

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| 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-工-B-22-0088_改0 |
| 提出年月日                 | 2021年9月8日         |

VI-5-81 計算機プログラム（解析コード）の概要

- ・Com3F1dModRun

2021年9月

東北電力株式会社

## 目 次

|   |    |
|---|----|
| 1. はじめに .....                               | 1  |
| 1.1 使用状況一覧 .....                            | 2  |
| 2. 解析コードの概要 .....                           | 3  |
| 3. Com3FldModRun の解析手法について .....            | 4  |
| 3.1 一般事項 .....                              | 4  |
| 3.2 解析コードの特徴 .....                          | 4  |
| 3.3 解析手法 .....                              | 4  |
| 3.4 解析フローチャート .....                         | 5  |
| 3.5 検証(Verification)と妥当性確認(Validation)..... | 6  |
| 3.5.1 検証(Verification) .....                | 6  |
| 3.5.2 妥当性確認(Validation).....                | 6  |
| 3.5.3 まとめ .....                             | 10 |

1. はじめに

本資料は、添付書類において使用した計算機プログラム（解析コード）Com3F1dModRun について説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧，解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

| 使用添付書類        |                        | バージョン             |
|---------------|------------------------|-------------------|
| VI-2-2-8      | 海水ポンプ室の耐震性についての計算書     | Ver. 2021. 01. 26 |
| VI-2-2-10     | 第3号機海水ポンプ室の耐震性についての計算書 | Ver. 2021. 01. 26 |
| VI-2-10-4-3   | 取水口の耐震性についての計算書        | Ver. 2021. 01. 26 |
| VI-2-10-4-4-2 | 取水路（標準部）の耐震性についての計算書   | Ver. 2021. 01. 26 |

## 2. 解析コードの概要

|   |   |
|---|---|
| 項目 \ コード名   | Com3FldModRun   |
| 使用目的  | 主筋ひずみの算定  |
| 開発機関  | 前田建設工業株式会社  |
| 開発時期  | 2018 年  |
| 使用したバージョン   | Ver. 2021. 01. 06   |
| コードの概要  | Com3FldModRun（以下「本解析コード」という。）は、解析コード COM3 より得られる各要素のひずみから主筋ひずみを算出する解析コードである。  |
| 検証<br>(Verification)<br>及び<br>妥当性確認<br>(Validation) | <p><b>【検証(Verification)】</b><br/>           本解析コードの検証の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本解析コードの計算機能が適正であることは、後述する妥当性確認の中で確認している。</li> <li>・本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。</li> </ul> <p><b>【妥当性確認(Validation)】</b><br/>           本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本解析コードで算出した主筋ひずみが、理論解と一致していることを確認している。</li> <li>・本工事計画における用途及び適用範囲が、上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。</li> </ul> |

### 3. Com3FldModRun の解析手法について

#### 3.1 一般事項

本解析コードは、前田建設工業株式会社で開発された、解析コード COM3 により得られたひずみから主筋ひずみを算出する解析コードである。

本解析コードは、解析コード COM3 により三次元静的材料非線形解析を行っている海水ポンプ室、第 3 号機海水ポンプ室、取水口及び取水路（標準部）の主筋ひずみの算定に使用している。

#### 3.2 解析コードの特徴

要素内の各積分点に生じるひずみを 8 積分点で平均し、鉄筋方向に座標変換することで主筋ひずみを算定することができる。

#### 3.3 解析手法

解析コード COM3 により出力されるひずみは全体座標系で表示されており、鉄筋方向のひずみを算出するため、座標変換する必要がある。全体座標 XYZ 軸のひずみから鉄筋方向  $\xi$   $\eta$   $\zeta$  軸のひずみへの変換式を式(3.1)に示す。座標変換により得られた鉄筋方向の軸ひずみ  $\varepsilon_{\xi}$ 、 $\varepsilon_{\eta}$  および  $\varepsilon_{\zeta}$  を主筋ひずみとして採用する。

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{\xi} & \varepsilon_{\xi\eta} & \varepsilon_{\xi\zeta} \\ \varepsilon_{\eta\xi} & \varepsilon_{\eta} & \varepsilon_{\eta\zeta} \\ \varepsilon_{\zeta\xi} & \varepsilon_{\zeta\eta} & \varepsilon_{\zeta} \end{bmatrix} = [C] \begin{bmatrix} \varepsilon_X & \varepsilon_{XY} & \varepsilon_{XZ} \\ \varepsilon_{YX} & \varepsilon_Y & \varepsilon_{YZ} \\ \varepsilon_{ZX} & \varepsilon_{ZY} & \varepsilon_Z \end{bmatrix} [C]^T \cdots \cdots \cdots (3.1)$$

ここで、 $[C]$ ：鉄筋方向  $\xi$   $\eta$   $\zeta$  軸の方向余弦からなる座標変換行列

$\varepsilon_{\xi}$ ：鉄筋方向  $\xi$  のひずみ

$\varepsilon_{\eta}$ ：鉄筋方向  $\eta$  のひずみ

$\varepsilon_{\zeta}$ ：鉄筋方向  $\zeta$  のひずみ

### 3.4 解析フローチャート

解析フローチャートを図3-1に示す。

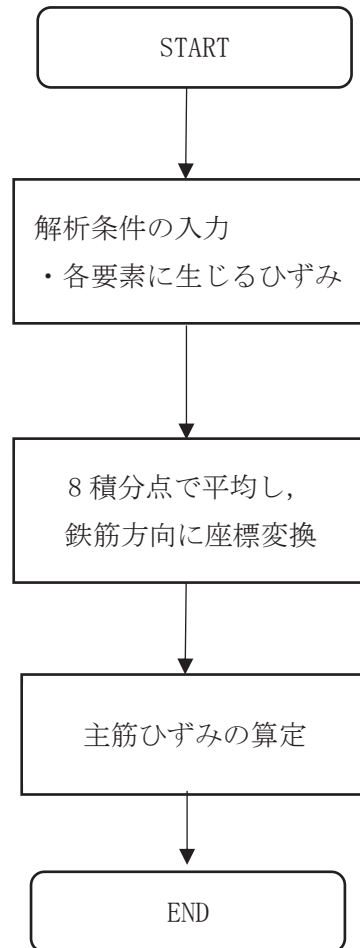


図3-1 解析フローチャート

### 3.5 検証(Verification)と妥当性確認(Validation)

#### 3.5.1 検証(Verification)

本解析コードの計算機能が適正であることは、後述する妥当性確認の中で確認している。

#### 3.5.2 妥当性確認(Validation)

解析コード COM3 により出力されたひずみを用いて本解析コードおよび理論解との比較を行う。本解析コードは、どの部材においても発生ひずみに対し一律に同じ式を使用して主筋ひずみを算出するため、海水ポンプ室の導流壁を代表として検証を行う。

##### (1) 検証箇所

海水ポンプ室の導流壁の断面図及び検証箇所を図 3-2 及び図 3-3 に示す。

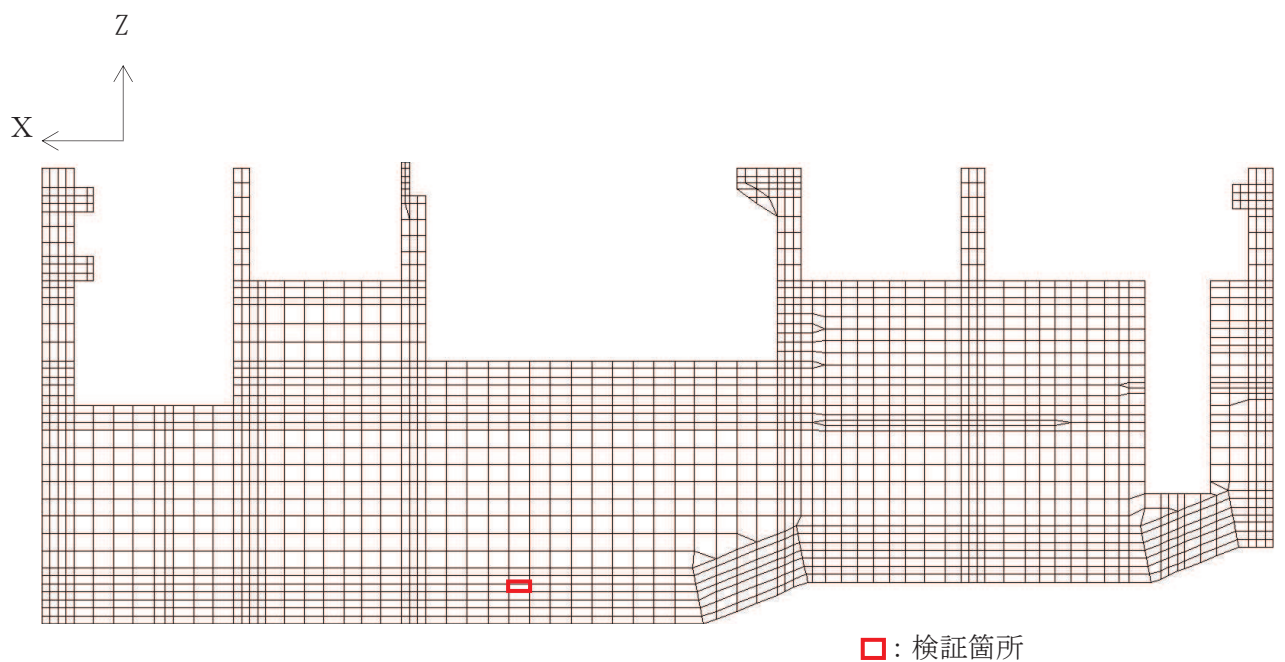


図 3-2 海水ポンプ室 縦断図





(2) 主筋ひずみの算定

導流壁の鉛直鉄筋の方向を  $\xi$ ，水平方向鉄筋の方向を  $\eta$  とし、図 3-4 に示す。全体座標系で示されている要素ひずみを式(3.1)に基づき、鉄筋方向のひずみへ変換する。

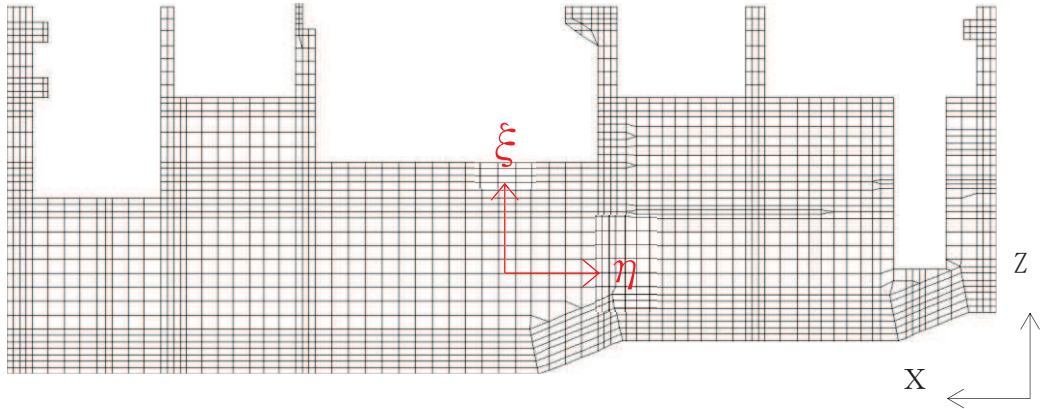


図 3-4 導流壁の鉄筋方向

$$[C] = \begin{bmatrix} \cos(90^\circ) & \cos(90^\circ) & \cos(0^\circ) \\ \cos(180^\circ) & \cos(90^\circ) & \cos(90^\circ) \\ \cos(90^\circ) & \cos(180^\circ) & \cos(90^\circ) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{\xi\xi} & \varepsilon_{\xi\eta} & \varepsilon_{\xi\zeta} \\ \varepsilon_{\eta\xi} & \varepsilon_{\eta\eta} & \varepsilon_{\eta\zeta} \\ \varepsilon_{\zeta\xi} & \varepsilon_{\zeta\eta} & \varepsilon_{\zeta\zeta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_X & \varepsilon_{XY} & \varepsilon_{XZ} \\ \varepsilon_{YX} & \varepsilon_Y & \varepsilon_{YZ} \\ \varepsilon_{ZX} & \varepsilon_{ZY} & \varepsilon_Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \varepsilon_Z & -\varepsilon_{ZX} & -\varepsilon_{ZY} \\ -\varepsilon_{XZ} & \varepsilon_X & \varepsilon_{XY} \\ -\varepsilon_{YZ} & \varepsilon_{YX} & \varepsilon_Y \end{bmatrix}$$

上記より、各要素において鉄筋方向に変換した要素ひずみを以下に示す。鉛直方向主筋と水平方向主筋のひずみに構造解析係数  $\gamma_a=1.2$  を乗じて少数第7位を切り上げることで、照査用主筋ひずみを算定する。

$$[\varepsilon] = \begin{bmatrix} 0.001115 & 0.000015 & 0.000200 \\ 0.000015 & 0.000009 & 0.000001 \\ 0.000200 & 0.000001 & 0.000016 \end{bmatrix}$$

鉛直方向主筋ひずみ  $\gamma_a \varepsilon_{\xi} = 1338 \mu$

(3) 解析結果

表 3-1 に示すとおり、本解析コードで算出した断面力は、理論解と一致することを確認した。

表 3-1 解析結果の比較

| 主筋ひずみ                               | Com3F1dModRun | 理論解        |
|-------------------------------------|---------------|------------|
| 主筋ひずみ<br>(鉄筋方向 $\xi$ のひずみ)          | 1338 $\mu$    | 1338 $\mu$ |
| 主筋ひずみ(第 2 主筋)<br>(鉄筋方向 $\eta$ のひずみ) | 11 $\mu$      | 11 $\mu$   |

### 3.5.3 まとめ

以上のとおり，本解析コードについては，理論解との比較を行い，解析結果が理論解と一致することを確認した。したがって，解析コード COM3 より得られる各要素のひずみから主筋ひずみを算定するため本解析コードを使用することは，妥当である。