

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 442-改 0
提出年月日	平成 30 年 5 月 28 日

V-2-6-7-7 LAN収納架 (SA) の耐震性についての計算書

## 目次

1. 一般事項 .....	1
1.1 適用基準 .....	1
1.2 計算条件 .....	1
1.3 記号の説明 .....	3
1.4 計算精度と数値の丸め方 .....	4
2. 計算方法 .....	5
2.1 固有周期の計算方法 .....	5
2.2 応力の計算方法 .....	5
3. 評価方法 .....	8
3.1 応力の評価 .....	8
3.1.1 ボルトの応力評価 .....	8
3.2 機能維持評価 .....	8
3.2.1 電氣的機能維持評価 .....	8

## 1. 一般事項

本計算書は、LAN收容架（SA）（耐震設計上の重要度分類Cクラス、S<sub>s</sub>機能維持の計算を行うもの）の耐震性についての計算方法と計算結果を示すものである。

### 1.1 適用基準

本計算書における計算方法は、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601・補-1984及びJEAG 4601-1987（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年及び昭和62年）（以下「指針」という。）に準拠する。

なお、LAN收容架（SA）における応力評価は、指針「6.6.2(5)d. 電気計装制御装置 (b)盤」に準じて、支持構造物（取付ボルト）の評価を行う。

### 1.2 計算条件

- (1) LAN收容架（SA）の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力はLAN收容架（SA）に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) 垂直自立形のLAN收容架（SA）は取付ボルトで基礎（埋込金物に溶接固定又は、コンクリート床面に基礎ボルトにて固定されたチャンネルベース）に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設計する。
- (4) 垂直自立形のLAN收容架（SA）の転倒方向は、図1-1 概要図（垂直自立形）における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。
- (5) LAN收容架（SA）の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行うものとする。

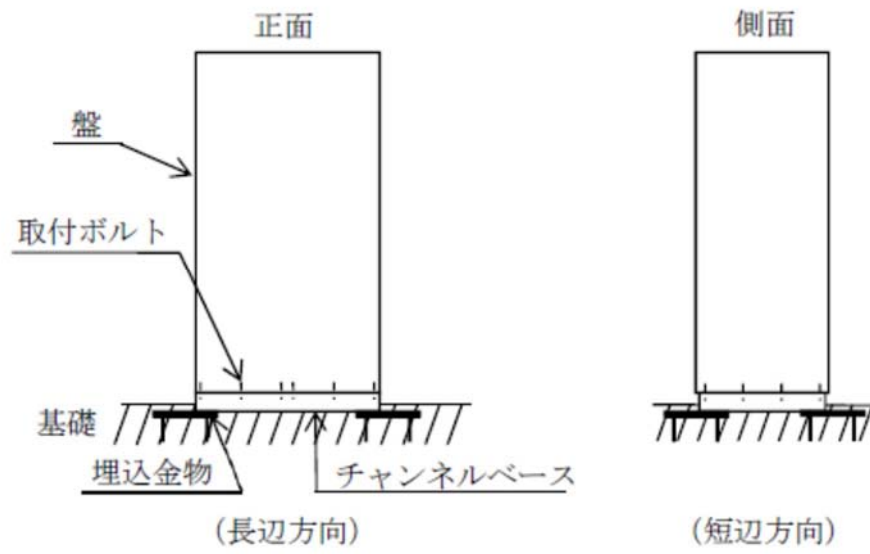


図1-1 概要図（垂直自立形，埋込金物）

### 1.3 記号の説明

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
$F$	設計・建設規格*1 SSB-3131に定める値	MPa
$F^*$	設計・建設規格*1 SSB-3133に定める値	MPa
$F_b$	ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{to}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m/s}^2$
$h$	取付面から重心までの距離	mm
$l_1$	重心とボルト間の水平方向距離*2	mm
$l_2$	重心とボルト間の水平方向距離*2	mm
$m$	盤の質量	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
$S_u$	設計・建設規格*1 付録材料図表 Part5 表9に規定される値	MPa
$S_y$	設計・建設規格*1 付録材料図表 Part5 表8に規定される値	MPa
$\pi$	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

注記\*1: 「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年追補版を含む。)) J SME S NC 1-2005/2007) (日本機械学会2007年) (以下「設計・建設規格」という。) をいう。

\*2:  $l_1 \leq l_2$

#### 1.4 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1-1に示すとおりとする。

表1-1 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
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ*1	mm	—	—	整数位
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*2	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：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における降伏点及び引張強さは、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：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

2. 計算方法

2.1 固有周期の計算方法

L AN収容架 (SA) の固有周期は、既に振動試験が行われているものと同等又は類似のもの固有周期を使用する。

2.2 応力の計算方法

2.2.1 ボルトの応力

ボルトの応力は、地震による震度で作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

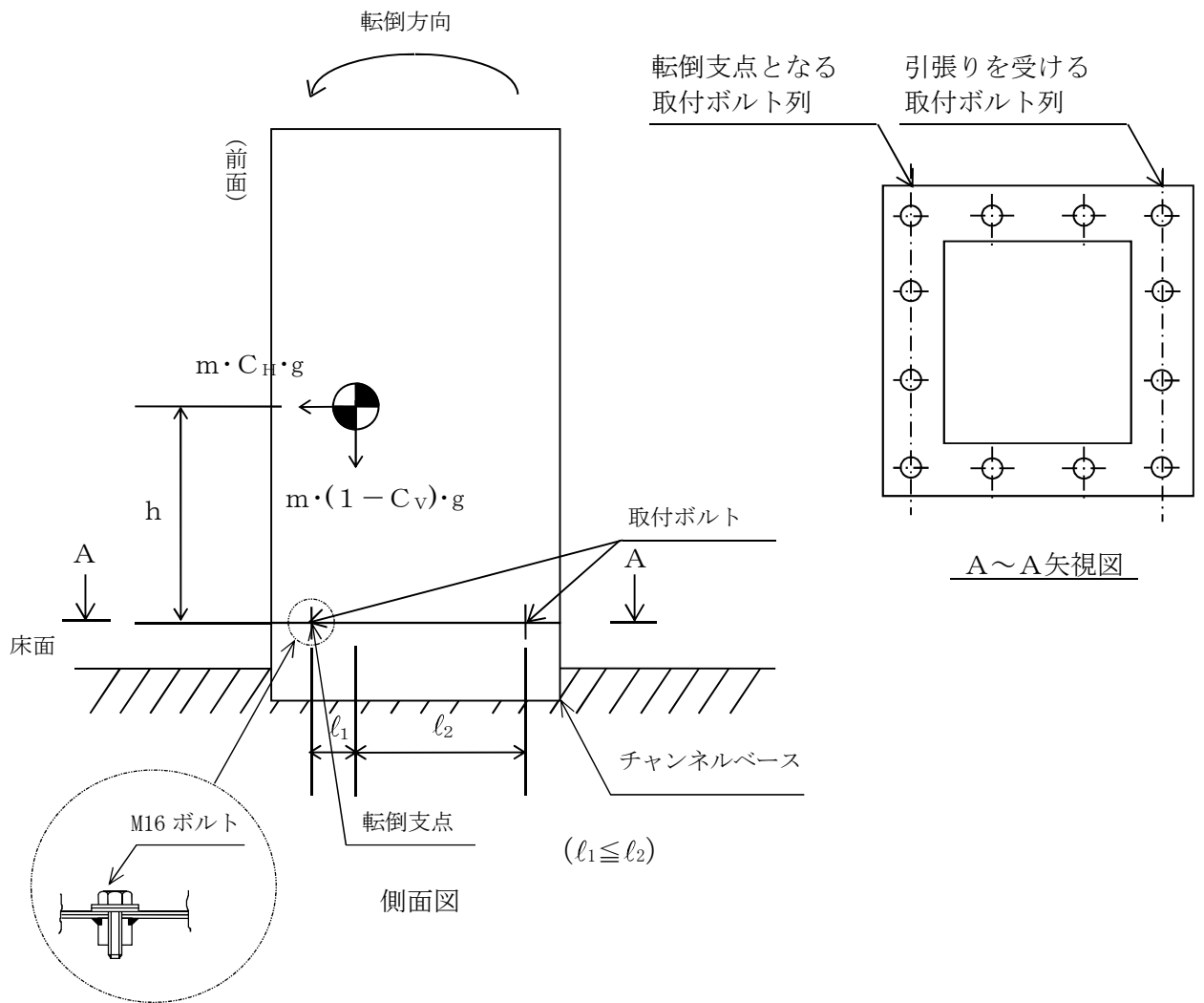


図2-1 計算モデル

(垂直自立形 短辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$  の場合)

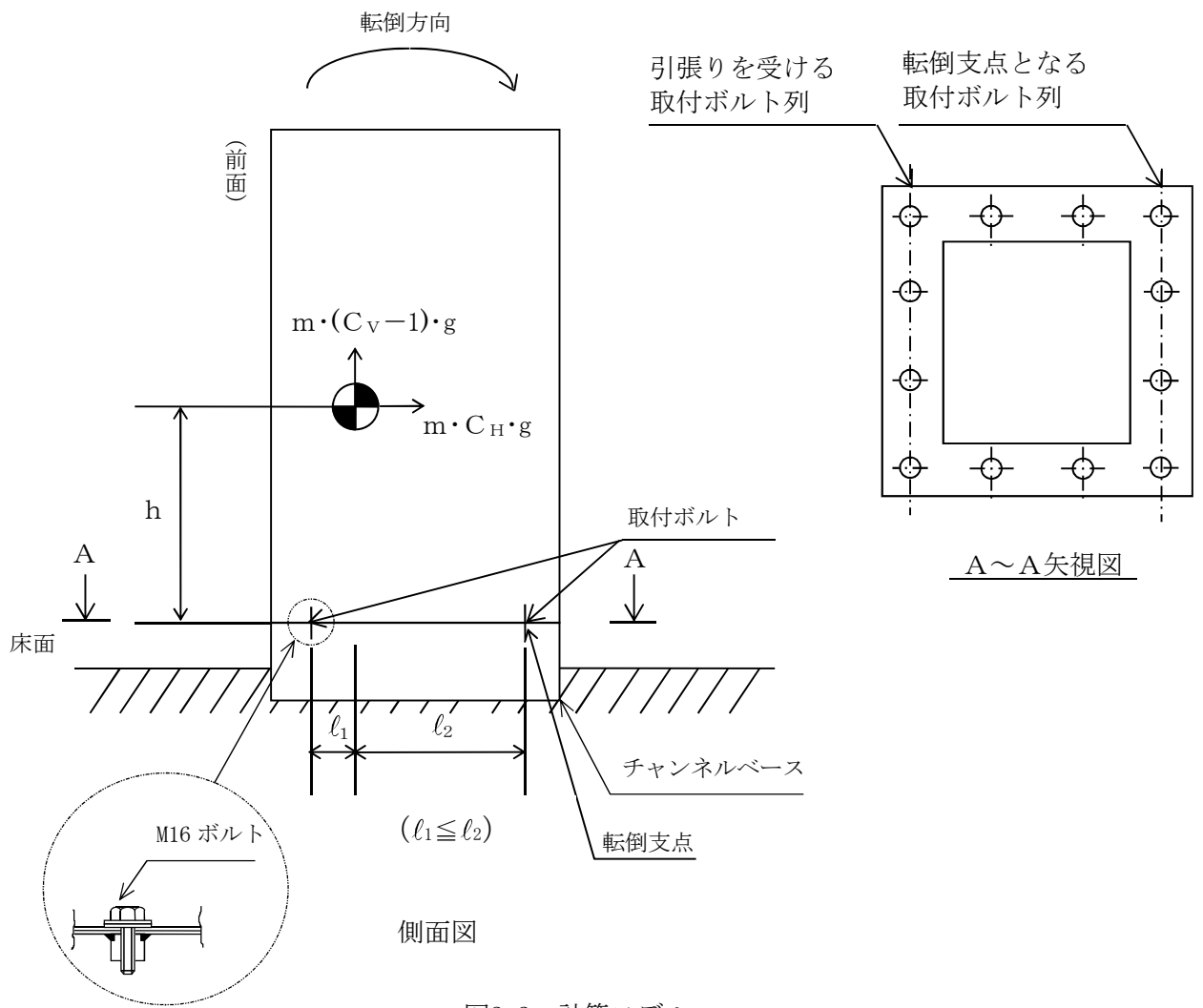


図2-2 計算モデル  
 (垂直自立形 短辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$  の場合)



(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、図 2-1、図 2-2 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。

引張力

計算モデル図 2-1 の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot l_1 \cdot g}{n_f \cdot (l_1 + l_2)} \dots\dots\dots (2.2.1)$$

計算モデル図 2-2 の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot l_2 \cdot g}{n_f \cdot (l_1 + l_2)} \dots\dots\dots (2.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.2.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積  $A_b$  は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.2.4)$$

ただし、 $F_b$  が負のときボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

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。

せん断力

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (2.2.6)$$

### 3. 評価方法

#### 3.1 応力の評価

##### 3.1.1 ボルトの応力評価

2.2.1項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_b$ は、次式より求めた許容引張応力 $f_{ts}$ 以下であること。せん断応力 $\tau_b$ は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b \quad \dots\dots\dots (3.1.1)$$

かつ、

$$f_{ts} \leq f_{to} \quad \dots\dots\dots (3.1.2)$$

ただし、 $f_{to}$ 及び $f_{sb}$ は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

#### 3.2 機能維持評価

##### 3.2.1 電氣的機能維持評価

「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動による応答加速度と電氣的機能確認済加速度との比較、あるいは解析による応力評価により、地震時又は地震後の電氣的機能維持を評価する。

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)		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	
L A N収納架 (S A)	C (S s)	緊急時対策所2階 EL 30.3	0.05以 下	0.05以 下	-	-	1.54	1.36	40

2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	$\phi_1$ (mm)		$\phi_2$ (mm)		$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	n	n f	
			弾性設計 地震動 $S_d$ 又は静的 震度	基準地震 動 $S_s$	弾性設計 地震動 $S_d$ 又は静的 震度	基準地震 動 $S_s$			弾性設計 地震動 $S_d$ 又は静的 震度	基準地震 動 $S_s$
取付ボルト	追而	追而	追而	追而	追而	追而	追而	追而	追而	追而

部材	$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)	F (MPa)	F (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用	基準地震動

								S <sub>s</sub>
取付ボルト	追而	追而	追而	追而	追而	追而	追而	追而

3 計算数値

ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	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>	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>
取付ボルト	追而	追而	追而	追而

4 結論

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 <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
取付ボルト	SS400	引張り	追而	追而	追而	追而
		せん断	追而	追而	追而	追而

すべて許容応力以下である。

4.2 電氣的機能維持の評価結果

評価対象設備	加振方向	基準地震動		詳細評価
		評価用加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	機能確認済加速度 (×9.8 m/s <sup>2</sup> )	
計測制御系統施設 その他	水平	1.28		—
	鉛直	1.14		—
	水平	1.28		
	鉛直	1.14		
	水平	1.28		
	鉛直	1.14		
	水平	1.28		
	鉛直	1.14		
	水平	1.28		
	鉛直	1.14		
	水平	1.28		
	鉛直	1.14		