



5. ケーブルダクト



7. ダクト



8. ダクト



9. ケーブルダクト



10. ダクト



11. ケーブルダクト



12. ケーブルダクト



14. ダクト



15. ダクト



17. ケーブルダクト



18. ダクト



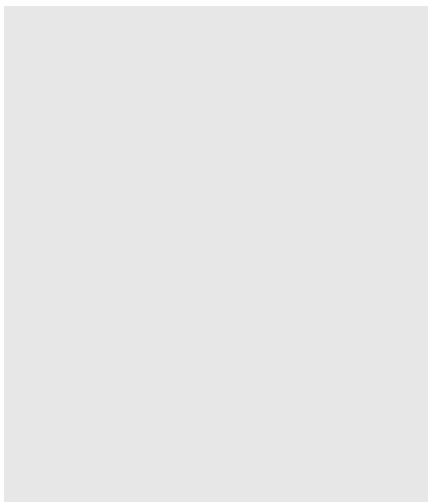
19. ダクト



21. ダクト



22. ダクト



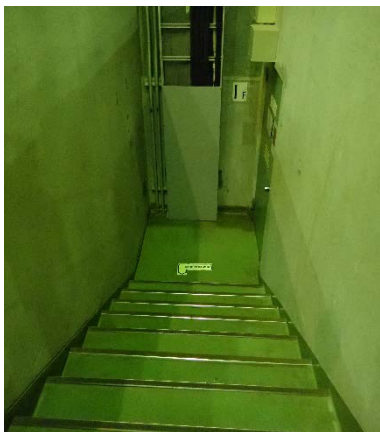
24. ダクト



26. ダクト



27. ダクト



28. 階段(2F→1F)・ケーブルダクト



29. ケーブルダクト



30. ダクト



31. ケーブルダクト



33. ダクト



41. ダクト(R036へ)



42. ダクト



43. ダクト



45. ケーブルダクト



46. ケーブルダクト



48. ダクト



50. ダクト



54. ダクト



55. ダクト



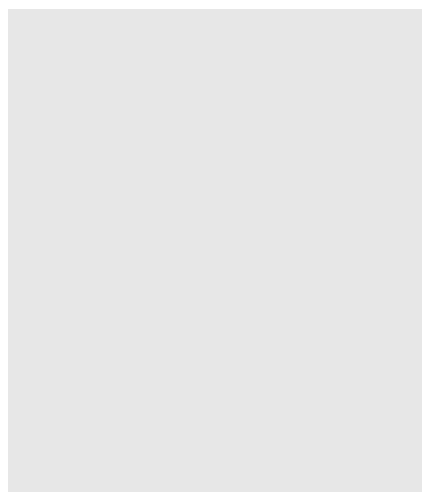
59. ダクト



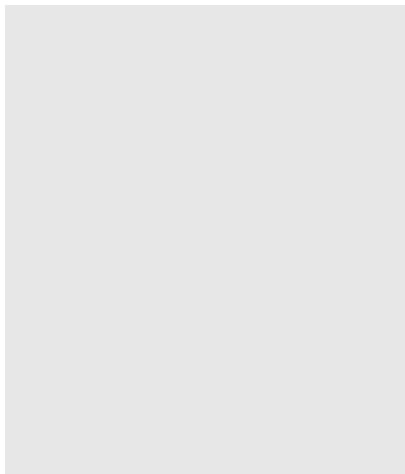
65. ダクト(R036へ)



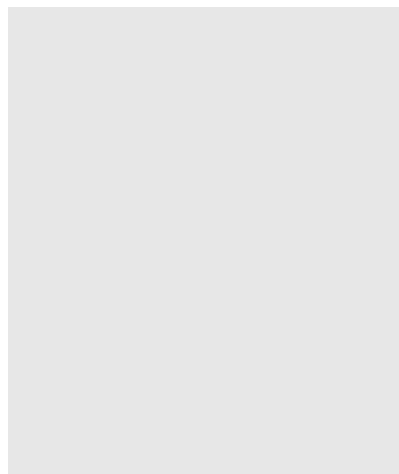
68. ダクト



69. ダクト



70. ダクト



71. ダクト・ケーブルダクト



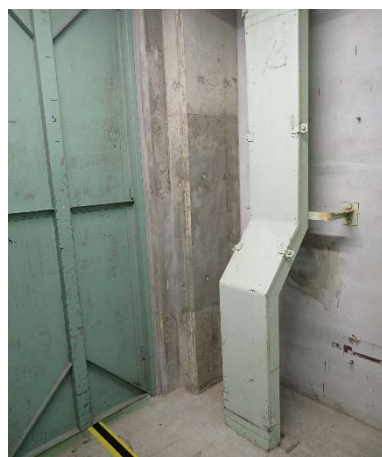
76. ダクト



77. ケーブルダクト



78. ダクト



80. ケーブルダクト

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

【概要】

- 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。)について、廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対する建家外壁の強度評価について、波力及び余震との重畳を踏まえた津波荷重に対し構造強度を維持していることを示す。
- TVF 開発棟における浸水の可能性のある経路について確認結果を示す。また、接続するトレンチ(T20、T21)が浸水した場合においても建家内が浸水しないよう、トレンチの内壁とスラブの構造強度を維持していることを強度評価により示す。
- 建家外壁の強度評価の結果、浸水防止扉を設置している外壁の補強を要することから、当該外壁の補強方法と合わせて令和3年1月までに浸水防止扉の強度評価を示す。
- 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壁の壁貫通部からバルブ等までの区間における耐震性及びこれらの浸水防止対策に操作するバルブの耐圧を確認したことから記載を修正した。
- 津波波力が作用する外壁の壁貫通部のシール材及びモルタルが波力に耐えることを試験にて確認したことから、その結果を示す。

令和2年7月16日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

4. トレンチの耐震性

4.1 T21 トレンチ

T21 トレンチは高放射性廃液貯蔵場（HAW）と TVF 開発棟の間の約 30 m を結ぶ地下洞道であり，内部には高放射性廃液を移送する配管が設置されている。T21 トレンチは，廃止措置計画用設計地震動に対する耐震性について二次元 FEM を用いて詳細な評価（廃止措置計画変更認可申請書の一部補正「令 02 原機（再）020」添付資料 6-1-2-3-4「配管トレンチ（T21）の耐震応答計算書」参照）を実施し補正を行った。

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 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浸水するおそれがある。そのため，TVF 開発棟と T20 トレンチの接続箇所の建家外壁が，津波の最大浸水深における水压に対し十分な強度を有することを確認している（5.2 項参照）。

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 開発棟と T20 トレンチの接続箇所の建家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 開発棟内のバルブ等により水の浸入を防げることを確認している（表 1 参照）。なお，これらの配管は定ピッチスパン法により設置されており，建家内壁の壁貫通部からバルブ等までの区間については，いずれも廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力が許容限界以下であることを確認した。また，設置されているバルブについては，いずれも 10K の JIS 規格フランジ（流体温度 120 °C 以下の場合の最大使用圧力 1.4 MPa）であり，浸水により発生する荷重（静水压）に対し十分な裕度があることを確認した。

5.3 トレンチ等を除く壁貫通配管等の確認

TVF 開発棟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及びモルタルが波力に耐えることの試験）を実施した。

試験にあたっては、模擬試験体の止水材厚さを外壁厚さに対し十分保守的な厚さとするとともに、作用させる水圧は、各外壁貫通部に作用する津波波圧を包絡するよう十分保守的に設定し、貫通部に対する止水処置の健全性を確認した。試験条件を図 22、23 に示す。なお、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ですが、万が一建家内に浸水した場合の影響については「別紙 6-1-3-3-1-1」に示す。

- ・シール材の水圧試験（令和 2 年 7 月実施）の実施状況を図 22 に示す。
津波波力を上回る 0.5 MPa の水圧をかけても、シール材からの漏れがないことを確認した。
- ・モルタルの水圧試験（令和 2 年 7 月実施）の実施状況を図 23 に示す。
津波波力を上回る 0.5 MPa の水圧をかけても、モルタル材からの漏れがないことを確認した。

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 屋上冷却塔 (G83H10, H20, H50等)	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開発棟各フロアへの浸水はない。 当配管は、T20トレンチとTVF開発棟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開発棟屋上への浸水はない。	<ul style="list-style-type: none"> 当該配管の耐震性及びバルブの耐圧性について評価を行い、問題のないことを確認した※1。 当該配管の耐震性及びバルブの耐圧性について評価を行い、問題のないことを確認した※1。
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開発棟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開発棟の手洗い場等への浸水を防止できる。	<ul style="list-style-type: none"> 当該配管の耐震性及びバルブの耐圧性について評価を行い、問題のないことを確認した※1。
極低放射性廃液配管 (図10 No.45)	廃水貯槽 (G71U027)	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開発棟の廃水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。	<ul style="list-style-type: none"> 当該配管の耐震性及びバルブの耐圧性について評価を行い、問題のないことを確認した※1。

※1：配管は振動数基準の定ピッチスパン法または応力基準の定ピッチスパン法により設置されており、建家内壁の壁貫通部からバルブ等までの区間については、最大応力が許容限界以下であることを確認した。
 また、設置されているバルブについては、いずれも10KのJIS規格フランジ（流体温度120℃以下の場合の最大使用圧力1.4 MPa）であり、通常使用時の圧力（0.5MPa）が津波によるトレンチ浸水時の静水圧（0.1MPa）を上回ることから問題ない。

● シール材の耐圧試験条件

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0.5MPaとした。	
保持時間	60分	津波の時刻歴解析結果を踏まえ、保守的に設定。	
配管径	125A配管	TVF開発棟において、低層階に位置する最大の電線管を模擬し。	TVFで最大の電線管 図7 No.30,31 各信号ケーブル (Φ80)
充填量	約10cm	保守的な条件設定として、施設の外壁厚さに対しても十分小さい充填量(厚み)とした。	

● 試験方法

模擬試験体に津波を想定した水圧をかけ、漏えいの有無を確認する。

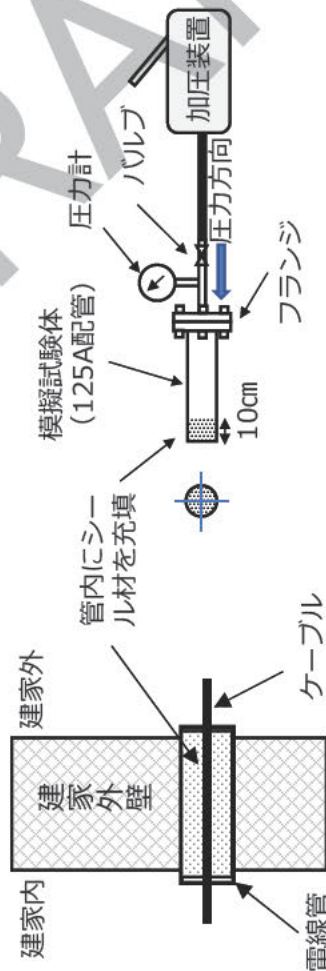
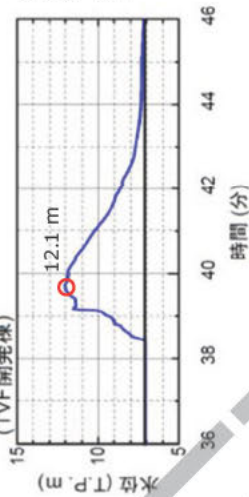


図 施工概要

ガラス固化技術開発施設開発棟 (TVF開発棟)



(進行波12.1 m + 潮位のぼらつき0.18 m - T.P.+7.65 m) × 9.8 m/s² × 1.03 g/cm³ × 3 = 0.14 MPa のため、保守的に 0.5MPa に設定した。

図 浸水深の時刻歴解析結果



図 試験装置



● 耐圧試験結果

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 シール材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

水圧0.5 MPaを保持 60分保持後、シール部より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) の耐圧試験条件 (R2.7.15実施)

●モルタルの耐圧試験条件

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0.5MPaとした。	
保持時間	60分	津波の時刻歴解析結果を踏まえ、保守的に設定。	
配管径	300A配管	TVF開発棟において、低層階に位置する最大の配管を模擬した	TVFで最大の配管 図11 No.49 蒸気配管 (150A)
充填量	約10cm	保守的な条件設定として、施設の外壁厚さに対しても十分小さい充填量 (厚み) とした。	

●試験方法

模擬試験体に津波を想定した水圧をかけ、漏えいの有無を確認する。

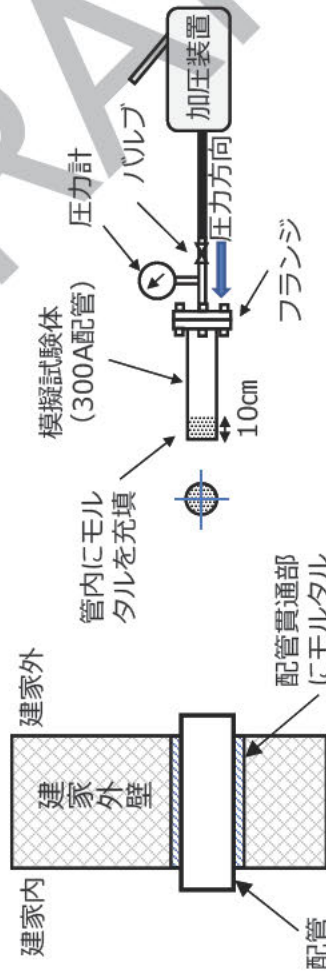
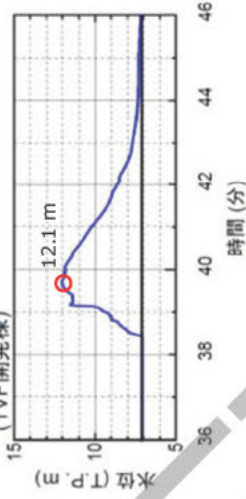


図 施工概要

ガラス固化技術開発施設開発棟 (TVF開発棟)



(進行波12.1 m + 潮位のぼらつき0.18 m - T.P.+7.65 m) × 9.8 m/s² × 1.03 g/cm³ × 3 = 0.14 MPa のため、保守的に 0.5MPa に設定した。

図 浸水深の時刻歴解析結果



●耐圧試験結果

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 ・モルタル部分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

図23 モルタル充填の耐圧試験実施状況 (R2. 7. 13実施)

高放射性廃液貯蔵場(HAW)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

【概要】

- 令和2年5月29日の補正申請(令02原機(再)020)においては、高放射性廃液貯蔵場(HAW)(以下、「HAW」という。)の建家外壁について強度評価を実施し、建家に接続するトレンチ等、浸水防止扉については、浸水の可能性のある経路の確認として、構造、耐震性等について示した。このなかで、これら設備の構造強度については、令和2年7月末までに確認する計画としており、前回、設計津波に対する浸水防止扉について結果を示した。今回は、設計地震動による構造強度評価の結果を示す。
- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)(以下、「HAW」という。)の浸水防止扉について、廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対し、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考慮した津波荷重に対し構造強度を維持していることを示した。
- HAW に接続するトレンチ(連絡管路, T15, T21)が浸水した場合を想定しても建家内が浸水しないよう、トレンチ内壁とスラブの構造強度を維持していることを強度評価により示した。

令和2年7月16日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

Ⅲ-3 設計地震動に対する浸水防止設備（浸水防止扉）の強度評価

1. 概要

本資料は、別添 6-1-3-2「高放射性廃液貯蔵場(HAW)の津波防護に関する施設的设计方針」に基づき、設計地震動による地震力に対して、高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家 1階に設置している浸水防止扉が、構造強度を保持することを示す。

設計津波が到達する建家1階に設置している浸水防止扉 HAW-1、浸水防止扉 HAW-2 及び浸水防止扉 HAW-3について評価を行う。

2. 一般事項

2.1 配置概要

浸水防止扉の設置位置図を図2.1-1に示す。

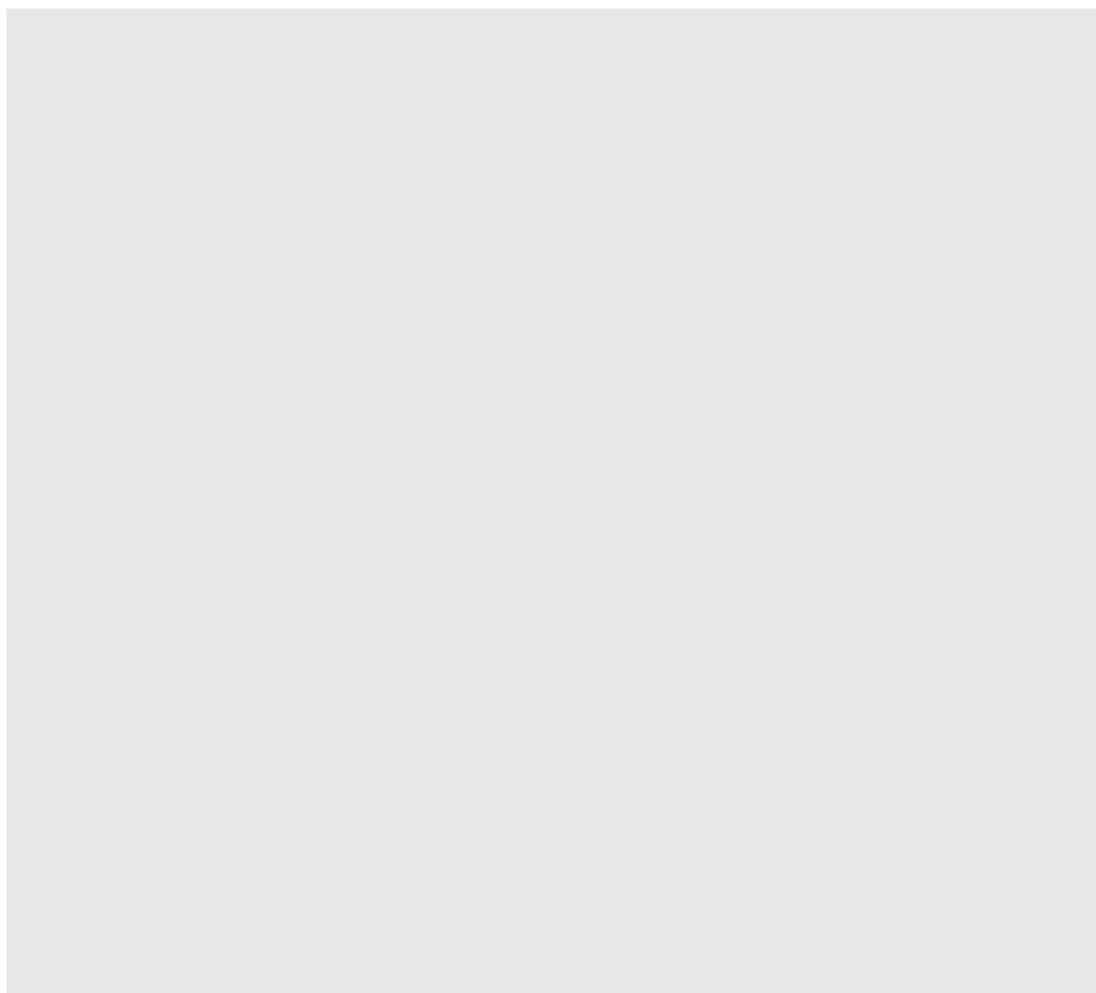


図2.1-1 浸水防止扉の設置位置図（HAW建家 1階平面）

2.2 構造概要

浸水防止扉は、片開型及び横引型で一部固定の鋼製扉とし扉板の背面に芯材（主桁及び横桁）を配した構造である。また、閉止状態においてゴムにより水密性を確保している。

扉枠はアンカーボルトにより建家壁面に固定する構造である。

2.3 評価方針

浸水防止扉の耐震評価は、表2.3-1に示すとおり構造部材の健全性評価を行う。

構造部材の健全性評価については、「3. 固有振動数及び設計用地震力」にて算出した固有振動数に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを「4. 構造強度評価」に示す方法にて確認することで実施する。

浸水防止扉の耐震評価フローを図2.3-1に示す。

表2.3-1 浸水防止扉の評価項目

評価方針	評価項目	地震力	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	基準地震動 S_s	各浸水防止扉の「評価部位」にて設定する部位	発生応力等が許容限界を超えないことを確認する	概ね弾性

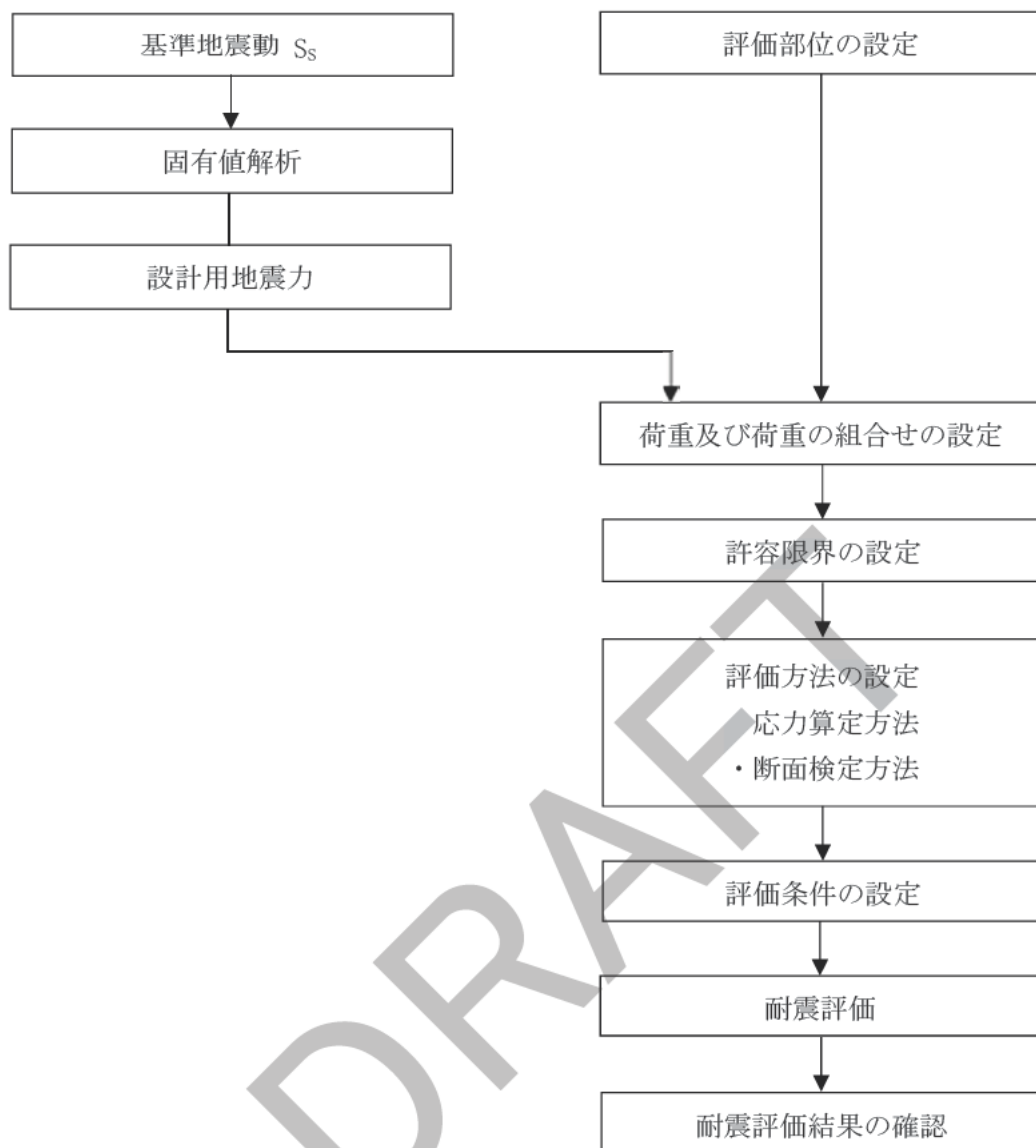


図2.3-1 浸水防止扉の耐震評価フロー

2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令
- (2) 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005改定）
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 ・ 補—1984
（日本電気協会電気技術基準調査委員会昭和59年9月）
- (4) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 —1987
（日本電気協会電気技術基準調査委員会昭和62年8月）
- (5) 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 —1991追補版）
（日本電気協会電気技術基準調査委員会 平成3年6月）
- (6) 国土交通省告示第314号（平成18年2月28日）
- (7) 国住指第1015号 あと施工アンカー連続繊維補強設計 施工指針
（平成18年7月7日）

2.5 記号の説明

浸水防止扉の耐震評価に用いる記号を表 2.5-1 に示す。

表 2.5-1(1/2) 耐震評価に用いる記号

記号	定義	単位
G	扉体自重	ton
\mathbb{Q}	水平方向地震力	kN
\mathbb{Q}_V	鉛直方向地震力	kN
F_X	X方向荷重	kN
K	設計震度	—
\mathbb{Q}_H	水平方向震度	—
K_V	鉛直方向震度	—
K_s	地震荷重	kN
A_{PS}	ヒンジピンのせん断断面積	mm ²
n_1	ヒンジボルトの本数（扉体側）	本
n_2	ヒンジボルトの本数（枠体側）	本
A_S	ヒンジボルトの有効断面積	mm ²
L_C	締結金具の支点から荷重作用点までの距離	mm
A_{rs}	締付金具のせん断断面積	mm ²
Z_r	締付金具の断面係数	mm ²
L_a	ヒンジ中心間距離	mm
L_b	扉体中心からヒンジまでの水平方向距離	mm
f	1次固有振動数	Hz
L	はり長さ	m
E	縦弾性係数	N/m ²
I	断面2次モーメント	m ⁴
m	質量分布	kg/m
λ	定数（板モデルの固有振動数算出）	—
T	固有周期	sec

表 2.5-1 (2/2) 耐震評価に用いる記号

記号	定義	単位
τ_{hp}	ヒンジピンに発生するせん断応力	N/mm ²
σ_{b1}	ヒンジボルトに発生する引張応力 (扉体側)	N/mm ²
τ_{b1}	ヒンジボルトに発生するせん断応力 (扉体側)	N/mm ²
σ_{b2}	ヒンジボルトに発生する引張応力 (枠体側)	N/mm ²
τ_{b2}	ヒンジボルトに発生するせん断応力 (枠体側)	N/mm ²
σ_{rb}	締付金具に発生する曲げ応力	N/mm ²
τ_{rs}	締付金具に発生するせん断応力	N/mm ²
σ_r	締付金具に発生する組合せ応力	N/mm ²
f_s	許容せん断応力	N/mm ²
F_{ts}	ボルトの許容応力	N/mm ²
K	設計震度	—
F_z	ヒンジ部に及び締結金具に作用するZ方向荷重	kN
F_{zx}	ヒンジ部に作用するX方向荷重	kN
F	基準強度	—
P	積載荷重	ton
g	重力加速度	m/sec ²
G_F	枠体自重	ton
h	扉体にかかる強度計算荷重	kN
p	ヒンジピンの断面積	mm ²
p_s	ヒンジピンのせん断断面積	mm ²
r	締結金具の断面積	mm ²
r_s	締結金具のせん断断面積	mm ²
w	車輪の断面積	mm ²
w_s	車輪のせん断断面積	mm ²
τ_{ws}	車輪に発生するせん断応力	N/mm ²
n_a	アンカーボルトの本数	本
	アンカーボルト埋め込み長さ (穿孔長)	mm
a	アンカーボルト呼び径	mm
e	アンカーボルト有効埋め込み長さ	mm

3. 固有周期

3.1 固有周期の計算方法

浸水防止扉の構造に応じて解析モデルを設定し，固有周期を計算する。

3.1.1 解析モデルの設定

浸水防止扉は，扉板及び芯材の組合せにより剛な断面を有しているとともに，ヒンジ及び締付装置により扉を扉枠に支持させる構造であることから，両端支持はりに単純化したモデルとし，最大スパン部のはり（芯材）に，当該はりが受ける扉本体（扉板，芯材）の自重及び付属品（締結装置等）の自重を加えるものとする。はり長さは扉幅とする。解析モデル図を図 3.1-1 に示す。

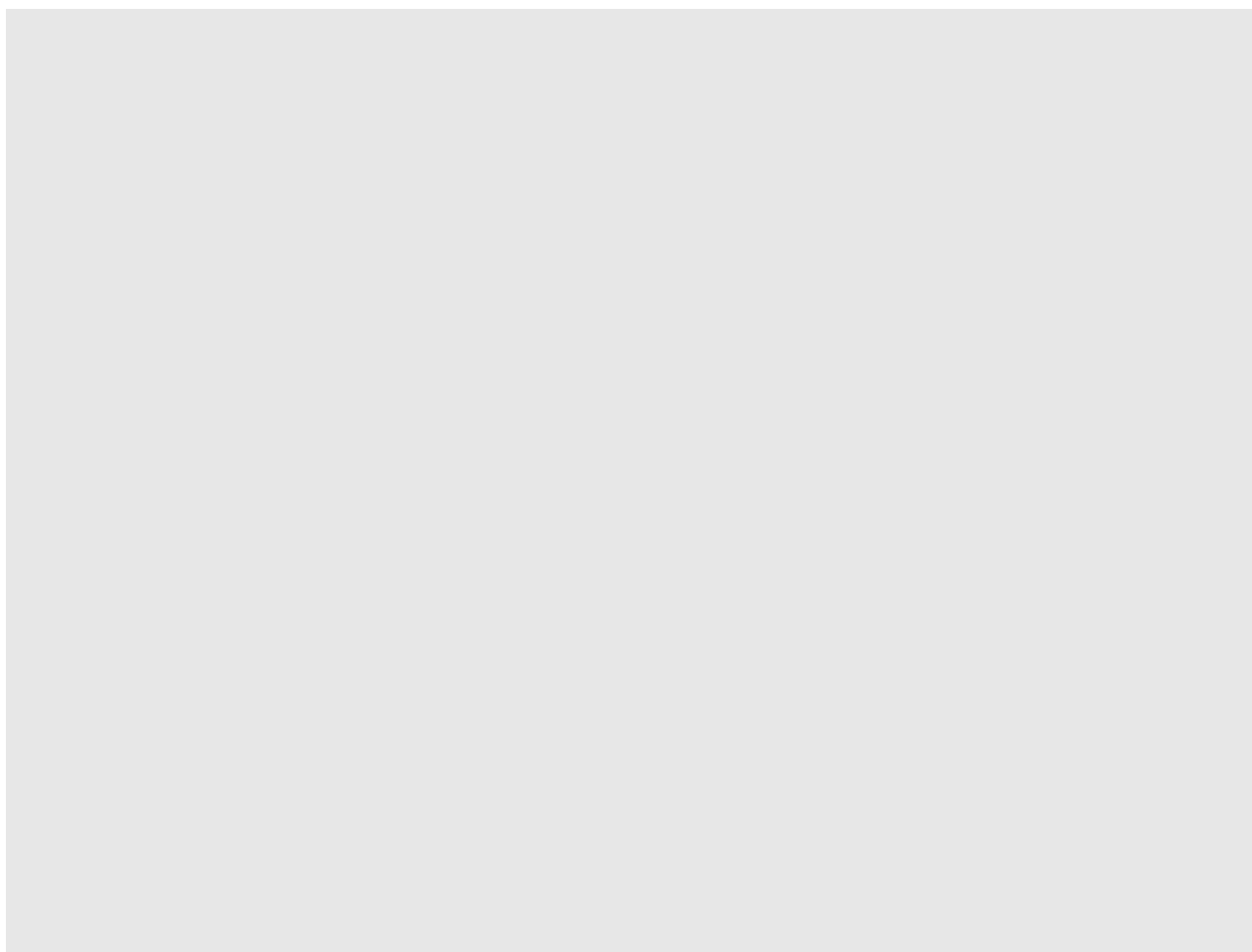


図 3.1-1 浸水防止扉の固有周期解析モデル

3.2 固有周期の計算条件

3.2.1 固有周期の計算方法

1次固有振動数 f を「土木学会鋼構造力学公式集」に基づき以下の式より計算する。

(1) 両端支持はりモデル

$$f = \frac{2.2}{2.2} \sqrt{\frac{EI}{mL^3}}$$

(2) 固有周期

$$T = \frac{1}{f}$$

3.2.2 固有周期の計算条件

浸水防止扉の固有周期の計算条件を表3.2.3-1に示す

表3.2.3-1 浸水防止扉の固有振動数及び固有周期の計算条件及び結果
(両端支持はりモデル)

浸水防止扉名称	はり長さ L (m)	縦弾性係数 E (N/m ²)	断面2次 モーメント I (m ⁴)	質量分布 m (kg/m)
浸水防止扉HAW-1	212	1.93 × 10 ¹¹	0.00004963	495.05
浸水防止扉HAW-2 上段固定扉	3.250	1.93 × 10 ¹¹	0.0004375	400.00
浸水防止扉HAW-2 下段横引扉	3.250	1.93 × 10 ¹¹	0.0010982	1046.15
浸水防止扉HAW-3	1.232	1.93 × 10 ¹¹	0.00004963	487.01

3.3 固有周期の計算結果

浸水防止扉の固有周期の計算結果を表3.3-1に示す。各浸水防止扉の固有周期が0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表3.3-1 浸水防止扉の固有振動数及び固有周期の計算条件及び結果
(両端支持はりモデル)

浸水防止扉名称	固有周期 T(s)	固有振動数 f(Hz)
浸水防止扉HAW-1	0.007	148
浸水防止扉HAW-2 上段固定扉	0.014	68
浸水防止扉HAW-2 下段横引扉	0.014	66
浸水防止扉HAW-3	0.007	145

4. 耐震計算

4.1 評価部位

評価対象部位は、浸水防止扉の構造上の特徴を踏まえ選定する。なお、評価対象部位ごとに扉の開閉状況を考慮のうえ地震荷重を設定する。

浸水防止扉 HAW-1及びHAW-3は、扉体本体（扉板、主桁、縦桁）、扉体部品（ヒンジ、締結金具）及びアンカーボルトから構成される。浸水防止扉に生じる地震に伴う荷重は、扉板から芯材、芯材から枠体に伝達される。また、枠体はアンカーボルトにより壁と一体化しており荷重は躯体に伝わる。

扉板本体については、津波に対する強度は評価済であること、及び地震力による荷重が津波による圧力荷重と比較して小さいことから、これらの荷重を比較することで強度評価を行う。また、浸水防止扉を構成する部材のうち、断面性能（断面積及び断面係数）が小さな部材であるヒンジピン、ヒンジボルト、締結金具及びアンカーボルトについては応力計算を実施して強度評価を行う。

浸水防止扉 HAW-2は扉体本体（扉板、主桁、縦桁）、扉体部品（車輪）及びアンカーボルトから構成される。浸水防止扉に生じる地震に伴う荷重は枠体及びレールを介して躯体に伝達される。

扉板本体については、津波に対する強度は評価済であること、及び地震力による荷重が津波による圧力荷重と比較して小さいことから、これらの荷重を比較することで強度評価を行う。また、浸水防止扉を構成する部材のうち、断面性能（断面積及び断面係数）が小さな部材である車輪及びアンカーボルトについては応力計算を実施して強度評価を行う。

浸水防止扉 HAW-1及びHAW-3の構造図を図4.1-1、図4.1-2に示す。扉体部品への地震荷重の作用イメージ及び評価対象部位を図4.1-3に、浸水防止扉 HAW-1及びHAW-3のアンカーボルトの位置及び評価部位を図4.1-4に示す。

また、浸水防止扉 HAW-2の構造図及び評価対象部位を図4.1-5に、アンカーボルトの位置及び評価部位を図4.1-6に示す。

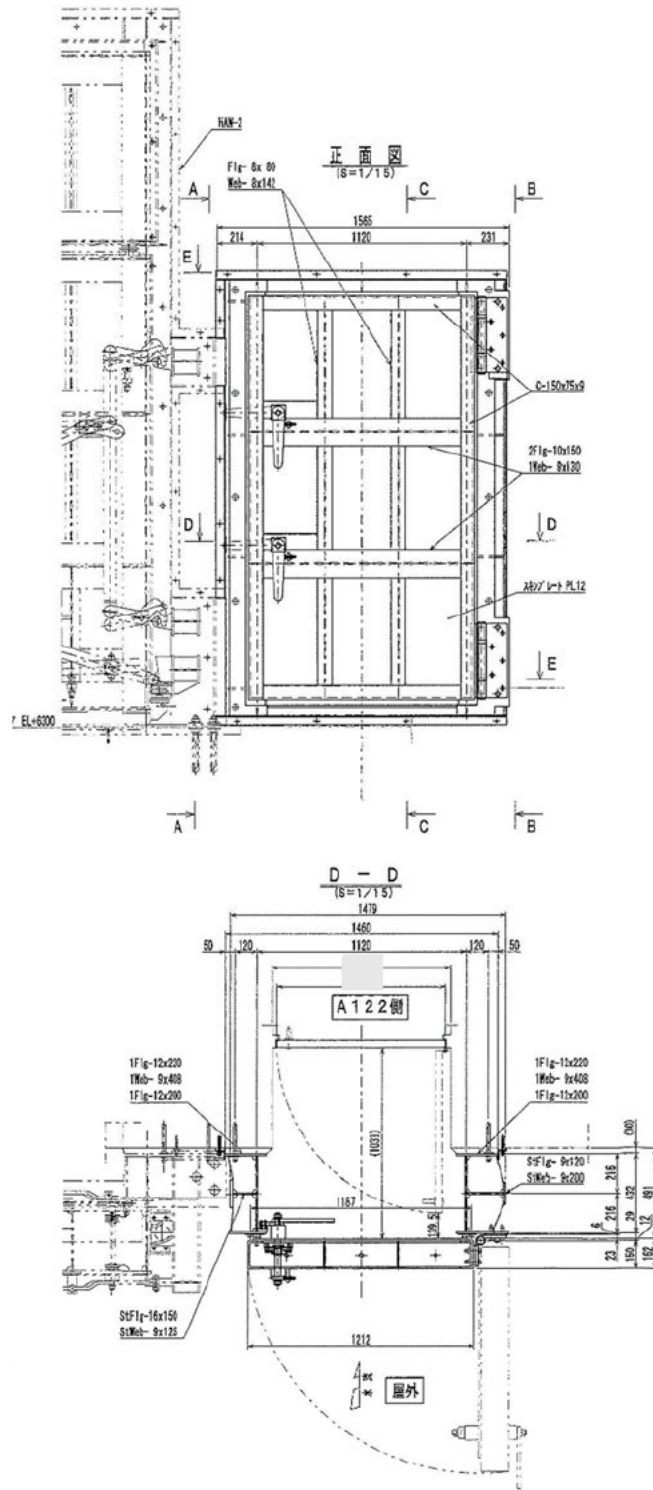


图4. 1-1 浸水防止扉HAW-1 構造图

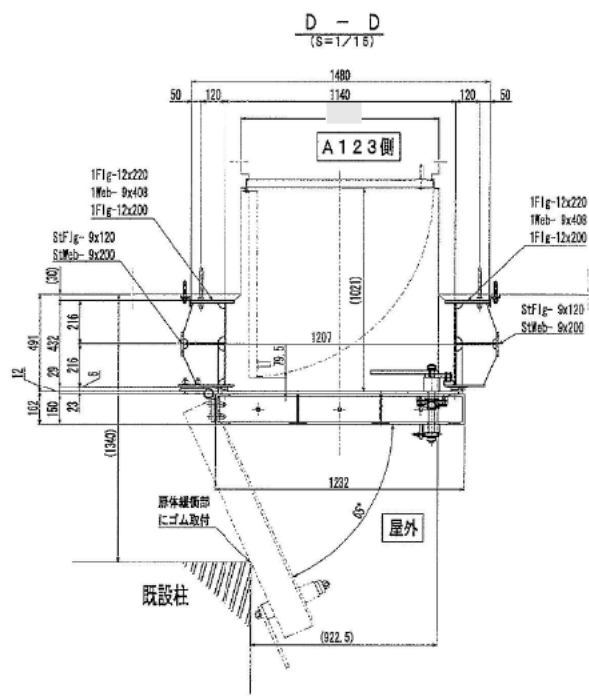
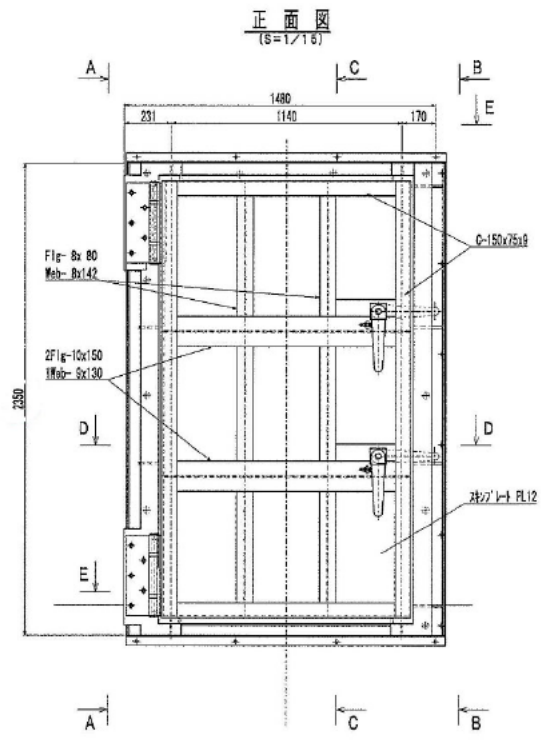


図4.1-2 浸水防止扉HAW-3 構造図

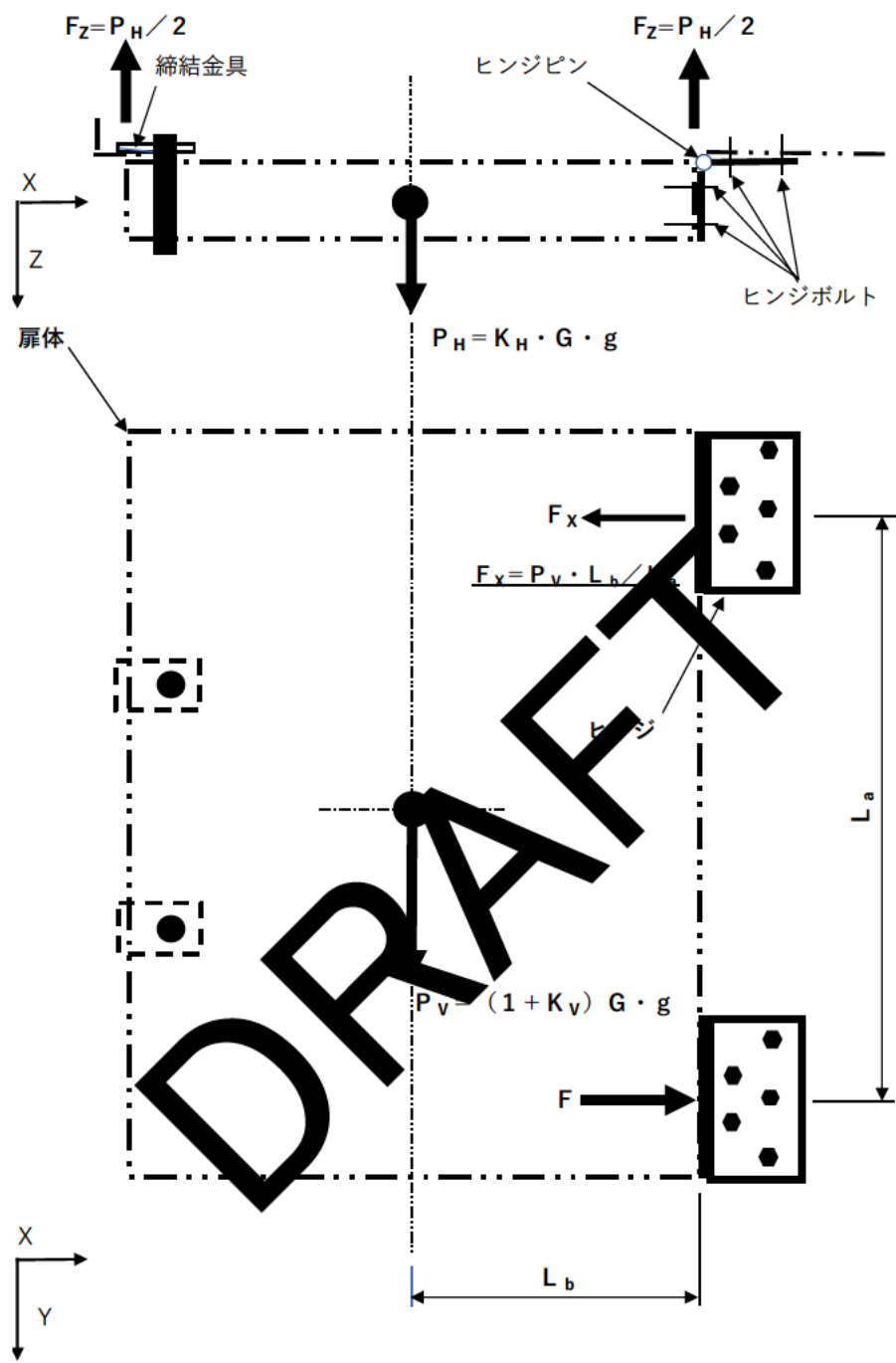


図4.1-3 浸水防止扉閉止時の地震荷重の作用イメージと評価対象部位
(浸水防止扉 HAW-1及びHAW-3)

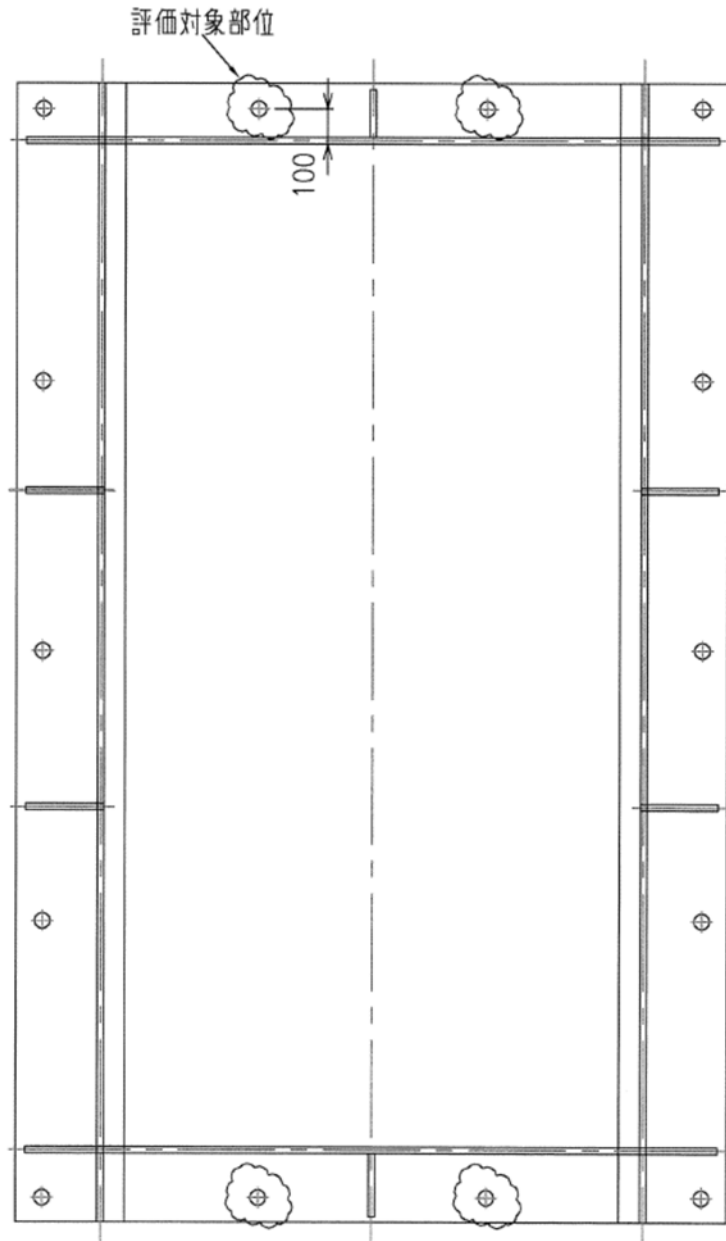


図4.1-4 浸水防止扉 HAW-1及びHAW-3 アンカーボルト位置と評価対象

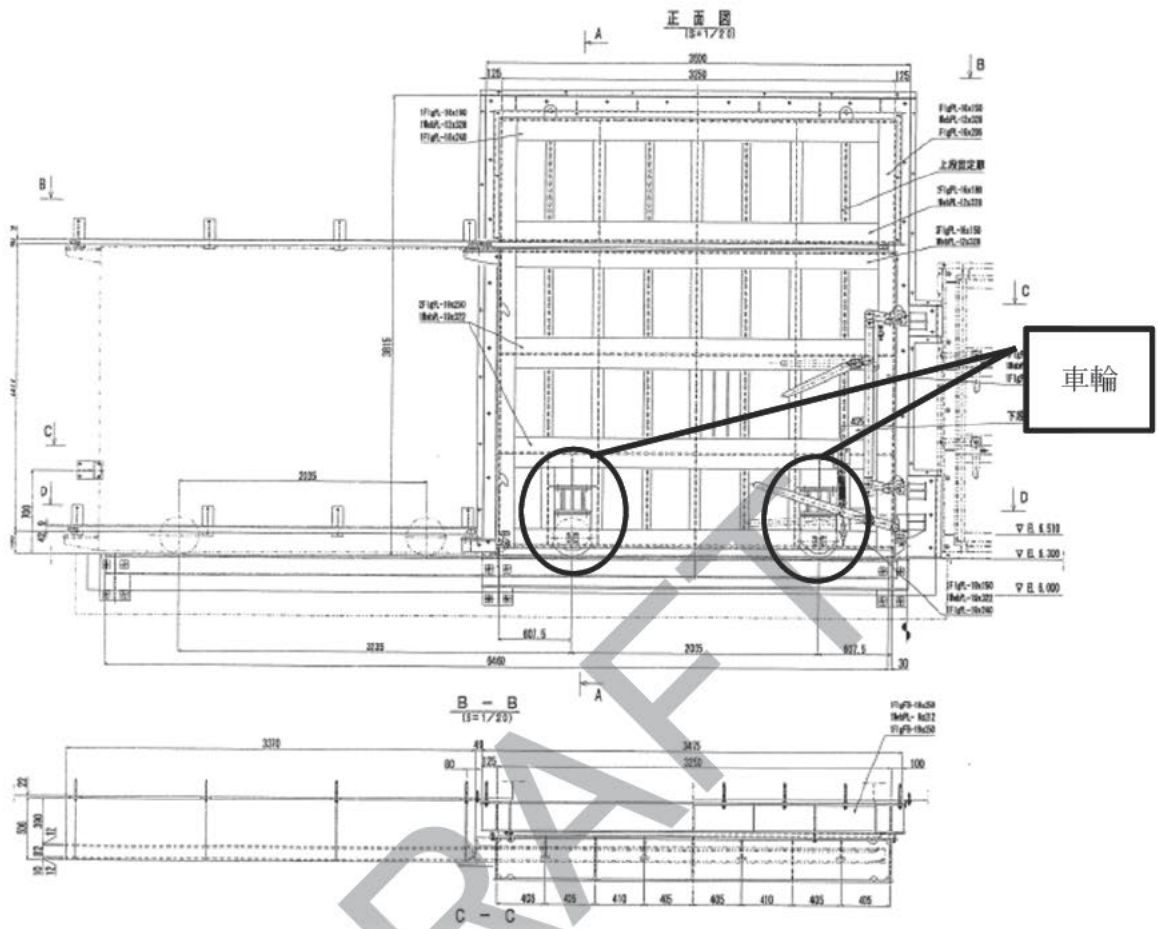


図4 1-5 浸水防止扉 HAW-2 構造図

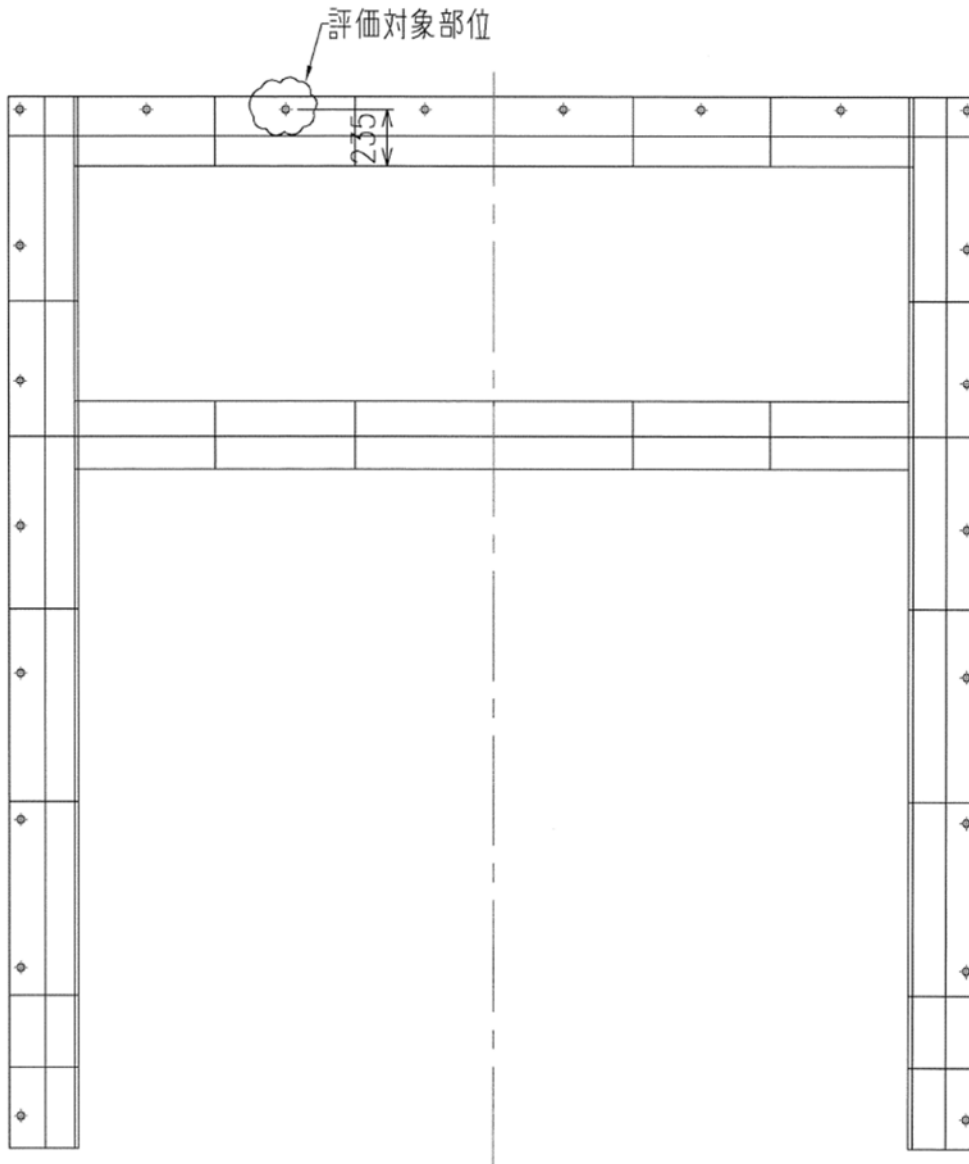


図4.1-6 浸水防止扉 HAW-2 アンカーボルト位置と評価対象

4.2 荷重及び荷重の組合せ

(1) 耐震評価上考慮する荷重

浸水防止扉の耐震評価に用いる荷重を以下に示す。

G：固定荷重

P：積載荷重

浸水防止扉は、上載物の荷重を負担する又は影響を受ける構造となっていないことから、積載荷重については考慮しない。

K_s：基準地震動 sによる地震力

(2) 荷重の設定

a. 固定荷重(G)

浸水防止扉の自重を表4.2-1に示す。

表4.2-1 浸水防止扉の自重

扉名称	固定荷重G (t)
浸水防止扉 HAW-1	0.6
浸水防止扉 HAW-2	4.5
浸水防止扉 HAW-3	0.6

b. 地震荷重(K_s)

地震荷重として、基準地震動 sによる慣性力を考慮する。地震荷重は、浸水防止扉の固定荷重に設計震度Kを乗じた次式により算出する。

$$K_s = G \cdot K$$

ここで、

K_s：地震荷重(kN)

G：浸水防止扉の固定荷重(kN)

K：設計震度

なお、水平及び鉛直地震力による組合せ応力が作用する部位の評価は、水平方向と鉛直方向の地震力が同時に作用するものとして、絶対和法により評価する。

(3) 荷重の組合せ

高放射性貯蔵場(HAW)浸水防止扉の荷重の組合せを表4.2-2に示す。

表4.2-2 浸水防止扉の荷重の組合せ

扉名称	荷重の組合せ
浸水防止扉 HAW-1, 2, 3	$G + K_s$

G : 固定荷重

K_s : 地震荷重

4.3 許容限界

(1) 使用材料及び許容限界

浸水防止扉を構成する扉板、芯材、ヒンジ部の使用材料を表4.3-1に示す。

表4.3-1(1/2) 使用材料 (浸水防止扉 HAW-1及びHAW-3)

部 位		材 質	仕 様[mm]
扉 板 (HAW-1)		SUS304	2174 × 1212 × t12
扉 板 (HAW-3)		SUS304	2174 × 1232 × t12
芯 材	主 桁 (上段及び下段)	SUS304	C150 × 75 × 9 × 9
	主 桁 (中間)	SUS304	H150 × 150 × 9 × 10
	縦 桁	SUS304	150 × 80 × 8 × 8
ヒンジ部	ヒンジピン	SUS304	400 × φ25
	ヒンジボルト	SUS304	M16 × 75
	締結金具	SUS304	65 × 132.5 × t16

注：tは板厚(mm)，φは径(mm)を示す

表4.3-1(2/2) 使用材料 (浸水防止扉 HAW-2)

部 位		材 質	仕 様(mm)
扉 板 (上段固定扉)		SUS304	3500 × 1090 × t12
扉 板 (下段横引扉)		SUS304	3500 × 2600 × t12
芯 材 (上段固定扉)	主 桁 (最上段)	SUS304	H360 × 180(240) × 12 × 16
	主 桁 (最下段)	SUS304	C360 × 180 × 12 × 16
	縦 桁 1	SUS304	T360 × 100 × 12 × 12
	縦 桁 2	SUS304	T170 × 65 × 16 × 16
芯 材 (下段横引扉)	主 桁 (最上段)	SUS304	C360 × 180 × 12 × 16
	主 桁 (中間)	SUS304	H360 × 250 × 19 × 19
	主 桁 (最下段)	SUS304	H360 × 150(240) × 12 × 19
	縦 桁 1	SUS304	T360 × 100 × 9 × 12
	縦 桁 2	SUS304	T170 × 65 × 12 × 16
車 輪	車 軸	SUS304	φ 40

(2) 許容限界

a. 扉板, 芯材, ヒンジ部

扉板, 芯材, ヒンジ部の許容限界は, 「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—
((社) 日本建築学会, 2005改定) 」を踏まえて表4.3-2の値とする。

表4.3-2 許容限界

材料	短期許容応力 (N/mm ²)	
	曲げ	せん断
SUS304* ¹	205	118

注記*1: 許容応力度を決定する場合の基準値Fの値は, 「J I S G 4 3 0 3 : 2012
ステンレス鋼棒」, 「J I S G 4 3 0 4 : 2012 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」
に基づく。

4.4 評価用地震力

「3. 固有周期」に示したとおり浸水防止扉 HAW-1, HAW-2及びHAW-3の固有周期が0.05秒以下であることを確認したため、高放射性貯蔵場(HAW)浸水防止扉の耐震計算で用いる震度は、高放射性貯蔵場(HAW)の地震応答解析結果をもとに設定した水平震度及び鉛直震度を用いる。耐震計算で用いる震度を表4.4-1に示す。

表4.4-1 浸水防止扉 HAW1, 2, 3の耐震計算で用いる評価用震度

地震動	設置場所及び床面高さ (m)	評価用震度	
基準地震動 S_s	高放射性廃液貯蔵場(HAW) 3階	水平方向 α_H	1.18
		鉛直方向 α_V	0.79

4.5 計算方法

4.5.1 荷重算定

① 水平方向地震力 P_H (kN)

$$P_H = \alpha_H \cdot W \cdot \gamma$$

② 扉体自重及び鉛直方向地震力 P_v (kN)

$$P_v = (1 + \alpha_v) \cdot W$$

③ ヒンジ部及び締結金具に作用するZ方向荷重 F_z (kN)

$$F_z = \frac{P_H}{2}$$

④ ヒンジ部に作用するX方向荷重 F_x (kN)

$$F_x = \frac{P_v \cdot L_b}{L_a}$$

4.5.2 応力算定

① ヒンジピンに発生するせん断応力 τ_{hp}

$$\tau_{zx} = \sqrt{\tau_x^2 + \left(\frac{F_z}{2}\right)^2}$$

$$\tau_{ps} = \frac{3}{4} \tau_p$$

(機械工学便覧 A3編 材料力学 3.8 せん断力によるはりの応力とたわみ)

$$\tau_{hp} = \frac{1000F_{xz}}{A_{ps}}$$

②ヒンジボルトに発生する応力 σ 及び b

・扉体側

$$b_1 = \frac{1000 z}{1 \cdot s}$$

$$b_1 = \frac{1000 z}{2 \cdot 1 \cdot s}$$

・枠体側

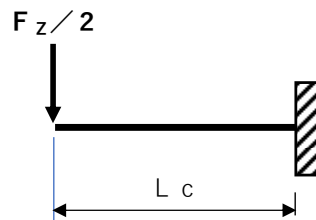
$$b_2 = \frac{1000 z}{2 \cdot 2 \cdot s}$$

$$b_2 = \frac{1000 z}{2 \cdot s}$$

③締付金具に発生する応力

$$\sigma = \frac{1000 z \cdot c}{2 r}$$

$$r_s = \frac{2}{3} r$$



(機械工学便覧 A3編 材料力学 3.8 せん断力によるはりの応力とたわみ)

$$r_s = \frac{1000 z}{2 r_s}$$

$$r = \sqrt{r_b^2 + 3 r_s^2}$$

④ 車輪に発生する応力

$$\sigma_{ws} = \frac{1000(1 - \nu) \cdot g}{\sigma_{ws}}$$

$$\sigma_{ws} = \frac{3}{4} \sigma_w$$

(機械工学便覧 A3編 材料力学 3.8 せん断力によるはりの応力とたわみ)

⑤ アンカーボルトに発生する応力

$$\sigma_{an} \quad \sigma_{an} = K_H \cdot (G + G_F)g/n_a$$

4.5.3 許容応力

(1) ヒンジピン, ヒンジボルト, 締付金具, 車輪

材料の耐力及び引張強さの70%のいずれかの小さい数値をFとして、許容応力は以下とする。

$$f_s = \frac{\sigma}{\sqrt{3}}$$

(2) アンカーボルト

引張耐力

$$\sigma_a \quad \sigma_a(\sigma_{a1}, \sigma_{a2}, \sigma_{a3})$$

σ_a : 引張耐力

$$\sigma_{a1} \quad \sigma_y \sigma_0$$

σ_{a1} : アンカーボルトの降伏により決まる引張耐力

σ_y : アンカーボルトの降伏強度

σ_0 : アンカーボルトの有効断面積 (ねじ加工を考慮)

$$\sigma_{a2} = 0.23\sqrt{\sigma_B} \cdot c$$

$$\sigma_c \quad \sigma_c(\ell_e, a)$$

$$\ell_e = \ell + a$$

- a_2 : コンクリートのコーン破壊により決まる引張耐力
- B : コンクリートの圧縮強度
- c : コンクリートのコーン破壊面の有効水平投影面積
- e : アンカーの有効埋め込み長さ
- : アンカーの埋め込み長さ (穿孔長)
- a : アンカーの呼び径

l' の場合, $c \rightarrow c'$

$$l' = \sqrt{\ell_e \times \ell}$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{l'}{c}\right)$$

$$c' = \frac{(360 - 2 \times \theta)}{360} \times l + l'^2 \times \tan \theta$$

l' : コンクリート開放端からのはしあき
(アンカーボルト中心までの距離)

$$a_3 = 10 \sqrt{\left(\frac{\sigma_B}{1}\right)} \cdot e$$

a_3 : コンクリートの付着破壊より決まる引張耐力

$$a_s = (a_{s1}, a_{s2}, a_{s3})$$

$$a_{s1} = a_1$$

$$a_{s2} = a_2 / 1.5$$

$$a_{s3} = a_3 / 1.5$$

a_s : 短期許容引張耐力

a_{s1} : アンカーボルトの降伏により決まる短期許容引張耐力

a_{s2} : コンクリートのコーン破壊により決まる短期許容引張耐力

a_{s3} : コンクリートの付着破壊により決まる短期引張耐力

せん断耐力

$$a = (a_1, a_2, a_3)$$

a : せん断耐力

$$a_1 = 0.7 y_{sc}$$

a_1 : アンカーボルトの降伏より決まるせん断耐力

y : アンカーボルトの降伏強度

s_c : アンカーボルトの公称断面積

$$a_2 = 0.4 \sqrt{c \cdot B} s_c$$

a_2 : コンクリートの支圧により決まるせん断耐力

c : コンクリートのヤング係数

B : コンクリートの圧縮強度

$$a_3 = 294 s_c$$

a_3 : 上限値より決まるせん断耐力

$$a_s = Q a / 15$$

a_s : 短期許容せん断耐力

4.6 計算条件

「4.5 計算方法」に用いる評価条件を表4.6-1に示す。

表4.6-1 耐震評価に用いる条件

対象部位	記号	単位	定義	数値
扉自重	G	ton	扉体自重(HAW-1, 3)	0.6
			扉体自重(HAW-2)	4.7
	F	ton	枠体自重(HAW-1, 3)	0.7
			枠体自重(HAW-2)	2.8
震度	H	—	水平震度	1.18
	V	—	鉛直震度	0.79
地震荷重	H	kN	水平方向地震力(HAW-1, 3) (扉体と枠体の合計)	15.0
			水平方向地震力(HAW-2) (扉体と枠体の合計)	86.8
強度計算荷重 (耐津波)	h	kN	扉にかかる荷重(HAW-1, 3)	462.2
			扉にかかる荷重(HAW-2)	1878
ヒンジピン (HAW-1, 3)	p	mm ²	断面積	490.9
	ps	mm ²	せん断断面積	368.2
ヒンジボルト (HAW-1, 3)	1	本	本数(扉体側)	5
	2	本	本数(枠体側)	5
	s	mm ²	有効断面積	157.0
締結金具 (HAW-1, 3)	c	mm	支点から荷重作用点までの距離	80
	r	mm ²	せん断断面積	416
	r	mm ³	断面係数	1664
ヒンジ 中心間距離		mm	浸水防止扉 HAW-1	1768
			浸水防止扉 HAW-3	1754
扉体中心から ヒンジまでの 水平方向距離	b	mm	浸水防止扉 HAW-1	631
			浸水防止扉 HAW-3	641
車輪(HAW-2)	ws	mm ²	せん断断面積	942.5
アンカーボルト	a	本	本数(HAW-1, 3)	14
			本数(HAW-2)	22
		mm	埋め込み長さ(穿孔長)	130
	a	mm	呼び径	16
	e	mm	有効埋め込み長さ	114

表4.6-2 耐震評価に用いる評価条件

記号	単位	定義	数値
σ_y	N/mm ²	アンカーボルトの降伏強度	205
σ_0	mm ²	アンカーボルトM16の有効断面積 (ネジ加工を考慮)	157
σ_B	mm ²	コンクリートの圧縮強度	20.6
σ_C	N/mm ²	コンクリートのヤング係数	21944
σ_{sc}	mm ²	アンカーボルトM16の公称断面積	199
h	mm	はしあき(HAW-1,3)	100
		はしあき(HAW-2)	220
r	mm	コーン破壊面の有効水平投影面積の 半径(HAW-1,3)	121.7
σ_c, σ'_c	mm ²	コーン破壊面の有効水平投影面積 (HAW-1,3)	44507
		コーン破壊面の有効水平投影面積 HAW-2)	46558
σ_{a1}	kN	アンカーボルトの降伏により決まる 引張耐力(HAW-1,3)	32.1
		アンカーボルトの降伏により決まる 引 耐力(HAW-2)	32.1
σ_{a2}	kN	コンクリートのコーン破壊により決まる 引張耐力(HAW-1,3)	46.4
		コンクリートのコーン破壊により決まる 引張耐力(HAW-2)	48.6
σ_{a3}	kN	コンクリートの付着破壊により決まる 引張耐力(HAW-1,3)	56.7
		コンクリートの付着破壊により決まる 引張耐力(HAW-2)	56.7
σ_{a1}	kN	アンカーボルトの降伏により決まる せん断耐力(HAW-1,3)	28.5
		アンカーボルトの降伏により決まる せん断耐力(HAW-2)	28.5
σ_{a2}	kN	コンクリートのコーン破壊により決まる せん断耐力(HAW-1,3)	53.5
		コンクリートのコーン破壊により決まる せん断耐力(HAW-2)	53.5
σ_{a3}	kN	コンクリートの付着破壊により決まる せん断耐力(HAW-1,3)	58.5
		コンクリートの付着破壊により決まる せん断耐力(HAW-2)	53.5

4.7 評価結果

浸水防止扉の扉体にかかる耐震計算荷重と耐津波強度計算荷重の比較を行った結果を表4.7-1に示す。

また、浸水防止扉の各部材及びアンカーボルトの断面検定を行った結果をそれぞれ表4.7-2及び表4.7-3に示す。

浸水防止扉の扉体にかかる荷重は耐津波強度計算荷重に比べて極めて小さく、強度計算で十分な強度を有することが確認されていることから、耐震性も有する。

加えて浸水防止扉の各部材の断面検定を行った結果でも、発生応力度又は荷重は許容限界値以下である。

表4.7-1 評価結果（扉体）

名称	耐震計算荷重 (kN)	強度計算荷重 (kN)	耐震/強度 荷重比
浸水防止扉 HAW-1	15.0	462	0.03
浸水防止扉 HAW-2	86.8	878	0.05
浸水防止扉 HAW-3	15.0	462	0.03

表4.7-2 評価結果（部品類）

名称	評価対象部位	発生応力 (N/mm ²)	許容応力 (N/mm ²)	応力比
浸水防止扉 HAW-1	ヒンジピン	12	118	0.11
	ヒンジボルト	5	205	0.03
	締結金具	84	205	0.41
浸水防止扉 HAW-2	車輪	27	118	0.23
浸水防止扉 HAW-3	ヒンジピン	12	118	0.11
	ヒンジボルト	5	205	0.03
	締結金具	84	205	0.41

表4.7-3 評価結果（アンカーボルト）

名称	応力	発生応力 (kN/本)	許容応力 (kN/本)	応力比
浸水防止扉 HAW-1	引張	1.1	30.9	0.03
	せん断	1.1	19.0	0.05
浸水防止扉 HAW-2	引張	4.0	32.1	0.12
	せん断	4.0	19.0	0.21
浸水防止扉 HAW-3	引張	1.1	30.9	0.03
	せん断	1.1	19.0	0.05

TVF 保管能力増強について

【概要】

TVF 保管能力増強(平成 30 年 11 月申請)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。また、令和 2 年 6 月 8 日の監視チーム会合において、「ガラス固化技術開発施設(TVF)の保管能力増強について、想定される事象の進展を踏まえて、自然通風換気がどの程度期待でき、また、強制換気がどのタイミングで必要となるのか、ガラス固化体の崩壊熱除去機能を維持できることを整理して説明すること。」のコメントを受けている。

上記コメントを踏まえ、TVF 保管能力増強については、安全対策との関係を整理した上で、本申請に含まれている設計地震動や設計津波に対する崩壊熱除去機能に係る対策(移動式発電機による強制換気)については、事故対処として扱うこととし、本申請から切り離し、安全対策に係る変更申請に含める予定である。

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の方針を踏まえ、高放射性廃液蒸発乾固に係る対策工事(施設内対策工事(HAW、TVF))等と併せ、ガラス固化体の崩壊熱除去に係る対策工事を令和 2 年 10 月頃申請する予定である。

なお、申請時期は見直すが、対策工事(移動式発電機や及び電源盤設置)については、令和 3 年度末までの工事完了予定に変更はなく、その後、訓練を通して有効性を確認する。

令和2年7月16日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

東海再処理施設の安全対策に係る7月までの面談スケジュール(案)

令和2年7月14日

再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (○7月変更申請)		令和2年									
		6月					7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31	
監視チームコメント 対応	・TVF 機器系統図等用いた耐震計算説明		▼11			◆29					
	・廃液貯槽許容応力評価(貯液量制限等)			▼18		◆29					
	・津波警報時、T20バルブ閉対応の有効性						▽9				
	・TVF 受入槽等の液量管理について						▽9	▼▼	◆16		
	・耐震計算書の根拠(肉厚等)について						▼7	13 14			
	・外部事象の事故対処設備防護の考え方						▼9		◆16		
	・外部事象のガイドとの適合性						▼9		◆16		
	・外部火災の自衛消防隊の役割等						▽9			▽30	
	・燃料輸送車両、船舶の火災源としての評価						▼9		◆16		
全体概要		▼2 ▼4	◆8▼9								
安全対策										◇27	
地震による 損傷の防 止	○TVF の耐震性を確保すべき設備の整理	▼2 ▼4	◆8								
	○TVF 建家耐震評価		▼11			◆29					
	○TVF 設備耐震評価										
	-設備の耐震計算書			▼18		◆29					
	-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			▼18 ▼23		◆29					
津波による 損傷の防 止	○第2 付属排気筒耐震工事										
	-耐震計算書					▼30		◆16			
	-設計及び工事の計画					▼30		◆16			
	○TVF 建家健全性評価(波力、余震重畳)					▽30▼2		◆16			
	○HAW 一部外壁補強										
-設計及び工事の計画					▼30		◆16				
-開口部浸水防止扉の健全性評価					▼30		◆16				
○HAW・TVF 建家貫通部浸水可能性評価								▽			
-TVF の建家貫通部からの浸水の可能性確認	▼2 ▼4	◆8									
-トレンチと接する建家内壁等の健全性評価結果					▼25 ▼30	▼7		◆16			
-浸水防止扉止水処理の耐圧試験結果					▼25 ▼30			◆16			
・引き波の影響評価			12▼▼15			◆29		▽			

▽面談、◇監視チーム会合

面談項目 (○7月変更申請)		令和2年								
		6月				7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31
事故対処	○HAW・TVF 事故対処の方法、設備及びその有効性評価(緊急安全対策を含む) -基本的考え方 -有効性評価(代表例)の提示 -事象進展及び対策手順(HAW) <冷却、閉じ込め機能維持> 系統設備構成、機能喪失の範囲 対策手順及び実施の判断 -対策の有効性評価(HAW) <冷却、閉じ込め機能維持> 対策時間、事故対処設備能力、必要な資源、要員、アクセスルート、保守性の考え方 -事象進展及び対策手順(TVF) 同上 -対策の有効性評価(TVF)				▼23	◆29		◆16		
				▼18		▼9	▼▼	13 14		
				▼18						
外部からの衝撃による損傷の防止	竜巻	○竜巻対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -代表飛来物調査・選定 -飛来物に対する防護の評価 -新たな飛来物防護対策		▼11			◆29			
	火山	○火山対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -降下火砕物の評価		▼11			◆29			
	外部火災	○外部火災対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -森林火災に対する防護の評価 -近隣工場の火災爆発に対する防護の評価 -航空機墜落に対する防護の評価		▼11			◆29			
					▼18	◆29				
					▼23	◆29				
					▼23	◆29				
内部火災	○内部火災対策の基本的考え方 ○HAW・TVF の防護対象設備の整理と重要な安全機能への影響評価・対策					▼2	▼▼	◆16		
						▼2	▼▼	13 14		
溢水	○溢水対策の基本的考え方 ○HAW・TVF の防護対象設備の整理と重要な安全機能への影響評価・対策					▼2	▼▼	◆16		
						▼2	▼▼	13 14		
制御室	○制御室の安全対策の基本的考え方 ○重大事故等発生した場合でも対応可能な対策					▼2	▼▼	◆16		
						▼2	▼▼	13 14		
その他施設の安全対策	・設計津波に対して発生する可能性のある事象検討 ・想定される事象発生時の環境影響評価・対策							▼16		▼30

▽面談、◇監視チーム会合

面談項目 (〇7月変更申請)		令和2年									
		6月				7月					
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31	
その他											
TVF 保管能力 増強	〇平成30年11月変更申請の補正				▼23			▽16		◇27	
TVF 溶 融炉の 結合装 置	〇結合装置の製作及び交換に係る工事 (設計及び工事の計画)				▼23		▼7	◆16			
TVF 浄 水配管	〇浄水配管等の一部更新に係る工事 (設計及び工事の計画)						▼7	◆16			