

フィルタ (G41F26) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G41F26) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G41F26) の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D_o	胴外径	mm
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
h	胴高さ	mm
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材料の設計引張強さ	MPa
t	胴板厚さ	mm
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0\phi}$	胴の周方向一次一般膜応力	MPa
σ_{0x}	胴の軸方向一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭による胴の周方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に作用する鉛直方向地震力による胴の周方向応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x11}	鉛直方向地震力による胴断面に生じる引張応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震力が作用した場合の転倒モーメントによる胴の軸方向応力	MPa
σ_1	胴の一次応力の最大値	MPa
σ_{11} ～ σ_{16}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{17} ～ σ_{110}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_b	ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1} ～ σ_{b3}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b4} ～ σ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力により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の最大値	MPa
τ_{b2}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b4} ～ τ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
ω_H	水平方向振動系の角速度	rad/s

3. 評価部位

フィルタ (G41F26) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる胴及び据付ボルトとする。
フィルタ (G41F26) の概要図を図 3-1 に示す。

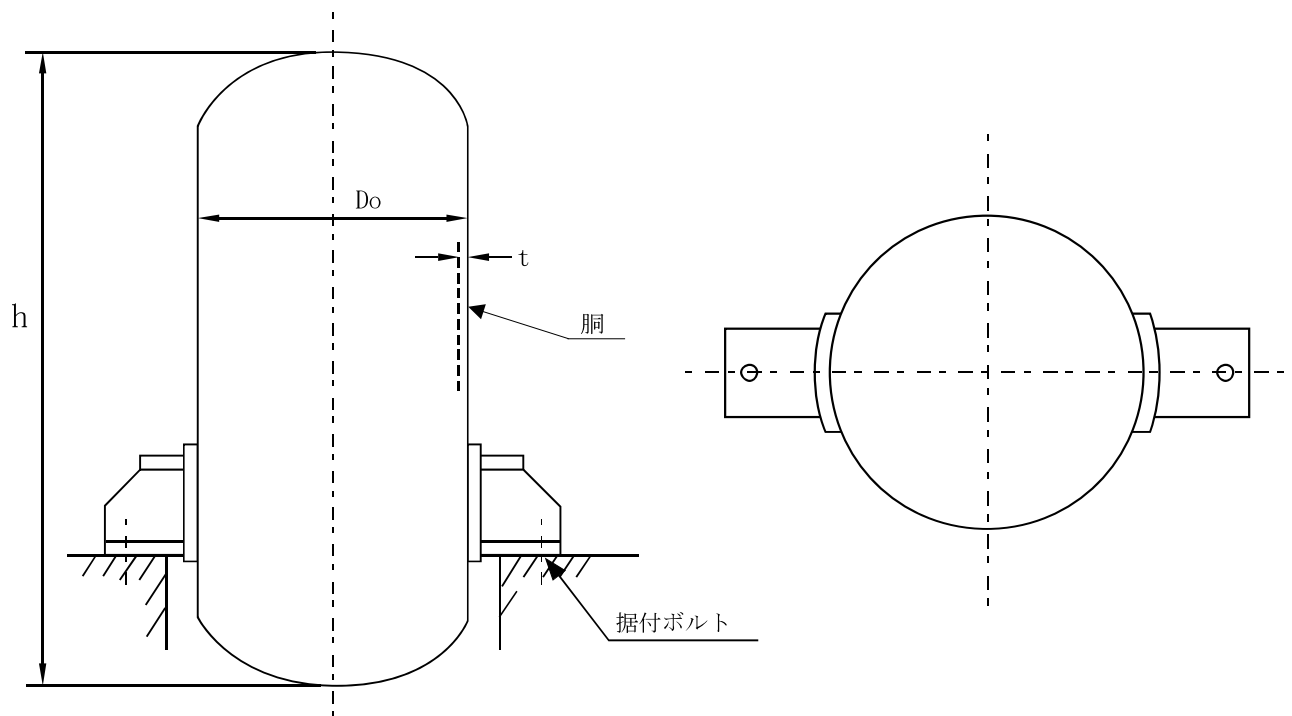


図 3-1 フィルタ (G41F26) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 D_s における許容応力を用いた。供用状態 D_s での温度は設計温度、圧力については設計圧力、自

重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表4-1に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
胴	一次一般膜応力	0.6 Su
胴	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)
据付ボルト	引張応力	1.5×(F/1.5)
据付ボルト	せん断応力	1.5×(F/(1.5√3))

4.3 設計用地震力

フィルタ(G41F26)は、固化セル(R001)内の吸収塔ラック(G41RK20)に搭載している機器であるため、図4-1に示すとおり、フィルタ(G41F26)の静的解析用震度は、吸収塔ラック(G41RK20)の地震応答解析結果(別紙6-1-2-5-3-98)から得られる機器搭載位置での静的解析用震度(水平方向:1.71,鉛直方向:0.80)を用いた。

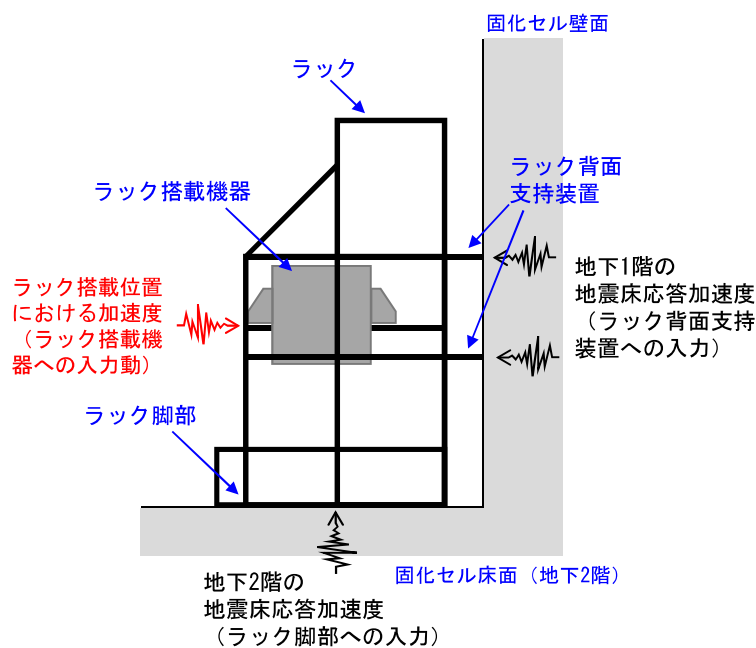


図 4-1 ラック搭載機器への地震動の入力方法

4.4 計算方法

フィルタ (G41F26) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

胴の一次一般膜応力：

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}]$$

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x11}^2 + \sigma_{x4}^2}$$

胴の一次応力：

$$\sigma_1 = \max[\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}, \sigma_{17}, \sigma_{18}, \sigma_{19}, \sigma_{110}]$$

据付ボルトの引張応力：

$$\sigma_b = \max[\sigma_{b1}, \sigma_{b2}, \sigma_{b3}, \sigma_{b4}, \sigma_{b5}]$$

据付ボルトのせん断応力：

$$\tau_b = \max[\tau_{b2}, \tau_{b4}, \tau_{b5}]$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G41F26) の解析モデルを図 4-2 に示す。

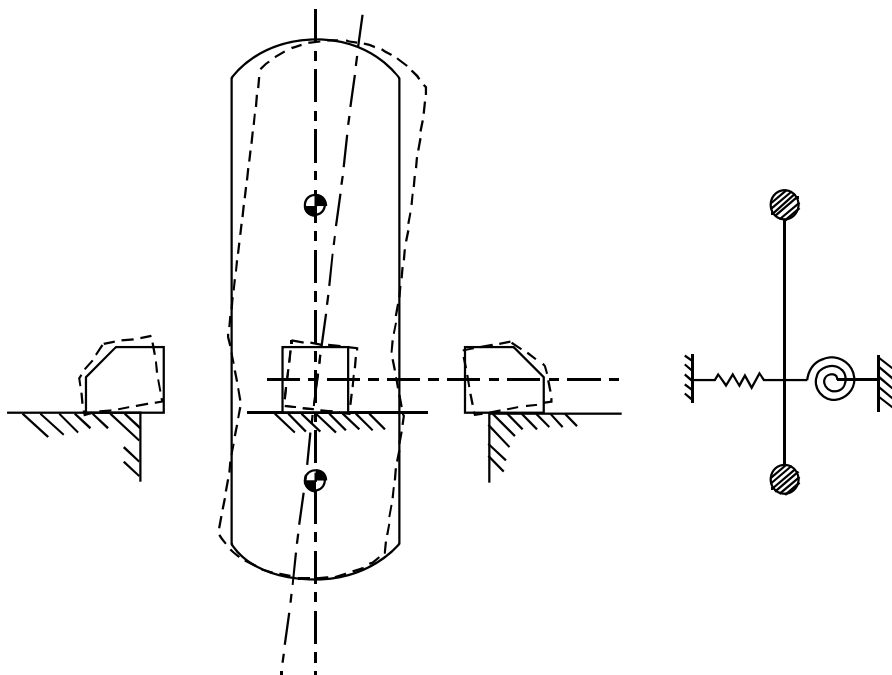


図 4-2 フィルタ (G41F26) の解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G41F26) の主要寸法・仕様を表 4-2 に示す。

表 4-2 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
フィルタ (G41F26)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	圧力 (設計圧力)	—	0.064 (MPa)
	胴外径	Do	562 (mm)
	胴板厚さ	t	6 (mm)
	胴高さ	h	970 (mm)
	胴材質	—	SUS304L
	胴温度 (設計温度)	—	90 (°C)
	据付ボルト呼び径	—	M20
	据付ボルト材質	—	SUS316
	据付ボルト温度	—	45 (°C)
	総質量	—	350 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G41F26) の固有周期は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = \frac{2\pi}{\omega_H}$$

フィルタ (G41F26) の固有周期を表 4-3 に示す。

表 4-3 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G41F26)	0.024 (秒)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G41F26) の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G41F26)	胴	一次一般膜	6	250	0.03
		一次	11	375	0.03
	据付ボルト	引張	32	246	0.13
		せん断	10	142	0.07

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G41F36) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G41F36) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G41F36) の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D_o	胴外径	mm
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
h	胴高さ	mm
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材料の設計引張強さ	MPa
t	胴板厚さ	mm
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0\phi}$	胴の周方向一次一般膜応力	MPa
σ_{0x}	胴の軸方向一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭による胴の周方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に作用する鉛直方向地震力による胴の周方向応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x11}	鉛直方向地震力による胴断面に生じる引張応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震力が作用した場合の転倒モーメントによる胴の軸方向応力	MPa
σ_1	胴の一次応力の最大値	MPa
σ_{11} ～ σ_{16}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{17} ～ σ_{110}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_b	ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1} ～ σ_{b3}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b4} ～ σ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力により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の最大値	MPa
τ_{b2}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b4} ～ τ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
ω_H	水平方向振動系の角速度	rad/s

3. 評価部位

フィルタ (G41F36) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる胴及び据付ボルトとする。
フィルタ (G41F36) の概要図を図 3-1 に示す。

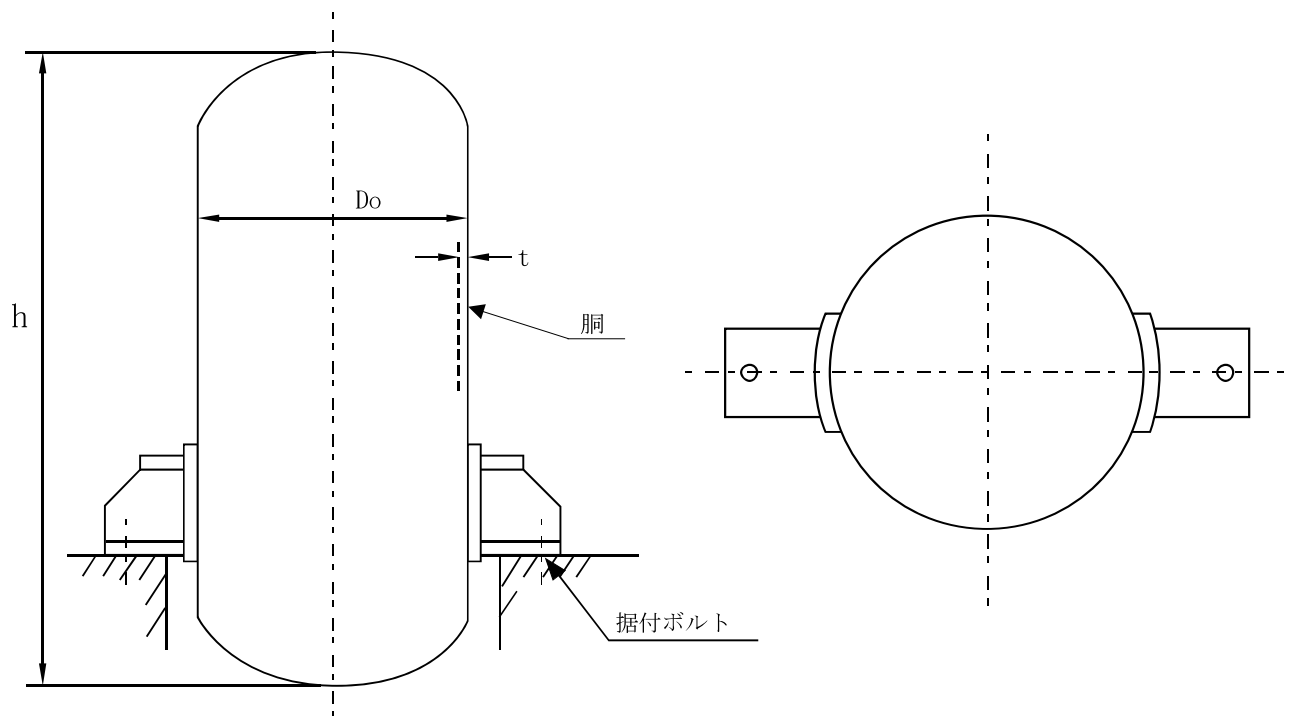


図 3-1 フィルタ (G41F36) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、圧力については設計圧力、自

重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表4-1に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
胴	一次一般膜応力	0.6 Su
胴	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)
据付ボルト	引張応力	1.5×(F/1.5)
据付ボルト	せん断応力	1.5×(F/(1.5√3))

4.3 設計用地震力

フィルタ(G41F36)は、固化セル(R001)内の洗浄塔ラック(G41RK30)に搭載している機器であるため、図4-1に示すとおり、フィルタ(G41F36)の静的解析用震度は、洗浄塔ラック(G41RK30)の地震応答解析結果(別紙6-1-2-5-3-99)から得られる機器搭載位置での静的解析用震度(水平方向:1.51,鉛直方向:0.85)を用いた。

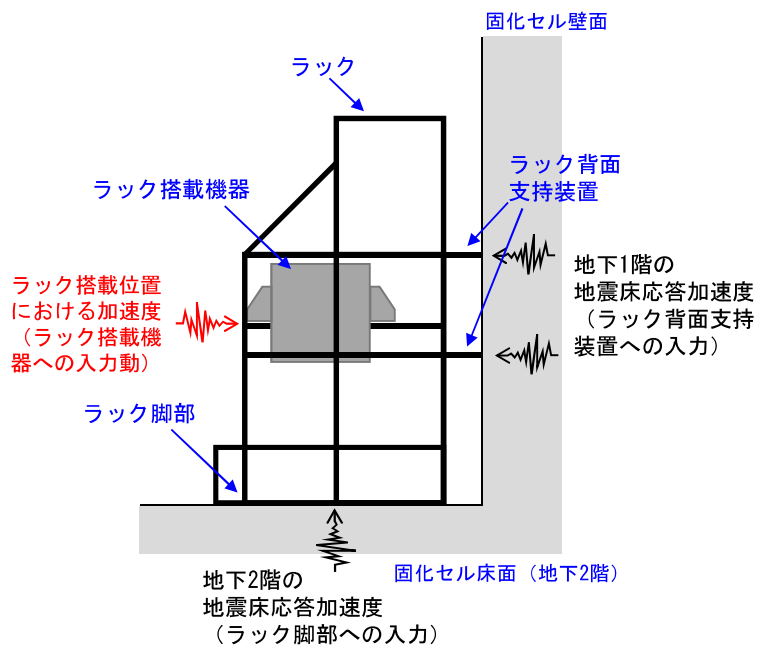


図 4-1 ラック搭載機器への地震動の入力方法

4.4 計算方法

フィルタ (G41F36) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

胴の一次一般膜応力：

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}]$$

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x11}^2 + \sigma_{x4}^2}$$

胴の一次応力：

$$\sigma_1 = \max[\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}, \sigma_{17}, \sigma_{18}, \sigma_{19}, \sigma_{110}]$$

据付ボルトの引張応力：

$$\sigma_b = \max[\sigma_{b1}, \sigma_{b2}, \sigma_{b3}, \sigma_{b4}, \sigma_{b5}]$$

据付ボルトのせん断応力：

$$\tau_b = \max[\tau_{b2}, \tau_{b4}, \tau_{b5}]$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G41F36) の解析モデルを図 4-2 に示す。

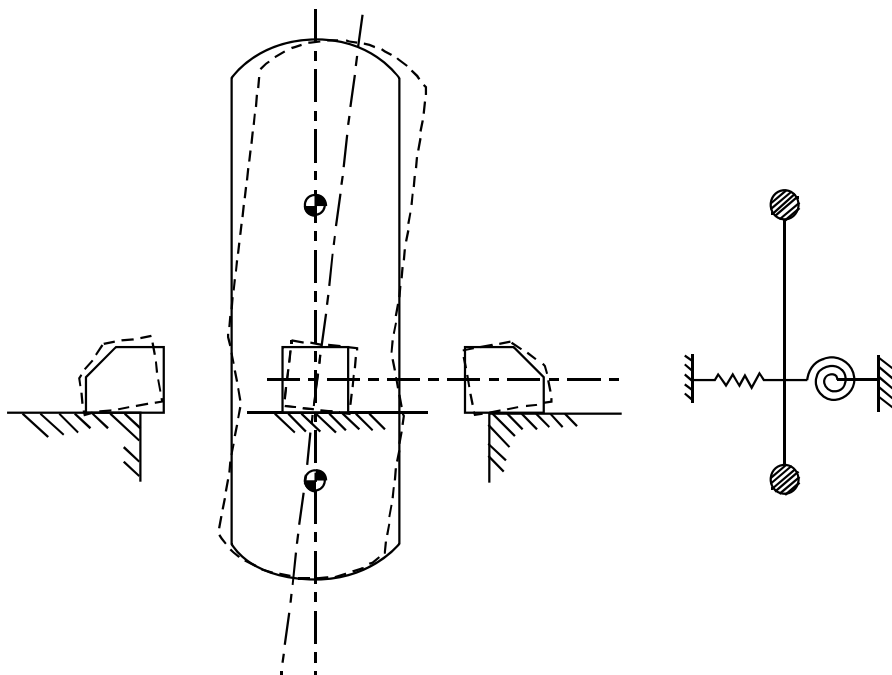


図 4-2 フィルタ (G41F36) の解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G41F36) の主要寸法・仕様を表 4-2 に示す。

表 4-2 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
フィルタ (G41F36)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	圧力 (設計圧力)	—	0.034 (MPa)
	胴外径	Do	562 (mm)
	胴板厚さ	t	6 (mm)
	胴高さ	h	970 (mm)
	胴材質	—	SUS304L
	胴温度 (設計温度)	—	90 (°C)
	据付ボルト呼び径	—	M20
	据付ボルト材質	—	SUS316
	据付ボルト温度	—	45 (°C)
	総質量	—	350 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G41F36) の固有周期は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = \frac{2\pi}{\omega_H}$$

フィルタ (G41F36) の固有周期を表 4-3 に示す。

表 4-3 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G41F36)	0.024 (秒)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G41F36) の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G41F36)	胴	一次一般膜	3	250	0.02
		一次	9	375	0.03
	据付ボルト	引張	29	246	0.12
		せん断	9	142	0.06

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G41F46) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G41F46) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G41F46) の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D_o	胴外径	mm
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
h	胴高さ	mm
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材料の設計引張強さ	MPa
t	胴板厚さ	mm
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0\phi}$	胴の周方向一次一般膜応力	MPa
σ_{0x}	胴の軸方向一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭による胴の周方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に作用する鉛直方向地震力による胴の周方向応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x11}	鉛直方向地震力による胴断面に生じる引張応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震力が作用した場合の転倒モーメントによる胴の軸方向応力	MPa
σ_1	胴の一次応力の最大値	MPa
σ_{11} ～ σ_{16}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{17} ～ σ_{110}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_b	ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1} ～ σ_{b3}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b4} ～ σ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力により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の最大値	MPa
τ_{b2}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b4} ～ τ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
ω_H	水平方向振動系の角速度	rad/s

3. 評価部位

フィルタ (G41F46) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる胴及び据付ボルトとする。
フィルタ (G41F46) の概要図を図 3-1 に示す。

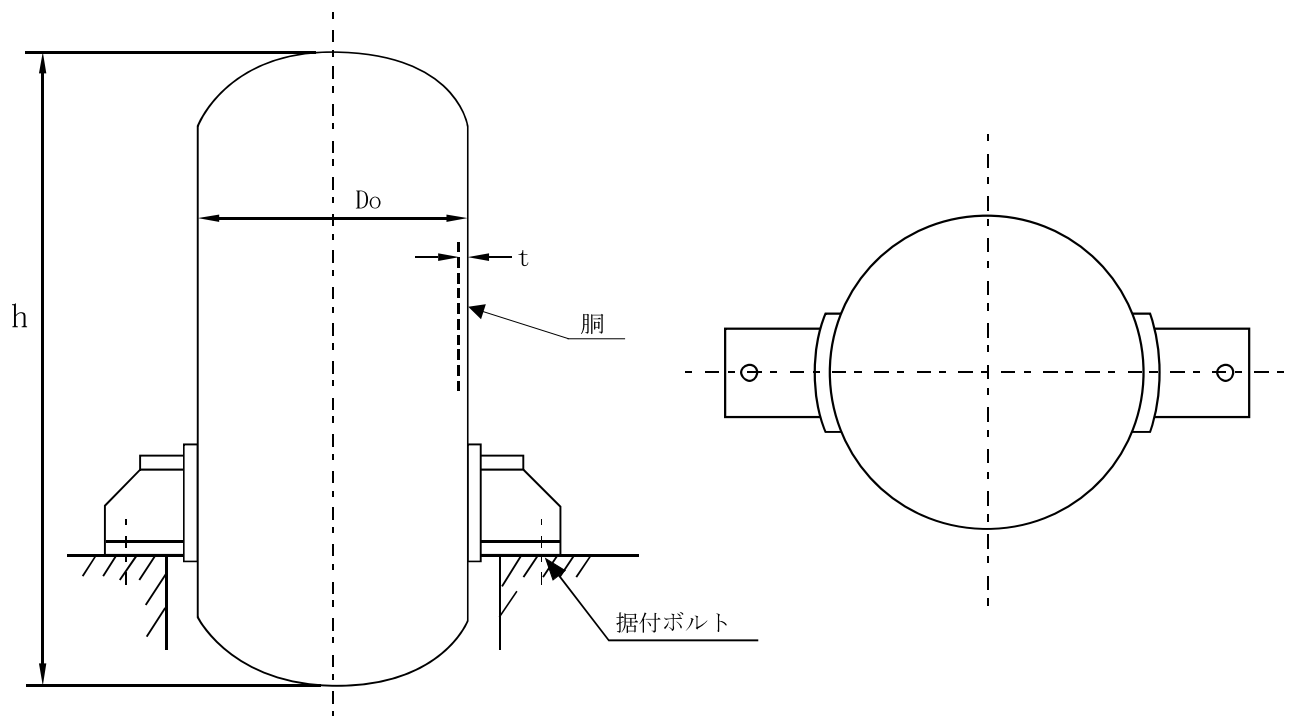


図 3-1 フィルタ (G41F46) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 D_s における許容応力を用いた。供用状態 D_s での温度は設計温度、圧力については設計圧力、自

重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表4-1に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
胴	一次一般膜応力	0.6 Su
胴	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)
据付ボルト	引張応力	1.5×(F/1.5)
据付ボルト	せん断応力	1.5×(F/(1.5√3))

4.3 設計用地震力

フィルタ(G41F46)は、固化セル(R001)内のデミスタラック(G41RK43)に搭載している機器であるため、図4-1に示すとおり、フィルタ(G41F46)の静的解析用震度は、デミスタラック(G41RK43)の地震応答解析結果(別紙6-1-2-5-3-96)から得られる機器搭載位置での静的解析用震度(水平方向:1.48,鉛直方向:0.84)を用いた。

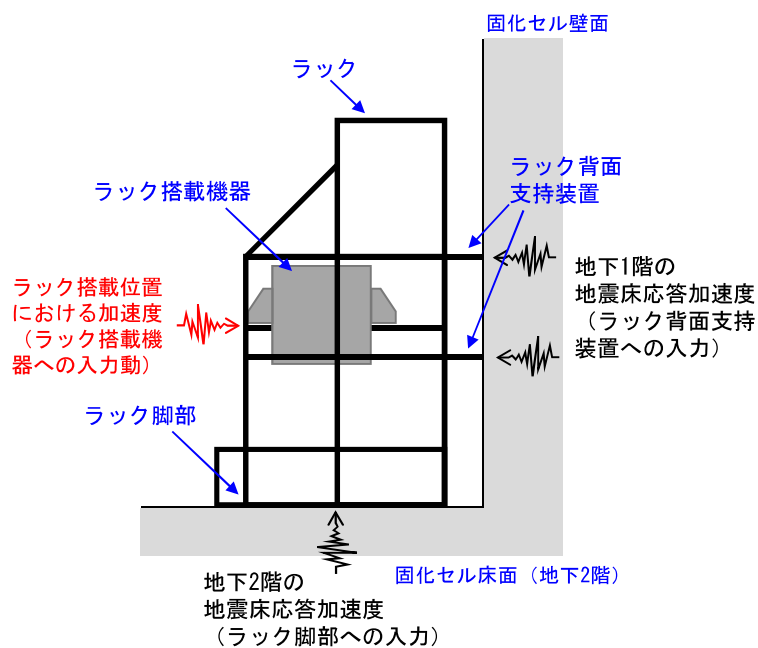


図 4-1 ラック搭載機器への地震動の入力方法

4.4 計算方法

フィルタ (G41F46) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

胴の一次一般膜応力：

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}]$$

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x11}^2 + \sigma_{x4}^2}$$

胴の一次応力：

$$\sigma_1 = \max[\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}, \sigma_{17}, \sigma_{18}, \sigma_{19}, \sigma_{110}]$$

据付ボルトの引張応力：

$$\sigma_b = \max[\sigma_{b1}, \sigma_{b2}, \sigma_{b3}, \sigma_{b4}, \sigma_{b5}]$$

据付ボルトのせん断応力：

$$\tau_b = \max[\tau_{b2}, \tau_{b4}, \tau_{b5}]$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G41F46) の解析モデルを図 4-2 に示す。

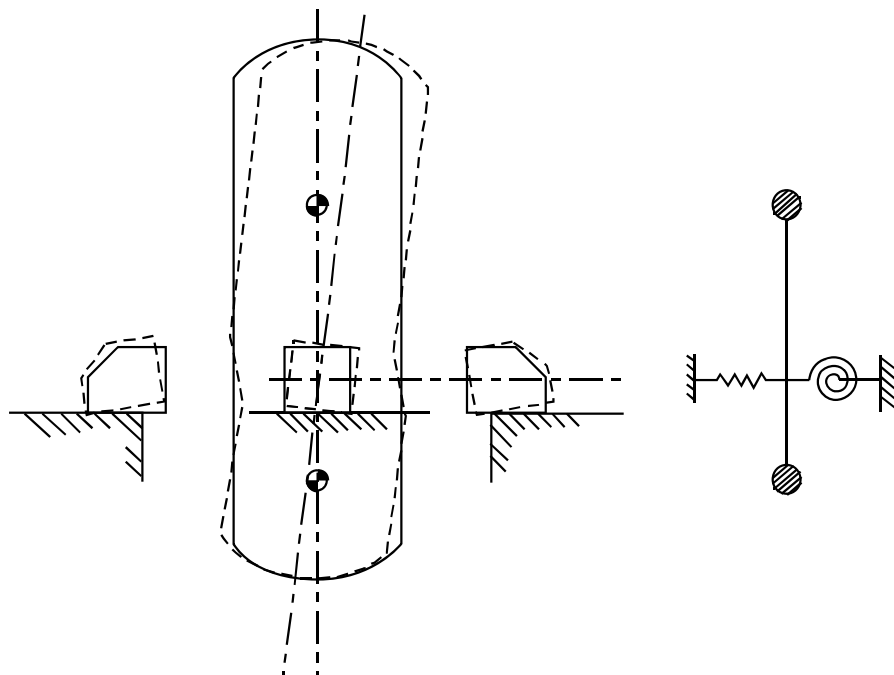


図 4-2 フィルタ (G41F46) の解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G41F46) の主要寸法・仕様を表 4-2 に示す。

表 4-2 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
フィルタ (G41F46)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	圧力 (設計圧力)	—	0.064 (MPa)
	胴外径	Do	572 (mm)
	胴板厚さ	t	6 (mm)
	胴高さ	h	970 (mm)
	胴材質	—	SUS304L
	胴温度 (設計温度)	—	90 (°C)
	据付ボルト呼び径	—	M20
	据付ボルト材質	—	SUS316
	据付ボルト温度	—	45 (°C)
	総質量	—	350 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G41F46) の固有周期は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = \frac{2\pi}{\omega_H}$$

フィルタ (G41F46) の固有周期を表 4-3 に示す。

表 4-3 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G41F46)	0.024 (秒)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G41F46) の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G41F46)	胴	一次一般膜	6	250	0.03
		一次	10	375	0.03
	据付ボルト	引張	36	246	0.15
		せん断	11	142	0.08

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G41F27) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G41F27) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G41F27) の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D_o	胴外径	mm
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
h	胴高さ	mm
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材料の設計引張強さ	MPa
t	胴板厚さ	mm
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0\phi}$	胴の周方向一次一般膜応力	MPa
σ_{0x}	胴の軸方向一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭による胴の周方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に作用する鉛直方向地震力による胴の周方向応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x11}	鉛直方向地震力による胴断面に生じる引張応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震力が作用した場合の転倒モーメントによる胴の軸方向応力	MPa
σ_1	胴の一次応力の最大値	MPa
σ_{11} ～ σ_{16}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{17} ～ σ_{110}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_b	ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1} ～ σ_{b3}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b4} ～ σ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力により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の最大値	MPa
τ_{b2}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b4} ～ τ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
ω_H	水平方向振動系の角速度	rad/s

3. 評価部位

フィルタ (G41F27) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる胴及び据付ボルトとする。
フィルタ (G41F27) の概要図を図 3-1 に示す。

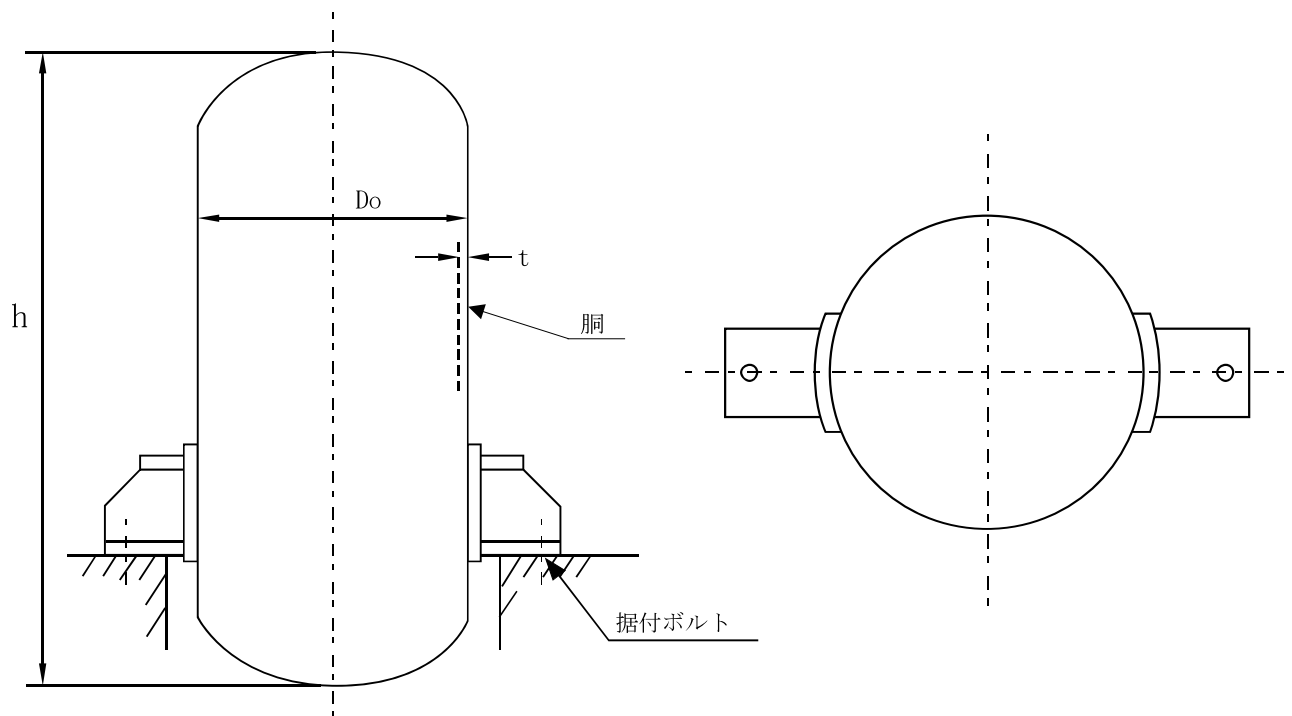


図 3-1 フィルタ (G41F27) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、圧力については設計圧力、自

重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表4-1に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
胴	一次一般膜応力	0.6 Su
胴	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)
据付ボルト	引張応力	1.5×(F/1.5)
据付ボルト	せん断応力	1.5×(F/(1.5√3))

4.3 設計用地震力

フィルタ(G41F27)は、固化セル(R001)内の吸収塔ラック(G41RK20)に搭載している機器であるため、図4-1に示すとおり、フィルタ(G41F27)の静的解析用震度は、吸収塔ラック(G41RK20)の地震応答解析結果(別紙6-1-2-5-3-98)から得られる機器搭載位置での静的解析用震度(水平方向:1.17,鉛直方向:0.80)を用いた。

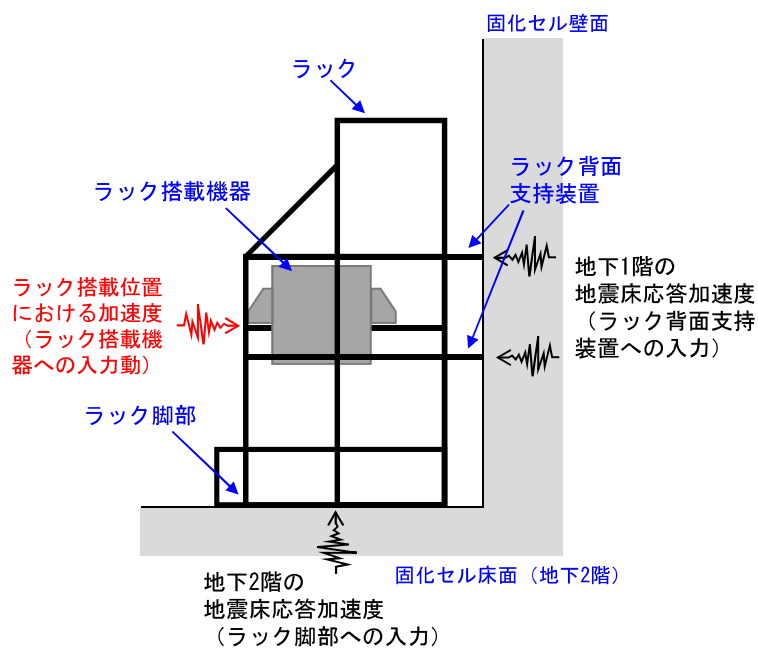


図 4-1 ラック搭載機器への地震動の入力方法

4.4 計算方法

フィルタ (G41F27) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

胴の一次一般膜応力：

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}]$$

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x11}^2 + \sigma_{x4}^2}$$

胴の一次応力：

$$\sigma_1 = \max[\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}, \sigma_{17}, \sigma_{18}, \sigma_{19}, \sigma_{110}]$$

据付ボルトの引張応力：

$$\sigma_b = \max[\sigma_{b1}, \sigma_{b2}, \sigma_{b3}, \sigma_{b4}, \sigma_{b5}]$$

据付ボルトのせん断応力：

$$\tau_b = \max[\tau_{b2}, \tau_{b4}, \tau_{b5}]$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G41F27) の解析モデルを図 4-2 に示す。

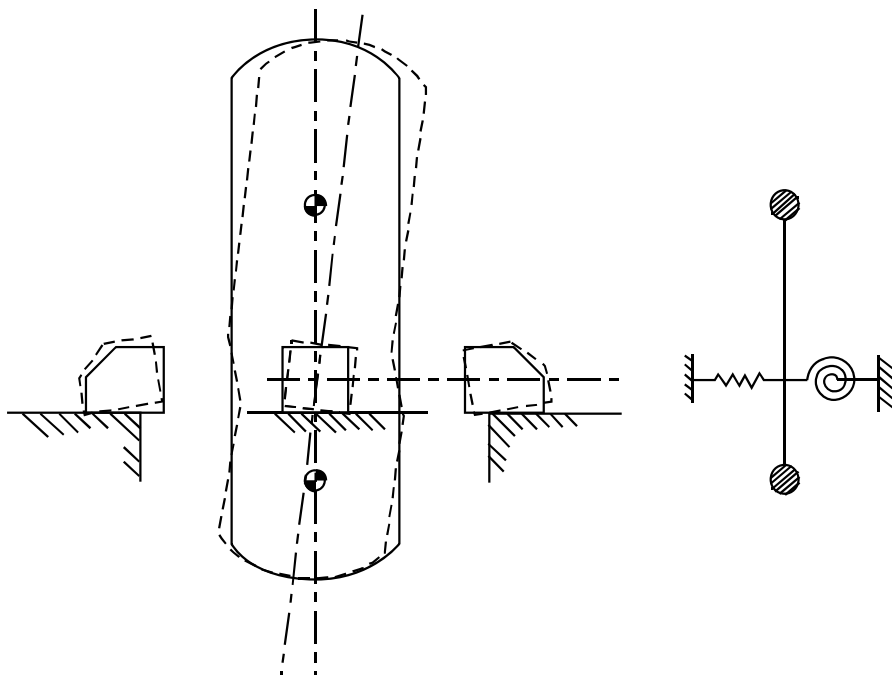


図 4-2 フィルタ (G41F27) の解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G41F27) の主要寸法・仕様を表 4-2 に示す。

表 4-2 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
フィルタ (G41F27)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	圧力 (設計圧力)	—	0.064 (MPa)
	胴外径	Do	562 (mm)
	胴板厚さ	t	6 (mm)
	胴高さ	h	970 (mm)
	胴材質	—	SUS304L
	胴温度 (設計温度)	—	90 (°C)
	据付ボルト呼び径	—	M20
	据付ボルト材質	—	SUS316
	据付ボルト温度	—	45 (°C)
	総質量	—	330 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G41F27) の固有周期は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = \frac{2\pi}{\omega_H}$$

フィルタ (G41F27) の固有周期を表 4-3 に示す。

表 4-3 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G41F27)	0.023 (秒)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G41F27) の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G41F27)	胴	一次一般膜	6	250	0.03
		一次	8	375	0.03
	据付ボルト	引張	20	246	0.09
		せん断	7	142	0.05

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G41F37) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G41F37) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G41F37) の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D_o	胴外径	mm
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
h	胴高さ	mm
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材料の設計引張強さ	MPa
t	胴板厚さ	mm
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0\phi}$	胴の周方向一次一般膜応力	MPa
σ_{0x}	胴の軸方向一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭による胴の周方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に作用する鉛直方向地震力による胴の周方向応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x11}	鉛直方向地震力による胴断面に生じる引張応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震力が作用した場合の転倒モーメントによる胴の軸方向応力	MPa
σ_1	胴の一次応力の最大値	MPa
σ_{11} ～ σ_{16}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{17} ～ σ_{110}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_b	ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1} ～ σ_{b3}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b4} ～ σ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力により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の最大値	MPa
τ_{b2}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b4} ～ τ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
ω_H	水平方向振動系の角速度	rad/s

3. 評価部位

フィルタ (G41F37) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる胴及び据付ボルトとする。
フィルタ (G41F37) の概要図を図 3-1 に示す。

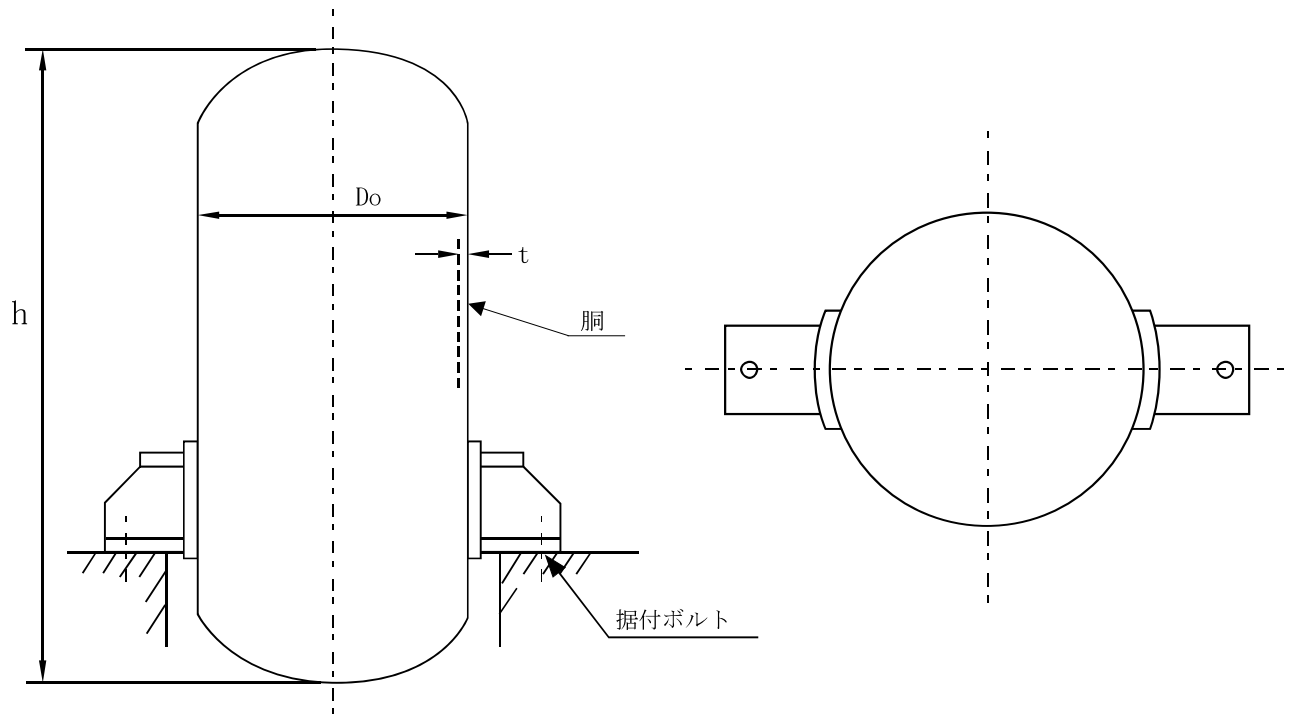


図 3-1 フィルタ (G41F37) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 D_s における許容応力を用いた。供用状態 D_s での温度は設計温度、圧力については設計圧力、自

重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表4-1に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
胴	一次一般膜応力	0.6 Su
胴	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)
据付ボルト	引張応力	1.5×(F/1.5)
据付ボルト	せん断応力	1.5×(F/(1.5√3))

4.3 設計用地震力

フィルタ(G41F37)は、固化セル(R001)内の洗浄塔ラック(G41RK30)に搭載している機器であるため、図4-1に示すとおり、フィルタ(G41F37)の静的解析用震度は、洗浄塔ラック(G41RK30)の地震応答解析結果(別紙6-1-2-5-3-99)から得られる機器搭載位置での静的解析用震度(水平方向:1.20,鉛直方向:0.84)を用いた。

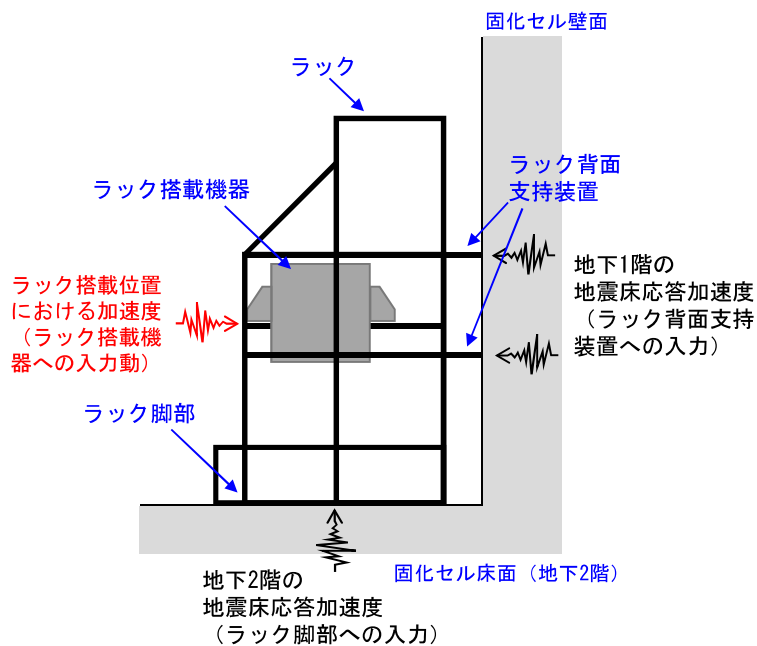


図 4-1 ラック搭載機器への地震動の入力方法

4.4 計算方法

フィルタ (G41F37) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

胴の一次一般膜応力：

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}]$$

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x11}^2 + \sigma_{x4}^2}$$

胴の一次応力：

$$\sigma_1 = \max[\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}, \sigma_{17}, \sigma_{18}, \sigma_{19}, \sigma_{110}]$$

据付ボルトの引張応力：

$$\sigma_b = \max[\sigma_{b1}, \sigma_{b2}, \sigma_{b3}, \sigma_{b4}, \sigma_{b5}]$$

据付ボルトのせん断応力：

$$\tau_b = \max[\tau_{b2}, \tau_{b4}, \tau_{b5}]$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G41F37) の解析モデルを図 4-2 に示す。

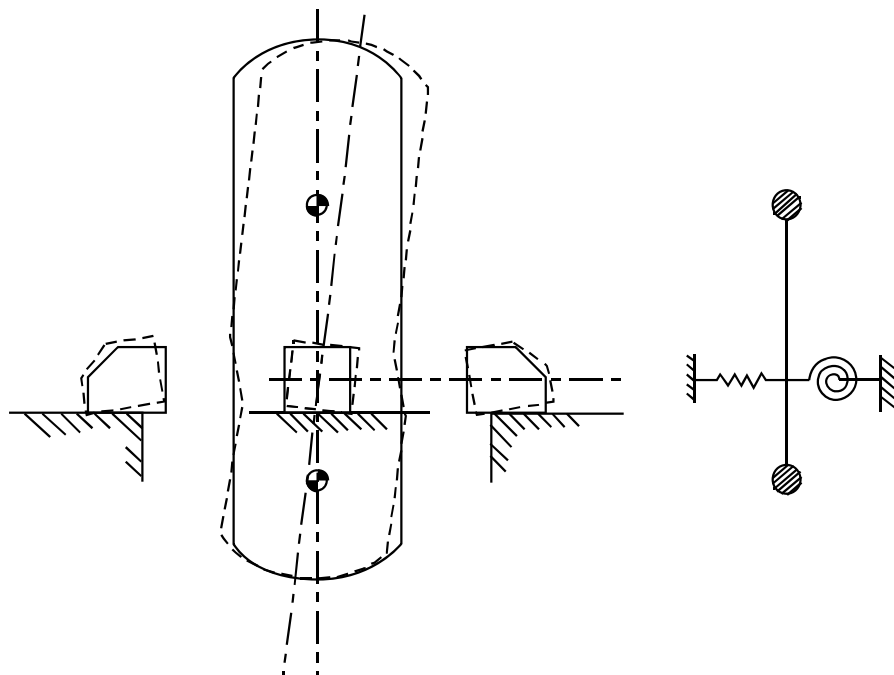


図 4-2 フィルタ (G41F37) の解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G41F37) の主要寸法・仕様を表 4-2 に示す。

表 4-2 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
フィルタ (G41F37)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	圧力 (設計圧力)	—	0.034 (MPa)
	胴外径	Do	562 (mm)
	胴板厚さ	t	6 (mm)
	胴高さ	h	970 (mm)
	胴材質	—	SUS304L
	胴温度 (設計温度)	—	90 (°C)
	据付ボルト呼び径	—	M20
	据付ボルト材質	—	SUS316
	据付ボルト温度	—	45 (°C)
	総質量	—	330 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G41F37) の固有周期は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = \frac{2\pi}{\omega_H}$$

フィルタ (G41F37) の固有周期を表 4-3 に示す。

表 4-3 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G41F37)	0.023 (秒)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G41F37) の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G41F37)	胴	一次一般膜	3	250	0.02
		一次	7	375	0.02
	据付ボルト	引張	21	246	0.09
		せん断	7	142	0.05

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G41F47) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G41F47) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G41F47) の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D_o	胴外径	mm
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
h	胴高さ	mm
Su	JSME S NJ1-2012 Part3 に定める材料の設計引張強さ	MPa
t	胴板厚さ	mm
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0\phi}$	胴の周方向一次一般膜応力	MPa
σ_{0x}	胴の軸方向一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭による胴の周方向応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に作用する鉛直方向地震力による胴の周方向応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による胴の軸方向応力	MPa
σ_{x11}	鉛直方向地震力による胴断面に生じる引張応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震力が作用した場合の転倒モーメントによる胴の軸方向応力	MPa
σ_1	胴の一次応力の最大値	MPa
σ_{11} ～ σ_{16}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{17} ～ σ_{110}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_b	ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1} ～ σ_{b3}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b4} ～ σ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力により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の最大値	MPa
τ_{b2}	水平方向地震力 (Z 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b4} ～ τ_{b5}	水平方向地震力 (X 方向) 及び鉛直方向地震力によりボルトに生じるせん断応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
ω_H	水平方向振動系の角速度	rad/s

3. 評価部位

フィルタ (G41F47) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる胴及び据付ボルトとする。
フィルタ (G41F47) の概要図を図 3-1 に示す。

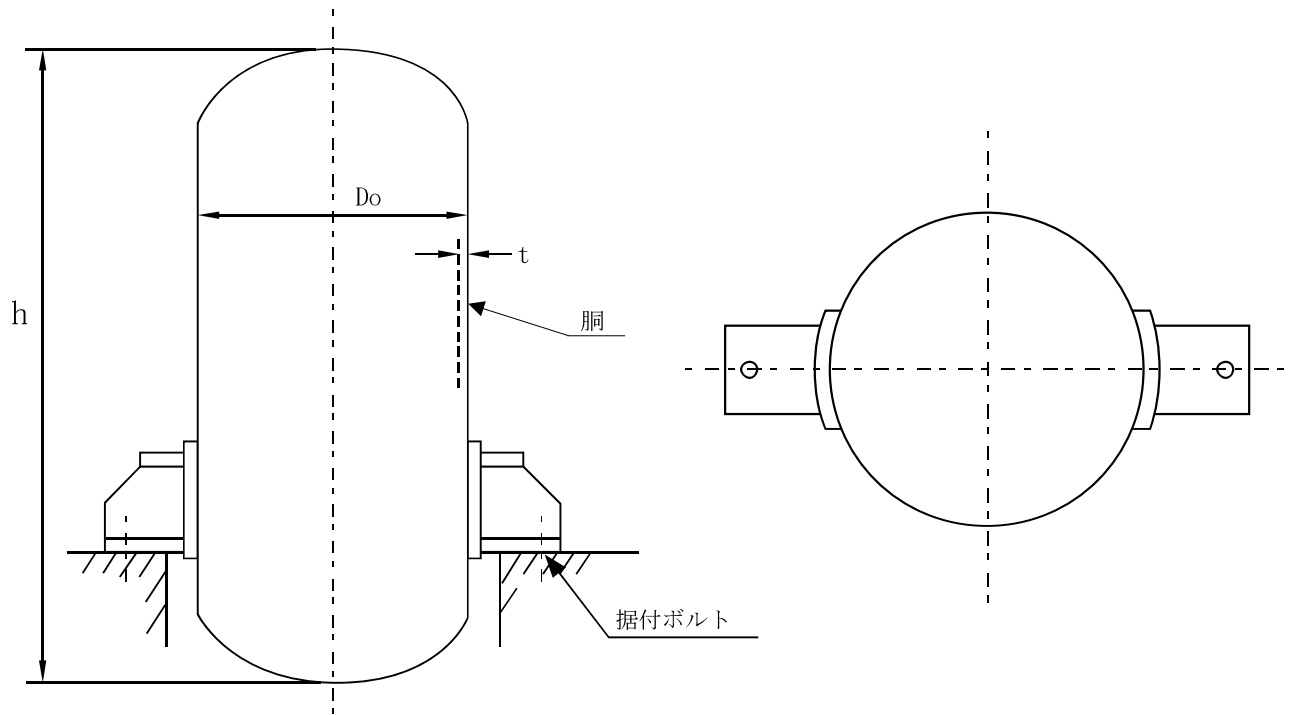


図 3-1 フィルタ (G41F47) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重、圧力及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、圧力については設計圧力、自

重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表4-1に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
胴	一次一般膜応力	0.6 Su
胴	一次応力	0.9 Su (1.5×0.6 Su)
据付ボルト	引張応力	1.5×(F/1.5)
据付ボルト	せん断応力	1.5×(F/(1.5√3))

4.3 設計用地震力

フィルタ(G41F47)は、固化セル(R001)内のデミスタラック(G41RK43)に搭載している機器であるため、図4-1に示すとおり、フィルタ(G41F47)の静的解析用震度は、デミスタラック(G41RK43)の地震応答解析結果(別紙6-1-2-5-3-96)から得られる機器搭載位置での静的解析用震度(水平方向:1.19,鉛直方向:0.87)を用いた。

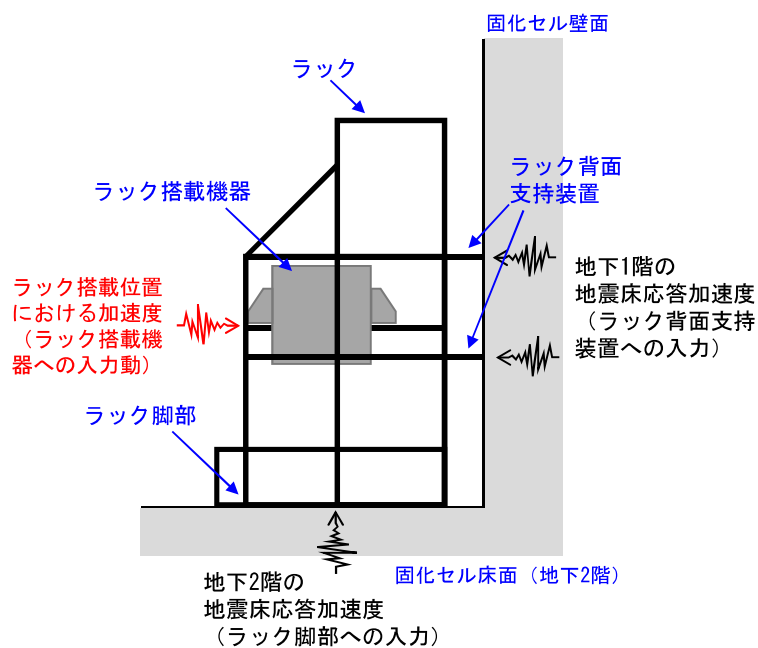


図 4-1 ラック搭載機器への地震動の入力方法

4.4 計算方法

フィルタ (G41F47) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

胴の一次一般膜応力：

$$\sigma_0 = \max[\sigma_{0\phi}, \sigma_{0x}]$$

$$\sigma_{0\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2}$$

$$\sigma_{0x} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x11}^2 + \sigma_{x4}^2}$$

胴の一次応力：

$$\sigma_1 = \max[\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{14}, \sigma_{15}, \sigma_{16}, \sigma_{17}, \sigma_{18}, \sigma_{19}, \sigma_{110}]$$

据付ボルトの引張応力：

$$\sigma_b = \max[\sigma_{b1}, \sigma_{b2}, \sigma_{b3}, \sigma_{b4}, \sigma_{b5}]$$

据付ボルトのせん断応力：

$$\tau_b = \max[\tau_{b2}, \tau_{b4}, \tau_{b5}]$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G41F47) の解析モデルを図 4-2 に示す。

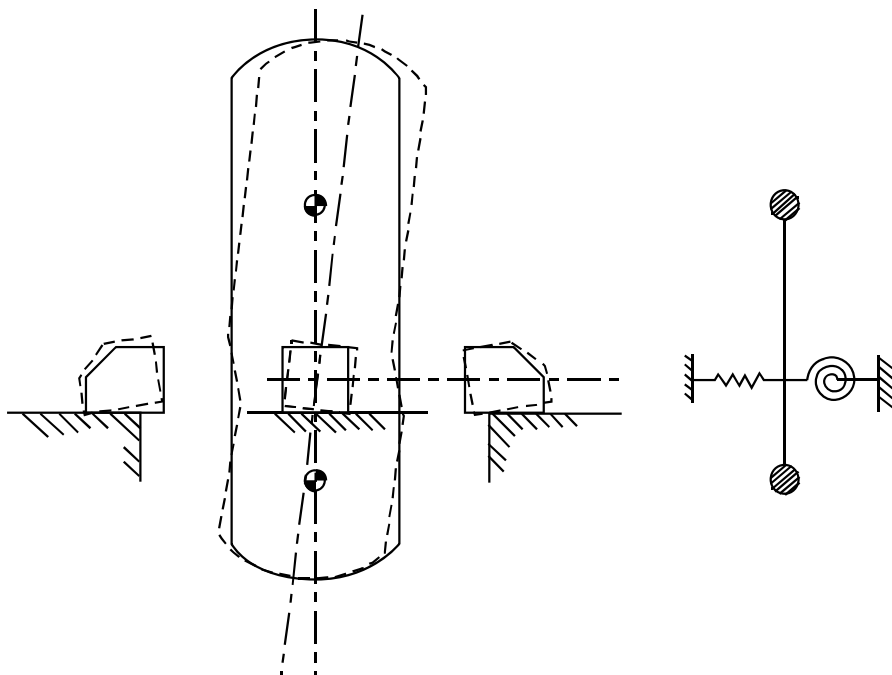


図 4-2 フィルタ (G41F47) の解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G41F47) の主要寸法・仕様を表 4-2 に示す。

表 4-2 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
フィルタ (G41F47)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	圧力 (設計圧力)	—	0.064 (MPa)
	胴外径	Do	572 (mm)
	胴板厚さ	t	6 (mm)
	胴高さ	h	970 (mm)
	胴材質	—	SUS304L
	胴温度 (設計温度)	—	90 (°C)
	据付ボルト呼び径	—	M20
	据付ボルト材質	—	SUS316
	据付ボルト温度	—	45 (°C)
	総質量	—	350 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G41F47) の固有周期は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のラグ支持たて置円筒形容器の以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = \frac{2\pi}{\omega_H}$$

フィルタ (G41F47) の固有周期を表 4-3 に示す。

表 4-3 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G41F47)	0.023 (秒)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G41F47) の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G41F47)	胴	一次一般膜	6	250	0.03
		一次	9	375	0.03
	据付ボルト	引張	26	246	0.11
		せん断	8	142	0.06

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G41F88, F89) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G41F88, F89) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G41F88, F89) の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性（底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。）に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ (G41F88, F89) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G41F88, F89) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (B2F, 水平方向 : 0.86, 鉛直方向 : 0.77) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G41F88, F89) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G41F88, F89) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

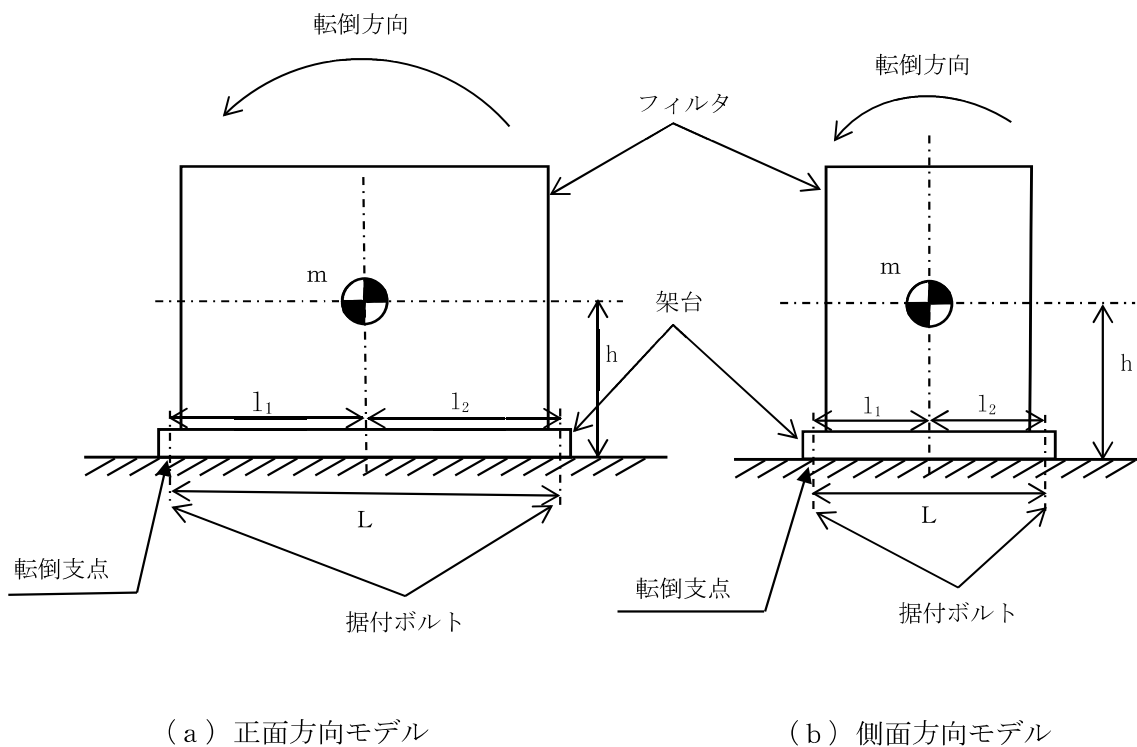


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G41F88, F89) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
フィルタ (G41F88, F89)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	660 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SUS316
	据付ボルト温度	—	35 (°C)
	据付ボルトの本数	n	6
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	1150 (mm)
	総質量	m	1260 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G41F88, F89) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (G41F88, F89) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G41F88, F89)	0.05 (秒) 以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G41F88, F89) の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G41F88, F89)	据付ボルト	引張	42	246	0.18
		せん断	12	142	0.09

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

排風機(G41K50, K51)の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成する排風機(G41K50, K51)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

排風機(G41K50, K51)の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠し、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

また、当該設備の地震時及び地震後の動的機能の評価は、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度が機能確認済加速度以下となることを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)
- (5) ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051(日本原燃株式会社, 株式会社日立製作所)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ブロワ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ブロワ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

排風機(G41K50, K51)の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。排風機 (G41K50, K51) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (B2F, 水平方向 : 0.86, 鉛直方向 : 0.77) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

排風機 (G41K50, K51) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

排風機 (G41K50, K51) の解析モデルを図 4-1 に示す。

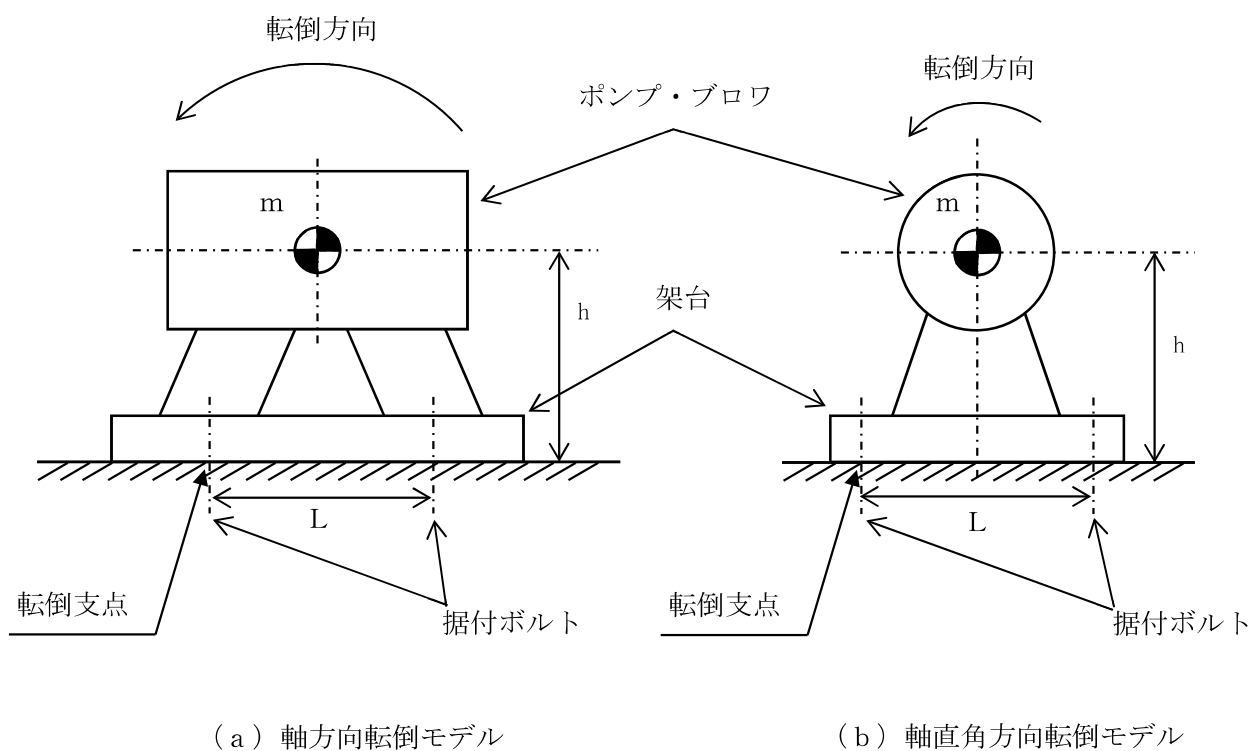


図 4.1 解析モデル

4.5.2 諸元

排風機 (G41K50, K51) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
排風機 (G41K50, K51)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	975 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 (°C)
	据付ボルトの本数	n	7
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	400 (mm)
	ブロワ振動による震度	C_P	0.11
	ブロワ回転により働くモーメント	M_P	0 (N・mm)
	総質量	m	1130 (kg)

4.6 固有周期

排風機 (G41K50, K51) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

排風機 (G41K50, K51) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
排風機 (G41K50, K51)	0.05 (秒)以下

5. 機能維持評価

5.1 動的機能維持評価方法

排風機 (G41K50, K51) の地震時及び地震後の動的機能維持評価について、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のファンの評価方法を準用し、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度と機能確認済加速度を比較することにより評価を行った。

排風機 (G41K50, K51) は形式がルーツ式であることから、機能確認済加速度は「ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051 (日本原燃株式会社, 株式会社日立製作所)」のものを用いた。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

評価対象設備	形式	方向	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K50, K51)	ルーツブロワ	水平	1.2
		鉛直	1.2

6. 評価結果

構造強度評価結果を表 6-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の排風機 (G41K50, K51) の発生応力は

いずれも許容応力以下であることを確認した。

また，動的機能維持評価結果を表 6-2 に示す。廃止措置計画用設計地震動により排風機 (G41K50, K51) に作用する加速度は機能確認済加速度以下であることを確認した。

表 6-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
排風機 (G41K50, K51)	据付ボルト	引張	7	280	0.03
		せん断	10	161	0.07

※1 応力比は，発生応力／許容応力を示す。

表 6-2 動的機能維持評価結果

評価対象設備	方向	廃止措置計画用設計地震動により設備に作用する加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K50, K51)	水平	0.72	1.2
	鉛直	0.64	1.2

排風機(G41K60, K61)の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成する排風機(G41K60, K61)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

排風機(G41K60, K61)の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠し、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

また、当該設備の地震時及び地震後の動的機能の評価は、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度が機能確認済加速度以下となることを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)
- (5) ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051(日本原燃株式会社, 株式会社日立製作所)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ブロー振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ブロー回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

排風機(G41K60, K61)の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。排風機 (G41K60, K61) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (B2F, 水平方向 : 0.86, 鉛直方向 : 0.77) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

排風機 (G41K60, K61) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

排風機 (G41K60, K61) の解析モデルを図 4-1 に示す。

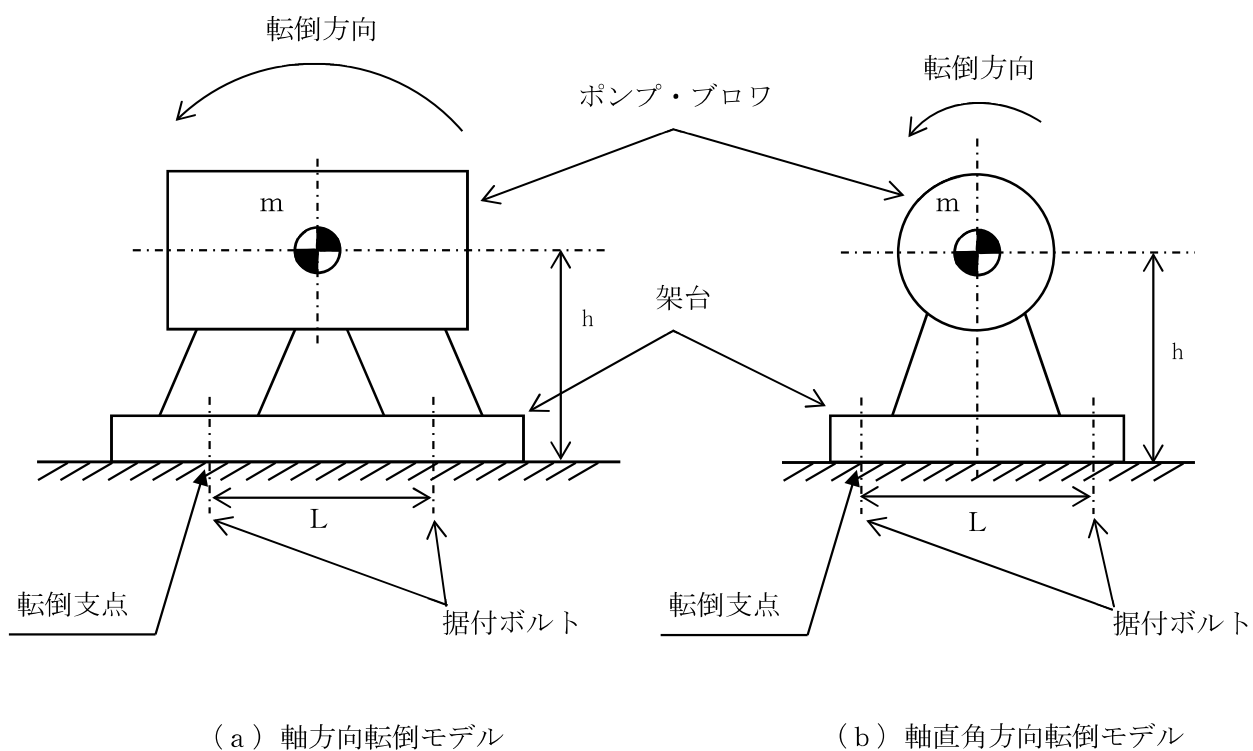


図 4.1 解析モデル

4.5.2 諸元

排風機 (G41K60, K61) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
排風機 (G41K60, K61)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	875 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M16
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	40 (°C)
	据付ボルトの本数	n	7
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	385 (mm)
	ブロワ振動による震度	C_P	0.11
	ブロワ回転により働くモーメント	M_P	0 (N・mm)
	総質量	m	835 (kg)

4.6 固有周期

排風機 (G41K60, K61) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

排風機 (G41K60, K61) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
排風機 (G41K60, K61)	0.05 (秒)以下

5. 機能維持評価

5.1 動的機能維持評価方法

排風機 (G41K60, K61) の地震時及び地震後の動的機能維持評価について、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のファンの評価方法を準用し、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度と機能確認済加速度を比較することにより評価を行った。

排風機 (G41K60, K61) は形式がルーツ式であることから、機能確認済加速度は「ルーツブロワの地震時の動的機能維持評価に関する研究 HLR-051 (日本原燃株式会社, 株式会社日立製作所)」のものを用いた。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

評価対象設備	形式	方向	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K60, K61)	ルーツブロワ	水平	1.2
		鉛直	1.2

6. 評価結果

構造強度評価結果を表 6-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の排風機(G41K60, K61)の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

また、動的機能維持評価結果を表 6-2 に示す。廃止措置計画用設計地震動により排風機(G41K60, K61)に作用する加速度は機能確認済加速度以下であることを確認した。

表 6-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
排風機(G41K60, K61)	据付ボルト	引張	6	280	0.03
		せん断	8	161	0.05

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

表 6-2 動的機能維持評価結果

評価対象設備	方向	廃止措置計画用設計地震動により設備に作用する加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機(G41K60, K61)	水平	0.72	1.2
	鉛直	0.64	1.2

排風機 (G41K90, K91, K92) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成する排風機(G41K90, K91, K92)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

排風機(G41K90, K91, K92)の構造強度の評価は、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠し、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

また、当該設備の地震時及び地震後の動的機能の評価は、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度が機能確認済加速度以下となることを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ブロー振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ブロー回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

排風機 (G41K90, K91, K92) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。排風機(G41K90, K91, K92)の静的解析用震度は、機器据付階のもの(B2F, 水平方向: 0.86, 鉛直方向: 0.77)を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度×1.2)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

排風機 (G41K90, K91, K92) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

排風機 (G41K90, K91, K92) の解析モデルを図 4-1 に示す。

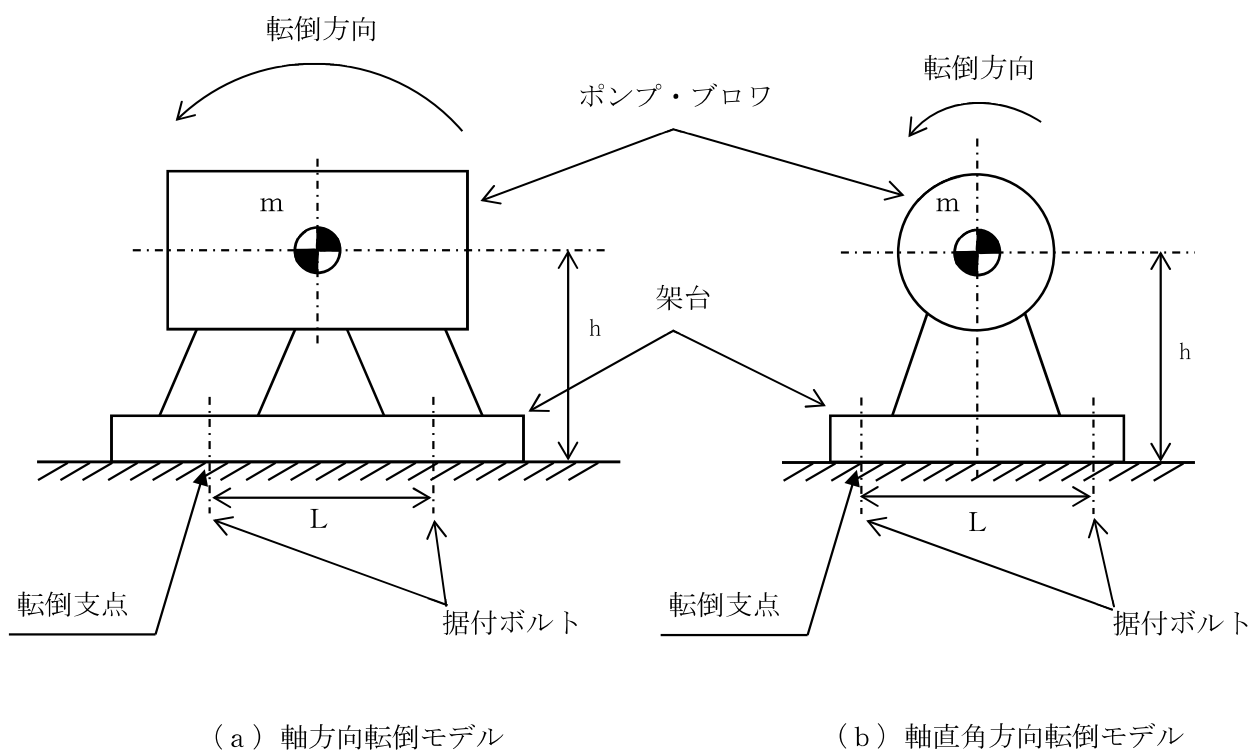


図 4.1 解析モデル

4.5.2 諸元

排風機 (G41K90, K91, K92) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	記号	値
排風機 (G41K90, K91, K92)	安全上の機能	—	閉じ込め機能
	機器区分	—	クラス 3
	据付ボルト間隔	L	1290 (mm)
	据付ボルト呼び径	—	M20
	据付ボルト材質	—	SS400
	据付ボルト温度	—	35 (°C)
	据付ボルトの本数	n	8
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	n_f	2
	据付面から重心までの距離	h	580 (mm)
	ブロワ振動による震度	C_P	0.65
	ブロワ回転により働くモーメント	M_P	0 (N・mm)
	総質量	m	1800 (kg)

4.6 固有周期

排風機 (G41K90, K91, K92) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

排風機 (G41K90, K91, K92) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
排風機 (G41K90, K91, K92)	0.05 (秒)以下

5. 機能維持評価

5.1 動的機能維持評価方法

排風機 (G41K90, K91, K92) の地震時及び地震後の動的機能維持評価について、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のファンの評価方法を準用し、廃止措置計画用設計地震動により当該設備に作用する加速度と機能確認済加速度を比較することにより評価を行った。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

評価対象設備	形式	方向	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K90, K91, K92)	遠心直結型	水平	2.3
		鉛直	1.0

6. 評価結果

構造強度評価結果を表 6-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の排風機 (G41K90, K91, K92) の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

また、動的機能維持評価結果を表 6-2 に示す。廃止措置計画用設計地震動により排風機 (G41K90, K91, K92) に作用する加速度は機能確認済加速度以下であることを確認した。

表 6-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
排風機 (G41K90, K91, K92)	据付ボルト	引張	24	280	0.09
		せん断	14	161	0.09

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

表 6-2 動的機能維持評価結果

評価対象設備	方向	廃止措置計画用設計地震動により設備に作用する加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)
排風機 (G41K90, K91, K92)	水平	0.72	2.3
	鉛直	0.64	1.0

フィルタ (G07F80. 1～F80. 10) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ(G07F80.1～F80.10)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ(G07F80.1～F80.10)の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性（底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。）に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ (G07F80.1~F80.10) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G07F80.1~F80.10) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (2F, 水平方向 : 1.03, 鉛直方向 : 0.79) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G07F80. 1~F80. 10) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{nA_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G07F80.1~F80.10) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

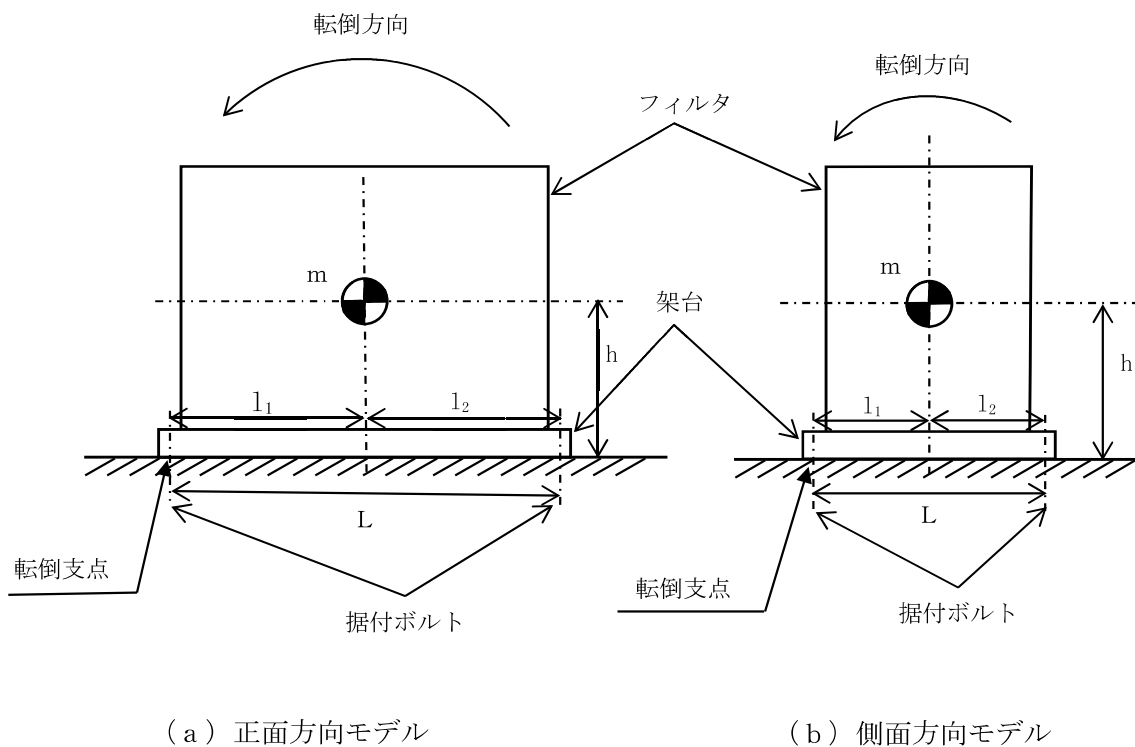


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G07F80.1~F80.10) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F80.1~F80.10)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	据付ボルト間隔	620 (mm)
	据付ボルト呼び径	M12
	据付ボルト材質	SUS304
	据付ボルト温度	40(°C)
	据付ボルトの本数	6
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	3
	据付面から重心までの距離	1175 (mm)
	総質量	1300 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G07F80.1~F80.10) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (G07F80.1~F80.10) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G07F80.1~F80.10)	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟のフィルタ(G07F80.1~F80.10)の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F80.1~ F80.10)	据付ボルト	引張	76	246	0.31
		せん断	26	142	0.19

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G07F81. 1～F81. 10) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ(G07F81.1～F81.10)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ(G07F81.1～F81.10)の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性（底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。）に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ (G07F81.1~F81.10) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G07F81.1~F81.10) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (2F, 水平方向 : 1.03, 鉛直方向 : 0.79) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G07F81. 1～F81. 10) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{nA_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G07F81.1~F81.10) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

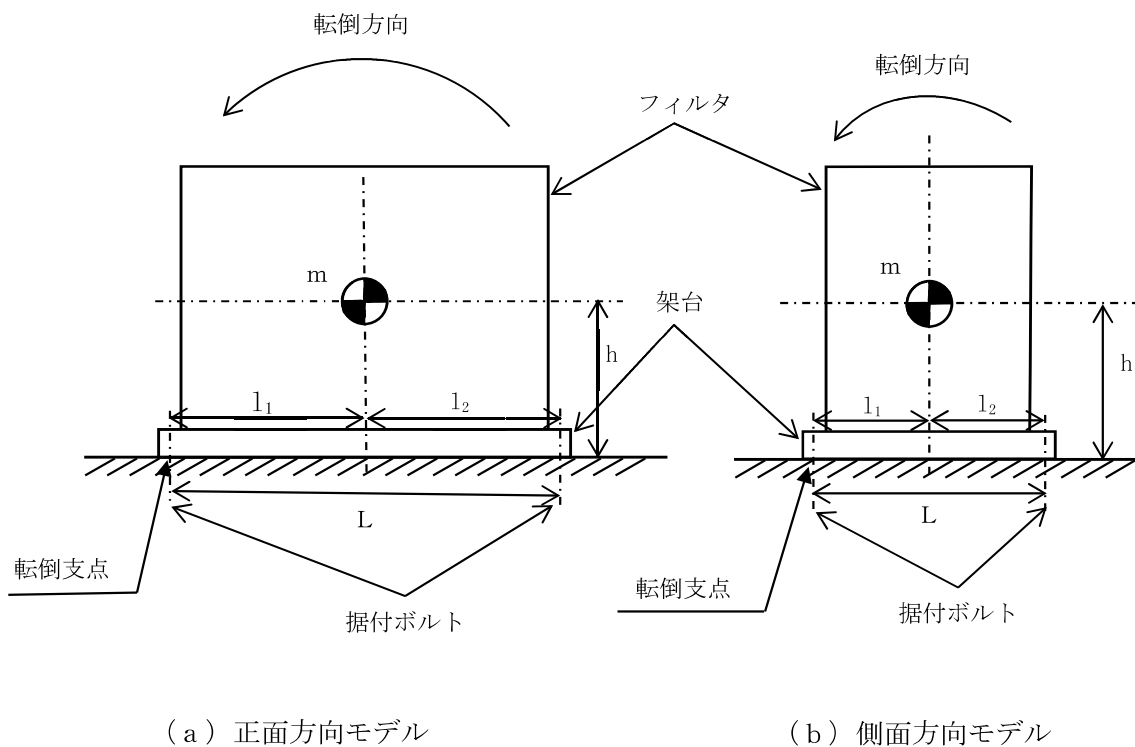


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G07F81.1~F81.10) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F81.1~F81.10)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	据付ボルト間隔	630 (mm)
	据付ボルト呼び径	M12
	据付ボルト材質	SUS304
	据付ボルト温度	40(°C)
	据付ボルトの本数	6
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	3
	据付面から重心までの距離	850 (mm)
	総質量	960 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G07F81.1~F81.10) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (G07F81.1~F81.10) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G07F81.1~F81.10)	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟のフィルタ(G07F81.1~F81.10)の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F81.1~ F81.10)	据付ボルト	引張	36	246	0.15
		せん断	20	142	0.15

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G07F82. 1～F82. 4) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ(G07F82.1～F82.4)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ(G07F82.1～F82.4)の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性(底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。)に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ (G07F82. 1～F82. 4) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G07F82.1~F82.4) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (2F, 水平方向 : 1.03, 鉛直方向 : 0.79) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G07F82. 1~F82. 4) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G07F82.1~F82.4) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

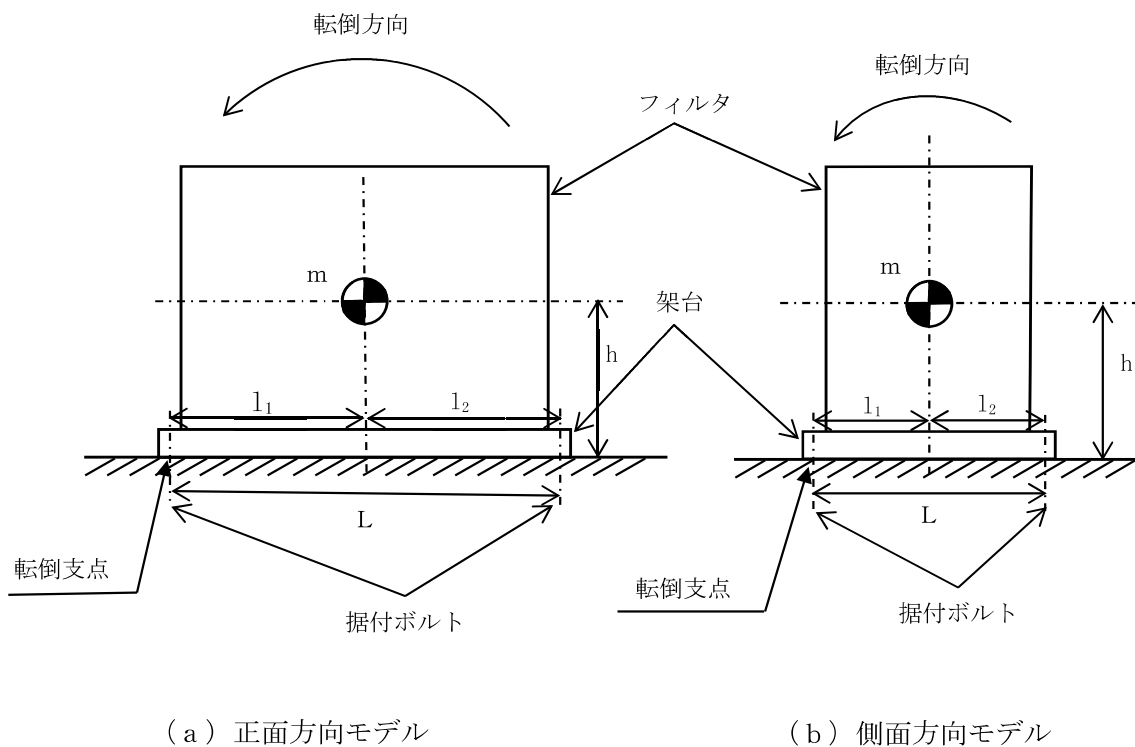


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G07F82.1~F82.4) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F82. 1～F82. 4)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	据付ボルト間隔	630 (mm)
	据付ボルト呼び径	M12
	据付ボルト材質	SS400
	据付ボルト温度	40(°C)
	据付ボルトの本数	6
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	3
	据付面から重心までの距離	1175 (mm)
	総質量	1287 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G07F82. 1～F82. 4) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (G07F82. 1～F82. 4) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G07F82. 1～F82. 4)	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G07F82. 1～F82. 4) の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F82. 1～F82. 4)	据付ボルト	引張	73	280	0.27
		せん断	26	161	0.17

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G07F83. 1, F83. 2) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ(G07F83.1, F83.2)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ(G07F83.1, F83.2)の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性（底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。）に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ (G07F83. 1, F83. 2) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G07F83. 1, F83. 2) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (2F, 水平方向 : 1.03, 鉛直方向 : 0.79) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度×1.2)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G07F83. 1, F83. 2) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G07F83. 1, F83. 2) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

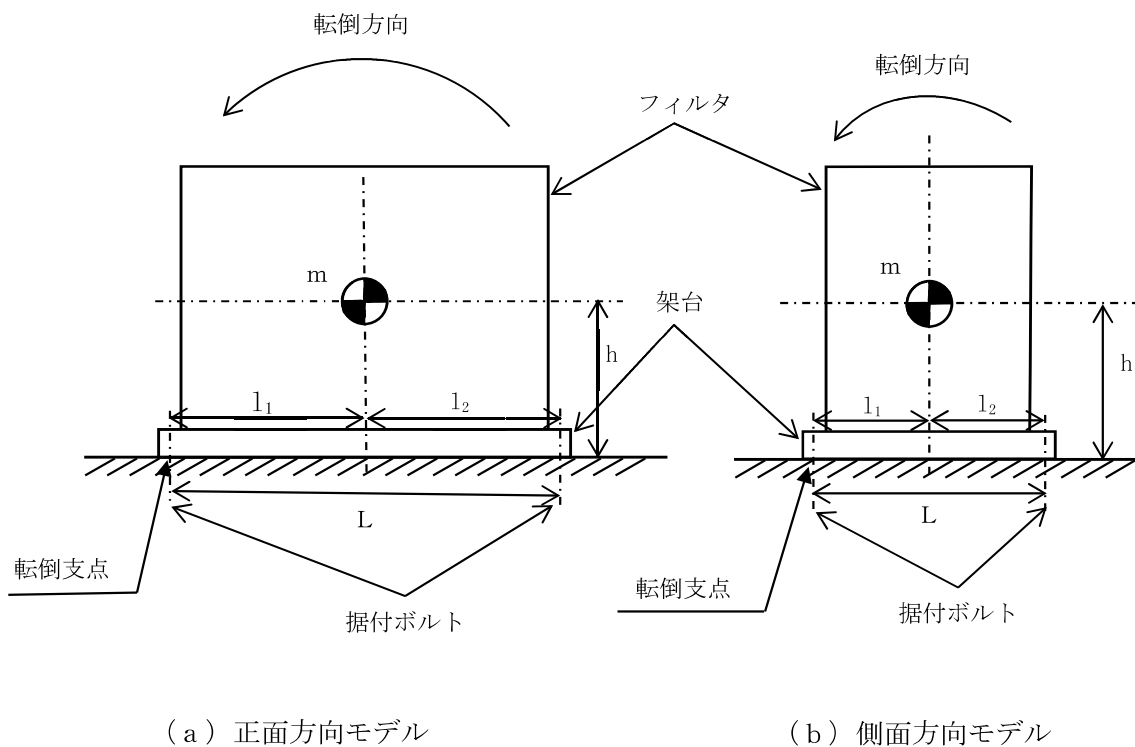


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G07F83. 1, F83. 2) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F83. 1, F83. 2)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	据付ボルト間隔	600 (mm)
	据付ボルト呼び径	M12
	据付ボルト材質	SUS304
	据付ボルト温度	40(°C)
	据付ボルトの本数	4
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	2
	据付面から重心までの距離	1175 (mm)
	総質量	524 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G07F83. 1, F83. 2) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (272F4611, F4621) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G07F83. 1, F83. 2)	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G07F83. 1, F83. 2) の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F83. 1, F83. 2)	据付ボルト	引張	48	246	0.20
		せん断	16	142	0.12

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G07F84. 1～F84. 4) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ(G07F84.1～F84.4)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ(G07F84.1～F84.4)の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性(底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。)に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ (G07F84. 1～F84. 4) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G07F84.1~F84.4) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (2F, 水平方向 : 1.03, 鉛直方向 : 0.79) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G07F84. 1~F84. 4) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G07F84.1~F84.4) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

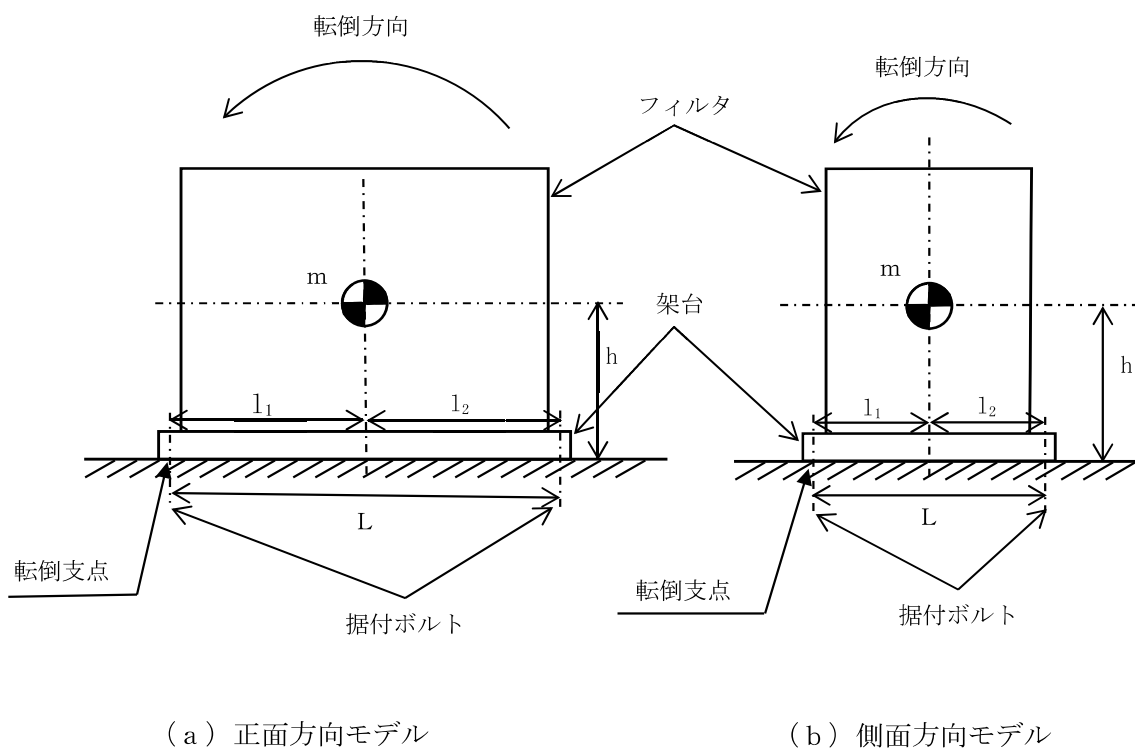


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G07F84.1~F84.4) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F84. 1～F84. 4)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	据付ボルト間隔	630 (mm)
	据付ボルト呼び径	M12
	据付ボルト材質	SUS304
	据付ボルト温度	40(°C)
	据付ボルトの本数	6
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	3
	据付面から重心までの距離	1175 (mm)
	総質量	1264 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G07F84. 1～F84. 4) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (G07F84. 1～F84. 4) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G07F84. 1～F84. 4)	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G07F84. 1～F84. 4) の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F84. 1～F84. 4)	据付ボルト	引張	72	246	0.30
		せん断	26	142	0.19

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G07F86, F87) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G07F86, F87) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G07F86, F87) の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性（底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。）に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ (G07F86, F87) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
据付ボルト	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G07F86, F87) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (B2F, 水平方向 : 0.86, 鉛直方向 : 0.77) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G07F86, F87) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G07F86, F87) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

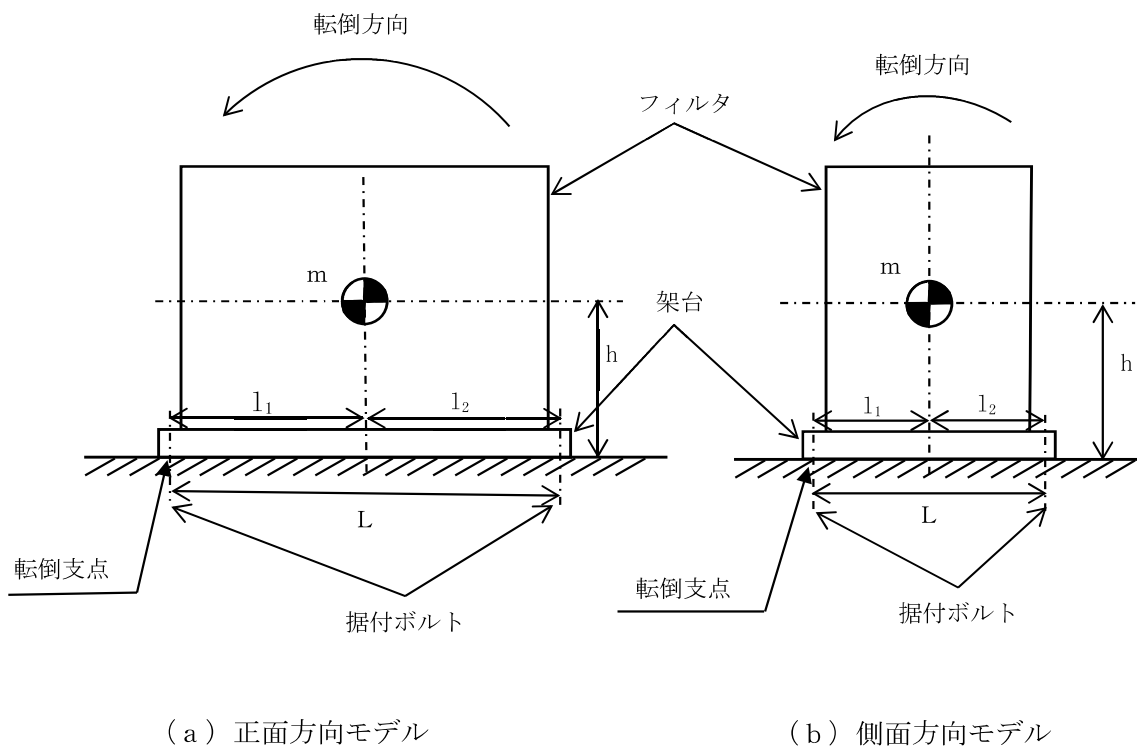


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G07F86, F87) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F86, F87)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	据付ボルト間隔	620 (mm)
	据付ボルト呼び径	M12
	据付ボルト材質	SS400
	据付ボルト温度	40(°C)
	据付ボルトの本数	4
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	2
	据付面から重心までの距離	1097.5 (mm)
	総質量	710 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G07F86, F87) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (G07F86, F87) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G07F86, F87)	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G07F86, F87) の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F86, F87)	据付ボルト	引張	45	280	0.17
		せん断	18	161	0.12

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G07F88, F89, F90, F91) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の構造強度の評価は、有限要素法 (FEM) 解析により行い、当該設備に廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa

3. 評価部位

フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる架台とする。フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の概要図を図 3-1 に示す。

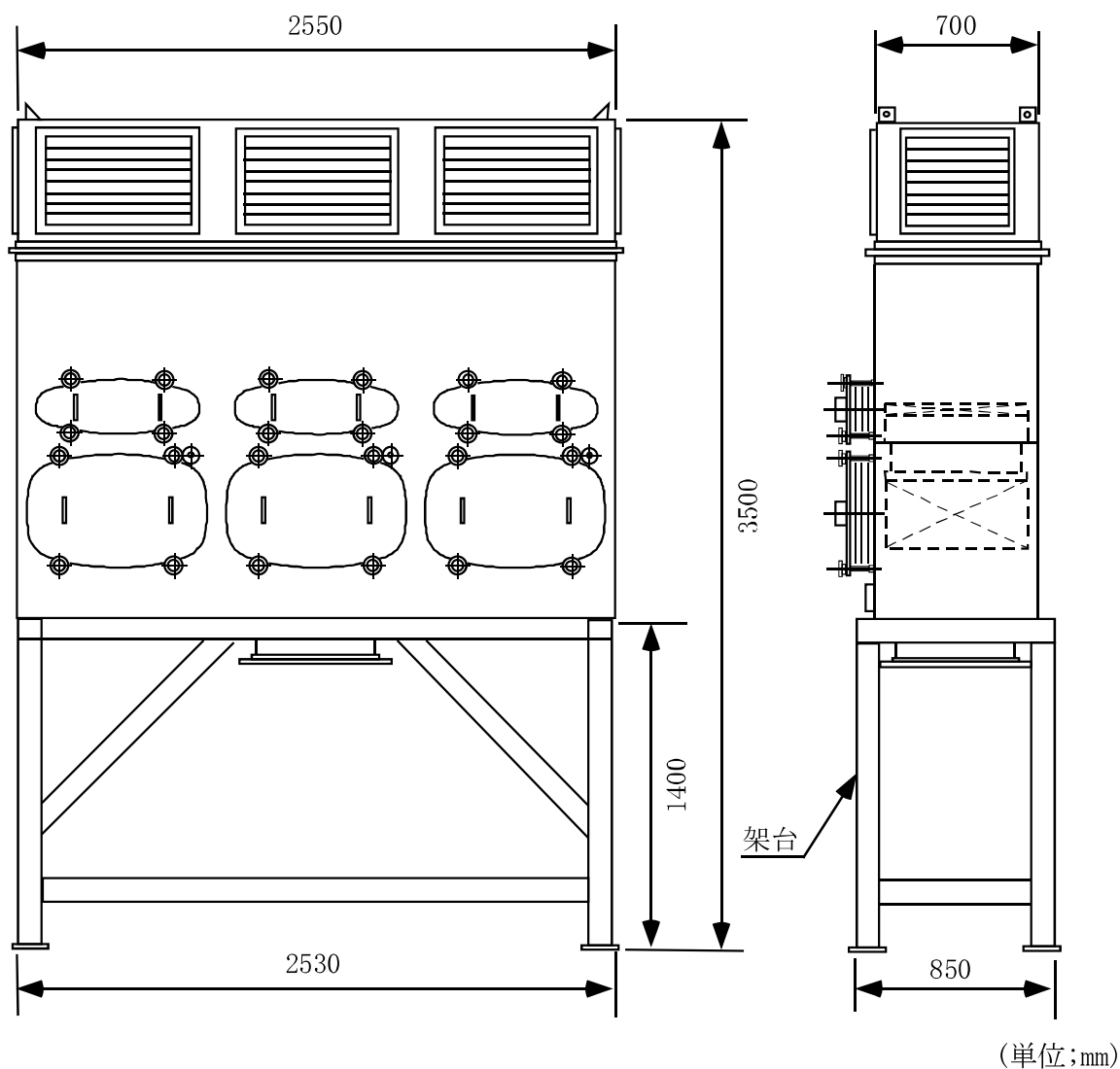


図 3-1 フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の概要図

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出については、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。評価部位ごとの応力分類及び許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価部位ごとの応力分類及び許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
架台	曲げ	F

4.3 減衰定数

減衰定数は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に規定された値を用いた。使用した減衰定数を表 4-2 に示す。

表 4-2 使用した減衰定数

評価対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
フィルタ (G07F88, F89, F90, F91)	1.0	1.0

4.4 設計用地震力

「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」に基づき、廃止措置計画用設計地震動による建家の地震応答解析の結果得られる各階の床応答加速度をもとに、各階の床応答スペクトル (Ss-D, Ss-1, Ss-2 の 3 波包絡。周期軸方向に±10%拡幅したもの。)を作成し、これを評価に用いた。

フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の解析用の床応答スペクトルは、機器据付階 (3 階) のものを用いた。使用した解析用の床応答スペクトルを表 4-3, 図 4-1 及び図 4-2 に示す。

表 4-3 使用した解析用の床応答スペクトル

評価対象設備	水平方向	鉛直方向
フィルタ (G07F88, F89, F90, F91)	解析用の床応答スペクトル (3 階, 減衰定数 1.0%)	解析用の床応答スペクトル (3 階, 減衰定数 1.0%)

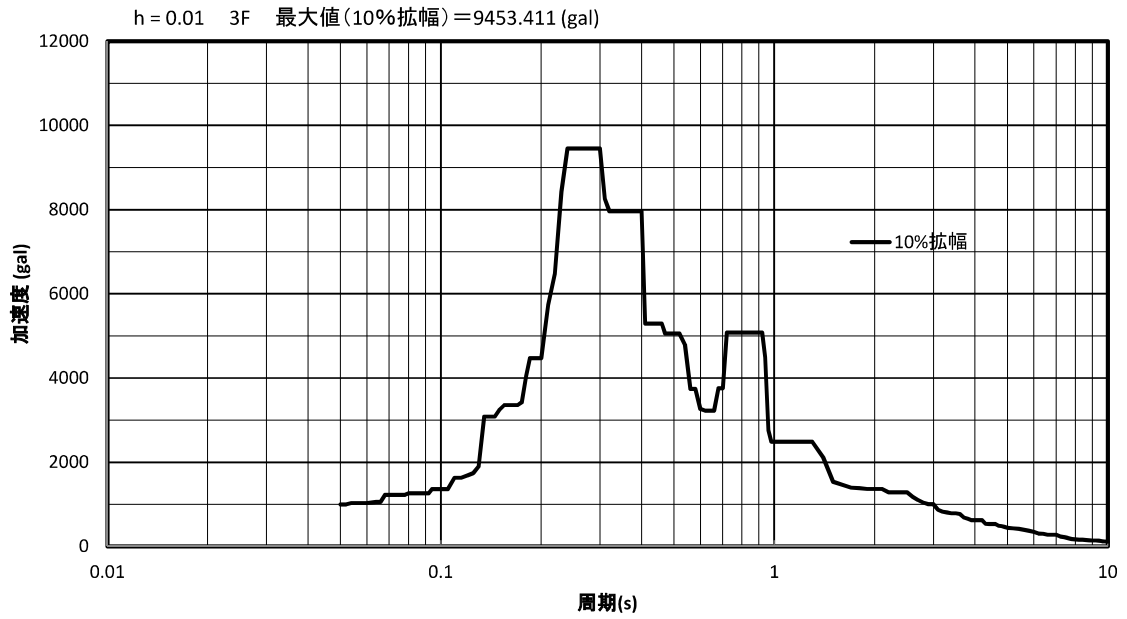


図 4-1 解析用の床応答スペクトル（水平方向，3階，減衰定数 1.0%）

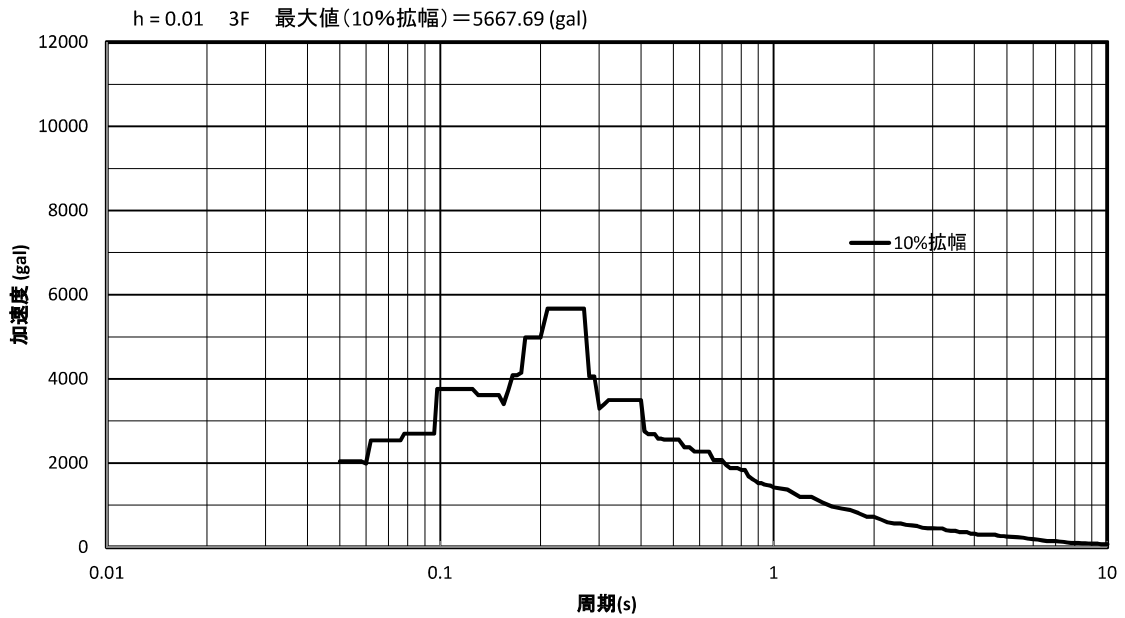


図 4-2 解析用の床応答スペクトル（鉛直方向，3階，減衰定数 1.0%）

4.5 計算方法

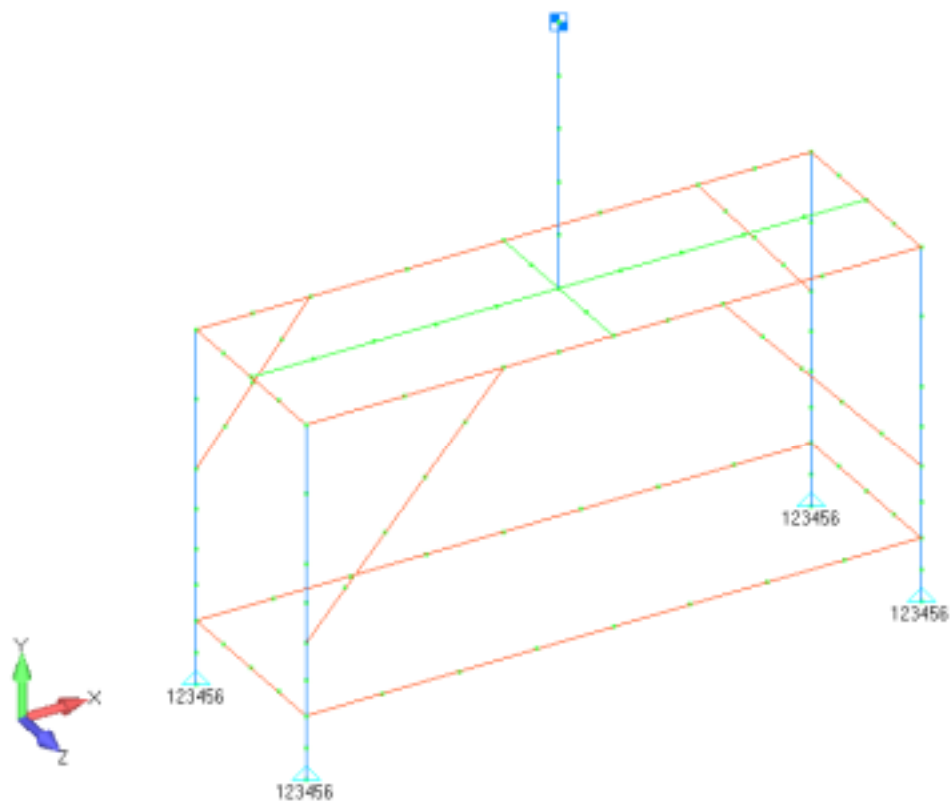
フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の発生応力の計算方法は FEM 解析 (スペクトルモーダル法) を用いた。解析コードは FINAS^{※1} を用いた。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

※1 日本原子力研究開発機構, 伊藤忠テクノソリューション株式会社, “FINAS 汎用非線形構造解析システム Version 21.0” .

4.6 計算条件

4.6.1 解析モデル

フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の解析モデルを図 4-3 に示す。FEM 解析のモデルは、その振動特性に応じ、代表的な振動モードが適切に表現でき、地震荷重による応力を適切に算定できるものを用いた。



拘束条件 ○：固定，－：フリー

部位	並進方向			回転方向		
	x	y	z	θ_x	θ_y	θ_z
架台底部	○	○	○	○	○	○

図 4-3 フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の解析モデル

4.6.2 諸元

フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の主要寸法・仕様を表 4-4 に示す。

表 4-4 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F88, F89, F90, F91)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	架台高さ	1400 (mm)
	架台幅	2530 (mm)
	架台奥行き	850 (mm)
	架台材質	SS400
	設計温度	40 (°C)
	総質量 (設計質量)	1200 (kg)

4.7 固有周期

フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の固有周期及び固有モードを図 4-4 に示す。

1次モード図 固有周期：0.097（秒）

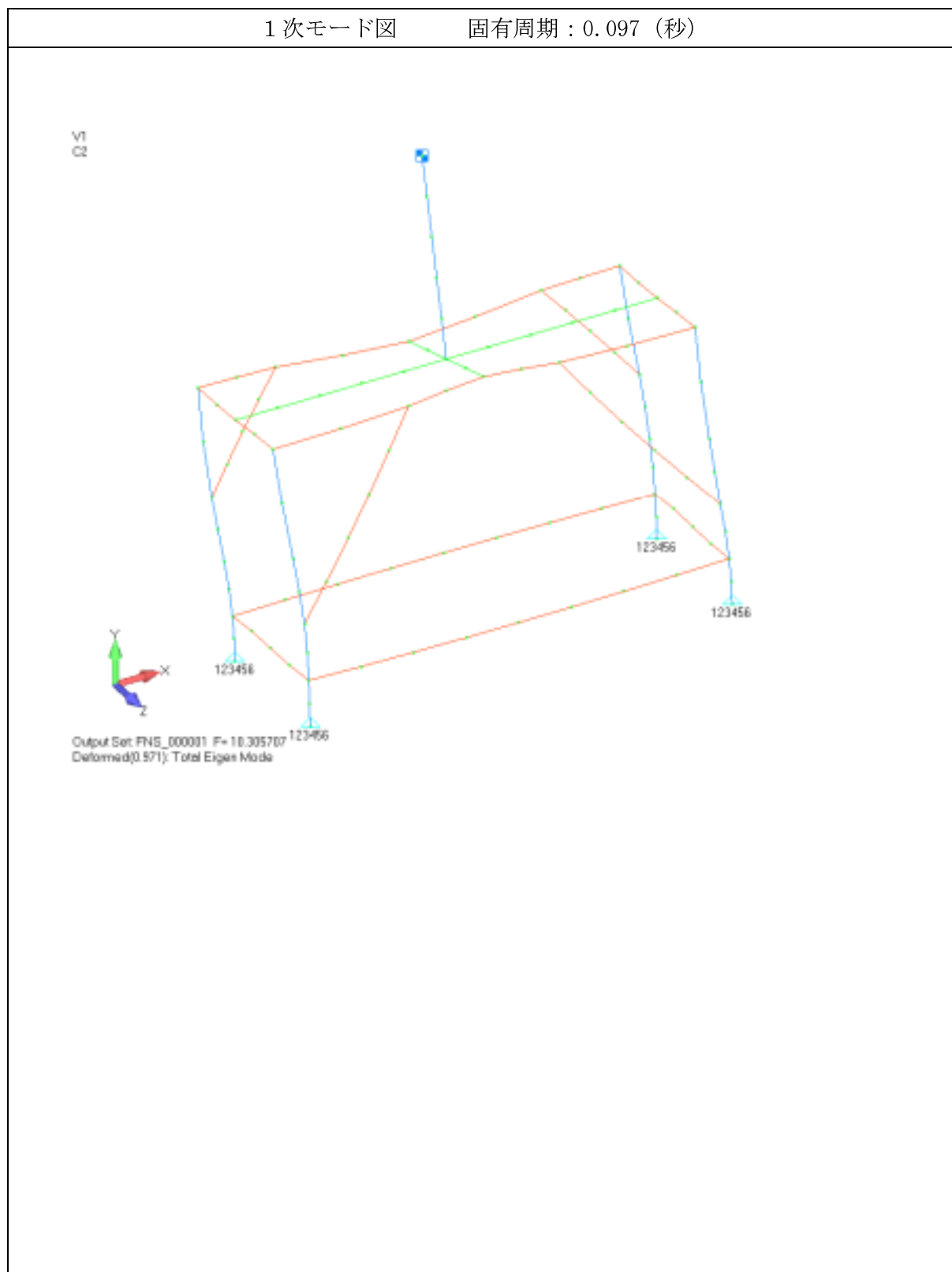


図 4-4 フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) 固有モード図 (1/3)

2次モード図 固有周期：0.050 (秒)

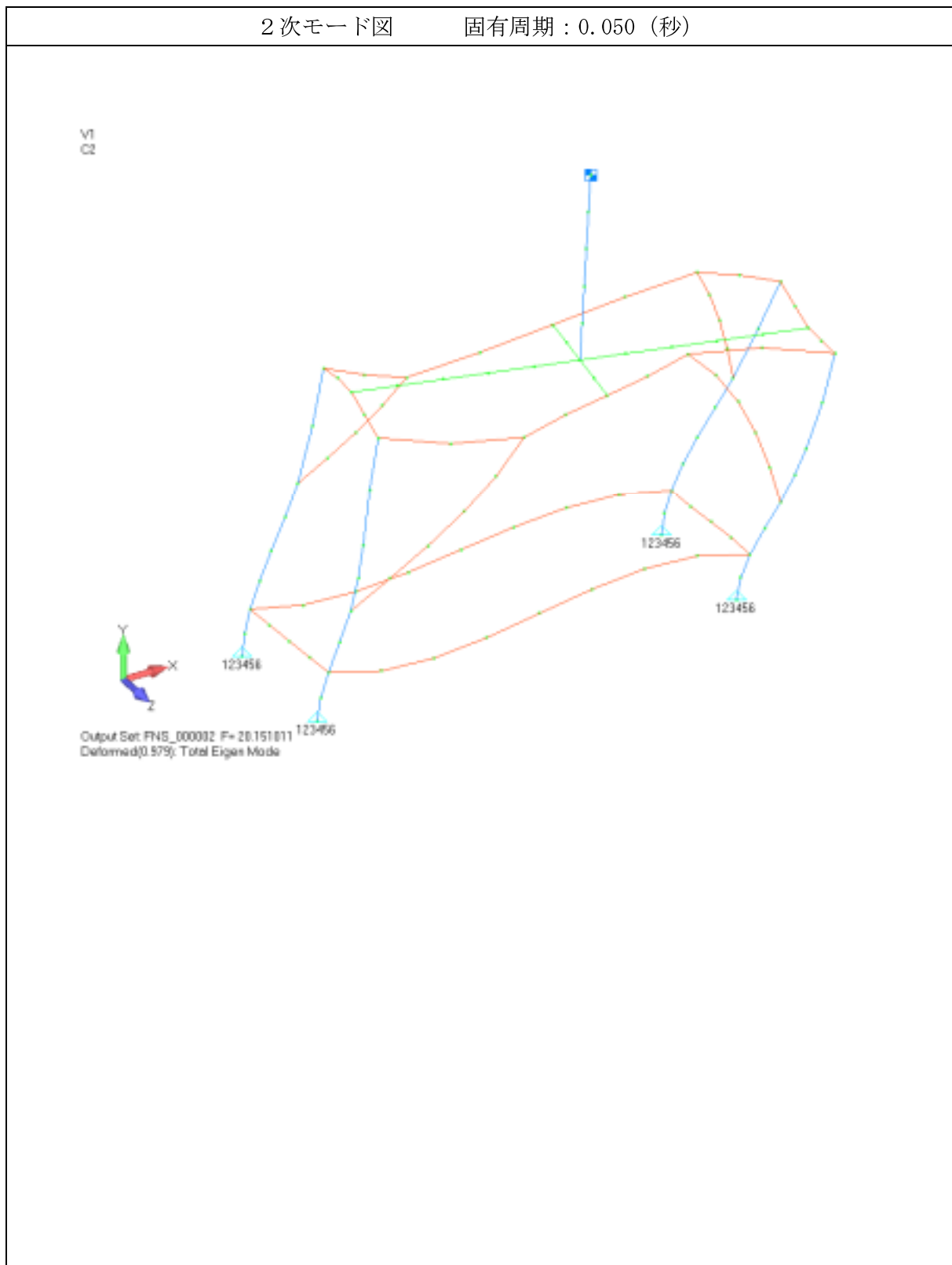


図 4-4 フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) 固有モード図 (2/3)

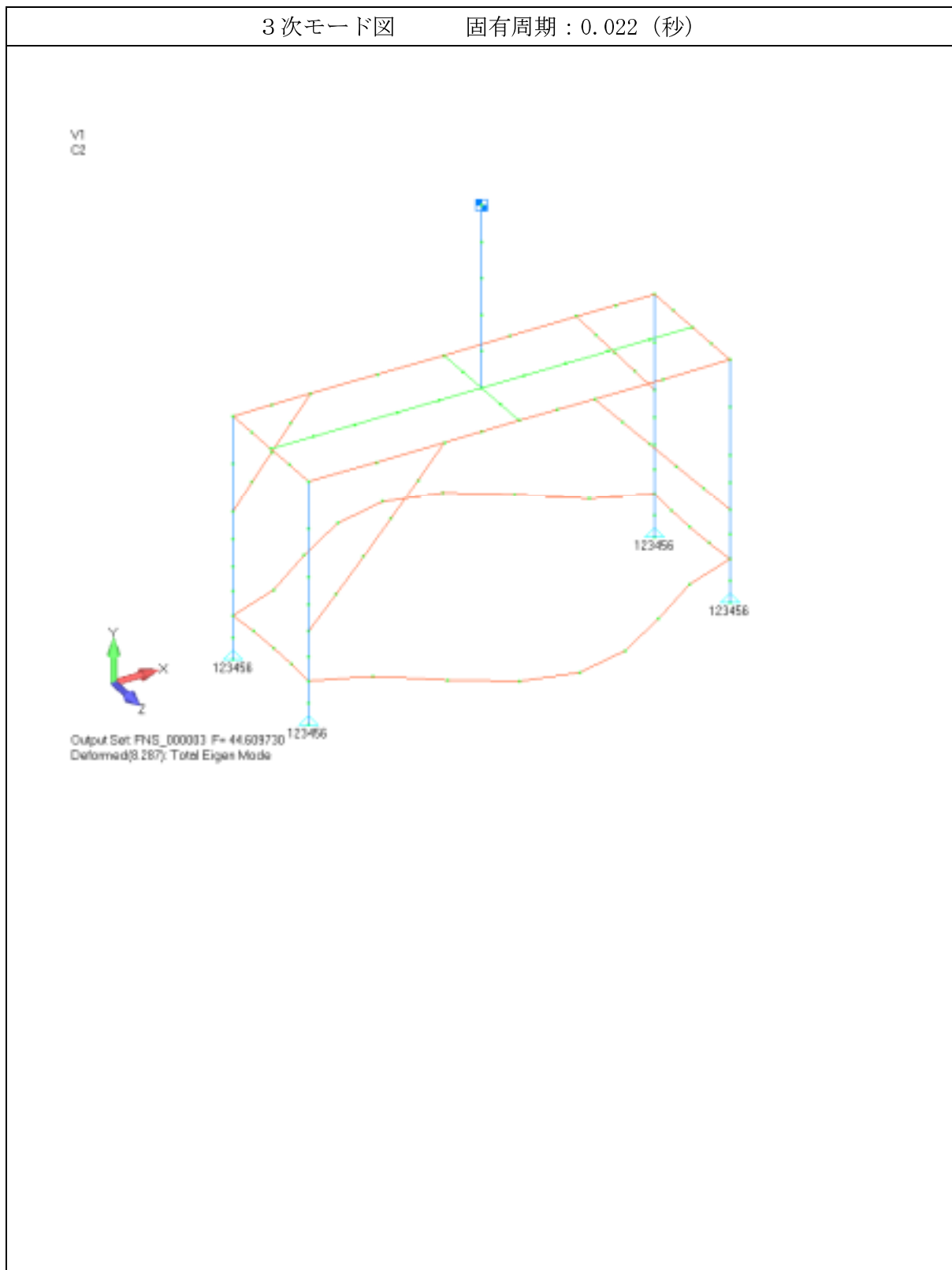


図 4-4 フィルタ (G07F88, F89, F90, F91) 固有モード図 (3/3)

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のフィルタ (G07F88, F89, F90, F91) の各評価部位の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F88, F89, F90, F91)	架台	曲げ	212	280	0.76

※1 応力比は、発生応力/許容応力を示す。

フィルタ (G07F93) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ (G07F93) について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ (G07F93) の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性（底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。）に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008 (日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012 (日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012 (日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ(G07F93)の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G07F93) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (1F, 水平方向 : 0.97, 鉛直方向 : 0.78) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G07F93) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G07F93) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

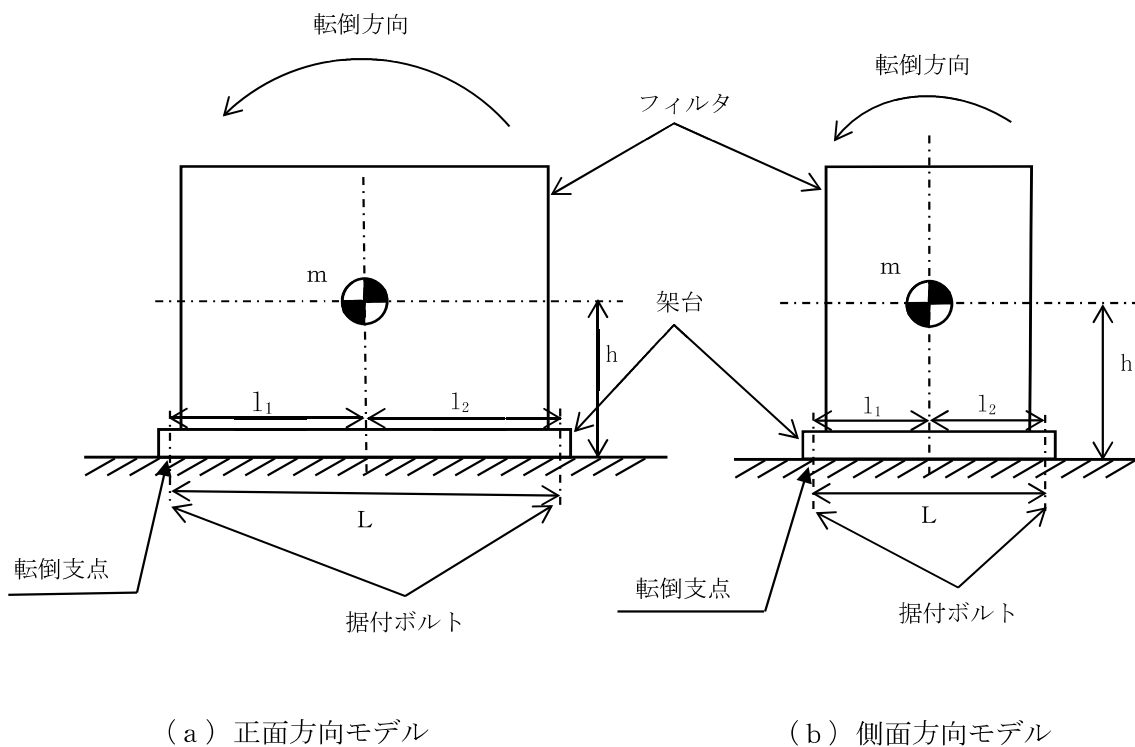


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G07F93) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F93)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	据付ボルト間隔	620 (mm)
	据付ボルト呼び径	M12
	据付ボルト材質	SUS304
	据付ボルト温度	40(°C)
	据付ボルトの本数	4
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	2
	据付面から重心までの距離	850 (mm)
	総質量	550 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G07F93) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (G07F93) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G07F93)	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟のフィルタ(G07F93)の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F93)	据付ボルト	引張	29	246	0.12
		せん断	16	142	0.12

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。

フィルタ (G07F92) の耐震性についての計算書

1. 概要

本資料は、高放射性廃液の閉じ込め機能を構成するフィルタ(G07F92)について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」及び「耐震設計に係る工認審査ガイド」を踏まえ、廃止措置計画用設計地震動によって生じる地震力が作用したとしてもその安全機能の維持が可能であることを示すものである。

2. 一般事項

2.1 評価方針

フィルタ(G07F92)の構造強度の評価は、耐震構造上の類似性（底部アンカーボルトによる支持構造を持つ。）に基づき、鉛直方向地震動に対する扱いを考慮するため「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」のポンプ・ファン類の構造強度評価に準拠する。

当該設備に、廃止措置計画用設計地震動時に発生する最大応力を評価し、構造上の許容限界を超えないことを確認する。

2.2 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987(日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008(日本電気協会)
- (3) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012(日本機械学会)
- (4) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2012(日本機械学会)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	据付ボルトの軸断面積	mm ²
A_S	最小有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ポンプ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F	JSME S NC1-2012 SSB-3121 に定める許容応力算定用基準値	MPa
F_b	据付ボルトに生じる引張力	N
G_I	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度	mm/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面 2 次モーメント	mm ⁴
l_1, l_2	重心と据付ボルト間の水平方向距離 ($l_1 \leq l_2$)	mm
L	据付ボルト間隔	mm
m	総質量	kg
M_P	ポンプ回転により働くモーメント	N・mm
n	据付ボルトの本数	—
n_f	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	—
Q_b	据付ボルトに生じるせん断力	N
σ_b	据付ボルトに生じる引張応力	MPa
T_H	水平方向固有周期	秒
τ_b	据付ボルトに生じるせん断応力	MPa

3. 評価部位

フィルタ(G07F92)の構造強度の評価部位は、評価上厳しくなる据付ボルトとする。

4. 構造強度評価

4.1 荷重の組合せ

発生応力の算出においては、自重及び地震力による応力を組み合わせた。地震力による応力については、水平方向応力と鉛直方向応力を、二乗和平方根 (SRSS) 法により組み合わせた。

4.2 許容応力

設備の構造強度の許容応力は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」及び「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 JSME S NC1-2012」に準拠し、供用状態 Ds における許容応力を用いた。供用状態 Ds での温度は設計温度、自重については設計時の質量とし、それぞれ生じる荷重と廃止措置計画用設計地震動による地震力を組み合わせた状態とした。据付ボルトの応力分類ごとの許容応力を表 4-1 に示す。

表 4-1 据付ボルトの応力分類ごとの許容応力

評価部位	応力分類	許容応力
据付ボルト	引張応力	$1.5 \times (F/1.5)$
	せん断応力	$1.5 \times (F/(1.5\sqrt{3}))$

4.3 設計用地震力

廃止措置計画用設計地震動によるガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の各階での静的解析用震度を表 4-2 に示す。フィルタ (G07F92) の静的解析用震度は、機器据付階のもの (1F, 水平方向 : 0.97, 鉛直方向 : 0.78) を用いた。

表 4-2 静的解析用震度

階	静的解析用震度 (床応答最大加速度 $\times 1.2$)	
	水平方向	鉛直方向
RF	1.28	0.79
3F	1.12	0.79
2F	1.03	0.79
1F	0.97	0.78
B1F	0.90	0.78
B2F	0.86	0.77

4.4 計算方法

フィルタ (G07F92) の発生応力の計算方法は、「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」の横形ポンプの構造強度評価の計算式を適用した。構造強度評価は、算出した発生応力と許容応力を比較することにより行った。

引張力 (F_b) :

$$F_b = \frac{1}{L} \left\{ mg\sqrt{(C_H h)^2 + (C_V l_1)^2} + mgC_P(h + l_1) + M_P - mgl_1 \right\}$$

引張応力 (σ_b) :

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

せん断力 (Q_b) :

$$Q_b = mg(C_H + C_P)$$

せん断応力 (τ_b) :

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

4.5 計算条件

4.5.1 解析モデル

フィルタ (G07F92) の解析モデルを図 4-1 に示す。評価は据付ボルト間隔が短く転倒に対して厳しい側面方向に対して行う。

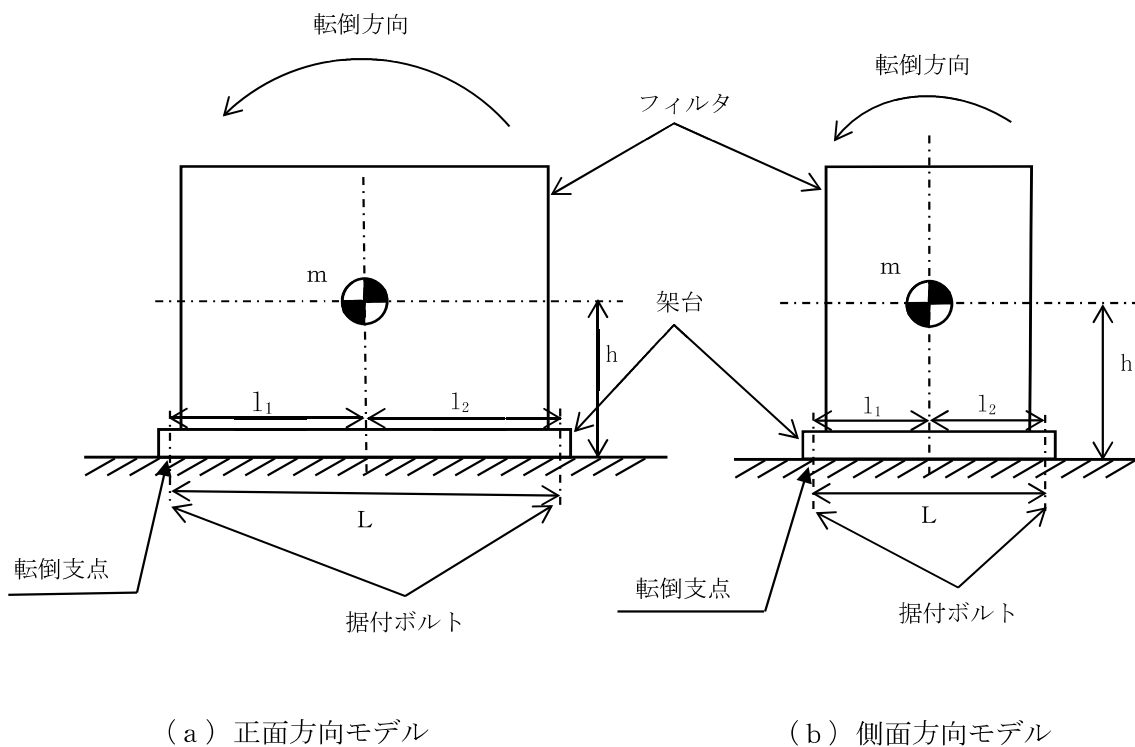


図 4-1 解析モデル

4.5.2 諸元

フィルタ (G07F92) の主要寸法・仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 主要寸法・仕様

評価対象設備	項目	値
フィルタ (G07F92)	安全上の機能	閉じ込め機能
	機器区分	クラス 3
	据付ボルト間隔	632 (mm)
	据付ボルト呼び径	M12
	据付ボルト材質	SUS316
	据付ボルト温度	40(°C)
	据付ボルトの本数	4
	引張力の作用する据付ボルトの評価本数	2
	据付面から重心までの距離	460 (mm)
	総質量	258 (kg)

4.6 固有周期

フィルタ (G07F92) の固有周期は、1 質点系振動モデルとして考え、以下の計算式を用いて算出した。

$$T_H = 2\pi \sqrt{\frac{m}{1000} \left(\frac{h^3}{3EI} + \frac{h}{A_S G_I} \right)}$$

フィルタ (G07F92) の固有周期を表 4-4 に示す。

表 4-4 固有周期

評価対象設備	固有周期
フィルタ (G07F92)	0.05(秒)以下

5. 評価結果

構造強度評価結果を表 5-1 に示す。

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟のフィルタ(G07F92)の発生応力はいずれも許容応力以下であることを確認した。

表 5-1 構造強度評価結果

評価対象設備	評価部位	応力分類	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	応力比 ^{※1}
フィルタ (G07F92)	据付ボルト	引張	5	246	0.03
		せん断	8	142	0.06

※1 応力比は、発生応力／許容応力を示す。