

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-027-10-110改01
提出年月日	2023年6月16日

循環水ポンプ渦防止板の固有周期算出モデルにおける
並進ばねの算出

2023年6月

中国電力株式会社

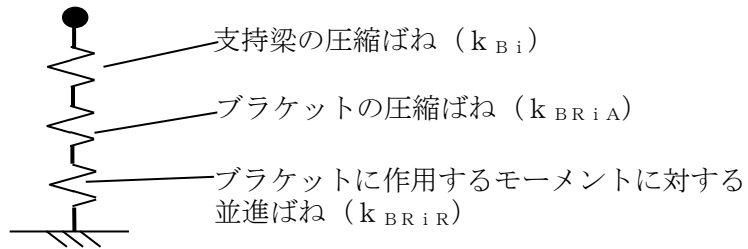
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1. はじめに	1
2. ブラケットに作用するモーメントに対する並進ばねの算出方法	1
3. まとめ	3

1. はじめに

VI-2-11-2-7-18「循環水ポンプ渦防止板の耐震性についての計算書」（以下「耐震計算書」という。）の固有周期の算出において、水平EW方向については図1に示すとおり、3つのばねを直列に合成し算出を行っている。本資料では、3つのばねのうちブラケットに作用するモーメントに対する並進ばね（ k_{BRiR} ）の算出方法について説明する。



注：各記号の添字 i は方向を示し、水平EW方向は $i = 2$ である。

図1 水平EW方向ばねモデル

2. ブラケットに作用するモーメントに対する並進ばねの算出方法

ブラケットに作用するモーメントに対する並進ばね（ k_{BRiR} ）は図2に示す考え方に基き、以下のとおり算出する。

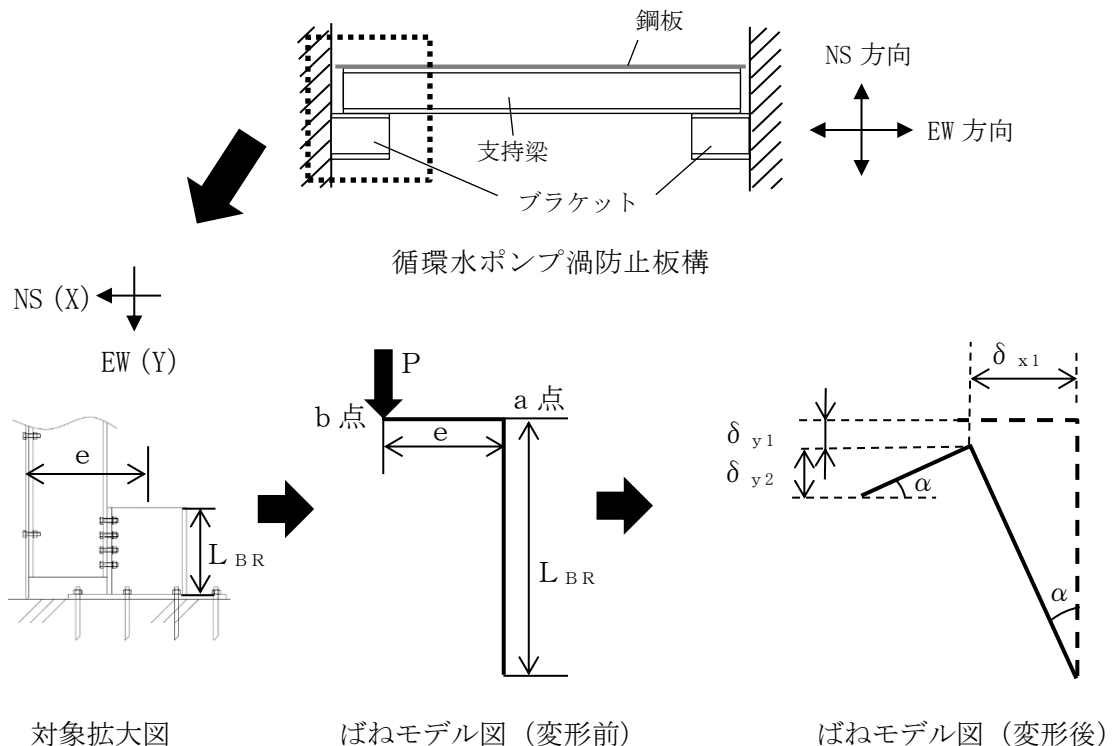


図2 ブラケットの並進ばねの考え方

(1) a 点のEW (Y) 方向変位 (δ_{y1})

a 点のEW (Y) 方向変位は、端部に曲げを受ける片持ち梁のNS (X) 方向変位 (δ_{x1}) を回転移動として扱う事で算出する。

$$\delta_{x1} = \frac{P \cdot e \cdot L_{BR}^2}{2 \cdot E \cdot I_{BRi}}$$

$$\sin \alpha = \delta_{x1} / L_{BR}$$

P : ブラケットに作用する偏心荷重(N) *

e : ブラケットと鋼板の芯間距離(mm)

L_{BR} : ブラケットの長さ(mm)

E : 縦弾性係数(MPa)

I_{BRi} : ブラケットの断面 2 次モーメント(mm⁴)

α : ブラケットに偏心荷重Pが作用した時のブラケットの回転角度(°)

注記* : Pの入力値として耐震計算書に記載の水平EW方向の設計震度(=1.50)により発生する偏心荷重を設定する。(P= N)

回転によるEW (Y) 方向変位 (δ_{y1}) は以下の式となる。

$$\begin{aligned} \delta_{y1} &= L_{BR} - L_{BR} \cdot \cos \alpha = L_{BR} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}\right) \\ &= L_{BR} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\delta_{x1} / L_{BR}\right)^2}\right) \end{aligned}$$

(2) a 点～b 点間のモーメントに対するEW (Y) 方向変位 (δ_{y2})

a 点のEW (Y) 方向変位を以下の式で表す。

$$\delta_{y2} = e \cdot \sin \alpha = e \cdot \delta_{x1} / L_{BR}$$

(3) ブラケットの並進ばね定数

ブラケットのEW (Y) 方向変位は $\delta_{y1} + \delta_{y2}$ となることから、以下の式で表す。

$$P = k_{BRiR} \cdot (\delta_{y1} + \delta_{y2})$$

上式より k_{BRiR} は以下の式で表す。

$$k_{BRiR} = P / (\delta_{y1} + \delta_{y2})$$

よって、 k_{BRiR} は以下の式で表す。

$$k_{BRiR} = P / \left\{ L_{BR} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{P \cdot e \cdot L_{BR}}{2 \cdot E \cdot I_{BRi}} \right)^2} \right) + \frac{P \cdot e^2 \cdot L_{BR}}{2 \cdot E \cdot I_{BRi}} \right\}$$

ここで、 δ_{y1} 及び δ_{y2} の固有周期算出への寄与について検討する。ばね定数の算出において、 δ_{y2} によるばねは偏心荷重Pに依存しない線形ばねであるが、 δ_{y1} によるばねは偏心荷重Pに依存する非線形ばねである。水平EW方向の設計震度により発生する偏心荷重P () (N) を作用させた際の δ_{y1} 及び δ_{y2} を算出し、値の比較を行う。結果を表1に示す。

表1 設計震度における δ_{y1} 及び δ_{y2}

P (N)	δ_{y1} (mm)	δ_{y2} (mm)	$\delta_{y1} / \delta_{y2}$
	1.178×10^{-6}	4.433×10^{-2}	2.656×10^{-5}

表1より δ_{y2} に対して δ_{y1} は十分小さいため、ばね定数の算出において δ_{y1} は考慮不要である。したがって、 k_{BRiR} は以下に示す式にて算出を行う。

$$k_{BRiR} = P / \left(\frac{P \cdot e^2 \cdot L_{BR}}{2 \cdot E \cdot I_{BRi}} \right) = \frac{2 \cdot E \cdot I_{BRi}}{e^2 \cdot L_{BR}}$$

3. まとめ

循環水ポンプ渦防止板における水平EW方向の固有周期の算出に用いる3つのばね定数のうち、ブラケットに作用するモーメントに対する並進ばねについて算出方法を示した。また、回転による変位 (δ_{y1}) はモーメントによる変位 (δ_{y2}) に対して十分小さいことから考慮不要であることを確認した。