

〈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14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。

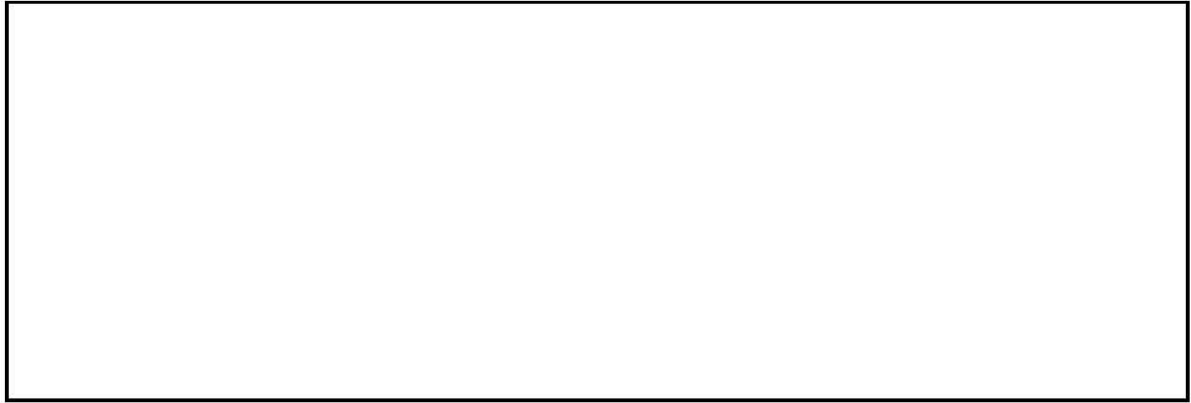
3. 浸水の可能性のある経路の構造

3.1 トレンチ及び連絡管路

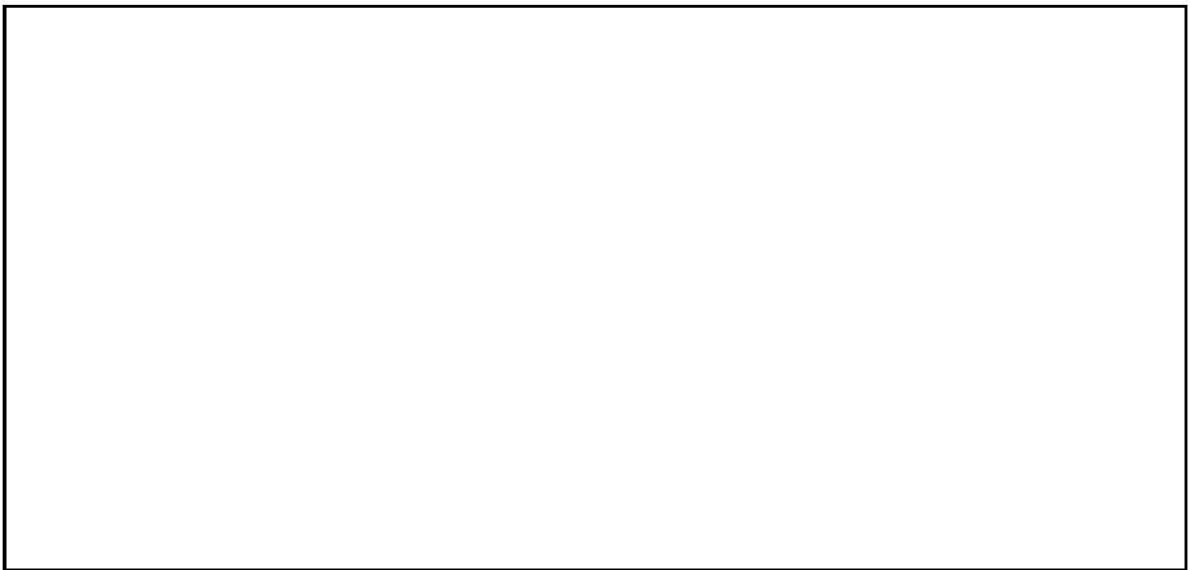
HAW施設と接続するトレンチ及び連絡管路の構造を以下に示す。

(1) T21 トレンチ(図8 参照)

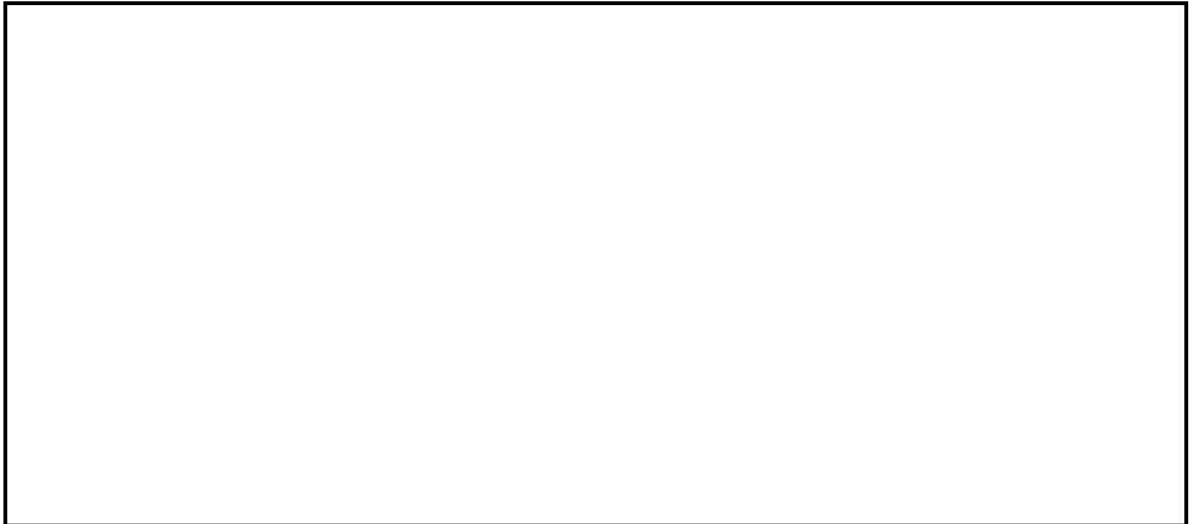




(2)連絡管路(図 9 参照)



(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. トレンチ等を介して建家内へ浸水した場合の影響

トレンチ等の構造上、建家内に浸水することは考えにくいですが、T21 トレンチについてはHAW 施設外壁との接合部があることから、仮に当該部が損傷し隙間が生じた際の浸水経路及び浸水量を図 11(1/3)に示す。また、連絡管路と T15 トレンチは HAW 施設外壁と一体構造であり接合部がないが、仮に HAW 施設外壁との境界部が損傷し隙間が生じた際の浸水の影響について図 11(2/3、3/3)に示す。

(1) T21 トレンチ

仮に当該部が損傷しひび割れが発生した際は、1 階の廊下から最終的に地下ピット(2 重スラブ含む)に流入する。流入が継続し地下ピット(2 重スラブ含む)が満水になれば、地下 1 階の廊下に溢れ、セル入気口の高さまで水位が上昇した場合は、セル内に流入する。境界部に5mmのひび割れが発生した場合を想定すると、浸水量は約 300m³でありセル内に流入することはない。

建家内に浸水した水については、中型送水ポンプまたはエンジン付きポンプを使用し回収することができる。また、セル内に流入した場合でもエンジン付きポンプを使用し回収できる。詳細な排水方法については図 13 に示す。

(2) 連絡管路

仮に連絡管路と HAW 施設外壁にひび割れが発生した際は、2 階の廊下及び 1 階の廊下から最終的に地下ピット(2 重スラブ含む)に流入する。流入が継続し地下ピット(2 重スラブ含む)が満水になれば、地下 1 階の廊下に溢れ、セル入気口の高さまで水位が上昇した場合セル内に流入する。浸水量については周方向に T21 トレンチと同等のひび割れが発生した場合を想定すると、約 140m³でありセル内に流入することはない。また、仮に 2 重管に浸水した際は、ドレン配管を通過してセル内に設置している水封槽に入り、中間貯槽へ流入する。

建家内に浸水した水については、中型送水ポンプまたはエンジン付きポンプを使用し回収することができる。また、セル内に流入した場合でもエンジン付きポンプを使用し回収できる。詳細な排水方法については図 13 に示す。

(3) T15 トレンチ

仮にトレンチと HAW 施設外壁の境界部にひび割れが発生した際は、地下 1 階の廊下から最終的に地下ピット(2 重スラブ含む)に流入する。流入が継続し地下ピット(2 重スラブ含む)が満水になれば、地下 1 階の廊下に溢れ、セル入気口の高さまで水位が上昇した場合セル内に流入する。浸水量については T21 トレンチと同等のひ

び割れが発生した場合を想定すると、約 220m³でありセル内に流入することはない。

また、仮に 2 重管に浸水した際は、MP 側のセル内のドリフトレイに流入することから、HAW 施設への影響はない。

建家内に浸水した水については、中型送水ポンプまたはエンジン付きポンプを使用し回収することができる。また、セル内に流入した場合でもエンジン付きポンプを使用し回収できる。詳細な排水方法については図 13 に示す。

(4) トレンチ等を除く壁貫通配管等(図 12、13 参照)

1 階から 2 階までの壁貫通部にひび割れが発生した際は、1 階の廊下及び 2 階の廊下から最終的に地下ピット(2 重スラブ含む)に集約され、セル内に流入することはない。

なお、セル内及び建家内へ浸水した際の詳細な排水方法については図 13 に示す。

5. 貫通部等の点検

5.1 トレンチ等の点検(図 14、図 15、図 16 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)

5.2 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。

- ① HAW 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 17 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5 HAW施設のトレンチ以外の壁貫通部調査（南側） 2/3

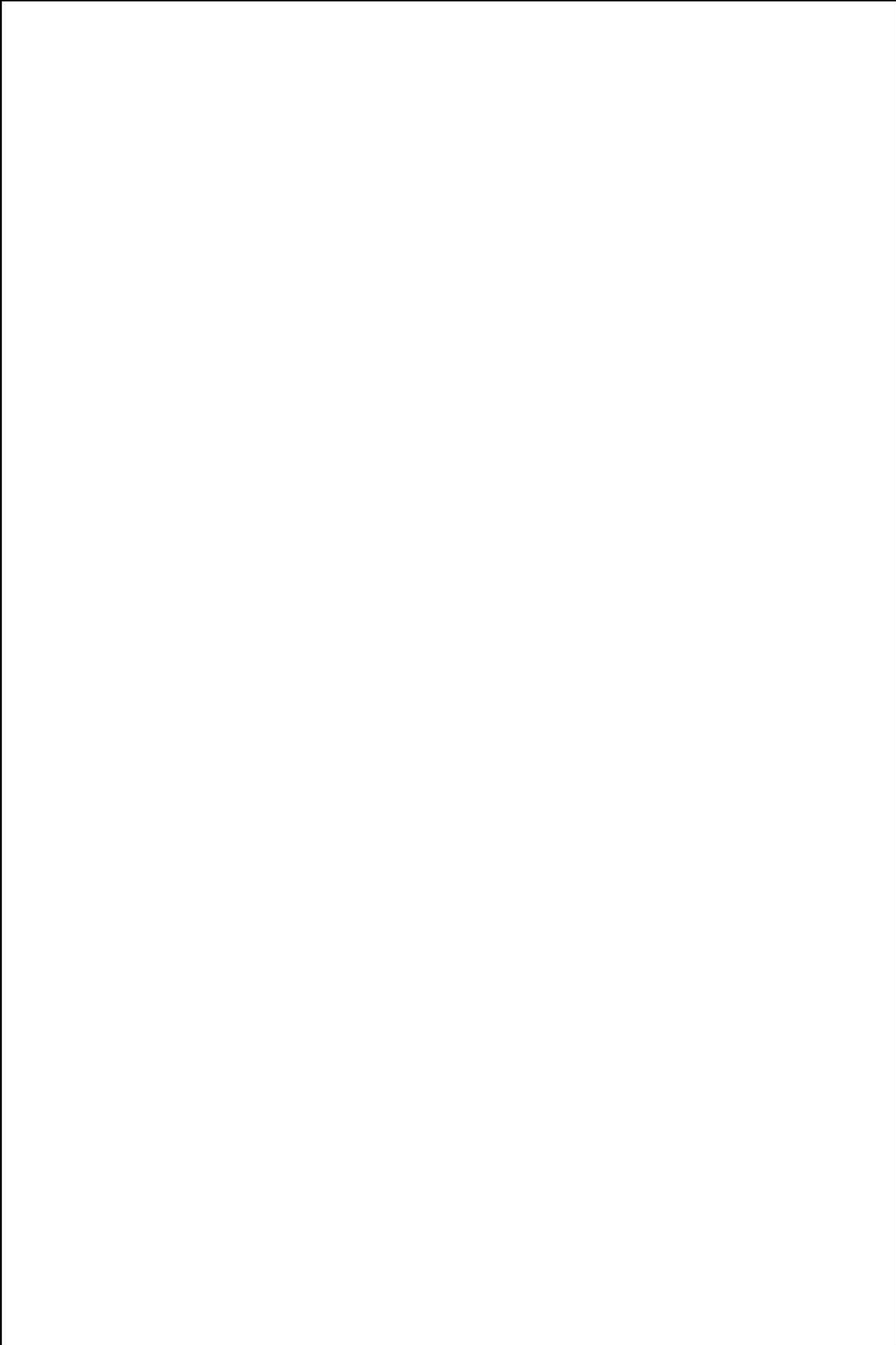


図6 TP14. 2m以下の建家外壁開口部の施工概要

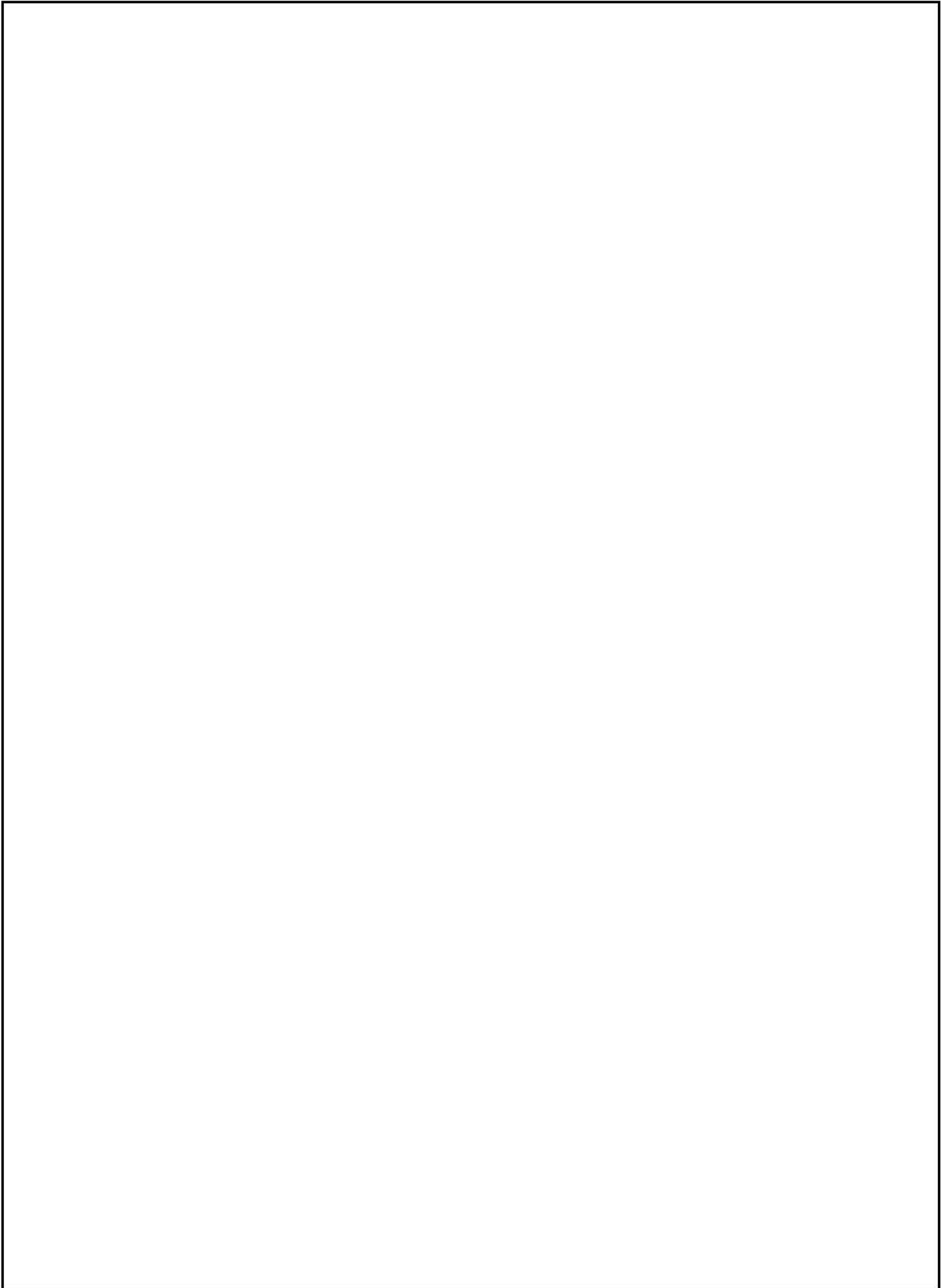


図7 浸水防止扉等の設置状態

図11 建家内へ浸水した場合の影響(連絡管路) 2/3

図11 建家内へ浸水した場合の影響(T15トレンチ) 3/3

図12 建家内へ浸水した場合の影響(壁貫通配管部)

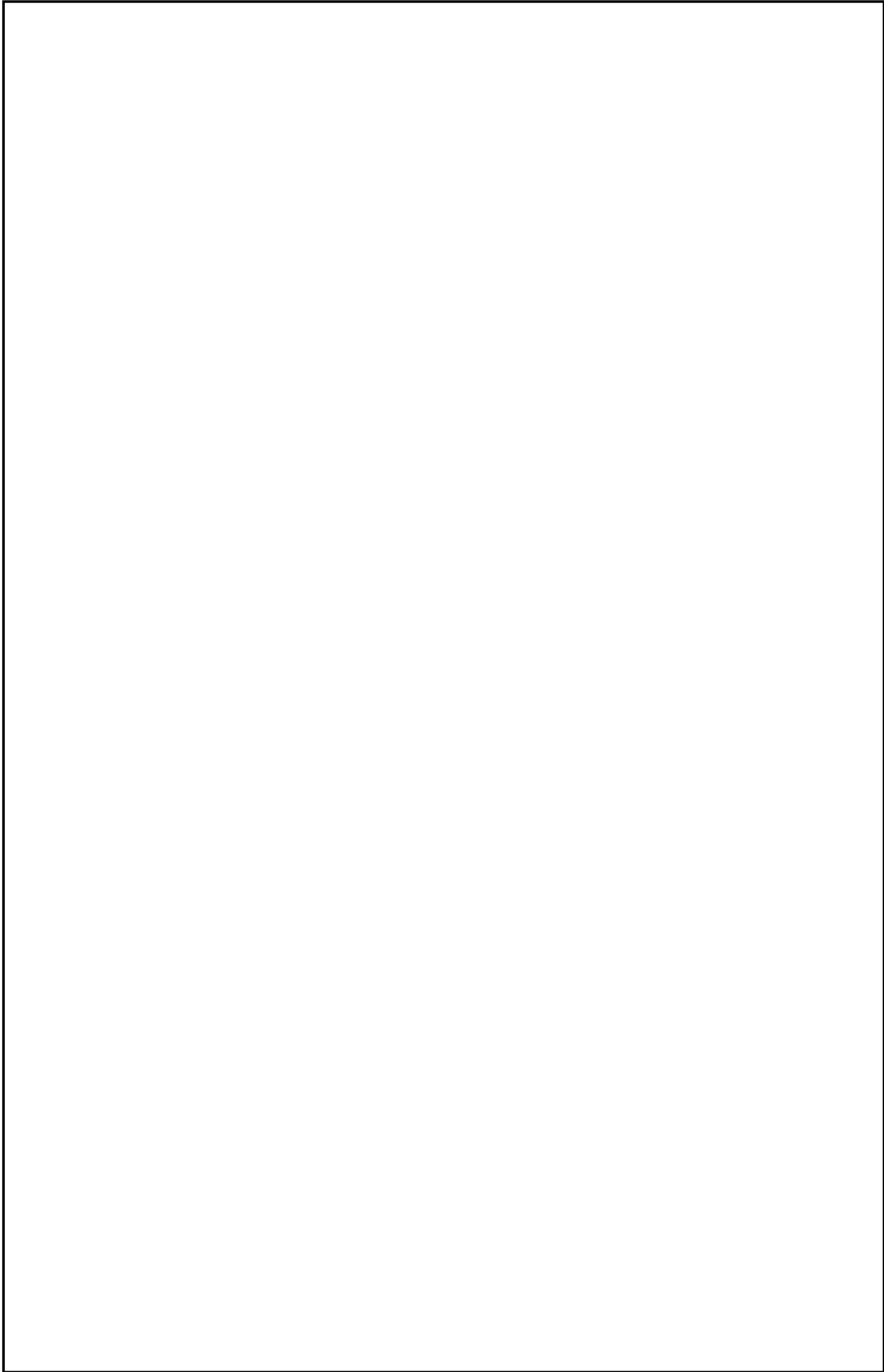


図14 T21トレンチの構造（浸水想定）

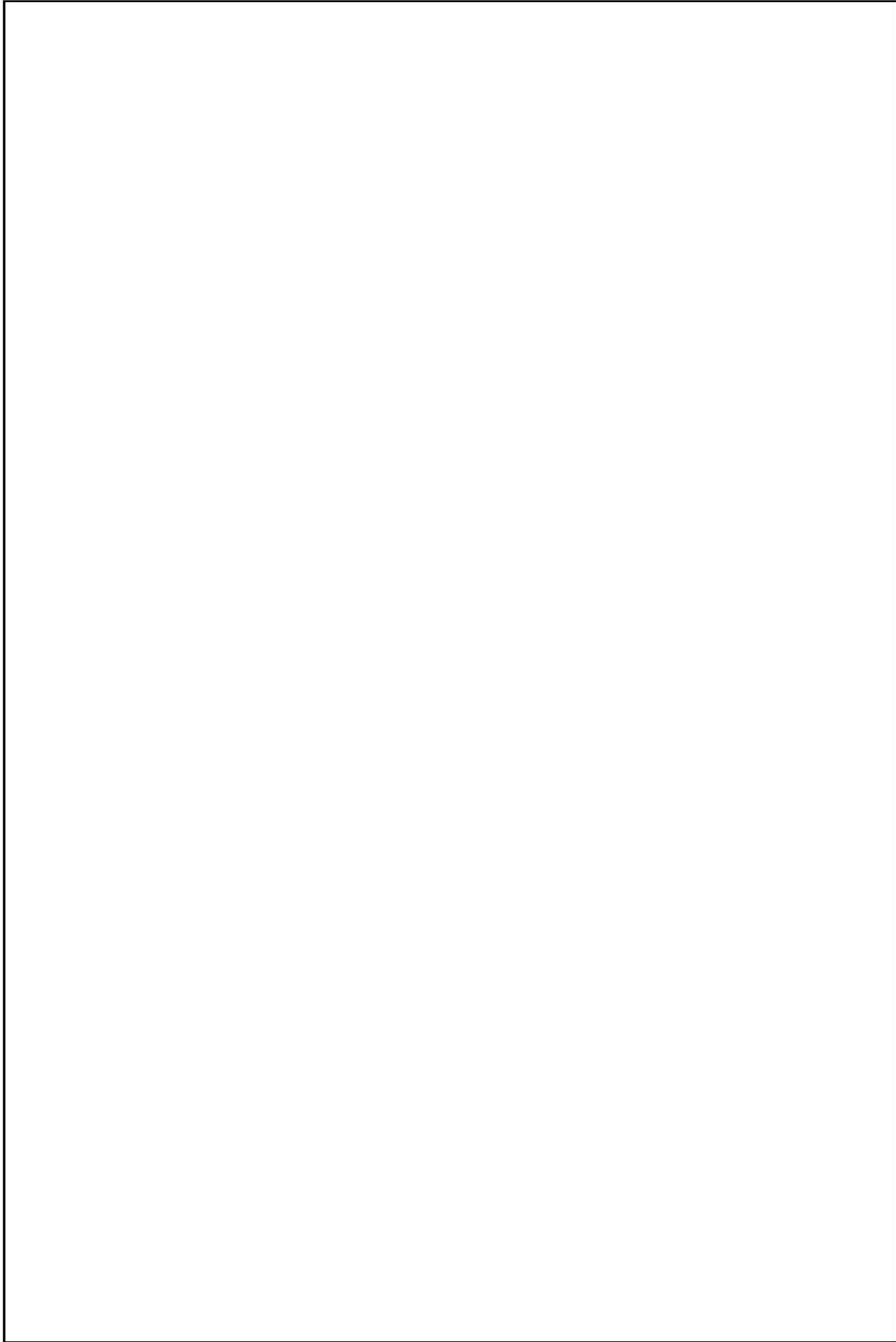


図15 連絡管路の構造（浸水想定）

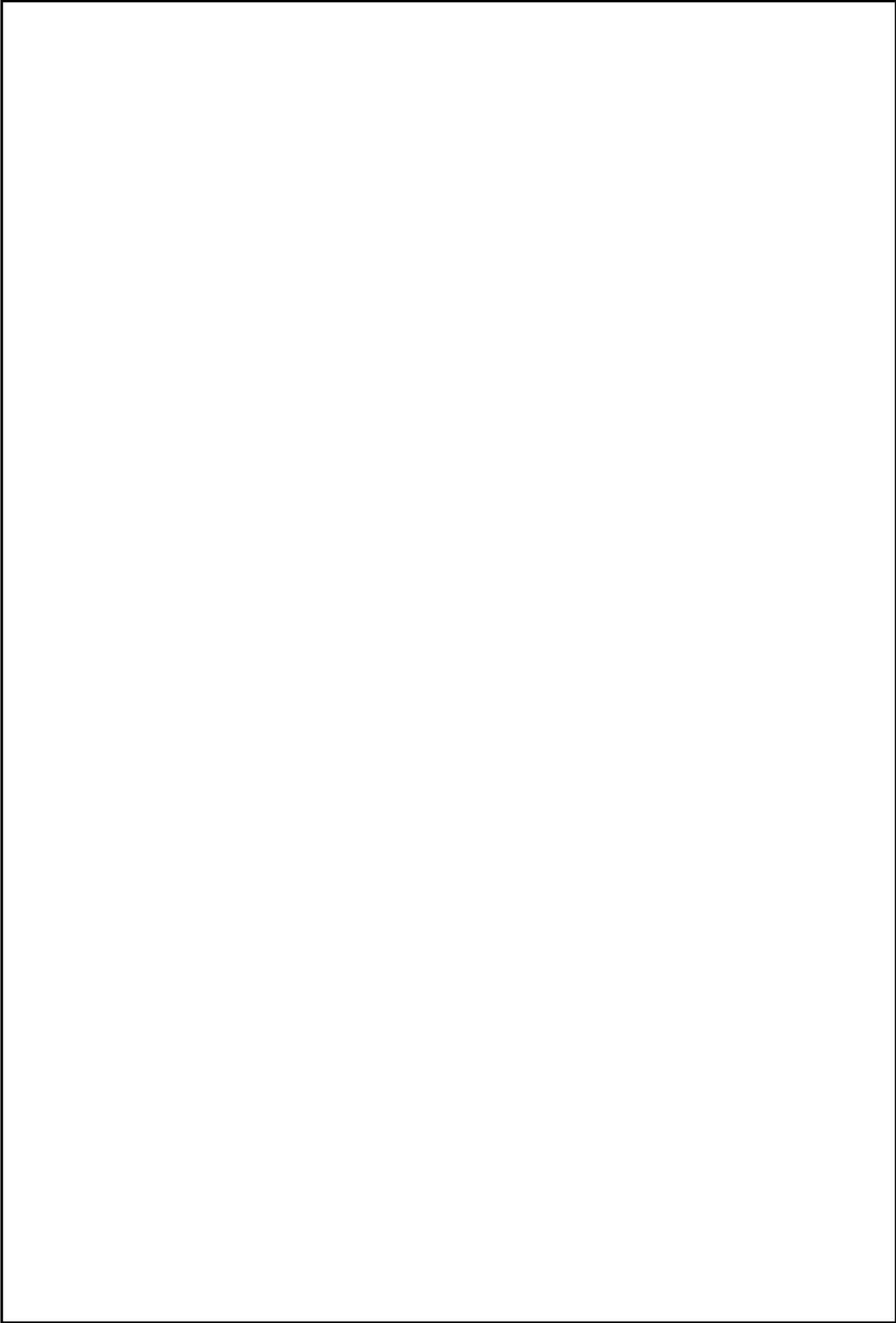


図16 T15トレンチの構造（浸水想定）

図17 シール材（難燃性気密防水材）の耐圧試験の実施状況

〈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 b) HAW 内壁の補強について

HAW 施設の外壁の補強について

令和2年4月14日

建設部

再処理廃止措置技術開発センター

1. 概要

高放射性廃液貯蔵場(HAW施設)の建家1階にはシャッターと扉による開口部(以下、「開口部」という。)があり、開口部の外側には浸水防止扉が設置されている(添付1参照)。

HAW施設1階南面開口部周辺の外壁は、浸水防止扉に加わる津波波力を負担することから応力が部材耐力を超えるため補強対策を行う(添付2参照)*。補強にあたっては、外壁外側はスライド式浸水防止扉と干渉するため、内側にコンクリートの増打ち補強を行う補強設計を進めており、令和2年7月に申請を予定している(添付3参照)。

* 当該箇所を除くその他の外壁については、津波波力に対し部材耐力を超過せず、補強を要さない

2. 開口部周辺の補強の考え方(添付4参照)

津波の波力による応力は下部で大きくなるため、これまでの概略検討では下部の補強が必要となっている。

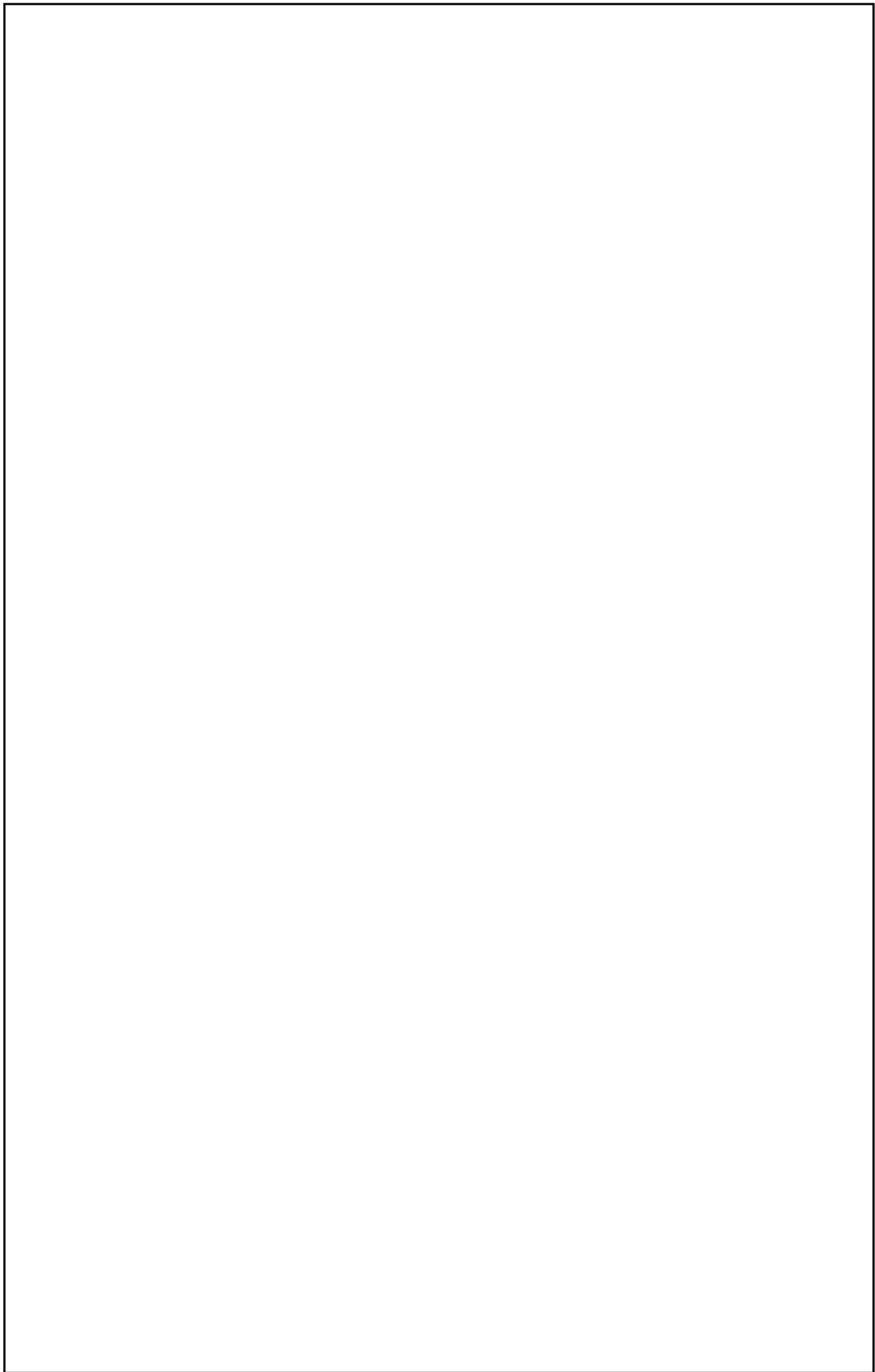
現在、実施中の補強設計では、既存躯体との一体性を確保するため、開口部周辺の外壁全面を補強範囲とし、既存躯体にあと施工アンカーを打設し、増打ち壁と連結する計画である。

以上



HAW施設外壁の開口部の設置状況と波力算定用津波高さの関係

添付1



- 廃止措置計画用設計津波を基に評価したHAW施設の波力算定用津波高さはT.P.+12.1 m。
- HAW施設の外壁に作用する津波波圧(水深係数3)と外壁耐力の検定比を評価した(表1,2)。
- 2箇所の開口部(浸水防止扉)を有する外壁(南側)の耐力は、津波波圧に対して耐力が不足しているため、開口部周辺の補強を行いHAW施設建家内への浸水を防止する。

表1. 評価条件

項目	条件
波力算定用津波高さ	T.P.+12.1 m
水深係数	3
照査値	終局耐力

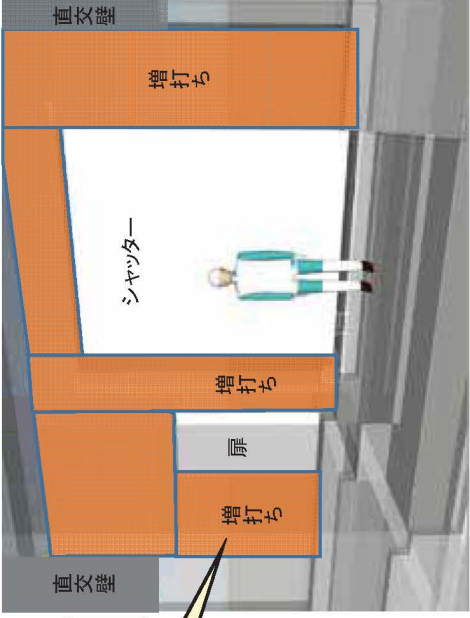
表2. 評価結果 (詳細は参考資料参照)

評価対象外壁	照査項目	津波波力に対する外壁耐力の検定比 ^{*1}
開口壁 (南側[高台側])	曲げ	1.39
	せん断	1.41
無開口壁 (東側[海側])	曲げ	0.71
	せん断	0.45
開口壁 (北側[新川側])	曲げ	0.69 ^{*2}
	せん断	0.57
無開口壁 (西側[陸地側])	曲げ	0.71
	せん断	0.45

*1 小数点第三位を切上げ

*2 単位長さ当りの鉄筋本数が無開口壁よりも多いため、検定比は減少する

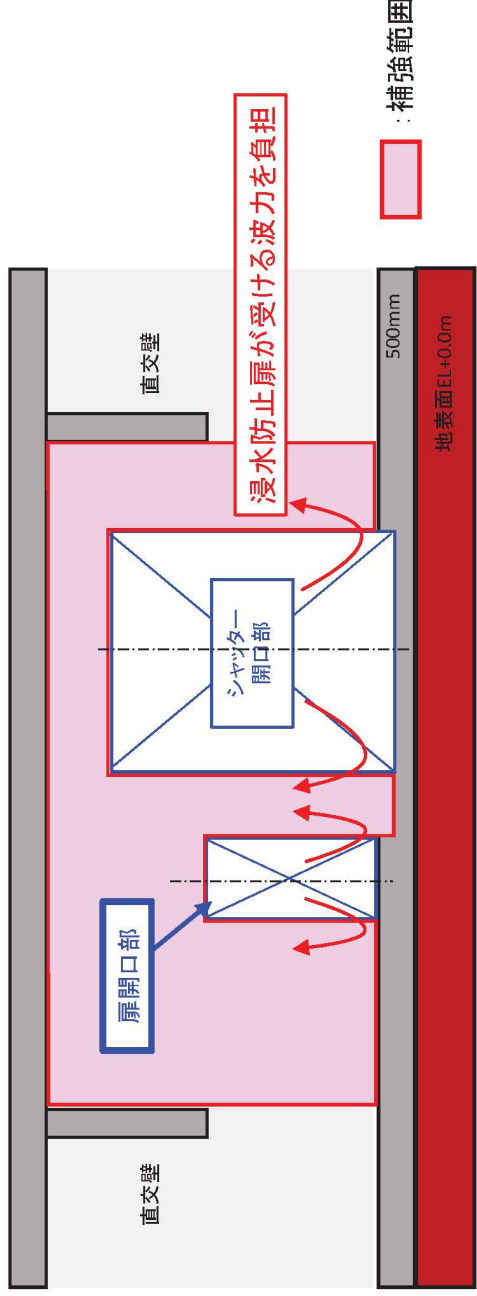
- ・ 開口部周辺の外壁は、浸水防止扉が受ける波力を負担することから応力が大きくなり、部材耐力を超えるため、補強する必要がある。
- ・ 外壁外側はスライド式浸水防止扉と干渉するため、内側にコンクリートの増打ち補強を行う。



建家内から開口部周辺を
 コンクリートで増打ち

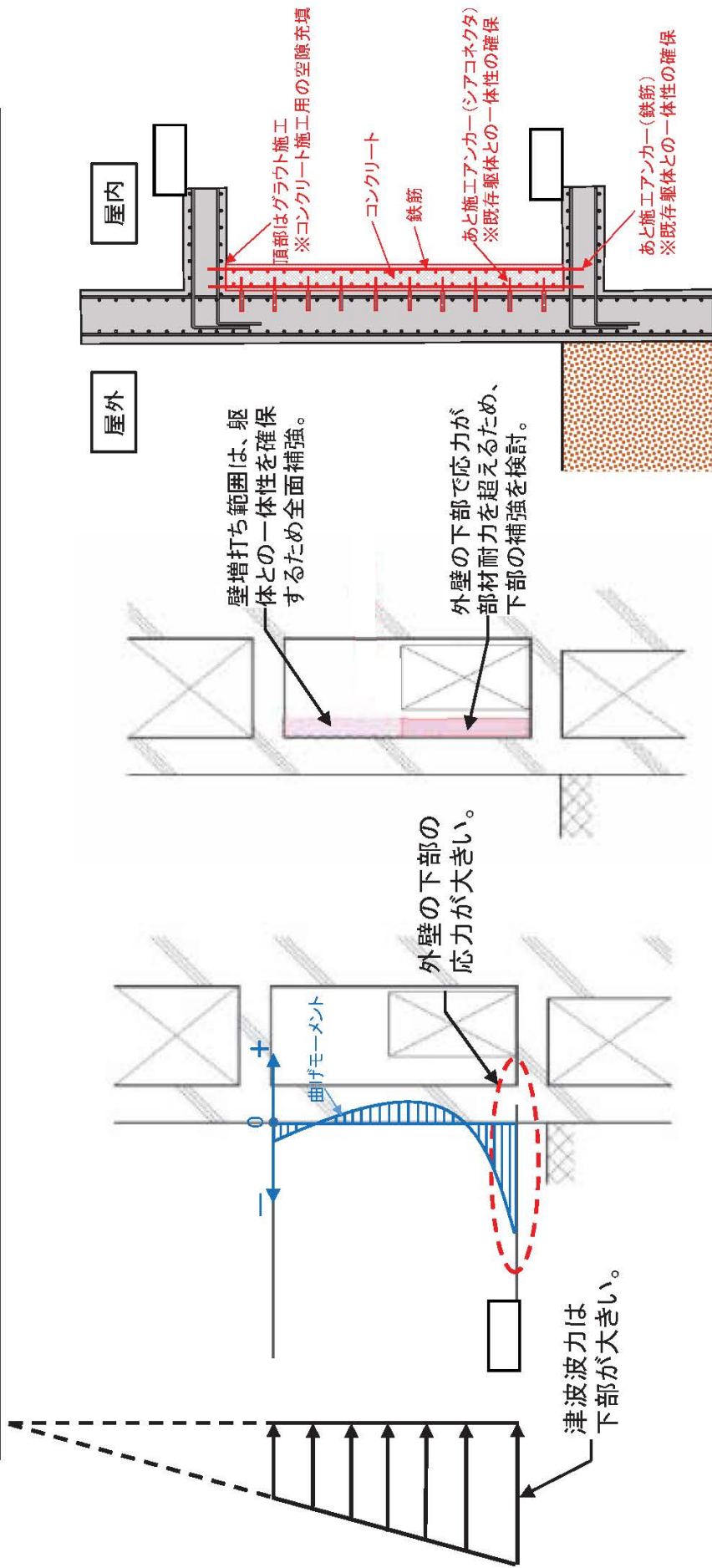
建家外側の状況(スライド式浸水防止扉)

建家内開口部周辺の増打ちのイメージ図



建家内開口部周辺の補強のイメージ図(建家内断面図)

- ・津波波力は下部の方が大きく、外壁の下部の応力が大きくなるため、補強が必要となる。
- ・開口部周辺の外壁下部の補強が必要となるが、既存躯体との一体性を確保するため、開口部周辺の外壁全面を補強範囲として設計を進める。
- ・あと施工アンカーにより、既存躯体と増打ち壁の一体性を高める。



施工イメージ

補強範囲

津波の波力により生じる応力

(曲げモーメント分布)

※壁増打ち厚さは、津波の波力、クライテリアに応じて仕様を確定する。

終局耐力(曲げ)の算出式 ^{※1}	終局耐力(せん断)の算出式 ^{※2}
$M_u = 0.9a_t\sigma_y d$ <p> M_u : 終局曲げ耐力 [kN・m] a_t : 既存断面の単位幅当たりの鉄筋断面積 [mm²] σ_y : 引張鉄筋の降伏点 [N/mm²] (材料強度割増1.1を見込む) d : 部材の有効成(D-dt)[mm] </p> <p>部材の有効成の算出式</p> $d = D - d_t$ <p> D : 壁厚 [mm] d_t : 引張縁から引張筋重心までの距離 [mm] </p>	$Q_u = \left\{ 0.068P_t^{0.23} \left(\frac{F_c + 18}{\frac{M}{Qd} + 0.12} \right) + 0.85 \sqrt{P_w \sigma_{wy}} \right\} bj$ <p> Q_u : 終局せん断耐力 [kN] P_t : 引張鉄筋比 [%] F_c : コンクリート圧縮強度 [N/mm²] M : 曲げ応力 [kN・m] P_w : せん断補強筋比 [-] σ_{wy} : せん断補強筋の降伏強度 [N/mm²] </p> <p> d : 部材の有効成(D-dt)[mm] b : 壁幅 [mm] j : 応力中心間距離 [mm] </p>

^{※1} 出典: 2015年版建築物の構造関係技術基準解説書鉄筋コンクリート造のはりの終局強度式(付1.3-5式)
^{※2} 出典: 2015年版建築物の構造関係技術基準解説書鉄筋コンクリート造のはりの終局強度式(付1.3-7式)

津波波圧による曲げモーメントの算出式 ^{※3}	津波波圧によるせん断力の算出式 ^{※3}
$M = M_s + M_e$ <p> M_s : 三角分布の荷重による曲げモーメント [kN・m] M_e : 等分布の荷重による曲げモーメント [kN・m] </p> <p>三角分布の荷重による曲げモーメント算出式</p> $M_s(\text{中央}) = 0.043l \left\{ 10.1 \frac{l^2}{2} \right\}$ $M_s(\text{下端}) = \frac{l}{10} \left\{ 10.1 \frac{l^2}{2} \right\}$ <p>等分布の荷重による曲げモーメント算出式</p> $M_e(\text{中央}) = 10.1(h_T - h_1) \frac{l^2}{12}$ $M_e(\text{下端}) = 10.1(h_T - h_1) \frac{l^2}{24}$ <p> l : 壁高さ [m] h_1 : 壁上端までの高さ [m] h_T : 水深係数α×静水圧換算津波高さ </p>	$Q = Q_s + Q_e$ <p> Q_s : 三角分布の荷重によるせん断力 [kN] Q_e : 等分布の荷重によるせん断力 [kN] </p> <p>三角分布の荷重によるせん断力算出式</p> $Q_s = \frac{7}{10} l \left\{ 10.1 \frac{l^2}{2} \right\}$ <p>等分布の荷重によるせん断力算出式</p> $Q_e = 10.1(h_T - h_1) \frac{l}{2}$
<p style="text-align: center;">台形分布の応力を三角分布と等分布の和で算出</p>	

^{※3} 津波による曲げモーメント及びせん断力は、弾性梁の理論式から算出。出典: 建築構造ポケットブック(共立出版)、建築構造力学(培風館) <70>