

| | |
|-------------------|---------------------|
| 島根原子力発電所第2号機 審査資料 | |
| 資料番号 | NS2-添 2-004-11 改 02 |
| 提出年月日 | 2023 年 4 月 21 日 |

VI-2-4-4-1 燃料プール監視カメラ（S A）の耐震性についての計算書

S2 補 VI-2-4-4-1 R0

2023 年 4 月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

| | |
|-------------------------|----|
| 1. 燃料プール監視カメラ（SA） | 1 |
| 1.1 概要 | 1 |
| 1.2 一般事項 | 1 |
| 1.2.1 構造計画 | 1 |
| 1.2.2 評価方針 | 3 |
| 1.2.3 適用規格・基準等 | 4 |
| 1.2.4 記号の説明 | 5 |
| 1.2.5 計算精度と数値の丸め方 | 6 |
| 1.3 評価部位 | 7 |
| 1.4 固有周期 | 7 |
| 1.4.1 基本方針 | 7 |
| 1.4.2 固有周期の確認方法 | 7 |
| 1.4.3 固有周期の確認結果 | 7 |
| 1.5 構造強度評価 | 8 |
| 1.5.1 構造強度評価方法 | 8 |
| 1.5.2 荷重の組合せ及び許容応力 | 8 |
| 1.5.3 設計用地震力 | 12 |
| 1.5.4 計算方法 | 13 |
| 1.5.5 計算条件 | 15 |
| 1.5.6 応力の評価 | 16 |
| 1.6 機能維持評価 | 17 |
| 1.6.1 電氣的機能維持評価方法 | 17 |
| 1.7 評価結果 | 18 |
| 1.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 18 |

| | |
|-------------------------|----|
| 2. 燃料プール監視カメラ（SA）サポート | 22 |
| 2.1 概要 | 22 |
| 2.2 一般事項 | 22 |
| 2.2.1 構造計画 | 22 |
| 2.2.2 評価方針 | 24 |
| 2.2.3 適用規格・基準等 | 25 |
| 2.2.4 記号の説明 | 26 |
| 2.2.5 計算精度と数値の丸め方 | 27 |
| 2.3 評価部位 | 28 |
| 2.4 固有周期 | 28 |
| 2.4.1 基本方針 | 28 |
| 2.4.2 固有周期の確認方法 | 28 |
| 2.4.3 固有周期の確認結果 | 28 |
| 2.5 構造強度評価 | 29 |
| 2.5.1 構造強度評価方法 | 29 |
| 2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力 | 29 |
| 2.5.3 設計用地震力 | 33 |
| 2.5.4 計算方法 | 34 |
| 2.5.5 計算条件 | 36 |
| 2.5.6 応力の評価 | 37 |
| 2.6 評価結果 | 38 |
| 2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 38 |

| | |
|-------------------------|----|
| 3. 監視カメラ制御盤（中央制御室） | 42 |
| 3.1 概要 | 42 |
| 3.2 一般事項 | 42 |
| 3.2.1 構造計画 | 42 |
| 3.3 固有周期 | 44 |
| 3.3.1 固有周期の確認 | 44 |
| 3.4 構造強度評価 | 45 |
| 3.4.1 構造強度評価方法 | 45 |
| 3.4.2 荷重の組合せ及び許容応力 | 45 |
| 3.4.3 計算条件 | 45 |
| 3.5 機能維持評価 | 49 |
| 3.5.1 電氣的機能維持評価方法 | 49 |
| 3.6 評価結果 | 50 |
| 3.6.1 設計基準対象施設としての評価結果 | 50 |
| 3.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果 | 50 |

| | |
|-------------------------|----|
| 4. 表示（監視モニタ）（緊急時対策所） | 56 |
| 4.1 概要 | 56 |
| 4.2 一般事項 | 56 |
| 4.2.1 構造計画 | 56 |
| 4.2.2 評価方針 | 58 |
| 4.2.3 適用規格・基準等 | 59 |
| 4.2.4 記号の説明 | 60 |
| 4.2.5 計算精度と数値の丸め方 | 61 |
| 4.3 評価部位 | 62 |
| 4.4 固有周期 | 62 |
| 4.4.1 基本方針 | 62 |
| 4.4.2 固有周期の確認方法 | 62 |
| 4.4.3 固有周期の確認結果 | 62 |
| 4.5 構造強度評価 | 63 |
| 4.5.1 構造強度評価方法 | 63 |
| 4.5.2 荷重の組合せ及び許容応力 | 63 |
| 4.5.3 設計用地震力 | 67 |
| 4.5.4 計算方法 | 68 |
| 4.5.5 計算条件 | 70 |
| 4.5.6 応力の評価 | 71 |
| 4.6 機能維持評価 | 72 |
| 4.6.1 電氣的機能維持評価方法 | 72 |
| 4.7 評価結果 | 73 |
| 4.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果 | 73 |

1. 燃料プール監視カメラ（SA）

1.1 概要

本計算書は、VI-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、燃料プール監視カメラ（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

燃料プール監視カメラ（SA）は、重大事故等対処設備においては、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

燃料プール監視カメラ（SA）の構造計画を表1-1に示す。

表 1-1 構造計画

| 計画の概要 | | 概略構造図 |
|---|--------|-------|
| 基礎・支持構造 | 主体構造 | |
| 燃料プール監視カメラ (SA)は、取付ボルト にてサポート鋼材に設置 する。 | 赤外線カメラ | |

1.2.2 評価方針

燃料プール監視カメラ（SA）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「1.2.1 構造計画」にて示す燃料プール監視カメラ（SA）の部位を踏まえ「1.3 評価部位」にて設定する箇所において、「1.4 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「1.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、燃料プール監視カメラ（SA）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「1.6 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「1.7 評価結果」に示す。

燃料プール監視カメラ（SA）の耐震評価フローを図1-1に示す。

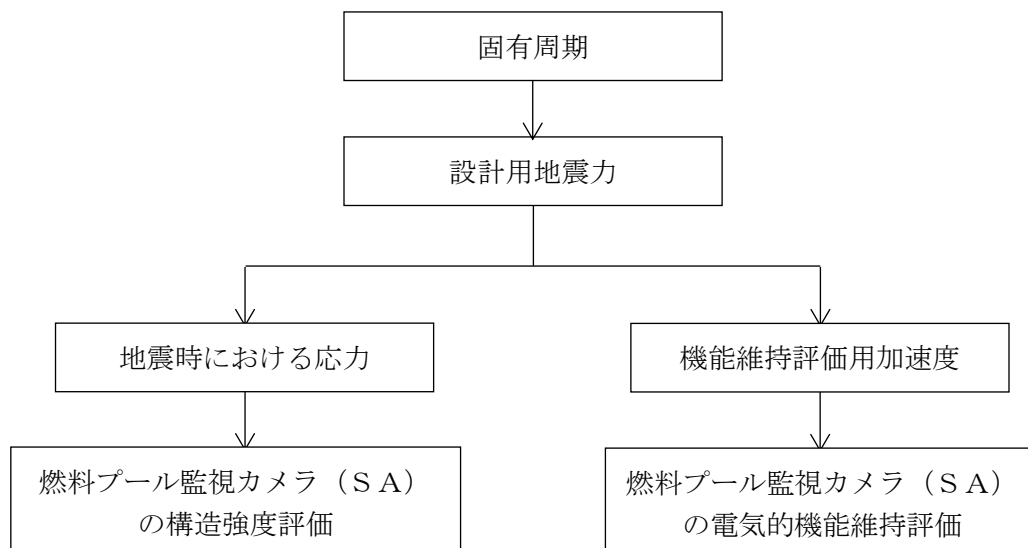


図1-1 燃料プール監視カメラ（SA）の耐震評価フロー

1.2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・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 -1987 ((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)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

1.2.4 記号の説明

| 記号 | 記号の説明 | 単位 |
|---------------|--|----------------|
| A_{b2} | ボルトの軸断面積 | mm^2 |
| C_H | 水平方向設計震度 | — |
| C_V | 鉛直方向設計震度 | — |
| d_2 | ボルトの呼び径 | mm |
| F_2 | 設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値 | MPa |
| F_2^* | 設計・建設規格 SSB-3133 に定める値 | MPa |
| F_{b2} | ボルトに作用する引張力 (1 本あたり) | N |
| f_{sb2} | せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 | MPa |
| f_{to2} | 引張力のみを受けるボルトの許容引張応力 | MPa |
| f_{ts2} | 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 (許容組合せ応力) | MPa |
| g | 重力加速度 (=9.80665) | m/s^2 |
| h_2 | 据付面又は取付面から重心までの距離 | mm |
| l_{12} | 重心とボルト間の水平方向距離* | mm |
| l_{22} | 重心とボルト間の水平方向距離* | mm |
| m_2 | 燃料プール監視カメラ (SA) の質量 | kg |
| n_2 | ボルトの本数 | — |
| n_{f2} | 評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 | — |
| Q_{b2} | ボルトに作用するせん断力 | N |
| S_{u2} | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値 | MPa |
| S_{y2} | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値 | MPa |
| $S_{y2}(RT)$ | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40°Cにおける値 | MPa |
| π | 円周率 | — |
| σ_{b2} | ボルトに生じる引張応力 | MPa |
| τ_{b2} | ボルトに生じるせん断応力 | MPa |

注記* : $l_{12} \leq l_{22}$

1.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 1-2 に示すとおりである。

表 1-2 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 |
|--------------------|-----------------|------------|------|------------------------|
| 固有周期 | s | 小数点以下第 4 位 | 四捨五入 | 小数点以下第 3 位 |
| 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 | mm | — | — | 整数位* ¹ |
| 面積 | mm ² | 有効数字 5 桁目 | 四捨五入 | 有効数字 4 桁* ² |
| 力 | N | 有効数字 5 桁目 | 四捨五入 | 有効数字 4 桁* ² |
| 算出応力 | MPa | 小数点以下第 1 位 | 切上げ | 整数位 |
| 許容応力* ³ | 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：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：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引張強さ及び降伏点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。

1.3 評価部位

燃料プール監視カメラ（S A）の耐震評価は、「1.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる取付ボルトについて実施する。

燃料プール監視カメラ（S A）の耐震評価部位については、表 1-1 の概略構造図に示す。

1.4 固有周期

1.4.1 基本方針

燃料プール監視カメラ（S A）の固有周期は、振動試験（加振試験）にて求める。

1.4.2 固有周期の確認方法

サポート鋼材を含む設備一式での正弦波掃引試験により固有周期を確認する。燃料プール監視カメラ（S A）の外形図を表 1-1 の概略構造図に示す。

1.4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 1-3 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 1-3 固有周期 (単位：s)

| | |
|----|--|
| 水平 | |
| 鉛直 | |

1.5 構造強度評価

1.5.1 構造強度評価方法

- (1) 燃料プール監視カメラ（SA）の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は燃料プール監視カメラ（SA）に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 燃料プール監視カメラ（SA）は取付ボルトでサポート鋼材に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 燃料プール監視カメラ（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。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

1.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

1.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

燃料プール監視カメラ（SA）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 1-4 に示す。

1.5.2.2 許容応力

燃料プール監視カメラ（SA）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 1-5 のとおりとする。

1.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

燃料プール監視カメラ（SA）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 1-6 に示す。

表 1-4 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 |
|--------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|--------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 核燃料物質の 取扱施設及び 貯蔵施設 | その他の核燃 料物質の取扱 施設及び貯蔵 施設 | 燃料プール監視カメラ（SA） | 常設／防止 常設／緩和 | —*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」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*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。

表 1-5 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 | せん断 |
| IVAS | 1.5・f _t * 1.5・f _s * | 1.5・f _s * |
| VAS (VASとしてIVAS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 1-6 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 (R T) (MPa) |
|-------|----------------------|--------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 取付ボルト | <input type="text"/> | 周囲環境温度 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

1.5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 1-7 に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 1-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

| 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 | |
|---|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------|--------------------|--------------------|
| | 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 |
| 原子炉建物 EL <input type="text"/> *1 (EL <input type="text"/> *1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | $C_H = \text{}^*2$ | $C_V = \text{}^*2$ |

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（基準地震動 S_s ）を上回る設計震度

1.5.4 計算方法

1.5.4.1 応力の計算方法

1.5.4.1.1 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，地震による震度により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。

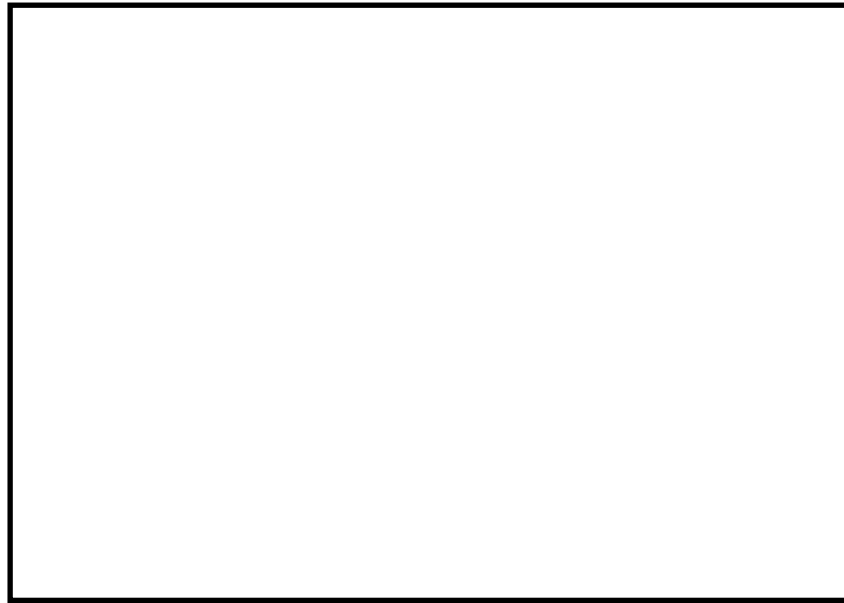


図1-2 計算モデル（短辺方向転倒）

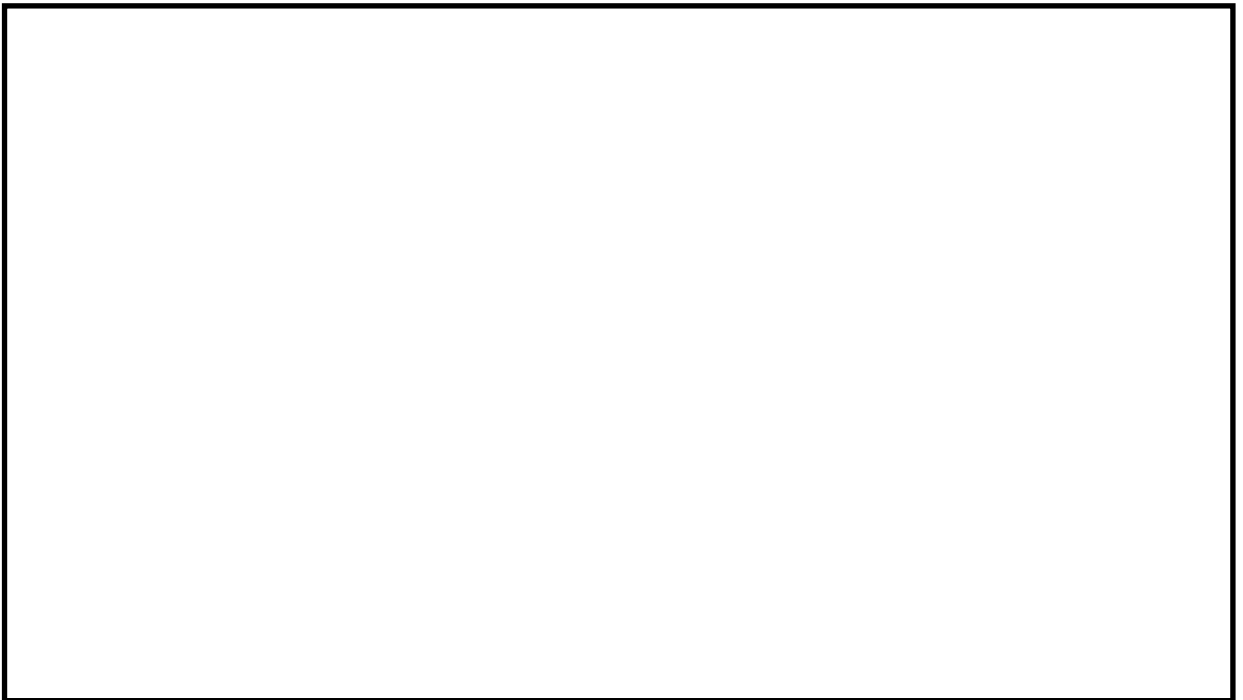


図1-3 計算モデル（長辺方向転倒）

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図1-2及び図1-3でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b2} \text{ (短辺)} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g + m_2 \cdot (C_V - 1) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{22} - l_{12})} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.1)$$

$$F_{b2} \text{ (長辺)} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g + m_2 \cdot (C_V + 1) \cdot l_{12} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{22} - l_{12})} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.3)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_{b2} は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.4)$$

(2) せん断応力

取付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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.6)$$

1.5.5 計算条件

1.5.5.1 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【燃料プール監視カメラ（S A）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

1.5.6 応力の評価

1.5.6.1 ボルトの応力評価

1.5.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_{b2} は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts2} 以下であること。ただし、 f_{to2} は下表による。

$$f_{ts2} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to2} - 1.6 \cdot \tau_{b2}, f_{to2}] \quad \dots\dots\dots (1.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{b2} は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb2} 以下であること。ただし、 f_{sb2} は下表による。

| | |
|----------------------|--|
| | 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_{to2} | $\frac{F_2^*}{2} \cdot 1.5$ |
| 許容せん断応力 f_{sb2} | $\frac{F_2^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$ |

1.6 機能維持評価

1.6.1 電氣的機能維持評価方法

燃料プール監視カメラ（S A）の電氣的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度はVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

燃料プール監視カメラ（S A）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 1-8 に示す。

表 1-8 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

| 機器名称 | 方向 | 機能確認済加速度 |
|-----------------|----|----------------------|
| 燃料プール監視カメラ（S A） | 水平 | <input type="text"/> |
| | 鉛直 | <input type="text"/> |

1.7 評価結果

1.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

燃料プール監視カメラ（S A）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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(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。

【燃料プール監視カメラ (SA) の耐震性についての計算結果】

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 | |
| 燃料プール監視カメラ (SA) | 常設/防止 常設/緩和 | 原子炉建物 EL <input type="text"/> *1 (EL <input type="text"/> *1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | C _H = <input type="text"/> *2 | C _V = <input type="text"/> *2 | <input type="text"/> |

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

| 部材 | m ₂ (kg) | h ₂ (mm) | d ₂ (mm) | A _{b2} (mm ²) | n ₂ | S _{y2} (MPa) | S _{u2} (MPa) | S _{y2} (RT) (MPa) |
|-------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 取付ボルト | <input type="text"/> | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

| 部材 | l ₁₂ *2 (mm) | l ₂₂ *2 (mm) | n _{f2} *2 | F ₂ (MPa) | F ₂ * (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 |
| 取付ボルト | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> | — | 長辺方向 |
| | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | | | | |

注記*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は長辺方向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 _{b2} | | Q _{b2} | |
|-------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| | 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 |
| 取付ボルト | — | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> |

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 |
| 取付ボルト | <input type="text"/> | 引張 | — | — | $\sigma_{b2} = $ <input type="text"/> | $f_{ts2} = $ <input type="text"/> * |
| | | せん断 | — | — | $\tau_{b2} = $ <input type="text"/> | $f_{sb2} = $ <input type="text"/> |

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts2} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to2} - 1.6 \cdot \tau_{b2}, f_{to2}]$

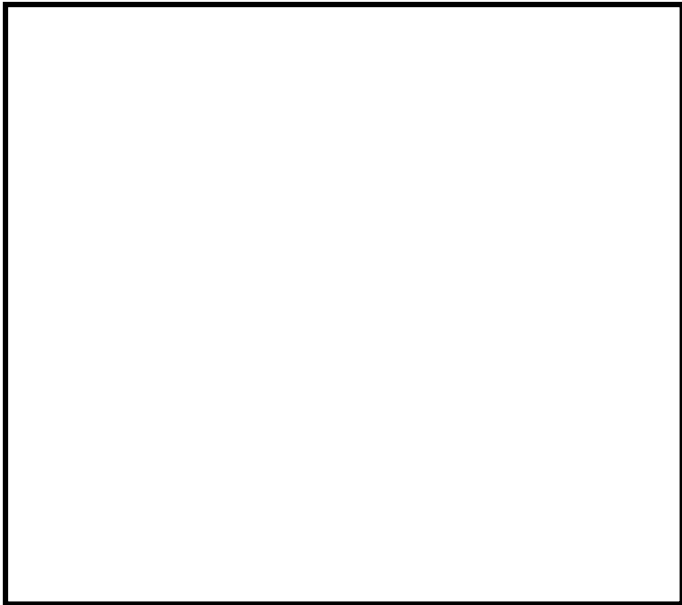
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

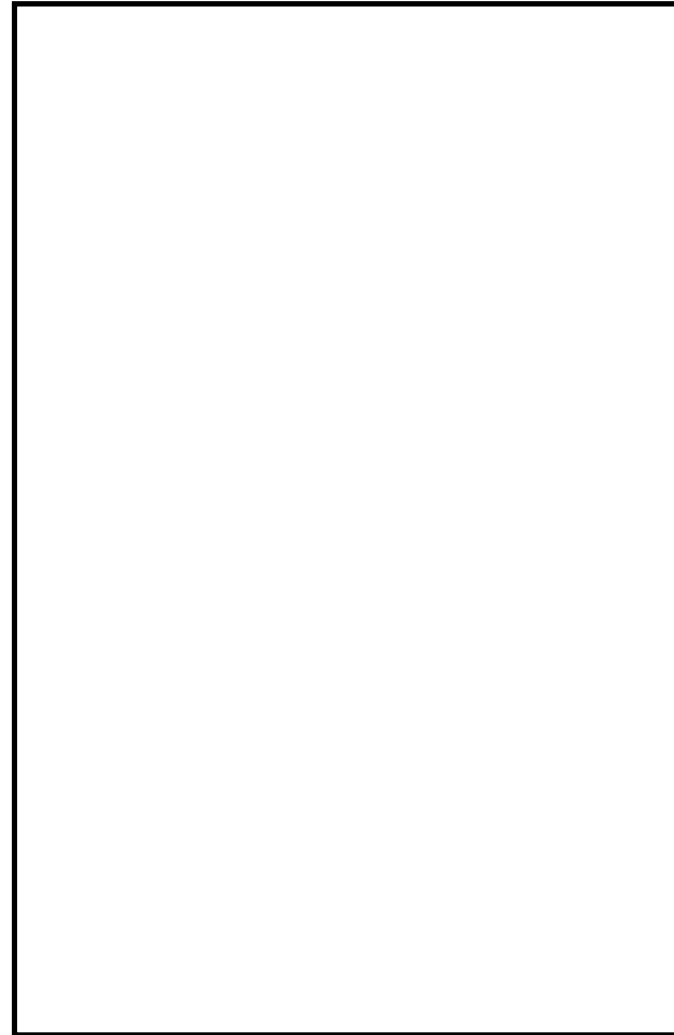
| | | 機能維持評価用加速度* | 機能確認済加速度 |
|-----------------|------|----------------------|----------------------|
| 燃料プール監視カメラ (SA) | 水平方向 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | 鉛直方向 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)



側面
(長辺方向)



2. 燃料プール監視カメラ（S A）サポート

2.1 概要

燃料プール監視カメラ（S A）サポートは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

燃料プール監視カメラ（S A）サポートの構造計画を表 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 | |
| 燃料プール監視カメラ (SA) サポートは、基礎ボルトにて壁に設置する。 | 支持構造物 | |

2.2.2 評価方針

燃料プール監視カメラ（S A）サポートの応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.2.1 構造計画」にて示す燃料プール監視カメラ（S A）サポートの部位を踏まえ「2.3 評価部位」にて設定する箇所において、「2.4 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「2.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「2.6 評価結果」に示す。

燃料プール監視カメラ（S A）サポートの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

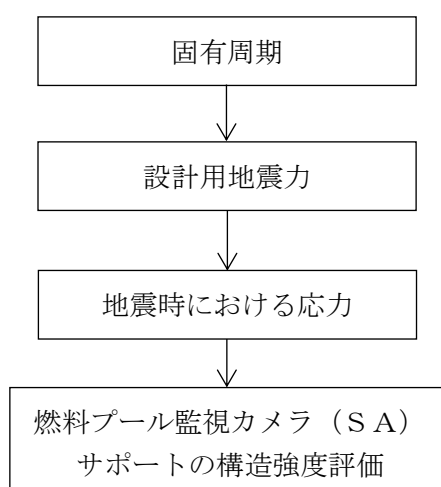


図 2-1 燃料プール監視カメラ（S A）サポートの耐震評価フロー

2.2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・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 -1987（（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）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.2.4 記号の説明

| 記号 | 記号の説明 | 単位 |
|---------------|---|----------------|
| A_{b1} | ボルトの軸断面積 | mm^2 |
| C_H | 水平方向設計震度 | — |
| C_V | 鉛直方向設計震度 | — |
| d_1 | ボルトの呼び径 | mm |
| F_1 | 設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値 | MPa |
| F_1^* | 設計・建設規格 SSB-3133 に定める値 | MPa |
| F_{b1} | ボルトに作用する引張力 (1 本当たり) | N |
| F_{b11} | 鉛直方向地震及び壁取付機器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_{b21} | 鉛直方向地震及び壁取付機器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 |
| f_{sb1} | せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 | MPa |
| f_{to1} | 引張力のみを受けるボルトの許容引張応力 | MPa |
| f_{ts1} | 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 (許容組合せ応力) | MPa |
| g | 重力加速度 (=9.80665) | m/s^2 |
| h_1 | 据付面又は取付面から重心までの距離 | mm |
| l_{11} | 重心と下側ボルト間の鉛直方向距離 | mm |
| l_{21} | 上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離 | mm |
| l_{31} | 左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離 | mm |
| m_1 | 燃料プール監視カメラ (SA) サポート (カメラ本体含む) の質量 | kg |
| n_1 | ボルトの本数 | — |
| n_{fv1} | 評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (前後方向) | — |
| n_{fH1} | 評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (左右方向) | — |
| Q_{b1} | ボルトに作用するせん断力 | N |
| Q_{b11} | 水平方向地震によりボルトに作用するせん断力 | N |
| Q_{b21} | 鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力 | N |
| S_{u1} | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値 | MPa |
| S_{y1} | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値 | MPa |
| $S_{y1}(RT)$ | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40°Cにおける値 | MPa |
| π | 円周率 | — |
| σ_{b1} | ボルトに生じる引張応力 | MPa |
| τ_{b1} | ボルトに生じるせん断応力 | MPa |

2.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 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 |
|--------|-----------------|------------|------|------------|
| 固有周期 | s | 小数点以下第 4 位 | 四捨五入 | 小数点以下第 3 位 |
| 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 | mm | — | — | 整数位*1 |
| 面積 | mm ² | 有効数字 5 桁目 | 四捨五入 | 有効数字 4 桁*2 |
| 力 | N | 有効数字 5 桁目 | 四捨五入 | 有効数字 4 桁*2 |
| 算出応力 | MPa | 小数点以下第 1 位 | 切上げ | 整数位 |
| 許容応力*3 | 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：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：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引張強さ及び降伏点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。

2.3 評価部位

燃料プール監視カメラ（S A）サポートの耐震評価は、「2.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトについて実施する。

燃料プール監視カメラ（S A）サポートの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

2.4 固有周期

2.4.1 基本方針

燃料プール監視カメラ（S A）サポートの固有周期は、振動試験（加振試験）にて求める。

2.4.2 固有周期の確認方法

設備一式での正弦波掃引試験により固有周期を確認する。燃料プール監視カメラ（S A）サポートの外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

2.4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 2-3 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 2-3 固有周期 (単位：s)

| | |
|----|--|
| 水平 | |
| 鉛直 | |

2.5 構造強度評価

2.5.1 構造強度評価方法

- (1) 燃料プール監視カメラ（SA）サポートの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は燃料プール監視カメラ（SA）サポートに対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 燃料プール監視カメラ（SA）サポートは基礎ボルトで壁に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 燃料プール監視カメラ（SA）サポート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。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

燃料プール監視カメラ（SA）サポート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 2-4 に示す。

2.5.2.2 許容応力

燃料プール監視カメラ（SA）サポートの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5 のとおりとする。

2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

燃料プール監視カメラ（SA）サポート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 2-6 に示す。

表 2-4 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 |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------|--------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 核燃料物質の 取扱施設及び 貯蔵施設 | その他の核燃 料物質の取扱 施設及び貯蔵 施設 | 燃料プール監視カメラ（SA） サポート | 常設／防止 常設／緩和 | —*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」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*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。

表 2-5 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 | せん断 |
| IVAS | 1.5・f _t * | 1.5・f _s * |
| VAS (VASとしてIVAS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 2-6 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 (R T) (MPa) |
|-------|----|--------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 基礎ボルト | | 周囲環境温度 | | | | — |

2.5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 2-7 に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 2-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

| 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 | |
|---|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | 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 |
| 原子炉建物 EL <input type="text"/> *1 (EL <input type="text"/> *1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | $C_H =$ <input type="text"/> *2 | $C_V =$ <input type="text"/> *2 |

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（基準地震動 S_s ）を上回る設計震度

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により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2-2 計算モデル（左右方向転倒）

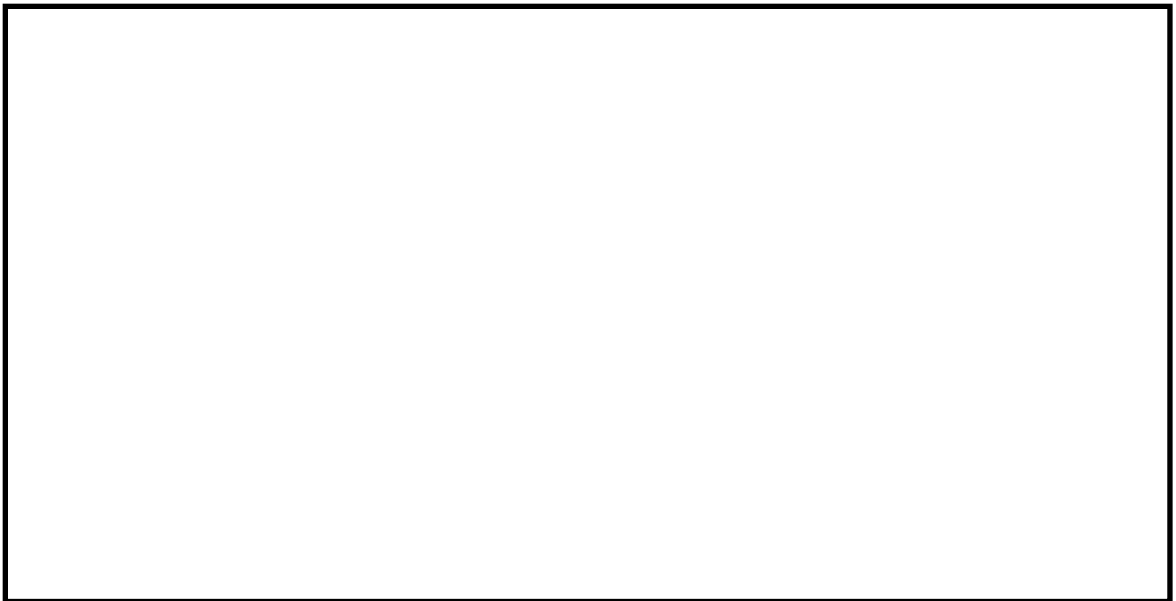


図2-3 計算モデル（前後方向転倒）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図2-2及び図2-3でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b11} = \frac{m_1 \cdot (1 + C_V) \cdot h_1 \cdot g}{n_{fV1} \cdot l_{21}} + \frac{m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g}{n_{fH1} \cdot l_{31}} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.1)$$

$$F_{b21} = \frac{m_1 \cdot (1 + C_V) \cdot h_1 \cdot g + m_1 \cdot C_H \cdot l_{11} \cdot g}{n_{fV1} \cdot l_{21}} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_{b1} は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.5)$$

(2) せん断応力

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。

せん断力

$$Q_{b11} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b21} = m_1 \cdot (1 + C_V) \cdot g \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.7)$$

$$Q_{b1} = \sqrt{(Q_{b11})^2 + (Q_{b21})^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.9)$$

2.5.5 計算条件

2.5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【燃料プール監視カメラ (S A) サポートの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

2.5.6 応力の評価

2.5.6.1 ボルトの応力評価

2.5.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_{b1} は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts1} 以下であること。ただし、 f_{to1} は下表による。

$$f_{ts1} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to1} - 1.6 \cdot \tau_{b1}, f_{to1}] \quad \dots\dots\dots (2.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{b1} は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb1} 以下であること。ただし、 f_{sb1} は下表による。

| | |
|----------------------|--|
| | 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_{to1} | $\frac{F_1^*}{2} \cdot 1.5$ |
| 許容せん断応力 f_{sb1} | $\frac{F_1^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$ |

2.6 評価結果

2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

燃料プール監視カメラ（S A）サポート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。

【燃料プール監視カメラ (SA) サポートの耐震性についての計算結果】

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 | |
| 燃料プール監視カメラ (SA) サポート | 常設/防止 常設/緩和 | 原子炉建物 EL <input type="text"/> *1 (EL <input type="text"/> *1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | C _H = <input type="text"/> *2 | C _V = <input type="text"/> *2 | <input type="text"/> |

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

| 部材 | m ₁ (kg) | h ₁ (mm) | d ₁ (mm) | A _{b1} (mm ²) | n ₁ | S _{y1} (MPa) | S _{u1} (MPa) |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 基礎ボルト | <input type="text"/> | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

| 部材 | l ₁₁ *2 (mm) | l ₂₁ *2 (mm) | l ₃₁ *2 (mm) | n _{fv1} *2 | n _{fh1} *2 | F ₁ (MPa) | F ₁ * (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 | — | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> | — | 前後方向 |
| | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> | — | | | | |

注記*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2: 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、

下段は前後方向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 _{b1} | | Q _{b1} | |
|-------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| | 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 | — | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> |

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

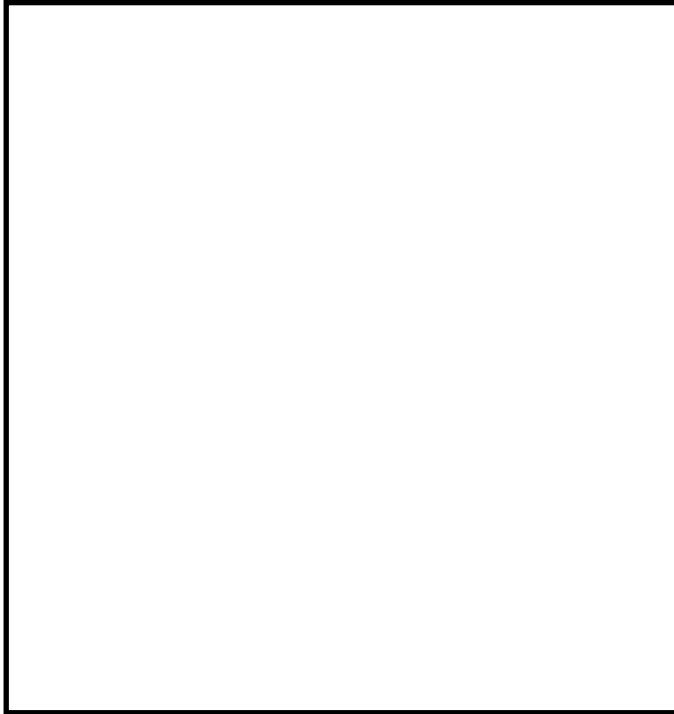
(単位：MPa)

| 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 | <input type="text"/> | 引張 | — | — | $\sigma_{b1} = $ <input type="text"/> | $f_{ts1} = $ <input type="text"/> * |
| | | せん断 | — | — | $\tau_{b1} = $ <input type="text"/> | $f_{sb1} = $ <input type="text"/> |

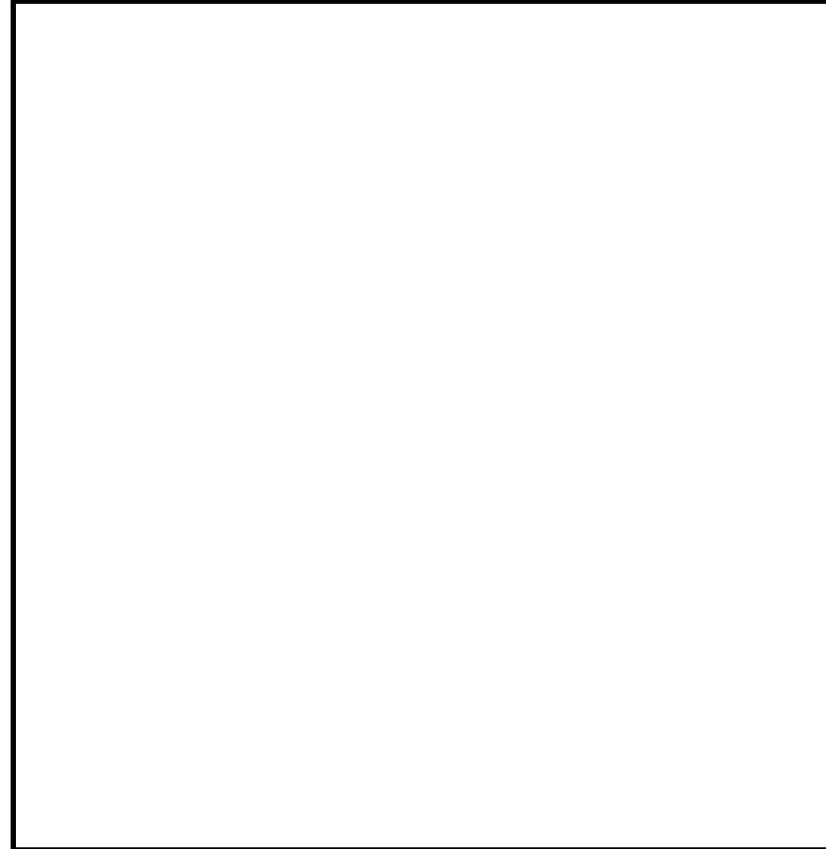
すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts1} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to1} - 1.6 \cdot \tau_{b1}, f_{to1}]$

正面
(左右方向)



側面
(前後方向)



3. 監視カメラ制御盤（中央制御室）

3.1 概要

本計算書は、VI-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、監視カメラ制御盤（中央制御室）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

監視カメラ制御盤（中央制御室）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び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。

なお、監視カメラ制御盤（中央制御室）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

3.2 一般事項

3.2.1 構造計画

監視カメラ制御盤（中央制御室）の構造計画を表3-1に示す。

表 3-1 構造計画

| 計画の概要 | | 概略構造図 |
|---|-------------------------------|-------|
| 基礎・支持構造 | 主体構造 | |
| 監視カメラ制御盤（中央制御室）は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に設置する。 | 直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立開放型の盤） | |

3.3 固有周期

3.3.1 固有周期の確認

監視カメラ制御盤（中央制御室）の固有周期は、設備一式での正弦波掃引試験により確認する。試験の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-2に示す。

表 3-2 固有周期 (単位：s)

| | | |
|---------------------|----|--|
| 監視カメラ制御盤 (中央制御室) | 水平 | |
| | 鉛直 | |

3.4 構造強度評価

3.4.1 構造強度評価方法

監視カメラ制御盤（中央制御室）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤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行う。

3.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

監視カメラ制御盤（中央制御室）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-3 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-4 に示す。

3.4.2.2 許容応力

監視カメラ制御盤（中央制御室）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-5 のとおりとする。

3.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

監視カメラ制御盤（中央制御室）の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-6 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-7 に示す。

3.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【監視カメラ制御盤（中央制御室）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-3 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 | 耐震重要度分類 | 機器等の区分 | 荷重の組合せ | 許容応力状態 |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------|--------|-----------------------|------------------|
| 核燃料物質 の取扱施設 及び 貯蔵施設 | その他の核 燃料物質の 取扱施設及 び貯蔵施設 | 監視カメラ制御盤 (中央制御室) | S | —* | $D + P_D + M_D + S_s$ | Ⅲ _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を適用する。

表 3-4 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 |
|------------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------|---|
| 核燃料物質 の取扱施設 及び 貯蔵施設 | その他の核 燃料物質の 取扱施設及 び貯蔵施設 | 監視カメラ制御盤 (中央制御室) | 常設／防止 常設／緩和 | —* ² | $D + P_D + M_D + S_s$ * ³ | Ⅳ _A S |
| | | | | | $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ | V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。) |

注記*¹：「常設／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*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。

表 3-5 許容応力（その他の支持構造物及び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 | せん断 |
| Ⅲ _A S | $1.5 \cdot f_t$ | $1.5 \cdot f_s$ |
| Ⅳ _A S | $1.5 \cdot f_t^*$ | $1.5 \cdot f_s^*$ |
| 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 3-6 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

| 評価部材 | 材料 | 温度条件 (°C) | | S _y (MPa) | S _u (MPa) | S _y (R T) (MPa) |
|-------|----|--------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| | | | | | | |
| 基礎ボルト | | 周囲環境温度 | | | | — |
| 取付ボルト | | 周囲環境温度 | | | | — |

表 3-7 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 (R T) (MPa) |
|-------|----|--------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| | | | | | | |
| 基礎ボルト | | 周囲環境温度 | | | | — |
| 取付ボルト | | 周囲環境温度 | | | | — |

3.5 機能維持評価

3.5.1 電氣的機能維持評価方法

監視カメラ制御盤（中央制御室）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤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行う。

監視カメラ制御盤（中央制御室）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 3-8 に示す。

表 3-8 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

| 機器名称 | 方向 | 機能確認済加速度 |
|-----------------|----|----------------------|
| 監視カメラ制御盤（中央制御室） | 水平 | <input type="text"/> |
| | 鉛直 | <input type="text"/> |

3.6 評価結果

3.6.1 設計基準対象施設としての評価結果

監視カメラ制御盤（中央制御室）の設計基準対象施設として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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(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。

3.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

監視カメラ制御盤（中央制御室）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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(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。

【監視カメラ制御盤（中央制御室）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

| 機器名称 | 耐震重要度分類 | 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 | |
| 監視カメラ制御盤 (中央制御室) | S | 制御室建物 E _l <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | C _H = <input type="text"/> *2 | C _V = <input type="text"/> *2 | <input type="text"/> |

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

| 部材 | m _i (kg) | h _i (mm) | d _i (mm) | A _{b i} (mm ²) | n _i | S _{y i} (MPa) | S _{u i} (MPa) |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 基礎ボルト (i=1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 取付ボルト (i=2) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

| 部材 | l _{1 i} * (mm) | l _{2 i} * (mm) | n _{f i} * | F _i (MPa) | F _i * (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 (i=1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | 短辺方向 |
| | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | | | |
| 取付ボルト (i=2) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | 短辺方向 |
| | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | | | |

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向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 i} | | Q _{b i} | |
|-------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| | 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 (i=1) | — | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> |
| 取付ボルト (i=2) | — | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> |

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 (i=1) | <input type="text"/> | 引張 | — | — | $\sigma_{b1} = $ <input type="text"/> | $f_{ts1} = $ <input type="text"/> * |
| | | せん断 | — | — | $\tau_{b1} = $ <input type="text"/> | $f_{sb1} = $ <input type="text"/> |
| 取付ボルト (i=2) | <input type="text"/> | 引張 | — | — | $\sigma_{b2} = $ <input type="text"/> | $f_{ts2} = $ <input type="text"/> * |
| | | せん断 | — | — | $\tau_{b2} = $ <input type="text"/> | $f_{sb2} = $ <input type="text"/> |

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

| | | 機能維持評価用加速度* | 機能確認済加速度 |
|------------------|------|----------------------|----------------------|
| 監視カメラ制御盤 (中央制御室) | 水平方向 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | 鉛直方向 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 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 | |
| 監視カメラ制御盤 (中央制御室) | 常設/防止 常設/緩和 | 制御室建物 E _i <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | C _H = <input type="text"/> *2 | C _V = <input type="text"/> *2 | <input type="text"/> |

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

2.2 機器要目

| 部材 | m _i (kg) | h _i (mm) | d _i (mm) | A _{b i} (mm ²) | n _i | S _{y i} (MPa) | S _{u i} (MPa) |
|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 基礎ボルト (i=1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| 取付ボルト (i=2) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

| 部材 | ℓ _{1 i} * (mm) | ℓ _{2 i} * (mm) | n _{f i} * (mm) | F _i (MPa) | F _i * (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 (i=1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> | — | 短辺方向 |
| | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | | | |
| 取付ボルト (i=2) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> | — | 短辺方向 |
| | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | | | | |

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

| 部材 | F _{b i} | | Q _{b i} | |
|----------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
| | 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 (i=1) | — | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> |
| 取付ボルト (i=2) | — | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> |

2.4 結論

2.4.1 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 (i=1) | <input type="text"/> | 引張 | — | — | $\sigma_{b1} = $ <input type="text"/> | $f_{ts1} = $ <input type="text"/> * |
| | | せん断 | — | — | $\tau_{b1} = $ <input type="text"/> | $f_{sb1} = $ <input type="text"/> |
| 取付ボルト (i=2) | <input type="text"/> | 引張 | — | — | $\sigma_{b2} = $ <input type="text"/> | $f_{ts2} = $ <input type="text"/> * |
| | | せん断 | — | — | $\tau_{b2} = $ <input type="text"/> | $f_{sb2} = $ <input type="text"/> |

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

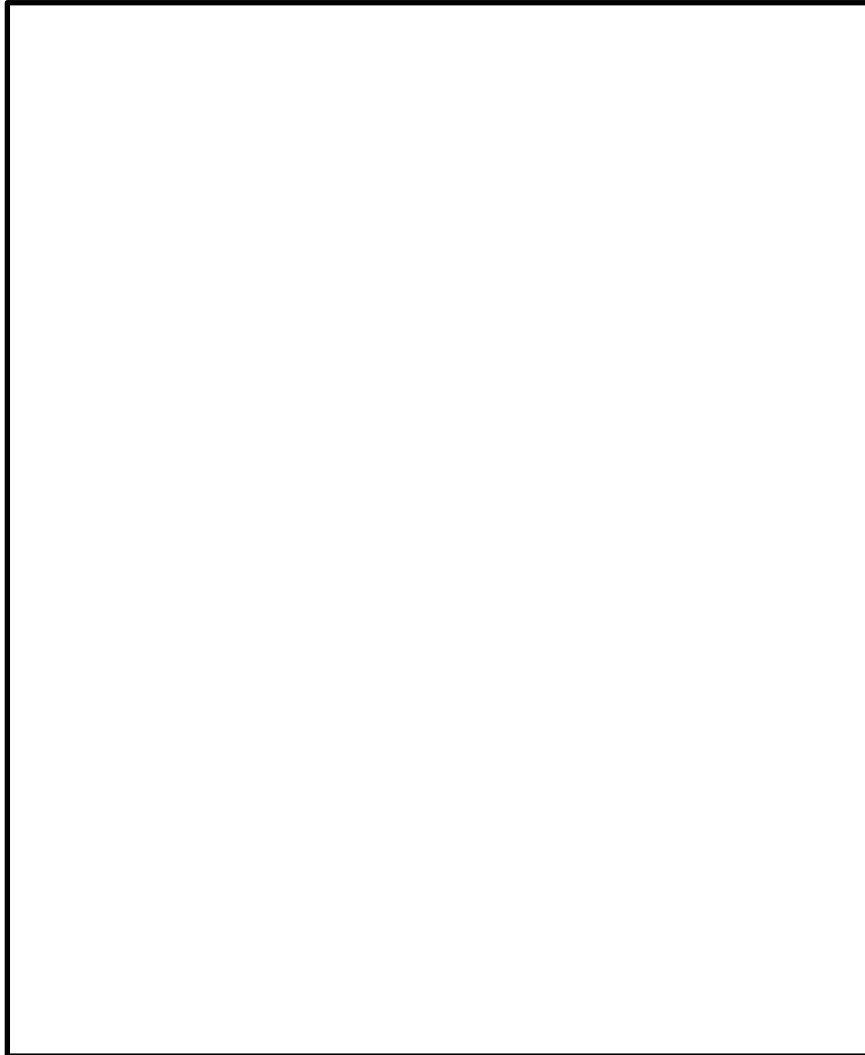
| | | 機能維持評価用加速度* | 機能確認済加速度 |
|---------------------|------|----------------------|----------------------|
| 監視カメラ制御盤 (中央制御室) | 水平方向 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | 鉛直方向 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

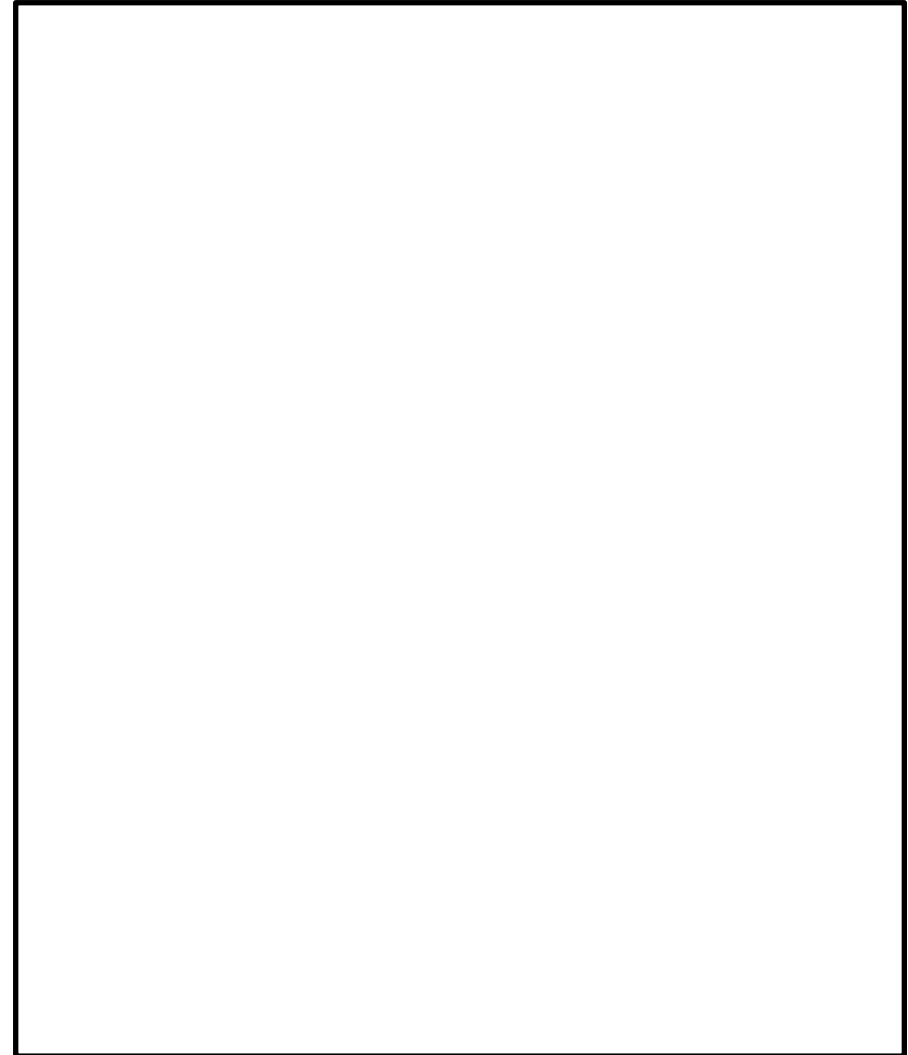
正面
(長辺方向)

側面
(短辺方向)



正面
(長辺方向)

側面
(短辺方向)



4. 表示（監視モニタ）（緊急時対策所）

4.1 概要

本計算書は、VI-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、表示（監視モニタ）（緊急時対策所）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）は、重大事故等対処設備においては、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

4.2 一般事項

4.2.1 構造計画

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の構造計画を表4-1に示す。

表 4-1 構造計画

| 計画の概要 | | 概略構造図 |
|--|---------------|-------|
| 基礎・支持構造 | 主体構造 | |
| 監視モニタ（ノート PC）を固縛用ベルトにてサポート鋼材に固縛する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにて壁に設置する。 | 監視モニタ（ノート PC） | |

4.2.2 評価方針

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「4.2.1 構造計画」にて示す表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の部位を踏まえ「4.3 評価部位」にて設定する箇所において、「4.4 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4.6 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「4.7 評価結果」に示す。

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の耐震評価フローを図4-1に示す。

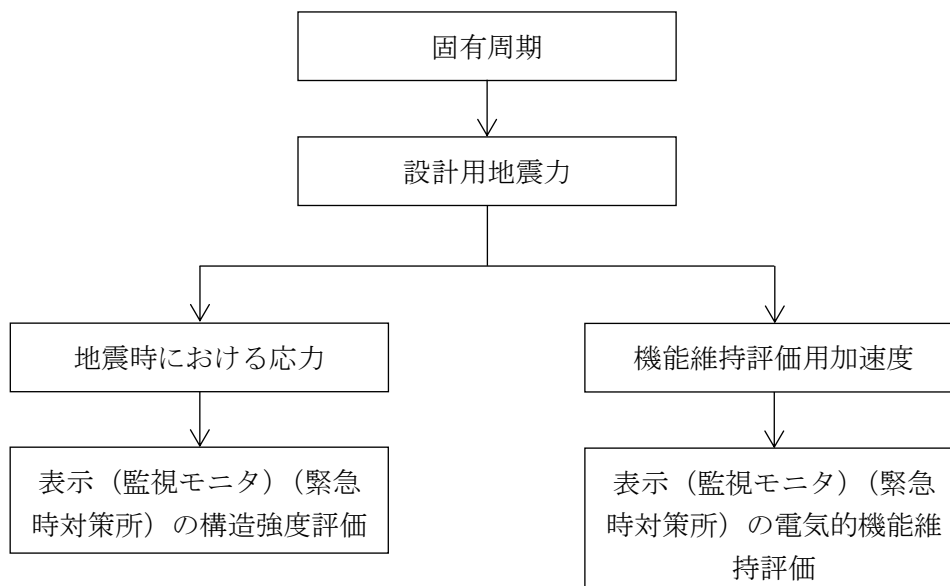


図4-1 表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の耐震評価フロー

4.2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・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 -1987 ((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)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

4.2.4 記号の説明

| 記号 | 記号の説明 | 単位 |
|------------|---|----------------|
| A_b | ボルトの軸断面積 | 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 SSB-3121.1(1)に定める値 | MPa |
| F^* | 設計・建設規格 SSB-3133 に定める値 | MPa |
| F_b | ボルトに作用する引張力 (1 本あたり) | N |
| F_{b1} | 鉛直方向地震及び壁掛盤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 本あたり) | N |
| F_{b2} | 鉛直方向地震及び壁掛盤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 本あたり) | 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 (許容組合せ応力) | MPa |
| g | 重力加速度 (=9.80665) | m/s^2 |
| h | 据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_2 | 上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離 | mm |
| l_3 | 左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離 | mm |
| m | 表示 (監視モニタ) (緊急時対策所) の質量 | kg |
| n | ボルトの本数 | — |
| 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 (前後方向) | — |
| 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 (左右方向) | — |
| 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 |
| S_u | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値 | MPa |
| S_y | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値 | MPa |
| $S_y(RT)$ | 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40°Cにおける値 | MPa |
| π | 円周率 | — |
| σ_b | ボルトに生じる引張応力 | MPa |
| τ_b | ボルトに生じるせん断応力 | MPa |

4.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 4-2 に示すとおりである。

表 4-2 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 |
|--------|-----------------|------------|------|------------|
| 固有周期 | s | 小数点以下第 4 位 | 四捨五入 | 小数点以下第 3 位 |
| 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 | mm | — | — | 整数位*1 |
| 面積 | mm ² | 有効数字 5 桁目 | 四捨五入 | 有効数字 4 桁*2 |
| 力 | N | 有効数字 5 桁目 | 四捨五入 | 有効数字 4 桁*2 |
| 算出応力 | MPa | 小数点以下第 1 位 | 切上げ | 整数位 |
| 許容応力*3 | 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：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：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引張強さ及び降伏点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。

4.3 評価部位

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の耐震評価は、「4.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトについて実施する。

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の耐震評価部位については、表 4-1 の概略構造図に示す。

4.4 固有周期

4.4.1 基本方針

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の固有周期は、振動試験（加振試験）にて求める。

4.4.2 固有周期の確認方法

サポート鋼材を含む設備一式での正弦波掃引試験により固有周期を確認する。表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の外形図を表 4-1 の概略構造図に示す。

4.4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-3 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-3 固有周期 (単位：s)

| | |
|----|--|
| 水平 | |
| 鉛直 | |

4.5 構造強度評価

4.5.1 構造強度評価方法

- (1) 表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は表示（監視モニタ）（緊急時対策所）に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 表示（監視モニタ）（緊急時対策所）は基礎ボルトで壁に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 表示（監視モニタ）（緊急時対策所）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。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）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 4-4 に示す。

4.5.2.2 許容応力

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-5 のとおりとする。

4.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）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 4-6 に示す。

表 4-4 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 |
|--------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------|--------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 核燃料物質の 取扱施設及び 貯蔵施設 | その他の核燃 料物質の取扱 施設及び貯蔵 施設 | 表示（監視モニタ） （緊急時対策所） | 常設／防止 常設／緩和 | —*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」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*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。

表 4-5 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 | せん断 |
| IVAS | 1.5・f _t * | 1.5・f _s * |
| VAS (VASとしてIVAS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 4-6 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 (R T) (MPa) |
|-------|----|--------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 基礎ボルト | | 周囲環境温度 | | | | — |

4.5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-7 に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 4-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

| 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 | |
|---|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | 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 |
| 緊急時対策所 EL <input type="text"/> (EL <input type="text"/> *1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | $C_H =$ <input type="text"/> *2 | $C_V =$ <input type="text"/> *2 |

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（基準地震動 S_s ）

4.5.4 計算方法

4.5.4.1 応力の計算方法

4.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により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。

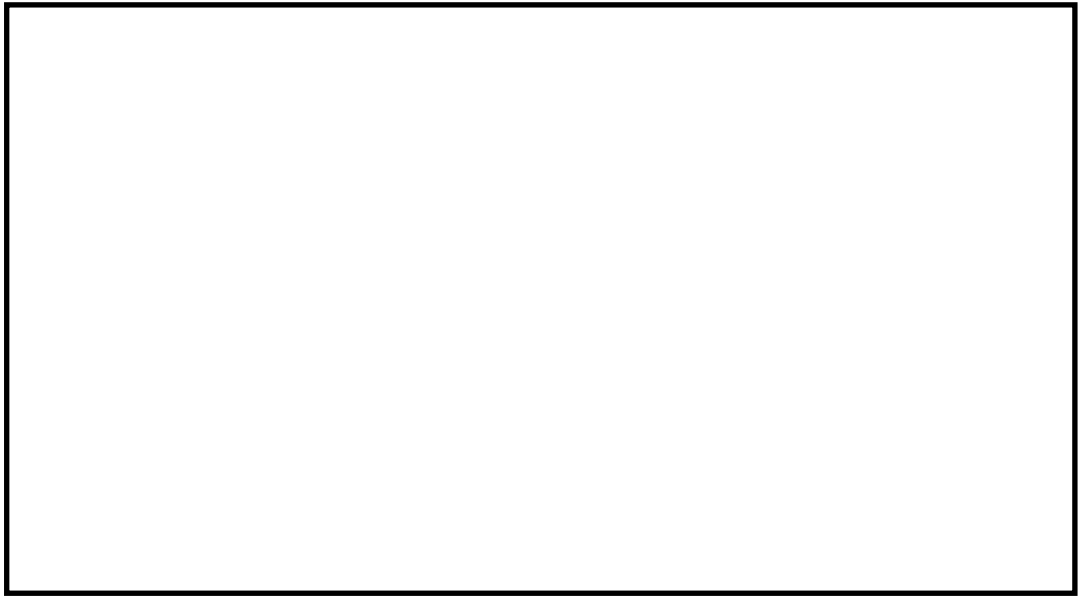


図4-2 計算モデル（左右方向転倒）



図4-3 計算モデル（前後方向転倒）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図4-2及び図4-3でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b1} = \frac{m \cdot (1 + C_v) \cdot h \cdot g}{n_{fv} \cdot l_2} + \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g}{n_{fH} \cdot l_3} \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.1)$$

$$F_{b2} = \frac{m \cdot (1 + C_v) \cdot h \cdot g + m \cdot C_H \cdot l_1 \cdot g}{n_{fv} \cdot l_2} \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.2)$$

$$F_b = \text{Max} (F_{b1}, F_{b2}) \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.5)$$

(2) せん断応力

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。

せん断力

$$Q_{b1} = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b2} = m \cdot (1 + C_v) \cdot g \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.7)$$

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.9)$$

4.5.5 計算条件

4.5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.5.6 応力の評価

4.5.6.1 ボルトの応力評価

4.5.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (4.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_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。ただし、 f_{sb} は下表による。

| | |
|---------------------|--|
| | 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} | $\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$ |
| 許容せん断応力 f_{sb} | $\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$ |

4.6 機能維持評価

4.6.1 電氣的機能維持評価方法

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の電氣的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度はVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-8 に示す。

表 4-8 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

| 機器名称 | 方向 | 機能確認済加速度 |
|-----------------------|----|----------------------|
| 表示（監視モニタ） （緊急時対策所） | 水平 | <input type="text"/> |
| | 鉛直 | <input type="text"/> |

4.7 評価結果

4.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

表示（監視モニタ）（緊急時対策所）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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(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。

【表示（監視モニタ）（緊急時対策所）の耐震性についての計算結果】

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 | |
| 表示（監視モニタ） （緊急時対策所） | 常設／防止 常設／緩和 | 緊急時対策所 EL <input type="text"/> (EL <input type="text"/> *1) | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | — | C _H = <input type="text"/> *2 | C _V = <input type="text"/> *2 | <input type="text"/> |

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

| 部材 | m (kg) | h (mm) | d (mm) | A _b (mm ²) | n | S _y (MPa) | S _u (MPa) |
|-------|----------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 基礎ボルト | <input type="text"/> | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

| 部材 | ℓ ₁ *2 (mm) | ℓ ₂ *2 (mm) | ℓ ₃ *2 (mm) | n _{fV} *2 | n _{fH} *2 | 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 | — | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> | — | 前後方向 |
| | <input type="text"/> *1 | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> | — | | | | |

注記*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2：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、下段は前後方向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 | — | <input type="text"/> | — | <input type="text"/> |

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 | <input type="text"/> | 引張 | — | — | $\sigma_b =$ <input type="text"/> | $f_{ts} =$ <input type="text"/> * |
| | | せん断 | — | — | $\tau_b =$ <input type="text"/> | $f_{sb} =$ <input type="text"/> |

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

| | | 機能維持評価用加速度* | 機能確認済加速度 |
|------------------------|------|----------------------|----------------------|
| 表示 (監視モニタ) (緊急時対策所) | 水平方向 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | 鉛直方向 | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



平面



正面
(左右方向)



側面
(前後方向)