

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-他-F-02-0005_改0
提出年月日	2021年10月14日

中性子束計測案内管の解析モデルの妥当性について

1. 概要

添付書類「VI-2-3-4-3-11 中性子束計測案内管の耐震性についての計算書」（以下「耐震計算書」という。）において中性子束計測案内管（以下「案内管」という。）の耐震計算に使用している解析モデル（以下「解析モデル」という。）の妥当性を確認することを目的として、案内管1体あたりの固有周期を確認し、耐震計算書の解析結果と比較する。

解析モデルを図1に示す。

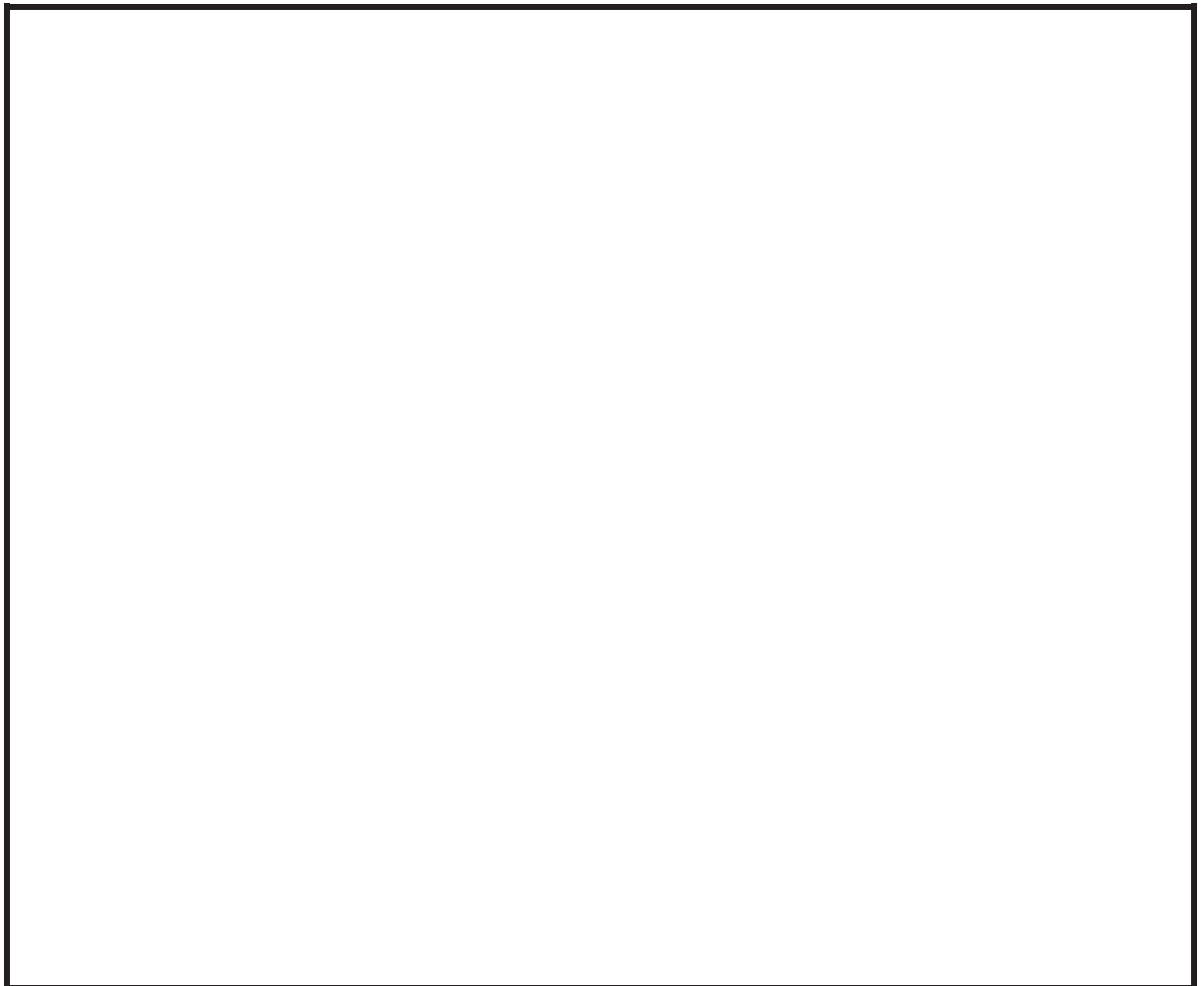


図1 解析モデル

2. 固有周期の計算

2.1 固有周期の計算方法

一様断面はりの固有振動数の公式⁽¹⁾を用いて固有振動数 f を計算し、固有周期を求める。

$$f = \frac{\lambda^2}{2\pi\ell} \cdot \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \quad (1)$$

λ : 振動数係数 ^[1]

ℓ : 長さ (mm)

E : 縦弾性係数 (MPa)

I : 断面二次モーメント (mm⁴)

ρ : 密度 (kg/mm³)

A : 断面積 (mm²)

2.2 計算モデル



図 2-1～図 2-4 に案内管の振動モード図を示す。

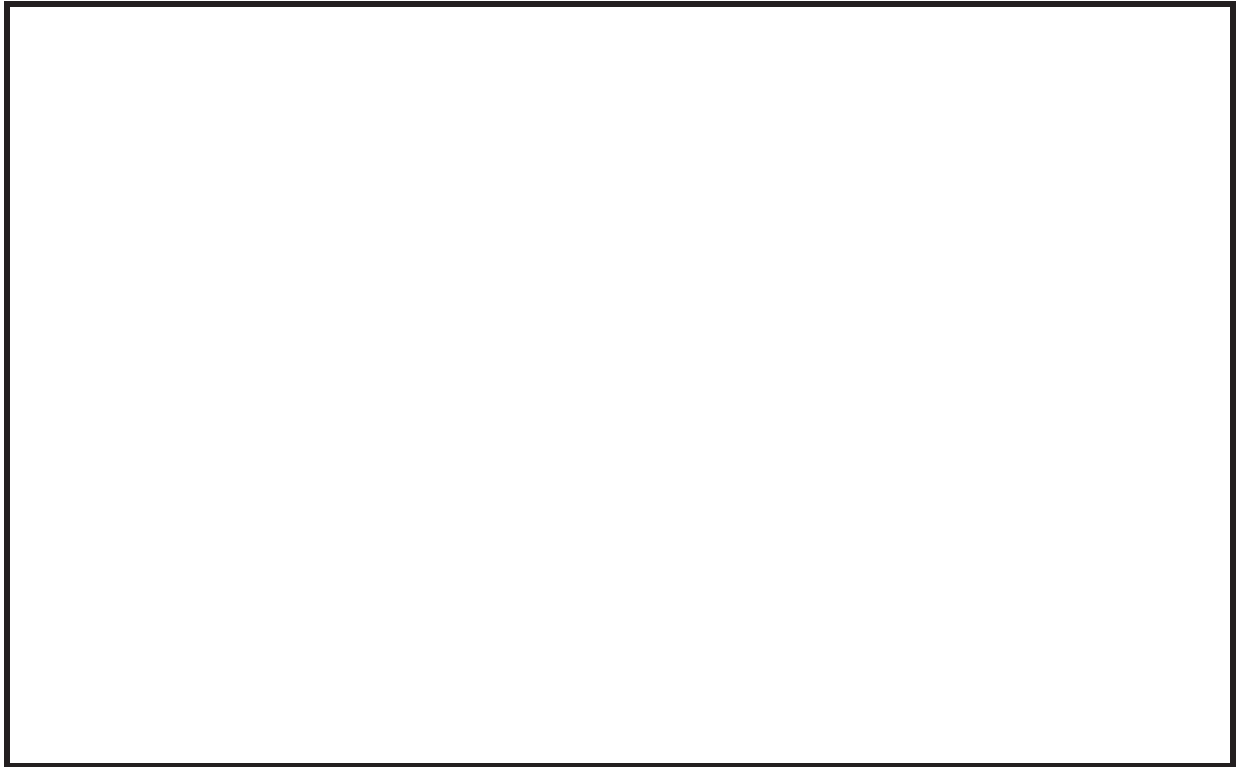


図 2-1 案内管の振動モード図（1次）

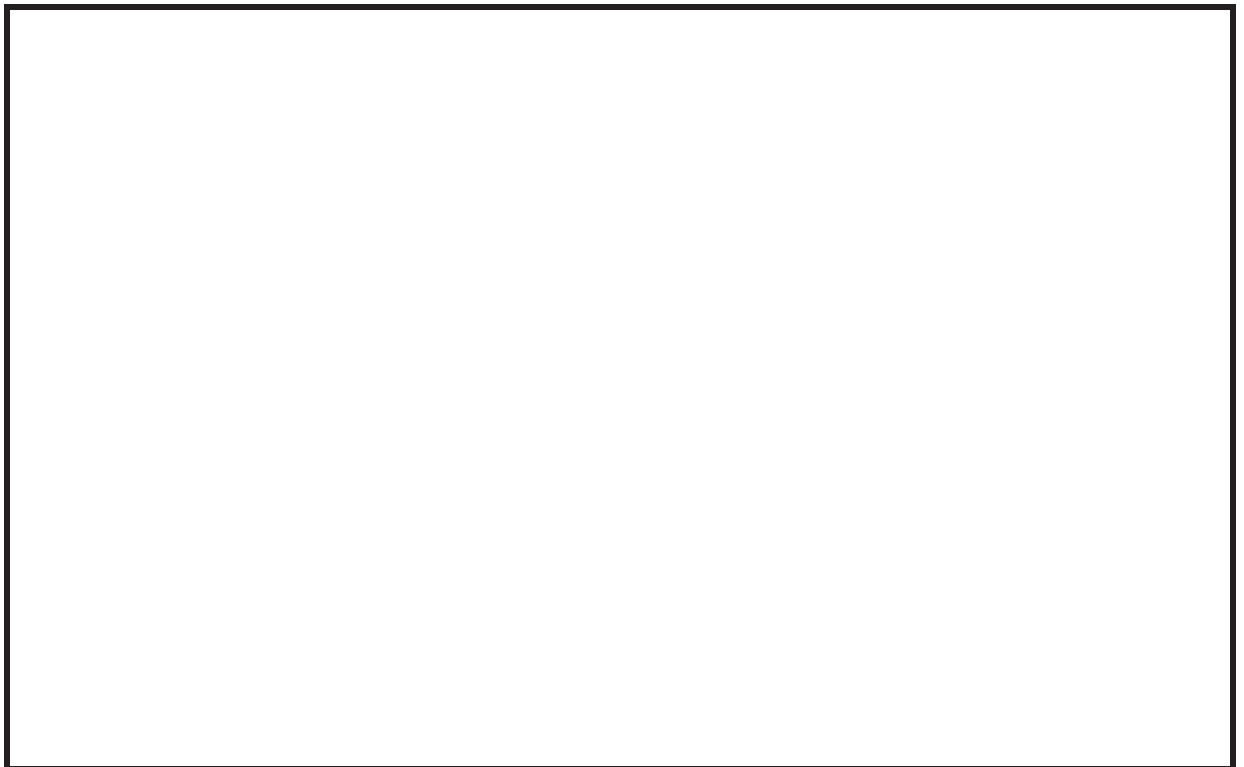


図 2-2 案内管の振動モード図（2次）

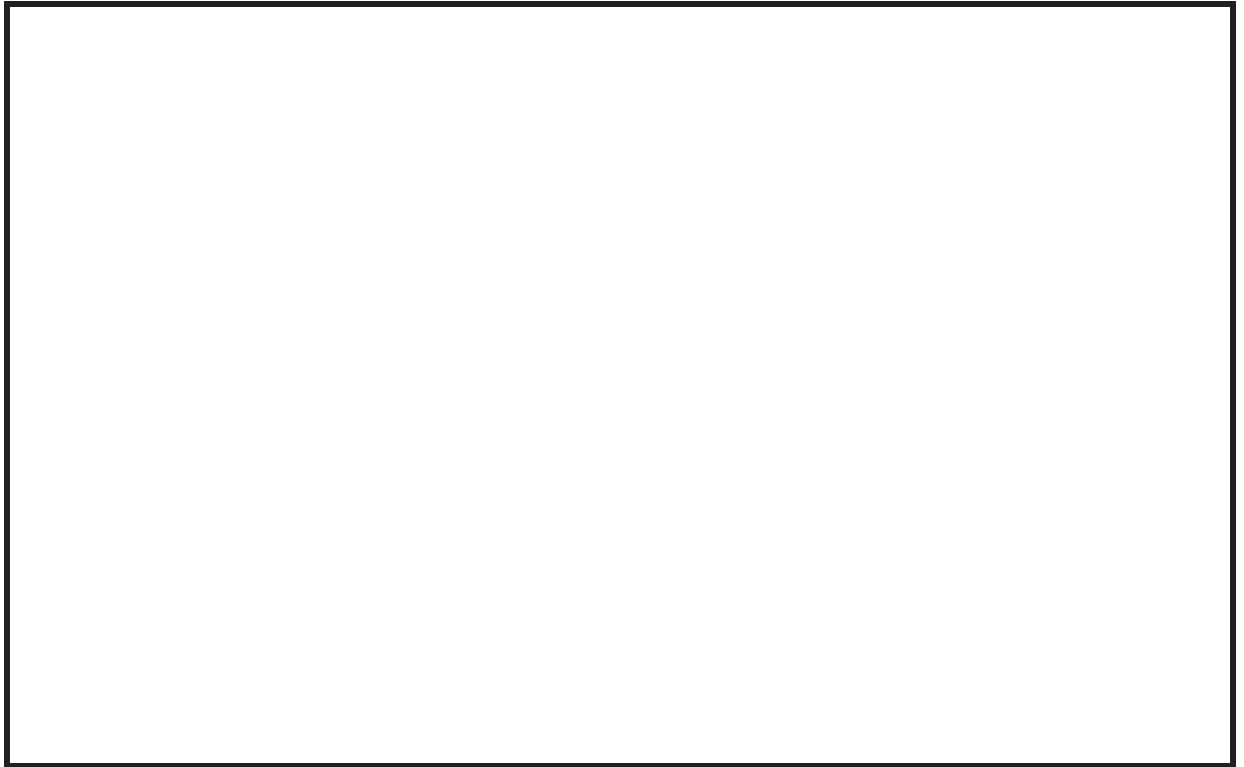


図 2-3 案内管の振動モード図（3次）

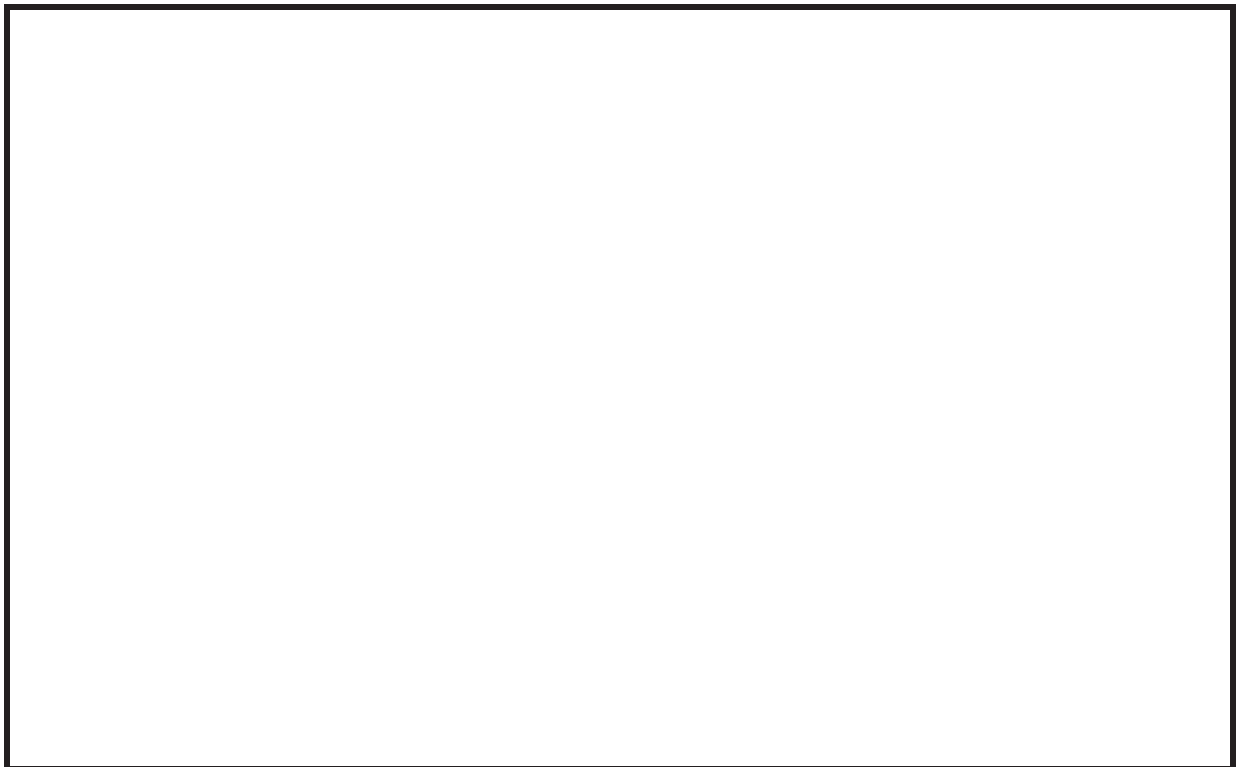


図 2-4 案内管の振動モード図（4次）

2.2.1 拘束条件

計算モデルにおける拘束条件は以下の通りとする。

【1次】

下端（下部鏡板への取付溶接部）：

上端（炉心支持板への差込部）：

【2次～4次】

下端（下部鏡板への取付溶接部）：

上端（インコアスタビライザ取付部）：

2.2.2 質量

式(1)では、はりの断面積と密度の積により、はりの質量が考慮される。

2.2.3 曲げ剛性

実機は、中性子束計測ハウジング（以下「ハウジング」という。）と案内管の2種類の断面をもつはりであるが、以下の2ケースに対して一次固有振動数を算出する。

(ケース1) 全長で、案内管 の断面性状をもつ一様断面はり

(ケース2) 全長で、ハウジング の断面性状をもつ一様断面はり

2.2.4 計算モデルの長さ

計算モデルにおいては全長の平均長さを基に、2.2.3の2ケースに対して固有振動数を計算し、固有周期を算出する。

1次モードにおいては解析モデルの固有周期は、表1に示すG1及びG5の固有振固有周期の間に存在すると考えられる。

2～4次モードにおいては表2に示す各モードで振動しているグループの固有周期と解析モデルの固有周期がよく一致するものと考えられる。

表 1 モデルの長さ（1次モード）（単位：mm）

	案内管	ハウジング			全長		
		平均	最短	最長	平均	最短	最長
下部鏡板の中央部取付 G 1 （最長グループ）							
下部鏡板の中央部取付 G 5 （最短グループ）							
G 1～G 5 の全ての平均							

表 2 解析モデルの長さ（2次～4次モード）（単位：mm）

	案内管	ハウジング			全長		
		平均	最短	最長	平均	最短	最長
G 1 のインコアスタビライザ ～下部鏡板の長さ							
G 2 のインコアスタビライザ ～下部鏡板の長さ							
G 3 のインコアスタビライザ ～下部鏡板の長さ							

3. 計算結果

「2. 固有周期の計算」に基づき，固有振動数 f を計算し，固有周期を算出し，解析モデルの固有周期と比較した結果を表 3 及び表 4 に示す。

表 3 固有周期の比較結果（1次モード）（単位：s）

次数	固有周期 (解析モデル)	固有周期（計算モデル）					
		ケース 1			ケース 2		
		G 1	G 5	平均長さ	G 1	G 5	平均長さ
1 次							

表 4 固有周期の比較結果（2次～4次モード）（単位：s）

次数	固有周期 (解析モデル)	固有周期（計算モデル）					
		ケース 1			ケース 2		
		G 1	G 2	G 3	G 1	G 2	G 3
2 次							
3 次							
4 次							

4. 妥当性の確認結果

解析モデルによる案内管の 1 次モードにおける固有周期は，想定した計算モデルにおける固有周期の範囲にあることが確認された。

また，解析モデルによる案内管の 2 次～4 次モードにおける固有周期は想定した計算モデルにおける固有周期とよく一致していることが確認された。

以上より，耐震計算書の解析モデルが妥当であることが確認されたと考えられる。

5. 参考文献

[1]機械工学便覧 新版 A3 編