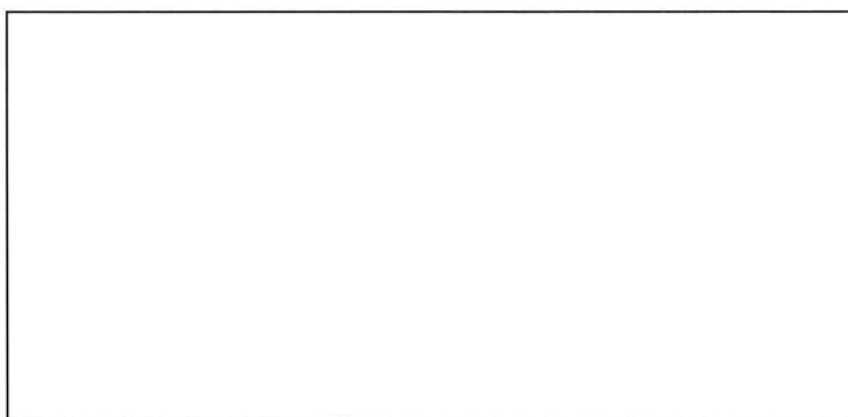
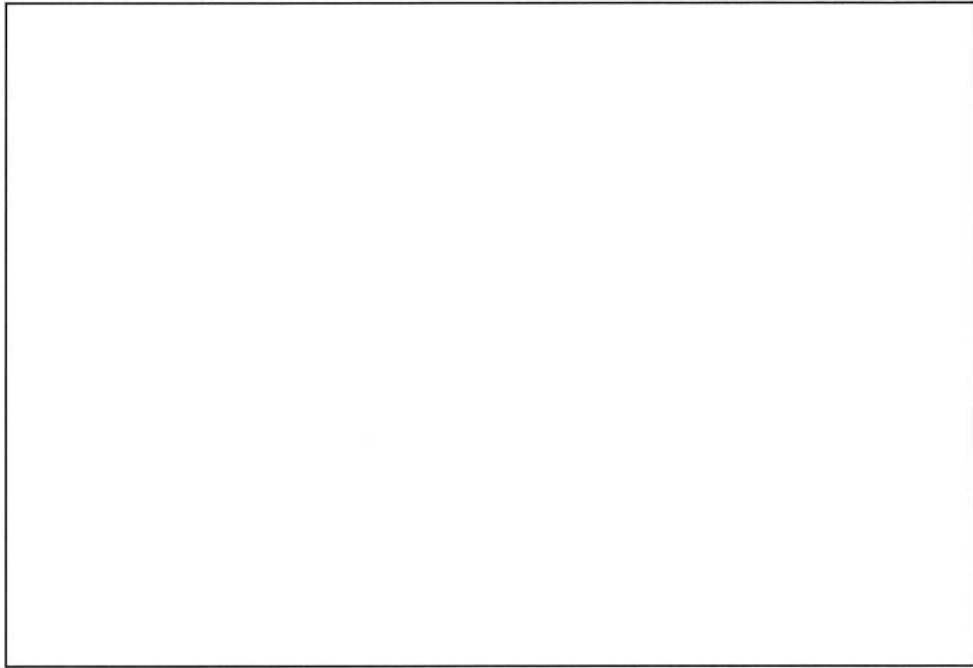


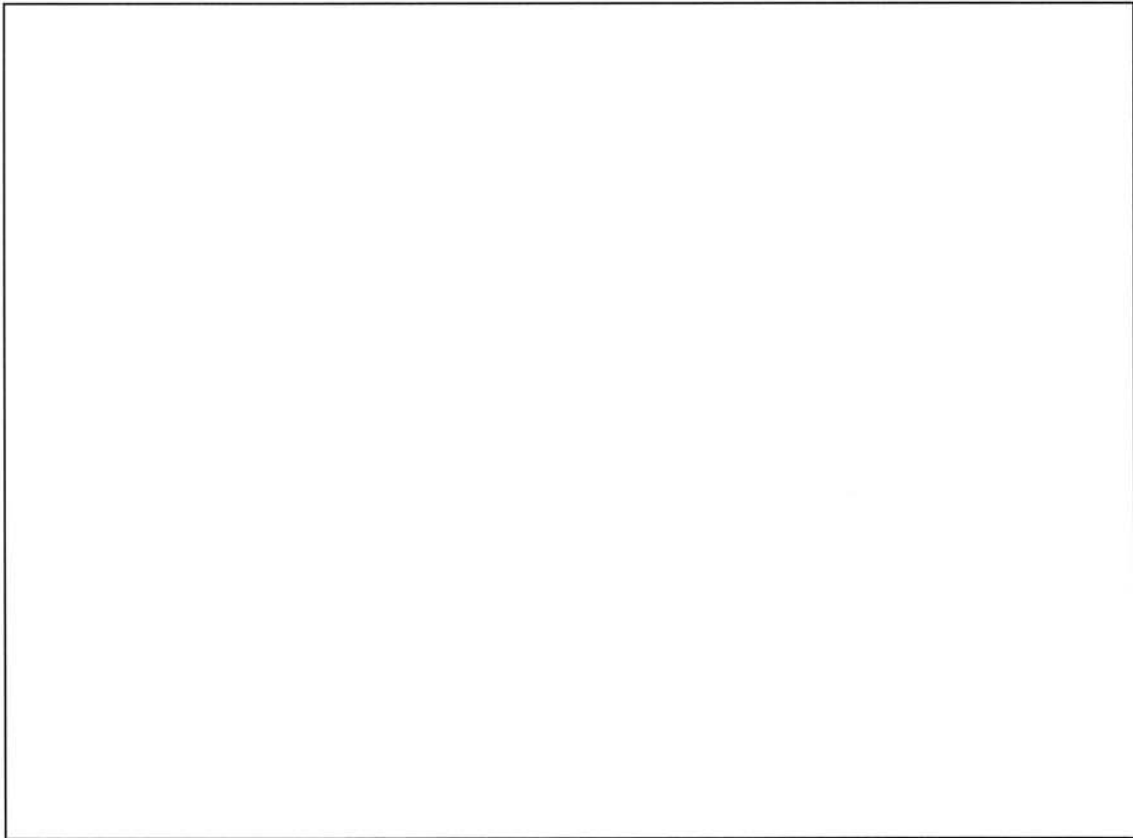
添説設 3-1-転 4-4-1 図(13/72) 構造解析モデル



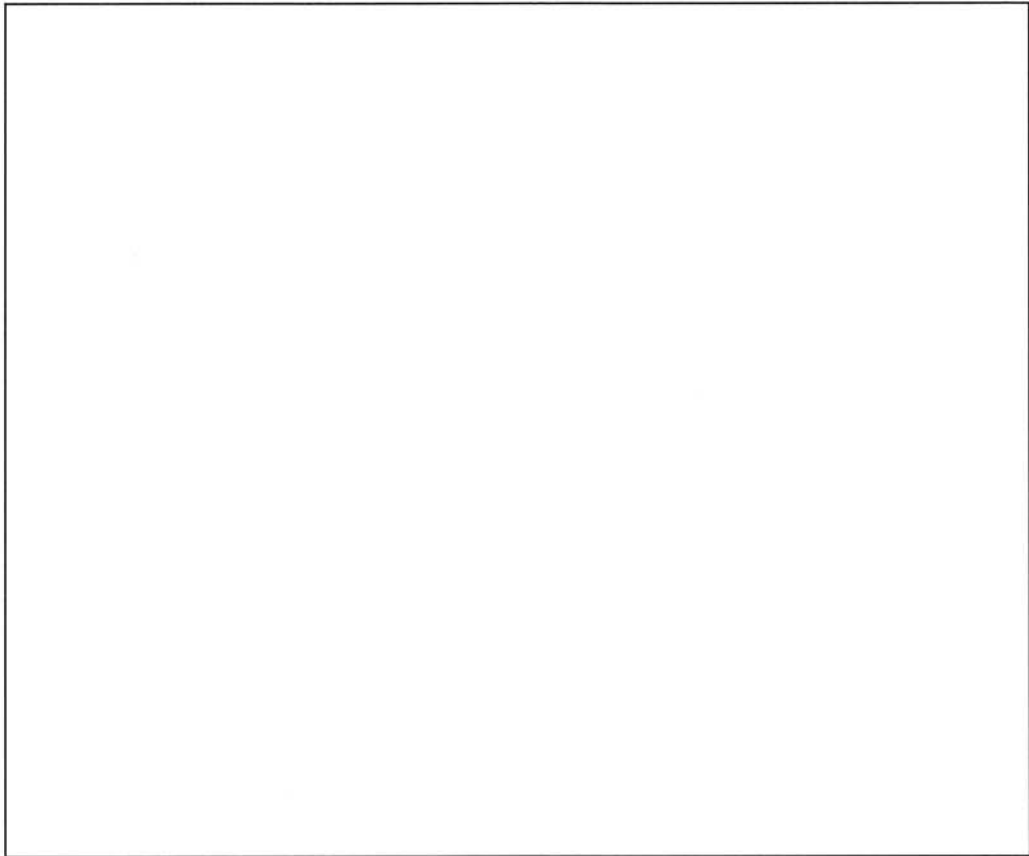
添説設 3-1-転 4-4-1 図(14/72) 構造解析モデル



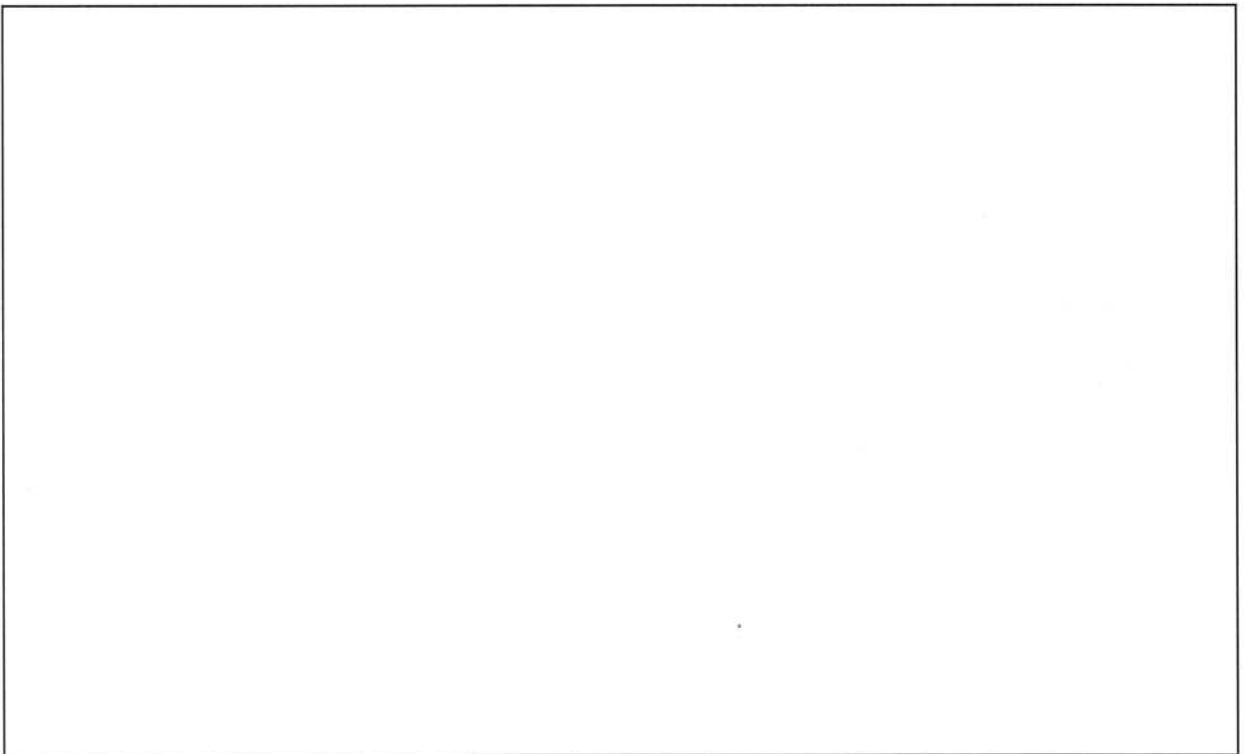
添説設 3-1-転 4-4-1 図(15/72) 構造解析モデル



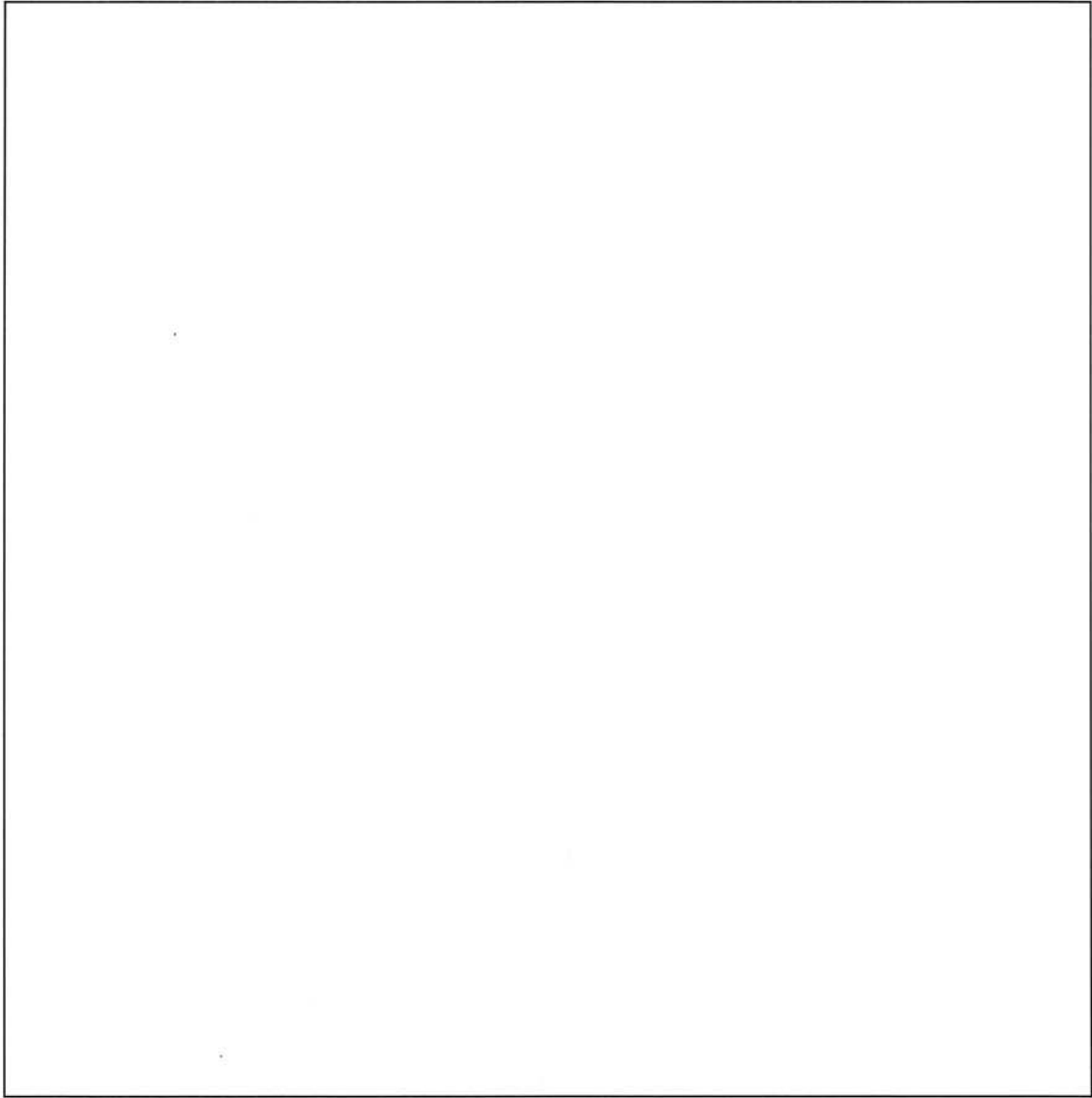
添説設 3-1-転 4-4-1 図(16/72) 構造解析モデル



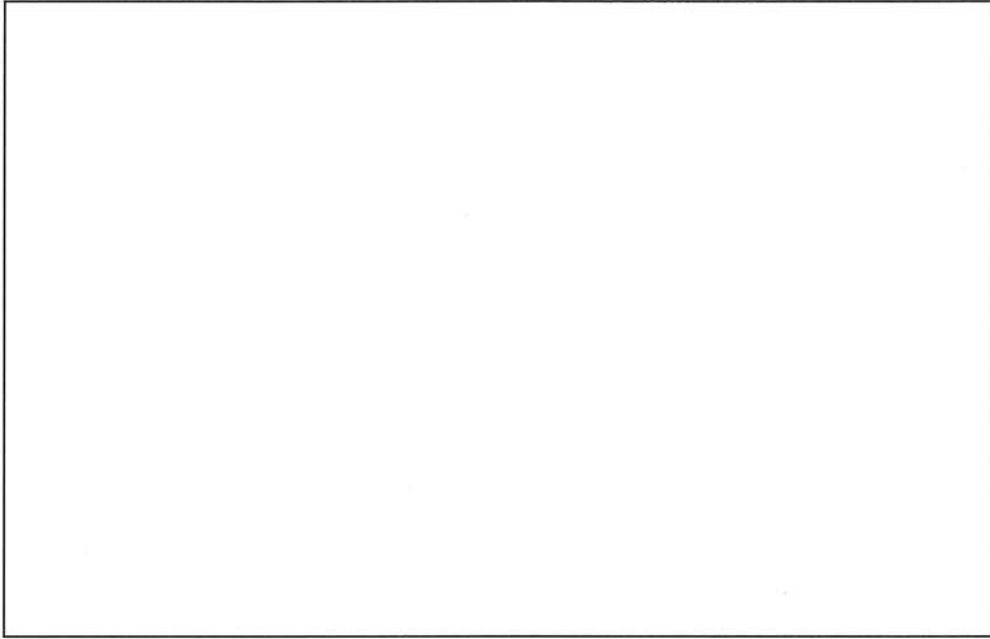
添説設 3-1-転 4-4-1 図(17/72) 構造解析モデル



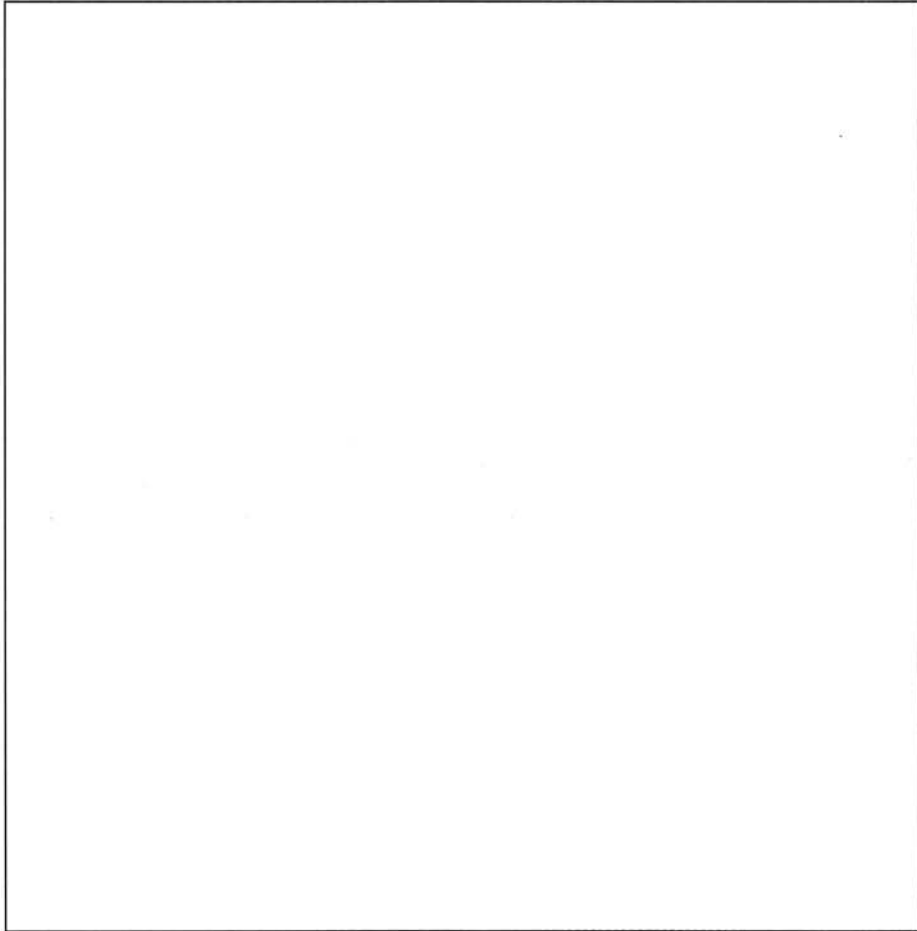
添説設 3-1-転 4-4-1 図(18/72) 構造解析モデル



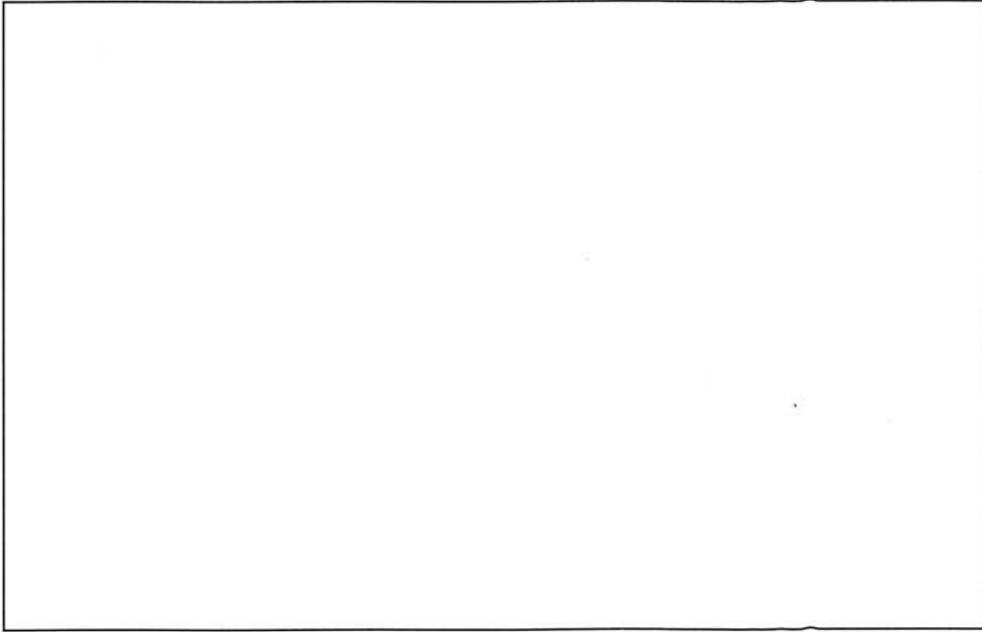
添説設 3-1-転 4-4-1 図(19/72) 構造解析モデル



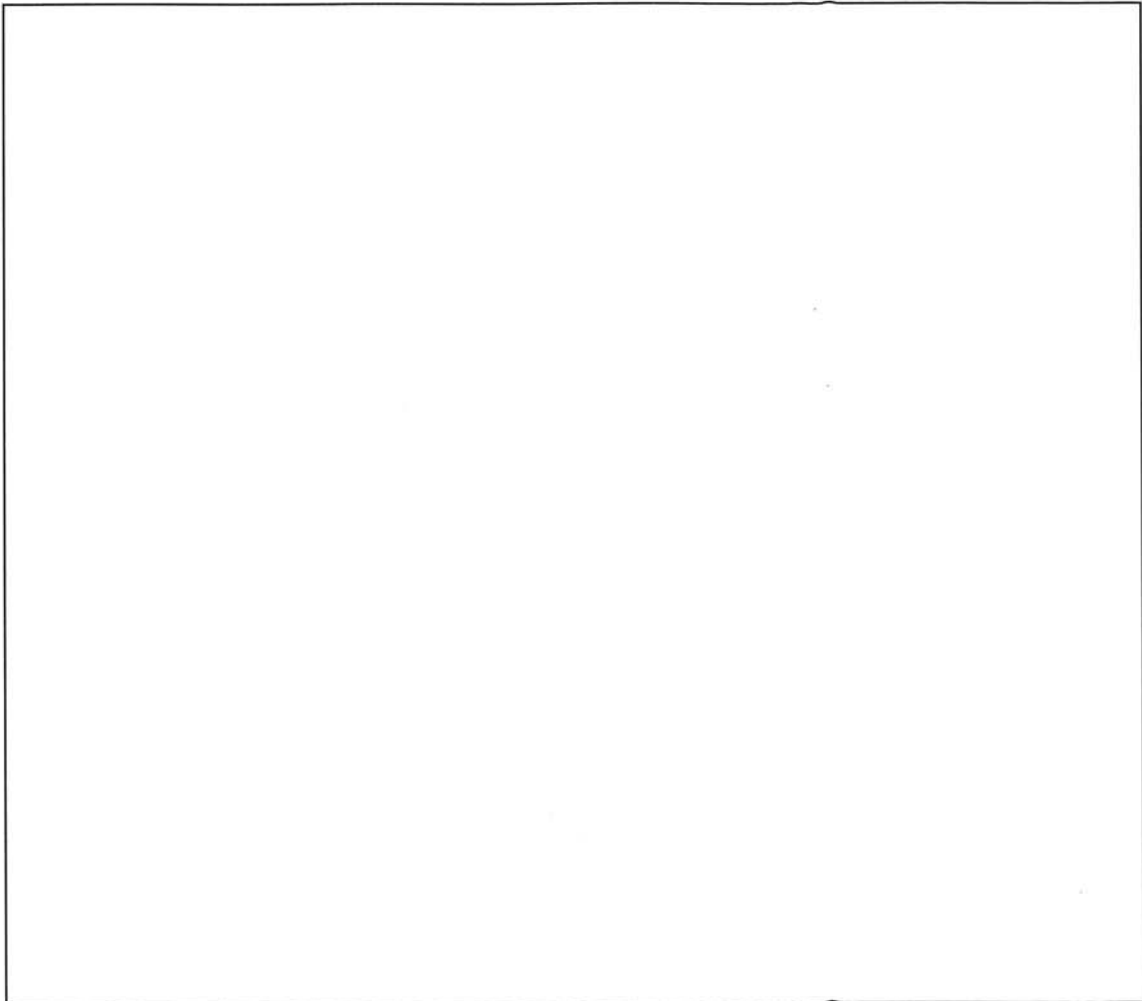
添説設 3-1-転 4-4-1 図(20/72) 構造解析モデル



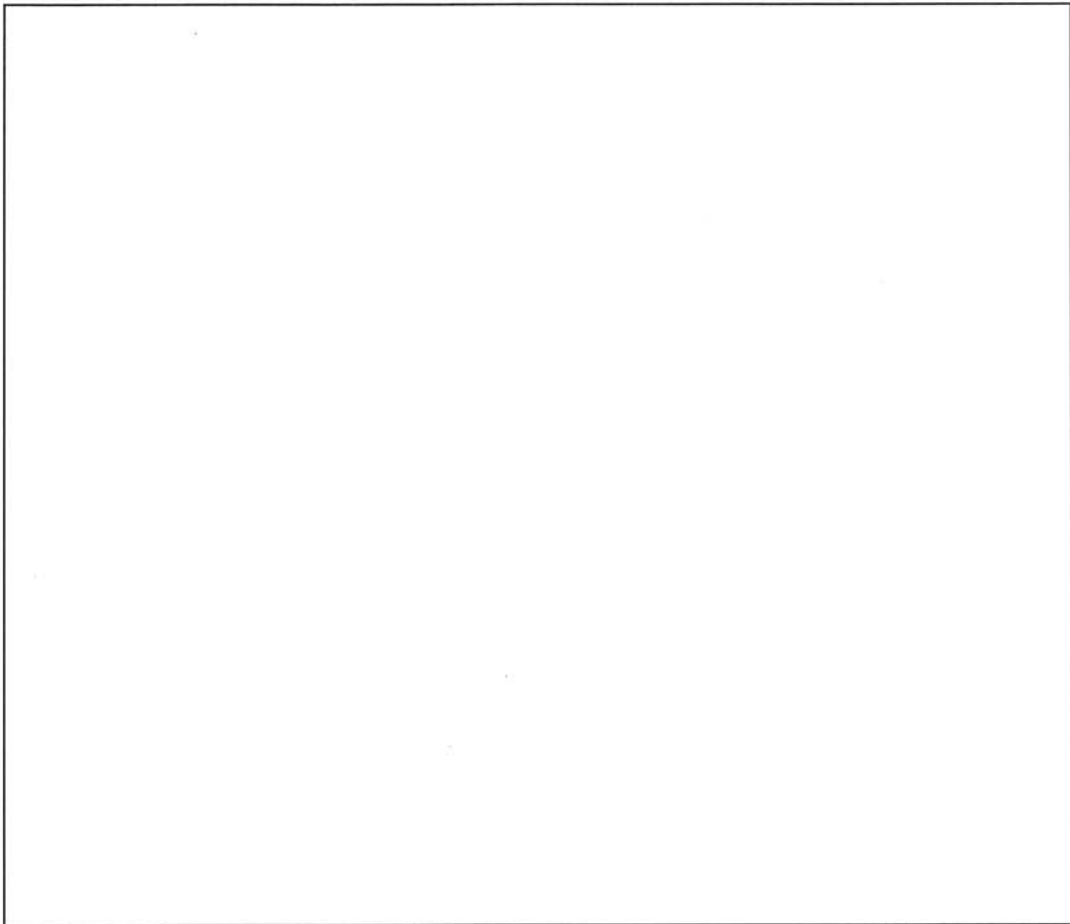
添説設 3-1-転 4-4-1 図(21/72) 構造解析モデル



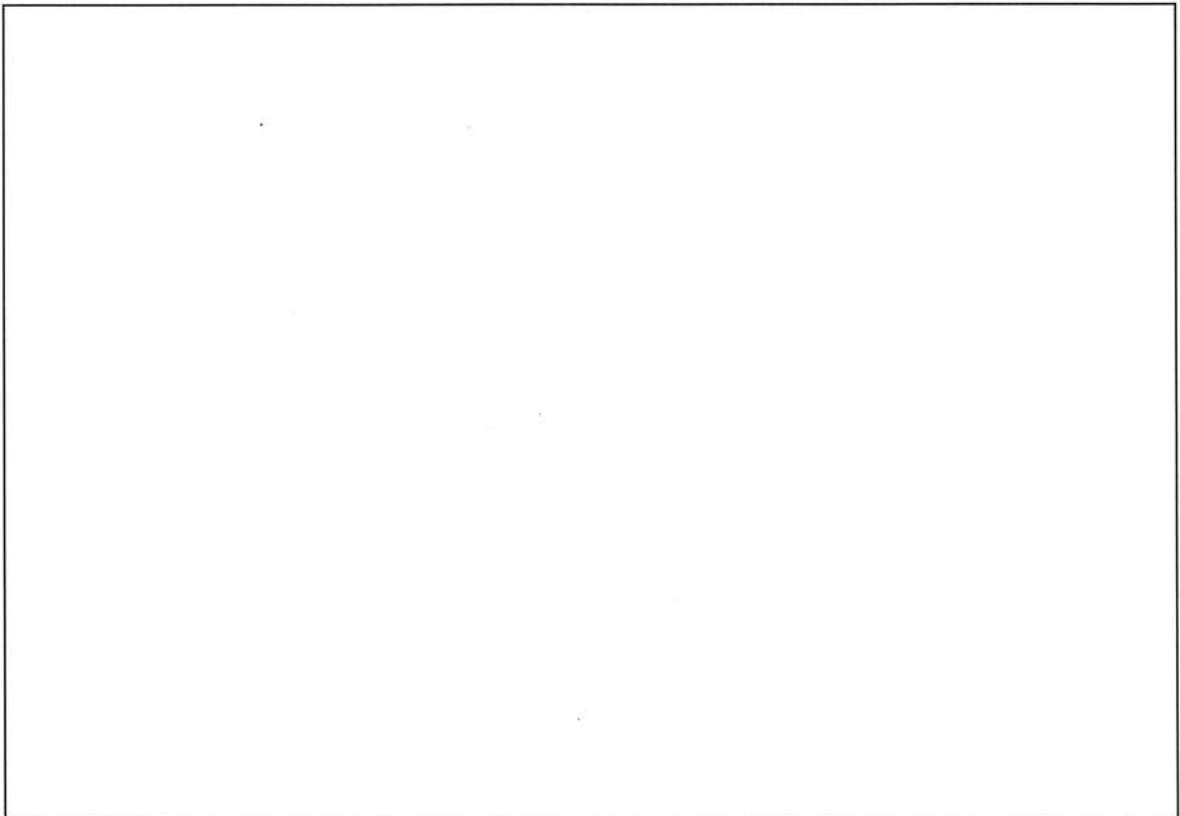
添説設 3-1-転 4-4-1 図(22/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(23/72) 構造解析モデル



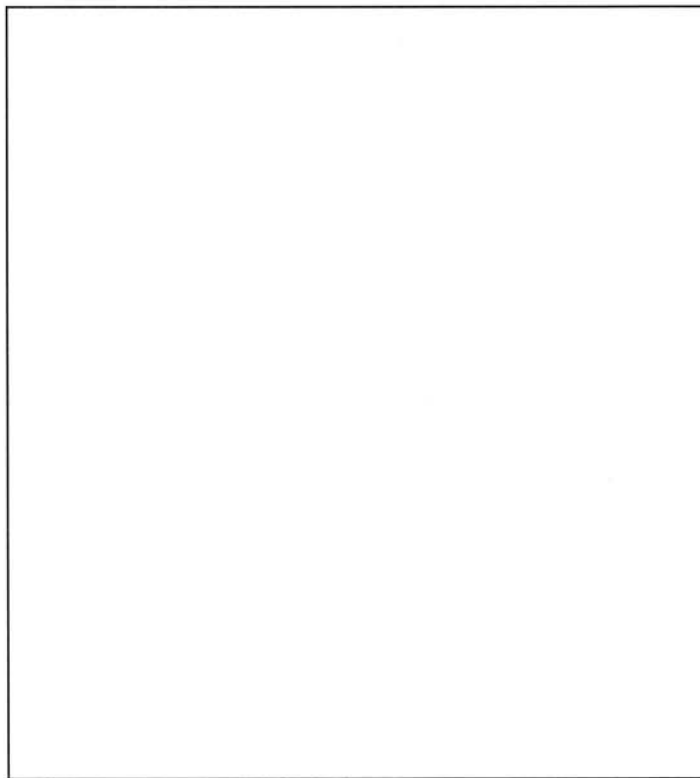
添説設 3-1-転 4-4-1 図(24/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(25/72) 構造解析モデル

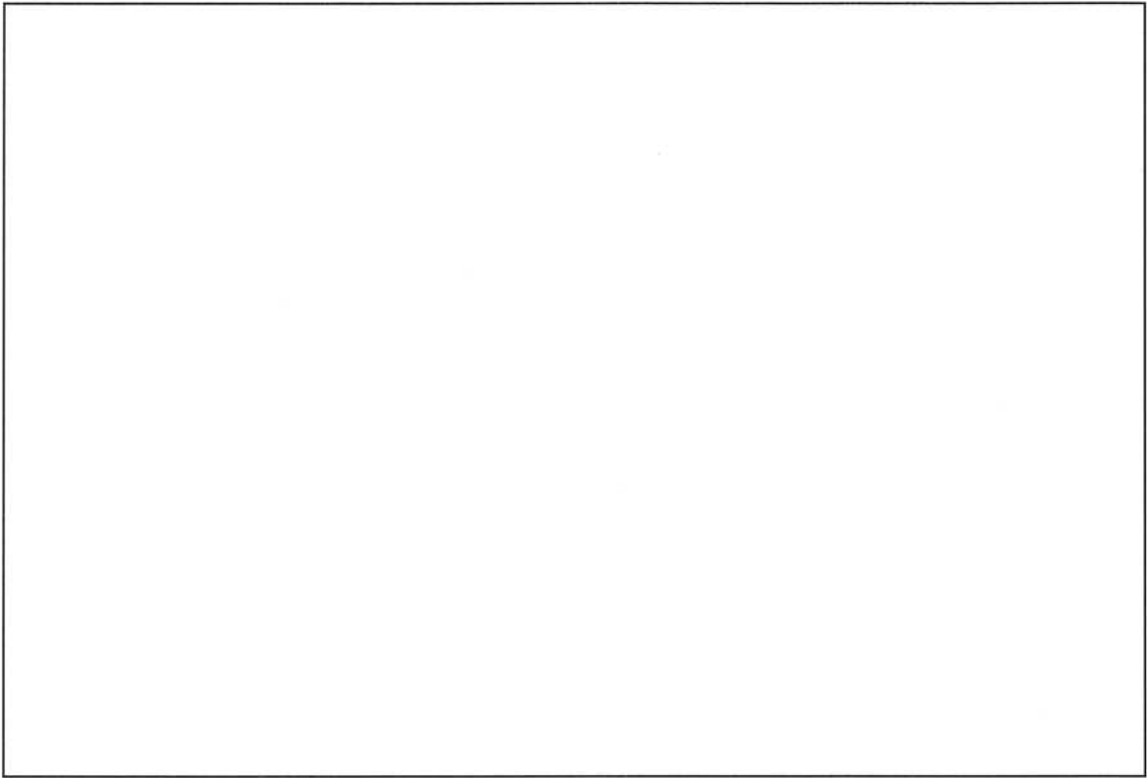


添説設 3-1-転 4-4-1 図(26/72) 構造解析モデル

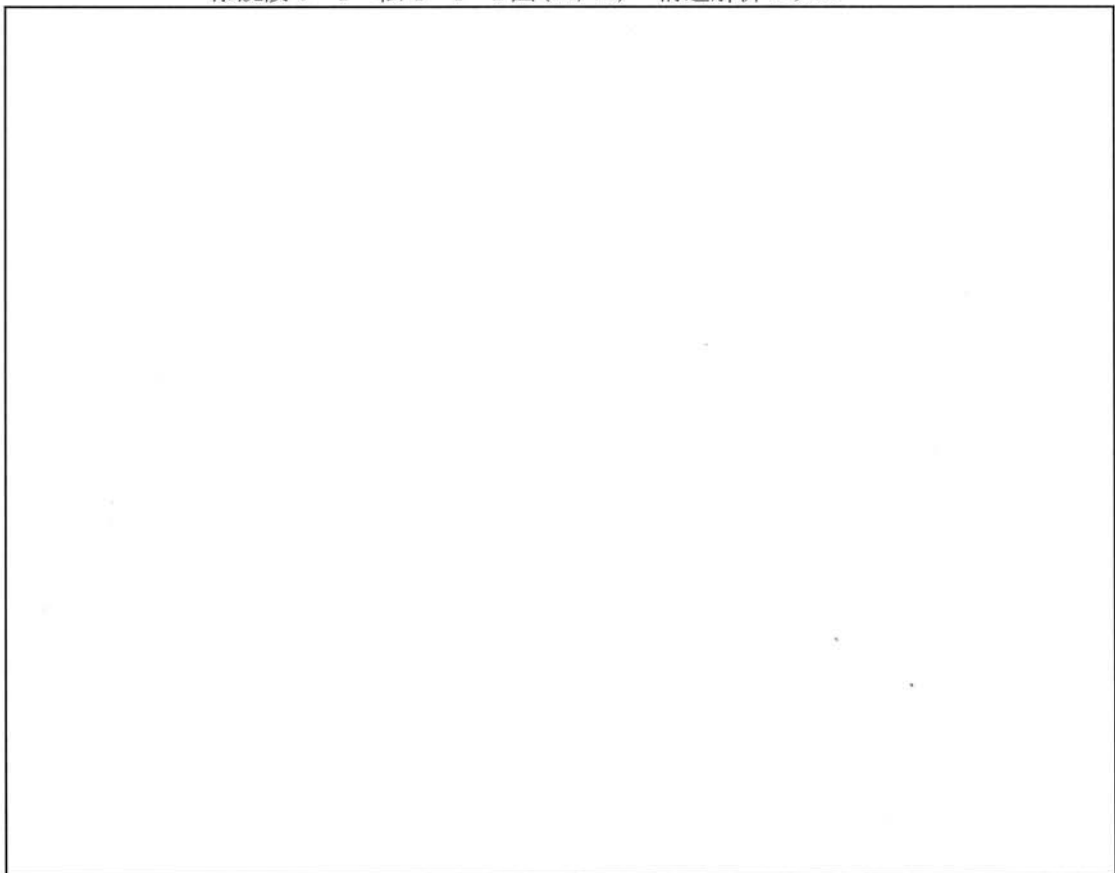


添説設 3-1-転 4-4-1 図(27/72) 構造解析モデル

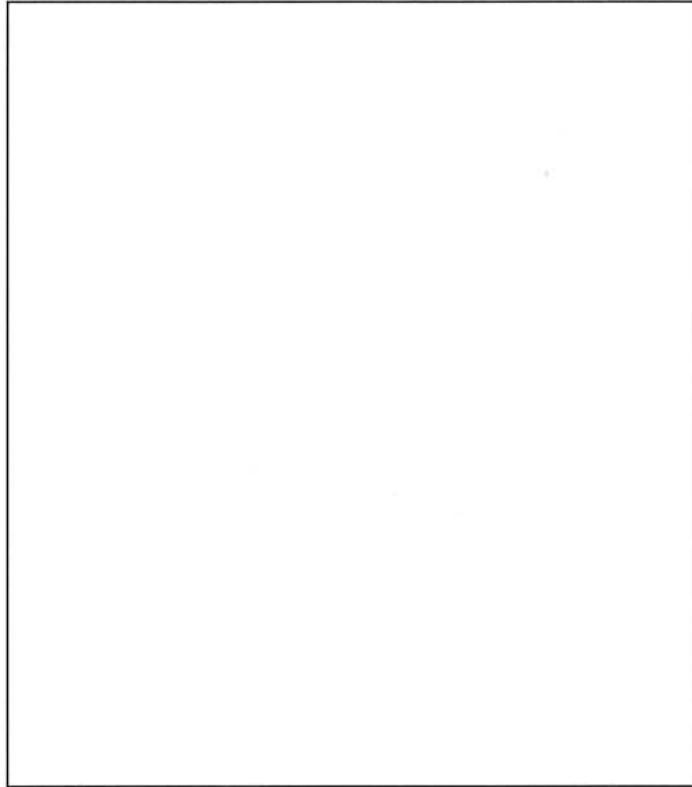




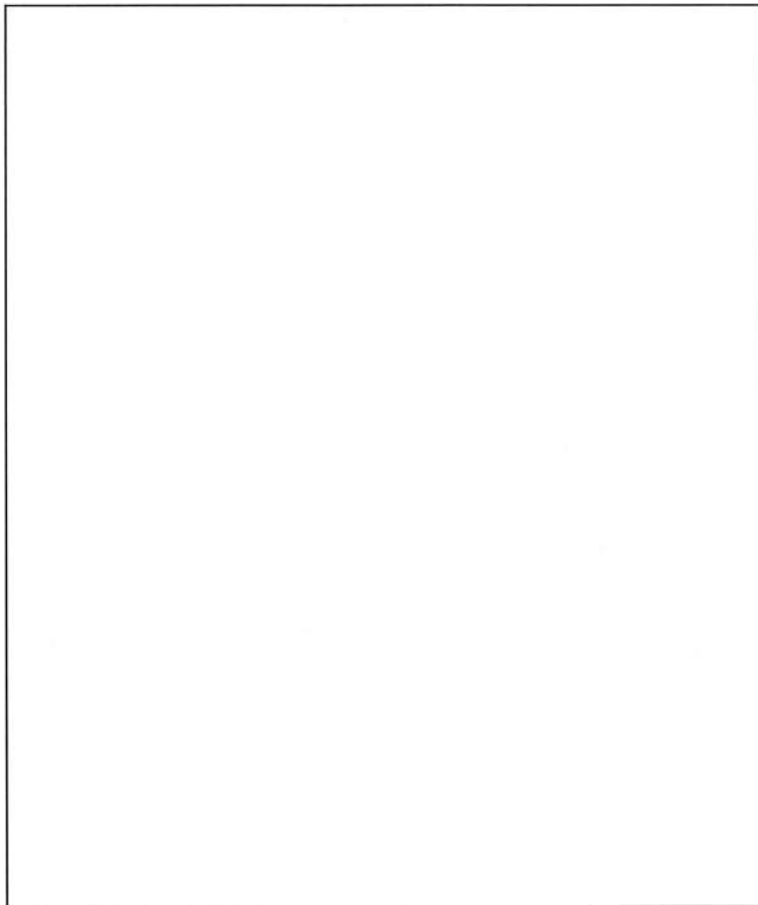
添説設 3-1-転 4-4-1 図(28/72) 構造解析モデル



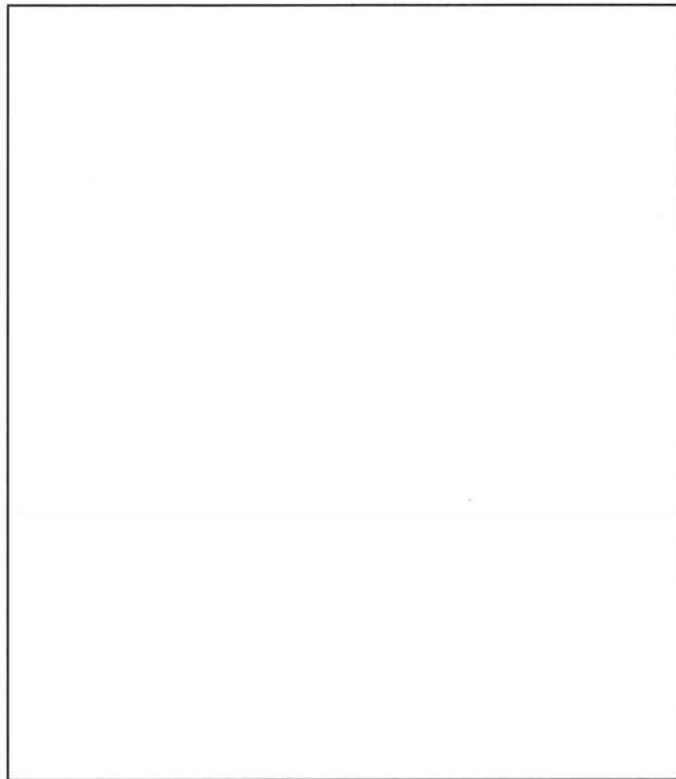
添説設 3-1-転 4-4-1 図(29/72) 構造解析モデル



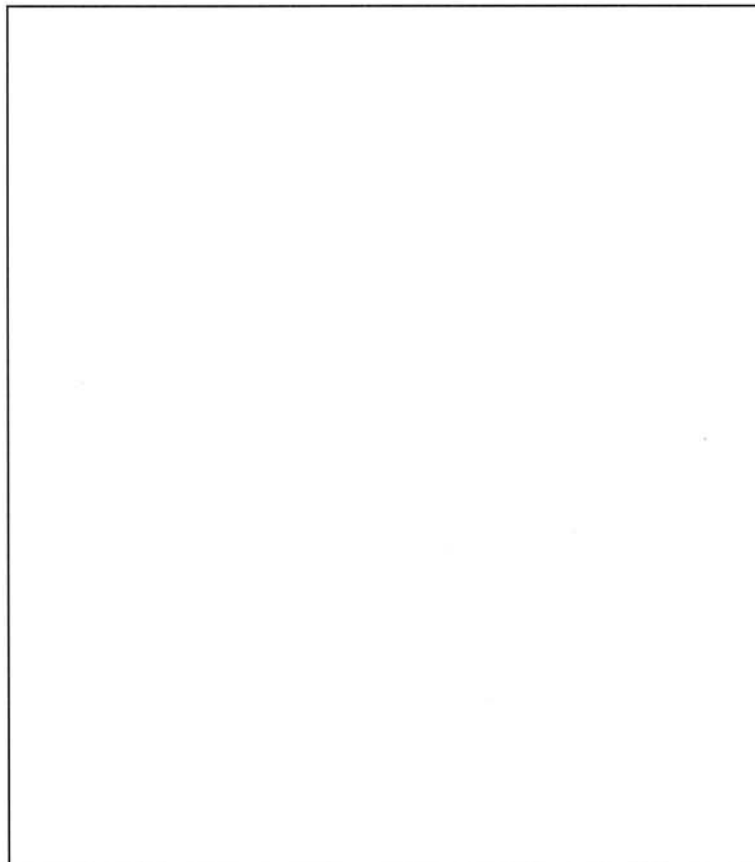
添説設 3-1-転 4-4-1 図(30/72) 構造解析モデル



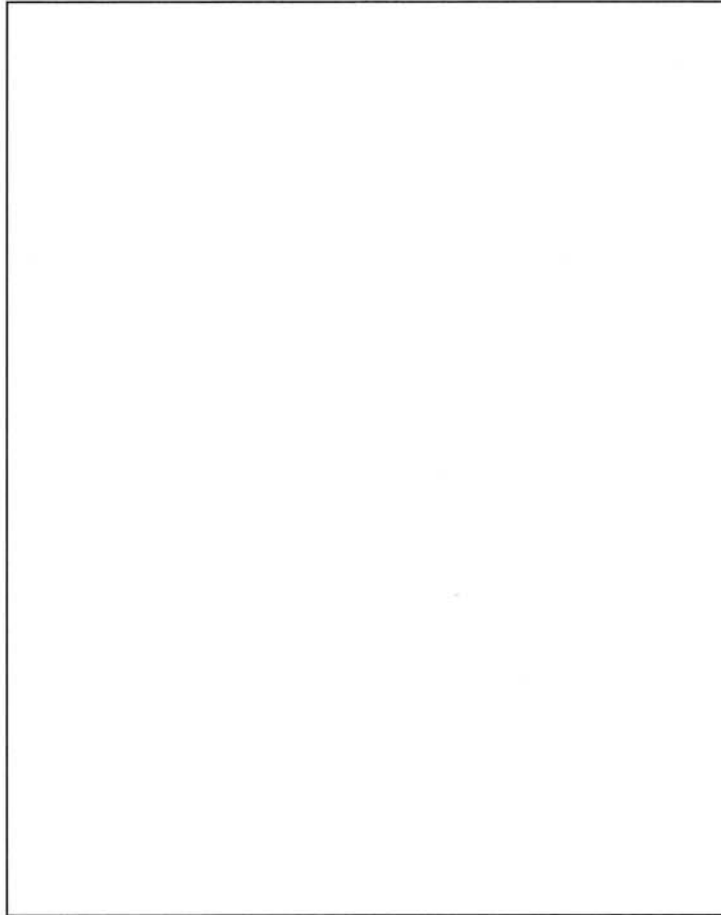
添説設 3-1-転 4-4-1 図(31/72) 構造解析モデル



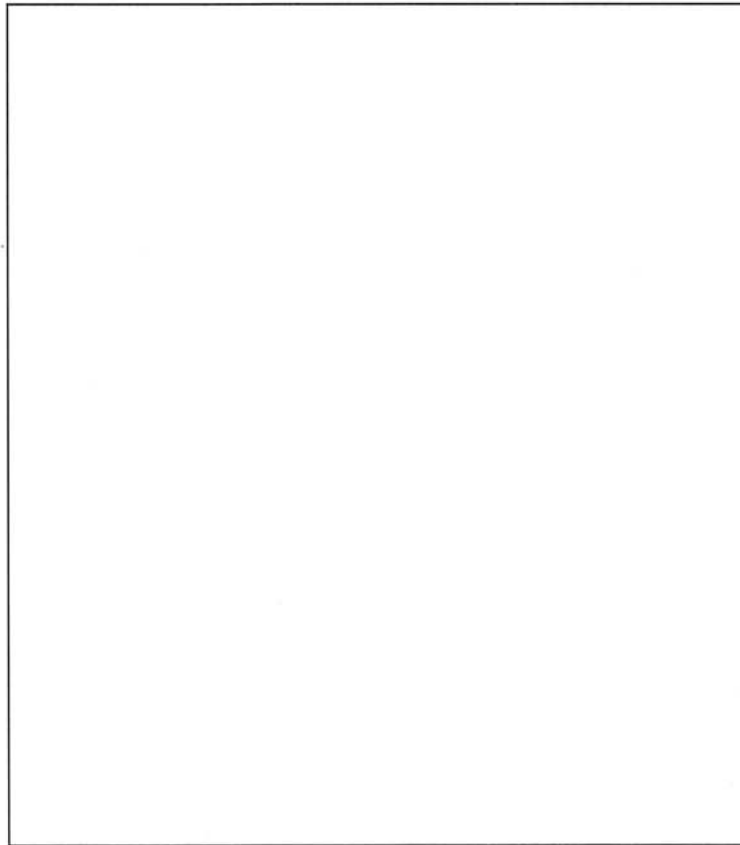
添説設 3-1-転 4-4-1 図(32/72) 構造解析モデル



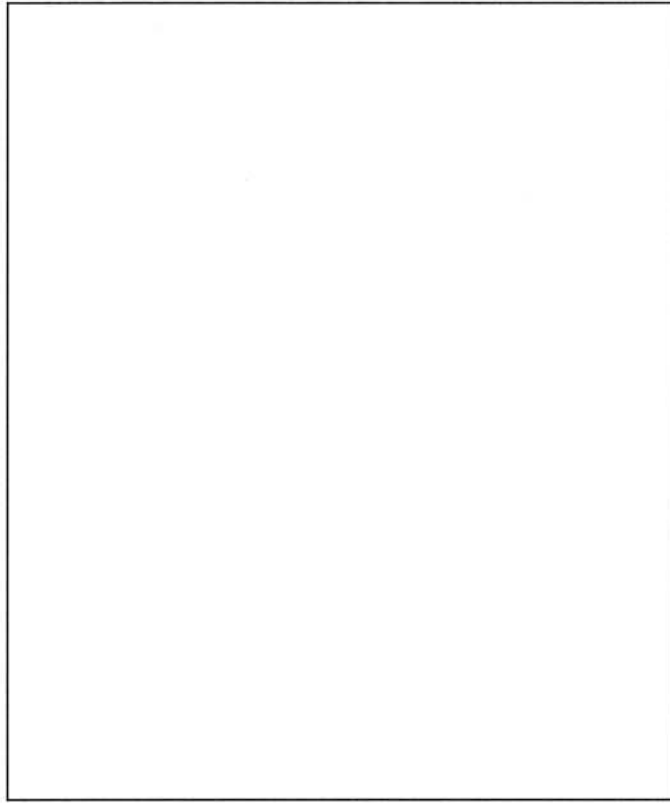
添説設 3-1-転 4-4-1 図(33/72) 構造解析モデル



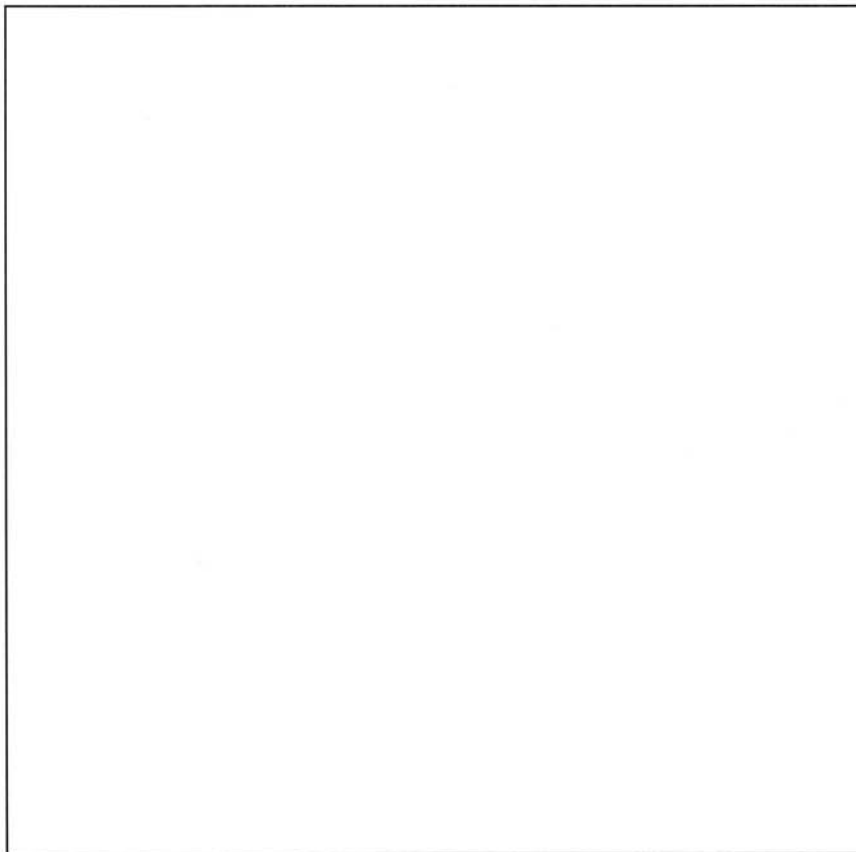
添説設 3-1-転 4-4-1 図(34/72) 構造解析モデル



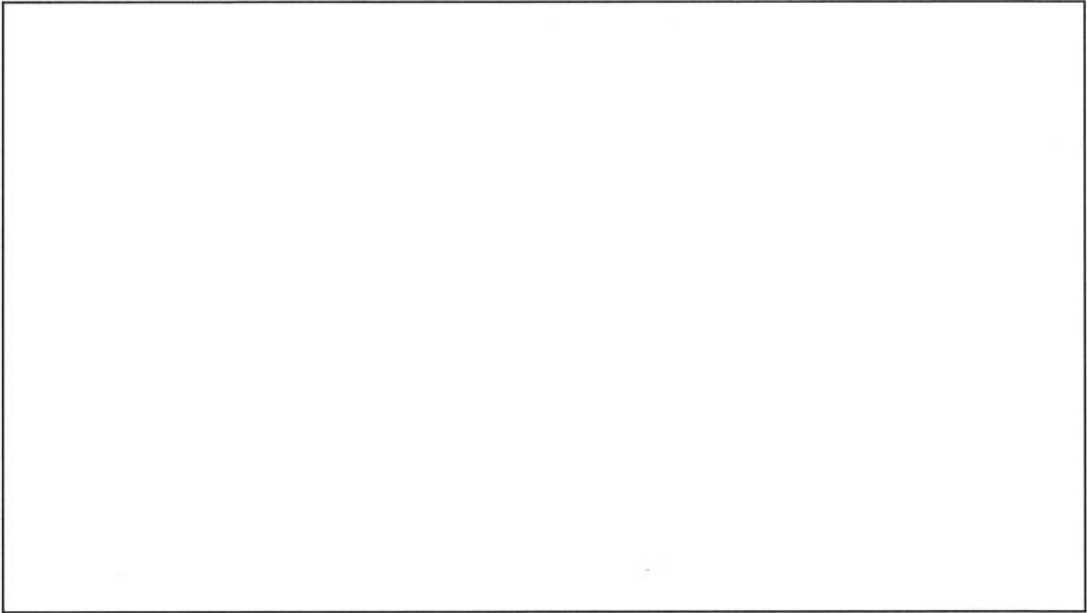
添説設 3-1-転 4-4-1 図(35/72) 構造解析モデル



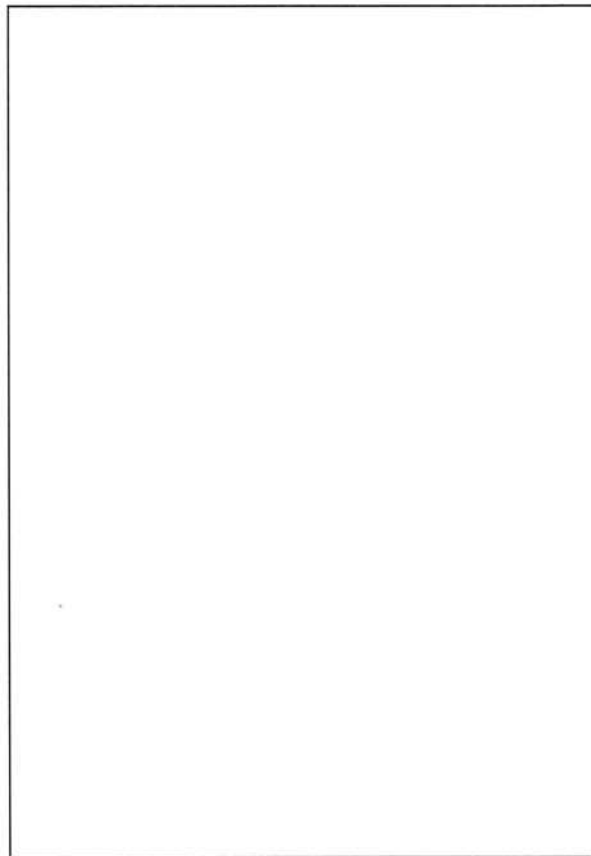
添説設 3-1-転 4-4-1 図(36/72) 構造解析モデル



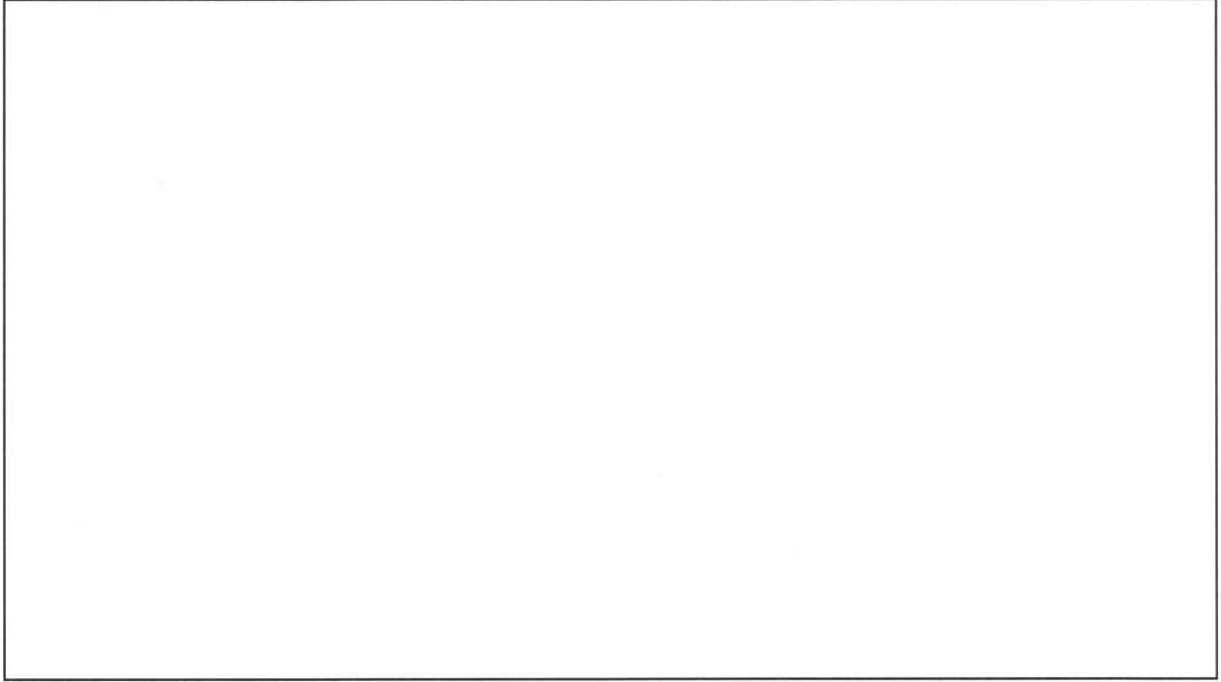
添説設 3-1-転 4-4-1 図(37/72) 構造解析モデル



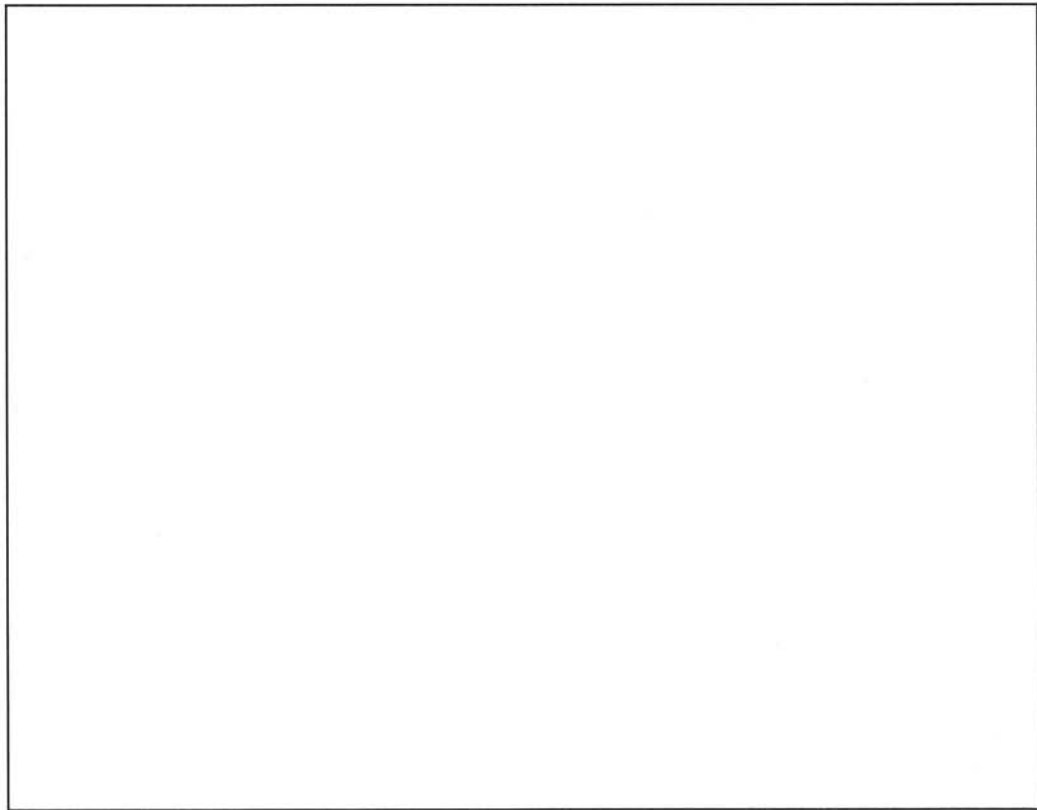
添説設 3-1-転 4-4-1 図(38/72) 構造解析モデル



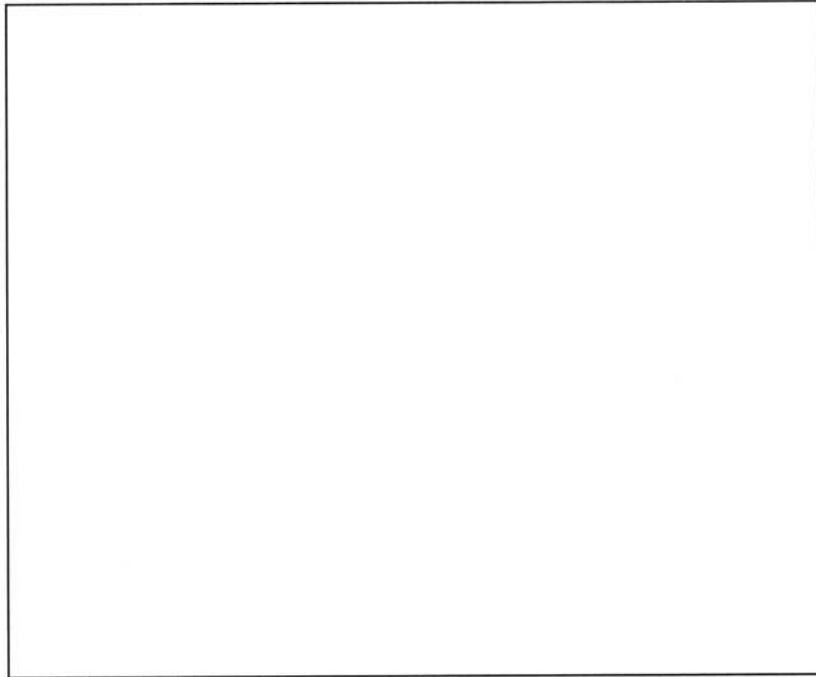
添説設 3-1-転 4-4-1 図(39/72) 構造解析モデル



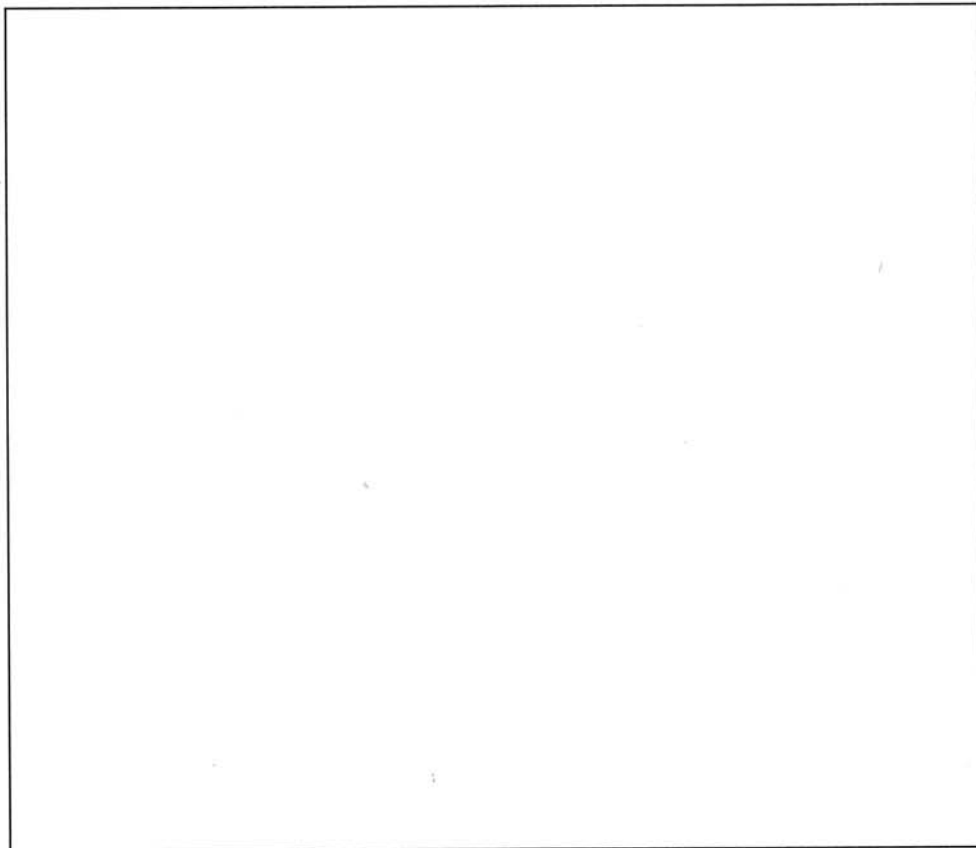
添説設 3-1-転 4-4-1 図(40/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(41/72) 構造解析モデル

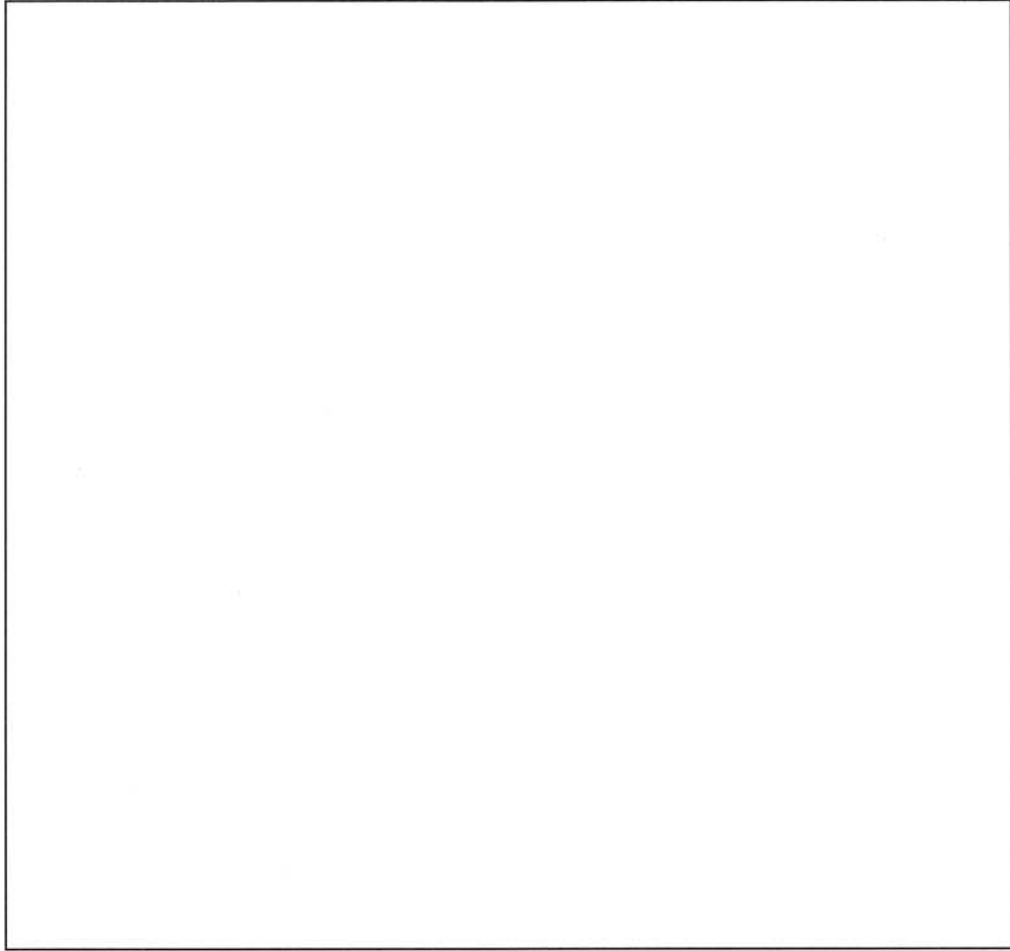


添説設 3-1-転 4-4-1 図(42/72) 構造解析モデル

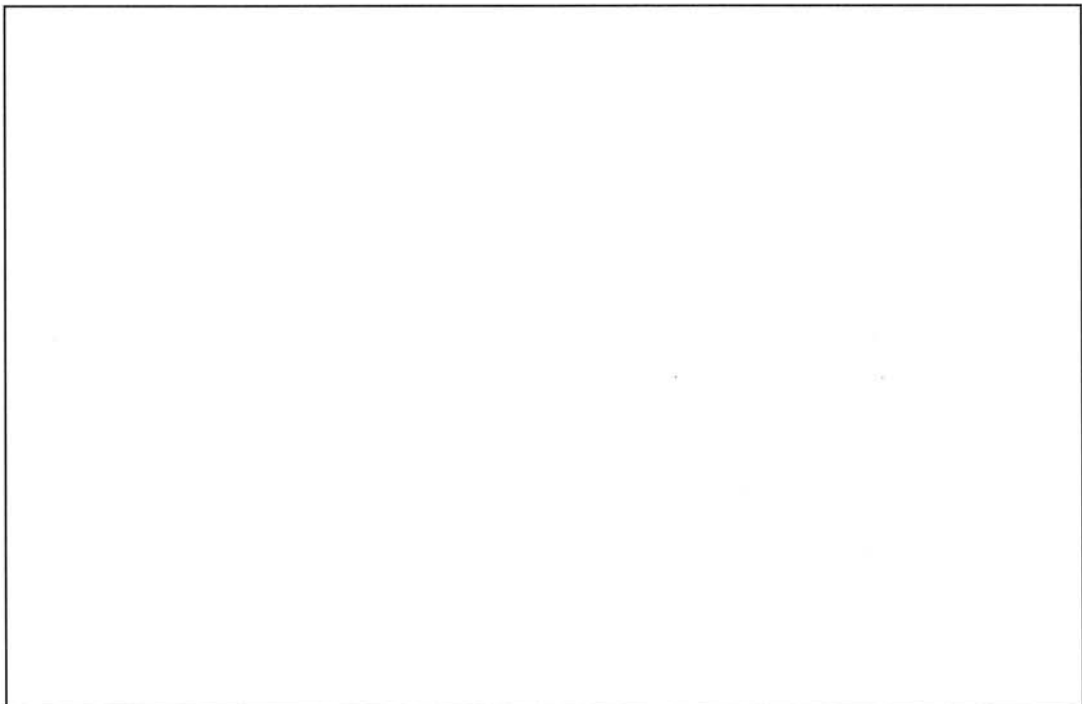


添説設 3-1-転 4-4-1 図(43/72) 構造解析モデル

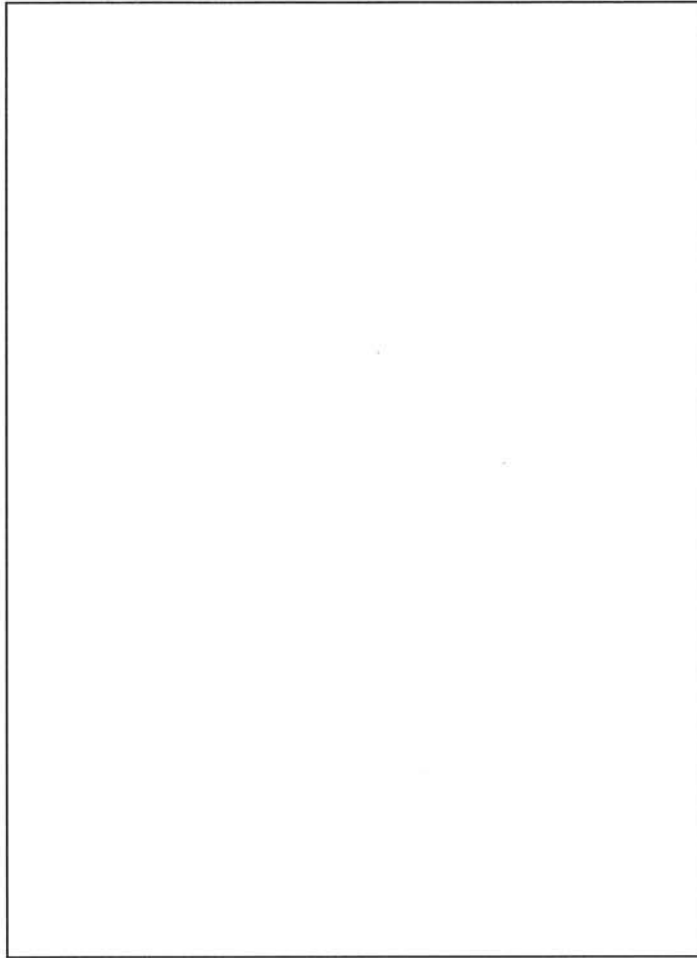




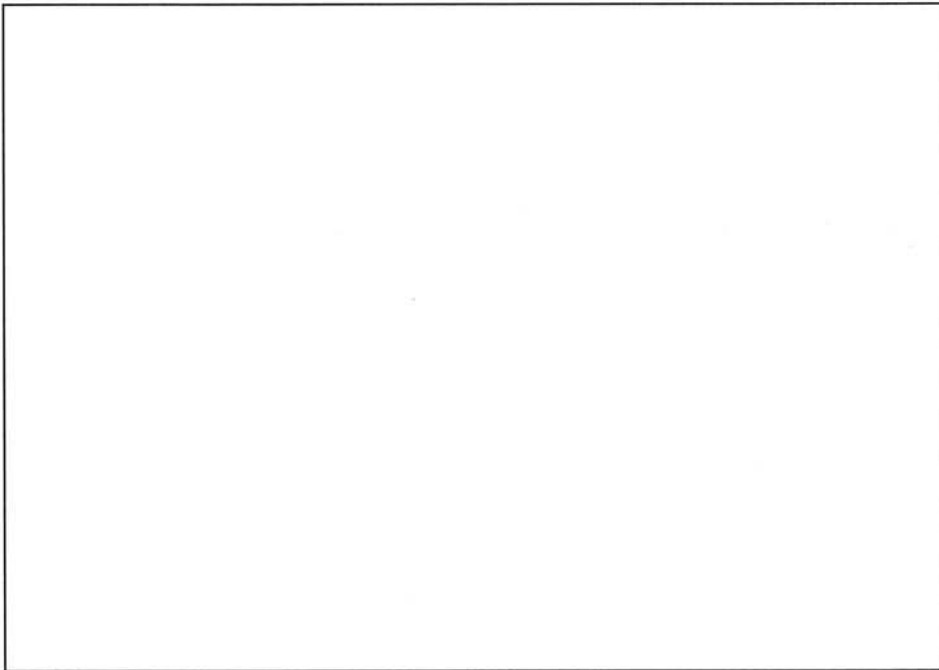
添説設 3-1-転 4-4-1 図(44/72) 構造解析モデル



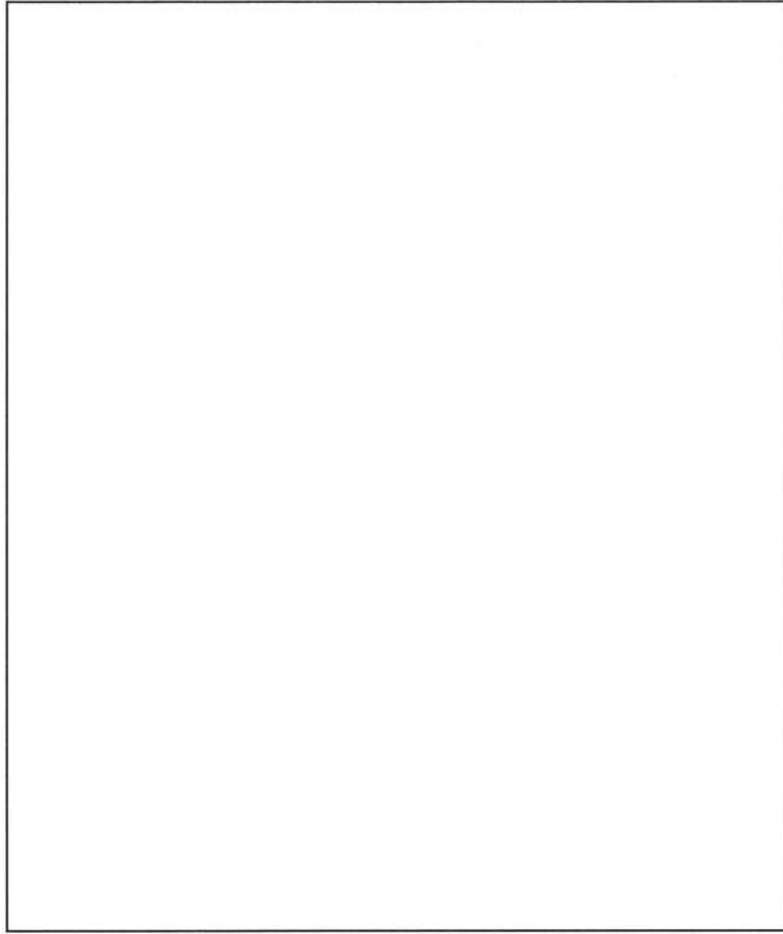
添説設 3-1-転 4-4-1 図(45/72) 構造解析モデル



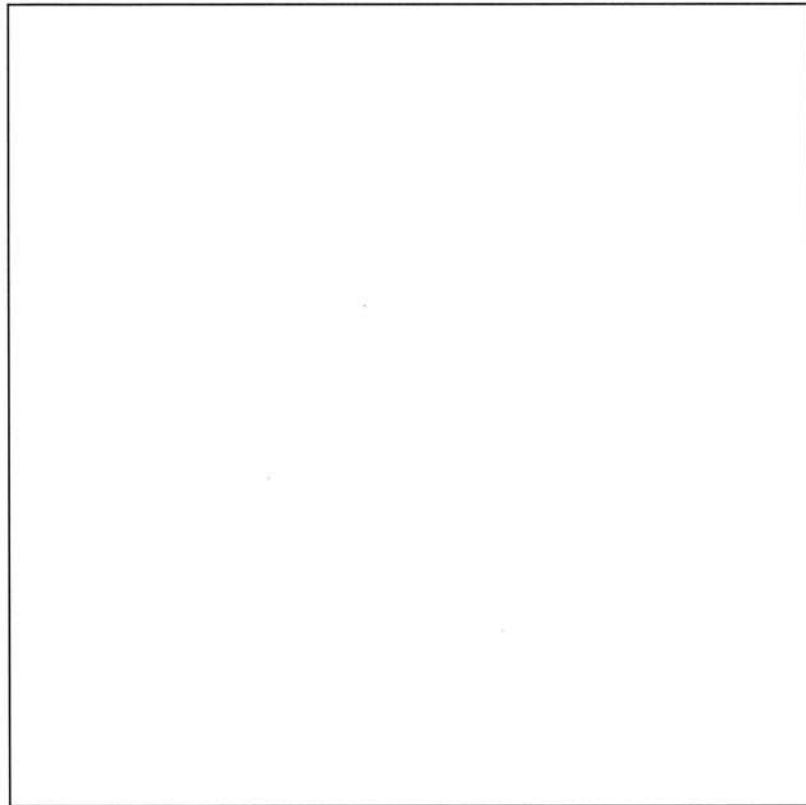
添説設 3-1-転 4-4-1 図(46/72) 構造解析モデル



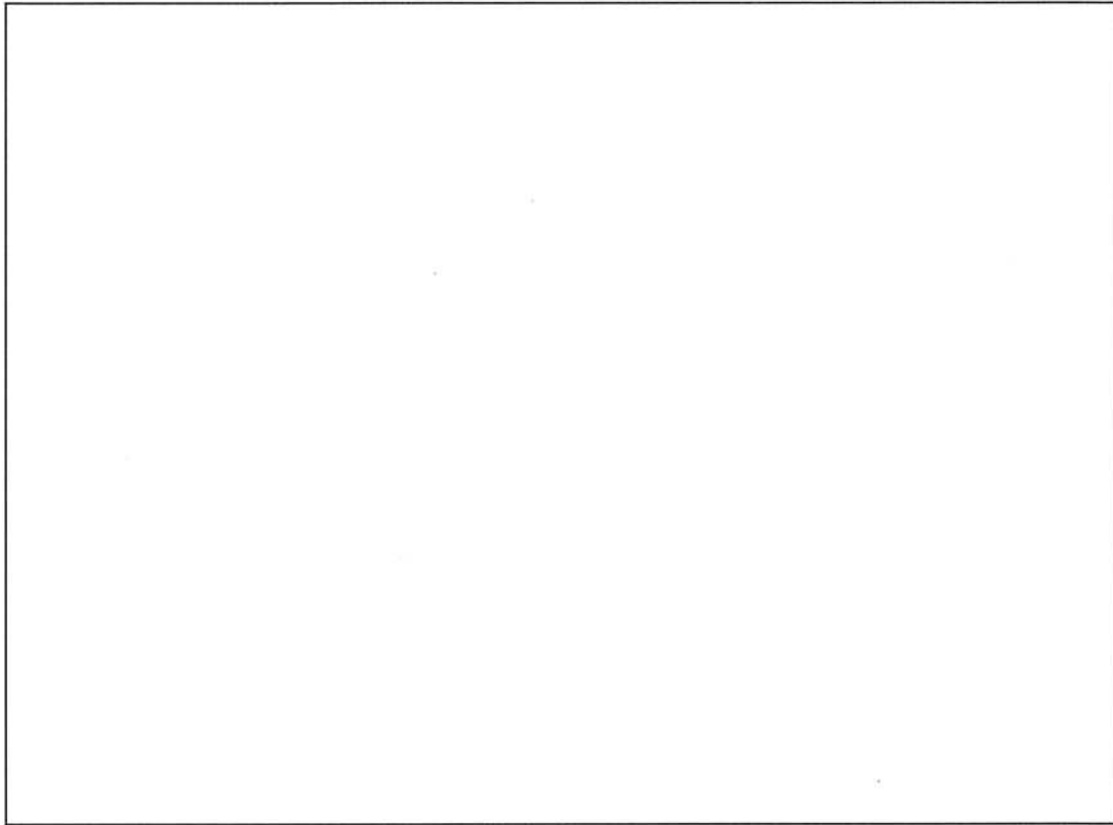
添説設 3-1-転 4-4-1 図(47/72) 構造解析モデル



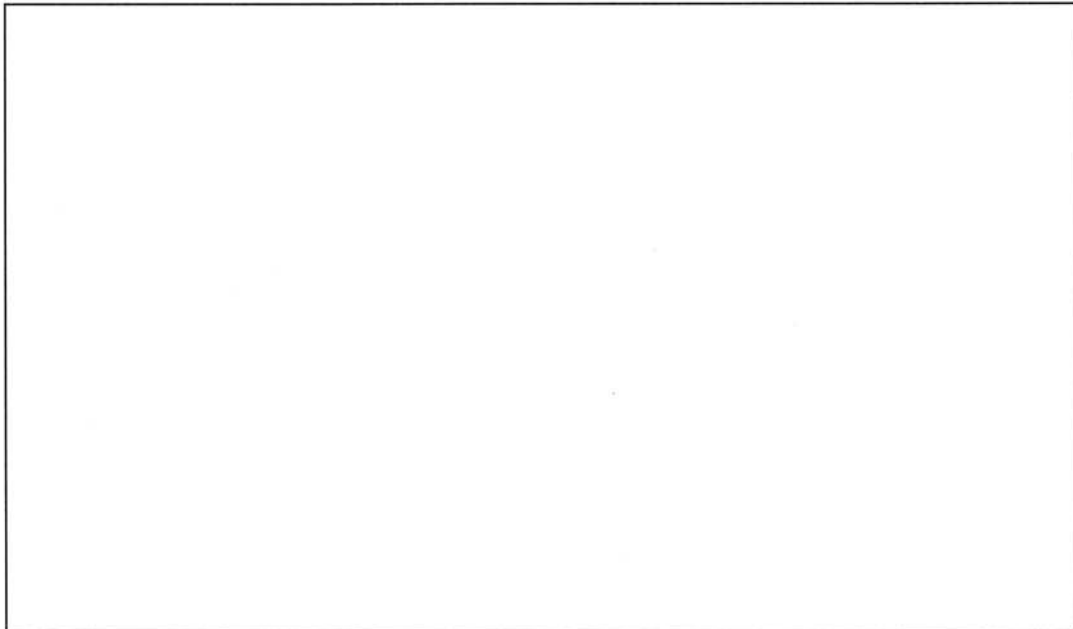
添説設 3-1-転 4-4-1 図(48/72) 構造解析モデル



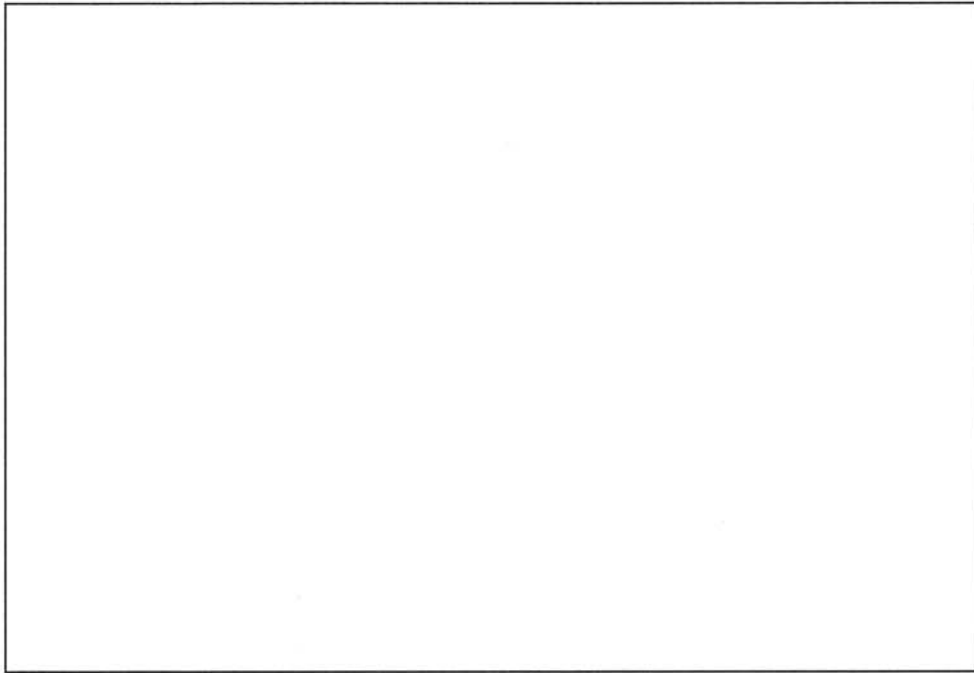
添説設 3-1-転 4-4-1 図(49/72) 構造解析モデル



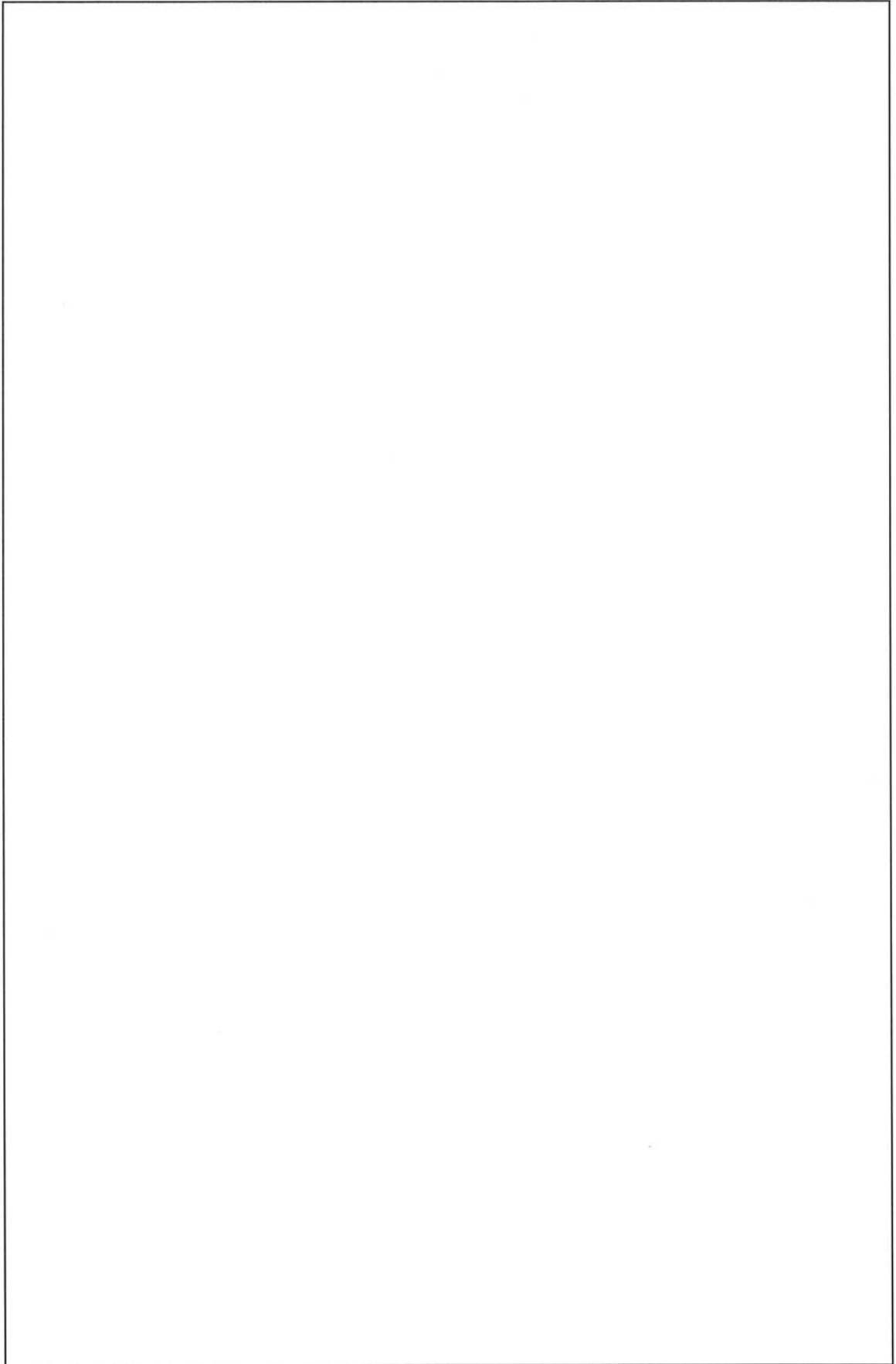
添説設 3-1-転 4-4-1 図(50/72) 構造解析モデル



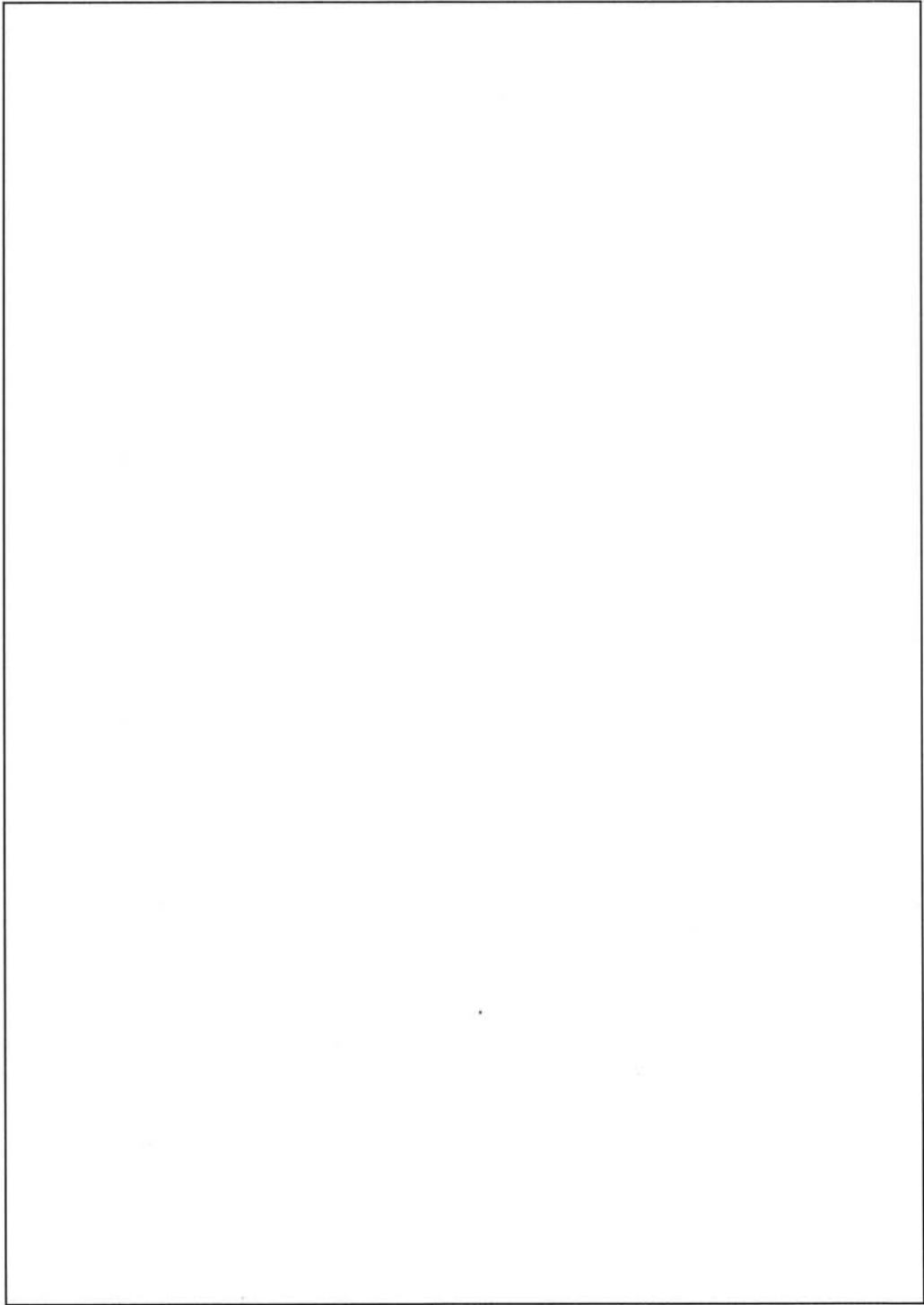
添説設 3-1-転 4-4-1 図(51/72) 構造解析モデル



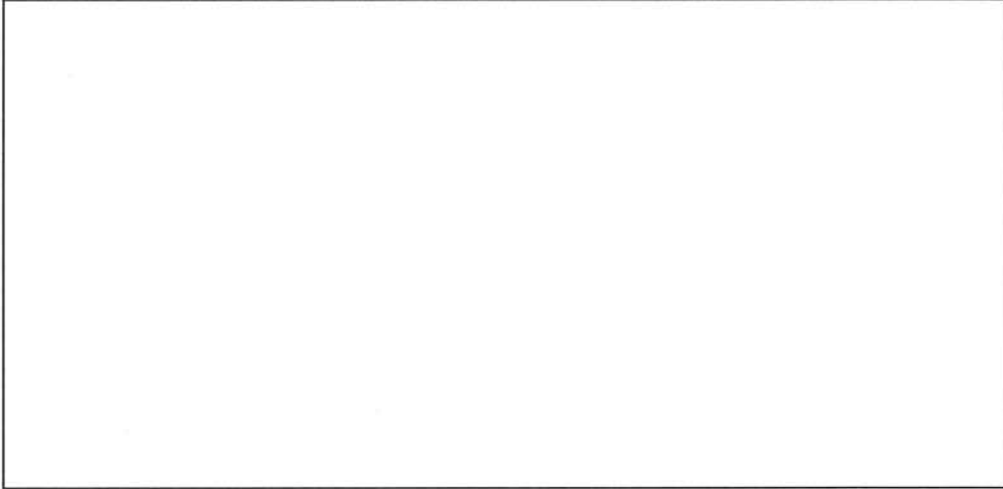
添説設 3-1-転 4-4-1 図(52/72) 構造解析モデル



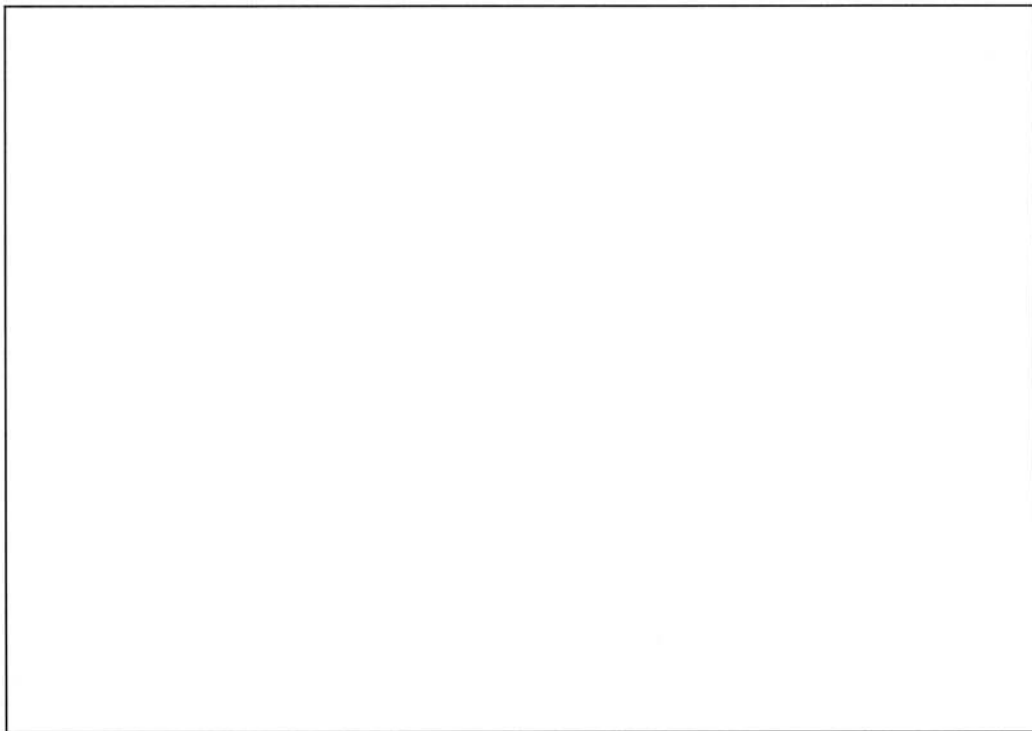
添説設 3-1-転 4-4-1 図(53/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(54/72) 構造解析モデル

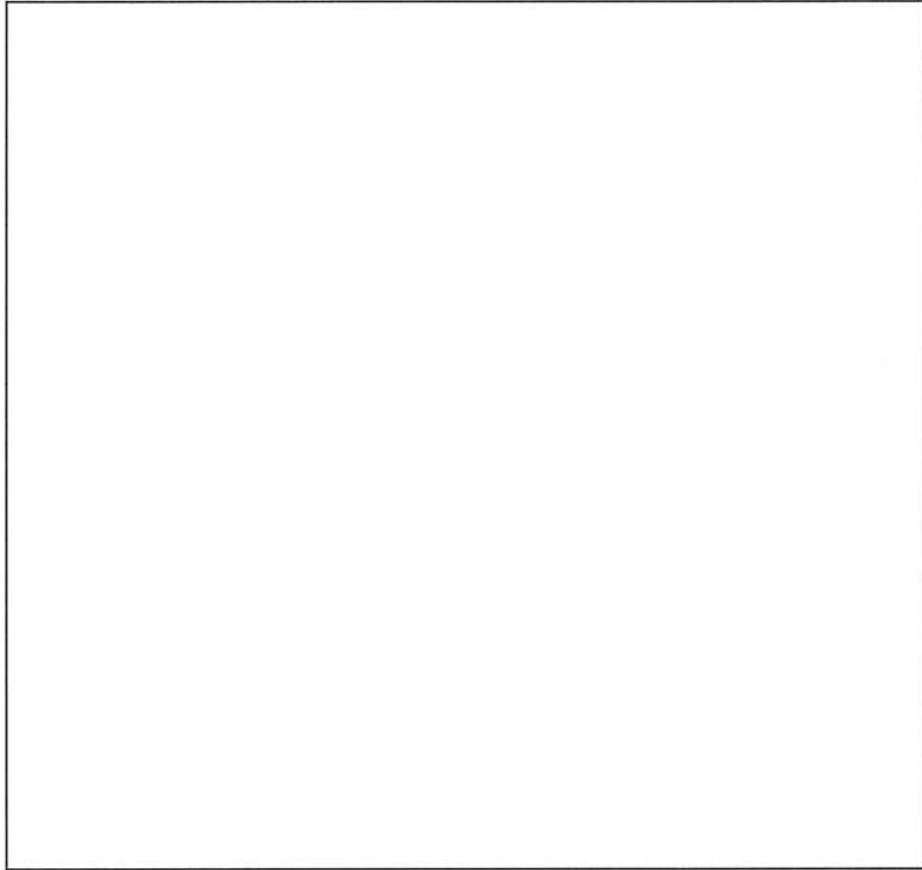


添説設 3-1-転 4-4-1 図(55/72) 構造解析モデル

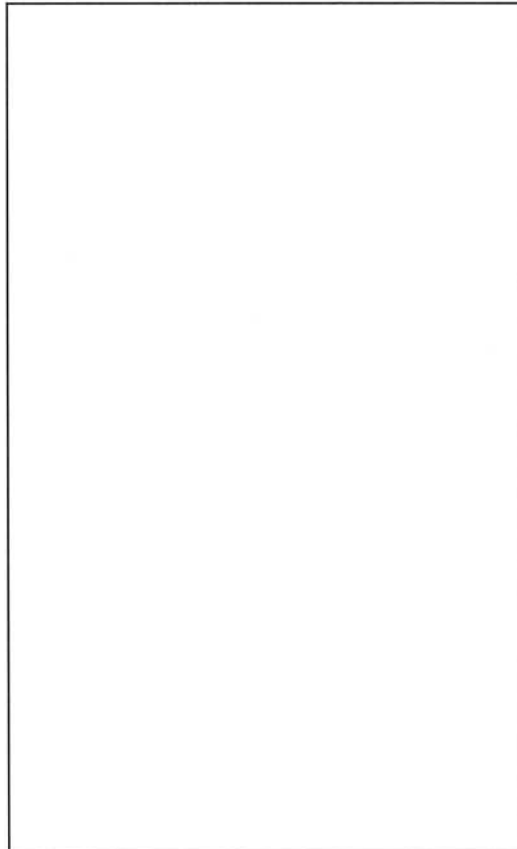


添説設 3-1-転 4-4-1 図(56/72) 構造解析モデル

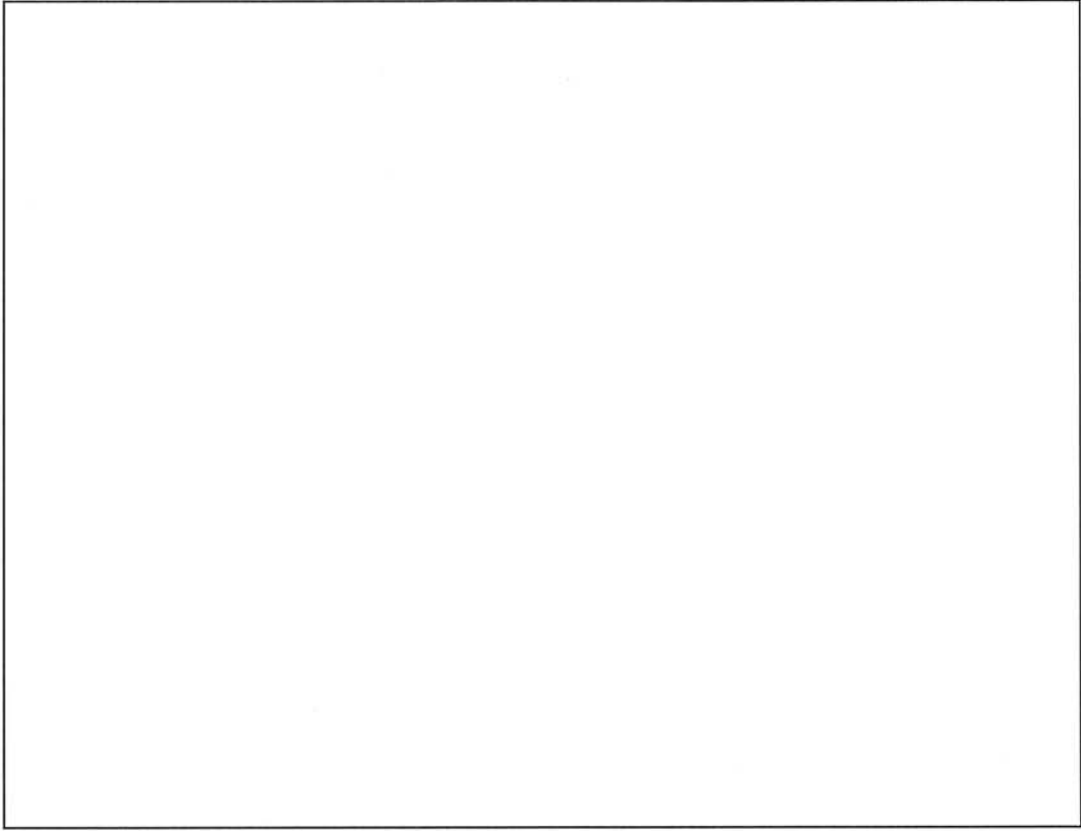




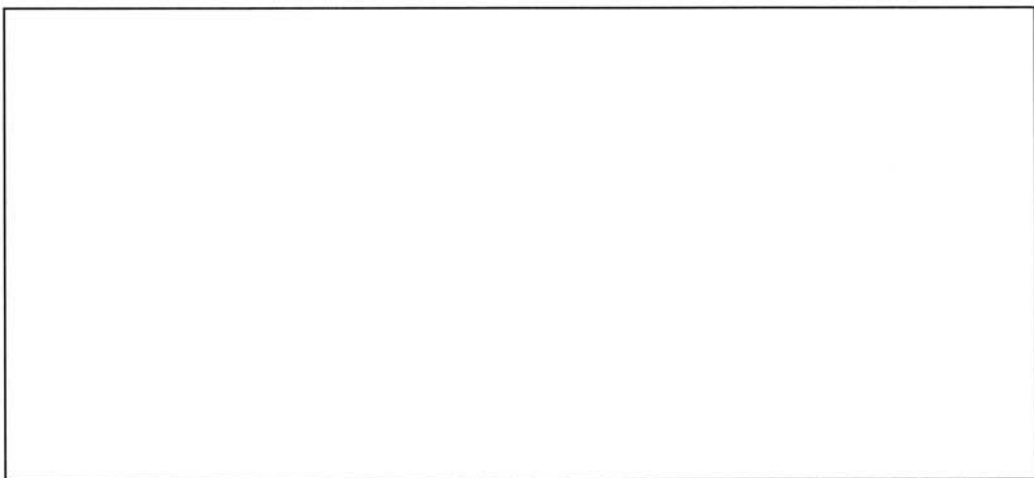
添説設 3-1-転 4-4-1 図(57/72) 構造解析モデル



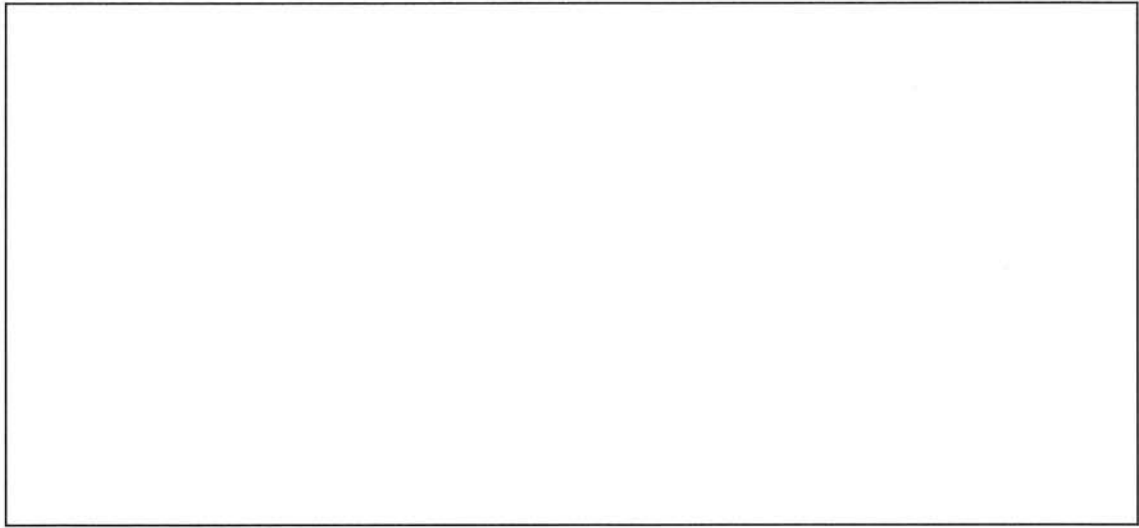
添説設 3-1-転 4-4-1 図(58/72) 構造解析モデル



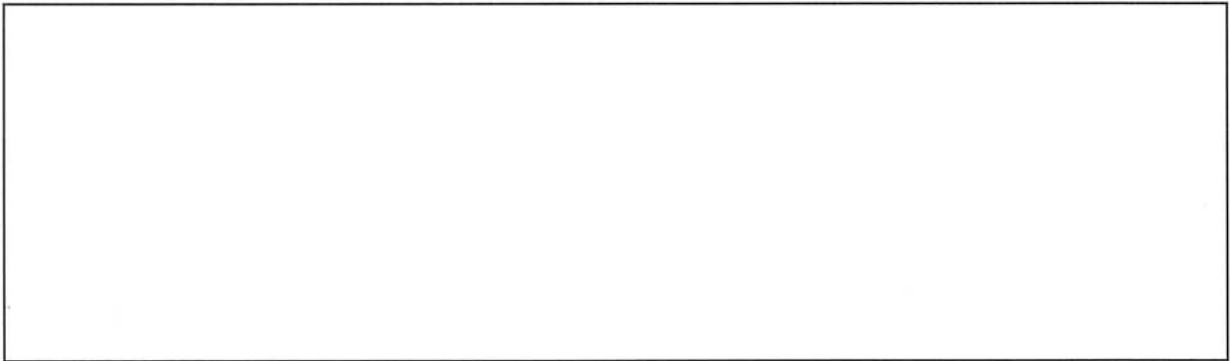
添説設 3-1-転 4-4-1 図(59/72) 構造解析モデル



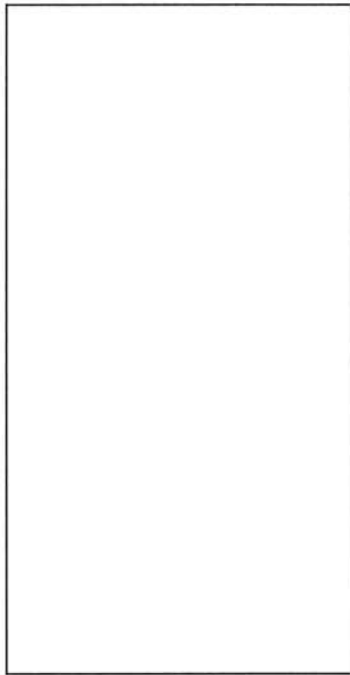
添説設 3-1-転 4-4-1 図(60/72) 構造解析モデル



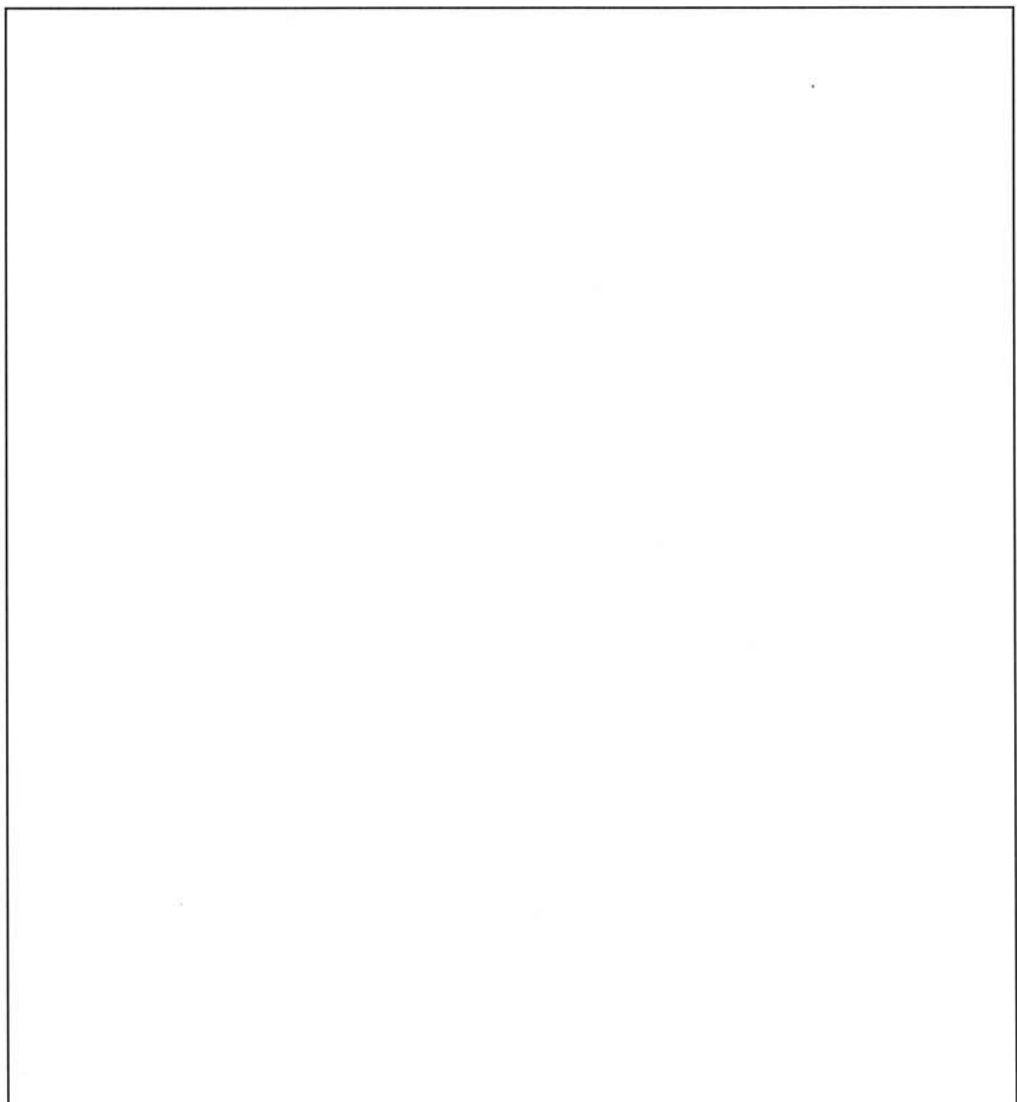
添説設 3-1-転 4-4-1 図(61/72) 構造解析モデル



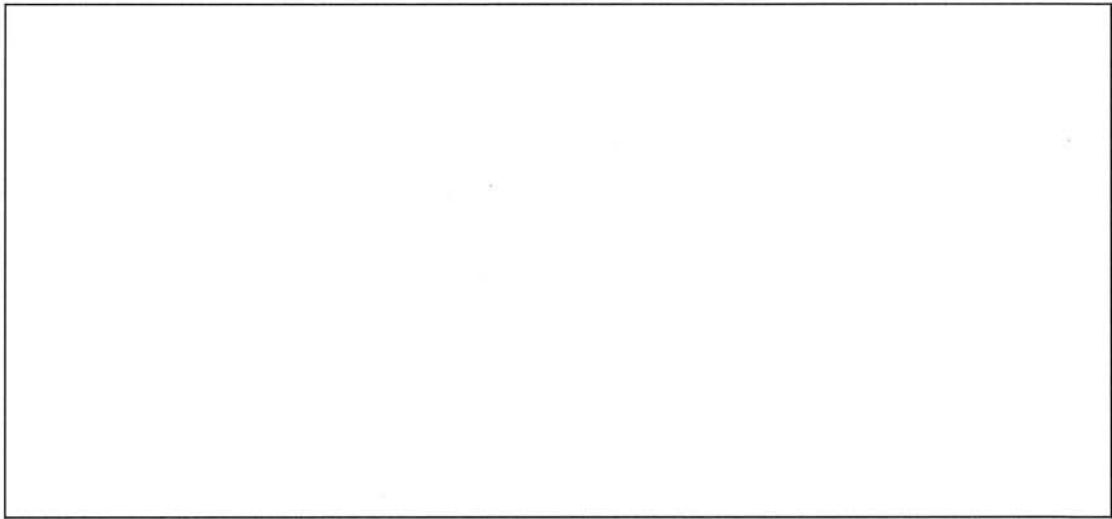
添説設 3-1-転 4-4-1 図(62/72) 構造解析モデル



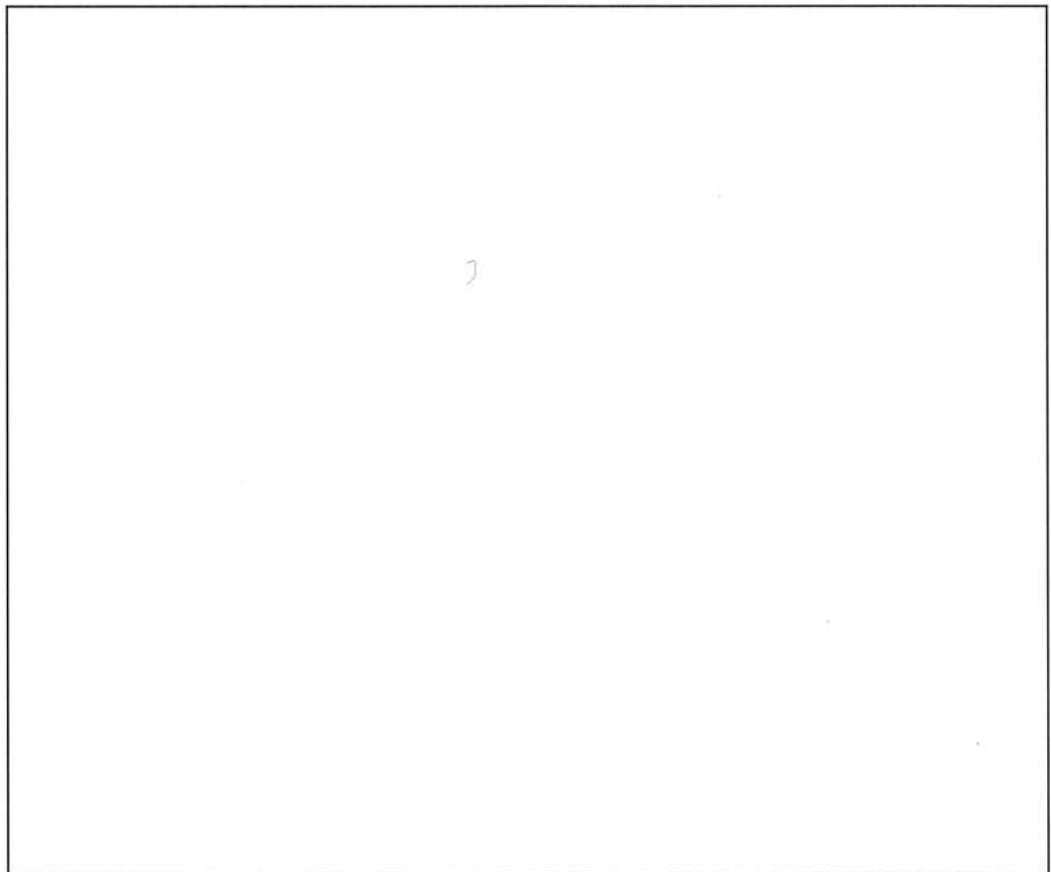
添説設 3-1-転 4-4-1 図(63/72) 構造解析モデル



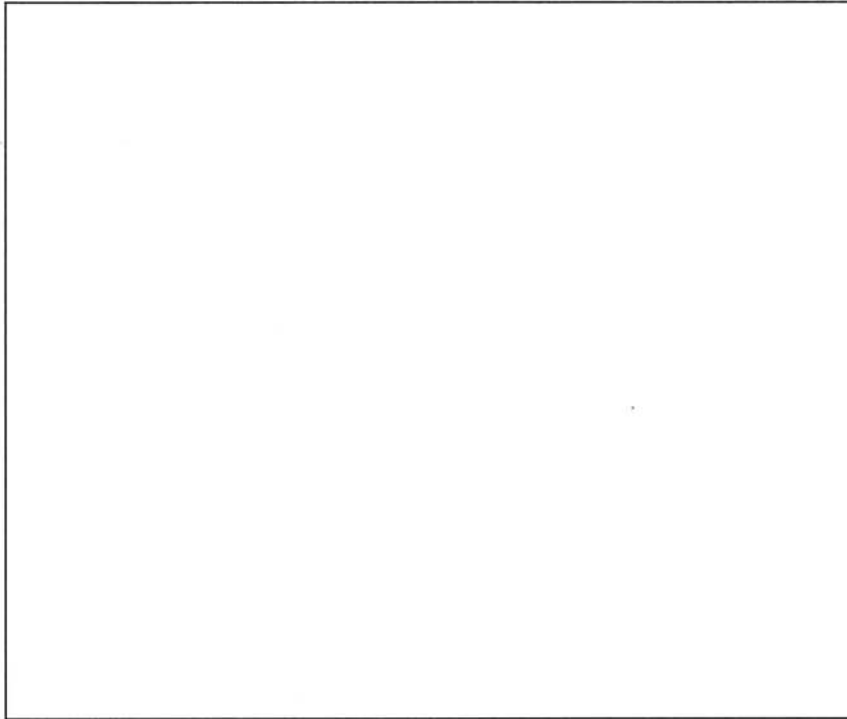
添説設 3-1-転 4-4-1 図(64/72) 構造解析モデル



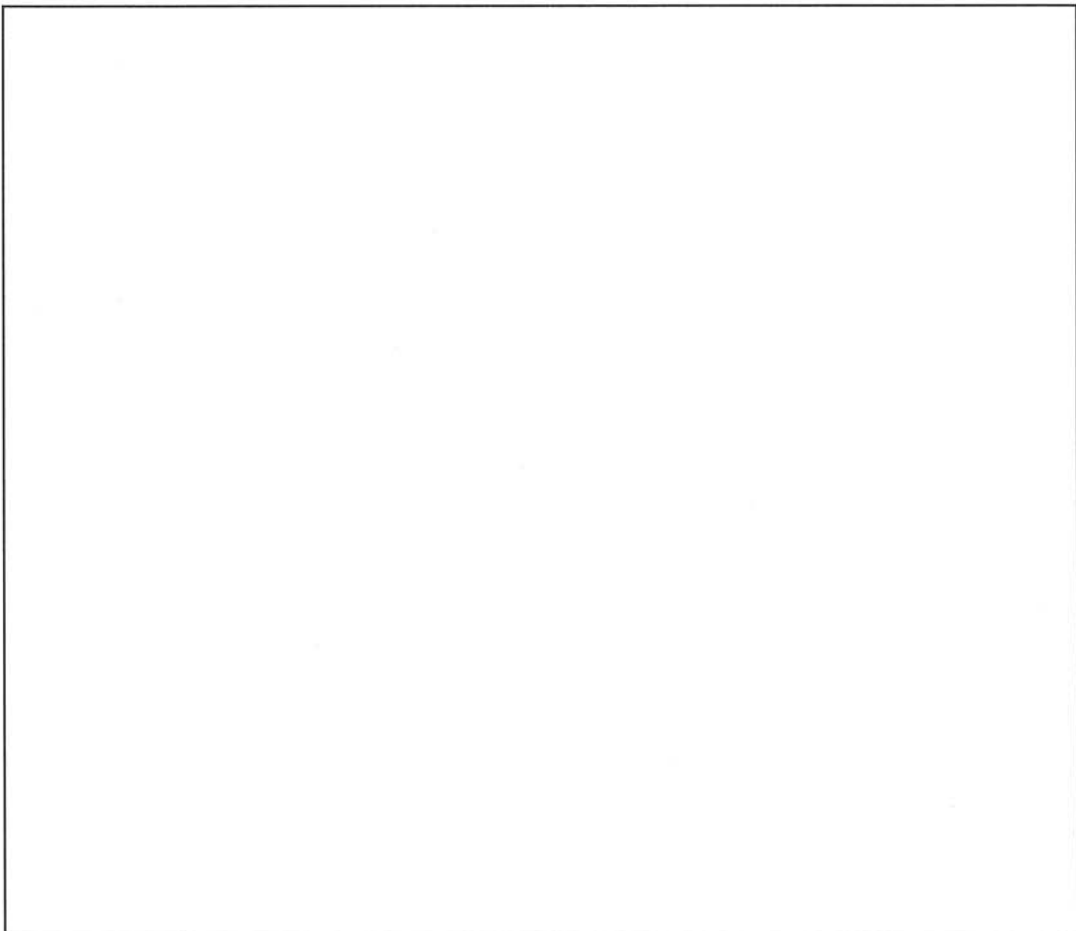
添説設 3-1-転 4-4-1 図(65/72) 構造解析モデル



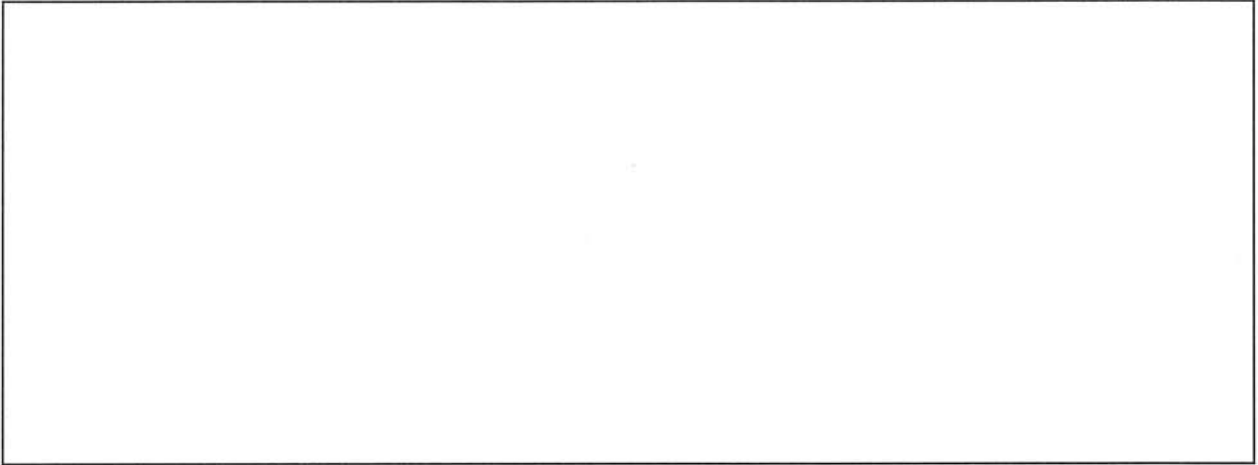
添説設 3-1-転 4-4-1 図(66/72) 構造解析モデル



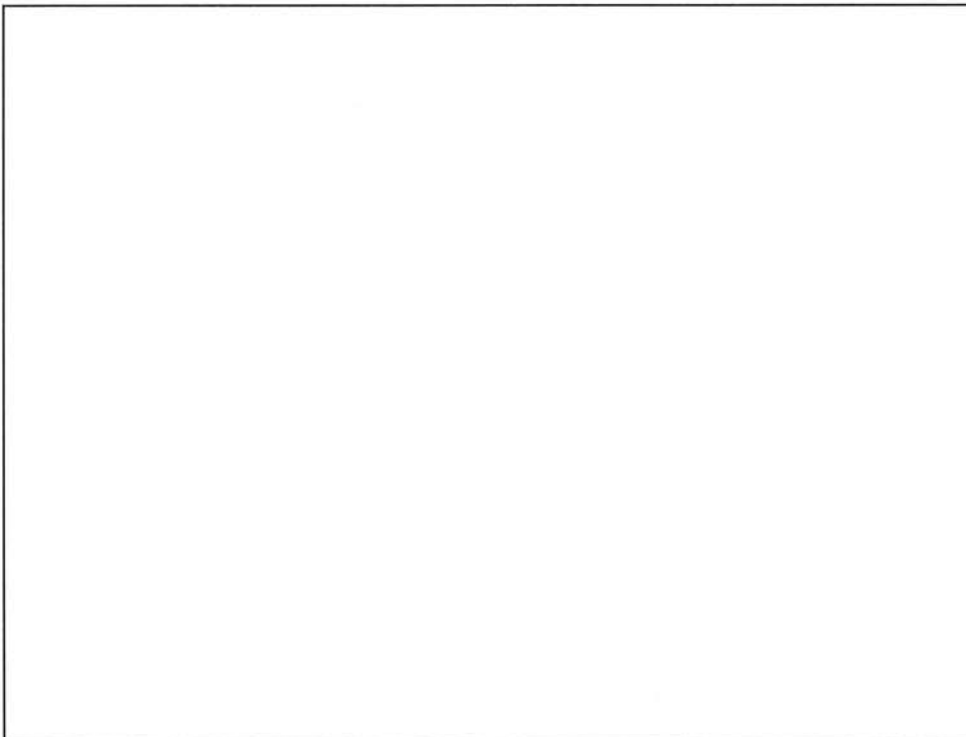
添説設 3-1-転 4-4-1 図(67/72) 構造解析モデル



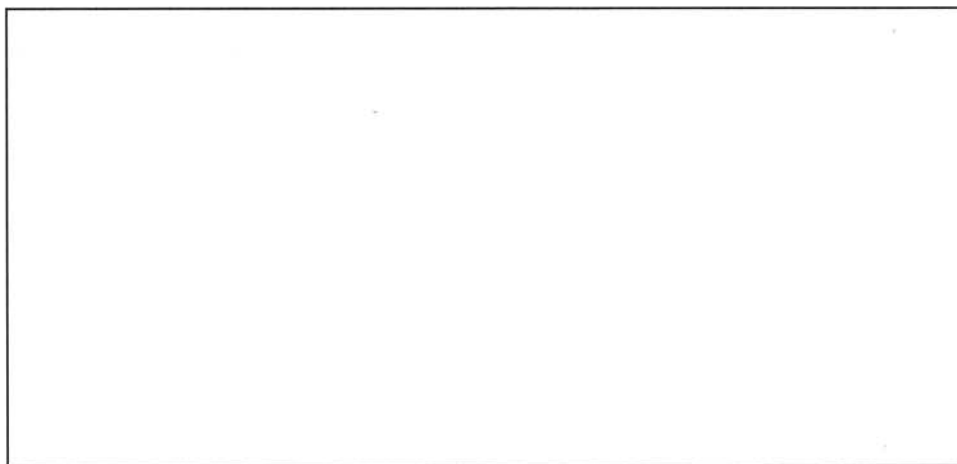
添説設 3-1-転 4-4-1 図(68/72) 構造解析モデル



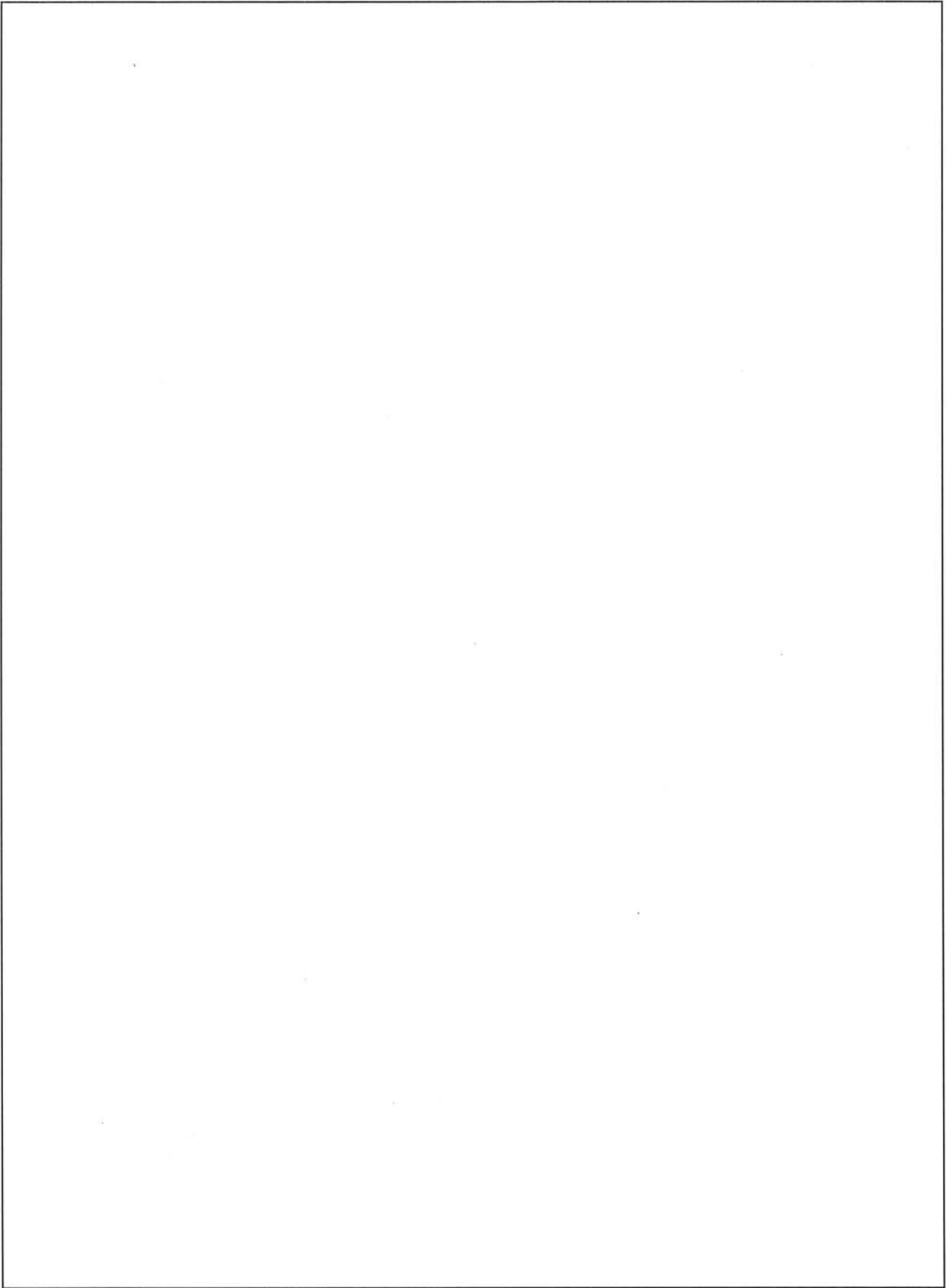
添説設 3-1-転 4-4-1 図(69/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(70/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(71/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 図(72/72) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-4-1 表(1/2) 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典        |
|------|----|----|----------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----------|
|      |    |    |                | A   | I <sub>y</sub> | I <sub>z</sub>                             | Z <sub>y</sub> |                |           |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| 柱    |    |    |                |   |                |  |                |                | 計算値       |
| 柱    |    |    |                |   |                |  |                |                | 計算値       |
| 柱    |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| 柱    |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3466 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| 柱    |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3466 |
| 柱    |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3466 |
| はり   |    |    |                |   |                |  |                |                | 計算値       |
| プレス  |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |
| プレス  |    |    |                |   |                |  |                |                | JIS G3192 |

添説設 3-1-転 4-4-1 表(2/2) 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] $\times 10^4$ |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] $\times 10^3$ |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                           | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値          |
| プレス  |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| プレス  |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値          |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値          |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値          |

添説設 3-1-転 4-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 4-4-3 表(1/4) 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所 |
|-----|------|
|     |      |

添説設 3-1-転 4-4-3 表(2/4) 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所 |
|-----|------|
|     |      |

添説設 3-1-転 4-4-3 表(3/4) 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所 |
|-----|------|
|     |      |

添説設 3-1-転 4-4-3 表(4/4) 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所 |
|-----|------|
|     |      |

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

##### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

###### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

###### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

##### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 4-4-4 表及び添説設 3-1-転 4-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号 | N<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Qx<br>[N] | Qy<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 圧縮応力度  | -    | 125  |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | -    | 4490 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | -    | 5279 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | -    | 5279 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | -    | 5279 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 4-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号 | N<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Qx<br>[N] | Qy<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 圧縮応力度  | Y 負  | 3    |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 1132 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 5287 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 5287 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 5287 |          |             |             |           |           |     |      |            |

4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 4-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号 | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 負  | 20   |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 負  | 30   |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 負  | 20   |           |           |           |     |      |            |



## 5. UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>配管用防護カバーの耐震計算

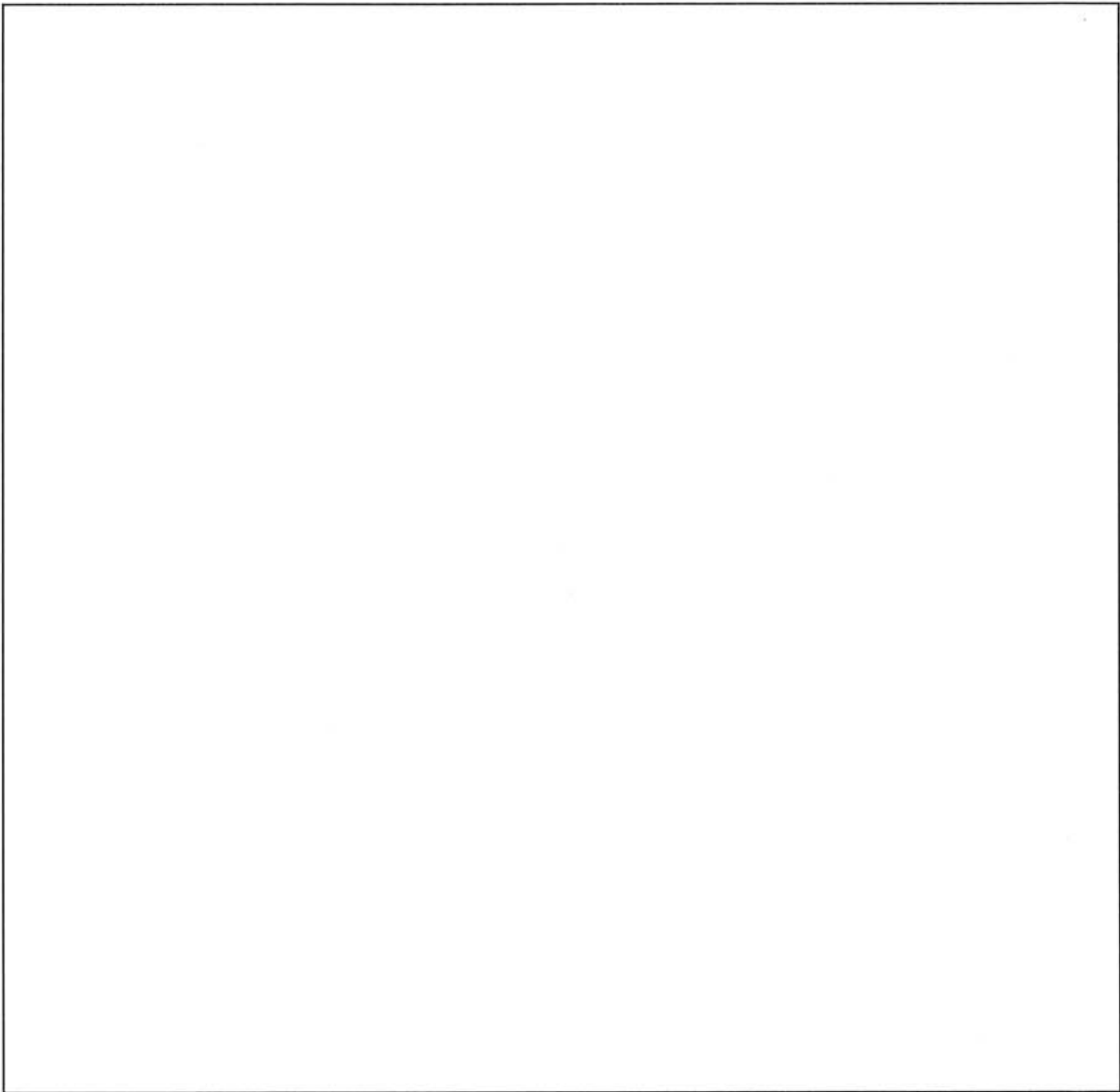
### 5. 1. 評価方法

UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>配管用防護カバーの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

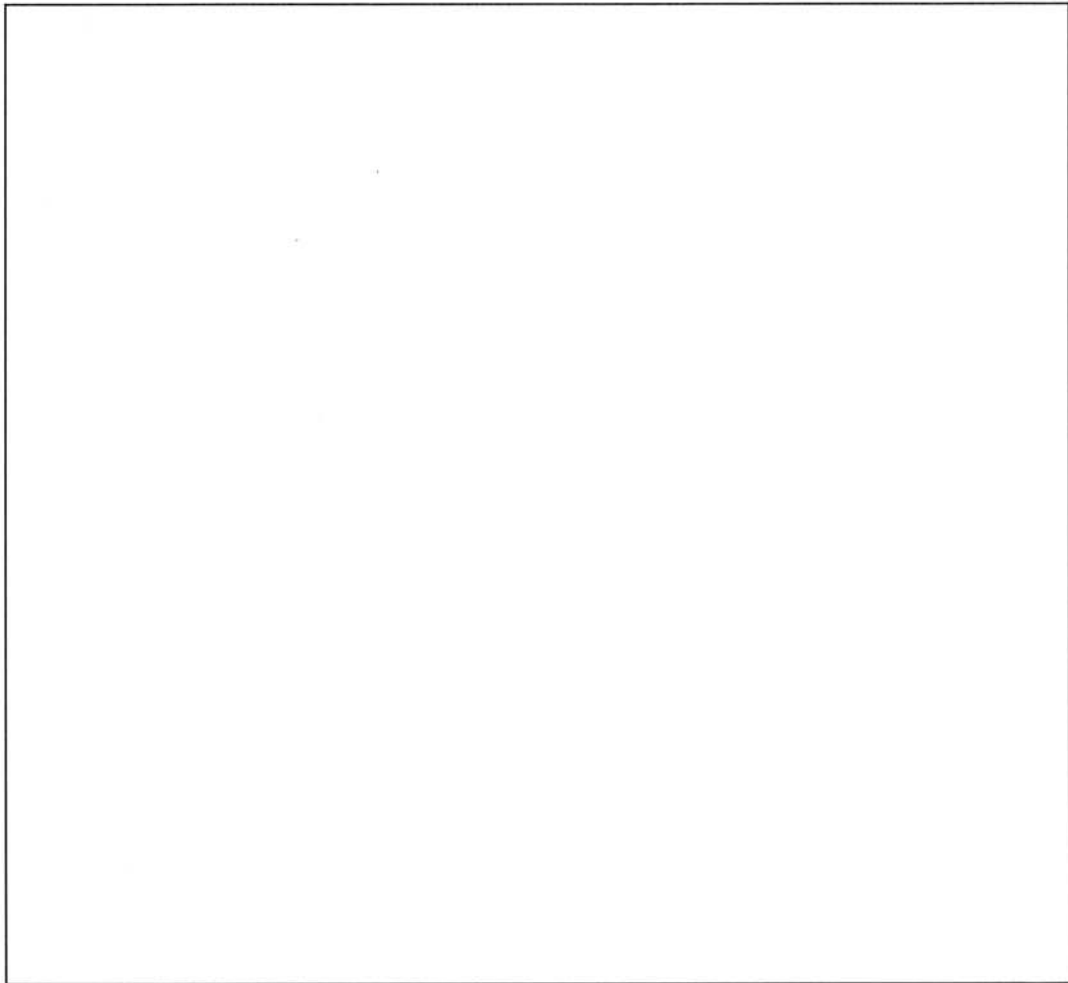
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転4-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転4-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転4-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転4-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 4-5-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 4-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                      | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I                  |    |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                | 計算値                |    |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                | 計算値                |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                | 計算値                |    |

添説設 3-1-転 4-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 4-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウラン及びそれを内包する設備を含む。

5. 1. 2. 設計用地震力

5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm] を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \approx \square \cdots \approx \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

## 5. 2. 応力評価

### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 4-5-4 表及び添説設 3-1-転 4-5-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-5-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 4-5-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 02_31 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 02_11 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 02_35 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 02_35 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 02_35 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 負  | 02_15 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 4-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_11 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_12 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

## 6. UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 配管用防護カバー架台の耐震計算

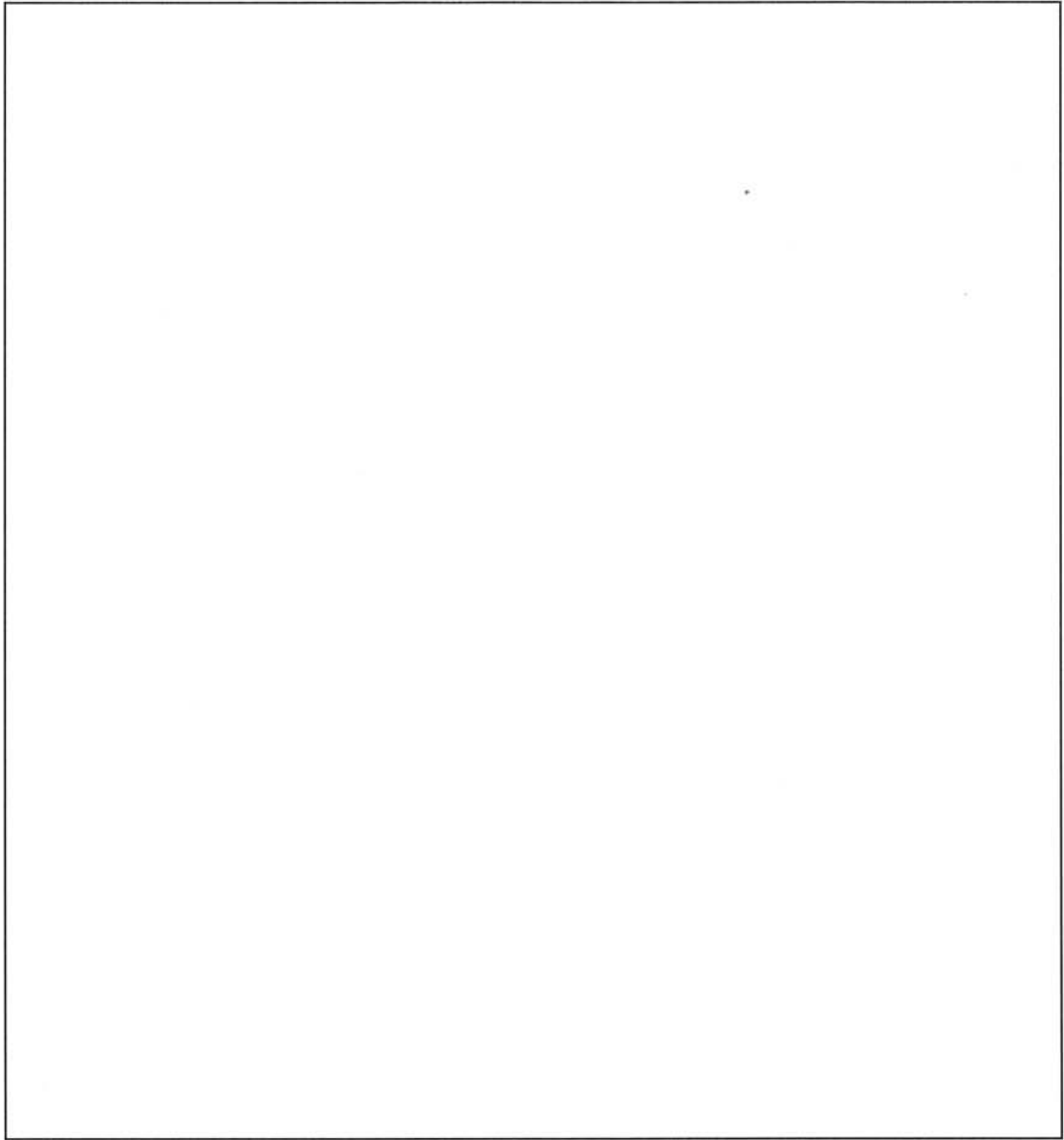
### 6. 1. 評価方法

UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 配管用防護カバー架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

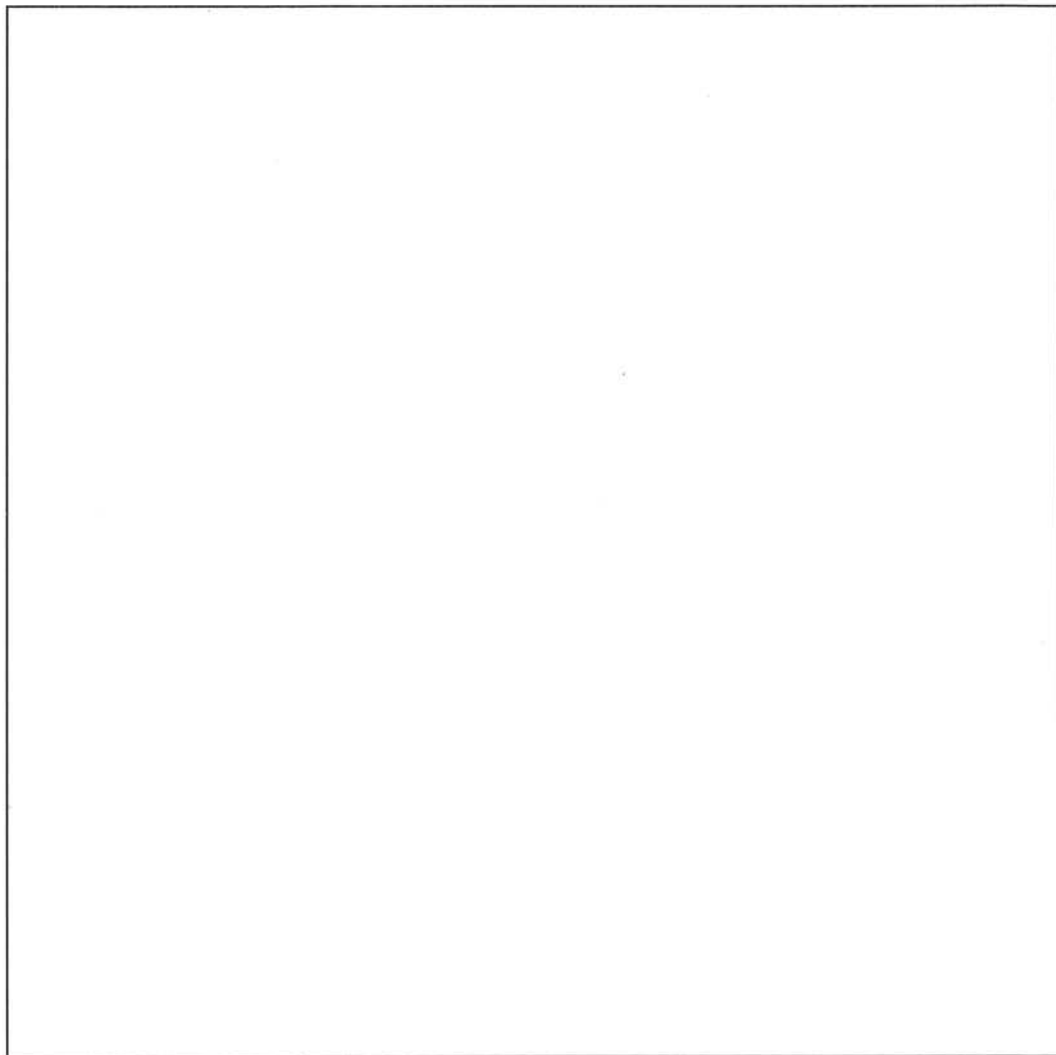
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 6. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 4-6-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 4-6-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 4-6-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 4-6-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 4-6-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 4-6-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 4-6-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                      | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I                  |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3466 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 4-6-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |



添説設 3-1-転 4-6-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) UO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 配管用防護カバーの計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

6. 1. 2. 設計用地震力

6. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm] を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

6. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

6. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

6. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

## 6. 2. 応力評価

### 6. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 4-6-4 表及び添説設 3-1-転 4-6-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-6-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_49 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_12 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_12 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 4-6-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 01_11 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_12 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 01_34 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 01_34 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 01_34 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 6. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 4-6-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 4-6-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 00_11 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_12 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 負  | 00_11 |           |           |           |     |      |            |

熟成槽の耐震計算書

1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転5-1-1表に示す。

添説設3-1-転5-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名 | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-----|-----|------|-------|-----------|
| 熟成槽 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転5-1-2表に示す。

添説設3-1-転5-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                        | 構造図        |
|-----------------------------|------------|
| 熟成槽(1)-A~(1)-E, (2)-A~(2)-E | 添付図 図イ設-10 |

## 2. 熟成槽(1)－A～(1)－E, (2)－A～(2)－Eの耐震計算

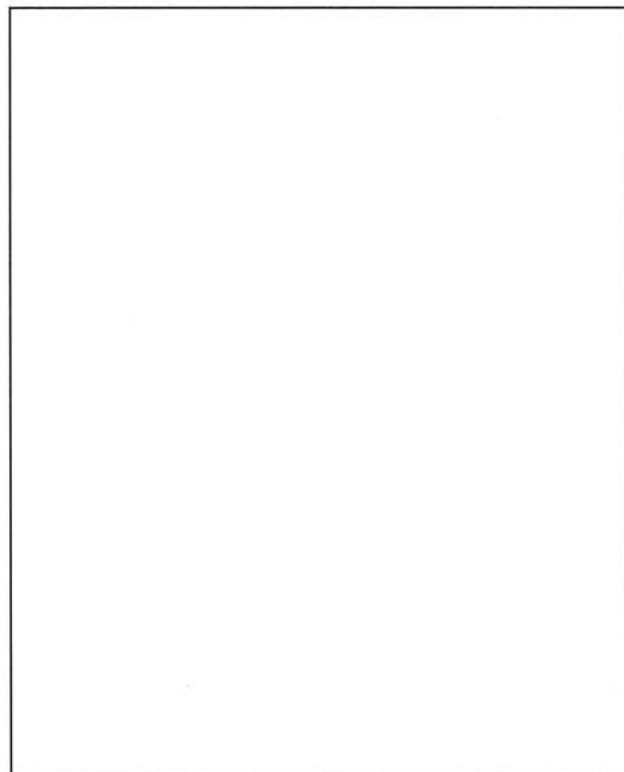
### 2. 1. 評価方法

熟成槽(1)－A～(1)－E, (2)－A～(2)－Eの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

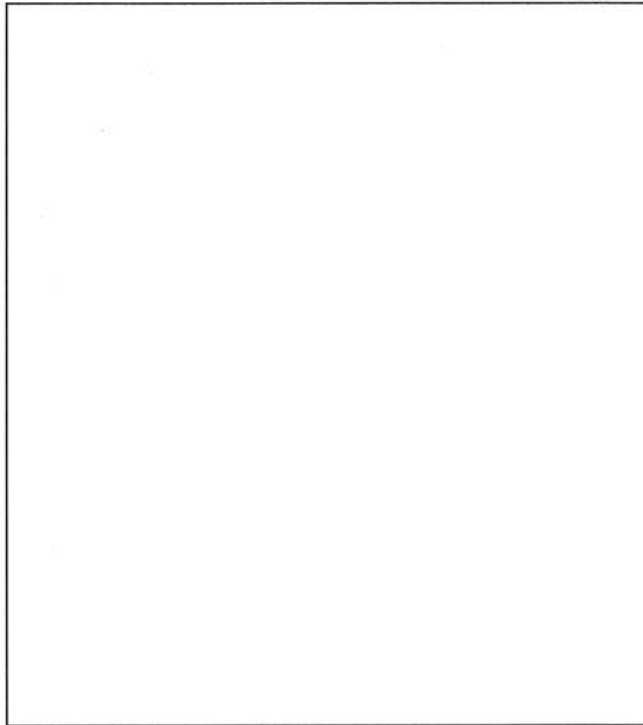
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転5-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転5-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転5-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転5-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転5-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 5-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 5-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 5-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 5-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 5-2-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 5-2-4 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |



遠心分離機（洗浄用）の耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転6-1-1表に示す。

添説設3-1-転6-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名        | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|------------|-----|------|-------|-----------|
| 遠心分離機（洗浄用） | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転6-1-2表に示す。遠心分離機（洗浄用）は安全機能を有する設備として遠心分離機（洗浄用）、遠心分離機（洗浄用）架台、洗浄設備共通架台(1)及び洗浄設備共通架台(2)を有する。

添説設3-1-転6-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                       | 構造図         |
|----------------------------|-------------|
| 遠心分離機（洗浄用）<br>遠心分離機（洗浄用）架台 | 添付図 図イ設-11  |
| 洗浄設備共通架台(1)<br>洗浄設備共通架台(2) | 添付図 図イ設-124 |

## 2. 遠心分離機(洗浄用)の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

遠心分離機(洗浄用)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として評価する。

### 2. 2. 本体の評価方法

一次固有振動数を算出する。本体の上端に自重相当の水平荷重が作用した際の上端における変形量を算出する。ここで総重量 $W=$  $[N]$ である。

$$P=W=$$
 $[N]$

本体上端に発生する最大たわみは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y}$$

ここで、

$P$  : 水平方向作用荷重

$L$  : 評価長さ

$E$  : ヤング係数

$I_y$  : 断面二次モーメント

評価長さは重心高さから $L=$  $[mm]$ 、ヤング係数は使用部材である鋳鉄から $E=$  $[MPa]$ 、断面二次モーメントは最小断面積となる断面から $I_y=$  $[mm^4]$ を用いると、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta =$$
 $[mm] =$  $[cm]$

算出したその変位量を下記の式に用いて一次固有振動数  $f$  を算出する。

$$f = \frac{5}{\sqrt{\delta}}$$

$$f = \frac{5}{\sqrt{$$
 $}} =$  $=$  $[Hz]$

よって、一次固有振動数は $[Hz]$ となり、 $20[Hz]$ 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

## 2. 3. 据付ボルトの評価方法

### 2. 3. 1. 構造解析モデル

据付ボルトの評価モデルは添説設 3-1-転 6-2-1 図に示すとおりである。評価では、本体を質点としてモデル化し、重心位置に水平地震力 P が作用した際の転倒モーメント、安定モーメントを算出し、それらをもとに据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。許容限界は添付説明書一設 3-1-付 1 参照。



添説設3-1-転6-2-1図 遠心分離機(洗浄用) モデル図

### 2. 3. 2. 評価結果

遠心分離機(洗浄用)は剛構造のため、重心位置に水平地震力 P ( $=W \cdot K_H$ ) が作用した際の転倒モーメント M1、安定モーメント M2 を下式より算出する。ここで総重量  $W = \square$  [N]、設計用水平震度  $K_H = \square$ 、重心高さ  $h = \square$  [mm]、ボルト支点間距離  $l_0 = \square$  [mm]、回転中心までの長さ  $l_1 = \square$  [mm] を用いる。

$$M1 = P \cdot h = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M2 = W \cdot l_1 = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

よって、ボルト本数  $n_t = \square$ 、引抜力に作用するボルト本数  $n_t' = \square$  より、引抜力  $R_b$ 、引張応力度  $\sigma_t$ 、せん断応力度  $\tau$  は以下の通りであり、添説設 3-1-転 6-2-1 表にまとめる。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

$$R_b = \frac{M1 - M2}{l_0 \cdot nt'} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P}{A \cdot nt} = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設3-1-転6-2-1表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|-----|------|------------|
| 引張応力度  |     |      |            |
| せん断応力度 |     |      |            |
| 引抜力    |     |      |            |

### 3. 遠心分離機(洗浄用)架台の耐震計算

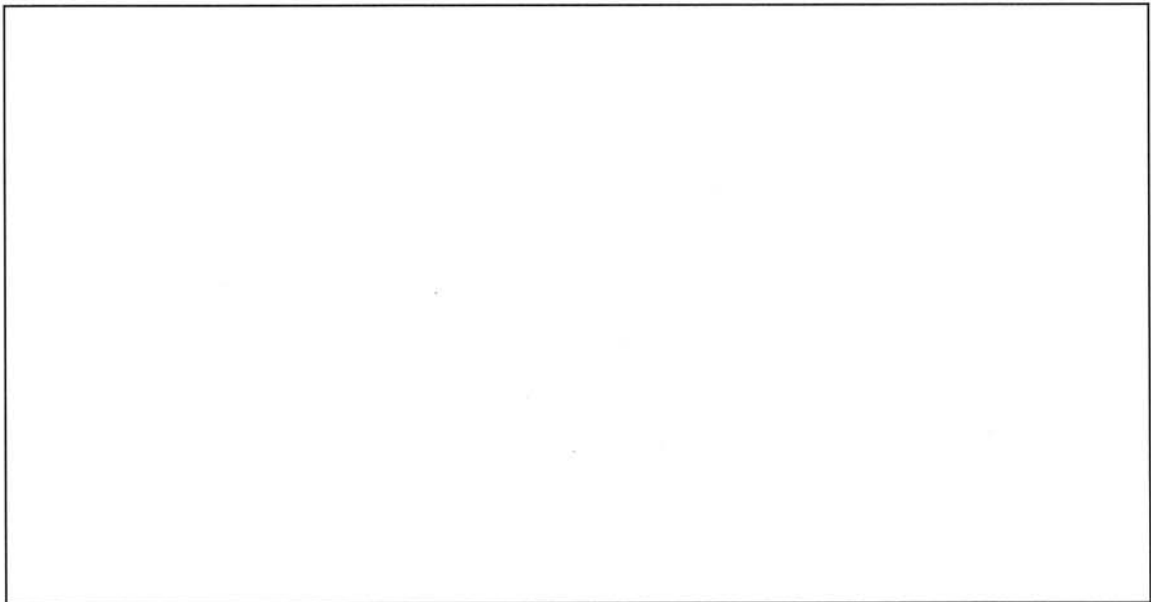
#### 3. 1. 評価方法

遠心分離機(洗浄用)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転6-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転6-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転6-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転6-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転6-3-1図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 6-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量*<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|-----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                 | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                 |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                 |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

\*：積載物を含む重量

添説設 3-1-転 6-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 6-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

$$\text{解析結果より、} \delta = \text{ } \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\text{ }}} \div \text{ } \cdot \cdot \cdot \div \text{ } \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\text{ } \text{ [Hz]}$ となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設3-1-付1に示す。

## 3. 2. 応力評価

### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転6-3-4表及び添説設3-1-転6-3-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転6-3-4表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 00_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 00_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設3-1-転6-3-5表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y正   | 00_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y負   | 00_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y正   | 00_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y正   | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y正   | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y正   | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |



### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 6-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 6-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | —     |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_05 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

#### 4. 洗浄設備共通架台(1)の耐震計算

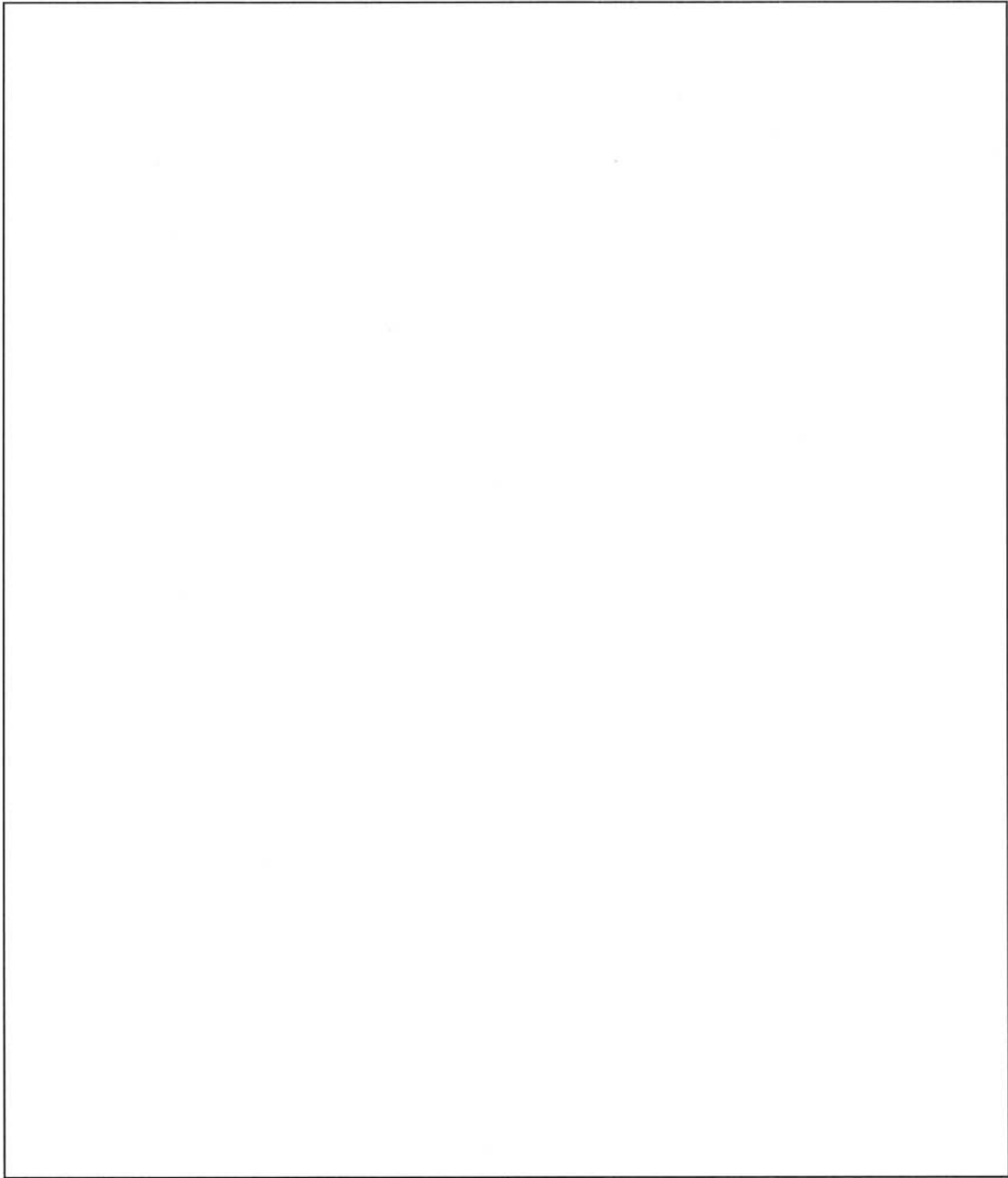
##### 4. 1. 評価方法

洗浄設備共通架台(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

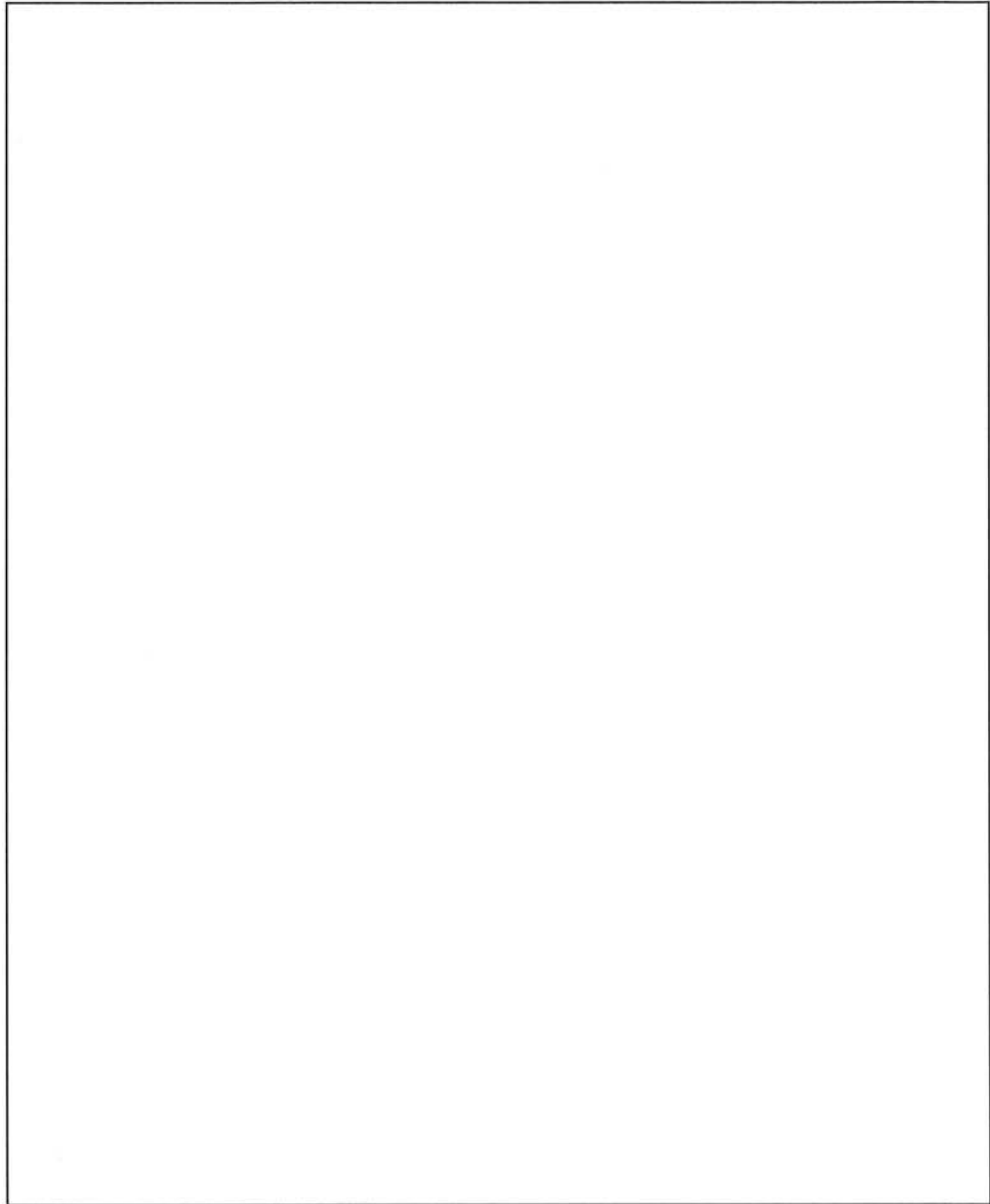
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転6-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。回転が自由なボルト等の接合はピン接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転6-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転6-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転6-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 6-4-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 6-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 6-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |              |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3466 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3466 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3466 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3466 |

添説設 3-1-転 6-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 6-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

4. 1. 2. 設計用地震力

4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設3-1-付1に示す。

### 4. 2. 応力評価

#### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転6-4-4表及び添説設3-1-転6-4-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転6-4-4表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_58 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 10_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_51 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_51 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_51 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設3-1-転6-4-5表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y負   | 00_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y正   | 00_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y正   | 01_62 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X正   | 10_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X正   | 10_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X正   | 10_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

#### 4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 6-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 6-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 10_02 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 負  | 10_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 正  | 10_02 |           |           |           |     |      |            |



## 5. 洗浄設備共通架台(2)の耐震計算

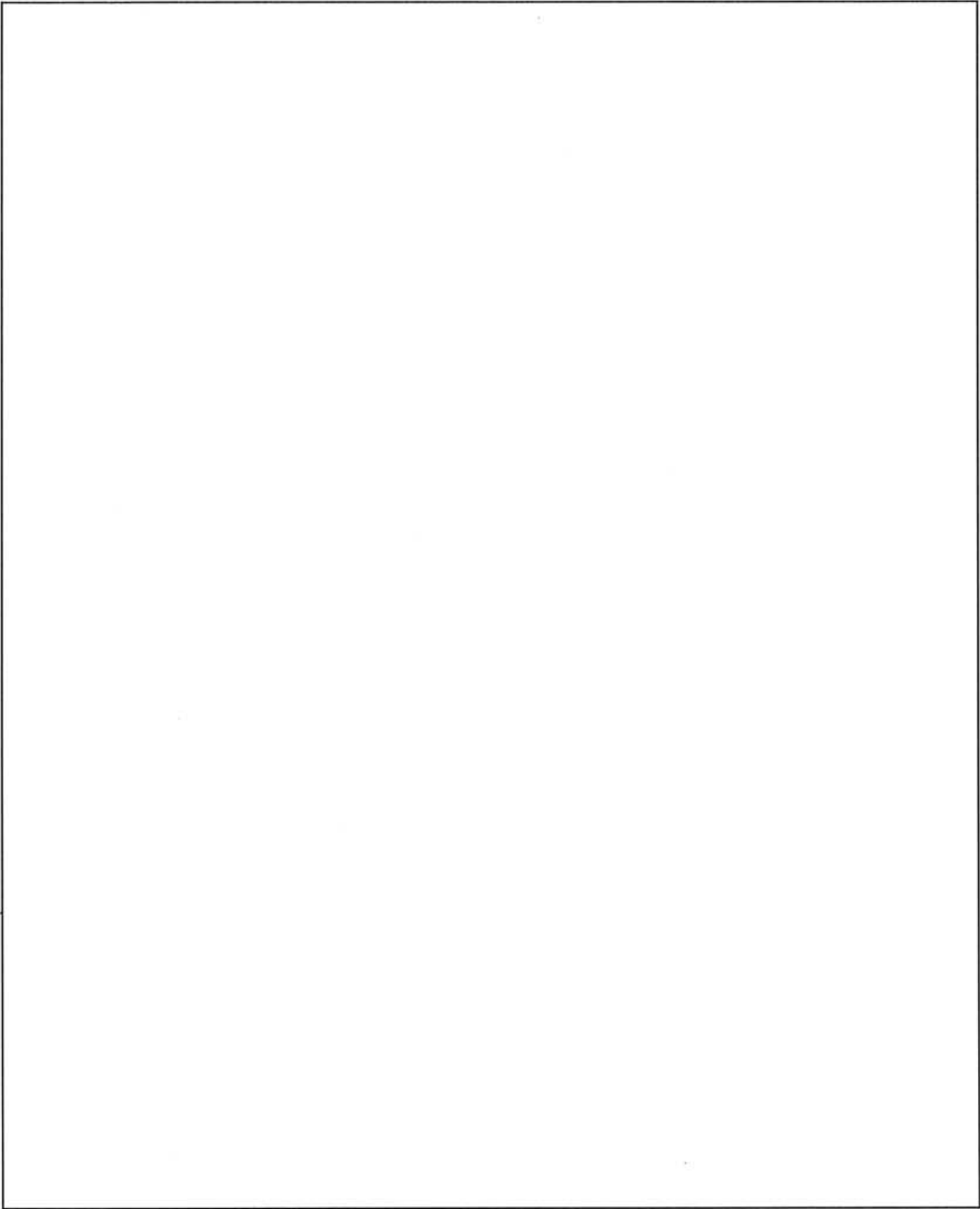
### 5. 1. 評価方法

洗浄設備共通架台(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

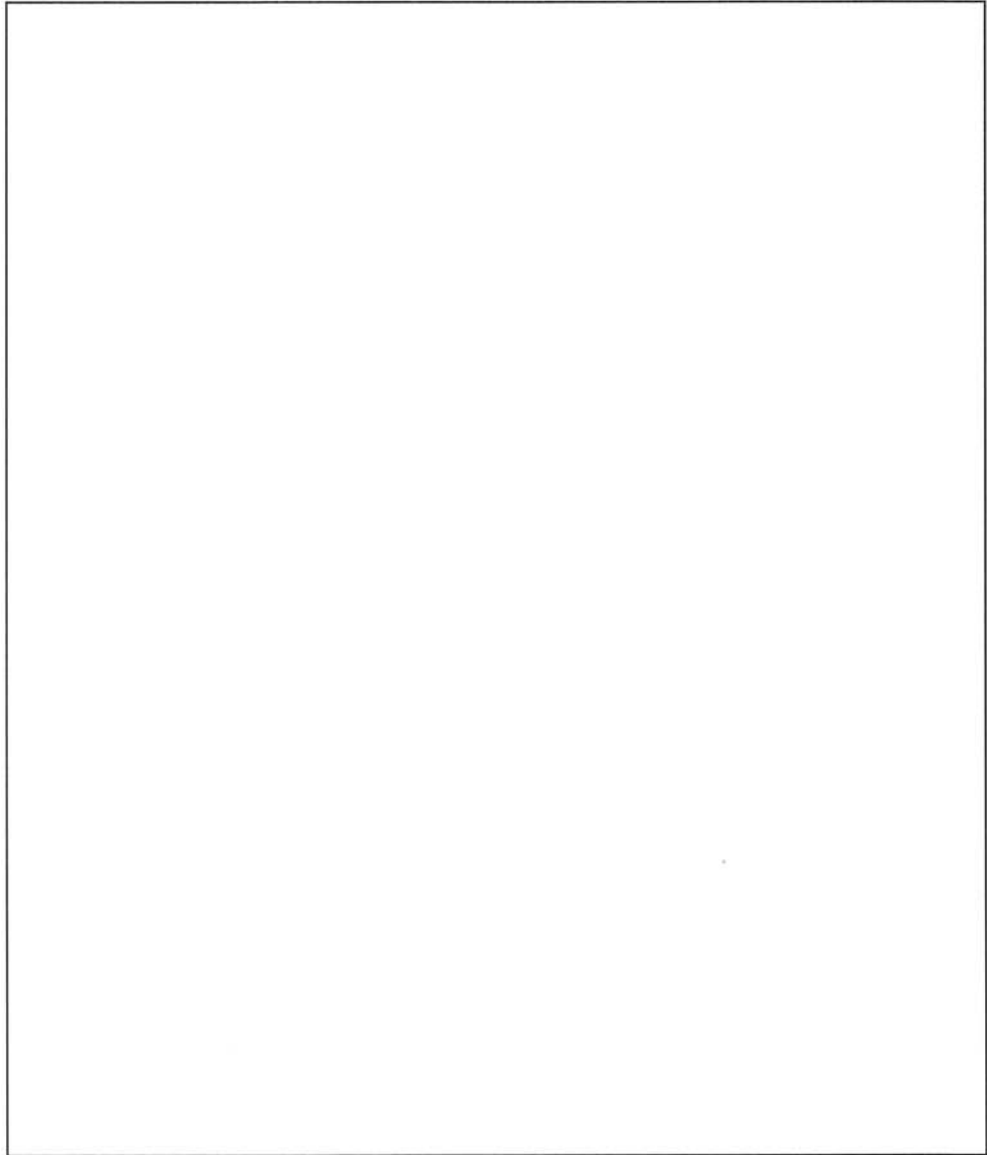
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転6-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。回転が自由なボルト等の接合はピン接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転6-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転6-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転6-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 6-5-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 6-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 6-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] × 10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] × 10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                |                           | A   | I <sub>y</sub> | I <sub>z</sub>                               | Z <sub>y</sub> |                |              |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3466 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値          |

添説設 3-1-転 6-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 6-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

5. 1. 2. 設計用地震力

5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \dots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設3-1-付1に示す。

5. 2. 応力評価

5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転6-5-4表及び添説設3-1-転6-5-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転6-5-4表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_36 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_29 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設3-1-転6-5-5表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y負   | 00_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y正   | 00_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y負   | 02_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X正   | 10_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X正   | 10_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X正   | 10_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 6-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 6-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 00_06 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_05 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 負  | 00_06 |           |           |           |     |      |            |

洗浄槽の耐震計算書



1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転7-1-1表に示す。

添説設3-1-転7-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名 | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-----|-----|------|-------|-----------|
| 洗浄槽 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転7-1-2表に示す。洗浄槽は安全機能を有する設備として洗浄槽(1)A~D、洗浄槽(2)A~D、洗浄槽(1)A~C架台及び洗浄槽(2)A~C架台を有する。

添説設3-1-転7-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称   | 構造図        |
|--|------------|
| 洗浄槽(1)A~D<br>洗浄槽(2)A~D<br>洗浄槽(1)A~C架台<br>洗浄槽(2)A~C架台 | 添付図 図イ設-13 |

## 2. 洗浄槽(1)A～Dの耐震計算

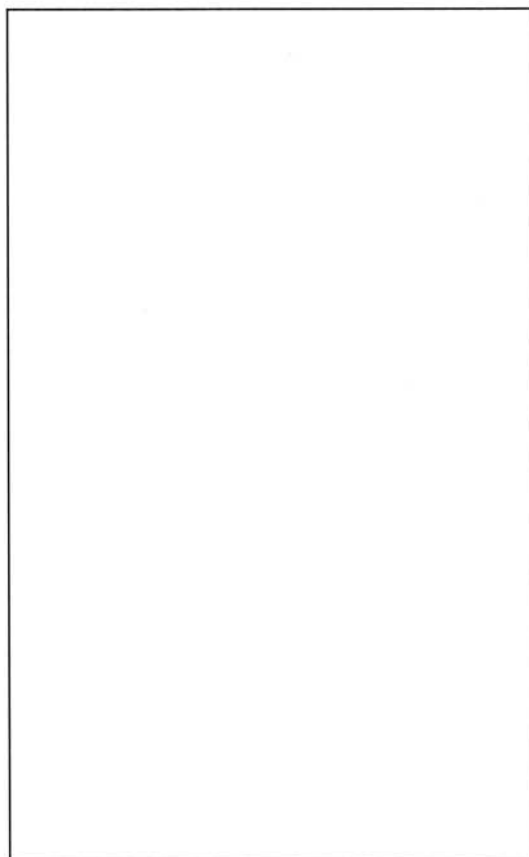
### 2. 1. 評価方法

洗浄槽(1)A～Dの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

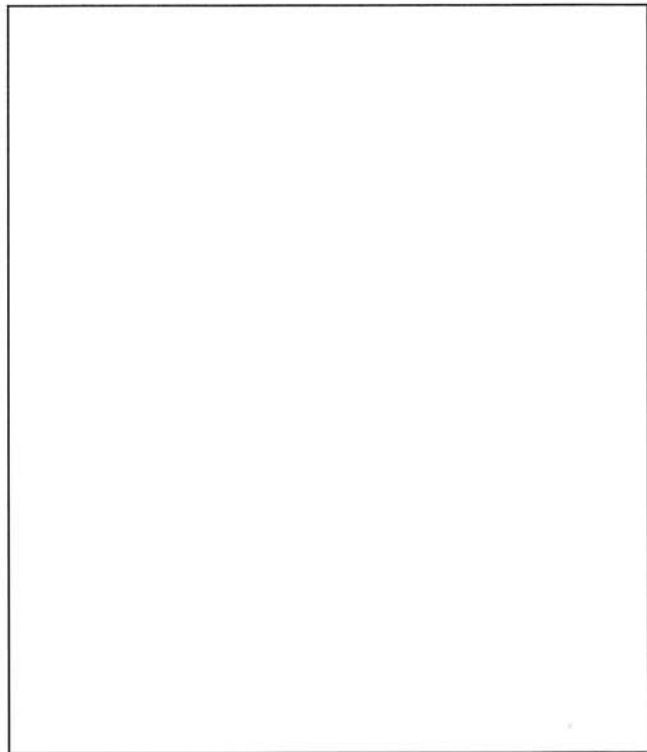
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転7-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転7-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転7-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転7-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転7-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 7-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 7-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 7-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 7-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

### 2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 7-2-4 表及び添説設 3-1-転 7-2-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 7-2-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 04_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 7-2-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 04_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 04_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 04_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 04_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 7-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 7-2-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. 洗浄槽(2)A～Dの耐震計算

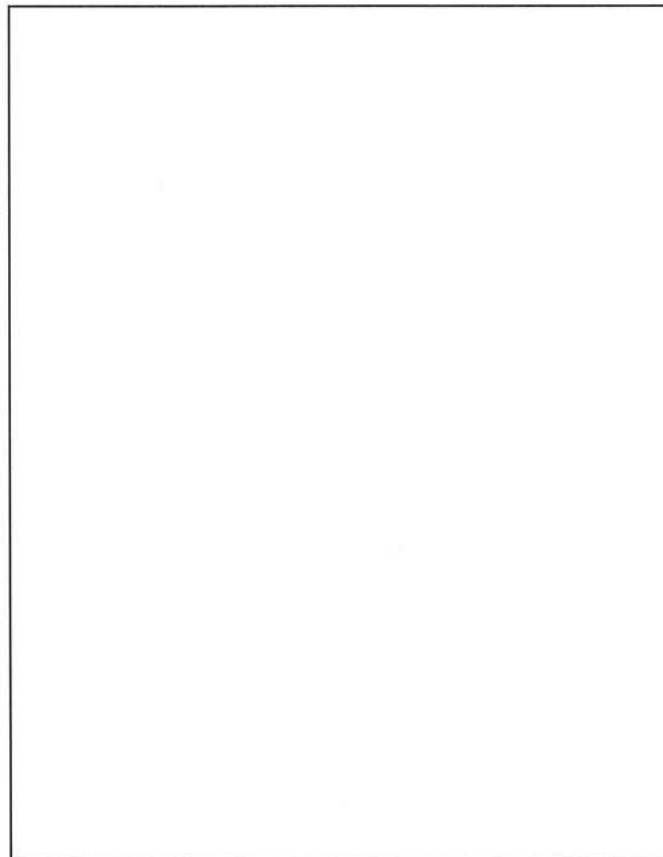
#### 3. 1. 評価方法

洗浄槽(2)A～Dの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

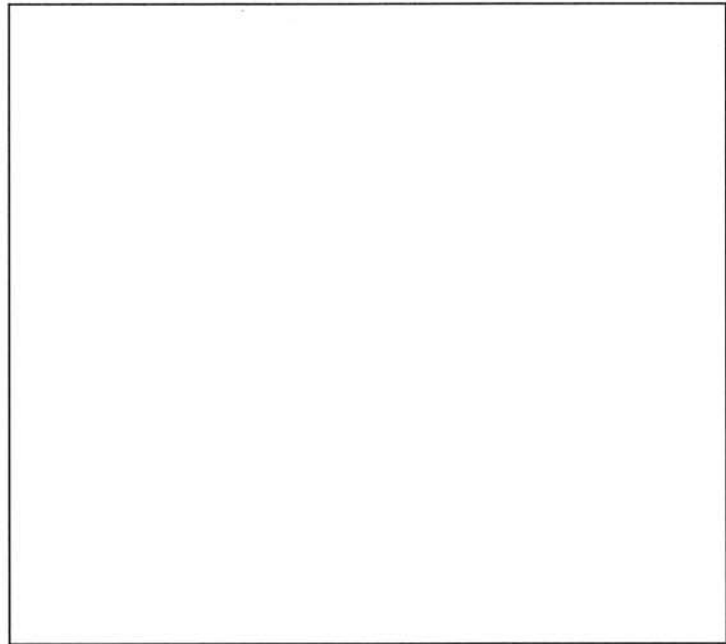
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転7-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転7-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転7-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転7-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転7-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 7-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 7-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|--------------------|----|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I                  |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    | 計算値                |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    | 計算値                |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    | 計算値                |    |

添説設 3-1-転 7-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 7-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

## 3. 2. 応力評価

### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 7-3-4 表及び添説設 3-1-転 7-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。



添説設 3-1-転 7-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 04_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 7-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 04_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 7-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 7-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

#### 4. 洗浄槽(1)A～C 架台の耐震計算

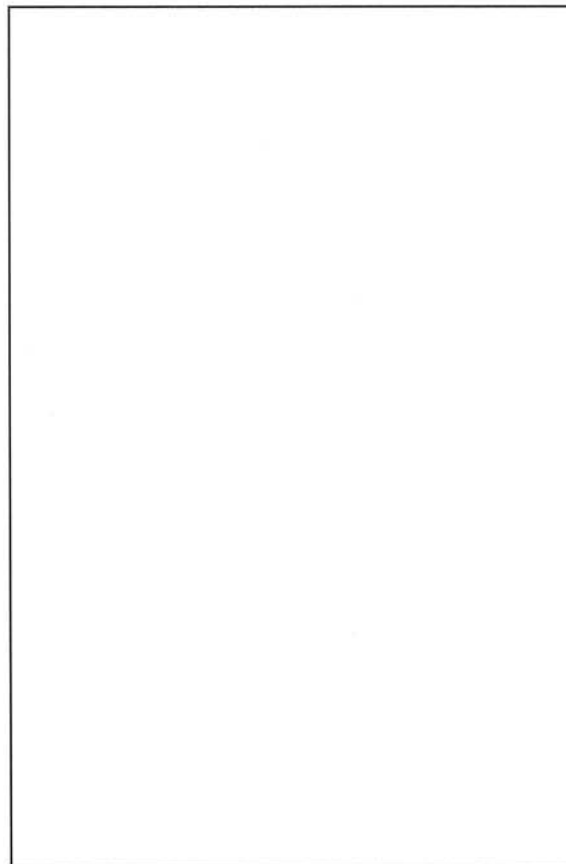
##### 4. 1. 評価方法

洗浄槽(1)A～C 架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

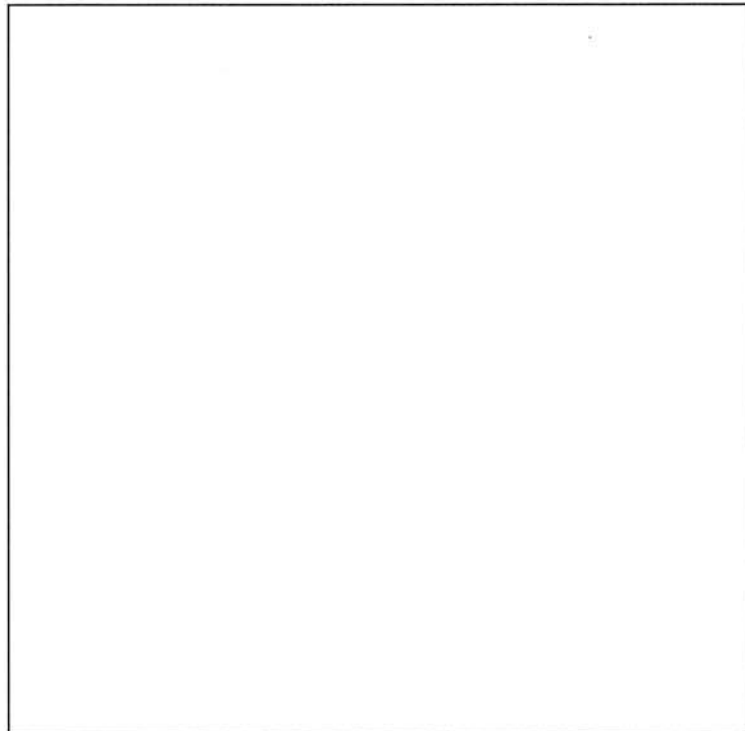
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 7-4-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 7-4-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 7-4-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 7-4-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 7-4-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 7-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 7-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] |    | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |   | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|----|---|----|--|---|----------------|----|
|      |    |    |                | A                         | Iy | Iz  | Zy | Zz   | I |                |    |
| はり   |    |    |                |                           |    |   |    |  |   | JIS<br>G3192   |    |
| 柱    |    |    |                |                           |    |   |    |  |   | JIS<br>G3192   |    |

添説設 3-1-転 7-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 7-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) 洗浄槽(1)A~D の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

##### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

###### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

###### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

##### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 7-4-4 表及び添説設 3-1-転 7-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 7-4-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | -    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | -    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | -    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | -    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | -    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | -    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 7-4-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

#### 4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 7-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 7-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |     |      |            |

## 5. 洗淨槽(2)A～C 架台の耐震計算

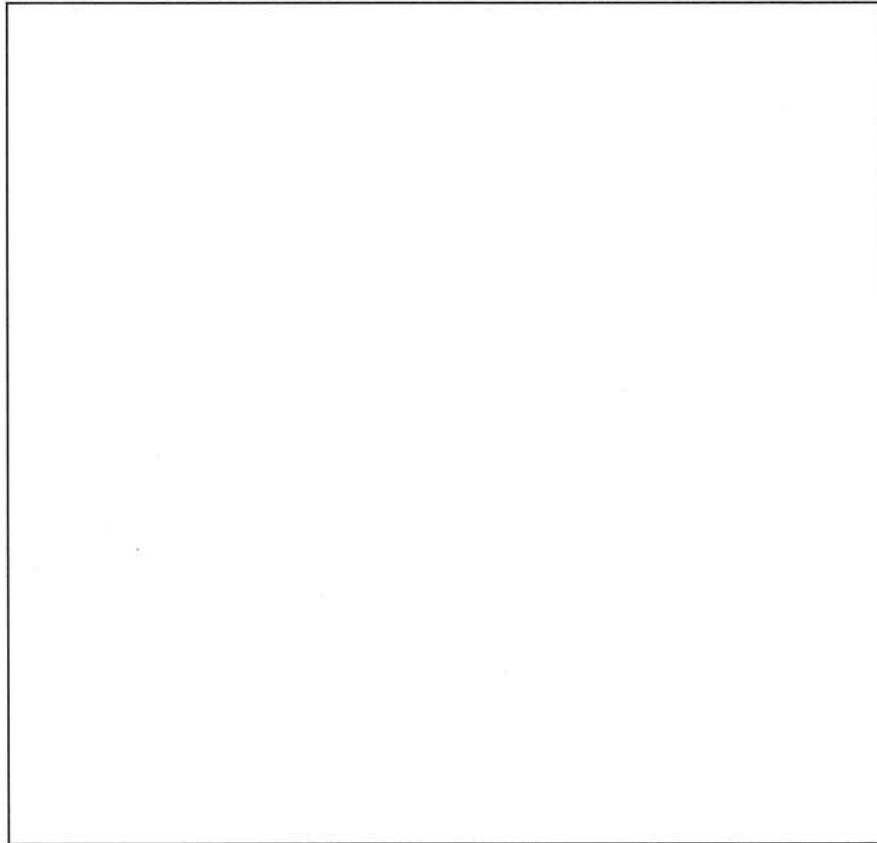
### 5. 1. 評価方法

洗淨槽(2)A～C 架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

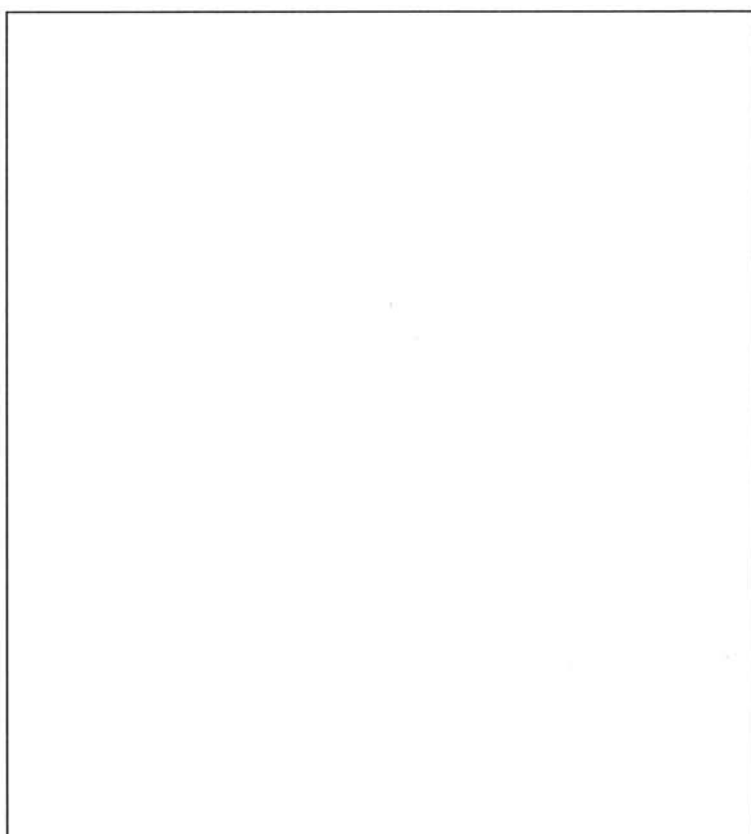
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 7-5-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 7-5-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 7-5-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 7-5-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 7-5-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 7-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 7-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---|----|--|----|----------------|----|
|      |    |    |                | A   | Iy | Iz   | Zy |                |    |
| はり   |    |    |                |   |    |  |    | JIS<br>G3192   |    |
| 柱    |    |    |                |   |    |  |    | JIS<br>G3192   |    |

添説設 3-1-転 7-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 7-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) 洗浄槽(2)A~D の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

## 5. 1. 2. 設計用地震力

### 5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

## 5. 2. 応力評価

### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 7-5-4 表及び添説設 3-1-転 7-5-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。



添説設 3-1-転 7-5-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 7-5-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 7-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 7-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

洗浄ろ液分離槽の耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転8-1-1表に示す。

添説設3-1-転8-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名     | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|---------|-----|------|-------|-----------|
| 洗浄ろ液分離槽 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転8-1-2表に示す。洗浄ろ液分離槽は安全機能を有する設備として洗浄ろ液分離槽(1)、洗浄ろ液分離槽(2)、洗浄ろ液分離槽(1)架台及び洗浄ろ液分離槽(2)架台を有する。

添説設3-1-転8-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称   | 構造図        |
|--|------------|
| 洗浄ろ液分離槽(1)<br>洗浄ろ液分離槽(2)<br>洗浄ろ液分離槽(1)架台<br>洗浄ろ液分離槽(2)架台 | 添付図 図イ設-14 |

## 2. 洗淨ろ液分離槽(1)の耐震計算

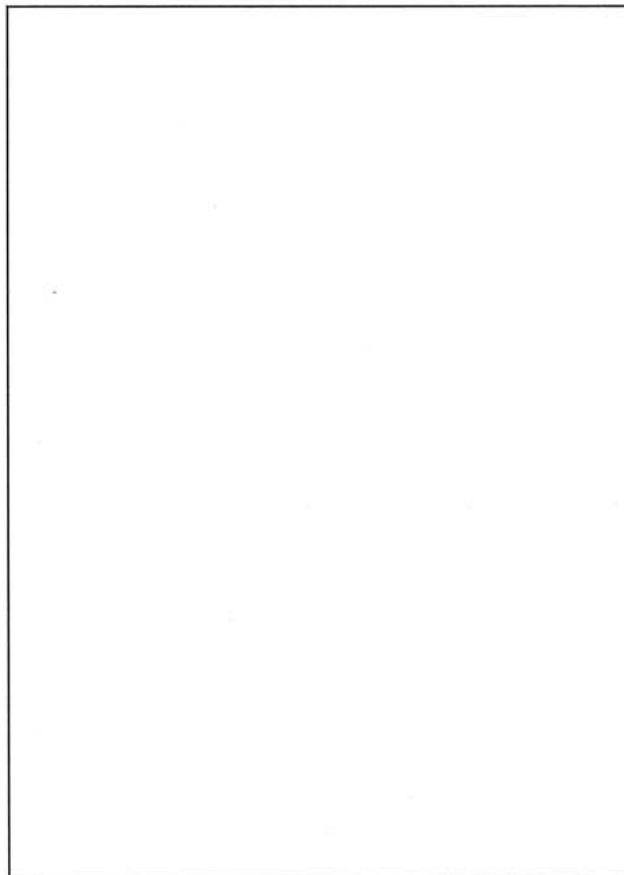
### 2. 1. 評価方法

洗淨ろ液分離槽(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

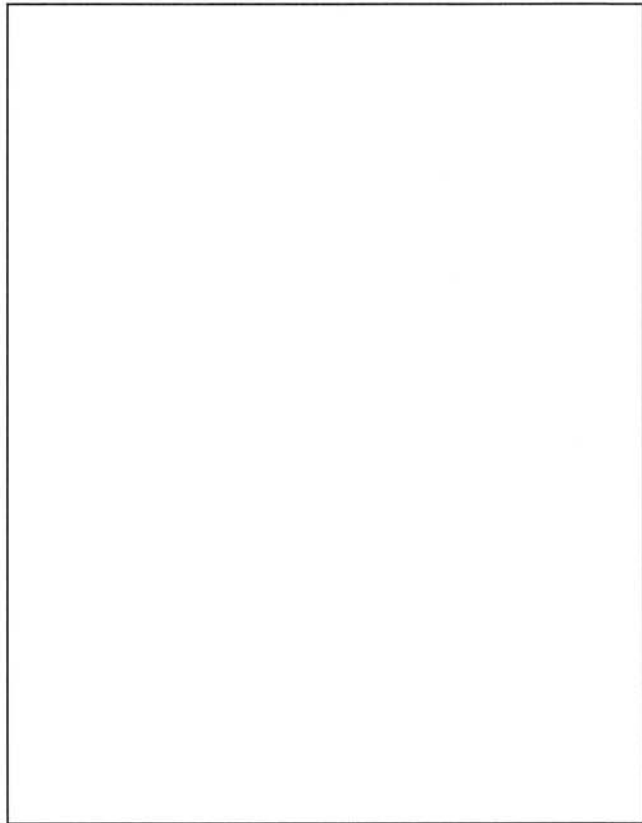
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転8-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転8-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転8-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転8-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転8-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 8-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 8-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 8-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 8-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 8-2-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 8-2-4 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. 洗浄ろ液分離槽(2)の耐震計算

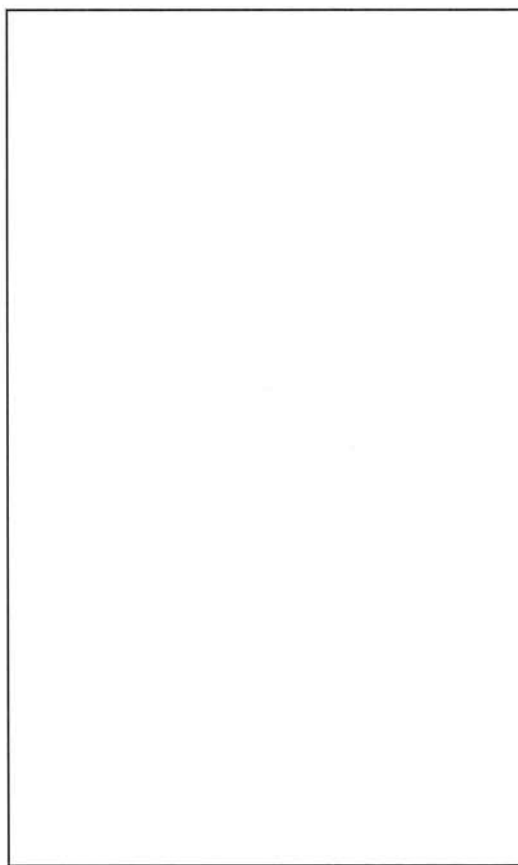
#### 3. 1. 評価方法

洗浄ろ液分離槽(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転8-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転8-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転8-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転8-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転8-3-1図(1/2) 構造解析モデル





添説設 3-1-転 8-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 8-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 8-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 8-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 8-3-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 8-3-4 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

#### 4. 洗浄ろ液分離槽(1)架台の耐震計算

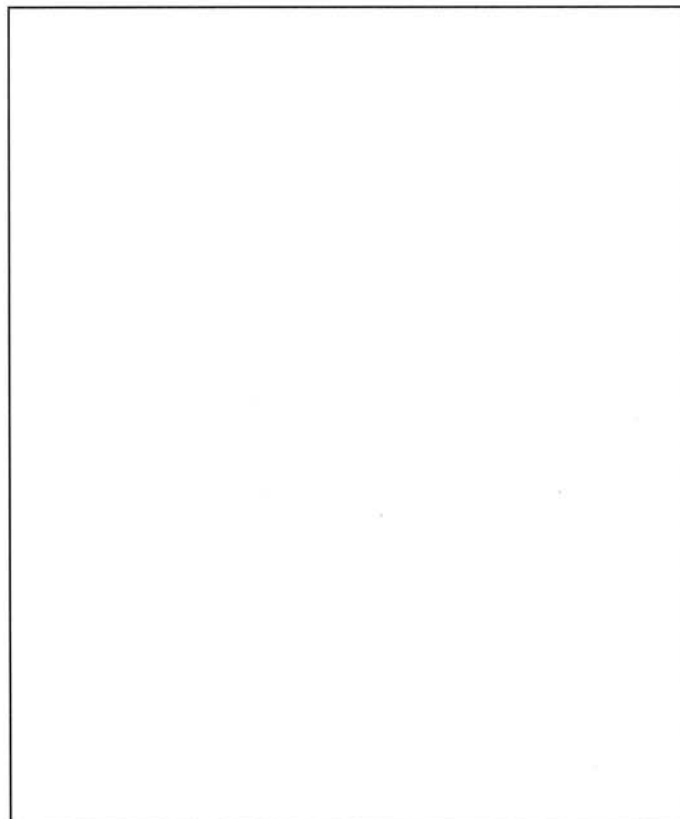
##### 4. 1. 評価方法

洗浄ろ液分離槽(1)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

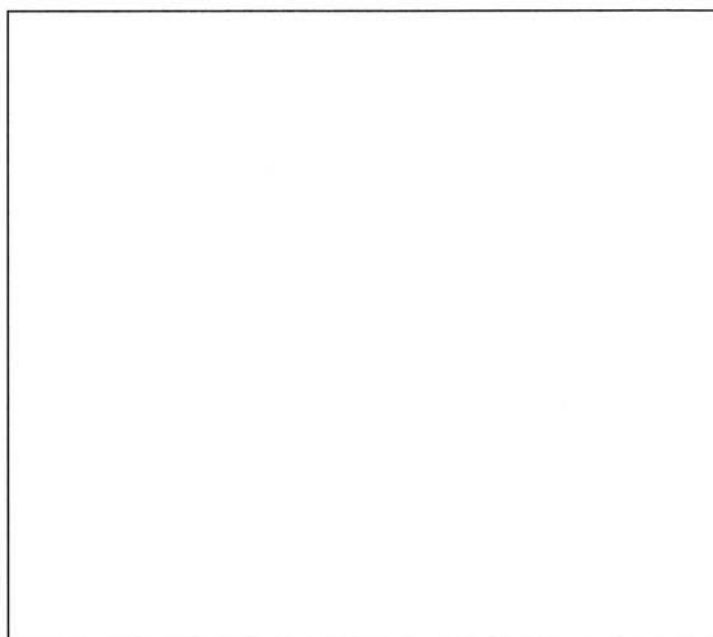
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転8-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転8-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転8-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転8-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転8-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 8-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 8-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|--------------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I                  |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                    | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 8-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 8-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注1) 洗浄ろ液分離槽(1)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場1階に設置しており、耐震重要度分類第1類であることから、設計用地震力は静的地震力の1.0Gとする。

#### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設3-1-付1に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転8-4-4表及び添説設3-1-転8-4-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 8-4-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 8-4-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 8-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 8-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |

## 5. 洗浄ろ液分離槽(2)架台の耐震計算

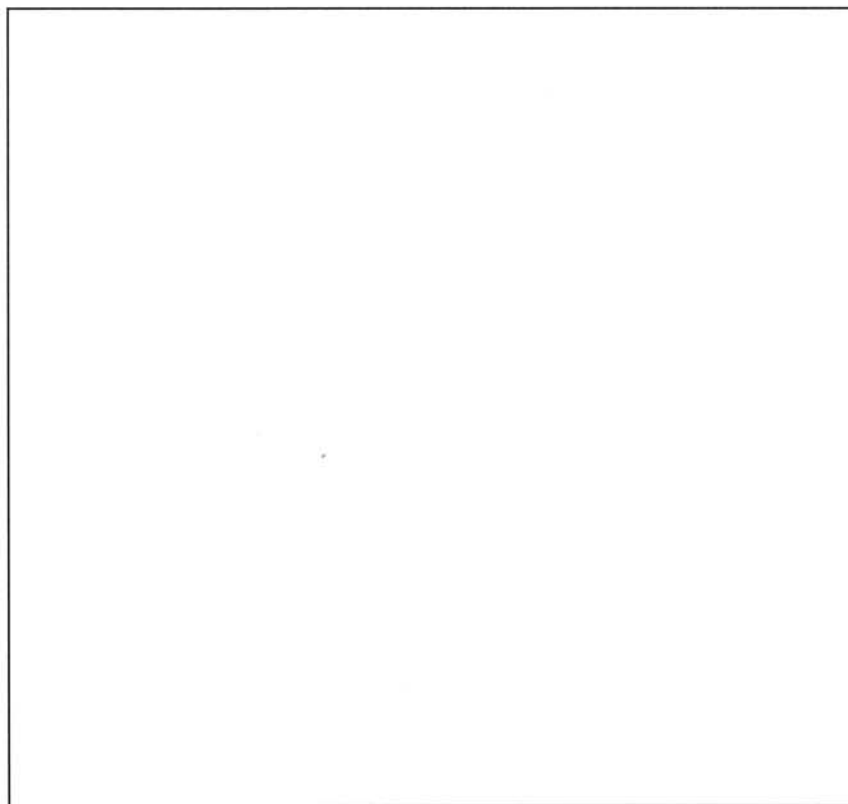
### 5. 1. 評価方法

洗浄ろ液分離槽(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

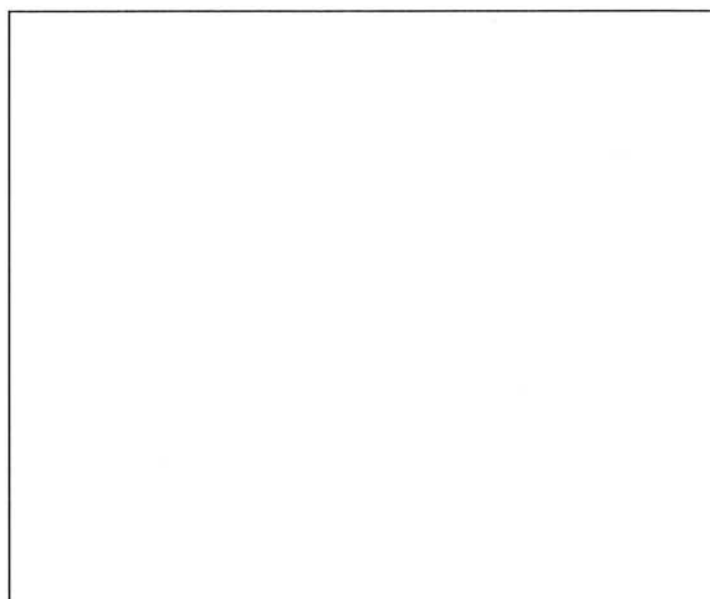
#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転8-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転8-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転8-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転8-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転8-5-1図(1/2) 構造解析モデル





添説設 3-1-転 8-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 8-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 8-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 8-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注1) 洗浄ろ液分離槽(2)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

## 5. 1. 2. 設計用地震力

### 5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場1階に設置しており、耐震重要度分類第1類であることから、設計用地震力は静的地震力の1.0Gとする。

## 5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

## 5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書―設3-1-付1に示す。

## 5. 2. 応力評価

### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書―設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転8-5-4表及び添説設3-1-転8-5-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 8-5-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 8-5-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 8-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 8-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |

遠心分離機(固液分離用)の耐震計算書

1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転9-1-1表に示す。

添説設3-1-転9-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名          | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|--------------|-----|------|-------|-----------|
| 遠心分離機(固液分離用) | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転9-1-2表に示す。遠心分離機(固液分離用)は安全機能を有する設備として遠心分離機(固液分離用)(1)、遠心分離機(固液分離用)(2)及び遠心分離機(固液分離用)(1)(2)架台を有する。

添説設3-1-転9-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称   | 構造図        |
|--|------------|
| 遠心分離機(固液分離用)(1)<br>遠心分離機(固液分離用)(2)<br>遠心分離機(固液分離用)(1)(2)架台 | 添付図 図イ設-15 |

## 2. 遠心分離機(固液分離用) (1)の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

遠心分離機(固液分離用) (1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として評価する。

### 2. 2. 本体の評価方法

一次固有振動数を算出する。本体の上端に自重相当の水平荷重が作用した際の上端における変形量を算出する。ここで総重量 $W=$ [N]である。

$$P=W=$$
 $[N]$

本体上端に発生する最大たわみは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y}$$

ここで、

P : 水平方向作用荷重

L : 評価長さ

E : ヤング係数

$I_y$  : 断面二次モーメント

評価長さは重心高さから $L=$ [mm]、ヤング係数は使用部材である鋳鉄から $E=$ [MPa]、断面二次モーメントは最小断面積となる断面から $I_y=$ [mm<sup>4</sup>]を用いると、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta =$$
 $[mm] =$  $[cm]$

算出したその変位量を下記の式に用いて一次固有振動数  $f$  を算出する。

$$f = \frac{5}{\sqrt{\delta}}$$

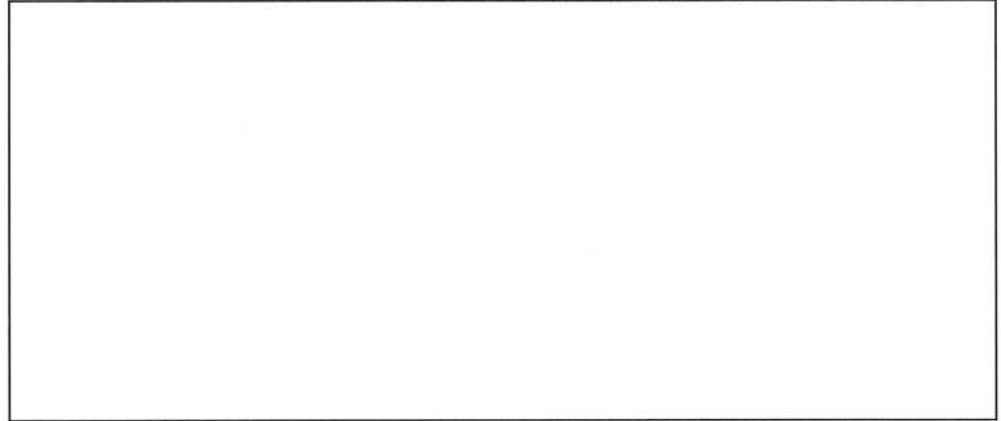
$$f = \frac{5}{\sqrt{}}$$
 $=$  $[Hz]$

よって、一次固有振動数は[Hz]となり、20[Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

## 2. 3. 据付ボルトの評価方法

### 2. 3. 1. 構造解析モデル

据付ボルトの評価モデルは添説設 3-1-転 9-2-1 図に示すとおりである。評価では、本体を質点としてモデル化し、重心位置に水平地震力Pが作用した際の転倒モーメント、安定モーメントを算出し、それらをもとに据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。許容限界は添付説明書-設 3-1-付 1 参照。



添説設3-1-転9-2-1図 遠心分離機(固液分離用)(1) モデル図

### 2. 3. 2. 評価結果

遠心分離機(固液分離用)(1)は剛構造のため、重心位置に水平地震力P ( $=W \cdot K_H$ ) が作用した際の転倒モーメント M1、安定モーメントM2を下式より算出する。ここで総重量 $W=$  $[N]$ 、設計用水平震度 $K_H=$ 、重心高さ $h=$  $[mm]$ 、ボルト支点間距離 $l_0=$  $[mm]$ 、回転中心までの長さ $l_1=$  $[mm]$ を用いる。

$$M1 = P \cdot h = \text{} [N \cdot mm]$$

$$M2 = W \cdot l_1 = \text{} [N \cdot mm]$$

よって、ボルト本数 $nt=$ 、引抜力に作用するボルト本数 $nt'=$ より、引抜力 $R_b$ 、引張応力度 $\sigma_t$ 、せん断応力度 $\tau$ は以下の通りであり、添説設 3-1-転 9-2-1 表にまとめる。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

$$R_b = \frac{M1 - M2}{l_0 \cdot nt'} = \boxed{\phantom{000}} \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P}{A \cdot nt} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}} \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設3-1-転9-2-1表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|-----|------|------------|
| 引張応力度  |     |      |            |
| せん断応力度 |     |      |            |
| 引抜力    |     |      |            |



### 3. 遠心分離機(固液分離用) (2)の耐震計算

#### 3. 1. 評価方法

遠心分離機(固液分離用) (2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として評価する。

なお、据付ボルトの種類が混在するため、許容値が低い種類で評価する。

#### 3. 2. 本体の評価方法

一次固有振動数を算出する。本体の上端に自重相当の水平荷重が作用した際の上端における変形量を算出する。ここで総重量 $W=$  $[N]$ である。

$$P=W=$$
 $[N]$

本体上端に発生する最大たわみは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y}$$

ここで、

$P$  : 水平方向作用荷重

$L$  : 評価長さ

$E$  : ヤング係数

$I_y$  : 断面二次モーメント

評価長さは重心高さから $L=$  $[mm]$ 、ヤング係数は使用部材である鋳鉄から $E=$  $[MPa]$ 、断面二次モーメントは最小断面積となる断面から $I_y=$  $[mm^4]$ を用いると、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta =$$
 $[mm] =$  $[cm]$

算出したその変位量を下記の式に用いて一次固有振動数  $f$  を算出する。

$$f = \frac{5}{\sqrt{\delta}}$$

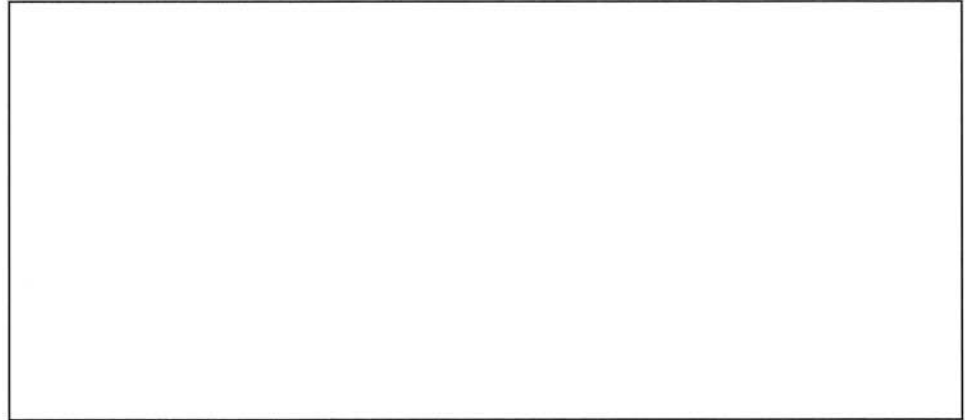
$$f = \frac{5}{\sqrt{$$
 $}} =$  $=$  $[Hz]$

よって、一次固有振動数は $[Hz]$ となり、 $20 [Hz]$ 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

### 3. 3. 据付ボルトの評価方法

#### 3. 3. 1. 構造解析モデル

据付ボルトの評価モデルは添説設 3-1-転 9-3-1 図に示すとおりである。評価では、本体を質点としてモデル化し、重心位置に水平地震力Pが作用した際の転倒モーメント、安定モーメントを算出し、それらをもとに据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。許容限界は添付説明書-設 3-1-付 1 参照。



添説設3-1-転9-3-1図 遠心分離機(固液分離用)(2) モデル図

#### 3. 3. 2. 評価結果

遠心分離機(固液分離用)(2)は剛構造のため、重心位置に水平地震力P(=W・K<sub>H</sub>)が作用した際の転倒モーメント M1、安定モーメントM2を下式より算出する。ここで総重量W=□[N]、設計用水平震度K<sub>H</sub>=□、重心高さh=□[mm]、ボルト支点間距離l<sub>0</sub>=□[mm]、回転中心までの長さl<sub>1</sub>=□[mm]を用いる。

$$M1 = P \cdot h = \square [N \cdot mm]$$

$$M2 = W \cdot l_1 = \square [N \cdot mm]$$

保守的に荷重の作用する据付ボルトを□本のみとすると、ボルト本数nt=□、引抜力に作用するボルト本数nt'=□より、引抜力R<sub>b</sub>、引張応力度σ<sub>t</sub>、せん断応力度τは以下の通りであり、添説設 3-1-転 9-3-1 表にまとめる。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

$$R_b = \frac{M1 - M2}{l_0 \cdot nt'} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P}{A \cdot nt} = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設3-1-転9-3-1表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|-----|------|------------|
| 引張応力度  |     |      |            |
| せん断応力度 |     |      |            |
| 引抜力    |     |      |            |

#### 4. 遠心分離機(固液分離用)(1)(2)架台の耐震計算

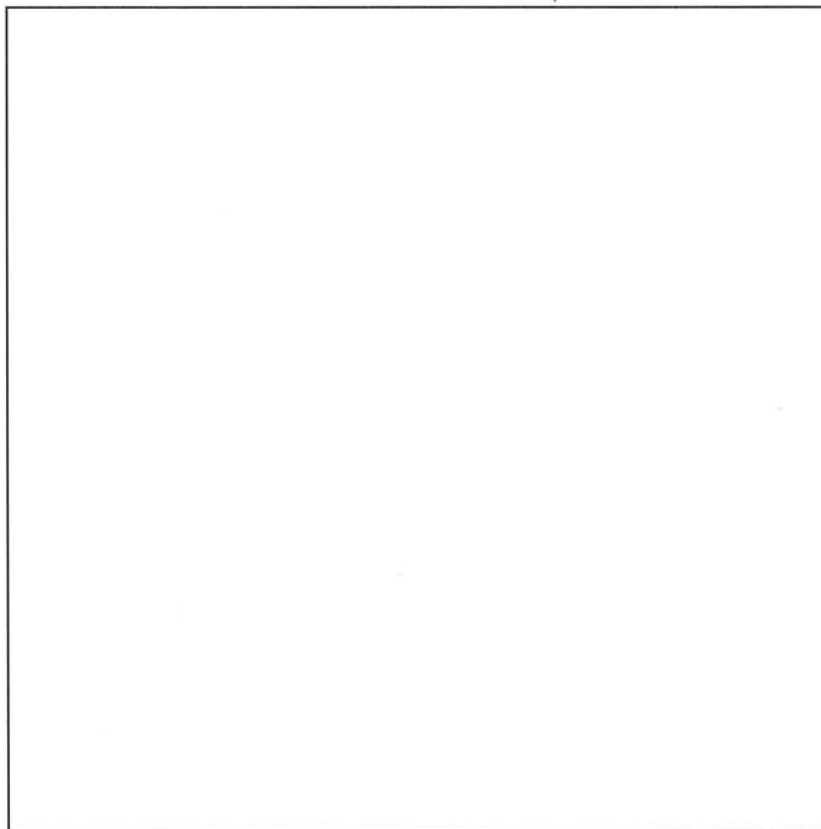
##### 4. 1. 評価方法

遠心分離機(固液分離用)(1)(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

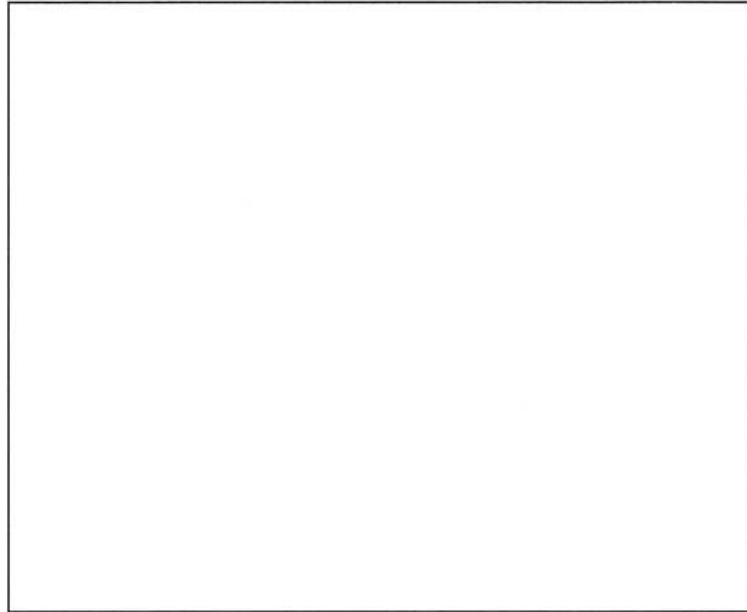
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転9-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転9-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転9-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転9-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転9-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 9-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 9-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面面積<br>[mm <sup>2</sup> ] |    | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |   | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|----------------------------|----|---|----|--|---|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                          | Iy | Iz  | Zy | Zz   | I |                |              |
| 柱    |    |    |                |                            |    |   |    |  |   |                | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                            |    |   |    |  |   |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                            |    |   |    |  |   |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 9-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 9-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 9-4-4 表及び添説設 3-1-転 9-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 9-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 9-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 01_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 01_12 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 01_12 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 9-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 9-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |

ろ液分離槽の耐震計算書



## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転10-1-1表に示す。

添説設3-1-転10-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名   | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-------|-----|------|-------|-----------|
| ろ液分離槽 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転10-1-2表に示す。ろ液分離槽は安全機能を有する設備としてろ液分離槽(1)-A, (1)-B, (2)-A, (2)-B 及びろ液分離槽(1)-A, (1)-B, (2)-A, (2)-B 架台を有する。

添説設3-1-転10-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称  | 構造図        |
|---|------------|
| ろ液分離槽(1)-A, (1)-B, (2)-A, (2)-B<br>ろ液分離槽(1)-A, (1)-B, (2)-A, (2)-B 架台 | 添付図 図イ設-16 |

## 2. ろ液分離槽(1)－A, (1)－B, (2)－A, (2)－Bの耐震計算

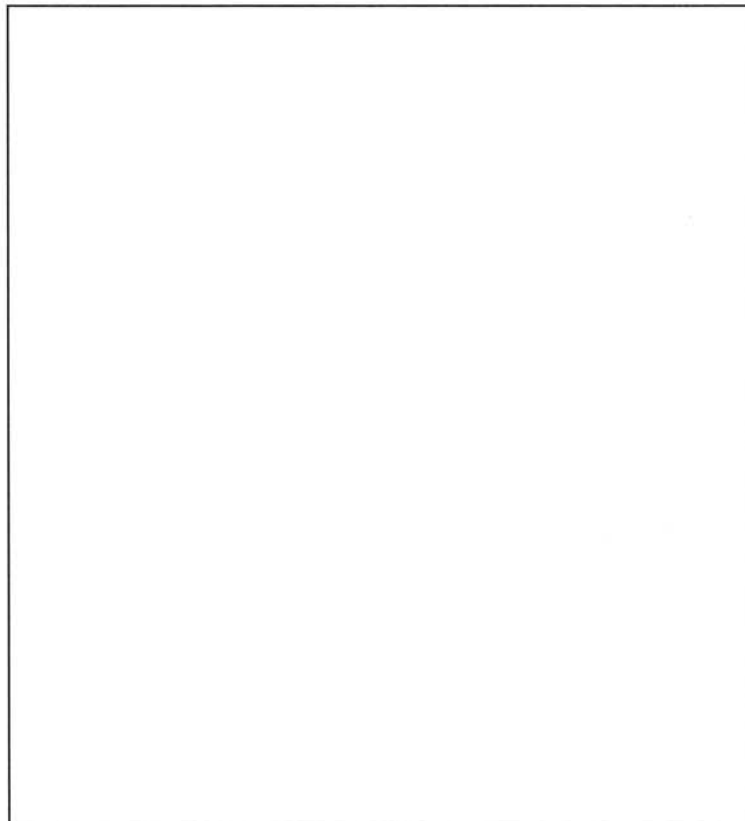
### 2. 1. 評価方法

ろ液分離槽(1)－A, (1)－B, (2)－A, (2)－Bの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

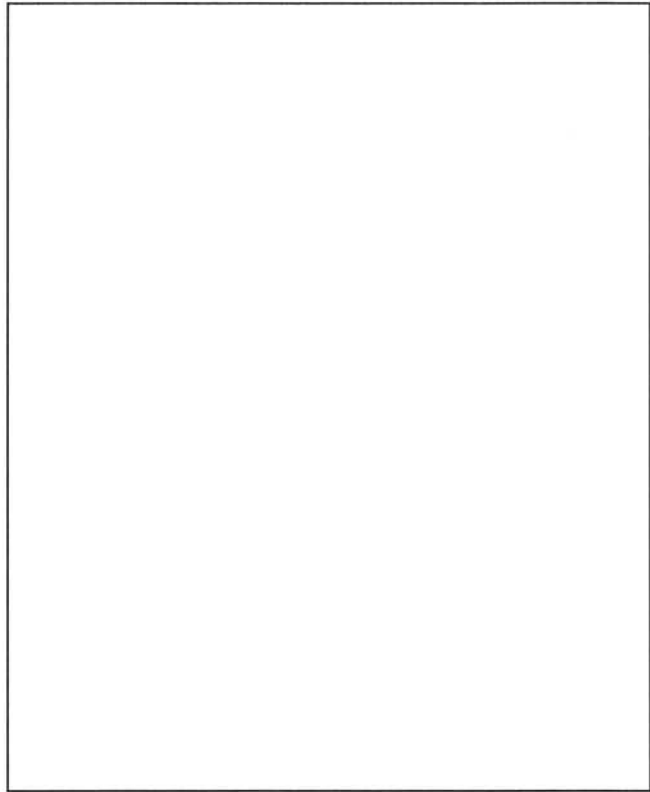
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転10-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転10-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転10-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転10-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転10-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 10-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 10-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 10-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 10-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm] を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdots \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転10-2-4表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転10-2-4表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X正   | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X正   | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. ろ液分離槽(1)－A, (1)－B, (2)－A, (2)－B 架台の耐震計算

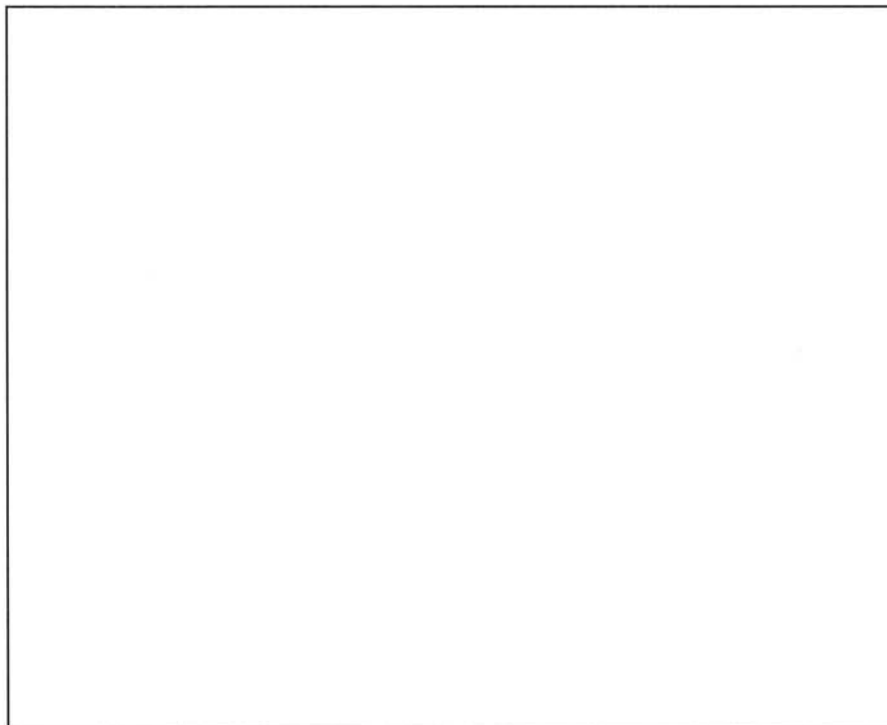
#### 3. 1. 評価方法

ろ液分離槽(1)－A, (1)－B, (2)－A, (2)－B 架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

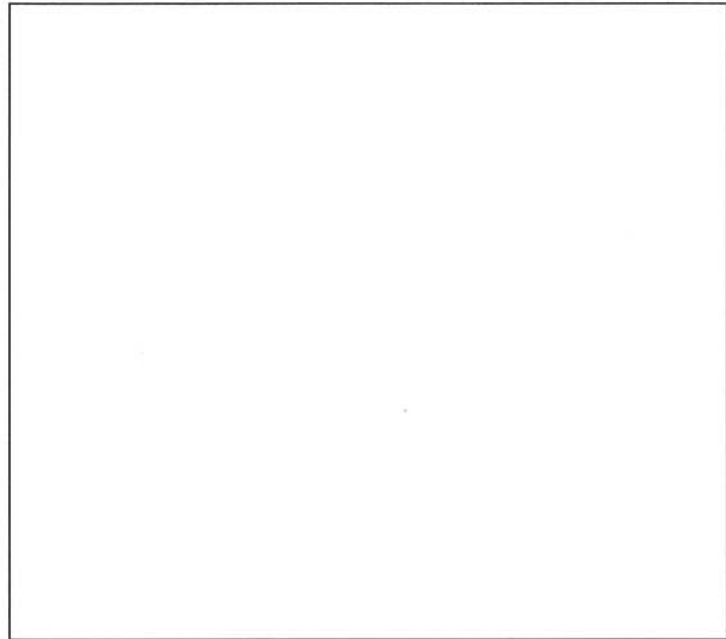
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 10-3-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 10-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 10-3-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 10-3-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 10-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 10-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 10-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                      | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I                  |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 10-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 10-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1)ろ液分離槽(1)-A, (1)-B, (2)-A, (2)-B の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

## 3. 2. 応力評価

### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 10-3-4 表及び添説設 3-1-転 10-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。



添説設 3-1-転 10-3-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 10-3-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 10-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 10-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |

仕上げろ過機の耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転11-1-1表に示す。

添説設3-1-転11-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名    | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|--------|-----|------|-------|-----------|
| 仕上げる過機 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転11-1-2表に示す。仕上げる過機は安全機能を有する設備として仕上げる過機(1)(2)、仕上げる過機架台(1)及び仕上げる過機架台(2)を有する。

添説設3-1-転11-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                                       | 構造図        |
|--|------------|
| 仕上げる過機(1)(2)<br>仕上げる過機架台(1)<br>仕上げる過機架台(2) | 添付図 図イ設-17 |

## 2. 仕上げろ過機(1)(2)の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

仕上げろ過機(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として評価する。

### 2. 2. 本体の評価方法

一次固有振動数を算出する。本体の上端に自重相当の水平荷重が作用した際の上端における変形量を算出する。ここで総重量 $W=$  $[N]$ である。

$$P=W=$$
 $[N]$

本体上端に発生する最大たわみは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y}$$

ここで、

$P$  : 水平方向作用荷重

$L$  : 評価長さ

$E$  : ヤング係数

$I_y$  : 断面二次モーメント

評価長さは重心高さから $L=$  $[mm]$ 、ヤング係数は使用部材である鋳鉄から $E=$  $[MPa]$ 、断面二次モーメントは最小断面積となる断面から $I_y=$  $[mm^4]$ を用いると、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta =$$
 $[mm] =$  $[cm]$

算出したその変位量を下記の式に用いて一次固有振動数  $f$  を算出する。

$$f = \frac{5}{\sqrt{\delta}}$$

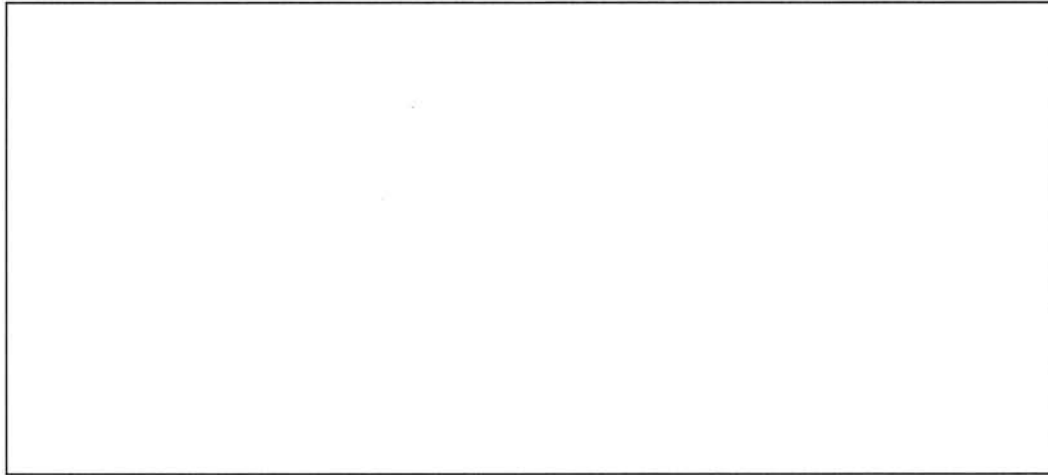
$$f = \frac{5}{\sqrt{$$
 $}} =$  $=$  $[Hz]$

よって、一次固有振動数は $[Hz]$ となり、20 $[Hz]$ 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

## 2. 3. 据付ボルトの評価方法

### 2. 3. 1. 構造解析モデル

据付ボルトの評価モデルは添説設 3-1-転 11-2-1 図に示すとおりである。評価では、本体を質点としてモデル化し、重心位置に水平地震力 P が作用した際の転倒モーメント、安定モーメントを算出し、それらをもとに据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。許容限界は添付説明書-設 3-1-付 1 参照。



添説設3-1-転11-2-1図 仕上げろ過機(1)(2) モデル図

### 2. 3. 2. 評価結果

仕上げろ過機(1)(2)は剛構造のため、重心位置に水平地震力 P ( $=W \cdot K_H$ ) が作用した際の転倒モーメント M1、安定モーメント M2 を下式より算出する。ここで総重量  $W = \square$  [N]、設計用水平震度  $K_H = \square$ 、重心高さ  $h = \square$  [mm]、ボルト支点間距離  $l_0 = \square$  [mm]、回転中心までの長さ  $l_1 = \square$  [mm] を用いる。

$$M1 = P \cdot h = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M2 = W \cdot l_1 = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

よって、ボルト本数  $n_t = \square$ 、引抜力に作用するボルト本数  $n_t' = \square$  より、引抜力  $R_b$ 、引張応力度  $\sigma_t$ 、せん断応力度  $\tau$  は以下の通りであり、添説設 3-1-転 11-2-1 表にまとめる。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

$$R_b = \frac{M1 - M2}{l_0 \cdot nt'} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P}{A \cdot nt} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{000}} \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設3-1-転11-2-1表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|-----|------|------------|
| 引張応力度  |     |      |            |
| せん断応力度 |     |      |            |
| 引抜力    |     |      |            |

### 3. 仕上げる過機架台(1)の耐震計算

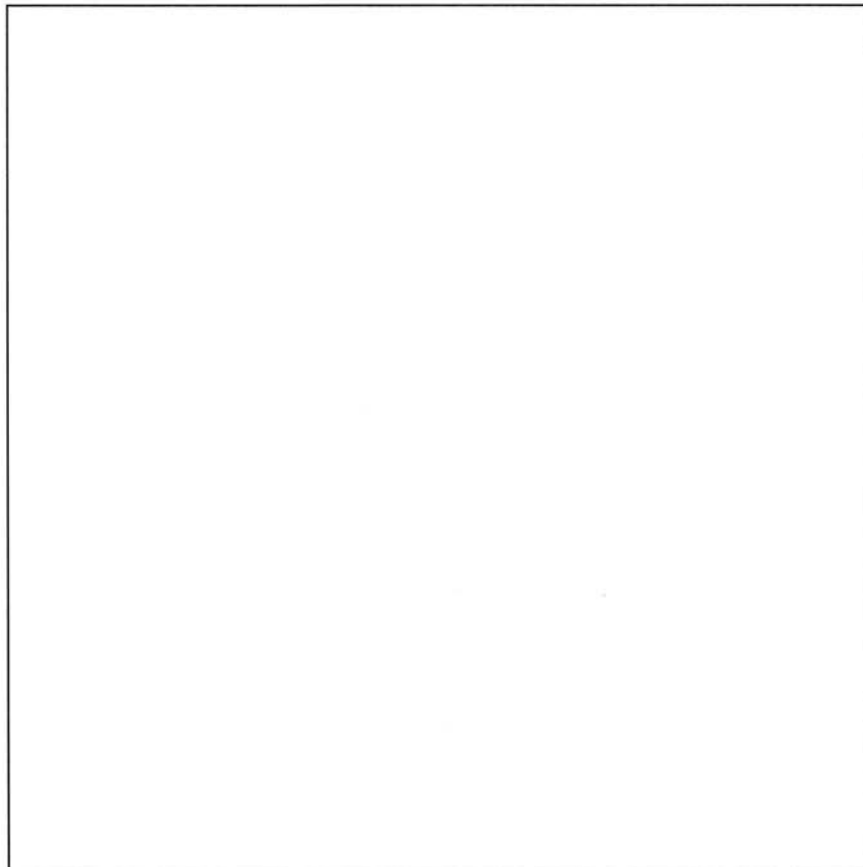
#### 3. 1. 評価方法

仕上げる過機架台(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転11-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転11-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転11-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転11-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転11-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 11-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 11-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                      | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I                  |              |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 11-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |



添説設 3-1-転 11-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

3. 1. 2. 設計用地震力

3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 11-3-4 表及び添説設 3-1-転 11-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 11-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 11-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 負  | 01_13 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 負  | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

#### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 11-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 11-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 負  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 負  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 負  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |

#### 4. 仕上げる過機架台(2)の耐震計算

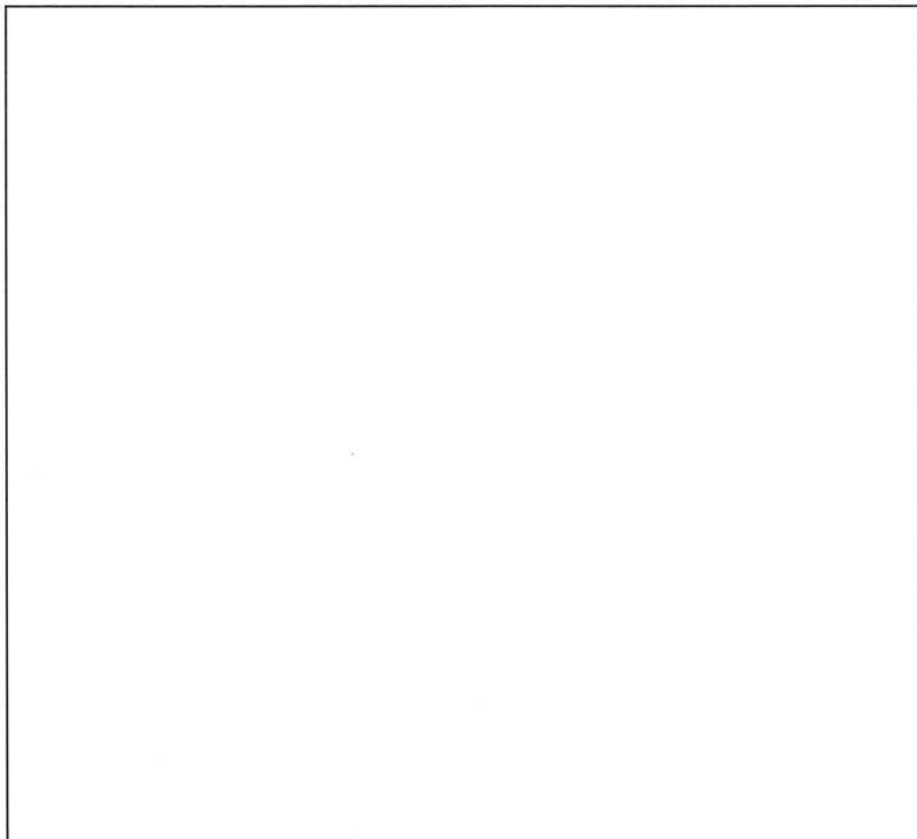
##### 4. 1. 評価方法

仕上げる過機架台(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

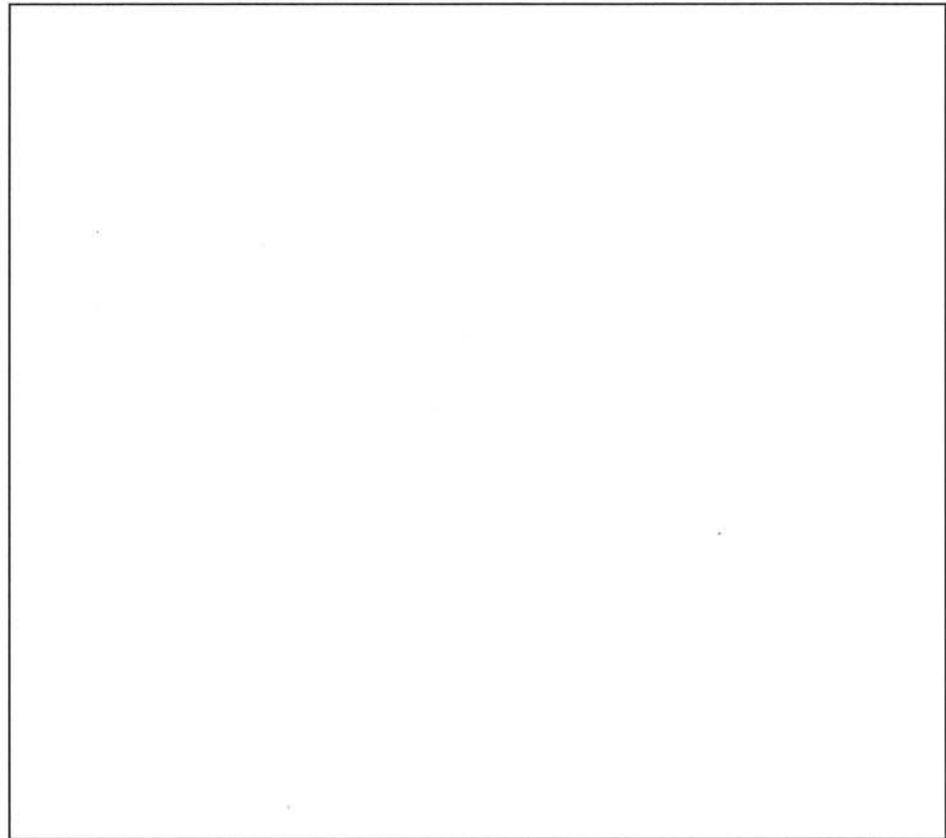
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転11-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転11-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転11-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転11-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転11-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 11-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 11-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] $\times 10^4$ |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] $\times 10^3$ |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy                                       | Zz | I              |              |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 11-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 11-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

4. 1. 2. 設計用地震力

4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \approx \square \cdot \cdot \cdot \approx \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 11-4-4 表及び添説設 3-1-1 転 11-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 11-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_13 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_13 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_13 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 11-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 負  | 01_20 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 負  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 負  | 01_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 負  | 01_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

##### 4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 11-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 11-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 負  | 00_04 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 負  | 00_04 |           |           |           |     |      |            |

濃縮液受槽の耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転12-1-1表に示す。

添説設3-1-転12-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名   | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-------|-----|------|-------|-----------|
| 濃縮液受槽 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転12-1-2表に示す。濃縮液受槽は安全機能を有する設備として濃縮液受槽(1)(2)、濃縮液受槽(1)架台及び濃縮液受槽(2)架台を有する。

添説設3-1-転12-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                                    | 構造図        |
|---|------------|
| 濃縮液受槽(1)(2)<br>濃縮液受槽(1)架台<br>濃縮液受槽(2)架台 | 添付図 図イ設-19 |



## 2. 濃縮液受槽(1)(2)の耐震計算

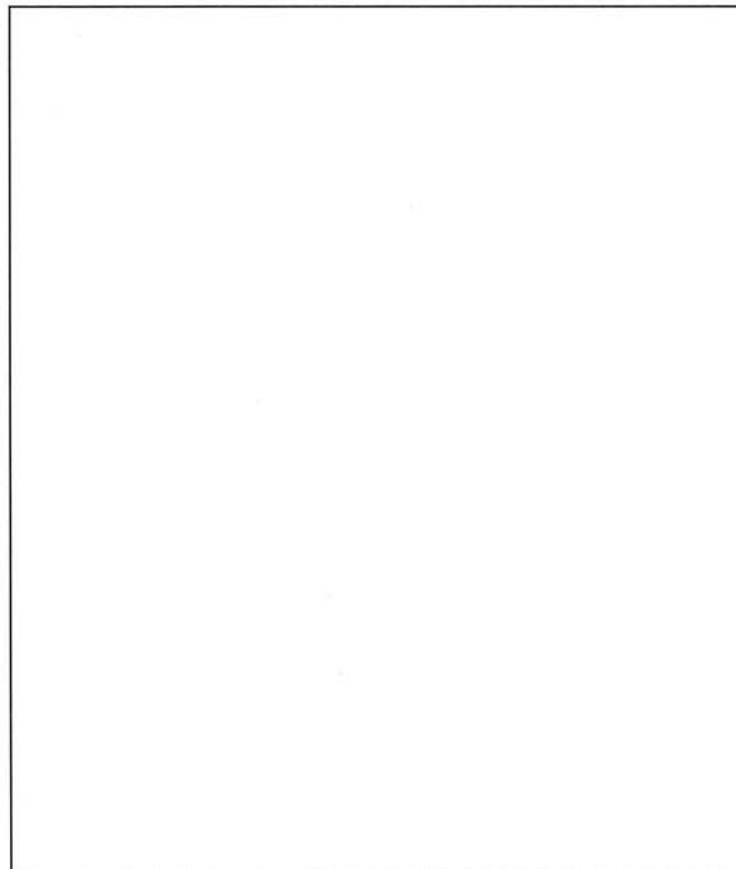
### 2. 1. 評価方法

濃縮液受槽(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

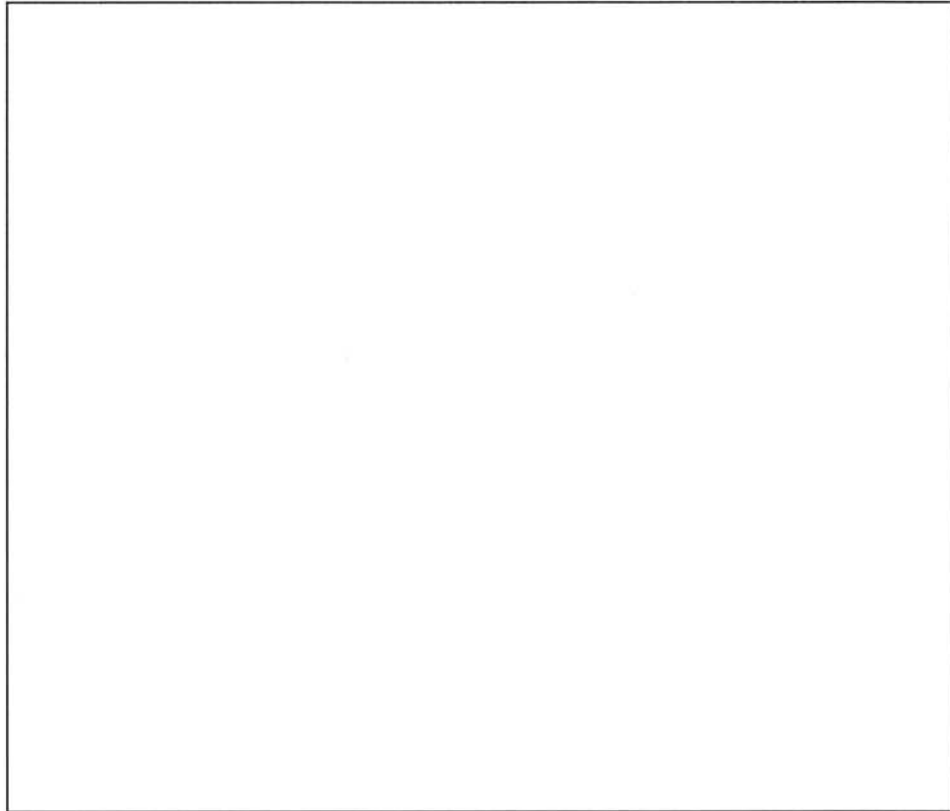
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転12-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転12-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転12-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転12-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転12-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 12-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 12-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 12-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 12-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

### 2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 12-2-4 表及び添説設 3-1-転 12-2-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 12-2-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 12-2-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 12-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 12-2-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. 濃縮液受槽(1)架台の耐震計算

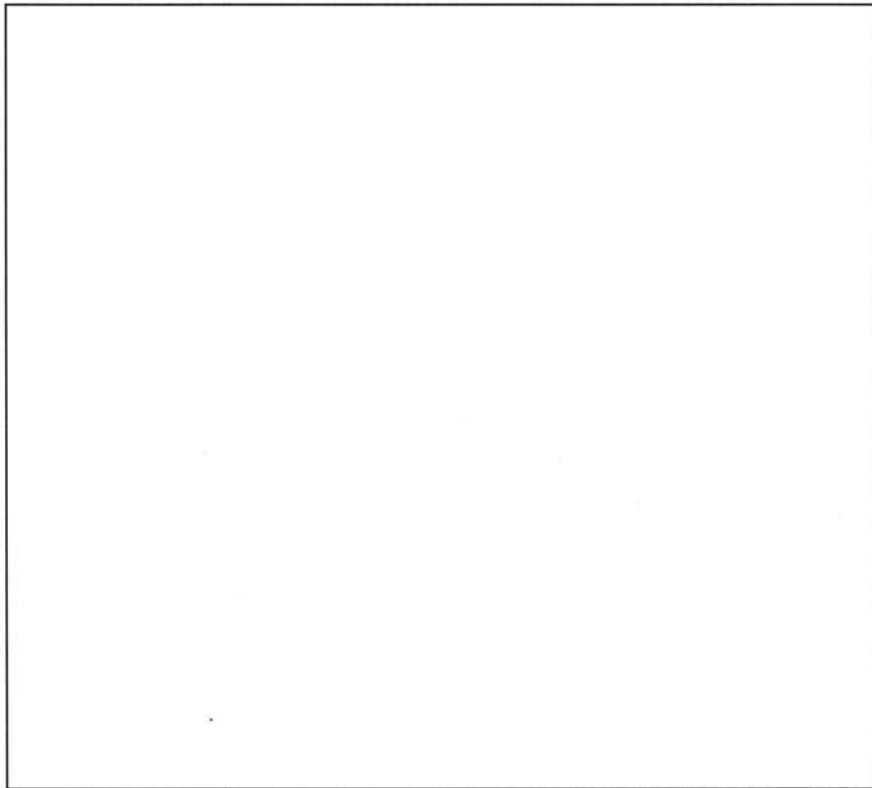
#### 3. 1. 評価方法

濃縮液受槽(1)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

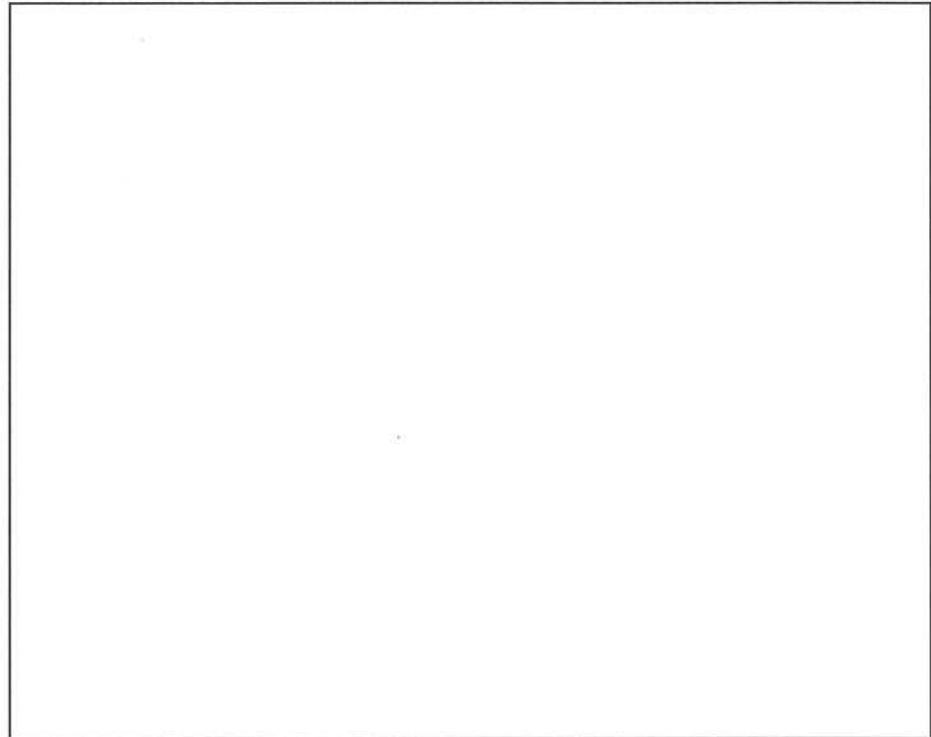
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転12-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転12-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転12-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転12-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転12-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 12-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 12-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 12-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 12-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1)濃縮液受槽(1)(2)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

## 3. 2. 応力評価

### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 12-3-4 表及び添説設 3-1-転 12-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 12-3-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 03_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 03_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 03_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 12-3-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 12-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 12-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_04 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |



#### 4. 濃縮液受槽(2)架台の耐震計算

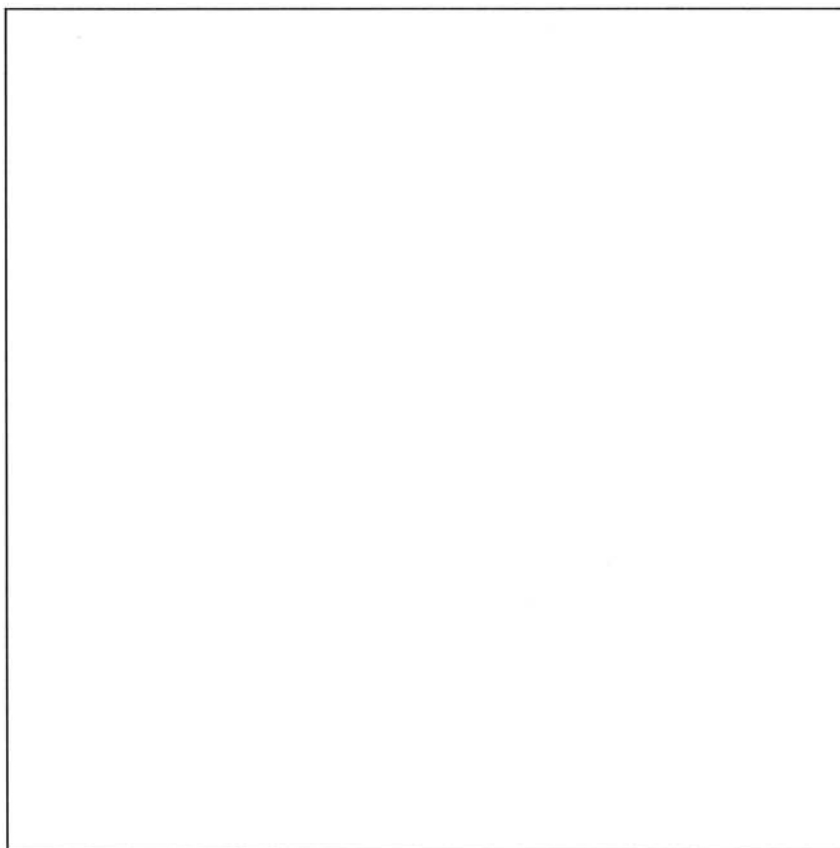
##### 4. 1. 評価方法

濃縮液受槽(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

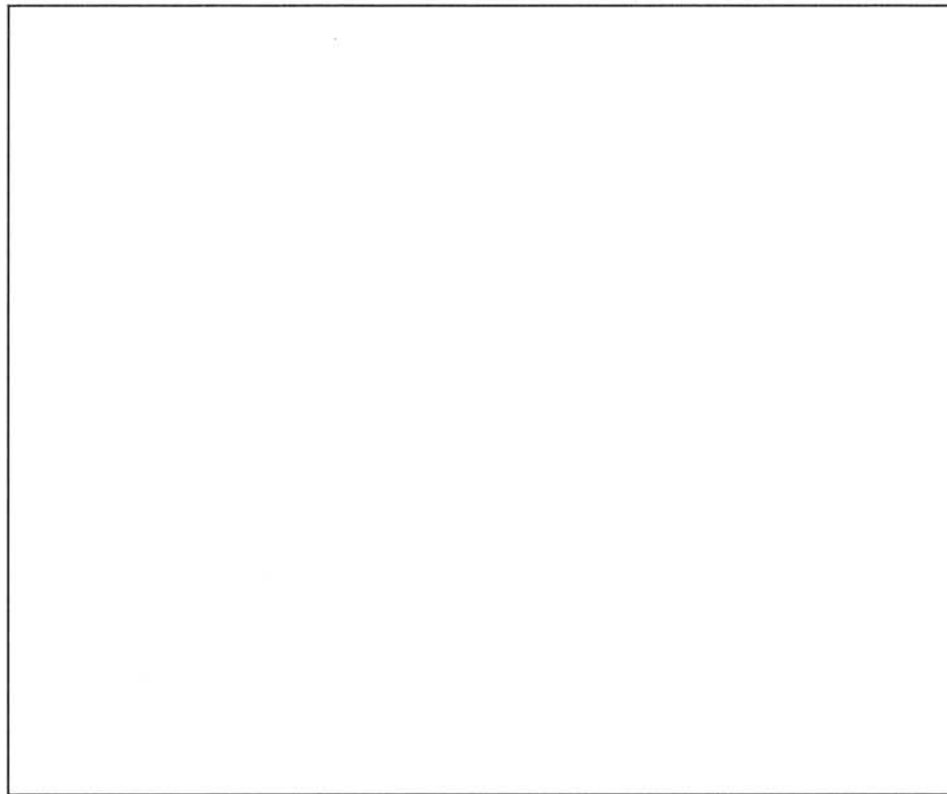
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転12-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転12-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転12-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転12-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転12-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 12-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 12-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|----|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |    |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    | JIS<br>G3192   |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    | JIS<br>G3192   |    |

添説設 3-1-転 12-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 12-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1)濃縮液受槽(1)(2)の計算結果より設定

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 12-4-4 表及び添説設 3-1-転 12-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 12-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 12-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 12-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 12-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |

清澄液受槽の耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転13-1-1表に示す。

添説設3-1-転13-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名   | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-------|-----|------|-------|-----------|
| 清澄液受槽 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転13-1-2表に示す。清澄液受槽は安全機能を有する設備として清澄液受槽(1)-A~(1)-C, (2)-A~(2)-C、清澄液受槽(1)-A 架台、清澄液受槽(1)-B, (1)-C, (2)-A~(2)-C 架台及び再生液貯槽(1)-A~(1)-C, (2)-A~(2)-Cを有する。

添説設3-1-転13-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称  | 構造図        |
|---|------------|
| 清澄液受槽(1)-A~(1)-C, (2)-A~(2)-C<br>清澄液受槽(1)-A 架台<br>清澄液受槽(1)-B, (1)-C, (2)-A~(2)-C 架台 | 添付図 図イ設-20 |
| 再生液貯槽(1)-A~(1)-C, (2)-A~(2)-C   | 添付図 図イ設-21 |

## 2. 清澄液受槽(1)－A～(1)－C, (2)－A～(2)－Cの耐震計算

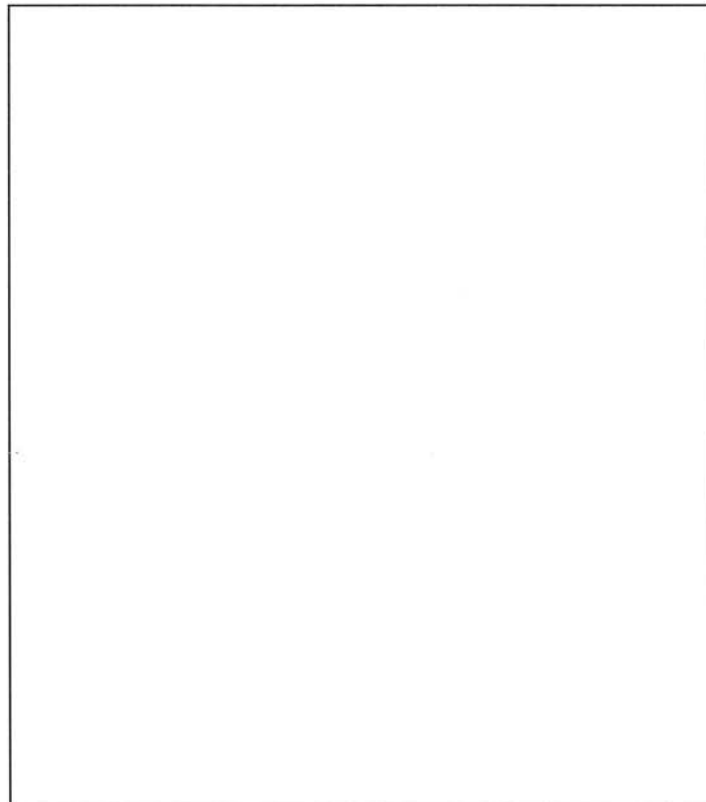
### 2. 1. 評価方法

清澄液受槽(1)－A～(1)－C, (2)－A～(2)－Cの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

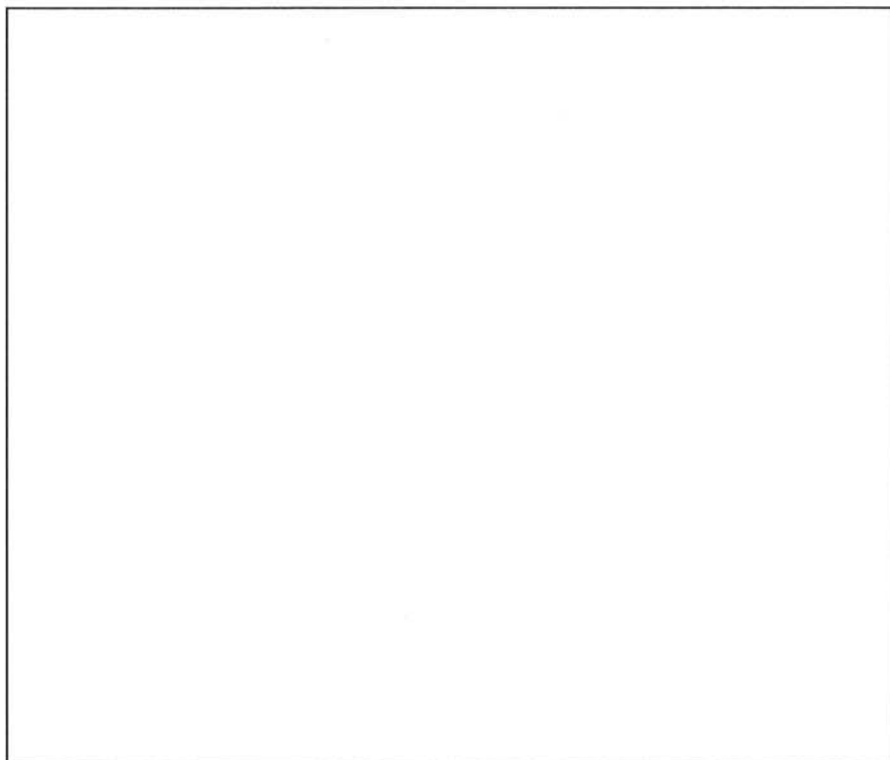
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転13-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転13-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転13-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転13-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転13-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 13-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 13-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] $\times 10^4$ |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] $\times 10^3$ |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                           | Z <sub>z</sub> | I              |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                | 計算値            |    |

添説設 3-1-転 13-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 13-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所 <sup>*1</sup> |
|-----|--------------------|
|     |                    |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。



## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

### 2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 13-2-4 表及び添説設 3-1-転 13-2-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 13-2-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 13-2-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 13-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 13-2-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. 清澄液受槽(1)－A 架台の耐震計算

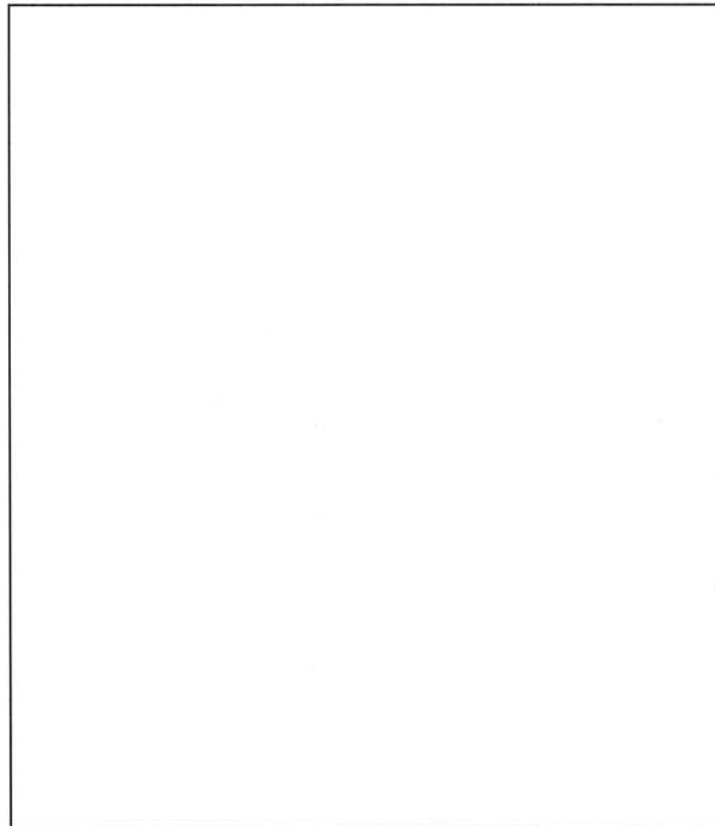
#### 3. 1. 評価方法

清澄液受槽(1)－A 架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

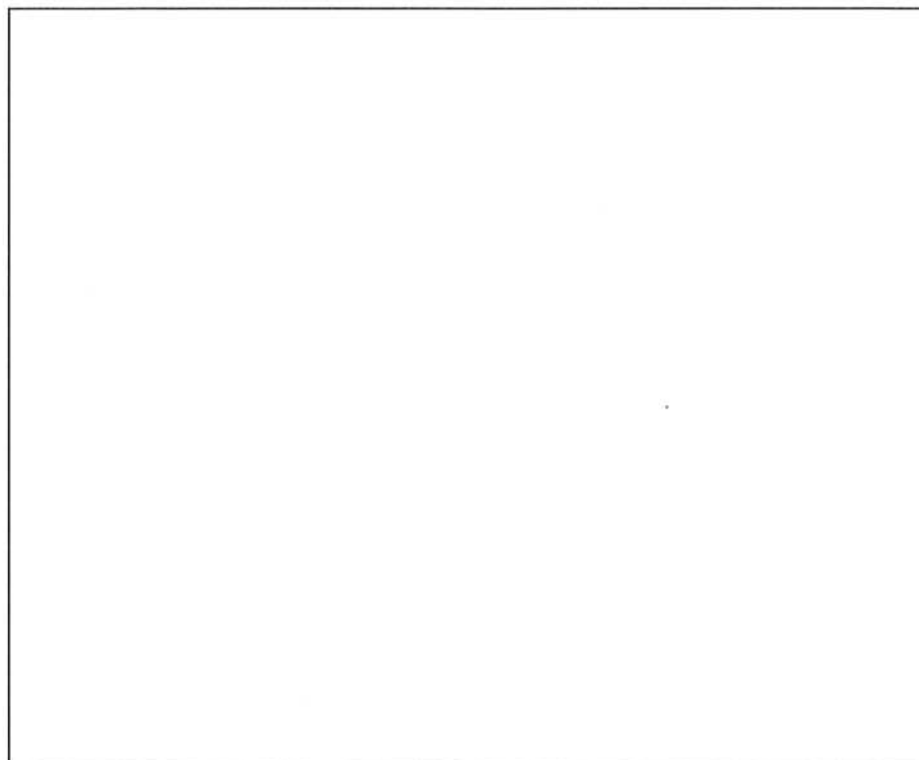
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 13-3-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 13-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 13-3-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 13-3-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 13-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 13-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 13-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 13-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 13-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) 清澄液受槽(1)-A~(1)-C, (2)-A~(2)-C の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 13-3-4 表及び添説設 3-1-転 13-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 13-3-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 13-3-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 13-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 13-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |

#### 4. 清澄液受槽(1)－B, (1)－C, (2)－A～(2)－C 架台の耐震計算

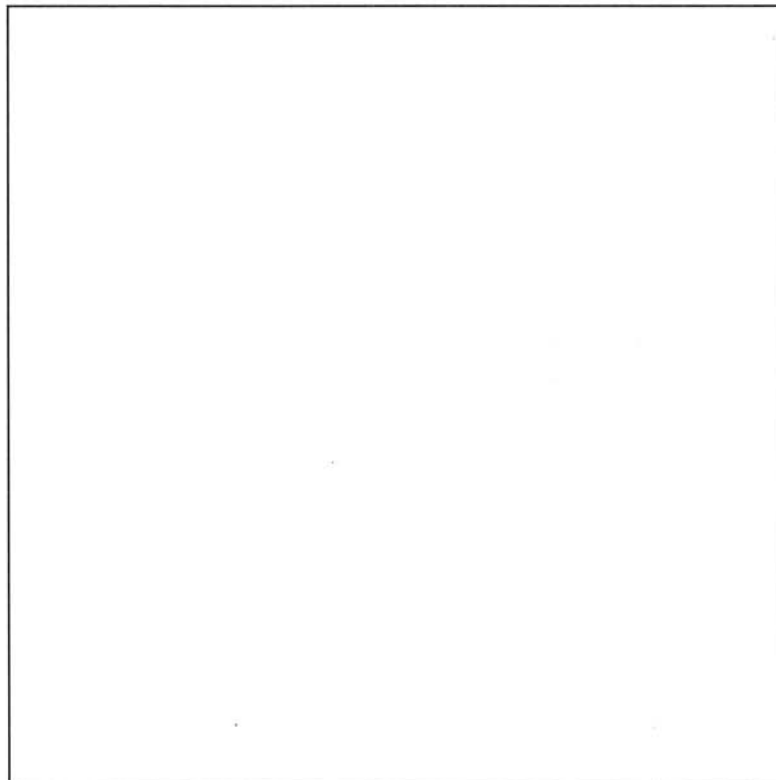
##### 4. 1. 評価方法

清澄液受槽(1)－B, (1)－C, (2)－A～(2)－C 架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

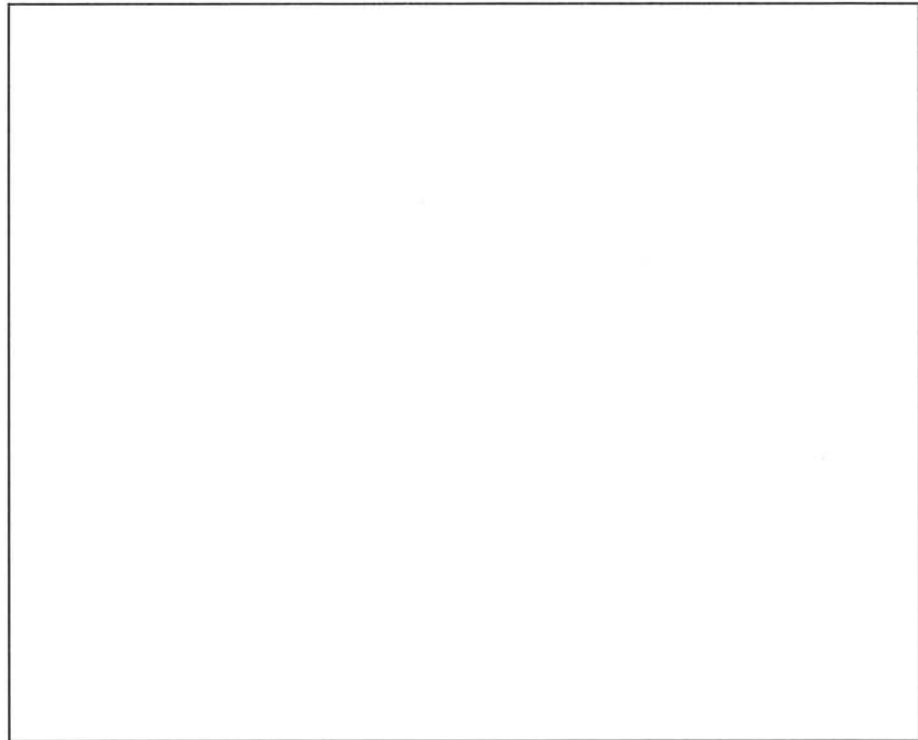
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 13-4-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 13-4-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 13-4-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 13-4-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 13-4-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 13-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 13-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 13-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 13-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) 清澄液受槽(1)-A~(1)-C, (2)-A~(2)-C の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。



#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とされない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とされない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

##### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

##### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 13-4-4 表及び添説設 3-1-転 13-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 13-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 13-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 13-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 13-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |

## 5. 再生液貯槽(1)－A～(1)－C, (2)－A～(2)－Cの耐震計算

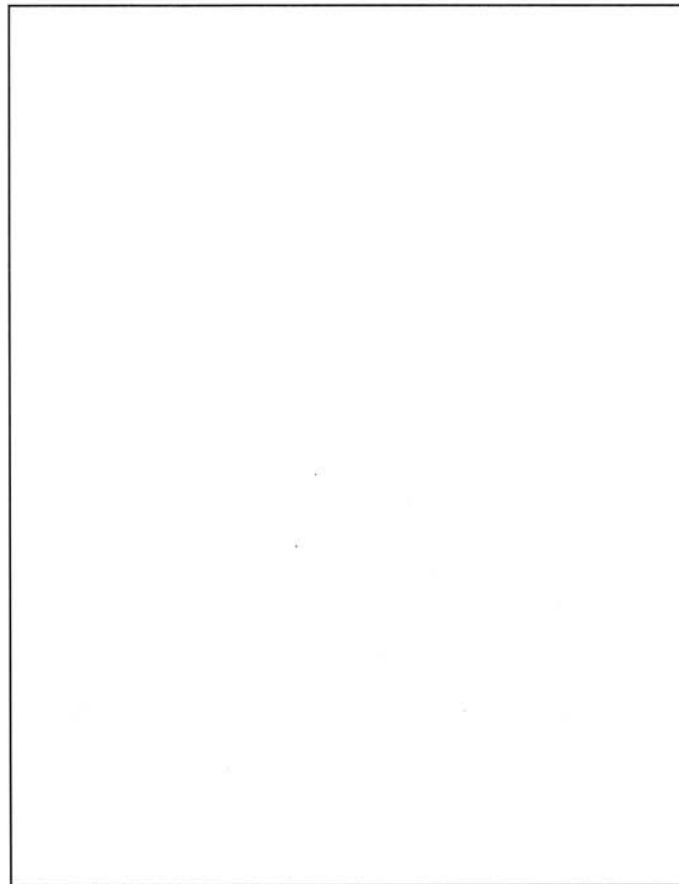
### 5. 1. 評価方法

再生液貯槽(1)－A～(1)－C, (2)－A～(2)－Cの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

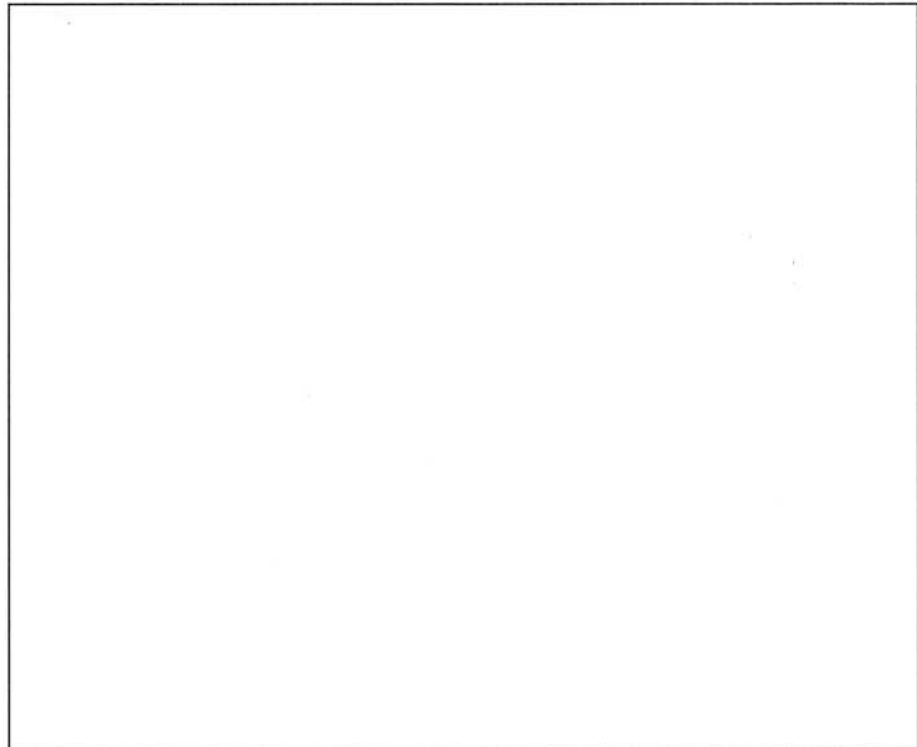
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転13-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転13-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転13-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転13-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転13-5-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 13-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 13-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 13-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準         |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 13-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 5. 1. 2. 設計用地震力

### 5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 5. 2. 応力評価

### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 13-5-4 表及び添説設 3-1-転 13-5-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 13-5-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 13-5-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 13-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 13-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

洗浄液受槽の耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転14-1-1表に示す。

添説設3-1-転14-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名   | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-------|-----|------|-------|-----------|
| 洗浄液受槽 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転14-1-2表に示す。洗浄液受槽は安全機能を有する設備として洗浄液受槽(1)、洗浄液受槽(2)、洗浄液受槽(1)架台及び洗浄液受槽(2)架台を有する。

添説設3-1-転14-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称   | 構造図        |
|--|------------|
| 洗浄液受槽(1)<br>洗浄液受槽(2)<br>洗浄液受槽(1)架台<br>洗浄液受槽(2)架台 | 添付図 図イ設-22 |



## 2. 洗浄液受槽(1)の耐震計算

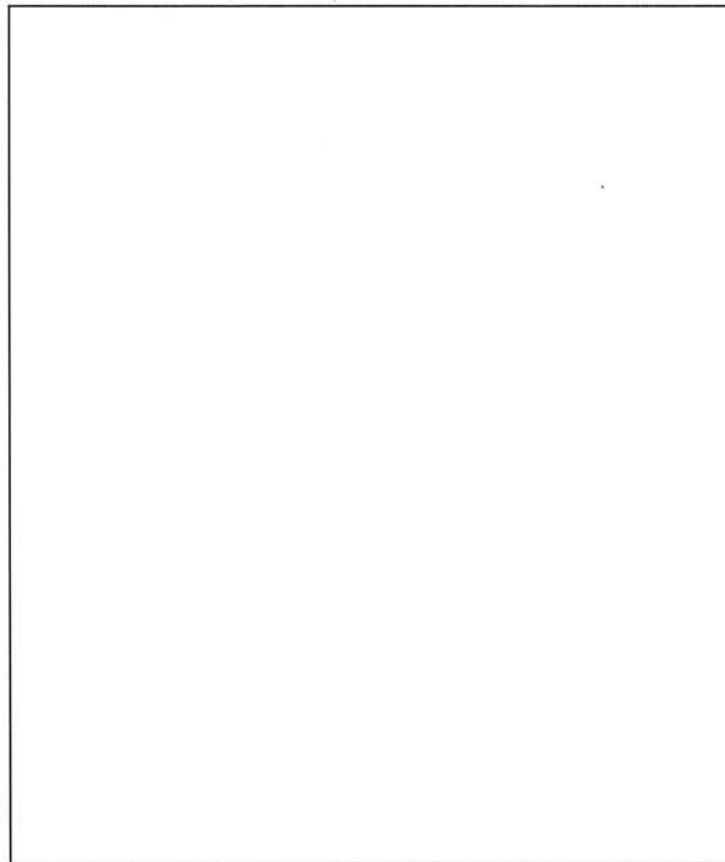
### 2. 1. 評価方法

洗浄液受槽(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

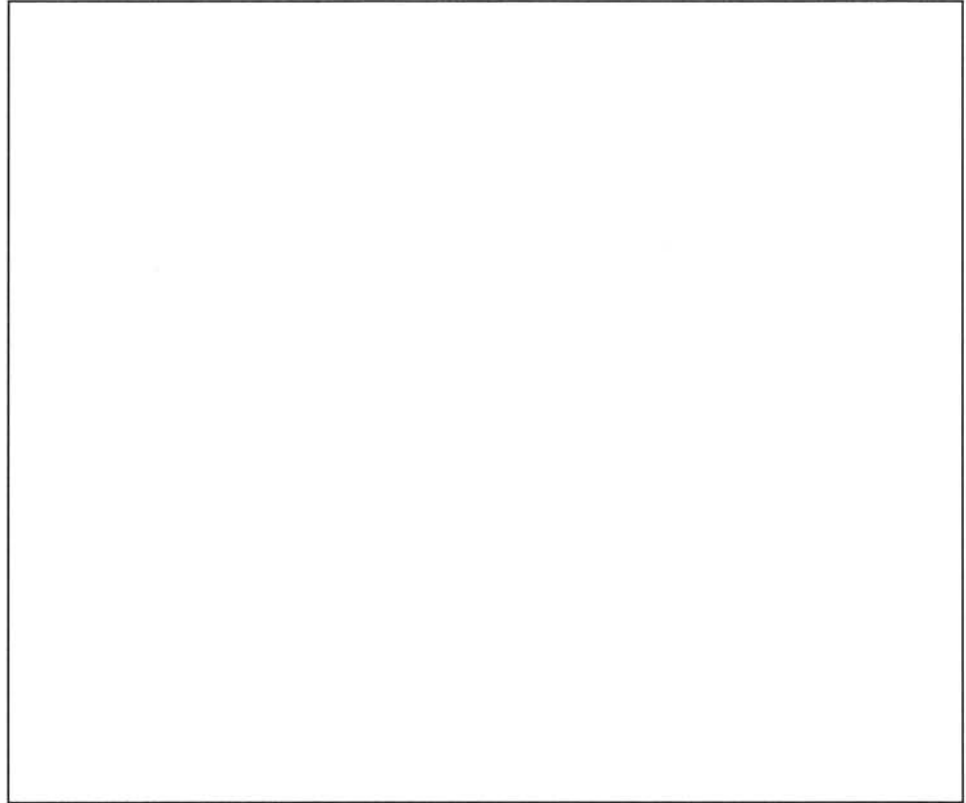
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転14-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転14-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転14-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転14-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転14-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 14-2-1 図 (2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 14-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 14-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 14-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdots \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 14-2-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 14-2-4 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. 洗浄液受槽(2)の耐震計算

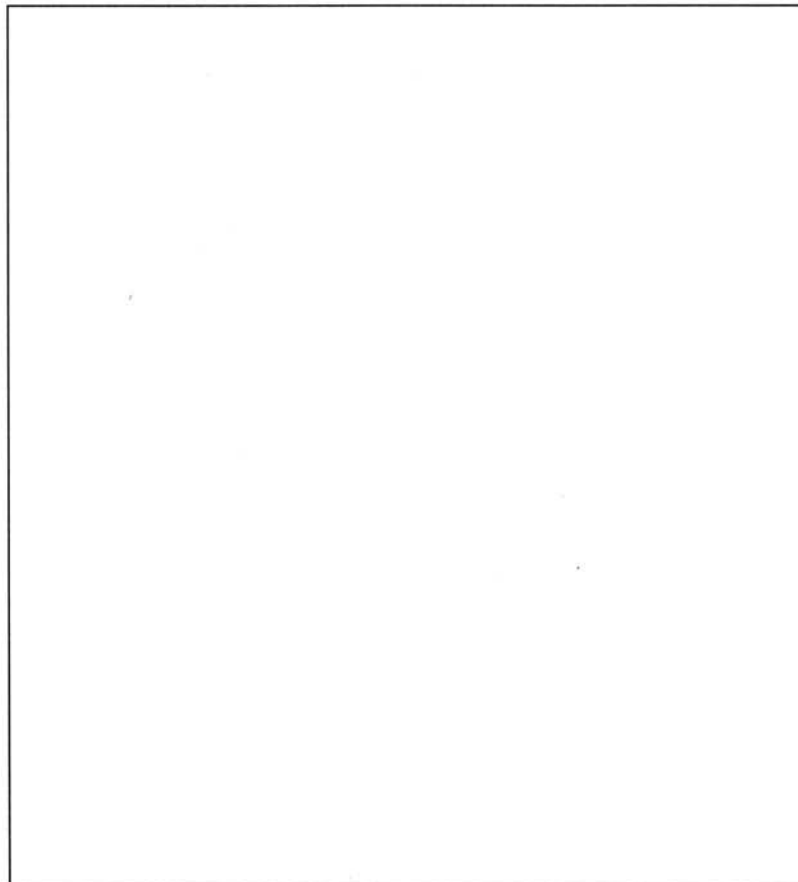
#### 3. 1. 評価方法

洗浄液受槽(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

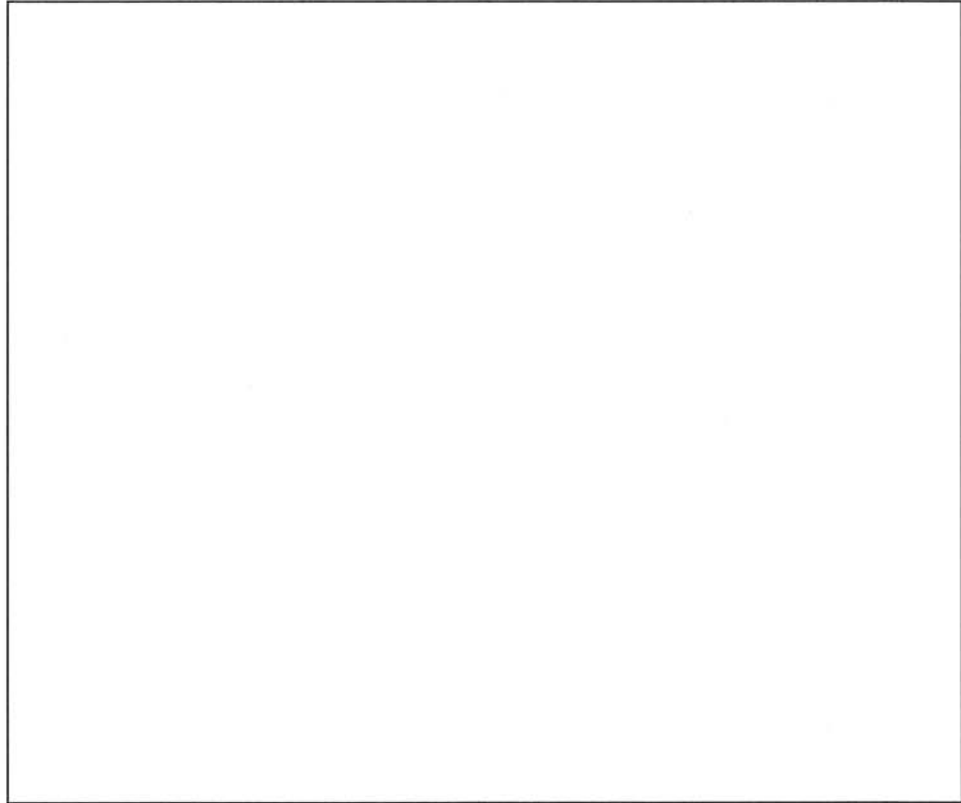
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転14-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転14-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転14-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転14-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転14-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 14-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 14-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 14-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 14-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転14-3-4表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転14-3-4表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X正   | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X正   | 01_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |



#### 4. 洗浄液受槽(1)架台の耐震計算

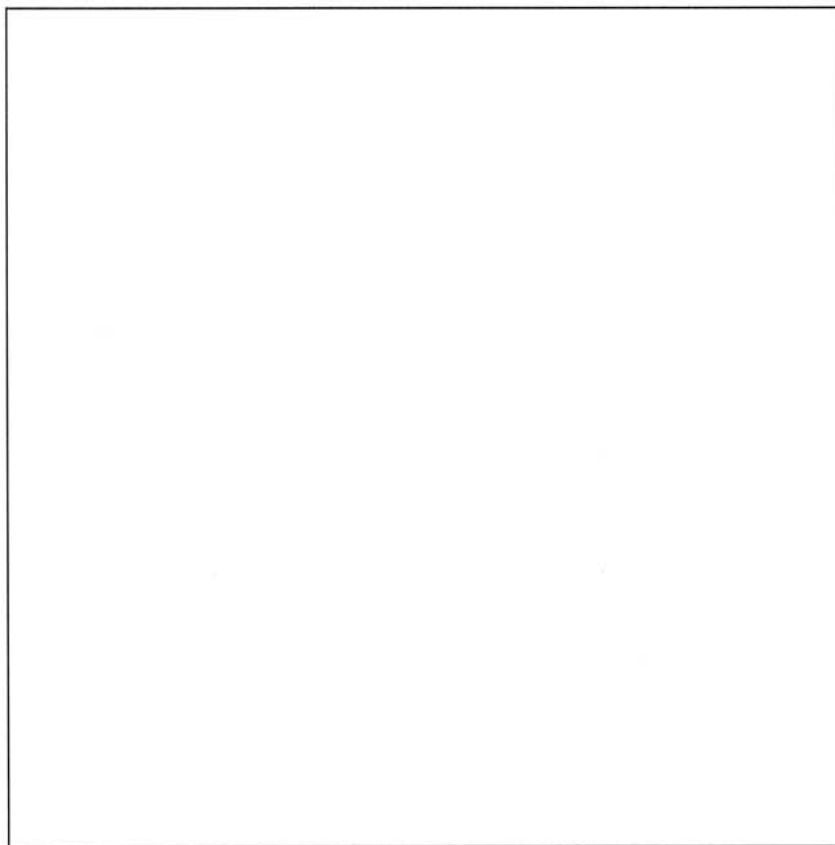
##### 4. 1. 評価方法

洗浄液受槽(1)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

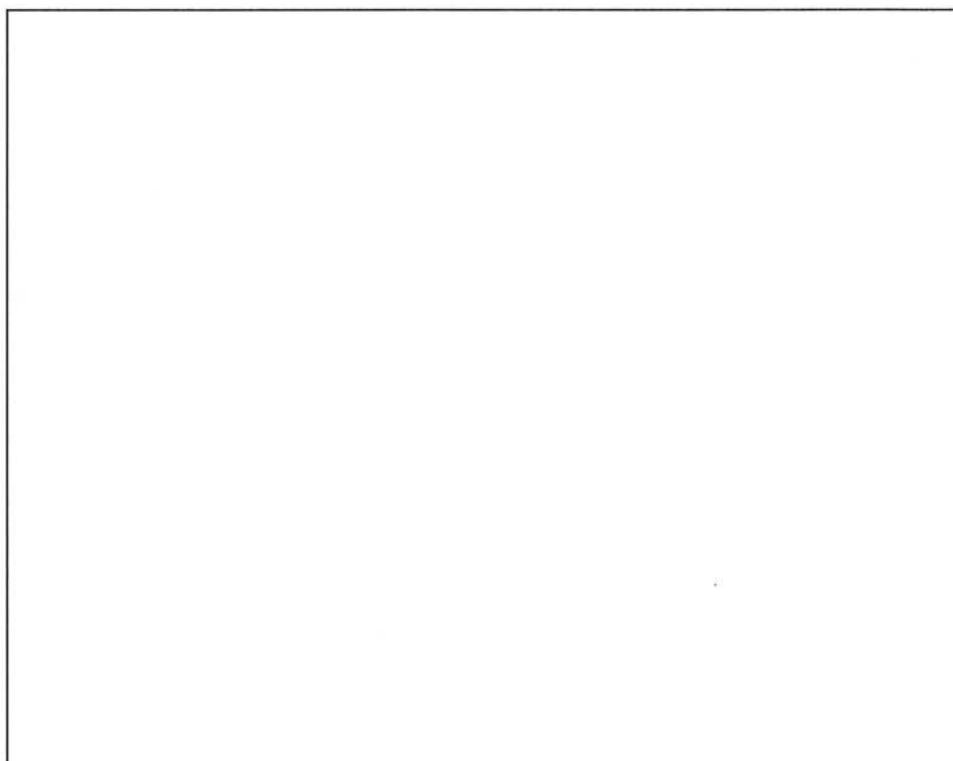
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転14-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転14-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転14-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転14-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転14-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 14-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 14-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                      | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I                  |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 14-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 14-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) 洗浄液受槽(1)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場1階に設置しており、耐震重要度分類第1類であることから、設計用地震力は静的地震力の1.0Gとする。

##### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

##### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設3-1-付1に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転14-4-4表及び添説設3-1-転14-4-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 14-4-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 14-4-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

#### 4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 14-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 14-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |

## 5. 洗浄液受槽(2)架台の耐震計算

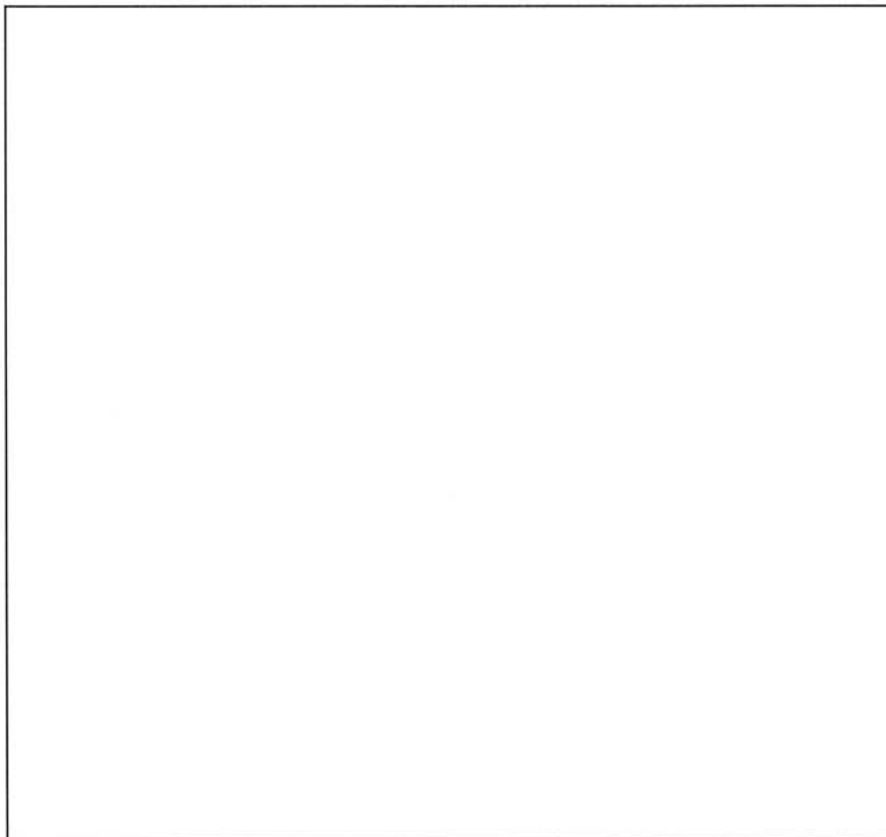
### 5. 1. 評価方法

洗浄液受槽(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

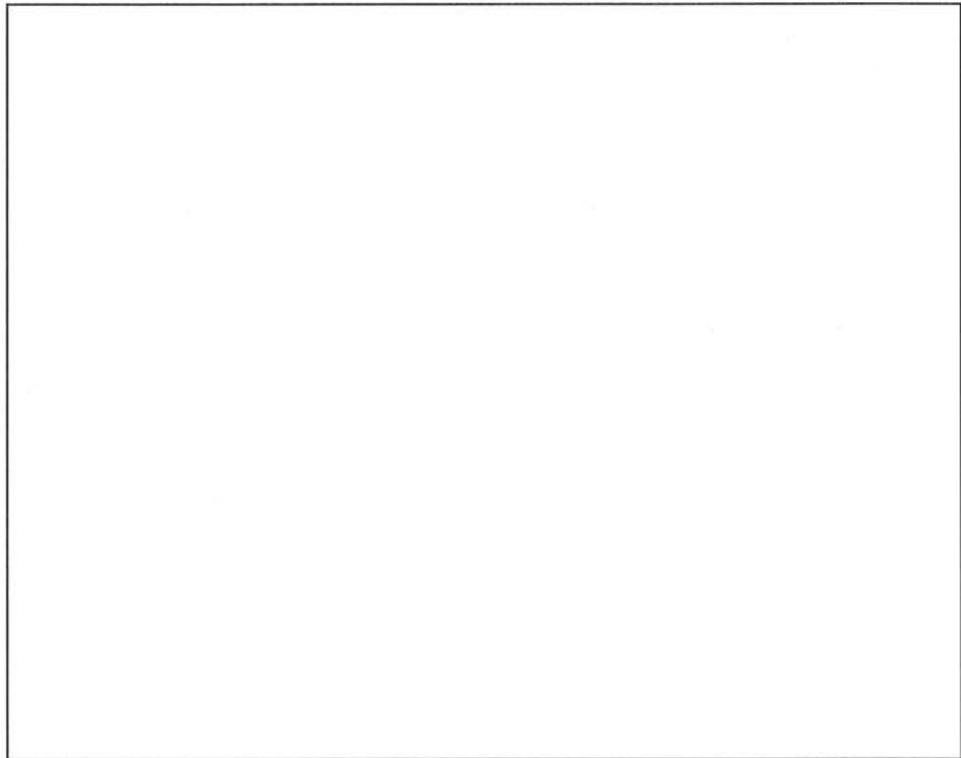
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転14-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転14-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転14-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転14-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転14-5-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 14-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 14-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] × 10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] × 10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                    | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                               | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 14-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 14-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) 洗浄液受槽(2)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

## 5. 1. 2. 設計用地震力

### 5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

## 5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

## 5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

## 5. 2. 応力評価

### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 14-5-4 表及び添説設 3-1-転 14-5-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 14-5-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 14-5-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 14-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 14-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |



予備成型乾燥機の耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転15-1-1表に示す。

添説設3-1-転15-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名     | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|---------|-----|------|-------|-----------|
| 予備成型乾燥機 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転15-1-2表に示す。予備成型乾燥機は安全機能を有する設備として予備成型乾燥機(1)(2)、予備成型乾燥機(1)架台及び予備成型乾燥機(2)架台を有する。

添説設3-1-転15-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称  | 構造図        |
|---|------------|
| 予備成型乾燥機(1)(2)<br>予備成型乾燥機(1)架台<br>予備成型乾燥機(2)架台 | 添付図 図イ設-24 |

## 2. 予備成型乾燥機(1)(2)の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

予備成型乾燥機(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として評価する。

### 2. 2. 本体の評価方法

一次固有振動数を算出する。本体の上端に自重相当の水平荷重が作用した際の上端における変形量を算出する。ここで総重量 $W=$  $[N]$ である。

$$P=W=$$
 $[N]$

本体上端に発生する最大たわみは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y}$$

ここで、

- P : 水平方向作用荷重
- L : 評価長さ
- E : ヤング係数
- $I_y$  : 断面二次モーメント

評価長さは重心高さから $L=$  $[mm]$ 、ヤング係数は使用部材である炭素鋼から $E=$  $[MPa]$ 、断面二次モーメントは最小断面積となる断面から $I_y=$  $[mm^4]$ を用いると、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta =$$
 $[mm] =$  $[cm]$

算出したその変位量を下記の式に用いて一次固有振動数  $f$  を算出する。

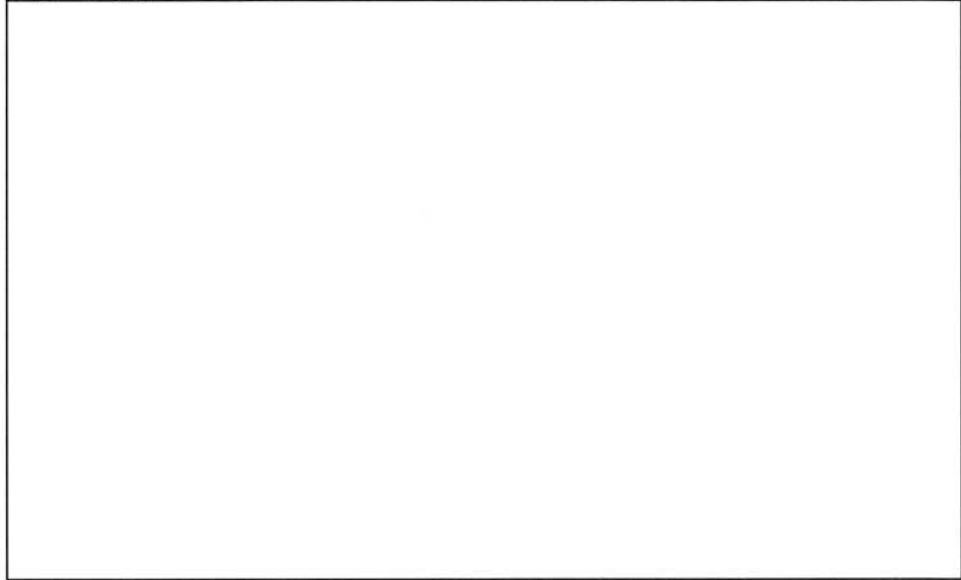
$$f = \frac{5}{\sqrt{\delta}}$$
$$f = \frac{5}{\sqrt{$$
 $}} =$  $=$  $[Hz]$

よって、一次固有振動数は $[Hz]$ となり、20 $[Hz]$ 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

## 2. 3. 据付ボルトの評価方法

### 2. 3. 1. 構造解析モデル

据付ボルトの評価モデルは添説設 3-1-転 15-2-1 図に示すとおりである。評価では、本体を質点としてモデル化し、重心位置に水平地震力 P が作用した際の転倒モーメント、安定モーメントを算出し、それらをもとに据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。許容限界は添付説明書-設 3-1-付 1 参照。



添説設3-1-転15-2-1図 予備成型乾燥機(1)(2) モデル図

### 2. 3. 2. 評価結果

予備成型乾燥機(1)(2)は剛構造のため、重心位置に水平地震力P ( $=W \cdot K_H$ ) が作用した際の転倒モーメント M1、安定モーメントM2を下式より算出する。ここで総重量  $W = \square$  [N]、設計用水平震度  $K_H = \square$ 、重心高さ  $h = \square$  [mm]、ボルト支点間距離  $l_0 = \square$  [mm]、回転中心までの長さ  $l_1 = \square$  [mm] を用いる。

$$M1 = P \cdot h = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M2 = W \cdot l_1 = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

よって、ボルト本数  $n_t = \square$ 、引抜力に作用するボルト本数  $n_t' = \square$  より、引抜力  $R_b$ 、引張応力度  $\sigma_t$ 、せん断応力度  $\tau$  は以下の通りであり、添説設 3-1-転 15-2-1 表にまとめる。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

$$R_b = \frac{M1 - M2}{l_0 \cdot nt'} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P}{A \cdot nt} = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \boxed{\phantom{00000}} = \boxed{\phantom{00000}} \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設3-1-転15-2-1表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|-----|------|------------|
| 引張応力度  |     |      |            |
| せん断応力度 |     |      |            |
| 引抜力    |     |      |            |

### 3. 予備成型乾燥機(1)架台の耐震計算

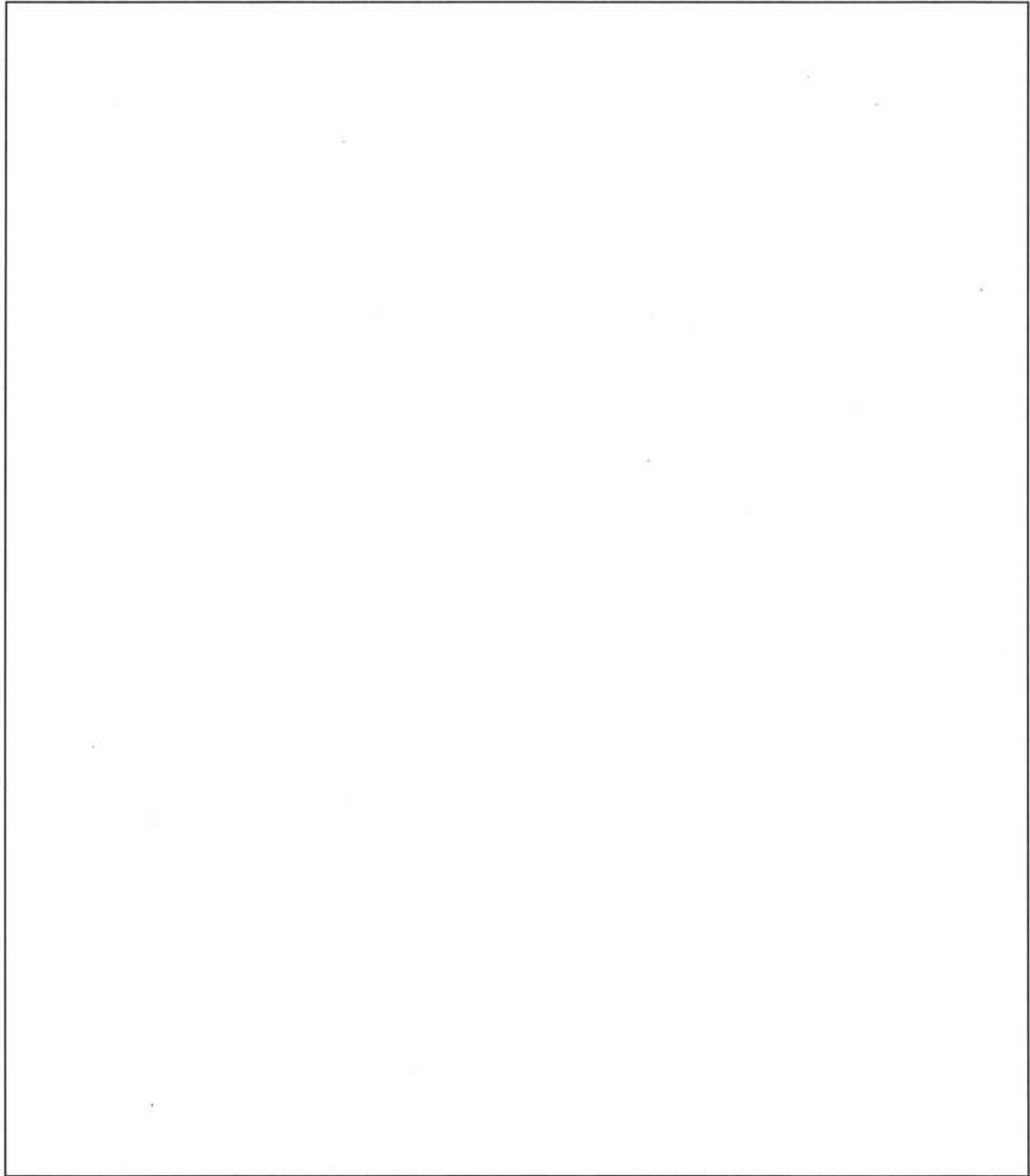
#### 3. 1. 評価方法

予備成型乾燥機(1)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

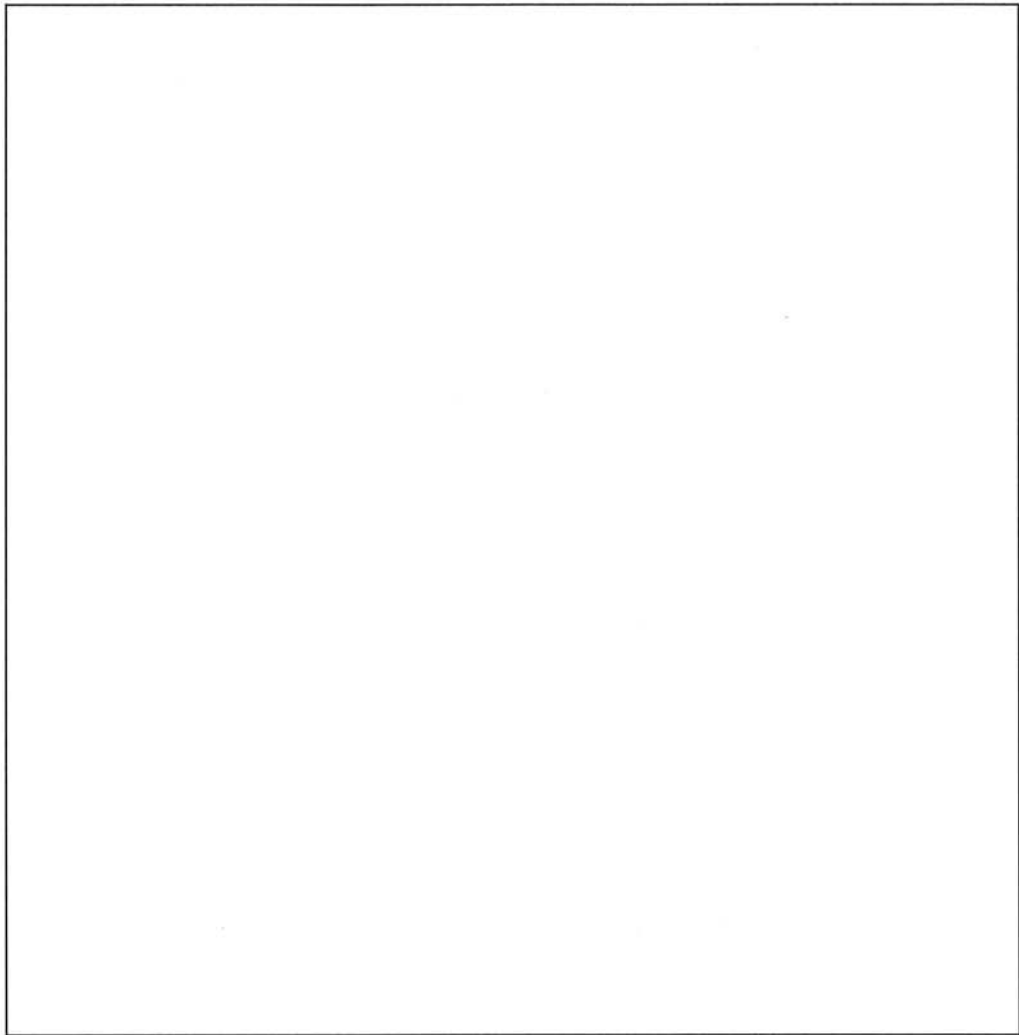
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 15-3-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 15-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 15-3-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 15-3-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 15-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 15-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 15-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m<br>] | 断面積 | 断面二次モーメント      |                | 断面係数           |                | 断面二次半径 | 出典           |
|------|----|----|--------------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------------|
|      |    |    |                    | A   | I <sub>y</sub> | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub> | Z <sub>z</sub> | I      |              |
| はり   |    |    |                    |     |                |                |                |                |        | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                    |     |                |                |                |                |        | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                    |     |                |                |                |                |        | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                    |     |                |                |                |                |        | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                    |     |                |                |                |                |        | JIS<br>G3466 |
| 柱    |    |    |                    |     |                |                |                |                |        | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                    |     |                |                |                |                |        | 計算<br>値      |



添説設 3-1-転 15-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 15-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

$$\text{解析結果より、} \delta = \square \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 15-3-4 表及び添説設 3-1-転 15-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 15-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 04_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 15-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 06_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 06_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 負  | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |

#### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 15-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 15-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 負  | 00_04 |           |           |           |     |      |            |

#### 4. 予備成型乾燥機(2)架台の耐震計算

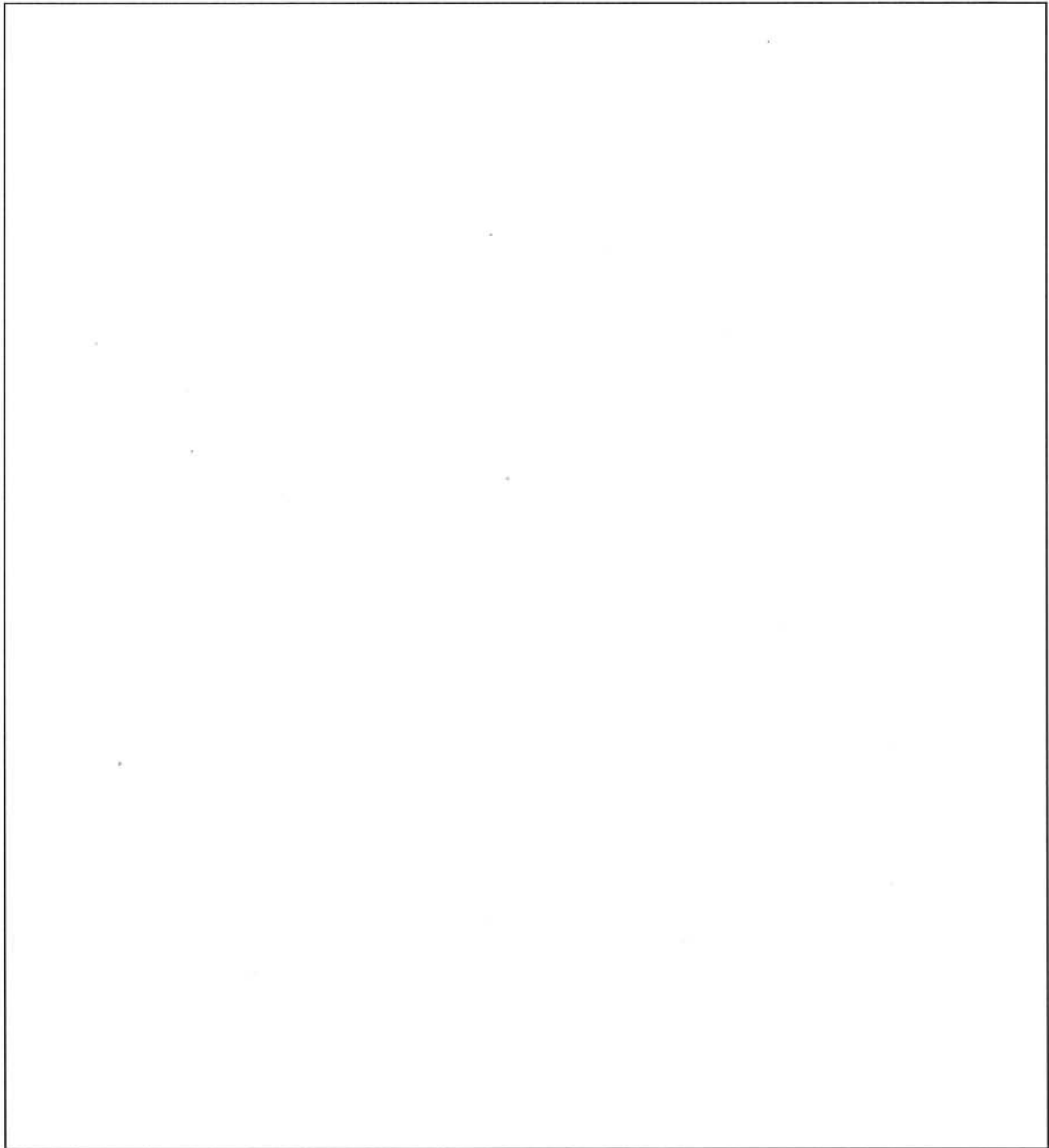
##### 4. 1. 評価方法

予備成型乾燥機(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

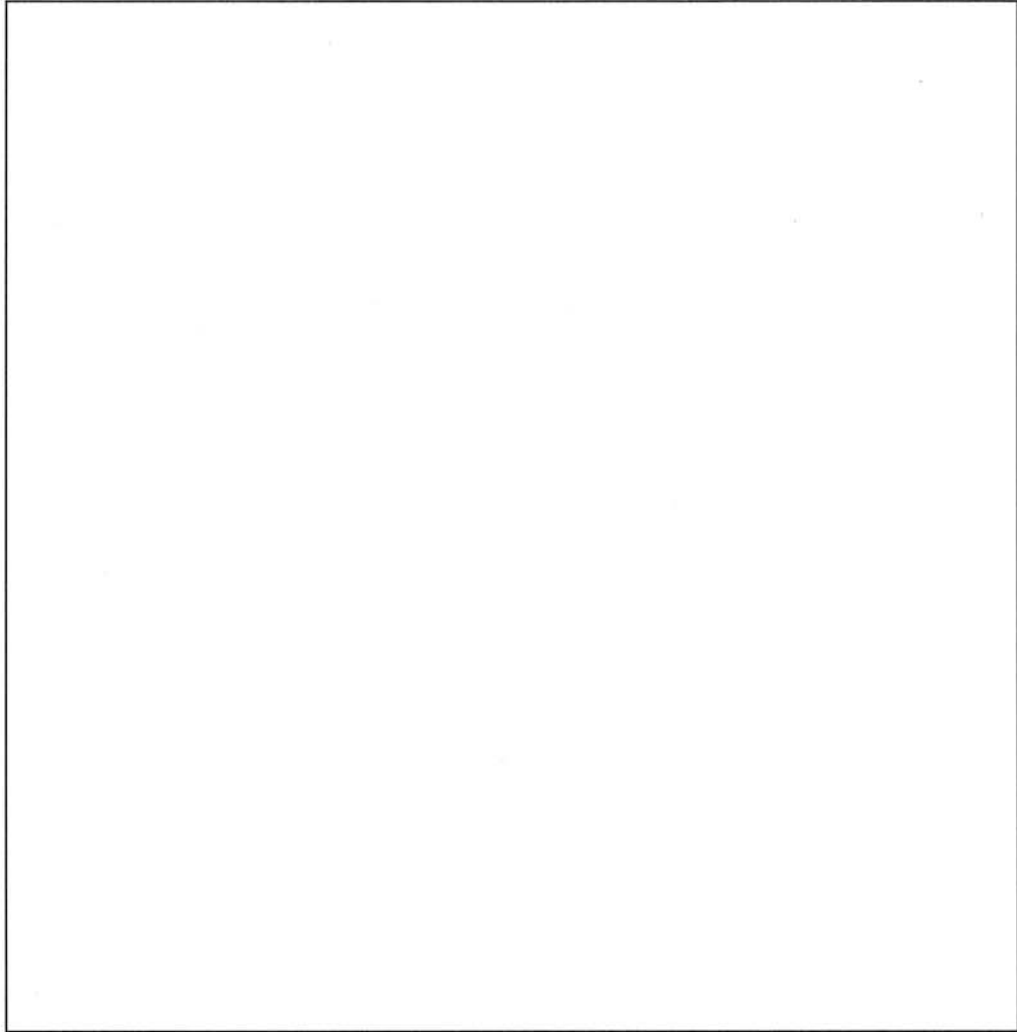
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 15-4-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 15-4-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 15-4-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 15-4-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 15-4-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 15-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] × 10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] × 10 <sup>3</sup> |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                               | Z <sub>z</sub> | I                  |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3466 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | 計算値          |

添説設 3-1-転 15-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 15-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

$$\text{解析結果より、} \delta = \square \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

##### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

###### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

###### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

##### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 15-4-4 表及び添説設 3-1-1-転 15-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 15-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 04_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 15-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 06_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 負  | 06_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |

##### 4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 15-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 15-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 負  | 00_04 |           |           |           |     |      |            |

乾燥機の耐震計算書



1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転16-1-1表に示す。

添説設3-1-転16-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名 | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-----|-----|------|-------|-----------|
| 乾燥機 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転16-1-2表に示す。乾燥機は安全機能を有する設備として粉末回収ボックス(1)(2)-A、(1)(2)-C、粉末回収ボックス(1)(2)-B、乾燥機(1)(2)及びADUスクラバ(1)(2)を有する。

添説設3-1-転16-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                      | 構造図        |
|---------------------------|------------|
| 乾燥機(1)(2)                 | 添付図 図イ設-25 |
| 粉末回収ボックス(1)(2)-A~(1)(2)-C | 添付図 図イ設-26 |
| ADUスクラバ(1)(2)             | 添付図 図イ設-27 |

## 2. 粉末回収ボックス(1)(2)－A, (1)(2)－Cの耐震計算

### 2. 1. 評価方法

粉末回収ボックス(1)(2)－A, (1)(2)－Cの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及びボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

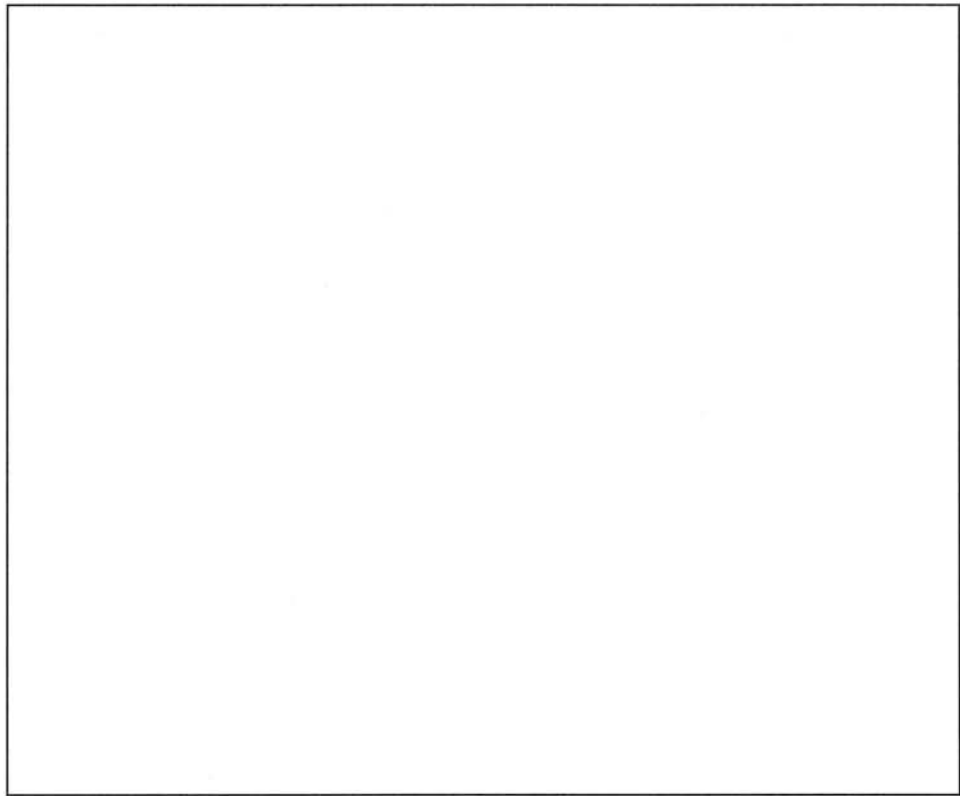
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転16-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転16-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転16-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転16-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転16-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 16-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 16-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 16-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 16-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所 <sup>*1</sup> |
|-----|--------------------|
|     |                    |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウラン及びそれを内包する容器を含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場1階に設置しており、耐震重要度分類第1類であることから、設計用地震力は静的地震力の1.0Gとする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設3-1-付1に示す。

## 2. 2. 応力評価

### 2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転16-2-4表及び添説設3-1-転16-2-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 16-2-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 16-2-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 16-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 16-2-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |

### 3. 粉末回収ボックス(1)(2)－Bの耐震計算

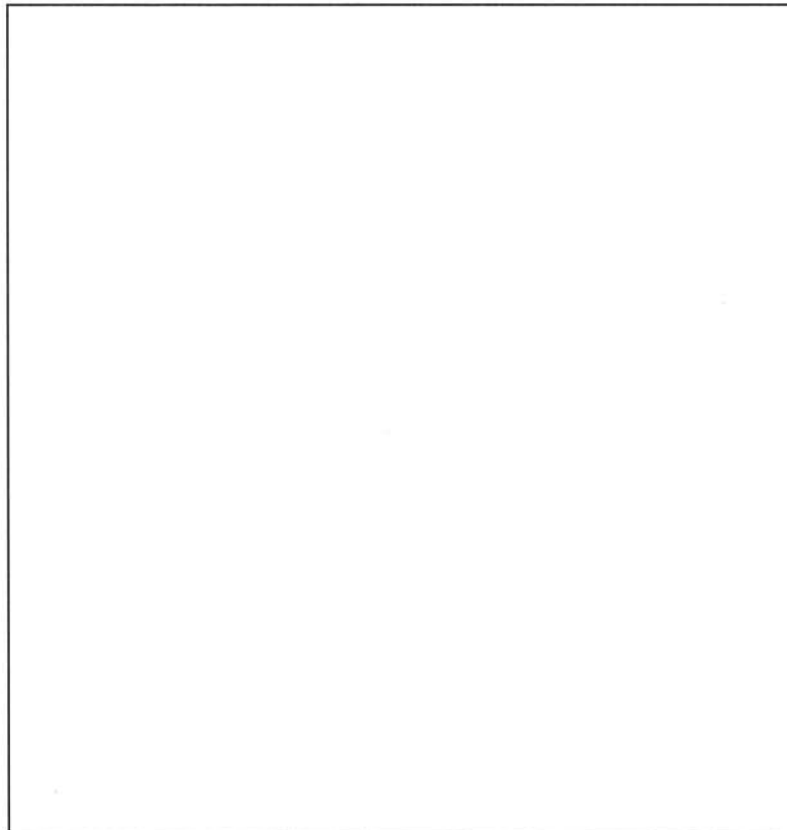
#### 3. 1. 評価方法

粉末回収ボックス(1)(2)－Bの地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及びボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

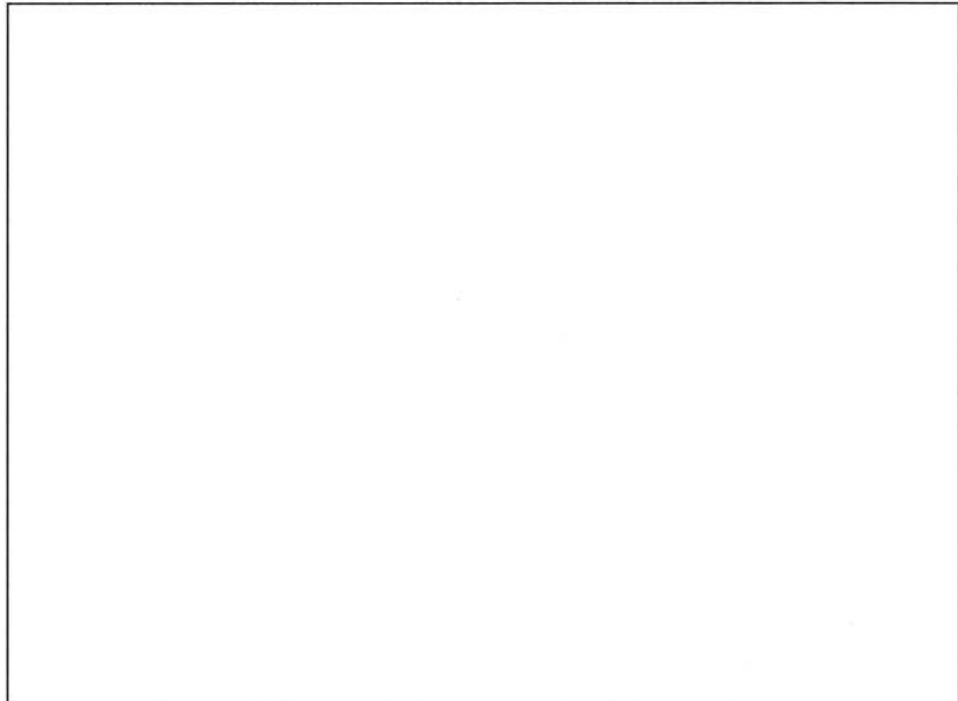
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転16-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転16-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転16-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転16-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転16-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 16-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 16-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 16-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 16-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウラン及びそれを内包する容器を含む。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場1階に設置しており、耐震重要度分類第1類であることから、設計用地震力は静的地震力の1.0Gとする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設3-1-付1に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転16-3-4表及び添説設3-1-転16-3-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。



添説設 3-1-転 16-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 16-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |

3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 16-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 16-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_04 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |

#### 4. 乾燥機(1)(2)の耐震計算

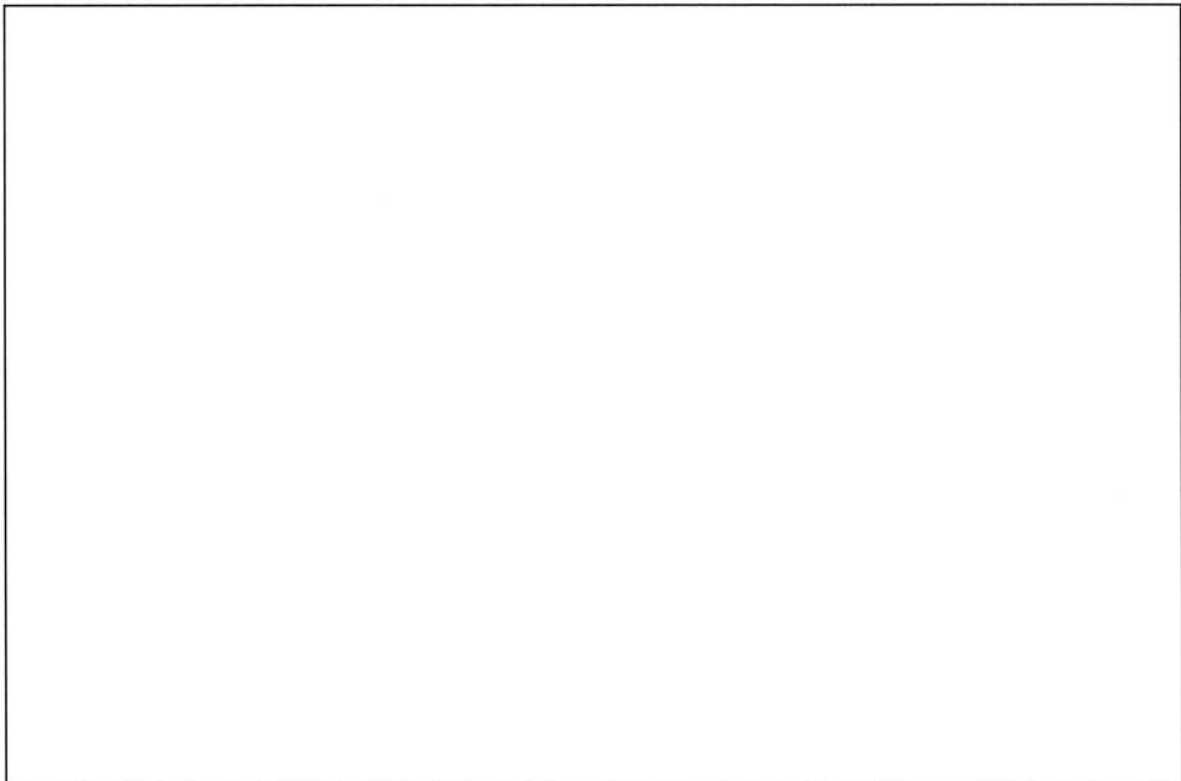
##### 4. 1. 評価方法

乾燥機(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、それを支持する架台及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

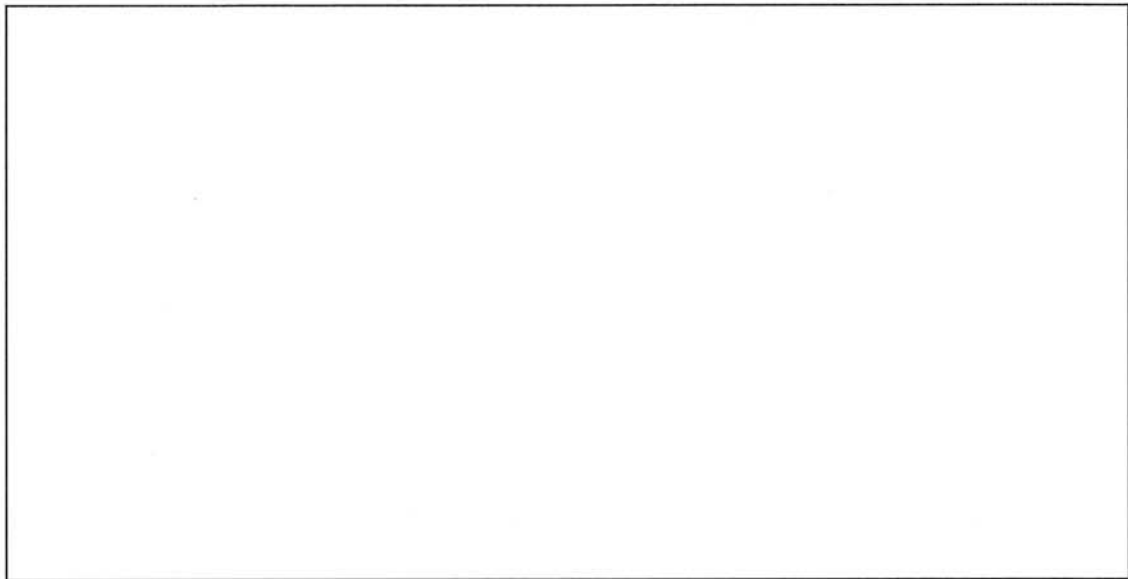
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転16-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転16-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転16-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転16-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転16-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 16-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 16-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] $\times 10^4$ |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] $\times 10^3$ |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                    | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                           | Z <sub>z</sub> | I                  |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | 計算値          |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | 計算値          |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | 計算値          |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3466 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | 計算値          |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | 計算値          |

添説設 3-1-転 16-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準         |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準         |

添説設 3-1-転 16-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

### 4. 2. 応力評価

#### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 16-4-4 表及び添説設 3-1-転 16-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 16-4-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 15_20 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_08 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 16-4-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 15_20 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_20 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 負  | 06_21 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 負  | 15_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 07_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 07_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |

4. 2. 1. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 16-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 16-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 負  | 00_13 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 01_11 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 01_09 |           |           |           |     |      |            |

## 5. ADU スクラバ(1)(2)の耐震計算

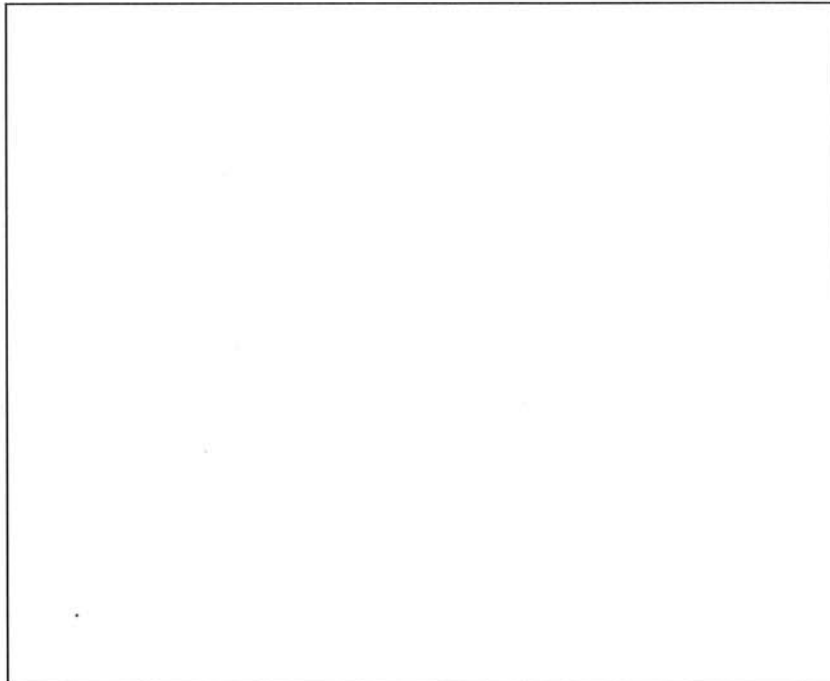
### 5. 1. 評価方法

ADU スクラバ(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転16-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転16-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転16-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転16-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転16-5-1図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 16-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量*<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|-----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|-----|
|      |    |    |                 | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |     |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |

\*：内容物や構成品を含む重量

添説設 3-1-転 16-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 16-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 5. 1. 2. 設計用地震力

#### 5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm] を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

$$\text{解析結果より、} \delta = \square \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。



#### 5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設3-1-付1に示す。

#### 5. 2. 応力評価

##### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転16-5-4表及び添説設3-1-転16-5-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転16-5-4表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設3-1-転16-5-5表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X正   | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X正   | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X正   | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X正   | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X正   | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 16-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 16-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | X 正  | 00_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

ADU ブロータンクの耐震計算書

1. 設備・機器概要

1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転17-1-1表に示す。

添説設3-1-転17-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名       | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-----------|-----|------|-------|-----------|
| ADUブロータンク | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転17-1-2表に示す。ADUブロータンクは安全機能を有する設備としてADUブロータンク(1)(2)及びADUブロータンク(1)(2)架台を有する。

添説設3-1-転17-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                                 | 構造図        |
|--------------------------------------|------------|
| ADUブロータンク(1)(2)<br>ADUブロータンク(1)(2)架台 | 添付図 図イ設-29 |

## 2. ADU ブロータンク (1) (2) の耐震計算

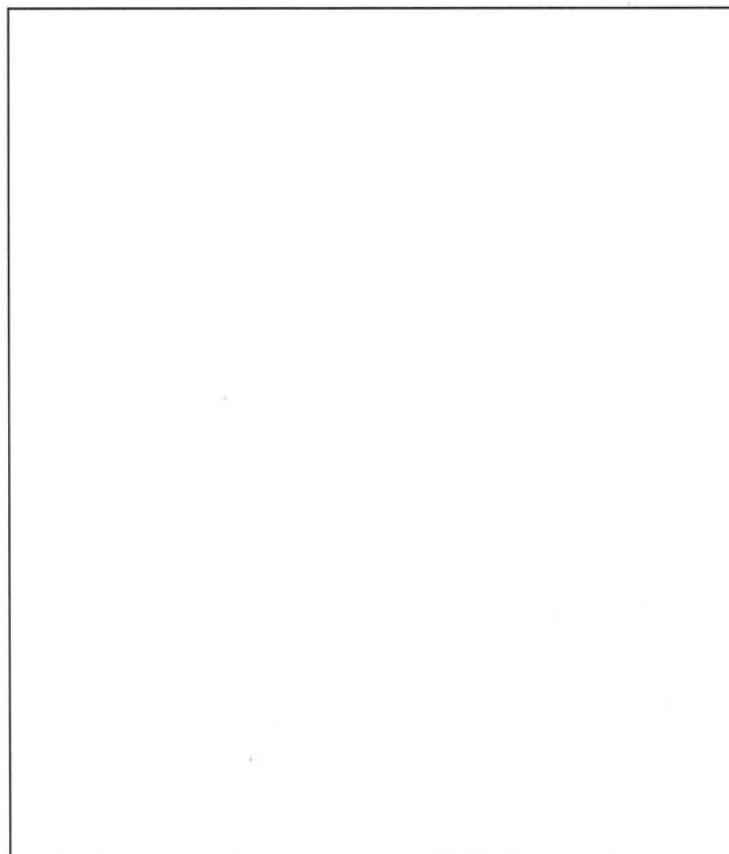
### 2. 1. 評価方法

ADU ブロータンク (1) (2) の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

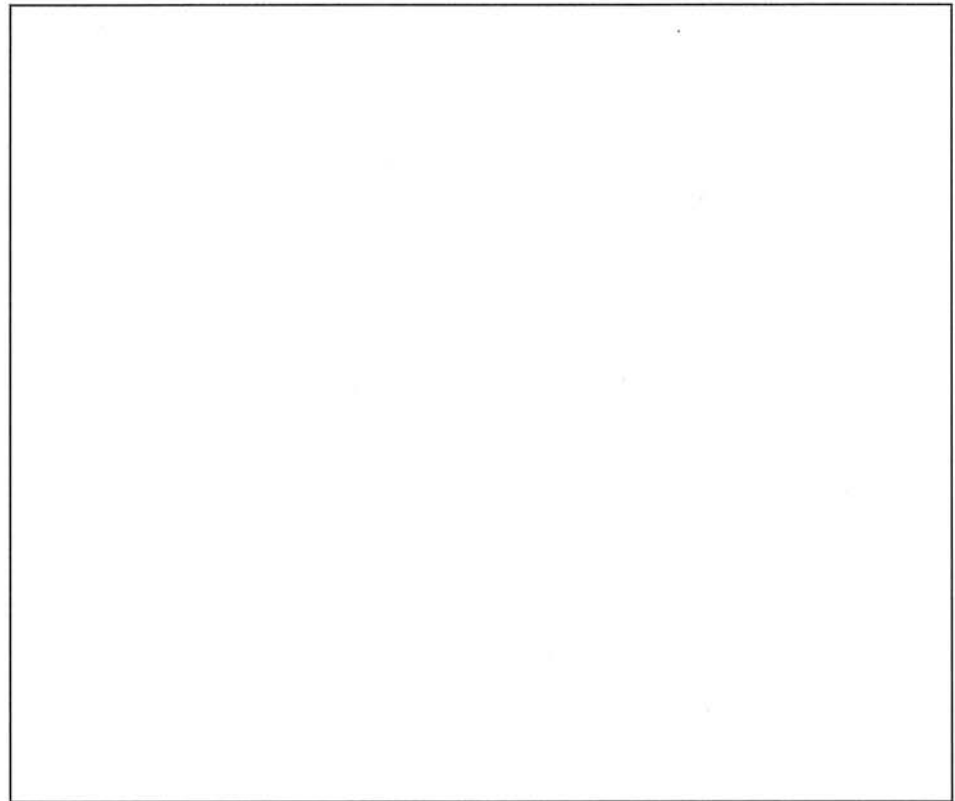
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 17-2-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 17-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 17-2-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 17-2-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 17-2-1 図 (1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 17-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 17-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] × 10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] × 10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                    | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                               | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 17-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 17-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

$$\text{解析結果より、} \delta = \square \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転17-2-4表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転17-2-4表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X正   | 05_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X正   | 05_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |



### 3. ADU ブロータンク (1) (2) 架台の耐震計算

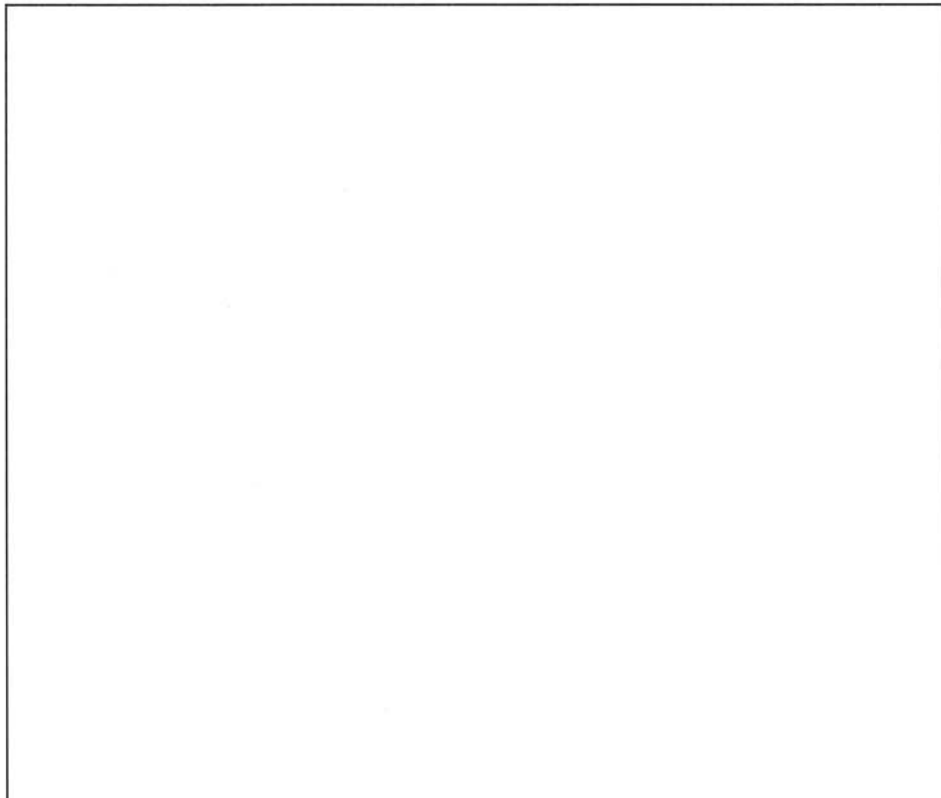
#### 3. 1. 評価方法

ADU ブロータンク (1) (2) 架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

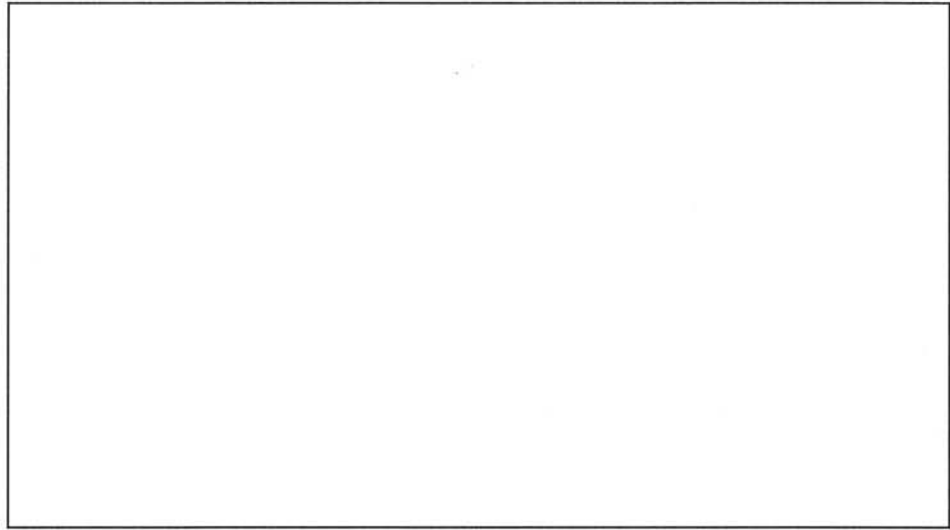
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 17-3-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 17-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 17-3-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 17-3-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 17-3-1 図 (1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 17-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 17-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] × 10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] × 10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                    | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                               | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 17-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 17-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注1) ADU ブロータンク (1) (2) の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書―設 3-1-付 1 に示す。

## 3. 2. 応力評価

### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書―設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 17-3-4 表及び添説設 3-1-転 17-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 17-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 17-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 01_10 |          |             |             |           |           |     |      |            |

3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 17-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 17-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |

ADU 受けホッパの耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転18-1-1表に示す。

添説設3-1-転18-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名      | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|----------|-----|------|-------|-----------|
| ADU受けホッパ | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転18-1-2表に示す。ADU受けホッパは安全機能を有する設備としてADU受けホッパ(1)(2)及びADU受けホッパ(1)(2)架台を有する。

添説設3-1-転18-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                               | 構造図        |
|------------------------------------|------------|
| ADU受けホッパ(1)(2)<br>ADU受けホッパ(1)(2)架台 | 添付図 図イ設-30 |

## 2. ADU 受けホッパ(1)(2)の耐震計算

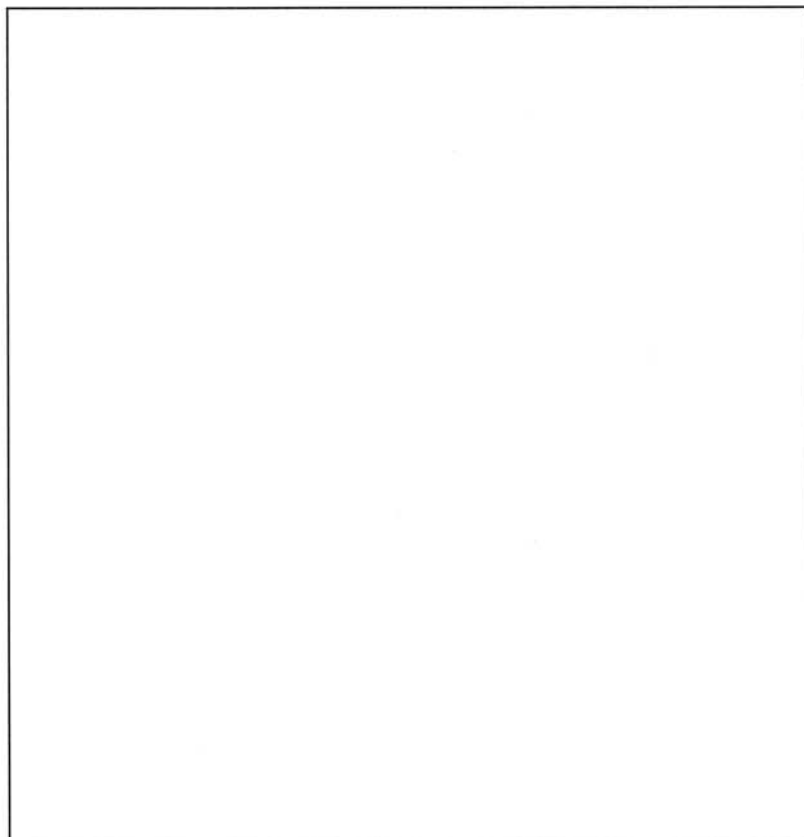
### 2. 1. 評価方法

ADU 受けホッパ(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

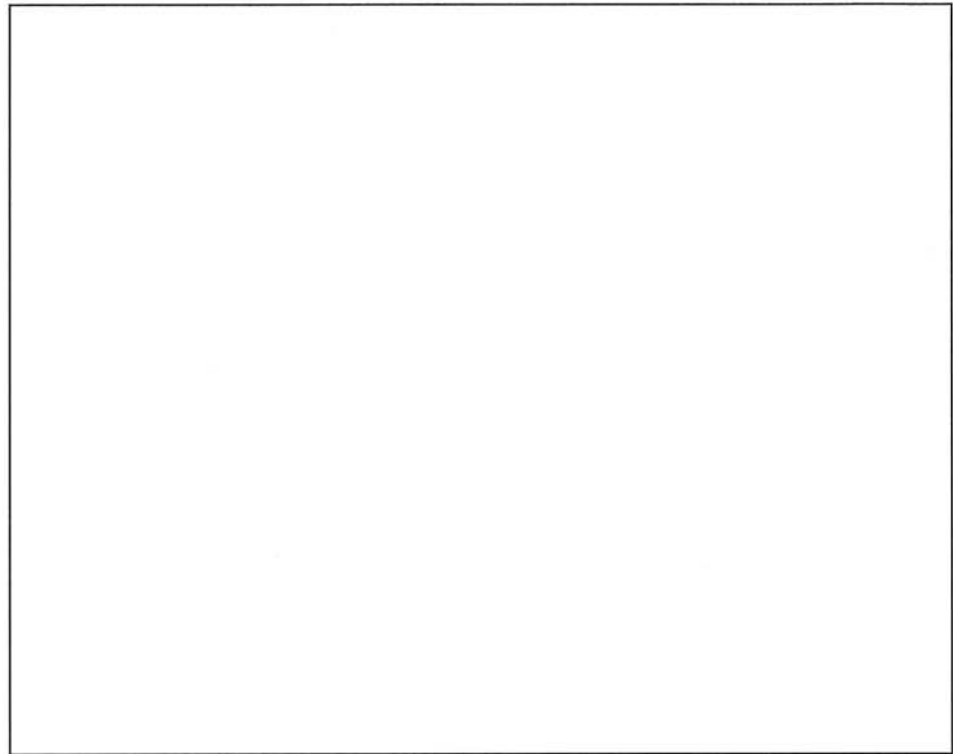
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 18-2-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 18-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 18-2-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 18-2-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 18-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 18-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 18-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 18-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 18-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。



## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \approx \square \cdots \approx \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 18-2-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 18-2-4 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. ADU 受けホッパ(1)(2)架台の耐震計算

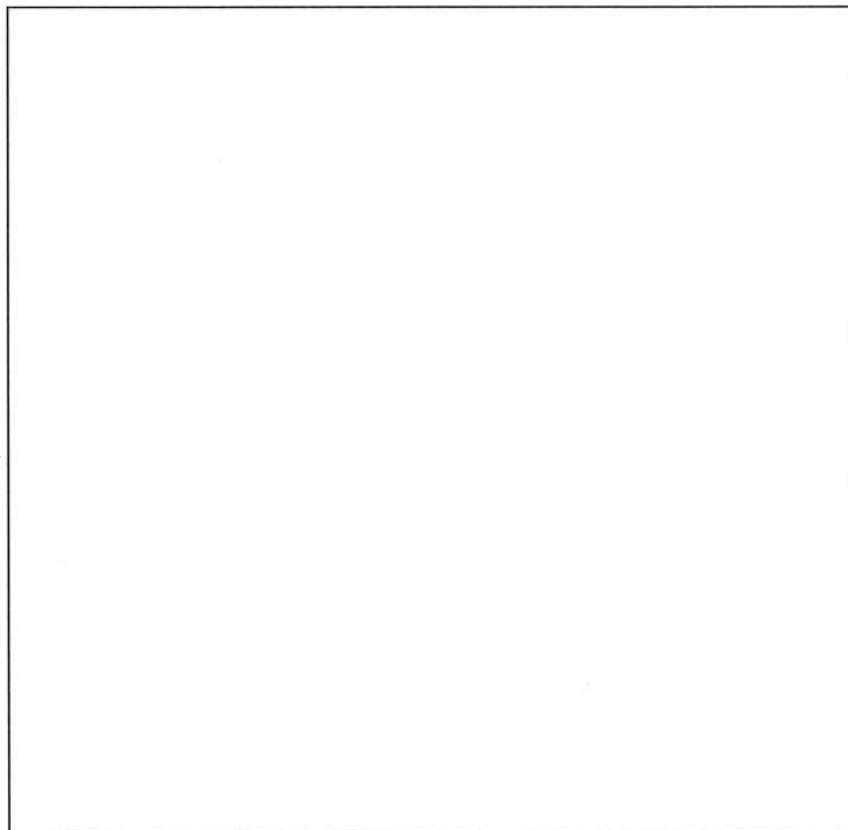
#### 3. 1. 評価方法

ADU 受けホッパ(1)(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

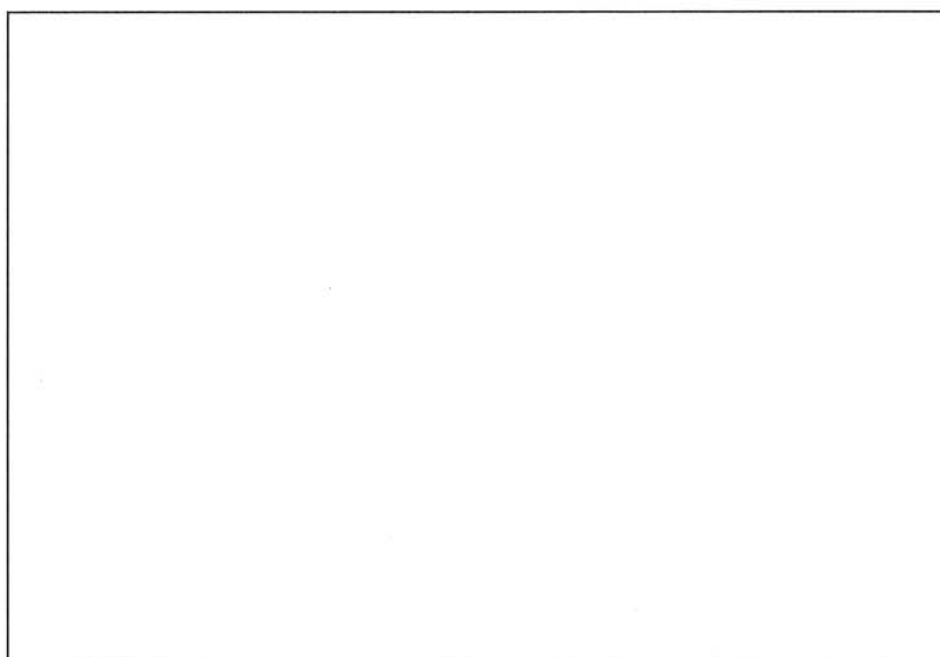
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 18-3-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 18-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 18-3-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 18-3-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 18-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 18-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 18-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] $\times 10^4$ |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] $\times 10^3$ |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                    | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                           | Z <sub>z</sub> | I                  |    |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                | JIS<br>G3192       |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                | JIS<br>G3192       |    |

添説設 3-1-転 18-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 18-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) ADU 受けホッパ(1)(2)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 18-3-4 表及び添説設 3-1-転 18-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 18-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 18-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 18-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 18-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

ADU バグフィルタの耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転19-1-1表に示す。

添説設3-1-転19-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名        | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|------------|-----|------|-------|-----------|
| ADU バグフィルタ | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転19-1-2表に示す。ADU バグフィルタは安全機能を有する設備としてADU バグフィルタ(1)(2)、ADU バグフィルタ上部フード(1)(2)、ADU バグフィルタ下部フード(1)(2)及びADU バックアップフィルタ(1)(2)を有する。

添説設3-1-転19-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称   | 構造図        |
|--|------------|
| ADU バグフィルタ(1)(2)<br>ADU バグフィルタ上部フード(1)(2)<br>ADU バグフィルタ下部フード(1)(2) | 添付図 図イ設-31 |
| ADU バックアップフィルタ(1)(2)   | 添付図 図イ設-32 |



## 2. ADU バグフィルタ (1) (2) の耐震計算

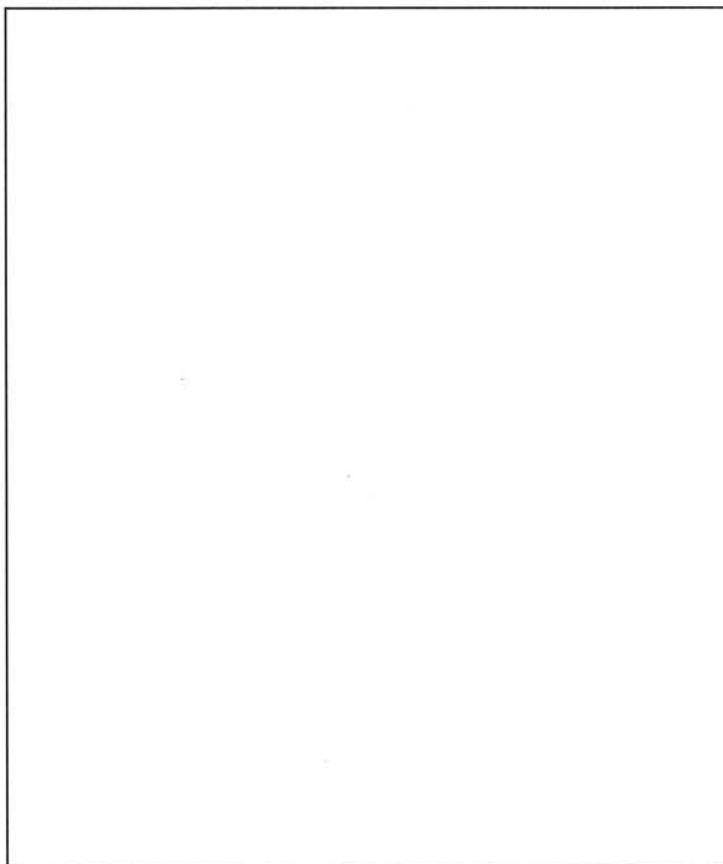
### 2. 1. 評価方法

ADU バグフィルタ (1) (2) の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及びボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 19-2-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 19-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 19-2-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 19-2-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 19-2-1 図 (1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 19-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 19-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 19-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 19-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

### 2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 19-2-4 表及び添説設 3-1-転 19-2-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 19-2-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 19-2-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 19-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 19-2-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. ADU バグフィルタ上部フード(1)(2)の耐震計算

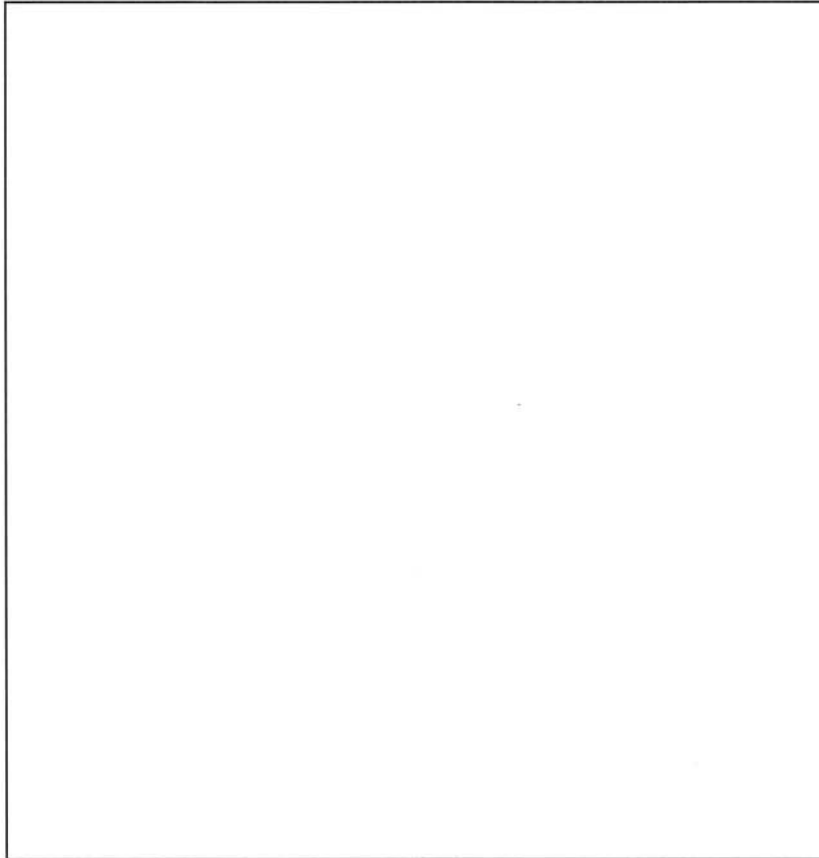
#### 3. 1. 評価方法

ADU バグフィルタ上部フード(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及びボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転19-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転19-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転19-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転19-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転19-3-1図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 19-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積 | 断面二次モーメント      |                | 断面係数           |                | 断面二次半径 | 出典           |
|------|----|----|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------------|
|      |    |    |                | A   | I <sub>y</sub> | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub> | Z <sub>z</sub> | I      |              |
| はり   |    |    |                |     |                |                |                |                |        | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |     |                |                |                |                |        | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |     |                |                |                |                |        | 計算値          |

添説設 3-1-転 19-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 19-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 3. 2. 応力評価

### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 19-3-4 表及び添説設 3-1-転 19-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 19-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 00_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 19-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_08 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 19-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 19-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_07 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_05 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |     |      |            |



#### 4. ADU バグフィルタ下部フード(1)(2)の耐震計算

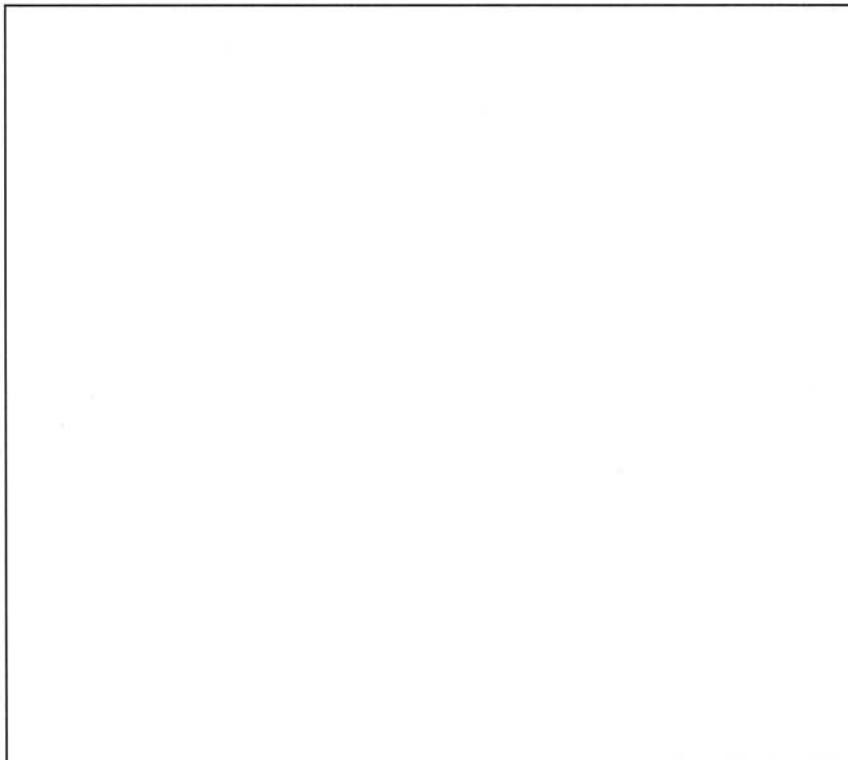
##### 4. 1. 評価方法

ADU バグフィルタ下部フード(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及びボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 19-4-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 19-4-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 19-4-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 19-4-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 19-4-1 図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 19-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 19-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 19-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 19-4-4 表及び添説設 3-1-転 19-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 19-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 19-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 01_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

#### 4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書―設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 19-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 19-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 01_05 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 01_05 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

## 5. ADUバックアップフィルタ(1)(2)の耐震計算

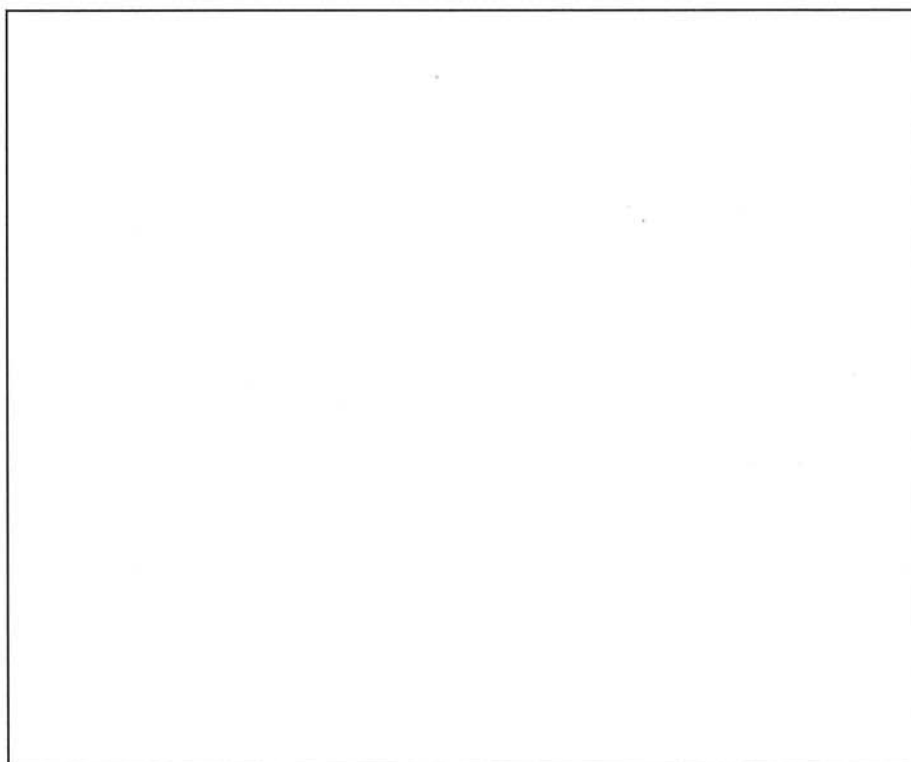
### 5. 1. 評価方法

ADUバックアップフィルタ(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、それを支持する架台及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

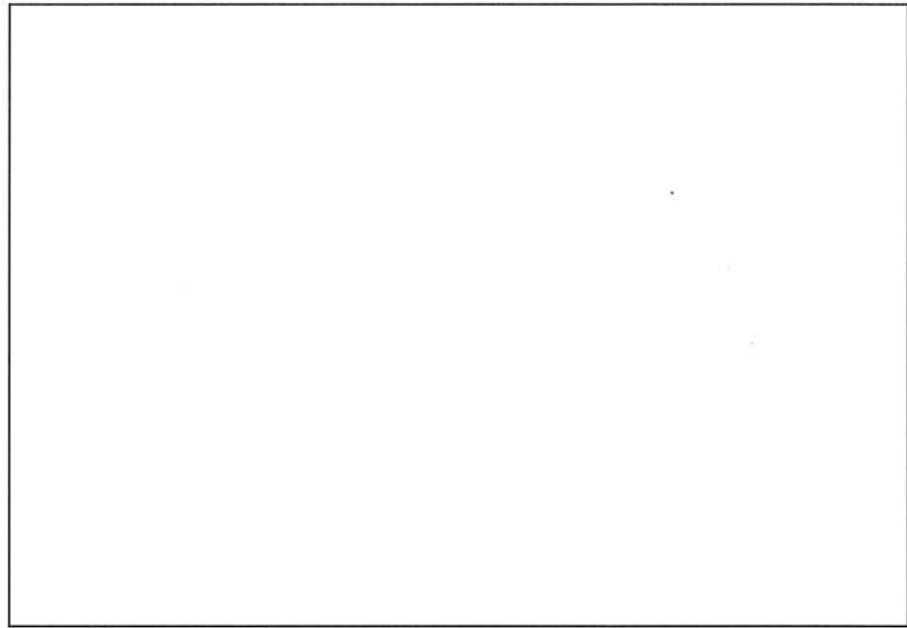
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転19-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転19-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転19-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転19-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転19-5-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 19-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 19-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] $\times 10^4$ |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] $\times 10^3$ |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                           | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 19-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 19-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

## 5. 1. 2. 設計用地震力

### 5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 5. 2. 応力評価

### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 19-5-4 表及び添説設 3-1-転 19-5-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 19-5-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 19-5-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 01_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 01_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 01_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 19-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 19-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |



リサイクル粉搬送装置の耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転20-1-1表に示す。

添説設3-1-転20-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名        | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|------------|-----|------|-------|-----------|
| リサイクル粉搬送装置 | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転20-1-2表に示す。リサイクル粉搬送装置は安全機能を有する設備としてリサイクル粉搬送装置(1)、リサイクル粉搬送装置(2)及び出口コンベア部架台を有する。

添説設3-1-転20-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                                  | 構造図        |
|---------------------------------------|------------|
| リサイクル粉搬送装置(1)、リサイクル粉搬送装置(2)、出口コンベア部架台 | 添付図 図イ設-33 |

## 2. リサイクル粉搬送装置(1)の耐震計算

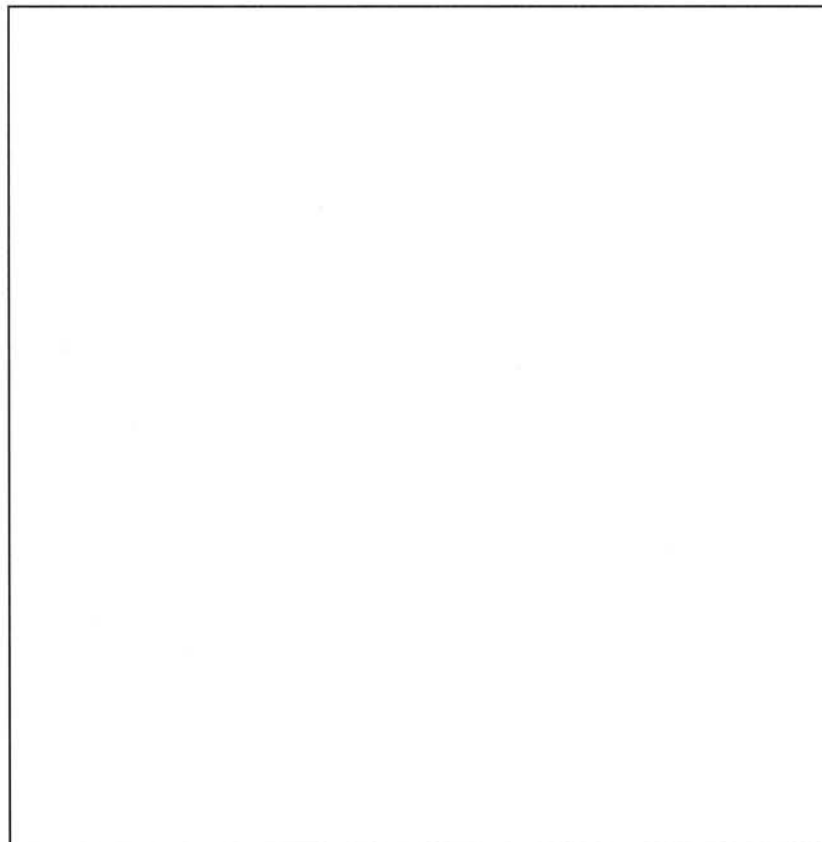
### 2. 1. 評価方法

リサイクル粉搬送装置(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

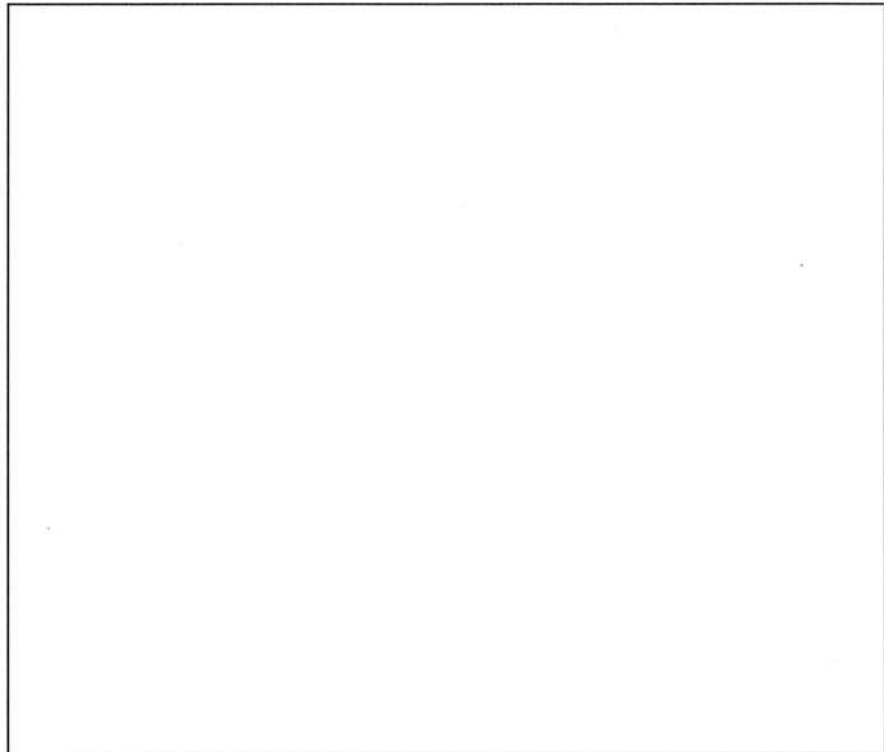
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転20-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転20-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転20-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転20-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転20-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 20-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 20-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積 | 断面二次モーメント      |                | 断面係数           |                | 断面二次半径       | 出典 |
|------|----|----|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----|
|      |    |    |                | A   | I <sub>y</sub> | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub> | Z <sub>z</sub> | I            |    |
| 柱    |    |    |                |     |                |                |                |                | JIS<br>G3466 |    |
| はり   |    |    |                |     |                |                |                |                | JIS<br>G3192 |    |

添説設 3-1-転 20-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 20-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウラン及びそれを内包する容器を含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \approx \square \cdot \cdot \cdot \approx \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

### 2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 20-2-4 表及び添説設 3-1-転 20-2-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 20-2-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 05_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 06_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 06_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 06_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 20-2-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 負  | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 負  | 07_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 20-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 20-2-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 07_03 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |

### 3. リサイクル粉搬送装置(2)の耐震計算

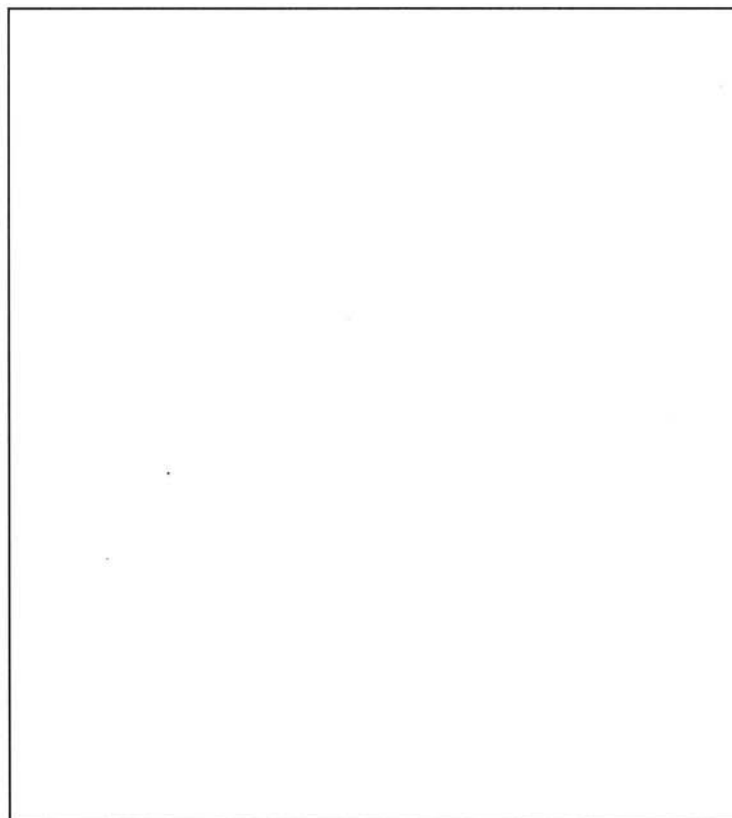
#### 3. 1. 評価方法

リサイクル粉搬送装置(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

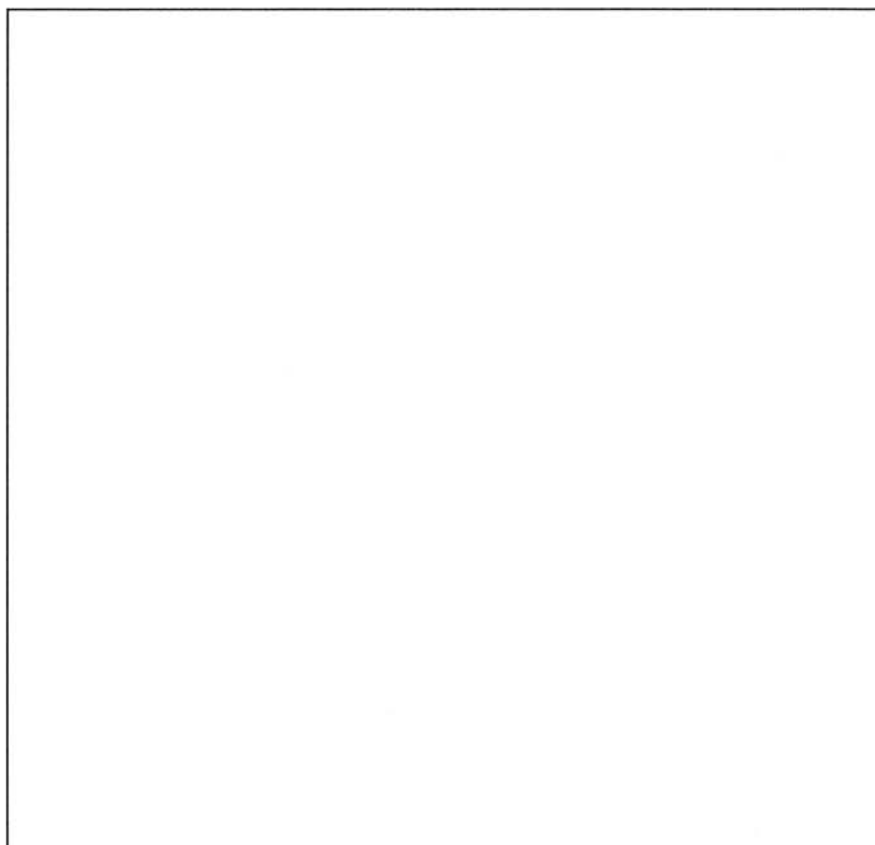
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転20-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転20-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転20-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転20-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転20-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 20-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 20-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3466 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3466 |

添説設 3-1-転 20-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 20-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウラン及びそれを内包する容器を含む。



### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 20-3-4 表及び添説設 3-1-転 20-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 20-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 03_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 03_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 03_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 20-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 03_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 負  | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 負  | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 負  | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 20-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 20-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 02_03 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 02_03 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

#### 4. 出口コンベア部架台の耐震計算

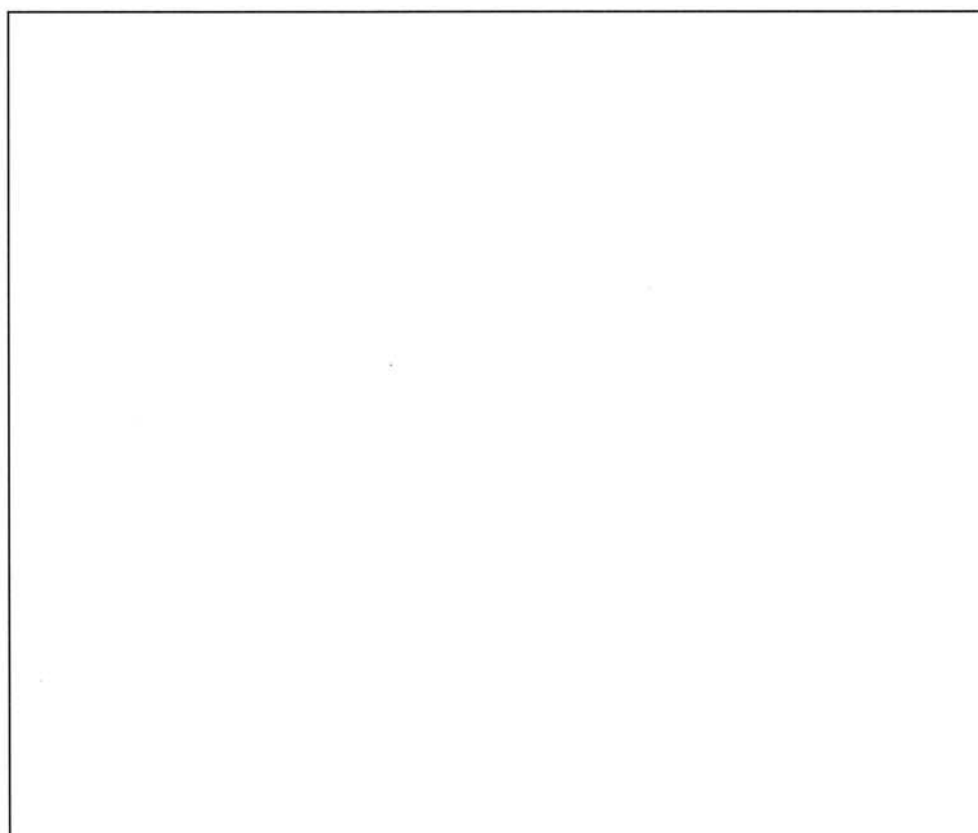
##### 4. 1. 評価方法

出口コンベア部架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

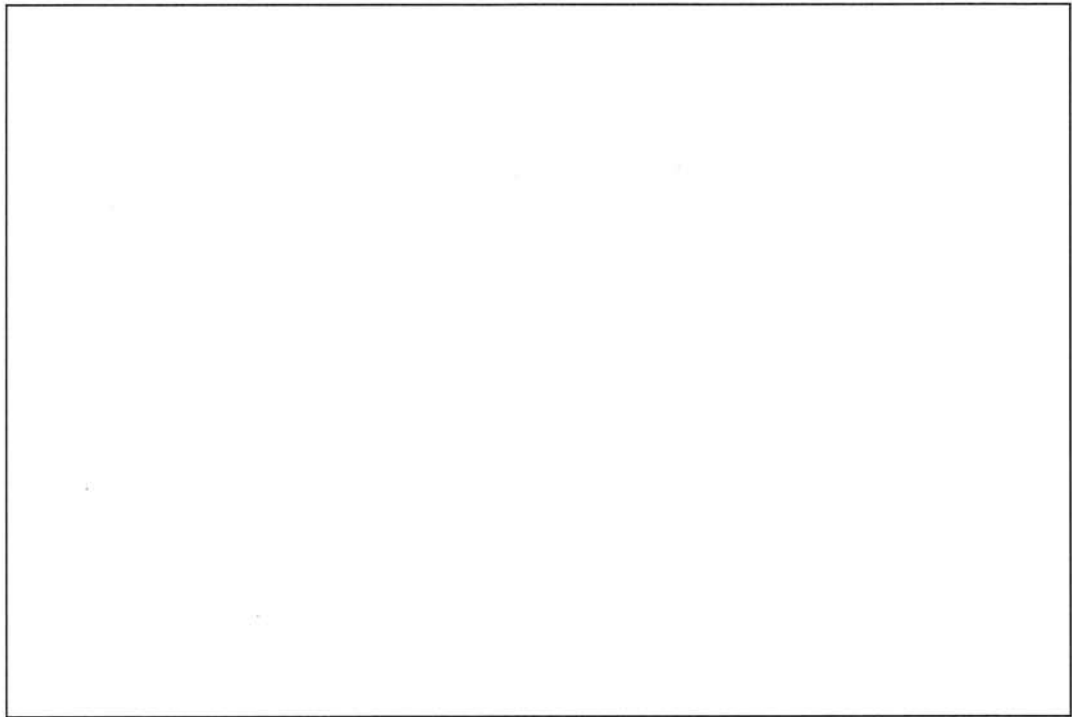
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-転 20-4-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-転 20-4-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 20-4-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-転 20-4-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 20-4-1 図 (1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 20-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 20-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|--------------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                      | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I                  |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                    | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 20-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 20-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウラン及びそれを内包する容器を含む。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \approx \square \cdots \approx \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

##### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

###### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

###### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

##### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 20-4-4 表及び添説設 3-1-転 20-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 20-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 09_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 20-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 09_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 20-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 20-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 09_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 09_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

リサイクル粉投入ボックスの耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第2類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転21-1-1表に示す。

添説設3-1-転21-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名          | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|--------------|-----|------|-------|-----------|
| リサイクル粉投入ボックス | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転21-1-2表に示す。リサイクル粉投入ボックスは安全機能を有する設備としてリサイクル粉投入ボックス(1)及びリサイクル粉投入ボックス(2)を有する。

添説設3-1-転21-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称                               | 構造図        |
|------------------------------------|------------|
| リサイクル粉投入ボックス(1)<br>リサイクル粉投入ボックス(2) | 添付図 図イ設-34 |



## 2. リサイクル粉投入ボックス(1)の耐震計算

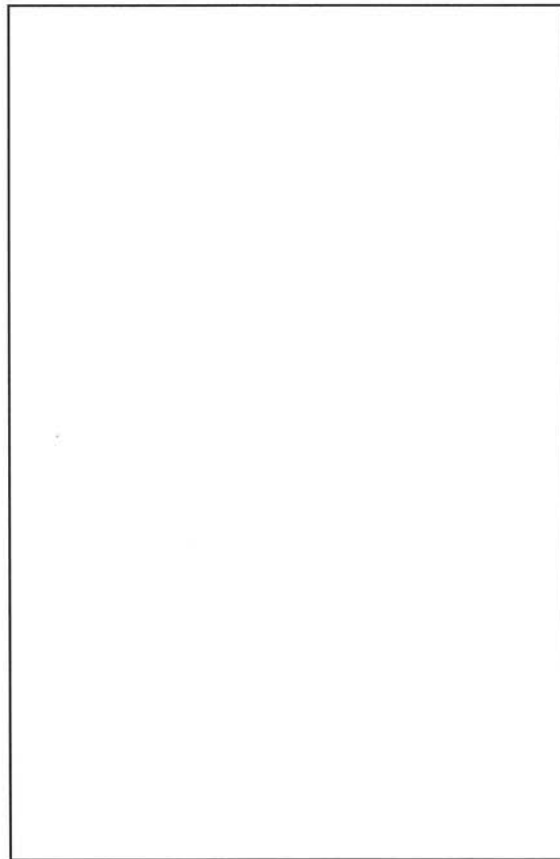
### 2. 1. 評価方法

リサイクル粉投入ボックス(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

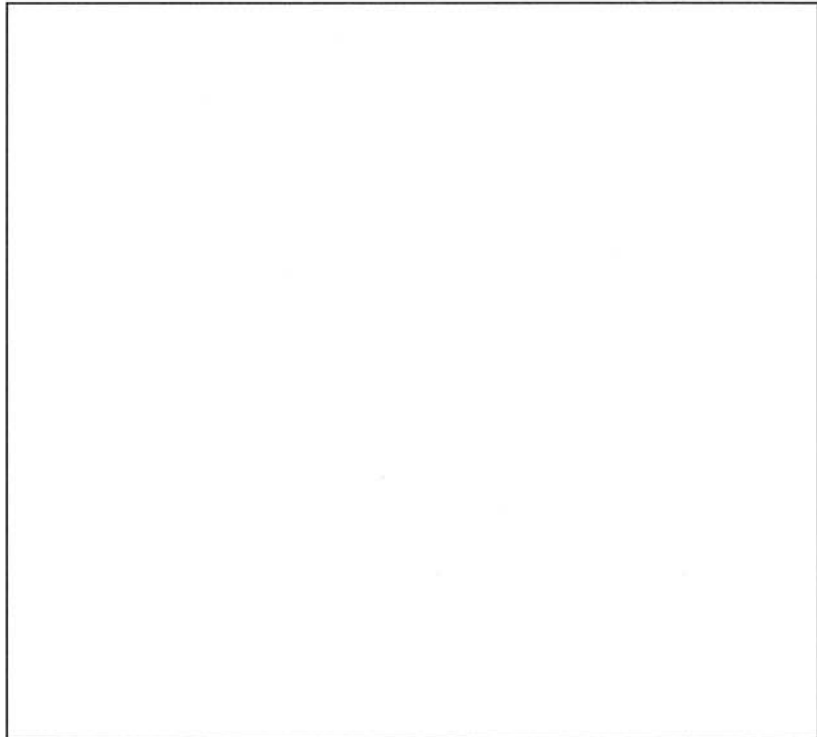
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転21-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転21-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転21-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転21-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転21-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 21-2-1 図 (2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 21-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] |    | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |   | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|----|---|----|--|---|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | Iy | Iz  | Zy | Zz   | I |                |              |
| はり   |    |    |                |                           |    |   |    |  |   |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |    |   |    |  |   |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 21-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 21-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウラン及びそれを内包する容器を含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \approx \square \cdot \cdot \cdot \approx \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 2 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 0.6G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

### 2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 21-2-4 表及び添説設 3-1-転 21-2-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 21-2-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 21-2-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 負  | 01_12 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 負  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 01_12 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 負  | 01_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 21-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 21-2-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 負  | 00_04 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

### 3. リサイクル粉投入ボックス(2)の耐震計算

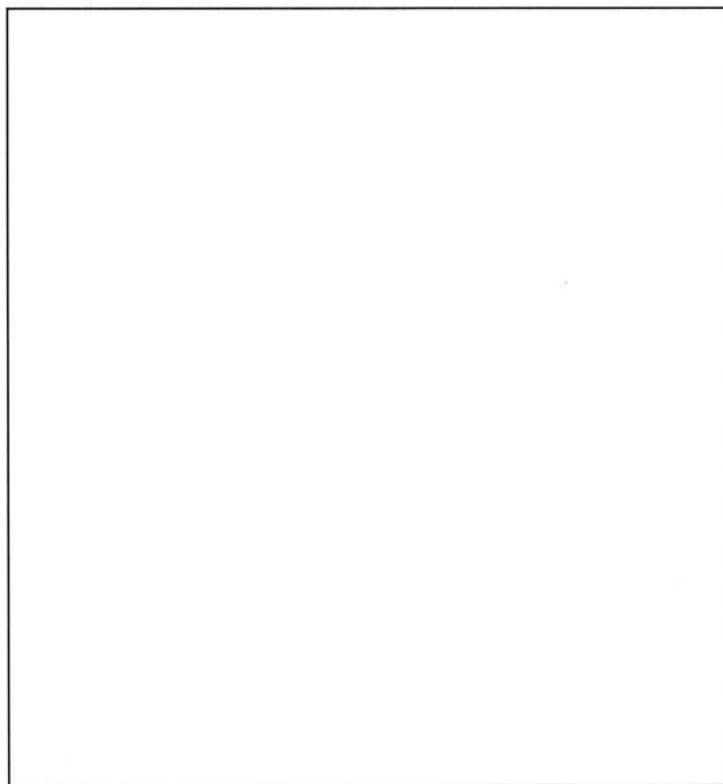
#### 3. 1. 評価方法

リサイクル粉投入ボックス(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

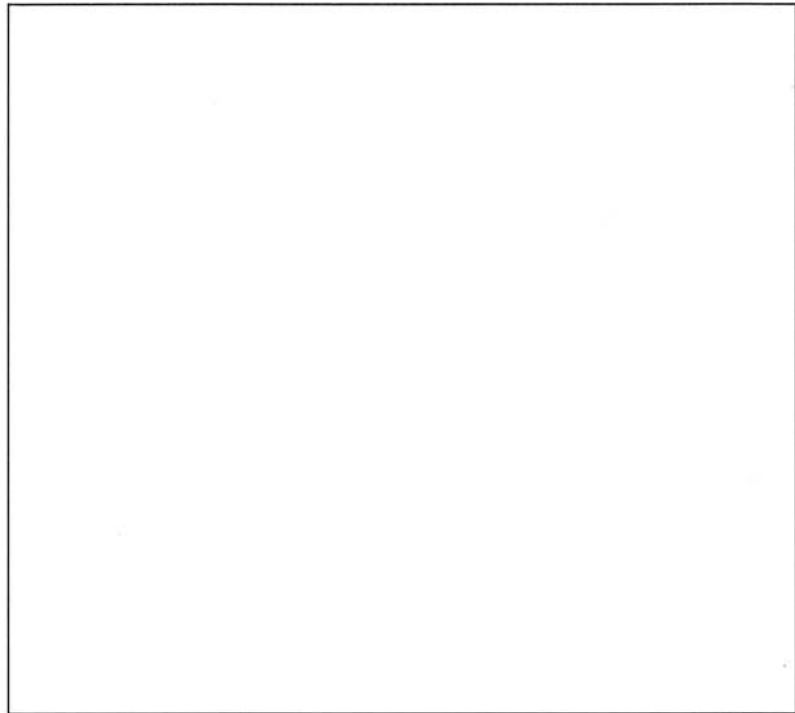
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転21-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転21-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転21-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転21-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転21-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 21-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 21-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |    |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                | JIS<br>G3192   |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                | JIS<br>G3192   |    |

添説設 3-1-転 21-3-2 表 材料定数

| 材料定数 | 出典      |
|------|---------|
|      | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 21-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウラン及びそれを内包する容器を含む。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \cong \square \cdot \cdot \cdot \cong \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 2 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 0.6G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 21-3-4 表及び添説設 3-1-転 21-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 21-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 21-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 02_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 02_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 02_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 02_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |

3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 21-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 21-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |



リサイクル粉受けホッパの耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転22-1-1表に示す。

添説設3-1-転22-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名         | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-------------|-----|------|-------|-----------|
| リサイクル粉受けホッパ | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転22-1-2表に示す。リサイクル粉受けホッパは安全機能を有する設備としてリサイクル粉受けホッパ(1)、リサイクル粉スクリーフィーダ(1)、リサイクル粉受けホッパ(2)、リサイクル粉スクリーフィーダ(2)、リサイクル粉受けホッパ架台(1)及びリサイクル粉受けホッパ架台(2)を有する。

添説設3-1-転22-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称   | 構造図        |
|--|------------|
| リサイクル粉受けホッパ(1)<br>リサイクル粉スクリーフィーダ(1)<br>リサイクル粉受けホッパ(2)<br>リサイクル粉スクリーフィーダ(2)<br>リサイクル粉受けホッパ架台(1)<br>リサイクル粉受けホッパ架台(2) | 添付図 図イ設-35 |

## 2. リサイクル粉受けホッパ(1)の耐震計算

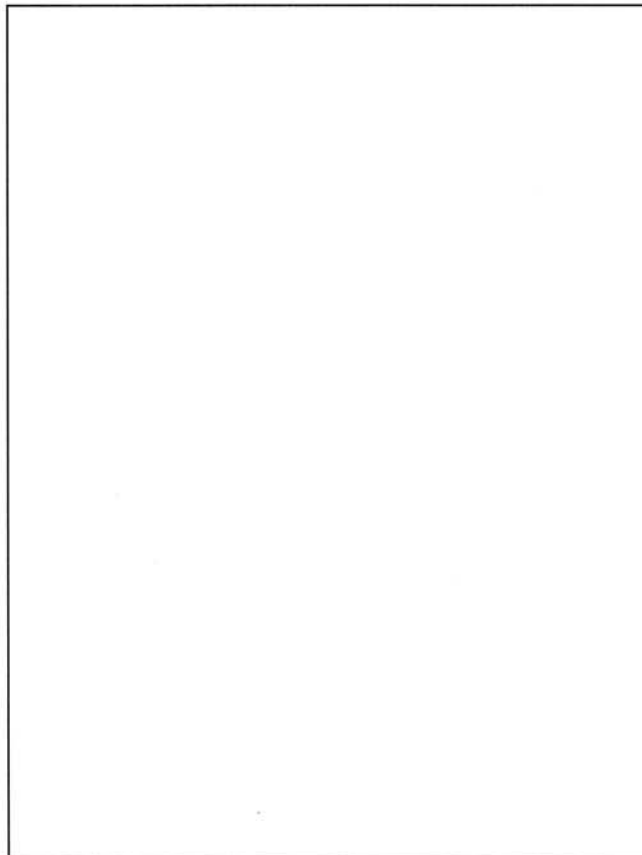
### 2. 1. 評価方法

リサイクル粉受けホッパ(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認すること  
で実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転22-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転22-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転22-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転22-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転22-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 22-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 22-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|-----|
|      |    |    |                |                           | A   | Iy | Iz   | Zy |                |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |

添説設 3-1-転 22-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-1-転 22-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

2. 1. 2. 設計用地震力

2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 22-2-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-2-4 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

### 3. リサイクル粉スクリーフイーダ(1)の耐震計算

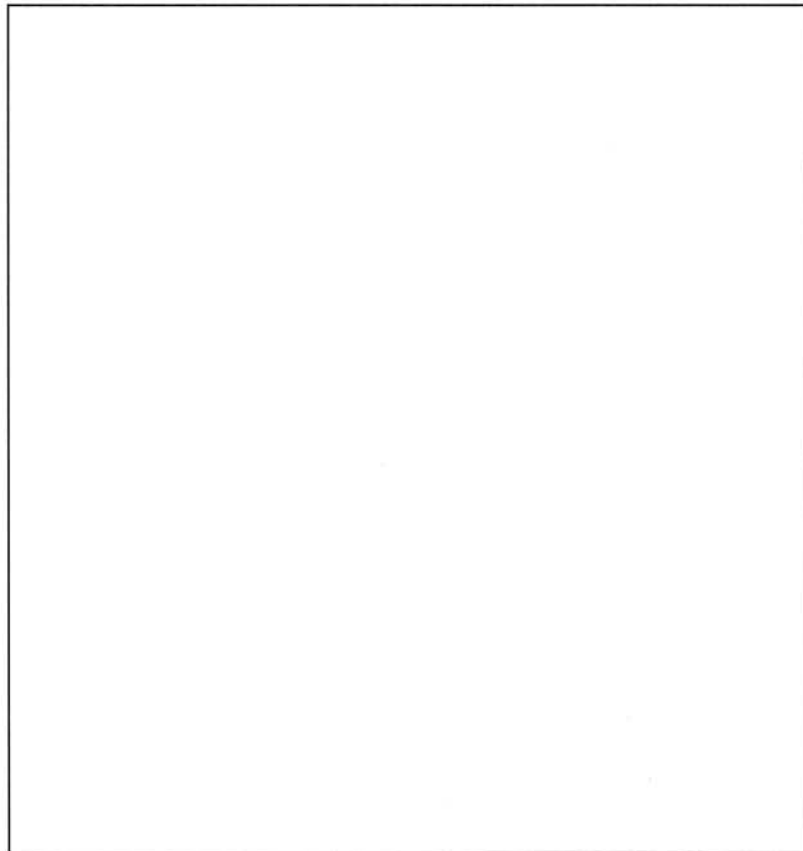
#### 3. 1. 評価方法

リサイクル粉スクリーフイーダ(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

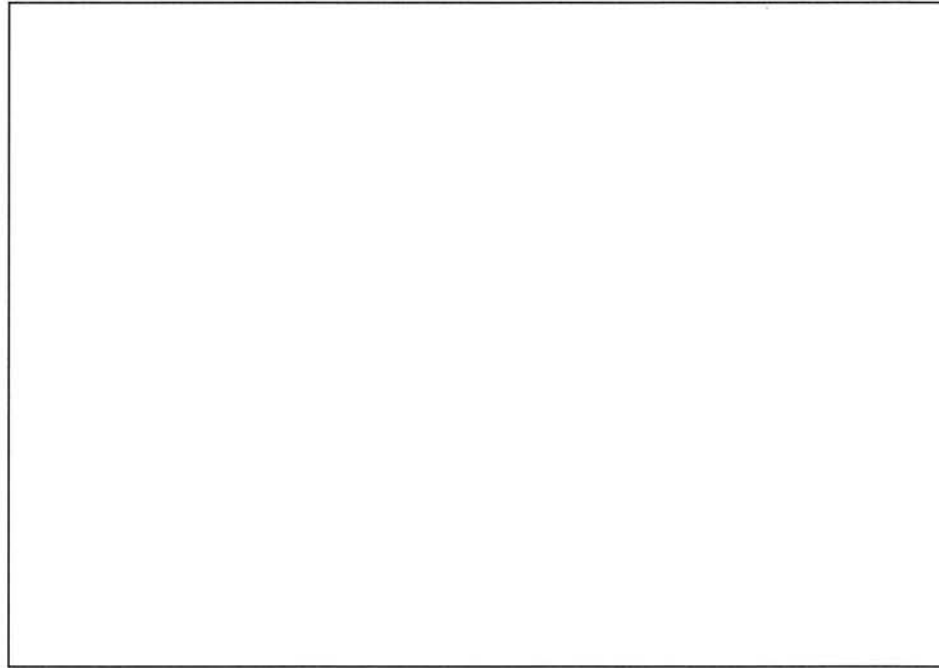
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転22-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転22-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転22-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転22-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 22-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 22-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 22-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量*<br>[kg/m] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|-----------------|---|----|--|----|----------------|--------------|
|      |    |    |                 | A   | Iy | Iz   | Zy |                |              |
| 柱    |    |    |                 |   |    |  |    |                | 計算値          |
| はり   |    |    |                 |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                 |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                 |   |    |  |    |                | JIS<br>G4317 |
| 柱    |    |    |                 |   |    |  |    |                | 計算値          |

\*：内容物や構成品を含む重量

添説設 3-1-転 22-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準         |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 22-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。



### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

##### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

##### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 22-3-4 表及び添説設 3-1-転 22-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 04_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 07_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 07_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 07_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 07_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 22-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 50_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 03_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 07_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 22-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 03_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 01_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

#### 4. リサイクル粉受けホッパ(2)の耐震計算

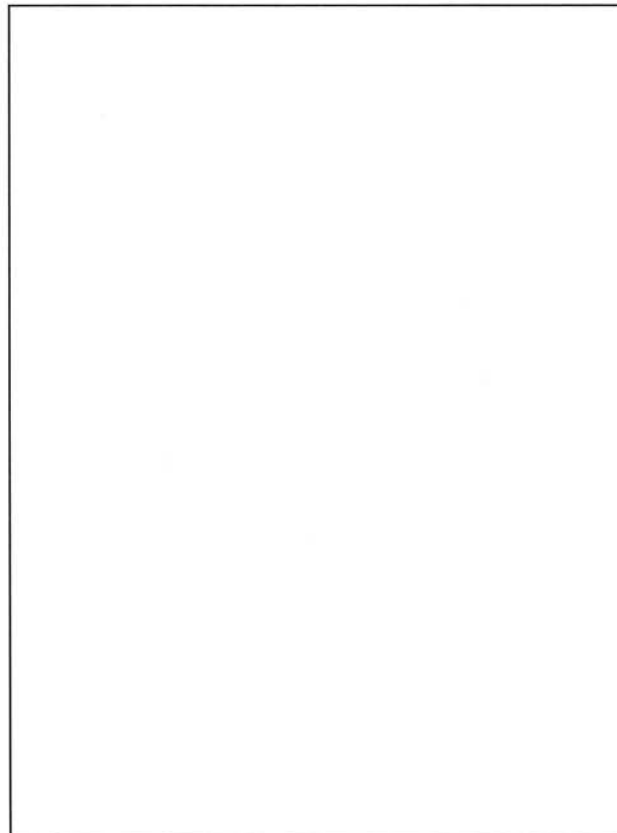
##### 4. 1. 評価方法

リサイクル粉受けホッパ(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

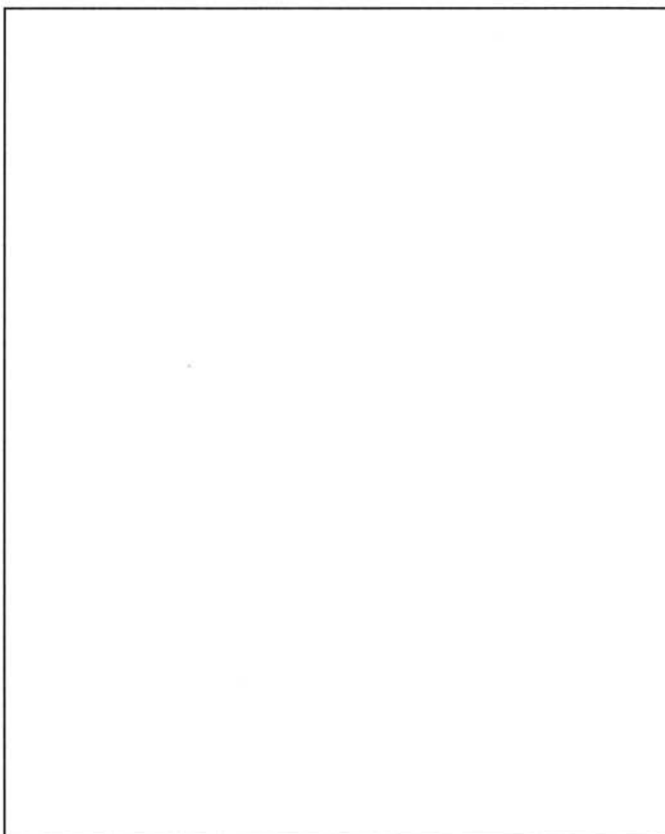
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転22-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転22-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転22-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転22-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転22-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 22-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 22-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---|----|--|----|----------------|----|
|      |    |    |                | A   | Iy | Iz   | Zy |                |    |
| 柱    |    |    |                |   |    |  |    | 計算値            |    |
| 柱    |    |    |                |   |    |  |    | 計算値            |    |
| 柱    |    |    |                |   |    |  |    | 計算値            |    |
| 柱    |    |    |                |   |    |  |    | 計算値            |    |

添説設 3-1-転 22-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 22-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

4. 1. 2. 設計用地震力

4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転22-4-4表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転22-4-4表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X正   | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X正   | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜き    | -    | -     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

## 5. リサイクル粉スクリーフイーダ(2)の耐震計算

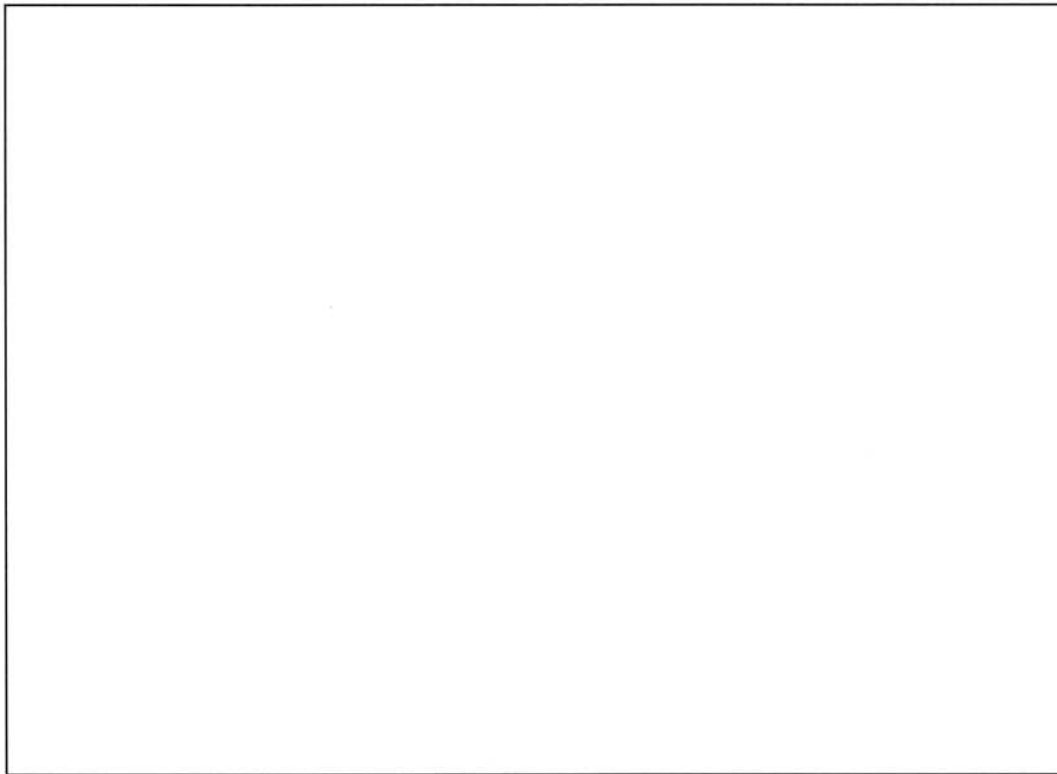
### 5. 1. 評価方法

リサイクル粉スクリーフイーダ(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

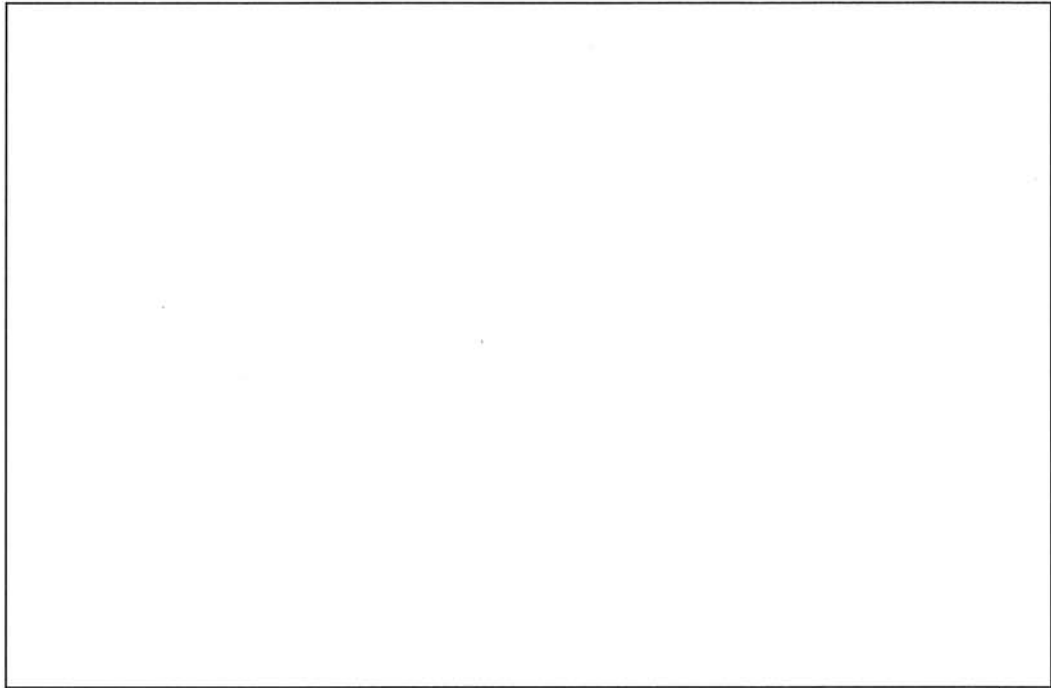
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。
- (5) 据付ボルトは、荷重の作用方向を考慮し、少ない本数で評価する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転22-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転22-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転22-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転22-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転22-5-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 22-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 22-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量*<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] |    | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |   | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|-----------------|---------------------------|----|---|----|--|---|----------------|----|
|      |    |    |                 | A                         | Iy | Iz  | Zy | Zz   | I |                |    |
| 柱    |    |    |                 |                           |    |   |    |  |   | 計算値            |    |
| はり   |    |    |                 |                           |    |   |    |  |   | JIS<br>G3192   |    |
| 柱    |    |    |                 |                           |    |   |    |  |   | JIS<br>G3192   |    |

\*：内容物や構成品を含む重量

添説設 3-1-転 22-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準         |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 22-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。



## 5. 1. 2. 設計用地震力

### 5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場1階に設置しており、耐震重要度分類第1類であることから、設計用地震力は静的地震力の1.0Gとする。

### 5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設3-1-付1に示す。

## 5. 2. 応力評価

### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転22-5-4表及び添説設3-1-転22-5-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-5-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 04_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 04_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 04_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 04_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 22-5-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 04_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 04_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 04_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 04_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 22-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 02_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 02_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

## 6. リサイクル粉受けホッパ架台(1)の耐震計算

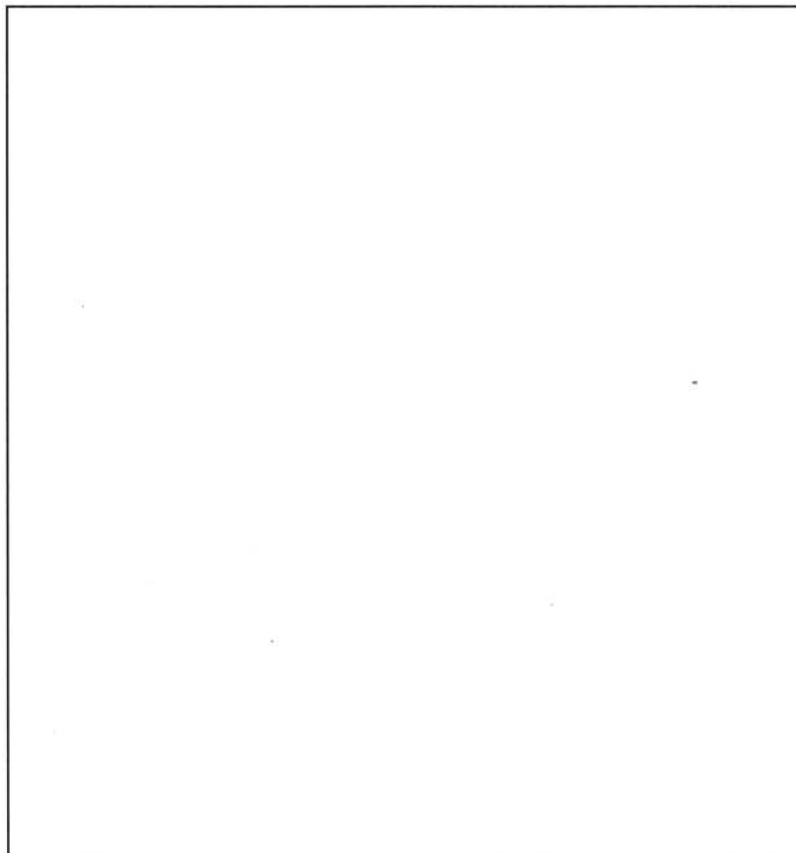
### 6. 1. 評価方法

リサイクル粉受けホッパ架台(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

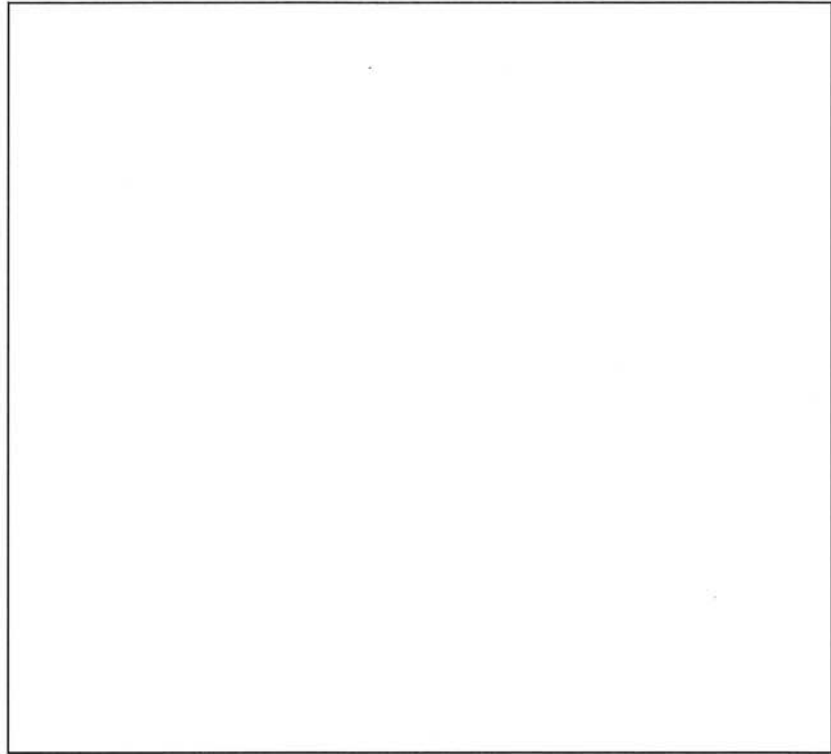
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 6. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転22-6-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転22-6-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転22-6-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転22-6-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転22-6-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 22-6-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 22-6-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 22-6-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 22-6-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注1)リサイクル粉受けホップ(1)の計算結果より設定

(注2)リサイクル粉ロータリーバルブベースの計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

## 6. 1. 2. 設計用地震力

### 6. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 6. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 6. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 6. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

## 6. 2. 応力評価

### 6. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 22-6-4 表及び添説設 3-1-転 22-6-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-6-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 22-6-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 6. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 22-6-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-6-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

## 7. リサイクル粉受けホッパ架台(2)の耐震計算

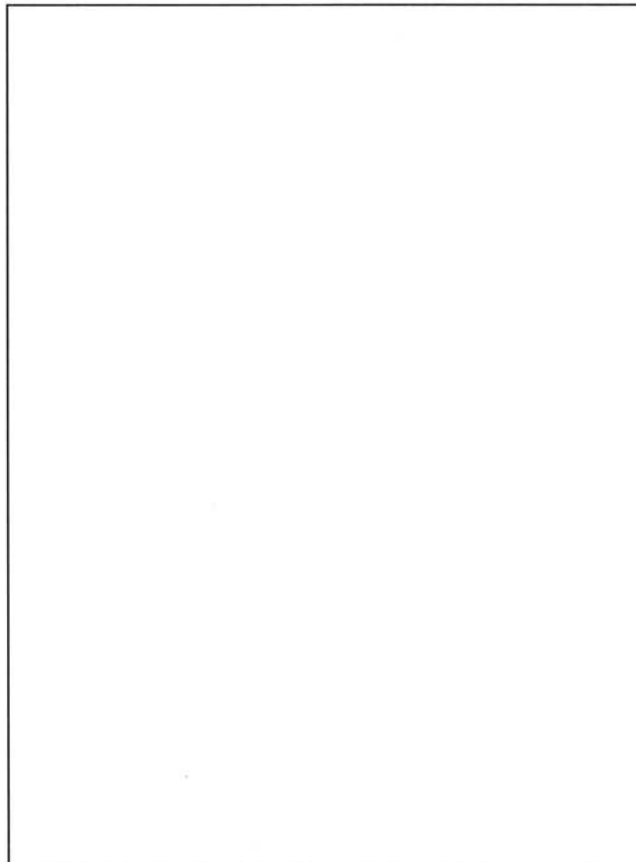
### 7. 1. 評価方法

リサイクル粉受けホッパ架台(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

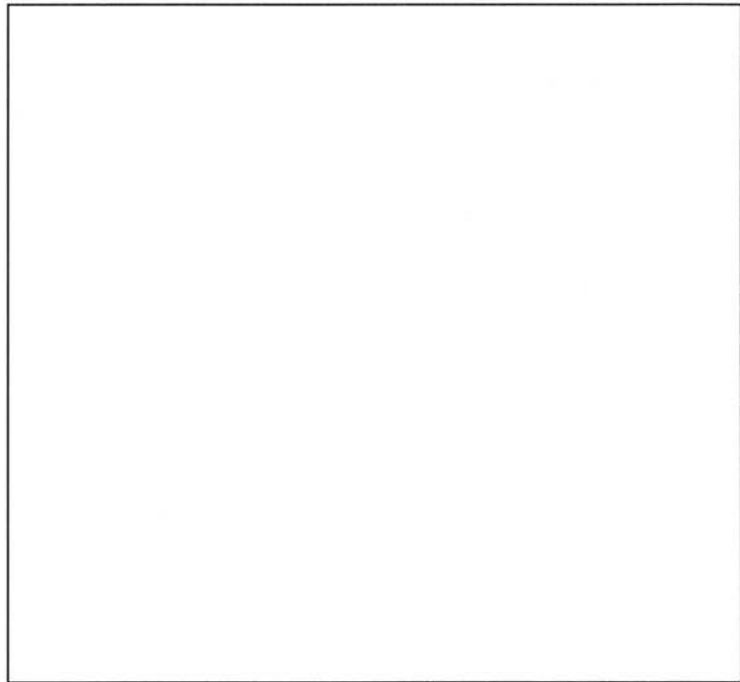
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 7. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転22-7-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転22-7-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転22-7-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転22-7-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転22-7-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 22-7-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 22-7-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 22-7-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 22-7-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1)リサイクル粉受けホッパ(2)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。



## 7. 1. 2. 設計用地震力

### 7. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 7. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 7. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 7. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

## 7. 2. 応力評価

### 7. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 22-7-4 表及び添説設 3-1-転 22-7-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-7-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 22-7-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 7. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 22-7-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 22-7-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

ボリューマの耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転23-1-1表に示す。

添説設3-1-転23-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名   | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|-------|-----|------|-------|-----------|
| ポリューマ | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転23-1-2表に示す。ポリューマは安全機能を有する設備としてポリューマ(1)、ポリューマ(2)、スクリーフィーダ(1)(2)、ポリューマ(1)架台、ポリューマ(2)架台及びスクリーフィーダ(1)(2)架台を有する。

添説設3-1-転23-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称   | 構造図        |
|--|------------|
| ポリューマ(1)<br>ポリューマ(2)<br>ポリューマ(1)架台<br>ポリューマ(2)架台 | 添付図 図イ設-36 |
| スクリーフィーダ(1)(2)<br>スクリーフィーダ(1)(2)架台               | 添付図 図イ設-37 |

## 2. ボリューマ(1)の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

ボリューマ(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

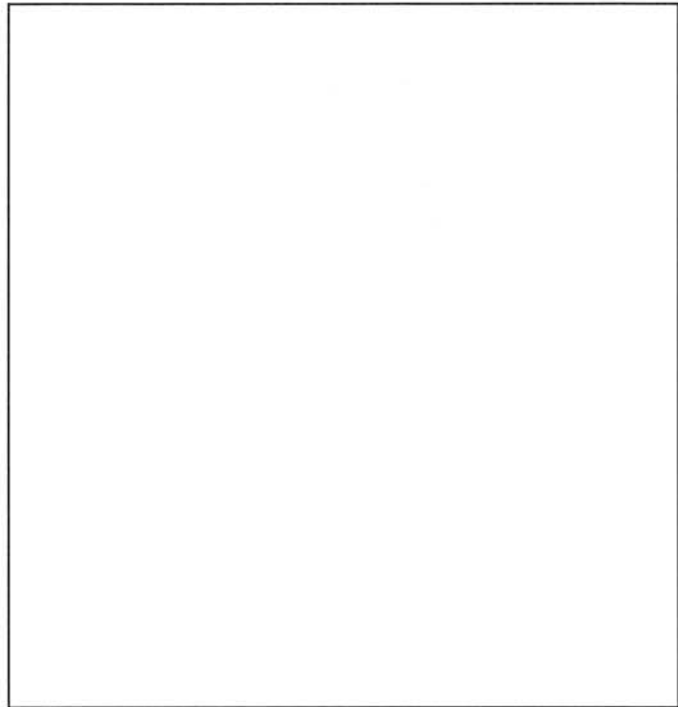
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転23-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転23-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転23-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転23-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 23-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 23-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 23-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次<br>モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二<br>次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----|--|----|--------------------|-----|
|      |    |    |                | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I                  |     |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                    | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                    | 計算値 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |    |  |    |                    | 計算値 |

添説設 3-1-転 23-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 23-2-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-2-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-2-4 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 04_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |



### 3. ポリユーマ(2)の耐震計算

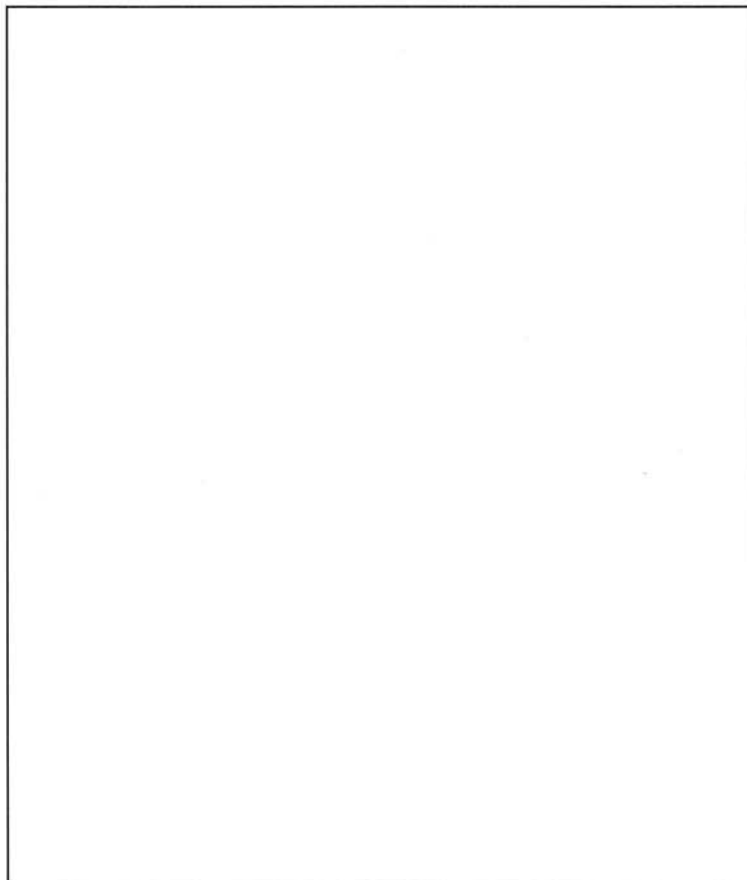
#### 3. 1. 評価方法

ポリユーマ(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

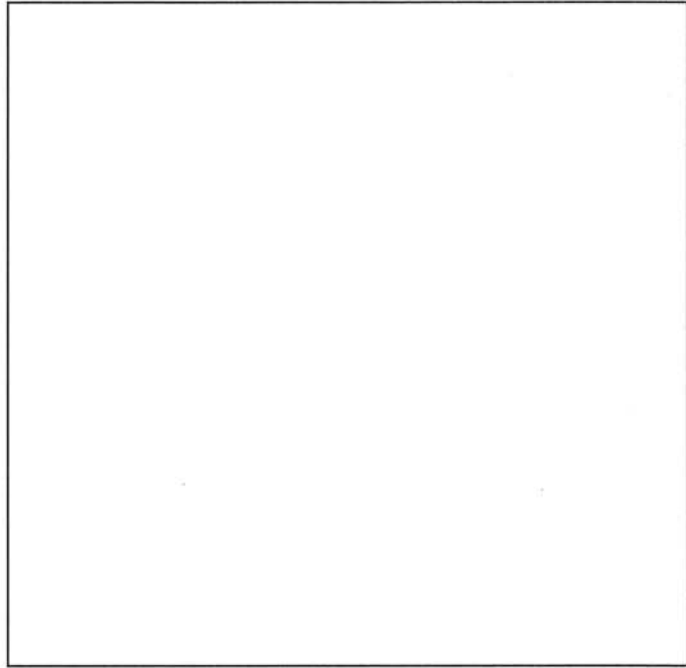
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転23-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転23-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転23-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転23-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転23-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 23-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 23-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] $\times 10^4$ |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] $\times 10^3$ |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                           | Z <sub>z</sub> | I              |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                | 計算値            |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                | 計算値            |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                | 計算値            |    |

添説設 3-1-転 23-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 23-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-3-4 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-3-4 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

#### 4. スクリューフィーダ(1)(2)の耐震計算

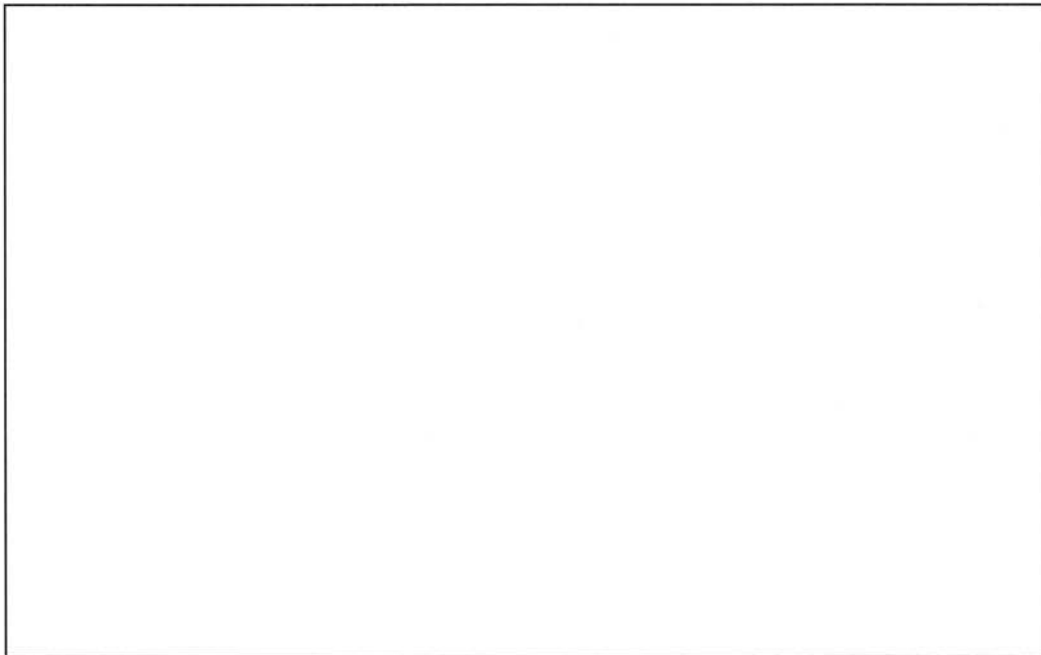
##### 4. 1. 評価方法

スクリューフィーダ(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転23-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転23-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転23-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転23-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転23-4-1図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 23-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量*<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|-----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|-----|
|      |    |    |                 | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |     |
| はり   |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |

\*：構成品を含む重量

添説設 3-1-転 23-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 23-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

$$\text{解析結果より、} \delta = \square \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdots \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

##### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

###### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

###### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-4-4 表及び添説設 3-1-転 23-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 23-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 負  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 00_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

#### 4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | -    | -     |           |           |           |     |      |            |



## 5. ポリウーマ(1)架台の耐震計算

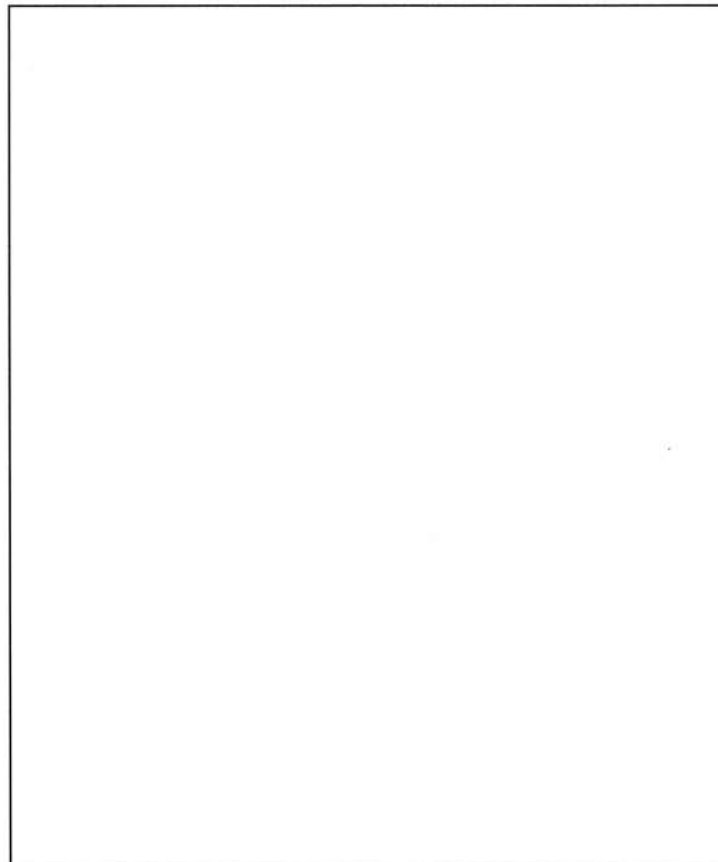
### 5. 1. 評価方法

ポリウーマ(1)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

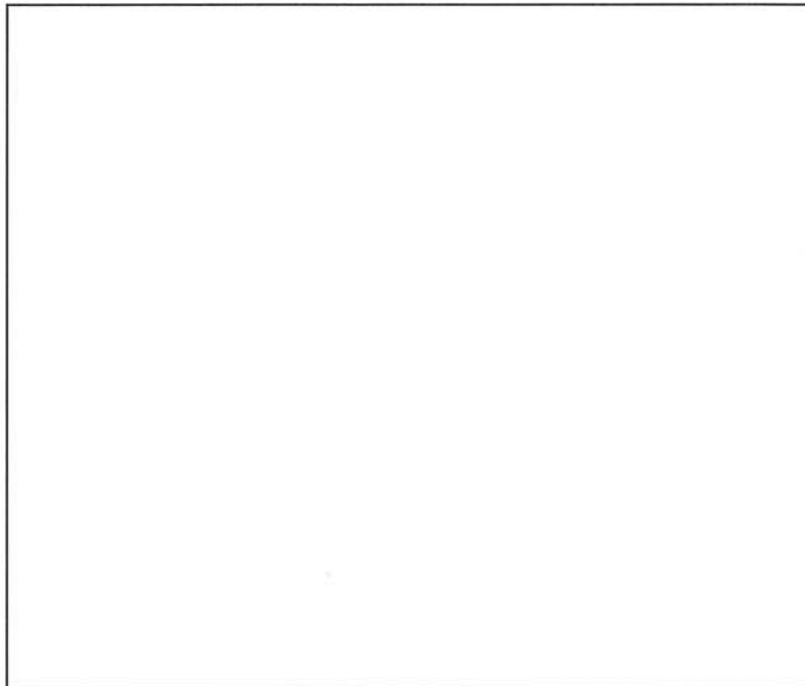
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転23-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転23-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転23-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転23-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転23-5-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 23-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 23-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---|----|--|----|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A   | Iy | Iz   | Zy |                |              |
| はり   |    |    |                |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |   |    |  |    |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 23-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 23-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注 1) ボリューム(1)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

## 5. 1. 2. 設計用地震力

### 5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \doteq \square \cdot \cdot \cdot \doteq \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

## 5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

## 5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書－設 3-1-付 1 に示す。

## 5. 2. 応力評価

### 5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書－設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-5-4 表及び添説設 3-1-転 23-5-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-5-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 23-5-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 負  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 負  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 負  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |

5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 02_04 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 02_03 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

## 6. ポリユーマ(2)架台の耐震計算

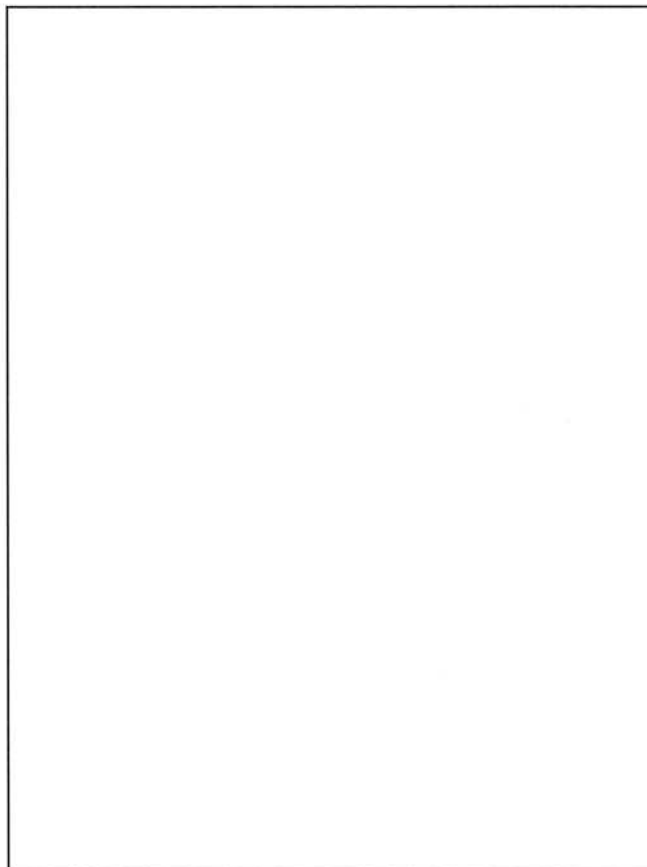
### 6. 1. 評価方法

ポリユーマ(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

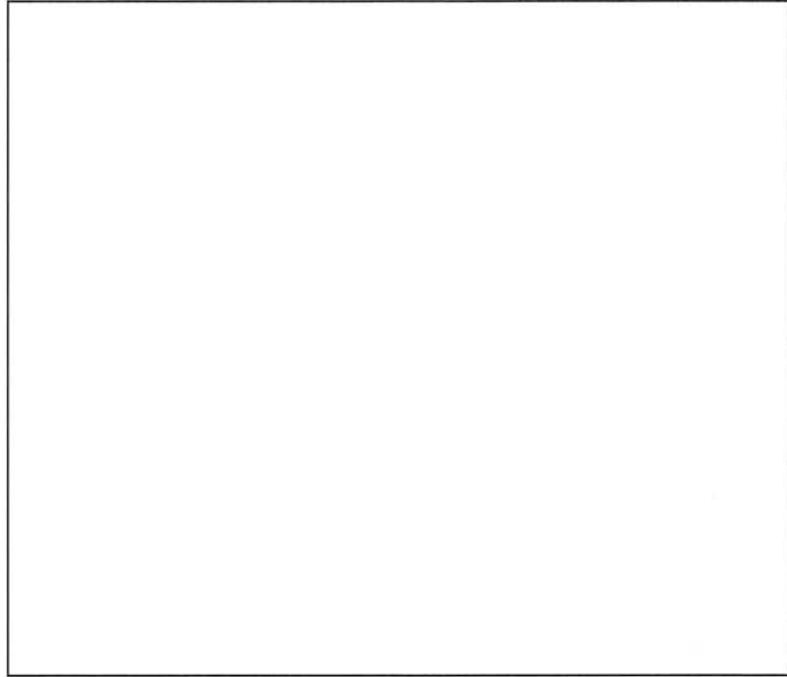
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 6. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転23-6-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転23-6-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転23-6-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転23-6-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転23-6-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 23-6-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 23-6-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                  | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                             | Z <sub>z</sub> | I              |    |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                | JIS<br>G3192   |    |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                | JIS<br>G3192   |    |

添説設 3-1-転 23-6-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 23-6-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

(注1) ボリューム(2)の計算結果より設定

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

## 6. 1. 2. 設計用地震力

### 6. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 6. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 6. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 6. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

## 6. 2. 応力評価

### 6. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-6-4 表及び添説設 3-1-転 23-6-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-6-4 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 01_08 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 01_08 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 01_08 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 23-6-5 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 01_09 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 負  | 01_07 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

6. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-6-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-6-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 02_03 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 02_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |



## 7. スクリューフィーダ(1)(2)架台の耐震計算

### 7. 1. 評価方法

スクリューフィーダ(1)(2)架台の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

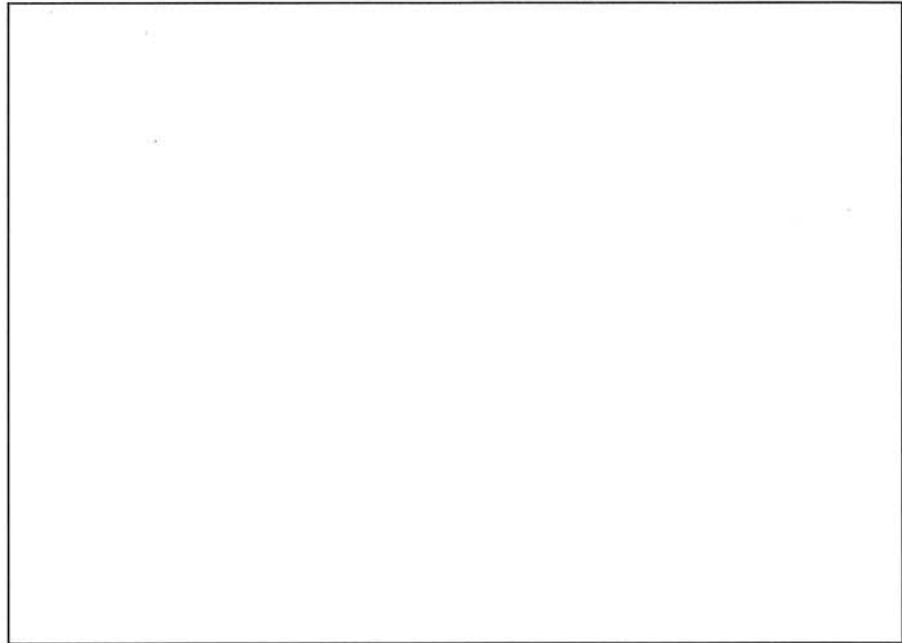
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付部及び据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 7. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転23-7-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転23-7-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転23-7-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転23-7-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転23-7-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 23-7-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 23-7-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] |                | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |   | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|----------------|---|----------------|--|---|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub> | I <sub>z</sub>                                  | Z <sub>y</sub> | Z <sub>z</sub>                             | I |                |              |
| はり   |    |    |                |                           |                |   |                |  |   |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |                |   |                |  |   |                | JIS<br>G3192 |
| はり   |    |    |                |                           |                |   |                |  |   |                | JIS<br>G3192 |
| 柱    |    |    |                |                           |                |   |                |  |   |                | JIS<br>G3192 |

添説設 3-1-転 23-7-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典      |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|---------|
|    |                               |                                 |              | 鋼構造設計規準 |

添説設 3-1-転 23-7-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所*1 |
|-----|--------|
|     |        |

(注1) スクリューフィード(1)(2)の計算結果より設定

\*1: 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

\*2: ウランを含む。

## 7. 1. 2. 設計用地震力

### 7. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 7. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 7. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 7. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3—1—付 1 に示す。

## 7. 2. 応力評価

### 7. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-7-4 表及び添説設 3-1-転 23-7-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-7-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 04_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 04_06 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 23-7-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 01_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 正  | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 正  | 02_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 7. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 23-7-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 23-7-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 負  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

ロータリーキルンの耐震計算書

## 1. 設備・機器概要

### 1. 1. 耐震重要度分類

耐震重要度分類は第1類である。

### 1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-転24-1-1表に示す。

添説設3-1-転24-1-1表 対象設備 設置位置

| 機器名      | 建物名 | 区分   | 部屋名   | 参照図面      |
|----------|-----|------|-------|-----------|
| ロータリーキルン | 工場棟 | 転換工場 | 転換加工室 | 添付図 図イ配-1 |

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-転24-1-2表に示す。ロータリーキルンは安全機能を有する設備としてロータリーキルン(1)(2)、ヘッド側フードボックス(1)(2)、テール側フードボックス(1)(2)、ダストチャンバ(1)、ダストチャンバ(2)、ロータリーキルン(1)(2)架台、ダストチャンバ(2)架台、ADU設備共通架台(1)(2)、ガスヒータ(1)(2)、燃焼チャンバ(1)(2)、燃焼チャンバ(1)架台、燃焼チャンバ(2)架台、水封ポット(1)、水封ポット(1)架台、水封ポット(2)及び水封ポット(2)架台を有する。

添説設3-1-転24-1-2表 対象設備 構造図

| 部位名称   | 構造図         |
|--|-------------|
| ロータリーキルン(1)(2)<br>ヘッド側フードボックス(1)(2)<br>テール側フードボックス(1)(2)<br>ロータリーキルン(1)(2)架台                   | 添付図 図イ設-37  |
| ダストチャンバ(1)<br>ダストチャンバ(2)<br>ダストチャンバ(2)架台   | 添付図 図イ設-38  |
| ガスヒータ(1)(2)  | 添付図 図イ設-39  |
| 燃焼チャンバ(1)(2)<br>燃焼チャンバ(1)架台<br>燃焼チャンバ(2)架台<br>水封ポット(1)<br>水封ポット(1)架台<br>水封ポット(2)<br>水封ポット(2)架台 | 添付図 図イ設-37  |
| ADU設備共通架台(1)(2)  | 添付図 図イ設-125 |

2. ロータリーキルン(1)(2)の耐震計算

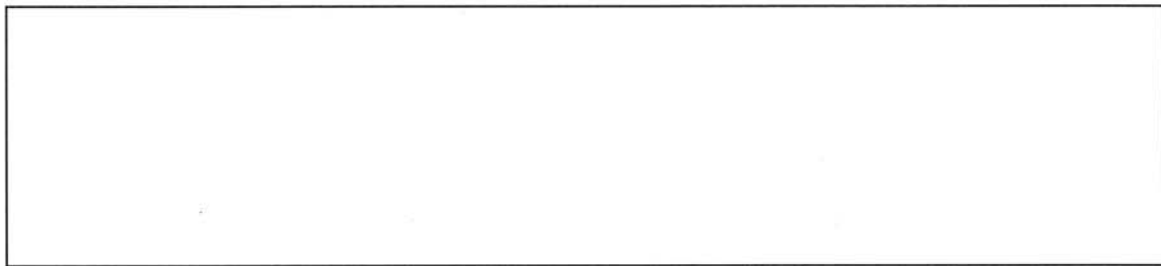
2. 1. 評価方法

ロータリーキルン(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体を対象として、部材に発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材は、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、1次元はり要素にてモデル化して実施する。
- (2) 拘束条件として、据付ボルト部を支持する。
- (3) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素モデルを添説設 3-1-転 24-2-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。部材の断面性能を添説設 3-1-転 24-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-転 24-2-2 表に示し、モデルの総重量  $W$  は  [N]、モデルの長さ  $L$  は  mm である。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 24-2-1 図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 24-2-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 断面積                | 断面二次モーメント                          |    | 断面係数                               |    | 断面二次半径 | 出典  |
|------|----|----|--------------------|------------------------------------|----|------------------------------------|----|--------|-----|
|      |    |    | [mm <sup>2</sup> ] | [mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | [mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | [mm]   |     |
|      |    |    | A                  | Iy                                 | Iz | Zy                                 | Zz | I      |     |
| はり   |    |    |                    |                                    |    |                                    |    |        | 計算値 |

添説設 3-1-転 24-2-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数                | せん断弾性係数              | ポアソン比 | 出典      |
|----|----------------------|----------------------|-------|---------|
|    | [N/mm <sup>2</sup> ] | [N/mm <sup>2</sup> ] | [-]   |         |
|    |                      |                      |       | メーカー基準値 |

## 2. 1. 2. 設計用地震力

### 2. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の  
はり中央部の変形量  $\delta$  [cm] を得る。ヤング係数を  $E$  とする。

$$\delta = \frac{5 \cdot w \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_z} + \frac{w \cdot (a^2 + b^2) \cdot l^2}{32 \cdot E \cdot I_z} = \boxed{\quad} [\text{mm}] \rightarrow \boxed{\quad} [\text{cm}]$$

その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\boxed{\quad}}} \doteq \boxed{\quad} \cdot \cdot \cdot \doteq \boxed{\quad} [\text{Hz}]$$

よって、一次固有振動数は  $\boxed{\quad}$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造と  
ならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とされない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分  
類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

### 2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

#### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

#### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計  
用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

### 2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材の許容限界を添付説明書一設 3-1  
一付 1 に示す。



## 2. 2. 応力評価

部材の評価については、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度が対象である。はりに生じる最大曲げモーメントM、曲げ応力度 $\sigma_b$ 、せん断応力度 $\tau$ 、圧縮応力度 $\sigma_c$ 、組み合わせ応力度 $\sigma_{VM}$ を下式の通り算出し、評価結果を添説設3-1-転24-2-3表及び添説設3-1-転24-2-4表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

<長期>

$$M = \frac{w}{8l^2} (1+a+b)(1+a-b)(1+b-a)(1-a-b) = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}\cdot\text{mm}]$$

$$\sigma_b = \frac{M}{Z_y} = \boxed{\phantom{000000}} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\tau = \frac{W}{A_z} = \boxed{\phantom{000000}} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$A_z = A/2$$

<地震時>

$$M_H = \frac{wK_H}{8l^2} (1+a+b)(1+a-b)(1+b-a)(1-a-b) = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}\cdot\text{mm}]$$

$$K_H = \boxed{\phantom{000000}}: \text{設計用水平震度}$$

$$\sigma_{bH} = \frac{M_H}{Z_z} = \boxed{\phantom{000000}} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\tau_H = \frac{W}{A_y} = \boxed{\phantom{000000}} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$A_y = A/2$$

$$\sigma_{cH} = \frac{W}{A} = \boxed{\phantom{000000}} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

<短期>

$$\sigma_c' = \sigma_{cH} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\tau' = \sqrt{\tau^2 + \tau_H^2} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\sigma_b' = \sigma_b + \sigma_{bH} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$\sigma_{VM}' = \sqrt{(\sigma_b' + \sigma_c')^2 + 3 \cdot \tau'^2} = \boxed{\phantom{000000}} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

添説設 3-1-転 24-2-3 表 部材の評価結果 (長期)

| 評価対象   | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|-----|------|------------|
| 引張応力度  |     |      |            |
| 圧縮応力度  |     |      |            |
| せん断応力度 |     |      |            |
| 曲げ応力度  |     |      |            |
| 組合せ応力度 |     |      |            |
| 組合せ応力  |     |      |            |

添説設 3-1-転 24-2-4 表 部材の評価結果 (短期)

| 評価対象   | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[-] |
|--------|-----|------|------------|
| 引張応力度  |     |      |            |
| 圧縮応力度  |     |      |            |
| せん断応力度 |     |      |            |
| 曲げ応力度  |     |      |            |
| 組合せ応力度 |     |      |            |
| 組合せ応力  |     |      |            |

### 3. ヘッド側フードボックス(1)(2)の耐震計算

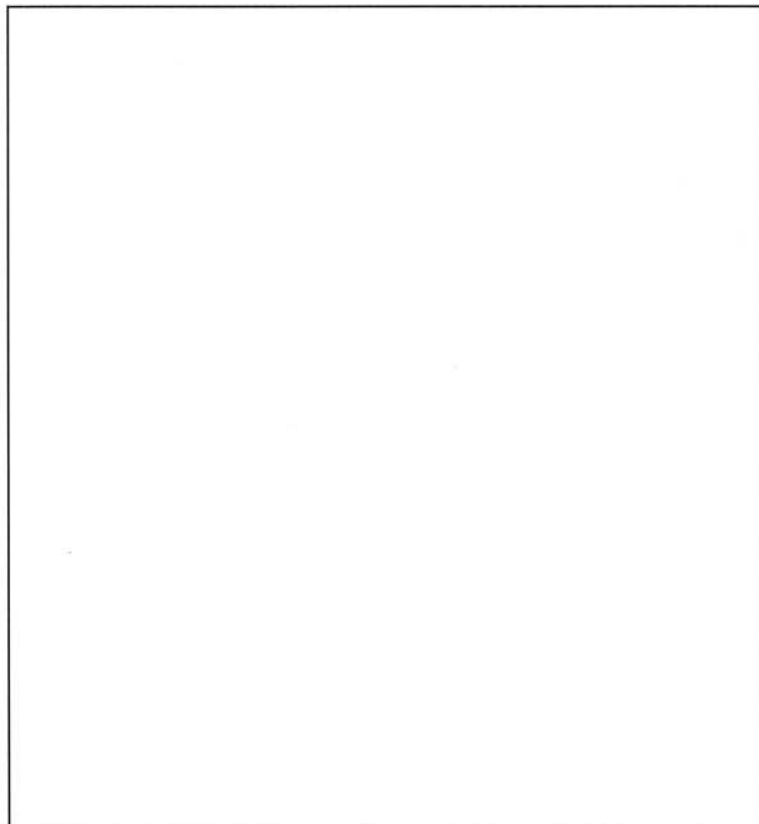
#### 3. 1. 評価方法

ヘッド側フードボックス(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

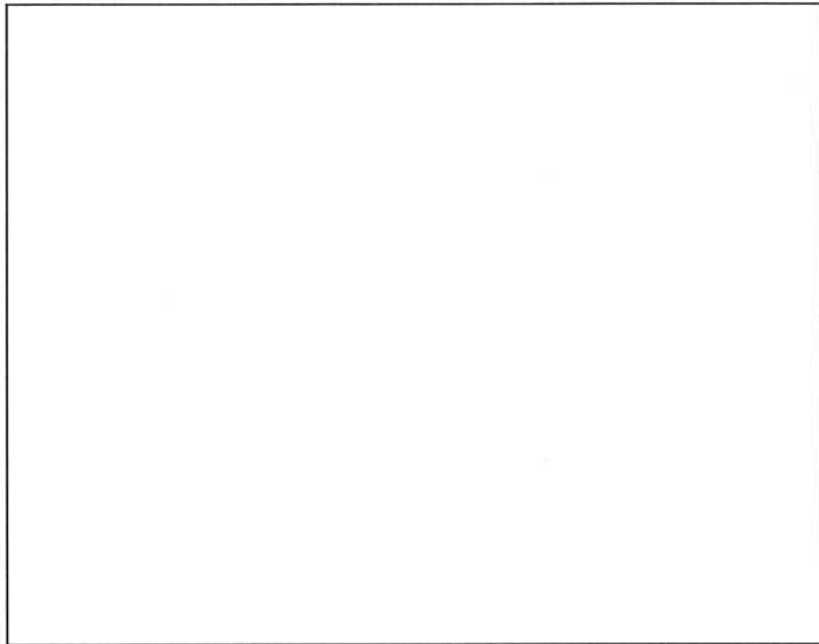
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転24-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転24-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転24-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転24-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転24-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-転 24-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-転 24-3-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] |                | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |   | 断面二次半径<br>[mm] | 出典 |
|------|----|----|----------------|---------------------------|----------------|---|----------------|--|---|----------------|----|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub> | I <sub>z</sub>                                  | Z <sub>y</sub> | Z <sub>z</sub>                             | I |                |    |
| はり   |    |    |                |                           |                |   |                |  |   | JIS<br>G4317   |    |
| 柱    |    |    |                |                           |                |   |                |  |   | JIS<br>G4317   |    |

添説設 3-1-転 24-3-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 24-3-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\* : 節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 3. 1. 2. 設計用地震力

#### 3. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \div \square \cdot \cdot \cdot \div \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 未満であるので、剛構造とならない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

#### 3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

#### 3. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書—設 3-1-付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

#### 3. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 24-3-4 表及び添説設 3-1-転 24-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 24-3-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 24-3-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | Y 正  | 01_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | Y 負  | 01_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 24-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 24-3-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_01 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 00_03 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |     |      |            |

#### 4. テール側フードボックス(1)(2)の耐震計算

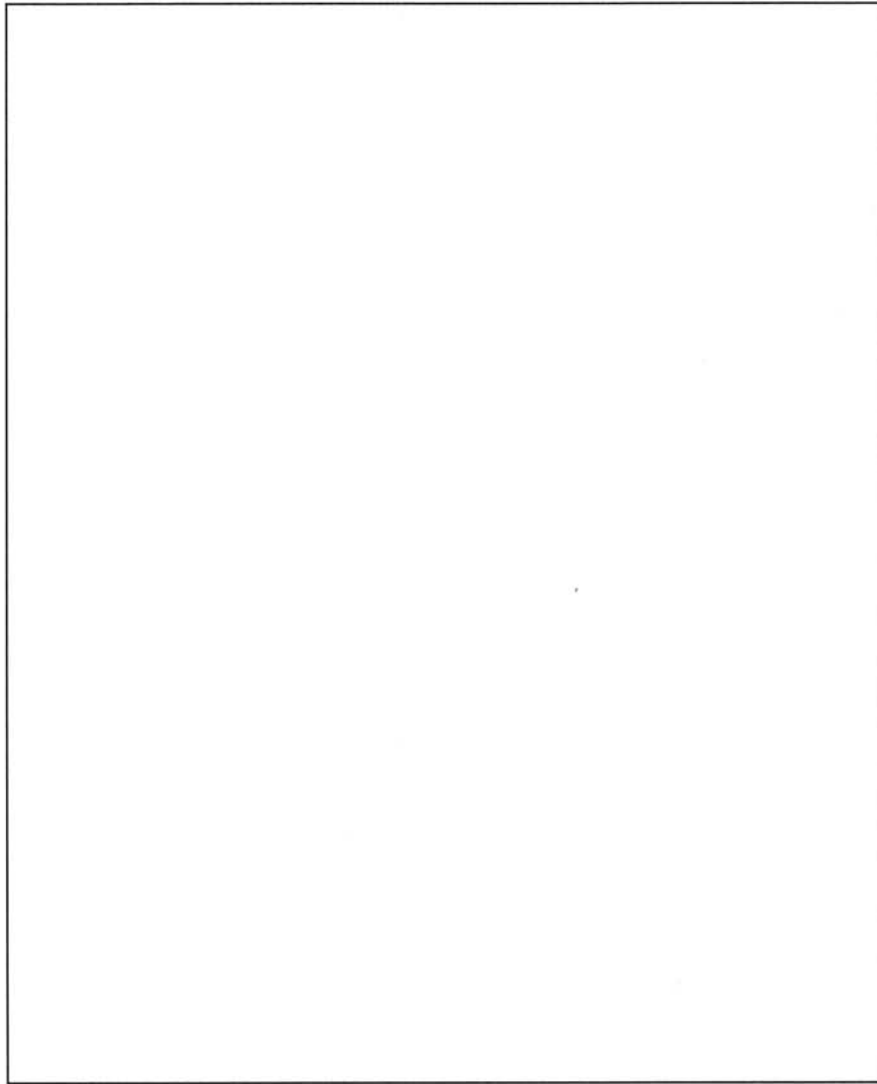
##### 4. 1. 評価方法

テール側フードボックス(1)(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転24-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。回転が自由なボルト等の接合はピン接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転24-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転24-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転24-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-転 24-4-1 図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 24-4-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ] × 10 <sup>4</sup> |                | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ] × 10 <sup>3</sup> |                | 断面二次半径<br>[mm] | 出典           |
|------|----|----|----------------|---------------------------|---|----------------|--|----------------|----------------|--------------|
|      |    |    |                | A                         | I <sub>y</sub>                                    | I <sub>z</sub> | Z <sub>y</sub>                               | Z <sub>z</sub> | I              |              |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G4317 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G4317 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G4317 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G4317 |
| はり   |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G4317 |
| 柱    |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G4317 |
|      |    |    |                |                           |   |                |  |                |                | JIS<br>G4317 |



添説設 3-1-転 24-4-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 24-4-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

#### 4. 1. 2. 設計用地震力

##### 4. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、 $\delta = \square$  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\square}} \approx \square \cdot \cdot \cdot \approx \square \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]未満であるので、剛構造としない設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

##### 4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

##### 4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

###### 長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

###### 短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

##### 4. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設 3-1-付 1 に示す。

#### 4. 2. 応力評価

##### 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 24-4-4 表及び添説設 3-1-転 24-4-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 24-4-4 表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 02_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | 00_05 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 02_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設 3-1-転 24-4-5 表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 02_08 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X 負  | 00_03 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X 負  | 00_04 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X 正  | 03_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X 正  | 03_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X 正  | 03_02 |          |             |             |           |           |     |      |            |

##### 4. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 24-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 24-4-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |
| 引抜力    | Y 正  | 00_02 |           |           |           |     |      |            |

## 5. ダストチャンバ(1)の耐震計算

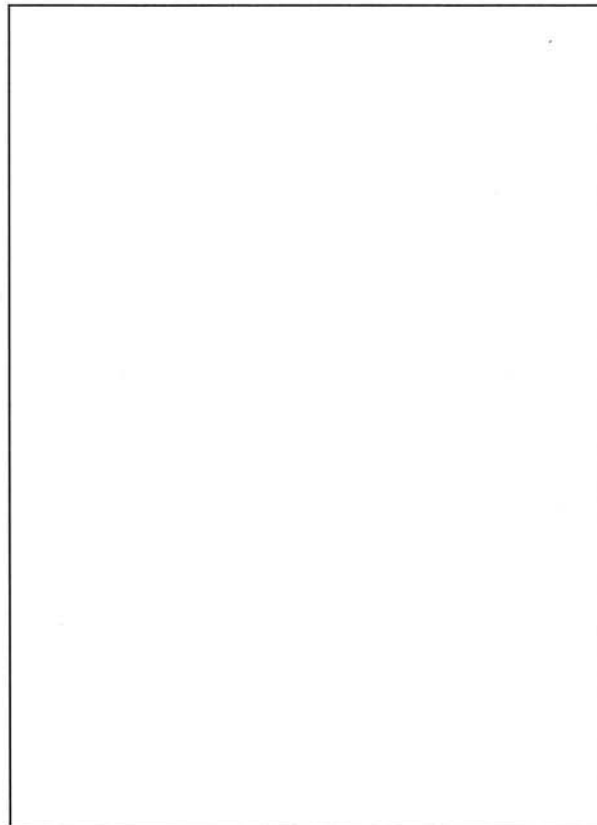
### 5. 1. 評価方法

ダストチャンバ(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 5. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転24-5-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転24-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転24-5-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転24-5-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転24-5-1図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 24-5-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量*<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|-----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|-----|
|      |    |    |                 | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |     |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |

\*：構成品を含む重量

添説設 3-1-転 24-5-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 24-5-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

5. 1. 2. 設計用地震力

5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量 δ [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

解析結果より、δ =  [cm]

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\text{}}} \div \text{} \cdot \cdot \cdot \div \text{} \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  [Hz]となり、20 [Hz]以上であるので、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。

5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。

5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

長期で与えた荷重と地震荷重を組み合わせる。地震荷重とは、長期の荷重を設計用地震力に変換し水平方向に与えた荷重を言う。

5. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書-設3-1-付1に示す。

5. 2. 応力評価

5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書-設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-転24-5-4表及び添説設3-1-転24-5-5表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設3-1-転24-5-4表 部材の評価結果（長期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | —    | —     |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | —    | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

添説設3-1-転24-5-5表 部材の評価結果（短期）

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | N<br>[N] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | Qy<br>[N] | Qz<br>[N] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X正   | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 圧縮応力度  | X正   | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| せん断応力度 | X正   | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 曲げ応力度  | X正   | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力度 | X正   | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |
| 組合せ応力  | X正   | 03_01 |          |             |             |           |           |     |      |            |

### 5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-転 24-5-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-転 24-5-6 表 据付ボルトの評価結果

| 評価対象   | 地震方向 | 節点番号  | Px<br>[N] | Py<br>[N] | Pz<br>[N] | Mx<br>[N・m] | My<br>[N・m] | Mz<br>[N・m] | 評価値 | 許容限界 | 検定比<br>[—] |
|--------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----|------|------------|
| 引張応力度  | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| せん断応力度 | X 正  | 03_01 |           |           |           |             |             |             |     |      |            |
| 引抜力    | —    | —     |           |           |           |             |             |             |     |      |            |

## 6. ダストチャンバ(2)の耐震計算

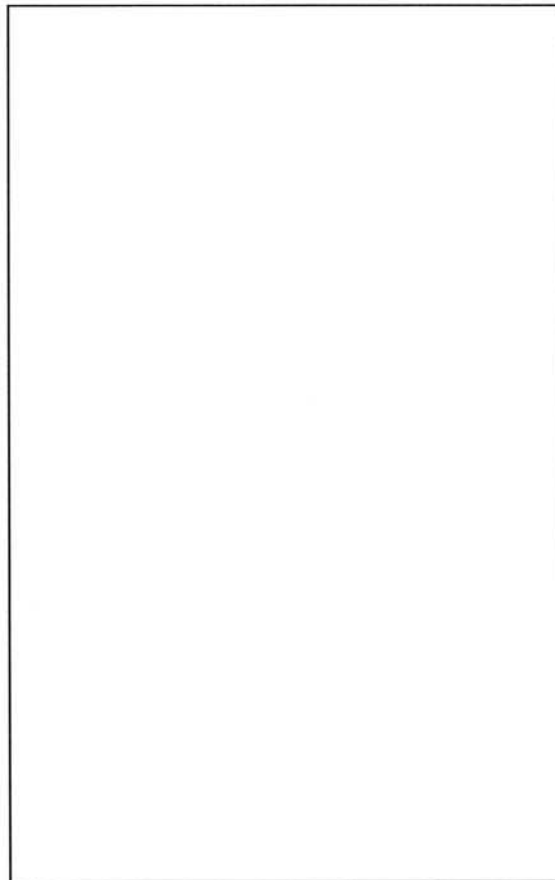
### 6. 1. 評価方法

ダストチャンバ(2)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 6. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-転24-6-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-転24-6-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-転24-6-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-転24-6-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設3-1-転24-6-1図 構造解析モデル

添説設 3-1-転 24-6-1 表 使用部材 断面性能

| 使用部材 | 材料 | 鋼材 | 単位重量*<br>[kg/m] | 断面積<br>[mm <sup>2</sup> ] | 断面二次モーメント<br>[mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup> |    | 断面係数<br>[mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup> |    | 断面二次半径<br>[mm] | 出典  |
|------|----|----|-----------------|---------------------------|---|----|--|----|----------------|-----|
|      |    |    |                 | A                         | Iy  | Iz | Zy   | Zz | I              |     |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |
| 柱    |    |    |                 |                           |   |    |  |    |                | 計算値 |

\*：構成品を含む重量

添説設 3-1-転 24-6-2 表 材料定数

| 材料 | ヤング係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | せん断弾性係数<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | ポアソン比<br>[-] | 出典              |
|----|-------------------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |
|    |                               |                                 |              | JSME S NJ1-2012 |

添説設 3-1-転 24-6-3 表 主な作用荷重

| 荷重値 | 作用場所* |
|-----|-------|
|     |       |

\*：節点番号は数字または階層と番号を下線( )で結合して示し、要素は複数の節点番号をハイフン(-)でつないで示す。

### 6. 1. 2. 設計用地震力

#### 6. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量  $\delta$  [cm]を得る。その変位量を下記の式に用いて一次固有振動数を算出する。

$$\text{一次固有振動数 } f = \frac{5}{\sqrt{\delta}} \text{ [Hz]}$$

$$\text{解析結果より、} \delta = \text{ } \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\text{ }}} \approx \text{ } \cdot \cdot \cdot \approx \text{ } \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\text{ } \text{ [Hz]}$  となり、20 [Hz] 以上であるので、剛構造となる。また、一次固有振動数が十分に大きいことから、本体は剛であると判断でき、据付ボルトの評価で代表する。

#### 6. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、転換工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 1 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 1.0G とする。