

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添2-009-17
提出年月日	2022年12月12日

VI-2-9-3-2 原子炉建物機器搬出入口の耐震性についての計算書

S2 補 VI-2-9-3-2 R0

2022年12月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	配置概要	1
2.2	構造概要	3
2.3	評価方針	4
2.4	適用規格・基準等	5
2.5	記号の説明	6
3.	固有周期	8
3.1	固有周期の計算方法	8
3.1.1	水平方向	8
3.1.2	鉛直方向	9
3.2	固有周期の計算条件	10
3.3	固有周期の計算結果	11
4.	構造強度評価	12
4.1	評価対象部位	12
4.2	荷重及び荷重の組合せ	15
4.2.1	耐震評価上考慮する荷重	15
4.2.2	荷重の設定	16
4.3	許容限界	18
4.3.1	使用材料	18
4.3.2	許容限界	19
4.4	計算方法	20
4.4.1	荷重計算方法	20
4.4.2	応力評価	27
4.5	計算条件	29
5.	評価結果	31

1. 概要

本資料は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉建物機器搬出入口の扉（以下「機器搬出入扉」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

機器搬出入扉は、原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の一部施設として扱うため、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 配置概要

機器搬出入扉の設置位置を図2-1に示す。

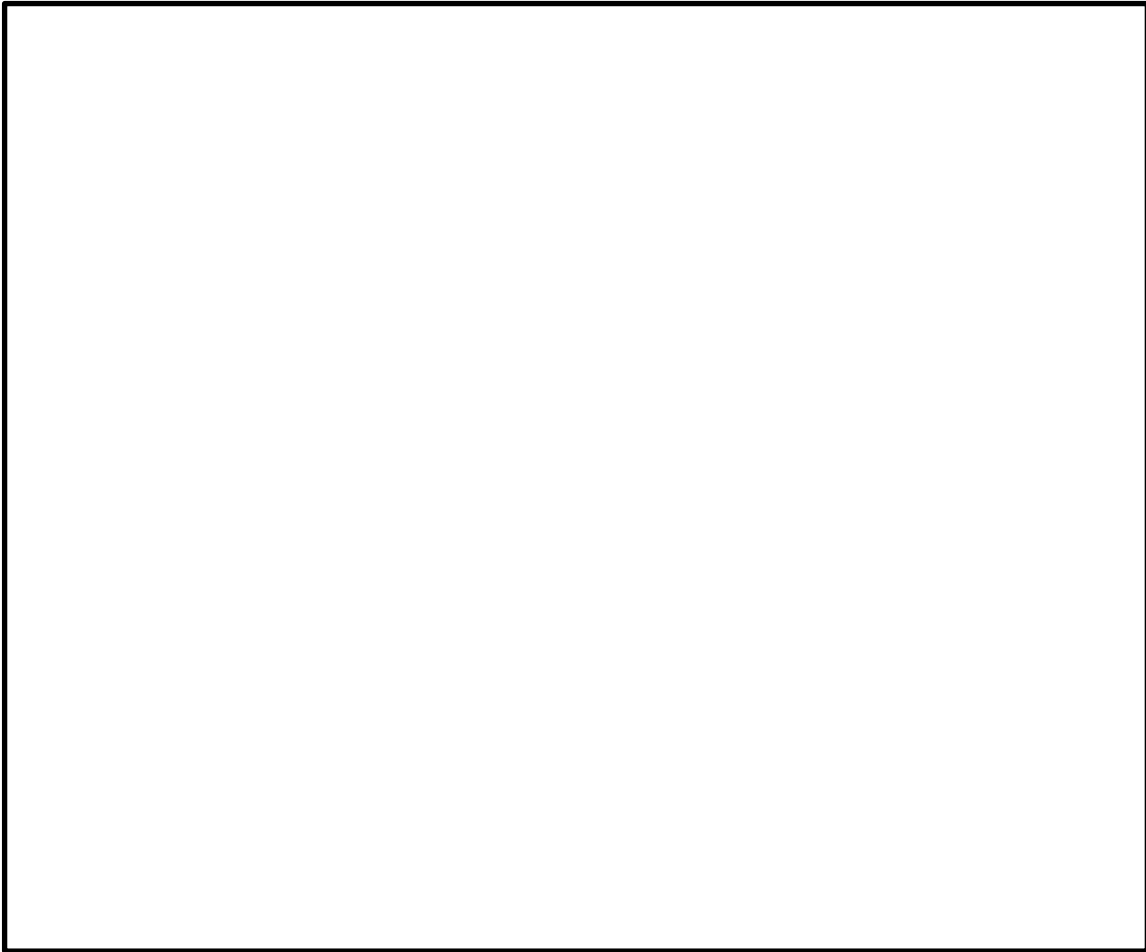


図 2-1 設置位置図 (EL 15.3m)

2.2 構造概要

機器搬出入扉の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画構造	
支持構造	主体構造
<p>大扉の扉開放時は、ヒンジにより大扉が扉枠に固定され、扉閉止時においては、大扉に配したカンヌキを扉枠内のカンヌキ受けに差し込み、大扉と扉枠を一体化する構造とする。また、扉枠を周辺躯体にアンカーボルトで固定する構造とする。くぐり戸の扉開放時は、ヒンジによりくぐり戸が大扉に固定され、扉閉止時においては、くぐり戸に配したカンヌキを大扉内のカンヌキ受けに差し込むことにより、大扉に一体化する構造とする。</p>	<p>大扉は片開型の鋼製扉とし、扉板に芯材を取り付け、大扉に配したカンヌキを扉枠内のカンヌキ受けに差し込み、大扉と扉枠を一体化させる構造とする。くぐり戸は片開型の鋼製扉とし、くぐり戸に設置されたくぐり戸用カンヌキを大扉に設置されたカンヌキ受けに差し込み、くぐり戸と大扉を一体化させる構造とする。また、大扉と建物躯体及びくぐり戸と大扉の接続はヒンジを介する構造とする。</p>
概略構造図	
	

2.3 評価方針

機器搬出入扉の耐震評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき「2.2 構造概要」にて示す機器搬出入扉の部位を踏まえ、「4.1 評価対象部位」にて設定する部位において、設計用地震力により生じる応力度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。

機器搬出入扉の耐震評価は、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。評価に当たっては、材料物性の不確かさを考慮する。

機器搬出入扉の耐震評価フローを図2-2に示す。

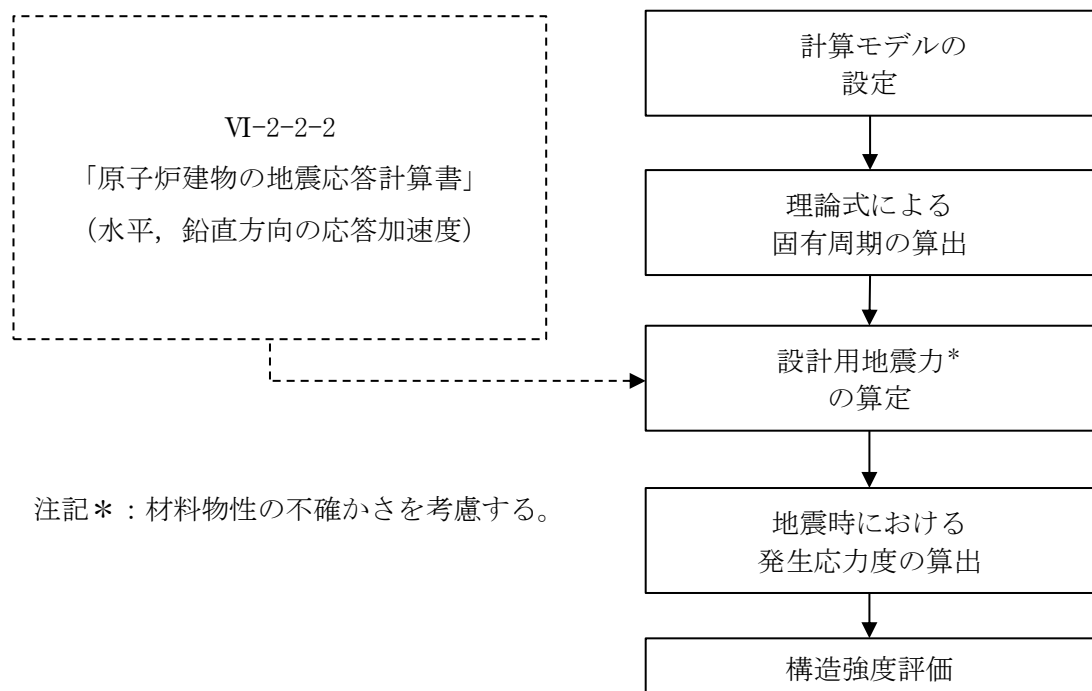


図2-2 耐震評価フロー

2.4 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令
- (2) 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）
- (3) 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）
- (4) J I S G 4 3 0 3－2012 ステンレス鋼棒
- (5) J I S G 4 0 5 1－2016 機械構造用炭素鋼鋼材
- (6) J I S G 4 0 5 3－2016 機械構造用合金鋼鋼材
- (7) J I S B 1 0 5 4－1－2013 耐食ステンレス鋼製締結用部品の機械的性質
- (8) 構造力学公式集（土木学会）

2.5 記号の説明

機器搬出入扉の耐震評価に用いる記号を表 2-2 に示す。

表 2-2(1) 耐震評価に用いる記号

項目	記号	定義	単位	
共通	E	ヤング率	N/m ²	
	F _H	水平地震力	N	
	F _V	鉛直地震力	N	
	f	機器搬出入扉の 1 次固有振動数	Hz	
	I	断面二次モーメント	mm ⁴	
	ℓ	モデル化に用いる芯材の長さ	mm	
	m	質量分布	kg/m	
	C _H	水平震度	—	
	C _V	鉛直震度	—	
	W _x	扉体自重	kN	
	W ₁	扉体幅	mm	
	H ₁	扉体高	mm	
	P _{N1}	圧力荷重 (内圧)	kN/m ²	
	P _{N2}	圧力荷重 (外圧)	kN/m ²	
ヒンジ部	共通	L _j	ヒンジ間距離	mm
		L _r	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体幅方向)	mm
		L _t	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体厚方向)	mm
		R _r	扉体幅方向自重反力	N
		R _t	扉体厚方向自重反力	N
	ヒンジ アーム	A ₁	ヒンジアームの断面積	mm ²
		T ₁	ヒンジアームの引張力	N
		L ₁	ヒンジアームの作用点間距離	mm
		M ₁	ヒンジアームの曲げモーメント	N・mm
		Q ₁	ヒンジアームのせん断力	N
		Z ₁	ヒンジアームの断面係数	mm ³
		σ _{t1}	ヒンジアームの引張応力度	N/mm ²
		σ _{b1}	ヒンジアームの曲げ応力度	N/mm ²
		σ _{x1}	ヒンジアームの組合せ応力度	N/mm ²
		τ ₁	ヒンジアームのせん断応力度	N/mm ²

表 2-2(2) 耐震評価に用いる記号

項目		記号	定義	単位
ヒンジ部	ヒンジ ピン	A_2	ヒンジピンの断面積	mm^2
		A_2'	ヒンジピンの受圧面積	mm^2
		L_2	ヒンジピンの軸支持間距離	mm
		N_2	ヒンジピンの圧縮力	N
		M_2	ヒンジピンの曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
		Q_2	ヒンジピンのせん断力	N
		Z_2	ヒンジピンの断面係数	mm^3
		σ_{c2}	ヒンジピンの圧縮応力度	N/mm^2
		σ_{b2}	ヒンジピンの曲げ応力度	N/mm^2
		σ_{x2}	ヒンジピンの組合せ応力度	N/mm^2
	τ_2	ヒンジピンのせん断応力度	N/mm^2	
	ヒンジ ボルト	A_{b3}	ヒンジボルトの断面積	mm^2
		n_{b3}	ヒンジボルトの本数	本
		T_3	ヒンジボルトの引張力	N
		Q_3	ヒンジボルトのせん断力	N
		σ_{t3}	ヒンジボルトの引張応力度	N/mm^2
	τ_3	ヒンジボルトのせん断応力度	N/mm^2	
カンヌキ部	共通	F_H'	水平面外方向の慣性力	N
	カンヌキ	A_4	カンヌキの断面積	mm^2
		L_4	カンヌキの作用点間距離	mm
		M_4	カンヌキの曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
		n	カンヌキの本数	本
		Q_4	カンヌキのせん断力	N
		Z_4	カンヌキの断面係数	mm^3
		σ_{b4}	カンヌキの曲げ応力度	N/mm^2
		σ_{x4}	カンヌキの組合せ応力度	N/mm^2
	τ_4	カンヌキのせん断応力度	N/mm^2	

3. 固有周期

3.1 固有周期の計算方法

固有周期は、扉閉止時及び扉開放時について、「土木学会 構造力学公式集」に基づき以下の式により計算する。機器搬出入扉は、ヒンジ及びカンヌキにより扉と扉枠を固定する構造であることから扉閉止時の大扉については両端固定はり、くぐり戸は四辺支持の長方形板に、扉開放時については、ヒンジ、自由端はりに単純化したモデルとし、モデル化に用いる芯材又は扉板の長さは扉高さとする。

ここで、固有振動数は水平方向（扉体面外方向）について算出するものとし、鉛直方向（扉体面内方向）については、扉に配された鉛直方向の芯材等の軸剛性が、面外方向の剛性に比べて十分に大きいと見做すため、固有振動数の算出を省略する。

モデル化の対象は、扉板及び芯材の組合せによる断面を有する機器搬出入扉（大扉）については芯材を、芯材がなく扉板そのものにより断面を構成する機器搬出入扉（くぐり戸）については扉板とする。なお、扉開放時は芯材の有無に関わらず同一の評価式を用いる。扉閉止時及び扉開放時の固有値計算モデルを図 3-1 及び図 3-2 に示す。

3.1.1 水平方向

(1) 扉閉止時

a. 両端固定はりモデル（大扉：芯材をモデル化）

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

$$f = \frac{4.7300^2}{2\pi\ell^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}$$

b. 四辺固定の長方形板モデル（くぐり戸：扉板をモデル化）

$$f = \frac{\lambda\pi h}{4b^2} \sqrt{\frac{E}{3(1-\nu^2)\rho}}$$

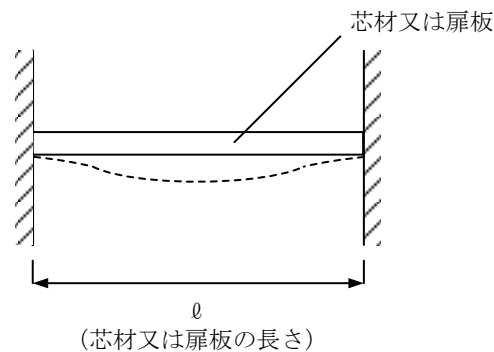


図 3-1 固有値計算モデル（扉閉止時）

(2) 扉開放時（大扉及びくぐり戸：芯材又は扉板をモデル化）

扉開放時において機器搬出入扉は、面外方向については剛体モード（固有振動数がほぼゼロ）となり、これに伴う荷重の増幅は生じないが、本評価においては保守的に芯材又は扉板が自由振動するものとして、下記の評価式にて固有振動数を算出することとした。

ヒンジ，自由端はりモデル

$$T = \frac{1}{f}$$
$$f = \frac{3.9266^2}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}$$

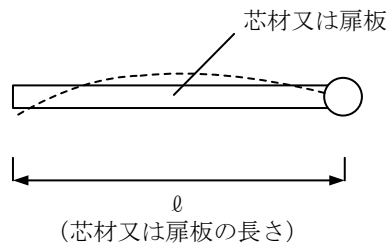


図 3-2 固有値計算モデル（扉開放時）

3.1.2 鉛直方向

鉛直方向については、扉に配された鉛直方向の芯材等の軸剛性が「3.1.1 水平方向」で検討した面外方向の剛性に比べて十分に大きいことから、固有周期の計算を省略する。

3.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる数値を表 3-1 に示す。

表 3-1(1) 固有周期の計算条件 (大扉)

項目	記号	単位	数値
モデル化に用いる芯材の長さ	ℓ	mm	
ヤング率	E	N/m ²	
断面二次モーメント	I	mm ⁴	
質量分布	m	kg/m	

表 3-1(2) 固有周期の計算条件 (くぐり戸)

項目	記号	単位	数値
モデル化に用いる芯材の長さ	ℓ	mm	
ヤング率	E	N/m ²	
断面二次モーメント	I	mm ⁴	
質量分布	m	kg/m	
定数	λ	—	
モデル化に用いる扉板の長さ	b	m	
モデル化に用いる扉板の厚さ	h	m	
ポアソン比	ν	—	
材料の密度	ρ	kg/m ³	

3.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 3-2 に示す。計算結果より、剛構造であることを確認した。

表 3-2 固有周期

扉名称	扉の開閉状況	固有振動数(Hz)	固有周期(s)
機器搬出入扉 (大扉)	閉止時		
	開放時		
機器搬出入扉 (くぐり戸)	閉止時		
	開放時		

4. 構造強度評価

4.1 評価対象部位

機器搬出入扉の評価対象部位は、「2.2 構造概要」に示す機器搬出入扉の構造を踏まえ、機器搬出入扉に作用する荷重の作用方向及び伝達経路を考慮し設定する。

機器搬出入扉の大扉に生じる地震力及び圧力荷重は、ヒンジ部（ヒンジアーム、ヒンジピン、ヒンジボルト）及びカンヌキ部（カンヌキ）から扉枠に伝達しているため、評価部位をヒンジ部及びカンヌキ部とする。また、大扉の重量にはくぐり戸の重量を含めて評価する。

機器搬出入扉のくぐり戸に生じる地震力及び圧力荷重は、ヒンジ部（ヒンジアーム、ヒンジピン、ヒンジボルト）及びカンヌキ部（カンヌキ）に伝わり、十分な裕度を有する溶接にて支持する。くぐり戸は扉開放時には、ヒンジにより扉が大扉に固定され、扉閉止時には、くぐり戸用カンヌキにより、大扉に一体化する構造としていることから、評価対象部位をヒンジ部及びカンヌキ部とする。

なお、扉枠についてはボルト、アンカーボルトの大半が損傷しない限り転倒・脱落は生じないことから評価対象としないこととする。

機器搬出入扉の地震荷重の作用イメージと評価部位を図4-1に示す。

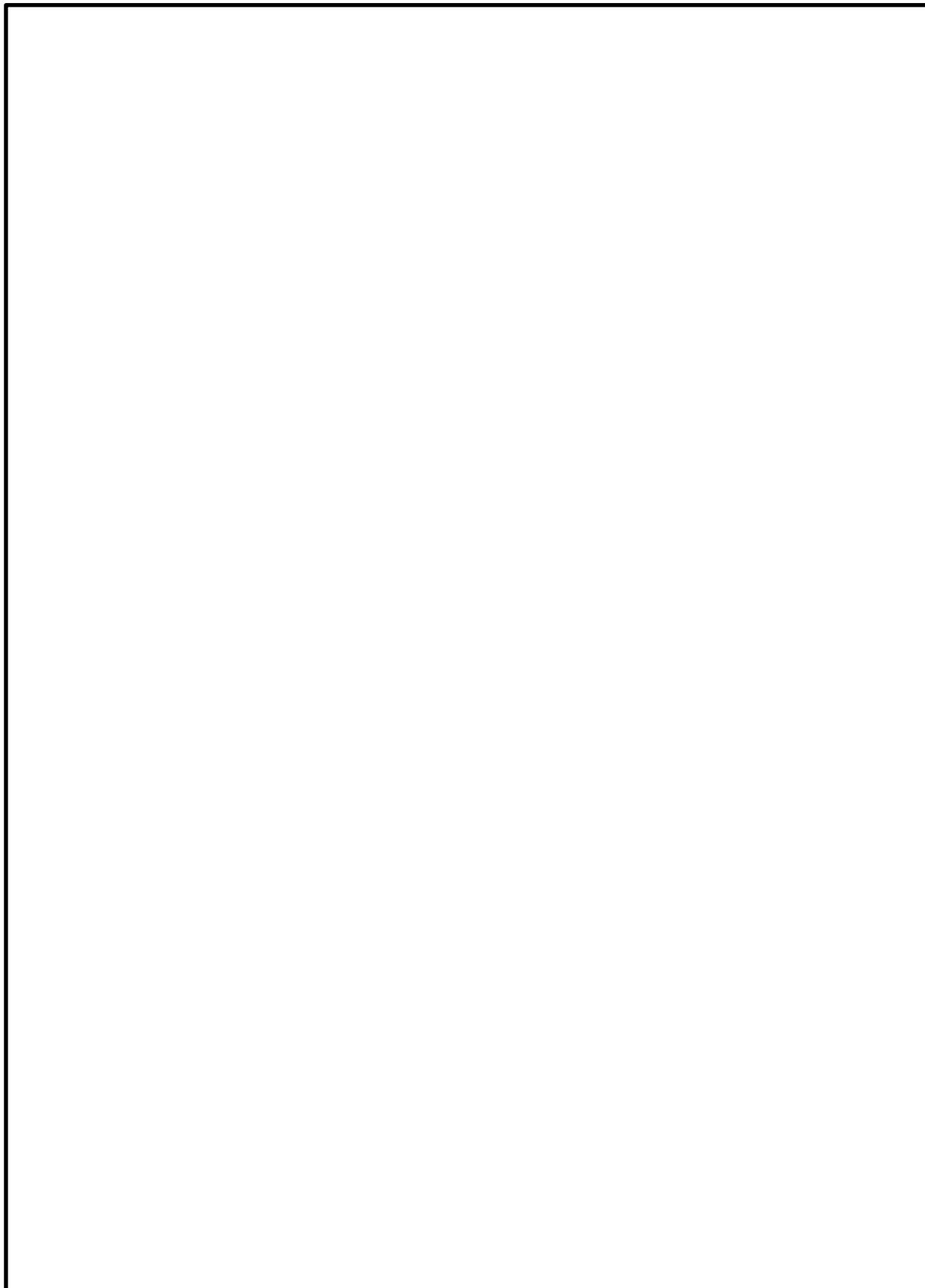


図 4-1(1) 扉閉止時の地震荷重の作用イメージと評価部位

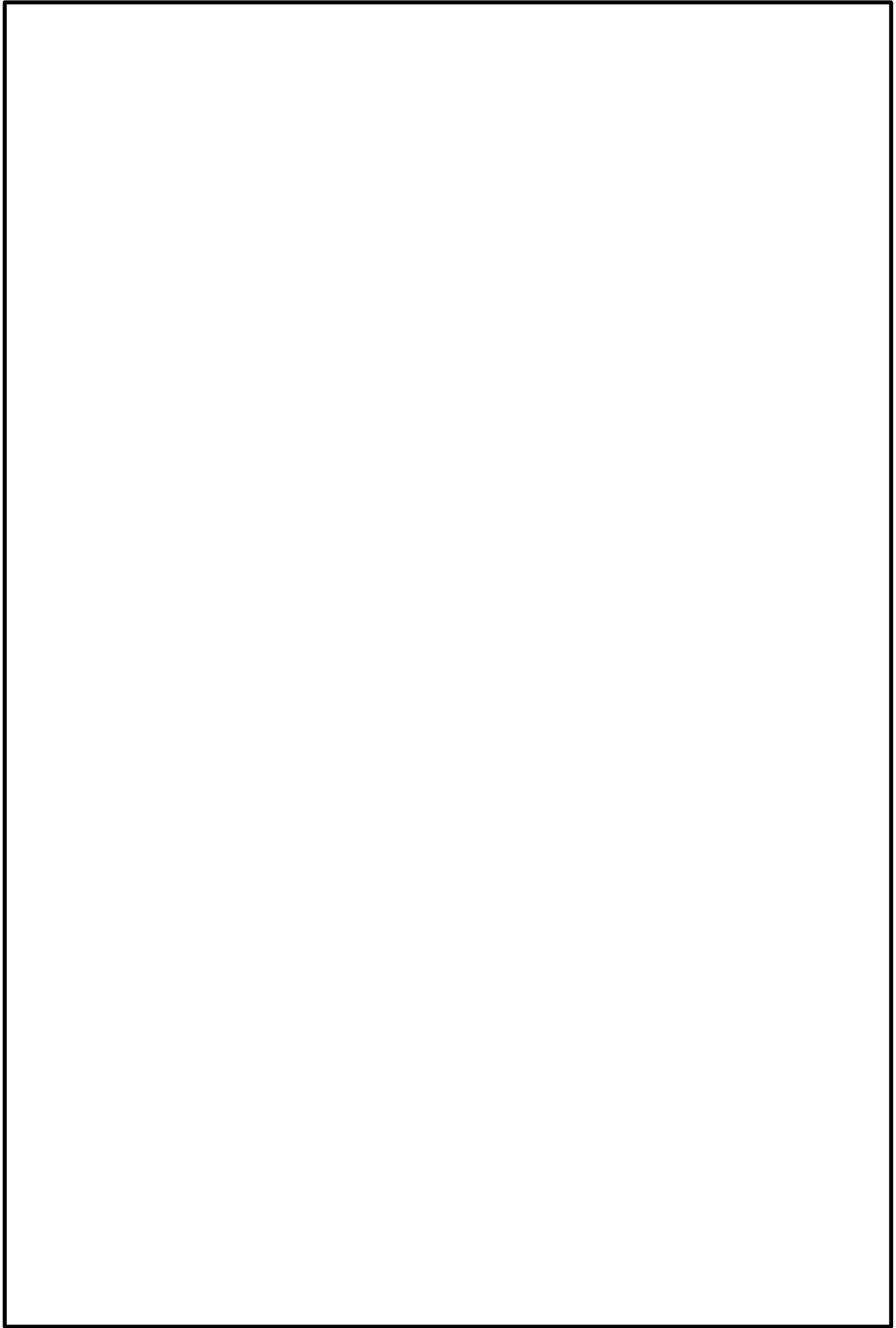


図 4-1(2) 扉開放時の地震荷重の作用イメージと評価部位

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」にて設定している荷重の組合せに基づき設定する。

VI-2-1-9「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」にて設定している荷重の組合せを以下に示す。なお、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」に従い、設計基準対象施設と重大事故等対処設備の評価に用いる荷重の組合せは同一とする。

なお、本資料において基準地震動 S_s による評価として短期許容応力度を超えないことを確認するため、弾性設計用地震動 S_d による評価は行わないこととする。

$$G + P + S_s$$

4.2.1 耐震評価上考慮する荷重

機器搬出入扉の耐震評価に用いる荷重を以下に示す。

- G : 扉の固定荷重
- P : 通常時の圧力荷重
- S_s : 基準地震動 S_s による地震力

4.2.2 荷重の設定

(1) 固定荷重 (G)

機器搬出入扉の固定荷重を表 4-1 に示す。

表 4-1 固定荷重

扉名称	固定荷重 (kN)
機器搬出入扉 (大扉)	
機器搬出入扉 (くぐり戸)	

注：大扉の固定荷重 はくぐり戸の固定荷重 を含む。

(2) 圧力荷重 (P)

機器搬出入扉に作用する圧力荷重を表 4-2 に示す。ここで、圧力荷重は機器搬出入扉の建設時に設定した設計条件を基に設定するものであり、外圧 (負圧) は機器搬出入扉に対し外側から内側へ作用するものとする。

表 4-2 圧力荷重

種類	圧力荷重 (kN/m ²)
内圧 (正圧)	0.000
外圧 (負圧)	0.981

(3) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s による荷重は、表 4-3 で示した設計震度を用いて、次式により算定する。ただし、耐震評価に用いる震度は、材料物性の不確かさを考慮したものとして VI-2-2 「原子炉建物の地震応答計算書」によることとし、設置床面と上階床面のうち、最大の値とする。

$$S_s = G \cdot K$$

ここで、S_s : 基準地震動 S_s による地震力 (kN)

G : 固定荷重 (kN)

K : 設計震度

表 4-3 設計震度

扉名称	設置場所 (抽出位置)	設計震度	
		水平方向	鉛直方向
機器搬出入扉	EL 15.3m (EL 23.8m)	1.02	1.28

4.3 許容限界

許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している許容限界を踏まえて設定する。

4.3.1 使用材料

機器搬出入扉を構成するヒンジ部、カンヌキ部の使用材料を表4-4に示す。

表4-4(1) 使用材料（大扉）

部位		材質	仕様
ヒンジ部	ヒンジアーム		
	ヒンジピン		
	ヒンジボルト		
カンヌキ部	カンヌキ		

表4-4(2) 使用材料（くぐり戸）

部位		材質	仕様
ヒンジ部	ヒンジアーム		
	ヒンジピン		
	ヒンジボルト		
カンヌキ部	カンヌキ		

4.3.2 許容限界

(1) ヒンジ部及びカンヌキ部

ヒンジ部及びカンヌキ部を構成する部材の許容限界は、「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）」に基づき設定する。各部材の許容限界を表 4-5 に示す。

表 4-5 ヒンジ部及びカンヌキ部の許容限界

材質		許容限界(N/mm ²)			
		圧縮	曲げ	引張り	せん断
		235	235	235	135
		215	215	215	124
		205	205	205	118
		700	700	700	404
		651	651	651	375
		345	345	345	199

4.4 計算方法

機器搬出入扉の耐震評価は、地震により生じる応力度が、「4.3 許容限界」で設定した許容限界を超えないことを確認する。

4.4.1 荷重計算方法

(1) ヒンジ部

ヒンジ部は、ヒンジアーム、ヒンジピン及びヒンジボルトで構成されており、次式により算定する水平地震力及び扉体自重反力（鉛直地震力を含む）から、各部材に発生する応力度を算定する。なお、圧力荷重はヒンジ部に作用しない構造である。ヒンジ部に生じる荷重を図4-2に示す。

$$F_H = W_X \cdot C_H$$

$$F_V = W_X \cdot C_V$$

$$R_r = (W_X + F_V) \cdot \frac{L_r}{L_j}$$

$$R_t = (W_X + F_V) \cdot \frac{L_t}{L_j}$$

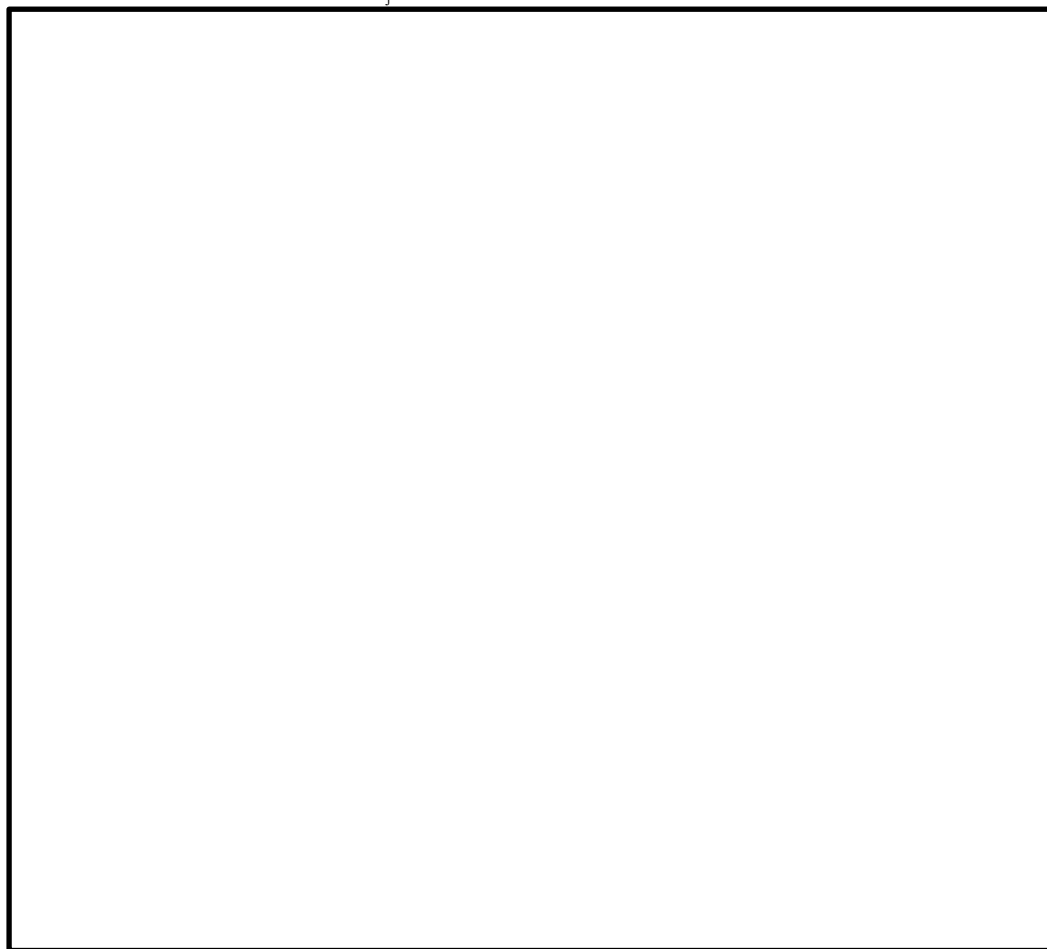


図4-2 ヒンジ部に生じる荷重

a. ヒンジアーム

ヒンジアームは、引張応力度及び曲げ応力度とせん断応力度の組合せについて評価する。図4-3にヒンジアームに生じる荷重を示す。

(a) 引張力

ヒンジアームに生じる引張力及び引張応力度を次式により算定する。

$$T_1 = R_r + \frac{F_H}{2}$$

$$\sigma_{t1} = \frac{T_1}{A_1}$$

(b) 曲げモーメント

ヒンジアームに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_1 = (W_x + F_v) \cdot L_1$$

$$\sigma_{b1} = \frac{M_1}{Z_1}$$

(c) せん断力

ヒンジアームに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_1 = W_x + F_v$$

$$\tau_1 = \frac{Q_1}{A_1}$$

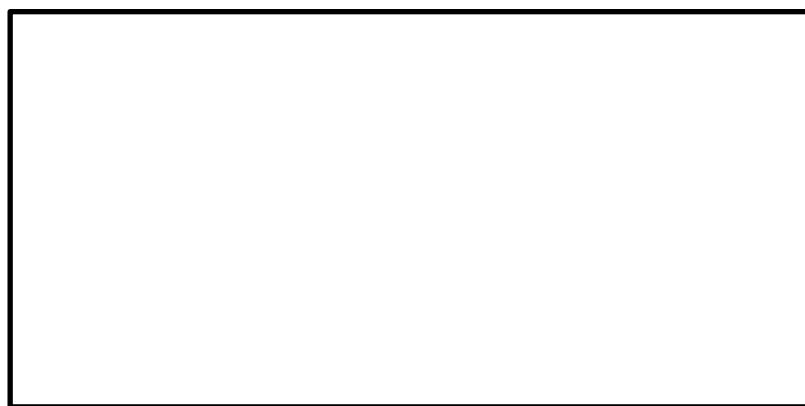


図4-3 ヒンジアームに生じる荷重

b. ヒンジピン

ヒンジピンは、圧縮応力度及び曲げ応力度とせん断応力度の組合せについて評価する。

図 4-4 にヒンジピンに生じる荷重を示す。

(a) 圧縮力

ヒンジピンに生じる圧縮力及び圧縮応力度を次式により算定する。

$$N_2 = W_x + F_v$$

$$\sigma_{c2} = \frac{N_2}{A_2}$$

(b) 曲げモーメント

ヒンジピンに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_2 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + R_t^2} \cdot L_2$$

$$\sigma_{b2} = \frac{M_2}{Z_2}$$

(c) せん断力

ヒンジピンに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_2 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + R_t^2}$$

$$\tau_2 = \frac{Q_2}{A_2}$$

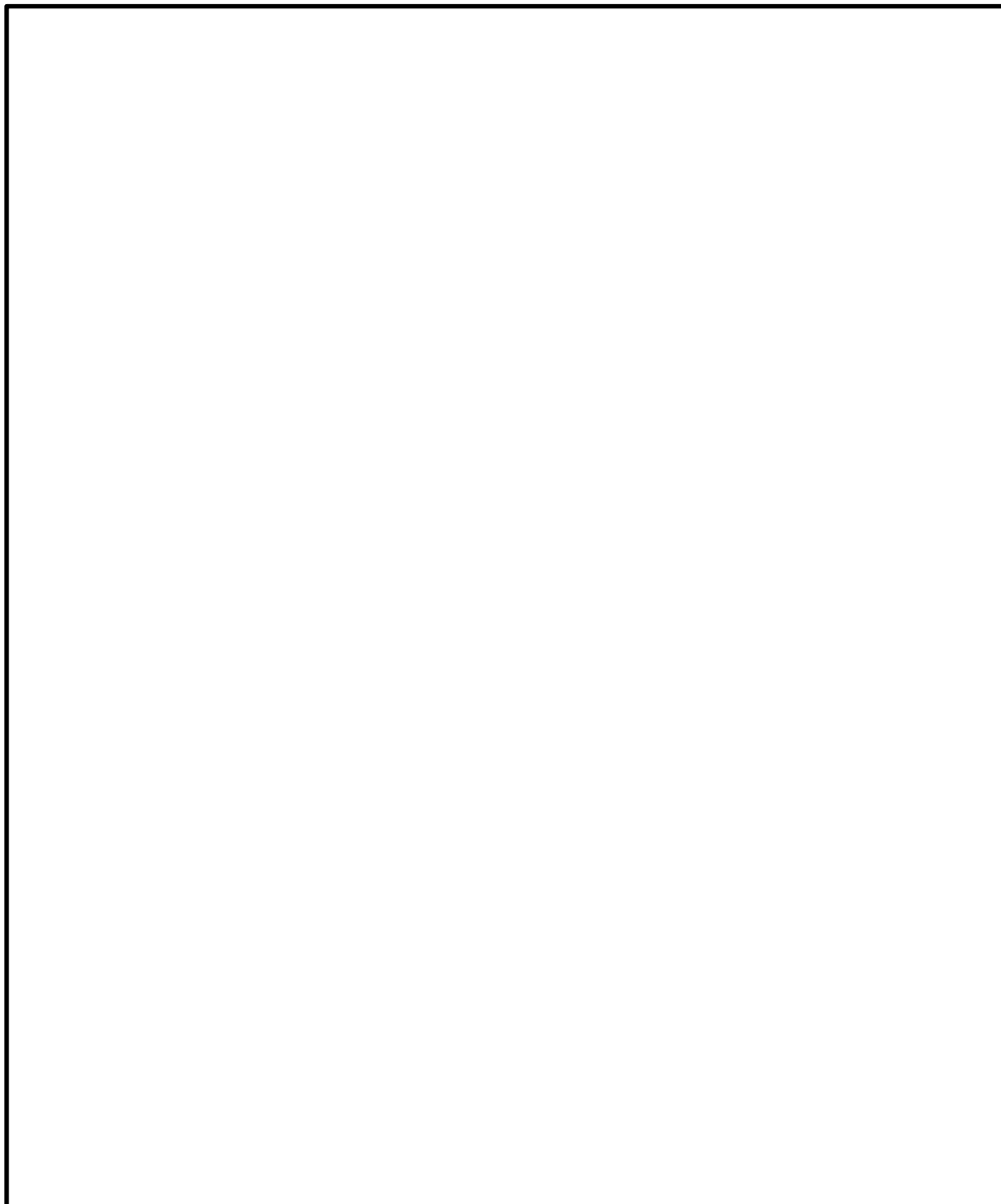


図 4-4 ヒンジピンに生じる荷重

c. ヒンジボルト

ヒンジボルトは、引張応力度及びせん断応力度について評価する。ヒンジボルトに生じる荷重は、扉の開放角度が90°の時には引張力として作用し、扉の開放角度が0°の時には、せん断力として作用することから次式により算定する。なお、45°や135°等の上記以外の開放状況下においては、ヒンジボルトに生じる引張力とせん断力はそれぞれ90°開放時の引張力、0°開放時のせん断力に包絡されるため、開放状況は90°と0°を想定するものとする。また、2か所設置しているヒンジ部のうち、上部のヒンジ部は水平方向の荷重のみ負担するのに対して、下部のヒンジ部は鉛直方向の荷重と水平方向の荷重を負担することから、下部のヒンジボルトを対象に評価する。図4-5に下部のヒンジボルトに生じる荷重を示す。

$$T_3 = Q_3 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + (W_x + F_v)^2}$$

$$\sigma_{t3} = \frac{T_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

$$\tau_3 = \frac{Q_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

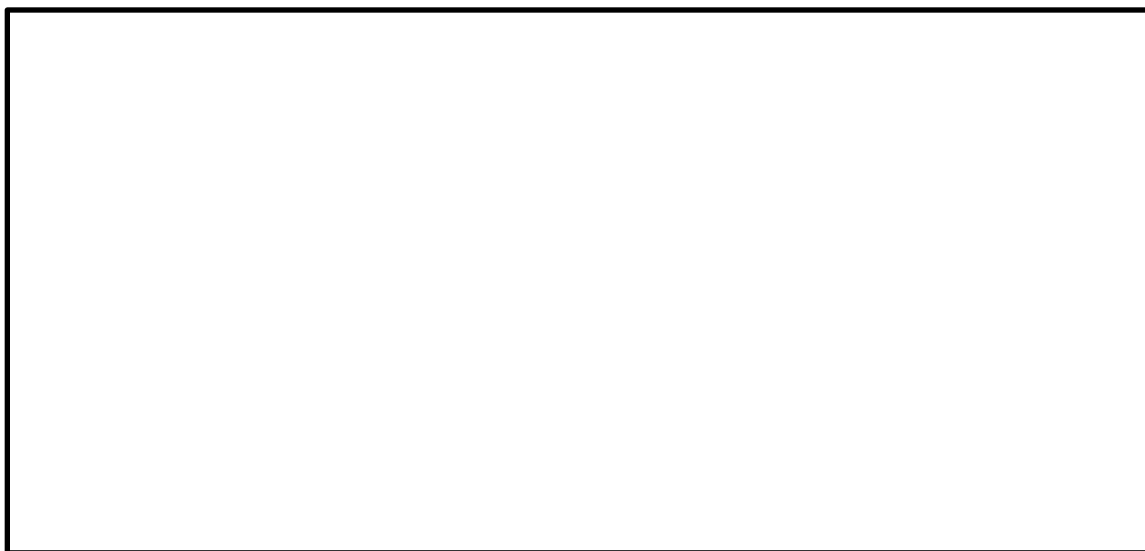


図4-5 下部のヒンジボルトに生じる荷重

(2) カンヌキ部

カンヌキ部は、カンヌキで構成されており、次式により算定する水平地震力及び圧力荷重（内圧）から、各部材に発生する荷重を算定する。扉体に生じる荷重を図 4-6 に、カンヌキ部に生じる荷重を図 4-7 に示す。なお、圧力荷重（外圧）は扉体から扉枠に直接伝達され、カンヌキ部には作用しない構造である。

$$F_H' = W_X \cdot C_H + P_{N1} \cdot W_1 \cdot H_1$$



図 4-6 扉体に生じる荷重



図 4-7 カンヌキ部に生じる荷重

a. カンヌキ

カンヌキは、曲げ応力度及びせん断応力度の組合せについて評価する。

(a) 曲げモーメント

カンヌキに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_4 = \frac{F_H'}{n} \cdot L_4$$

$$\sigma_{b4} = \frac{M_4}{Z_4}$$

(b) せん断力

カンヌキに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_4 = \frac{F_H'}{n}$$

$$\tau_4 = \frac{Q_4}{A_4}$$

4.4.2 応力評価

各部材に生じる応力度等が、許容限界以下であることを確認する。

なお、異なる荷重が同時に作用する部材については、荷重の組合せを考慮する。

(1) ヒンジ部

a. ヒンジアーム

ヒンジアームに生じる引張応力度、曲げ応力度及びせん断応力度から組合せ応力度を次式により算定し、ヒンジアームに生じる引張応力度及び組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{t1} = \frac{T_1}{A_1}$$

$$\sigma_{x1} = \sqrt{\left(\frac{M_1}{Z_1}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_1}{A_1}\right)^2}$$

b. ヒンジピン

ヒンジピンに生じる圧縮応力度、曲げ応力度及びせん断応力度から組合せ応力度を次式により算定し、ヒンジピンに生じる圧縮応力度及び組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{c2} = \frac{N_2}{A_2}$$

$$\sigma_{x2} = \sqrt{\left(\frac{M_2}{Z_2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_2}{A_2}\right)^2}$$

c. ヒンジボルト

ヒンジボルトに生じる引張応力度及びせん断応力度を次式により算定し、ヒンジボルトの許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{t3} = \frac{T_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

$$\tau_3 = \frac{Q_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

(2) カンヌキ部

a. カンヌキ

カンヌキに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を次式により算定し，カンヌキに生じる組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{X4} = \sqrt{\left(\frac{M_4}{Z_4}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_4}{A_4}\right)^2}$$

4.5 計算条件

「4.4 計算方法」に用いる計算条件を表4-6に示す。

表4-6(1) 耐震評価に用いる計算条件(大扉)

評価部位		記号	単位	定義	数値
共通		C_H	—	水平震度	1.02
		C_V	—	鉛直震度	1.28
		W_X	kN	扉体自重	
		W_1	mm	扉体幅	
		H_1	mm	扉体高	
		P_{N1}	kN/m ²	圧力荷重(内圧)	0.000
		P_{N2}	kN/m ²	圧力荷重(外圧)	0.981
ヒンジ部	共通	L_j	mm	ヒンジ中心間距離	
		L_r	mm	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体幅方向)	
		L_t	mm	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体厚方向)	
	ヒンジ アーム	A_1	mm ²	断面積	
		L_1	mm	作用点間距離	
		Z_1	mm ³	断面係数	
	ヒンジ ピン	A_2	mm ²	断面積	
		$A_{2'}$	mm ²	受圧面積	
		L_2	mm	軸支持間距離	
	ヒンジ ボルト	A_{b3}	mm ²	断面積	
		n_{b3}	本	本数	
	カンヌキ部	カンヌキ	A_4	mm ²	断面積
L_4			mm	作用点間距離	
n			本	本数	
Z_4			mm ³	断面係数	

表 4-6(2) 耐震評価に用いる計算条件 (くぐり戸)

評価部位		記号	単位	定義	数値
共通		C_H	—	水平震度	1.02
		C_V	—	鉛直震度	1.28
		W_X	kN	扉体自重	
		W_1	mm	扉体幅	
		H_1	mm	扉体高	
		P_{N1}	kN/m ²	圧力荷重 (内圧)	0.000
		P_{N2}	kN/m ²	圧力荷重 (外圧)	0.981
ヒンジ部	共通	L_j	mm	ヒンジ中心間距離	
		L_r	mm	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体幅方向)	
		L_t	mm	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体厚方向)	
	ヒンジ アーム	A_1	mm ²	断面積	
		L_1	mm	作用点間距離	
		Z_1	mm ³	断面係数	
	ヒンジ ピン	A_2	mm ²	断面積	
		A_2'	mm ²	受圧面積	
		L_2	mm	軸支持間距離	
		Z_2	mm ³	断面係数	
	ヒンジ ボルト	A_{b3}	mm ²	断面積	
		n_{b3}	本	本数	
カンヌキ部	カンヌキ	A_4	mm ²	断面積	
		L_4	mm	作用点間距離	
		n	本	本数	
		Z_4	mm ³	断面係数	

5. 評価結果

機器搬出入扉の評価結果を表 5-1 に示す。発生値は許容限界を下回っており、設計用地震力に対して十分な耐震性を有していることを確認した。

表 5-1(1) 耐震評価結果 (大扉)

評価部位		分類	発生値 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)	判定
ヒンジ部	ヒンジ アーム	引張り	5	205	OK
		曲げ	35	205	OK
		せん断	6	118	OK
		組合せ	37	205	OK
	ヒンジ ピン	圧縮	32	345	OK
		曲げ	127	345	OK
		せん断	29	199	OK
		組合せ	137	345	OK
	ヒンジ ボルト	引張り	93	651	OK
		せん断	93	375	OK
カンヌキ部	カンヌキ	曲げ	34	345	OK
		せん断	3	199	OK
		組合せ	35	345	OK

表 5-1(2) 耐震評価結果 (くぐり戸)

評価部位		分類	発生値 (N/mm ²)	許容限界 (N/mm ²)	判定
ヒンジ部	ヒンジ アーム	引張り	2	215	OK
		曲げ	42	215	OK
		せん断	4	124	OK
		組合せ	43	215	OK
	ヒンジ ピン	圧縮	12	345	OK
		曲げ	39	345	OK
		せん断	7	199	OK
		組合せ	41	345	OK
	ヒンジ ボルト	引張り	26	651	OK
		せん断	26	375	OK
カンヌキ部	カンヌキ	曲げ	41	700	OK
		せん断	2	404	OK
		組合せ	42	700	OK