

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
提出年月日	2023年6月12日

## 循環水ポンプ渦防止板における並進ばねの算出

2023年6月

中国電力株式会社

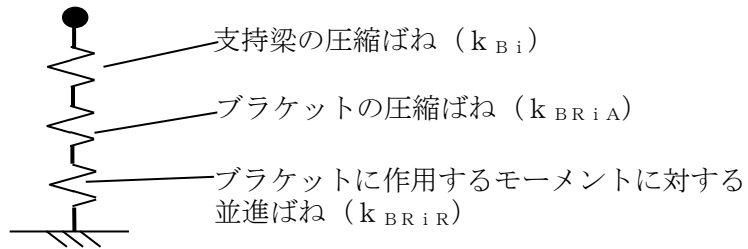
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

## 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。

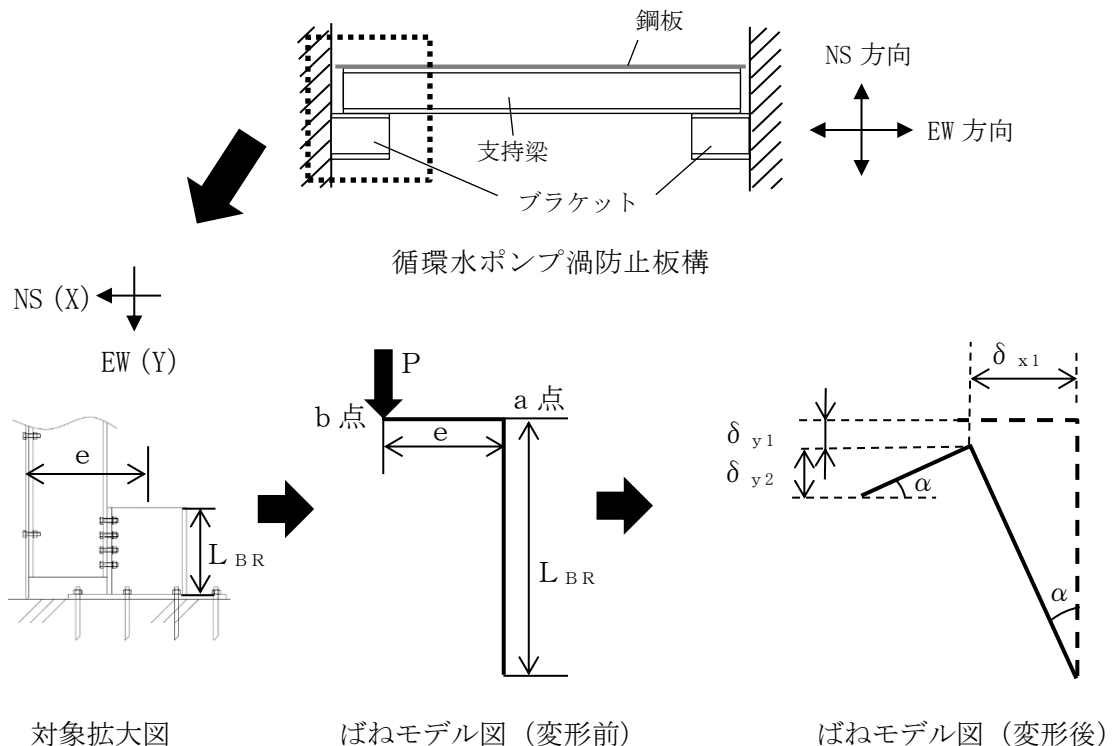


図2 ブラケットの並進ばねの考え方

(1) a 点のEW (Y) 方向変位 ( $\delta_{y1}$ )

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 ( $\delta_{x1}$ ) 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(mm<sup>4</sup>)

$\alpha$  : 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 ( $\delta_{y1}$ ) 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 ( $\delta_{y2}$ )

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、 $\delta_{y1}$ 及び $\delta_{y2}$ の固有周期算出への寄与について検討する。偏心荷重を水平EW方向の設計震度により発生する   Nとした際の、 $\delta_{y1}$ 及び $\delta_{y2}$ の値を表1に示す。

表1 設計震度における $\delta_{y1}$ 及び $\delta_{y2}$

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

表1より $\delta_{y2}$ に対して $\delta_{y1}$ は十分小さいため、ばね定数の算出において $\delta_{y1}$ 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 ( $\delta_{y1}$ ) はモーメントによる変位 ( $\delta_{y2}$ ) 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。