

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の

耐津波補強工事

(再処理施設に関する設計及び工事の計画)

【概要】

- 令和2年8月7日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」(令和2年9月25日認可)に示した計画に従い、廃止措置計画用設計津波に対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外壁について、波力と、余震、建家設計用漂流物の衝突との荷重のそれぞれの組み合わせを考慮した津波荷重に対して耐力が不足している部位(2カ所)の補強工事を実施する。
- 本補強にあたっては、材料検査、構造検査(配筋検査、型枠検査)、外観検査、寸法検査により、設計を満足していることを確認する。

令和3年4月5日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

## 1. 目的

令和 2 年 8 月 7 日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」(令和 2 年 9 月 25 日認可)の「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」に基づき、「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、発生応力が部材耐力を超える部位(1 か所:1 階西面( ))及び裕度を確保できない部位(1 か所:北面( ))の外壁について、外壁の内側に鉄骨梁補強あるいはコンクリートを増打ち補強を行うものである。

## 2. 設計条件

本補強においては、1 階西面( )及び北面( )の外壁について、外壁の内側に鉄骨梁補強及びコンクリート増打ち補強をすることにより、設計津波による荷重が作用したとしても当該壁面からの浸水が生じさせないようにする。これにより、建家内部に設置されている安全機能を担う設備が設計津波により機能を喪失するおそれがないようにする。

補強後の外壁の構造強度評価は、令和 2 年 8 月 7 日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」と同様の方法、手順により実施し、設計津波による波力と、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それぞれ考慮した津波荷重を基に評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する(別添資料)。

## 3. 設計方針

設計津波による荷重に対して耐力が不足する箇所は、西面の 上部と北面の 周辺である。

西面の では、両側面の壁には十分な厚さがあるものの、 上部の壁の厚さが薄くなっていることから、当該箇所が波力を受けた際に作用する荷重を分担させるため、鉄骨梁を外壁の内側に設置する。鉄骨梁の両端は補強対象となる壁の両側面にある厚さのある壁にあと施工アンカーにて支持させる。

また、北面の 周辺の内側には補強のため鉄筋コンクリートを増打ちするとともに、既存躯体と増打ち部分との一体性を確保するため、既存躯体にあと施工アンカーを打設して増打ち部分と連結する。

## 4. 工事の方法

本工事は、図-1 に示すように、西面の 上部と北面の 周辺である。

西面の は、ガラス固化技術管理棟からガラス固化技術開発棟への通路であり、ガラス固化技術開発棟側の通路に足場を設置し、 上部に

鋼材をあと施工アンカーで取り付ける(図-2)。

また、北面の [ ] はトラックロックとなり、トラックロック側よりコンクリートをハツリ、あと施工アンカー、鉄筋、型枠組立、コンクリート打設を実施する(図-3及び図-4)。

本工事を行うにあたっては、施工範囲を養生等実施したのちに行う。本工事は、 [ ] 周辺の施工であり、扉やトラックロックのシャッター等の機能への波及的な影響は生じない。トラックロックは非管理区域(ホワイト区域)であることから、既定の要領に従って工事を行う。

本工事において、材料検査、寸法検査、構造検査(配筋検査、型枠検査)及び外観検査を実施する。

#### 5. 安全機能への影響

非管理区域のトラックロックの外壁及びガラス固化技術管理棟とガラス固化技術開発棟間の連絡通路の上部外壁の補強であり、施設の閉じ込め機能への影響はない。

また、工事のために足場等を設置する際には、扉の開閉や事故対処の妨げにならないようにする。

#### 6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-1に示す。

表-1 耐津波補強対策に係る工事工程表

	令和3年度						令和4年度			備考
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
耐津波補強 工事										

※ 工事工程は他の安全対策工事との調整に基づき変更する可能性がある。

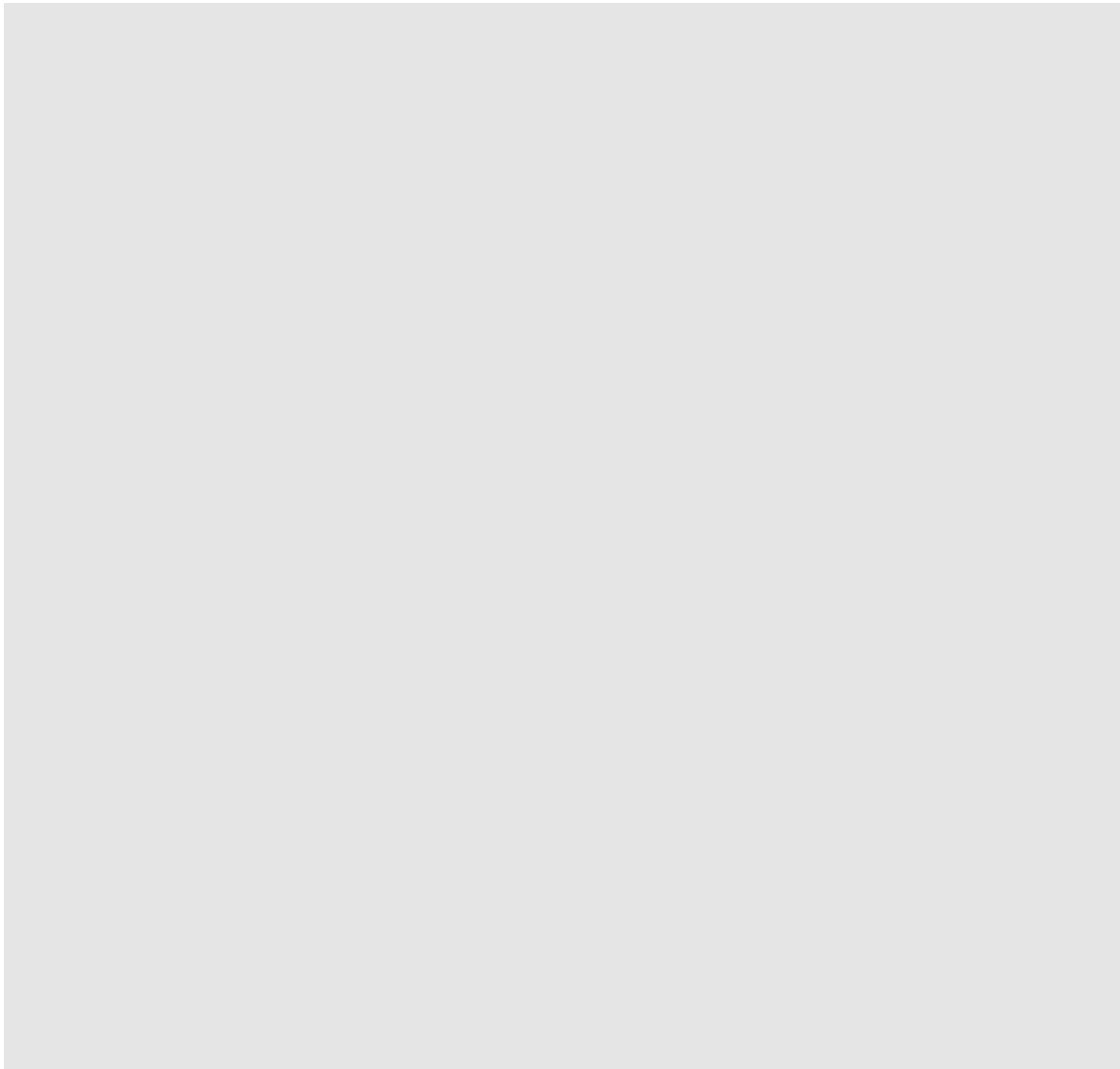


図-1 ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟 1階平面図

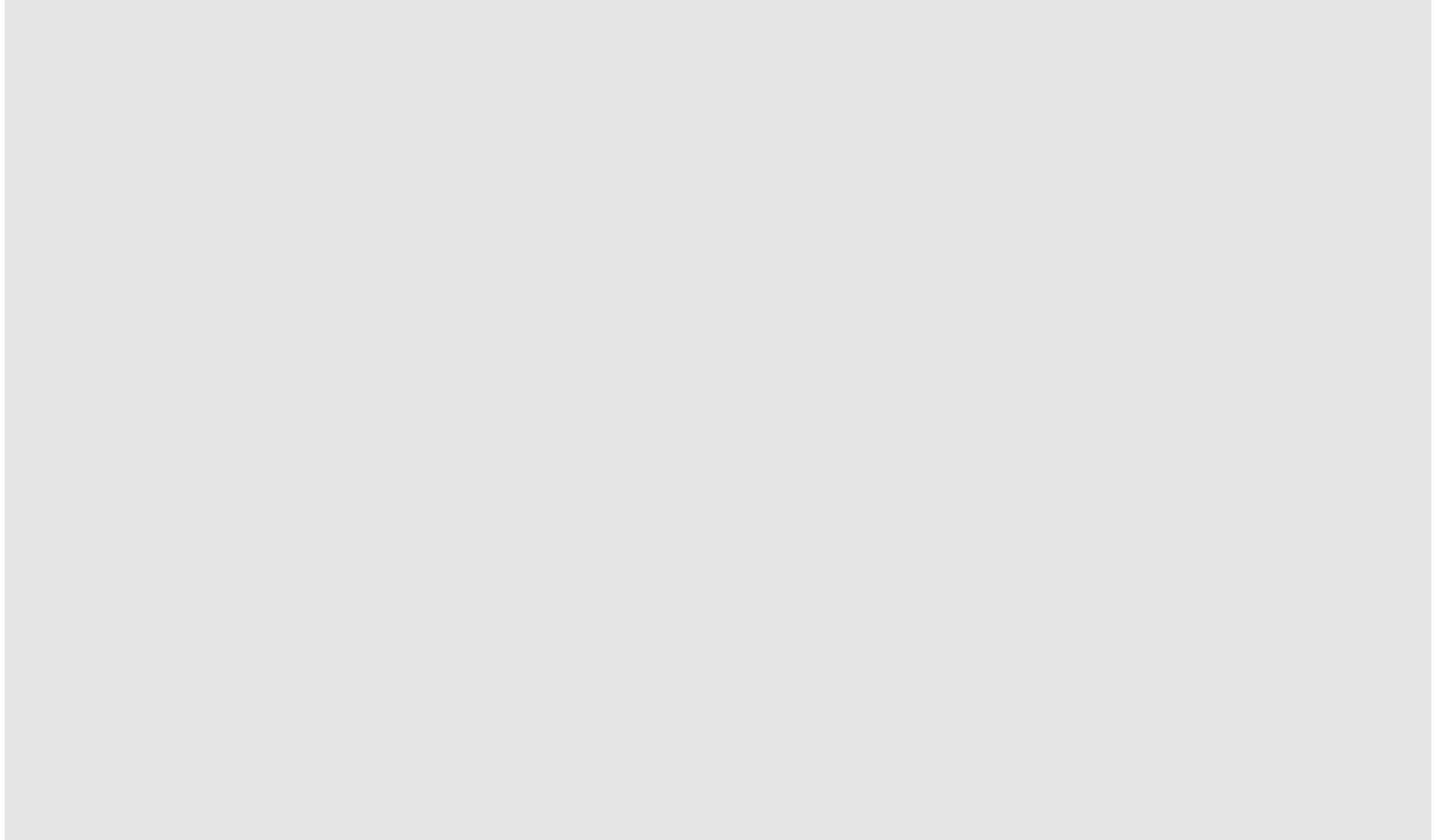


図-2 鉄骨梁補強(1通り)詳細図

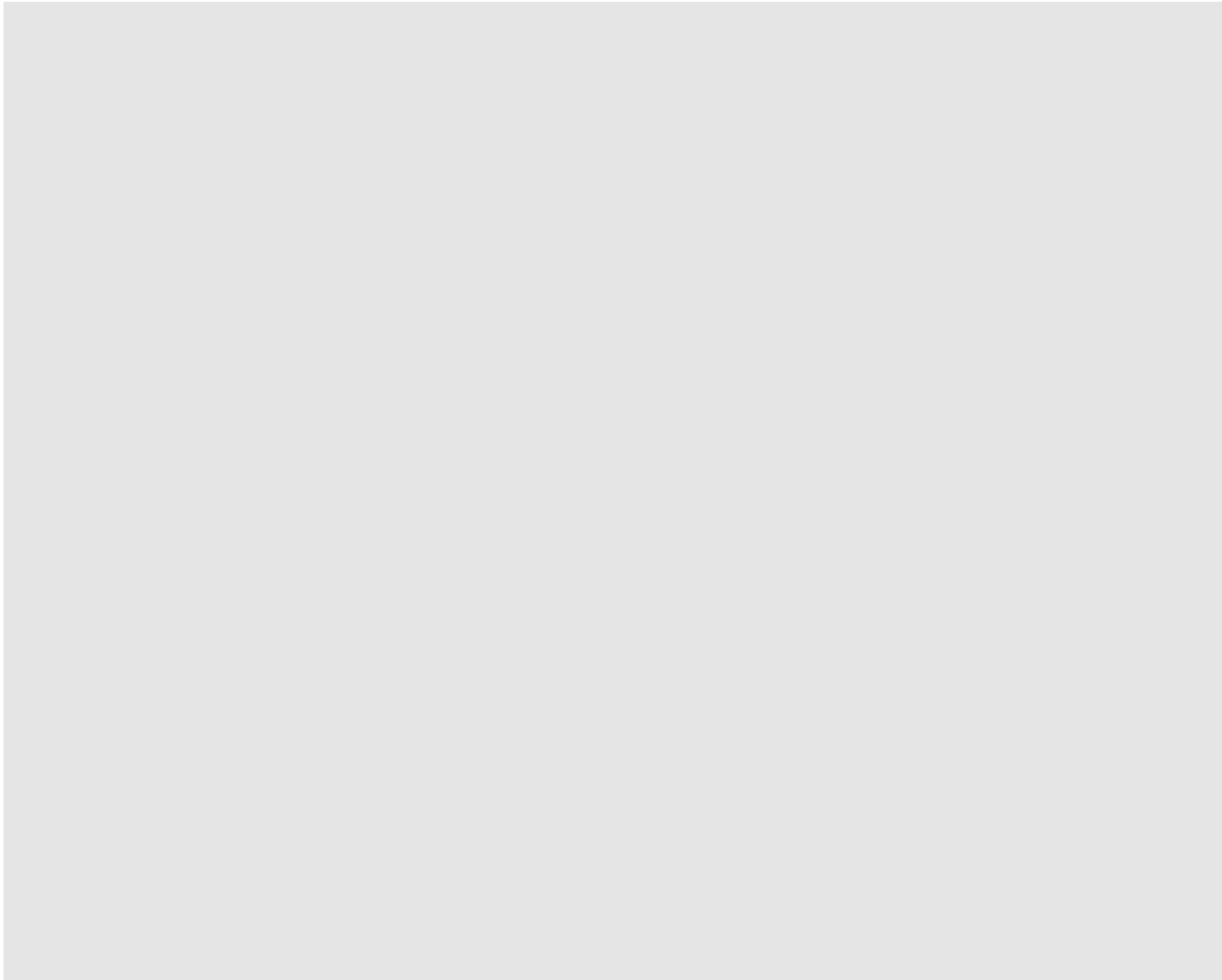


図-3 壁増打ち部(H 通り)配筋詳細図(1)

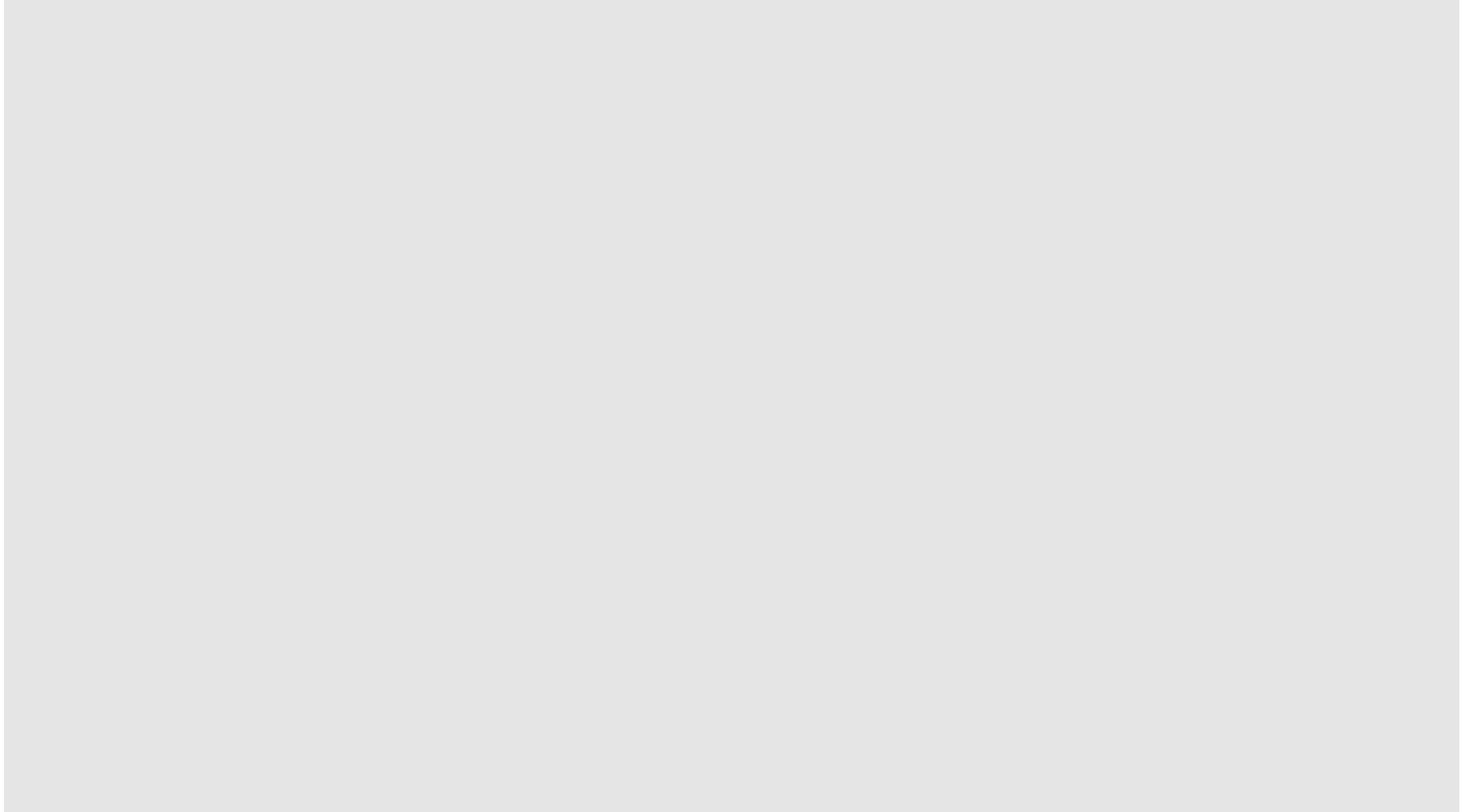




図-4 壁増打ち部(H 通り)配筋詳細図(2)

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の  
外壁補強後の強度評価計算書



## 1. 概要

令和2年8月7日に申請した「再処理施設 廃止措置計画変更認可申請書」（令和2年9月25日認可）の「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」において、許容限界を超える結果となった1階西面（）及び北面（）の外壁について、補強後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。

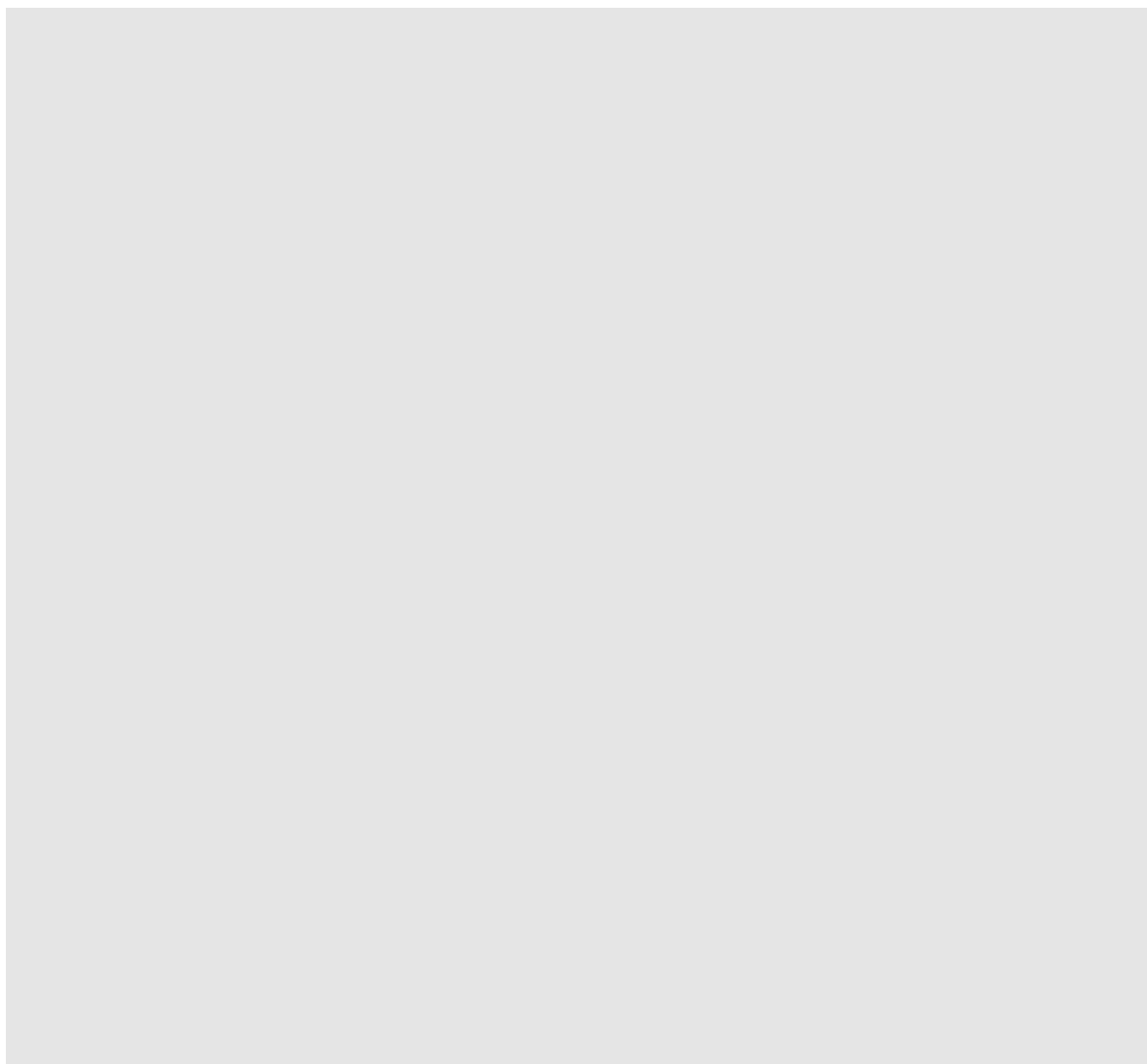


図 1-1 評価対象とする外壁

## 2. 一般事項

### 2.1 構造概要

補強は許容限界を超える結果となった1階西面及び北面の外壁（図 2-1-1 参照）  
に対して、コンクリートの増打ち補強および鉄骨梁補強を行う。

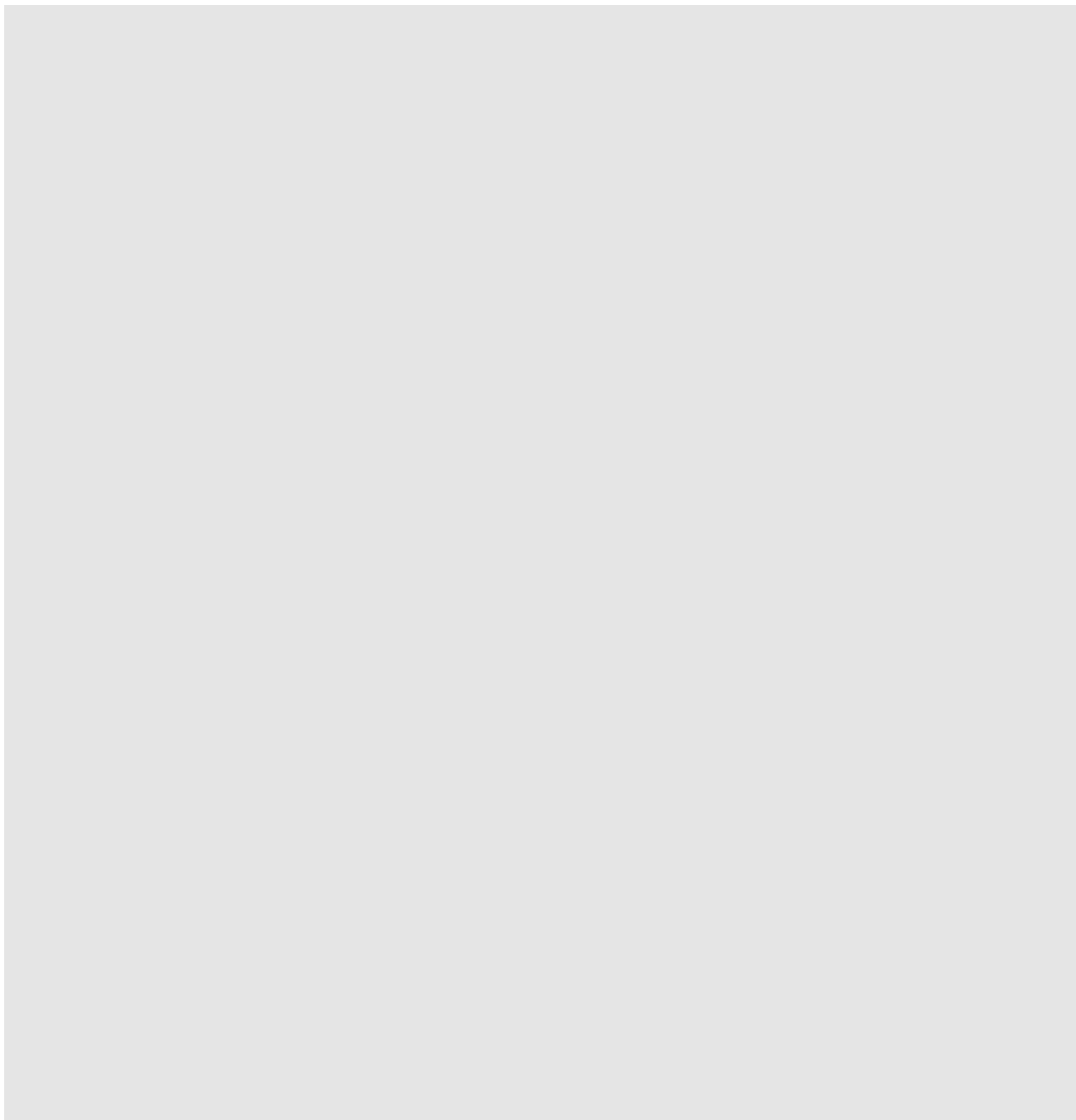


図 2-1-1 評価対象とする外壁

## 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 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。評価項目を表 2-2-1 に示す。

表 2-2-1 評価項目

評価方針	評価項目	評価方法	許容限界
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

## 2.3 適用基準

耐津波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) 2020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，2020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) 鋼構造許容応力度設計規準（日本建築学会，2019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 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、浸水時の余震による荷重及び水圧の同時作用を考慮する。表 3-1-1 に荷重の組合せを示す。

① ケース 1 (余震+水圧,  $P_E + P_W + P_W'$ )

津波到達後、TVF 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静水圧、動水圧 ( $P_W'$ ) (余震時) 及び余震による慣性力を同時に作用させる。

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。

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 (0.55t の流木) 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。

表 3-1-1 荷重の組合せ

荷重の組合せ	
<p>ケース 1                      (余震+水圧,  <math>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>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>	

### 3.2 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 3-2-1, 表 3-2-2 に示す。強度評価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）」に基づき設定する。

表 3-2-1 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： $F_c22.1 \text{ N/mm}^2$ ( $F_c225 \text{ kgf/cm}^2$ )	せん断 $1.06 \text{ N/mm}^2$
鉄筋 SD30 ( $F = 3000 \text{ kgf/cm}^2$ ) SD35 ( $F = 3500 \text{ kgf/cm}^2$ )	引張 $295 \text{ N/mm}^2$ $345 \text{ N/mm}^2$

表 3-2-2 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： $F_c24.0 \text{ N/mm}^2$	せん断 $1.09 \text{ N/mm}^2$ ※1
鉄筋, アンカー筋 SD295 SD345	引張 $295 \text{ N/mm}^2$ $345 \text{ N/mm}^2$
アンカーボルト SS400	せん断 $164.5 \text{ N/mm}^2$
鉄骨 SS400	せん断 $135 \text{ N/mm}^2$ 引張 $235 \text{ N/mm}^2$

※1：保守性を考慮して既設と同等の短期許容応力度 $1.06 \text{ N/mm}^2$ とする。

### 3.3 評価方法

建家外周の架構を図 3-3-1 から図 3-3-2 に示すようにモデル化し、水圧、余震による慣性力及び波力を載荷して外壁に生じる応力を算定する。漂流物衝突荷重は端部を両端固定とした、応力算定式により算定する。

#### (1) FEM モデルによる応力

FEM モデルに水圧、余震による慣性力及び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。
- ・ 計算コードは「midas iGen Ver.875 R1（株式会社マイダスアイティージャパン）」を使用する。

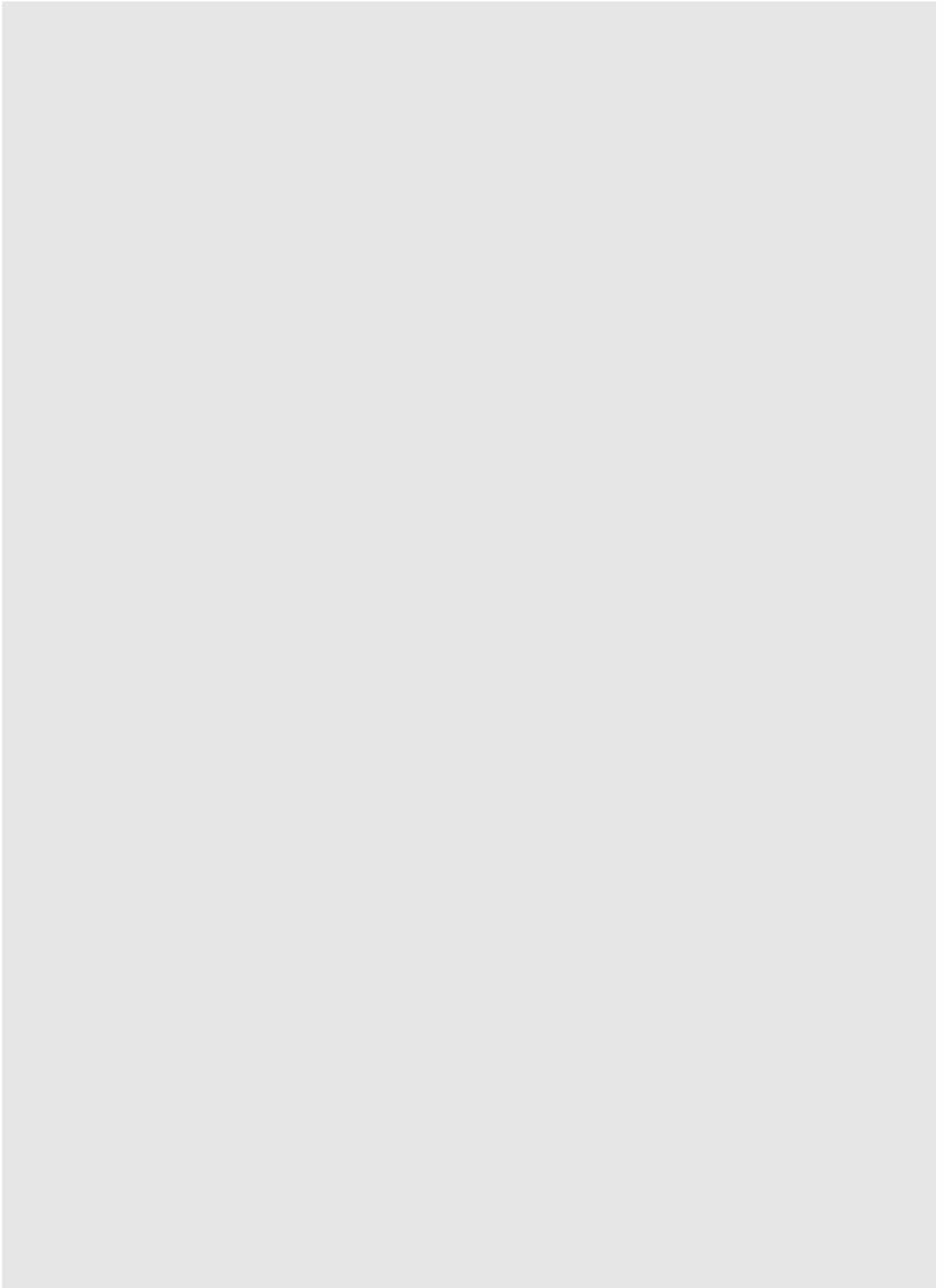


図 3-3-1 解析モデル概要図（1通り）（西面）



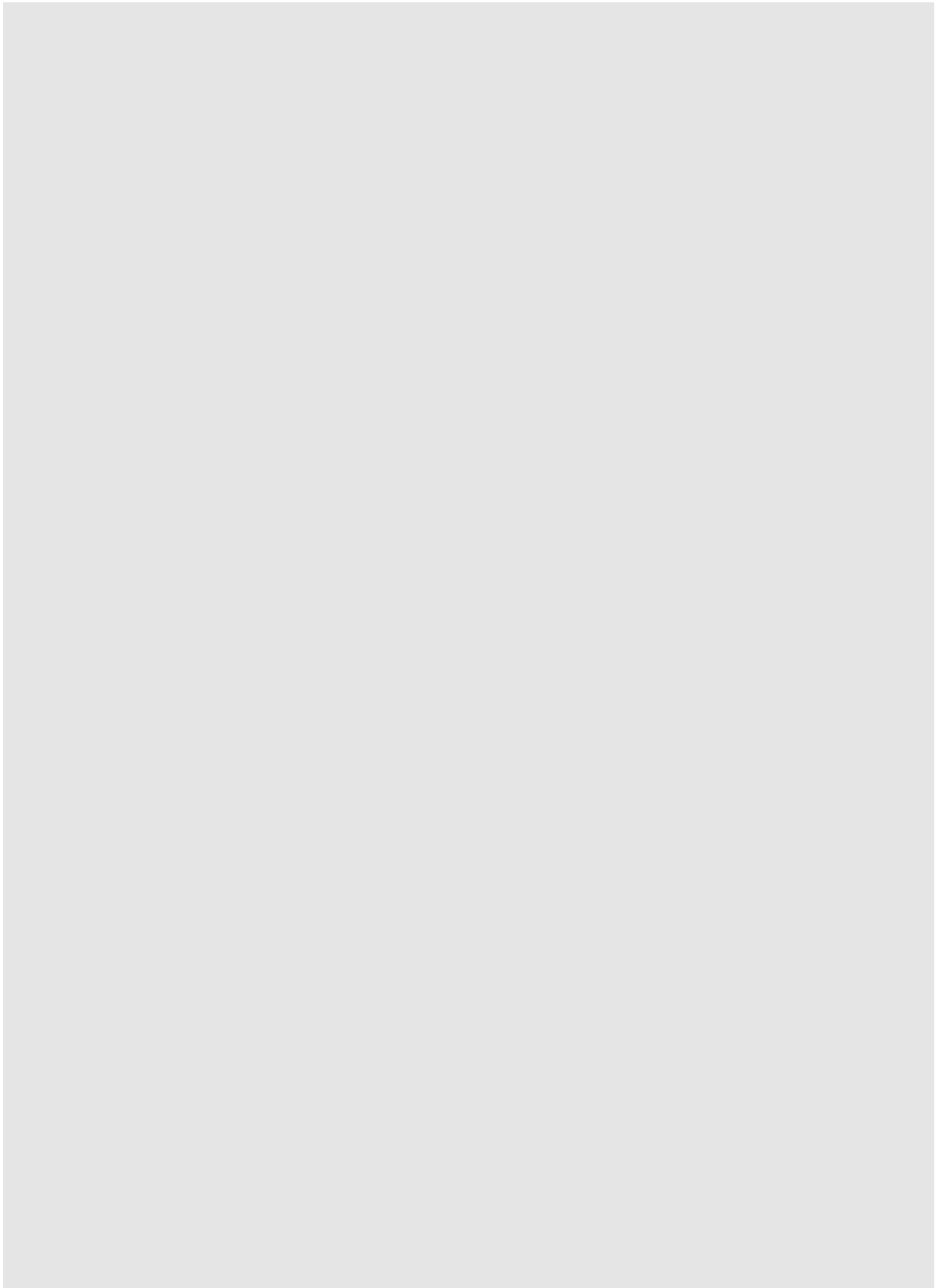


図 3-3-2 解析モデル概要図 (H通り) (北面)

(2) 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 3-3-3 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。

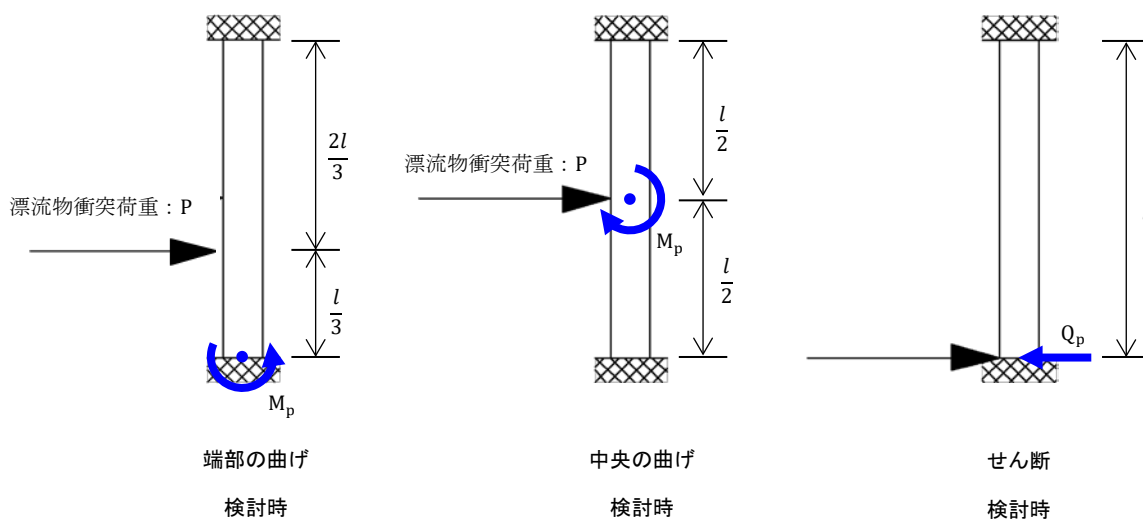


図 3-3-3 漂流物衝突荷重の作用位置設定の考え方

#### 4. 評価結果

##### 4.1 各ケースの強度評価結果

各ケースでの検定比が最大となる建家外壁の応力図を図 4-1-1 から図 4-1-4 に、評価結果を表 4-1-1 に示す。

補強した 1 階外壁 1 通り（西面），H 通り（北面）の応力は短期許容応力以下であることを確認した。

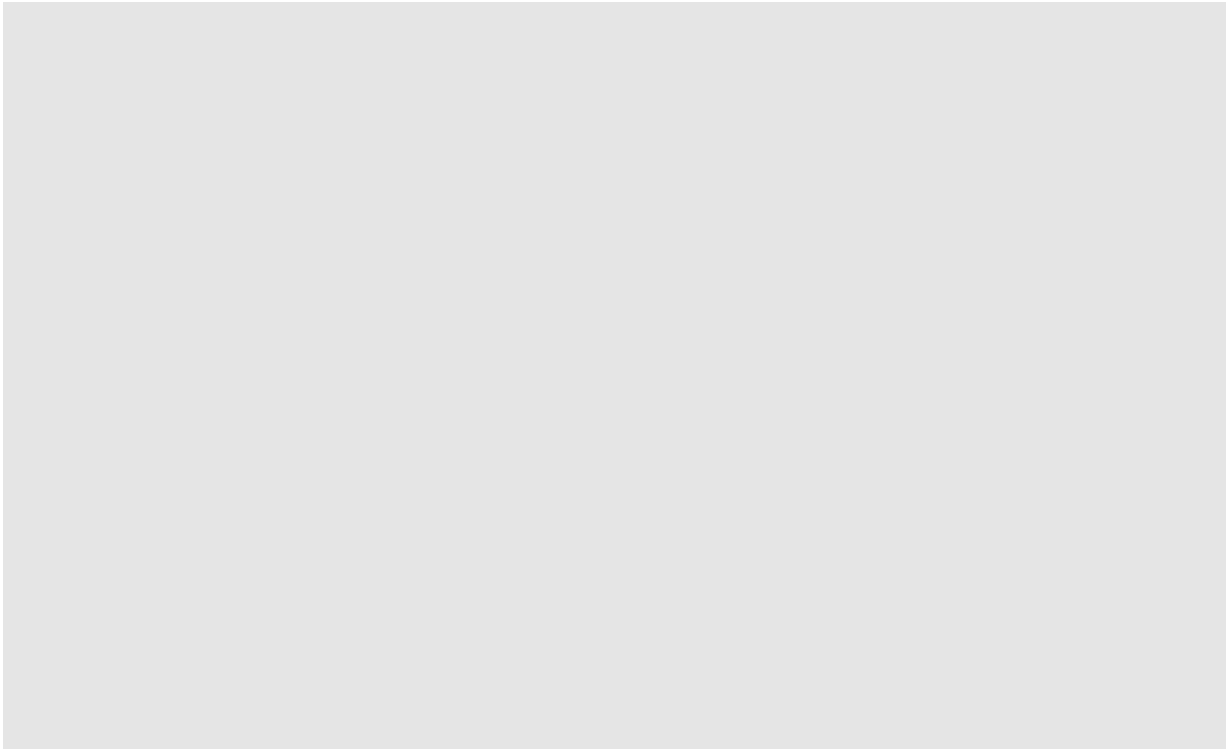


図 4-1-1 1 通り（西面） 曲げ応力図 ケース 3（波力+漂流物衝突荷重※）  
※漂流物衝突荷重は別途加算

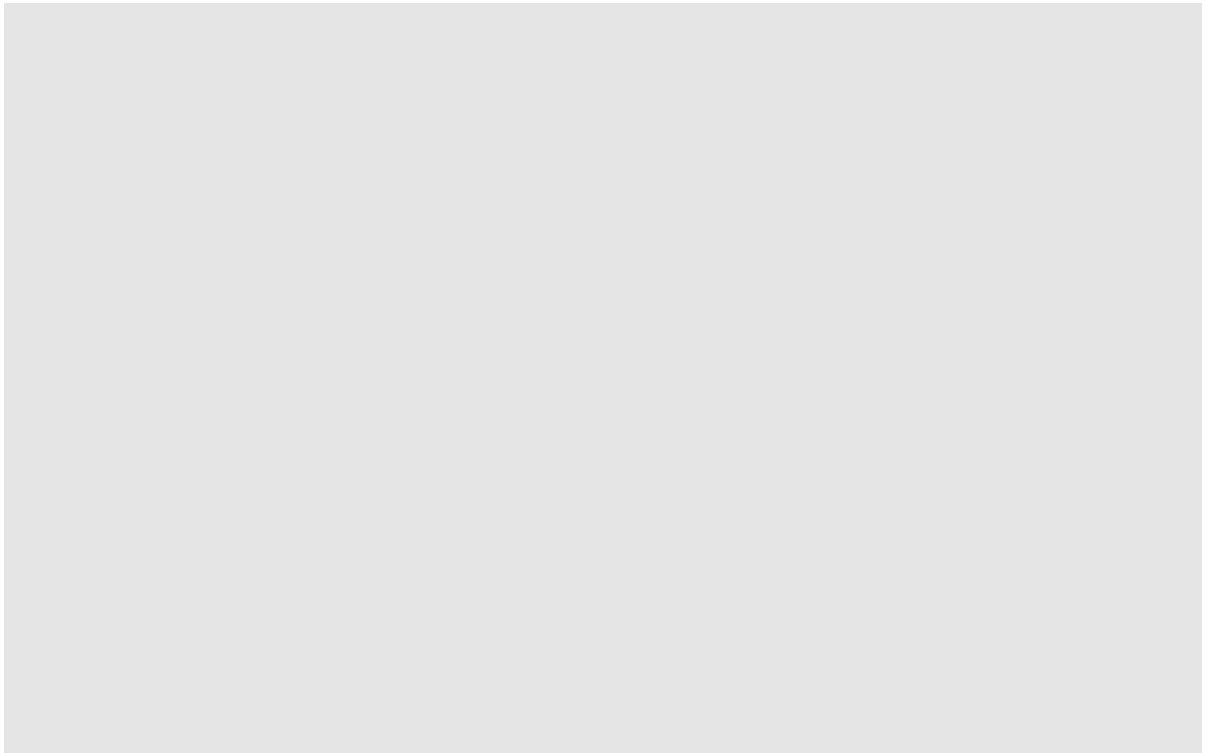


図 4-1-2 1 通り（西面） せん断力図 ケース 2（波力+余震）

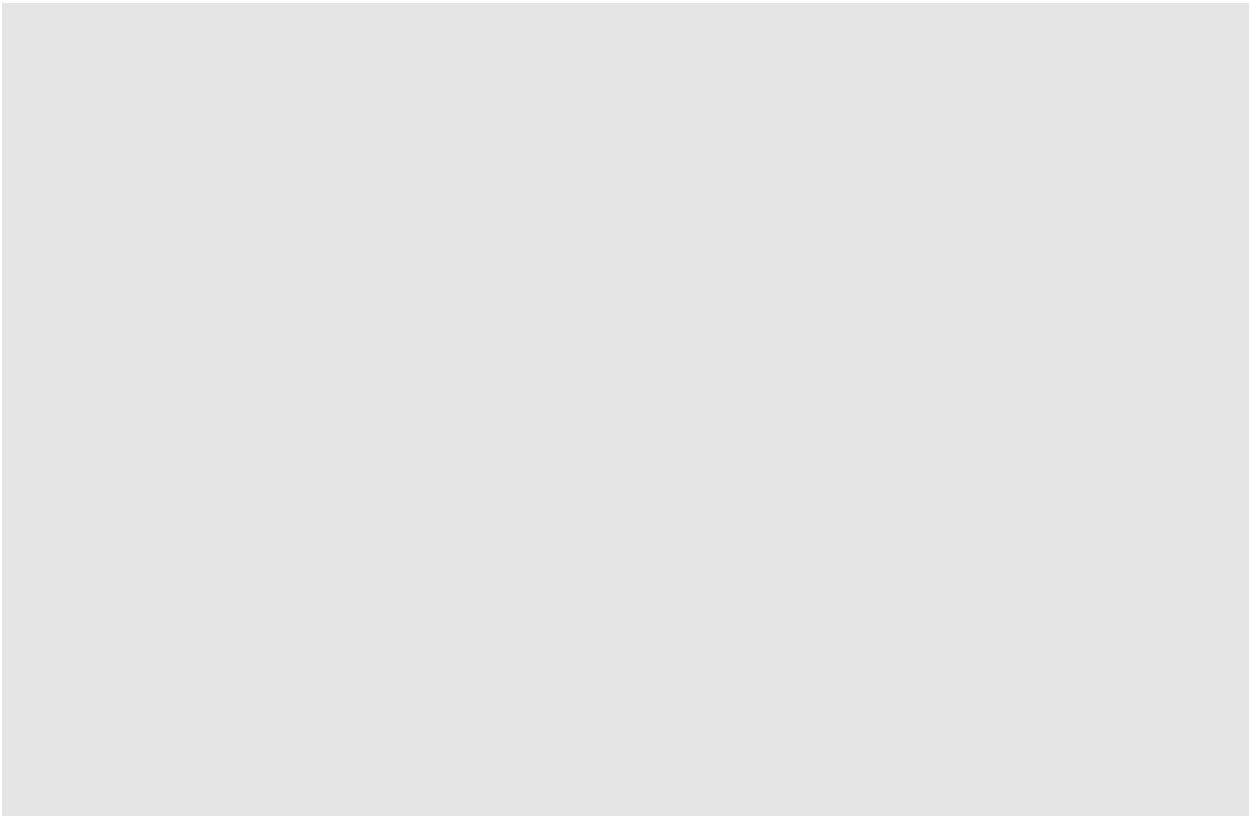


図 4-1-3 H通り（北面） 曲げ応力図 ケース 2（波力+余震）

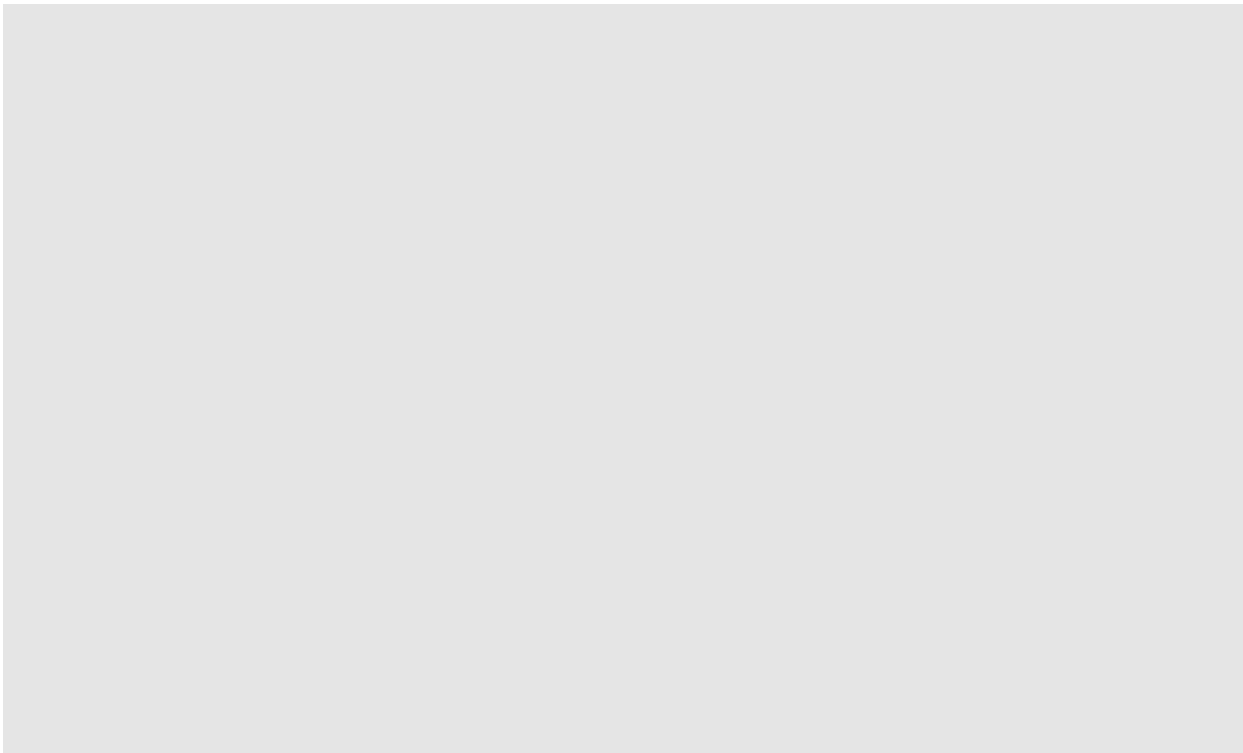


図 4-1-4 H通り（北面） せん断力図 ケース 2（波力+余震）

表 4-1-1 建家外壁の健全性評価結果 各ケースで最大の検定値  
(鉄筋コンクリート・曲げモーメント)

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
1 通り (西面)	21.7	19.2	0.88
H通り (北面)	1416.4	747.7	0.53

(鉄筋コンクリート・せん断力)

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>
1 通り (西面)	163.7	139.2	0.85
H通り (北面)	1073.3	703.8	0.66

(鋼材・曲げ・せん断力)

評価対象部位		種類	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	発生 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	検定比
1 通り (西面)	H-390x300x10x16	曲げ	235	15.8	0.07
		せん断	135	13.3	0.10
	アンカーボルト 4本-M20	せん断	164.5	72.7	0.44

※解析結果確認中により、変更が生じる可能性があります。

#### 4.2 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（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，建家外壁の検定比は最大 0.88（ケース 3）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。