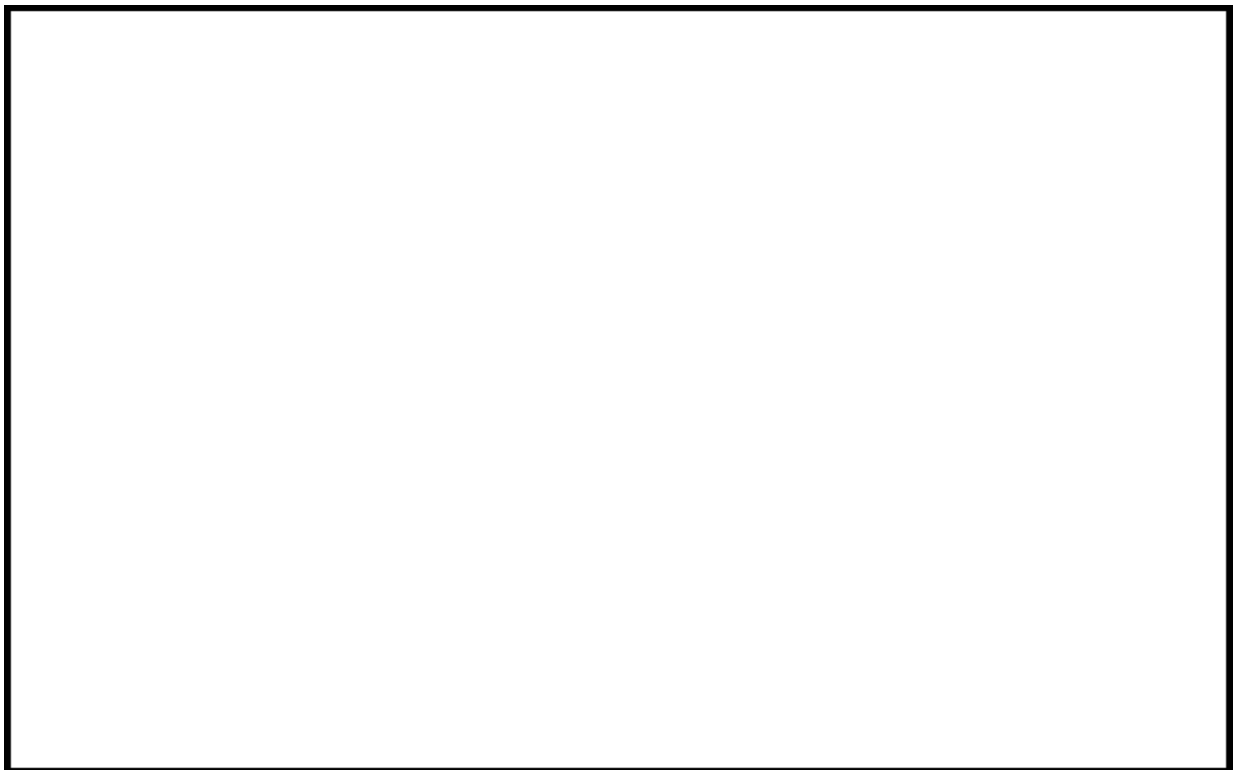


図 2-3 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟平面図（1階）

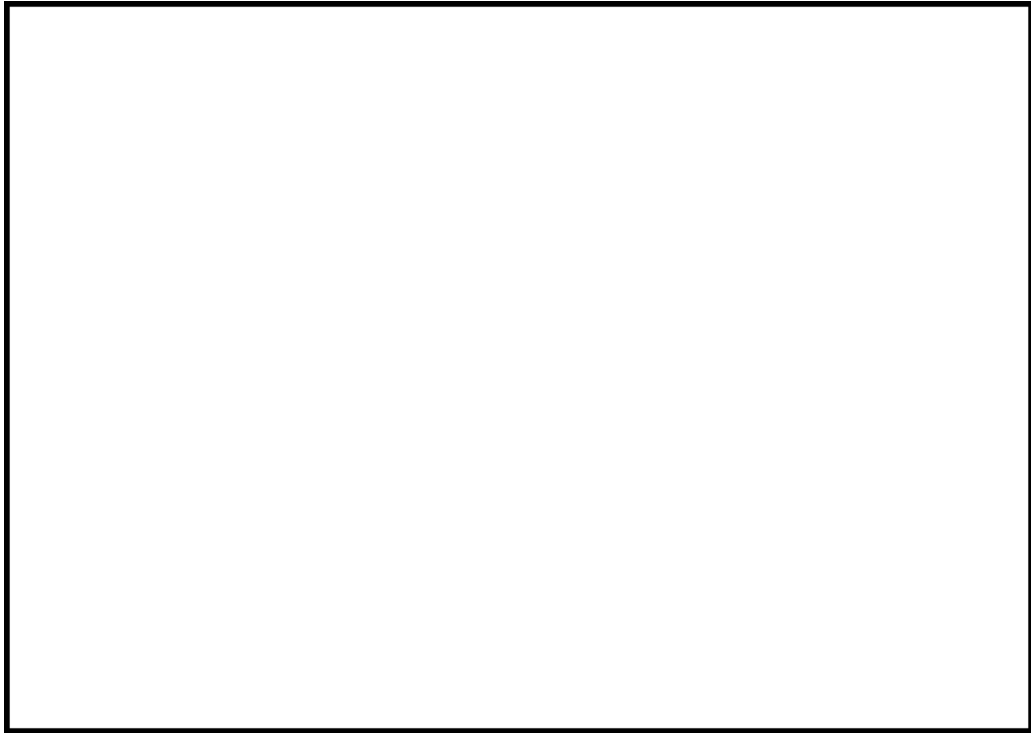


図 2-4 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 (NS 断面)

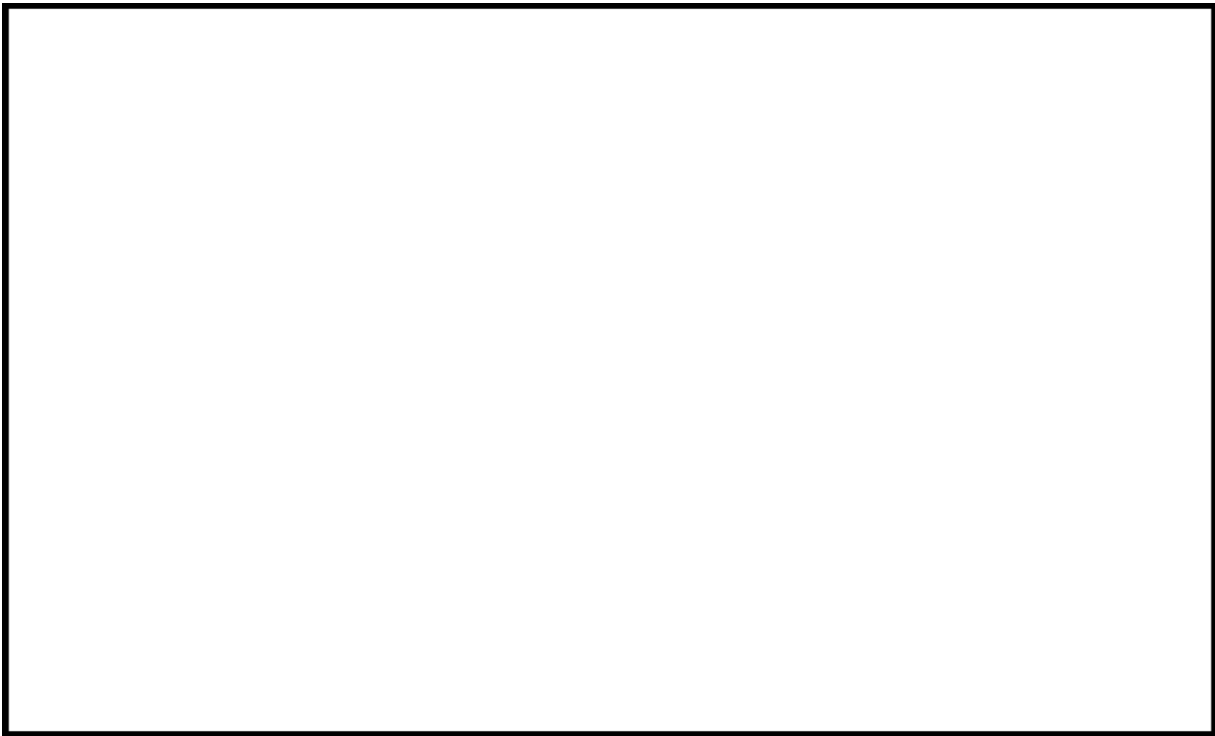


図 2-5 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 (EW 断面)



### 2.3 評価方針

評価に当たっては「津波避難ビル等の指針」に基づき、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家及び基礎地盤が設計津波による津波荷重等を考慮した荷重に対して構造強度を有することを確認する。

また、別添 6-1-3-3 「I ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設的设计方針」に基づき、建家外壁が止水性を損なわないことを確認する。

評価項目を表 2-1 に示す。

表 2-1 評価項目

評価方針	評価項目	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	建家の健全性 (保有水平耐力)	各階の層せん断力が、 各階の許容限界以下である ことを確認	保有水平 耐力
	基礎地盤の支持性能 (接地圧)	接地圧が許容限界以下で あることを確認	極限 支持力度
止水性を損なわないこと	部材の健全性 (建家外壁)	発生応力（曲げモーメント、 せん断）が許容限界以下 であることを確認	短期 許容応力

## 2.4 適用基準

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の強度評価において、適用する基準等を以下に示す。

- (1) 東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針 (2011 年 11 月 17 日「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について (技術的助言)」(国住指第 2570 号)の別添)
- (2) 津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (国総研資料 第 673 号, 平成 24 年)
- (3) 建築基準法・同施行令
- (4) 2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (建築行政情報センター・日本建築防災協会編集, 2015 年)
- (5) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (日本建築学会, 2018 年)
- (6) 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 (日本建築学会, 2014 年)
- (7) 建築物荷重指針・同解説 (日本建築学会, 2015 年)
- (8) 道路橋示方書・同解説 I 共通編, V 耐震設計編 (日本道路協会, 2017 年)

### 3. 強度評価方法

#### 3.1 記号の定義

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の強度評価の計算に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の強度評価計算に用いる記号（1/3）

記号	定義
$h$	波力算定用津波高さ：G. L. +4. 65 m (T. P. +12. 3 m)
$\alpha$	水深係数
$h'$	浮力算定用津波高さ：G. L. +4. 55 m (T. P. +12. 2 m)
$\alpha_{SR}$	最大応答水平加速度
$P$	漂流物衝突荷重
$W_1$	漂流物重量
$V_1$	表面流速
$Q_u$	保有水平耐力
$H$	層せん断力を算定する対象階の下端の高さ
$\sigma_u$	極限支持力度
$Ma$	建家外壁の短期許容曲げモーメント
$a_t$	既存断面の引張鉄筋断面積
$f_t$	引張鉄筋の短期許容引張応力度
$j$	応力中心間距離（ $7/8d$ ）
$d$	部材の有効せい
$T$	鉄筋コンクリート外壁の壁厚
$d_t$	引張縁から引張鉄筋重心までの距離
$Q_{AS}$	建家外壁の短期許容せん断力
$b$	壁幅
$f_s$	コンクリートの短期許容せん断応力度
$wf_t$	せん断補強筋の短期許容引張応力度
$p_w$	せん断補強筋比
$\alpha'$	せん断スパン比 $M/(Q \cdot d)$ による割増係数
$M$	建家外壁に生じる曲げモーメント
$Q$	建家外壁に生じるせん断力
$Q_T$	各荷重の組合せによる層せん断力

表 3-1 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の  
強度評価計算に用いる記号 (2/3)

記号	定義
E	余震による層せん断力
P (z)	水深zにおける地震時動水圧
z	水面からの浸水深
$\rho_o$	海水の単位体積重量
$k_h$	水平震度
R	波力による層せん断力
$h_T$	水深係数 ( $\alpha$ ) × 波力算定用津波高さ (h)
x	G. L. ±0 m からの高さ
w (x)	G. L. ±0 m からの高さ x の位置での波圧
B (x)	G. L. ±0 m からの高さ x の位置での受圧面の幅
$\sigma$	接地圧
B	建家幅
L	建家長さ
F	地反力
A	接地圧係数
e	偏心距離
Qz	浮力
$W_B$	建家総重量
$Pv'$	浸水時の動水圧による集中荷重
$Mv'$	浸水時の動水圧による転倒モーメント
$Mv$	余震による転倒モーメント
$F_u$	最大応答軸力
$h_g$	G. L. ±0 m から基礎底面までの距離
$M_t$	波力による転倒モーメント
$P'$	波力による集中荷重
w	波圧
$M_t'$	漂流物衝突荷重による転倒モーメント
$H_B$	建家全高
$M_s$	三角形分布荷重による曲げモーメント
$M_e$	等分布荷重による曲げモーメント

表 3-1 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の  
強度評価計算に用いる記号 (3/3)

記号	定義
$l$	壁高さ
$h_1$	G.L. $\pm 0$ m から上階スラブ下端までの高さ
$h_2$	G.L. $\pm 0$ m から対象階の床面上端までの高さ
$h_3$	$h_2$ から平方根分布荷重の重心位置までの高さ
$P_1$	平方根分布荷重の合力
$Ms'$	平方根分布荷重による曲げモーメント
$Qs'$	平方根分布荷重によるせん断力
$Qs$	三角形分布荷重によるせん断力
$Qe$	等分布荷重によるせん断力
$Me'$	余震による曲げモーメント
$w_3$	余震による等分布荷重
$Qe'$	余震によるせん断力
$\rho$	鉄筋コンクリートの単位体積重量
$Mp$	漂流物衝突荷重による曲げモーメント
$Qp$	漂流物衝突荷重によるせん断力
$g$	重力加速度
$M_w$	静水圧による曲げモーメント
$Q_w$	静水圧によるせん断力
$M_w'$	動水圧による曲げモーメント
$Q_w'$	動水圧によるせん断力
$M_R$	波力による曲げモーメント
$Q_R$	波力によるせん断力
$W$	動水圧による層せん断力

### 3.2 評価部位

#### (1) 保有水平耐力評価

保有水平耐力評価は、建家各階を評価対象とする。保有水平耐力評価の概念図を図 3-1 に示す。

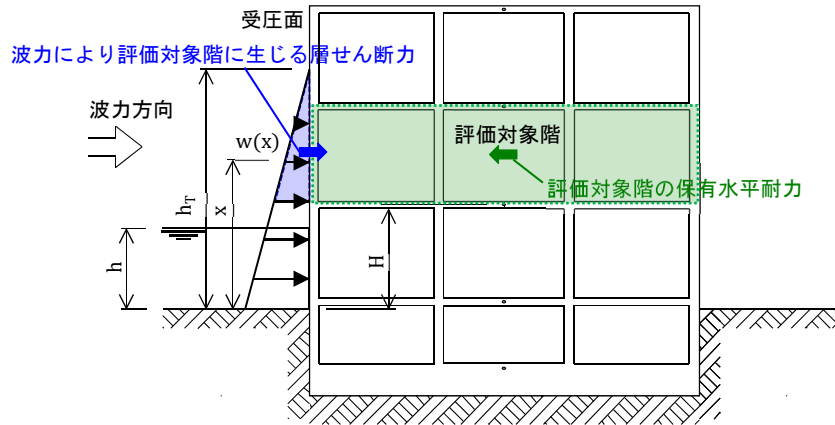


図 3-1 保有水平耐力評価の概念図

#### (2) 接地圧の評価

接地圧の評価は、建家を支持する基礎地盤を評価対象とする。接地圧の評価の概念図を図 3-2 に示す。

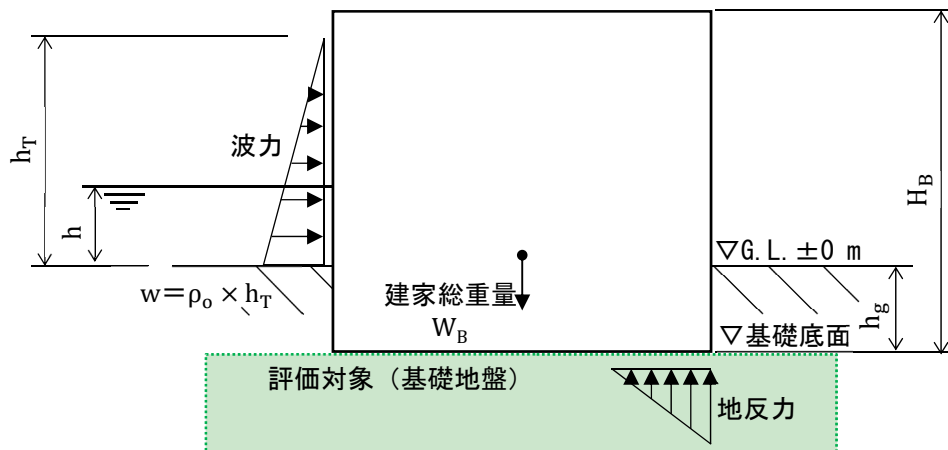


図 3-2 接地圧の評価の概念図

(3) 建家外壁の健全性評価

建家外壁の健全性評価は、図 3-3 に示す波力算定用津波高さ G.L. +4.65 m (T.P. +12.3 m) 以下の外壁を評価対象とする。



図 3-3 評価対象とする外壁

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

#### (1) 荷重

##### ① 津波による波力 ( $P_R$ )

津波による波力については、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の地表面から波力算定用津波高さ  $h^{*1}$  までの高さを考慮して算定する。算定に当たっては、静水圧及び動水圧の影響として水深係数 $\alpha=3.0^{*2}$ を考慮する。

##### ② 津波浸水時の浮力 ( $P_Q$ )

津波浸水時の浮力については、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟における基礎底面から浮力算定用津波高さ $h^{*1}$ までの高さを考慮して算定する。

##### ③ 津波浸水時の水圧 ( $P_W, P_W'$ )

津波浸水時の水圧については、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟における地表面から浮力算定用津波高さ $h^{*1}$ までの高さによる静水圧 ( $P_W$ ) 及び動水圧 (余震時) ( $P_W'$ ) を考慮する。

##### ④ 余震による荷重 ( $P_E$ )

余震による荷重として、別添 6-1-3-3 「II 余震による地震応答解析」の応答値 (加速度, せん断力, 転倒モーメント, 最大応答軸力) による慣性力を考慮する。

##### ⑤ 漂流物衝突荷重 ( $P_P$ )

津波漂流物防護柵をすり抜ける可能性がある漂流物として、防砂林 (0.55 t の流木)  $^{*3}$  を想定する。流木は、津波漂流物防護柵への衝突等によりエネルギーを失った後に、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の建家外壁等に到達すると考えられる。このため、流木等が河川の橋脚に衝突する状況を想定した衝突力を評価する「道路橋示方書・同解説 I 共通編, V 耐震設計編」 (以下「道路橋示方書」という。) の算定式に基づく荷重を考慮する。

##### ⑥ 風荷重

風荷重については、建築基準法施行令 (昭和 25 年政令第 338 号) の規定に基づき組合せを考慮しない。



⑦ 積雪荷重

積雪荷重については、建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）の規定に基づき特定行政庁が指定する区域に該当しないため考慮しない。

(2) 荷重の組合せ

荷重の組合せは、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参考として、津波到達時に生じる津波による波力と余震による荷重及び津波による波力と漂流物衝突荷重の同時作用を考慮する。上記 2 ケースに加えて、津波到達後、建家の周囲が浸水することから、浸水時の浮力と余震による荷重及び水圧の同時作用を考慮する。

表 3-2 に荷重の組合せ、表 3-3 に荷重算定条件を示す。

① ケース 1（浮力+余震+水圧， $P_Q + P_E + P_W + P_W'$ ）

津波到達後、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の周囲が浸水した状況において、余震が発生することを想定する。外力として津波浸水時の浮力と静水圧、動水圧（余震時）及び余震による慣性力を同時に作用させる。静水圧（ $P_W$ ）は、建家両側から作用するため、保有水平耐力と接地圧の評価時は考慮しない。

② ケース 2（波力+余震， $P_R + P_E$ ）

津波到達時に、余震が発生することを想定する。外力として津波による波力と余震による慣性力を同時に作用させる。地下水位による浮力を考慮する。

③ ケース 3（波力+漂流物衝突荷重， $P_R + P_P$ ）

津波到達時に、漂流物が衝突することを想定する。外力として津波による波力と漂流物衝突荷重を同時に作用させる。地下水位による浮力を考慮する。

表 3-2 荷重の組合せ

荷重の組合せ	
<p>ケース 1                      (浮力+余震+水圧,  <math>P_Q + P_E + P_w + P_w'</math>)</p> <p>津波到達後、建家周囲が浸水した状況において、余震が発生することを想定する。</p>	<p style="text-align: center;">※静水圧は建家両側から作用するため、保有水平耐力と接地圧の評価時は考慮しない。</p>
<p>ケース 2                      (波力+余震, <math>P_R + P_E</math>)</p> <p>津波到達時、余震が発生することを想定する。</p>	
<p>ケース 3                      (波力+漂流物衝突荷重,  <math>P_R + P_P</math>)</p> <p>津波到達時、漂流物が衝突することを想定する。</p>	

表 3-3 荷重算定条件

荷重の組合せ	評価項目	荷重算定条件
ケース 1 (浮力+余震+水圧, $P_Q + P_E + P_w + P_w'$ )	建家の健全性 (保有水平耐力)	○浮力 浮力算定用津波高さ : T.P. +12.2 m <sup>※1</sup> 海水の単位体積重量 : 10.1 kN/m <sup>3</sup>
	基礎地盤の支持性能 (接地圧)	○余震 (Sd-D) 水平加速度 ( $\alpha_{SR}$ ) : 5.0 m/s <sup>2※4</sup>
	部材の健全性 (建家外壁)	○水圧 浮力算定用津波高さ : T.P. +12.2 m <sup>※1</sup> 水平震度 ( $k_h$ ) : 0.5 <sup>※4</sup>
ケース 2 (波力+余震, $P_R + P_E$ )	建家の健全性 (保有水平耐力)	○波力 波力算定用津波高さ : T.P. +12.3 m <sup>※1</sup> 海水の単位体積重量 : 10.1 kN/m <sup>3</sup>
	基礎地盤の支持性能 (接地圧)	○余震 (Sd-D) 水平加速度 ( $\alpha_{SR}$ ) : 5.0 m/s <sup>2※4</sup>
	部材の健全性 (建家外壁)	
ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重, $P_R + P_P$ )	建家の健全性 (保有水平耐力)	○波力 波力算定用津波高さ : T.P. +12.3 m <sup>※1</sup> 海水の単位体積重量 : 10.1 kN/m <sup>3</sup>
	基礎地盤の支持性能 (接地圧)	○漂流物 代表漂流物 : 0.55 t の流木 <sup>※3</sup> 算定式 : 道路橋示方書
	部材の健全性 (建家外壁)	$P = 0.1 \times W_1 \times V_1 = 2.8 \text{ kN}$ $W_1$ : 流送物の重量 (漂流物重量) 5.4 kN $V_1$ : 表面流速 5.2 m/s <sup>※1</sup>

※1 別添 6-1-3-1 「Ⅲ 入力津波の設定」 (令 02 原機 (再) 020)

浮力算定用津波高さ : 入力津波の最高水位

波力算定用津波高さ : 進行波による津波高さ

※2 津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (国総研資料第 673 号, 平成 24 年)

※3 船舶や車両等の大型の漂流物に対しては, 津波漂流物防護柵の設置等の対策により捕捉し, 建家外壁への到達を防止する。流木や瓦礫等の比較的小型の漂流物は, 建家外壁に到達することを考慮する。別添 6-1-3-1 「Ⅴ 漂流可能性のある漂流物の選定 3.2 津波防護施設において考慮すべき代表漂流物」 (令 02 原機 (再) 020)

※4 別添 6-1-3-3 「Ⅱ 余震による地震応答解析」

### 3.4 許容限界

#### (1) 使用材料

許容限界は「津波避難ビル等の指針」に基づき、終局耐力を基本とする。なお、建家外壁の許容限界については、要求機能が止水性の確保であること及び津波後の再使用性を考慮して短期許容応力とする。

強度評価に用いる使用材料は既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法（ガラス固化技術開発施設）」に基づき設定する。使用材料を表 3-4 に示す。

表 3-4 使用材料

使用材料	短期許容応力度
コンクリート 設計基準強度： $F_c 22.1 \text{ N/mm}^2$ ( $F_c 225 \text{ kgf/cm}^2$ )	せん断 $1.06 \text{ N/mm}^2$
鉄筋 SD30A ( $F = 3000 \text{ kgf/cm}^2$ ) SD35 ( $F = 3500 \text{ kgf/cm}^2$ )	引張 $295 \text{ N/mm}^2$ $343 \text{ N/mm}^2$
鋼材 <u>SS41</u> ( $F = 2400 \text{ kgf/cm}^2$ ) <u>SM50A</u> ( $F = 3300 \text{ kgf/cm}^2$ )	<u>引張</u> <u><math>235 \text{ N/mm}^2</math></u> <u><math>324 \text{ N/mm}^2</math></u>

(2) 保有水平耐力

既往の「再処理施設に関する設計及び工事の方法（ガラス固化技術開発施設）」の保有水平耐力（ $Q_u$ ）を表 3-5 に示す。

表 3-5 保有水平耐力

方向	高さ H (m)	階	保有水平耐力 $Q_u$ (kN)
NS	[図表内容が不明]		215364
			294062
			497913
			880382
			880068
EW			197790
			385352
			500345
			723937
			947695

(3) 接地圧の評価の極限支持力度

極限支持力度は、基礎地盤における平板載荷試験（「再処理施設に関する設計及び工事の方法（ガラス固化技術開発施設）」）に基づき長期許容支持力度 $80 \text{ tf/m}^2$ とし、「国土交通省告示第 1113 号：平成 13 年 7 月 2 日（最終改訂 平成 19 年 9 月告示第 1232 号）」に基づき 3 倍して算定した。

極限支持力度（ $\sigma_u$ ）を表 3-6 に示す。

表 3-6 極限支持力度

評価項目	極限支持力度 $\sigma_u$ (kN/m <sup>2</sup> )
接地圧	2350

(4) 建家外壁の短期許容応力

建家外壁の許容限界は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」に基づき算定する。

短期許容曲げモーメント ( $M_a$ ) 及び短期許容せん断力 ( $Q_{AS}$ ) の算定式を以下に示す。

$$M_a = a_t f_t j$$

- $M_a$  : 短期許容曲げモーメント
- $a_t$  : 既存断面の引張鉄筋断面積
- $f_t$  : 引張鉄筋の短期許容引張応力度
- $j$  : 応力中心間距離 ( $7/8d$ )
- $d$  : 部材の有効せい

$$d = T - d_t$$

- $T$  : 鉄筋コンクリート外壁の壁厚
- $d_t$  : 引張縁から引張鉄筋重心までの距離

$$Q_{AS} = bj \left\{ \frac{2}{3} \alpha' f_s + 0.5_w f_t (p_w - 0.002) \right\}$$

ただし、 $\alpha' = \left( \frac{4}{\frac{M}{Qd} + 1} \right)$  かつ  $(1 \leq \alpha' \leq 2)$

- $Q_{AS}$  : 短期許容せん断力
- $b$  : 壁幅
- $f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度
- $w f_t$  : せん断補強筋の短期許容引張応力度
- $p_w$  : せん断補強筋比
- $\alpha'$  : せん断スパン比  $M/(Q \cdot d)$  による割増係数
- $M$  : 建家外壁に生じる曲げモーメント
- $Q$  : 建家外壁に生じるせん断力

### 3.5 評価方法

#### (1) 保有水平耐力評価

各荷重の組合せによる層せん断力を算定し、既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法（ガラス固化技術開発施設）」に基づく保有水平耐力（ $Q_u$ ）と比較する。

##### ① ケース1（浮力+余震+水圧）

###### a. 余震による層せん断力

余震による層せん断力は、別添 6-1-3-3 「Ⅱ 余震による地震応答解析」において算定した、各階の最大応答せん断力を用いる。

###### b. 動水圧による層せん断力

動水圧は道路橋示方書を参考として、ウエスタガードの補正式に基づいて算定する。水平震度 $k_h$ は別添 6-1-3-3 「Ⅱ 余震による地震応答解析」において算定した、浮力算定用津波高さ以下の最大応答加速度（質点 5：384  $\text{cm/s}^2$ ）を保守的に 0.5 とする。

$$W = \int_0^{h'-H} P(z) dz \times B$$

$$P(z) = \frac{7}{8} \rho_0 k_h \sqrt{h' \cdot z}$$

$W$  : 動水圧による層せん断力

$P(z)$  : 水深 $z$ における地震時動水圧

$\rho_0$  : 海水の単位体積重量

$k_h$  : 水平震度

$h'$  : 浮力算定用津波高さ

$H$  : 層せん断力を算定する下端の高さ

$z$  : 水面からの浸水深

$B$  : 建家幅（NS 評価時）

※ EW 評価時は $L$ ：建家長さを用いる。

② ケース2 (波力+余震)

余震による層せん断力は「①ケース1 (浮力+余震+水圧) a. 余震による層せん断力」と同様に用いる。

a. 波力による層せん断力

波力による層せん断力 (R) は、「津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (国総研資料第673号, 平成24年)」により算定する。

算定の考え方を図3-4に示す。

$$R = \int_H^{h_T} w(x) \times B(x) dx$$

R : 波力による層せん断力

$h_T$  : 水深係数 ( $\alpha$ ) × 波力算定用津波高さ (h)

H : 層せん断力を算定する対象階の下端の高さ  
(地震応答解析モデルの質点高さに合わせる)

x : G. L. ±0 m からの高さ

w(x) : G. L. ±0 m からの高さxの位置での波圧

$$w(x) = \rho_o (h_T - x)$$

B(x) : G. L. ±0 m からの高さxの位置での受圧面の幅

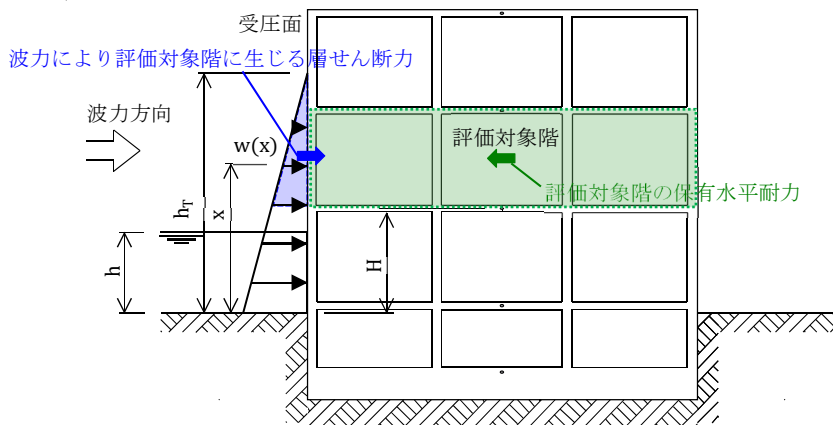


図 3-4 波力による層せん断力算定の考え方



③ ケース3 (波力+漂流物衝突荷重)

波力による層せん断力は「②ケース2 (波力+余震) a. 波力による層せん断力」と同様に算定する。

a. 漂流物衝突荷重による層せん断力

漂流物衝突荷重は、「道路橋示方書」により算定する。

$$P = 0.1 \times W_1 \times V_1$$

P : 漂流物衝突荷重

$W_1$  : 流送物の重量 (漂流物重量)

$V_1$  : 表面流速

漂流物衝突荷重は、保守的に全ての階に作用させ、層せん断力を算定する。

## (2) 接地圧の評価

接地圧の評価は、各荷重の組合せによる接地圧 ( $\sigma$ ) を算定し、極限支持力度 ( $\sigma_u$ ) と比較する。

接地圧は下式により算定する。

$$\sigma = A \cdot F / (B \cdot L)$$

$\sigma$  : 接地圧

B : 建家幅

L : 建家長さ

F : 地反力

A : 接地圧係数

偏心率  $e/L$  が  $1/6$  以下の場合 ( $e/L \leq 1/6$ )

$$A = 1 + 6e/L$$

偏心率  $e/L$  が  $1/6$  より大きい場合 ( $e/L > 1/6$ )

$$A = 2 / \{ 3 \times (0.5 - e/L) \}$$

e : 偏心距離

### ① ケース1 (浮力+余震+水圧)

余震による荷重は、別添 6-1-3-3 「II 余震による地震応答解析」において算定した、転倒モーメント及び最大応答軸力を用いる。余震の水平慣性力と鉛直慣性力は組合せ係数法に従い、水平 1.0、鉛直 0.4 で組み合わせる。鉛直力に対しては、上向きに作用した場合と下向きに作用した場合について検討する。

浸水時の動水圧による集中荷重は、道路橋示方書のウエスタガードの補正式に基づいて算定する。

算定の考え方を図 3-5 に示す。

$$e = (Mv' + Mv) / F$$

Mv : 余震による転倒モーメント

Mv' : 浸水時の動水圧による転倒モーメント

F : 地反力

$$Mv' = Pv' \cdot (2/5 \cdot h' + h_g)$$

$$Pv' = \frac{7}{12} \rho_0 k_h h' \times B^{\ast}$$

$Pv'$  : 浸水時の動水圧による集中荷重

$\rho_0$  : 海水の単位体積重量

$k_h$  : 水平震度

$h'$  : 浮力算定用津波高さ

$h_g$  : G. L.  $\pm 0$  m から基礎底面までの距離

$B$  : 建家幅 (NS 評価時)

※ EW 評価時は  $L$  : 建家長さをを用いる。

地反力  $F$  の算定式

上向き : 水平  $-0.4 \times$  鉛直の地反力計算

$$F = W_B - Qz - 0.4 \times Fu$$

下向き : 水平  $+ 0.4 \times$  鉛直の地反力計算

$$F = W_B - Qz + 0.4 \times Fu$$

$W_B$  : 建家総重量

$Qz$  : 浮力 (津波浸水時)

$Fu$  : 最大応答軸力

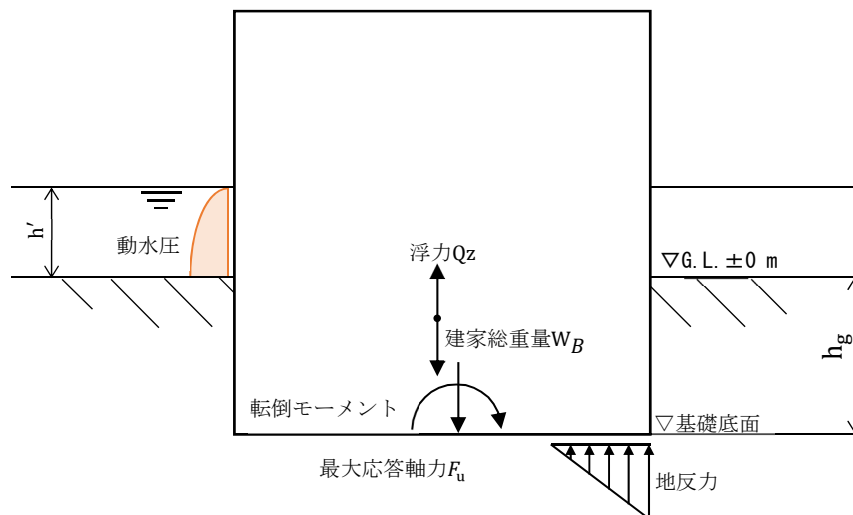


図 3-5 接地圧の評価 : ケース 1 (浮力+余震+水圧) の考え方

② ケース2 (波力+余震)

余震による転倒モーメント，最大応答軸力及び水平慣性力と鉛直慣性力の組合せ係数法はケース1 (浮力+余震+水圧) と同様に考慮する。

地下水位による浮力を考慮し，波力と余震は，保守的に同じ方向に作用するものとする。

算定の考え方を図 3-6 に示す。

$$e = (M_t + M_v) / F$$

$M_v$  : 余震による転倒モーメント

$M_t$  : 波力による転倒モーメント

$F$  : 地反力

$$M_t = P' \cdot (h_T/3 + h_g)$$

$h_T/3$  : 波力の作用位置

$P'$  : 波力による集中荷重

$$P' = w \cdot B \cdot h_T/2$$

$w$  : 波圧

$$w = \rho_o \cdot h_T$$

地反力 $F$ の算定式

上向き : 水平  $-0.4 \times$  鉛直の地反力計算

$$F = W_B - Q_z - 0.4 \times F_u$$

下向き : 水平  $+ 0.4 \times$  鉛直の地反力計算

$$F = W_B - Q_z + 0.4 \times F_u$$

$W_B$  : 建家総重量

$Q_z$  : 浮力 (地下水位)

$F_u$  : 最大応答軸力

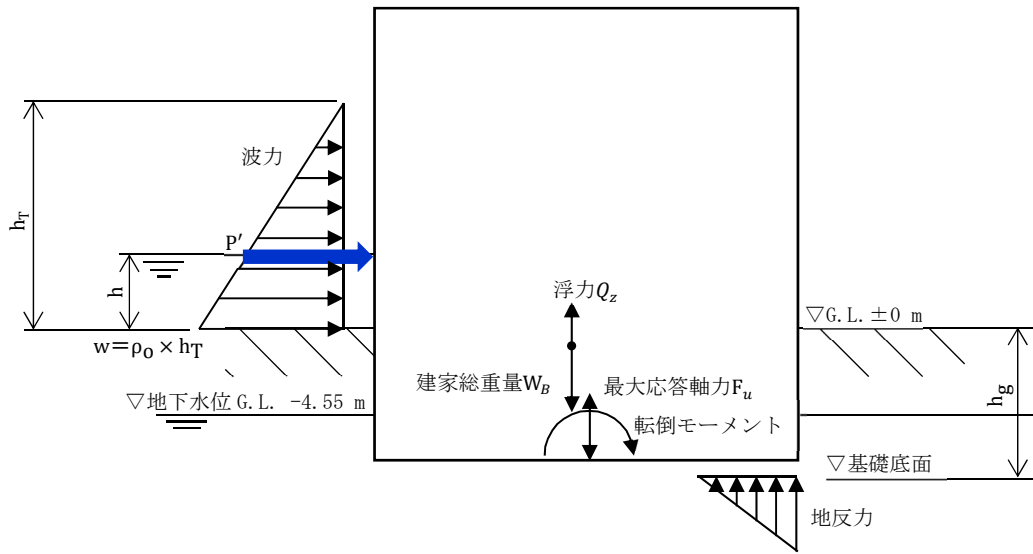


図 3-6 接地圧の評価：ケース 2（波力+余震）の考え方

③ ケース3 (波力+漂流物衝突荷重)

波力による転倒モーメント及び地下水位による浮力はケース 2 (波力+余震)と同様に考慮する。

漂流物衝突荷重は、保守的に津波と同じ方向に作用するものとし、衝突する箇所 (荷重が作用する箇所) は、対象とする建家の最上階位置に作用するものと仮定する。

算定の考え方を図 3-7 に示す。

$$e = (Mt + Mt') / F$$

$Mt$  : 波力による転倒モーメント

$Mt'$  : 漂流物衝突荷重による転倒モーメント

$$Mt' = P \cdot H_B$$

$P$  : 漂流物衝突荷重

$H_B$  : 建家全高

$F$  : 地反力

地反力  $F$  の算定式

$$F = W_B - Q_z$$

$W_B$  : 建家総重量

$Q_z$  : 浮力 (地下水位)

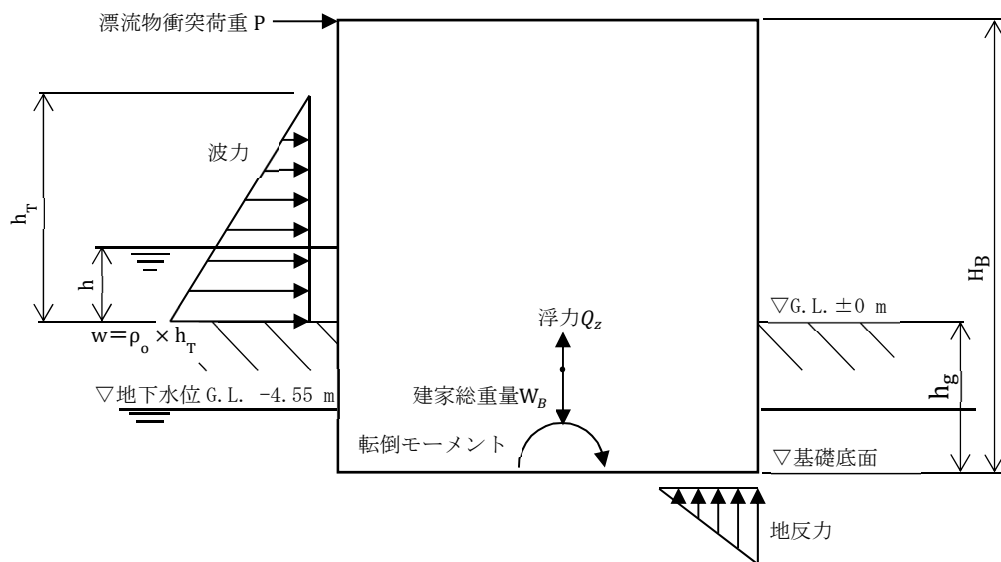


図 3-7 接地圧の評価：ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重) の考え方

(3) 建家外壁の健全性評価

建家外周の架構を図 3-8 から図 3-11 に示すようにモデル化し，水圧、余震による慣性力，波力を載荷して外壁に生じる応力を算定する。

各荷重の組合せに対して，対象とする建家外壁に生じる応力を算定し，短期許容曲げモーメント ( $M_a$ ) と，短期許容せん断力 ( $Q_{AS}$ ) との比較を行う。

① FEM モデルによる応力

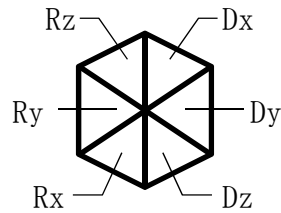
FEM モデルに水圧，余震による慣性力，波力をそれぞれ作用させ，外壁に生じる応力を算定する。

FEM モデルの解析条件について，以下に示す。

- ・ 建家外壁に対して面外方向にスラブ及び耐震壁が配置されている箇所は，面外方向への並進を拘束する。
- ・ 最下階 (B2 階) は並進，回転ともに拘束とする。

建家外壁の FEM モデルを図 3-8 から図 3-11 に示す。モデル図における境界条件の凡例を以下に示す。

(境界条件の凡例)



Dx : x 軸方向変位自由度

Dy : y 軸方向変位自由度

Dz : z 軸方向変位自由度

Rx : x 軸に対する回転自由度

Ry : y 軸に対する回転自由度

Rz : z 軸に対する回転自由度

■ : Free

■ : Fix

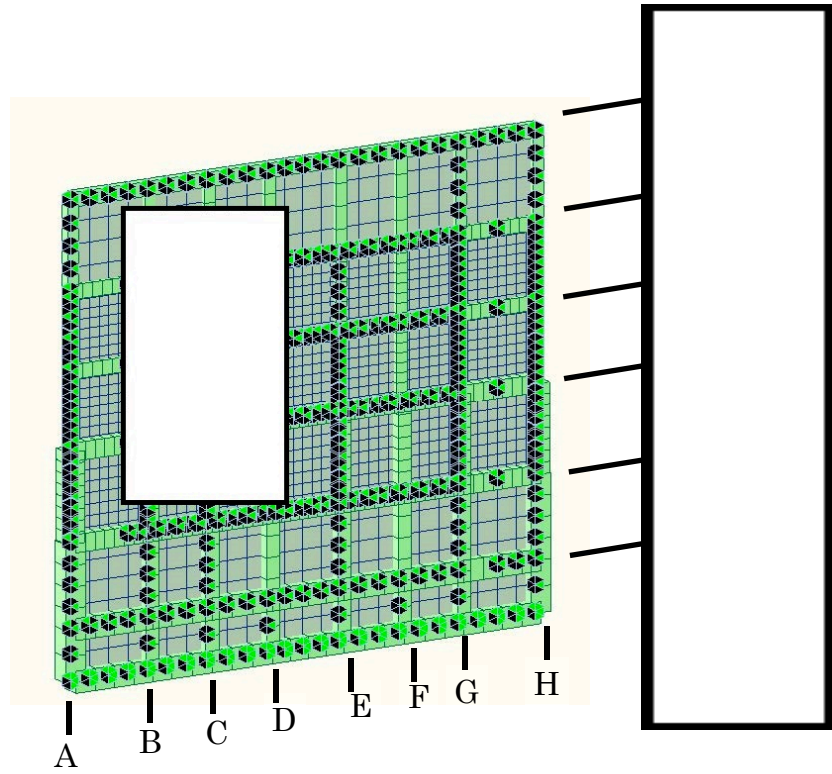


図 3-8 解析モデル図 (9 通り) (東面)

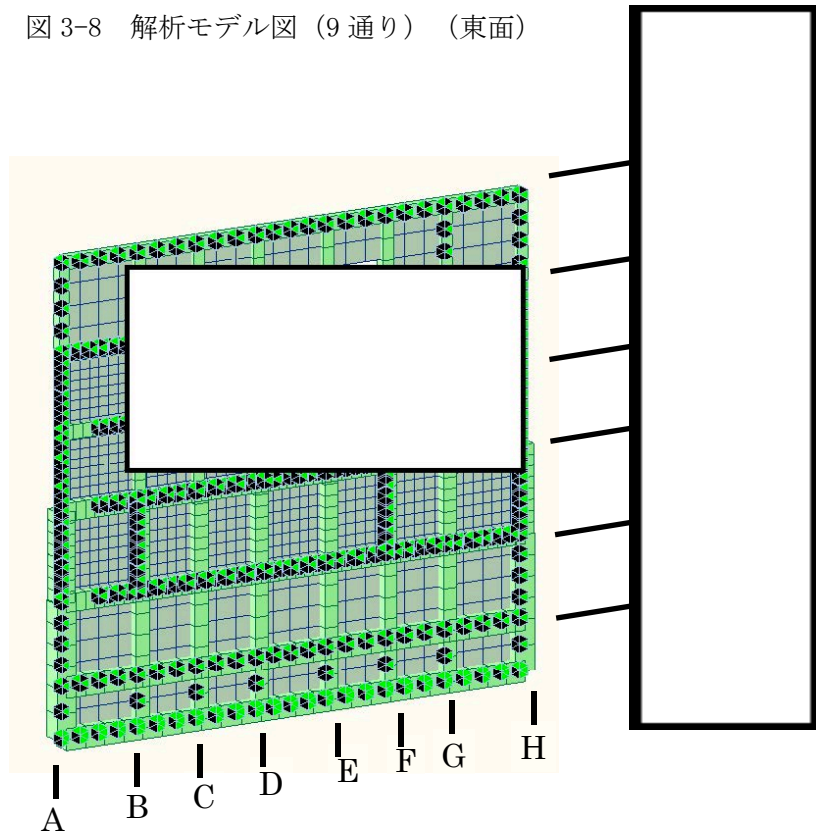


図 3-9 解析モデル図 (1 通り) (西面)



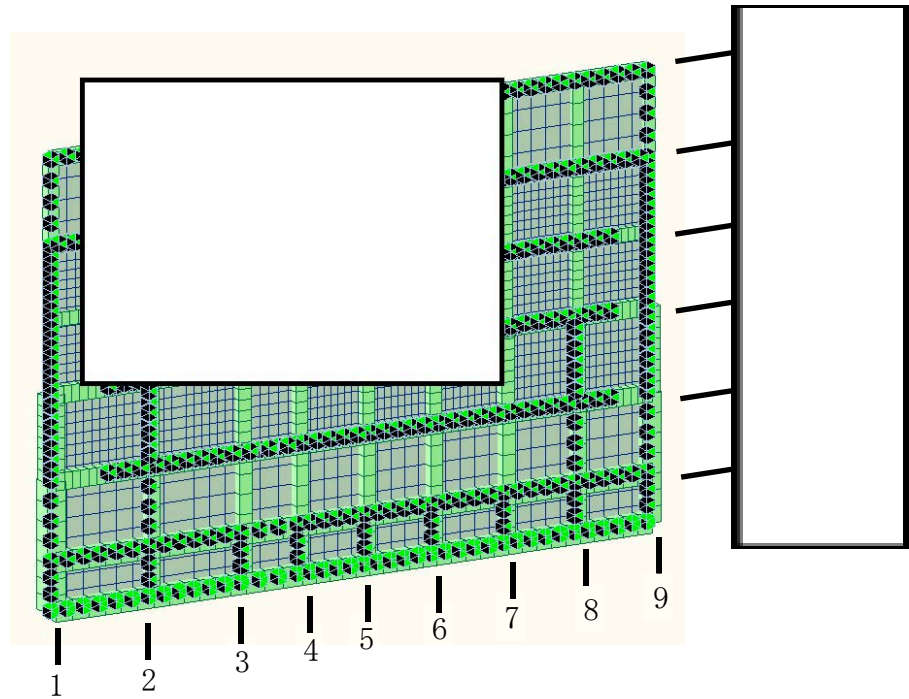


図 3-10 解析モデル図 (A 通り) (南面)

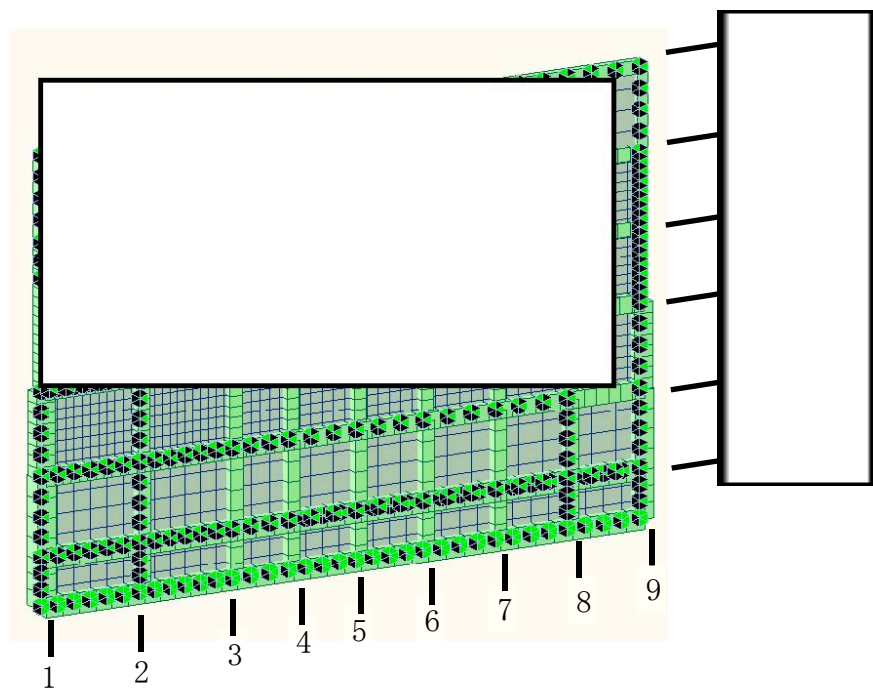


図 3-11 解析モデル図 (H 通り) (北面)

② 漂流物の衝突による応力算出

漂流物衝突荷重の作用位置は、検討内容に応じて保守的となるように設定する。

図3-12に漂流物衝突荷重の作用位置設定の考え方を示す。漂流物衝突荷重は、部材端部の曲げ検討時には部材下端部から壁高さの1/3の位置に、部材中央の曲げ検討時には中央に作用させる。

せん断検討時には、対象部材の端部に作用させる。

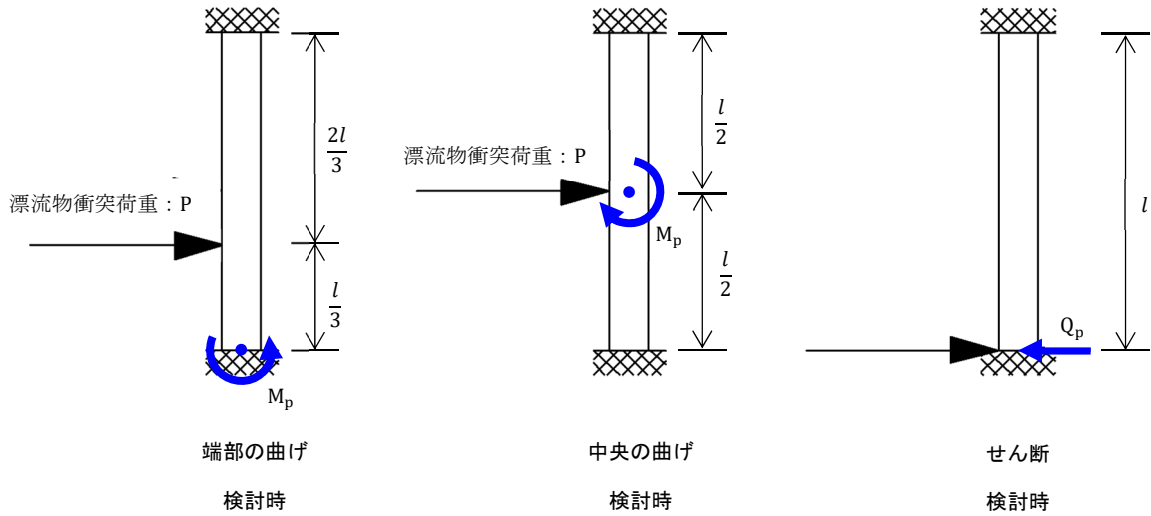


図 3-12 漂流物衝突荷重の作用位置設定の考え方

漂流物衝突荷重による応力は下式により算定する。

漂流物衝突荷重による曲げモーメント  $M_p$

$$M_p \text{ (下端)} = \frac{4Pl}{27}$$

$$M_p \text{ (中央)} = \frac{Pl}{8}$$

$P$  : 漂流物衝突荷重

$l$  : 壁高さ

漂流物衝突荷重によるせん断力  $Q_p$

$$Q_p = P$$

#### 4. 評価条件

##### 4.1 ケース 1（浮力+余震+水圧）の評価条件

ケース 1（浮力+余震+水圧）検討時の評価に用いる条件を表 4-1 に示す。

表 4-1 ケース 1（浮力+余震+水圧）の評価条件（1/3）

記号	定義	数値		単位
B	建家幅（ ）内は南北方向を示す			m
L	建家長さ			m
l	壁高さ			m
T	鉄筋コンクリート外壁の壁厚（壁筋）			m
$\rho$	鉄筋コンクリートの単位体積重量	24.0		kN/m <sup>3</sup>
$\rho_0$	海水の単位体積重量	10.1		kN/m <sup>3</sup>
h'	浮力算定用津波高さ <sup>*1</sup>	4.55		m
$\alpha$	水深係数 <sup>*2</sup>	3		—
h <sub>g</sub>	G. L. ±0 m から基礎底面までの距離	18.35		m
k <sub>h</sub>	水平震度 <sup>*3</sup>	0.5		—
$\alpha_{SR}$	最大応答加速度 <sup>*3</sup>	5.0		m/s <sup>2</sup>
保有水平耐力評価の諸元				
E	余震による層せん断力	各階の層せん断力は <sup>*3</sup> による		kN
接地圧評価の諸元				
W <sub>B</sub>	建家総重量	908,431		kN
Q <sub>Z</sub>	浮力（津波浸水時）	624,760		kN
F <sub>u</sub>	最大応答軸力 <sup>*3</sup>	202,216		kN
M <sub>V</sub>	余震による転倒モーメント <sup>*3</sup>	NS	3,657,000	kN・m
		EW	4,450,400	
M <sub>V</sub> '	浸水時の動水圧による転倒モーメント	NS	87,152	kN・m
		EW	64,562	

表 4-1 ケース 1 (浮力+余震+水圧) の評価条件 (2/3)

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元(西面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	1	kN・m
$M_w$	静水圧+動水圧による曲げモーメント	37	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	45	kN
$Q_w$	静水圧+動水圧によるせん断力	467	kN
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	40	kN・m
$M_w$	静水圧+動水圧による曲げモーメント	303	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	38	kN
$Q_w$	静水圧+動水圧によるせん断力	194	kN
建家外壁評価の諸元 (東面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	34	kN・m
$M_w$	静水圧+動水圧による曲げモーメント	279	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	47	kN
$Q_w$	静水圧+動水圧によるせん断力	404	kN
建家外壁評価の諸元 (南面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	30	kN・m
$M_w$	静水圧+動水圧による曲げモーメント	233	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	44	kN
$Q_w$	静水圧+動水圧によるせん断力	364	kN

表 4-1 ケース 1 (浮力+余震+水圧) の評価条件 (3/3)

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元 (西面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	70	kN・m
$M_w$	静水圧+動水圧による曲げモーメント	258	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	48	kN
$Q_w$	静水圧+動水圧によるせん断力	404	kN
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	57	kN・m
$M_w$	静水圧+動水圧による曲げモーメント	190	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	29	kN
$Q_w$	静水圧+動水圧によるせん断力	320	kN

※1 別添 6-1-3-1 「Ⅲ 入力津波の設定」 (令 02 原機 (再) 020)

※2 津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (国総研資料第 673 号, 平成 24 年)

※3 別添 6-1-3-3 「Ⅱ 余震による地震応答解析」

4.2 ケース2（波力+余震）の評価条件

ケース2（波力+余震）検討時の評価に用いる条件を表4-2に示す。

表4-2 ケース2（波力+余震）の評価条件（1/3）

記号	定義	数値		単位
B	建家幅（ ）内は南北方向を示す			m
L	建家長さ			m
l	壁高さ			m
T	鉄筋コンクリート外壁の壁厚（壁筋）			m
$\rho$	鉄筋コンクリートの単位体積重量	24.0		kN/m <sup>3</sup>
$\rho_0$	海水の単位体積重量	10.1		kN/m <sup>3</sup>
h	波力算定用津波高さ <sup>※1</sup>	4.65		m
$\alpha$	水深係数 <sup>※2</sup>	3		—
$h_T$	水深係数×波力算定用津波高さ	13.95		m
$h_g$	G.L. ±0 m から基礎底面までの距離	18.35		m
$\alpha_{SR}$	最大応答加速度 <sup>※3</sup>	5.0		m/s <sup>2</sup>
保有水平耐力評価の諸元				
E	余震による層せん断力	各階の層せん断力は※3による		kN
接地圧評価の諸元				
$W_B$	建家総重量	908,431		kN
$Q_Z$	浮力（地下水位）	389,304		kN
$F_u$	最大応答軸力	202,216		kN
$M_t$	波力による転倒モーメント	NS	1,351.664	kN・m
		EW	1,001.316	
$M_V$	余震による転倒モーメント <sup>※3</sup>	NS	3,657,000	kN・m
		EW	4,450,400	

表 4-2 ケース 2 (波力+余震) の評価条件 (2/3)

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元 (西面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	1	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	57	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	45	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	718	kN
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	40	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	466	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	38	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	299	kN
建家外壁評価の諸元 (東面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	34	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	429	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	47	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	622	kN
建家外壁評価の諸元 (南面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	30	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	359	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	44	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	560	kN

表 4-2 ケース 2 (波力+余震) の評価条件 (3/3)

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元 (北面)			
曲げに対する評価部位: 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	70	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	397	kN・m
せん断に対する評価部位: 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	48	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	622	kN
曲げに対する評価部位: 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_e'$	余震による曲げモーメント	57	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	293	kN・m
せん断に対する評価部位: 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_e'$	余震によるせん断力	29	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	493	kN

※1 別添 6-1-3-1 「Ⅲ 入力津波の設定」 (令 02 原機 (再) 020)

※2 津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (国総研資料第 673 号, 平成 24 年)

※3 別添 6-1-3-3 「Ⅱ 余震による地震応答解析」



4.3 ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の評価条件

ケース3（波力+漂流物衝突荷重）検討時の評価に用いる条件を表4-3に示す。

表4-3 ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の評価条件（1/3）

記号	定義	数値		単位
B	建家幅（ ）内は南北方向を示す			m
L	建家長さ			m
l	壁高さ			m
T	鉄筋コンクリート外壁の壁厚（壁筋）			m
H <sub>B</sub>	建家全高	39.3		m
ρ <sub>0</sub>	海水の単位体積重量	10.1		kN/m <sup>3</sup>
h	波力算定用津波高さ <sup>※1</sup>	4.65		m
α	水深係数 <sup>※2</sup>	3		—
h <sub>T</sub>	水深係数×波力算定用津波高さ	13.95		m
h <sub>g</sub>	G.L. ±0 mから基礎底面までの距離	18.35		m
保有水平耐力評価の諸元				
P	漂流物衝突荷重（各階共通）	2.8		kN
接地圧評価の諸元				
W <sub>B</sub>	建家総重量	908,431		kN
Q <sub>Z</sub>	浮力（地下水位）	389,304		kN
M <sub>t</sub>	波力による転倒モーメント	NS	1,351,664	kN・m
		EW	1,001,316	
M <sub>t</sub> '	漂流物による転倒モーメント	NS	110	kN・m
		EW	110	

表 4-3 ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重) の評価条件 (2/3)

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元 (西面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_P$	漂流物による曲げモーメント	3	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	57	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_P$	漂流物によるせん断力	3	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	718	kN
曲げに対する評価部位：西面 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_P$	漂流物による曲げモーメント	3	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	466	kN・m
せん断に対する評価部位：西面 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_P$	漂流物によるせん断力	3	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	299	kN
建家外壁評価の諸元 (東面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_P$	漂流物による曲げモーメント	3	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	429	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_P$	漂流物によるせん断力	3	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	622	kN
建家外壁評価の諸元 (南面)			
曲げに対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_P$	漂流物による曲げモーメント	3	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	359	kN・m
せん断に対する評価部位： 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_P$	漂流物によるせん断力	3	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	560	kN

表 4-3 ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重) の評価条件 (3/3)

記号	定義	数値	単位
建家外壁評価の諸元 (北面)			
曲げに対する評価部位: 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_P$	漂流物による曲げモーメント	4	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	397	kN・m
せん断に対する評価部位: 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_P$	漂流物によるせん断力	3	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	622	kN
曲げに対する評価部位: 1 階外壁 <input type="text"/>			
$M_P$	漂流物による曲げモーメント	3	kN・m
$M_R$	波力による曲げモーメント	293	kN・m
せん断に対する評価部位: 1 階外壁 <input type="text"/>			
$Q_P$	漂流物によるせん断力	3	kN
$Q_R$	波力によるせん断力	493	kN

※1 別添 6-1-3-1 「Ⅲ 入力津波の設定」 (令 02 原機 (再) 020)

※2 津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (国総研資料第 673 号, 平成 24 年)

5. 評価結果

5.1 ケース 1 (浮力+余震+水圧) の強度評価結果

(1) 保有水平耐力

ケース 1 (浮力+余震+水圧) に対する保有水平耐力の評価結果を表 5-1 に示す。

各層に生じる層せん断力はいずれも保有水平耐力以下であることを確認した。

表 5-1 保有水平耐力評価結果ケース 1 (浮力+余震+水圧)

方向	評価高さ H (m)	階	保有水平耐力 Qu (kN)	余震 E (kN)	水圧 W (kN)	層せん断力 $Q_T = E + W$ (kN)	検定比 $Q_T/Q_u$	
NS			215364	34200	0	34200	0.16	
			294062	76000	0	76000	0.26	
			497913	125400	15991	141391	0.28	
			880382	193200	30026	223226	0.25	
			880068	215300	35237	250537	0.28	
EW				197790	32600	0	32600	0.16
				385352	73900	0	73900	0.19
				500345	122500	11846	134346	0.27
				723937	189900	22244	212144	0.29
				947695	220500	26103	246603	0.26

(2) 接地圧

ケース 1 (浮力+余震+水圧) に対する接地圧の評価結果を表 5-2, 表 5-3 に示す。

浮力と余震及び水圧による転倒モーメントが作用した場合に発生する接地圧は極限支持力度以下であることを確認した。

表 5-2 接地圧評価結果 (上向き 0.4×鉛直)

ケース 1 (浮力+余震+水圧)

評価項目	極限支持力度 $\sigma_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	転倒方向	接地圧 $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	検定比 $\sigma/\sigma_u$
接地圧	2350	NS	141	0.06
		EW	124	0.05

表 5-3 接地圧評価結果 (下向き 0.4×鉛直)

ケース 1 (浮力+余震+水圧)

評価項目	極限支持力度 $\sigma_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	転倒方向	接地圧 $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	検定比 $\sigma/\sigma_u$
接地圧	2350	NS	227	0.10
		EW	204	0.09

(3) 建家外壁

ケース1（浮力+余震+水圧）の水圧による応力を図5-1から図5-8に示す。また、建家外壁の健全性評価結果を表5-4に示す。

9通り（東面），A通り（南面）及びH通り（北面）外壁の応力は短期許容応力以下であるが，1通り（西面）外壁の応力は短期許容応力を超えている。

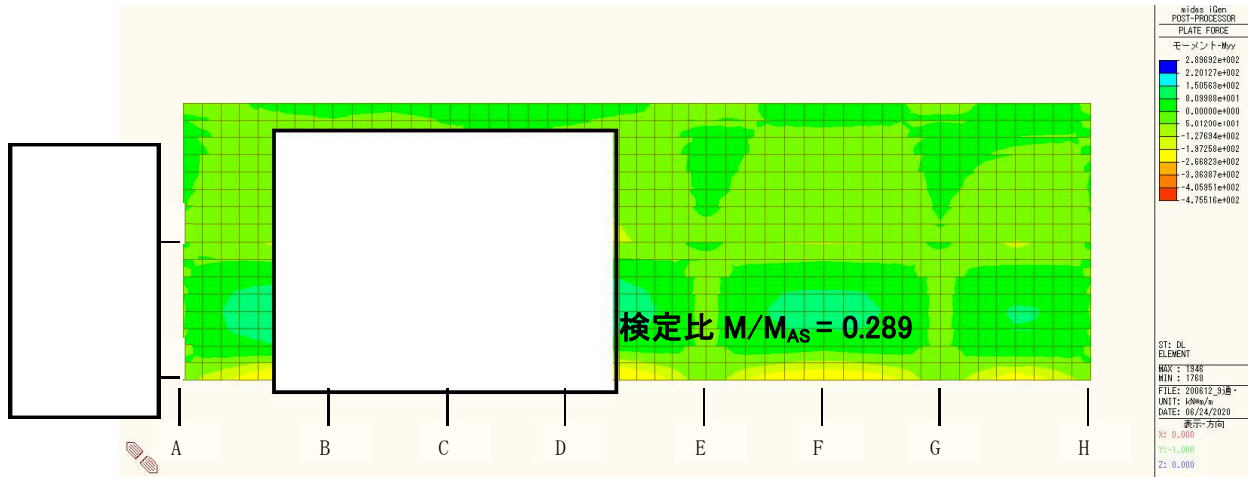


図5-1 9通り（東面） 曲げ応力図（ケース1）

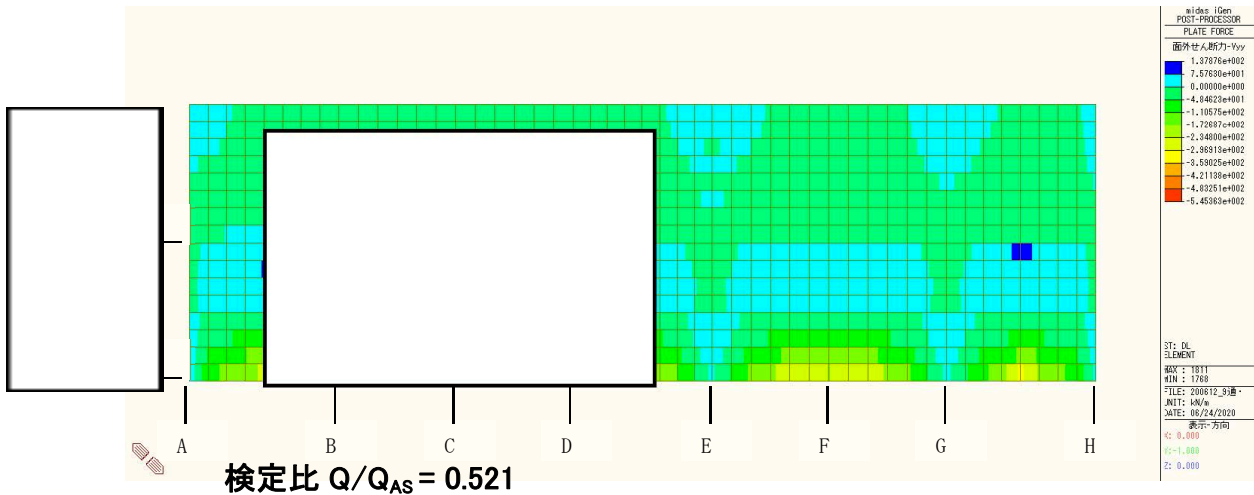


図5-2 9通り（東面） せん断力図（ケース1）

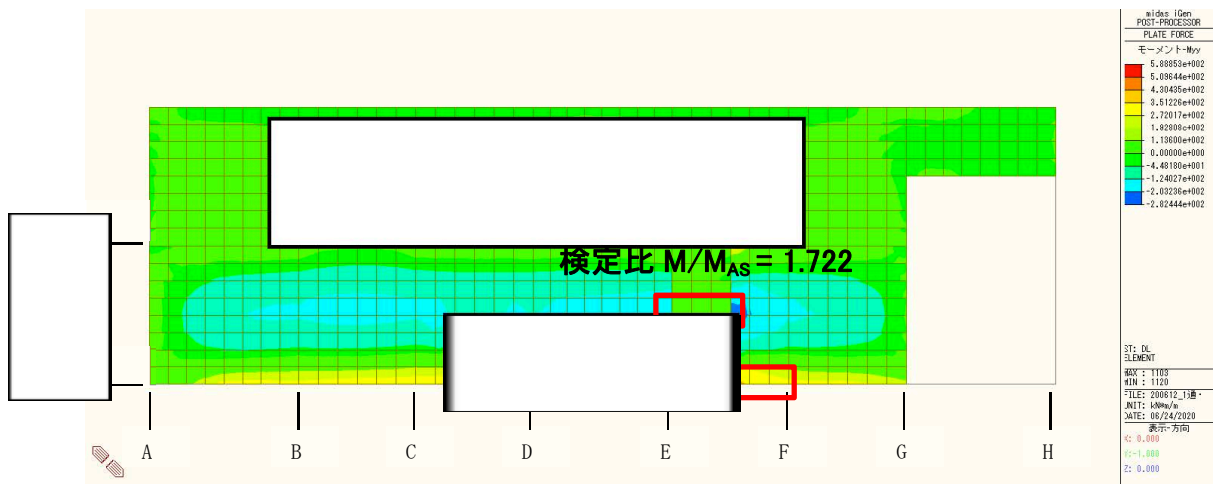


図 5-3 1 通り (西面) 曲げ応力図 (ケース 1)

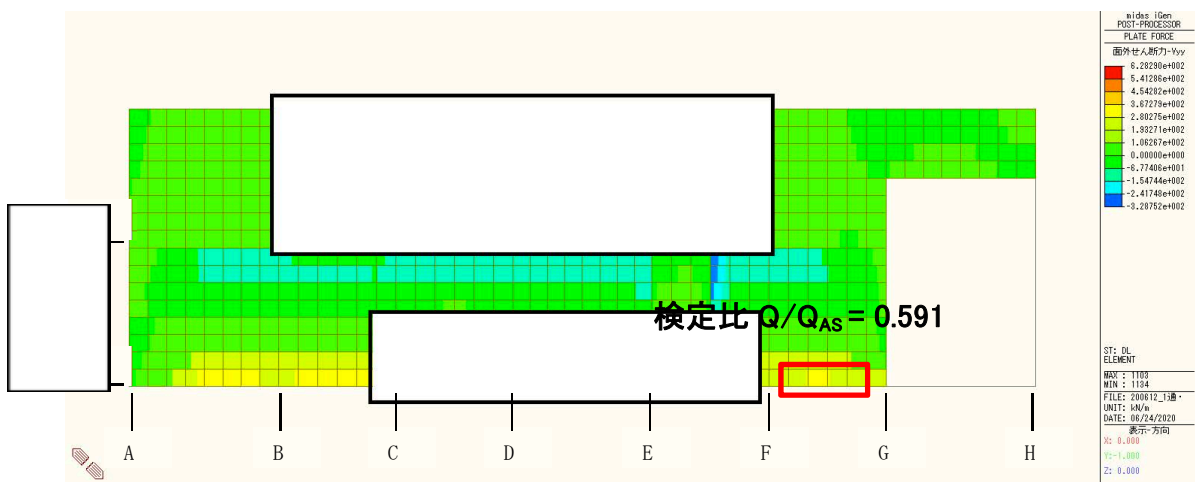


図 5-4 1 通り (西面) せん断力図 (ケース 1)

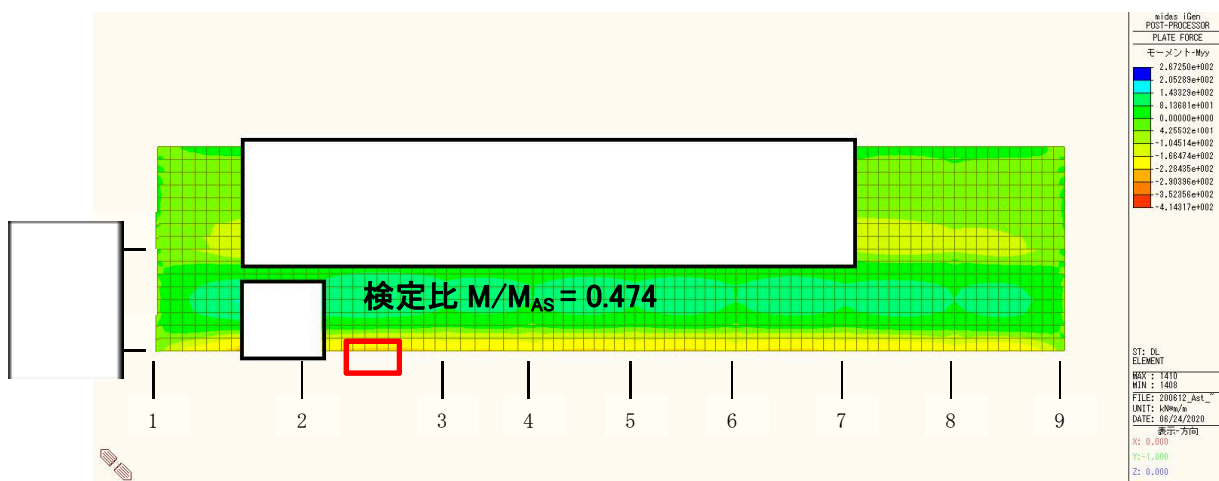


図 5-5 A 通り (南面) 曲げ応力図 (ケース 1)

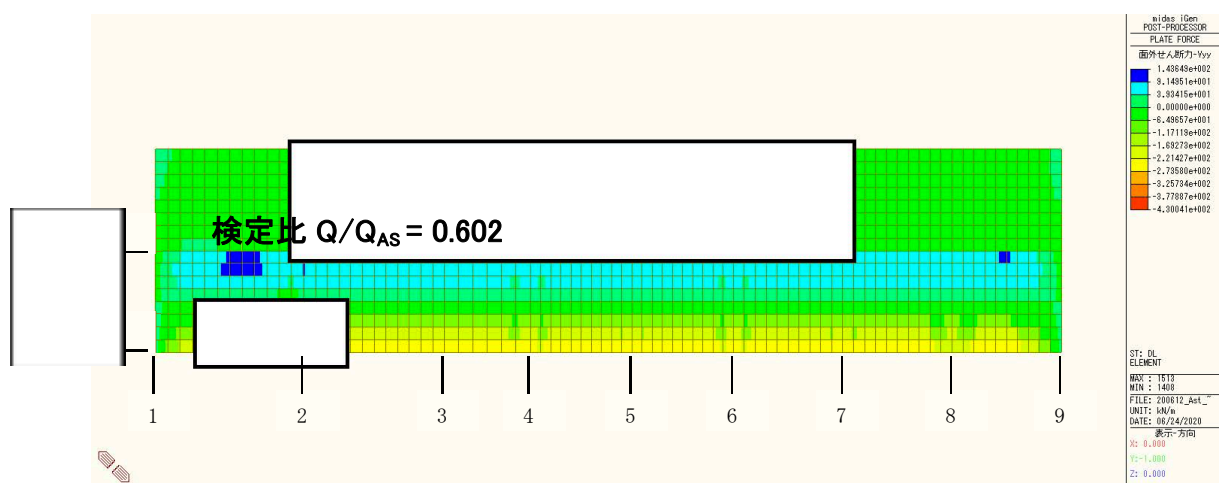


図 5-6 A 通り (南面) せん断力図 (ケース 1)



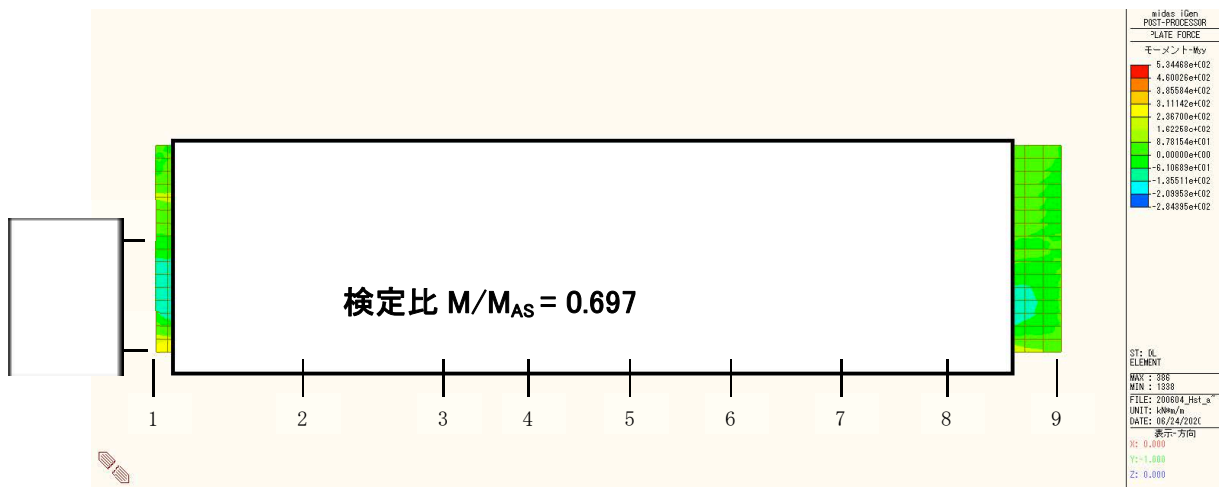


図 5-7 H 通り（北面） 曲げ応力図（ケース 1）

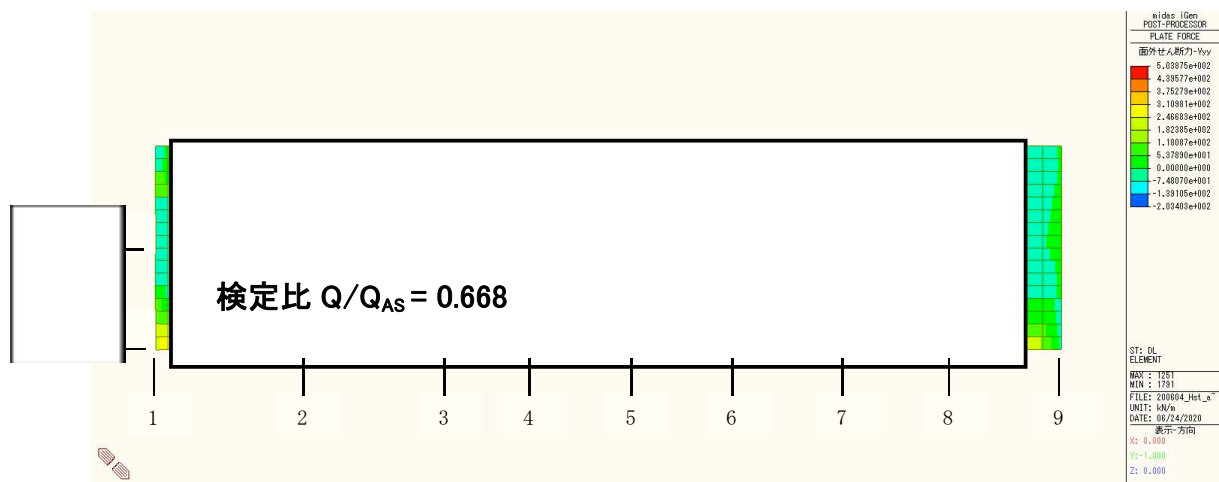


図 5-8 H 通り（北面） せん断力図（ケース 1）

表 5-4 建家外壁評価結果ケース 1 (浮力+余震+水圧)

評価対象部位	短期許容曲げ耐力 $M_{AS}$ (kNm/m)	曲げ応力 $M$ (kNm/m)	検定比 $M/M_{AS}$
9 通り (東面)	1077	313	0.290
1 通り (西面)	22	38	1.722
1 通り (西面)	1077	343	0.318
A 通り (南面)	552	217	0.392
H 通り (北面)	552	328	0.594
H 通り (北面)	552	248	0.448

評価対象部位	短期許容せん断耐力 $Q_{AS}$ (kNm/m)	せん断力 $Q$ (kNm/m)	検定比 $Q/Q_{AS}$
9 通り (東面)	866	451	0.521
1 通り (西面)	866	512	0.591
1 通り (西面)	866	296	0.342
A 通り (南面)	678	408	0.602
H 通り (北面)	678	452	0.668
H 通り (北面)	678	350	0.516

5.2 ケース2（波力+余震）の強度評価結果

(1) 保有水平耐力

ケース2（波力+余震）に対する保有水平耐力の評価結果を表5-5に示す。  
各層に生じる層せん断力はいずれも保有水平耐力以下であることを確認した。

表5-5 保有水平耐力評価結果ケース2（波力+余震）

方向	評価高さ H (m)	階	保有水平耐力 Qu (kN)	波力 R (kN)	余震 E (kN)	層せん断力 Q <sub>T</sub> = R + E (kN)	検定比 Q <sub>T</sub> /Qu
NS			215364	75	34200	34275	0.16
			294062	14798	76000	90798	0.31
			497913	55038	125400	180438	0.36
			880382	58768	193200	251968	0.29
			880068	58768	215300	274068	0.31
EW			197790	56	32600	32656	0.17
			385352	10962	73900	84862	0.22
			500345	40772	122500	163272	0.33
			723937	43535	189900	233435	0.32
			947695	43535	220500	264035	0.28

(2) 接地圧

ケース 2 (波力+余震) に対する接地圧の評価結果を表 5-6, 表 5-7 に示す。

波力と余震による転倒モーメントが作用した場合に発生する接地圧は極限支持力度以下であることを確認した。

表 5-6 建家の接地圧に関する評価結果 (上向き 0.4×鉛直)

ケース 2 (波力+余震)

評価項目	極限支持力度 $\sigma_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	方向	接地圧 $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	検定比 $\sigma/\sigma_u$
接地圧	2350	NS	496	0.21
		EW	399	0.17

表 5-7 建家の接地圧に関する評価結果 (下向き 0.4×鉛直)

ケース 2 (波力+余震)

評価項目	極限支持力度 $\sigma_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	方向	接地圧 $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	検定比 $\sigma/\sigma_u$
接地圧	2350	NS	473	0.20
		EW	426	0.18

(3) 建家外壁

ケース2（波力+余震）の波力による応力を図5-9から5-16に示す。また、建家外壁の健全性評価結果を表5-8に示す。

9通り（東面），A通り（南面）及びH通り（北面）外壁の応力は短期許容応力以下であるが，1通り（西面）外壁の応力は短期許容応力を超えている。

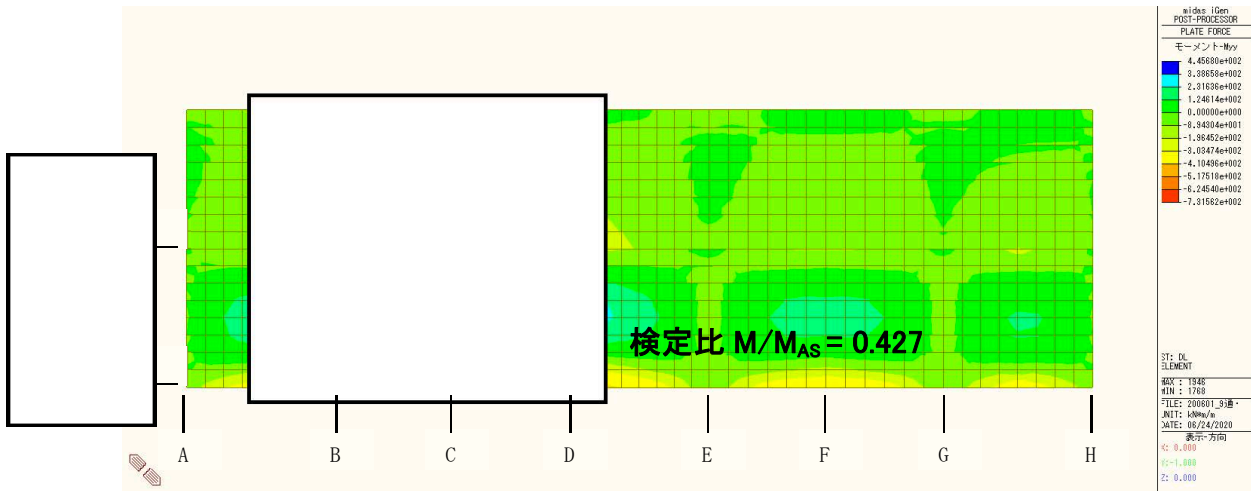


図 5-9 9通り（東面） 曲げ応力図（ケース2）

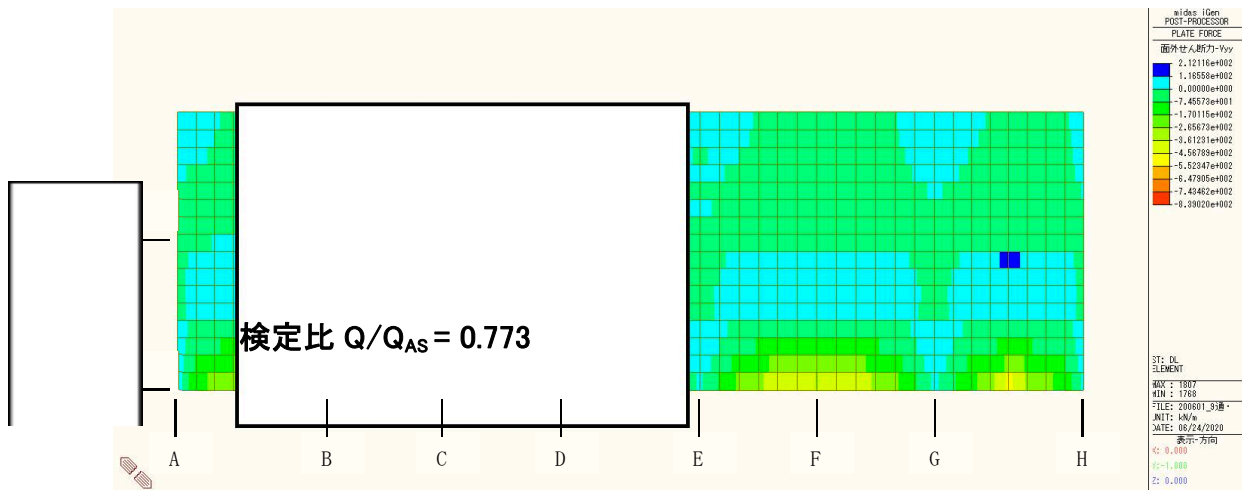


図 5-10 9通り（東面） せん断力図（ケース2）

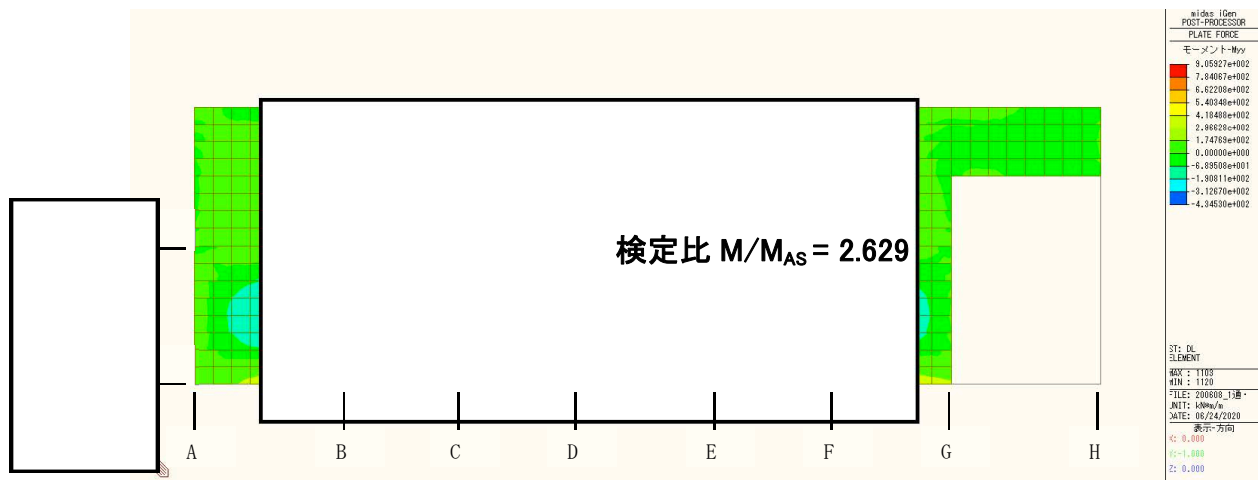


図 5-11 1 通り (西面) 曲げ応力図 (ケース 2)

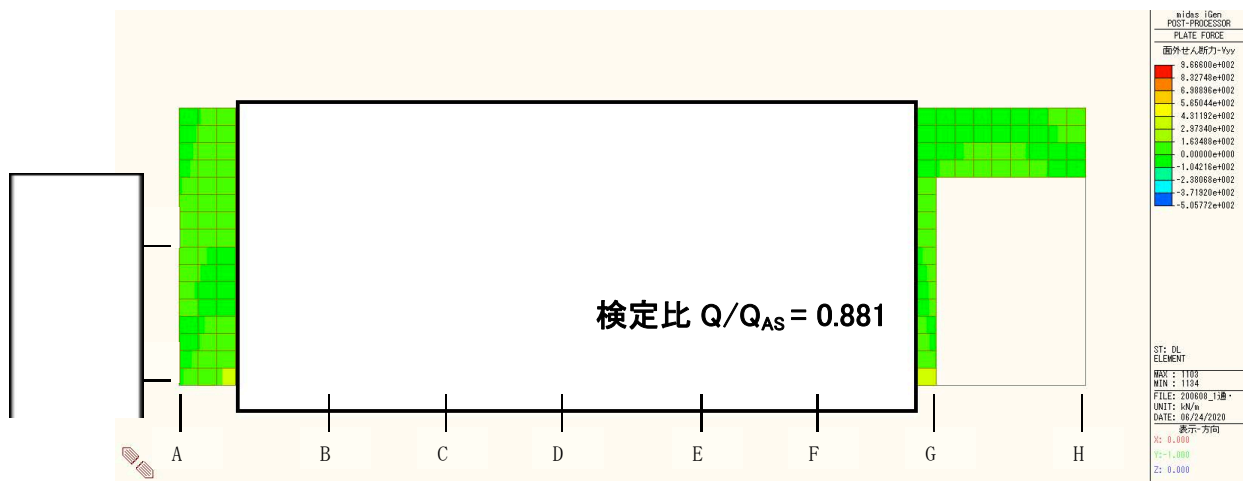


図 5-12 1 通り (西面) せん断力図 (ケース 2)

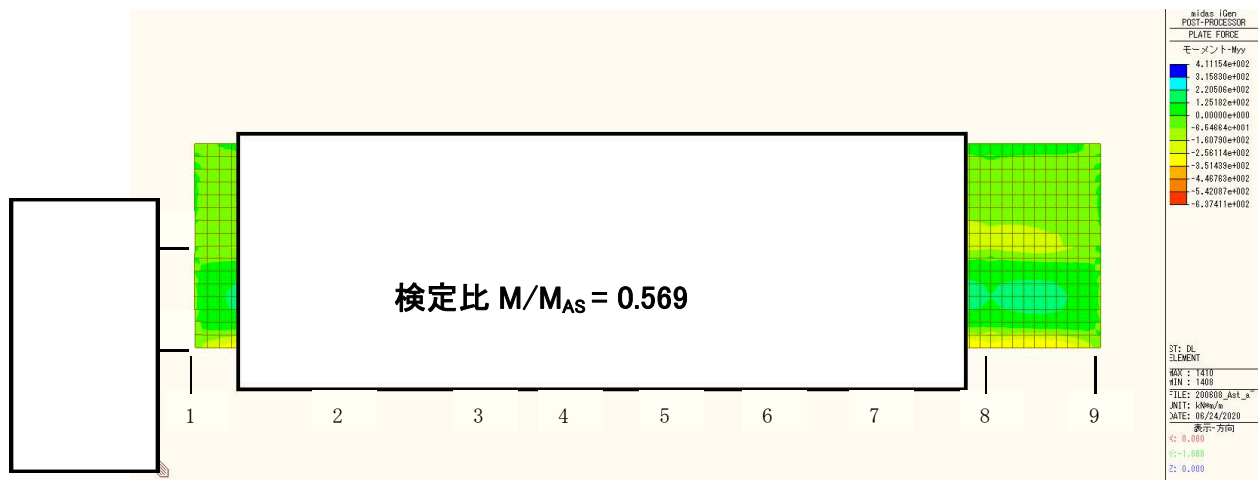


図 5-13 A 通り (南面) 曲げ応力図 (ケース 2)

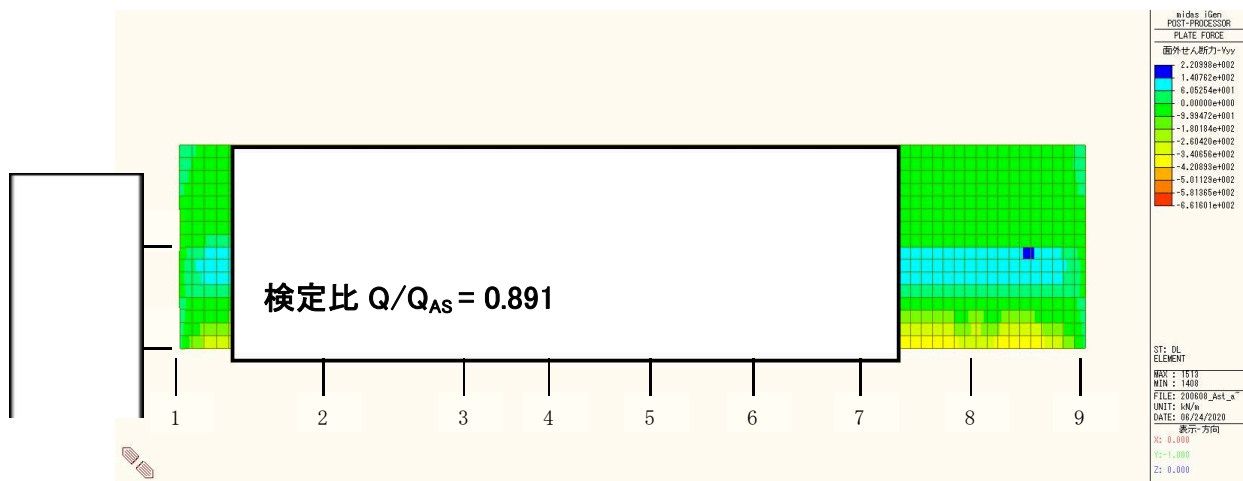


図 5-14 A 通り (南面) せん断力図 (ケース 2)

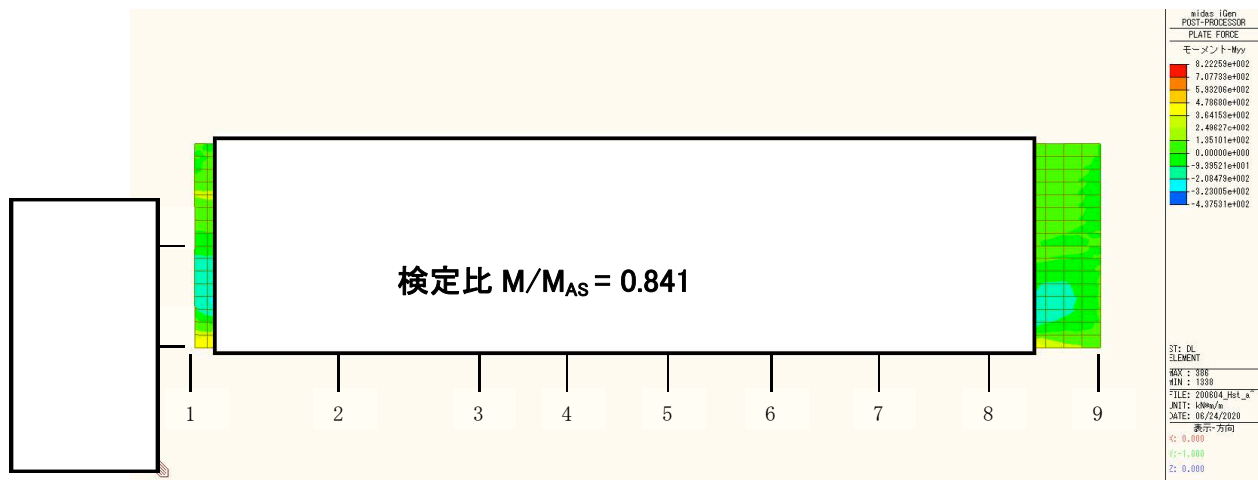


図 5-15 H 通り (北面) 曲げ応力図 (ケース 2)

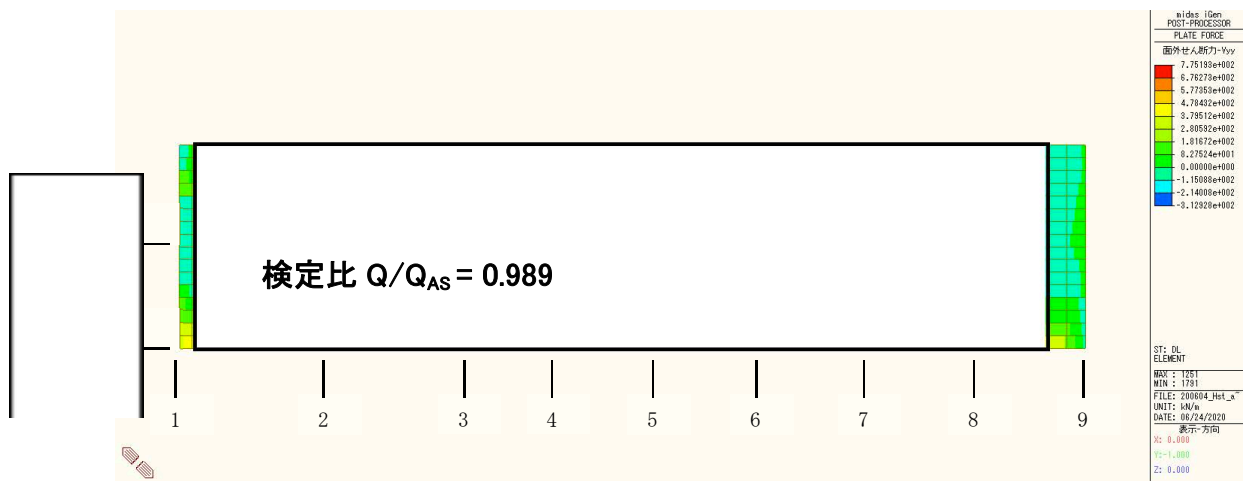


図 5-16 H 通り (北面) せん断力図 (ケース 2)



表 5-8 建家外壁の健全性評価結果ケース 2 (波力+余震)

評価対象部位	短期許容曲げ耐力 $M_{AS}$ (kNm/m)	曲げ応力 $M$ (kNm/m)	検定比 $M/M_{AS}$
9 通り (東面)	1077	463	0.430
1 通り (西面)	22	58	2.629
1 通り (西面)	1077	506	0.470
A 通り (南面)	552	316	0.572
H 通り (北面)	552	467	0.845
H 通り (北面)	552	350	0.634

評価対象部位	短期許容せん断耐力 $Q_{AS}$ (kNm/m)	せん断力 $Q$ (kNm/m)	検定比 $Q/Q_{AS}$
9 通り (東面)	866	669	0.773
1 通り (西面)	866	763	0.881
1 通り (西面)	866	438	0.506
A 通り (南面)	678	604	0.891
H 通り (北面)	678	670	0.989
H 通り (北面)	678	522	0.770

5.3 ケース3（波力+漂流物衝突荷重）の強度評価結果

(1) 保有水平耐力

ケース3（波力+漂流物衝突荷重）に対する保有水平耐力の評価結果を表5-9に示す。

各層に生じる層せん断力はいずれも保有水平耐力以下であることを確認した。

表5-9 保有水平耐力評価結果ケース3（波力+漂流物衝突荷重）

方向	評価高さH (m)	階	保有水平耐力 $Q_u$ (kN)	波力R (kN)	漂流物衝突荷重P (kN)	層せん断力 $Q_T = R + P$ (kN)	検定比 $Q_T/Q_u$
NS			215364	75	2.8	78	0.00
			294062	14798	2.8	14800	0.05
			497913	55038	2.8	55040	0.11
			880382	58768	2.8	58771	0.07
			880068	58768	2.8	58771	0.07
EW			197790	56	2.8	59	0.00
			385352	10962	2.8	10965	0.03
			500345	40772	2.8	40775	0.08
			723937	43535	2.8	43538	0.06
			947695	43535	2.8	43538	0.05

(2) 接地圧

ケース3（波力+漂流物衝突荷重）に対する接地圧の評価結果を表5-10に示す。

波力と漂流物衝突荷重による転倒モーメントが作用した場合に発生する接地圧は極限支持力度以下であることを確認した。

表5-10 建家の接地圧に関する評価結果ケース3（波力+漂流物衝突荷重）

評価項目	極限支持力度 $\sigma_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	方向	接地圧 $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	検定比 $\sigma/\sigma_u$
接地圧	2350	NS	265	0.11
		EW	233	0.10

### (3) 建家外壁

ケース 3 (波力+漂流物) に対する建家外壁の健全性評価結果を表 5-11 に示す。  
波力による応力は「ケース② (波力+余震)」と同様である。

9 通り (東面), A 通り (南面) 及び H 通り (北面) 外壁の応力は短期許容応力以下であるが, 1 通り (西面) 外壁の応力は短期許容応力を超えている。

表 5-11 建家外壁の健全性評価結果ケース 3 (波力+漂流物衝突荷重)

評価対象部位	短期許容曲げ耐力 $M_{AS}$ (kNm/m)	曲げ応力 $M$ (kNm/m)	検定比 $M/M_{AS}$
9 通り (東面)	1077	432	0.401
1 通り (西面)	22	60	2.714
1 通り (西面)	1077	469	0.435
A 通り (南面)	552	287	0.519
H 通り (北面)	552	401	0.726
H 通り (北面)	552	296	0.535

評価対象部位	短期許容せん断耐力 $Q_{AS}$ (kNm/m)	せん断力 $Q$ (kNm/m)	検定比 $Q/Q_{AS}$
9 通り (東面)	866	625	0.722
1 通り (西面)	866	721	0.833
1 通り (西面)	866	408	0.471
A 通り (南面)	678	563	0.831
H 通り (北面)	678	625	0.922
H 通り (北面)	678	496	0.732

#### 5.4 評価のまとめ

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟は、ケース1（浮力＋余震＋水圧）、ケース2（波力＋余震）、ケース3（波力＋漂流物衝突荷重）の荷重条件に対して、保有水平耐力の検定比は最大0.36、接地圧の検定比は最大0.25であり、許容限界（終局耐力）以下であることを確認した。また、建家外壁のうち9通り（東面）外壁及びA通り（南面）外壁についても検定比は最大0.891であり、許容限界（短期許容応力）以下であることを確認した。

建家外壁の評価に用いた応力（曲げモーメント、せん断力）は、表4-1～表4-3に示すとおり、水圧や余震、漂流物による応力に比べて波力による応力が大きい。波力算定に用いる津波高さについては「港湾構造物なし、周辺建家なし」とし、潮位変動に基づき潮位のばらつきを考慮した値とする等、安全側となる荷重の設定をしており、9通り（東面）外壁及びA通り（南面）外壁も含め、耐津波設計上の裕度を有している。

一方、1通り（西面）外壁の応力は、ケース1、2、3いずれにおいても許容限界を超えるため、補強を実施する。また、H通り（北面）外壁の応力はケース2において耐津波設計上の裕度を有していないため、補強を実施する。

## Ⅲ-2 設計津波に対する浸水防止設備（浸水防止扉）の強度評価

### 1. 概要

本資料は、別添 6-1-3-3 「I ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設の設計方針 2. 設計の基本方針」に基づき、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の扉及びシャッター部の構造強度評価に関する方針について説明し、今後の強度評価に資するものである。

「耐津波設計に係る工認審査ガイド」において、「津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。」とあり、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の浸水防止扉に対して設計津波による強度評価を行う。

### 2. 扉及びシャッター一部

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟外壁の扉及びシャッター部には、緊急安全対策として T.P. +14.4 m の範囲で浸水防止扉を設置しており、1階に 7 箇所、2階に 4 箇所の計 11 箇所に設置している。

これらの浸水防止扉の設置状態を図 2-1 に示す。ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に設置している浸水防止扉は T.P. +14.4 m までの浸水を想定し、最大浸水深の 3 倍の水圧が浸水防止扉に作用するものとして設計・施工している。これら浸水防止扉は東日本大震災直後の緊急安全対策（「原子力発電所の外部電源の信頼性確保について」平成 23・04・15 原院発第 3 号）の一つとして設置されたものであるが、令和 2 年 2 月に廃止措置計画用設計地震動及び設計津波が認可されたことに伴い、その他の津波に対する防護施設の設計と併せ、設計地震動及び設計津波に対する適合性評価を行う計画である。

### 3. 評価の考え方

設計津波の浸水防止設備（浸水防止扉）については、廃止措置計画用設計地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。また、設計津波の遡上波による浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を確認し、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できることを評価する。

以下に浸水防止設備について荷重の組合せ、荷重の設定及び許容限界について考え方を示す。

#### a. 荷重の組合せ

常時荷重、津波荷重及び地震荷重を適切に組合せる。

風荷重は、竜巻による風荷重又は竜巻以外の風荷重として「建築基準法（建設告示第 1454 号）」に基づく立地地域（東海村）の基準風速による風荷重を考慮する。

- ・常時荷重＋地震荷重
- ・常時荷重＋津波荷重
- ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重
- ・常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重

b. 荷重の設定

- ・常時荷重  
自重等を考慮する。
- ・地震荷重  
設計用地震動  $S_s$  を考慮する。
- ・津波荷重  
各設備の荷重水位を考慮する。
- ・余震荷重  
 $S_d - D$  (廃止措置計画用設計地震動の応答スペクトル比率を 0.5 倍として設定) を考慮する。
- ・漂流物衝突荷重  
流木等の比較的小型の漂流物は建家外壁に到達することを考慮する。

c. 許容限界

津波防護に対する機能限界保持として、津波後の再使用性や津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、浸水防止機能を保持することを確認する。

4. 今後の対応

これらの浸水防止扉は「原子力発電所の外部電源の信頼性確保について」（平成 23・04・15 原院発第 3 号）を受けて平成 26 年 3 月までに設置されたもので、T.P. +14.4 m の浸水深の津波波力と  $1000 \text{ cm/s}^2$  の水平地震動に耐えられるものとして設計されている。

図2-1 浸水防止扉等の設置状態(1/2)

6-1-3-3-132



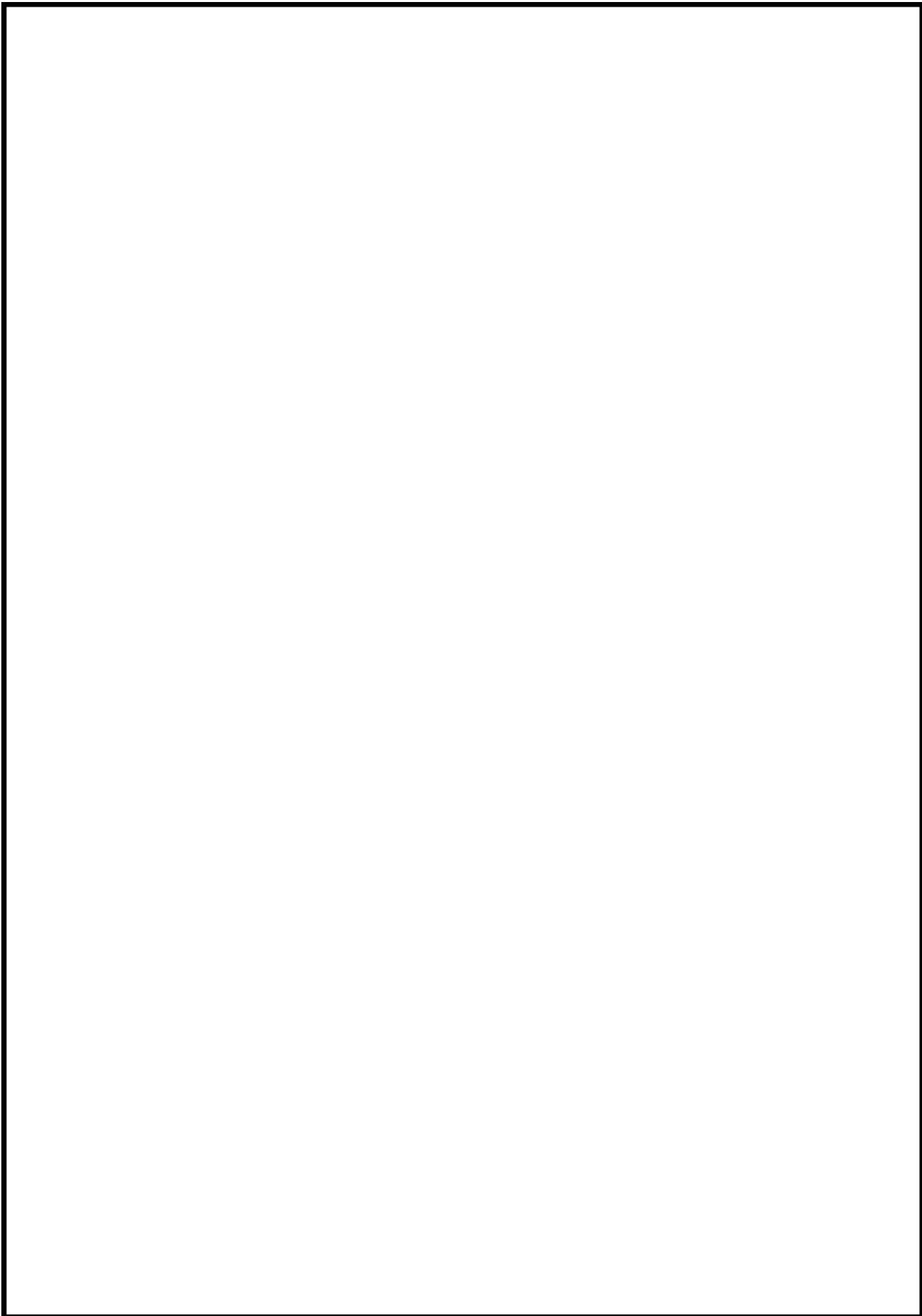


図2-1 浸水防止扉等の設置状態(2/2)

6-1-3-3-133

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟  
建家貫通部からの浸水の可能性について

## 1. はじめに

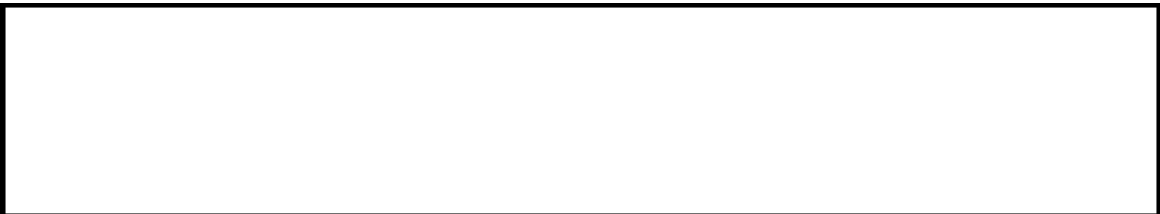
「耐津波設計に係る工認審査ガイド」において、「津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定すること。特定した経路に対して，それらに対して浸水対策を施すこと。」とされている。ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟においても，廃止措置計画変更認可申請書の一部補正（5月29日）にて示した「高放射性廃液貯蔵場（HAW）建家貫通部からの浸水の可能性について」と同様の調査手法により，浸水の可能性のある経路について確認した。

## 2. 確認対象箇所

### 2.1 トレンチ（図1参照）



### 2.2 壁貫通部（図2～図16参照）



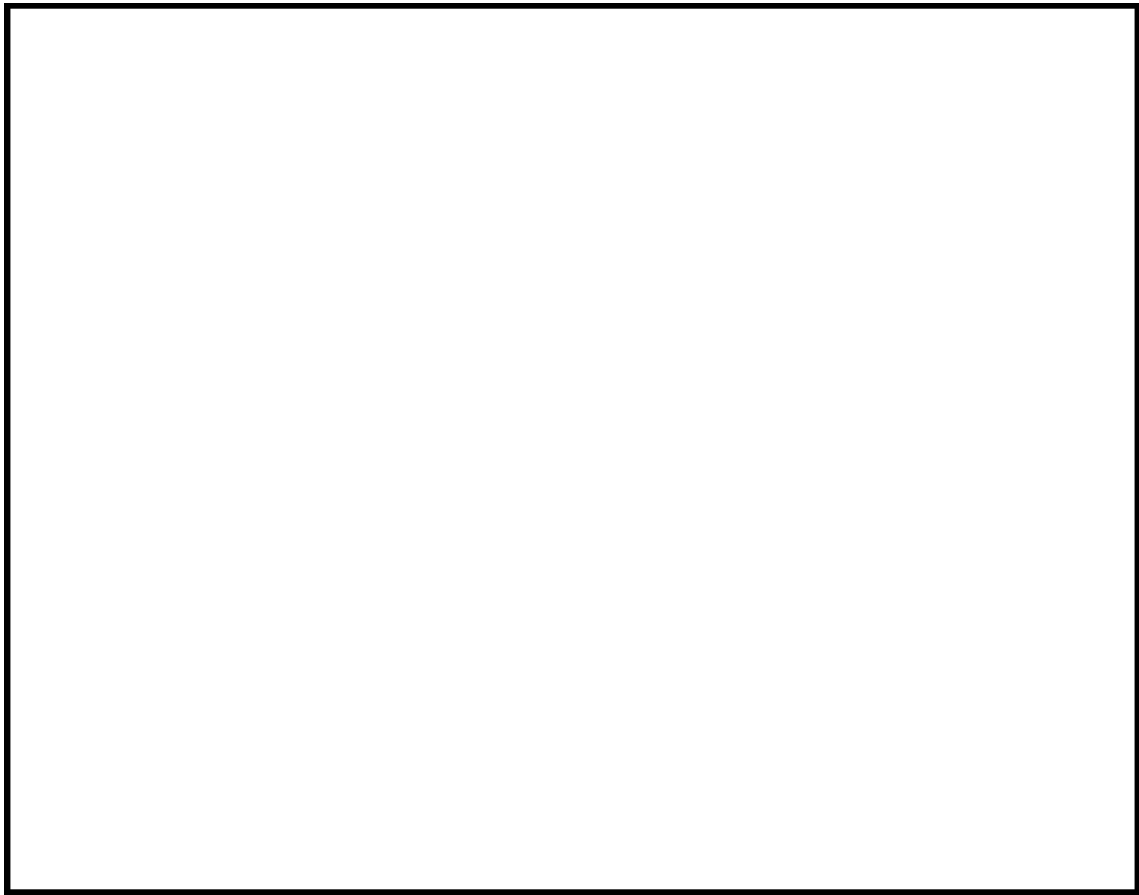
### 2.3 扉及びシャッター部（図17～図18参照）



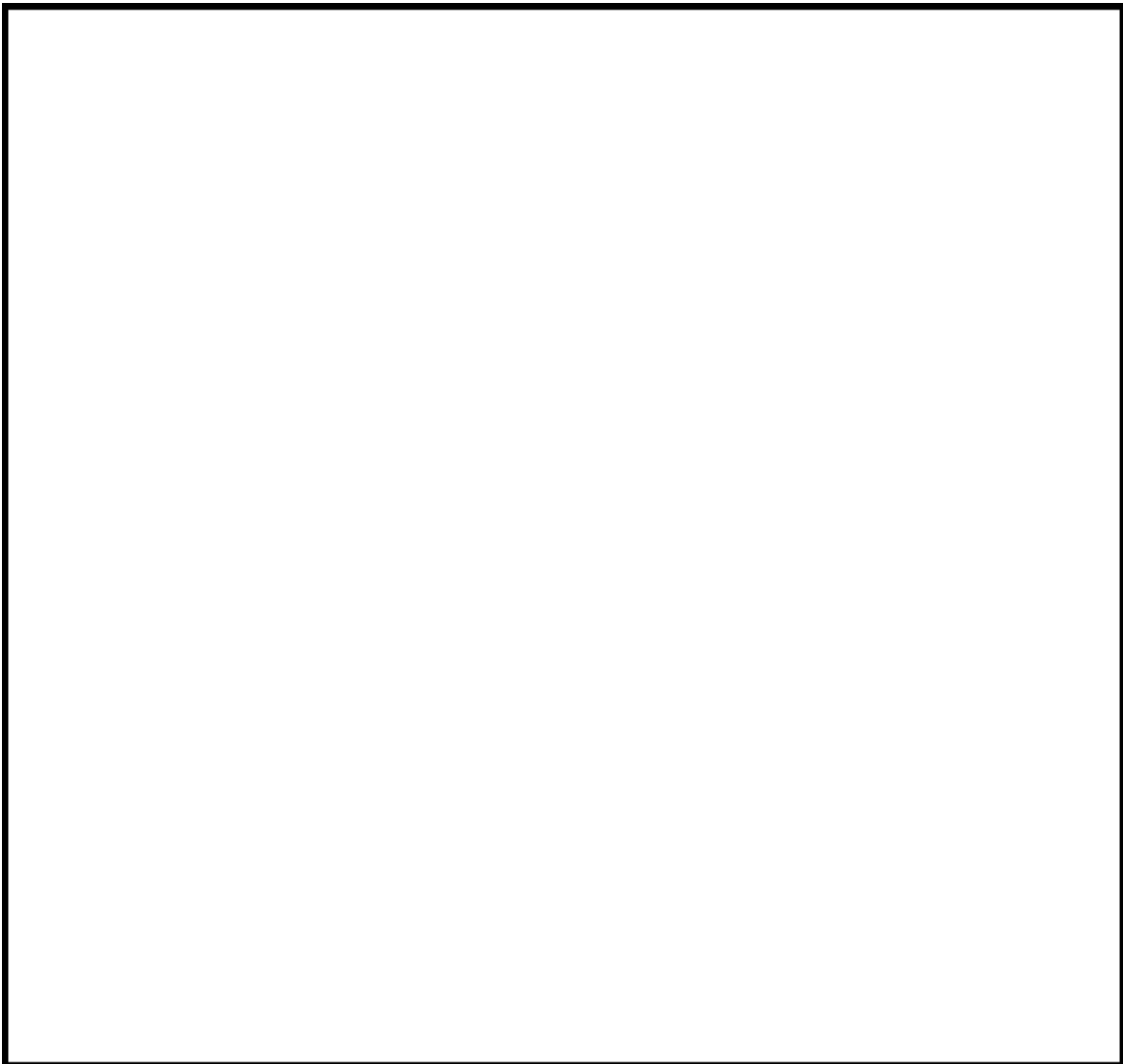
## 3. 浸水の可能性のある経路の構造

### 3.1 T21 トレンチ（図19参照）





3.2 T20 トレンチ (図 20 参照)





### 3.3 トレンチを除く配管等の壁貫通部（図 2～図 16 参照）



### 3.4 扉及びシャッター部（図 17～図 18 参照）

TVF 開発棟に設置している浸水防止扉は T.P. +14.4 m までの浸水を想定し、最大浸水深の 3 倍の水圧が浸水防止扉に作用するものとして設計・施工している。

## 4. トレンチの耐震性

### 4.1 T21 トレンチ

T21 トレンチは高放射性廃液貯蔵場（HAW）と TVF 開発棟の間の約 30 m を結ぶ地下洞道であり、内部には高放射性廃液を移送する配管が設置されている。T21 トレンチは、廃止措置計画用設計地震動に対する応答について二次元 FEM を用いて詳細な評価を実施し、耐震性を確認している。T21 トレンチに関する耐震性の評価結果は、4 月 27 日の公開会合にて報告済みである。

### 4.2 T20 トレンチ

T20 トレンチは耐震 C クラスに相当する構造物であることに加え、点検・保守作業を実施するためのマンホール、換気口等の地表貫通口を複数有しているこ

とから、津波の襲来に伴いトレンチ内部が浸水するおそれがある。そのため、TVF 開発棟と T20 トレンチの接続箇所の建家外壁が、津波の最大浸水深における水圧に耐えることの評価を令和 2 年 7 月末までに実施する。

また、T20 トレンチ内に敷設されている配管が地震や津波の影響により損傷した場合、配管内に浸水するおそれがある。そのため、TVF 開発棟と T20 トレンチの接続箇所の建家外壁を貫通している浄水配管、飲料水配管及び極低放射性廃液配管について、建家内の配管経路について調査した結果、TVF 開発棟内のバルブ等により水の浸入を防げることを確認している（表 1 参照）。なお、これらの配管について、建家内壁の壁貫通部からバルブ等までの区間が耐震性を有することの評価を令和 2 年 7 月末までに実施する。

## 5. 貫通部等の点検

### 5.1 トレンチ等の点検（図 21 参照）

津波襲来時における、トレンチ等と接するセル壁及び建家内壁等の健全性を以下のとおり確認した。

#### 5.1.1 概要

別添 6-1-3-3 「I ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の津波防護に関する施設の設計方針」に基づき、津波襲来時に TVF 開発棟に接続するトレンチ（T20、T21）が浸水した場合においても建家内が浸水しないよう、トレンチが健全であることを確認する。

トレンチの内壁とスラブの評価部位において、浸水により発生する応力（曲げ、せん断）が許容応力を下回ることを評価する。浸水による荷重は、建家構造物の荷重及び浮力算定用津波高さによる静水圧とする。

5.1.2 一般事項

5.1.2.1 位置

TVF 開発棟の位置を図 2-1 に示す。

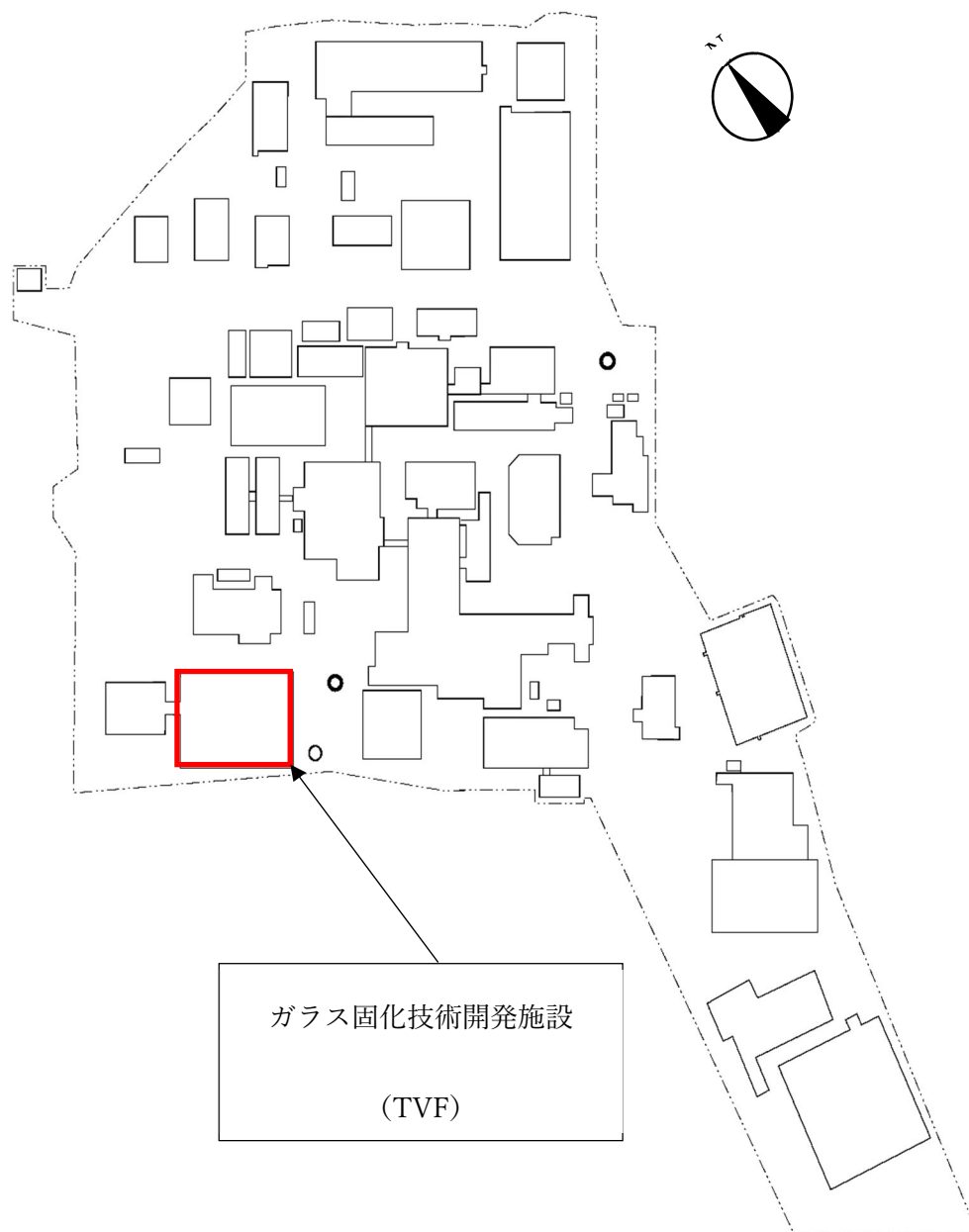


図 2-1 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の位置

#### 5.1.2.2 構造概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）に接続するトレンチのうち，廃止措置計画用設計津波の浸水深による水圧を受けるトレンチの位置を図 2-2 に示す。



図 2-2 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟  
に接続するトレンチの位置



### 5.1.2.3 評価方針

評価にあたっては、トレンチと接する高放射性廃液貯蔵場(HAW)及び TVF 開発棟の建家外壁、建家内壁が廃止措置計画用設計津波による水圧及び建屋構造物等を考慮した荷重に対して構造強度を有することを確認する。

評価項目を表 2-1 に示す。

表 2-1 評価項目

評価方針	評価項目	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	部材の健全性 (建家外壁, 内壁,)	発生応力 (曲げモーメント, せん断) が短期許容応力以下であることを確認	短期許容応力

#### 5.1.2.4 適用基準

高放射性廃液貯蔵場(HAW)及び TVF 開発棟の建家外壁等の強度評価において、適用する基準等を以下に示す。

- (1) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会，2018年）

### 5.1.3. 強度評価方法

#### 5.1.3.1 記号の定義

高放射性廃液貯蔵場(HAW)及び TVF 開発棟の建家外壁等の強度評価の計算に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 建家外壁等の強度評価計算に用いる記号 (1/2)

記号	定義
$P_W$	津波浸水時の静水圧
$P_T$	コンクリートスラブ(建家外壁等)の自重
$h_T$	廃止措置計画用設計津波高さ
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ
$Ma$	スラブ及び壁の短期許容曲げモーメント
$Q_{AS}$	スラブ及び壁の短期許容せん断力
$a_t$	既存断面の引張鉄筋断面積
$f_t$	引張鉄筋の短期許容引張応力度
$j$	応力中心間距離 (7/8d)
$d$	部材の有効せい
$T$	鉄筋コンクリートスラブ及び壁厚
$d_t$	引張縁から引張鉄筋重心までの距離
$f_s$	コンクリートの短期許容せん断応力度
$b$	スラブ及び壁の単位幅
$\rho_o$	海水の比重
$\rho_c$	コンクリートの比重
$L$	下スラブ及び壁の長さ
$w$	各等分布荷重の総和
$P$	各集中荷重の総和
$M$	断面に生じる曲げモーメント
$Q$	断面に生じるせん断力

### 5.1.3.2 評価部位

#### (1) T21 トレンチ（高放射性廃液貯蔵場(HAW)と TVF 開発棟との間の接続）

T21 トレンチの評価は、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及び TVF 開発棟が T21 トレンチと接続している部分の建家内壁を評価対象とする。評価部位及び構造を図 3-1 に示す。

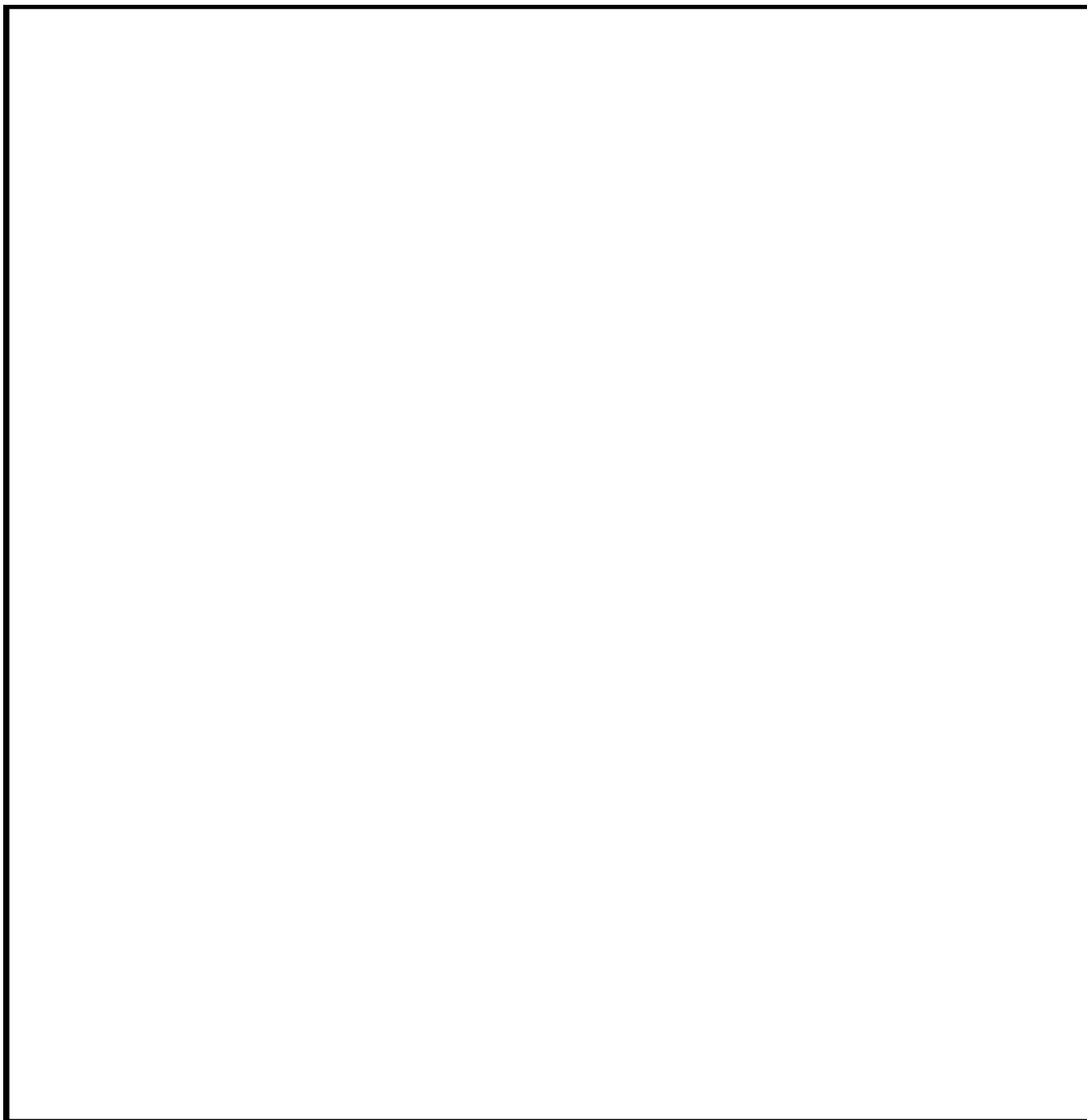
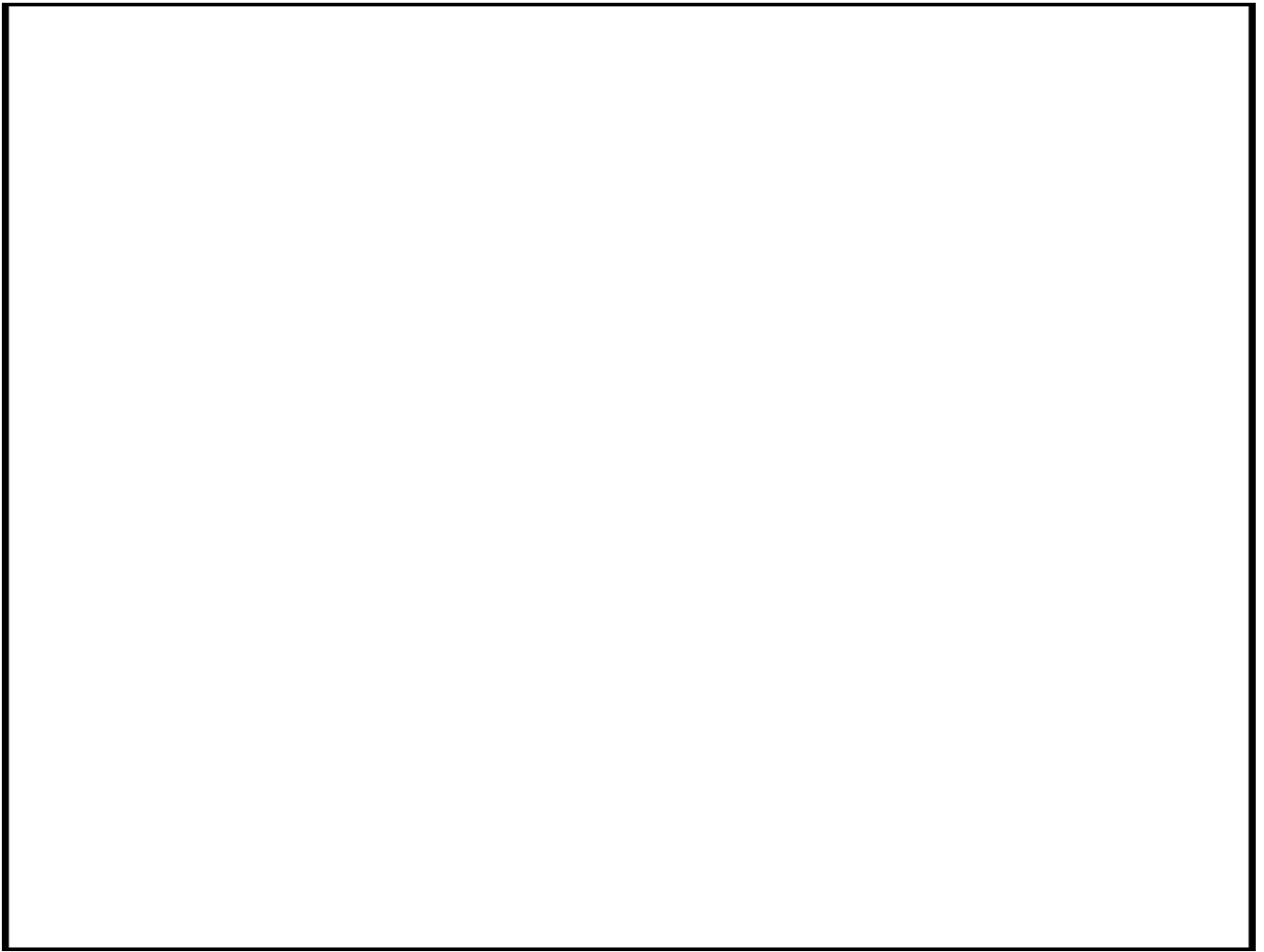


図 3-1 T21 トレンチと接する建家内壁の評価部位及び断面構造 (1/2)



(iii) 高放射性廃液貯蔵場(HAW) 平面図

図 3-1 T21 トレンチと接する建家内壁の評価部位及び断面構造 (2/2)

(2) T20 トレンチ (TVF 開発棟とユーティリティ施設との間の接続)

T20 トレンチの評価は、TVF 開発棟が T21 トレンチと接続している部分の建家外壁を評価対象とする。評価部位及び構造を図 3-2 に示す。

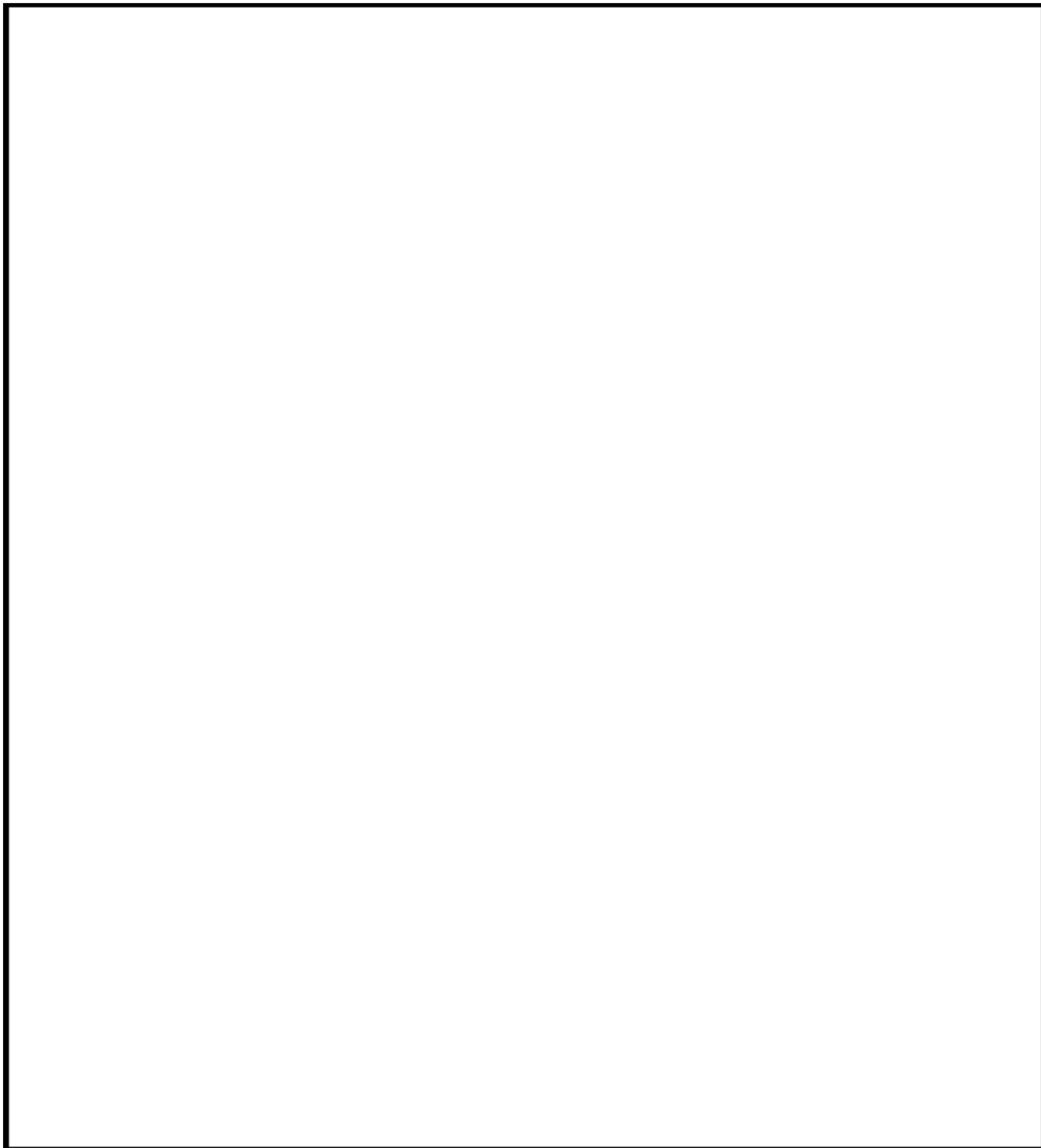


図 3-2 T20 トレンチと接する建家外壁の評価部位及び断面構造

### 5.1.3.3 荷重及び荷重の組合わせ

#### (1) 荷重

##### ① 津波浸水時の静水圧 ( $P_w$ )

津波浸水時の水圧については，高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及び TVF 開発棟におけるトレンチ下スラブから，廃止措置計画用設計津波高さ ( $h_T$ ) までの高さによる静水圧 ( $P_w$ ) を考慮する。

##### ② コンクリートスラブ (建家外壁等) による荷重 ( $P_T$ )

建家構造物の荷重として，建家外壁及び建家内壁の自重を荷重 ( $P_T$ ) として考慮する。

### 5.1.3.4 許容限界

#### (1) 使用材料

強度評価に用いる使用材料は既往の設計及び工事の方法の認可「再処理施設に関する設計及び工事の方法（その25）」、「再処理施設に関する設計及び工事の方法（ガラス固化技術開発施設）」に基づき設定する。使用材料を表3-2に示す。

表3-2 使用材料

施設	使用材料	短期許容応力度
HAW	コンクリート 設計基準強度：Fc20.6 N/mm <sup>2</sup> (Fc210 kgf/cm <sup>2</sup> )	せん断 1.03 N/mm <sup>2</sup>
	鉄筋 SD30 (F=3000 kgf/cm <sup>2</sup> )	引張 295 N/mm <sup>2</sup>
TVF 開発棟	コンクリート 設計基準強度：Fc22.1 N/mm <sup>2</sup> (Fc225 kgf/cm <sup>2</sup> )	せん断 1.06 N/mm <sup>2</sup>
	鉄筋 SD30A (F=3000 kgf/cm <sup>2</sup> )	引張 295 N/mm <sup>2</sup>
	SD35 (F=3500 kgf/cm <sup>2</sup> )	引張 343 N/mm <sup>2</sup>

#### (2) 短期許容応力

建家外壁及び建家内壁の短期許容応力は「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2018」に基づき算定する。

短期許容曲げモーメント (Ma) 及び短期許容せん断力 (Q<sub>AS</sub>) の算定式を以下に示す。

$$Ma = a_t f_t j$$

$M_a$  : 短期許容曲げモーメント

$a_t$  : 既存断面の引張鉄筋断面積

$f_t$  : 引張鉄筋の短期許容引張応力度

$j$  : 応力中心間距離 (7/8d)

$d$  : 部材の有効せい,  $d = T - d_t$

$T$  : 鉄筋コンクリート外壁の壁厚

$d_t$  : 引張縁から引張鉄筋重心までの距離



$$Q_{AS} = \frac{2}{3} \alpha' b j f_s$$

ただし、 $\alpha' = \left( \frac{4}{\frac{M}{Qd} + 1} \right)$  かつ  $(1 \leq \alpha' \leq 2)$

$Q_{AS}$  : 短期許容せん断力

$b$  : 壁幅

$f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度

$wf_t$  : せん断補強筋の短期許容引張応力度

$p_w$  : せん断補強筋比

$\alpha'$  : せん断スパン比  $M/(Q \cdot d)$  による割増係数

$M$  : 建家外壁に生じる曲げモーメント

$Q$  : 建家外壁に生じるせん断力

※本検討では、安全側に  $\alpha' = 1$  とする

### 5.1.3.5 評価方法

#### (1) 評価モデル

壁は下のスラブに単純支持された一方向版として、曲げモーメント及びせん断力を算定し、スラブは両端固定梁として両端を単純支持された一方向版として曲げモーメント及びせん断力を算定している。応力計算モデルを図 3-3 に示す。

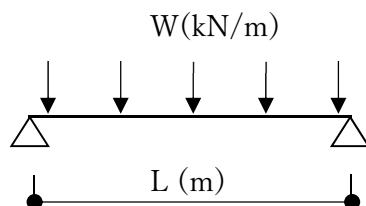


図 3-3 応力計算モデル

#### (2) 評価式

コンクリートスラブの自重 ( $P_T$ ) 及び津波浸水時の静水圧 ( $P_W$ ) による曲げモーメント ( $M$ ) , せん断力 ( $Q$ ) の算定は下式にて行う。

コンクリートスラブの自重 ( $P_T$ ) 及び津波浸水時の静水圧 ( $P_W$ ) の算定式を以下に示す。

$$w = P_W + P_T$$

$$P_T = \rho_c b T$$

$$P_W = \rho_o b (h_T - h_1)$$

- $w$  : 各等分布荷重の総和 (kN/m)
- $P_T$  : コンクリートスラブの自重 (kN/m)
- $\rho_c$  : コンクリート比重 (kN/m<sup>3</sup>)
- $b$  : スラブ及び遮へい体の単位幅 (m)
- $T$  : 鉄筋コンクリートスラブ厚 (m)
- $P_W$  : 津波浸水時の静水圧 (kN/m)
- $\rho_o$  : 海水の比重 (kN/m<sup>3</sup>)
- $h_T$  : 設計津波高さ (m)
- $h_1$  : トレンチ下スラブ天端高さ

発生荷重による曲げモーメント算定式を以下に示す。

$$M = w L^2/8$$

M : 断面に生じる曲げモーメント (kN・m)

w : 各等分布荷重の総和 (kN/m)

発生荷重によるせん断力算定式を以下に示す。

$$Q = w \frac{L}{2}$$

Q : 断面に生じるせん断力 (kN)

L : 下スラブの長さ (m)

5.1.4 評価条件

評価条件を表 4-1 に示す。

表 4-1 建家構造物自重+静水圧の評価条件 (1/2)

記号	定義	数値	単位
トレンチ評価の諸元			
$\rho_o$	海水の比重	10.10	kN/m <sup>3</sup>
$\rho_s$	遮へい体の比重	78.50	kN/m <sup>3</sup>
$\rho_c$	コンクリートの比重	24.00	kN/m <sup>3</sup>
$h_T$	設計津波高さ (TP+13.6m) ※HAW での値	7.60	m
$h_T$	設計津波高さ (TP+12.2m) ※TVF での値	4.55	m
評価部位 A			
$T$	鉄筋コンクリート壁厚		m
$L$	壁長さ	7.5	m
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ (TP)	0.6	m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	118	kN/m <sup>2</sup>
評価部位 B			
$T$	鉄筋コンクリート壁厚		m
$L$	壁長さ	7.5	m
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ (TP)	0.6	m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	118	kN/m <sup>2</sup>
評価部位 C			
$T$	鉄筋コンクリート壁厚		m
$L$	壁長さ	7.5	m
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ (TP) ???	0.6	m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	118	kN/m <sup>2</sup>
評価部位 D (床スラブ)			
$T$	鉄筋コンクリートスラブ厚	0.7	m
$L$	上スラブの長さ	3.0	m
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ (TP)	0.6	m
$P_T$	コンクリートスラブの自重	17	kN/m <sup>2</sup>
$P_W$	津波浸水時の静水圧	118	kN/m <sup>2</sup>

表 4-1 建家構造物自重+静水圧の評価条件 (2/2)

記号	定義	数値	単位
評価部位 D (天井スラブ)			
$T$	鉄筋コンクリートスラブ厚	1.2	m
$L$	下スラブの長さ	3.0	m
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ (TP)	0.6	m
$P_T$	コンクリートスラブの自重	29	kN/m <sup>2</sup>
$P_W$	津波浸水時の静水圧	118	kN/m <sup>2</sup>
評価部位 E			
$T$	鉄筋コンクリート壁厚	<input type="text"/>	m
$L$	壁長さ	4.0	m
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ (TP)	4.76	m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	90	kN/m <sup>2</sup>
評価部位 F			
$T$	鉄筋コンクリート壁厚	<input type="text"/>	m
$L$	壁長さ	7.5	m
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ (TP)	1.1	m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	113	kN/m <sup>2</sup>
評価部位 G			
$T$	鉄筋コンクリート壁厚	<input type="text"/>	m
$L$	壁長さ	7.5	m
$h_1$	トレンチ下スラブ天端高さ (TP)	4.6	m
$P_W$	津波浸水時の静水圧	77	kN/m <sup>2</sup>

### 5.1.5 評価結果

#### 5.1.5.1 建家外壁及び建家内壁の強度評価結果

廃止措置計画用設計津波の浸水による水圧に対する評価対象部位ごとの許容限界と曲げ応力の比較を表 5-1 に示す。

表 5-1 トレンチの健全性評価結果

評価対象部位		許容限界 Ma (kN・m)	曲げ応力 M (kN・m)	M /Ma
評価部位 A (建家内壁)	鉄筋コンクリート造	1866	830	0.445
評価部位 B (建家内壁)		1713	830	0.484
評価部位 C (建家内壁)		3255	830	0.255
評価部位 D (床スラブ)		857	176	0.206
評価部位 D (天井スラブ)		364	163	0.447
評価部位 E (建家内壁)		1511	181	0.120
評価部位 F (建家外壁)		1713	795	0.464
評価部位 G (建家外壁)		1713	541	0.316

評価対象部位		許容限界 Q <sub>AS</sub> (kN)	せん断応力 Q (kN)	Q/Q <sub>AS</sub>
評価部位 A (建家内壁)	鉄筋コンクリート造	763	443	0.580
評価部位 B (建家内壁)		701	443	0.632
評価部位 C (建家内壁)		887	443	0.499
評価部位 D (床スラブ)		701	235	0.336
評価部位 D (天井スラブ)		390	217	0.556
評価部位 E (建家内壁)		1111	180	0.162
評価部位 F (建家外壁)		701	424	0.605
評価部位 G (建家外壁)		701	289	0.412

#### 5.1.5.2 評価のまとめ

トレンチと接している高放射性廃液貯蔵場(HAW)及び TVF 開発棟の建家外壁及び建家内壁は、各評価部位において許容限界（短期許容応力）以下であることを確認した。

これにより、トレンチが廃止措置用設計津波により浸水した場合でも、トレンチと接する建家外壁や建家内壁が損傷し、止水性を損なうことはないと判断する。

## 5.2 トレンチ等を除く壁貫通配管等の点検

TVF 開発棟建家外壁貫通部の健全性評価（津波波力が作用する外壁の壁貫通部のシール材及びモルタルが波力に耐えることの確認）を実施する。

- ・シール材の水圧試験：令和2年7月中旬までに実施予定。
- ・モルタルの水圧試験：令和2年7月中旬までに実施予定。

上記試験については高放射性廃液貯蔵場（HAW）の配管を模擬して実施したシール材及びモルタルの耐圧試験（図 22, 23 参照）と同様の方法で実施する。試験にあたっては、模擬試験体の止水材厚さを外壁厚さに対し十分保守的な厚さとするとともに、作用させる水圧は、各外壁貫通部に作用する津波波圧を包絡するよう十分保守的に設定し、貫通部に対する止水処置の健全性を確認する。

なお、建家貫通部の構造上、建家内に浸水することは考えにくいですが、万が一建家内に浸水した場合の影響については別紙に示す。



表1 T20トレンチ内の配管が損傷した場合の影響

配管	行先	配管の設置状況及び浸水の有無	備考
浄水配管 (図10 No.41)	屋内消火栓	当配管は地下2階から地上3階までの各フロアの屋内消火栓へ接続している。各消火栓のバルブは常時閉であるため、TVF開発棟各フロアへの浸水はない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バルブの耐圧評価実施予定※1</li> <li>・耐震評価実施予定※2</li> </ul>
飲料水配管 (図10 No.42)	屋上冷却塔 (G83H10, H20, H50等)  手洗い場、シャワールーム、トイレ等	当配管は、T20トレンチとTVF開発棟の接続箇所から屋上の冷却塔まで垂直に設置されており、揚程は約24mであることから、TVF開発棟屋上への浸水はない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐震評価実施予定※2</li> </ul>
極低放射性廃液配管 (図10 No.45)	廃水貯槽 (G71U027)	T20トレンチとTVF開発棟の接続箇所上部のダクトスペース内にバルブが設置されている。津波警報発令時に当該バルブを閉めることにより、TVF開発棟の手洗い場等への浸水を防止できる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バルブの耐圧評価実施予定※1</li> <li>・耐震評価実施予定※2</li> </ul>
		極低放射性廃液排出し作業時に使用するバルブを閉めることにより、TVF開発棟の廃水貯槽への浸水を防止できる。なお、当該バルブは制御室からの操作が可能であり、使用時以外は常時閉となっている。また、フェイルセーフの設計であるため、全電源喪失時には自動的に閉となる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バルブの耐圧評価実施予定※1</li> <li>・耐震評価実施予定※2</li> </ul>

※1：建屋内壁の壁貫通部からバルブ等までの区間において、バルブや配管が最大浸水深における水圧に耐えることの評価を令和2年7月末までに実施する。なお、耐圧性が十分でない場合は、耐圧性向上のための対策を検討する。

※2：建屋内壁の壁貫通部からバルブ等までの区間が耐震性を有することの評価を令和2年7月末までに実施する。なお、耐震性が十分でない場合は、耐震性向上のための対策を検討する。



図1 TVF開発棟と接続しているトレンチ等

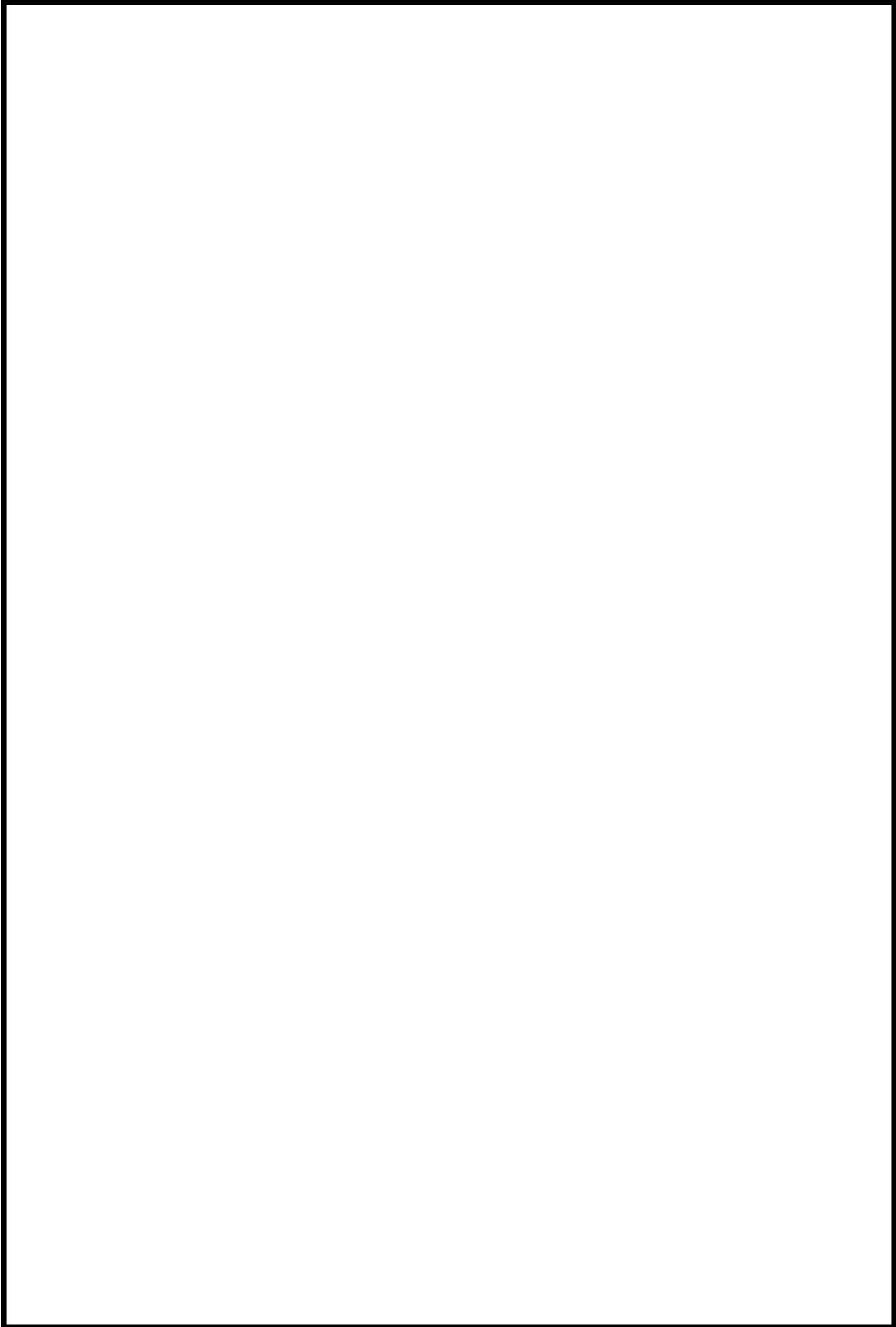


図2 TVF開発棟のトレンチ以外の壁貫通部調査（西側）

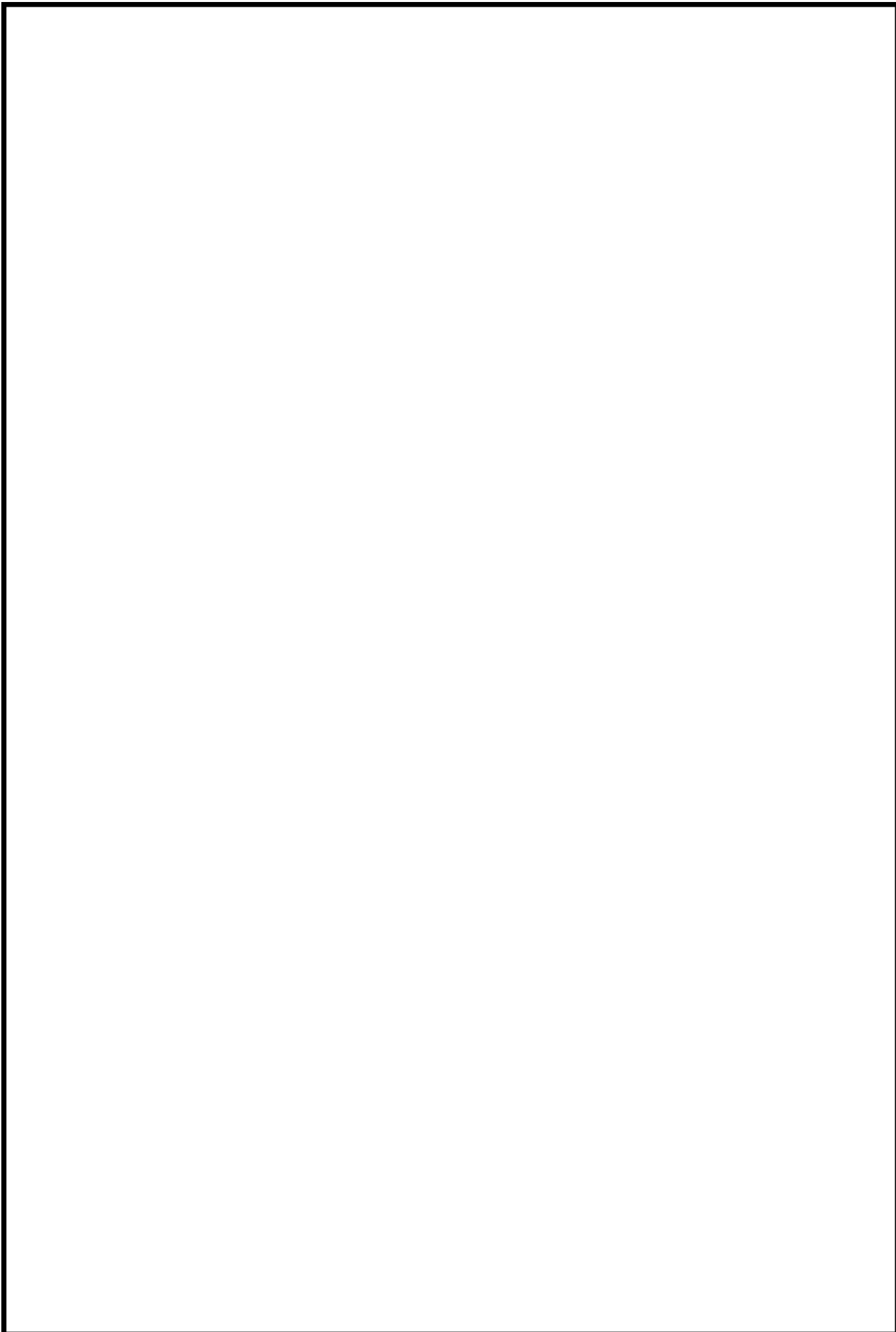


図3 TVF開発棟のトレンチ以外の壁貫通部調査（西側）



図4 TVF開発棟のトレンチ以外の壁貫通部調査（南側）



図5 TVF開発棟のトレンチ以外の壁貫通部調査（南側）

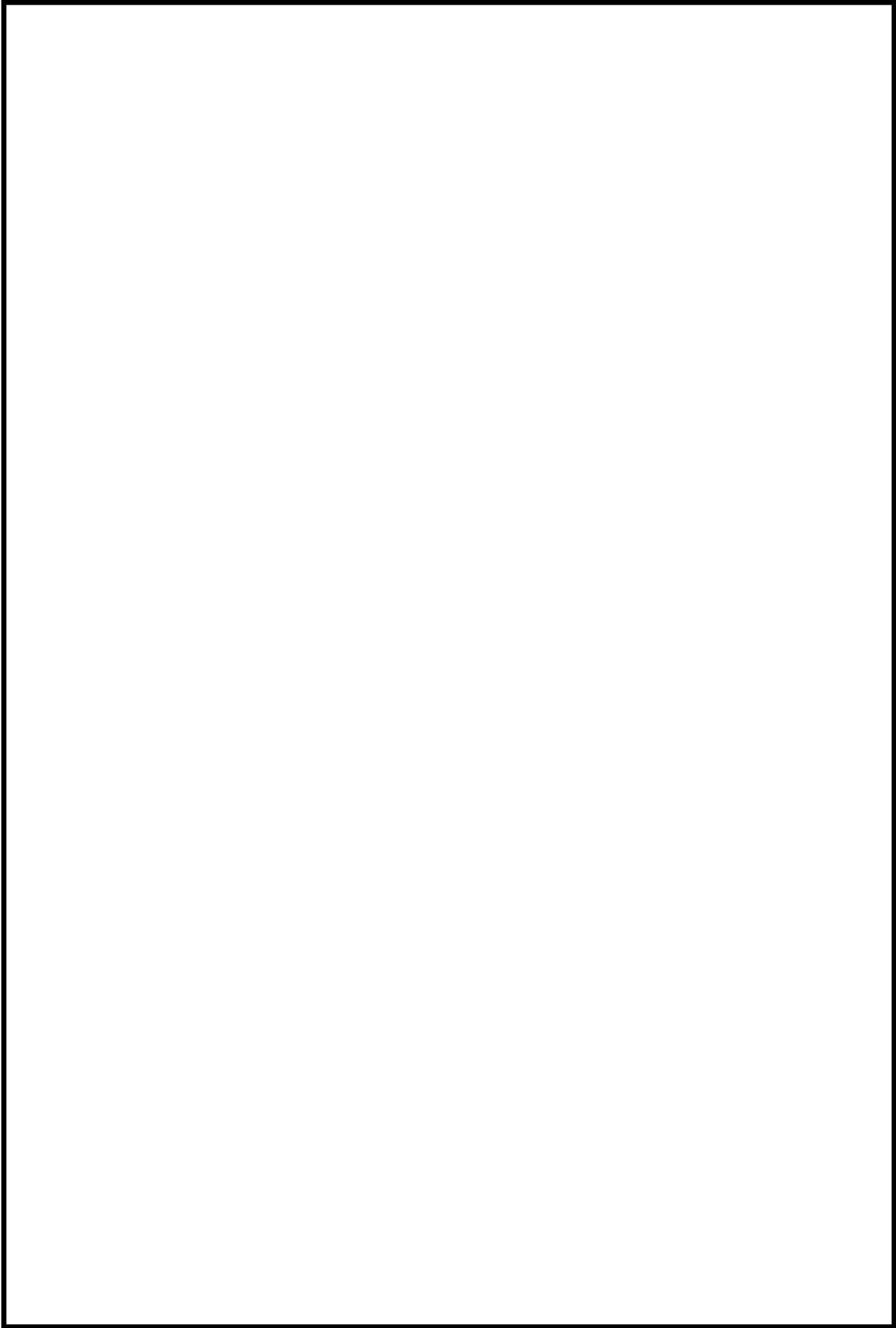


図6 TVF開発棟のトレンチ以外の壁貫通部調査（東側）



図7 TVF開発棟のトレンチ以外の壁貫通部調査（東側）





図8 TVF開発棟のトレンチ以外の壁貫通部調査（北側）

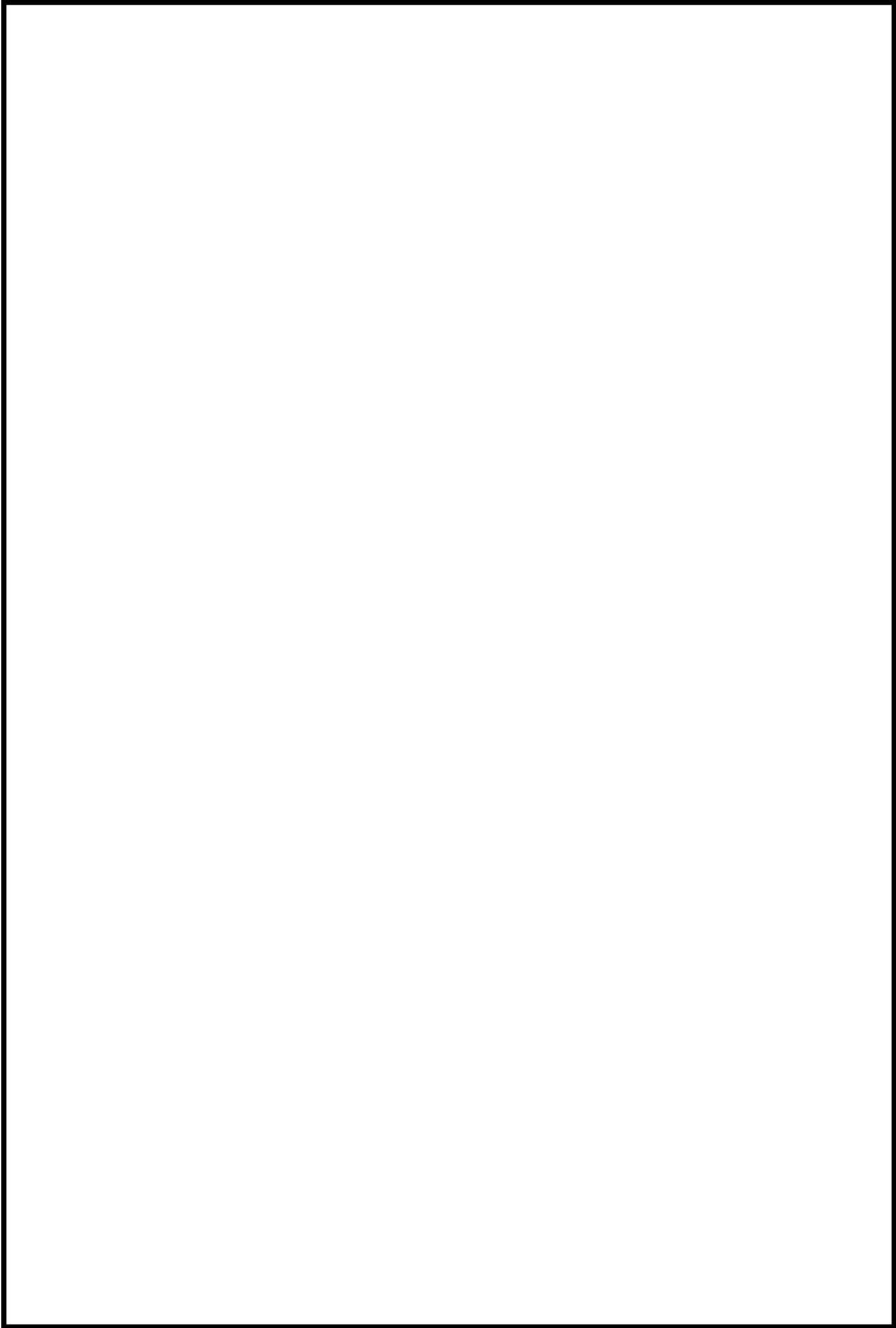


図9 TVF開発棟のトレンチ以外の壁貫通部調査（北側）

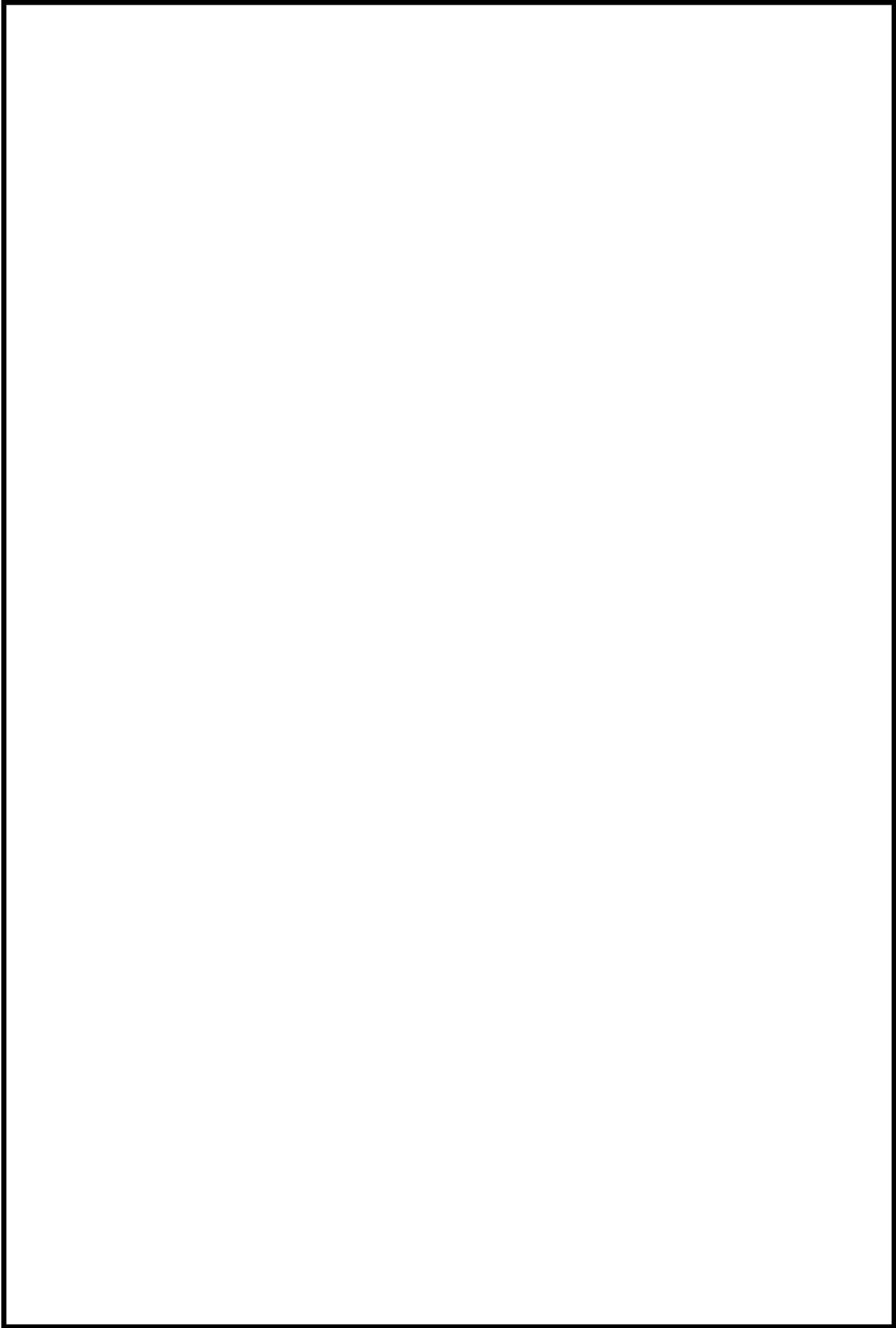


図10 TVF開発棟とT20トレンチ間の壁貫通部調査（建家内から撮影）

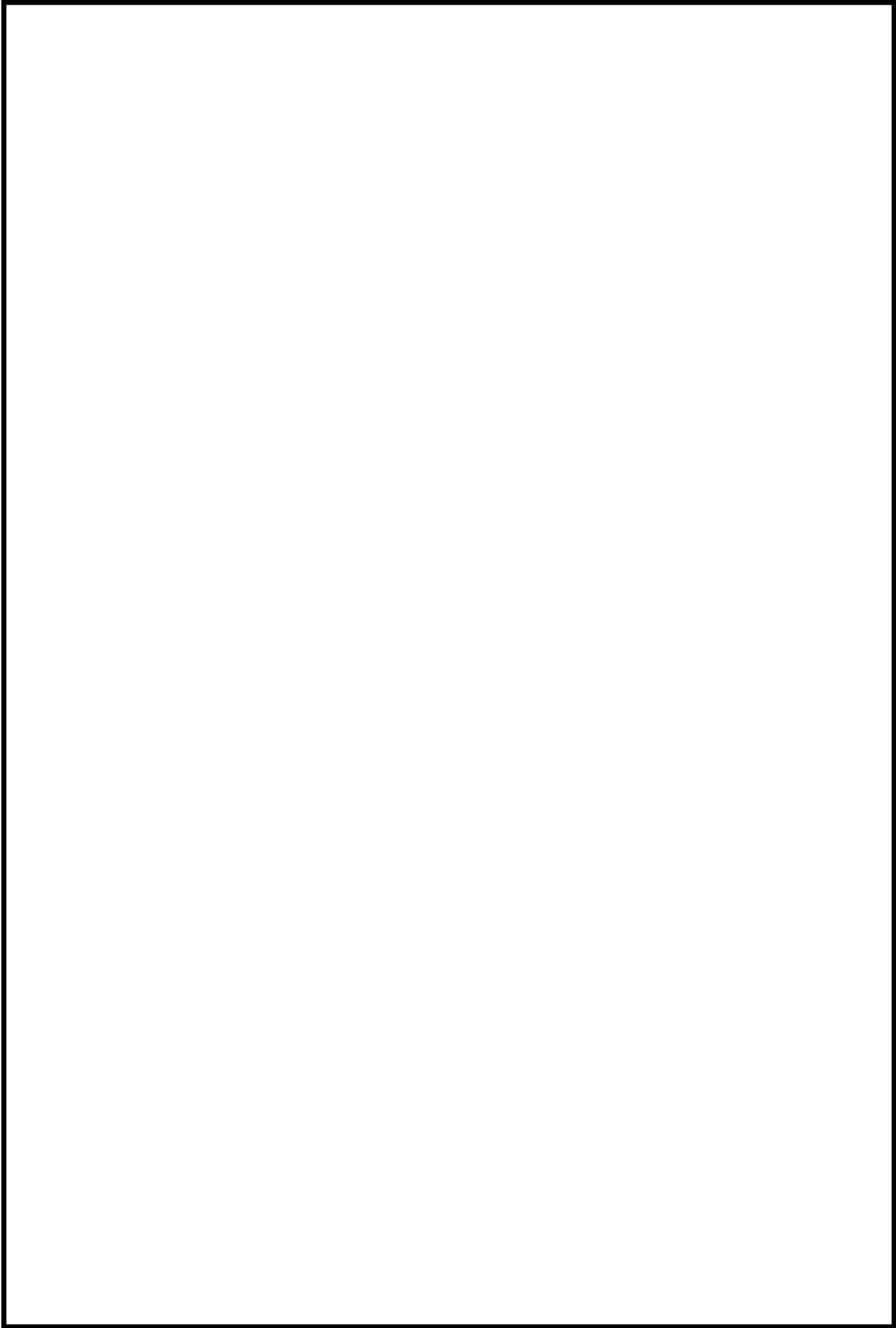


図11 TVF開発棟と連絡通路間の壁貫通部調査（建家内側から撮影）



図12 TVF開発棟の屋上部分貫通部調査

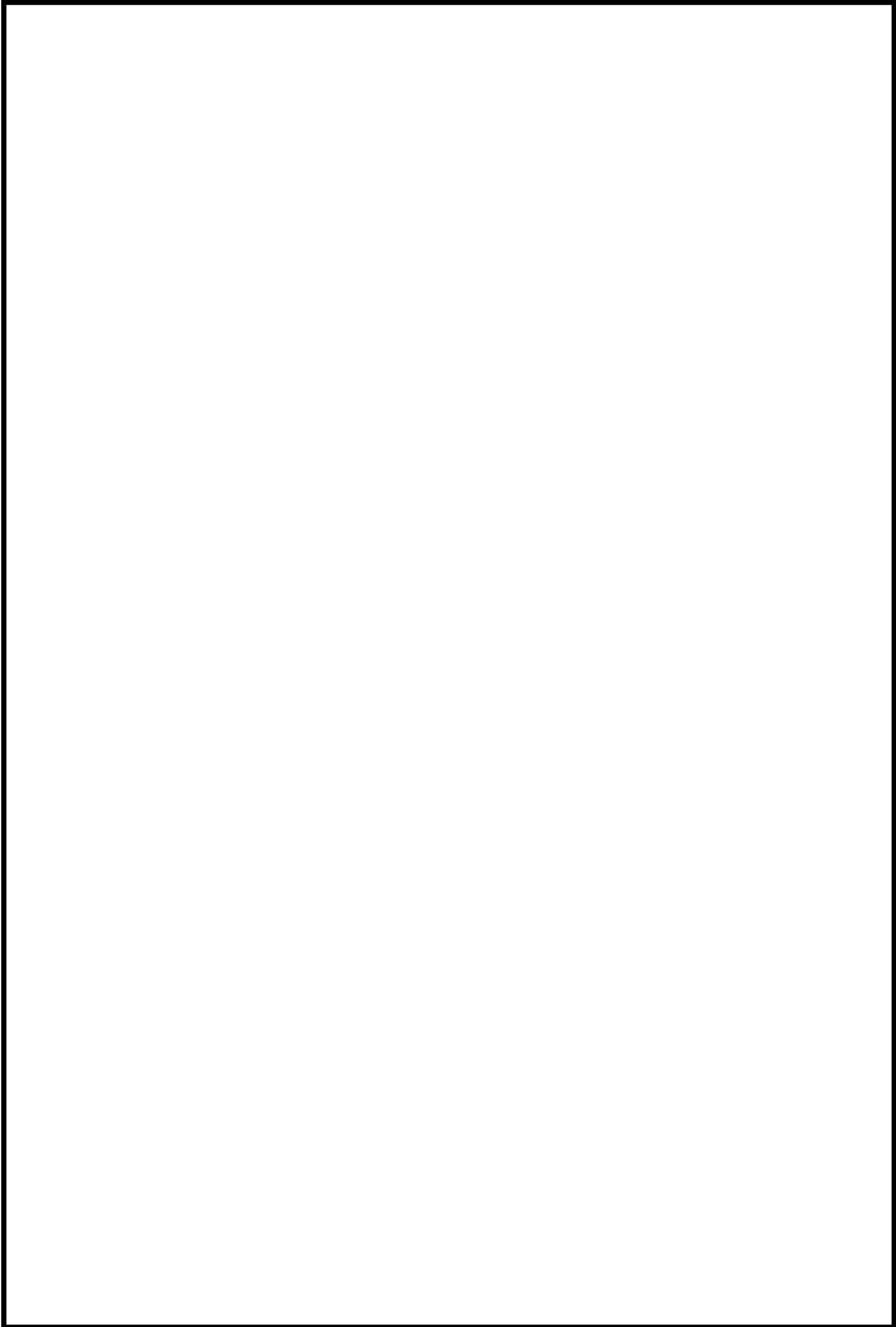


図13 TVF開発棟の屋上部分貫通部調査



図14 TVF開発棟の屋上部分貫通部調査

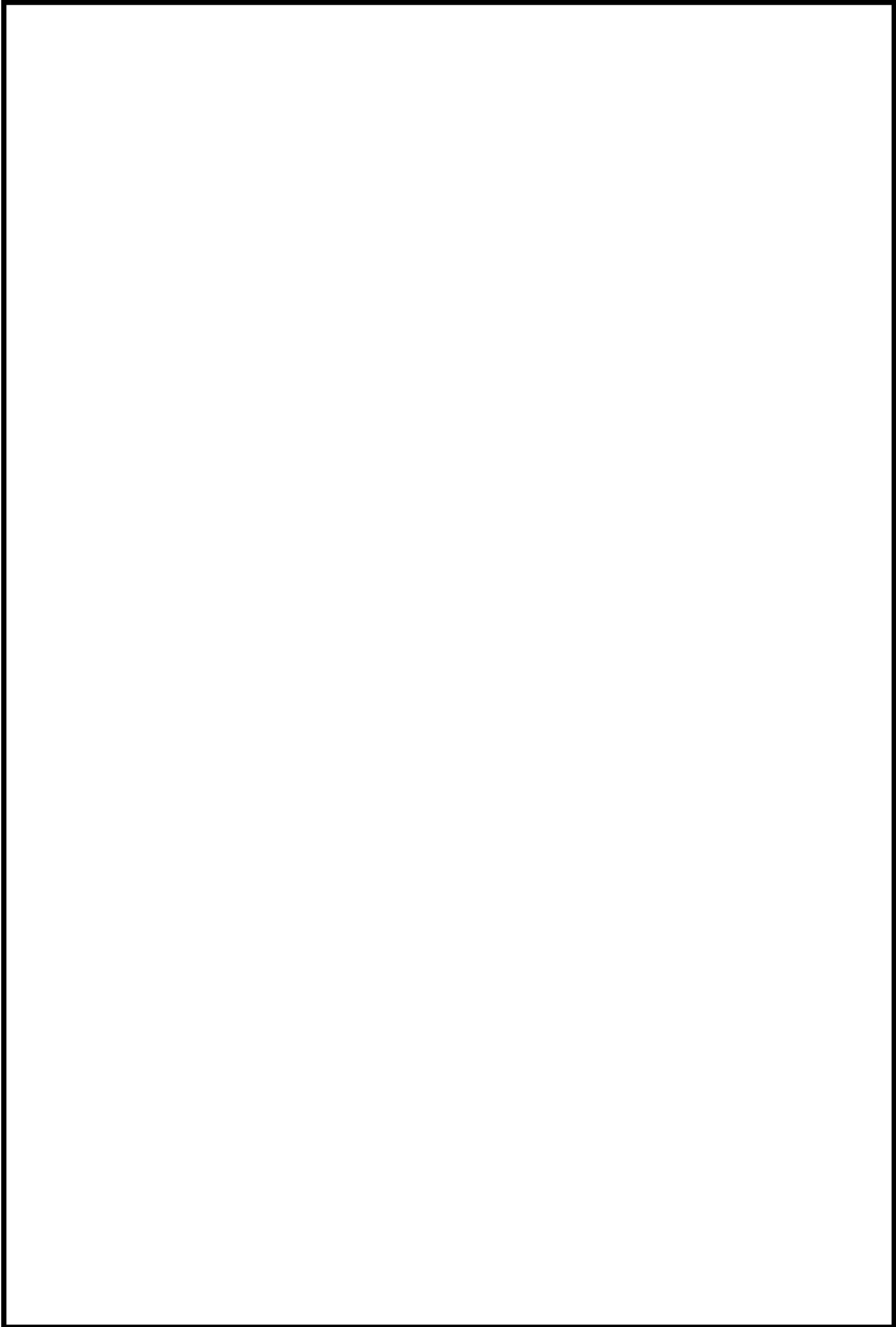


図15 TVF開発棟の屋上部分貫通部調査



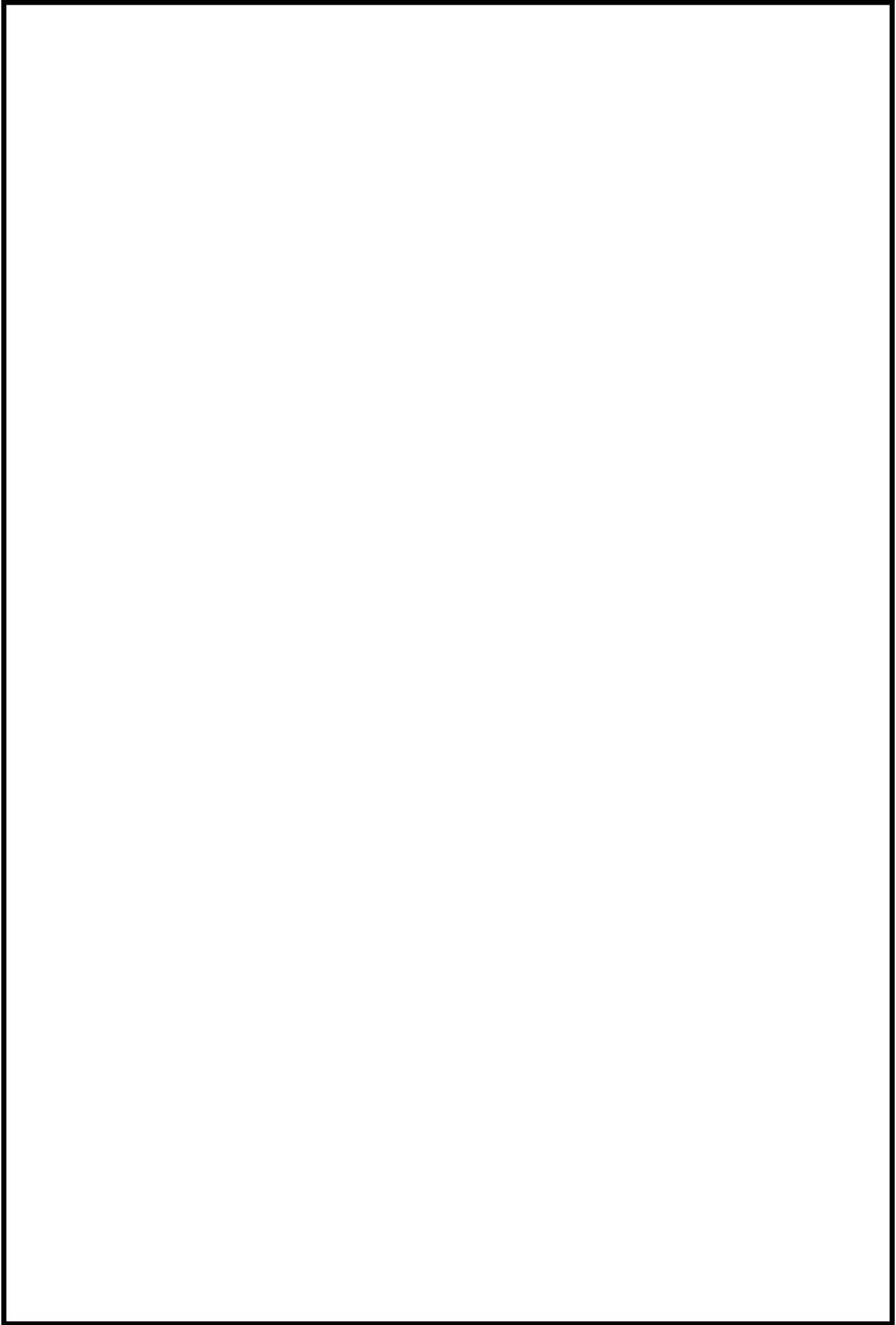


図16 建家外壁開口部の状況

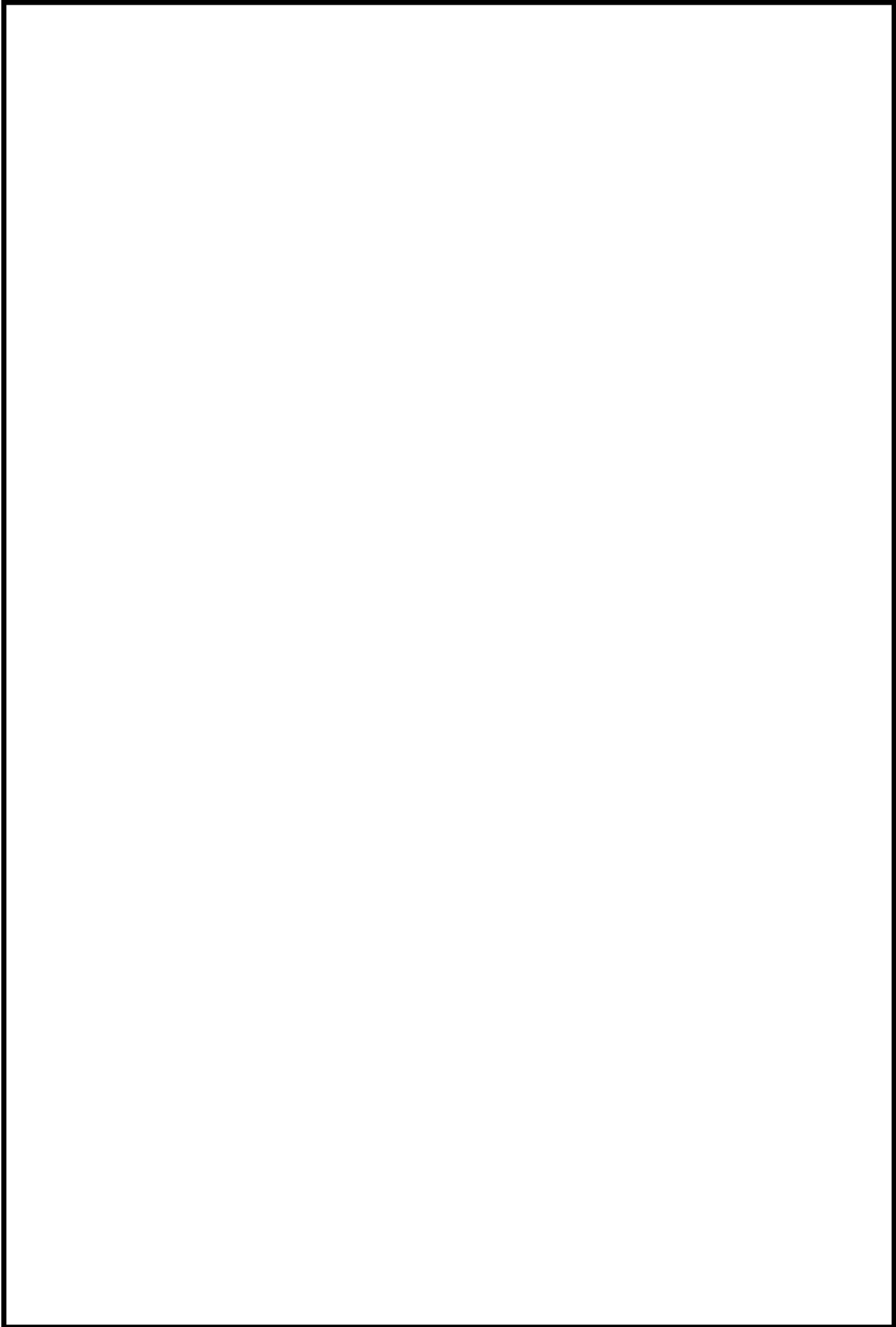


図17 浸水防止扉等の設置状況 1/2



図18 浸水防止扉等の設置状況 2/2

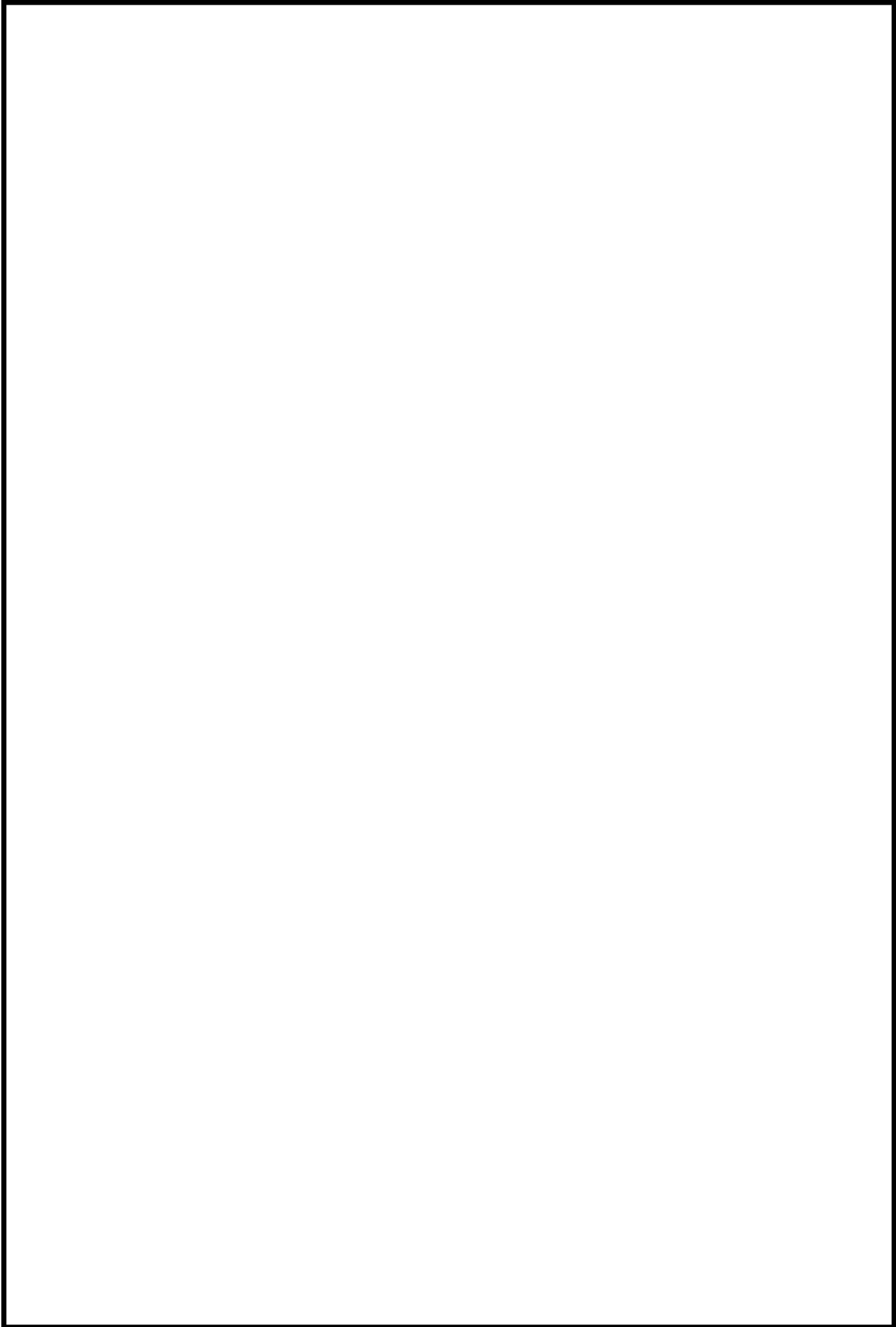


図19 T21トレンチの構造 (概要)

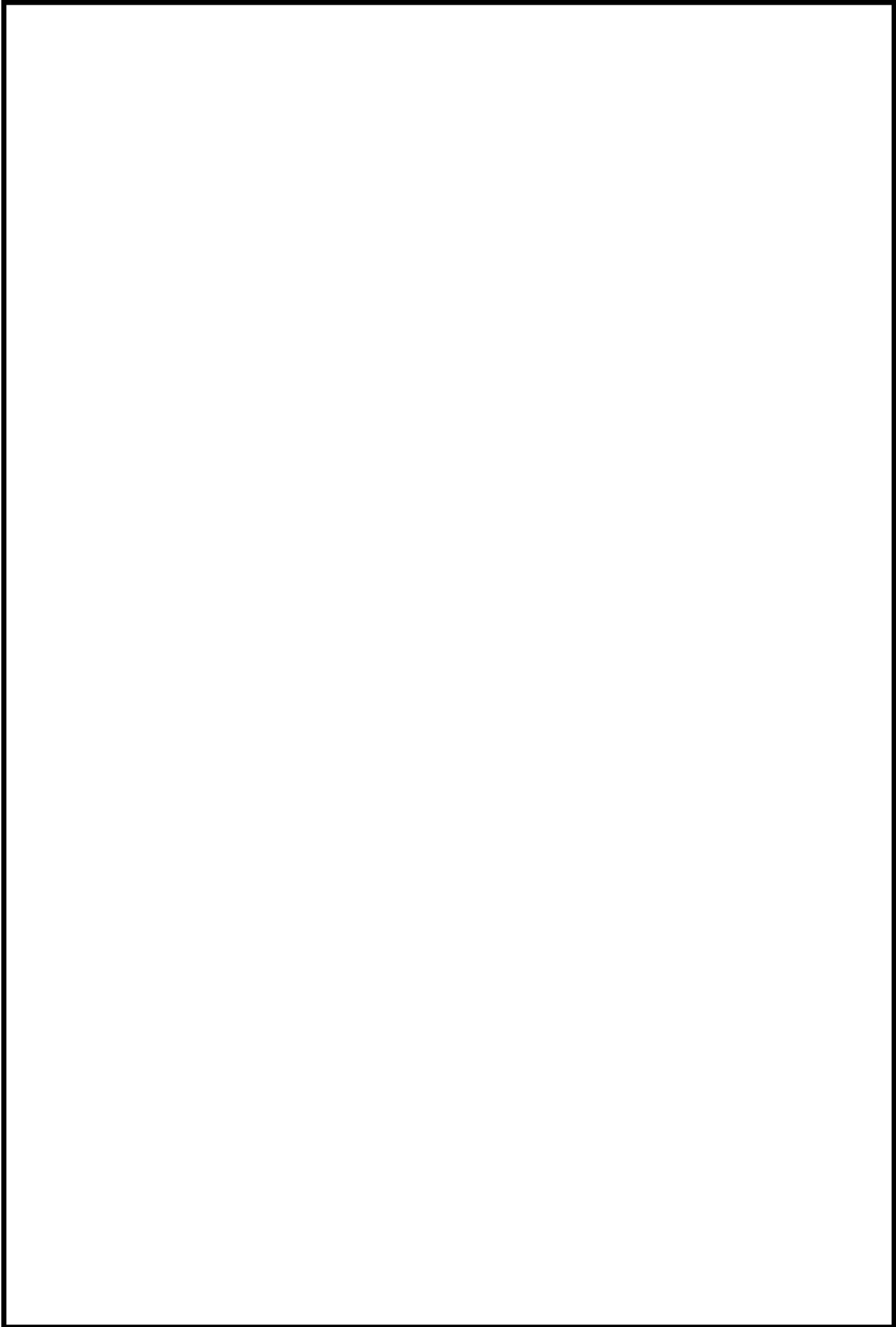


図20 T20 トレンチの構造 (概要)



図21 T21トレンチの構造（浸水想定）

## 試験条件

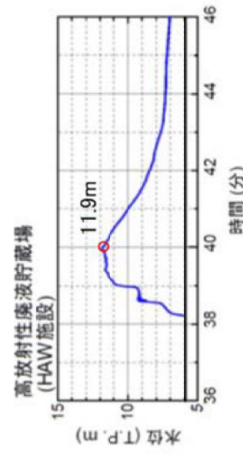
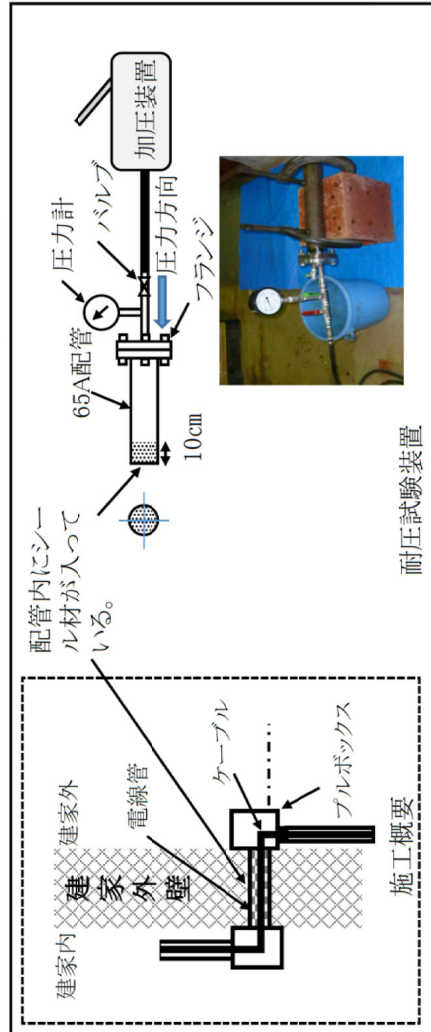
項目	条件	設定理由	備考
試験圧力	0.5 MPa	・津波波力を上回る0.5 MPaとした。	
保持時間	60分	津波の最大浸水深の時刻歴解析結果を踏まえ、保守的に設定。(図A参照)	
配管径	65A配管(SS材)	本シール材を使用した貫通配管で一番低層階にある最大の配管を模擬している。	図4 No.3 (制御ケーブル電線管)
シール材充填量	約10 cm 充填	十分保守的な条件設定で、HAW外壁厚さ約62 cmに対して、1/5以下の充填量(厚さ)とした量。	

## 試験結果

試験圧力	判断基準	結果
0.5 MPa	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力低下の無いこと</li> <li>・シール部からの水漏れが無いこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力低下なし</li> <li>・水漏れなし</li> </ul>

### 【試験結果の評価】

津波を想定した水圧をかけても漏洩が無いことを確認した。



図A HAW施設における浸水深の時刻歴解析結果



水圧0.5 MPaを保持



60分保持後、シール材部より水漏れのないことを確認

図22 シール材（難燃性気密防水材料）の耐圧試験の実施状況（R2.3.25実施）

## 試験条件

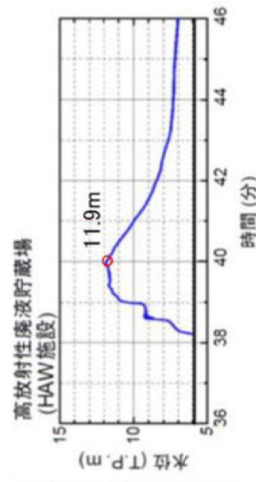
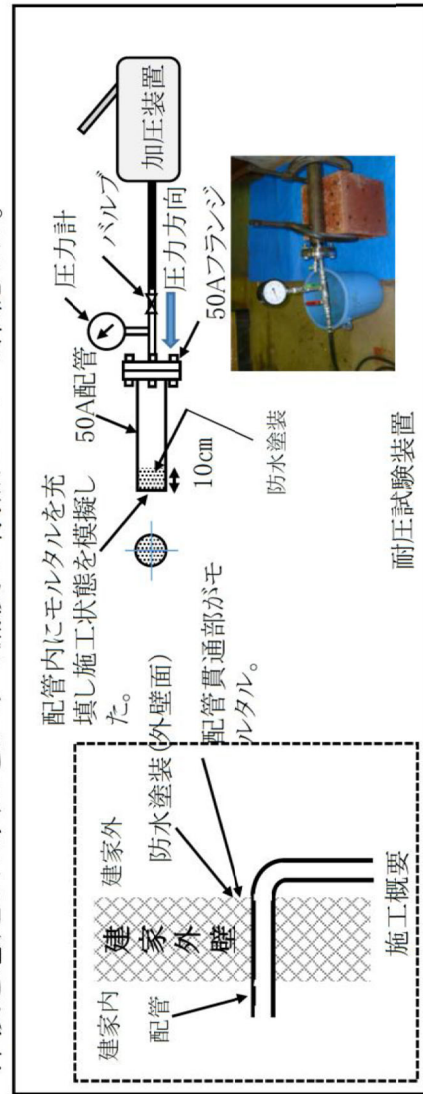
項目	条件	設定理由	備考
試験圧力	0.5MPa	・津波波力を上回る0.5MPaとした。	
保持時間	60分	津波の最大浸水深の時刻歴解析結果を踏まえ、保守的に設定。(図A参照)	
配管径	50A配管(SS材)	貫通配管で一番低層階にある最大の配管を模擬している。	図5 No.2 (非放射性廃液配管)
モルタル充填量	約10cm充填	十分保守的な条件設定で、HAW外壁厚さ約62cmに対して、1/5以下の充填量(厚さ)とした量。	

## 試験結果

試験圧力	判断基準	結果
0.5MPa	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力低下の無いこと</li> <li>・モルタルからの水漏れが無いこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力低下なし</li> <li>・水漏れなし</li> </ul>

### 【試験結果の評価】

津波を想定した水圧をかけて漏洩の有無について確認した。



図A HAW施設における浸水深の時刻歴解析結果



水圧0.5MPa保持



60分保持後、モルタル部からの水漏れ及びびじみなし

図23 モルタル充填の耐圧試験の実施状況 (R2. 5. 8実施)



ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の  
建家内へ浸水した場合の影響について

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟(以下「TVF 開発棟」という。)の壁貫通部の構造上、建家内に浸水することは考えにくいですが、浸水した場合の影響について以下のとおり検討した。

#### (1) T20 トレンチ内の壁貫通部(図 1 参照)

T20 トレンチは定期的な点検・保守作業等のため、作業員が内部に入ることができるようマンホール等の地表開口部を有しており、津波発生時に浸水するおそれがある。このため、T20 トレンチ内に津波が流入した場合を想定し、T20 トレンチと TVF 開発棟の接続部のうち、貫通配管が最も多い接続部①において、貫通配管の周囲のシール材やモルタルが損傷した場合の浸水の影響を評価した。TVF 開発棟の外壁から水が流入した場合、地下 1 階のフロアドレンや階段室を通り地下 2 階へと流れ込む。その後、水は地下 2 階のフロアドレンから廃水貯槽に流入する又は二重スラブ入口から床下の二重スラブへ流入する。流入が継続し廃水貯槽が満水になった場合、地下 2 階のフロアドレンから水があふれ出し、あふれ出した水は地下 2 階の四隅に設置されている二重スラブ入口から、床下の二重スラブに集約される。二重スラブは地下浸透水を貯留することができる空間であり、地下 2 階の床下に設けられている(図 2 参照)。

T20 トレンチと TVF 開発棟の接続部①の貫通配管の周囲に 5 mm の隙間が発生した場合を想定すると、浸水量は約 360 m<sup>3</sup>であり、二重スラブ(約 2500 m<sup>3</sup>)が満水になることはない。

#### (2) その他の壁貫通配管等(図 3 参照)

その他の壁貫通配管等の評価としては、TVF 開発棟建家外壁の貫通部のうち、貫通部に作用する津波荷重が大きくなる建家 1 階に位置し貫通部の面積が大きい箇所として、HAW 信号ケーブル及び航空障害灯ケーブル(電線管外径 80 mm)を対象に選定した。津波により建家外壁に据え付けられたプルボックスが破損し、内部の電線管から建屋内に水が流入した場合を想定し評価した。当該箇所から水が流入した場合、地下 1 階のフロアドレンや階段室を通り地下 2 階へと水が流れ込み、(1)のモデルと同様に最終的に二重スラブに集約される。この場合の浸水量は約 43 m<sup>3</sup>であり、二重スラブ(約 2500 m<sup>3</sup>)が満水になることはない。

また、二重スラブに溜まった水については、二重スラブ内の湧水ピットから既設のポンプ(5 m<sup>3</sup>/h)により移送できることに加え、中型送水ポンプやエンジン付きポンプ等を使用し排水することが可能である(図 4 参照)。浸水した場合の排水方法については、継続的な訓練を実施し、事故対処設備での対応が確実にできることを確認していく。

以上

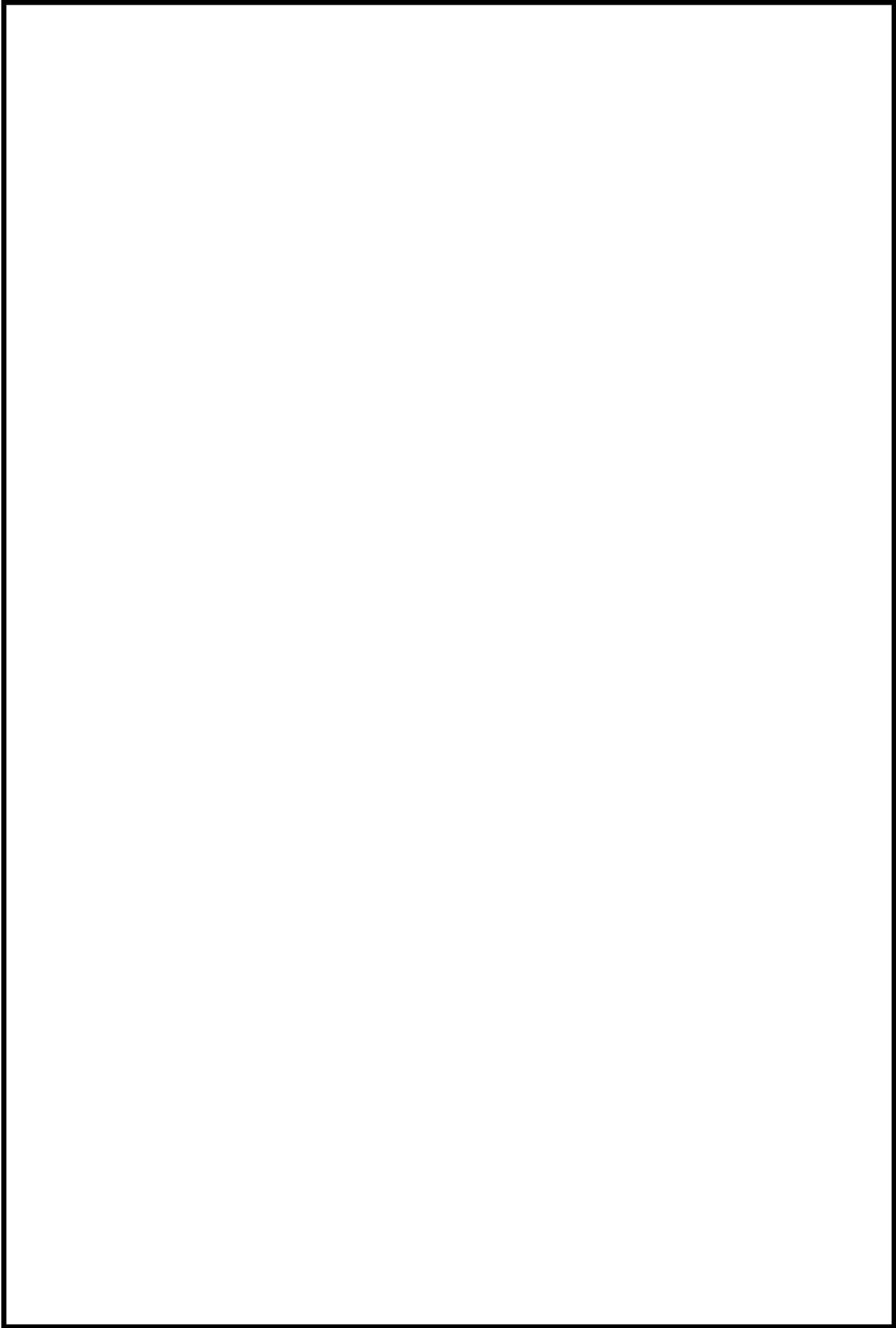


図1 建家内へ浸水した場合の影響 (T20トレンチとの接続部)

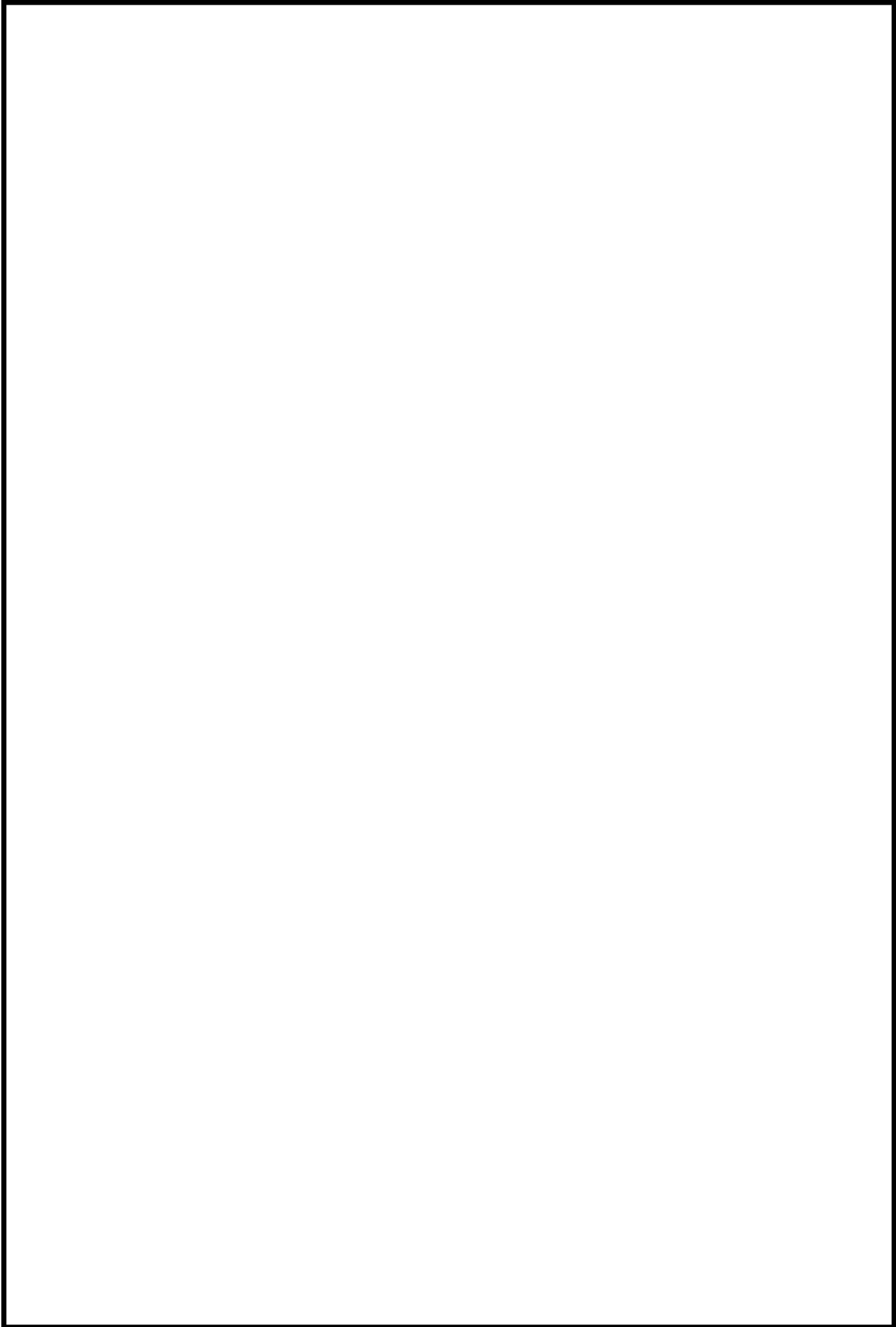


図2 TVF開発棟の二重スラブの構造（概略）

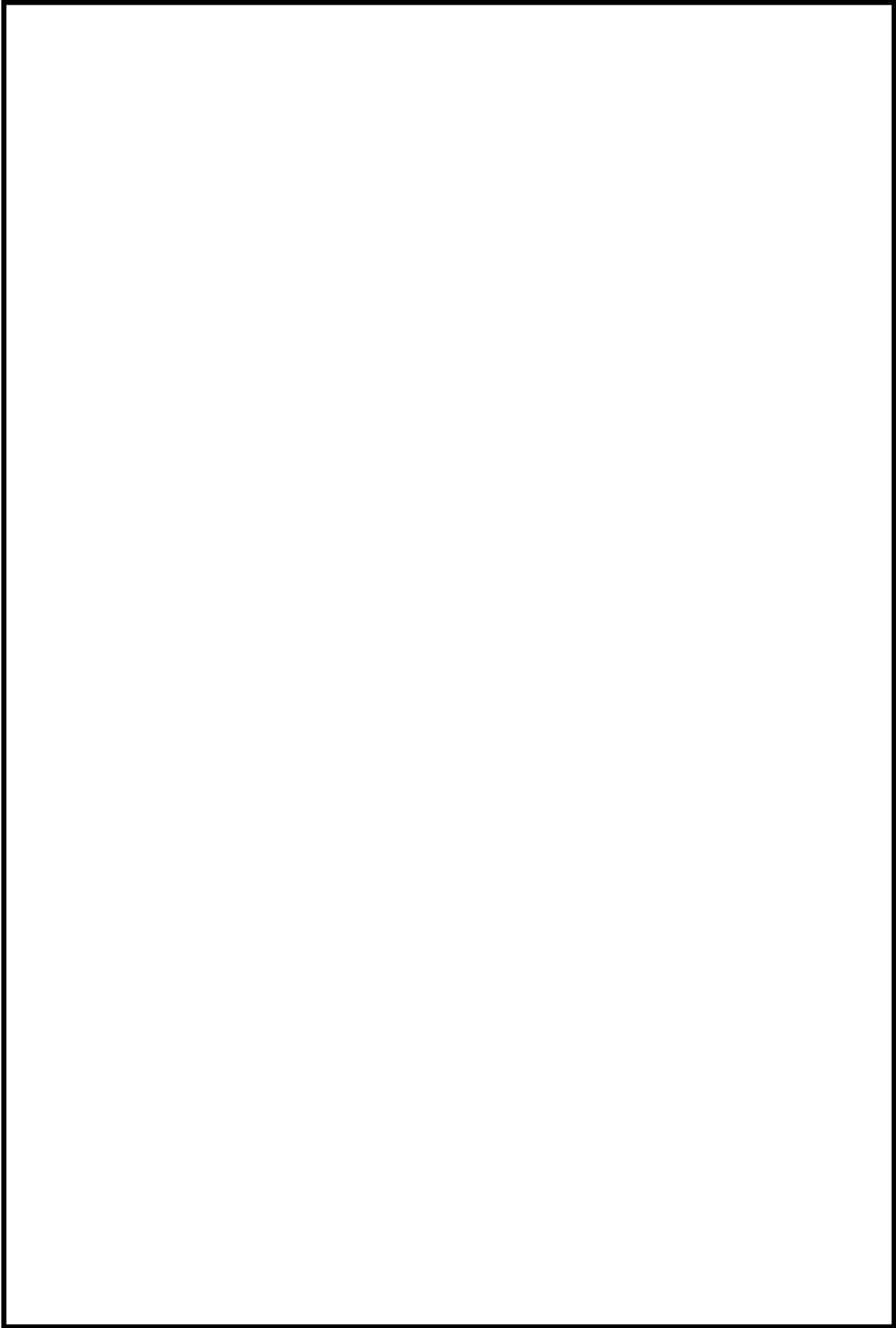


図3 建家内へ浸水した場合の影響（壁貫通部）



図4 建家内からの排水方法（概略）

東海再処理施設の安全対策に係る7月までの面談スケジュール(案)

令和2年6月30日

再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (○7月変更申請)		令和2年									
		6月					7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31	
監視チームコメント 対応	・TVF 機器系統図等用いた耐震計算説明		▼11			◆29					
	・廃液貯槽許容応力評価(貯液量制限等)			▼18		◆29					
	・津波警報時、T20バルブ閉対応の有効性						▽9				
	・TVF 受入槽等の液量管理について						▽9	◇16			
	・耐震計算書の根拠(肉厚等)について						▽9				
	・外部事象の事故対処設備防護の考え方						▽9	◇16			
	・外部事象のガイドとの適合性						▽9	◇16			
	・外部火災の自衛消防隊の役割等						▽9			▽28	
	・燃料輸送車両、船舶の火災源としての評価						▽9	◇16			
全体概要		▼2 ▼4	◆8▼9								
安全対策											
地震による 損傷の防止	○TVF の耐震性を確保すべき設備の整理	▼2 ▼4	◆8								
	○TVF 建家耐震評価		▼11			◆29					
	○TVF 設備耐震評価										
	-設備の耐震計算書			▼18		◆29					
	-受入槽の据付ボルトのせん断強度と安全裕度の向上に関する検討			▼18 ▼23		◆29					
津波による 損傷の防止	○第2 付属排気筒耐震工事										
	-耐震計算書					▽30		◇16			
	-設計及び工事の計画					▽30		◇16			
	○TVF 建家健全性評価(波力、余震重畳)					▽30		◇16			
	○HAW 一部外壁補強					▽30		◇16			
津波による 損傷の防止	-開口部浸水防止扉の健全性評価					▽30		◇16			
	○HAW・TVF 建家貫通部浸水可能性評価										
	-TVF の建家貫通部からの浸水の可能性確認	▼2 ▼4	◆8								
	-トレンチと接する建家内壁等の健全性評価結果					▼25 ▼30	▽7	◇16			
	-浸水防止扉止水処理の耐圧試験結果					▼25 ▼30		◇16			
・引き波の影響評価			12▼▼15		◆29						

▽面談、◇監視チーム会合

面談項目 (○7月変更申請)		令和2年								
		6月				7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31
事故対処	○HAW・TVF 事故対処の方法、設備及びその有効性評価(緊急安全対策を含む) -基本的考え方 -有効性評価(代表例)の提示 -事象進展及び対策手順(HAW) <冷却、閉じ込め機能維持> 系統設備構成、機能喪失の範囲 対策手順及び実施の判断 -対策の有効性評価(HAW) <冷却、閉じ込め機能維持> 対策時間、事故対処設備能力、必要な資源、要員、アクセスルート、保守性の考え方 -事象進展及び対策手順(TVF) 同上 -対策の有効性評価(TVF)				▼23	◆29				
					▼18		▽9	◇16		
					▼18					
外部からの衝撃による損傷の防止	竜巻 ○竜巻対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -代表飛来物調査・選定 -飛来物に対する防護の評価 -新たな飛来物防護対策		▼11			◆29				
				▼18		◆29			◇16	
	火山 ○火山対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -降下火砕物の評価		▼11		▼18	◆29				
外部火災	○外部火災対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -森林火災に対する防護の評価 -近隣工場の火災爆発に対する防護の評価 -航空機墜落に対する防護の評価		▼11			◆29				
				▼18	▼23	◆29	◆29			
内部火災	○内部火災対策の基本的考え方 ○HAW・TVF の防護対象設備の整理と重要な安全機能への影響評価・対策					▽2		◇16		
溢水	○溢水対策の基本的考え方 ○HAW・TVF の防護対象設備の整理と重要な安全機能への影響評価・対策					▽2		◇16		
制御室	○制御室の安全対策の基本的考え方 ○重大事故等発生した場合でも対応可能な対策					▽2		◇16		
その他施設の安全対策	・設計津波に対して発生する可能性のある事象検討 ・想定される事象発生時の環境影響評価・対策								▽21	
										▽28

▽面談、◇監視チーム会合



面談項目 (〇7月変更申請)		令和2年								
		6月				7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31
その他										
TVF 保管能力 増強	〇平成30年11月変更申請の補正				▼23		▽7	◇16		
TVF 溶融炉の 結合装置	〇結合装置の製作及び交換に係る工事 (設計及び工事の計画)				▼23		▽7	◇16		
TVF 浄水配管	〇浄水配管等の一部更新に係る工事 (設計及び工事の計画)						▽7	◇16		