

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-642 改2
提出年月日	平成30年9月13日

V-2-6-7-26 非常用窒素供給系供給圧力の耐震性についての計算書

目次

1. 概要.....	1
2. 一般事項.....	1
2.1 構造計画.....	1
3. 固有周期.....	3
3.1 固有周期の算出方法.....	3
3.2 固有周期の計算条件.....	4
3.3 固有周期の計算結果.....	4
4. 構造強度評価.....	5
4.1 構造強度評価方法.....	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力.....	5
5. 機能維持評価.....	8
5.1 電氣的機能維持評価方法.....	8
6. 評価結果.....	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果.....	9

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、非常用窒素供給系供給圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

非常用窒素供給系供給圧力は、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備に分類されるが重大事故等時に使用する計装設備であることを考慮し、常設耐震重要重大事故防止設備としての評価を行う。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

本計算書方は、添付書類「V-2-1-13-9 計器スタンスの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

非常用窒素供給系供給圧力の構造計画を表 2-1 に示す。




表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器スタンションに取付けられた計器取付板に固定される。</p> <p>計器スタンションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>上面</p> <p>正面</p> <p>側面</p> <p>900</p> <p>160</p> <p>300</p> <p>検出器</p> <p>計器スタンション</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>計器取付板</p> <p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>基礎 (床面)</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

非常用窒素供給系供給圧力の固有周期の計算方法を以下に示す。

- (1) 非常用窒素供給系供給圧力は、図 3-1 に示す床固定の 1 質点系振動モデルとして考える。
- (2) 計器スタンションは鋼材で原子炉建屋床面に固定されているため、計算モデルでは、計器スタンションを直線とみなし、支持点（計器スタンション基礎部）1 点で固定されるものとする。
- (3) 検出器及び計器スタンションの質量は、質点に集中するものとし、質点は検出器の位置に設定する。
- (4) 図 3-1 中の  は検出器及び計器スタンションの質点、 は計器スタンションの支持点、 は計器スタンションを示す。

3.1.1 水平方向（X方向，Z方向）

- (1) X方向及びZ方向に対する固有周期を次式で求める。

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{1000} \cdot \left(\frac{h_1^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_1}{A_s \cdot G} \right)} \dots (3.1.1.1)$$

3.1.2 鉛直方向（Y方向）

Y方向は十分な剛性を有していることから、固有周期の計算を省略する。

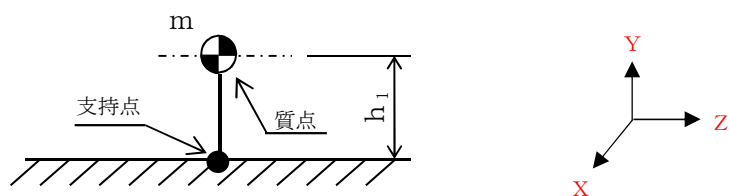
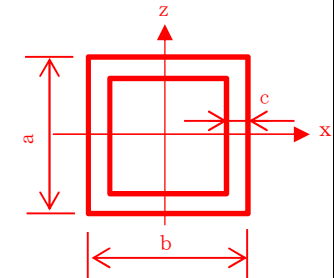


図 3-1 固有周期の計算モデル

3.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる数値を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期の計算条件

項目	記号	単位	数値等
検出器及びスタンションの質量	m	k	
取面から重心までの距離	h_1	mm	
計器スタンションの材質	—	—	
縦弾性係数	E	MPa	
断面二次モーメント	I	mm ⁴	
最小有効せん断断面積	A_s	mm ²	
せん断弾性係数	G	MPa	
計器スタンションの断面形状 (mm)	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> $100 \times 100 \times 4.5$ $(a \times b \times c)$ </div>		

3.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算の結果から、水平方向は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。また、鉛直方向は十分な剛性を有していることから、固有周期の計算を省略した。固有周期の計算結果を表 3-2 に示す。

表 3-2 固有周期 (s)

水平方向	鉛直方向
0.05	0.05

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

非常用窒素供給系供給圧力の構造は直立形計器スタンションであるため、構造強度評価は、添付書類「V-2-1-13-9 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。なお、本設備は常設重大事故防止設備に分類されるが重大事故等時に使用する計装設備であることを考慮し、常設耐震重要重大事故防止設備としての評価を行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用窒素供給系供給圧力の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

非常用窒素供給系供給圧力の許容応力は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用窒素供給系供給圧力の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 設備	非常用窒素供給系 供給圧力	常設/防止*4	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記 *1:「常設/防止」は常設重大事故防止設備を示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

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

*4:常設重大事故防止設備に分類されるが、常設耐震重要重大事故防止設備としての評価を行う。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

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

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

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

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
基礎ボルト		周囲環境温度		221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

非常用窒素供給系供給圧力の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「V-2-1-13-9 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

非常用窒素供給系供給圧力の機能確認済加速度には、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
非常用窒素供給系 供給圧力	水平	<input type="text"/>
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用窒素供給系供給圧力の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用窒素供給系供給圧力の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機 器 名 称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s		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	
非常用窒素供給系 供給圧力	常設/防止*1	EL. 20.30*2			—	—	$C_H=1.34$	$C_V=1.01$	

注記 *1: 常設重大事故防止設備に分類されるが、常設耐震重要重大事故防止設備としての評価を行う。

*2: 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 非常用窒素供給系供給圧力

部 材	m (kg)	h_1 (mm)	l_1^* (mm)	l_2^* (mm)	A_b (mm ²)	n	n_f^*
基礎ボルト							2
							2

部 材	S_y (MPa)	S_u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト	221	373	—	261	—	前後方向

注記 *: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方法転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	□	引張り	—	—	σ _b =10	f _{ts} =156*
		せん断	—	—	τ _b =1	f _{sb} =120

すべて許容応力以下である。

注記*：f_{ts}=Min[1.4・f_{to}-1.6・τ_b, f_{to}]より算出

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		評価用加速度	機能確認済加速度
非常用室素供給系 供給圧力	水平方向	1.11	□
	鉛直方向	0.84	□

評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

