

東海第二発電所工事計画審査資料	
資料番号	工認-369 改1
提出年月日	平成30年6月6日

V-2-別添1-2 火災感知器の耐震計算書

## 目次

1.	概要	1
2.	基本方針	2
2.1	位置	2
2.2	構造概要	2
2.3	評価方針	6
2.4	適用規格	6
3.	固有値解析	8
3.1	基本方針	8
3.2	解析方法	8
3.3	設計用地震力	8
3.4	固有値解析結果	11
4.	応力評価	12
4.1	基本方針	12
4.2	評価対象部位	12
4.3	荷重及び荷重の組合せ	12
4.4	評価方法	15
5.	機能維持評価	23
5.1	基本方針	23
5.2	評価対象部位	23
5.3	許容限界	23
5.4	評価方法	23
6.	評価条件	24
6.1	応力評価条件	24
6.2	機能維持評価条件	27
7.	耐震評価結果	28

## 1. 概要

本資料は、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、基準地震動 $S_s$ による地震力に対し、火災感知器が、地震時及び地震後においても、火災を早期に感知する機能を保持するための耐震性を有することを確認するものである。

## 2. 基本方針

別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す火災感知器の構造計画を「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」に示す。

### 2.1 位置

火災感知器は、火災区域又は火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件及び炎が生じる前に発煙する等の予想される火災の性質を考慮して選定された種類の火災感知器を発電所全体にわたって広範囲に設置する。

### 2.2 構造概要

火災感知器の構造計画を表2-1に示す。

表2-1 構造計画(1/3)

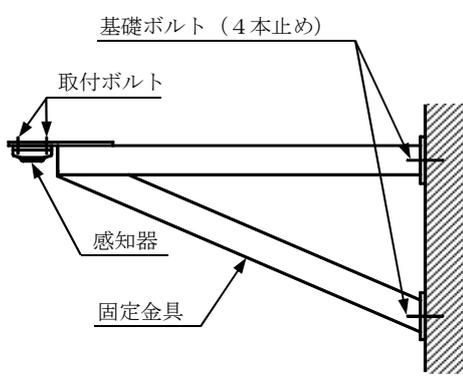
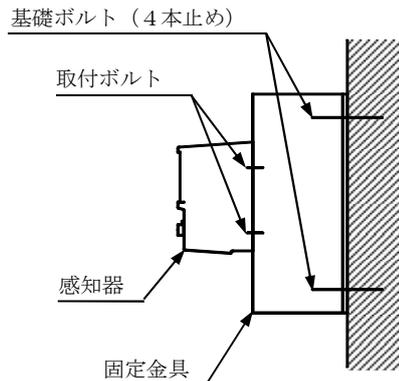
機器名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
熱感知器 煙感知器	熱感知器 煙感知器	各火災感知器は、取付ボルトにて固定金具に取り付け、固定金具を基礎ボルトにより、建屋壁等の躯体に据え付ける。	 <p>基礎ボルト（4本止め） 取付ボルト 感知器 固定金具</p>
光電分離式 煙感知器	光電分離式 煙感知器	光電分離式煙感知器は、取付ボルトにて固定金具に取り付け、固定金具を基礎ボルトにより、建屋壁等の躯体に据え付ける。	 <p>基礎ボルト（4本止め） 取付ボルト 感知器 固定金具</p>

表2-1 構造計画(2/3)

機器名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
煙感知器 (防爆) 熱感知器 (防爆)	煙感知器 (防爆) 熱感知器 (防爆)	各火災感知器は、取付ボルトにて固定金具に取り付け、固定金具を基礎ボルトにより、建屋天井等の躯体に据え付ける。	
屋外仕様 炎感知器	炎感知器	炎感知器は、取付ボルトにて固定金具に取り付け、固定金具を基礎ボルトにより、建屋壁等の躯体に据え付ける。	

NT2 補② V-2-別添1-2 R0

表2-1 構造計画(3/3)

機器名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
高感度煙 検出設備	高感度煙 検出設備	高感度煙検出 設備は，取付 ボルトにて固 定金具に取り 付け，固定金 具を基礎ボル トにより，建 屋壁の躯体に 据え付ける。	

### 2.3 評価方針

火災感知器は、別添1-1の「4.2 応力評価」に示す応力評価の方針に従い、応力評価を実施する。

火災感知器の応力評価は、「3. 固有値解析」及び「4. 応力評価」に示す方法により、「6. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「7. 耐震評価結果」において火災感知器の評価対象部位に発生する応力が許容限界に収まることを確認する。

火災感知器は、別添1-1の「4.3 機能維持評価」に示す機能維持評価の方針に従い、電氣的機能維持評価を実施する。

火災感知器本体の電氣的機能維持評価は、「3. 固有値解析」及び「5. 機能維持評価」に示す方法により、「6. 評価条件」に示す評価条件を用い、「7. 耐震評価結果」において火災感知器本体の最大床加速度が機能確認済加速度を超えないことを確認する。

火災感知器の耐震評価フローを図2-1に示す。

### 2.4 適用規格

適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格(J S M E S N C 1 -2005/2007)  
( (社) 日本機械学会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針(J E A G 4 6 0 1 -1987) ( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編(J E A G 4 6 0 1 ・補-1984)  
( (社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 ( J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版)  
( (社) 日本電気協会)

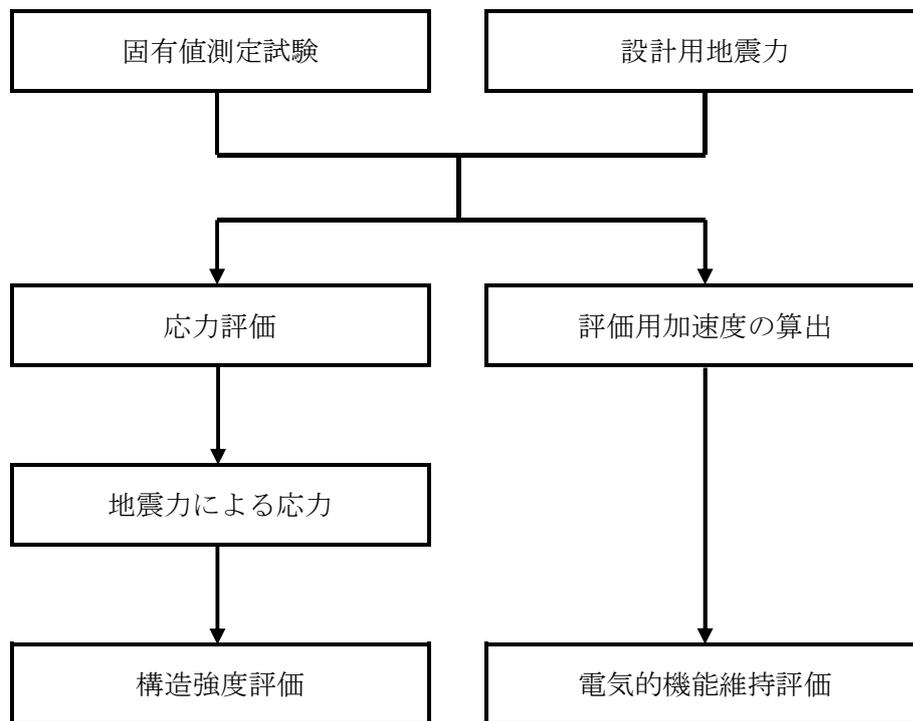


図 2-1 耐震評価フロー

### 3. 固有値解析

#### 3.1 基本方針

火災感知器は、別添1-1の「4.1 地震応答解析」に示す評価方針に従い、固有値解析を実施する。

火災感知器本体の固有値解析は、「3.2 解析方法」に示す方法により、「3.3 固有値解析結果」において火災感知器本体の固有振動数を評価する。

#### 3.2 解析方法

火災感知器本体は、火災感知器の設置状況を模擬し、正弦波掃引試験を実施する。

#### 3.3 設計用地震力

火災感知器の耐震計算に用いる入力地震力には、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、表3-1に示す条件により作成した設計用床応答曲線を使用する。また、減衰定数はV-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表3-1 設計用地震力(1/3)

機器名称	地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線			備考
			建屋* 及び高さ (m)	方向	減衰 定数 (%)	
熱感知器	基準 地震動 $S_s$	原子炉 建屋 付属棟 EL. 23.0	原子炉 建屋 EL. 46.5	水平	1.0	水平方向、鉛 直方向ともに $S_s-1\sim 8$ の 包絡曲線を用 いる。
			原子炉 建屋 EL. 46.5	鉛直	1.0	

表3-1 設計用地震力(2/3)

機器名称	地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線			備考
			建屋* 及び高さ (m)	方向	減衰 定数 (%)	
煙感知器	基準 地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 建屋 附属棟 EL. 23.0	原子炉 建屋 EL. 46.5	水平	1.0	水平方向, 鉛 直方向ともに S <sub>s</sub> -1~8の 包絡曲線を用 いる。
			原子炉 建屋 EL. 46.5	鉛直	1.0	
光電分離式 煙感知器	基準 地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 建屋 EL. 46.5	原子炉 建屋 EL. 63.65	水平	1.0	水平方向, 鉛 直方向ともに S <sub>s</sub> -1~8の 包絡曲線を用 いる。
			原子炉 建屋 EL. 63.65	鉛直	1.0	
煙感知器 (防爆)	基準 地震動 S <sub>s</sub>	原子炉 建屋 附属棟 EL. 10.5	原子炉 建屋 EL. 14.0	水平	1.0	水平方向, 鉛 直方向ともに S <sub>s</sub> -1~8の 包絡曲線を用 いる。
			原子炉 建屋 EL. 14.0	鉛直	1.0	

表3-1 設計用地震力(3/3)

機器名称	地震動	設置場所 及び 床面高さ (m)	設計用床応答曲線			備考
			建屋* 及び高さ (m)	方向	減衰 定数 (%)	
熱感知器 (防爆)	基準 地震動 $S_s$	原子炉 建屋 附属棟 EL. 10.5	原子炉 建屋 EL. 14.0	水平	1.0	水平方向, 鉛 直方向ともに $S_s-1\sim 8$ の 包絡曲線を用 いる。
			原子炉 建屋 EL. 14.0	鉛直	1.0	
屋外仕様 炎感知器	基準 地震動 $S_s$	原子炉 建屋 EL. 46.5	原子炉 建屋 EL. 63.65	水平	1.0	水平方向, 鉛 直方向ともに $S_s-1\sim 8$ の 包絡曲線を用 いる。
			原子炉 建屋 EL. 63.65	鉛直	1.0	
高感度 煙検出設備	基準 地震動 $S_s$	原子炉 建屋 附属棟 EL. 18.0	原子炉 建屋 EL. 29.0	水平	1.0	水平方向, 鉛 直方向ともに $S_s-1\sim 8$ の 包絡曲線を用 いる。
			原子炉 建屋 EL. 29.0	鉛直	1.0	

注記 \* : 火災感知器を建屋天井等に固定しているため, 設置フロア上階の設計用床応答曲線を用いる。

### 3.4 固有値解析結果

火災感知器の固有値解析結果を表3-2に示す。

表3-2により、火災感知器の固有振動数は、20 Hz以上であることを確認した。

表3-2 固有値解析結果 (単位: Hz)

	機器名称	固有振動数
火災感知器	熱感知器	20以上
	煙感知器	20以上
	光電分離式煙感知器	20以上
	煙感知器 (防爆)	20以上
	熱感知器 (防爆)	20以上
	屋外仕様炎感知器	20以上
	高感度煙検出設備	20以上

## 4. 応力評価

### 4.1 基本方針

火災感知器は、別添1-1の「4.2 応力評価」に示す評価方針に従い、応力評価を実施する。

火災感知器の応力評価は、「4.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が、「4.3 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重及び荷重の組合せに対し「4.3.3 許容応力」に示す許容限界に収まることを、「4.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

### 4.2 評価対象部位

火災感知器の評価対象部位は、別添1-1の「3.2 許容限界」に示すとおり、評価対象部位である基礎ボルトとする。

### 4.3 荷重及び荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、別添1-1の「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**。

#### 4.3.1 荷重の種類

応力評価に用いる荷重は、以下の荷重を**使用する**。

(1) 死荷重(D)

死荷重は、固定金具等を含めた火災感知器の自重とする。

(2) 地震荷重( $S_s$ )

地震荷重は、基準地震動 $S_s$ による地震力とする。

#### 4.3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

応力評価に用いる荷重の組合せ及び許容応力状態は、火災感知器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。

#### 4.3.3 許容応力

火災感知器の基礎ボルトの許容応力を**表4-2**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）（1/2）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	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	熱感知器	C (S <sub>s</sub> 機能維持)	—*	D + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
		煙感知器	C (S <sub>s</sub> 機能維持)	—*	D + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
		光電分離式煙感知器	C (S <sub>s</sub> 機能維持)	—*	D + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
		煙感知器（防爆）	C (S <sub>s</sub> 機能維持)	—*	D + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
		熱感知器（防爆）	C (S <sub>s</sub> 機能維持)	—*	D + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S

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）（2/2）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	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 付属施設	火災防護 設備	屋外仕様炎感知器	C (S <sub>s</sub> 機能維持)	—*	D + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
		高感度煙検出設備*	C (S <sub>s</sub> 機能維持)	—*	D + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> 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 <sub>A</sub> 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。

#### 4.4 評価方法

火災感知器の応力評価は，支持構造に応じて壁掛形及び天井形に分類し，「4.4.2 応力評価モデル及び評価式」に示す評価式より評価対象部位である基礎ボルトの発生応力を計算し，許容応力以下となることを次のとおり確認する。

- ・ 応力評価モデルは1質点系モデルとし，火災感知器の重心位置に地震荷重が作用するものとする。
- ・ 許容応力についてJ S M E S N C 1 - 2005/2007の付録材料図表を用いて計算する際に，温度が図表記載温度の中間の値の場合は，比例法を**使用して**計算する。ただし，比例法を用いる場合の端数処理は，小数第1位以下を切り捨てた値を**使用する**ものとする。
- ・ 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

##### 4.4.1 記号の定義

基礎ボルトの応力評価に**用いる**記号の定義を**表4-3**及び**表4-4**に示す。

表4-3 応力評価に用いる記号の定義（壁掛形）

記号	記号の説明	単位
$A_b$	ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$d$	ボルトの呼び径	mm
$F_b$	ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
$F_{b1}$	鉛直方向地震及び壁取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
$F_{b2}$	鉛直方向地震及び壁取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
$g$	重力加速度（=9.80665）	$\text{m/s}^2$
$h_1$	取付面から重心までの距離	mm
$l_1$	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離	mm
$l_a$	左側取付ボルトと右側取付ボルト間の水平方向距離	mm
$l_b$	上側取付ボルトと下側取付ボルト間の鉛直方向距離	mm
$m$	機器の質量	kg
$n$	ボルトの本数	—
$n_{fH}$	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）	—
$n_{fV}$	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）	—
$Q_b$	ボルトに作用するせん断力	N
$Q_{b1}$	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力	N
$Q_{b2}$	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力	N
$\pi$	円周率	—
$\sigma_b$	ボルトに生じる引張応力	MPa
$\tau_b$	ボルトに生じるせん断応力	MPa

表4-4 応力評価に用いる記号の定義（天井形）

記号	記号の説明	単位
$A_b$	ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$d$	ボルトの呼び径	mm
$F_b$	ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
$g$	重力加速度（=9.80665）	$\text{m/s}^2$
$h_2$	取付面から重心までの距離	mm
$l_2$	重心とボルト間の水平方向距離	mm
$l_3$	重心とボルト間の水平方向距離	mm
$m$	機器の質量	kg
$n$	ボルトの本数	—
$n_f$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	—
$Q_b$	ボルトに作用するせん断力	N
$\pi$	円周率	—
$\sigma_b$	ボルトに生じる引張応力	MPa
$\tau_b$	ボルトに生じるせん断応力	MPa

#### 4.4.2 応力評価モデル及び評価式

応力評価モデルは、1質点系モデルであり、火災感知器の重心位置に地震荷重が作用するものとする。なお、保守的な評価とするため、火災感知器の重心位置は、火災感知器の先端とする。

##### (1) 壁掛形及び天井形の応力評価

###### a. 壁掛形の応力評価

「6. 評価条件」に示す評価条件を用いて、以下の式により壁掛形における基礎ボルトの発生応力を算出する。なお、応力評価は発生応力が最大となるモデルについて計算する。

壁掛形の応力評価モデルを図4-1に示す。

###### (a) 引張応力計算

基礎ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、図4-1で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

###### イ. 引張力

(イ) 基礎ボルトに作用する引張力 ( $F_b$ )

$$F_b = \text{Max} (F_{b1}, F_{b2}) \quad \dots \quad (4.4.2.1)$$

(ロ) 鉛直方向地震及び左右方向の水平方向地震により基礎ボルトに作用する引張力 ( $F_{b1}$ )

$$F_{b1} = \frac{m \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g}{n_{fH} \cdot \ell_a} + \frac{m \cdot (1 + C_V) \cdot h_1 \cdot g}{n_{fV} \cdot \ell_b} \quad \dots \quad (4.4.2.2)$$

(ハ) 鉛直方向地震及び前後方向の水平方向地震により基礎ボルトに作用する引張力 ( $F_{b2}$ )

$$F_{b2} = \frac{m \cdot C_H \cdot \ell_1 \cdot g + m \cdot (1 + C_V) \cdot h_1 \cdot g}{n_{fV} \cdot \ell_b} \quad \dots \quad (4.4.2.3)$$

###### ロ. 引張応力

(イ) 基礎ボルトに生じる引張応力 ( $\sigma_b$ )

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots \quad (4.4.2.4)$$

(ロ) ボルトの軸断面積 ( $A_b$ )

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots \quad (4.4.2.5)$$

(b) せん断応力計算

基礎ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

イ. せん断力

(イ) 基礎ボルトに作用するせん断力 ( $Q_b$ )

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \dots \dots \dots (4.4.2.6)$$

(ロ) 水平方向地震により基礎ボルトに作用するせん断力 ( $Q_{b1}$ )

$$Q_{b1} = m \cdot C_H \cdot g \dots \dots \dots (4.4.2.7)$$

(ハ) 鉛直方向地震により基礎ボルトに作用するせん断力 ( $Q_{b2}$ )

$$Q_{b2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \dots \dots \dots (4.4.2.8)$$

ロ. せん断応力

(イ) 基礎ボルトに生じるせん断応力 ( $\tau_b$ )

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots \dots \dots (4.4.2.9)$$

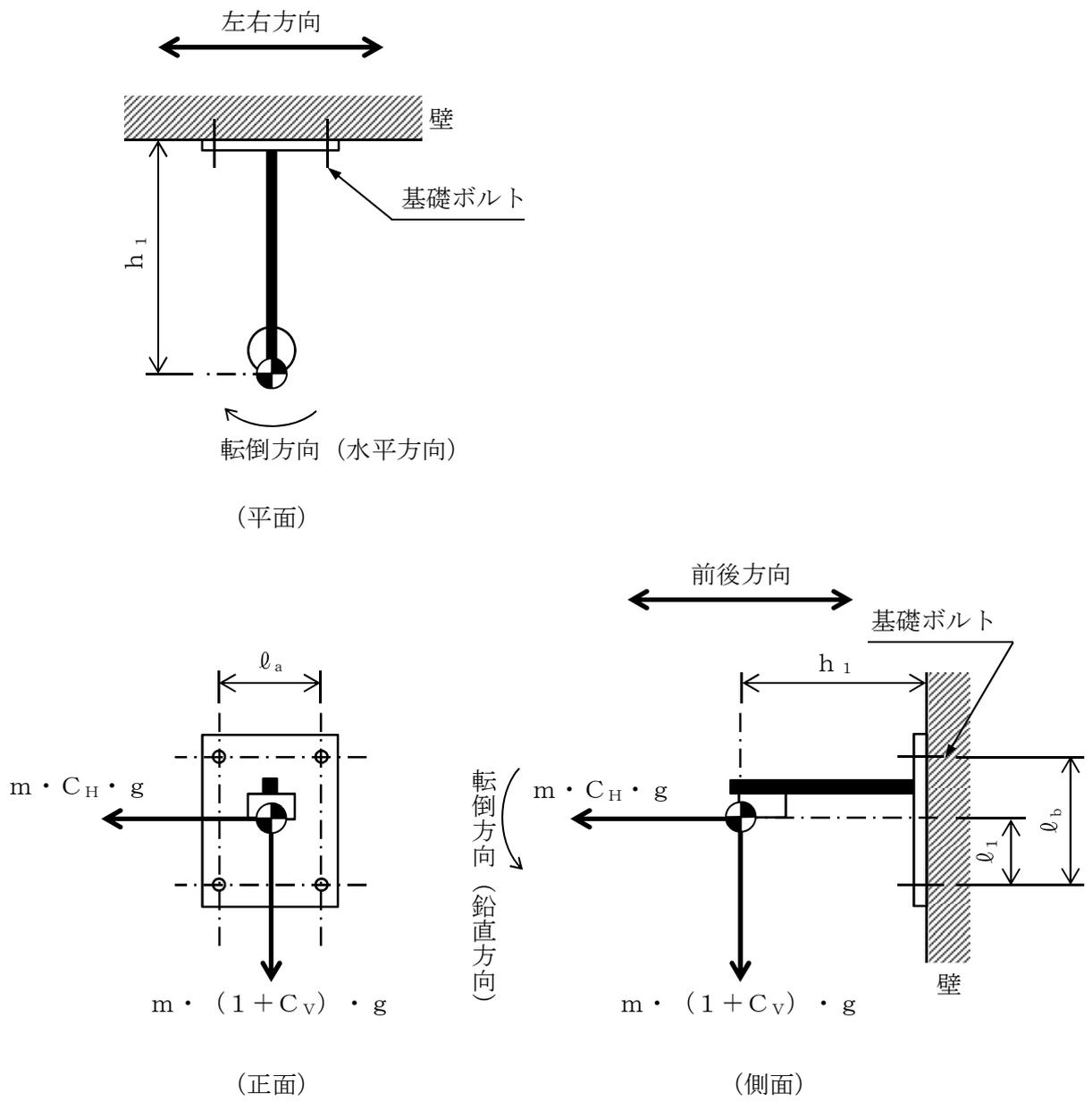


図4-1 壁掛形の応力評価モデル

## b. 天井形の応力評価

「6. 評価条件」に示す評価条件を用いて、以下の式により天井形における基礎ボルトの発生応力を算出する。なお、応力評価は発生応力が最大となるモデルについて計算する。

天井形の応力評価モデルを図4-2に示す。

## (a) 引張応力計算

基礎ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、図4-2で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

## イ. 引張力

(イ) 基礎ボルトに作用する引張力 ( $F_b$ )

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g + m \cdot (1 + C_V) \cdot \ell_3 \cdot g}{n_f \cdot (\ell_2 + \ell_3)} \quad \dots \quad (4.4.2.10)$$

## ロ. 引張応力

(イ) 基礎ボルトに生じる引張応力 ( $\sigma_b$ )

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots \quad (4.4.2.11)$$

(ロ) ボルトの軸断面積 ( $A_b$ )

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots \quad (4.4.2.12)$$

## (b) せん断応力計算

基礎ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

## イ. せん断力

(イ) 基礎ボルトに作用するせん断力 ( $Q_b$ )

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \quad \dots \quad (4.4.2.13)$$

## ロ. せん断応力

(イ) 基礎ボルトに生じるせん断応力 ( $\tau_b$ )

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \quad \dots \quad (4.4.2.14)$$

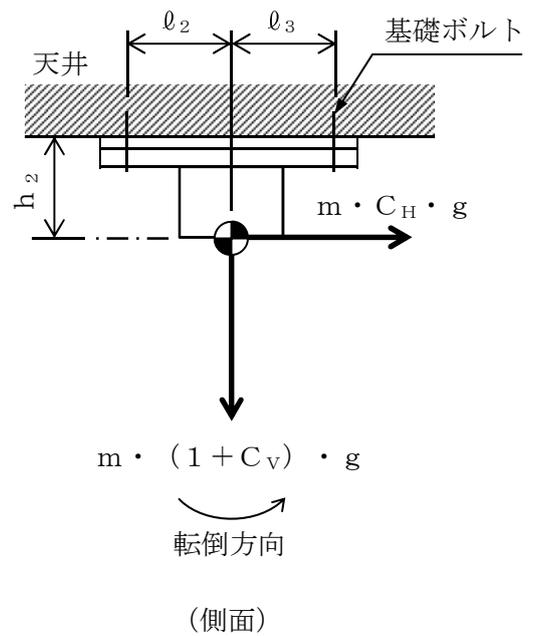
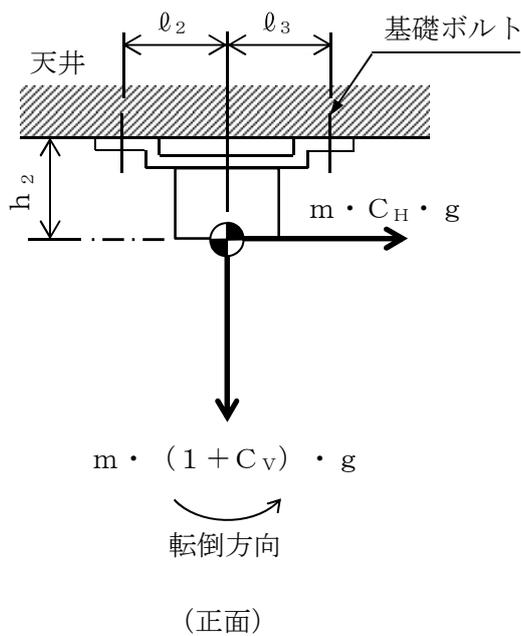
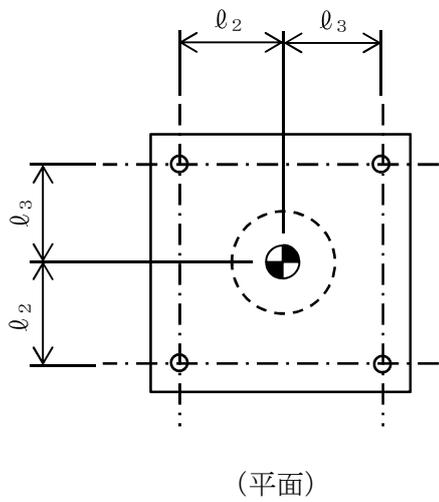


図4-2 天井形の応力評価モデル

## 5. 機能維持評価

### 5.1 基本方針

火災感知器は、別添1-1の「4.3 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。

火災感知器の機能維持評価は、「5.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が、「5.3 許容限界」に示す許容限界に収まることを「5.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

### 5.2 評価対象部位

火災感知器の評価対象部位は、別添1-1の「4.3 機能維持評価」の評価方針に示すとおり、地震時及び地震後に電氣的機能の保持が必要な火災感知器本体とする。

### 5.3 許容限界

火災感知器の許容限界は、別添1-1の「4.3 機能維持評価」に示す機能確認済加速度とする。火災感知器の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 (単位： $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )

機器名称		方向	機能確認済加速度
火災感知器	熱感知器	水平	5.27
		鉛直	3.31
	煙感知器	水平	5.27
		鉛直	3.31
	光電分離式煙感知器	水平	5.27
		鉛直	3.31
	煙感知器 (防爆)	水平	3.31
		鉛直	3.32
	熱感知器 (防爆)	水平	3.31
		鉛直	3.32
	屋外仕様炎感知器	水平	3.19
		鉛直	3.30
高感度煙検出設備	水平	2.19	
	鉛直	2.24	

### 5.4 評価方法

火災感知器の固有振動数から応答加速度を求め、機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には、器具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加振波の最大加速度を適用する。

## 6. 評価条件

「4. 応力評価」及び「5. 機能維持評価」に用いる評価条件を以下に示す。

### 6.1 応力評価条件

#### 6.1.1 設計用地震力

火災感知器の耐震計算に用いる入力地震力には、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて設定した床応答の作成方針に基づき、表3-1に示す条件により作成した設計用床応答曲線を使用する。また、減衰定数はV-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

#### 6.1.2 許容応力条件

火災感知器における基礎ボルトの許容応力評価条件を表6-1に示す。

表6-1 許容応力評価条件（設計基準対象施設）

支持構造	評価対象部位	材料	温度条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
壁掛形	基礎ボルト	SS400	40 (雰囲気温度)	245	400	—	280
天井形	基礎ボルト	SS400	40 (雰囲気温度)	245	400	—	280

### 6.1.3 応力評価モデルの諸元及び応力評価に用いる設計震度

火災感知器及び固定金具は、固有振動数が20 Hz以上で、剛構造であることを確認しているため、火災感知器における基礎ボルトの応力評価に用いる設計震度は、最大床加速度の1.2倍を使用する。

火災感知器における基礎ボルトの応力評価モデルの諸元及び応力評価に用いる設計震度を表6-2から表6-5に示す。

表6-2 応力評価モデルの諸元（壁掛形）

項目	記号	単位	入力値
ボルトの軸断面積	$A_b$	$\text{mm}^2$	113.1
ボルトの呼び径	$d$	mm	12
重力加速度	$g$	$\text{m/s}^2$	9.80665
取付面から重心までの距離	$h_1$	mm	1049.5
重心と下側ボルト間の鉛直方向距離	$l_1$	mm	395.2
左側取付ボルトと右側取付ボルト間の水平方向距離	$l_a$	mm	140
上側取付ボルトと下側取付ボルト間の鉛直方向距離	$l_b$	mm	400
機器の質量	$m$	kg	23
ボルトの本数	$n$	—	4
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）	$n_{fH}$	—	2
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）	$n_{fV}$	—	2

表6-3 応力評価に用いる設計震度（壁掛形）

（単位：—）

項目	記号	設計震度
水平方向設計震度	$C_H$	1.74
鉛直方向設計震度	$C_V$	1.52

表6-4 応力評価モデルの諸元（天井形）

項目	記号	単位	入力値
ボルトの軸断面積	$A_b$	$\text{mm}^2$	78.54
ボルトの呼び径	$d$	mm	10
重力加速度	$g$	$\text{m/s}^2$	9.80665
取付面から重心までの距離	$h_2$	mm	130
重心とボルト間の水平方向距離	$l_2$	mm	110
重心とボルト間の水平方向距離	$l_3$	mm	110
機器の質量	$m$	kg	8
ボルトの本数	$n$	—	4
評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	$n_f$	—	2

表6-5 応力評価に用いる設計震度（天井形）

（単位：—）

項目	記号	設計震度
水平方向設計震度	$C_H$	1.13
鉛直方向設計震度	$C_V$	0.99

## 6.2 機能維持評価条件

### 6.2.1 設計用地震力

火災感知器の設計用地震力は、「6.1.1 設計用地震力」に示す。

### 6.2.2 評価用加速度

火災感知器は、20 Hz 未満の固有振動数を含めて正弦波加振試験を実施していることから、火災感知器の機能維持評価に用いる評価用加速度は、「6.2.1 設計用地震力」に示す設計用床応答曲線の最大床加速度を使用する。

火災感知器の評価用加速度を表 6-6 に示す。

表 6-6 評価用加速度

(単位：×9.8 m/s<sup>2</sup>)

機器名称		方向	評価用加速度
火災感知器	熱感知器	水平	1.46
		鉛直	1.26
	煙感知器	水平	1.46
		鉛直	1.26
	光電分離式煙感知器	水平	2.04
		鉛直	1.56
	煙感知器 (防爆)	水平	0.95
		鉛直	0.83
	熱感知器 (防爆)	水平	0.95
		鉛直	0.83
	屋外仕様炎感知器	水平	2.04
		鉛直	1.56
高感度煙検出設備	水平	1.29	
	鉛直	0.98	

## 7. 耐震評価結果

火災感知器の応力評価結果及び電氣的機能維持評価結果を表7-1及び表7-2に示す。

基礎ボルトの発生応力は許容応力以下であり、火災感知器の評価用加速度は機能確認済加速度以下である。

したがって、火災感知器は、地震時及び地震後においても、基準地震動 $S_s$ による地震力に対し、火災を早期に感知する機能を保持するため、耐震性を有する。

表 7-1 応力評価結果

(単位 : MPa)

支持構造	評価部位	応力分類	発生応力	許容応力
壁掛形	基礎ボルト	引張応力	20	210
		せん断応力	2	161
天井形	基礎ボルト	引張応力	1	210
		せん断応力	1	161

表 7-2 電氣的機能維持評価結果(1/2)

(単位 :  $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )

機器名称		機能確認済加速度との比較				
		加速度確認箇所	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
火災感知器	熱感知器	加振台への取付位置	1.46	5.27	1.26	3.31
	煙感知器	加振台への取付位置	1.46	5.27	1.26	3.31
	光電分離式煙感知器	加振台への取付位置	2.04	5.27	1.56	3.31
	煙感知器 (防爆)	加振台への取付位置	0.95	3.31	0.83	3.32
	熱感知器 (防爆)	加振台への取付位置	0.95	3.31	0.83	3.32

表 7-2 電氣的機能維持評価結果 (2/2)

(単位 :  $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )

機器名称		機能確認済加速度との比較				
		加速度確認箇所	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
火災感知器	屋外仕様炎感知器	加振台への取付位置	2.04	3.19	1.56	3.30
	高感度煙検出設備	加振台への取付位置	1.29	2.19	0.98	2.24