

VI-2-9-4-5-3 水素濃度抑制系の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-5-3-1 静的触媒式水素再結合器の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 地震応答解析及び構造強度評価	8
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	8
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	9
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
4.2.2 許容応力	9
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	9
4.3 解析モデル及び諸元	13
4.4 固有周期	15
4.5 設計用地震力	15
4.6 計算方法	16
4.6.1 静的触媒式水素再結合器本体	16
4.6.2 架台	16
4.6.3 取付ボルト	16
4.6.4 基礎ボルト	19
4.7 計算条件	21
4.8 応力の評価	21
4.8.1 静的触媒式水素再結合器本体及び架台の応力評価	21
4.8.2 取付ボルト及び基礎ボルトの応力評価	21
5. 評価結果	22
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	22

1. 概要

本計算書は、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の設計方針に基づき、静的触媒式水素再結合器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。

静的触媒式水素再結合器は、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、重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

静的触媒式水素再結合器の構造計画を表2-1に示す。静的触媒式水素再結合器は、1つの架台につき静的触媒式水素再結合器本体を2台取り付けている。

表2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>静的触媒式水素再結合器本体はそれぞれ取付ボルト4本で架台（約762×約690×約400）に固定する。取付ボルトは熱膨張を逃がす構造となっている。架台はプレートを通じて基礎ボルト4本にて壁面に固定する。1つの架台につき静的触媒式水素再結合器本体2台を取付ける。</p>	<p>触媒反応式（鋼板を角形に組み立てたハウジングの内部に触媒カートリッジを装荷した構造）</p>	<p style="text-align: center;">静的触媒式水素再結合器</p> <p style="text-align: right;">（単位：mm）</p>

2.2 評価方針

静的触媒式水素再結合器の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」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、「2.1 構造計画」にて示す静的触媒式水素再結合器の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期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. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

静的触媒式水素再結合器の耐震評価フローを図2-1に示す。



図 2-1 静的触媒式水素再結合器の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984
（(社) 日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （(社) 日本電気協会）
- ・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（(社) 日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（(社)日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{b1}	取付ボルトの軸断面積	mm^2
A_{b2}	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_1	取付ボルトの呼び径	mm
d_2	基礎ボルトの呼び径	mm
E	静的触媒式水素再結合器本体の縦弾性係数	MPa
E_s	架台の縦弾性係数	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_{bp}	取付ボルトに作用する引張力	N
F_x	架台に作用する力 (X方向)	N
F_y	架台に作用する力 (Y方向)	N
F_z	架台に作用する力 (Z方向)	N
f_{sb}	ボルトの許容せん断応力	MPa
f_t	静的触媒式水素再結合器本体及び架台の許容引張応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
m_o	静的触媒式水素再結合器本体1台あたりの質量	kg
m_{ol}	架台を含めた全体の質量	kg
ℓ	基礎ボルト間距離	mm
M_x	架台に作用するモーメント (X軸周り)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_y	架台に作用するモーメント (Y軸周り)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_z	架台に作用するモーメント (Z軸周り)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
n_1	せん断力を受ける取付ボルトの本数	—
n_2	せん断力を受ける基礎ボルトの本数	—
n_{f1}	引張力を受ける取付ボルトの本数	—
n_{f2}	架台に作用する力 (F_x) により引張力を受ける 基礎ボルトの本数	—
n_{f3}	架台に作用するモーメント (M_y, M_z) により引張力を受ける 基礎ボルトの本数	—
Q_{bp}	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y (RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa

記号	記号の説明	単位
T	温度条件	°C
ν	ポアソン比	—
$\sigma_{b a}$	基礎ボルトに作用する引張応力	MPa
$\sigma_{b p}$	取付ボルトに作用する引張応力	MPa
σ_p	静的触媒式水素再結合器本体に作用する組合せ応力	MPa
σ_s	架台に作用する組合せ応力	MPa
$\tau_{b a}$	基礎ボルトに作用するせん断応力	MPa
$\tau_{b p}$	取付ボルトに作用するせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表2-2に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

静的触媒式水素再結合器の耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる静的触媒式水素再結合器本体、架台、取付ボルト、基礎ボルトについて実施する。

静的触媒式水素再結合器の耐震評価部位については、表2-1の概略構造図に示す。

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) 地震力は、静的触媒式水素再結合器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとし、原則として、強度評価において組み合わせるものとする。なお、取付ボルト及び基礎ボルトにおいては、作用する荷重の算出において組み合わせるものとする。
- (2) 静的触媒式水素再結合器本体は、壁に設置した架台に熱膨張を逃がすために設置した皿バネを介して、それぞれ4本の取付ボルトで取り付けられており、

そのため、解析モデルでは取付ボルト部4箇所全てを剛体として評価する。なお、取付ボルトの強度評価については、解析結果で得られた4本の引張力及びせん断力の合計を、保守的に1本で受けるものとして理論式により応力を算出する。
- (3) 架台は、壁に基礎ボルトで取り付ける。
- (4) 取付ボルト部及び基礎ボルト部は、剛体として評価する。
- (5) 静的触媒式水素再結合器本体及び架台は、三次元のシェル要素でモデル化する。
- (6) 触媒カートリッジは、剛性を期待せず質量のみ考慮する。
- (7) 基礎ボルトの強度評価については、解析結果で得られた荷重を用いて、理論式により応力を算出する。
- (8) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

静的触媒式水素再結合器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

4.2.2 許容応力

静的触媒式水素再結合器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

静的触媒式水素再結合器の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃 度制御設備及 び可燃性ガス 濃度制御設備 並びに格納容 器再循環設備	静的触媒式 水素再結合器	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$				VAS (VASとしてIVASの 許容限界を用いる。)	

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張り	せん断
IV _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの 許容限界を用いる。)			

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度	300			
静的触媒式水素 再結合器本体		最高使用温度	300			
架台	SS400 (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	300	170	373	—
	STKR400	最高使用温度	300	116	298	—
取付ボルト	SUS316L	最高使用温度	300	105	374	175
基礎ボルト	SS400 (径 > 40mm)	周囲環境温度	100 (300*)	150	373	—

注記*：周囲環境温度は 100°C であるが、保守的に機器の最高使用温度である 300°C を使用する。

4.3 解析モデル及び諸元

静的触媒式水素再結合器の解析モデルを図4-1に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【静的触媒式水素再結合器の耐震性についての計算結果】のその他の機器要目に示す。

- (1) 静的触媒式水素再結合器本体及び架台は、三次元のシェル要素でモデル化する。
- (2) 拘束条件として、架台は壁への取付部を固定端とする。また、静的触媒式水素再結合器本体は、架台に取付ボルトで固定する。なお、基礎ボルト部及び取付ボルト部は、剛体として評価する。
- (3) 静的触媒式水素再結合器本体及び架台の質量は、密度にて与えるものとする。また、カートリッジの質量は、静的触媒式水素再結合器本体の前後面に分布荷重として与える。
- (4) 取付ボルト及び基礎ボルトの応力は、解析結果で得られた荷重（反力，モーメント）を用いて、理論式により算出する。
- (5) 解析コードは、「MSC NASTRAN」を使用し、固有値，静的触媒式水素再結合器本体及び架台の応力を求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

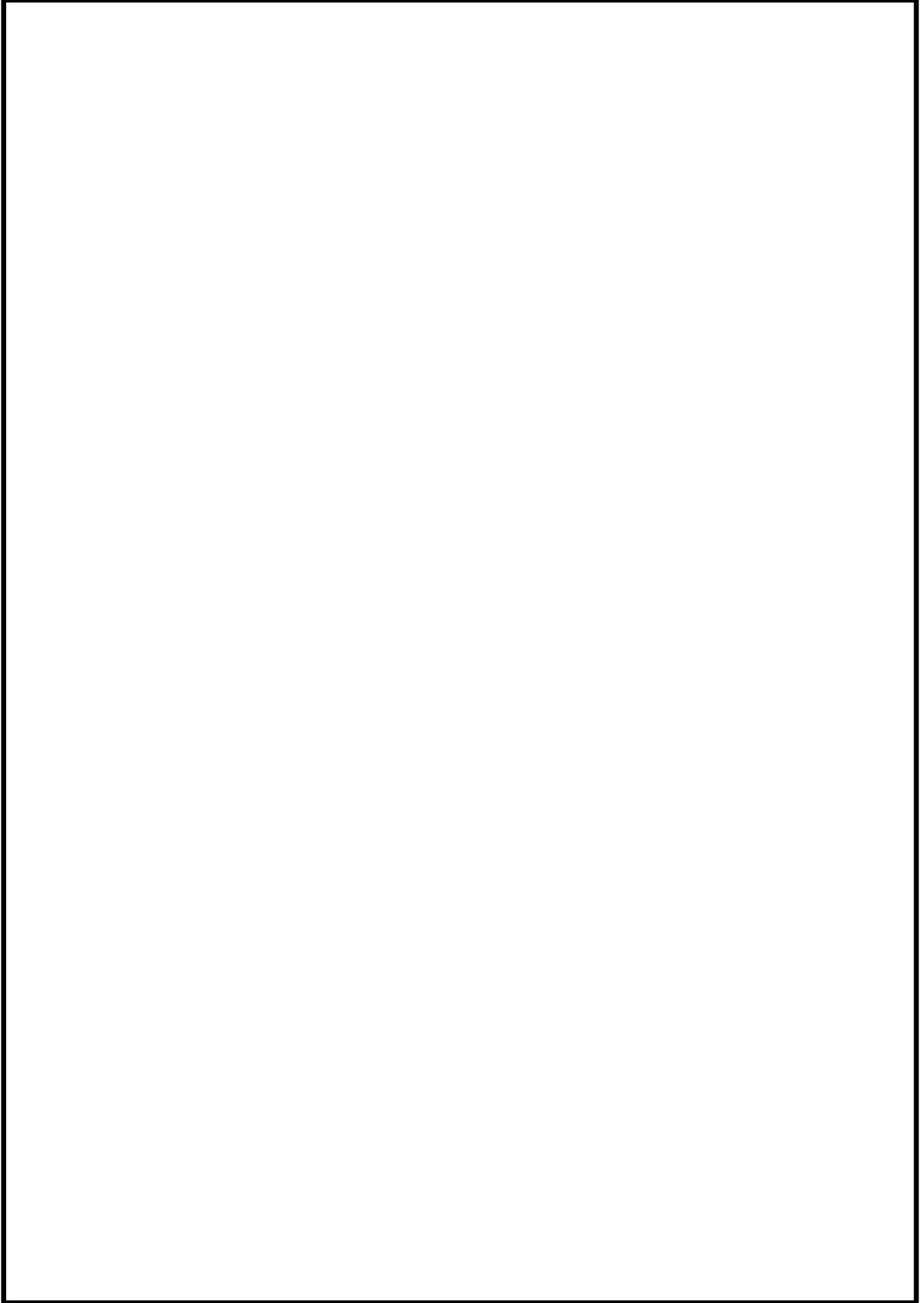


図4-1 解析モデル（静的触媒式水素再結合器）

4.4 固有周期

固有値解析の結果を表4-4に示す。固有周期は、0.05秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-4 固有周期

モード	卓越方向	固有周期 (s)	刺激係数		
			水平方向		鉛直方向
			NS方向	EW方向	
1次	水平	0.029	—	—	—
3次	鉛直	0.028	—	—	—

4.5 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表4-5に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 4-5 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震力 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 T.M.S.L. 31.7 (T.M.S.L. 38.2*)	0.029	0.028	—	—	$C_H=1.62$	$C_V=1.20$

注記*：基準床レベルを示す。

4.6 計算方法

4.6.1 静的触媒式水素再結合器本体

静的触媒式水素再結合器本体の応力は、自重、鉛直方向地震及び水平方向地震（X、Y）を考慮し、三次元シェル要素による解析結果を用いる。ここで、応力の算出式は下記による。

応力の種類	単位	応力算出式
組合せ応力	MPa	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_{xy}^2}$

4.6.2 架台

架台の応力は、静的触媒式水素再結合器本体と同様に、自重、鉛直方向地震及び水平方向地震（X、Y）を考慮し、三次元シェル要素による解析結果を用いる。応力の算出式は静的触媒式水素再結合器本体と同様である。

4.6.3 取付ボルト

取付ボルトの応力は、解析結果で得られた反力から理論式により引張応力及びせん断応力を算出する。

解析で得られた取付ボルト部の反力を表4-6に示す。

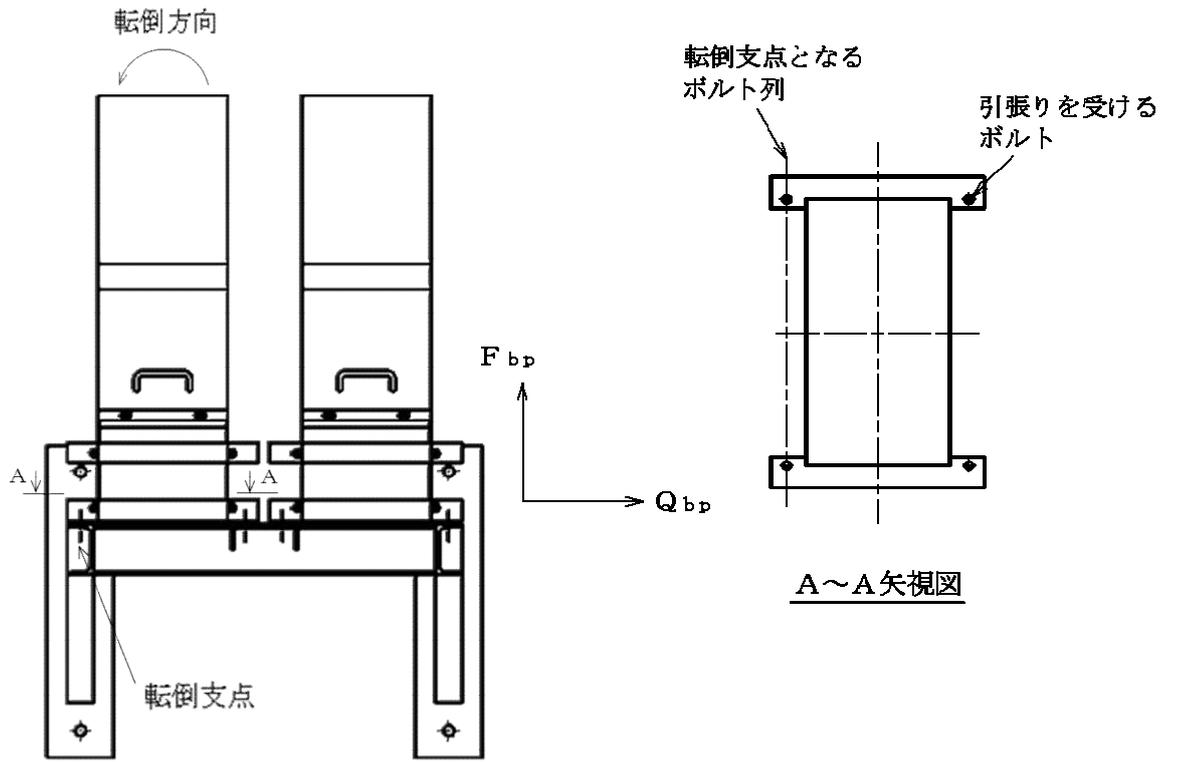


図 4-2 計算モデル（短辺方向転倒）

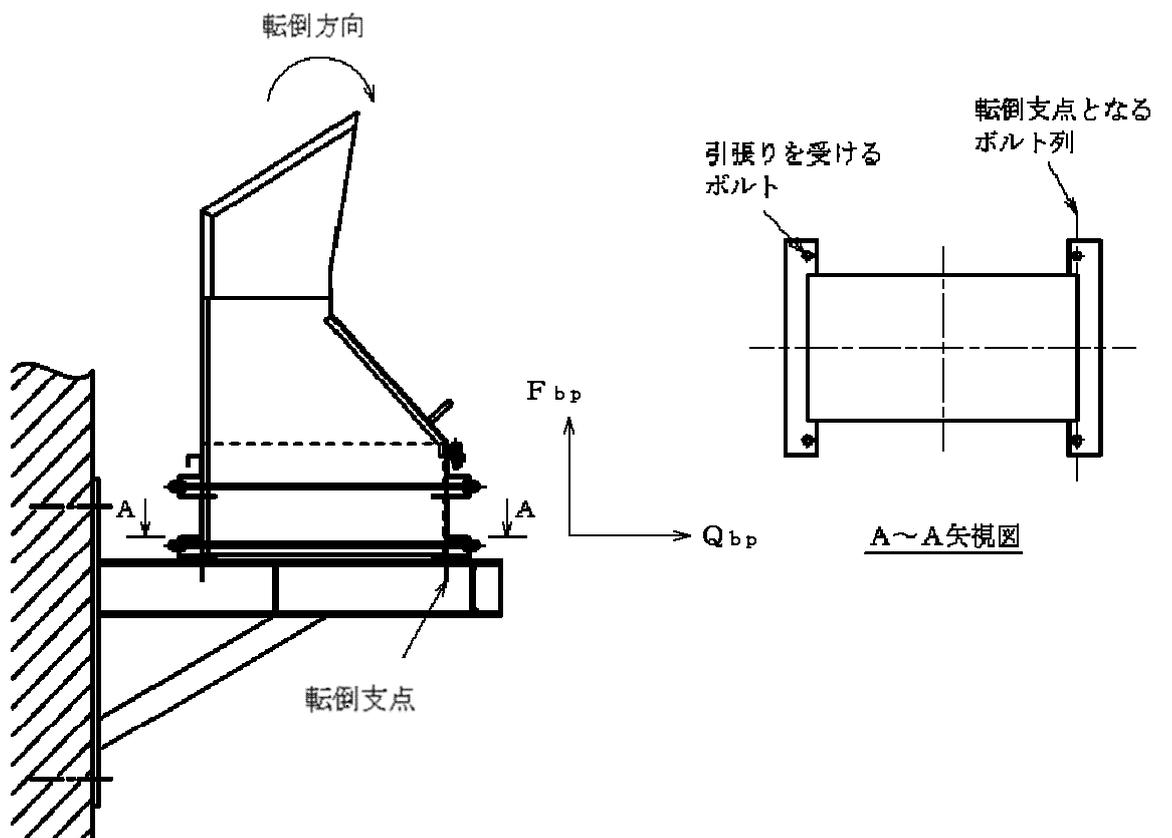


図 4-3 計算モデル（長辺方向転倒）

表4-6 取付ボルト発生反力 (単位：N)

対象機器	反力	
	F _{bp}	Q _{bp}
静的触媒式 水素再結合器	662.4	487.7

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は図4-2及び図4-3で取付ボルトを支点とする転倒を考え、この片側の取付ボルト1本で受けるものとして計算する。

引張応力

$$\sigma_{bp} = \frac{F_{bp}}{A_{b1}} \dots\dots\dots (4.6.3.1)$$

取付ボルトの軸断面積A_{b1}は、次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots\dots\dots (4.6.3.2)$$

(2) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト1本で受けるものとして計算する。

せん断応力

$$\tau_{bp} = \frac{Q_{bp}}{A_{b1}} \dots\dots\dots (4.6.3.3)$$

4.6.4 基礎ボルト

基礎ボルトの応力は、解析で得られた反力及びモーメントから理論式により、引張応力及びせん断応力を算出する。

解析で得られた架台基礎ボルト部の反力及びモーメントを表4-7に示す。

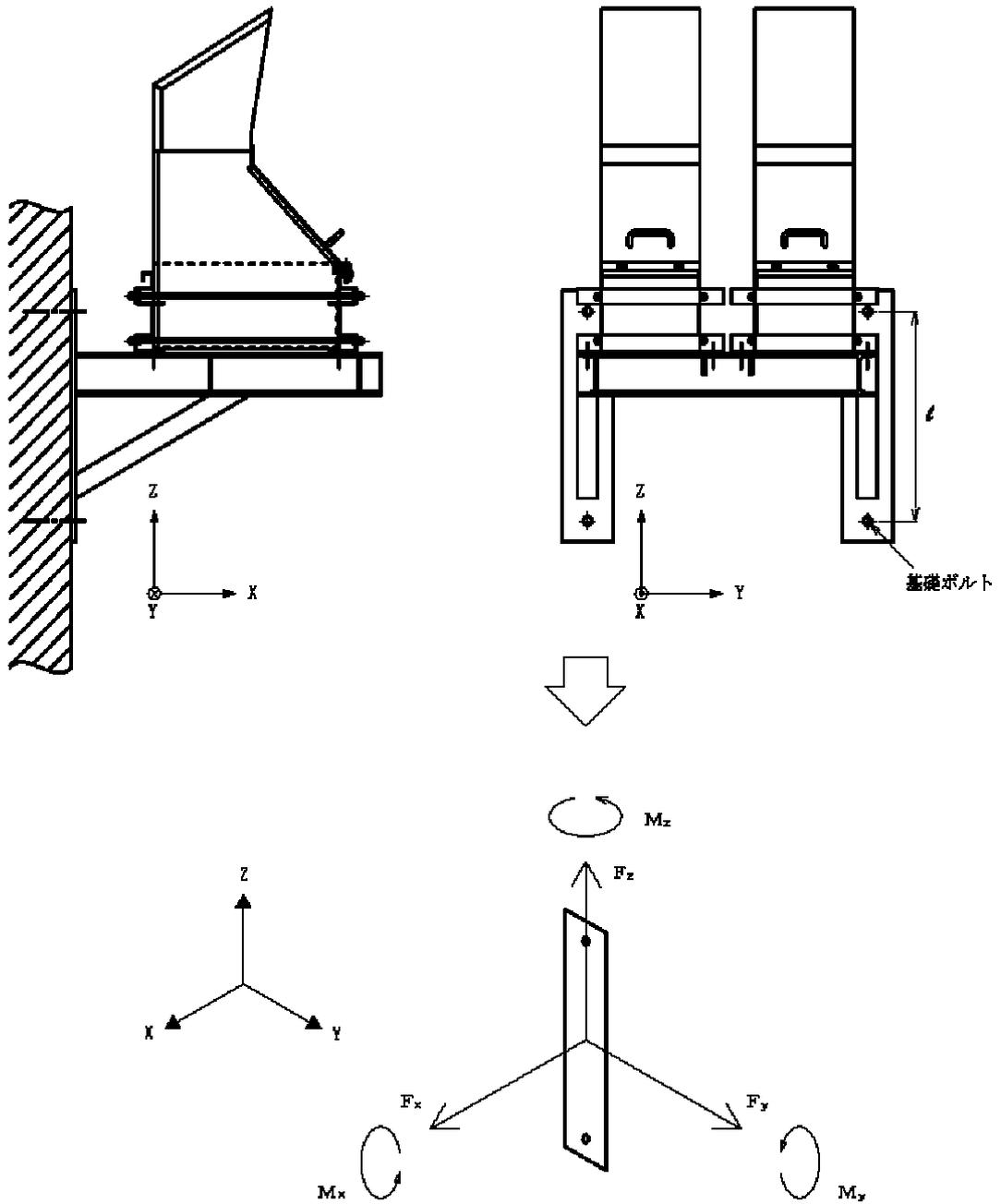


図4-4 計算モデル (架台基礎ボルト部)

表4-7 基礎ボルトの発生反力，モーメント

対象機器	反力 (N)			モーメント (N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
静的触媒式 水素再結合器	892.6	917.1	1.292×10 ³	8.986×10 ⁴	4.886×10 ⁵	—

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張応力は，次式により求める。

引張応力

$$\sigma_{ba} = \frac{F_x}{n_{f2} \cdot A_{b2}} + \frac{M_y}{n_{f3} \cdot \ell \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (4.6.4.1)$$

基礎ボルトの軸断面積A_{b2}は，次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (4.6.4.2)$$

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断応力は，次式により求める。

せん断応力

$$\tau_{ba} = \frac{\sqrt{F_y^2 + F_z^2}}{n_2 \cdot A_{b2}} + \frac{M_x}{n_2 \cdot \frac{\ell}{2} \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (4.6.4.3)$$

4.7 計算条件

応力解析に用いる自重（静的触媒式水素再結合器本体及び架台）及び荷重（地震荷重）は、本計算書の【静的触媒式水素再結合器の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.8 応力の評価

4.8.1 静的触媒式水素再結合器本体及び架台の応力評価

4.6.1項及び4.6.2項で求めた静的触媒式水素再結合器本体及び架台の組合せ応力が許容応力 f_t 以下であること。

ただし、 f_t は下表による。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

4.8.2 取付ボルト及び基礎ボルトの応力評価

4.6.3項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_{bp} 及び4.6.4項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_{ba} は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。なお、次式のうち τ_b は取付ボルトでは τ_{bp} 、基礎ボルトでは τ_{ba} と読み替える。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \dots\dots\dots (4.8.2.1)$$

せん断応力 τ_{bp} 及び τ_{ba} はせん断力のみを受ける取付ボルト及び基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

静的触媒式水素再結合器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、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確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【静的触媒式水素再結合器の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
静的触媒式 水素再結合器	常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 31.7 (T. M. S. L. 38.2* ¹)	0.029	0.028	—	—	C _H =1.62	C _V =1.20	300	100 (300* ²)

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：周囲環境温度は100°Cであるが、保守的に機器の最高使用温度である300°Cを使用する。

1.2 機器要目

m _o (kg)	m _{o1} (kg)	ℓ (mm)	E (MPa)	E _s (MPa)	ν	d ₁ (mm)	A _{b1} (mm ²)	d ₂ (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₁	n _{f1} * 1 1	n ₂	n _{f2}	n _{f3}
					0.3	12 (M12)	113.1	16 (M16)	201.1	1	1 1	2	2	1

注記*：上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

部材	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
静的触媒式 水素再結合器本体			
架台*	170 (厚さ≤16mm)	373	204
	116	298	139
取付ボルト	105	374	141
基礎ボルト	150 (径>40mm)	373	180

注記*：上段はSS400、下段はSTKR400の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 取付ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_{bp}		Q_{bp}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト	—	662.4	—	487.7

1.3.2 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_x		F_y		F_z	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト	—	892.6	—	917.1	—	1.292×10^3

1.3.3 基礎ボルトに作用するモーメント

(単位：N・mm)

部材	M_x		M_y		M_z	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト	—	8.986×10^4	—	4.886×10^5	—	—

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位：s)

モード	固有周期	卓越方向
1次	0.029	水平

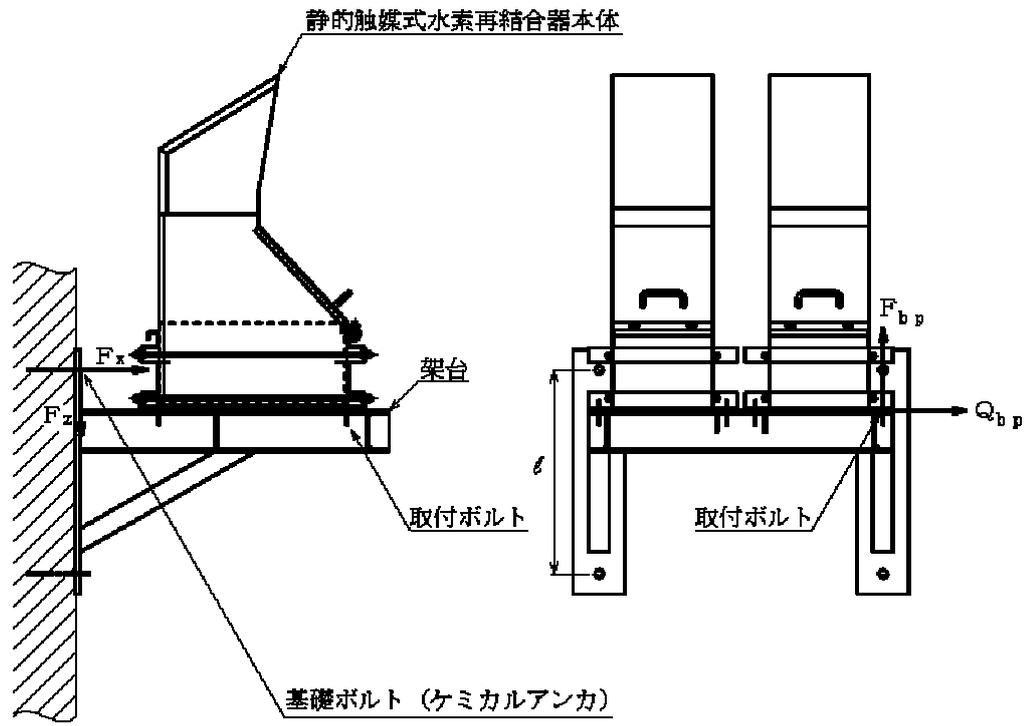
1.4.2 応力及び許容荷重 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
静的触媒式 水素再結合器本体	SUS304相当	組合せ	—	—	$\sigma_p = 90$	$f_t = 171$
架台	SS400*1	組合せ	—	—	$\sigma_s = 88$	$f_t = 204$
取付ボルト	SUS316L	引張り	—	—	$\sigma_{bp} = 6$	$f_{ts} = 106^{*2}$
		せん断	—	—	$\tau_{bp} = 5$	$f_{sb} = 81$
基礎ボルト	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{ba} = 7$	$f_{ts} = 108^{*2}$
		せん断	—	—	$\tau_{ba} = 5$	$f_{sb} = 83$

すべて許容応力以下である。

注記 *1：最大応力発生部の材料を示す。

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$



静的触媒式水素再結合器

VI-2-9-4-5-4 耐圧強化ベント系の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-5-4-1 管の耐震性についての計算書

重大事故等対処設備

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図	2
3. 計算条件	5
3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	5
4. 解析結果及び評価	6

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づき、耐圧強化ベント系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

設計及び工事の計画書に記載される範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点評価結果を解析モデル単位に記載する。

(2) 支持構造物

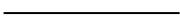
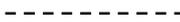
設計及び工事の計画書に記載される範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

(3) 弁

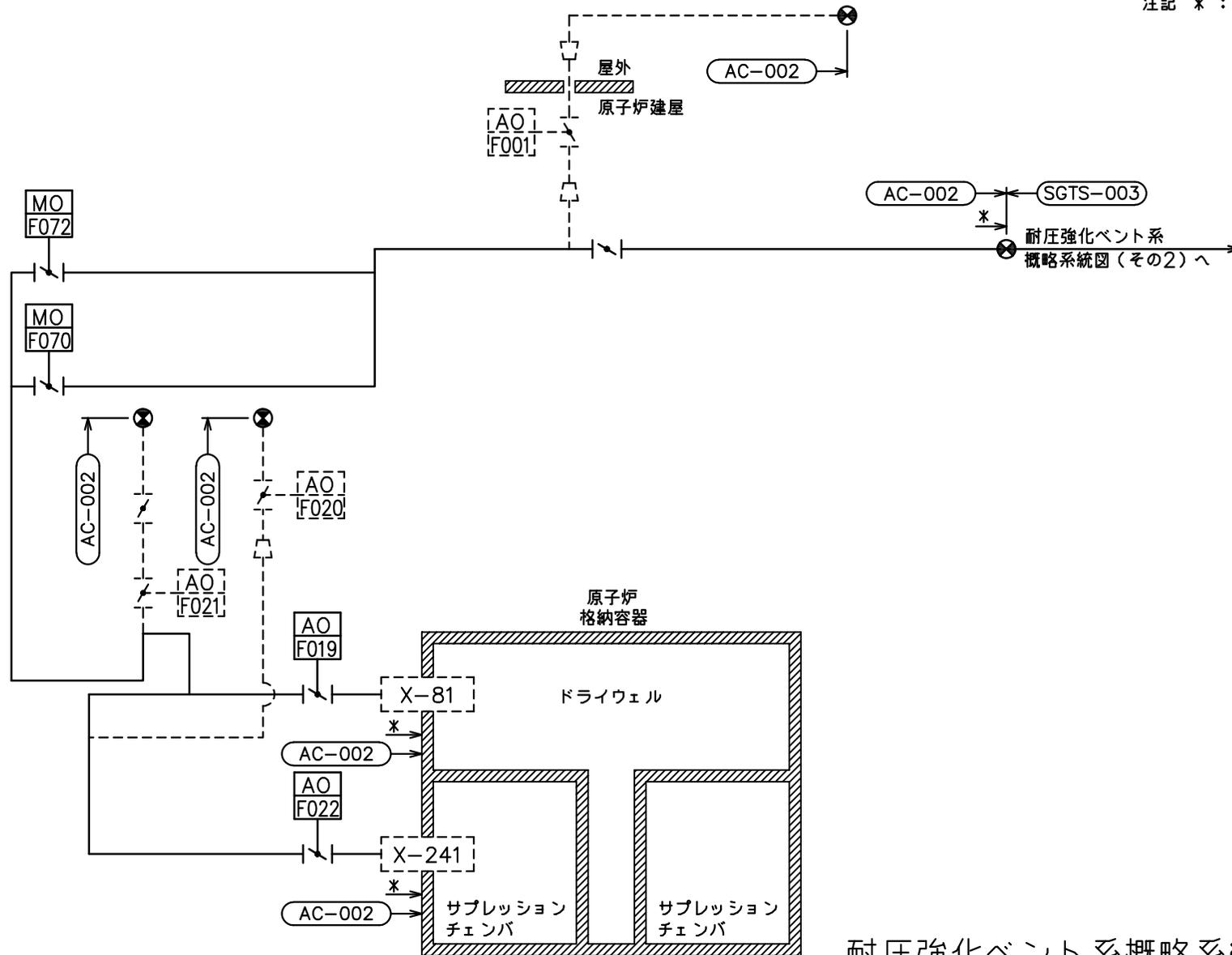
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

2. 概略系統図

概略系統図記号凡例

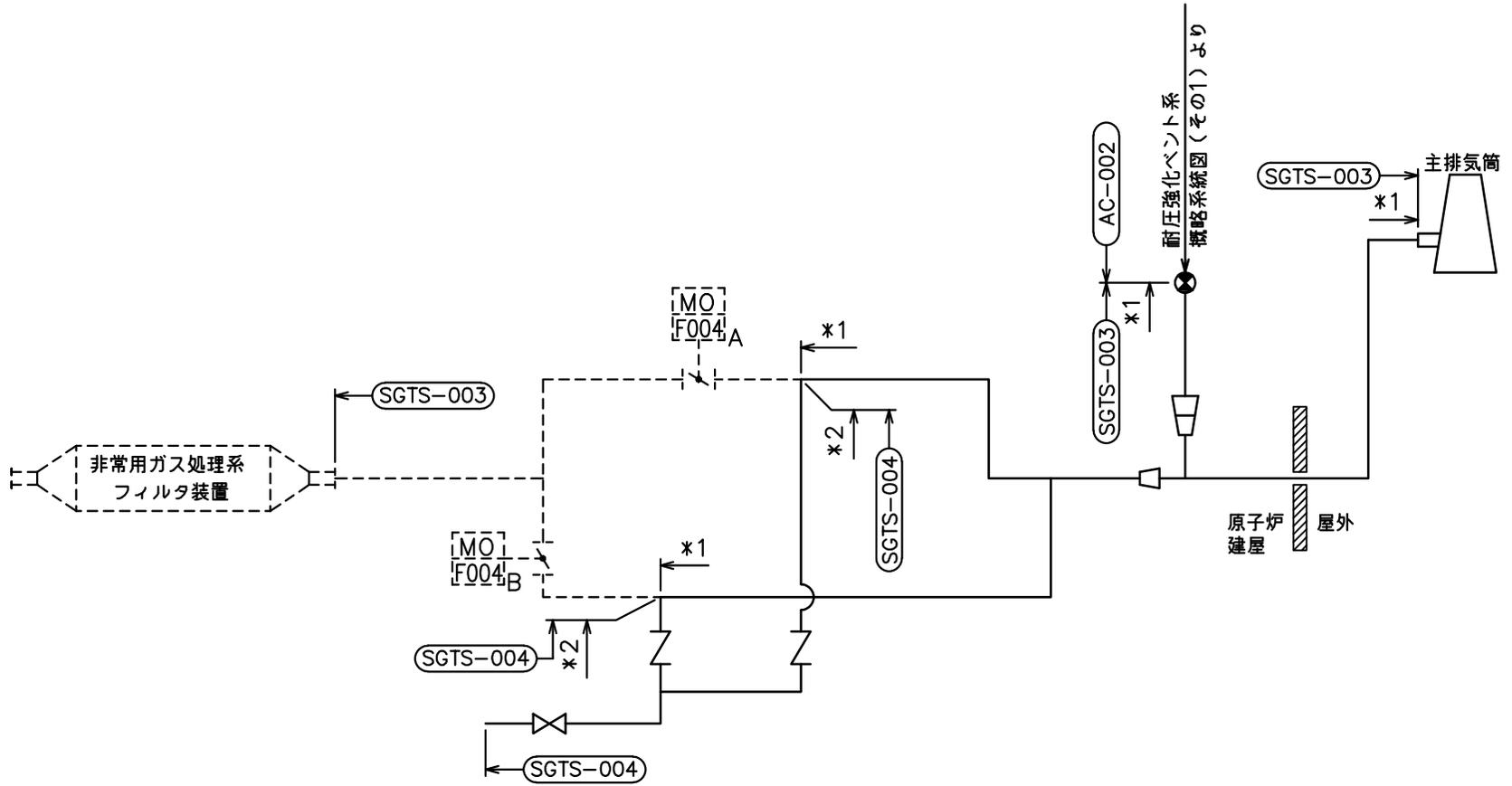
記号例	内容
 (太線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲外の管又は設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

注記 * : 解析モデル上
不活性ガス系に含める。



耐圧強化ベント系概略系統図 (その1)

注記 *1: 解析モデル上
非常用ガス処理系に含める。
*2: 解析上非常用ガス処理系に含める。



耐圧強化ベント系概略系統図(その2)

3. 計算条件

3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3	許容応力状態*4
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	耐圧強化ベント系	S A	常設／緩和	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_S$	$V_A S$
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	耐圧強化ベント系	S A	常設耐震／防止	重大事故等クラス2管	—	$V_L + S_S$	$V_A S$

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態 $V_A S$ は許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を使用し，許容応力状態 $IV_A S$ として評価を実施する。

4. 解析結果及び評価

以下の計算書の重大事故等対処設備に含まれる。

「VI-2-9-4-5-1-2 管の耐震性についての計算書」

「VI-2-9-4-6-1-1 管の耐震性についての計算書」

VI-2-9-4-5-5 格納容器圧力逃がし装置の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-5-5-1 ドレン移送ポンプの耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	3
3.2.2 許容応力	3
3.2.3 使用材料の許容応力評価条件	3
3.3 計算条件	3
4. 機能維持評価	7
4.1 動的機能維持評価方法	7
4.1.1 機能確認済加速度	7
5. 評価結果	8
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、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、格納容器圧力逃がし装置のドレン移送ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

ドレン移送ポンプは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

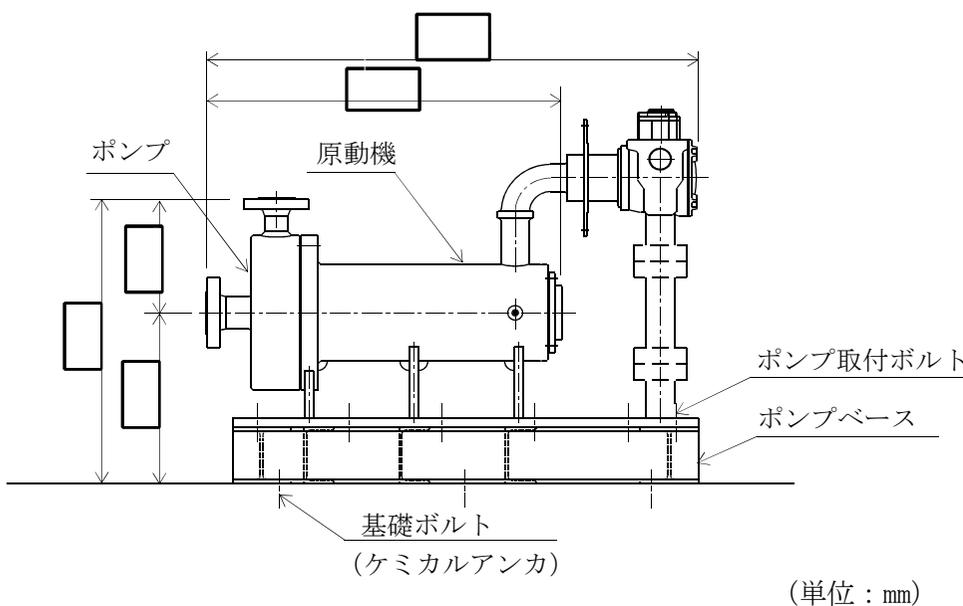
なお、ドレン移送ポンプは、VI-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の横軸ポンプであるため、構造強度評価はVI-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-1 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。また、ドレン移送ポンプは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない原動機であるモータが一体構造の横軸ポンプであるため、加振試験で得られた機能確認済加速度と機能維持評価用加速度との比較により、動的機能維持の確認を行う。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ドレン移送ポンプの構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ドレン移送ポンプはポンプベースに固定され、ポンプベースは基礎ボルトで基礎に据付ける。</p>	<p>うず巻形 (うず巻形横軸ポンプ)</p>	 <p>(単位: mm)</p>

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

ドレン移送ポンプの構造強度評価は、VI-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-1 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。なお、水平地震動による応力と水平地震動による応力の組合せには絶対値和を適用する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドレン移送ポンプの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-1に示す。

3.2.2 許容応力

ドレン移送ポンプの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表3-2のとおりとする。

3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドレン移送ポンプの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-3に示す。

3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドレン移送ポンプの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類 ^{*1}	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	ドレン移送ポンプ	常設／緩和	重大事故等クラス2ポンプ ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_S^{*3}$	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
原子炉格納施設	圧力逃がし装置	ドレン移送ポンプ	常設／緩和	重大事故等クラス2ポンプ ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_S^{*3}$	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	ドレン移送ポンプ	常設耐震／防止	重大事故等クラス2ポンプ ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_S^{*3}$	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：重大事故等クラス2ポンプの支持構造物を含む。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表3-2 許容応力（重大事故等クラス2支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1 : 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

*2 : 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及びほかの応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表3-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
基礎ボルト		周囲環境温度	65	189	481	205
ポンプ取付ボルト		最高使用温度	150	155	422	205

4. 機能維持評価

4.1 動的機能維持評価方法

ドレン移送ポンプの機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、地震時の応答加速度が、機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

なお、機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

機能確認済加速度は、ドレン移送ポンプが、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載されていない原動機であるモータが一体構造の横軸ポンプであり、既往の研究によって機能維持が確認された適用機種と構造・作動原理が異なることから、個別の加振試験によって得られる機能維持を確認した加速度を機能確認済加速度とする。

4.1.1 機能確認済加速度

ドレン移送ポンプの機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬した上で、当該機器が設置される床における設計用床応答曲線を包絡する模擬地震波による加振試験において、動的機能の健全性を確認した加速度とする。

機能確認済加速度を表4-1に示す。

表4-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
ドレン移送ポンプ	水平	3.4
	鉛直	2.2

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドレン移送ポンプの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドレン移送ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
ドレン移送ポンプ	常設耐震/防止 常設/緩和	フィルタベント遮蔽壁 T. M. S. L. 12.7 (T. M. S. L. 12.0*1)	—*2	—*2	—	—	C _H =2.41	C _V =1.07	C _P =0.31	150	65

注記*1 : 基準床レベルを示す。

*2 : 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)							6	3
								2
ポンプ取付ボルト (i=2)							12	6
								2

部材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y (R T) i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向		M _p (N・mm)
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	
基礎ボルト (i=1)	189*2	481*2	205	—	246	—	軸直角方向	—
ポンプ取付ボルト (i=2)	155*3	422*3	205	—	209	—	軸方向	—

HP (μm)	N (rpm)
65	2900

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2 : 周囲環境温度で算出

*3 : 最高使用温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—		—	
ポンプ取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)		引張り	—	—	$\sigma_{b1} = 19$	$f_{ts1} = 147^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1} = 10$	$f_{sb1} = 113$
ポンプ取付ボルト (i=2)		引張り	—	—	$\sigma_{b2} = 16$	$f_{ts2} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2} = 7$	$f_{sb2} = 120$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 動的機能の評価結果

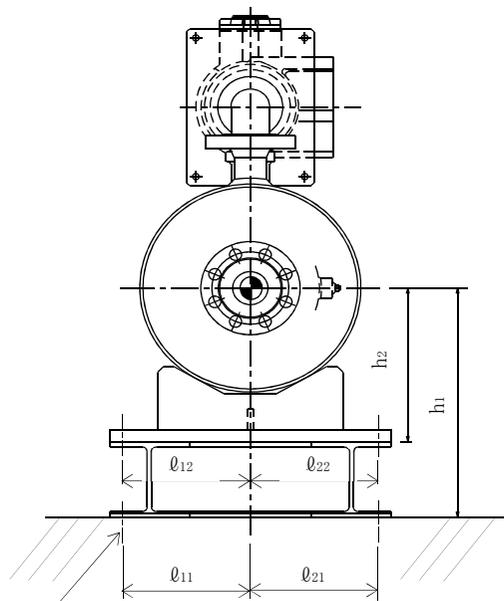
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドレン移送ポンプ	水平方向	2.02	3.4
	鉛直方向	0.89	2.2

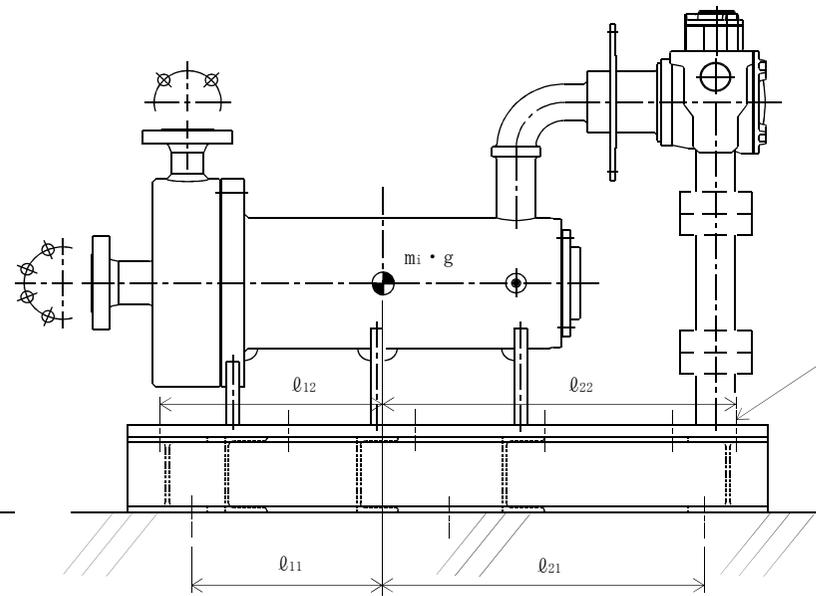
注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

軸直角方向転倒



軸方向転倒



ポンプ取付ボルト

基礎ボルト
(ケミカルアンカ)

VI-2-9-4-6 原子炉格納容器調気設備の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-6-1 不活性ガス系の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-6-1-1 管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	18
3.1 計算方法	18
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	19
3.3 設計条件	20
3.4 材料及び許容応力	32
3.5 設計用地震力	33
4. 解析結果及び評価	34
4.1 固有周期及び設計震度	34
4.2 評価結果	46
4.2.1 管の応力評価結果	46
4.2.2 支持構造物評価結果	48
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	49
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	50

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づき、不活性ガス系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

設計及び工事の計画書に記載される範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

設計及び工事の計画書に記載される範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

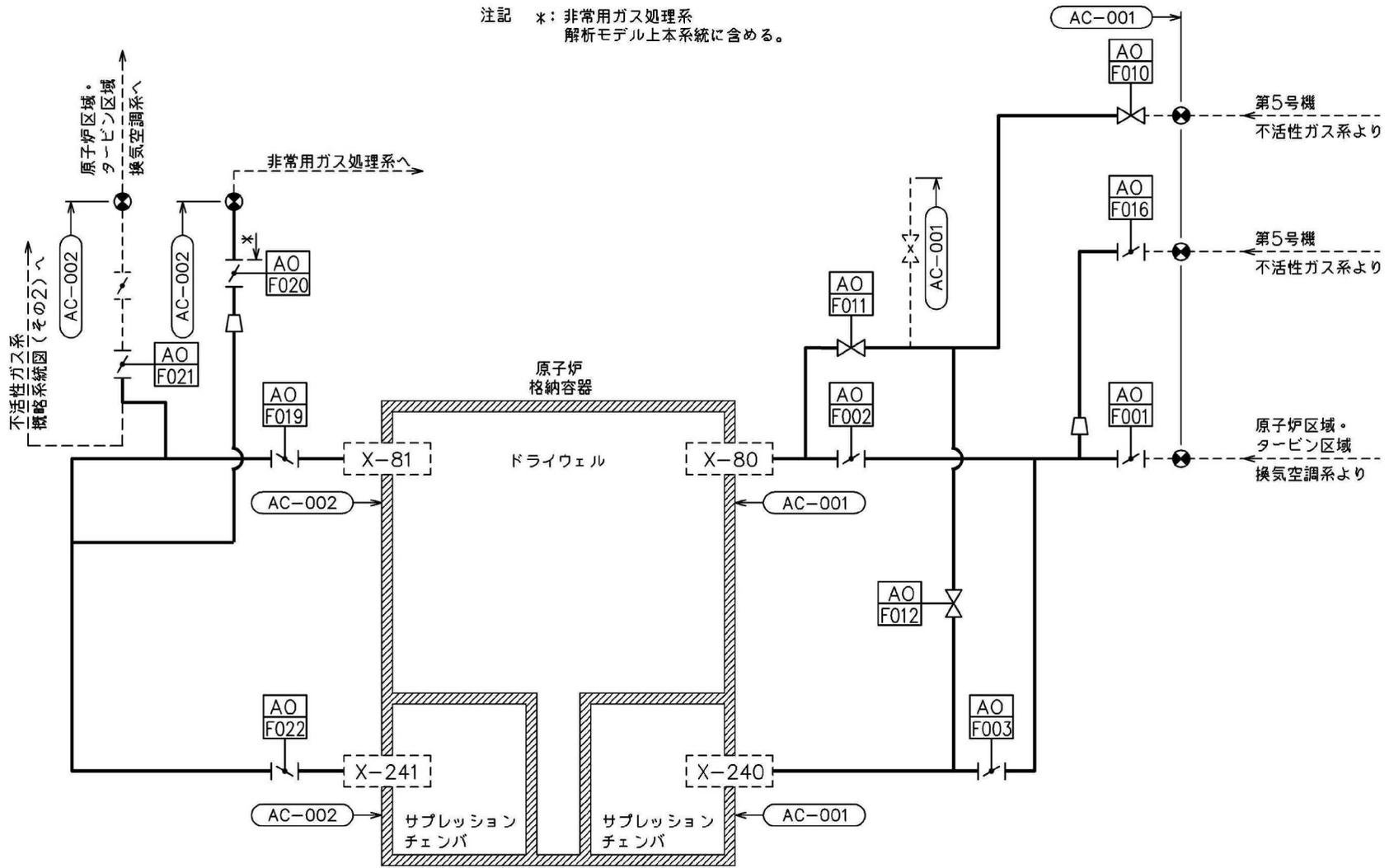
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

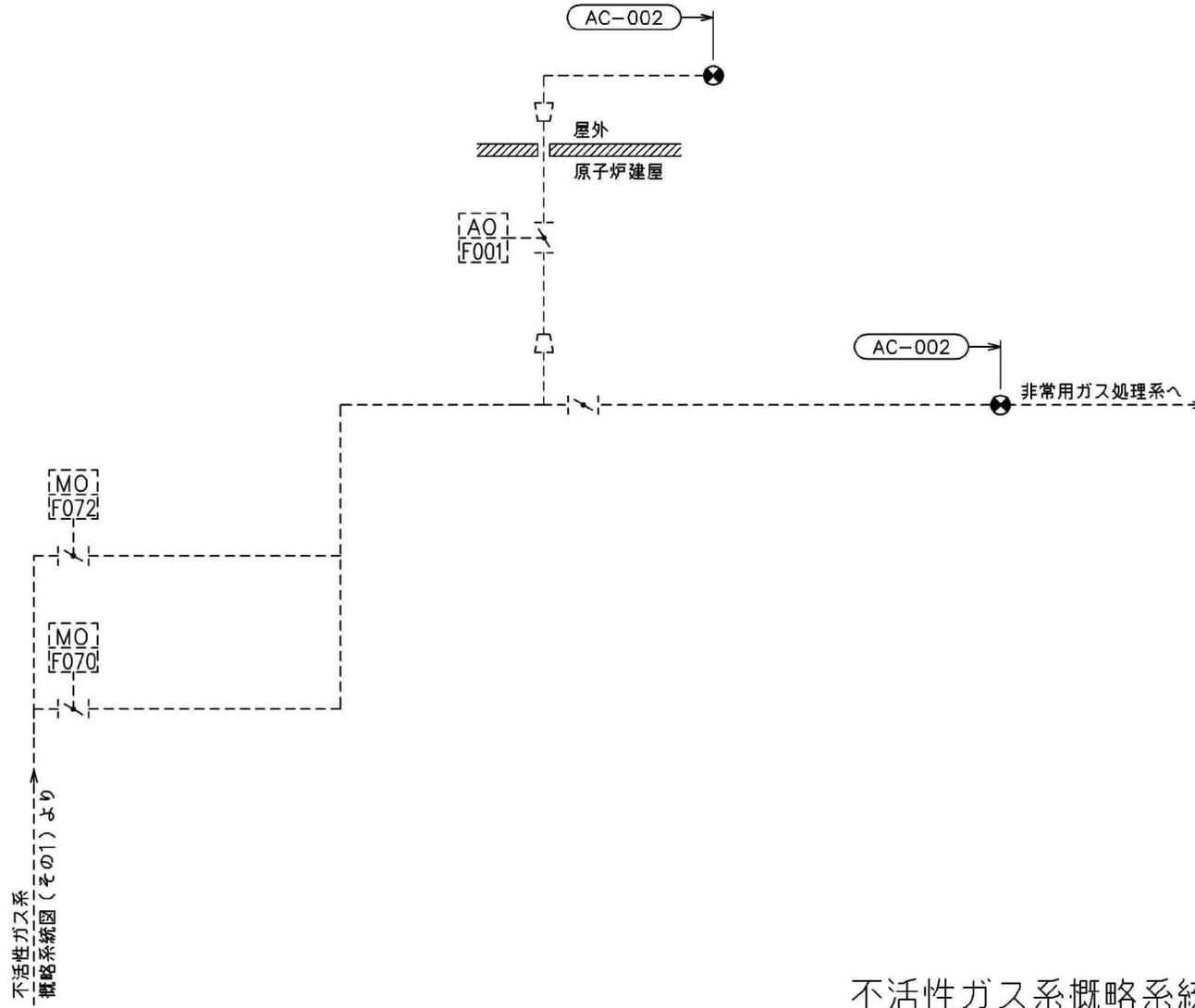
概略系統図記号凡例

記号例	内容
 (太線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲外の管又は設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

注記 *：非常用ガス処理系
解析モデル上本系統に含める。



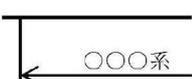
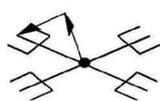
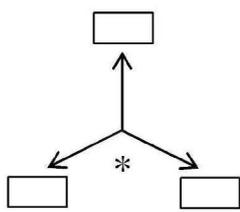
不活性ガス系概略系統図 (その1)



不活性ガス系概略系統図(その2)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号例	内容
	<p>設計及び工事の計画書記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>設計及び工事の計画書記載範囲外の管</p>
	<p>設計及び工事の計画書記載範囲の管のうち、他系統の管であって本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <input type="text"/> 内に変位量を記載する。)</p>

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (設) R0

9

7

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (設) R0

8

鳥瞰図	AC-001-3/5
-----	------------

6

鳥瞰図	AC-001-4/5
-----	------------

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (設) R0

10

鳥瞰図	AC-001-5/5
-----	------------

11

12

13

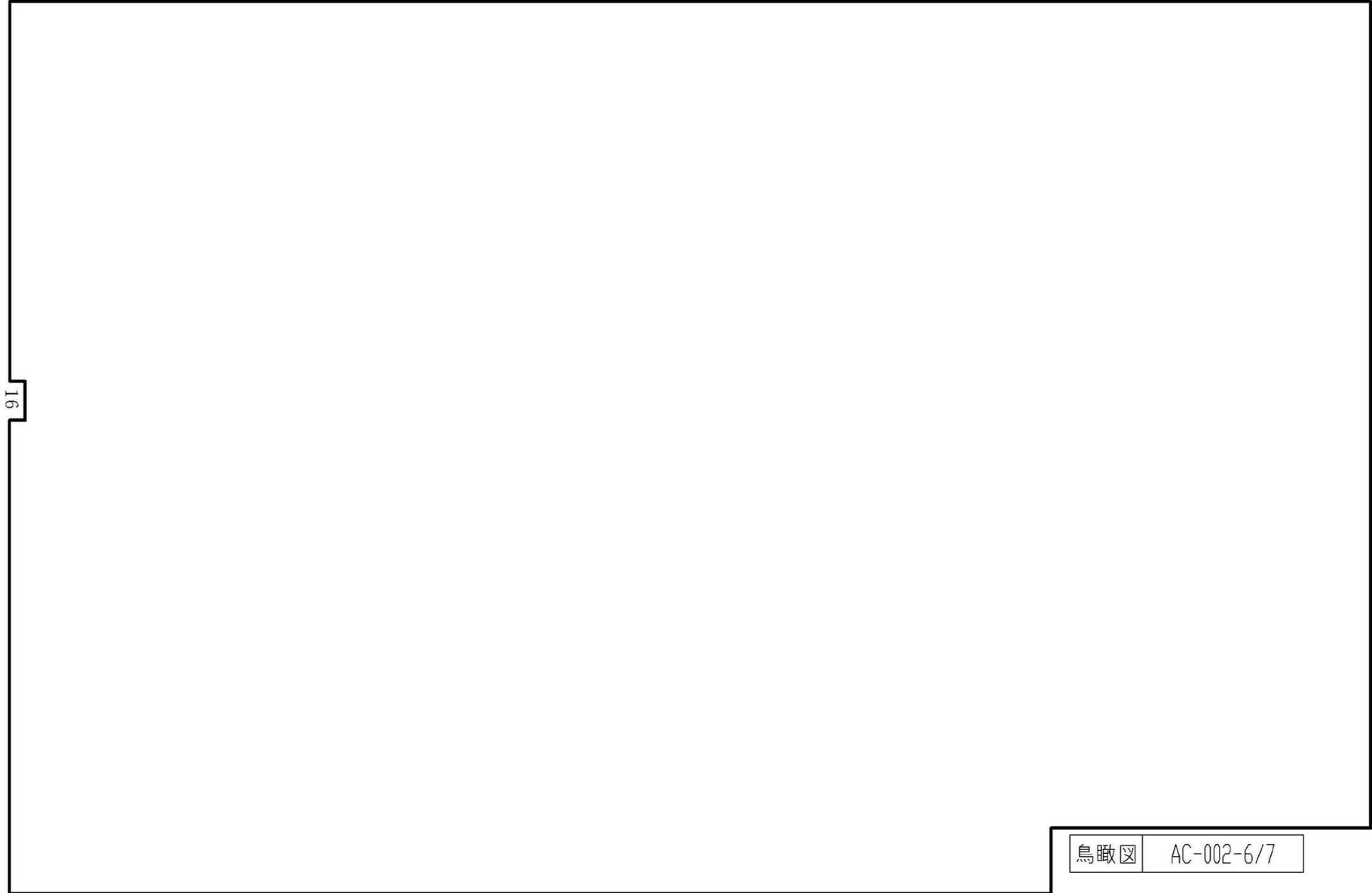
鳥瞰図	AC-002-3/7
-----	------------

14

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (設) R0

15

鳥瞰図	AC-002-5/7
-----	------------



16

鳥瞰図	AC-002-6/7
-----	------------

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*2, 3	許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器調気設備	不活性ガス系	DB	—	クラス2管	S	I _{L+S d}	III _{AS}
							II _{L+S d}	
							I _{L+S s}	IV _{AS}
							II _{L+S s}	
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	非常用ガス処理系	DB	—	クラス4管	S	I _{L+S d}	III _{AS}
							II _{L+S d}	
							I _{L+S s}	IV _{AS}
							II _{L+S s}	

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*3：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 A C - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	0.31	171	558.8	9.5	SM400C	S	193320
2	0.31	171	406.4	9.5	SM400C	S	193320
3	0.31	104	558.8	9.5	SM400C	S	197680
4	0.31	171	60.5	5.5	STS410	S	193320
5	0.31	171	60.5	5.5	S25C	S	193320
6	0.31	104	60.5	5.5	STS410	S	197680
7	0.31	104	60.5	5.5	S25C	S	197680

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 A C - 0 0 1

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	46
	47	48	49	50	51	52	53	54	200	201	300	301	302	801	802
	803	804	805	806											
2	40	41	42	43	44	45	200	202							
3	56	57	58	59	60	61									
4	68	69	70	71	72	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
	99	100	101	102	138	139	140	141	206						
5	34	205	206												
6	104	105	204												
7	60	203	204												

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (設) R0

配管の質量（配管の付加質量及びフランジの質量を含む）

鳥 瞰 図 AC-001

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)								
7		26		53		85		139	
8		27		57		86		140	
9		28		58		87		141	
10		32		59		88		200	
11		33		60		89		201	
12		34		61		90		202	
13		35		69		91		203	
14		41		70		92		204	
15		42		71		93		205	
16		43		75		94		206	
17		44		76		95		300	
18		45		77		96		301	
19		46		78		97		302	
20		47		79		98		801	
21		48		80		99		802	
22		49		81		100		803	
23		50		82		101		804	
24		51		83		105		805	
25		52		84		138		806	

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (設) R0

鳥 瞰 図 AC-001

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)								
4		29		54		38		72	
5		30		55		39		73	
6		31		56		40		74	
110		115		125		120		130	
111		116		126		121		131	
112		117		127		122			
113		118		128		123			
114		119		129		124			

弁 6		弁 7	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
102		66	
103		67	
104		68	
132		134	
133		135	

鳥 瞰 図 A C - 0 0 1

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	5			
弁2	30			
弁3	55			
弁4	39			
弁5	73			
弁6	103			
弁7	67			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 AC-001

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
13						
17						
21						
** 21 **						
26						
43						
46						
49						
53						
** 59 **						
** 62 **						
62						
** 62 **						
70						
** 70 **						
77						
90						
93						
97						
101						
** 101 **						
112						
122						
** 131 **						
** 133 **						
** 135 **						

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (設) R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 A C - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	0.31	171	558.8	9.5	SM400C	S	193320
2	0.31	104	558.8	9.5	SM400C	S	197680
3	0.31	171	406.4	9.5	SM400C	S	193320
4	0.31	171	406.4	9.5	STS410	S	193320
5	0.31	171	267.4	9.3	STS410	S	193320
6	0.014	100	267.4	9.3	STS410	S	198000

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 A C - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	16	17	18	19	20	21
	22	23	26	28	29	31	32	33	34	35	40	43	47	83	95
	96	106	171	172	173	174	808	809	813	814	815				
2	13	14	812												
3	32	175	176	177											
4	177	178													
5	57	178	179	180	181	183	184	185	200						
6	63	187													

配管の質量（配管の付加質量及びフランジの質量を含む）

鳥 瞰 図 AC-002

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)								
2		20		35		173		200	
3		21		40		174		808	
7		22		43		175		809	
8		23		47		176		812	
9		26		57		177		813	
10		28		63		178		814	
11		29		83		179		815	
13		31		95		180			
17		32		106		181			
18		33		171		183			
19		34		172		184			

鳥 瞰 図 A C - 0 0 2

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
4		14		96		185	
5		15		194		186	
6		16		98		187	
41		36		109		189	
42		37		110		190	
27		38		111		71	
44		39		112		192	
45		24		113		193	

鳥 瞰 図 A C - 0 0 2

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	5			
弁2	15			
弁3	194			
弁4	186			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 AC-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
9						
35						
** 35 **						
40						
43						
47						
57						
63						
71						

--

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (設) R0

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S_m	S_y	S_u	S_h
S25C	104	—	242	406	—
	171	—	224	406	—
SM400C	104	—	219	373	—
	171	—	201	373	—
STS410	100	—	220	405	—
	104	—	219	404	—
	171	—	211	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線はVI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高 (m)	減衰定数 (%)
AC-001	原子炉建屋		
AC-002	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 AC-001

適用する地震動等		S _d 及び静的震度			S _s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
14次							
15次							
動的震度*2							
静的震度*3							

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：S_d又はS_s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。
 *3：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 AC-001

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
14 次				

注記* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

代表的振動モード図(1次)

代表的振動モード図(2次)

38

鳥瞰図 | AC-001

代表的振動モード図(3次)

39

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 AC-002

適用する地震動等		S _d 及び静的震度			S _s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* ¹		応答鉛直震度* ¹	応答水平震度* ¹		応答鉛直震度* ¹
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
33次							
34次							
動的震度* ²							
静的震度* ³							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：S_d又はS_s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。
 *3：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 AC-002

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
33 次				

注記* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

代表的振動モード図(1次)

鳥瞰図 | AC-002

代表的振動モード図(2次)

鳥瞰図 | AC-002

代表的振動モード図(3次)

鳥瞰図 | AC-002

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{pr m}(S_d)$ $S_{pr m}(S_s)$	許容応力 S_y $0.9 \cdot S_u$	計算応力 $S_n(S_s)$	許容応力 $2 \cdot S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
A C - 0 0 1	III _A S	84	$S_{pr m}(S_d)$	77	211	—	—	—
	IV _A S	84	$S_{pr m}(S_s)$	129	363	—	—	—
	IV _A S	84	$S_n(S_s)$	—	—	231	422	—

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{pr m}(S_d)$ $S_{pr m}(S_s)$	許容応力 S_y $0.9 \cdot S_u$	計算応力 $S_n(S_s)$	許容応力 $2 \cdot S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
AC-002	III _A S	11	$S_{pr m}(S_d)$	74	201	—	—	—
	IV _A S	11	$S_{pr m}(S_s)$	112	335	—	—	—
	IV _A S	11	$S_n(S_s)$	—	—	322	402	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
AC-001-053HA AC-001-053HB	スプリングハンガ	VS30C-15	VI-2-1-12「配管及び支 持構造物の耐震計算に ついて」参照		37	2×20
AC-002-009B	ロッドレストレイント	RTS-6			43	90

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
AC-002-047R	レストレイント	ラグ	SGV410	171	169	119	82	—	—	—	せん断	49	110
AC-002-063A	アンカ	ラグ	SGV410	100	26	26	11	6	15	25	組合せ	55	241

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用 加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス2以下の管)

No.	配管 モデル	許容応力状態 III _A S					許容応力状態 IV _A S												
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					疲労評価		
		評 価 点	計 算 応 力 (MPa)	許 容 応 力 (MPa)	裕 度	代 表	評 価 点	計 算 応 力 (MPa)	許 容 応 力 (MPa)	裕 度	代 表	評 価 点	計 算 応 力 (MPa)	許 容 応 力 (MPa)	裕 度	代 表	評 価 点	疲 勞 累 積 係 数	代 表
1	AC-001	84	77	211	2.74	—	84	129	363	2.81	○	84	231	422	1.82	—	—	—	—
2	AC-002	11	74	201	2.71	○	11	112	335	2.99	—	11	322	402	1.24	○	—	—	—

注記* : III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (重) R0

重大事故等対処設備

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	13
3.1 計算方法	13
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	14
3.3 設計条件	15
3.4 材料及び許容応力	21
3.5 設計用地震力	22
4. 解析結果及び評価	23
4.1 固有周期及び設計震度	23
4.2 評価結果	29
4.2.1 管の応力評価結果	29
4.2.2 支持構造物評価結果	30
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	31
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	25

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づき、不活性ガス系の管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

設計及び工事の計画書に記載される範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点評価結果を解析モデル単位に記載する。また、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値(以下「裕度」という。)が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

設計及び工事の計画書に記載される範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

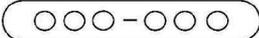
(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として評価結果を記載する。

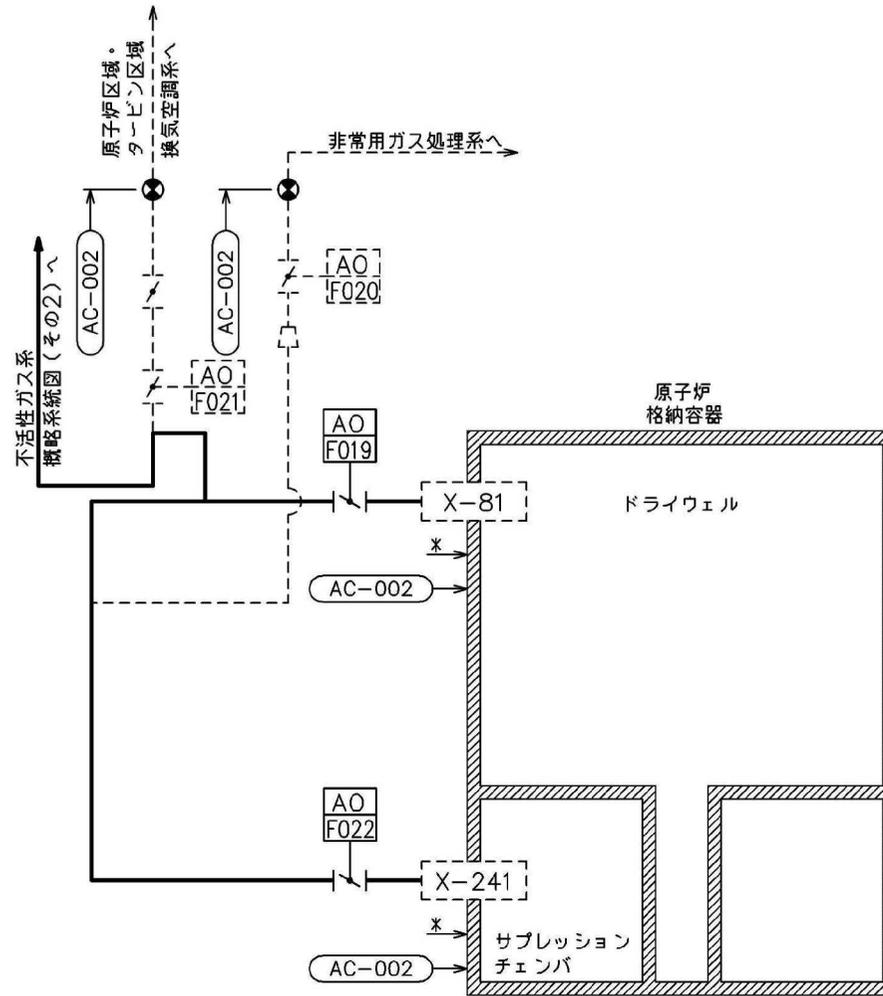
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

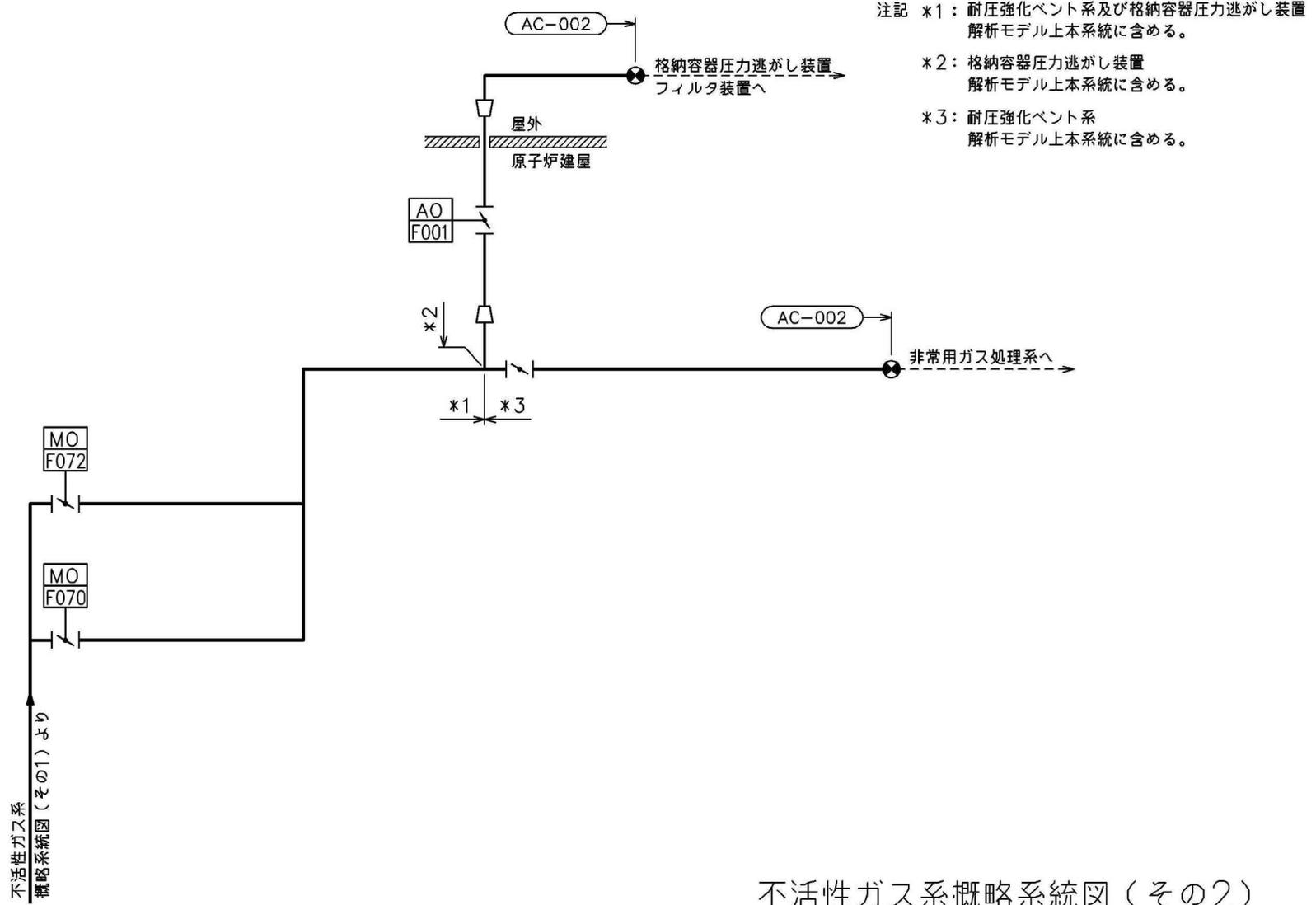
概略系統図記号凡例

記号例	内容
 (太線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	設計及び工事の計画書に記載されている範囲外の管又は設計及び工事の計画書に記載されている範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

注記 * : 耐圧強化ベント系及び格納容器圧力逃がし装置
解析モデル上本系統に含める。



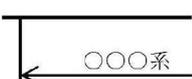
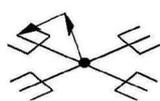
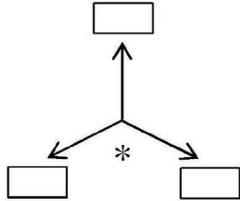
不活性ガス系概略系統図(その1)



不活性ガス系概略系統図(その2)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号例	内容
	<p>設計及び工事の計画書記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>設計及び工事の計画書記載範囲外の管</p>
	<p>設計及び工事の計画書記載範囲の管のうち、他系統の管であって本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <input type="text"/> 内に変位量を記載する。)</p>

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (重) R0

9

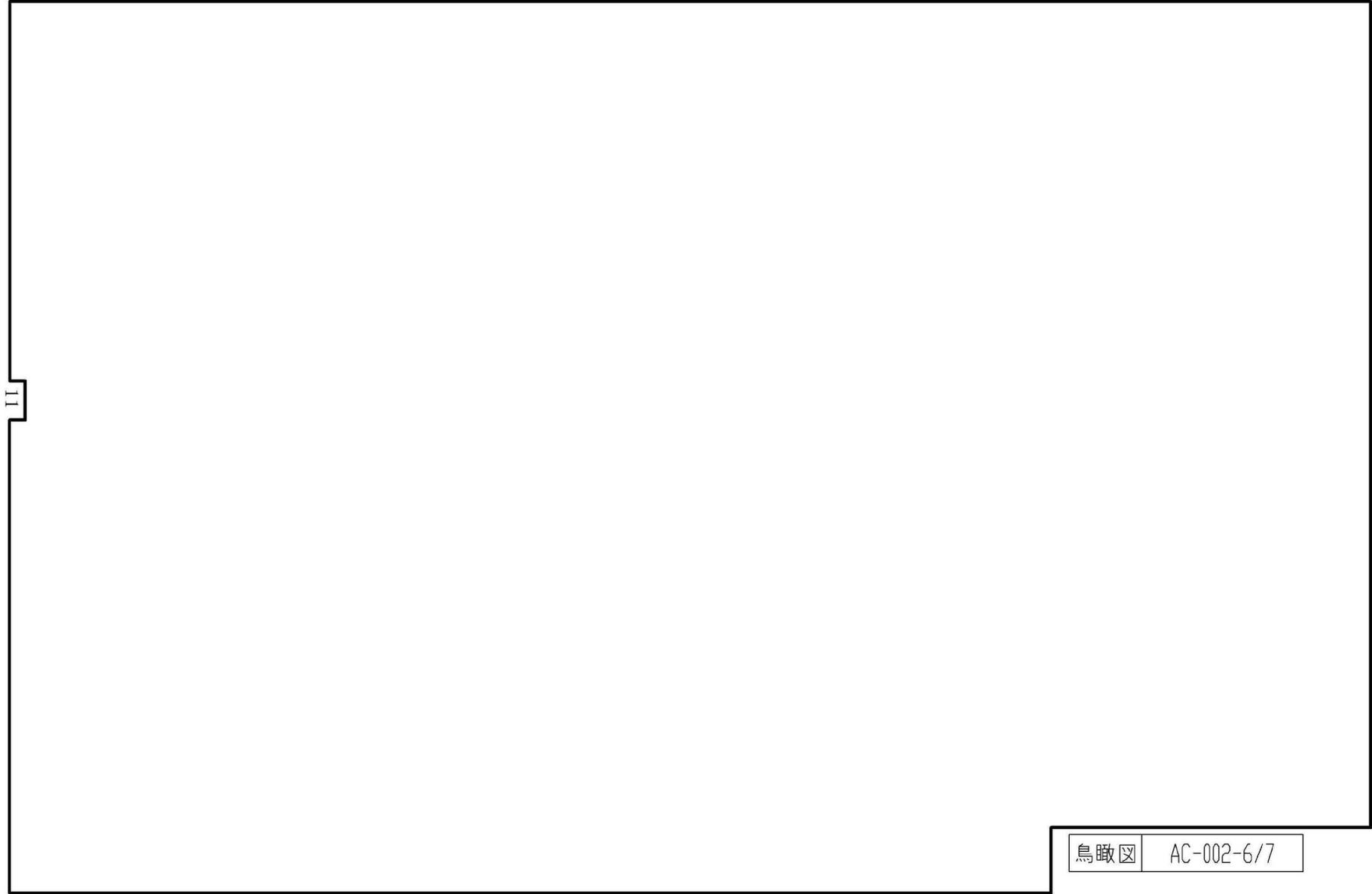
7

8

6

10

鳥瞰図	AC-002-5/7
-----	------------



II

鳥瞰図 AC-002-6/7

12

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3}	許容応力状態 ^{*4}
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	格納容器圧力逃がし装置	S A	常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	V _L +S _s	V _A S
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	耐圧強化ベント系	S A	常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	V _L +S _s	V _A S
原子炉格納施設	圧力逃がし装置	格納容器圧力逃がし装置	S A	常設/緩和	重大事故等クラス2管	—	V _L +S _s	V _A S
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	格納容器圧力逃がし装置	S A	常設耐震/防止	重大事故等クラス2管	—	V _L +S _s	V _A S
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	耐圧強化ベント系	S A	常設耐震/防止	重大事故等クラス2管	—	V _L +S _s	V _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備，「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 A C - 0 0 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	0.62	200	558.8	9.5	SM400C	—	191000
2	0.62	200	558.8	15.9	SM400C	—	191000
3	0.62	200	559.0	9.5	STPT410 相当 (ASTM A106B)	—	191000
4	0.62	200	558.8	9.5	STPT410	—	191000
5	0.62	200	406.4	9.5	STPT410	—	191000
6	0.62	171	558.8	9.5	SM400C	—	193320
7	0.62	171	558.8	9.5	SM400C	—	193320
8	0.62	200	355.6	11.1	STPT410	—	191000

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 A C - 0 0 2

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	13	14	16	17	18	19
	20	21	22	23	26	28	29	30	31	32	33	34	35	40	43
	47	48	50	55	56	58	59	60	62	73	83	84	85	86	87
	88	89	90	93	106	171	172	173	174	182	225	801	808	809	812
	813	814	815	822	823	824									
2	30	46	86	87											
3	51	52	53	70	823	824									
4	51	52	53	54	55	61	62	64	65	70	89	91	188		
5	114	115	116	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156
	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	188				
6	67	68	69	94											
7	72	74	94	97	99	191	810	811							
8	116	117	118	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	800
	816	817	818	819	820	821	826	827							

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (重) R0

配管の質量（配管の付加質量及びフランジの質量を含む）

鳥 瞰 図 AC-002

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)								
2		51		99		143		182	
3		52		106		144		188	
7		53		114		145		191	
8		54		115		146		225	
9		55		116		147		800	
10		56		117		148		801	
11		58		121		149		808	
13		59		122		150		809	
17		60		123		151		810	
18		61		124		152		811	
19		62		125		153		812	
20		64		126		154		813	
21		68		127		155		814	
22		69		128		156		815	
23		70		129		157		816	
26		72		130		158		817	
28		73		131		159		818	
29		74		132		160		819	
30		83		133		161		820	
31		84		134		162		821	
32		85		135		163		822	
33		86		136		164		823	
34		87		137		165		824	
35		88		138		166		826	
40		89		139		171		827	
43		90		140		172			
46		94		141		173			
47		97		142		174			

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (重) R0

鳥 瞰 図 AC-002

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)								
4		14		48		65		91	
5		15		49		66		92	
6		16		50		67		93	
41		36		80		804		802	
42		37		81		76		107	
27		38		82		77		108	
44		39				78			
45		24				79			

弁 6

評価点	質量(kg)
118	
119	
120	
803	
167	
168	
169	
170	

鳥 瞰 図 A C - 0 0 2

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	5			
弁2	15			
弁3	49			
弁4	66			
弁5	92			
弁6	119			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 AC-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
9						
35						
** 35 **						
40						
43						
47						
85						
88						
90						
94						
97						
99						
125						
134						
138						
147						
149						
154						
158						
161						
163						
166						

--

K6 ① VI-2-9-4-6-1-1 (重) R0

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S _m	S _y	S _u	S _b
SM400C	171	—	201	373	—
	200	—	193	373	—
STPT410	200	—	207	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線はVI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高 (m)	減衰定数 (%)
AC-002	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 AC-002

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
33 次				
34 次				
動的震度*2				

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：S s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 AC-002

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1 次				
2 次				
3 次				
4 次				
5 次				
6 次				
7 次				
8 次				
33 次				

注記* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

代表的振動モード図(1次)

鳥瞰図 | AC-002

代表的振動モード図(2次)

鳥瞰図 | AC-002

代表的振動モード図(3次)

鳥瞰図 | AC-002

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{pr m}(S_s)$	許容応力 $0.9 \cdot S_u$	計算応力 $S_n(S_s)$	許容応力 $2 \cdot S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
AC-002	V_{AS}	121	$S_{pr m}(S_s)$	193	363	—	—	—
	V_{AS}	121	$S_n(S_s)$	—	—	385	414	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
AC-002-009B	ロッドレストレイント	RTS-6	VI-2-1-12「配管及び支 持構造物の耐震計算につ いて」参照		43	90

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
AC-002-085R	レストレイント	ラグ	SB410	200	120	59	69	-	-	-	組合せ	32	226
AC-002-166A	アンカ	ラグ	SGV410	200	137	38	64	60	168	17	組合せ	182	226

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用 加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管 モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評 価 点	計 算 応 力 (MPa)	許 容 応 力 (MPa)	裕 度	代 表	評 価 点	計 算 応 力 (MPa)	許 容 応 力 (MPa)	裕 度	代 表	評 価 点	疲 勞 累 積 係 数	代 表
1	AC-002	121	193	363	1.88	○	121	385	414	1.07	○	—	—	—