

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-014-23
提出年月日	2022年 11月 21日

VI-2-11-2-7-8 グランド蒸気排ガスフィルタの耐震性
についての計算書

2022年 11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. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 配置概要	1
2.2 構造計画	2
2.3 適用規格・基準等	4
3. 固有周期	5
3.1 固有周期の計算	5
4. 構造強度評価	6
4.1 構造強度評価方法	6
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
4.3 計算条件	6
5. 評価結果	10
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	10
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、VI-2-11-1「波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の耐震評価方針に基づき、下位クラス施設であるグラウンド蒸気排ガスフィルタ（Bクラス施設）が基準地震動 S_s による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することで、隣接している上位クラスである非常用ガス処理系配管，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 燃料配管等に対して，波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

2. 一般事項

2.1 配置概要

グラウンド蒸気排ガスフィルタは，タービン建物1階に設置されている。グラウンド蒸気排ガスフィルタは，図2-1の位置関係図に示すように，上位クラス施設である非常用ガス処理系配管，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 燃料配管及び非常用ディーゼル発電設備 A-燃料配管に隣接していることから，地震時に本機器が転倒した場合は，非常用ガス処理系配管，高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 燃料配管及び非常用ディーゼル発電設備 A-燃料配管に対して波及的影響を及ぼすおそれがある。

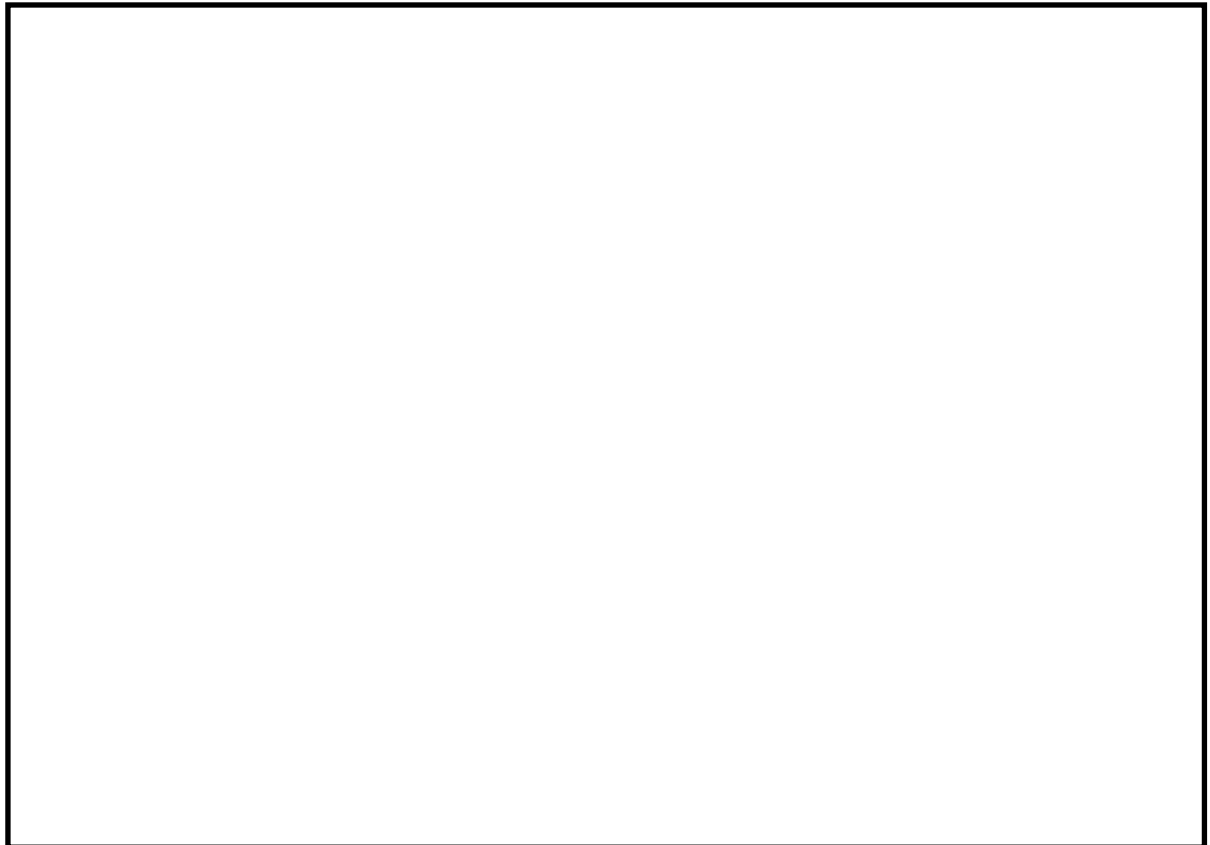


図2-1 グラウンド蒸気排ガスフィルタと上位クラス施設の位置関係図

2.2 構造計画

グラント蒸気排ガスフィルタの構造計画を表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>胴を当板を介して2個の脚で支持し、脚を基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>横置円筒形 (両端に鏡板を有する横置一胴円筒形容器)</p>	<p>(単位：mm)</p>

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。）

3. 固有周期

3.1 固有周期の計算

理論式により固有周期を計算する。固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【ランド蒸気排ガスフィルタの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

計算の結果、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。固有周期の計算結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期

(単位：s)

水平（長手方向）			
水平（横方向）			
鉛直			

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

グラウンド蒸気排ガスフィルタの構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-4 横置一胴円筒形容器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、グラウンド蒸気排ガスフィルタの転倒により、上位クラス施設が損傷することを防止するために、支持機能に関連する脚及び基礎ボルトについて評価を実施する。

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、S R S S法を適用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

グラウンド蒸気排ガスフィルタ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4-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-2に示す。

4.2.2 許容応力

グラウンド蒸気排ガスフィルタの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表4-3のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

グラウンド蒸気排ガスフィルタ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4-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-5に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【グラウンド蒸気排ガスフィルタ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 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
放射性廃棄物の廃棄施設	気体、液体又は固体廃棄物処理設備	グラウンド蒸気排ガスフィルタ	B	— *	$D + P_D + M_D + S_s$	IVAS

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 4-2 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	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
放射性廃棄物の廃棄施設	気体、液体又は固体廃棄物処理設備	グラウンド蒸気排ガスフィルタ	—	— *	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)

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 4-3 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 (ボルト等以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	引張	引張	せん断
IVAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
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 4-4 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 (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		脚	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	—	241
基礎ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—

注記*：SS400相当

表 4-5 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 (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		脚	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	—	241
基礎ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	—	231	394	—

注記*：SS400相当

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

グラウンド蒸気排ガスフィルタ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波及的影響を及ぼさないことを確認した。

(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。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

グラウンド蒸気排ガスフィルタ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波及的影響を及ぼさないことを確認した。

(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。

【グラウンド蒸気排ガスフィルタ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		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	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			
グラウンド蒸気 排ガスフィルタ	B	タービン建物 EL 5.5*1			-	-	C _H =2.18*2	C _V =1.05*2	-	-	50

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）

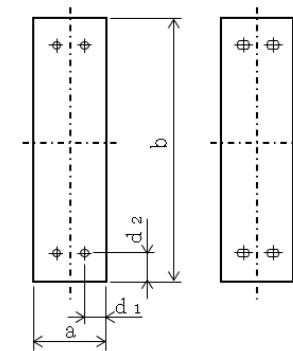
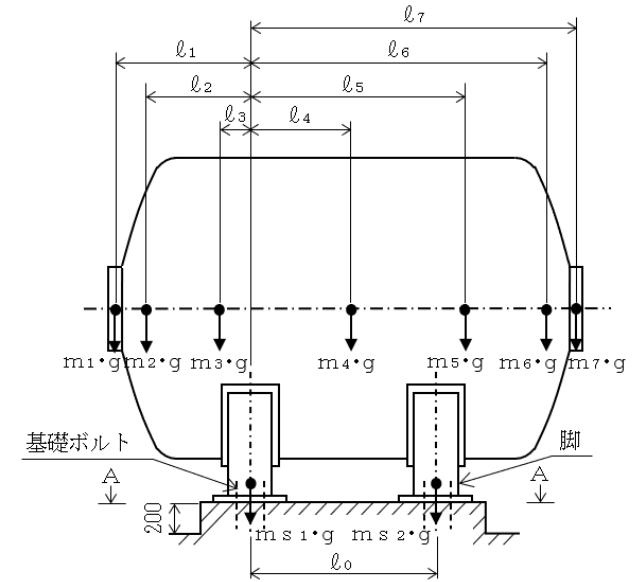
1.2 機器要目

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	m ₃ (kg)	m ₄ (kg)	m ₅ (kg)	m ₆ (kg)	m ₇ (kg)

ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	ℓ ₃ (mm)	ℓ ₄ (mm)	ℓ ₅ (mm)	ℓ ₆ (mm)	ℓ ₇ (mm)	R ₁ (N)	R ₂ (N)
-940	-795	-225	650	1525	2095	2240	2.010×10 ⁴	2.010×10 ⁴

m ₀ (kg)	m _{s1} (kg)	m _{s2} (kg)	ℓ ₀ (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)
			1300	800	1364

I _{sx} (mm ⁴)	I _{sy} (mm ⁴)	Z _{sx} (mm ³)	Z _{sy} (mm ³)
1.500×10 ¹⁰	1.351×10 ⁸	1.667×10 ⁷	9.007×10 ⁵



A~A矢視図

S2 補 VI-2-11-2-7-8 R0

A_s (mm^2)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm^2)	A_{s2} (mm^2)	A_{s3} (mm^2)	A_{s4} (mm^2)
3.540×10^4	201000*	77300*	1.599×10^4	1.679×10^4	1.202×10^4	1.418×10^4

s	n	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	d_1 (mm)	d_2 (mm)
15	4	2	2	500	2000	24 (M24)	452.4	150	250

S_y (脚) (MPa)	S_u (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F^* (脚) (MPa)	S_y (基礎ボルト) (MPa)	S_u (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F^* (基礎ボルト) (MPa)
241* (厚さ $\leq 16\text{mm}$)	394* (厚さ $\leq 16\text{mm}$)	—	276	231* ($16\text{mm} < \text{径} \leq 40\text{mm}$)	394* ($16\text{mm} < \text{径} \leq 40\text{mm}$)	—	276

注記* : 周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 脚に生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		地震の方向	長手方向	横方向	長手方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1}=1$	$\sigma_{s1}=1$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4}=1$	$\sigma_{s4}=1$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2}=50$	$\sigma_{s3}=5$
	せん断	—	—	$\tau_{s2}=9$	$\tau_{s3}=4$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell}=53$	$\sigma_{sc}=9$

1.3.2 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		地震の方向	長手方向	横方向	長手方向
鉛直方向地震及び水平方向地震による応力	引張	—	—	$\sigma_{b1}=183$	$\sigma_{b2}=50$
水平方向地震による応力	せん断	—	—	$\tau_{b1}=59$	$\tau_{b2}=30$

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

方向	固有周期
長手方向	
横方向	
鉛直方向	

1.4.2 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
脚	SS41	組合せ	—	—	$\sigma_s=53$	$f_{tm}=276$
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=183$	$f_{ts}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=59$	$f_{sb}=159$

すべて許容応力以下である。

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

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		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	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			
グラウンド蒸気 排ガスフィルタ	—	タービン建物 EL 5.5*1			—	—	C _H =2.18*2	C _V =1.05*2	—	—	50

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）

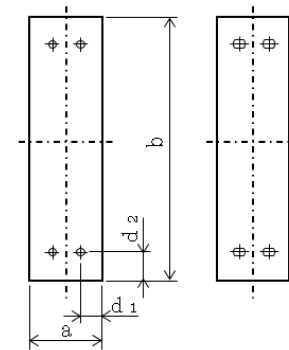
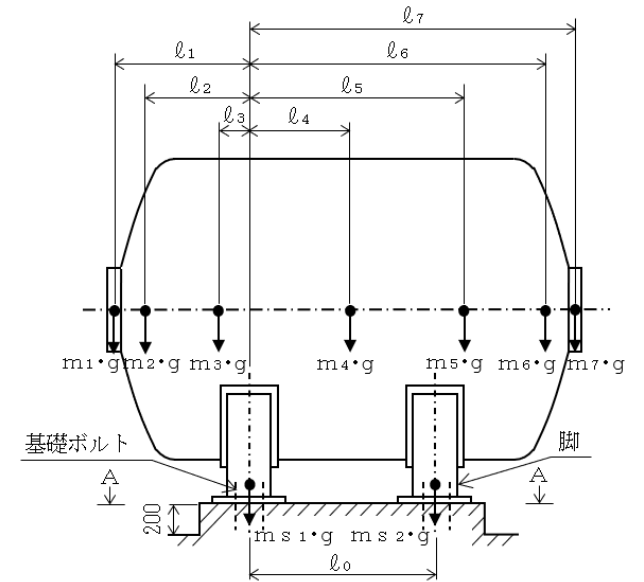
2.2 機器要目

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	m ₃ (kg)	m ₄ (kg)	m ₅ (kg)	m ₆ (kg)	m ₇ (kg)

l ₁ (mm)	l ₂ (mm)	l ₃ (mm)	l ₄ (mm)	l ₅ (mm)	l ₆ (mm)	l ₇ (mm)	R ₁ (N)	R ₂ (N)
-940	-795	-225	650	1525	2095	2240	2.010×10 ⁴	2.010×10 ⁴

m ₀ (kg)	m _{s1} (kg)	m _{s2} (kg)	l ₀ (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)
			1300	800	1364

I _{sx} (mm ⁴)	I _{sy} (mm ⁴)	Z _{sx} (mm ³)	Z _{sy} (mm ³)
1.500×10 ¹⁰	1.351×10 ⁸	1.667×10 ⁷	9.007×10 ⁵



A~A矢視図

S2 補 VI-2-11-2-7-8 R0

A_s (mm^2)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm^2)	A_{s2} (mm^2)	A_{s3} (mm^2)	A_{s4} (mm^2)
3.540×10^4	201000*	77300*	1.599×10^4	1.679×10^4	1.202×10^4	1.418×10^4

s	n	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	d_1 (mm)	d_2 (mm)
15	4	2	2	500	2000	24 (M24)	452.4	150	250

S_y (脚) (MPa)	S_u (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F^* (脚) (MPa)	S_y (基礎ボルト) (MPa)	S_u (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F^* (基礎ボルト) (MPa)
241* (厚さ $\leq 16\text{mm}$)	394* (厚さ $\leq 16\text{mm}$)	—	276	231* ($16\text{mm} < \text{径} \leq 40\text{mm}$)	394* ($16\text{mm} < \text{径} \leq 40\text{mm}$)	—	276

注記* : 周囲環境温度で算出

2.3 計算数値

2.3.1 脚に生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		地震の方向	長手方向	横方向	長手方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1}=1$	$\sigma_{s1}=1$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4}=1$	$\sigma_{s4}=1$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2}=50$	$\sigma_{s3}=5$
	せん断	—	—	$\tau_{s2}=9$	$\tau_{s3}=4$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell}=53$	$\sigma_{sc}=9$

2.3.2 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		地震の方向	長手方向	横方向	長手方向
鉛直方向地震及び水平方向地震による応力	引張	—	—	$\sigma_{b1}=183$	$\sigma_{b2}=50$
水平方向地震による応力	せん断	—	—	$\tau_{b1}=59$	$\tau_{b2}=30$

2.4 結論

2.4.1 固有周期

(単位：s)

方向	固有周期
長手方向	
横方向	
鉛直方向	

2.4.2 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
脚	SS41	組合せ	—	—	$\sigma_s=53$	$f_{tm}=276$
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=183$	$f_{ts}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=59$	$f_{sb}=159$

すべて許容応力以下である。

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