

スクリーニングの判定結果(常陸那珂火力発電所)(1/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥	

※:表中の①~⑥は図2、表1のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない

スクリーニングの判定結果(常陸那珂火力発電所)(2/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※:表中の①~⑥は図2.表1のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない

スクリーニングの判定結果(常陸那珂火力発電所)(3/4)

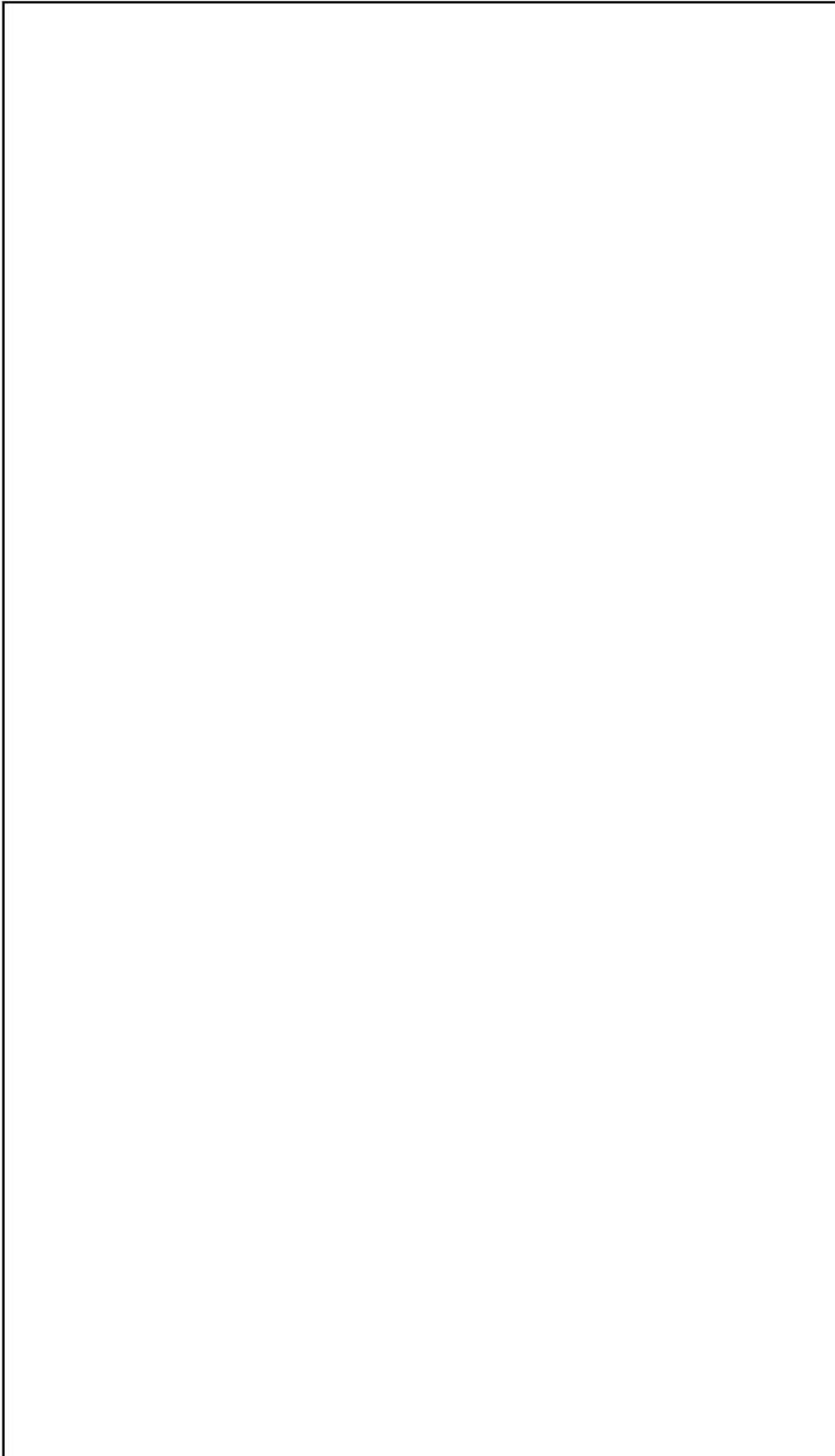
名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果※						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※:表中の①～⑥は図2、表1のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない

スクリーニングの判定結果(常陸那珂火力発電所)(4/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※:表中の①～⑥は図2、表1のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない



図中の番号は表3の代表例の番号と対応

スクリーニングの判定結果(常陸那珂港及びその南側)(1/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果※						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※: 表中の①～⑥は図2、表1のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない

スクリーニングの判定結果(常陸那珂港及びその南側)(2/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果※						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※: 表中の①~⑥は図2、表1のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない

スクリーニングの判定結果(常陸那珂港及びその南側)(3/4)

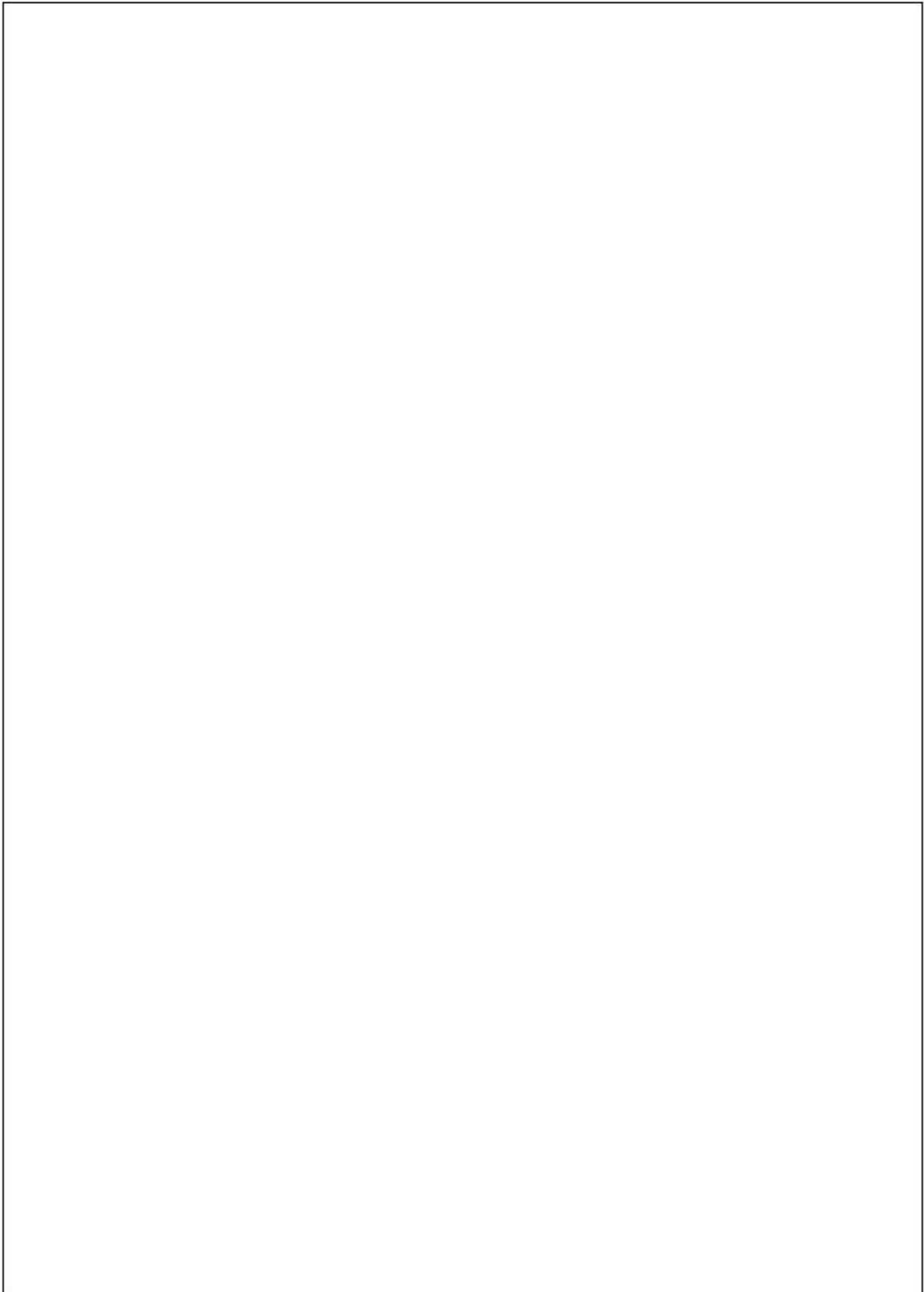
名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果※						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※:表中の①～⑥は図2、表1のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない

スクリーニングの判定結果(常陸那珂港及びその南側)(4/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果※						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※:表中の①～⑥は図2、表1のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない



図中の番号は表4の代表例の番号と対応

スクリーニング②の固定ボルト等の損傷の判定に係る評価結果について

1. 概要

核燃料サイクル工学研究所内のボルトで固定されたテントハウス、タンク・槽、電気盤、冷却塔、煙突等の簡易建物・設備の一部(以下、「評価対象物」という。)について、津波に対する固定ボルトの損傷の有無を評価した。

また、津波による浮標係留チェーンの破損の有無を評価した。

核燃料サイクル工学研究所外については、固定状況の詳細が不明のためボルト等が損傷すると想定した。

2. 評価方法

2.1. 固定ボルトに生じる津波波力

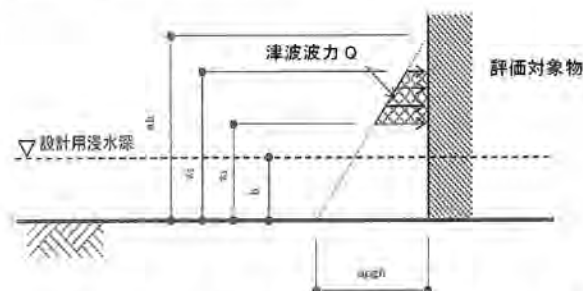
添付図 7-1 に示す評価対象物に生じる津波波力は、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」(平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定)で引用されている「東日本大震災における津波による建築被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」(平成 23 年 11 月 17 日付国住指第 2570 号)(以下、「国交省の暫定指針」という。)に基づき¹⁾²⁾、式(1)より算出した。

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot B \cdot \{(2ahZ_2 - Z_2^2) - (2ahZ_1 - Z_1^2)\} \quad (1)$$

- Q 津波波力(N)
- ρ 海水密度(1030 kg/m³)
- g 重力加速度(9.80665 m/s²)
- B 津波を受ける評価対象物の幅(m)^{※1}
- a 水深係数(a=3)
- h 浸水深さ(m)^{※2}
- Z₂ 津波を受ける評価対象物の最高高さ(m)
- Z₁ 津波を受ける評価対象物の最低高さ(m)

※1 評価対象物の形状を問わず、直径、長さ、奥行きのうち最も大きい値とした。

※2 高放射性廃液貯蔵場における遡上津波高さ(T.P.12.1 m)から、地盤面高さ(T.P.6 m)を引いた値(6.1 m)とした。



添付図 7-1 津波波力算定式の計算モデル¹⁾

2.2. 固定ボルトに生じるせん断応力

評価対象物の固定ボルトに生じるせん断応力は、原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-1991)に基づき²⁾、式(2)より評価対象物の水平方向に生じる津波波

力をボルトの本数及びボルトの有効断面積で除して算出した。

$$\tau = \frac{Q}{NA} \quad (2)$$

- τ ボルトのせん断応力(N/mm²)
- Q 津波波力(N)
- N 評価対象物の固定ボルトの本数(本)
- A 固定ボルトの有効断面積(mm²)

2.3. ボルトの許容せん断応力

ボルトの許容せん断応力は、原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-1991)により算出される³⁾。本評価では、津波波力が固定ボルトに瞬間的にせん断応力として加わることから、短期許容せん断応力(f_s)を式(3)から算出した(添付表 7-1 参照)。

なお、設計図書等で確認した評価対象物の固定ボルトの材質は SS400 及び SUS304L であった。

$$f_s = \left(\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \right) \times 1.5 \quad (3)$$

添付表 7-1 固定ボルトの短期許容せん断応力

	SS400	SUS304L
材料強度 ⁴⁾ F(N/mm ²)	235	175
短期許容せん断 応力 f_s (N/mm ²)	135	101

2.4. 固定ボルトの評価

2.2 で求めた津波波力により固定ボルトに生じるせん断応力(τ)と、2.3 で求めた固定ボルトの許容せん断応力(f_s)を比較し、 $\tau > f_s$ ならばボルトは損傷する、 $\tau < f_s$ ならばボルトは損傷しないものと評価した。

3. 評価結果

全ての評価対象物の固定ボルトは、津波波力により損傷するとの結果が得られた。詳細な評価結果は添付表 7-2 に示す。

また、津波による浮標係留チェーンに係る評価結果は添付表 7-3 に示す。

4. 参考文献

- 1)「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」(平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会決定)
- 2)「東日本大震災における津波による建築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」(平成 23 年 11 月 17 日付国住指第 2570 号)
- 3)「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1991)
- 4)「JIS B8265:2017. 圧力容器の構造—一般事項」

以上

添付表 7-2 津波波力による評価対象物の固定ボルトの評価結果

代表例※1	津波を受ける評価対象物の幅 B(m)	浸水深さ h(m)	津波を受ける評価対象物の最高高さ Z ₂ (m)	津波を受ける評価対象物の最低高さ Z ₁ (m)	津波波力 Q(N)	評価対象物の固定ボルトの本数 N(本)	固定ボルトの径	固定ボルトの有効断面積 A(mm ²)	固定ボルトの材質	評価		備考
										せん断応力 (N/mm ²)	許容せん断応力 (N/mm ²)	
5.アトントハウス	22	6.1	5	0	1.8E+07	120	M16	157	SS400	932	135	損傷する
7.水素タンク	3.6	6.1	16.6	0	6.0E+06	20	M30	561	SS400	538	135	損傷する
8.窒素タンク	8.9	6.1	3.8	1	4.0E+06	16	M30	561	SS400	446	135	損傷する
9.硝酸タンク	3.6	6.1	5.3	0	3.0E+06	8	M20	245	SUS304L	1539	101	損傷する
10.温水タンク	4.5	6.1	2.204	0.204	1.6E+06	4	M24	353	SS400	1101	135	損傷する
11.キュービクル	2.7	6.1	2.4	0	1.1E+06	12	M12	84.3	SS400	1106	135	損傷する
12.受電盤	3.5	6.1	2.7	0	1.6E+06	16	M12	84.3	SS400	1200	135	損傷する
13.信号中継盤	1	6.1	2	0	3.5E+05	4	M12	84.3	SS400	1036	135	損傷する
19.チャユニット	3	6.1	2.2	0	1.1E+06	6	M16	157	SS400	1217	135	損傷する
20.冷却塔	4	6.1	7.98	0	4.6E+06	18	M24	353	SS400	726	135	損傷する
6.タンク	2.3	6.1	3.5	0.5	1.1E+06	16	M24	353	SS400	201	135	損傷する
7.発電設備(工学試験棟キュービクル)	10	6.1	2.5	0	4.3E+06	34	M16	157	SS400	807	135	損傷する
11.車両重量測定装置(表2)	11	6.1	0.5	0	1.0E+06	16	M16	157	SS400	399	135	損傷する
15.煙突	0.6	6.1	15	0	9.8E+05	16	M24	353	SS400	174	135	損傷する

※1 表中の代表例の番号は本文中の表 2 対象物(代表例)の調査結果(核燃料サイクル工学研究所(再処理施設内))(1/3,2/3)、表 2 対象物(代表例)の調査結果(核燃料サイクル工学研究所(再処理施設外))(3/3)と対応

添付表 7-3 津波による浮標係留チェーンの評価結果

代表例※2	係留水深 (m)	浮標の重量 (kg)	浮標の直径 (m)	浮標の実浮力 (kN)	チェーンの長さ (m)	シンカーの重量 (t)	浮標付近における津波襲来時の海面上昇高さ (m)		理由
							チェーンの余長 (m)	損傷の有無	
22.浮標(海域)(沖合 3.7 km)	約 27	約 4,000	約 2.5	57.82	36 mm チェーン: 20 m (シャックル直径: 36mm) 42 mm チェーン: 35 m (シャックル直径: 42mm) 合計 55m	約 45	約 28	約 10	津波襲来により浮標付近の海面は約 10 m 上昇する評価になっているものの、チェーンの余長が約 28 m であることからチェーンに掛かる応力は変わらない。
13.浮標(海域)(沖合 0.5 km)	約 3~6	約 500	約 1.3	11.8	34 mm チェーン: 12 m (コンクリート製)	約 8	約 6~9	約 12	津波襲来により浮標付近の海面は約 12 m 上昇する評価になっており、チェーンの余長は約 6~9 m であることから、チェーンの余長がなくなり浮標は漂流する。

※2 表中の 22.浮標は表 2 対象物(代表例)の調査結果(核燃料サイクル工学研究所(再処理施設内))(2/3)、13.浮標は表 2 対象物(代表例)の調査結果(核燃料サイクル工学研究所(再処理施設外))(3/3)と対応

スクリーニング⑤の気密性を有する設備等の浮遊の判定に係る評価結果について

1. 概要

核燃料サイクル工学研究所、常陸那珂火力発電所及び常陸那珂港周辺の簡易建物・設備等のうち、気密性を有するもの(以下、「評価対象物」という。)について、浮力及び重量から浮遊性を評価した。

2. 評価

評価対象物の浮力(Q_z)と重量(W)を比較し、 $Q_z > W$ ならば評価対象物は浮遊する、 $Q_z < W$ ならば評価対象物は沈降するため、浮遊しないと評価する。

2.1 浮力

津波による浸水に伴い、評価対象物には鉛直上向きに浮力が生じる。浮力は、評価対象物の体積分の海水の重量に等しいことから、評価対象物の体積と海水密度から以下の式(1)で表される¹⁾²⁾。

$$Q_z = \rho \cdot g \cdot V \quad (1)$$

Q_z	浮力 (kN = t・m/s ²)
ρ	海水の密度 (1.03 t/m ³)
g	重力加速度 (9.80665 m/s ²)
V	評価対象物の体積 (m ³)※

※評価対象物の体積 V は、簡易建物・設備(倉庫、タンク・ボンベ類、自動販売機等)については寸法から求め、車両については運転席等の空間の寸法から求めた。また、浮標の浮力は当該浮標の仕様に明記されている実浮力値を用いた。

2.2 重量

評価対象物の重量(kN)は、質量と重力加速度から以下の式(2)で表される。

$$W = g \cdot m \quad (2)$$

W	評価対象物の重量 (kN)
g	重力加速度 (9.80665 m/s ²)
m	評価対象物の質量 (t)

3. 結果

気密性を有する評価対象物のうち、消火器、ウランポット、クレーン車、トラック、消防自動車、タンクローリ、重機、トラクタは沈降するため浮遊せず、それ以外の評価対象物は浮遊するとの結果が得られた。詳細な評価結果は添付表 8-1 に示す。

4. 参考文献

- 国土交通省 国土技術政策総合研究所：“津波避難ビル等の構造上の要件の解説”，pp I-19 (2012)。
- 福山洋，奥田泰雄，加藤博人，石原直，田尻清太郎，壁谷澤寿一，中埜良昭：“津波避難ビルの構造設計法”，BRI-H23 講演会テキスト，pp.39-55 (2011)。

添付表 8-1 評価対象物の浮遊性の評価結果

代表例 ※1	材質	形状	寸法				質量(t) ※2	評価		備考	
			直径(m)	幅(m)	奥行(m)	高さ(m)		浮力(kN)	重量(kN)		浮遊性
6.倉庫	鋼製	直方体	---	4.5	2.3	2.4	0.53	251	5	浮遊する	
7.水素タンク	鋼製	円筒	3.6	---	---	16.6	30	1706	294	浮遊する	
8.蒸気タンク	鋼製	円筒	2.8	---	---	8.9	28	553	275	浮遊する	
9.硝酸タンク	鋼製	円筒	3.6	---	---	5.3	22	545	216	浮遊する	
10.還水タンク	鋼製	円筒	2	---	---	4.5	14	143	137	浮遊する	
17.消火器	鋼製	円筒	0.4	---	---	1.1	0.25	1	2	浮遊しない	
22.浮標(海域)	鋼製	円筒	2.5	---	---	9	4	58	39	浮遊する	
23.自動販売機(表2)	鋼製	直方体	---	1	1	2	0.5	20	5	浮遊する	
24.ウランポット	鋼製	円筒	0.4	---	---	0.8	0.3	1	3	浮遊しない	
25.ドラム缶	鋼製	円筒	0.6	---	---	0.9	0.15	3	1	浮遊する	
26.コンテナ	鋼製	直方体	---	6.4	1.8	1.9	10	221	98	浮遊する	
27.クレーン車	鋼製	直方体	---	1	2.5	3	24	76	235	浮遊しない	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2.5m×1.2m×3.3m)
28.トラック	鋼製	直方体	---	1.5	1.6	1.5	4.1	36	40	浮遊しない	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は1.7m×4.7m×2m)
29.乗用車	鋼製	直方体	---	1.3	3.2	1.8	1	76	10	浮遊する	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は1.5m×3.4m×2m)
5.倉庫	鋼製	直方体	---	3	2	2	1	121	10	浮遊する	
6.タンク	鋼製	円筒	2.3	---	---	3.5	7	147	69	浮遊する	
10.プロパンガスボンベ	鋼製	円筒	0.4	---	---	1.3	0.09	2	1	浮遊する	
12.浮標(陸域)	鋼製	円筒	2.5	---	---	9	4	58	39	浮遊する	
13.浮標(海域)	鋼製	円筒	1.3	---	---	4.4	0.5	12	5	浮遊する	
16.自動販売機	鋼製	直方体	---	1	0.5	2	0.5	10	5	浮遊する	
18.消防自動車	鋼製	直方体	---	2.3	2.5	1.5	13	87	127	浮遊しない	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2.5m×8m×3m)
19.タンクローリー(タンク部)	鋼製	直方体	---	2.3	1.9	1.5	12.9	121	127	浮遊しない	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2.5m×7.8m×3m)
20.中型バス	鋼製	直方体	---	2.1	8.8	2.8	9.7	523	95	浮遊する	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2.3m×9m×3m)
21.乗用車	鋼製	直方体	---	2.8	4.8	1.8	3	244	29	浮遊する	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は3m×5m×2m)

※1 代表例の番号は本文中の表2~4の代表例の番号と対応
 ※2 質量には本文中の表2~4の代表例の重量を記載

〈3/11 監視チームにおける議論のまとめ〉
 2. 安全対策(津波)に係る個別の検討事項について
 ⑤ 影響評価などを踏まえた津波防護対策の有効性について
 ○ハード対策 a) HAW 建家地下貫通部からの浸水の可能性について

HAW 施設建家貫通部からの浸水の可能性について

令和2年4月16日

再処理廃止措置技術開発センター

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)を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。」とあり、高放射性廃液貯蔵場(HAW施設)に対して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 トレンチ及び連絡管路



これらのトレンチや連絡管路(以下、トレンチ等)の配置を図1に示す。

2.2 壁貫通部



2.3 扉及びシャッター部



これらの浸水防止扉の設置状態について図7に示す。

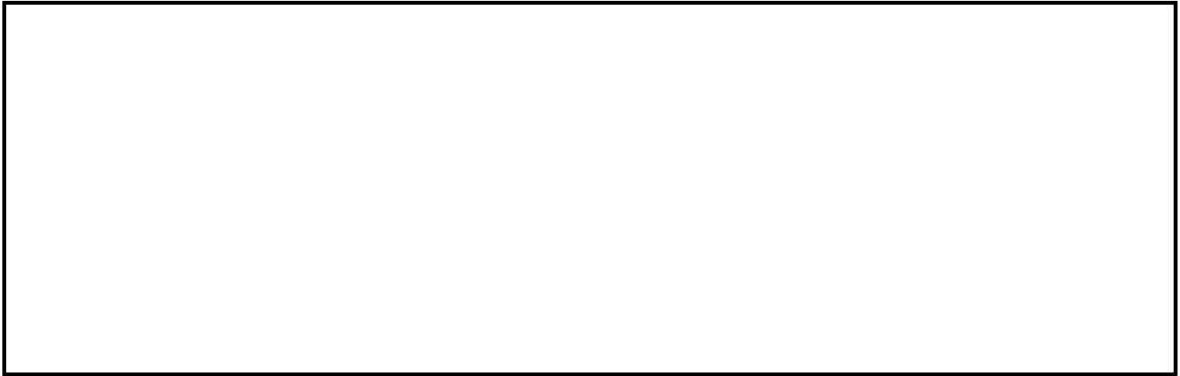
3. 浸水の可能性のある経路の構造

3.1 トレンチ及び連絡管路

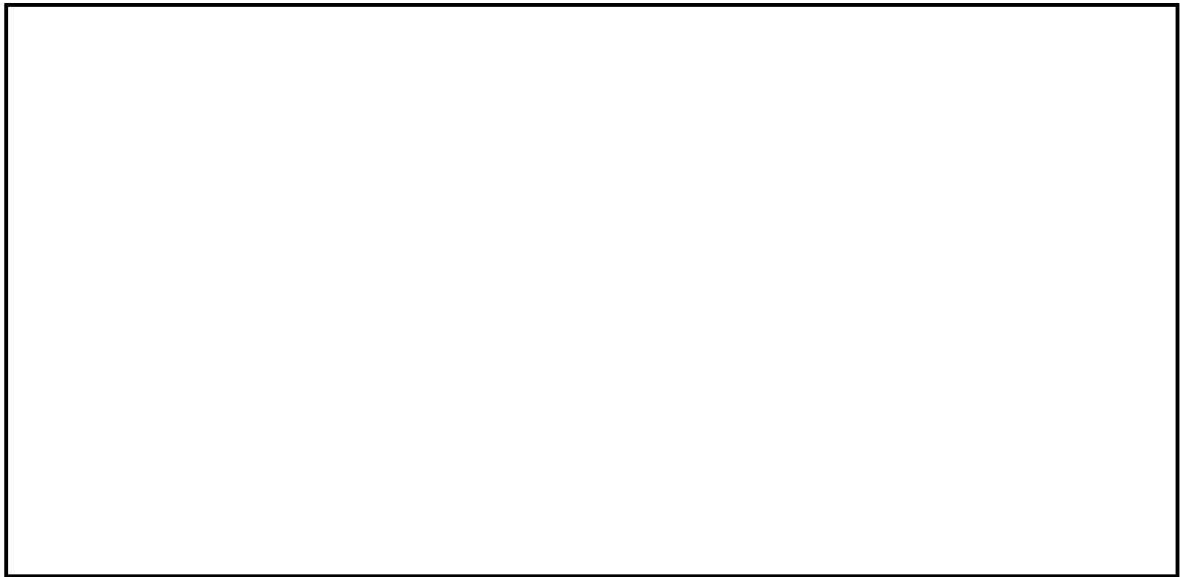
HAW施設と接続するトレンチ及び連絡管路の構造を以下に示す。

(1) T21 トレンチ(図8 参照)

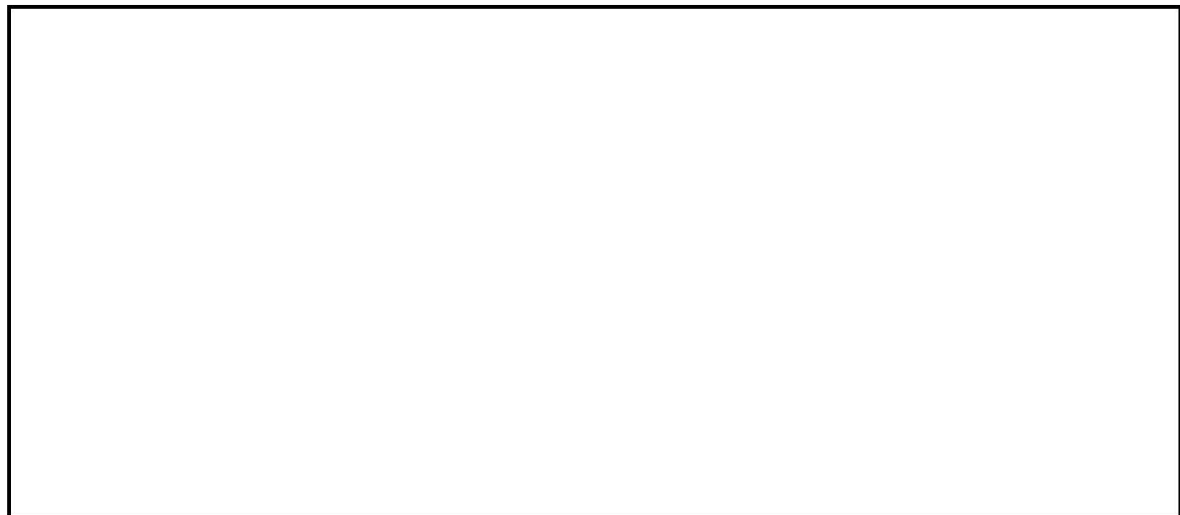




(2)連絡管路(図 9 参照)



(3)T15トレンチ(図 10 参照)



3.2 壁貫通部

HAW施設建家外壁を貫通する配管等の施工状態について、現場調査及び図書による確認結果を図2～図6に示す。

すべての壁貫通配管等において、モルタル及びシーリング材による止水措置が施され

ていることを確認した。

3.3 扉及びシャッター一部

HAW施設に設置している浸水防止扉はT.P.+14.4m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. 貫通部等の点検

4.1 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屋内壁等の健全性を R2 年 5 月末までに確認する。

評価として

- ①トレンチ等と接する HAW 施設セル壁の健全性評価(最大浸水深においてセル壁が水圧に耐えることの確認)
- ②トレンチ等と接する HAW 施設建家内壁の健全性評価(最大浸水深においてトレンチ等の内壁が水圧に耐えることの確認)
- ③トレンチ等の内部の 2 重管(T15、連絡管路)の健全性評価(最大浸水深において 2 重管が水圧に耐えることの確認)

4.2 トレンチ等を除く壁貫通配管等の点検

トレンチ等を除く壁貫通配管等に対してR2年5月末までに以下の点検・評価を実施する。

- ①HAW 施設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等が波力に耐えることを確認)
 - ・シール材の水圧試験(R2.4 実施)の実施状況を図 14 に示す。
津波波力を上回る 0.5MPa の水圧をかけても、シール材からの漏れのないことを確認した。
 - ・モルタルの水圧試験:R2.4 月中に実施予定。

以 上

図1 HAW施設と接続しているトレンチ等

図2 HAW施設のトレンチ以外の壁貫通部調査（東側）

図3 HAW施設のトレンチ以外の壁貫通部調査（北側） 1/2

図3 HAW施設のトイレ以外の壁貫通部調査（北側） 2/2

図4 HAW施設のトレンチ以外の壁貫通部調査（西側）



図5 HAW施設のトレンチ以外の壁貫通部調査（南側） 1/3

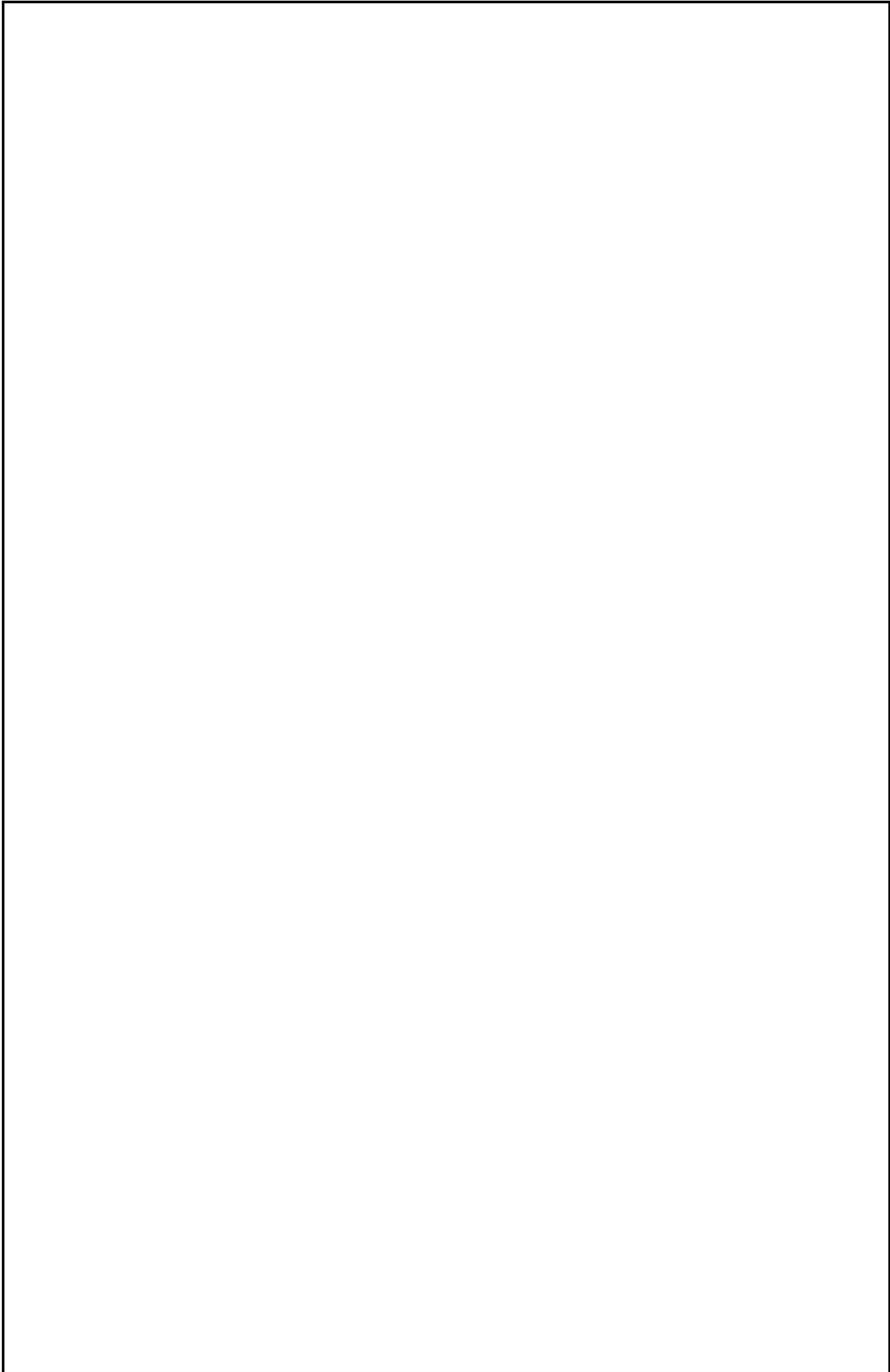


図6 TP14. 2m以下の建家外壁開口部の施工概要

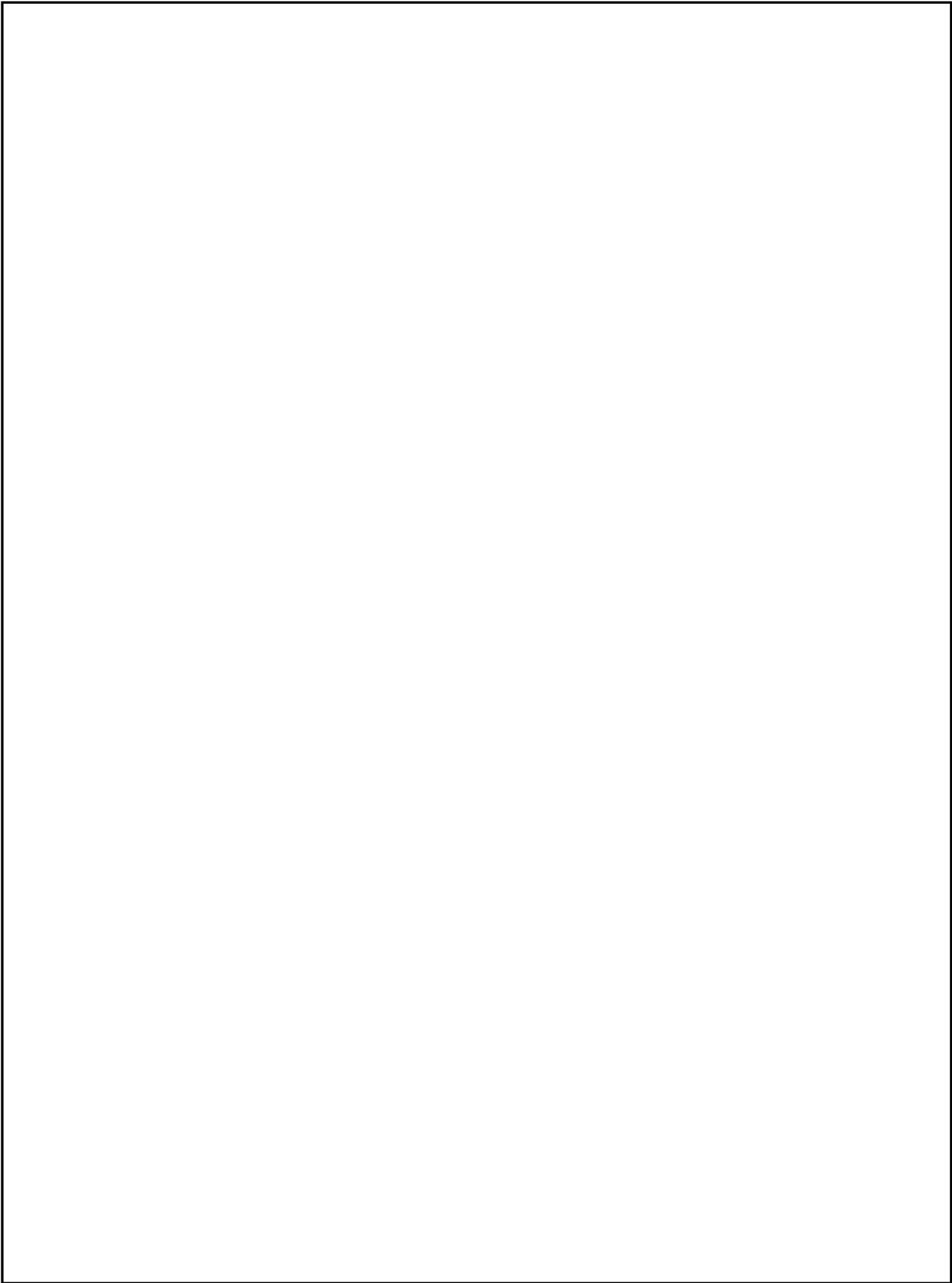


図7 浸水防止扉等の設置状態

図11 T21トレンチの構造（浸水想定）

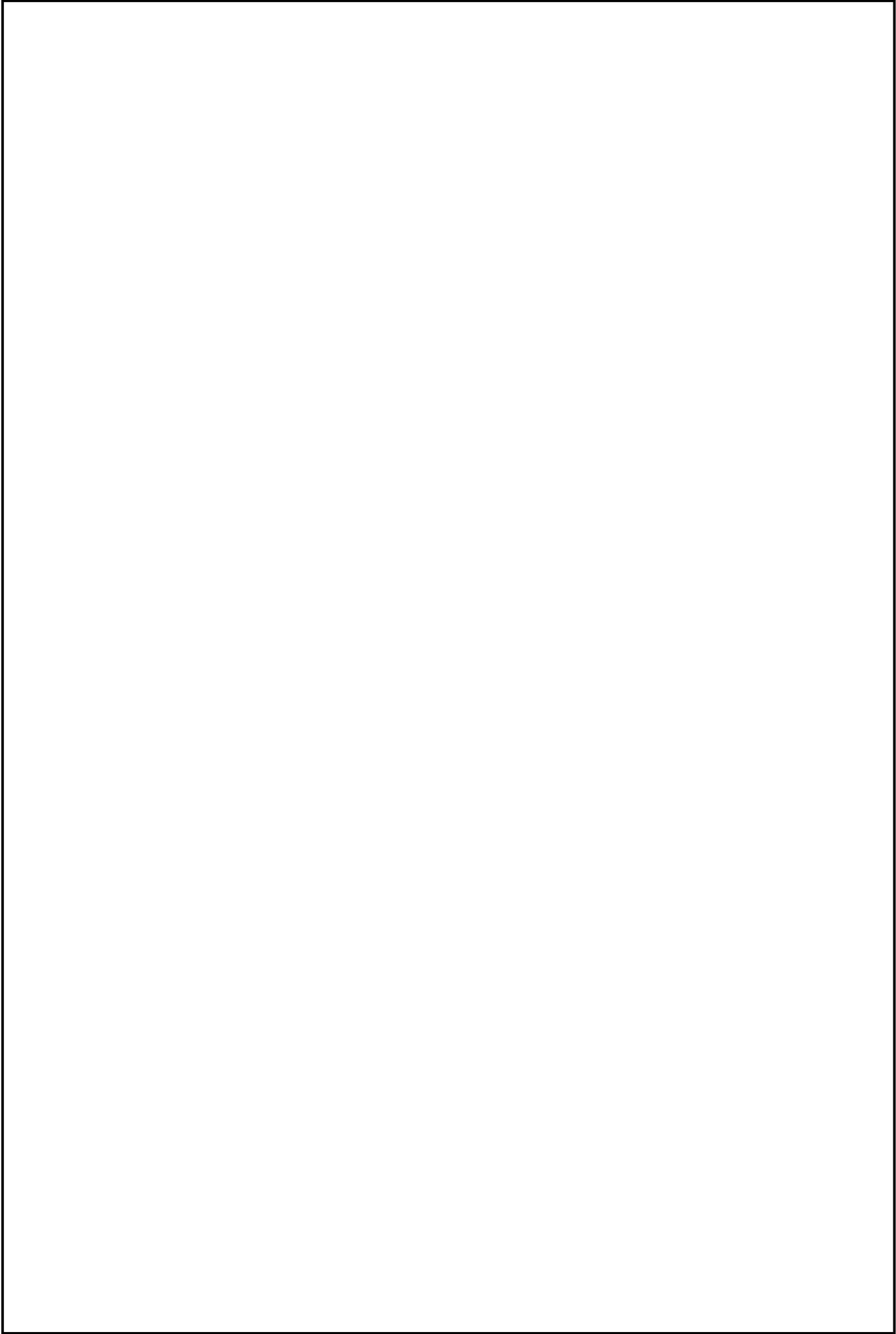


図12 連絡管路の構造（浸水想定）

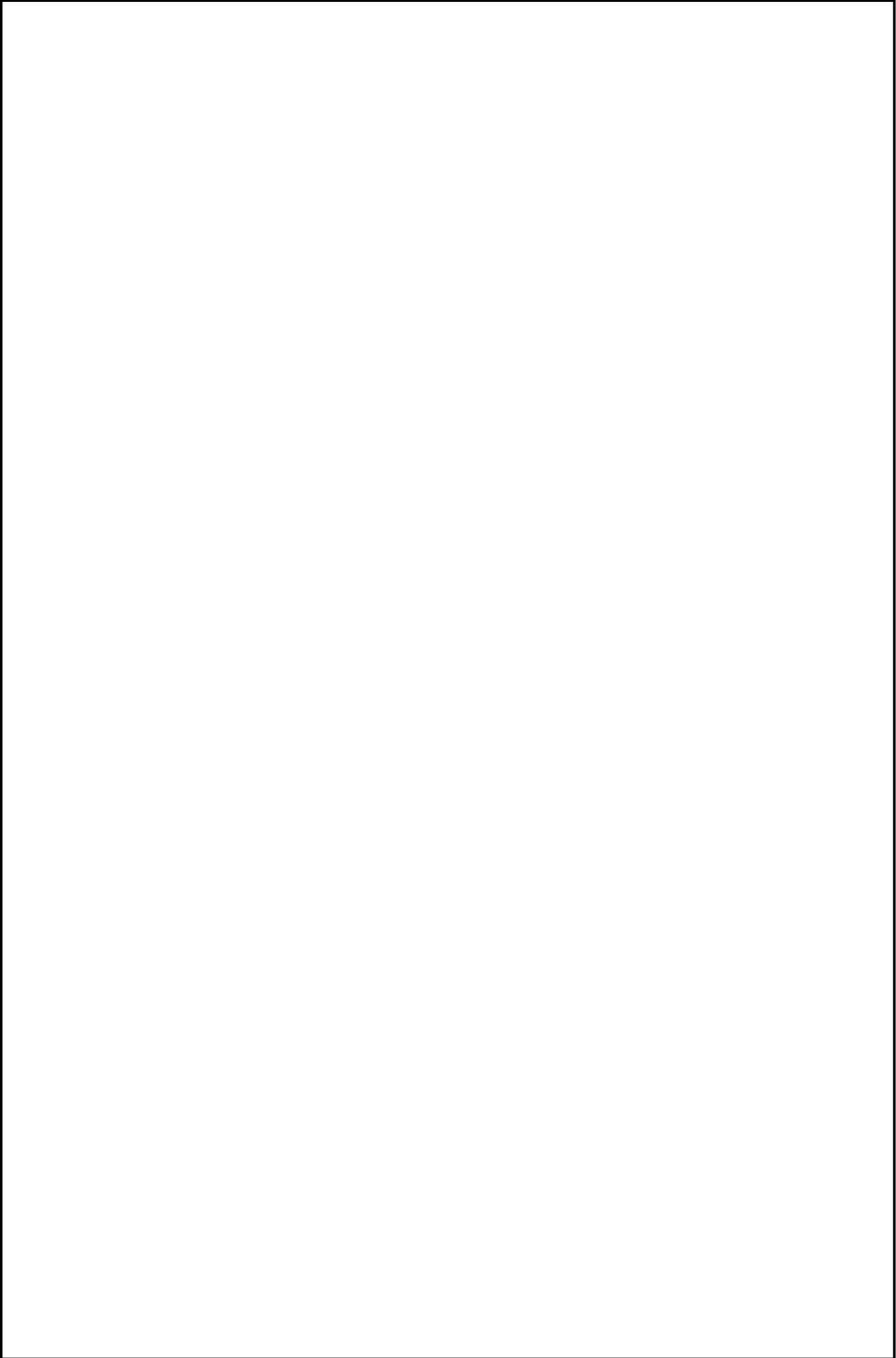


図13 T15トレンチの構造（浸水想定）

図14 シール材（難燃性気密防水材）の耐圧試験の実施状況

