

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2日
再処理廃止措置技術開発センター

○ 令和2年6月2日 面談の論点

- 東海再処理施設の廃止措置段階における安全対策の今後の進め方について
- 廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備(ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟)
- TVF 開発棟 建家貫通部からの浸水の可能性について
- ガラス固化技術開発施設(TVF)における固化処理状況について
— 運転再開に向けた対応状況 —
- その他

以上

東海再処理施設の廃止措置段階における安全対策の今後の 進め方について

【概要】

東海再処理施設の廃止措置段階における安全対策に関して、5月末に補正を行い、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の地震及び津波による損傷の防止に関する安全対策を取りまとめた。

今後、補正において示した基本方針・スケジュールに従い、TVFの地震・津波対策、事故対処設備の有効性評価、HAW・TVFの竜巻・火山・外部火災等の安全対策並びに第2付属排気筒の耐震補強工事及びHAWの一部外壁補強工事の計画について検討・実施することとしており、面談・会合において提示を予定している案件の概要を示す。

その他、TVFに関する案件として、保管能力増強並びに溶融炉の結合装置の製作及び交換についての概要を示す。

令和2年6月2日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

東海再処理施設 廃止措置段階における安全対策の実施に係る全体スケジュール

実施項目	R元年度			R2年度												R3年度				R4年度				備考
	第4四半期			第1四半期			第2四半期			第3四半期			第4四半期			第1	第2	第3	第4	第1	第2	第3	第4	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3									
【安全対策方針等】																								
◎基本方針	基本方針策定																							
◎安全対策実施全体スケジュール	全体スケジュール策定																							
優先度Ⅰ-1 HAW施設を地震や津波から防護するための安全対策																								
① 地震による損傷の防止																								
◎HAW耐震評価(建家・設備) T21トレンチ含む	応答解析																							
② 津波による損傷の防止																								
◎漂流物設定	代表漂流物選定																							
	代表漂流物の妥当性評価																							
◎HAW津波防護対策方針	防護対策方針決定																							
建家貫通配管等の点検評価	シール性能評価																							
◎HAW建家健全性評価(波力、余震重畳)	HAW建家健全性評価																							
優先度Ⅰ-2 TVFを地震や津波から防護するための安全対策																								
◎TVF耐震評価(建家・設備)	応答解析																							
◎TVF建家健全性評価(波力、余震重畳)	TVF建家健全性評価																							
優先度Ⅱ-1 HAW施設の重大事故対処関連工事																								
◎HAW事故対処の方法、設備及びその有効性評価	HAW事故対処有効性評価																							
優先度Ⅱ-2 TVFの重大事故対処関連工事																								
◎TVF事故対処の方法、設備及びその有効性評価	TVF事故対処有効性評価																							
優先度Ⅲ HAW、TVFのその他事象等に対する安全対策																								
◎HAW・TVF建家健全性評価(竜巻・森林火災・火山・外部火災)	HAW,TVF建家健全性評価																							
優先度Ⅳ その他施設(約40施設)の対策検討(津波・地震・その他事象)	建家評価・影響評価																							
評価結果を踏まえ、必要に応じて代表漂流物を見直し変更申請に反映する。																								
評価結果を踏まえ必要に応じて補正・変更申請を実施する。																								
【安全対策設計、工事】																								
優先度Ⅰ-1 HAW施設を地震や津波から防護するための安全対策																								
◎HAW施設周辺地盤改良工事(T21トレンチ含む)(HAW施設周辺の埋戻土をコンクリート置換し、地盤を強固にすることで耐震性を向上させる)	補正提出 準備 工事																							
・HAW一部外壁補強工事(構造上、津波波圧に対し、強度が不足する一部の開口部周辺の外壁にコンクリートを増打補強する)	設計 変更申請 準備 工事																							
・津波漂流物防護柵設置工事(TVFと共通)(津波漂流物に対し、HAW施設及びTVFを防護するため防護柵を設置する)	基本設計 地盤調査・実施設計 変更申請 準備 工事																							
・主排気筒の耐震補強工事(HAW・TVFへの波及影響の防止のため筒身の下部及び上部(一部)にコンクリートを増打補強する)	調整設計 変更申請 準備 工事																							
優先度Ⅰ-2 TVFを地震や津波から防護するための安全対策																								
・TVF一部外壁補強工事(構造上、津波波圧に対し、強度が不足する一部の外壁にコンクリートを増打補強する)	設計 変更申請 準備 工事																							
・第二付属排気筒耐震補強工事(排気筒基礎部及びダクト架台を補強する)	設計 変更申請 準備 工事																							
・TVF設備耐震補強工事(冷却水配管耐震補強(サポート追加設置))	設計 変更申請 準備 工事																							
北、東、西方面の工事完了 南方面(PPフェンス)の工事完了 補正にて工事申請を行う。																								
溢水対策の配管耐震補強と合わせて設計を実施する。																								

地震に対する防護について

(ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟)

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)とそれに付随する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は、廃止措置計画用設計地震動(設計地震動)に対して重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないよう必要な措置等を講ずるとした基本的考え方を5月補正申請書 別添6-1-2-1に示した。
- 上記考え方にに基づき、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟において設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備の詳細を整理した。
- これらの耐震性を確保すべき設備の評価内容について以下を提示する。
 - ・ガラス固化開発棟 建家の耐震計算書(6月に提示)
 - ・機器・配管系について代表的な設備についての耐震計算書(6月に提示)
 - 高放射性廃液を内蔵する貯槽類、熔融炉、冷却水設備の機器、換気設備の機器、主要な配管系統、等
 - 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
 - ・機器・配管系のすべての設備についての耐震計算書(7月に提示)
 - ・第二付属排気筒の耐震計算書
 - 耐震計算書(6月に提示)
 - 設計及び工事の計画(6月に提示)
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

【資料〇】

津波に対する防護について

(高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF))

【概要】

○TVF 建家健全性評価(波力、余震重畳)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については、廃止措置計画用設計津波(設計津波)に対して建家内に浸入させない措置等を講ずる方針であり、設計津波に対する建家の評価を進めている。
- ・建家健全性評価においては、波力と余震の重畳評価を含め HAW と同様の荷重組合せに対し、6月末を目途に評価を実施中。
- ・TVF の一部の外壁では津波波力による応力が部材耐力を超える可能性があることから、一部外壁の補強を行う計画であり、その方針を示す(TVF 建家健全性評価結果については令和2年7月変更申請予定)。
- ・外壁補強工事に係る申請については、令和3年1月を予定。

○HAW の外壁の補強について

- ・HAW1F 南側外壁 については、建家健全性評価結果を踏まえ、部材耐力を超えることから、外壁のコンクリート増打ち補強を行う計画であり、工事範囲の既存設備(シャッター、ダクト、消火栓配管等)の移設等を含む工事計画及び必要補強厚さを含む補強設計を6月末目途に実施中。また、当該外壁の補強工事について令和2年7月に変更申請を予定。
- ・ に設置している浸水防止扉についても、健全性評価結果を令和2年7月に変更申請を予定。

○高放射性廃液貯蔵場(HAW)及び TVF 開発棟建家貫通部からの浸水の可能性について

- ・TVF 開発棟に対して HAW と同様に、建家貫通部からの浸水の可能性について確認した。
- ・トレンチ等と接する HAW 建家内壁及び TVF 開発棟建家内壁等の健全性評価結果及び浸水防止扉の外壁取り付け部の止水処理に係る耐圧試験結果について、令和2年7月に変更申請を予定。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

【資料〇】

HAW 及び TVF における事故対処の方法、
設備及びその有効性評価について

【概要】

地震、津波等により電源、ユーティリティを供給する安全系関連施設の機能が喪失した場合に、恒設設備の代替として緊急安全対策を含む可搬型設備により、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)において必要な冷却機能及び閉じ込め機能を回復させる。当該処置の事故対処としての有効性評価にあたっては、事象進展に応じた防護策を検討し、津波襲来後の事故対処の実現性等の観点から評価を行う計画である。また、今後 HAW 周辺で地盤改良工事等が予定されていることからサイトの状況に応じた対策となるようにする。有効性評価にあたっては、以下の事項を考慮し、令和2年7月に変更申請予定である。

○事象進展

- ・事故の範囲として、地震、津波及びその重畳により、どの機器、配管が故障するか(どの機器が壊れず性能を期待できるか)
- ・事象進展として、評価条件と想定される事象進展シナリオ

○対策

- ・発生防止策、拡大防止策及び影響緩和策の具体的な操作手順及び各操作の実施の判断

○有効性評価

- ・事故対策時間、事故対処設備の条件(能力、個数)、対策に必要な資源(水源、燃料、電源)
- ・事故対処設備の自然災害対策(地震、津波及び竜巻対策)
- ・アクセスルートの確保(重機、ルート)、必要要員
- ・想定事象、事故対策に係る保守性の説明(分散配置等)

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

【資料〇】

TRP の廃止措置を進めていく上での

竜巻に対する防護について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、廃止措置計画用設計竜巻に対して重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないように講ずる「安全対策の基本的考え方」を示す。(6月に提示)
- 上記竜巻対策の成立性評価内容(竜巻影響評価)について以下を提示する。
 - ・風圧に対する防護の評価
 - 建家及び第二付属排気筒の強度評価
(建家は6月、第二付属排気筒は7月に提示)
 - ・代表飛来物の調査と選定
(6月に調査方針と状況、7月に選定結果を提示)
 - ・飛来物に対する防護の評価
 - 建家及び第二付属排気筒の強度評価
(建家は6月、第二付属排気筒は7月に提示)
 - ・新たに講じる飛来物防護対策について(7月に提示)
 - HAW 建家・TVF 建家の開口部閉止措置の妥当性評価
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TRP の廃止措置を進めていく上での
火山影響(降下火砕物)に対する防護について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、廃止措置計画用火山事象(降下火砕物)に対して重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないように講ずる「安全対策の基本的考え方」を示す。(6月に提示)
- 上記火山事象対策の成立性評価内容(火山影響評価)について以下を提示する。
 - ・降下火砕物の評価
 - 降下火砕物堆積時の建家屋上スラブ強度の評価(6月に提示)
 - 閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能への影響評価(7月に提示)
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TRP の廃止措置を進めていく上での
外部火災に対する防護について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、外部火災に対して重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないように講ずる「安全対策の基本的考え方」を示す。(6月に提示)
- 上記外部火災対策の成立性評価内容(外部火災影響評価)について以下を提示する。
 - ・森林火災に対する防護の評価
 - 想定する森林火災の評価条件について(6月に提示)
 - HAW 及び TVF に対する防火帯の考え方(6月に提示)
 - 防火安全性の評価(7月に提示)
 - ・近隣工場の火災及び爆発に対する防護の評価
 - 想定する近隣工場の火災及び爆発について(6月に提示)
 - 火災及び爆発に対する安全性の評価(7月に提示)
 - ・航空機墜落に対する防護の評価
 - 想定する航空機等の条件について(6月に提示)
 - 航空機墜落に対する防護について(7月に提示)
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TRP の廃止措置を進めていく上での火災に対する防護について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、火災に対して、重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないように講ずる「安全対策の基本的考え方」を示す(6月に提示)。
- 上記の考え方により防護対象とする設備を整理したうえで、重要な安全機能に影響を及ぼす可能性のある火災源を調査し影響評価する。その評価結果を踏まえて必要な火災防護対策を提示する。
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TRP の廃止措置を進めていく上での溢水に対する防護について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、溢水に対して、重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないように講ずる「安全対策の基本的考え方」を示す(6月に提示)。
- 上記の考え方により防護対象とする設備を整理したうえで、溢水に対して重要な安全機能が損なわれることのないよう被水影響、没水影響、蒸気影響に係る評価を実施する。その評価結果を踏まえて必要な溢水防護対策を提示する。
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TRP の廃止措置を進めていく上での制御室の安全対策について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、重大事故時に運転員がとどまることができるように講ずる「制御室の基本的考え方」を示す(6月に提示)。
- 上記の考え方により、重大事故等が発生した場合において事故対応が確実に行えるよう必要な対策を提示する。
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

放射性物質を保有している施設等の津波防護対策の検討について

【概要】

高放射性廃液貯蔵場(HAW)、ガラス固化技術開発施設(TVF)以外の施設について安全かつ継続して施設を運用し計画的に廃止措置を進める観点から、各施設の安全に関する情報について整理するとともに、以下の方法で令和2年7月までに必要な対策を取り纏める。

○東海再処理施設に関連する全ての施設を対象とする。

- ・管理区域を有する施設
- ・電源等のユーティリティの供給設備
- ・事故対処に使用する施設
- ・事故対処設備の保管場所、設置場所、アクセスルート

○設計津波に対して発生する可能性のある事象(セル・機器内への浸水、機器の損傷等)について検討。

○想定される事象発生時における環境影響評価(実施可能な対策を考慮)を実施。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TVF 保管能力増強について

【概要】

TVF 保管能力増強については、平成 30 年 11 月に変更申請している。

本件について、令和元年 10 月 18 日の面談において、「ブロワが停止し通常運転から自然通風換気に移行する際のガラス固化体の温度変化について、評価において適切に考慮していることを整理して説明すること。」等のコメントを受けている。

上記コメントを踏まえ、令和 2 年 7 月に補正申請する予定である。

その際、保管能力増強の変更申請に含まれている移動式発電機については、安全対策全体との関係を整理した結果、事故対処設備として扱うため、本申請から切り離すこととする。

なお、移動式発電機については、事故対処設備として安全対策にて扱うこととし、令和 2 年 7 月に変更申請する予定である。

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TVF の溶融炉の結合装置の製作及び交換について

【概要】

ガラス固化技術開発施設(TVF)の溶融炉(G21ME10)において、運転に伴い流下ノズルに傾きが生じ、流下ノズルが加熱コイルに接触して漏電リレーが作動し、流下操作の自動停止が生じた。この対策として、流下ノズルの傾き方向に加熱コイルの取付位置を調整するとともに加熱コイル内径を拡大することで、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確保した結合装置(G21M11)を製作し、交換する。(令和2年7月変更申請予定)

令和2年6月〇日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備

(ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟)

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)とそれに付随する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は、廃止措置計画用設計地震動(設計地震動)に対して重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれることがないように必要な措置等を講ずるとした基本的考え方を5月補正申請書 別添6-1-2-1に示した。
- 上記考え方に基づき、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟において設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備の詳細を整理した。

令和2年6月2日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

廃止措置計画用設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備
(ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟)
【ドラフト】

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟では高放射性廃液を取り扱うことから、高放射性廃液の蒸発乾固を防止するための崩壊熱除去機能、および高放射性廃液の閉じ込め機能を担う別紙表 1~3 に示す設備及び系統について、廃止措置計画用設計地震動 (以下、「設計地震動」という) に対する耐震性を確保する。なお、これらの設備及び系統には、それらの機能の維持に必要な電気・計装制御設備を含むものとする。また、設備の荷重を直接受ける直接支持構造物と直接支持構造物が取り付く建家 (間接支持構造物) についても耐震性確保の対象とする。

1. 高放射性廃液を閉じ込める機能を担う設備

1.1 高放射性廃液を内蔵する設備

高放射性廃液を内蔵する設備の概略系統図を別紙図 1 に示す。再処理運転によって生じた高放射性廃液は高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の中間貯槽 (V37、V38) から配管トレンチ (T21) を経由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受入槽 (G11V10、11 m³) に受け入れる (受入時にオーバーフローする場合を想定し、受入槽と回収液槽 (G11V20、11 m³) はオーバーフロー配管で連結されている)。受入槽に受け入れた高放射性廃液は濃縮器 (G12E10、1.4 m³) にて、ガラス固化を行うのに適した濃度まで濃縮する。濃縮後の高放射性廃液は濃縮液受槽 (G12V12、1.5 m³) で貯留した後、濃縮液供給槽 (G12V14、0.9 m³) から溶融炉 (G21ME10) へガラスカートリッジとともに供給し、溶融炉内の溶融ガラスと混合する。溶融ガラスは一定時間ごとに溶融炉から SUS 製容器 (キャニスタ) へ流下し、流下後に冷却してから蓋を溶接し、ガラス固化体 (ガラス容量 110 L/本) とする。これらの高放射性廃液を内蔵する設備はガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の固化セル (R001) 内に配置される。

受入槽 (G11V10) および回収液槽 (G11V20、11 m³) からはポンプ (G11P1021) を用いて、配管トレンチ (T21) 経由で高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の分配器 (D12、D13) へ廃液を払い出すことができる。トレンチ内の配管は受け入れ用が 2 本、払い出し用が 2 本あり、それらを 1 本の外管内に収納した二重管構造となっている。

これらの高放射性廃液を扱う貯槽 (G11V10、G11V20、G11V30、G12V12、G12V14)、溶融炉 (G21ME10)、気液分離機 (G21D1442)、ポンプ (G11P1021) 及びそれらの主要な流れを構成する配管系統は高放射性廃液を直接扱う (内蔵する) 設備であることから、設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備とする。主要な流れを構成する配管系統には配管トレンチ (T21) 内の配管を含むとする。

また、高放射性廃液ではないが、固化前の溶融ガラスの閉じ込めを担う設備として、溶融炉からキャニスタへ溶融ガラスの誤流下を防止するための設備 (キャニスタ位置を制御する台車、キャニスタの定位置及び流下量を確認するための計装制御設備、キャニスタへのガラスの流下質量を監視して流下操作を停止するための回路) も耐震性を確保すべき設備に含むものとする。

1.2 高放射性廃液の漏えいに対応するための設備

別紙図 1 において示すように、受入槽、回収液槽、濃縮器、濃縮液供給槽、気液分離機、溶融炉

を設置する固化セルの床面にはステンレス鋼製のドリフトレイ（G04U001）が設置されており、万が一、貯槽等から高放射性廃液が漏えいしても、セル外へ漏出しないように受け止めるとともに、漏えい液回収用のスチームジェット（G04J0011、G04J0012、G04J0013、G04J0014）により受入槽あるいは回収液槽のいずれかに回収することができる。

これらのドリフトレイ及び固化セルは高放射性廃液を内蔵する貯槽等からの漏えい時に高放射性廃液の閉じ込めの機能を担うことから、設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備とする。

また、スチームジェット（G04J0011、G04J0012、G04J0013、G04J0014）と受入槽及び回収液槽間の流れを構成する配管系統、漏えいを検知するためのセル内ドリフトレイ液面上限警報（G04LA+001a、G04LA+001b）は高放射性廃液の閉じ込め機能に対する多重防護となるものであることから、設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備とする。

1.3 放射性物質の放出経路の維持のための設備

放射性物質の放出経路の維持を行う設備の概略系統図を別紙図 2～5 に示す。

高放射性廃液を内蔵する貯槽及び溶融炉からのオフガスの処理系統（槽類換気系統）を別紙図 2 に示す。高放射性廃液を内蔵する貯槽からのオフガスは洗浄塔（G41T31）及びデミスタ（G41D33）でオフガス中の湿分を除去する。続いてルテニウム吸着塔（G41T35）でオフガス中のルテニウムを除去したのち、2 段のフィルタ（G41F36、G41F37）にてオフガス中の放射性物質をろ過する。その後、後述する溶融炉オフガスと合流して、さらに 1 段のルテニウム吸着塔（G41T82、G41T83（常用 1 基、予備 1 基））、よう素吸着塔（G41T86、G41T87（常用 1 基、予備 1 基））、フィルタ（G41F88、G41F89（常用 1 基、予備 1 基））で処理したのち排風機（G41K90、G41K91、G41K92）で排気して第二付属排気筒より大気中へ放出する。

溶融炉（G32ME10）からのオフガスは高温蒸気、NO_x ガスと揮発性の放射性物質を含むため、スクラッパ（G41T10）及びベンチュリスクラッパ（G41T11）にて水洗したのち、吸収塔（G41T21）で NO_x 成分を除去する。続いて、上述した貯槽のオフガス処理と同様にルテニウム吸着塔（G41T25）でオフガス中のルテニウムを除去したのち、2 段のフィルタ（G41F26、G41F27）にてオフガス中の放射性物質をろ過する。その後は貯槽からのオフガスと合流して処理する。

ルテニウム吸着塔と 2 段のフィルタには予備ライン（G41T45、G41F46、G41F47）が設けられており、溶融炉からのオフガス又は各貯槽からのオフガスの接続を切り替えて処理できる。

なお、上記の槽類換気系の機器のうちで、スクラッパ（G41T10）、ベンチュリスクラッパ（G41T11）、吸収塔（G41T21）、デミスタ（G41D23、G41D33、G41D43）では水洗用の純水を必要とすることから、これを供給する設備（別紙図 3）として純水設備（G85）を設けている。

セルの負圧維持及び換気のための系統（セル換気系統）を別紙図 4 に示す。固化セル（R001）以外のセルは排風機によりセル内の空気を直接吸引して第二付属排気筒から排出する。給気はアンバー区域からのインリークで行う。固化セル（R001）は低風量換気システムを採用しており、セル換気はセル内に配置された貯槽等の槽類換気系への吸い込みにより行う（別紙図 2）。このシステムでは排風量が少なくセル内部の排熱を換気のみでできないことから、別紙図 5 に示すセル内に設置された冷却器（インセルクーラー、G43H10～G43H19）による除熱を行う。除熱のためにインセルクーラーに供給する冷水は独立した 2 系統の冷水設備（G84）により供給する。それぞれの系統

は冷却器（G84H30、G84H40）により一次系と二次系に分離されており、インセルクーラーにより除熱した熱は最終的に冷凍機（G84H10、G84H20）により熱交換し、冷却水設備（G83）へ排熱される。固化セル（R001）は低風量換気システムとしていることから気密性の高い全面ステンレスライニング（内張り）となっている。万が一、セル内雰囲気圧力が上昇した場合には、ライニングの気密部の損傷を防止するため、別紙図2の圧力放出系によりセル内空気を直接排気する。

これらの槽類換気系統及びセル換気系統を構成する機器及びそれらの主要な流れを構成する配管系統は放射性物質の放出経路を維持する機能を担うことから、設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備とする。また、

2. 高放射性廃液の崩壊熱除去を行う設備

2.1 冷却水系統（重要系）

高放射性廃液を扱う受入槽、回収液槽、濃縮器、濃縮液槽、濃縮液供給槽の5つの貯槽に冷却水を供給する設備の概略系統を別紙図6に示す。これらの貯槽に冷却水を供給する冷却水設備（G83）は各槽に対し共通となっているが、独立した2つの系統から構成されている。またそれぞれの系統は冷却器（G83H30、G83H40）により一次系と二次系に分離されている。

5つの貯槽に接続されている一次系の単一系統には、二次系との熱交換を行う冷却器（G83H30、G83H40）、一次系冷却水を循環させるためのポンプ（G83P32、G83P42）、系統の脈動抑制のための膨張水槽（G83V31、G83V41）が設けられている。また独立した2系統間で、片側のポンプあるいは冷却器が故障した場合に、相互に冷却水を供給できるようにするバイパス配管が設けられている。

一次系で除熱した熱を大気へ放熱するための二次系の単一系統には、大気への放熱を行う冷却塔（G83H10、G83H20）、二次系冷却水を循環させるためのポンプ（G83P12、G83P22）、系統の脈動抑制のための膨張水槽（G83V11、G83V21）が設けられている。冷却塔では再処理施設の一般浄水供給系統により供給される工業用水の散水により放熱の効率を高めている。また独立した2系統間で、片側のポンプあるいは冷却塔が故障した場合に、相互に冷却水を供給できるようにするバイパス配管が設けられている。

これら冷却水系統のポンプ（G83P12、G83P22、G83P32、G83P42）、冷却塔（G83H10、G83H20）、冷却器（G83H30、G83H40）、膨張水槽（G83V11、G83V21、G83V31、G83V41）及びそれらの主要な流れを構成する配管系統は高放射性廃液の崩壊熱除去機能を担う設備であることから、設計地震動に対して耐震性を確保すべき設備とする。

3. その他設備

3.1 津波及び漂流物に対する防護を担う設備

廃止措置計画用設計津波に対して、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟建家内部が浸水しないように設けられる防護設備（漂流物防護柵等）についても、設計地震動に対して耐震性を確保する。

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津波に対する防護を担う設備は、建家外壁及び浸水想定高さに設けられた浸水防止扉が該当する。また、今後、津波に対する基本的

考え方に基づいて新たに設計・整備するものを含めて具体化する。

3.2 重大事故対処設備

設計地震動、設計津波等によって外部電源やユーティリティの供給が喪失した場合においても、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に貯蔵されている高放射性廃液の蒸発乾固を防止し、その影響を緩和するために設けられる常設の事故対処設備についても、設計地震動に対して耐震性を確保する。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟における事故対処設備としては、緊急時において固化セルの内圧が上昇した際にセルのバウンダリが内圧により損傷しないように、第 2 付属排気筒へ圧力を放出する系統（別紙図 2）が該当する。また、冷却水系統（重要系）に外部からポンプ車や可搬型エンジン付きポンプを用いて冷却水を供給するために設けられる接続ノズル、電源車を接続するための緊急用受電盤等が該当する。これらの事故等対処設備は、緊急安全対策関連の設備等を事故対処設備として位置づけ、これらを用いて必要な安全機能を維持する方針であるので、今後、それらの有効性の確保に必要な対策を行う際に具体化していく。

別紙表 1 設計地震動に対して耐震性を確保する設備及び系統（ガラス固化技術開発施設（TVF））[1/3]

設備・系統	電気・計装制御等	支持構造物
<p>高放射性廃液を閉じ込める機能</p> <p>高放射性廃液を内蔵する系統及び機器</p> <p>受入槽 G11V10</p> <p>回収液槽 G11V20</p> <p>水封槽 G11V30</p> <p>濃縮器 G12E10</p> <p>濃縮液槽 G12V12</p> <p>濃縮液供給槽 G12V14</p> <p>気液分離器 G21D1442</p> <p>溶融炉 G21ME10</p> <p>ポンプ G11P1021</p> <p>ドリフトトレイ（固化セル） G04U001</p> <p>高放射性廃液を内蔵する系統及び機器を設置するセル</p> <p>固化セル R001</p> <p>（溶融ガラスを閉じ込める機能）</p> <p>A 台車 G51M118A</p>	<p>スチームジェット G04J0011, G04J0012, G04J0013, G04J0014</p> <p>セル内ドリフトトレイ液面上限 G04LA+001a, G04LA+001b</p> <p>警報</p> <p>トランスミッタラック TR21, TR11.1, TR11.2, TR12.1, TR12.2, TR12.3, TR12.4, TR43.2</p> <p>工程制御盤 DC</p> <p>工程監視盤(1)～(3) CP</p> <p>変換器盤 TX1, TX2</p> <p>計装設備分電盤 DP6, DP8</p> <p>プロセス用動力分電盤 VFP1, VFP2, VFP3</p> <p>電磁弁分電盤 SP2</p> <p>高圧受電盤（第 11 変電所）</p> <p>低圧動力配電盤（第 11 変電所）</p> <p>無停電電源装置</p> <p>低圧照明配電盤（第 11 変電所）</p> <p>直流電源装置（第 11 変電所）</p> <p>ガラス固化体取扱設備操作盤 LP22.1</p> <p>重量計制御盤 LP22.3, LP22.3-1</p> <p>流加ノズル加熱停止回路 G21PO-10.5</p> <p>A 台車の定位置操作装置 G51ZO+118.1, ZO+118.2</p> <p>A 台車の重量上限操作装置 G51WO+118</p>	<p>機器等の支持構造物</p> <p>ガラス固化技術開発棟建家</p> <p>濃縮器ラック（G12RK10）</p> <p>濃縮液槽ラック（G12RK12）</p>

別紙表 2 設計地震動に対して耐震性を確保する設備及び系統（ガラス固化技術開発施設（TVF））[2/3]

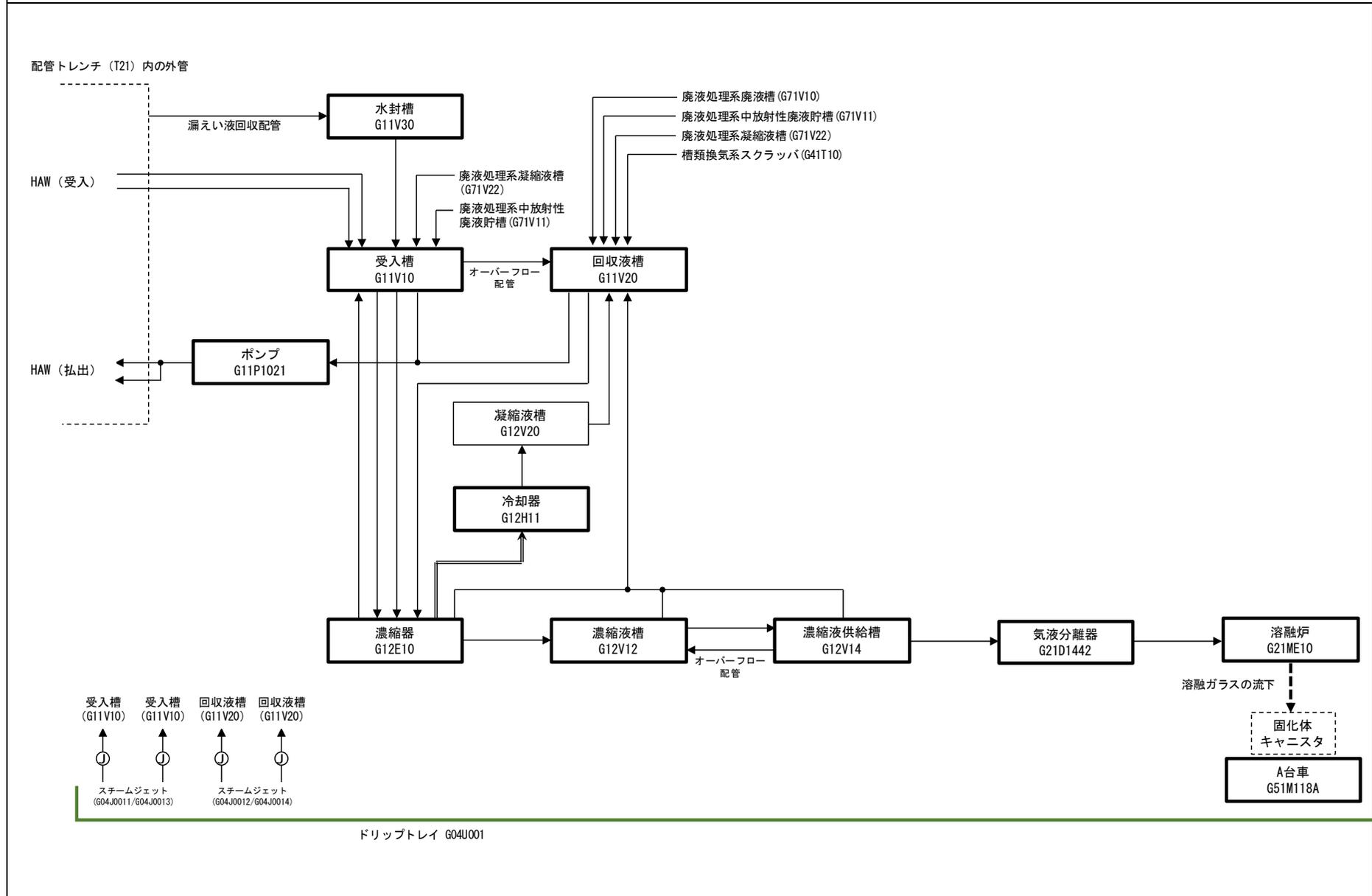
設備・系統		電気・計装制御等		支持構造物
高放射性廃液を閉じ込める機能（続き）				
槽類換気系統及び機器		換気用動力分電盤	VFV1	
冷却器	G11H11, G11H21, G12H13, G41H20, G41H22, G41H30, G41H32, G41H70, G41H93			
凝縮器	G12H11			
デミスタ	G12D1141, G41D23, G41D33, G41D43,	純水貯槽	G85V20	デミスタラック（G41RK43）
スクラッパ	G41T10	ポンプ（純水設備）	G85P21, G85P22	スクラッパラック（G41RK10）
ベンチュリスクラッパ	G41T11			
吸収塔	G41T21			吸収塔ラック（G41RK20）
洗浄塔	G41T31			洗浄塔ラック（G41RK30）
加熱器	G41H24, G41H34, G41H44, G41H80, G41H81, G41H84, G41H85			
ルテニウム吸着塔	G41T25, G41T35, G41T45, G41T82, G41T83			
よう素吸着塔	G41T86, G41T87			
フィルタ	G41F26, G41F36, G41F46, G41F27, G41F37, G41F47, G41F88, G41G89			
排風機	G41K50, G41K51, G41K60, G41K61, G41K90, G41K91, G41K92			
セル換気系統及び機器				
フィルタ	G07F80. 1～F80. 10, G07F81. 1～F81. 10, G07F82. 1～F82. 4, G07F83. 1～F83. 2, G07F84. 1～F84. 4, G07F86, G07F87, G07F88, G07F89, G07F90, G07F91, G07F92, G07F93,			
排風機	G07K50, G07K51, G07K52, G07K54, G07K55, G07K56, G07K57, G07K58, G07K59			
第二付属排気筒				
セル冷却系統・冷却水系統及び機器				
インセルクーラー	G43H10～H19			
冷凍機	G84H10, G84H20			
冷却器	G84H30, G84H40			
ポンプ	G84P32, G84P42			
膨張水槽	G84V31, G84V41			

別紙表 3 設計地震動に対して耐震性を確保する設備及び系統（ガラス固化技術開発施設（TVF））[3/3]

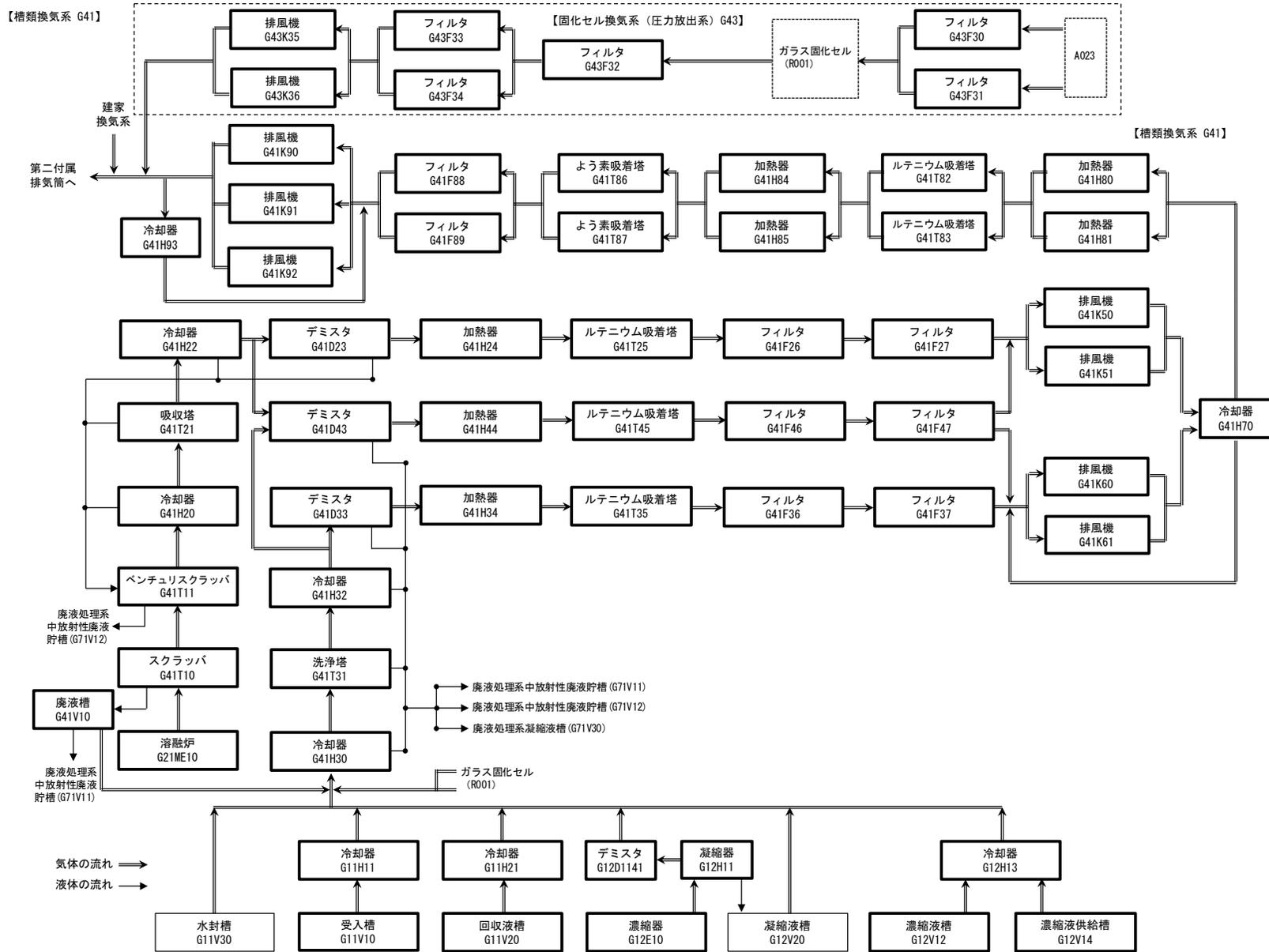
設備・系統	電気・計装制御等	支持構造物
<p>崩壊熱除去機能</p> <p>冷却水（重要系）系統及び機器</p> <p>冷却器 G83H30, G83H40</p> <p>ポンプ G83P12, G83P22, G83P32, G83P42</p> <p>冷却塔 G83H10, G83H20</p> <p>膨張水槽 G83V11, G83V21, G83V31, G83V41</p>	<p>高圧受電盤（第 11 変電所）</p> <p>低圧動力配電盤（第 11 変電所）</p> <p>無停電電源装置</p> <p>低圧照明配電盤（第 11 変電所）</p> <p>直流電源装置（第 11 変電所）</p> <p>プロセス用動力分電盤 VFP1</p> <p>工程制御盤 DC</p> <p>操作盤 LP22. 1</p> <p>現場制御盤 LP22. 3, LP22. 3-1</p> <p>電磁弁分電盤（2） SP2</p> <p>工程監視盤（1）～（3） CP</p> <p>計装設備分電盤 DP6, DP8</p> <p>プロセス用動力分電盤 VFP2, VFP3</p>	<p>機器等の支持構造物</p> <p>ガラス固化技術開発棟建家</p>
<p>津波に対する防護を担う設備※1</p> <p>漂流物防護柵</p> <p>浸水防止扉 TVF-1, TVF-2, TVF-3, TVF-4, TVF-5, TVF-6, TVF-7, TVF-8, TVF-9, TVF-10, TVF-11, TVF-12, TVF-13, TVF-14, TVF-15, TVF-16</p>		<p>機器等の支持構造物</p> <p>ガラス固化技術開発棟建家</p>
<p>重大事故対処設備※1</p> <p>固化セル換気系（圧力放出系）</p> <p>排風機 G43K35, G43K36</p> <p>フィルタ G43F30, G43F31, G43F32, G43F33, G43F34</p>		<p>機器等の支持構造物</p> <p>ガラス固化技術開発棟建家</p>

※1 津波に対する防護を担う設備、重大事故対処設備については、今後の当該設備の具体化に応じて詳細化する。

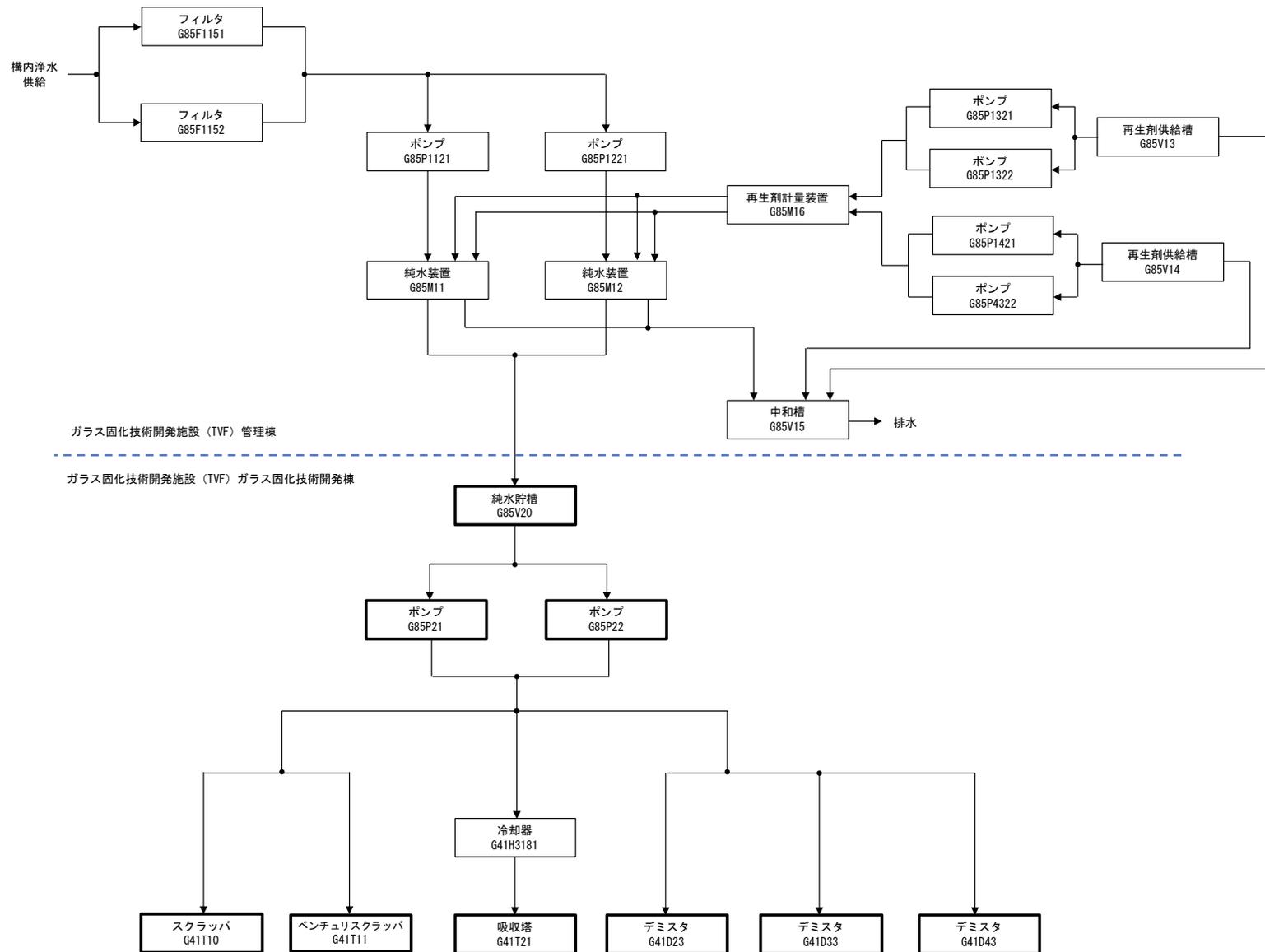
別紙図1 ガラス固化技術開発施設 (TVF) 高放射性廃液の閉じ込めを担う設備の概略系統図 (高放射性廃液を内蔵する設備)



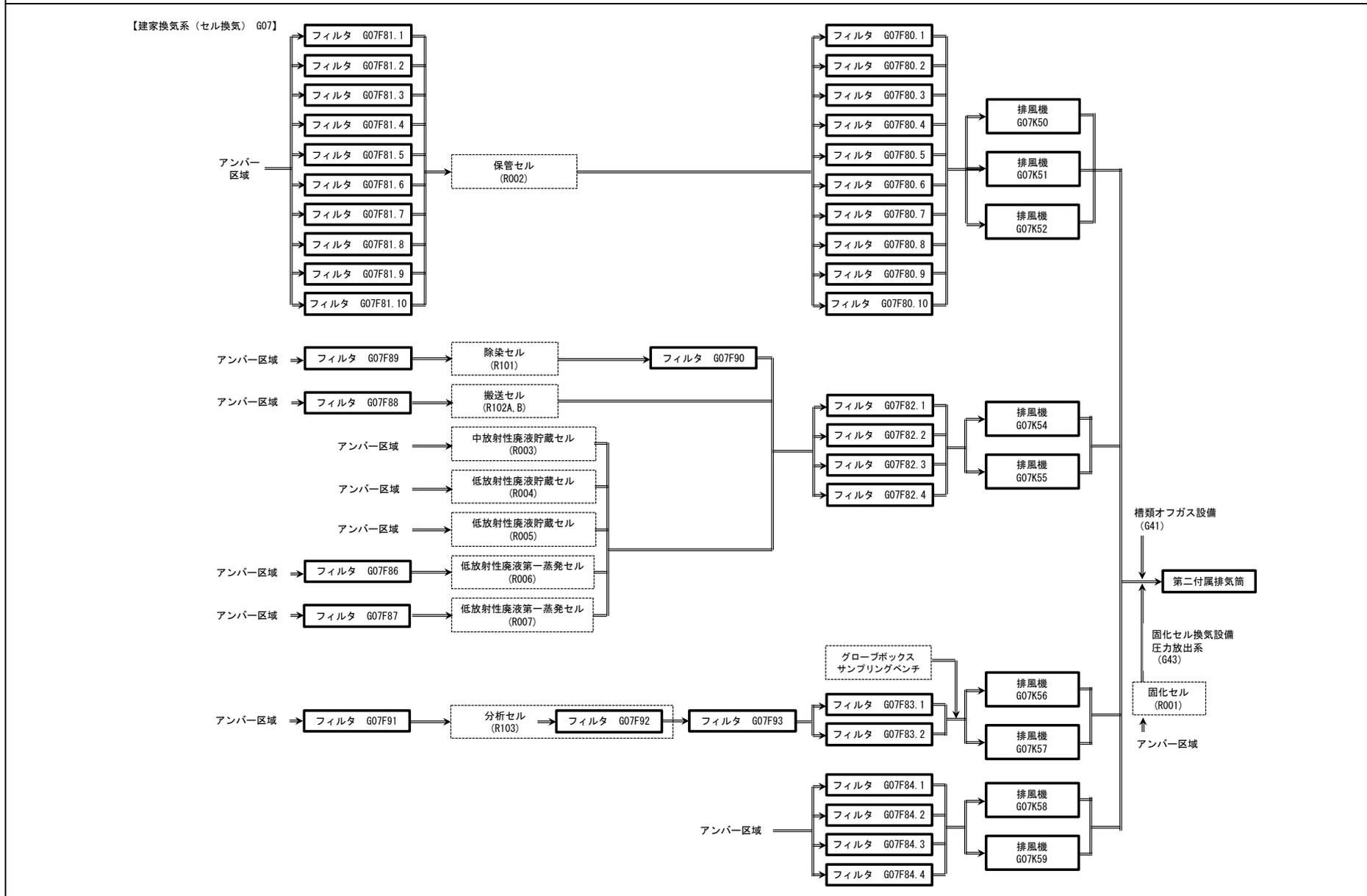
別紙図 2 ガラス固化技術開発施設 (TVF) 高放射性廃液の閉じ込めを担う設備の概略系統図 (放射性物質の放出経路の維持のための設備)



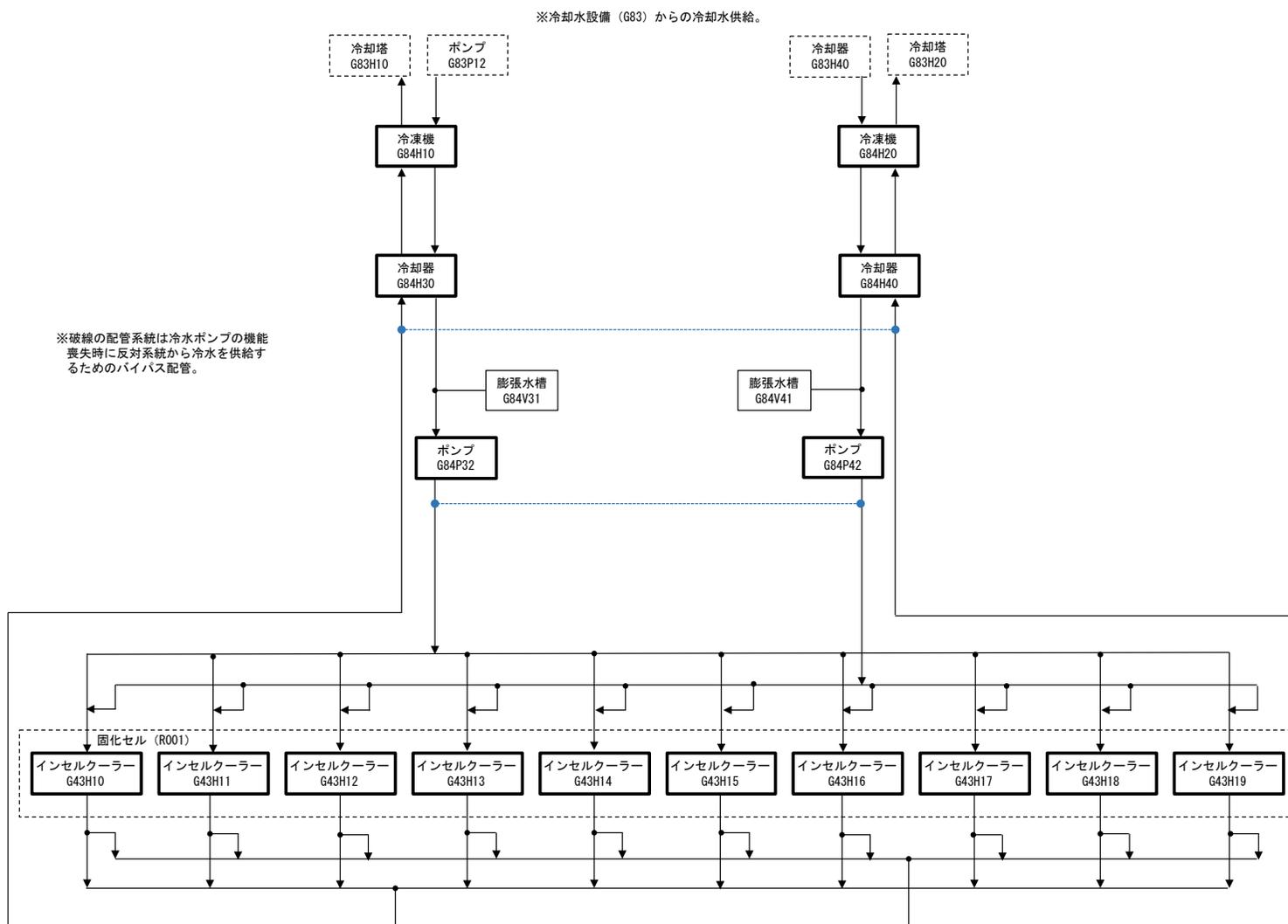
別紙図3 ガラス固化技術開発施設 (TVF) 高放射性廃液の閉じ込めを担う設備の概略系統図 (放射性物質の放出経路の維持のための設備)



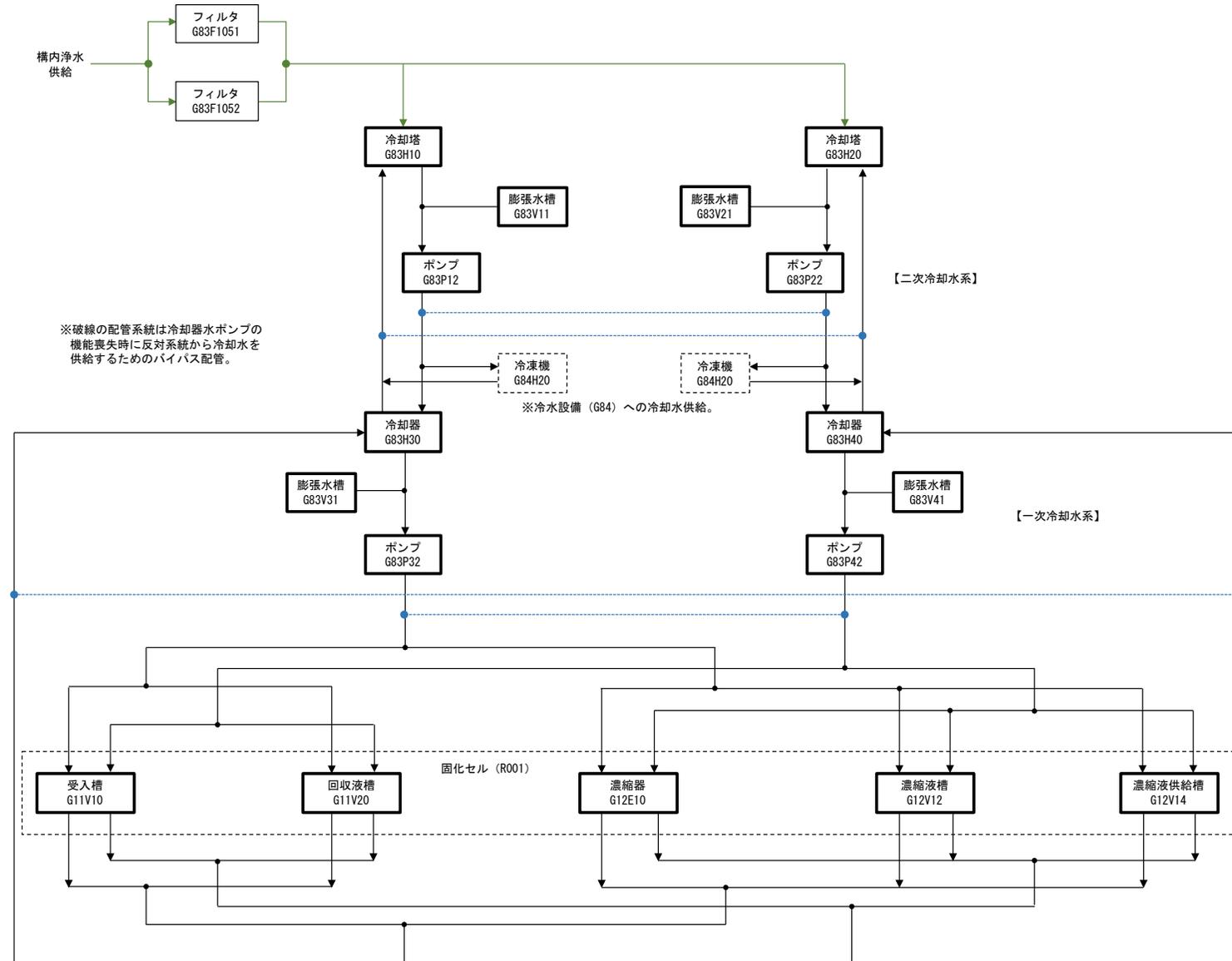
別紙図4 ガラス固化技術開発施設 (TVF) 高放射性廃液の閉じ込めを担う設備の概略系統図 (放射性物質の放出経路の維持のための設備)



別紙図5 ガラス固化技術開発施設 (TVF) 高放射性廃液の閉じ込めを担う設備の概略系統図 (固化セル冷却系)



別紙図6 ガラス固化技術開発施設 (TVF) 高放射性廃液の崩壊熱除去機能を担う設備の概略系統図 (冷却水 (重要系) 系統)



TVF 開発棟 建家貫通部からの浸水の可能性について

【概要】

○「耐津波設計に係る工認審査ガイド」の「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。」に基づき、高放射性廃液貯蔵場(HAW)と同様に、ガラス固化技術開発施設の開発棟に対して浸水の可能性のある経路について確認した。

令和2年6月2日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TVF 開発棟建家貫通部からの浸水の可能性について

令和 2 年 6 月 2 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。」とあり、ガラス固化技術開発施設の開発棟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(図 1 参照)



2.2.壁貫通部(図 2～図 16 参照)



2.3.扉及びシャッター一部(図 17～図 18 参照)



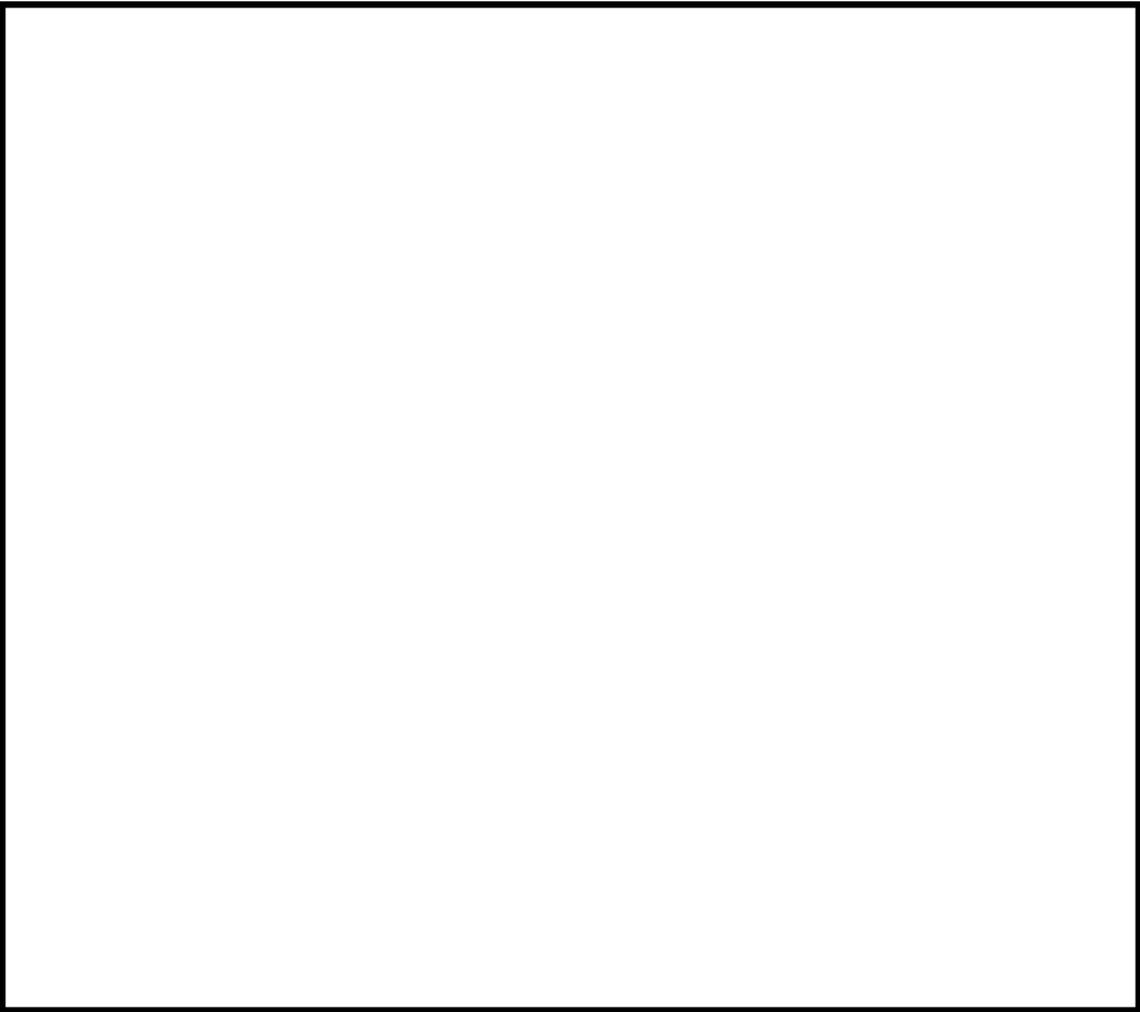
3.浸水の可能性のある経路の構造

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.扉及びシャッター一部(図 17～図 18 参照)

TVF 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 HAW 施設建家と TVF 建家間の約 30 m を結ぶ地下洞道であり、内部には高放射性廃液が設置されているため、設計用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については、4 月 27 日の公開会合にて紹介済みである。

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没水するおそれがある。そのため、TVF と T20 トレンチの接続箇所の建屋外壁が、津波の最大浸水深における水圧に耐えることの評価を R2.7 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 と T20 トレンチの接続箇所の建屋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 内のバルブ等により水の侵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 R2.7 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建家外壁等の健全性の評価を R2.7 月末までに実施する。評価としては、

- ①トレンチ等と接する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 TVF 建家内壁の健全性評価(最大浸水深においてトレンチ内壁が水圧に耐えることの確認)
 - ③T21 トレンチの内部の 2 重管の健全性評価(最大浸水深において 2 重管が水圧に耐えることの確認)
- を実施する。

5.2.トレンチ等を除く壁貫通配管等の点検

TVF 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:R2.7 月中旬までに実施予定。
(3.3 項のシール材の追加等による浸水防止処置予定箇所を模擬)
- ・モルタルの水圧試験:R2.7 月中旬までに実施予定。
(建家 1 階に位置し貫通部の面積が大きい配管を模擬)

上記試験については HAW 施設の配管を模擬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。対象には貫通部のうち、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を選定し、設計津波の遡上波に伴う津波荷重に対し、有意な漏えいを生じないことを模擬試験体による耐圧試験により確認する。

TVF 開発棟建家貫通部には、図面、現場調査より止水措置が施されていることを確認している。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。万が一建家内に浸水した場合も建家機能を損なうことはない。浸水した場合の影響については別紙に示す。

以上

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各フロアへの浸水はない。	耐震評価実施予定※
	屋上冷却塔 (G83H10, H20, H50等)	当配管は、T20トレンチとTVF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屋上への浸水はない。	耐震評価実施予定※
飲料水配管 (図10 No.42)	手洗い場、シャワー室、 トイレ等	T20トレンチとTVF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の手洗い場等への浸水を防止できる。	耐震評価実施予定※
極低放射性廃液配管 (図10 No.45)	廃液貯槽 (G71U017)	極低放射性廃液払出し作業時に使用するバルブを閉めることにより、TVFの廃液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、フェイルクローズの設計であるため、全電源喪失時には自動的に閉となる。	耐震評価実施予定※

※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R2.7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と接続しているトレンチ等

図2 TVF建家のトレンチ以外の壁貫通部調査（西側）

図3 TVF建家のトレンチ以外の壁貫通部調査（西側）

図4 TVF建家のトレンチ以外の壁貫通部調査（南側）

図5 TVF建家のトレンチ以外の壁貫通部調査（南側）

図6 TVF建家のトレンチ以外の壁貫通部調査（東側）

図7 TVF建家のトレンチ以外の壁貫通部調査（東側）

図8 TVF建家のトレンチ以外の壁貫通部調査（北側）

図9 TVF建家のトレンチ以外の壁貫通部調査（北側）

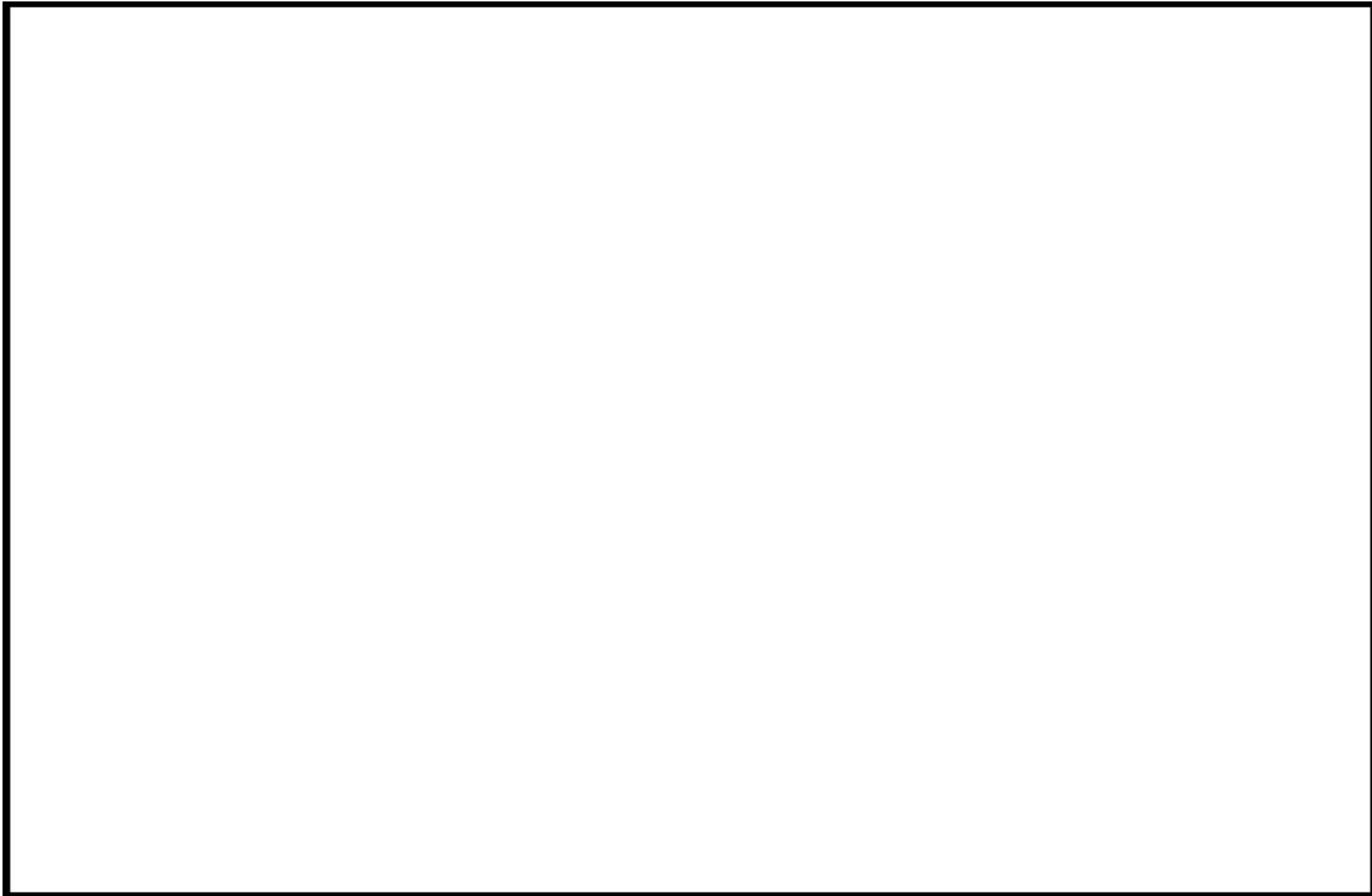


図10 TVF建家とT20トレンチ間の壁貫通部調査（建家内から撮影）

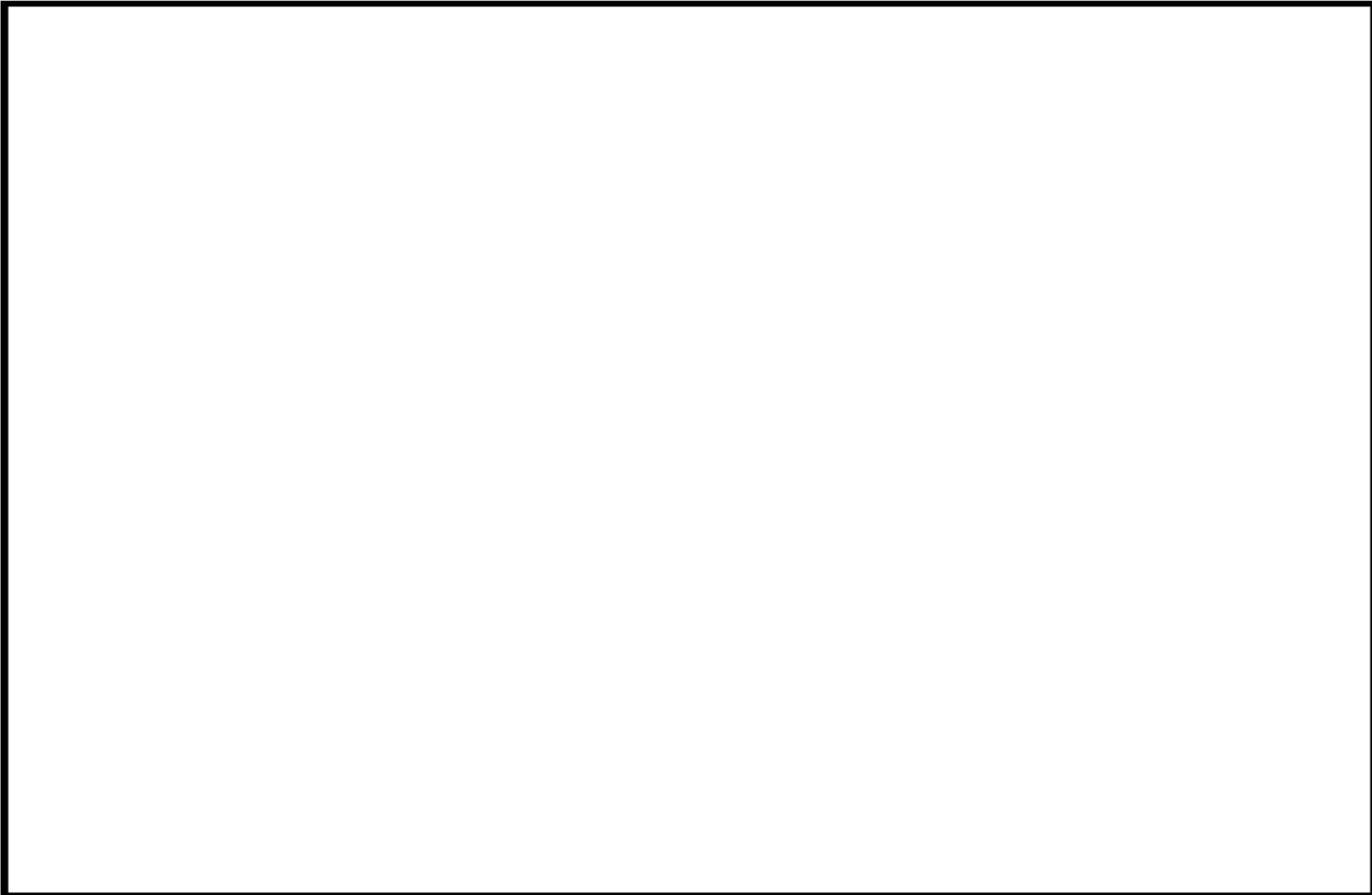


図11 TVF建家と連絡通路間の壁貫通部調査（建家内側から撮影）

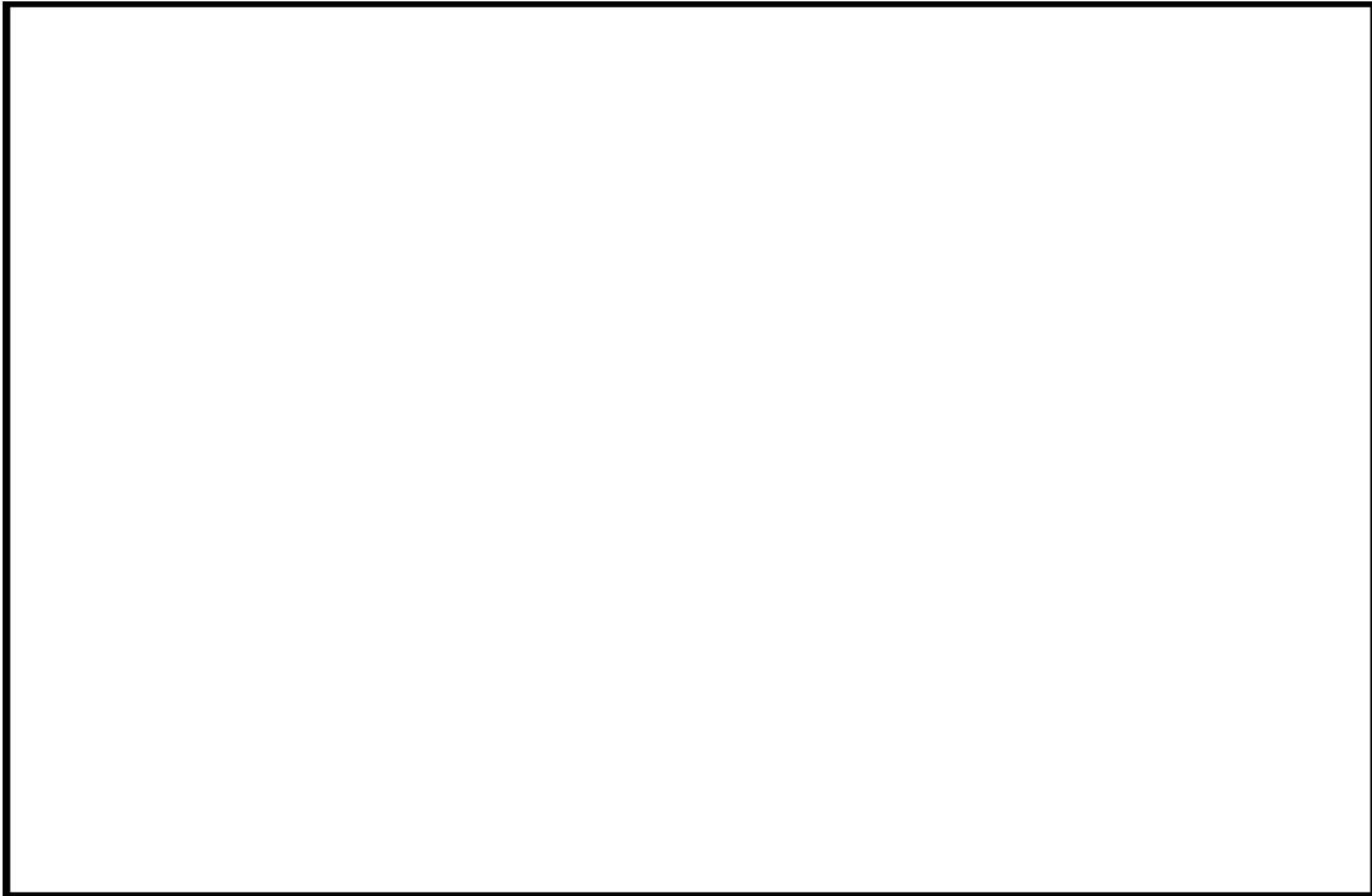


図12 TVF建家の屋上部分貫通部調査

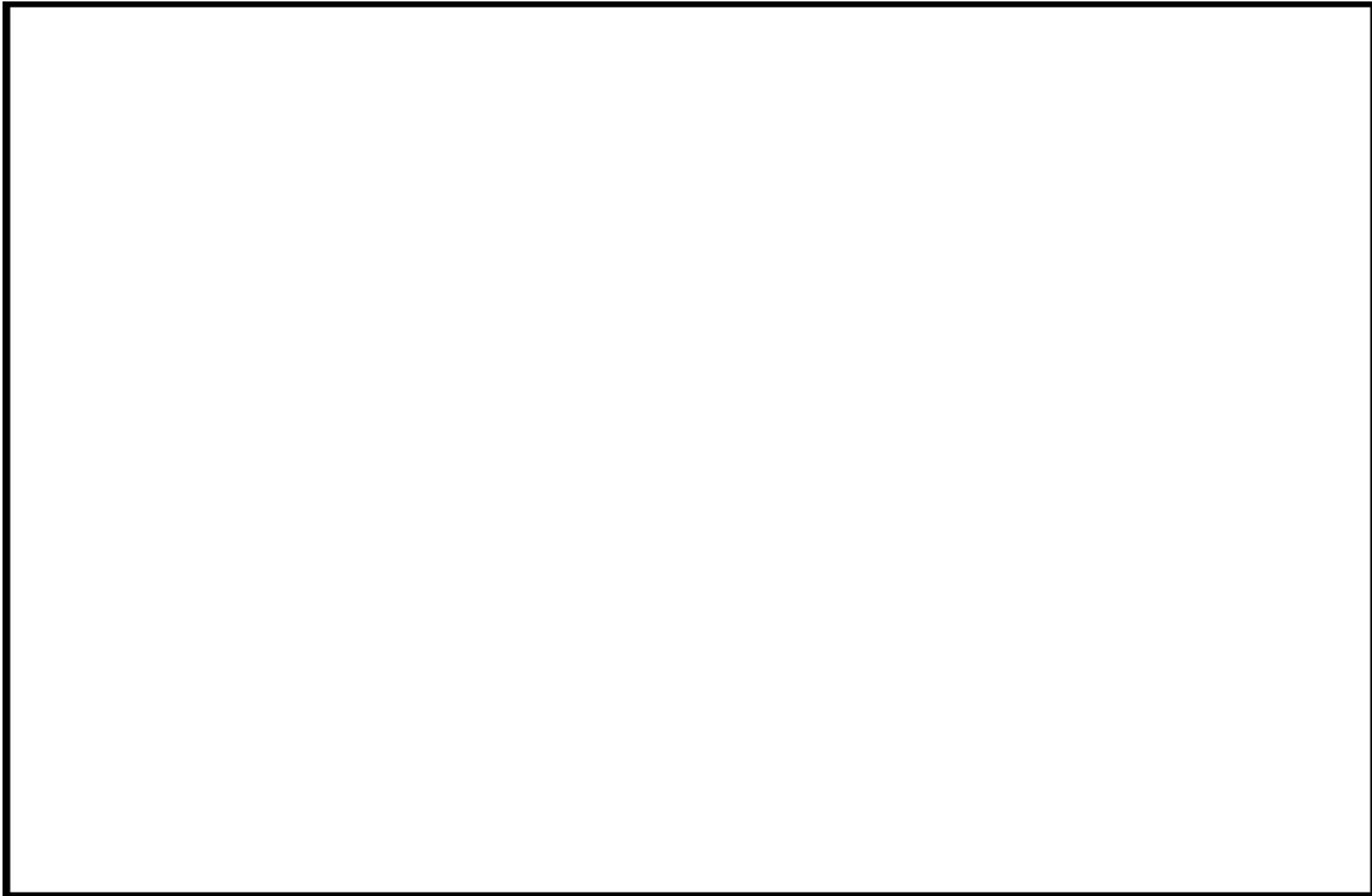


図13 TVF建家の屋上部分貫通部調査

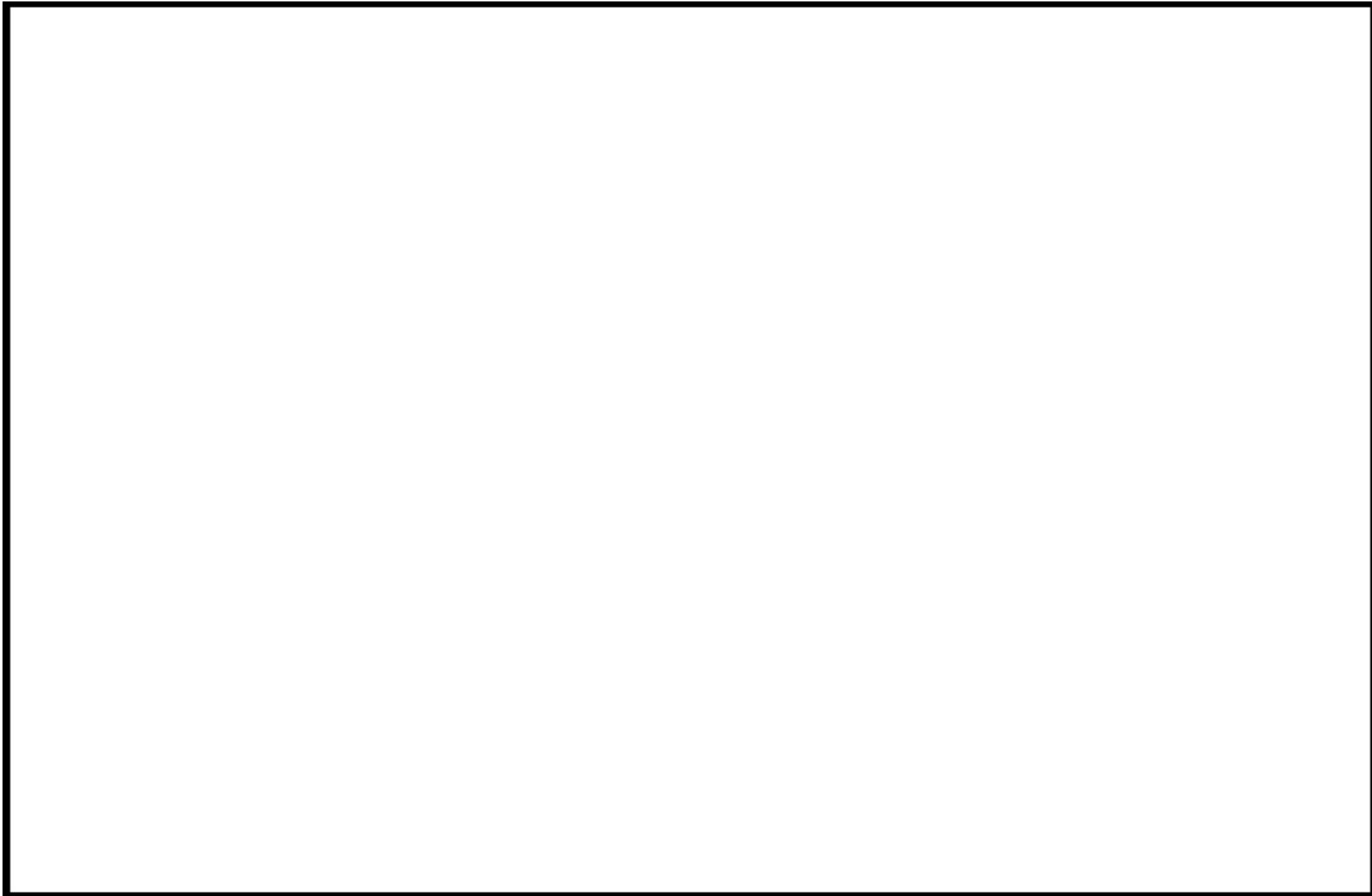


図14 TVF建家の屋上部分貫通部調査

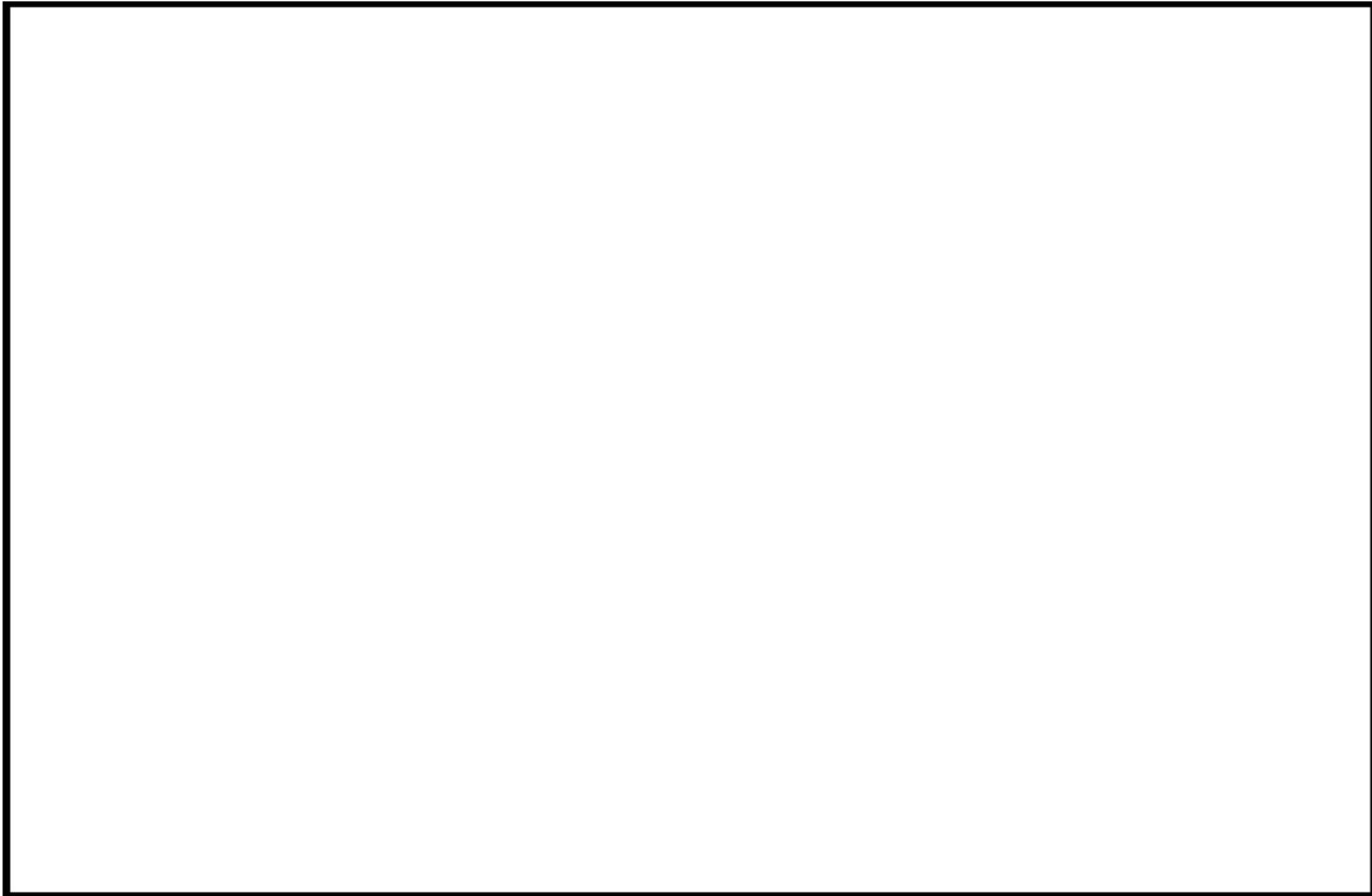


図15 TVF建家の屋上部分貫通部調査

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

図20 T20トレンチの構造

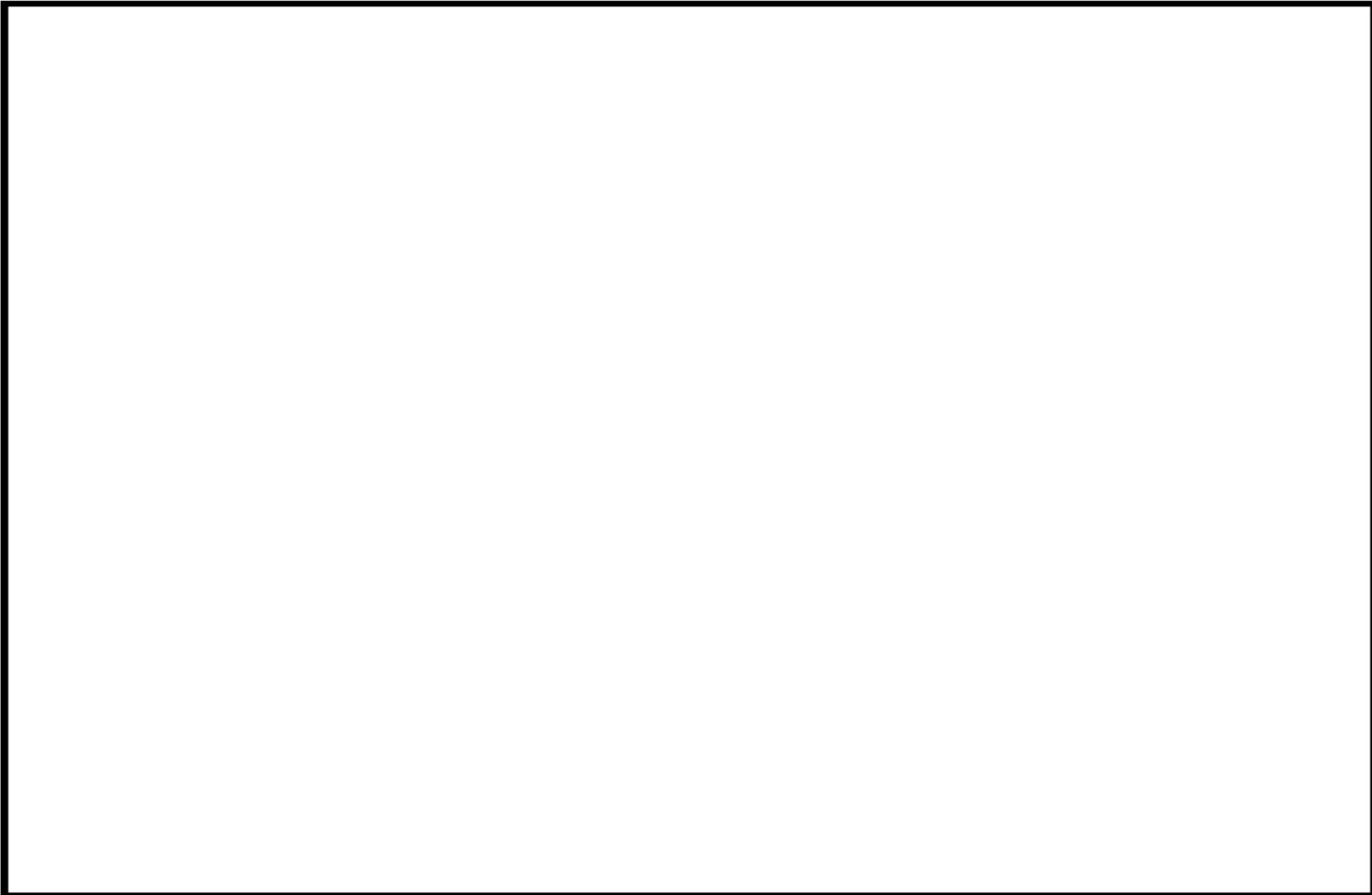


図21 T21トレンチの構造（浸水想定）

試験条件

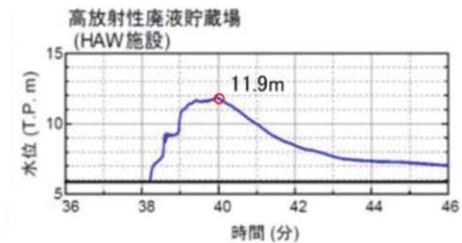
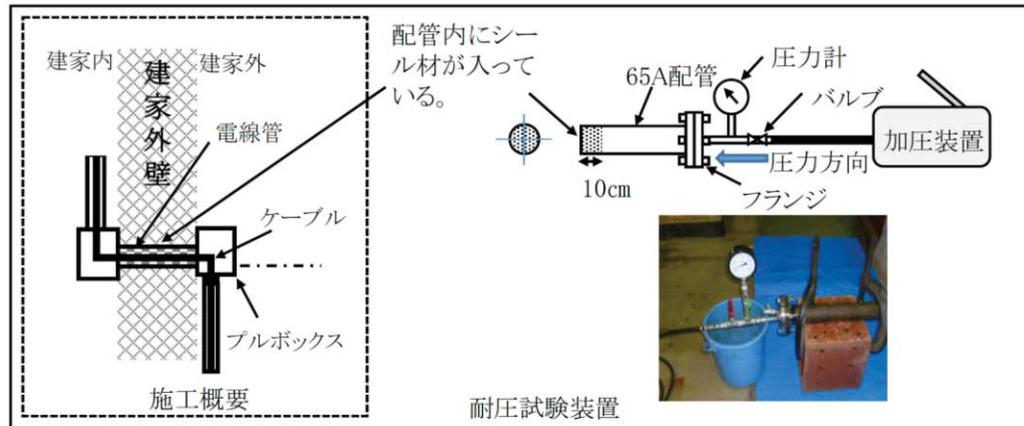
項目	条件	設定理由	備考
試験圧力	0.5 MPa	・津波波力を上回る0.5 MPaとした。	
保持時間	60分	津波の最大浸水深の時刻歴解析結果を踏まえ、保守的に設定。(図A参照)	
配管径	65A配管(SS材)	本シール材を使用した貫通配管で一番低層階にある最大の配管を模擬している。	図4 No.3 (制御ケーブル電線管)
シール材充填量	約10 cm充填	十分保守的な条件設定で、HAW外壁厚さ約62 cmに対して、1/5以下の充填量(厚さ)とした量。	

試験結果

試験圧力	判断基準	結果
0.5 MPa	<ul style="list-style-type: none"> ・圧力低下の無いこと ・シール部からの水漏れが無いこと 	<ul style="list-style-type: none"> ・圧力低下なし ・水漏れなし

【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

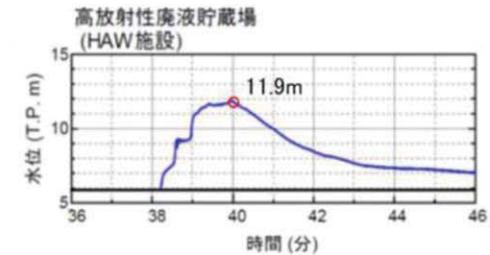
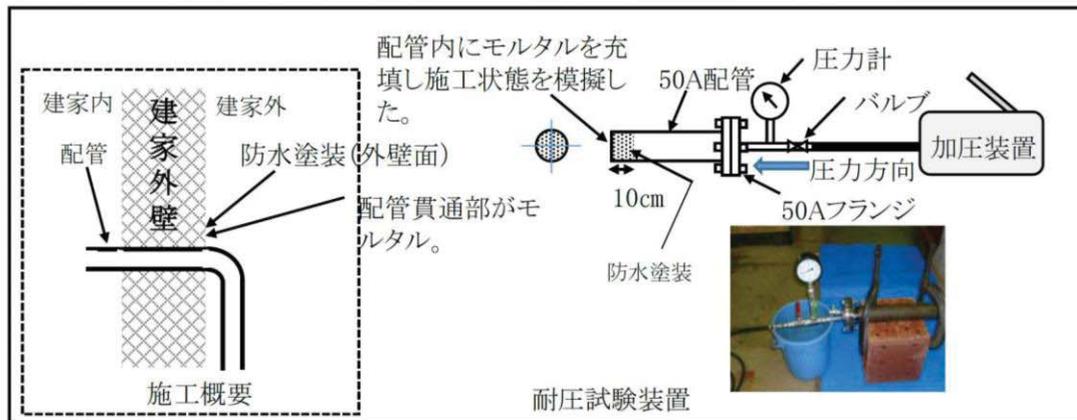
項目	条件	設定理由	備考
試験圧力	0.5MPa	・津波波力を上回る0.5MPaとした。	
保持時間	60分	津波の最大浸水深の時刻歴解析結果を踏まえ、保守的に設定。(図A参照)	
配管径	50A配管(SS材)	貫通配管で一番低層階にある最大の配管を模擬している。	図5 No.2 (非放射性廃液配管)
モルタル充填量	約10cm充填	十分保守的な条件設定で、HAW外壁厚さ約62cmに対して、1/5以下の充填量(厚さ)とした量。	

試験結果

試験圧力	判断基準	結果
0.5MPa	<ul style="list-style-type: none"> ・圧力低下の無いこと ・モルタルからの水漏れが無いこと 	<ul style="list-style-type: none"> ・圧力低下なし ・水漏れなし

【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にじみなし

図23 モルタル充填の耐圧試験の実施状況 (R2. 5. 8実施)

建家内へ浸水した場合の影響について

令和 2 年 6 月 2 日
再処理廃止措置技術開発センター

TVF 開発棟建家貫通部には、図面、現場調査より止水措置が施されていることを確認している。壁貫通部の構造上、建家内に浸水することは考えにくい。浸水した場合の影響について以下の通り検討した。

(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、作業員が内部に入れ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。そのため、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 の接続部のうち、貫通配管が最も多い接続部①において、貫通配管の周囲のモルタルやシール材等が損傷した場合の浸水の影響を評価する。TVF 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)。

トレンチと TVF 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 m³であり、二重スラブ(約 2500 m³)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、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する。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 m³であり、二重スラブ(約 2500 m³)が満水になることはない。

また、建家内に浸水した水については、中型送水ポンプやエンジン付きポンプ等を使用し回収することを想定している。排水方法については、図 4 に示す。浸水した場合の排水方法については、引き続き有効性の評価及び手順の最適化を行うと共に、継続的な訓練を実施し事故対処の習熟を図る。

以 上

図2 TVFの二重スラブの構造

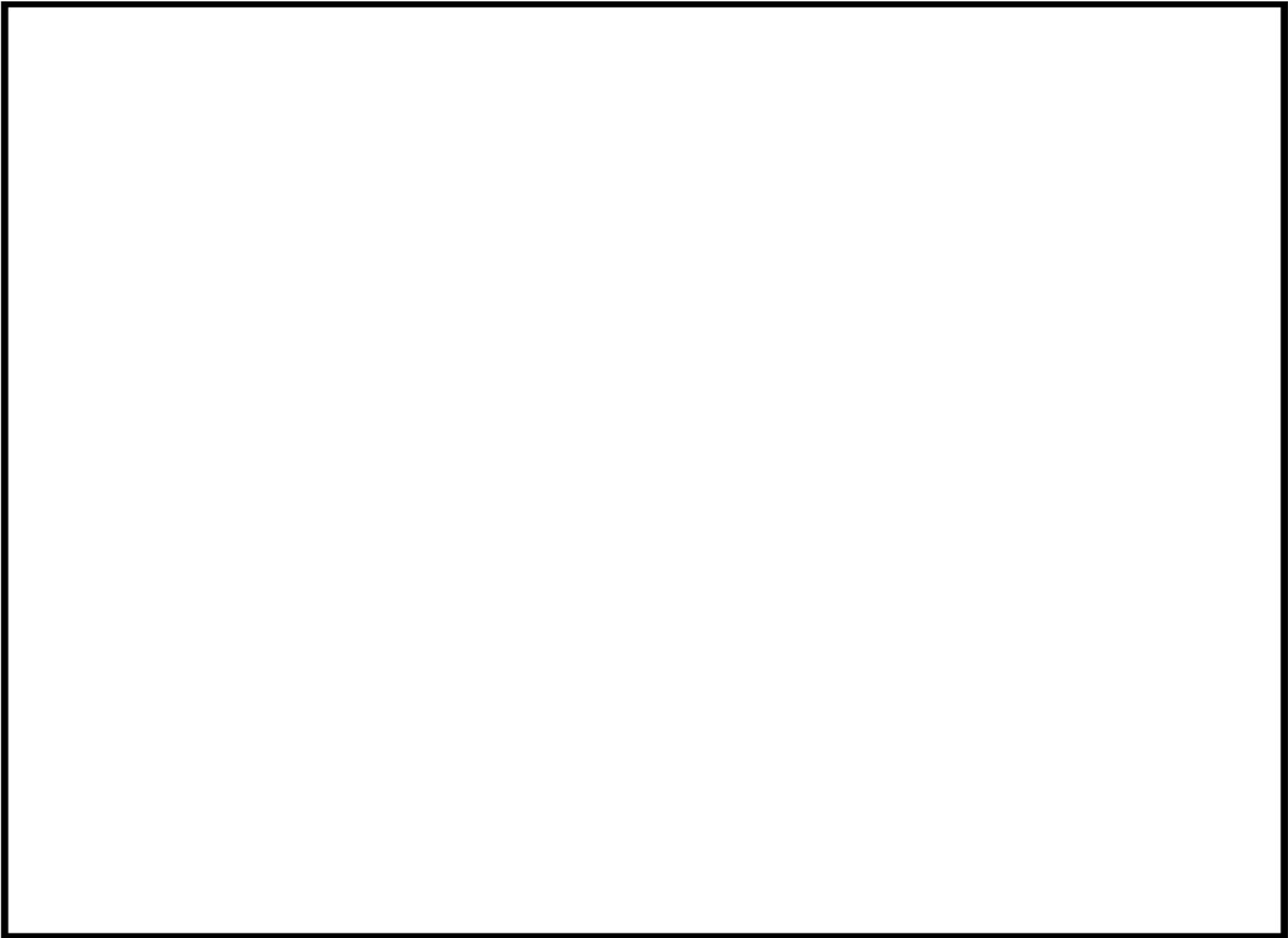


図3 建家内へ浸水した場合の影響（壁貫通配管部）

ガラス固化技術開発施設(TVF)における固化処理状況について

— 運転再開に向けた対応状況 —

【概要】

○加熱コイル内径拡大試験において、内径を $\phi 90$ mmに拡大した場合、解析結果と同様に加熱電力を約15%増加することで、既設の加熱コイル(内径 $\phi 80$ mm)と同等の温度分布が得られることを確認した(内径 $\phi 80$ mmで13 kW→内径 $\phi 90$ mmで15 kW)。

また、流下ノズルの傾きや絶縁材の有無により、流下ノズル表面の温度分布に影響は生じないことを確認した。

令和2年6月2日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

加熱コイル内径の拡大に関する加熱性確認試験について

1. 概要

ガラス固化技術開発施設(TVF)の溶融炉の流下ノズル加熱装置において、流下中に漏電リレーが作動し流下が停止した事象の原因は、流下ノズルに傾きを生じ、加熱コイルと接触することにより、漏電リレーが作動したものと判断した。この対策として、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確保するため、加熱コイル内径を既設の $\phi 80$ mm から $\phi 90$ mm に拡大し、加熱コイル中心を5 mm オフセットした加熱コイル(結合装置)の製作を進めている。

加熱コイル内径を拡大した場合、同じ高周波加熱の入力電力(電流)では流下ノズルの発熱量が低下することが分かっており、既設の加熱コイル(内径 $\phi 80$ mm)と同等の発熱量を得るために必要となる高周波加熱の入力電力(電流)を解析により確認した。

流下ノズルの温度分布については、モックアップ試験により、既設と同じ内径の加熱コイル(内径 $\phi 80$ mm)で加熱した場合の温度分布と比較する方法で加熱コイル内径の拡大、流下ノズルの位置ズレ、絶縁材の有無の影響を確認した。

解析及び試験の結果、以下を確認した。

○ 解析の結果

- ・ 加熱コイル内径を $\phi 80$ mm から $\phi 90$ mm に拡大した場合、高周波加熱の入力電力を約15 %増加させることにより、同等の流下ノズルの発熱密度(発熱量)が得られることを確認した。

○ 試験の結果

- ・ 加熱コイル内径を $\phi 80$ mm から $\phi 90$ mm に拡大し、流下ノズルの位置ズレ及び絶縁材を取付けた場合においても同等の流下ノズルの温度分布が得られることを確認した。なお、この時の高周波加熱の入力電力は、解析結果と同様に約15 %増加することを確認した。

高周波加熱の入力電力の約15 %増加(約13 kW→約15 kW)は、既設の流下ノズル加熱装置電力盤の仕様内(出力電力:22 kW)であり、流下ノズルの位置ズレや絶縁材の有無に関わらず同等の流下ノズルの温度分布が得られることから、対策後においても流下可能と判断した。

2. 解析について

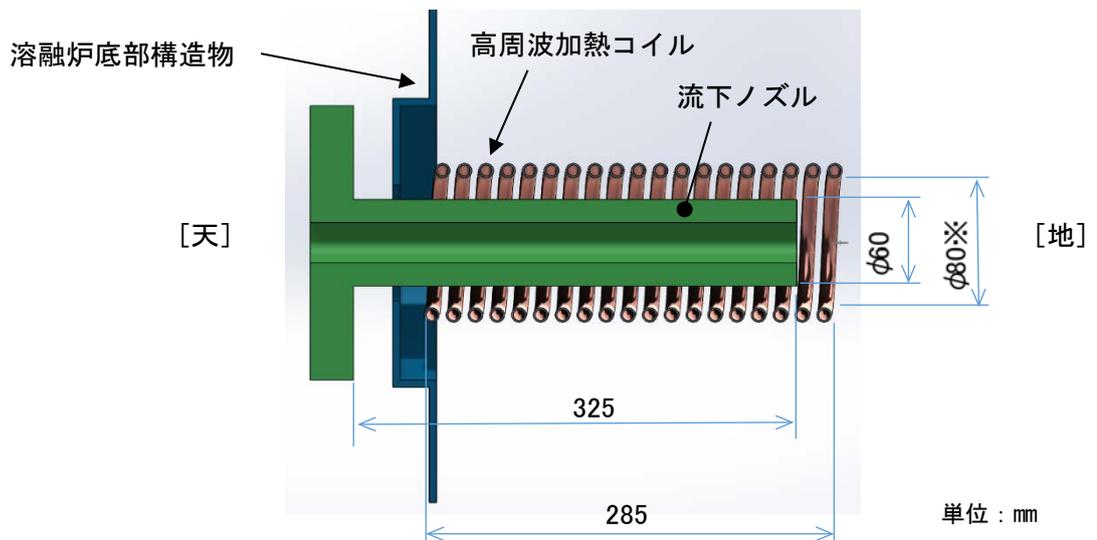
加熱コイルの内径を既設の $\phi 80$ mm から $\phi 90$ mm に拡大した場合、既設の加熱コイルと同等の発熱量を得るために必要となる高周波加熱の入力電力(電流)を解析により確認した。

2.1 解析条件及び解析モデル

解析条件を表-1、解析モデルを図-1 に示す。

表-1 解析条件

項目	仕様	備考	
加熱コイル	寸法	内径: $\phi 80$ mm、 $\phi 90$ mm、 $\phi 100$ mm、 $\phi 120$ mm 長さ: 285 mm	・内径: 既設は $\phi 80$ mm。 ・長さ: 既設と同じ。
	ターン数	19	・既設と同じ。
	材質	銅	・既設と同じ。
流下ノズル	寸法	外形: $\phi 60$ mm 内径: $\phi 28$ mm 長さ: 325 mm	・既設と同じ。
	材質	インコネル 690	・既設と同じ。
	位置	加熱コイルの中心	
高周波加熱入力	電力	13 kW	・リファレンスケース(加熱コイル内径 $\phi 80$ mm)の値。
	電流	240 A	
	周波数	2.8 kHz	・設計仕様は 2.0~3.0 kHz。



※ 解析ケースにより、 $\phi 80$ mm、 $\phi 90$ mm、 $\phi 100$ mm、 $\phi 120$ mm とする。

図-1 解析モデル

2.2 解析結果

高周波加熱電力一定の場合、加熱コイル内径の拡大に伴い流下ノズルの発熱量は、直線的に減少する(図-2)。

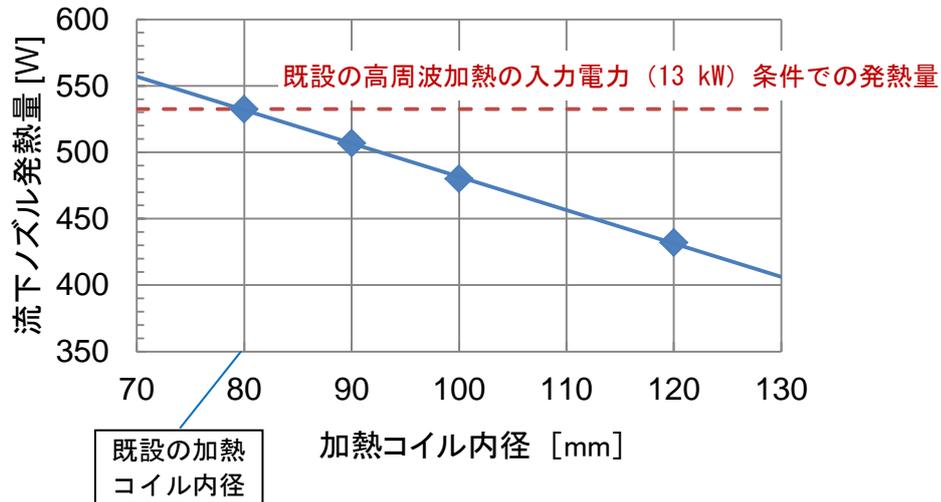


図-2 加熱コイル内径と流下ノズル発熱量の関係
(高周波加熱の入力電力を一定とした場合)

加熱コイル内径を既設の $\phi 80$ mm から $\phi 90$ mm に拡大した場合、高周波加熱の入力電流を約 240 A から約 245 A に増加(電力は 13 kW から約 15 kW に約 15%増加)させることで既設と同等の発熱量が得られ(図-3)、その時の発熱密度分布も既設と同等の分布であることを確認した(図-4)。

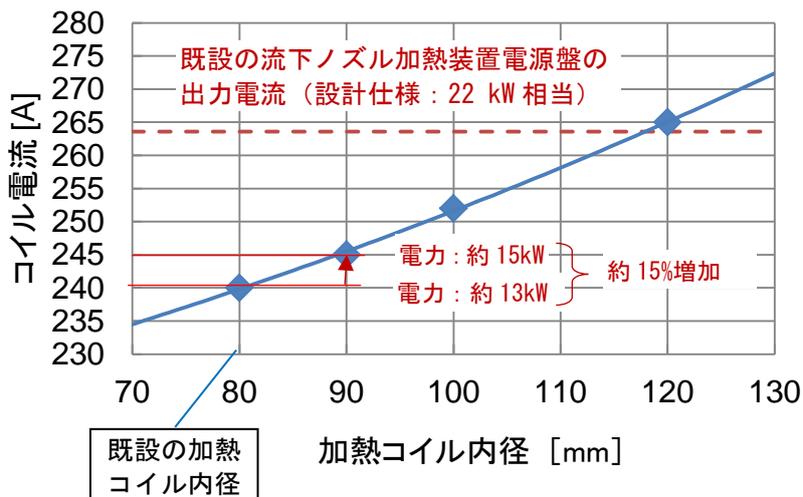


図-3 既設の加熱コイル(内径 $\phi 80$ mm)と同等の発熱量を得るために必要となる高周波加熱の入力電流

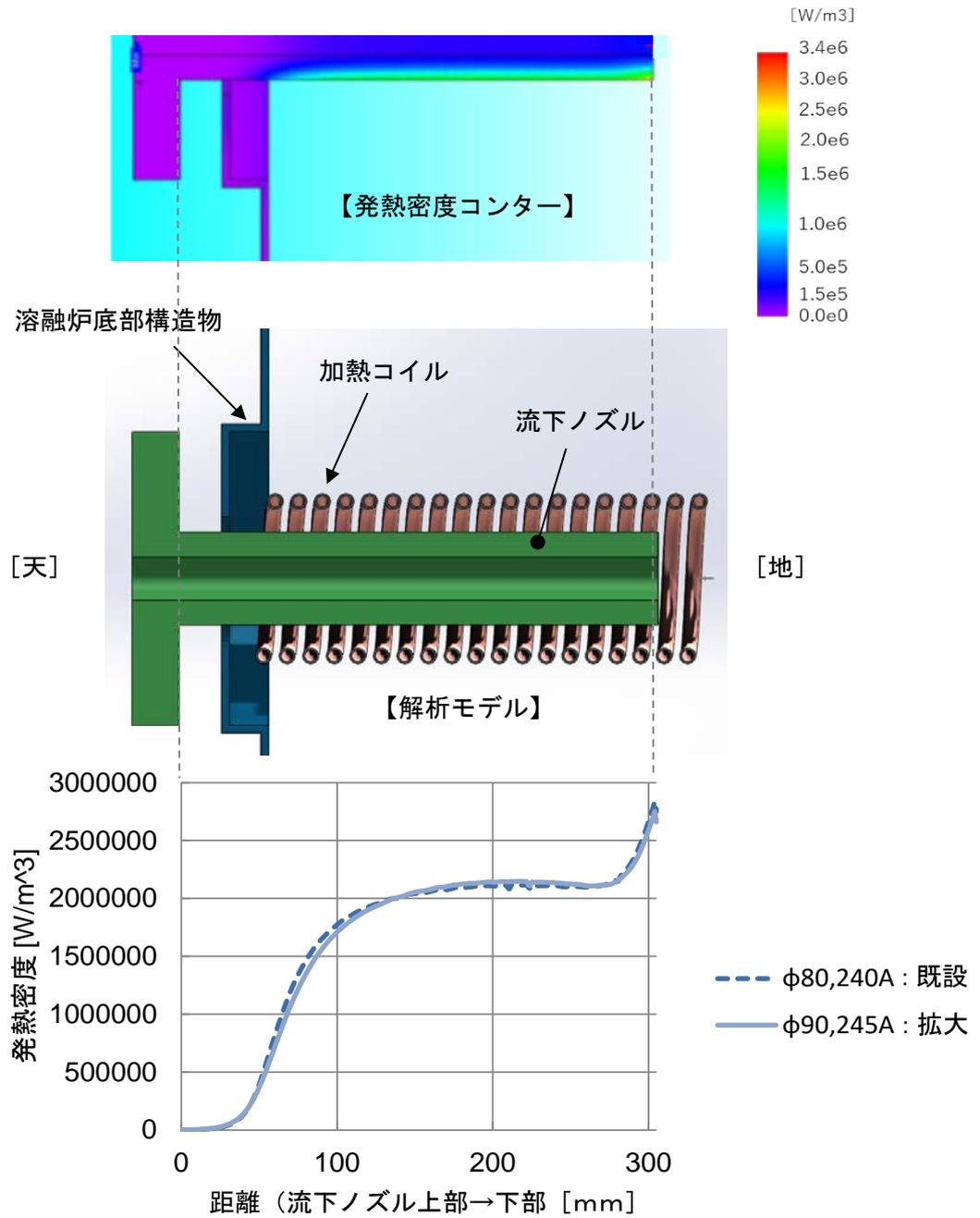


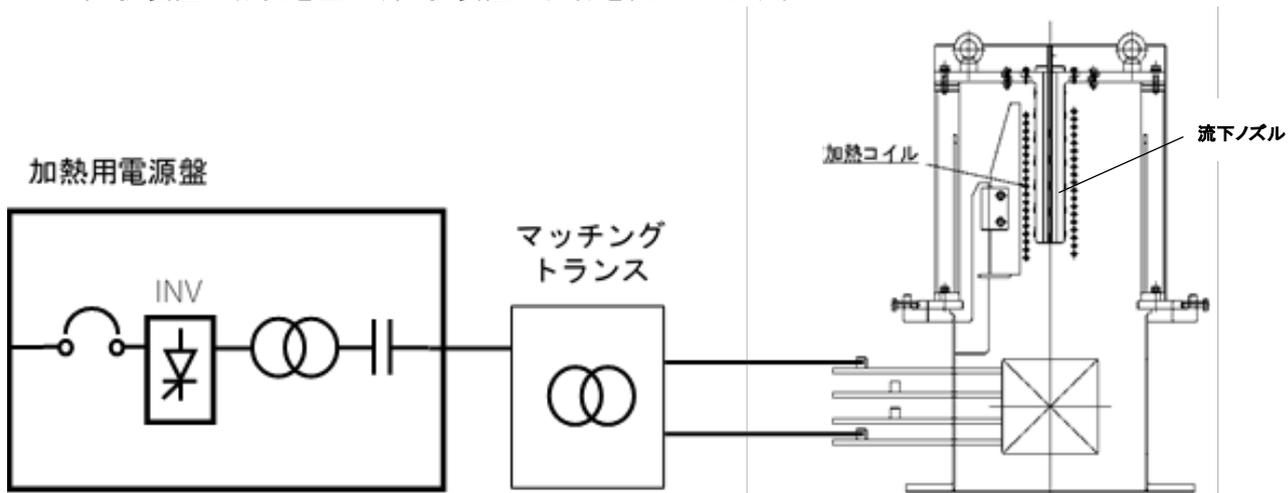
図-4 内径φ80 mm(既設)とφ90 mm(拡大)の加熱コイルで加熱した場合の流下ノズルの発熱密度分布

3. 試験について

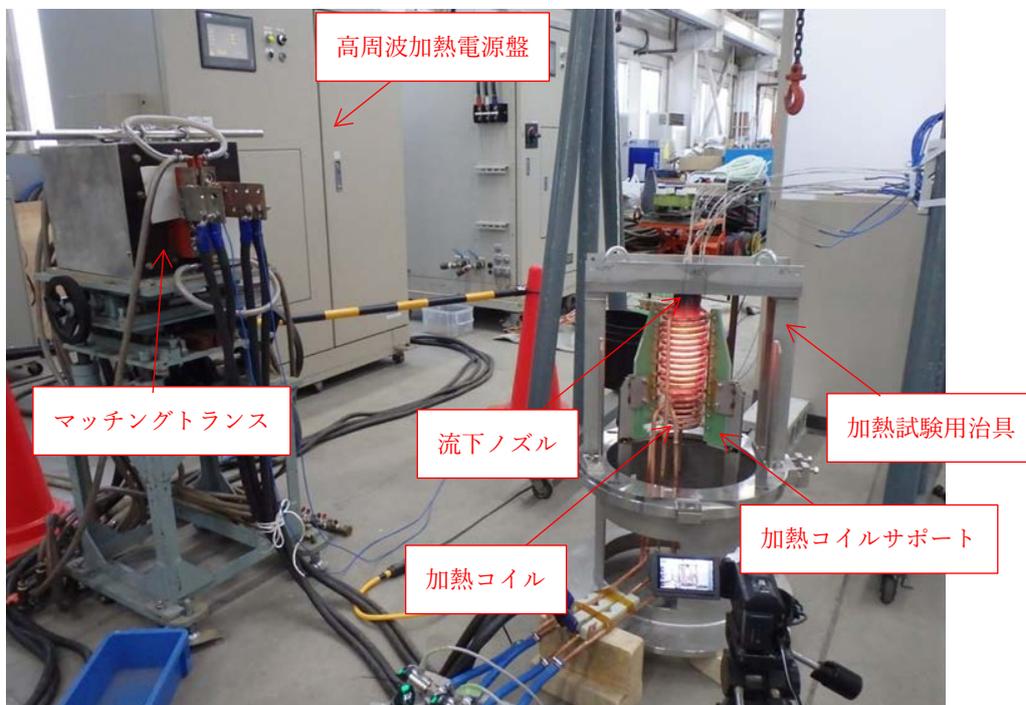
モックアップ試験により、既設と同じ内径の加熱コイル(内径 $\phi 80$ mm)で加熱した場合の温度分布と比較する方法で加熱コイル内径の拡大、流下ノズルの位置ズレ、絶縁材の有無による流下ノズルの温度分布への影響を確認した。

3.1 試験装置の概要

試験装置の概要を図-5、試験装置の仕様を表-2 に示す。



(1) 試験装置の系統図



(2) 試験装置の外観

図-5 試験装置の概要

表-2 試験装置の仕様

項 目		仕 様	備 考
加熱コイル	寸法	内径: $\phi 80$ mm、 $\phi 90$ mm 長さ: 285 mm	・ 内径: 既設は $\phi 80$ mm。 ・ 長さ: 既設と同じ。
	ターン数	19	・ 既設と同じ。
	材 質	C1220(りん脱酸銅)	・ 既設と同じ。
	メッキ	無し	・ 既設は金メッキ。
	冷 却	冷却水による強制冷却	・ 既設と同じ。
加熱コイル サポート	板 厚	10 mm	・ 既設と同じ。
	材 質	FRP	・ 既設はアルミナセラミック。
	構 造	周方向 3 箇所	・ 既設と同じ。
流下ノズル	寸法	外形: $\phi 60$ mm 内径: $\phi 28$ mm 長さ: 325 mm	・ 既設と同じ。
	材質	MA690(NFC690 と同等)	・ 既設は NFC690。
高周波加熱 電源	周波数	2.0~3.0 kHz の範囲で調整。	・ 既設は約 2.8 kHz。
	周波数の 調整方法	マッチングトランス	・ 既設はマッチングトランス+コンデンサ。
	接続方法	ケーブル	・ 既設はブスバー。

2.2 試験ケース

試験ケースを表-3 に示す。

表-3 試験ケース

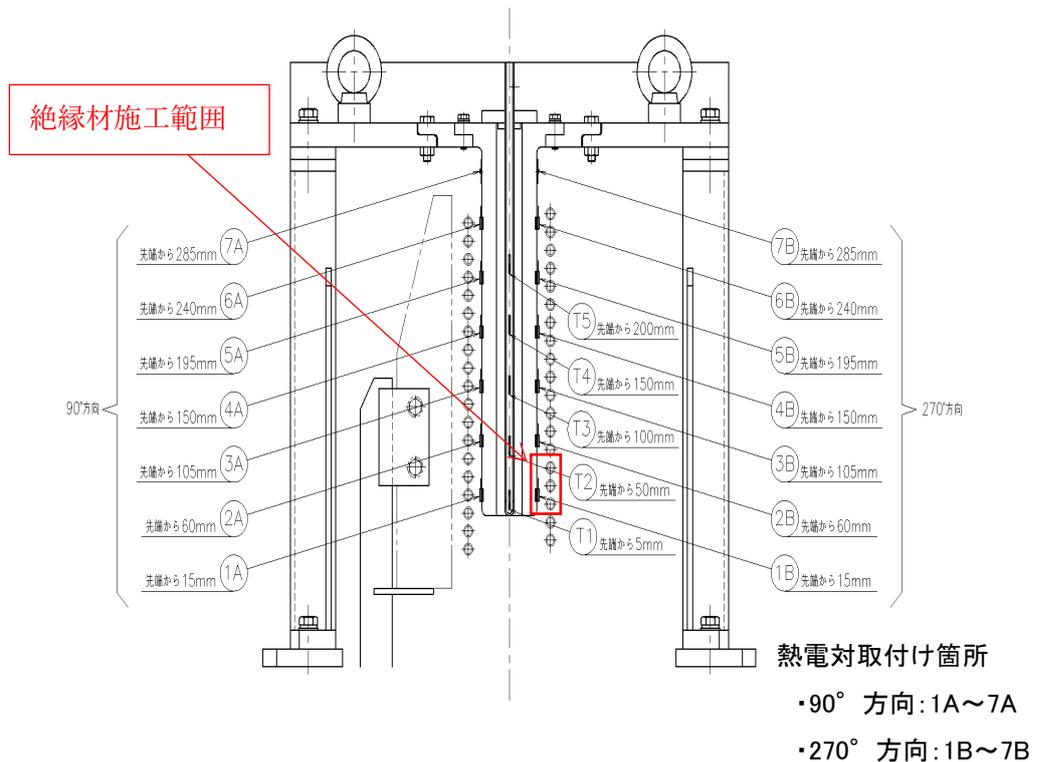
試験 ケース	加熱コイル 内径	流下ノズルの 傾き・位置ズレ	絶縁材	目 的
①	$\phi 80$ mm	無し	無し	リファレンスケース
②	$\phi 90$ mm	有り ・ 傾き 1.2° ・ 位置ズレ 5mm	無し	加熱コイル内径拡大、流下ノズル傾き等の影響を確認する。
③	$\phi 90$ mm		有り	絶縁材の有無による影響を確認する。

2.3 温度分布の確認方法

流下ノズル表面に熱電対を取付け(14箇所)、温度分布を確認した。

熱電対の取付け箇所は、加熱コイルと流下ノズルのクリアランスが最も広い方向(90°方向)と最も狭い方向(270°方向)にそれぞれ7本の熱電対を等間隔に設置した(図-6)。

また、絶縁材は、加熱コイルと流下ノズルのクリアランスが最も狭い方向(270°方向)の流下ノズル先端部付近に取付けた(図-6)。



(1) 熱電対及び絶縁材取付け箇所



加熱コイル下端からの写真



加熱コイル横からの写真

(2) 絶縁材取付け状況

図-6 熱電対及び絶縁材取付け状況

2.4 試験結果

高周波加熱時、流下ノズル温度は 1100 °C以下としていることから、最も高い部分の温度が約 1000 °Cになるように加熱し、約 1000°C到達後 30 分時点での各温度計の指示値及び高周波加熱の入力電流、電力、周波数を記録した。

試験結果は以下のとおり。

- ・ 加熱コイル内径を $\phi 80$ mm から $\phi 90$ mm に拡大し、流下ノズルの位置ズレ及び絶縁材を取付けた場合においても同等の流下ノズルの温度分布が得られることを確認した。

なお、この時の高周波加熱の入力電力は、解析結果と同様に約 15 %増加することを確認した。



図-7 流下ノズルの加熱状況

- (1) 加熱コイル内径を $\phi 80$ mm から $\phi 90$ mm に拡大した場合、流下ノズルの位置ズレや絶縁材の有無した場合の比較評価のリファレンスとなる試験ケース①における流下ノズルの温度分布を図-8 に示す。

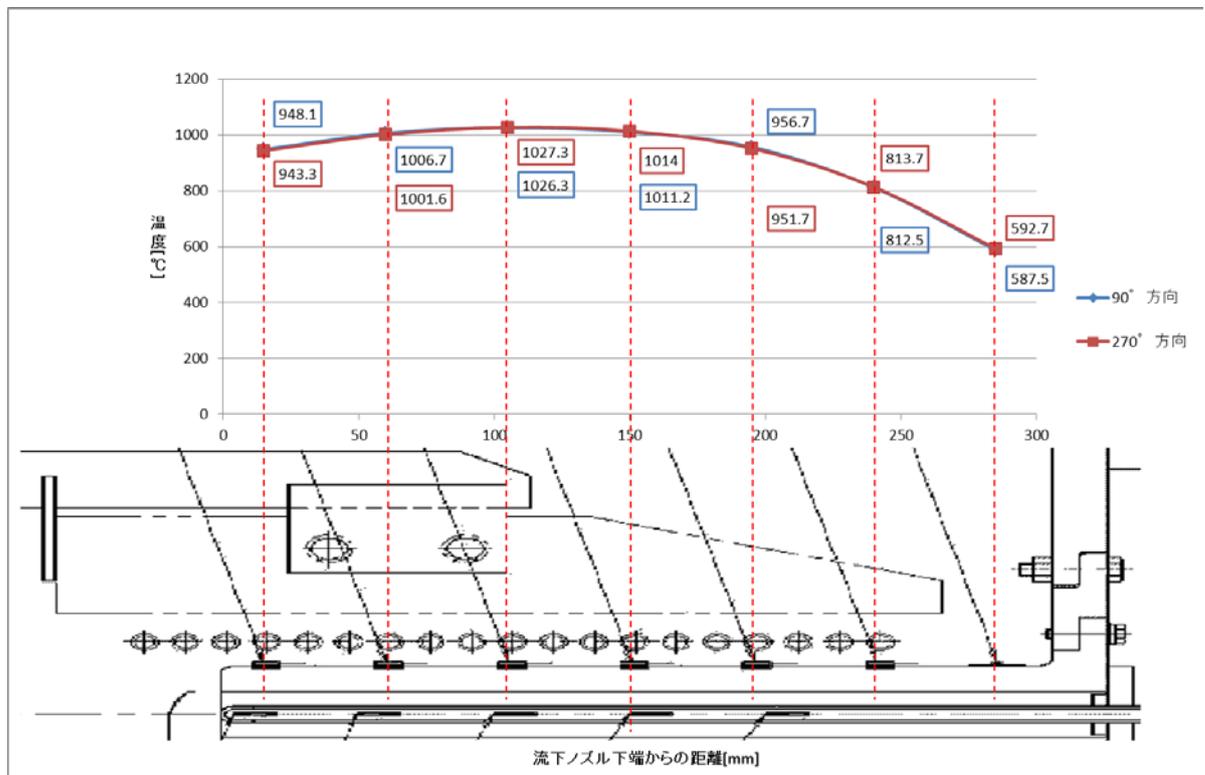


図-8 試験ケース①(リファレンスケース)の流下ノズル温度分布

(2) 試験ケース②(加熱コイル内径拡大+流下ノズル傾き等あり)及び試験ケース③(加熱コイル内径拡大+流下ノズル傾き等あり+絶縁材あり)の温度分布を試験ケース①(リファレンス)と比較した結果を図-9(90° 方向)、図-10(270° 方向)に示す。なお、試験ケース②、③の最高温度について、試験ケース①に比べ約 20 °C程度低くなっているのは、試験の都合上、加熱の調整範囲を約 20 °C程度(0.5 kW)としたことによるものである。

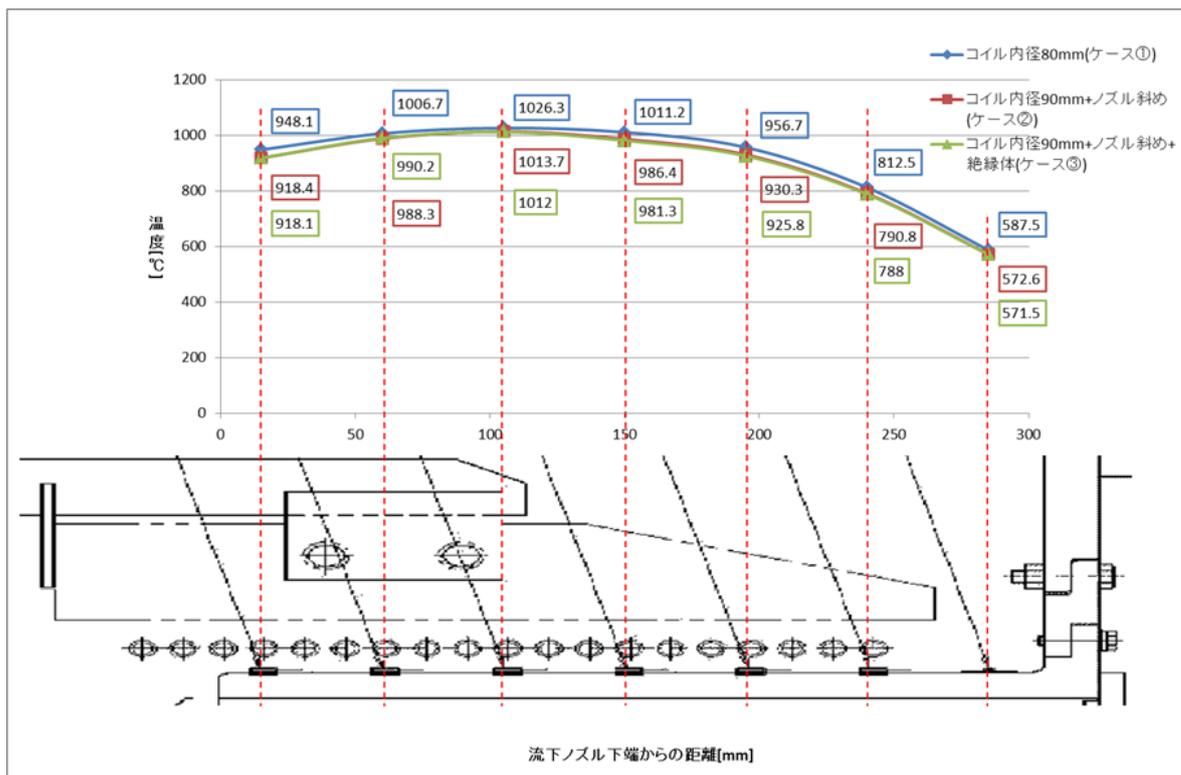


図-9 温度分布の比較結果(90° 方向)

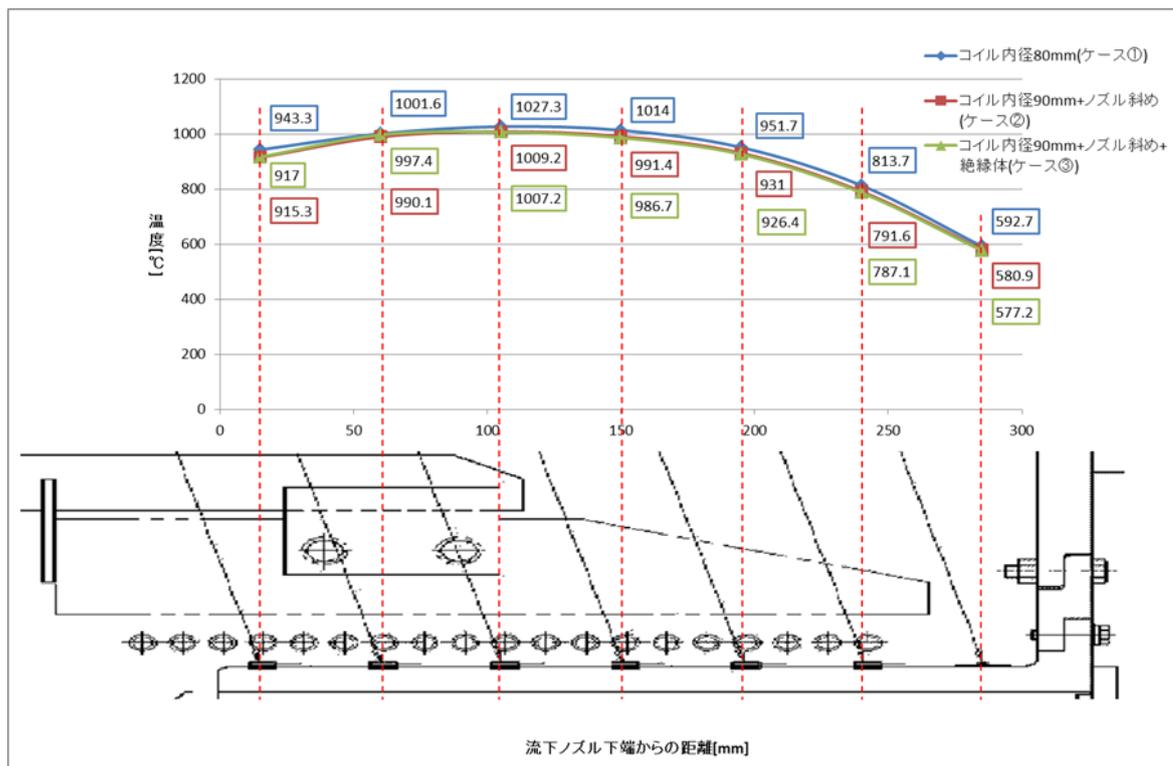


図-10 温度分布の比較結果(270° 方向)

(3) 試験における高周波加熱の入力電力等のデータを表-4 に示す。

表-4 高周波加熱の入力電力等のデータ

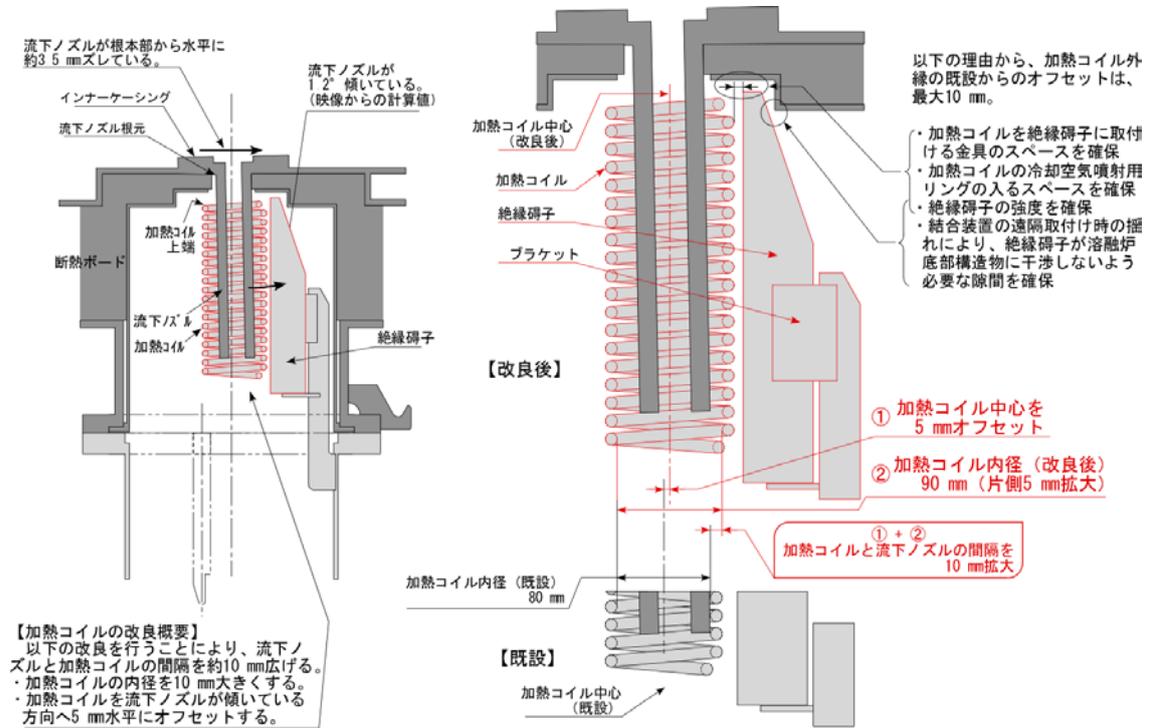
試験ケース	電力	電流
①	約 6.5 kW	約 450 A
既設(参考)	約 13 kW	約 240 A
②、③	約 7.5 kW (試験ケース①に対して 15%増加)	約 485 A

4. まとめ

解析及び試験の結果から、加熱コイル内径を $\phi 80$ mm から $\phi 90$ mm に拡大しても高周波加熱の入力電力を約 15 %増加させることにより、既設と同等の流下ノズルの温度分布が得られ、流下ノズルの位置ズレや絶縁材取付けの影響を受けないことを確認した。

また、この入力電力の約 15 %増加(既設の約 13 kW に対して、加熱コイルの内径拡大後は約 15 kW を要すると推定)に対しては、現状の設備(22 kW)に十分な余裕があり、改造等せずに対応可能である。

以上から計画している対策実施後においても、既設と同様に流下可能と判断した。



加熱コイル径拡大のイメージ図

【流下ノズルと加熱コイルの観察結果】

【推定方法】

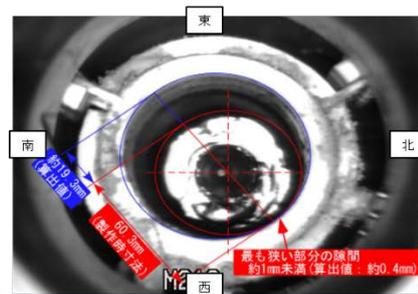
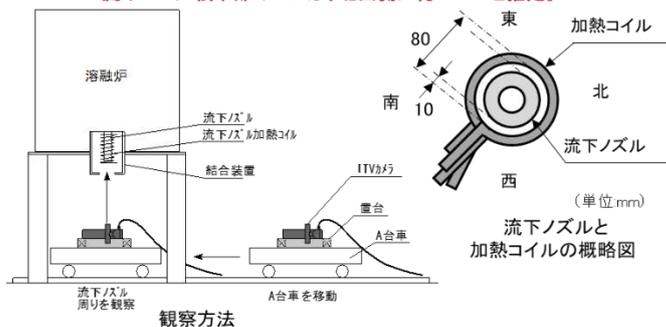
- 流下ノズル外径60.3 mm(製作時の実測寸法)を基準として、画像上での計測値を換算して寸法を算出した。
- 加熱コイルの内径は設計値80 mmとした。

① 流下ノズル先端部

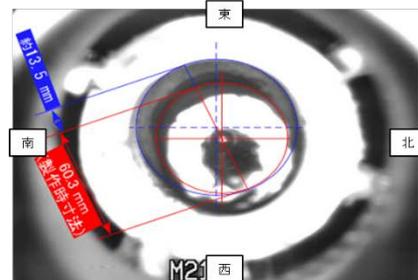
- 流下ノズル先端部と加熱コイルの間隔は、最も広い箇所で約19.3 mm。
- 流下ノズル先端部と加熱コイルの間隔は、最も狭い箇所で約0.4 mmと推定。

② 流下ノズル根本部

- 流下ノズルの根本付近と加熱コイル上部の間隔は、最も広い箇所です約13.5 mm。
- 流下ノズル根本部のズレは、北西側に約3.5 mmと推定。

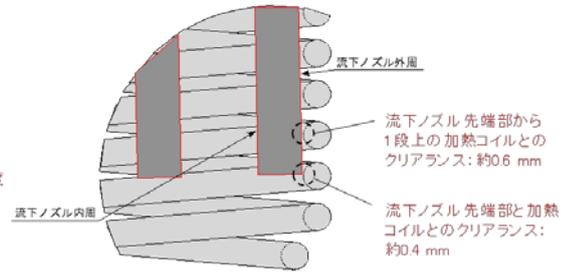
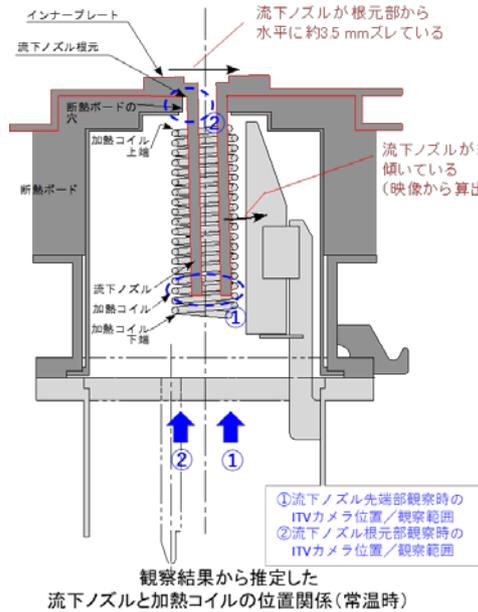


① 流下ノズル先端部の観察結果

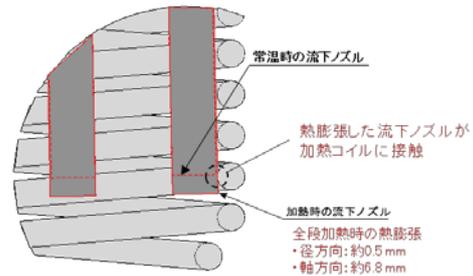


② 流下ノズル根本部の観察結果

✓ 現状、室温の状態では流下ノズル先端部と加熱コイルのクリアランスは最も狭い箇所で約0.4 mmと推定でき、全段加熱時の流下ノズルの熱膨張(軸方向に約6.8 mm、径方向に約0.5 mm膨張する)により、加熱コイルに接触したと考えられる。



流下ノズルと加熱コイルの位置関係拡大図(常温時)



流下ノズルと加熱コイルの位置関係拡大図(全段加熱時)