

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-19-0088_改0
提出年月日	2021年7月16日

VI-2-4-4-1 使用済燃料プール監視カメラの耐震性についての計算書

02 ③ VI-2-4-4-1 R1

2021年7月
東北電力株式会社

目次

1.	使用済燃料プール監視カメラ	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	6
1.4	固有周期	6
1.4.1	基本方針	6
1.4.2	固有周期の確認方法	6
1.4.3	固有周期の確認結果	6
1.5	構造強度評価	7
1.5.1	構造強度評価方法	7
1.5.2	荷重の組合せ及び許容応力	7
1.5.3	設計用地震力	10
1.5.4	計算方法	11
1.5.5	計算条件	14
1.5.6	応力の評価	14
1.6	機能維持評価	15
1.6.1	電氣的機能維持評価方法	15
1.7	評価結果	15
1.7.1	重大事故等対処設備としての評価結果	15
2.	使用済燃料プール監視カメラ照明	19
2.1	概要	19
2.2	一般事項	19
2.2.1	構造計画	19
2.2.2	評価方針	21
2.2.3	適用規格・基準等	22
2.2.4	記号の説明	23
2.2.5	計算精度と数値の丸め方	24
2.3	評価部位	24
2.4	固有周期	24

2.4.1	基本方針	24
2.4.2	固有周期の確認方法	24
2.4.3	固有周期の確認結果	25
2.5	構造強度評価	25
2.5.1	構造強度評価方法	25
2.5.2	荷重の組合せ及び許容応力	25
2.5.3	設計用地震力	28
2.5.4	計算方法	29
2.5.5	計算条件	32
2.5.6	応力の評価	32
2.6	機能維持評価	33
2.6.1	電氣的機能維持評価方法	33
2.7	評価結果	33
2.7.1	重大事故等対処設備としての評価結果	33
3.	使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤	37
3.1	概要	37
3.2	一般事項	37
3.2.1	構造計画	37
3.3	固有周期	39
3.3.1	固有周期の算出方法	39
3.4	構造強度評価	39
3.4.1	構造強度評価方法	39
3.4.2	荷重の組合せ及び許容応力	39
3.4.3	計算条件	39
3.5	機能維持評価	42
3.5.1	電氣的機能維持評価方法	42
3.6	評価結果	42
3.6.1	重大事故等対処設備としての評価結果	42

1. 使用済燃料プール監視カメラ

1.1 概要

本計算書は、添付書類「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、使用済燃料プール監視カメラ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。

使用済燃料プール監視カメラは、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

使用済燃料プール監視カメラの構造計画を表 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	
<p>使用済燃料プール監視カメラは、取付ボルトにてチャネルベースに固定する。チャネルベースは基礎（床面）に基礎ボルトで固定する。</p>	<p>可視光カメラ （床に設置されたチャネルベースに、監視カメラを取付ボルトにて固定する構造）</p>	<p>【使用済燃料プール監視カメラ】</p>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.2.2 評価方針

使用済燃料プール監視カメラの応力評価は、添付書類「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」にて示す使用済燃料プール監視カメラの部位を踏まえ「1.3 評価部位」にて設定する箇所において、「1.4 固有周期」で確認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、使用済燃料プール監視カメラの機能維持評価は、添付書類「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、地震時の応答加速度が電氣的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。

使用済燃料プール監視カメラの耐震評価フローを図 1-1 に示す。

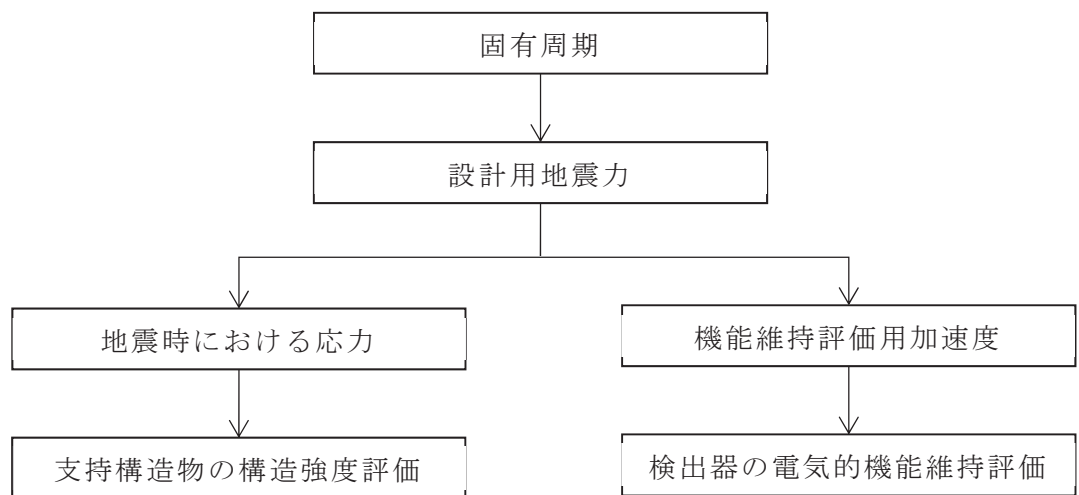


図 1-1 使用済燃料プール監視カメラの耐震評価フロー

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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1987)
- (2) 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)
- (3) 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)
- (4) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
(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_{bi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力(1本当たり)* ¹	N
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{tsi}	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* ¹	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	m/s ²
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
ℓ_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ^{1, *3}	mm
ℓ_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ^{1, *3}	mm
m_i	運転時質量* ²	kg
n_i	ボルトの本数* ¹	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* ¹	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値* ¹	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*¹: A_{bi} , d_i , F_i^* , F_{bi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , ℓ_{1i} , ℓ_{2i} , n_i , n_{fi} , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , $S_{yi}(RT)$, σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 基礎ボルト

$i = 2$: 取付ボルト

*²: h_i 及び m_i の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面

$i = 2$: 取付面

*³: $\ell_{1i} \leq \ell_{2i}$

1.2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、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	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位* ³

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

使用済燃料プール監視カメラの耐震評価は「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基礎ボルト及び取付ボルトについて評価を実施する。

使用済燃料プール監視カメラ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

使用済燃料プール監視カメラの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性をもつ監視カメラに対する振動試験（加振試験）の結果算定された固有周期を使用する。

1.4.2 固有周期の確認方法

振動試験装置により固有振動数を測定する。

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。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 1-3 固有周期 (単位：s)

水平方向	鉛直方向
0.05 以下	0.05 以下

1.5 構造強度評価

1.5.1 構造強度評価方法

- (1) 使用済燃料プール監視カメラの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は使用済燃料プール監視カメラに対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) 使用済燃料プール監視カメラは取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎（床面）と固定されており、固定端とする。
- (5) 床面据付の使用済燃料プール監視カメラの転倒方向は、長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (6) 使用済燃料プール監視カメラ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。
- (7) 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

使用済燃料プール監視カメラ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

使用済燃料プール監視カメラの許容応力は、添付書類「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

使用済燃料プール監視カメラ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	使用済燃料プール 監視カメラ	常設／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	IV_{AS}
				$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} 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	
IV _A S	引張り	せん断
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの 許容限界を用いる。)	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 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 i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度		194	373	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度		194	373	—

1.5.3 設計用地震力

「基準地震動 S_s 」による地震力は、添付資料「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

評価に用いる設計用地震力を表 1-7 に示す。

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
原子炉建屋 0. P. 36. 60 (0. P. 41. 20*)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	$C_H =$ 3. 43	$C_V =$ 1. 89

注記 * : 基準床レベルを示す。

1.5.4 計算方法

1.5.4.1 応力の計算方法

1.5.4.1.1 ボルトの計算方法

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。

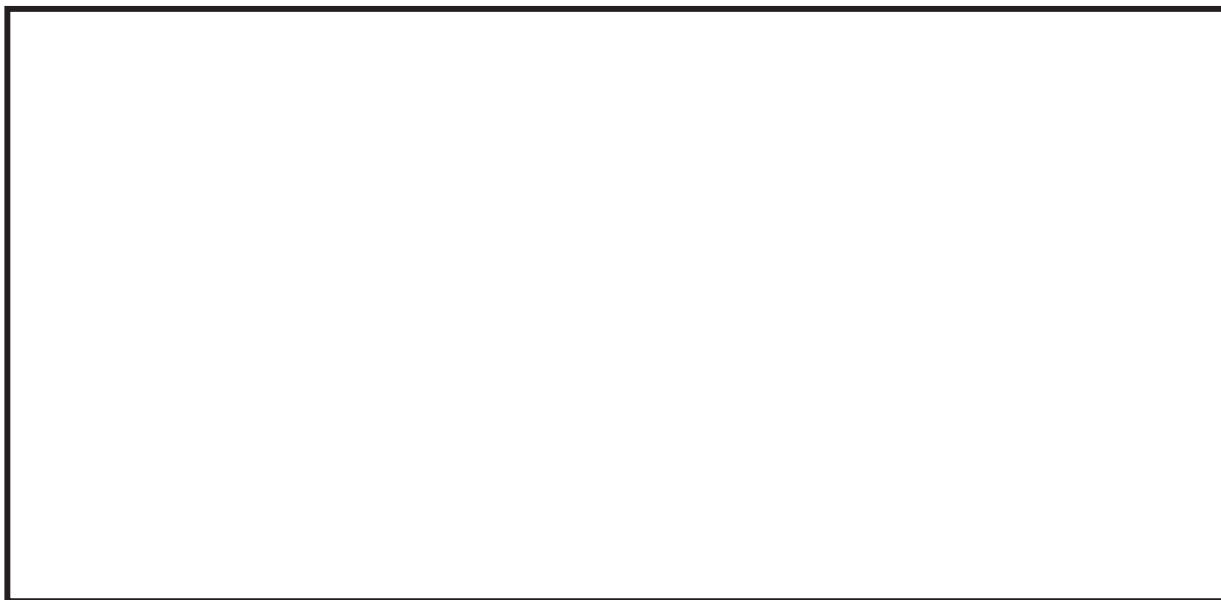


図 1-2(1) 計算モデル

(基礎ボルト 長辺方向転倒の場合)



図 1-2(2) 計算モデル

(基礎ボルト 短辺方向転倒の場合)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 1-3(1) 計算モデル
(取付ボルト 長辺方向転倒の場合)



図 1-3(2) 計算モデル
(取付ボルト 短辺方向転倒の場合)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(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 1-2(1)、図 1-2(2)、図 1-3(1)および図 1-3(2)では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。

a. 引張力

計算モデル図1-2(2)、図1-3(1)、図1-3(2)の場合の引張力。

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot C_H \cdot h_i \cdot g - m_i \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{2 i} \cdot g}{n_{f i} \cdot (\ell_{1 i} + \ell_{2 i})} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.1)$$

なお、計算モデル図1-2(1)の基礎ボルトの場合は以下式を用いる。

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot C_H \cdot h_i \cdot g - m_i \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{2 i} \cdot g}{n_{f i} \cdot (\ell_{2 i} - \ell_{1 i})} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.2)$$

b. 引張応力

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

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b i}$ は次式により求める。

$$A_{b i} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.4)$$

ただし、 $F_{b i}$ 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。

a. せん断力

$$Q_{b i} = m_i \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.5)$$

b. せん断応力

$$\tau_{b i} = \frac{Q_{b i}}{n_i \cdot A_{b i}} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.6)$$

1.5.5 計算条件

1.5.5.1 ボルトの応力計算条件

ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【使用済燃料プール監視カメラ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 $\sigma_{b i}$ は次式より求めた許容引張応力 $f_{t s i}$ 以下であること。

ただし、 $f_{t o i}$ は下表による。

$$f_{t s i} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{t o i} - 1.6 \cdot \tau_{b i}, f_{t o i}] \dots\dots\dots (1.5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_{b i}$ はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{s b i}$ 以下であること。ただし、 $f_{s b i}$ 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 $f_{t o i}$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{s b i}$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

1.6 機能維持評価

1.6.1 電氣的機能維持評価方法

使用済燃料プール監視カメラ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、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

使用済燃料プール監視カメラの機能確認済加速度は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、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**器具**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 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
使用済燃料プール 監視カメラ	水平 方向	
	鉛直 方向	

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

使用済燃料プール監視カメラ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。

【使用済燃料プール監視カメラ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	
使用済燃料プール 監視カメラ	常設/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 36.60 (O.P. 41.20*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =3.43	C _V =1.89	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	l _{1i} *1 (mm)	l _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
基礎ボルト (i=1)		467					4	2
取付ボルト (i=2)		367					8	2
								3
								3

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	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)	194	373	—	232	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	194	373	—	232	—	短辺方向

注記*1：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

部 材	F _{b i}		Q _{b i}		(単位：N)
	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)	—		—		
取付ボルト (i=2)	—		—		

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

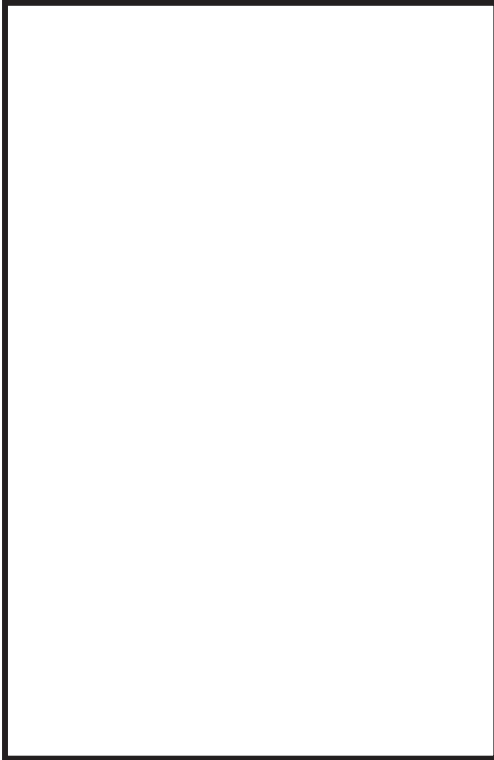
部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		(単位：MPa)
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=27$	$f_{ts1}=174^*$	
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=134$	
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=174^*$	
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=134$	

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi}, 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

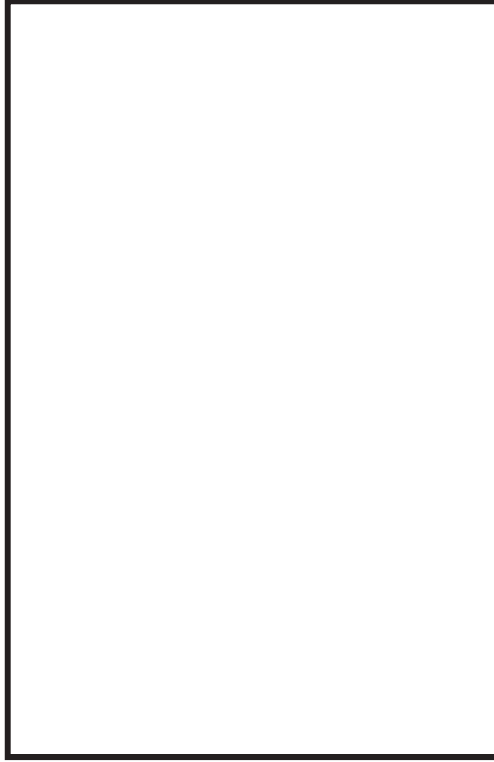
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

		(×9.8m/s ²)	
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
使用済燃料プールの 監視カメラ	水平方向	2.86	
	鉛直方向	1.58	

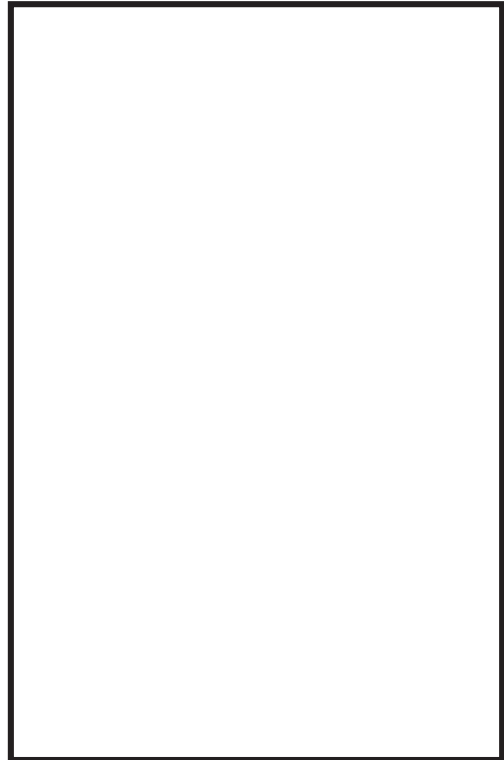
注記*：基準地震動 S_sにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



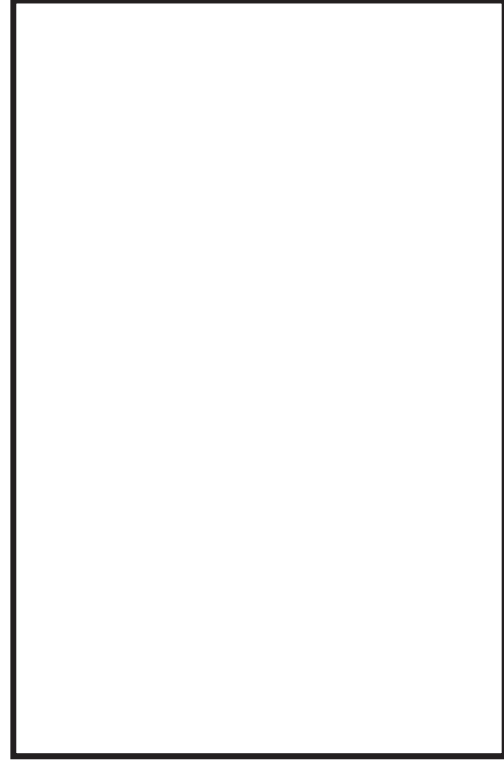
長辺方向



短辺方向



長辺方向



短辺方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2. 使用済燃料プール監視カメラ照明

2.1 概要

本計画書は、添付書類「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、使用済燃料プール監視カメラ照明が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

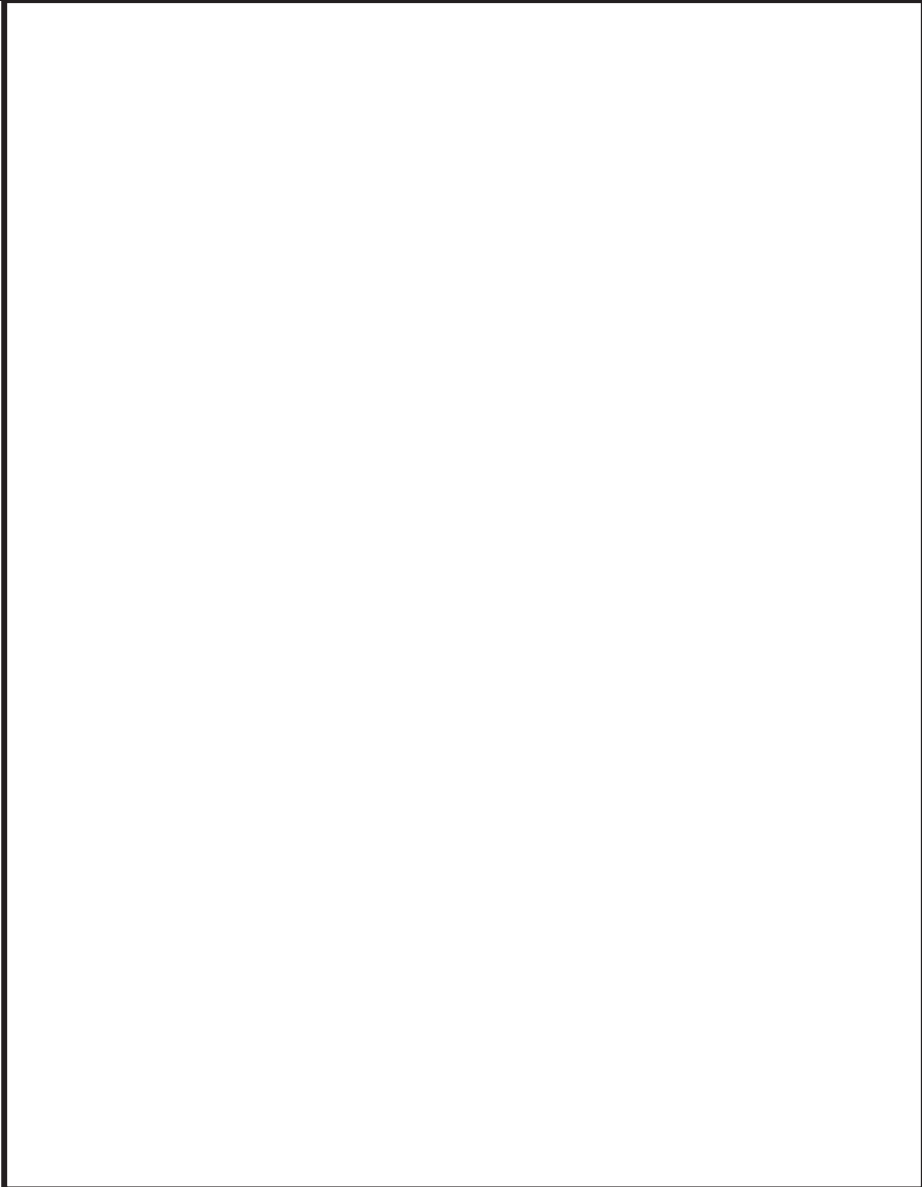
使用済燃料プール監視カメラ照明は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

使用済燃料プール監視カメラ照明の構造計画を表 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>使用済燃料プール監視カメラ照明は、取付ボルトにてチャネルベースに固定する。チャネルベースは基礎（床面）に基礎ボルトで固定する。</p>	<p>照明 (床に設置したチャネルベースに、照明を取付ボルトにて固定する構造)</p>	<p>【使用済燃料プール監視カメラ照明】</p> 

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2.2 評価方針

使用済燃料プール監視カメラ照明の応力評価は、添付書類「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」にて示す使用済燃料プール監視カメラ照明の部位を踏まえ「2.3 評価部位」にて設定する箇所において、「2.4 固有周期」で確認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。

また、使用済燃料プール監視カメラ照明の機能維持評価は、添付書類「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、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「2.6 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「2.7 評価結果」に示す。使用済燃料プール監視カメラ照明の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

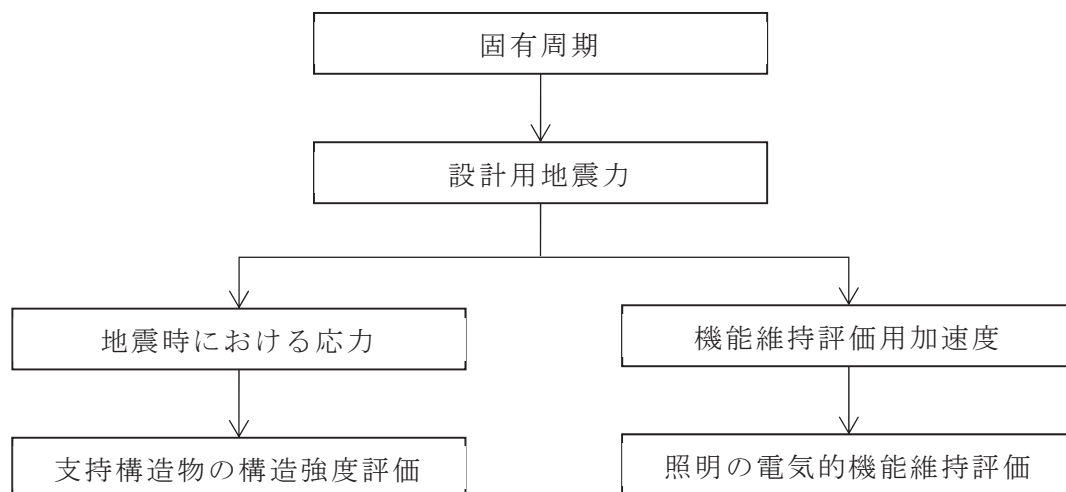


図 2-1 使用済燃料プール監視カメラ照明の耐震評価フロー

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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1987)
- (2) 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)
- (3) 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)
- (4) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
(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_{bi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力(1本あたり)* ¹	N
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{tsi}	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* ¹	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	m/s ²
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
l_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
l_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
m_i	運転時質量* ²	kg
n_i	ボルトの本数* ¹	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* ¹	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値* ¹	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*¹: A_{bi} , d_i , F_i^* , F_{bi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , l_{1i} , l_{2i} ,

n_i , n_{fi} , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , $S_{yi}(RT)$, σ_{bi}

及び τ_{bi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 基礎ボルト

$i = 2$: 取付ボルト

*²: h_i 及び m_i の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面

$i = 2$: 取付面

*³: $l_{1i} \leq l_{2i}$

2.2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、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	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位* ³

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

使用済燃料プール監視カメラ照明の耐震評価は「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及び取付ボルトについて評価を実施する。

使用済燃料プール監視カメラ照明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

使用済燃料プール監視カメラ照明の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性をもつ照明に対する振動試験（加振試験）の結果算定された固有周期を使用する。

2.4.2 固有周期の確認方法

振動試験装置により固有振動数を測定する。

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。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 2-3 固有周期 (単位：s)

水平方向	鉛直方向
0.05 以下	0.05 以下

2.5 構造強度評価

2.5.1 構造強度評価方法

- (1) 使用済燃料プール監視カメラ照明の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は使用済燃料プール監視カメラ照明に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) 使用済燃料プール監視カメラ照明は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎（床面）と固定されており、固定端とする。
- (5) 床面据付の使用済燃料プール監視カメラ照明の転倒方向は、前後方向及び左右方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方(許容値／発生値の小さい方をいう。)を記載する。
- (6) 使用済燃料プール監視カメラ照明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。
- (7) 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

使用済燃料プール監視カメラ照明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

使用済燃料プール監視カメラ照明の許容応力は、添付書類「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

使用済燃料プール監視カメラ照明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	使用済燃料プール 監視カメラ照明	常設／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_S^{*3}$	IV_{AS}
				$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} 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	
IV _A S	引張り	せん断
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの 許容限界を用いる。)	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 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 i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度 100		194	373	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度 100		194	373	—

2.5.3 設計用地震力

「基準地震動 S_s 」による地震力は、添付資料「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

評価に用いる設計用地震力を表 2-7 に示す。

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
原子炉建屋 0.P. 36.60 (0.P. 41.20*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	$C_H =$ 3.43	$C_V =$ 1.89

注記 * : 基準床レベルを示す。

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 ボルトの計算方法

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。

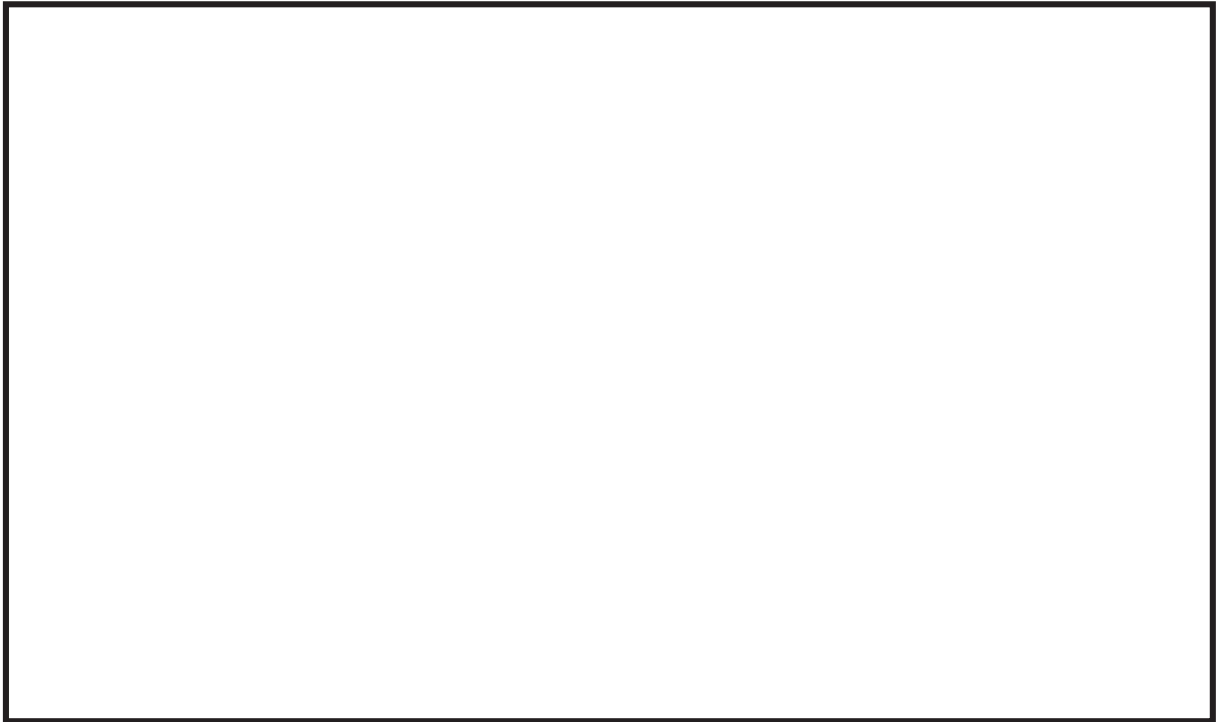


図 2-2(1) 計算モデル（基礎ボルト 左右転倒方向）

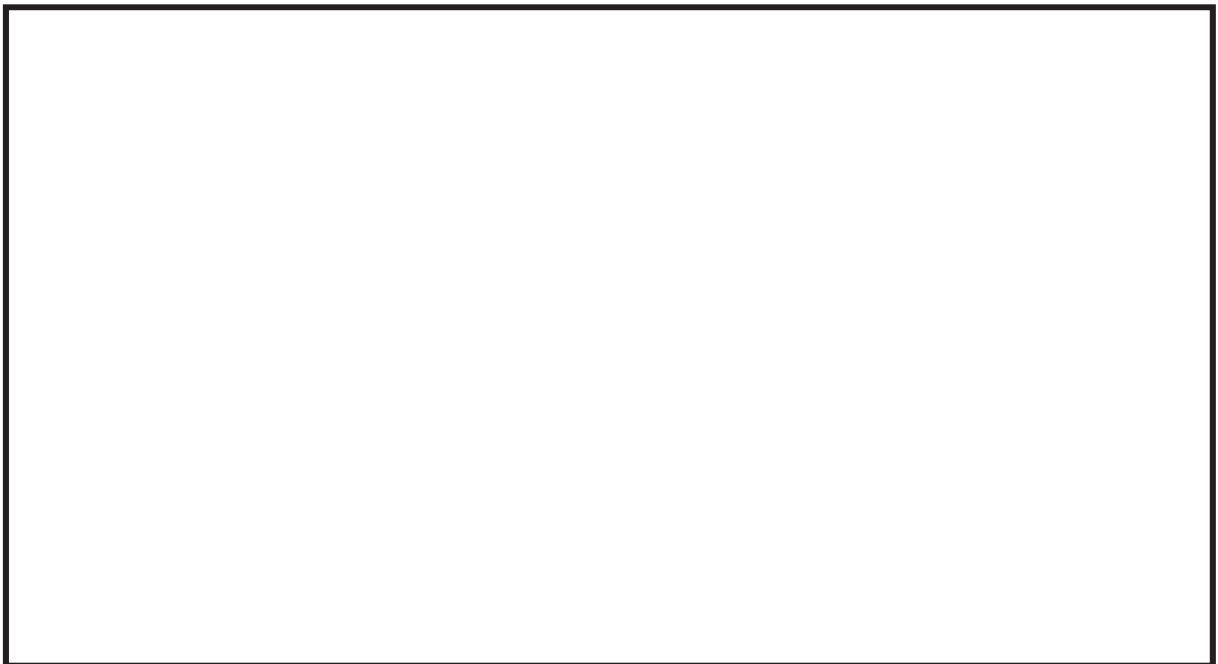


図 2-2(2) 計算モデル（基礎ボルト 前後転倒方向）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



図 2-3(1) 計算モデル (取付ボルト 左右転倒方向)

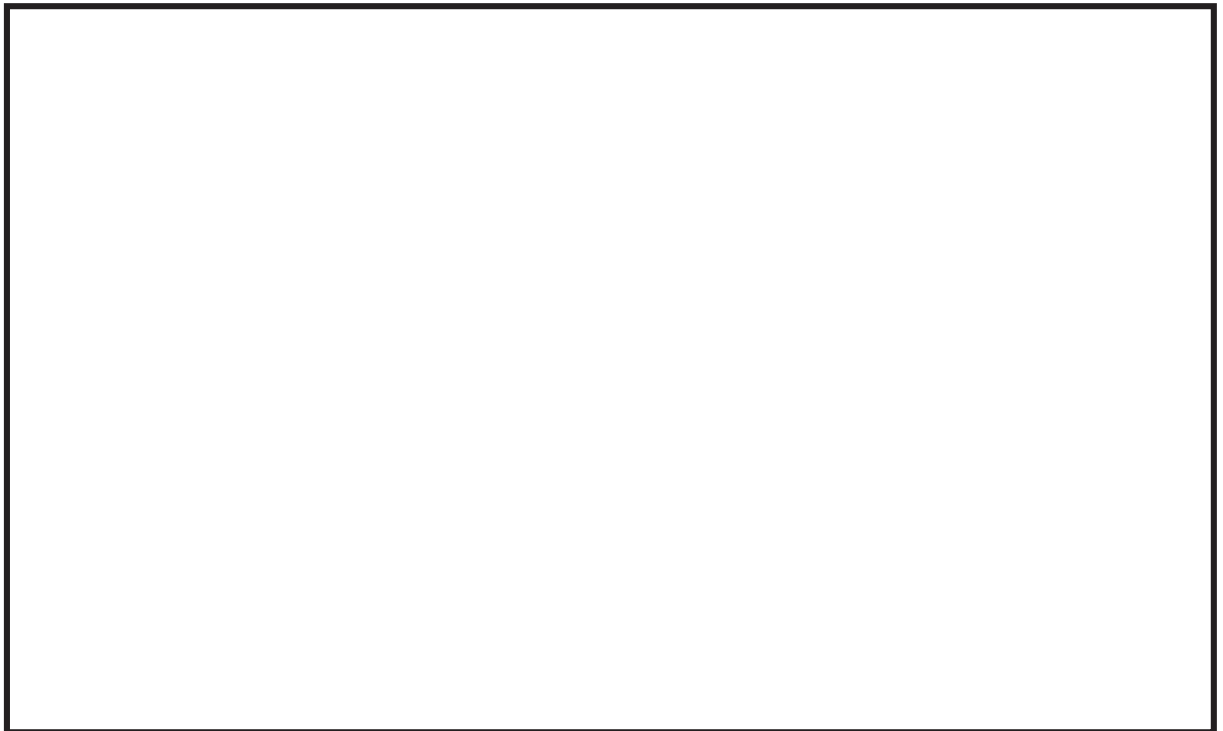


図 2-3(2) 計算モデル (取付ボルト 前後転倒方向)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(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 2-2(1)、図 2-2(2)、図 2-3(1)及び図 2-3(2)では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。

a. 引張力

計算モデル図2-2(1)、図2-3(1)、図2-3(2)の場合の引張力

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot C_H \cdot h_i \cdot g - m_i \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{2 i} \cdot g}{n_{f i} \cdot (\ell_{1 i} + \ell_{2 i})} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.1)$$

なお、計算モデル図2-2(2)の場合は以下式を用いる。

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot C_H \cdot h_i \cdot g - m_i \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{2 i} \cdot g}{n_{f i} \cdot (\ell_{2 i} - \ell_{1 i})} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.2)$$

b. 引張応力

$$\sigma_{b i} = \frac{F_{b i}}{A_{b i}} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b i}$ は次式により求める。

$$A_{b i} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.4)$$

ただし、 $F_{b i}$ 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。

a. せん断力

$$Q_{b i} = m_i \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.5)$$

b. せん断応力

$$\tau_{b i} = \frac{Q_{b i}}{n_i \cdot A_{b i}} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.6)$$

2.5.5 計算条件

2.5.5.1 ボルトの応力計算条件

ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【使用済燃料プール監視カメラ照明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 $\sigma_{b i}$ は次式より求めた許容引張応力 $f_{t s i}$ 以下であること。

ただし、 $f_{t o i}$ は下表による。

$$f_{t s i} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{t o i} - 1.6 \cdot \tau_{b i}, f_{t o i}] \quad \dots\dots\dots (2.5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_{b i}$ はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 $f_{s b i}$ 以下であること。ただし、 $f_{s b i}$ 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 $f_{t o i}$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{s b i}$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電氣的機能維持評価方法

使用済燃料プール監視カメラ照明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、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

使用済燃料プール監視カメラ照明の機能確認済加速度は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具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器具の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 2-8 に示す。

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

評価部位	方向	機能確認済加速度
使用済燃料プール 監視カメラ照明	水平方向	
	鉛直方向	

2.7 評価結果

2.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

使用済燃料プール監視カメラ照明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。

【使用済燃料プール監視カメラ照明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	
使用済燃料プール 監視カメラ照明	常設/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 36.60 (O.P. 41.20*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =3.43	C _V =1.89	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	l _{1i} *1 (mm)	l _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
基礎ボルト (i=1)		543					4	2
取付ボルト (i=2)		443					8	2
								3
								3

部 材	S _{vi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	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)	194	373	—	232	—	前後方向
取付ボルト (i=2)	194	373	—	232	—	前後方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は左右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)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

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)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=27$	$f_{ts1}=174^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=5$	$f_{sb1}=134$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=11$	$f_{ts2}=174^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=134$

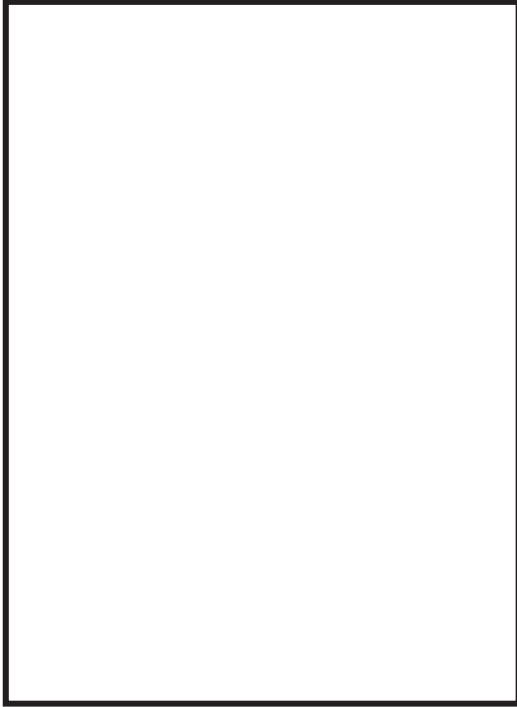
注記*： $f_{t,i} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{t,oi} - 1.6 \cdot \tau_{b,i}, f_{t,oi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

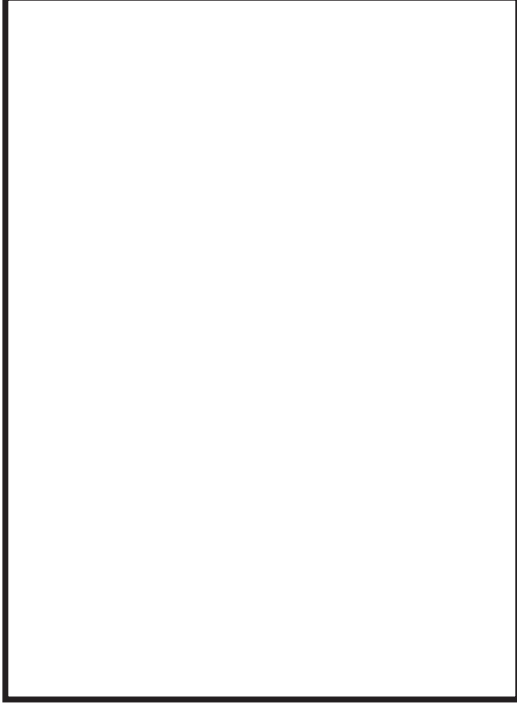
(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
使用済燃料プール 監視カメラ照明	水平方向	2.86	
	鉛直方向	1.58	

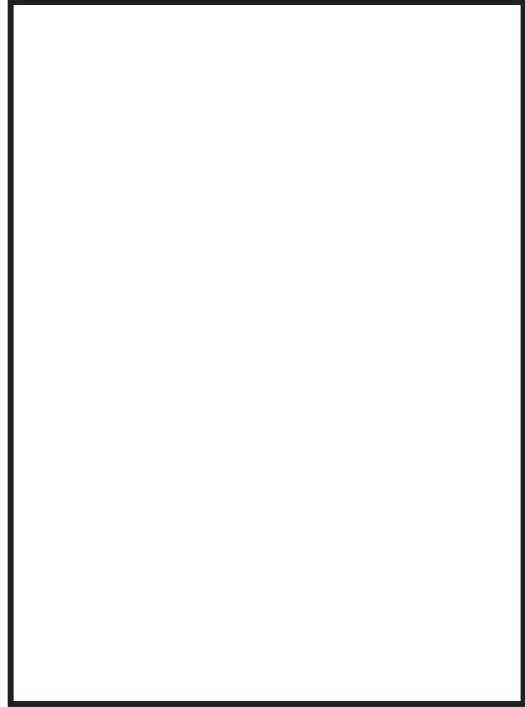
注記*：基準地震動 S_sにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



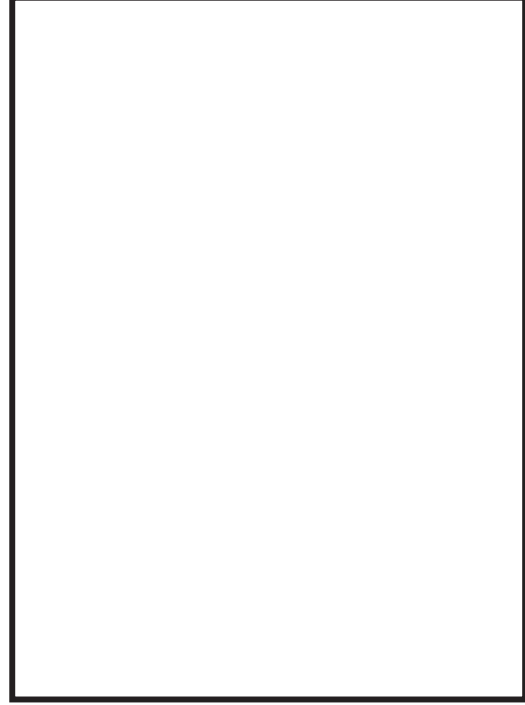
左右方向



前後方向



左右方向



前後方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤

3.1 概要

本計画書は、添付書類「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、使用済燃料プール監視カメラ現場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いることを説明するものである。

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤は、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。

なお、使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤は、「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤と類似の構造であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

3.2 一般事項

3.2.1 構造計画

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤の構造計画を表 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										
<p>使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>										
		<p>【使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤】</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>使用済燃料プール監視カメラ 現場制御盤</td> </tr> <tr> <td>たて</td> <td>1000 mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1000 mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1950 mm</td> </tr> </table>			使用済燃料プール監視カメラ 現場制御盤	たて	1000 mm	横	1000 mm	高さ	1950 mm
	使用済燃料プール監視カメラ 現場制御盤										
たて	1000 mm										
横	1000 mm										
高さ	1950 mm										

3.3 固有周期

3.3.1 固有周期の算出方法

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤（打振試験）の測定結果から、固有周期は0.05秒以下であり、剛とする。固有周期を表3-2に示す。

表3-2 固有周期 (単位：s)

水平方向	鉛直方向
0.05 以下	0.05 以下

3.4 構造強度評価

3.4.1 構造強度評価方法

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤の構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 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

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤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3-3に示す。

3.4.2.2 許容応力

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表3-4のとおりとする。

3.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤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3-5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【使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤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（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	使用済燃料プール 監視カメラ現場制御盤	常設／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_S^{*3}$	IV_{AS}
				$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} 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 3-4 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	
IV _{AS} V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)	引張り	せん断
	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 3-5 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 i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
基礎ボルト (i=1)	SS400 (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i=2)	SS400 (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—

3.5 機能維持評価

3.5.1 電氣的機能維持評価方法

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤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「VI-2-1-13-7 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評価する。

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤の機能確認済加速度は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、同形式の盤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器具の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 3-6 に示す。

表 3-6 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
使用済燃料プール 監視カメラ現場制御盤	水平方向	
	鉛直方向	

3.6 評価結果

3.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤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。

【使用済燃料プール監視カメラ現場制御盤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	
使用済燃料プール 監視カメラ 現場制御盤	常設/防止 常設/緩和	原子炉建屋 OP. 23. 60 (OP. 33. 20*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2. 65	C _V =1. 77	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}	
基礎ボルト (i=1)		2070						12	3
									3
取付ボルト (i=2)		1950						10	3
									2

部 材	S _{vi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	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)	215	400	—	258	—	前後方向
取付ボルト (i=2)	215	400	—	258	—	左右方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は左右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

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)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

(単位：N)

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

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)	SS400	引張り	—	—	σ _{b1} =112	f _{ts1} =193*
		せん断	—	—	τ _{b1} =13	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =143	f _{ts2} =193*
		せん断	—	—	τ _{b2} =12	f _{sb2} =148

(単位：MPa)

注記*：f_{tsi}=Min[1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}]より算出
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

		(×9.8m/s ²)	
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
使用済燃料プール 監視カメラ 現場制御盤	水平方向	2.21	
	鉛直方向	1.47	

注記*：基準地震動 S_sにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

