

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又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-1030 改2
提出年月日	平成30年9月6日

V-3-9-1-4-2 原子炉格納容器貫通部ベローズの強度計算書

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	3
2.4 記号の説明	4
3. 計算条件	5
3.1 形状及び主要寸法	5
3.2 材料及び縦弾性係数	6
4. 設計条件	7
4.1 評価条件	7
4.2 設計繰返し回数	7
4.3 ベローズの伸縮量	8
5. ベローズの疲労評価	9
5.1 疲労評価方法	9
5.2 許容繰返し回数の計算	9
6. 評価結果	11

1. 概要

本計算書は、原子炉格納容器貫通部ベローズ（以下「ベローズ」という。）の強度計算書である。

ベローズは、原子炉格納容器の配管貫通部に設けられており、設計基準対象施設の原子炉格納容器と同様に重大事故等クラス2容器として兼用する機器である。

以下、重大事故等クラス2容器として添付書類「V-3-1-6 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、ベローズの強度評価について記載する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ベローズの構造計画を表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	
ベローズは原子炉格納容器配管貫通部の一部に設けられる。	単層板，若しくは2層の複層板からなる断面蛇腹形状のステンレス製構造物である。	

2.2 評価方針

ペローズの強度評価は、添付書類「V-3-1-6 重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の強度計算の基本方針 2.3 重大事故等クラス2機器であって原子炉格納容器の構造及び強度」に基づき「2.1 構造計画」に示すペローズについて、「5. ペローズの疲労評価」に示す方法にて疲労評価することを実施する。

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 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 S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7 （日本機械学会 2007年9月）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
b	長さ	mm
c	層数	—
E	縦弾性係数	MPa
h	長さ	mm
N	設計繰返し回数	—
N_s	許容繰返し回数	—
n	2倍の波数	—
P_D	内圧	kPa
T_D	温度	°C
t	板厚	mm
δ	伸縮量	mm
σ	応力	MPa

3. 計算条件

3.1 形状及び主要寸法

貫通部の形状を図3-1に示し、ベローズの主要寸法を表3-1に示す。

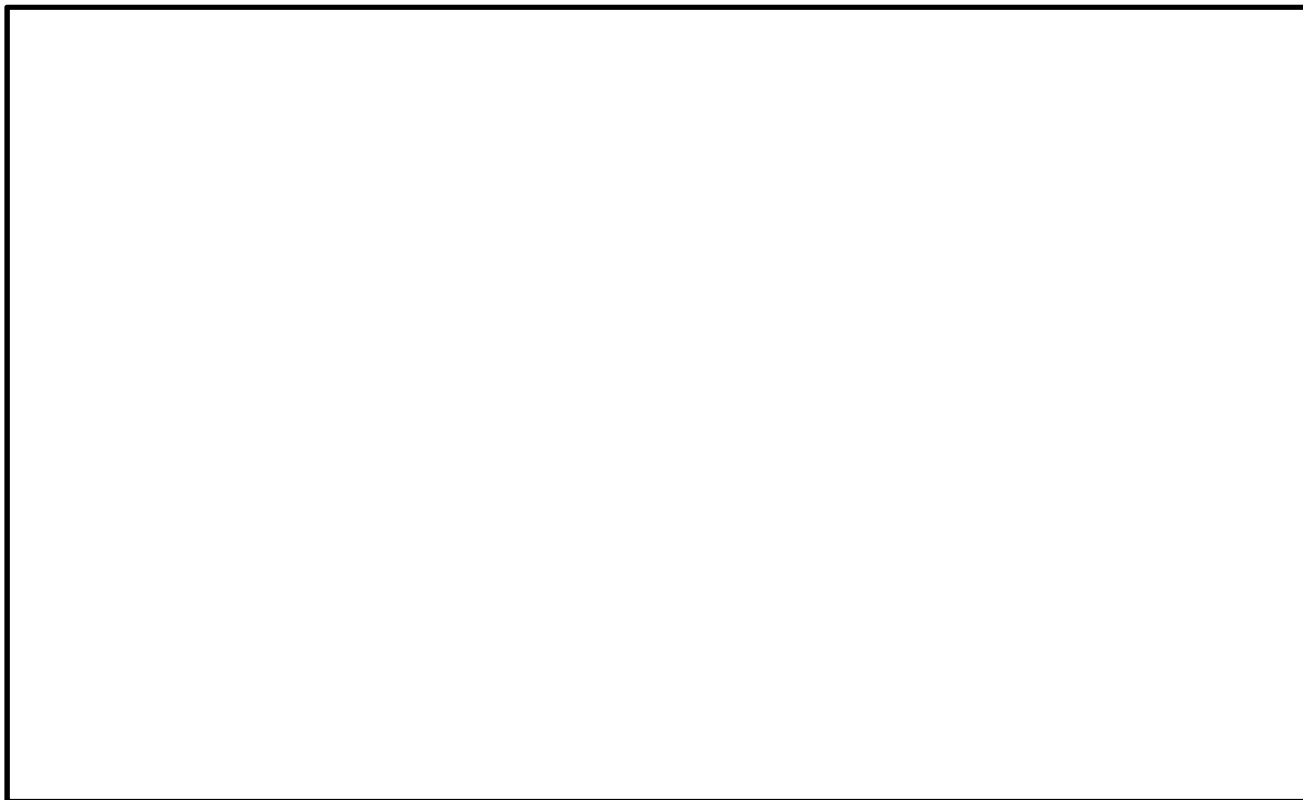


図3-1 貫通部の形状

表 3-1 ベローズの主要寸法

(単位：mm)

貫通部番号	形 状				
	b *	h *	t *	n *	c *

注記*：記号の説明は、図 3-1 参照

NT2 補① V-3-9-1-4-2 R2

3.2 材料及び縦弾性係数

(1) 材料

ベローズ

SUS304

(2) 縦弾性係数

縦弾性係数E

1.92×10⁵ MPa (66°C)

1.84×10⁵ MPa (171°C)

1.83×10⁵ MPa (200°C)

4. 設計条件

4.1 評価条件

(1) 設計基準対象施設としての圧力及び温度

通常運転温度	T_o	66°C
最高使用圧力	P_D	310 kPa
最高使用温度	T_D	171 °C

(2) 重大事故等対処施設としての評価圧力及び評価温度

内圧	P_{SA}	620 kPa
温度	T_{SA}	200 °C

(3) 地震伸縮量

ペローズの地震伸縮量 δ を表 4-1 に示す。表 4-1 に示す伸縮量（基準地震動 S_s ）は、添付書類「V-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」により計算された原子炉格納容器と原子炉建屋の相対変位に基づき，全ての貫通部を包絡する値を用いる。

表 4-1 地震伸縮量（基準地震動 S_s ）

（単位：mm）

δ_x	δ_y	δ_z

4.2 設計繰返し回数

設計繰返し回数 N を表 4-2 に示す。

表 4-2 設計繰返し回数

（単位：回）

通常運転 N_1	設計条件 N_2	重大事故条件 N_3

表 5-1 ベローズの設計繰返し回数と許容繰返し回数の比

貫通部番号	N_{s1}	$\frac{N_1}{N_{s1}}$	N_{s2}	$\frac{N_2}{N_{s2}}$	N_{s3}	$\frac{N_3}{N_{s3}}$
		4.99×10^{-3}		6.34×10^{-2}		4.33×10^{-4}
		1.83×10^{-3}		4.69×10^{-2}		2.87×10^{-4}
		1.83×10^{-3}		4.69×10^{-2}		2.87×10^{-4}
		1.83×10^{-3}		4.69×10^{-2}		2.87×10^{-4}
		1.83×10^{-3}		4.69×10^{-2}		2.87×10^{-4}
		2.78×10^{-3}		2.14×10^{-1}		1.13×10^{-3}
		1.22×10^{-3}		4.17×10^{-2}		2.41×10^{-4}
		1.22×10^{-3}		4.17×10^{-2}		2.41×10^{-4}
		1.52×10^{-3}		4.20×10^{-2}		2.70×10^{-4}
		1.52×10^{-3}		5.26×10^{-2}		3.25×10^{-4}
		1.52×10^{-3}		5.26×10^{-2}		3.25×10^{-4}
		1.52×10^{-3}		4.20×10^{-2}		2.70×10^{-4}
		3.32×10^{-3}		1.13×10^{-1}		5.72×10^{-4}
		3.32×10^{-3}		1.13×10^{-1}		5.72×10^{-4}
		4.99×10^{-3}		6.34×10^{-2}		4.33×10^{-4}
		4.99×10^{-3}		6.34×10^{-2}		4.33×10^{-4}
		3.73×10^{-3}		2.52×10^{-2}		1.62×10^{-4}

NT2 補① V-3-9-1-4-2 R2

6. 評価結果

ベローズの評価結果を表 6-1 に示す。

通常運転、設計条件、重大事故条件の設計繰返し回数と許容繰返し回数との比をそれぞれ加えた値は評価基準値を満足しており、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設としての構造強度が確保されることを確認した。

表 6-1 評価結果

評価部位	$\frac{N_1}{N_{s1}}$	$\frac{N_2}{N_{s2}}$	$\frac{N_3}{N_{s3}}$	$\frac{N_1}{N_{s1}} + \frac{N_2}{N_{s2}} + \frac{N_3}{N_{s3}}$	評価基準値	判定
	4.99×10^{-3}	6.34×10^{-2}	4.33×10^{-4}	6.89×10^{-2}	1	○
	1.83×10^{-3}	4.69×10^{-2}	2.87×10^{-4}	4.91×10^{-2}	1	○
	1.83×10^{-3}	4.69×10^{-2}	2.87×10^{-4}	4.91×10^{-2}	1	○
	1.83×10^{-3}	4.69×10^{-2}	2.87×10^{-4}	4.91×10^{-2}	1	○
	1.83×10^{-3}	4.69×10^{-2}	2.87×10^{-4}	4.91×10^{-2}	1	○
	2.78×10^{-3}	2.14×10^{-1}	1.13×10^{-3}	2.18×10^{-1}	1	○
	1.22×10^{-3}	4.17×10^{-2}	2.41×10^{-4}	4.32×10^{-2}	1	○
	1.22×10^{-3}	4.17×10^{-2}	2.41×10^{-4}	4.32×10^{-2}	1	○
	1.52×10^{-3}	4.20×10^{-2}	2.70×10^{-4}	4.38×10^{-2}	1	○
	1.52×10^{-3}	5.26×10^{-2}	3.25×10^{-4}	5.45×10^{-2}	1	○
	1.52×10^{-3}	5.26×10^{-2}	3.25×10^{-4}	5.45×10^{-2}	1	○
	1.52×10^{-3}	4.20×10^{-2}	2.70×10^{-4}	4.38×10^{-2}	1	○
	3.32×10^{-3}	1.13×10^{-1}	5.72×10^{-4}	1.17×10^{-1}	1	○
	3.32×10^{-3}	1.13×10^{-1}	5.72×10^{-4}	1.17×10^{-1}	1	○
	4.99×10^{-3}	6.34×10^{-2}	4.33×10^{-4}	6.89×10^{-2}	1	○
	4.99×10^{-3}	6.34×10^{-2}	4.33×10^{-4}	6.89×10^{-2}	1	○
	3.73×10^{-3}	2.52×10^{-2}	1.62×10^{-4}	2.91×10^{-2}	1	○