

本資料のうち、枠組みの内容は、  
営業秘密または防護上の観点から  
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-633 改0
提出年月日	平成30年6月28日

V-2-5-3-1-1 アキュムレータ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 適用基準	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	12
3. 評価部位	13
4. 固有周期	13
4.1 固有周期の計算方法	13
4.2 固有周期の計算条件	18
4.3 固有周期の計算結果	18
5. 構造強度評価	18
5.1 構造強度評価方法	18
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	18
5.3 設計用地震力	23
5.4 計算方法	25
5.5 計算条件	37
5.6 応力の評価	37
6. 評価結果	40
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	40
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	40
7. 引用文献	62

## 1. 概要

本計算書は、添付書類「V-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、アキュムレータ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。

アキュムレータは、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、設計基準対象施設及び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

アキュムレータの構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図	備考
基礎・支持構造	主体構造		
<p>胴を 4 個の脚で支持し、脚を溶接で架台に据え付ける。</p>	<p>上面及び下面に鏡板を有するたて置円筒形</p>		<p>・自動減圧機能用 アキュムレータ</p>
<p>胴を 4 個の脚で支持し、脚を溶接で架台に据え付ける。</p>	<p>上面及び下面に鏡板を有するたて置円筒形</p>		<p>・逃がし安全弁 制御用 アキュムレータ</p>

## 2.2 評価方針

アキュムレータの応力評価は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針 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、「2.1 構造計画」にて示すアキュムレータの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく応力等が許容限界内に収まることを、「5. 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「6. 評価結果」に示す。

アキュムレータの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

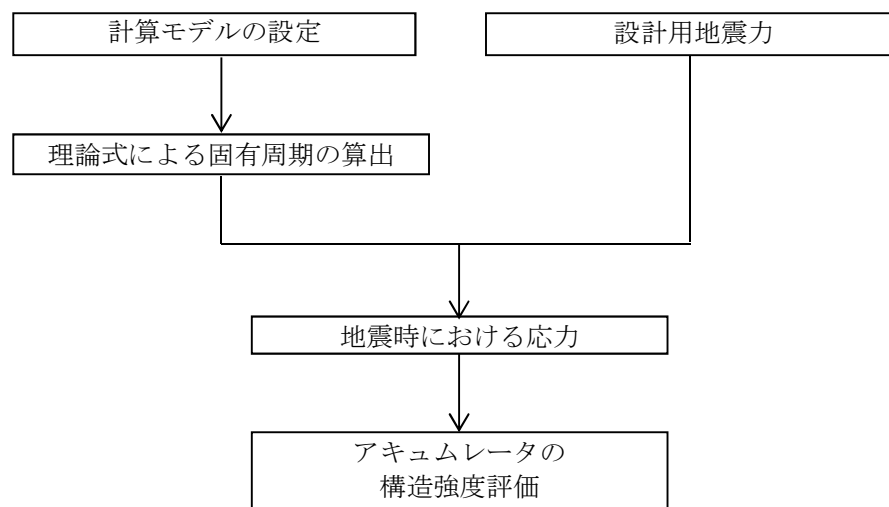


図 2-1 アキュムレータの耐震評価フロー

### 2.3 適用基準

本計算書においては、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, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び 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 昭和 59 年 9 月, 昭和 62 年 8 月及び平成 3 年 6 月）に準拠して評価する。

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A <sub>e</sub>	胴の有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>f</sub>	脚の圧縮フランジの断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	脚の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s1</sub>	脚の半径方向軸に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s2</sub>	脚の周方向軸に対するせん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>sf</sub>	脚の圧縮フランジとせいの6分の1から成る T形断面の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>sr</sub>	脚の半径方向軸に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>st</sub>	脚の周方向軸に対する有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
C	脚の座屈曲げモーメントに対する修正係数	—
C <sub>1</sub>	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の周方向)	mm
C <sub>2</sub>	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の軸方向)	mm
C <sub>cj</sub>	周方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) (j=1: 周方向応力, j=2: 軸方向応力)	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>v</sub>	鉛直方向設計震度	—
C <sub>ℓj</sub>	鉛直方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) (j=1: 周方向応力, j=2: 軸方向応力)	—
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
E <sub>s</sub>	脚の縦弾性係数	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3121.1に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3に定める値	MPa
F <sub>o</sub>	振動モデル系における水平力	N
F <sub>v</sub>	鉛直方向荷重	N
f <sub>br</sub>	脚の半径方向軸回りの許容曲げ応力	MPa
f <sub>bt</sub>	脚の半径方向に直角な方向の軸回りの許容曲げ応力	MPa
f <sub>c</sub>	脚の許容圧縮応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$f_t$	脚の許容引張応力	MPa
G	胴のせん断弾性係数	MPa
$G_s$	脚のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	$m/s^2$
h	脚断面のせい	mm
I	胴の断面二次モーメント	$mm^4$
i	脚の弱軸についての断面二次半径	mm
$i_f$	脚の圧縮フランジとせいの6分の1から成る T形断面のウェブ軸回りの断面二次半径	mm
$I_{s f}$	脚の圧縮フランジとせいの6分の1から成る T形断面のウェブ軸回りの断面二次モーメント	$mm^4$
$I_{s r}$	脚の半径方向軸に対する断面二次モーメント	$mm^4$
$I_{s t}$	脚の周方向軸に対する断面二次モーメント	$mm^4$
$J_s$	脚のねじりモーメント係数	$mm^4$
$K_{1j}, K_{2j}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j=1$ : 周方向応力, $j=2$ : 軸方向応力)	—
$K_c$	胴の脚付け根部における周方向曲げモーメントに対する局部ばね定数 (引用文献(1)より得られる値)	—
$K_H$	ばね定数 (水平方向)	N/m
$K_\ell$	胴の脚付け根部における長手方向曲げモーメントに対する局部ばね定数 (引用文献(1)より得られる値)	—
$K_r$	胴の脚付け根部における半径方向荷重に対する局部ばね定数 (引用文献(1)より得られる値)	—
$K_v$	ばね定数 (鉛直方向)	N/m
$k_c, k_\ell$	引用文献(1)によるアタッチメントパラメータの周方向及び軸方向の補正係数	—
$l$	脚の長さ	mm
$l_c$	脚の中立軸間の距離	mm
$l_g$	架台から容器重心までの距離	mm
$l_k$	脚の有効座屈長さ	mm
$M_1$	Z方向地震による胴の脚付け根部の鉛直方向モーメント	N・mm



記号	記号の説明	単位
$M_3$	Z方向地震による胴の脚付け根部のねじりモーメント	N・mm
$M_c$	Z方向地震による胴の脚付け根部の周方向モーメント	N・mm
$M_\ell$	運転時質量による胴の脚付け根部の鉛直方向モーメント	N・mm
$M_{\ell 2}$	鉛直方向地震による胴の脚付け根部の鉛直方向モーメント	N・mm
$M_{s1}, M_{s2}$	脚の上下両端に作用する曲げモーメント	N・mm
$M_x$	胴に生じる軸方向の曲げモーメント	N・mm /mm
$M_\phi$	胴に生じる周方向の曲げモーメント	N・mm /mm
$m_0$	容器の運転時質量	kg
$N_x$	胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
$N_\phi$	胴に生じる周方向の膜力	N/mm
$P$	運転時質量による胴の脚付け根部の半径方向荷重	N
$P_1$	Z方向地震による胴の脚付け根部の半径方向荷重	N
$P_2$	鉛直方向地震による胴の脚付け根部の半径方向荷重	N
$P_r$	最高使用圧力	MPa
$Q$	Z方向地震による胴の脚付け根部の周方向荷重	N
$R$	運転時質量による脚の軸力	N
$R_1$	Z方向地震により脚に作用する軸力	N
$R_2$	鉛直方向地震により脚に作用する軸力	N
$r_m$	胴の平均半径	mm

記 号	記 号 の 説 明	単 位
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
S <sub>a</sub>	胴の許容応力	MPa
S <sub>u</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S <sub>y</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
T <sub>H</sub>	水平方向の固有周期	s
T <sub>v</sub>	鉛直方向の固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
u	脚の中心軸から胴板の厚さの中心までの距離	mm
Z <sub>sp</sub>	脚のねじり断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>sr</sub>	脚の半径方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>st</sub>	脚の周方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$\beta, \beta_1, \beta_2$	引用文献(2) によるアタッチメントパラメータ	—
$\gamma$	引用文献(2) によるシェルパラメータ	—
$\delta_H$	水平力 F <sub>o</sub> による胴重心の水平方向変位量	mm
$\delta_v$	胴重心の鉛直方向変位量	mm
$\Delta_r$	運転時質量による胴の半径方向局部変位量	mm
$\Delta_{r1}$	水平力 F <sub>o</sub> による胴の半径方向局部変位量	mm
$\Delta_{x1}$	水平力 F <sub>o</sub> による第1脚上端の水平方向変位量	mm
$\Delta_{x3}$	水平力 F <sub>o</sub> による第2脚上端の水平方向変位量	mm
$\Delta_{y1}$	水平力 F <sub>o</sub> による第1脚の鉛直方向変位量	mm
$\Delta_{y2}$	鉛直方向荷重 F <sub>v</sub> による支持脚の鉛直方向変位量	mm
$\Delta_{y3}$	鉛直方向荷重 F <sub>v</sub> による胴の鉛直方向変位量	mm
$\Delta_{y4}$	運転時質量による胴付け根部における局部傾き角による鉛直方向変位量	mm
$\theta$	運転時質量による胴の脚付け根部における局部傾き角	rad
$\theta_0$	水平力 F <sub>o</sub> による胴の中心軸の傾き角	rad
$\theta_1$	水平力 F <sub>o</sub> による第1脚の傾き角	rad
$\theta_1'$	水平力 F <sub>o</sub> による胴の第1脚付け根部における局部傾き角	rad
$\theta_3$	水平力 F <sub>o</sub> による第2脚の傾き角	rad
$\Lambda$	脚の限界細長比	—
$\lambda$	脚の有効細長比	—
$\nu$	座屈に対する安全率	—
$\pi$	円周率	—

記号	記号の説明	単位
$\sigma_0$	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0\phi}$	胴の周方向の一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0x}$	胴の軸方向の一次一般膜応力	MPa
$\sigma_1$	胴の一次応力の最大値	MPa
$\sigma_2$	胴の一次+二次応力の最大値	MPa
$\sigma_{11}, \sigma_{12}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第1脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{13}, \sigma_{14}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第2脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{15}, \sigma_{16}$	X方向地震が作用した場合の胴の脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{21}, \sigma_{22}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第1脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における組合せ一次+二次応力	MPa
$\sigma_{23}, \sigma_{24}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第2脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における組合せ一次+二次応力	MPa
$\sigma_{25}, \sigma_{26}$	X方向地震が作用した場合の胴の脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における組合せ一次+二次応力	MPa
$\sigma_s$	脚の組合せ応力の最大値	MPa
$\sigma_{s1}, \sigma_{s2}$	運転時質量による脚の圧縮及び曲げ応力	MPa
$\sigma_{s3}, \sigma_{s4}$	鉛直方向地震による脚の圧縮及び曲げ応力	MPa
$\sigma_{s5}, \sigma_{s6}, \sigma_{s7}$	Z方向地震による脚の圧縮並びに第1脚及び第2脚の曲げ応力	MPa
$\sigma_{s8}, \sigma_{s9}, \sigma_{s10}$	X方向地震による脚の圧縮並びに半径方向及び周方向の曲げ応力	MPa
$\sigma_{sc}$	脚の圧縮応力の和	MPa
$\sigma_{sr}$	脚の半径方向軸回りの圧縮側曲げ応力の和	MPa
$\sigma_{st}$	脚の半径方向に直角な軸回りの圧縮側曲げ応力の和	MPa
$\sigma_{sx}$	X方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{sz1}, \sigma_{sz2}$	Z方向地震が作用した場合の第1脚及び第2脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{\phi1}, \sigma_{x1}$	内圧による胴の周方向及び軸方向応力	MPa
$\sigma_{x2}$	運転時質量による胴の軸方向応力	MPa
$\sigma_{\phi3}, \sigma_{x3}$	運転時質量により生じる鉛直方向モーメントによる胴の周方向及び軸方向応力	MPa
$\sigma_{\phi4}, \sigma_{x4}$	運転時質量により生じる半径方向荷重による胴の周方向及び軸方向応力	MPa
$\sigma_{x5}$	水平方向地震が作用した場合の転倒モーメントによる胴の軸方向応力	MPa
$\sigma_{\phi7}, \sigma_{x7}$	鉛直方向地震による胴の周方向応力及び軸方向応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{\phi 8}, \sigma_{x 8}$	鉛直方向地震により生じる鉛直方向モーメントによる胴の周方向及び軸方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 9}, \sigma_{x 9}$	鉛直方向地震により生じる半径方向荷重による胴の周方向及び軸方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 10}, \sigma_{x 10}$	鉛直方向地震により生じる鉛直方向モーメントによる胴の周方向及び軸方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 11}, \sigma_{x 11}$	鉛直方向地震により生じる半径方向荷重による胴の周方向及び軸方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 61}, \sigma_{x 61}$	Z方向地震が作用した場合の半径方向荷重による胴の周方向及び	MPa
$\sigma_{\phi 62}, \sigma_{x 62}$	軸方向応力	
$\sigma_{\phi 71}, \sigma_{x 71}$	Z方向地震が作用した場合の鉛直方向モーメントによる胴の周方向及び	MPa
$\sigma_{\phi 72}, \sigma_{x 72}$	軸方向応力	
$\sigma_{\phi 81}, \sigma_{x 81}$	Z方向地震が作用した場合の周方向モーメントによる胴の周方向及び	MPa
$\sigma_{\phi 82}, \sigma_{x 82}$	軸方向応力	
$\sigma_{\phi 91}, \sigma_{x 91}$	X方向地震が作用した場合の半径方向荷重による胴の周方向及び	MPa
$\sigma_{\phi 92}, \sigma_{x 92}$	軸方向応力	
$\sigma_{\phi 101}, \sigma_{x 101}$	X方向地震が作用した場合の鉛直方向モーメントによる胴の周方向	MPa
$\sigma_{\phi 102}, \sigma_{x 102}$	及び軸方向応力	
$\sigma_{\phi 111}, \sigma_{x 111}$	X方向地震が作用した場合の周方向モーメントによる胴の周方向及び	MPa
$\sigma_{\phi 112}, \sigma_{x 112}$	軸方向応力	
$\sigma_{x x 1}, \sigma_{x x 2}$	X方向地震が作用した場合の胴の脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{x x 3}, \sigma_{x x 4}$	X方向地震が作用した場合の胴の脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における軸方向一次+二次応力の和	MPa
$\sigma_{x z 1}, \sigma_{x z 2}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第1脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{x z 3}, \sigma_{x z 4}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第2脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{x z 5}, \sigma_{x z 6}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第1脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における軸方向一次+二次応力の和	MPa
$\sigma_{x z 7}, \sigma_{x z 8}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第2脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における軸方向一次+二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi x 1}, \sigma_{\phi x 2}$	X方向地震が作用した場合の胴の脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi x 3}, \sigma_{\phi x 4}$	X方向地震が作用した場合の胴の脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における周方向一次+二次応力の和	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{\phi z 1}, \sigma_{\phi z 2}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第1脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi z 3}, \sigma_{\phi z 4}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第2脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi z 5}, \sigma_{\phi z 6}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第1脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における周方向一次+二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi z 7}, \sigma_{\phi z 8}$	Z方向地震が作用した場合の胴の第2脚付け根部の第1評価点及び第2評価点における周方向一次+二次応力の和	MPa
$\tau_3$	Z方向地震により胴の脚付け根部に生じるねじりモーメントによるせん断応力	MPa
$\tau_6$	X方向地震により胴の脚付け根部に生じるねじりモーメントによるせん断応力	MPa
$\tau_{c1}$	Z方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向せん断応力	MPa
$\tau_{c4}$	X方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向せん断応力	MPa
$\tau_{\ell 1}$	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる軸方向せん断応力	MPa
$\tau_{\ell 2}$	Z方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向せん断応力	MPa
$\tau_{\ell 5}$	X方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向せん断応力	MPa
$\tau_{\ell 3}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向せん断応力	MPa
$\tau_{s1}$	運転時質量による脚のせん断応力	MPa
$\tau_{s2}$	鉛直方向地震による脚のせん断応力	MPa
$\tau_{s3}, \tau_{s4}$	Z方向地震による第1脚及び第2脚のせん断応力	MPa
$\tau_{s5}$	X方向地震による脚のせん断応力	MPa

注：「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。）））J SME S NC 1-2005/2007（日本機械学会 2007年9月）をいう。

## 2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりである。

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
最高使用圧力		MPa	—	—	小数点以下第 2 位
温度		℃	—	—	整数位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第 1 位
面積		mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント		N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
力		N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
算出応力		MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 <sup>*3</sup>		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

自動減圧機能用アキュムレータ及び逃がし安全弁制御用アキュムレータは、胴及び脚について評価を実施する。

自動減圧機能用アキュムレータ及び逃がし安全弁制御用アキュムレータ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. 固有周期

#### 4.1 固有周期の計算方法

##### (1) 計算モデル

本容器は、2.1節より脚下端の支持条件を組み合わせることで次の計算モデルができる。

##### a. 第1脚及び第2脚とも固定の場合

図4-1にa項の変形モードを示す。

##### (2) 固有周期

それぞれの脚及び胴について、荷重、モーメント及び変形の釣合い条件の方程式を作ることにより、以下のように固有周期を求める。

##### a. 水平方向の固有周期

第1脚及び第2脚とも固定の場合（図4-1参照），水平力の釣合いより

$$2 \cdot P_1 + 2 \cdot Q = F_0 \quad \dots\dots\dots (4.1.1)$$

転倒モーメントの釣合いより

$$2 \cdot M_1 - 2 \cdot M_3 + 2 \cdot R_1 \cdot r_m = F_0 \cdot (\ell_g - \ell) \quad \dots\dots\dots (4.1.2)$$

ただし、

$$r_m = (D_i + t) / 2 \quad \dots\dots\dots (4.1.3)$$

水平力F<sub>0</sub>による第1脚の水平方向変位量、傾き角及び鉛直方向変位量は

$$\Delta_{x1} = \frac{P_1 \cdot \ell^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{P_1 \cdot \ell}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{(M_1 - R_1 \cdot u) \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \quad \dots\dots\dots (4.1.4)$$

ここで、(図 4-1 参照)

$$u = \frac{\ell_c}{2} - r_m \quad \dots\dots\dots (4.1.5)$$

$$\theta_1 = \frac{(M_1 - R_1 \cdot u) \cdot \ell}{E_s \cdot I_{st}} + \frac{P_1 \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \quad \dots\dots\dots (4.1.6)$$

$$\Delta_{y1} = \frac{R_1 \cdot \ell}{A_s \cdot E_s} \quad \dots\dots\dots (4.1.7)$$

水平力  $F_0$  による胴の半径方向局部変位量と局部傾き角は

$$\Delta_{r1} = \frac{K_r \cdot P_1}{r_m \cdot E} \quad \dots\dots\dots (4.1.8)$$

$$\theta_{1'} = \frac{K\ell \cdot M_1}{r_m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} \quad \dots\dots\dots (4.1.9)$$

ここで、 $K_r$  及び  $K\ell$  は引用文献(1)に基づく胴の半径方向荷重による局部変位と長手方向曲げモーメントによる局部傾き角に対する定数であり、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  は、以下のように定義する。

$$r_m = (D_i + t) / 2 \quad \dots\dots\dots (4.1.10)$$

$$\gamma = r_m / t \quad \dots\dots\dots (4.1.11)$$

$$\beta_1 = C_1 / r_m \quad \dots\dots\dots (4.1.12)$$

$$\beta_2 = C_2 / r_m \quad \dots\dots\dots (4.1.13)$$

$$\beta = k\ell \cdot \sqrt[3]{\beta_1 \cdot \beta_2^2} \quad \dots\dots\dots (4.1.14)$$

水平力  $F_0$  による第 2 脚の傾き角（胴の中心軸の傾き角と同じ。）と水平方向変位量は

$$\theta_0 = \frac{-M_3 \cdot \ell}{E_s \cdot I_{sr}} + \frac{Q \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{sr}} \quad \dots\dots\dots (4.1.15)$$

$$\Delta_{x3} = \frac{Q \cdot \ell^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{sr}} + \frac{Q \cdot \ell}{G_s \cdot A_{st}} - \frac{M_3 \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{sr}} \quad \dots\dots (4.1.16)$$

第 1 脚と胴の傾き角の釣合いより

$$\theta_1 + \theta_{1'} - \theta_0 = 0 \quad \dots\dots\dots (4.1.17)$$

水平力  $F_0$  による第 2 脚のねじれ角と胴の局部傾き角は等しいから

$$\theta_3 = \frac{(Q \cdot u - M_c) \cdot \ell}{G_s \cdot J_s} = \frac{K_c \cdot M_c}{r_m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} \quad \dots\dots\dots (4.1.18)$$



ここで、 $K_c$ は、引用文献(1)に基づく胴の周方向曲げモーメントによる局部傾き角に対する定数であり、シェルパラメータ $\gamma$ 及びアタッチメントパラメータ $\beta$ は、(4.1.10)式～(4.1.14)式とする。ただし、(4.1.14)式の $k_l$ を $k_c$ 、 $\beta_1$ を $\beta_2$ 及び $\beta_2$ を $\beta_1$ に置き換える。

脚と胴の水平方向変位量の釣合いより

$$\Delta_{x1} + \Delta_{r1} = \Delta_{x3} + u \cdot \theta_3 \quad \dots\dots\dots (4.1.19)$$

さらに、鉛直方向の釣合いより

$$\Delta_{y1} - u \cdot \theta_1 - r_m \cdot \theta_0 = 0 \quad \dots\dots\dots (4.1.20)$$

(4.1.20)式へ(4.1.6)式、(4.1.7)式及び(4.1.15)式を代入して

$$\begin{aligned} & \frac{R_1 \cdot \ell}{A_s \cdot E_s} - \frac{u \cdot (M_1 - R_1 \cdot u) \cdot \ell}{E_s \cdot I_{st}} - \frac{u \cdot P_1 \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{r_m \cdot M_3 \cdot \ell}{E_s \cdot I_{sr}} \\ & - \frac{r_m \cdot Q \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{sr}} = 0 \quad \dots\dots\dots (4.1.21) \end{aligned}$$

(4.1.17)式へ(4.1.6)式、(4.1.9)式及び(4.1.15)式を代入して

$$\begin{aligned} & \frac{M_3 \cdot \ell}{E_s \cdot I_{sr}} - \frac{Q \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{sr}} + \frac{(M_1 - R_1 \cdot u) \cdot \ell}{E_s \cdot I_{st}} + \frac{P_1 \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \\ & + \frac{K_l \cdot M_1}{r_m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} = 0 \quad \dots\dots\dots (4.1.22) \end{aligned}$$

(4.1.18)式を変形して

$$\frac{u \cdot Q \cdot \ell}{G_s \cdot J_s} - \frac{M_c \cdot \ell}{G_s \cdot J_s} - \frac{K_c \cdot M_c}{r_m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} = 0 \quad \dots\dots\dots (4.1.23)$$

(4.1.19)式へ(4.1.4)式、(4.1.8)式、(4.1.16)式及び(4.1.18)式を代入して

$$\begin{aligned} & \frac{P_1 \cdot \ell^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{P_1 \cdot \ell}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{(M_1 - R_1 \cdot u) \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{K_r \cdot P_1}{r_m \cdot E} \\ & - \frac{Q \cdot \ell^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{sr}} - \frac{Q \cdot \ell}{G_s \cdot A_{st}} + \frac{M_3 \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{sr}} - \frac{u \cdot K_c \cdot M_c}{r_m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} = 0 \\ & \dots\dots\dots (4.1.24) \end{aligned}$$

以上より、6変数 $P_1$ 、 $Q$ 、 $R_1$ 、 $M_1$ 、 $M_3$ 及び $M_c$ に対して(4.1.1)式、(4.1.2)式及び(4.1.21)式～(4.1.24)式を連立させ、 $\Delta_{x1}$ 、 $\Delta_{r1}$ 及び $\theta_0$ を求める。

胴重心の変位量 $\delta_H$ 、ばね定数 $K_H$ 及び固有周期 $T_H$ は次式で求める。

$$\begin{aligned} \delta_H = & \Delta_{x1} + \Delta_{r1} + (\ell_g - \ell) \cdot \theta_0 + \frac{(\ell_g - \ell)^3}{3 \cdot E \cdot I} \cdot F_0 + \frac{(\ell_g - \ell)}{G \cdot A_e} \cdot F_0 \\ & \dots\dots\dots (4.1.25) \end{aligned}$$

$$K_H = \frac{1000 \cdot F_o}{\delta_H} \dots\dots\dots (4.1.26)$$

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_o}{K_H}} \dots\dots\dots (4.1.27)$$

ここで、胴の断面性能は次式で求める。

$$I = \frac{\pi}{8} \cdot (D_i + t)^3 \cdot t \dots\dots\dots (4.1.28)$$

$$A_e = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \dots\dots\dots (4.1.29)$$

b. 鉛直方向の固有周期

鉛直方向荷重  $F_v$  による支持脚の鉛直方向変位量と胴の鉛直方向変位量は次式で求める。

$$\Delta_{y2} = \frac{F_v \cdot \ell}{4 \cdot A_s \cdot E_s} \dots\dots\dots (4.1.30)$$

$$\Delta_{y3} = \frac{F_v \cdot (\ell_g - \ell)}{A_s \cdot E} \dots\dots\dots (4.1.31)$$

ここで、

$$A_s = \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \dots\dots\dots (4.1.32)$$

運転時質量による胴の脚付け根部における局部傾き角による鉛直方向変位量は次式で求める。

$$\Delta_{y4} = \theta \cdot u \dots\dots\dots (4.1.33)$$

局部傾き角は脚下端の支持条件により、脚下端が固定の場合

$$\theta = \frac{K_\ell \cdot M_\ell}{r m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} \dots\dots\dots (4.1.34)$$

ここで、

$$M_\ell = \left\{ \left( \frac{\ell^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{\ell}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{K_r}{r m \cdot E} \right) \cdot \frac{F_v \cdot u \cdot \ell}{4 \cdot E_s \cdot I_{st}} \right\} \\ \cdot \left\{ \left( \frac{\ell^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{\ell}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{K_r}{r m \cdot E} \right) \cdot \left( \frac{\ell}{E_s \cdot I_{st}} + \frac{K_\ell}{r m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} \right) - \left( \frac{\ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (4.1.35)$$

以上により、胴重心の鉛直方向変位量  $\delta_v$ 、ばね定数  $K_v$  及び固有周期  $T_v$  は次式で求める。

$$\delta_v = \Delta_{y2} + \Delta_{y3} + \Delta_{y4} \dots\dots\dots (4.1.36)$$

$$K_v = \frac{1000 \cdot F_v}{\delta_v} \dots\dots\dots (4.1.37)$$

$$T_v = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_o}{K_v}} \dots\dots\dots (4.1.38)$$

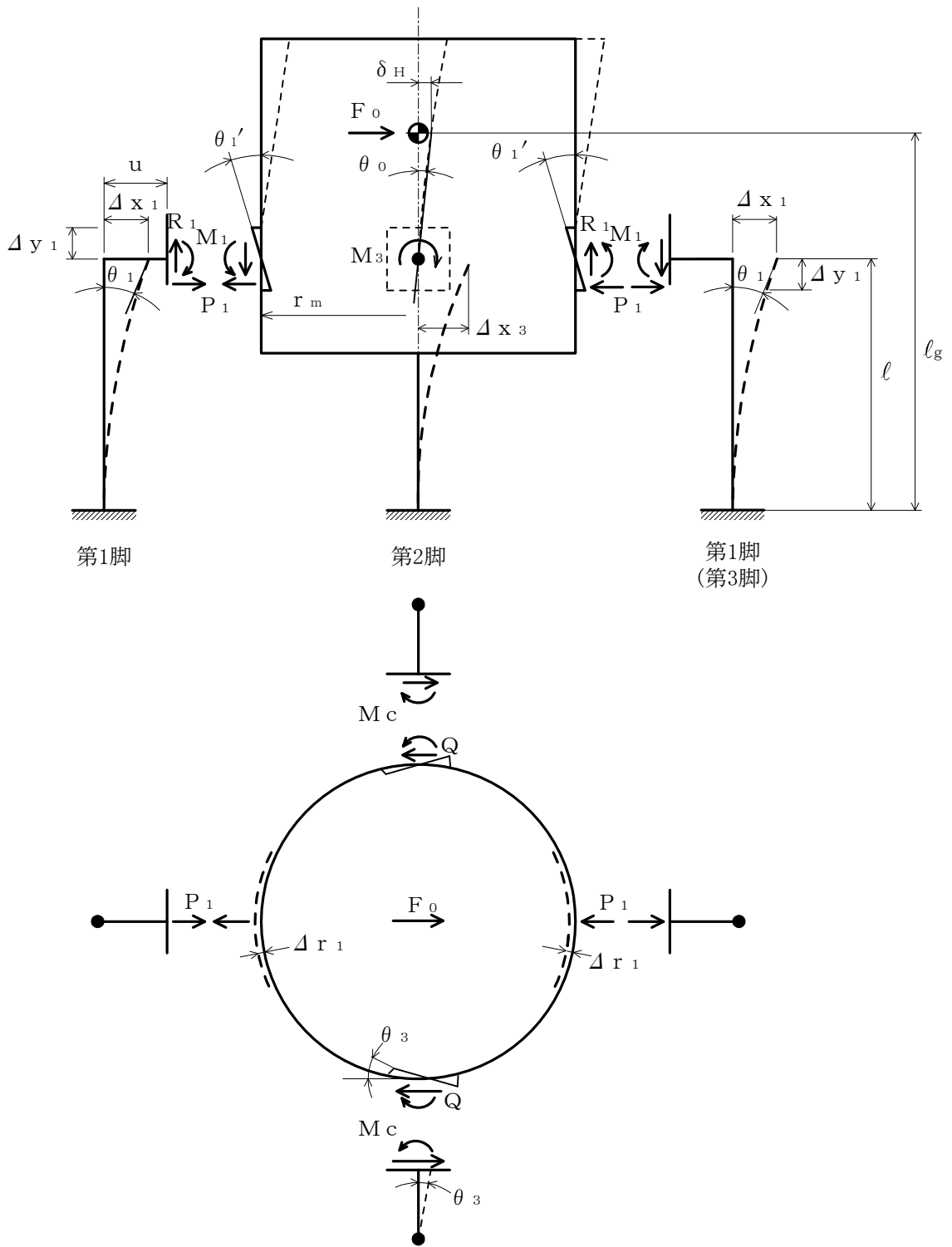


図 4-1 第 1 脚及び第 2 脚とも脚下端が固定  
されている場合の変形モード

#### 4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、「6.1 設計基準対象施設としての評価結果」及び「6.2 重大事故等対処設備としての評価結果」の機器要目に示す。

#### 4.3 固有周期の計算結果

6章の評価結果に示す。

### 5. 構造強度評価

#### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 容器及び内容物の質量は、重心に集中するものとする。
- (2) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) アキュムレータは胴を4個の脚で支持し、脚は溶接で架台に据え付けているため、固定端として評価する。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

#### 5.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

アキュムレータの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表5-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-2に示す。

##### 5.2.2 許容応力

アキュムレータの許容応力を表5-3及び表5-4に示す。

##### 5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

アキュムレータの許容応力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表5-5に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-6に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却システム施設	原子炉冷却材の循環設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動減圧機能用 アキュムレータ</li> <li>・逃がし安全弁制御用 アキュムレータ</li> </ul>	S	クラス3容器*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S

注記 \* : クラス3容器の支持構造物を含む。

表 5-2 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
原子炉冷却システム施設	原子炉冷却材の循環設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自動減圧機能用 アキュムレータ</li> </ul>	常設耐震／防止 常設／緩和	*2 重大事故等 クラス2容器	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> S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／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備,

「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容器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 5-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界 *1, *2			
	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
ⅢAS	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方 ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル 合金については上記の値 と $1.2 \cdot S$ との大きい方	左欄の 1.5 倍の値	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は基準地震動 $S_s$ の みによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変 動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は行 わない。	
ⅣAS			左欄の 1.5 倍の値	基準地震動 $S_s$ のみによる疲労解析を行い、疲 労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変 動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は行 わない。
VAS (VASとしてⅣASの 許容限界を用いる。)		$0.6 \cdot S_u$		

注記 \*1: 座屈に対する評価が必要な場合には、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*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 5-4 許容応力（クラス 2， 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物（クラス 2， 3 支持構造物））

許容応力状態	許容限界 <sup>*</sup> (脚)
	一次応力
	組合せ
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$
ⅤAS (ⅤASとしてⅣASの許容限界を用いる。)	

注記 \* : 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 5-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SUS304	最高使用温度	171	113	150	413	—
脚	SS400	周囲環境温度	171	—	201	373	—

表 5-6 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 (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴板	SUS304	最高使用温度	171	113	150	413	—
脚	SS400	周囲環境温度	171	—	201	373	—



### 5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-7～表 5-9 に示す。

「弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度」及び「基準地震動 S<sub>s</sub>」による地震力は「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づく。

表 5-7 自動減圧機能用アキュムレータの設計用地震力（設計基準対象施設）

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	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
原子炉格納 容器 EL. 27.432* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =0.88* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.66* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.61* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.25* <sup>3</sup>

注記 \*1：基準床レベルを示す。

\*2：弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度と同等以上の設計震度

\*3：基準地震動 S<sub>s</sub> の震度と同等以上の設計震度

表 5-8 逃がし安全弁制御用アキュムレータの設計用地震力（設計基準対象施設）

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	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
原子炉格納 容器 EL. 27.432* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =0.88* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.66* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.61* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.25* <sup>3</sup>

注記 \*1：基準床レベルを示す。

\*2：弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度と同等以上の設計震度

\*3：基準地震動 S<sub>s</sub> の震度と同等以上の設計震度

表 5-9 自動減圧機能用アキュムレータの設計用地震力（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)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	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
原子炉格納 容器 EL. 27.432* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =1.61* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.25* <sup>2</sup>

注記 \*1：基準床レベルを示す。

\*2：基準地震動 S<sub>s</sub> の震度と同等以上の設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

応力計算において、静的地震力を用いるため絶対値和を用いる。

5.4.1.1 胴の応力

(1) 内圧による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 7} = 0 \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{x 2} = \frac{m_0 \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

$$\sigma_{x 7} = \frac{m_0 \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

(3) 運転時質量による胴の脚付け根部の応力

脚下端が固定の場合、脚の半径方向変位量と胴の半径方向局部変位量は等しいから

$$\begin{aligned} \Delta_r &= \frac{-P \cdot \ell^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{-P \cdot \ell}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{(R \cdot u - M\ell) \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \\ &= \frac{K_r \cdot P}{r_m \cdot E} \dots\dots\dots (5.4.1.1.6) \end{aligned}$$

また、脚上端の傾き角と胴の局部傾き角は等しいから

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{(R \cdot u - M\ell) \cdot \ell}{E_s \cdot I_{st}} + \frac{-P \cdot \ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \\ &= \frac{K_\ell \cdot M\ell}{r_m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7) \end{aligned}$$

ここで、

$$R = \frac{m_0 \cdot g}{4} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

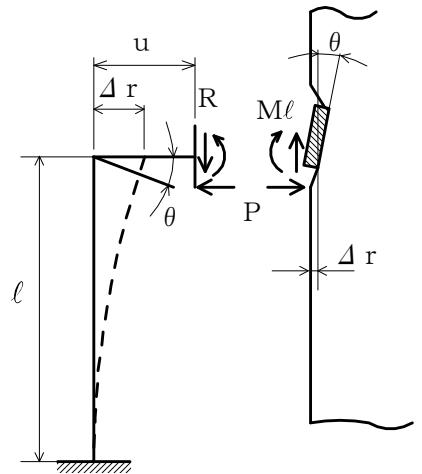


図 5-1 脚下端が固定されている場合の運転時質量による脚及び胴の変形

したがって、(5.4.1.1.8) 式を (5.4.1.1.6) 式及び (5.4.1.1.7) 式に代入した式を連立することにより、 $M\ell$ を以下のように求める。

$$M\ell = \left\{ \left( \frac{\ell^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{\ell}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m \cdot E} \right) \cdot \frac{m_0 \cdot g \cdot u \cdot \ell}{4 \cdot E_s \cdot I_{st}} \right\} \\ \left\{ \left( \frac{\ell^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{\ell}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m \cdot E} \right) \cdot \left( \frac{\ell}{E_s \cdot I_{st}} + \frac{K_\ell}{r_m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} \right) - \left( \frac{\ell^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \right)^2 \right\} \quad \dots \quad (5.4.1.1.9)$$

Pは (5.4.1.1.6) 式に (5.4.1.1.8) 式を代入して整理すると

$$P = \frac{\frac{m_0 \cdot g}{4} \cdot u - M\ell}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \cdot \ell^2 \quad \dots \quad (5.4.1.1.10) \\ \frac{\ell^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{\ell}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m \cdot E}$$

となる。

鉛直方向曲げモーメント $M\ell$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は引用文献(2)により次のようにして求める。

シェルパラメータ $\gamma$ 及びアタッチメントパラメータ $\beta$ を以下のように定義する。

$$r_m = (D_i + t) / 2 \quad \dots \quad (5.4.1.1.11)$$

$$\gamma = r_m / t \quad \dots \quad (5.4.1.1.12)$$

$$\beta_1 = C_1 / r_m \quad \dots \quad (5.4.1.1.13)$$

$$\beta_2 = C_2 / r_m \quad \dots \quad (5.4.1.1.14)$$

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1 \cdot \beta_2^2} \quad \dots \quad (5.4.1.1.15)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

シェルパラメータ $\gamma$ 及びアタッチメントパラメータ $\beta$ によって引用文献(2)の図より値(以下\*を付記するもの)を求めることにより、次式で求める。

$$\sigma_{\phi 3} = \left\{ \frac{N_\phi}{M\ell / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M\ell}{r_m^2 \cdot t \cdot \beta} \right) \cdot C_{\ell 1} \quad \dots \quad (5.4.1.1.16)$$

$$\sigma_{x 3} = \left\{ \frac{N_x}{M\ell / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M\ell}{r_m^2 \cdot t \cdot \beta} \right) \cdot C_{\ell 2} \quad \dots \quad (5.4.1.1.17)$$

半径方向荷重Pにより生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 4} = \left\{ \frac{N_\phi}{P / r_m} \right\}^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.18)$$

$$\sigma_{x 4} = \left\{ \frac{N_x}{P / r_m} \right\}^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.19)$$

ここで、 $\gamma$  及び  $\beta$  は (5.4.1.1.11) 式～ (5.4.1.1.15) 式によるが、 (5.4.1.1.15) 式を

$4 \geq \beta_1 / \beta_2 \geq 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} \cdot (\beta_1 / \beta_2 - 1) \cdot (1 - K_{1j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.20)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

$\frac{1}{4} \leq \beta_1 / \beta_2 < 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} \cdot (1 - \beta_1 / \beta_2) \cdot (1 - K_{2j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.21)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

に置き換える。

反力 R によるせん断応力は

$$\tau_{\ell 1} = \frac{R}{4 \cdot C_2 \cdot t} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.22)$$

(4) 水平方向地震による胴の曲げ応力

水平方向地震により胴に転倒モーメントが作用するため、脚が取り付く胴の円周上に以下の曲げ応力が発生する。

$$\sigma_{x5} = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot (\ell_g - \ell) \cdot (D_i + 2 \cdot t)}{2 \cdot I} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.23)$$

(5) Z 方向地震による胴の脚付け根部の応力

4.1 節の固有周期計算において (4.1.1) 式及び (4.1.2) 式の水平力  $F_0$  を  $C_H \cdot m_0 \cdot g$  に置き換えて得られる数値を使用する。

a. 一次応力

半径方向荷重  $P_1$  により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

(5.4.1.1.18) 式及び (5.4.1.1.19) 式と同様にして

$$\sigma_{\phi 61} = \left\{ \frac{N_\phi}{P_1 / r_m} \right\}^* \cdot \left( \frac{P_1}{r_m \cdot t} \right) \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.24)$$

$$\sigma_{x61} = \left\{ \frac{N_x}{P_1 / r_m} \right\}^* \cdot \left( \frac{P_1}{r_m \cdot t} \right) \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.25)$$

鉛直方向曲げモーメント  $M_1$  により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

(5.4.1.1.16) 式及び (5.4.1.1.17) 式と同様にして

$$\sigma_{\phi 71} = \left\{ \frac{N_\phi}{M_1 / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_1}{r_m^2 \cdot t \cdot \beta} \right) \cdot C_{\ell 1} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.26)$$

$$\sigma_{x71} = \left\{ \frac{N_x}{M_1 / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_1}{r_m^2 \cdot t \cdot \beta} \right) \cdot C_{\ell 2} \quad \dots \quad (5.4.1.1.27)$$

周方向曲げモーメント $M_c$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は  
(5.4.1.1.16) 式及び (5.4.1.1.17) 式と同様にして

$$\sigma_{\phi 81} = \left\{ \frac{N_\phi}{M_c / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_m^2 \cdot t \cdot \beta} \right) \cdot C_{c1} \quad \dots \quad (5.4.1.1.28)$$

$$\sigma_{x81} = \left\{ \frac{N_x}{M_c / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_m^2 \cdot t \cdot \beta} \right) \cdot C_{c2} \quad \dots \quad (5.4.1.1.29)$$

ここで、 $\gamma$  及び  $\beta$  は (5.4.1.1.11) 式～ (5.4.1.1.15) 式によるが、(5.4.1.1.15) 式を

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1^2 \cdot \beta_2} \quad \dots \quad (5.4.1.1.30)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$   
に置き換える。

周方向せん断力 $Q$ によるせん断応力は

$$\tau_{c1} = \frac{Q}{4 \cdot C_1 \cdot t} \quad \dots \quad (5.4.1.1.31)$$

鉛直方向せん断力 $R_1$ によるせん断応力は

$$\tau_{\ell 2} = \frac{R_1}{4 \cdot C_2 \cdot t} \quad \dots \quad (5.4.1.1.32)$$

ねじりモーメント $M_3$ により生じる胴のせん断応力は

$$\tau_3 = \frac{M_3}{2 \cdot \pi \cdot C_1^2 \cdot t} \quad \dots \quad (5.4.1.1.33)$$

ここで、 $C_1 > C_2$  のとき  $C_1$  を  $C_2$  に置き換える。(図 5-2 参照)

b. 二次応力

半径方向荷重 $P_1$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 62} = \left\{ \frac{M_\phi}{P_1} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_1}{t^2} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.34)$$

$$\sigma_{x62} = \left\{ \frac{M_x}{P_1} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_1}{t^2} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.35)$$

鉛直方向曲げモーメント $M_1$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 72} = \left\{ \frac{M_\phi}{M_1 / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_1}{r_m \cdot t^2 \cdot \beta} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.36)$$

$$\sigma_{x72} = \left\{ \frac{M_x}{M_1 / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_1}{r_m \cdot t^2 \cdot \beta} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.37)$$

周方向曲げモーメント $M_c$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 82} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot t^2 \cdot \beta} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.38)$$

$$\sigma_{x 82} = \left\{ \frac{M_x}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot t^2 \cdot \beta} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.39)$$

(6) X方向地震による胴の脚付け根部の応力

a. 一次応力

半径方向荷重 $P_1$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 91} = \sigma_{\phi 61} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.40)$$

$$\sigma_{x 91} = \sigma_{x 61} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.41)$$

鉛直方向曲げモーメント $M_1$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 101} = \sigma_{\phi 71} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.42)$$

$$\sigma_{x 101} = \sigma_{x 71} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.43)$$

周方向曲げモーメント $M_c$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 111} = \sigma_{\phi 81} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.44)$$

$$\sigma_{x 111} = \sigma_{x 81} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.45)$$

周方向せん断力 $Q$ によるせん断応力は

$$\tau_{c4} = \tau_{c1} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.46)$$

鉛直方向せん断力 $R_1$ によるせん断応力は

$$\tau_{l5} = \tau_{l2} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.47)$$

ねじりモーメント $M_3$ により生じる胴のせん断応力は

$$\tau_6 = \tau_3 / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.48)$$

b. 二次応力

半径方向荷重 $P_1$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 92} = \sigma_{\phi 62} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.49)$$

$$\sigma_{x 92} = \sigma_{x 62} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.50)$$

鉛直方向曲げモーメント $M_1$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 102} = \sigma_{\phi 72} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.51)$$

$$\sigma_{x 102} = \sigma_{x 72} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.52)$$

周方向曲げモーメント $M_c$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は

$$\sigma_{\phi 112} = \sigma_{\phi 82} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.53)$$

$$\sigma_{x 112} = \sigma_{x 82} / \sqrt{2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.54)$$

(7) 鉛直方向地震による胴の脚付け根部の応力

脚下端が固定の場合の軸力，胴の脚付け根部の鉛直方向モーメント及び半径方向荷重を以下のように求める。

$$R_2 = \frac{m_0 \cdot g \cdot C_v}{4} \dots\dots\dots (5.4.1.1.55)$$

$$M_{l2} = \left\{ \left( \frac{l^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{l}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m \cdot E} \right) \cdot \frac{R_2 \cdot u \cdot l}{E_s \cdot I_{st}} \right\} \\ \left/ \left\{ \left( \frac{l^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{l}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m \cdot E} \right) \cdot \left( \frac{l}{E_s \cdot I_{st}} + \frac{K_l}{r_m^3 \cdot \beta^2 \cdot E} \right) - \left( \frac{l^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \right)^2 \right\} \right\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.56)$$

$$P_2 = \frac{(R_2 \cdot u - M_{l2}) \cdot l^2}{2 \cdot E_s \cdot I_{st}} \left/ \left( \frac{l^3}{3 \cdot E_s \cdot I_{st}} + \frac{l}{G_s \cdot A_{sr}} + \frac{K_r}{r_m \cdot E} \right) \right. \dots\dots\dots (5.4.1.1.57)$$

a. 一次応力

鉛直方向曲げモーメント $M_{l2}$ により生じる胴の周方向及び軸方向応力は次式で求める。

$$\sigma_{\phi 8} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{M_{l2} / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_{l2}}{r_m^2 \cdot t \cdot \beta} \right) \cdot C_{l1} \dots\dots (5.4.1.1.58)$$

$$\sigma_{x 8} = \left\{ \frac{N_x}{M_{l2} / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_{l2}}{r_m^2 \cdot t \cdot \beta} \right) \cdot C_{l2} \dots\dots (5.4.1.1.59)$$

半径方向荷重 $P_2$ により生じる胴の周方向及び軸方向応力は次式で求める。

$$\sigma_{\phi 9} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{P_2 / r_m} \right\}^* \cdot \left( \frac{P_2}{r_m \cdot t} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.60)$$

$$\sigma_{x 9} = \left\{ \frac{N_x}{P_2 / r_m} \right\}^* \cdot \left( \frac{P_2}{r_m \cdot t} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.61)$$

b. 二次応力

鉛直方向曲げモーメント $M_{l2}$ により生じる胴の周方向及び軸方向応力は次式で求める。

$$\sigma_{\phi 10} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_{l2} / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_{l2}}{r_m \cdot t^2 \cdot \beta} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.62)$$

$$\sigma_{x 10} = \left\{ \frac{M_x}{M_{l2} / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_{l2}}{r_m \cdot t^2 \cdot \beta} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.63)$$



半径方向荷重  $P_2$  により生じる胴の周方向及び軸方向応力は次式で求める。

$$\sigma_{\phi 11} = \left( \frac{M_{\phi}}{P_2} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_2}{t^2} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.64)$$

$$\sigma_{x 11} = \left( \frac{M_x}{P_2} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_2}{t^2} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.65)$$

せん断応力は次による。

$$\tau_{t3} = \frac{R_2}{4 \cdot C_2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.66)$$

(8) 組合せ応力

(1)～(7)によって求めた胴の脚付け根部に生じる応力を以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

$$\sigma_0 = \text{Max} \{ \text{周方向応力} (\sigma_{0\phi}), \text{軸方向応力} (\sigma_{0x}) \} \dots\dots (5.4.1.1.67)$$

ここで,

【絶対値和】

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7} \dots\dots\dots (5.4.1.1.68)$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 5} \dots\dots\dots (5.4.1.1.69)$$

b. Z方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の組合せ一次応力

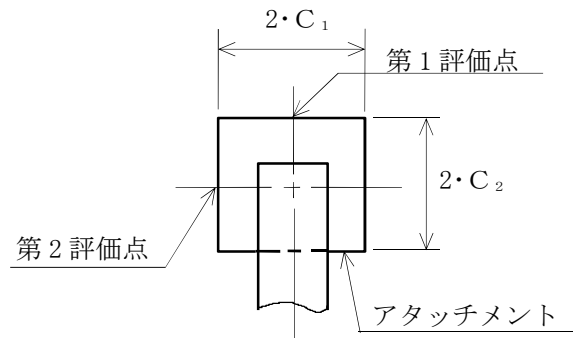


図 5-2 胴の評価点

【絶対値和】

(a) 第1脚付け根部

第1評価点については

$$\begin{aligned} \sigma_{\phi z 1} = & \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 8} \\ & + \sigma_{\phi 9} \dots\dots\dots (5.4.1.1.70) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{x z 1} = & \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 61} + \sigma_{x 71} \\ & + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9} \dots\dots\dots (5.4.1.1.71) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{11} = & \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{\phi z 1} + \sigma_{x z 1}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z 1} - \sigma_{x z 1})^2} \right\} \\ & \dots\dots\dots (5.4.1.1.72) \end{aligned}$$

第2評価点については

$$\sigma_{\phi z 2} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 9} \quad \dots\dots (5.4.1.1.73)$$

$$\sigma_{x z 2} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 61} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} \quad \dots\dots (5.4.1.1.74)$$

$$\sigma_{12} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{\phi z 2} + \sigma_{x z 2}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z 2} - \sigma_{x z 2})^2 + 4 \cdot (\tau_{\ell 1} + \tau_{\ell 2} + \tau_{\ell 3})^2} \right\} \quad \dots\dots (5.4.1.1.75)$$

(b) 第2脚付け根部

第1評価点については

$$\sigma_{\phi z 3} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} \quad \dots\dots (5.4.1.1.76)$$

$$\sigma_{x z 3} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9} \quad \dots\dots (5.4.1.1.77)$$

$$\sigma_{13} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{\phi z 3} + \sigma_{x z 3}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z 3} - \sigma_{x z 3})^2 + 4 \cdot (\tau_{c 1} + \tau_3)^2} \right\} \quad \dots\dots (5.4.1.1.78)$$

第2評価点については

$$\sigma_{\phi z 4} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 81} \quad \dots\dots (5.4.1.1.79)$$

$$\sigma_{x z 4} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 81} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} \quad \dots\dots (5.4.1.1.80)$$

$$\sigma_{14} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{\phi z 4} + \sigma_{x z 4}) + \sqrt{(\sigma_{\phi z 4} - \sigma_{x z 4})^2 + 4 \cdot (\tau_{\ell 1} + \tau_3 + \tau_{\ell 3})^2} \right\} \quad \dots\dots (5.4.1.1.81)$$

c. X方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合の組合せ一次応力

**【絶対値和】**

第1評価点については

$$\sigma_{\phi x 1} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 91} + \sigma_{\phi 101} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} \quad \dots\dots (5.4.1.1.82)$$

$$\sigma_{x x 1} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 91} + \sigma_{x 101} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9} \quad \dots\dots (5.4.1.1.83)$$

$$\sigma_{15} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{\phi x 1} + \sigma_{x x 1}) + \sqrt{(\sigma_{\phi x 1} - \sigma_{x x 1})^2 + 4 \cdot (\tau_{c 4} + \tau_6)^2} \right\} \quad \dots\dots (5.4.1.1.84)$$

第2評価点については

$$\sigma_{\phi x 2} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 4} + \sigma_{\phi 91} + \sigma_{\phi 111} + \sigma_{\phi 9} \dots \dots \dots (5.4.1.1.85)$$

$$\sigma_{x x 2} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 4} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 91} + \sigma_{x 111} + \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} \dots \dots \dots (5.4.1.1.86)$$

$$\sigma_{16} = \frac{1}{2} \cdot \{ (\sigma_{\phi x 2} + \sigma_{x x 2}) + \sqrt{(\sigma_{\phi x 2} - \sigma_{x x 2})^2 + 4 \cdot (\tau_{\ell 1} + \tau_{\ell 5} + \tau_{\ell 6} + \tau_{\ell 3})^2} \} \dots \dots \dots (5.4.1.1.87)$$

d. 胴の一次応力の最大値

ここで、b項及びc項により組み合わせた一次応力のうち最大のものを $\sigma_1$ とする。

$$\sigma_1 = \text{Max} (\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}) \dots \dots \dots (5.4.1.1.88)$$

e. 地震力のみによる一次+二次応力の変動値

**【絶対値和】**

Z方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

(a) 第1脚付け根部

第1評価点については

$$\sigma_{\phi z 5} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 10} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 62} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72} \dots \dots \dots (5.4.1.1.89)$$

$$\sigma_{x z 5} = \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 10} + \sigma_{x 11} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 61} + \sigma_{x 62} + \sigma_{x 71} + \sigma_{x 72} \dots \dots \dots (5.4.1.1.90)$$

$$\sigma_{21} = \sigma_{\phi z 5} + \sigma_{x z 5} + \sqrt{(\sigma_{\phi z 5} - \sigma_{x z 5})^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.91)$$

第2評価点については

$$\sigma_{\phi z 6} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 61} + \sigma_{\phi 62} \dots \dots \dots (5.4.1.1.92)$$

$$\sigma_{x z 6} = \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 11} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 61} + \sigma_{x 62} \dots \dots \dots (5.4.1.1.93)$$

$$\sigma_{22} = \sigma_{\phi z 6} + \sigma_{x z 6} + \sqrt{(\sigma_{\phi z 6} - \sigma_{x z 6})^2 + 4(\tau_{\ell 2} + \tau_{\ell 3})^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.94)$$

(b) 第2脚付け根部

第1評価点については

$$\sigma_{\phi z 7} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 10} + \sigma_{\phi 11} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.95)$$

$$\sigma_{x z 7} = \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 10} + \sigma_{x 11} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.96)$$

$$\sigma_{23} = \sigma_{\phi z 7} + \sigma_{x z 7} + \sqrt{(\sigma_{\phi z 7} - \sigma_{x z 7})^2 + 4(\tau_{c1} + \tau_3)^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.97)$$

第2評価点については

$$\sigma_{\phi z 8} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 81} + \sigma_{\phi 82} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.98)$$

$$\sigma_{x z 8} = \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 11} + \sigma_{x 81} + \sigma_{x 82} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.99)$$

$$\sigma_{24} = \sigma_{\phi z 8} + \sigma_{x z 8} + \sqrt{(\sigma_{\phi z 8} - \sigma_{x z 8})^2 + 4(\tau_3 + \tau_{l3})^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.100)$$

f. X方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

第1評価点については

$$\sigma_{\phi x 3} = \sigma_{\phi 7} + \sigma_{\phi 8} + \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 10} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 91} + \sigma_{\phi 101} \\ + \sigma_{\phi 92} + \sigma_{\phi 102} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.101)$$

$$\sigma_{x x 3} = \sigma_{x 7} + \sigma_{x 8} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 10} + \sigma_{x 11} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 91} \\ + \sigma_{x 101} + \sigma_{x 92} + \sigma_{x 102} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.102)$$

$$\sigma_{25} = \sigma_{\phi x 3} + \sigma_{x x 3} + \sqrt{(\sigma_{\phi x 3} - \sigma_{x x 3})^2 + 4(\tau_{c4} + \tau_6)^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.103)$$

第2評価点については

$$\sigma_{\phi x 4} = \sigma_{\phi 9} + \sigma_{\phi 11} + \sigma_{\phi 91} + \sigma_{\phi 92} + \sigma_{\phi 111} + \sigma_{\phi 112} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.104)$$

$$\sigma_{x x 4} = \sigma_{x 7} + \sigma_{x 9} + \sigma_{x 11} + \sigma_{x 5} + \sigma_{x 91} + \sigma_{x 92} \\ + \sigma_{x 111} + \sigma_{x 112} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.105)$$

$$\sigma_{26} = \sigma_{\phi x 4} + \sigma_{x x 4} + \sqrt{(\sigma_{\phi x 4} - \sigma_{x x 4})^2 + 4(\tau_{l5} + \tau_6 + \tau_{l3})^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.106)$$

g. 胴の一次+二次応力の最大値

ここで、e項及びf項により組み合わせた一次+二次応力のうち最大のものを $\sigma_2$ とする。

$$\sigma_2 = \text{Max} (\sigma_{21}, \sigma_{22}, \sigma_{23}, \sigma_{24}, \sigma_{25}, \sigma_{26}) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.107)$$

5.4.1.2 脚の応力

脚にかかる荷重について計算する。

(1) 運転時質量による応力

$$\sigma_{s1} = \frac{R}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

$$\sigma_{s2} = \frac{\text{Max}(|R \cdot u - M_{\ell} - P \cdot \ell|, |R \cdot u - M_{\ell}|)}{Z_{st}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

$$\tau_{s1} = \frac{P}{A_{s1}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

(2) 鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{s3} = \frac{R_2}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

$$\sigma_{s4} = \frac{\text{Max}(|R_2 \cdot u - M_{\ell_2} - P_2 \cdot \ell|, |R_2 \cdot u - M_{\ell_2}|)}{Z_{st}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

$$\tau_{s2} = \frac{P_2}{A_{s1}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

(3) Z方向地震による応力

第1脚については

$$\sigma_{s5} = \frac{R_1}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.7)$$

$$\sigma_{s6} = \frac{\text{Max}(|R_1 \cdot u - M_1 - P_1 \cdot \ell|, |R_1 \cdot u - M_1|)}{Z_{st}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.8)$$

$$\tau_{s3} = \frac{P_1}{A_{s1}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.9)$$

第2脚については

$$\sigma_{s7} = \frac{\text{Max}(|Q \cdot \ell - M_3|, |M_3|)}{Z_{sr}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.10)$$

$$\tau_{s4} = \frac{Q}{A_{s2}} + \frac{Q \cdot u - M_c}{Z_{sp}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.11)$$

(4) X方向地震による応力

$$\sigma_{s8} = \frac{R_1}{\sqrt{2} \cdot A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.12)$$

$$\sigma_{s9} = \frac{\text{Max} (|R_1 \cdot u - M_1 - P_1 \cdot \ell|, |R_1 \cdot u - M_1|)}{\sqrt{2} \cdot Z_{st}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.13)$$

$$\sigma_{s10} = \frac{\text{Max} (|Q \cdot \ell - M_3|, |M_3|)}{\sqrt{2} \cdot Z_{sr}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.14)$$

$$\tau_{s5} = \frac{P_1}{\sqrt{2} \cdot A_{s1}} + \frac{Q}{\sqrt{2} \cdot A_{s2}} + \frac{Q \cdot u - M_c}{\sqrt{2} \cdot Z_{sp}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.15)$$

(5) 組合せ応力

脚の最大応力は次式で求める。

- a. Z方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

【絶対値和】

第1脚については

$$\sigma_{sz1} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4} + \sigma_{s5} + \sigma_{s6})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \tau_{s2} + \tau_{s3})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.16)$$

第2脚については

$$\sigma_{sz2} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4} + \sigma_{s7})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \tau_{s2} + \tau_{s4})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.17)$$

- b. X方向地震及び鉛直方向地震が作用した場合

【絶対値和】

$$\sigma_{sx} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4} + \sigma_{s8} + \sigma_{s9} + \sigma_{s10})^2 + 3 \cdot (\tau_{s1} + \tau_{s2} + \tau_{s5})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.18)$$

ここで、組み合わせた応力のうち最大のものを $\sigma_s$ とする。

$$\sigma_s = \text{Max} (\sigma_{sz1}, \sigma_{sz2}, \sigma_{sx}) \dots\dots\dots (5.4.1.2.19)$$

## 5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【自動減圧機能用アキュムレータの耐震性についての計算結果】及び【逃がし安全弁制御用アキュムレータ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。

## 5.6 応力の評価

### 5.6.1 脚の応力評価

- (1) 5.4.2項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力 $f_t$ 以下であること。

$$f_t = \frac{F}{1.5} \cdot 1.5 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

- (2) 圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せは次式を満足すること。(座屈の評価)

$$\frac{\sigma_{s r}}{f_{b r}} + \frac{\sigma_{s t}}{f_{b t}} + \frac{\sigma_{s c}}{f_c} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.2)$$

- a.  $f_c$ は次による。

$\lambda \leq \Lambda$ のとき

$$f_c = 1.5 \cdot \left\{ 1 - 0.4 \cdot \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \cdot \frac{F}{\nu} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.3)$$

$\lambda > \Lambda$ のとき

$$f_c = 1.5 \cdot 0.277 \cdot F \cdot \left( \frac{\Lambda}{\lambda} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.4)$$

ここで、

$$\lambda = \ell_k / i \quad \dots\dots\dots (5.6.1.5)$$

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_s}{0.6 \cdot F}} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.6)$$

$$\nu = 1.5 + \frac{2}{3} \cdot \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.7)$$

$$i = \sqrt{\frac{\text{Min}(I_{s t}, I_{s r})}{A_s}} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.8)$$

$\ell_k$ は有効座屈長さで脚下端を固定とする場合は $1.2 \cdot \ell$ とする。

- b.  $f_{b r}$ ,  $f_{b t}$ は次による。

- (a) 脚が鋼管の場合

$$f_{b r} = f_{b t} = f_t \quad \dots\dots\dots (5.6.1.9)$$

(b) 脚が形鋼の場合で弱軸が半径方向軸の場合

イ. みぞ形鋼

$$f_{b r} = f_t \quad \dots\dots\dots (5.6.1.10)$$

$f_{b t}$  は次の2つの式より計算した値のうちいずれか大きい値又は  $f_t$  のいずれか小さい方の値とする。

$$f_{b t} = \left( 1 - 0.4 \cdot \frac{\ell^2}{C \cdot \Lambda^2 \cdot i_f^2} \right) \cdot f_t \quad \dots\dots\dots (5.6.1.11)$$

$$f_{b t} = \left( \frac{0.433 \cdot E_s \cdot A_f}{\ell \cdot h} \right) \cdot 1.5 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.12)$$

ここで、 $i_f$  は脚の圧縮フランジとはりのせいの6分の1から成る T 形断面のウェブ軸回りの断面二次半径で次式による。

$$i_f = \sqrt{\frac{I_{s f}}{A_{s f}}} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.13)$$

$C$  は次の計算式より計算した値又は 2.3 のうちいずれか小さい方の値とし、 $M_{s 2}$  及び  $M_{s 1}$  はそれぞれの脚の両端における強軸回りの曲げモーメントとする。

この場合において  $M_{s 2}$  と  $M_{s 1}$  との比は 1 より小さいものとし、単曲率の場合を正に、複曲率の場合を負とする。

$$C = 1.75 - 1.05 \cdot \left( \frac{M_{s 2}}{M_{s 1}} \right) + 0.3 \cdot \left( \frac{M_{s 2}}{M_{s 1}} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.14)$$

脚が形鋼の場合で強軸が半径方向軸の場合は、(b) と同様にして求めた  $f_{b r}$  を  $f_{b t}$  に、 $f_{b t}$  を  $f_{b r}$  に置き換える。

c. 応力の区分は次のようにする。

(a) Z 方向地震が作用した場合の第1脚及び第3脚について

$$\sigma_{s c} = \sigma_{s 1} + \sigma_{s 3} + \sigma_{s 5} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.15)$$

$$\sigma_{s t} = \sigma_{s 2} + \sigma_{s 4} + \sigma_{s 6} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.16)$$

$$\sigma_{s r} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.17)$$

脚の強軸が半径方向に直角で脚下端がその軸回りに固定の場合、強軸回りの曲げモーメント  $M_{s 1}$  及び  $M_{s 2}$  は次の2つの式より計算し、 $M_{s 2}$  の絶対値が  $M_{s 1}$  の絶対値より大きいときは  $M_{s 1}$  と  $M_{s 2}$  を置き換える。(以下同じ。)

**【絶対値和】**

$$M_{s 1} = - (M \ell + M_{\ell 2} + M_1) + (R + R_2 + R_1) \cdot u \quad \dots\dots\dots (5.6.1.18)$$

$$M_{s 2} = - (P + P_2 + P_1) \cdot \ell - (M \ell + M_{\ell 2} + M_1) + (R + R_2 + R_1) \cdot u \quad \dots\dots\dots (5.6.1.19)$$



(b) Z方向地震が作用した場合の第2脚及び第4脚について

$$\sigma_{sc} = \sigma_{s1} + \sigma_{s3} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.20)$$

$$\sigma_{st} = \sigma_{s2} + \sigma_{s4} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.21)$$

$$\sigma_{sr} = \sigma_{s7} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.22)$$

脚の強軸が半径方向で脚下端がその軸回りに固定の場合、強軸回りの曲げモーメントは

$$M_{s1} = M_3 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.23)$$

$$M_{s2} = M_3 - Q \cdot \ell \quad \dots\dots\dots (5.6.1.24)$$

脚の強軸が半径方向に直角で脚下端がその軸回りに固定の場合、強軸回りの曲げモーメントは

$$M_{s1} = -(M\ell + M\ell_2) + (R + R_2) \cdot u \quad \dots\dots\dots (5.6.1.25)$$

$$M_{s2} = -(P + P_2) \cdot \ell - (M\ell + M\ell_2) + (R + R_2) \cdot u \quad \dots\dots\dots (5.6.1.26)$$

(c) X方向地震が作用した場合について

$$\sigma_{sc} = \sigma_{s1} + \sigma_{s3} + \sigma_{s8} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.27)$$

$$\sigma_{st} = \sigma_{s2} + \sigma_{s4} + \sigma_{s9} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.28)$$

$$\sigma_{sr} = \sigma_{s10} \quad \dots\dots\dots (5.6.1.29)$$

脚の強軸が半径方向に直角で脚下端がその軸回りに固定の場合、強軸回りの曲げモーメントは

**【絶対値和】**

$$M_{s1} = -(M\ell + M\ell_2) + (R + R_2) \cdot u + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (-M_1 + R_1 \cdot u) \quad \dots\dots\dots (5.6.1.30)$$

$$M_{s2} = -(P + P_2) \cdot \ell - (M\ell + M\ell_2) + (R + R_2) \cdot u + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (-P_1 \cdot \ell - M_1 + R_1 \cdot u) \quad \dots\dots\dots (5.6.1.31)$$

脚の強軸が半径方向で脚下端がその軸回りに固定の場合、強軸回りの曲げモーメントは

$$M_{s1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot M_3 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.32)$$

$$M_{s2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (M_3 - Q \cdot \ell) \quad \dots\dots\dots (5.6.1.33)$$

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

#### 6.1.1 自動減圧機能用アキュムレータ

自動減圧機能用アキュムレータの設計基準対象施設として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。

#### 6.1.2 逃がし安全弁制御用アキュムレータ

逃がし安全弁制御用アキュムレータの設計基準対象施設として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。

### 6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

#### 6.2.1 自動減圧機能用アキュムレータ

自動減圧機能用アキュムレータ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。

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R1

【自動減圧機能用アキュムレータの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	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			
			自動減圧機能用 アキュムレータ	S	原子炉格納容器 EL. 27.432 *			C <sub>H</sub> =0.88			

注記 \* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

m <sub>0</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	E (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	G (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)	ℓ (mm)	ℓ <sub>c</sub> (mm)	ℓ <sub>g</sub> (mm)	K <sub>C</sub>	K <sub>ℓ</sub>	K <sub>r</sub>
	550	12.0	184000 <sup>*1</sup>	193000 <sup>*2</sup>	70800 <sup>*1</sup>	74200 <sup>*2</sup>	645	689	860	411	141	968

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>s f</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s r</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s t</sub> (mm <sup>4</sup> )	A <sub>f</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s f</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s r</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s 1</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s 2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Z <sub>s p</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s r</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s t</sub> (mm <sup>3</sup> )
75	90	9.890×10 <sup>4</sup>	1.880×10 <sup>6</sup>	2.600×10 <sup>5</sup>	375.0	1.192×10 <sup>3</sup>	420.8	666.7	489.0	536.4	426.4	2.347×10 <sup>3</sup>	3.760×10 <sup>4</sup>	7.520×10 <sup>3</sup>

K <sub>11</sub> <sup>*3</sup>	K <sub>12</sub> <sup>*3</sup>	K <sub>21</sub> <sup>*3</sup>	K <sub>22</sub> <sup>*3</sup>	K <sub>ℓ1</sub>	K <sub>ℓ2</sub>	K <sub>C1</sub>	K <sub>C2</sub>	C <sub>ℓ1</sub>	C <sub>ℓ2</sub>	C <sub>C1</sub>	C <sub>C2</sub>
—	—										
—	—										

J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	h (mm)
1.760×10 <sup>4</sup>	100

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (脚) (MPa)	S <sub>u</sub> (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)
150 <sup>*1</sup>	413 <sup>*1</sup>	113 <sup>*1</sup>	201 <sup>*2</sup> (厚さ≤16mm)	373 <sup>*2</sup>	201 <sup>*2</sup>	241 <sup>*2</sup>

注記\*1: 最高使用温度で算出

\*2: 周囲環境温度で算出

\*3: 表中で上段は一次応力、下段は二次応力の係数とする。

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R0

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震力の種類	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度					基準地震動 S <sub>s</sub>				
	応力	内圧による応力	運転時質量による応力		組合せ一次一般膜応力	内圧による応力	運転時質量による応力		組合せ一次一般膜応力	
			鉛直地震による応力	水平地震による応力			自重による応力	自重による応力		鉛直地震による応力
周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	—	$\sigma_0 = 54$	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	—	$\sigma_0 = 54$
軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$		$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X5} = 1$	
せん断	—	—	—	—		—	—	—	—	

(2) 胴に生じる一次応力

(単位：MPa)

地震力の種類	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度													
	評価点	応力	内圧による応力	運転時重量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力				組合せ一次応力
				自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力	
Z 方 向	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$	—	$\sigma_{11} = 55$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$	$\sigma_{X71} = 1$	—	
		せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	—	—	$\sigma_{12} = 54$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$	—	—	
		せん断	—	—	$\tau_{t1} = 1$	—	—	$\tau_{t3} = 1$	—	—	$\tau_{t2} = 1$	—	—	
	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{13} = 55$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	—	
		せん断	—	—	—	—	—	—	—	$\tau_3 = 1$	—	$\tau_{c1} = 1$	—	
	第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$	$\sigma_{14} = 54$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$	
		せん断	—	—	$\tau_{t1} = 1$	—	—	$\tau_{t3} = 1$	—	—	$\tau_3 = 1$	—	—	
第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$	—	$\sigma_{15} = 55$	
	軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$	$\sigma_{X101} = 1$	—		
	せん断	—	—	—	—	—	—	—	$\tau_6 = 1$	—	$\tau_{c4} = 1$	—		
第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$	$\sigma_{16} = 54$	
	軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$		
	せん断	—	—	$\tau_{t1} = 1$	—	—	$\tau_{t3} = 1$	—	—	$\tau_6 = 1$	—	$\tau_{t5} = 1$		

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R0

(単位: MPa)

地震力の種類			基準地震動 S s											組合 一次応力	
地震の方向	評価点	応力	内圧による応力	運転時重量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力					
				自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力		
Z 方 向	第一脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$	—	$\sigma_{11} = 56$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$	$\sigma_{X71} = 1$	—		
		せん断	—	—			—			—					
	第二脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	—	—	$\sigma_{12} = 54$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$	—	—		
		せん断	—	$\tau_{r1} = 1$			$\tau_{r3} = 1$			$\tau_{r2} = 1$					
	第一脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{13} = 55$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	—		
		せん断	—	—			—			$\tau_3 = 2$		$\tau_{c1} = 1$			
	第二脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$	$\sigma_{14} = 55$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$		
		せん断	—	$\tau_{r1} = 1$			$\tau_{r3} = 1$			$\tau_3 = 2$					
X 方 向	第一脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$	—	$\sigma_{15} = 56$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$	$\sigma_{X101} = 1$	—		
		せん断	—	—			—			$\tau_6 = 1$		$\tau_{c4} = 1$			
	第二脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$	$\sigma_{16} = 55$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$		
		せん断	—	$\tau_{r1} = 1$			$\tau_{r3} = 1$			$\tau_6 = 1$		$\tau_{r5} = 1$			

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R0

(3) 胴に生じる地震動のみによる一次+二次応力

(単位: MPa)

地震力の種類			弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度								
地震の方向	評価点	応力	鉛直地震による応力				水平地震による応力				組合せ力
			自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力		
Z 方 向	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$ $\sigma_{\phi 72} = 1$	—	$\sigma_{21} = 6$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	$\sigma_{X71} = 1$ $\sigma_{X72} = 1$	—		
		せん断	—				—				
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	—	—	$\sigma_{22} = 3$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	—	—		
		せん断	$\tau_{r3} = 1$				$\tau_{r2} = 1$				
	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{23} = 4$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	—		
		せん断	—				$\tau_3 = 1$		$\tau_{c1} = 1$		
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$ $\sigma_{\phi 82} = 3$	$\sigma_{24} = 7$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$ $\sigma_{X82} = 1$		
		せん断	$\tau_{r3} = 1$				$\tau_3 = 1$				
X 方 向	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$ $\sigma_{\phi 102} = 1$	—	$\sigma_{25} = 6$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$ $\sigma_{X92} = 1$	$\sigma_{X101} = 1$ $\sigma_{X102} = 1$	—		
		せん断	—				$\tau_6 = 1$		$\tau_{c4} = 1$		
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$ $\sigma_{\phi 112} = 2$	$\sigma_{26} = 7$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$ $\sigma_{X92} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$ $\sigma_{X112} = 1$		
		せん断	$\tau_{r3} = 1$				$\tau_6 = 1$		$\tau_{r5} = 1$		

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R0

(単位: MPa)

地震力の種類			基準地震動 S s								組合せ力
地震の方向	評価点	応力	鉛直地震による応力				水平地震による応力				
			自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力		
Z 方 向	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$ $\sigma_{\phi 72} = 1$	—	$\sigma_{21} = 11$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	$\sigma_{X71} = 1$ $\sigma_{X72} = 2$	—		
		せん断	—				—				
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	—	—	$\sigma_{22} = 6$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	—	—		
		せん断	$\tau_{r3} = 1$				$\tau_{r2} = 1$				
	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{23} = 7$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	—		
		せん断	—				$\tau_3 = 2$ $\tau_{c1} = 1$				
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$ $\sigma_{\phi 82} = 5$	$\sigma_{24} = 13$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$ $\sigma_{X82} = 2$		
		せん断	$\tau_{r3} = 1$				$\tau_3 = 2$				
X 方 向	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$ $\sigma_{\phi 102} = 1$	—	$\sigma_{25} = 11$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$ $\sigma_{X92} = 1$	$\sigma_{X101} = 1$ $\sigma_{X102} = 2$	—		
		せん断	—				$\tau_6 = 1$ $\tau_{c4} = 1$				
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$ $\sigma_{\phi 112} = 4$	$\sigma_{26} = 12$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$ $\sigma_{X92} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$ $\sigma_{X112} = 2$		
		せん断	$\tau_{r3} = 1$				$\tau_6 = 1$ $\tau_{r5} = 1$				

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R0

1.3.2 脚に生じる応力

(単位: MPa)

地震力の種類	地震の方向		運転時重量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力			組合せ応力
			圧縮	曲げ	せん断	圧縮	曲げ	せん断	圧縮	曲げ	せん断	
S <sub>d</sub>	Z 方向	第 1 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S5} = 2$	$\sigma_{S6} = 10$	$\tau_{S3} = 1$	$\sigma_{S21} = 14$
		第 2 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	—	$\sigma_{S7} = 10$	$\tau_{S4} = 3$	$\sigma_{S22} = 13$
	X 方向		$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S8} = 2$	$\sigma_{S9} = 7$	$\sigma_{S10} = 7$	$\tau_{S5} = 3$
S <sub>s</sub>	Z 方向	第 1 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S5} = 3$	$\sigma_{S6} = 17$	$\tau_{S3} = 1$	$\sigma_{S21} = 24$
		第 2 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	—	$\sigma_{S7} = 18$	$\tau_{S4} = 5$	$\sigma_{S22} = 23$
	X 方向		$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S8} = 3$	$\sigma_{S9} = 12$	$\sigma_{S10} = 13$	$\tau_{S5} = 4$



1.4 結論  
1.4.1 固有周期

(単位: s)

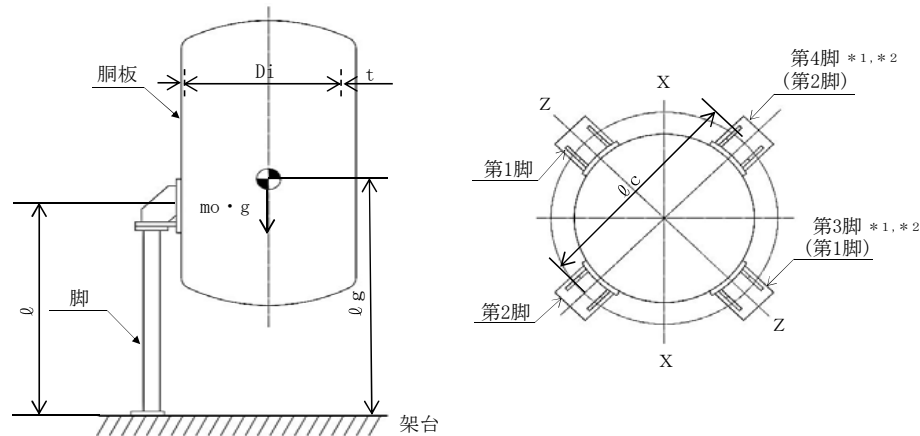
方 向	固 有 周 期
水 平 方 向	
鉛 直 方 向	

1.4.2 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
胴 板	SUS304	一次一般膜	$\sigma_0 = 54$	$S_a = 150$	$\sigma_0 = 54$	$S_a = 248$
		一 次	$\sigma_1 = 55$	$S_a = 225$	$\sigma_1 = 56$	$S_a = 372$
		一次+二次	$\sigma_2 = 7$	$S_a = 300$	$\sigma_2 = 13$	$S_a = 300$
脚	SS400	組 合 せ	$\sigma_s = 18$	$f_t = 201$	$\sigma_s = 31$	$f_t = 241$
		圧縮と曲げ の組合せ	$\frac{\sigma_{sr}}{f_{br}} + \frac{\sigma_{st}}{f_{bt}} + \frac{\sigma_{sc}}{f_c} \leq 1$		$\frac{\sigma_{sr}}{f_{br}} + \frac{\sigma_{st}}{f_{bt}} + \frac{\sigma_{sc}}{f_c} \leq 1$	
		(座屈の評価)	0.09		0.13	

すべて許容応力以下である。



注記 \*1: 本計算書において地震の方向はX方向とZ方向を考慮し、Z方向地震による応力の計算においては、第3脚を第1脚に、第4脚を第2脚に読み替える。  
\*2: 脚部材については胴の半径方向を r 軸、その直角方向を t 軸とする。

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R2

【逃がし安全弁制御用アキュムレータの耐震性についての計算結果】

2. 設計基準対象施設

2.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	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			
			逃がし安全弁 制御用 アキュムレータ	S	原子炉格納容器 EL. 27.432 *			C <sub>H</sub> =0.88			

注記 \* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

m <sub>0</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	E (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	G (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)	ℓ (mm)	ℓ <sub>c</sub> (mm)	ℓ <sub>g</sub> (mm)	K <sub>C</sub>	K <sub>ℓ</sub>	K <sub>r</sub>
	400	12.0	184000 <sup>*1</sup>	193000 <sup>*2</sup>	70800 <sup>*1</sup>	74200 <sup>*2</sup>	577	534	600	199	83.4	615

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>s f</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s r</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s t</sub> (mm <sup>4</sup> )	A <sub>f</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s f</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s r</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s 1</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s 2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Z <sub>s p</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s r</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s t</sub> (mm <sup>3</sup> )
50	75	4.506×10 <sup>4</sup>	7.530×10 <sup>5</sup>	1.220×10 <sup>5</sup>	280.0	881.8	307.5	501.2	366.3	396.6	314.1	1.670×10 <sup>3</sup>	2.010×10 <sup>4</sup>	4.470×10 <sup>3</sup>

K <sub>11</sub> <sup>*3</sup>	K <sub>12</sub> <sup>*3</sup>	K <sub>21</sub> <sup>*3</sup>	K <sub>22</sub> <sup>*3</sup>	K <sub>ℓ1</sub>	K <sub>ℓ2</sub>	K <sub>C1</sub>	K <sub>C2</sub>	C <sub>ℓ1</sub>	C <sub>ℓ2</sub>	C <sub>C1</sub>	C <sub>C2</sub>
—	—										
—	—										

J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	h (mm)
1.169×10 <sup>4</sup>	75

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (脚) (MPa)	S <sub>u</sub> (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)
150 <sup>*1</sup>	413 <sup>*1</sup>	113 <sup>*1</sup>	201 <sup>*2</sup> (厚さ≤16mm)	373 <sup>*2</sup>	201 <sup>*2</sup>	241 <sup>*2</sup>

注記\*1: 最高使用温度で算出

\*2: 周囲環境温度で算出

\*3: 表中で上段は一次応力、下段は二次応力の係数とする。

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R1

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震力の種類	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度					基準地震動 S <sub>s</sub>							
	応力	内圧による応力	運転時質量による応力		鉛直地震による応力	水平地震による応力	組合せ一次一般膜応力	内圧による応力	運転時質量による応力		鉛直地震による応力	水平地震による応力	組合せ一次一般膜応力
			自重による応力	自重による応力					転倒モーメントによる応力	自重による応力			
周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	—	—	—	$\sigma_0 = 25$	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	—	—	—	$\sigma_0 = 25$	
軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X1} = 13$		$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X5} = 0$				
せん断	—	—	—	—	—		—	—	—				

(2) 胴に生じる一次応力

(単位：MPa)

地震力の種類	評価点	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度											組合せ一次応力
			内圧による応力	運転時質量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力				
				自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力	
Z 方 向	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$	—	$\sigma_{11} = 26$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 0$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X61} = 1$	$\sigma_{X71} = 0$	—	
		せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	—	—	$\sigma_{12} = 26$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X61} = 1$	—	—	
		せん断	—	$\tau_{t1} = 1$	—	—	$\tau_{t3} = 0$	—	—	$\tau_{t2} = 1$	—	—	—	
	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{13} = 26$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 0$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	—	
		せん断	—	—	—	—	—	—	—	$\tau_3 = 1$	$\tau_{c1} = 1$	—	—	
	第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$	$\sigma_{14} = 26$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$	
		せん断	—	$\tau_{t1} = 1$	—	—	$\tau_{t3} = 0$	—	—	$\tau_3 = 1$	—	—	—	
第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 0$	$\sigma_{\phi 101} = 1$	—	$\sigma_{15} = 26$	
	軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 0$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X91} = 0$	$\sigma_{X101} = 0$	—		
	せん断	—	—	—	—	—	—	—	$\tau_6 = 1$	$\tau_{c4} = 1$	—	—		
第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 0$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$	$\sigma_{16} = 26$	
	軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X91} = 0$	—	$\sigma_{X111} = 1$		
	せん断	—	$\tau_{t1} = 1$	—	—	$\tau_{t3} = 0$	—	—	$\tau_6 = 1$	$\tau_{t5} = 1$	—	—		

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R1

(単位：MPa)

地震力の種類			基準地震動 Ss											組合せ 一次応力		
地震の方向	評価点	応力	内圧による応力	運転時質量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力						
				自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力			
Z  方  向	第一側 脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$	—	$\sigma_{11} = 26$	
		軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 0$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X61} = 1$	$\sigma_{X71} = 1$	—			
		せん断	—	—			—			—						
		第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	—	—		$\sigma_{12} = 26$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X61} = 1$	—	—			
		せん断	—	$\tau_{t1} = 1$			$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t2} = 1$						
	第一側 脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{13} = 26$	
	軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 0$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	—				
	せん断	—	—			—			$\tau_3 = 2$ $\tau_{c1} = 1$							
	第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$	$\sigma_{14} = 26$		
	軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$				
	せん断	—	$\tau_{t1} = 1$			$\tau_{t3} = 1$			$\tau_3 = 2$							
X  方  向	第一側 脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$		—	$\sigma_{15} = 26$
		軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 0$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X91} = 1$	$\sigma_{X101} = 0$	—			
		せん断	—	—			—			$\tau_6 = 2$ $\tau_{c4} = 1$						
	第二側 脚	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 25$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$	$\sigma_{16} = 26$	
		軸方向	$\sigma_{X1} = 13$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X91} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$			
		せん断	—	$\tau_{t1} = 1$			$\tau_{t3} = 1$			$\tau_6 = 2$ $\tau_{t5} = 1$						

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R0

(3) 胴に生じる地震動のみによる一次+二次応力

(単位: MPa)

地震力の種類		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度								組合せ力	
地震の方向	評価点	応力	鉛直地震による応力			水平地震による応力					
			自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重力による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重力による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力		
Z 方 向	第一側 脚	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$ $\sigma_{\phi 72} = 1$	—	$\sigma_{21} = 3$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	$\sigma_{X71} = 0$ $\sigma_{X72} = 1$	—		
		せん断	—			—					
	第二側 脚	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	—	—	$\sigma_{22} = 2$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	—	—		
		せん断	$\tau_{t3} = 0$			$\tau_{t2} = 1$					
	第二側 脚	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{23} = 4$
			軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	—	
			せん断	—			$\tau_{t3} = 1$ $\tau_{c1} = 1$				
		第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$ $\sigma_{\phi 82} = 2$	$\sigma_{24} = 6$
	軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$ $\sigma_{X82} = 1$			
	せん断	$\tau_{t3} = 0$			$\tau_{t3} = 1$						
X 方 向	第一側 脚	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 0$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$ $\sigma_{\phi 102} = 1$	—	$\sigma_{25} = 4$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	$\sigma_{X8} = 0$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X91} = 0$ $\sigma_{X92} = 1$	$\sigma_{X101} = 0$ $\sigma_{X102} = 1$	—		
		せん断	—			$\tau_{t6} = 1$ $\tau_{c4} = 1$					
	第二側 脚	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 0$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$ $\sigma_{\phi 112} = 2$	$\sigma_{26} = 5$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 0$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X91} = 0$ $\sigma_{X92} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$ $\sigma_{X112} = 1$		
		せん断	$\tau_{t3} = 0$			$\tau_{t6} = 1$ $\tau_{t5} = 1$					

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R0

(単位: MPa)

地震力の種類			基準地震動 S s								組合せ力 一次応力
地震の方向	評価点	応力	鉛直地震による応力			水平地震による応力					
			自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力		
Z 方 向	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$ $\sigma_{\phi 72} = 1$	—	$\sigma_{21} = 6$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	$\sigma_{X71} = 1$ $\sigma_{X72} = 1$	—		
		せん断	—			—					
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	—	—	$\sigma_{22} = 3$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	—	—		
		せん断	$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t2} = 1$					
	第二評価点	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{23} = 6$
			軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	—	
			せん断	—			$\tau_{t3} = 2$		$\tau_{c1} = 1$		
		第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$ $\sigma_{\phi 82} = 4$	$\sigma_{24} = 11$
			軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$ $\sigma_{X82} = 2$	
			せん断	$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t3} = 2$				
X 方 向	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$ $\sigma_{\phi 102} = 1$	—	$\sigma_{25} = 7$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X91} = 1$ $\sigma_{X92} = 1$	$\sigma_{X101} = 0$ $\sigma_{X102} = 1$	—		
		せん断	—			$\tau_{t6} = 2$		$\tau_{c4} = 1$			
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$ $\sigma_{\phi 112} = 3$	$\sigma_{26} = 9$	
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 0$	$\sigma_{X91} = 1$ $\sigma_{X92} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$ $\sigma_{X112} = 1$		
		せん断	$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t6} = 2$		$\tau_{t5} = 1$			

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R1

2.3.2 脚に生じる応力

(単位: MPa)

地震力の種類	地震の方向		運転時質量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力			組合せ応力
			圧縮	曲げ	せん断	圧縮	曲げ	せん断	圧縮	曲げ	せん断	
S <sub>d</sub>	Z 方向	第 1 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S5} = 1$	$\sigma_{S6} = 8$	$\tau_{S3} = 1$	$\sigma_{S21} = 11$
		第 2 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	—	$\sigma_{S7} = 9$	$\tau_{S4} = 2$	$\sigma_{S22} = 12$
	X 方向		$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S8} = 1$	$\sigma_{S9} = 6$	$\sigma_{S10} = 7$	$\tau_{S5} = 2$
S <sub>s</sub>	Z 方向	第 1 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S5} = 2$	$\sigma_{S6} = 15$	$\tau_{S3} = 1$	$\sigma_{S21} = 19$
		第 2 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	—	$\sigma_{S7} = 17$	$\tau_{S4} = 4$	$\sigma_{S22} = 20$
	X 方向		$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S8} = 2$	$\sigma_{S9} = 11$	$\sigma_{S10} = 12$	$\tau_{S5} = 3$

2.4 結論  
2.4.1 固有周期

(単位：s)

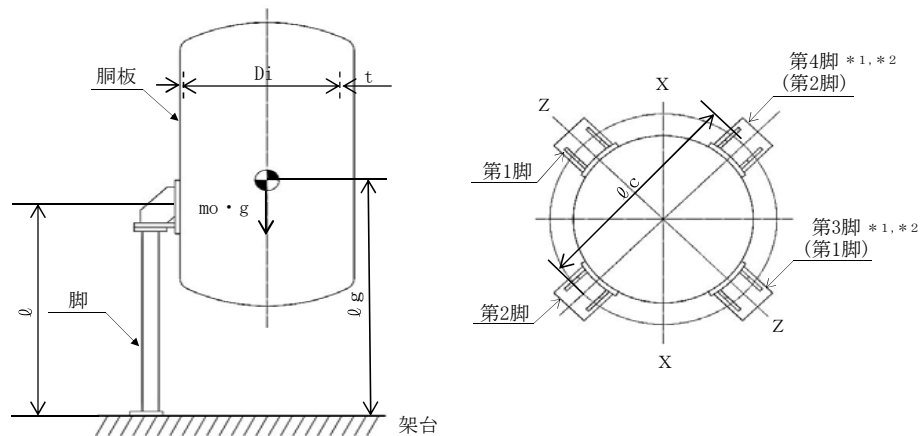
方 向	固 有 周 期
水 平 方 向	
鉛 直 方 向	

2.4.2 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
胴 板	SUS304	一次一般膜	$\sigma_0 = 25$	$S_a = 150$	$\sigma_0 = 25$	$S_a = 248$
		一 次	$\sigma_1 = 26$	$S_a = 225$	$\sigma_1 = 26$	$S_a = 372$
		一次+二次	$\sigma_2 = 6$	$S_a = 300$	$\sigma_2 = 11$	$S_a = 300$
脚	SS400	組 合 せ	$\sigma_s = 15$	$f_t = 201$	$\sigma_s = 27$	$f_t = 241$
		圧縮と曲げ の組合せ	$\frac{\sigma_{sr}}{f_{br}} + \frac{\sigma_{st}}{f_{bt}} + \frac{\sigma_{sc}}{f_c} \leq 1$		$\frac{\sigma_{sr}}{f_{br}} + \frac{\sigma_{st}}{f_{bt}} + \frac{\sigma_{sc}}{f_c} \leq 1$	
		(座屈の評価)	0.08		0.11	

すべて許容応力以下である。



注記 \*1: 本計算書において地震の方向はX方向とZ方向を考慮し、Z方向地震による応力の計算においては、第3脚を第1脚に、第4脚を第2脚に読み替える。  
\*2: 脚部材については胴の半径方向を r 軸、その直角方向を t 軸とする。



NT2 補② V-2-5-3-1-1 R2

【自動減圧機能用アキュムレータの耐震性についての計算結果】

3. 重大事故等対処設備

3.1 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	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			
			自動減圧機能用 アキュムレータ	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉格納容器 EL. 27.432 *			—			

注記 \*：基準床レベルを示す。

3.2 機器要目

m <sub>0</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	E (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	G (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)	ℓ (mm)	ℓ <sub>c</sub> (mm)	ℓ <sub>g</sub> (mm)	K <sub>C</sub>	K <sub>ℓ</sub>	K <sub>r</sub>
	550	12.0	184000 *1	193000 *2	70800 *1	74200 *2	645	689	860	411	141	968

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>s f</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s r</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s t</sub> (mm <sup>4</sup> )	A <sub>f</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s f</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s r</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s 1</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s 2</sub> (mm <sup>2</sup> )	Z <sub>s p</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s r</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s t</sub> (mm <sup>3</sup> )
75	90	9.890×10 <sup>4</sup>	1.880×10 <sup>6</sup>	2.600×10 <sup>5</sup>	375.0	1.192×10 <sup>3</sup>	420.8	666.7	489.0	536.4	426.4	2.347×10 <sup>3</sup>	3.760×10 <sup>4</sup>	7.520×10 <sup>3</sup>

K <sub>11</sub> *3	K <sub>12</sub> *3	K <sub>21</sub> *3	K <sub>22</sub> *3	K <sub>ℓ1</sub>	K <sub>ℓ2</sub>	K <sub>C1</sub>	K <sub>C2</sub>	C <sub>ℓ1</sub>	C <sub>ℓ2</sub>	C <sub>C1</sub>	C <sub>C2</sub>
—	—										
—	—										

J <sub>s</sub> (mm <sup>4</sup> )	h (mm)
1.760×10 <sup>4</sup>	100

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (脚) (MPa)	S <sub>u</sub> (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)
150 *1	413 *1	113 *1	201 *2 (厚さ≤16mm)	373 *2	—	241 *2

注記\*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出

\*3：表中で上段は一次応力、下段は二次応力の係数とする。

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R1

3.3 計算数値

3.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

地震力の種類	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度					基準地震動 S <sub>s</sub>							
	応力	内圧による応力	運転時質量による応力		鉛直地震による応力	水平地震による応力	組合せ一次一般膜応力	内圧による応力	運転時質量による応力		鉛直地震による応力	水平地震による応力	組合せ一次一般膜応力
			自重による応力	自重による応力	転倒モーメントによる応力	自重による応力			自重による応力	転倒モーメントによる応力			
周方向	—	—	—	—	—	—	σ <sub>φ1</sub> = 54	—	—	—	—	—	σ <sub>0</sub> = 54
軸方向	—	—	—	—	—	—	σ <sub>X1</sub> = 27	σ <sub>X2</sub> = 1	σ <sub>X7</sub> = 1	σ <sub>X5</sub> = 1	—	—	
せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

(2) 胴に生じる一次応力

(単位：MPa)

地震の種類	評価点	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度											組合せ一次応力	
			内圧による応力	運転時質量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力					
				自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力		
Z 方 向	側	第一評価点	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			軸方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	脚	第二評価点	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			軸方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	側	第一評価点	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			軸方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	脚	第二評価点	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			軸方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
X 方 向	側	第一評価点	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			軸方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	脚	第二評価点	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			軸方向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			せん断	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R1

(単位: MPa)

地震力の種類			基準地震動 S s											組合せ 一次応力		
地震の方向	評価点	応力 内圧による応力	運転時質量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力							
			自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力				
Z 方 向	脚 側	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$	—	$\sigma_{11} = 56$	
			軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$	$\sigma_{X71} = 1$	—		
			せん断	—	—			—			—					
		第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$	—	—		$\sigma_{12} = 54$
			軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$	—	—		
			せん断	—	$\tau_{t1} = 1$			$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t2} = 1$					
	脚 側	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{13} = 55$	
			軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	—		
			せん断	—	—			—			$\tau_{t3} = 2$ $\tau_{c1} = 1$					
		第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$		$\sigma_{14} = 55$
			軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$		
			せん断	—	$\tau_{t1} = 1$			$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t3} = 2$					
X 方 向	第一評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	$\sigma_{\phi 3} = 1$	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$	—	$\sigma_{15} = 56$		
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	$\sigma_{X3} = 1$	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$	$\sigma_{X101} = 1$	—			
		せん断	—	—			—			$\tau_{t6} = 1$ $\tau_{c4} = 1$						
	第二評価点	周方向	$\sigma_{\phi 1} = 54$	—	—	$\sigma_{\phi 4} = 0$	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$		$\sigma_{16} = 55$	
		軸方向	$\sigma_{X1} = 27$	$\sigma_{X2} = 1$	—	$\sigma_{X4} = 0$	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$			
		せん断	—	$\tau_{t1} = 1$			$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t6} = 1$ $\tau_{t5} = 1$						

(3) 胴に生じる地震動のみによる一次+二次応力

(単位:MPa)

地震力の種類			弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度							
地震の方向	評価点	応力	鉛直地震による応力			水平地震による応力				組合せ力 一次応力
			自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重力による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重力による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力	
方 向	第一側	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—
		軸方向	—	—	—	—	—	—	—	
		せん断	—			—				
	第二側	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—
		軸方向	—	—	—	—	—	—	—	
		せん断	—			—				
	第一側	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—
		軸方向	—	—	—	—	—	—	—	
		せん断	—			—				
	第二側	周方向	—	—	—	—	—	—	—	—
		軸方向	—	—	—	—	—	—	—	
		せん断	—			—				
方 向	第一評価点	周方向	—	—	—	—	—	—	—	
		軸方向	—	—	—	—	—	—		
		せん断	—			—				
	第二評価点	周方向	—	—	—	—	—	—	—	
		軸方向	—	—	—	—	—	—		
		せん断	—			—				

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R0

(単位: MPa)

地震力の種類			基準地震動 S s							組合せ力
地震の方向	評価点	応力	鉛直地震による応力			水平地震による応力				
			自重による応力	曲げモーメントによる応力	半径方向荷重力による応力	転倒モーメントによる応力	半径方向荷重力による応力	鉛直方向モーメントによる応力	周方向モーメントによる応力	
Z 方 向	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	$\sigma_{\phi 71} = 1$ $\sigma_{\phi 72} = 1$	—	$\sigma_{21} = 11$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	$\sigma_{X71} = 1$ $\sigma_{X72} = 2$	—	
		せん断	—			—				
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 61} = 1$ $\sigma_{\phi 62} = 1$	—	—	$\sigma_{22} = 6$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X61} = 1$ $\sigma_{X62} = 1$	—	—	
		せん断	$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t2} = 1$				
	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	—	$\sigma_{23} = 7$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	—	
		せん断	—			$\tau_{t3} = 2$ $\tau_{c1} = 1$				
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{\phi 81} = 1$ $\sigma_{\phi 82} = 5$	$\sigma_{24} = 13$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	—	—	—	$\sigma_{X81} = 1$ $\sigma_{X82} = 2$	
		せん断	$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t3} = 2$				
X 方 向	第一評価点	周方向	—	$\sigma_{\phi 8} = 1$ $\sigma_{\phi 10} = 1$	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	$\sigma_{\phi 101} = 1$ $\sigma_{\phi 102} = 1$	—	$\sigma_{25} = 11$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	$\sigma_{X8} = 1$ $\sigma_{X10} = 1$	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$ $\sigma_{X92} = 1$	$\sigma_{X101} = 1$ $\sigma_{X102} = 2$	—	
		せん断	—			$\tau_{t6} = 1$ $\tau_{c4} = 1$				
	第二評価点	周方向	—	—	$\sigma_{\phi 9} = 0$ $\sigma_{\phi 11} = 0$	—	$\sigma_{\phi 91} = 1$ $\sigma_{\phi 92} = 1$	—	$\sigma_{\phi 111} = 1$ $\sigma_{\phi 112} = 4$	$\sigma_{26} = 12$
		軸方向	$\sigma_{X7} = 1$	—	$\sigma_{X9} = 0$ $\sigma_{X11} = 0$	$\sigma_{X5} = 1$	$\sigma_{X91} = 1$ $\sigma_{X92} = 1$	—	$\sigma_{X111} = 1$ $\sigma_{X112} = 2$	
		せん断	$\tau_{t3} = 1$			$\tau_{t6} = 1$ $\tau_{t5} = 1$				

NT2 補② V-2-5-3-1-1 R1

3.3.2 脚に生じる応力

(単位: MPa)

地震力の種類	地震の方向		運転時質量による応力			鉛直地震による応力			水平地震による応力			組合せ応力
			圧縮	曲げ	せん断	圧縮	曲げ	せん断	圧縮	曲げ	せん断	
S <sub>d</sub>	Z 方向	第 1 脚側	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		第 2 脚側	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	X 方向		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S <sub>s</sub>	Z 方向	第 1 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S5} = 3$	$\sigma_{S6} = 17$	$\tau_{S3} = 1$	$\sigma_{S21} = 24$
		第 2 脚側	$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	—	$\sigma_{S7} = 18$	$\tau_{S4} = 5$	$\sigma_{S22} = 23$
	X 方向		$\sigma_{S1} = 1$	$\sigma_{S2} = 1$	$\tau_{S1} = 0$	$\sigma_{S3} = 1$	$\sigma_{S4} = 1$	$\tau_{S2} = 0$	$\sigma_{S8} = 3$	$\sigma_{S9} = 12$	$\sigma_{S10} = 13$	$\tau_{S5} = 4$

3.4 結論  
3.4.1 固有周期

(単位: s)

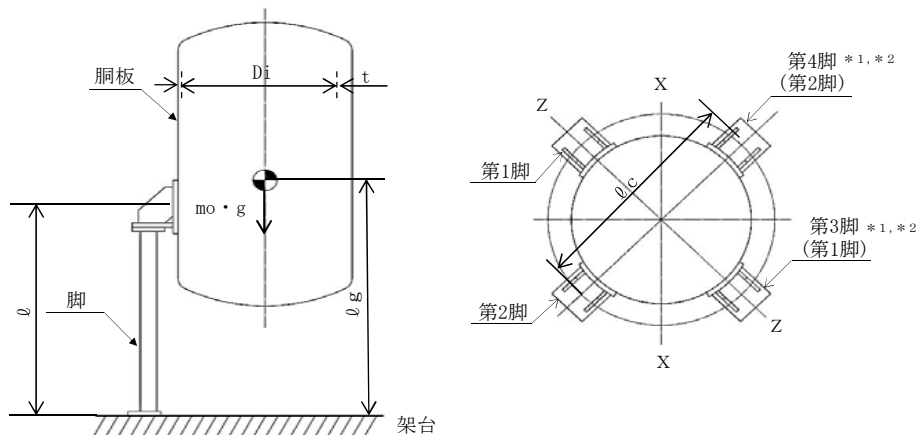
方 向	固 有 周 期
水 平 方 向	
鉛 直 方 向	

3.4.2 応 力

(単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算 出 応 力	許 容 応 力	算 出 応 力	許 容 応 力
胴 板	SUS304	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 54$	$S_a = 248$
		一 次	—	—	$\sigma_1 = 56$	$S_a = 372$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 13$	$S_a = 300$
脚	SS400	組 合 せ	—	—	$\sigma_s = 31$	$f_t = 241$
		圧縮と曲げ の組合せ	—		$\frac{\sigma_{sr}}{f_{br}} + \frac{\sigma_{st}}{f_{bt}} + \frac{\sigma_{sc}}{f_c} \leq 1$	
		(座屈の評価)	—		0.13	

すべて許容応力以下である。



注記 \*1: 本計算書において地震の方向はX方向とZ方向を考慮し、Z方向地震による応力の計算においては、第3脚を第1脚に、第4脚を第2脚に読み替える。  
\*2: 脚部材については胴の半径方向を r 軸、その直角方向を t 軸とする。

7. 引用文献

- (1) Bijlaard, P.P. : Stresses from Radial Loads and External Moments in Cylindrical Pressure Vessels, The Welding Journal, 34(12), Research Supplement, 1955.
- (2) Wichman, K.R. et al. : Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, March 1979 revision of WRC bulletin 107 / August 1965.