

〈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

### 【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があり、開口部の外側には浸水防止扉が設置されている。当該開口部周辺の外壁では津波波力による応力が部材耐力を超えるため、外壁の内側にコンクリートを増打ちする補強設計を進めており、開口部周辺の補強の考え方について整理した。

令和2年4月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

## HAW 施設の外壁の補強について

### 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し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)。

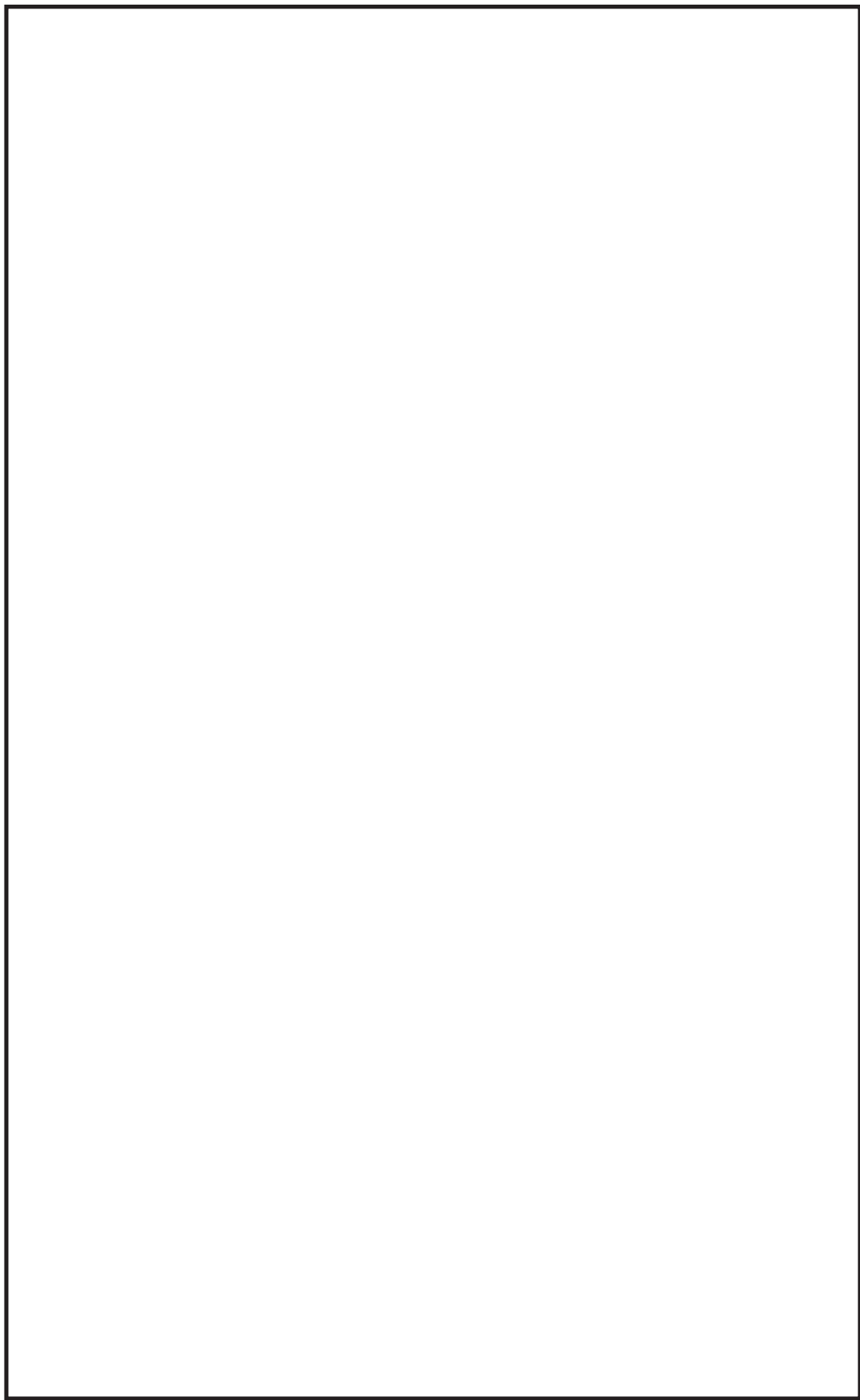
\* 当該箇所を除くその他の外壁については、津波波力に対し部材耐力を超過せず、補強を要さない

### 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



- 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)に余震を重畳させた場合の荷重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、津波波圧と余震による荷重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 <sup>*1</sup>
開口壁 (南側[高台側])	曲げ	1.60
	せん断	2.08
無開口壁 (東側[海側])	曲げ	0.83
	せん断	0.58
開口壁 (北側[新川側])	曲げ	0.81 <sup>*2</sup>
	せん断	0.79
無開口壁 (西側[陸地側])	曲げ	0.83
	せん断	0.58

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
余震	Sd=1/2Ss
照査値	短期許容

<sup>\*1</sup> 小数点第三位を切上げ

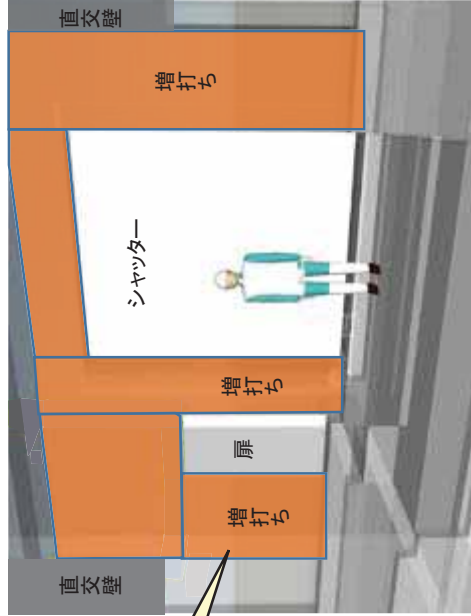
<sup>\*2</sup> 単位長さ当りの鉄筋本数が無開口壁よりも多いため、検定比は減少する

6. HAW施設の津波防護対策  
 ③津波防護対策の検討状況  
 ー開口部周辺の補強ー

添付3

第38回会合資料(資料1 P.40)に加筆・修正

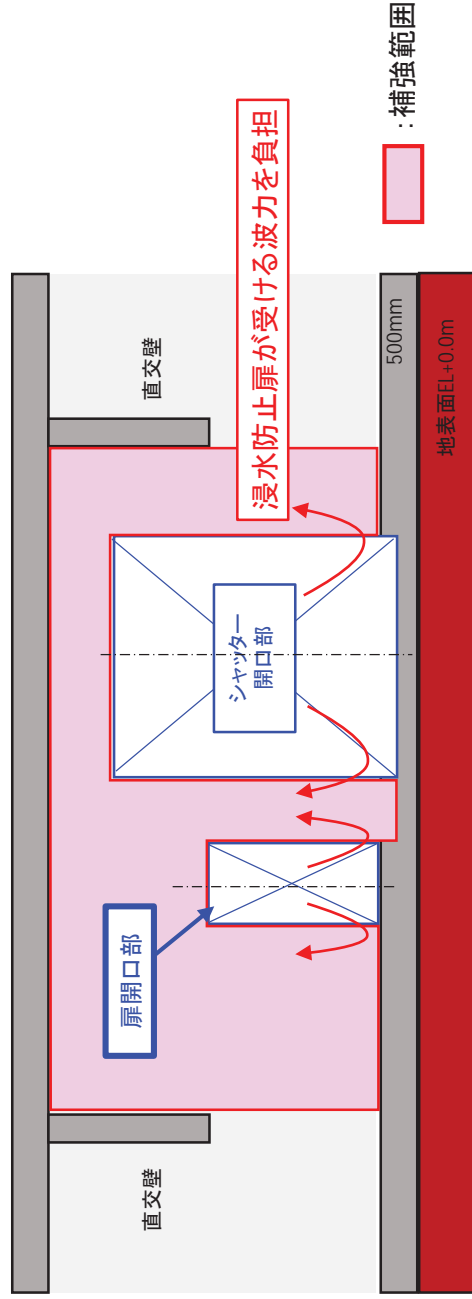
- 開口部周辺の外壁は、浸水防止扉が受ける波力を負担することから応力が大きくなり、部材耐力を超えるため、補強する必要がある。
- 外壁外側はスライド式浸水防止扉と干渉するため、内側にコンクリートの増打ち補強を行う。



建家内から開口部周辺を  
コンクリートで増打ち

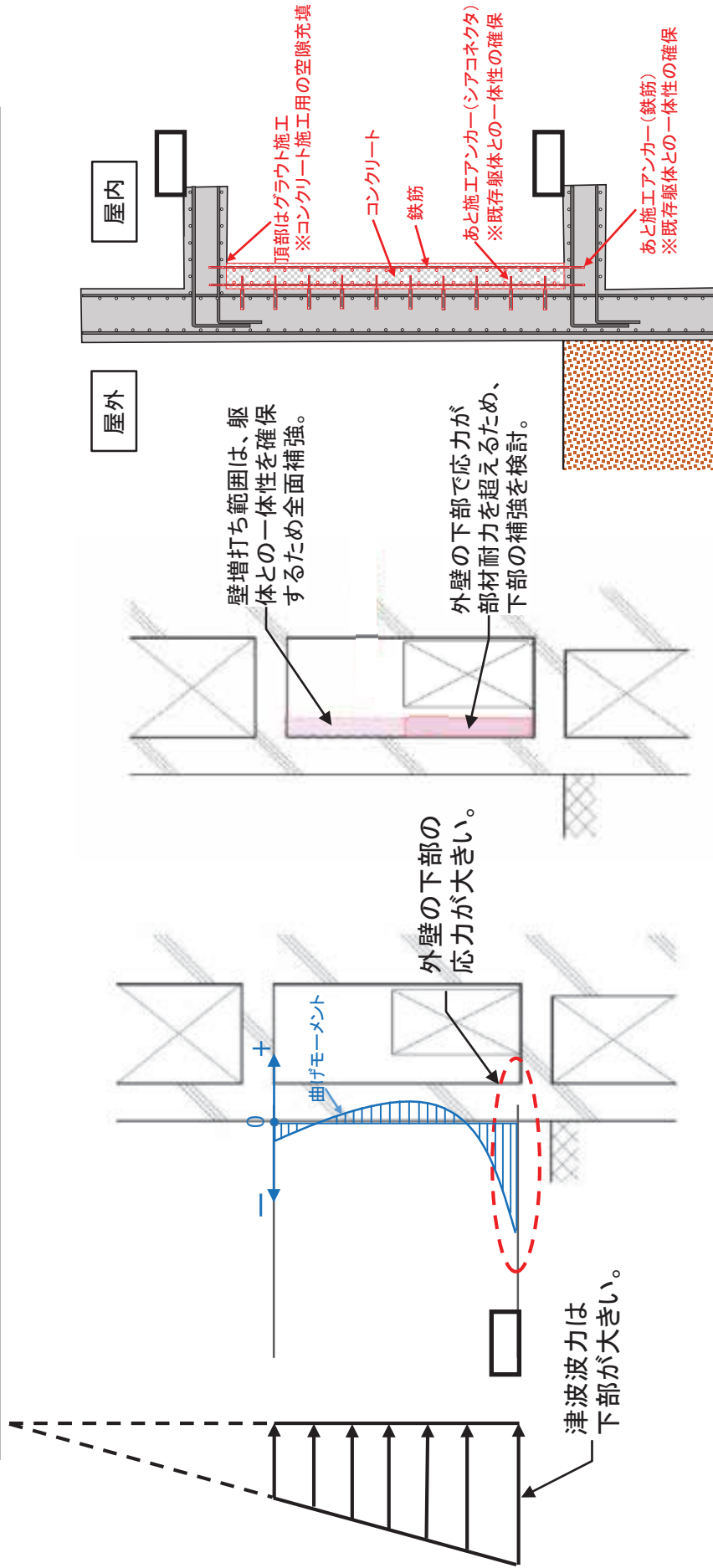
建家外側の状況(スライド式浸水防止扉)

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。

短期許容曲げモーメントの算出式 <sup>※1</sup>	短期許容せん断力の算出式 <sup>※2</sup>
$M = a_t f_t j$ <p> <math>M</math> : 短期許容曲げモーメント [N・mm]  <math>a_t</math> : 引張鉄筋断面積 [mm<sup>2</sup>]  <math>f_t</math> : 引張鉄筋の許容引張応力度 [N/mm<sup>2</sup>]  <math>j</math> : 梁の応力中心距離で、(7/8) <math>d</math> としてよい  <math>d</math> : 部材の有効せい [mm]                 </p> <p>部材の有効せいの算出式</p> $d = D - d_t$ <p> <math>D</math> : 壁厚 [mm]  <math>d_t</math> : 引張縁から引張鉄筋重心までの距離 [mm]                 </p>	$Q_{AS} = bj \left\{ \frac{2}{3} \alpha f_s + 0.5_w f_t (p_w - 0.002) \right\}$ <p>ただし、</p> $\alpha = \left( \frac{4}{\frac{M}{Qd} + 1} \right) \text{ かつ } (1 \leq \alpha \leq 2)$ <p>(柱は <math>1 \leq \alpha \leq 1.5</math>)</p> <p><math>p_w</math> の値が 1.2% を超える場合は、1.2% として許容せん断力を計算する。</p> <p> <math>Q_{AS}</math> : 短期許容せん断力 [N]      <math>\alpha</math> : せん断スパン比 <math>\frac{M}{Qd}</math> による割増係数  <math>b</math> : 壁幅 [mm]      <math>M</math> : 最大曲げモーメント [N・mm]  <math>j</math> : 応力中心間距離 [mm]      <math>Q</math> : 最大せん断力 [N]  <math>f_s</math> : コンクリートの短期許容せん断応力度 [N/mm<sup>2</sup>]      <math>d</math> : 部材の有効せい [mm]                 </p> <p> <math>wf_t</math> : せん断補強筋の短期許容引張応力度 [N/mm<sup>2</sup>]                      (390 N/mm<sup>2</sup> を超える場合は 390 N/mm<sup>2</sup> として許容せん断力を計算する)  <math>p_w</math> : せん断補強筋比                 </p>

<sup>※1</sup> 出典: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2018 (13.1) 式  
<sup>※2</sup> 出典: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2018 (15.3) 式

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

<sup>※3</sup> 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)

