

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-879 改4
提出年月日	平成30年9月14日

V-2-別添1-9 二酸化炭素消火設備制御盤の耐震計算書

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	解析方法	3
3.2	固有値解析結果	3
3.3	設計用地震力	3
4.	構造強度評価	4
4.1	構造強度評価方法	4
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	4
5.	機能維持評価	6
5.1	電氣的機能維持評価方法	6
6.	評価結果	7

1. 概要

本計算書は、添付書類「V-2-別添 1-1 火災防護設備の耐震計算の方針」（以下「別添 1-1」という。）に示すとおり、二酸化炭素消火設備制御盤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おり、火災を早期に感知する機能を保持することを確認するものである。

2. 一般事項

2.1 構造計画

二酸化炭素消火設備制御盤の構造計画を表 2-1 に示す。

また、二酸化炭素消火設備制御盤における基礎ボルトの構造強度評価モデルの諸元を表 2-2 に示す。

なお、二酸化炭素消火設備制御盤は、火災が発生している火災区域又は火災区画からの火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、爆発等の二次的影響を受けず、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に悪影響を及ぼさないように設置する。

表 2-1 構造計画

機器名称	計画の概要		説明図
	基礎・支持構造	主体構造	
二酸化炭素消火設備制御盤	二酸化炭素消火設備制御盤は、基礎ボルトにより、建屋躯体に据え付ける。	二酸化炭素消火設備制御盤 (壁掛型)	<p>二酸化炭素制御盤</p> <p>900</p> <p>300</p> <p>鉛直方向</p> <p>水平方向</p> <p>建屋躯体</p> <p>基礎ボルト</p> <p>(単位：mm)</p>

表 2-2 構造強度評価モデルの諸元

項目	記号	単位	入力値
ボルトの軸断面積	A_b	mm^2	
ボルトの呼び径	d	mm	
重力加速度	g	m/s^2	
取付面から重心までの距離	h_1	mm	
重心と下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形)	l_1	mm	
上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離 (壁掛形)	l_2	mm	
左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離 (壁掛形)	l_3	mm	
盤の質量	m	kg	
ボルトの本数	n	—	6
評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (鉛直方向) (壁掛形)	n_{fV}	—	2
評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (水平方向) (壁掛形)	n_{fH}	—	3

3. 固有周期

3.1 解析方法

二酸化炭素消火設備制御盤の固有周期は、添付書類「別添 1-1 4. 固有周期」に示す評価方針に基づき、正弦波掃引試験により評価する。

3.2 固有値解析結果

二酸化炭素消火設備制御盤の固有値解析結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 より、二酸化炭素消火設備制御盤の固有周期は、であり剛であることを確認した。

表 3-1 固有値解析結果

(単位：s)

機器名称	方向	固有周期
二酸化炭素消火設備制御盤	鉛直	<input type="text"/>
	水平	

3.3 設計用地震力

二酸化炭素消火設備制御盤の耐震計算に用いる設計用地震力については、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づく。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

二酸化炭素消火設備制御盤は、添付書類「別添 1-1 5.2 構造強度評価」に示す評価方針に従い、構造強度評価を実施する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

構造強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、添付書類「別添 1-1 3.1 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重及び荷重の組合せを使用する。

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

構造強度評価に用いる荷重の組合せ及び許容応力状態は、二酸化炭素消火設備制御盤の評価対象部位ごとに設定する。荷重の組合せ及び許容応力状態を表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力及び許容応力評価条件

二酸化炭素消火設備制御盤の基礎ボルトにおける許容応力は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 に示す。

また、基礎ボルトの許容応力評価条件を表 4-3 に示す。

表 4-1 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
その他発電 用原子炉の 附属施設	火災防護 設備	二酸化炭素 消火設備制御盤	C	-*	D + S _s	IV _A S

注記 *：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界（ボルト等）*1, *2	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価対象 部位	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16 mm)	40 (雰囲気温度)	245	400	280

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

二酸化炭素消火設備制御盤は、添付書類「別添 1-1 5.3 機能維持評価」に示す評価方針に従い、機能維持評価を実施する。

なお、機能確認済加速度には、対象機器の加振試験において電氣的機能の健全性を確認した最大加速度を適用する。

6. 評価結果

二酸化炭素消火設備制御盤の構造強度評価結果及び機能維持評価結果を以下に示す。なお、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。

【二酸化炭素消火設備制御盤の耐震性についての計算結果】

6.1 設計条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S_s		周辺環境温度 (°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	
二酸化炭素 消火設備制御盤	C	原子炉建屋 付属棟 EL. 8. 20*1			$C_H=1.10$	$C_V=0.96$	40

注記 * 1 : 二酸化炭素消火設備制御盤は、壁掛形のため、設置床上階の設備評価用床応答曲線を用いる。

* 2 : 固有値解析より 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

6.2 機器要目

部材	m (kg)	h_1 (mm)	l_1 (mm)	l_a (mm)	l_b (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_2	n_{f*}
基礎ボルト							6	2 (鉛直方向) 3 (水平方向)

部材	S_y (MPa)	S_u (MPa)	F^* (MPa)
基礎ボルト	245	400	280

6.3 計算数値

(1) ボルトに作用する力

(単位：N)

機器名称	評価部位	F_b	Q_b
二酸化炭素 消火設備制御盤	基礎ボルト		

6.4 結論

6.4.1 構造強度評価結果

(単位：MPa)

機器名称	評価部位	材料	応力分類	発生応力	許容応力
二酸化炭素消火設備 制御盤	基礎ボルト	SS400	引張応力	$\sigma_b = 4$	$f_{ts} = 168^*$
			せん断応力	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 128$

注記 * $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{to}]$ より算出
発生応力はすべて許容応力以下である。

6.4.2 電氣的機能維持評価結果

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

機器名称	据付場所及び 床面高さ (m)	機能確認済加速度との比較			
		水平		鉛直	
		評価用 加速度	機能確認済 加速度	評価用 加速度	機能確認済 加速度
二酸化炭素消火設備制御盤	原子炉建屋 付属棟 EL. 8.20*	0.92	4.00	0.80	3.00

注記 * : 建屋壁に固定しているため、設置フロア上階の設備評価用床応答曲線を用いる。
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。