

添説設 3-1-組 4-2-1 図(3/3) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 4-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 4-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 4-2-3 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: 燃料集合体を含む。

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、組立工場 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-組 4-2-4 表及び添説設 3-1-組 4-2-5 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-組 4-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	33								
圧縮応力度	—	30								
せん断応力度	—	13								
曲げ応力度	—	37								
組合せ応力度	—	32								
組合せ応力	—	32								

添説設 3-1-組 4-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	48								
圧縮応力度	Y 正	30								
せん断応力度	X 正	32								
曲げ応力度	X 正	32								
組合せ応力度	X 正	32								
組合せ応力	X 正	32								

### 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-組 4-2-6 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-組 4-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	26						
せん断応力度	X 正	27						
引抜力	X 正	26						

### 3. 燃料集合体組立装置(2)の耐震計算

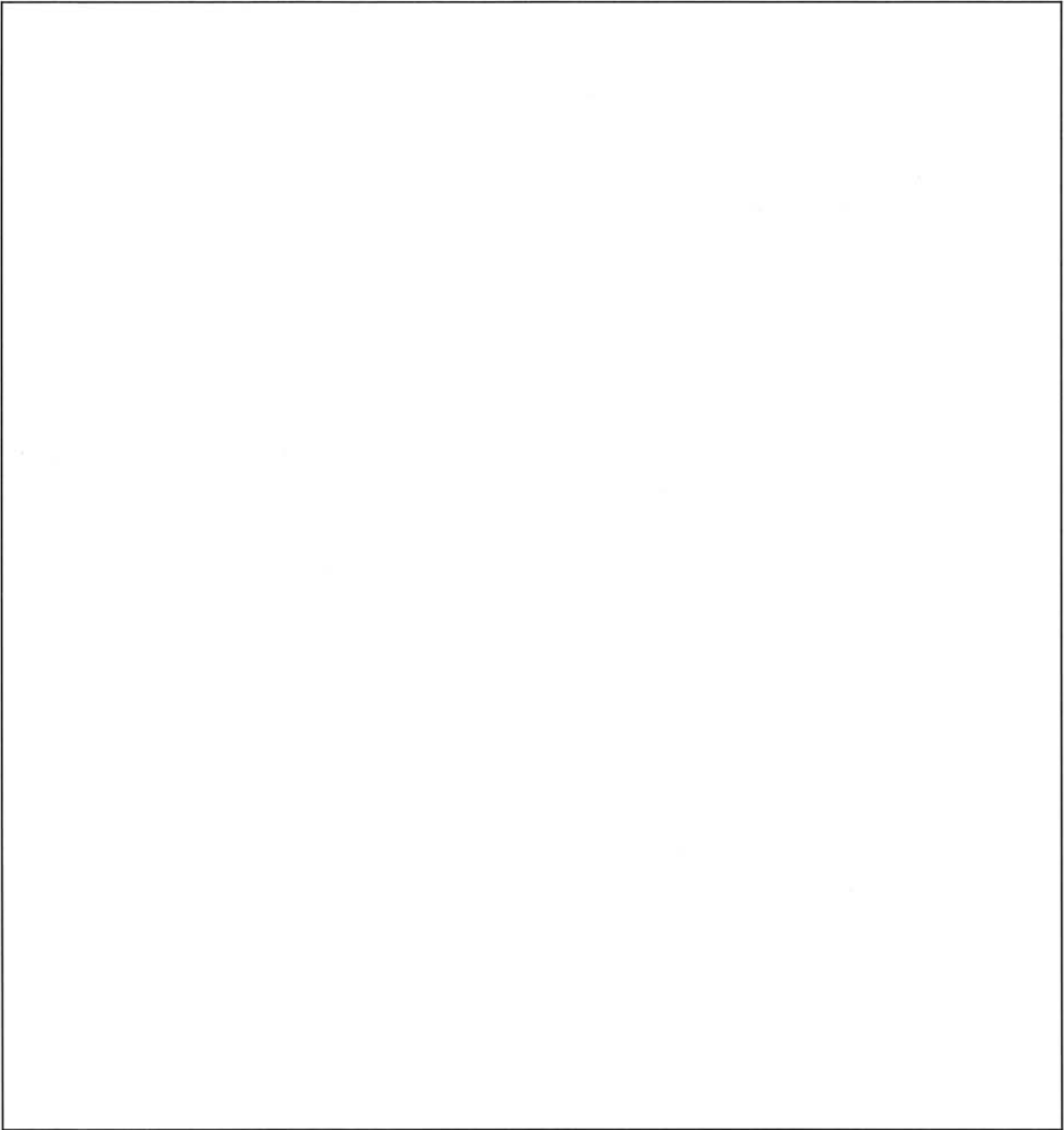
#### 3. 1. 評価方法

燃料集合体組立装置(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。

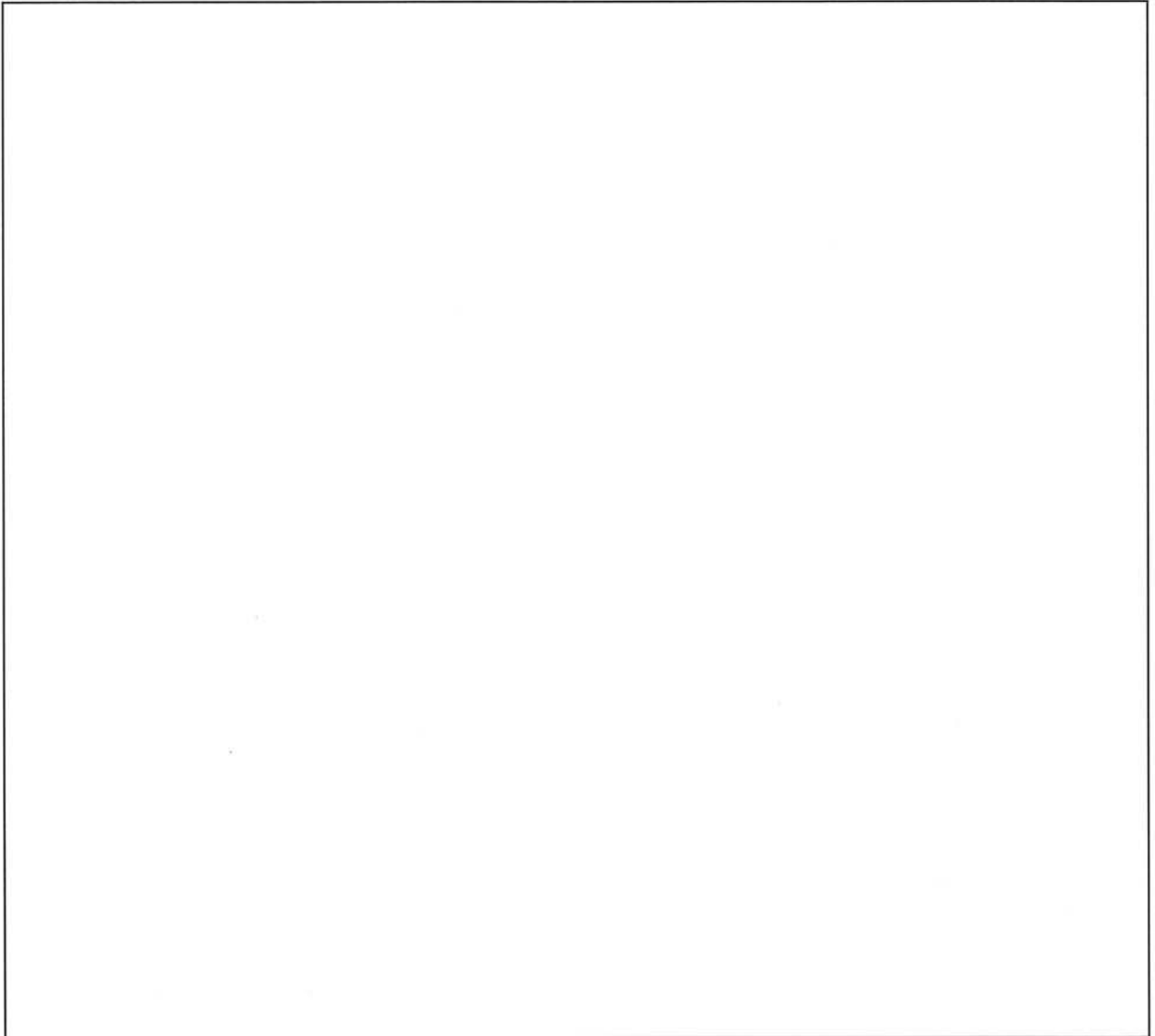
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。
- (5) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

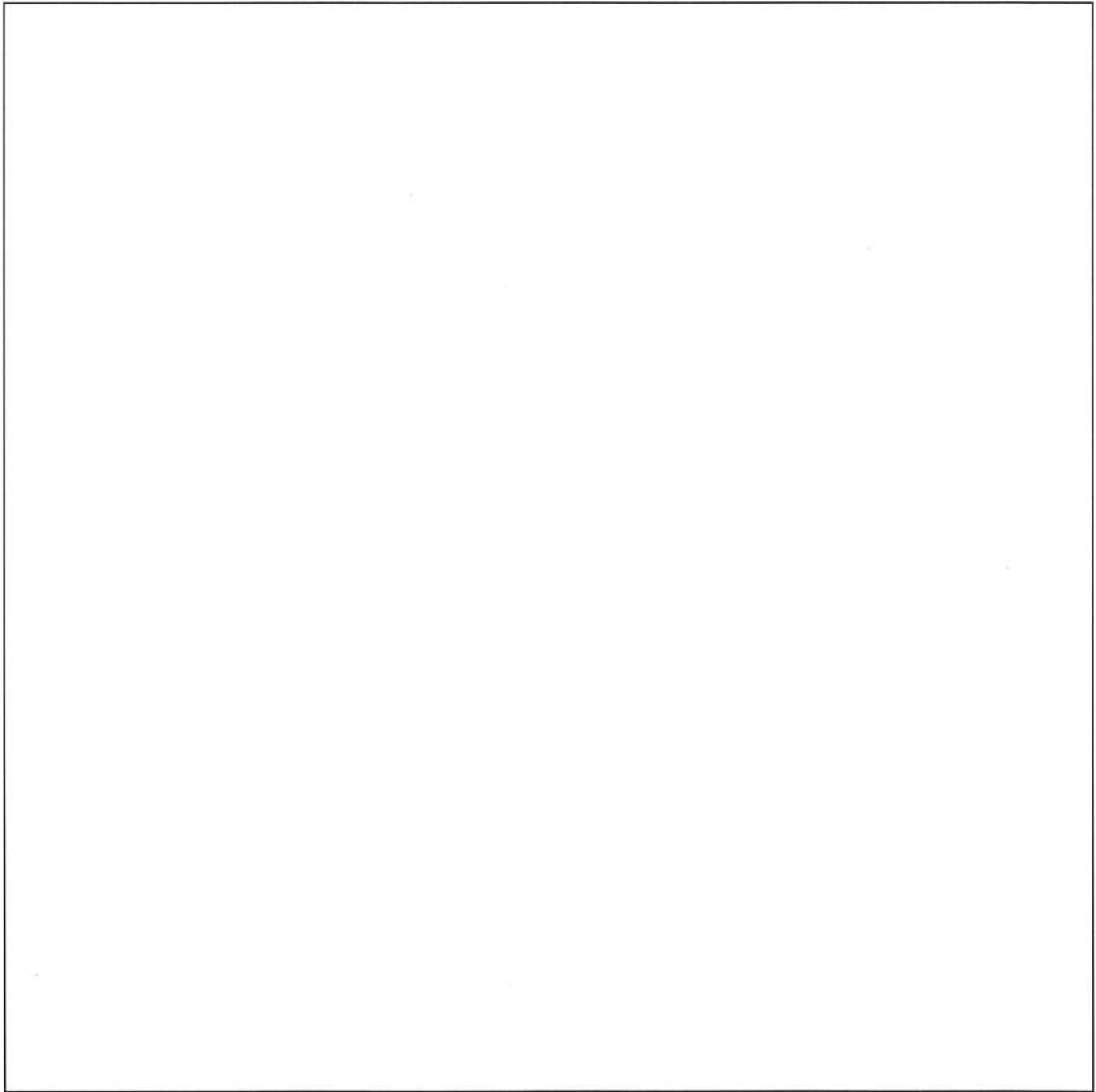
はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-組4-3-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。回転が自由なボルト等の接合はピン接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-組4-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組4-3-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-組4-3-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-組 4-3-1 図(1/3) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 4-3-1 図(2/3) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 4-3-1 図(3/3) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 4-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 4-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 4-3-3 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: 燃料集合体を含む。

### 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] 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、組立工場 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-組 4-3-4 表及び添説設 3-1-組 4-3-5 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-組 4-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	7								
圧縮応力度	—	30								
せん断応力度	—	13								
曲げ応力度	—	32								
組合せ応力度	—	32								
組合せ応力	—	32								

添説設 3-1-組 4-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	48								
圧縮応力度	Y 正	30								
せん断応力度	X 正	32								
曲げ応力度	X 正	32								
組合せ応力度	X 正	32								
組合せ応力	X 正	32								

### 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-組 4-3-6 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-組 4-3-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	26						
せん断応力度	X 負	26						
引抜力	X 正	26						

#### 4. 燃料集合体組立装置(3)の耐震計算

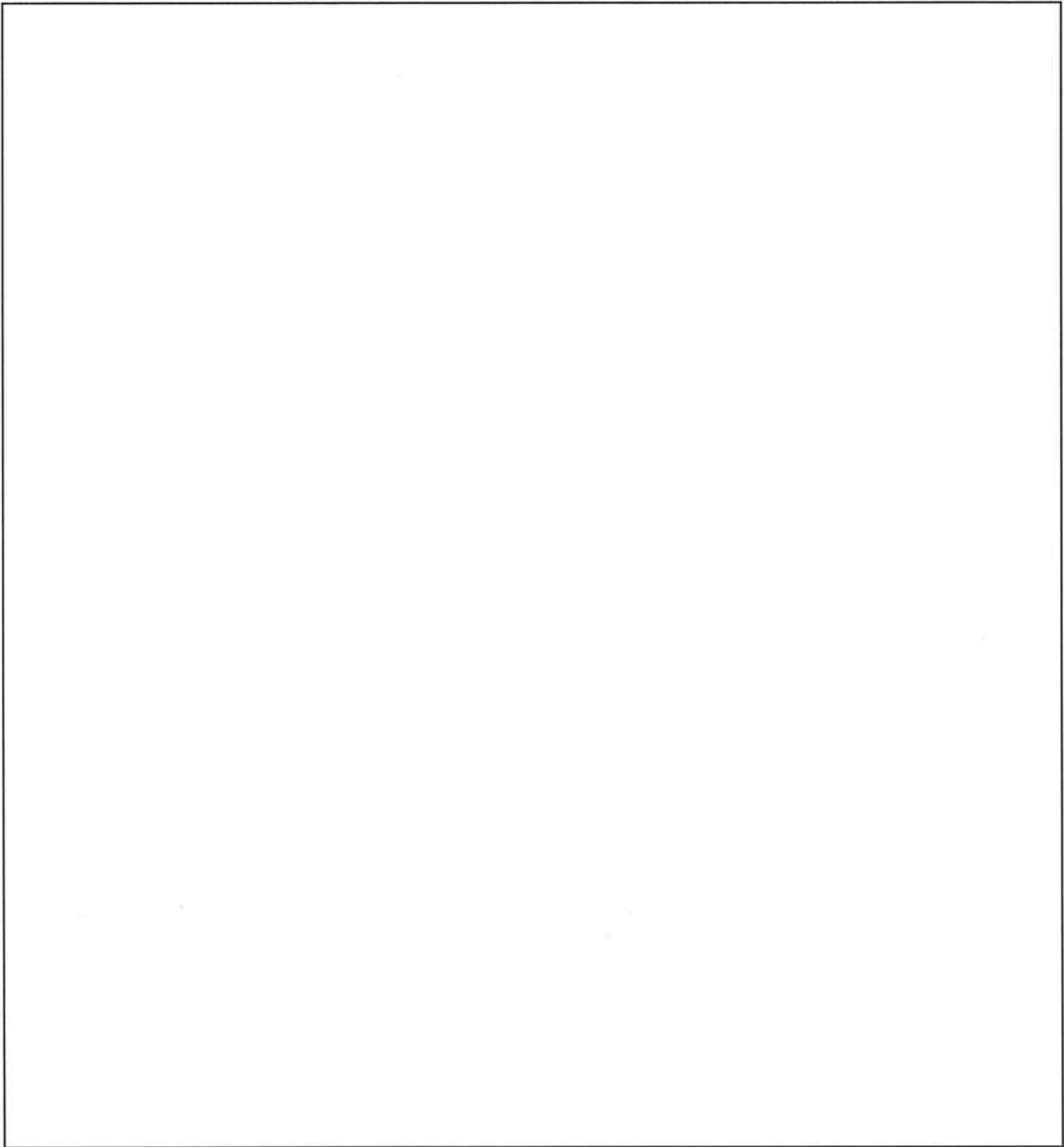
##### 4. 1. 評価方法

燃料集合体組立装置(3)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。

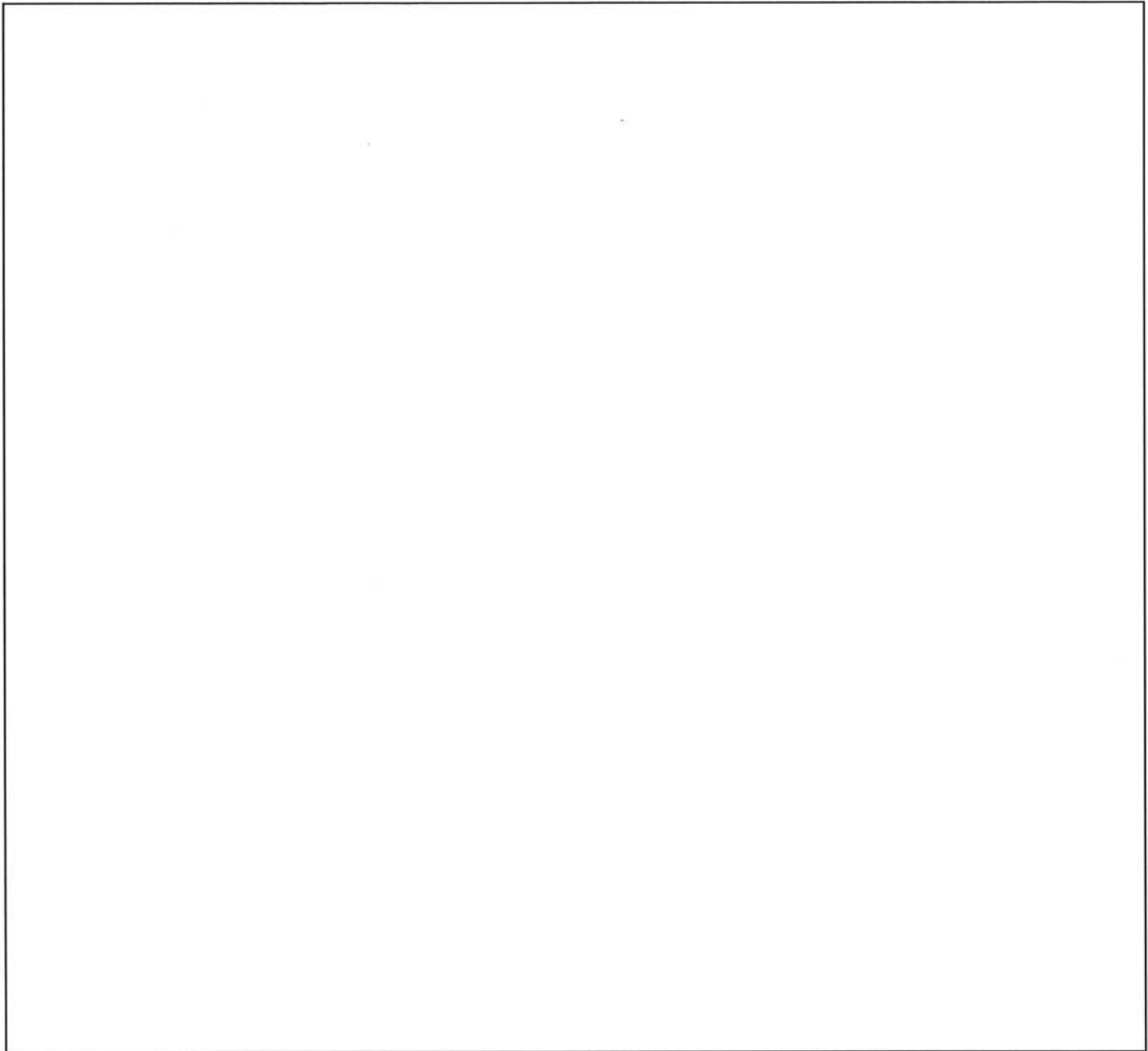
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。
- (5) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

##### 4. 1. 1. 構造解析モデル

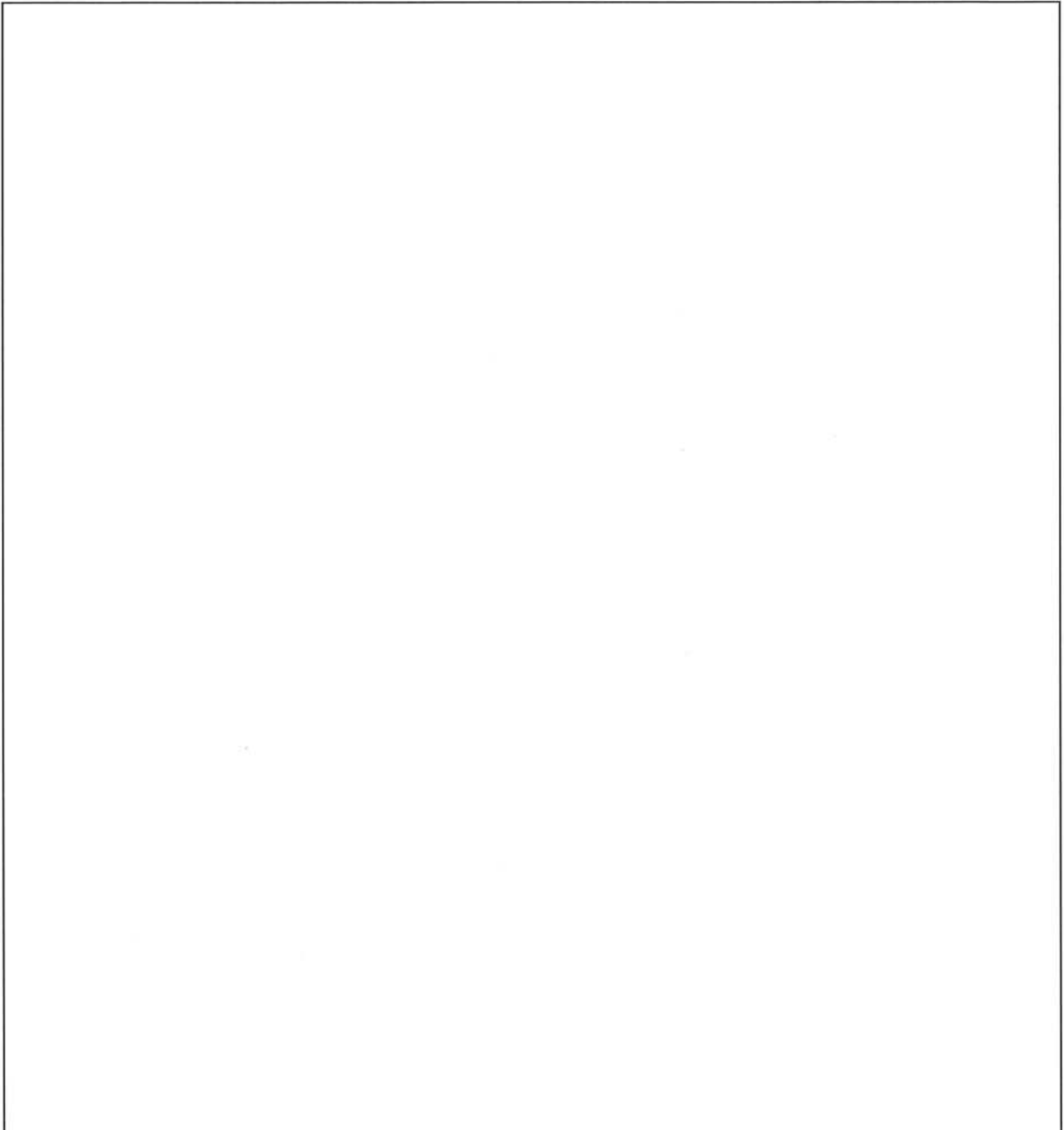
はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-組4-4-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。回転が自由なボルト等の接合はピン接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-組4-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組4-4-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-組4-4-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-組 4-4-1 図(1/3) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 4-4-1 図(2/3) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 4-4-1 図(3/3) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 4-4-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 4-4-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 4-4-3 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: 燃料集合体を含む。



#### 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]

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

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz] となり、20 [Hz] 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、組立工場 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-組 4-4-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	7								
圧縮応力度	-	30								
せん断応力度	-	13								
曲げ応力度	-	32								
組合せ応力度	-	32								
組合せ応力	-	32								

添説設 3-1-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	48								
圧縮応力度	Y 正	30								
せん断応力度	X 正	32								
曲げ応力度	X 正	32								
組合せ応力度	X 正	32								
組合せ応力	X 正	32								

#### 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-組 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-組 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	26						
せん断応力度	X 負	26						
引抜力	X 正	26						

マガジン架台部の耐震計算書

## 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-組5-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
マガジン架台部	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組5-1-2表に示す。

添説設3-1-組5-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
マガジン架台部	添付図 図ホ設-8

## 2. マガジン架台部の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

マガジン架台部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。

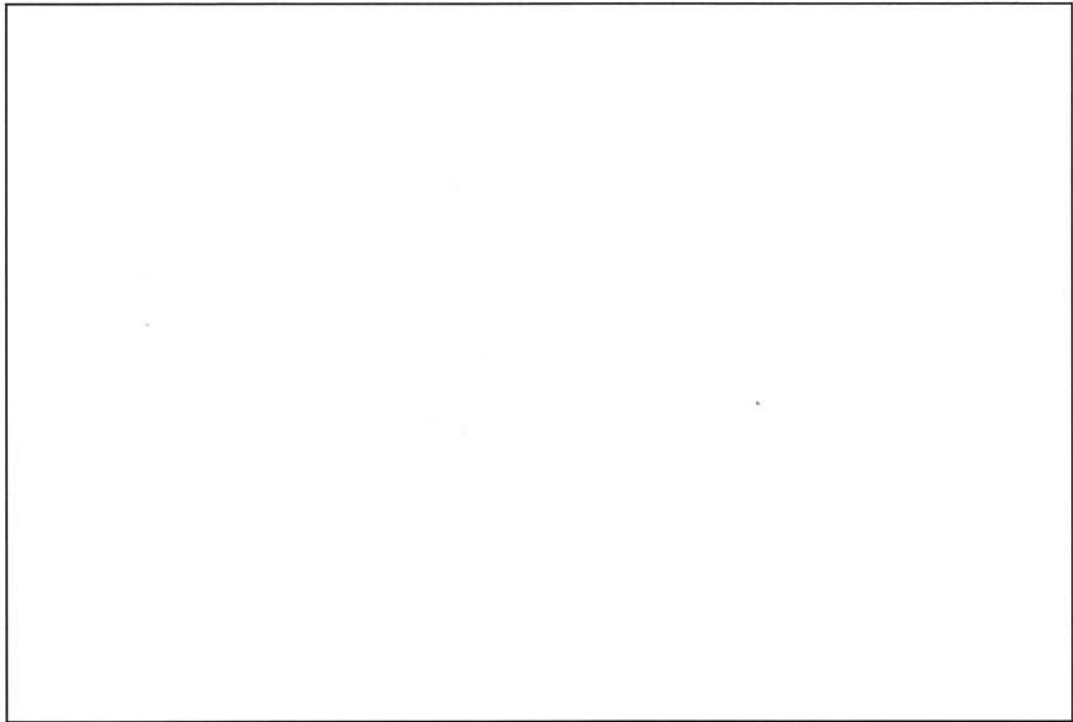
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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-組5-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組5-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 5-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 5-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 5-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*2: 燃料棒を含む。

## 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]

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

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。

### 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、組立工場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-組5-2-4表及び添説設3-1-組5-2-5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-組 5-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	5								
圧縮応力度	—	1								
せん断応力度	—	25								
曲げ応力度	—	25								
組合せ応力度	—	25								
組合せ応力	—	25								

添説設 3-1-組 5-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	28								
圧縮応力度	Y 正	3								
せん断応力度	Y 正	28								
曲げ応力度	Y 正	28								
組合せ応力度	Y 正	28								
組合せ応力	Y 正	28								

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-組 5-2-6 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-組 5-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	Y 正	3						
引抜力	—	—						



拘束力検査測定台の耐震計算書

## 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-組6-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
拘束力検査測定台	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組6-1-2表に示す。拘束力検査測定台は安全機能を有する設備として、検査測定架台及びクランプポストを有する。

添説設3-1-組6-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
検査測定架台 クランプポスト	添付図 図ホ設-9

## 2. 検査測定架台の耐震計算

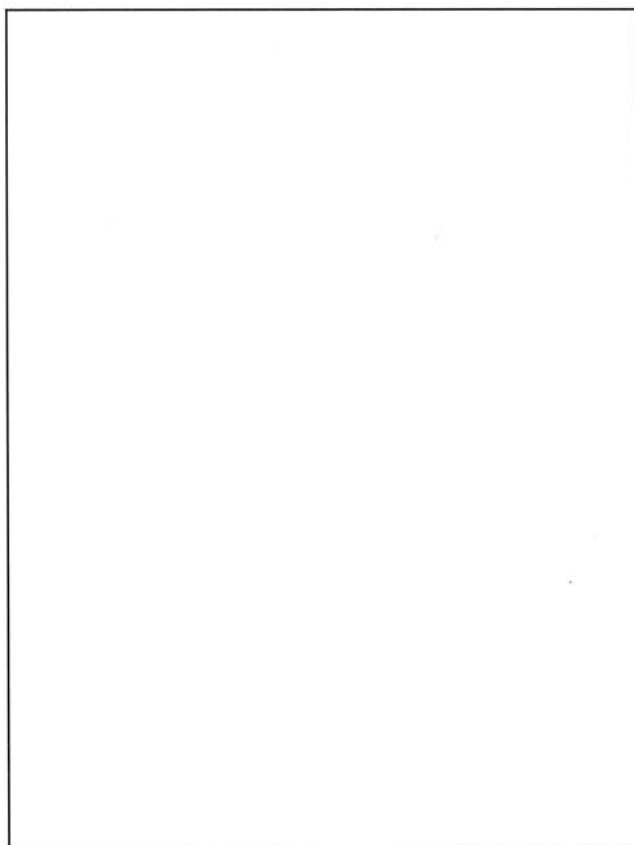
### 2. 1. 評価方法

検査測定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。

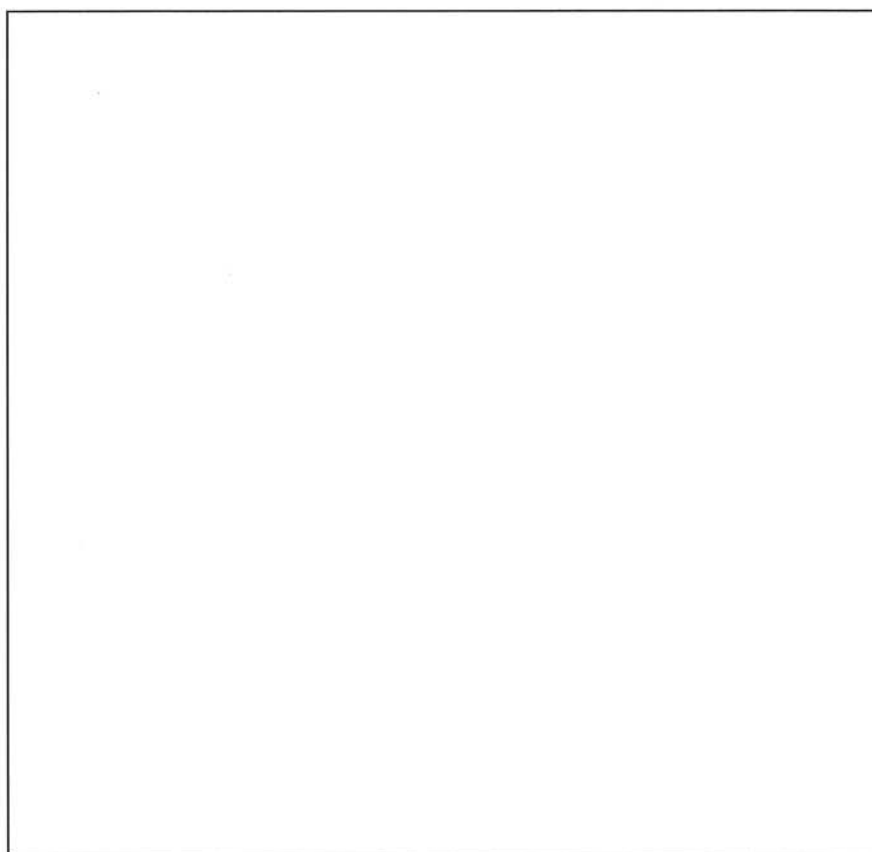
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組 6-2-1 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-組 6-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-組 6-2-2 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-組 6-2-3 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-組 6-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 6-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 6-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 6-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 6-2-3 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: 燃料集合体を含む。

## 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]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、組立工場 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-組 6-2-4 表及び添説設 3-1-組 6-2-5 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-組 6-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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_01								
組合せ応力度	—	02_01								
組合せ応力	—	02_01								

添説設 3-1-組 6-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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								

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—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-組 6-2-6 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-組 6-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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. クランプポストの耐震計算

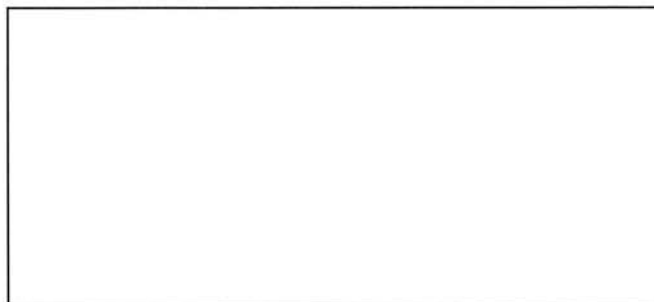
#### 3. 1. 評価方法

クランプポスト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。

- (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、1本のはり要素による手計算で実施する。
- (2) 拘束条件として、据付ボルト部を固定する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

添説設 3-1-組 6-3-1 図に示す。モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-組 6-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-組 6-3-2 表に示す。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 (P) とする。



添説設3-1-組6-3-1図 部材 モデル図

添説設 3-1-組 6-3-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	断面積 [mm <sup>2</sup> ]		せん断用 断面積 [mm <sup>2</sup> ]		断面二次 モーメント [mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup>		断面係数 [mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup>		断面二次半径 [mm]	出典
			A	Az	Ay	Iz	Iy	Zz	Zy	I		
はり											計算値	
柱											計算値	

添説設 3-1-組 6-3-2 表 材料定数

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

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をするために、はり先端に自重相当の水平荷重が付与された場合の変形量を算出する。はり先端に作用させた荷重Pは、アーム重量P<sub>A</sub>=□[N]と部材重量P<sub>C</sub>=□[N]を合わせた重量とする。

$$P = P_A + P_C = \square \text{ [N]}$$

柱に発生する最大たわみ δ は下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L_1^3}{3 \cdot E_1 \cdot I_{z1}} + \frac{P \cdot L_2^3}{3 \cdot E_2 \cdot I_{y2}}$$

ここで、

P : 水平方向作用荷重

L : 長さ (L<sub>1</sub> : はり、L<sub>2</sub> : 柱)

E : ヤング係数 (E<sub>1</sub> : はり、E<sub>2</sub> : 柱)

I : 断面二次モーメント (I<sub>z1</sub> : はり、I<sub>y2</sub> : 柱)



使用部材の断面特性、材料定数は添説設 3-1-組 6-3-1 表及び添説設 3-1-組 6-3-2 表に示すとおりであるので、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta = \square \text{[mm]} = \square \text{[cm]}$$

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。

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

よって、一次固有振動数は  $\square \text{[Hz]}$  となり、 $20 \text{[Hz]}$  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、組立工場 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。

長期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設 3-1-組 6-3-3 表に示す。長期状態での部材に作用する荷重は、以下のとおりであり、下式にて応力度を算出した。

(はり部)

$$\text{せん断力: } P_A = \boxed{\phantom{000}} [\text{N}]$$

$$\text{モーメント: } M_y = P_A \times L1 = \boxed{\phantom{00000}} [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

(柱部)

$$\text{鉛直荷重: } N = P_A + P_C = \boxed{\phantom{000}} [\text{N}]$$

$$\text{モーメント: } M_y = P_A \times L1 = \boxed{\phantom{00000}} [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

$$\text{圧縮応力度: } \sigma_c = \frac{N}{A}$$

$$\text{せん断応力度: } \tau = \frac{P_A}{A_z}$$

$$\text{曲げ応力度: } \sigma_b = \frac{M_y}{Z_y}$$

$$\text{組合せ応力度: } \sigma_{vm} = \sqrt{(\sigma_c + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

$$\text{組合せ応力: } \sigma_m = \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$$

短期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設3-1-組6-3-4表に示す。  
短期状態での部材に作用する荷重は、以下のとおりであり、下式にて応力度を算出した。

(はり部)

$$\text{水平荷重: } N = P_A + P_W = \boxed{\phantom{000}} [\text{N}]$$

$$\text{せん断力: } P_{y1} = P_A + P_W = \boxed{\phantom{000}} [\text{N}]$$

$$\text{積載重量: } P_W = \boxed{\phantom{000}} [\text{N}]$$

$$\text{モーメント: } M_{z1} = P_{y1} \cdot K_h \cdot L1 = \boxed{\phantom{00000}} [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

(設計用水平震度  $K_h = 1.0$ )

(柱部)

せん断力：  $P_y2 = P_A + P_W + P_C = \boxed{\phantom{00000}} [N]$

モーメント：  $M_z2 = P_y2 \cdot K_h \cdot L2 = \boxed{\phantom{00000000}} [N \cdot mm]$

圧縮応力度：  $\sigma_c = \frac{N}{A}$

せん断応力度：  $\tau = \frac{P_y}{A_y}$

曲げ応力度：  $\sigma_b = \frac{M_z}{Z_z}$

組合せ応力度：  $\sigma_{vm} = \sqrt{(\sigma_c + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2}$

組合せ応力：  $\sigma_m = \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$

添説設 3-1-組 6-3-3 表 部材の評価結果 (長期)

評価対象	評価値 (はり)	評価値 (柱)	許容限界	検定比 (はり) [-]	検定比 (柱) [-]
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-組 6-3-4 表 部材の評価結果 (短期)

評価対象	評価値 (はり)	評価値 (柱)	許容限界	検定比 (はり) [-]	検定比 (柱) [-]
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. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトに作用するモーメントMは下式にて算出される。

$$M=M_y+M_z/2$$

ボルト本数 $nt=□$ 、引き抜き力に作用するボルト本数 $nt'=□$ 、ボルト間距離 $l=□$ [mm]より、引抜き力 $R_b$ 、引張応力度 $\sigma_t$ 、せん断応力度 $\tau$ は下式にて算出し、添説設3-1-組6-3-5表にまとめる。

$$R_b = \frac{M}{l \cdot nt'}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A_b}$$

$$\tau = \frac{P}{A_b \cdot nt}$$

(ボルト断面積 $-A_b=□$ [mm<sup>2</sup>])

評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、十分な構造強度を有していることを確認した。

添説設3-1-組6-3-5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[-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜き力			

燃料集合体洗浄装置の耐震計算書

## 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-組7-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
燃料集合体洗浄装置	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組7-1-2表に示す。燃料集合体洗浄装置は安全機能を有する設備として、燃料集合体洗浄装置及び燃料集合体洗浄装置架台を有する。

添説設3-1-組7-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料集合体洗浄装置 燃料集合体洗浄装置架台	添付図 図ホ設-9

## 2. 燃料集合体洗浄装置の耐震計算

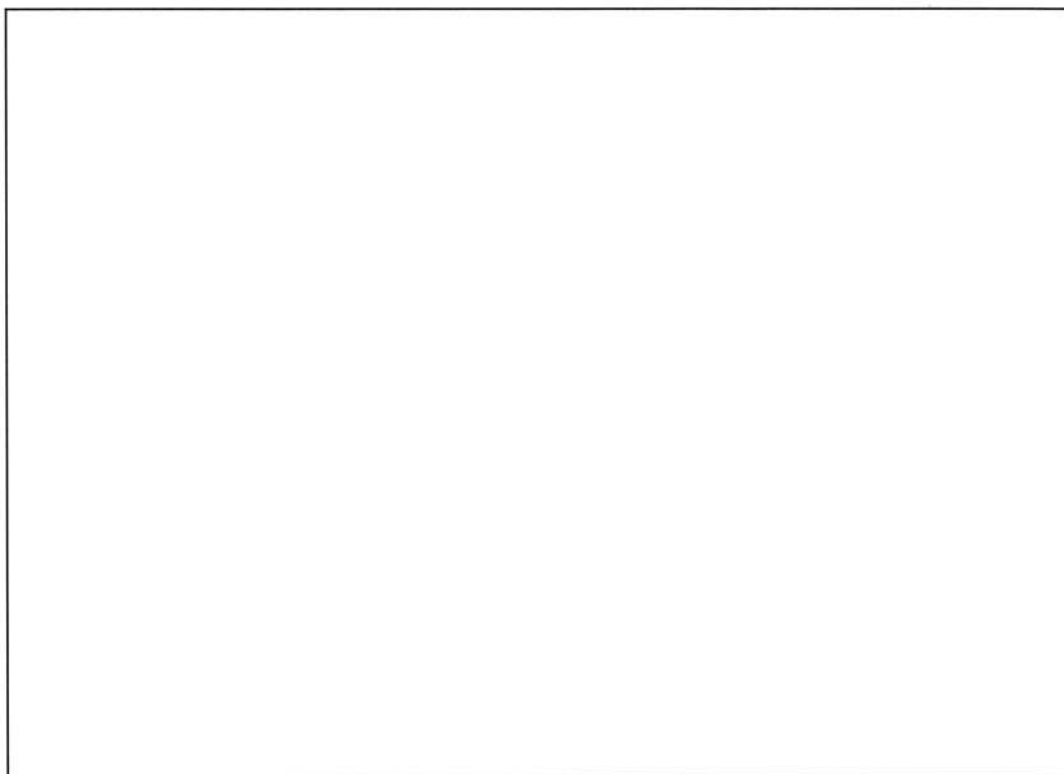
### 2. 1. 評価方法

燃料集合体洗浄装置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。

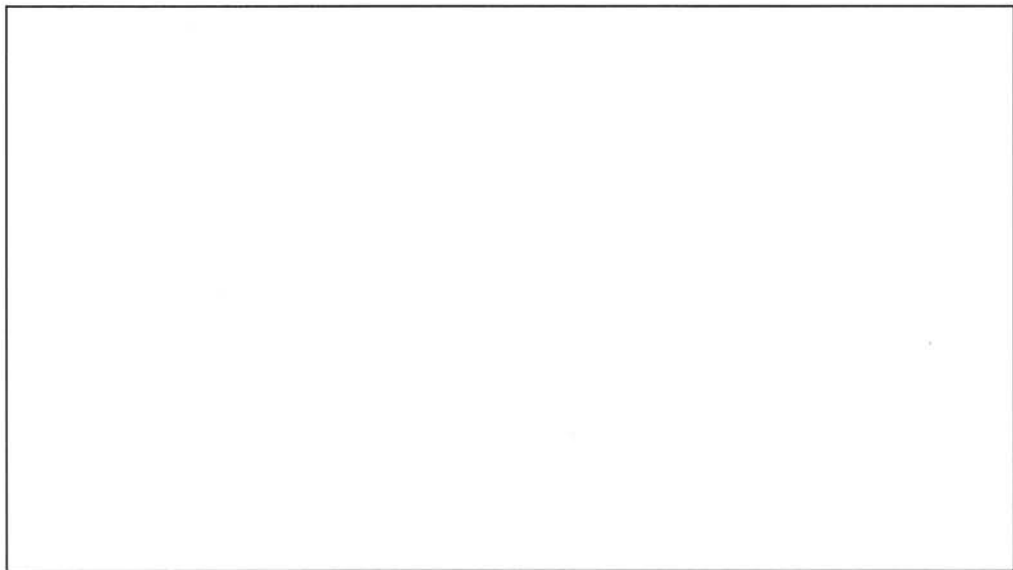
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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-組7-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組7-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 7-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 7-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 7-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 7-2-3 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]

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

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。

### 2. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造の設備であり、組立工場 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-組 7-2-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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_01								
組合せ応力度	—	01_01								
組合せ応力	—	01_01								

添説設 3-1-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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_05								
曲げ応力度	X 正	01_04								
組合せ応力度	X 正	01_04								
組合せ応力	X 正	01_04								

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-組 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-組 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	00_01						
せん断応力度	X 正	00_03						
引抜力	—	—						

### 3. 燃料集合体洗浄装置架台の耐震計算

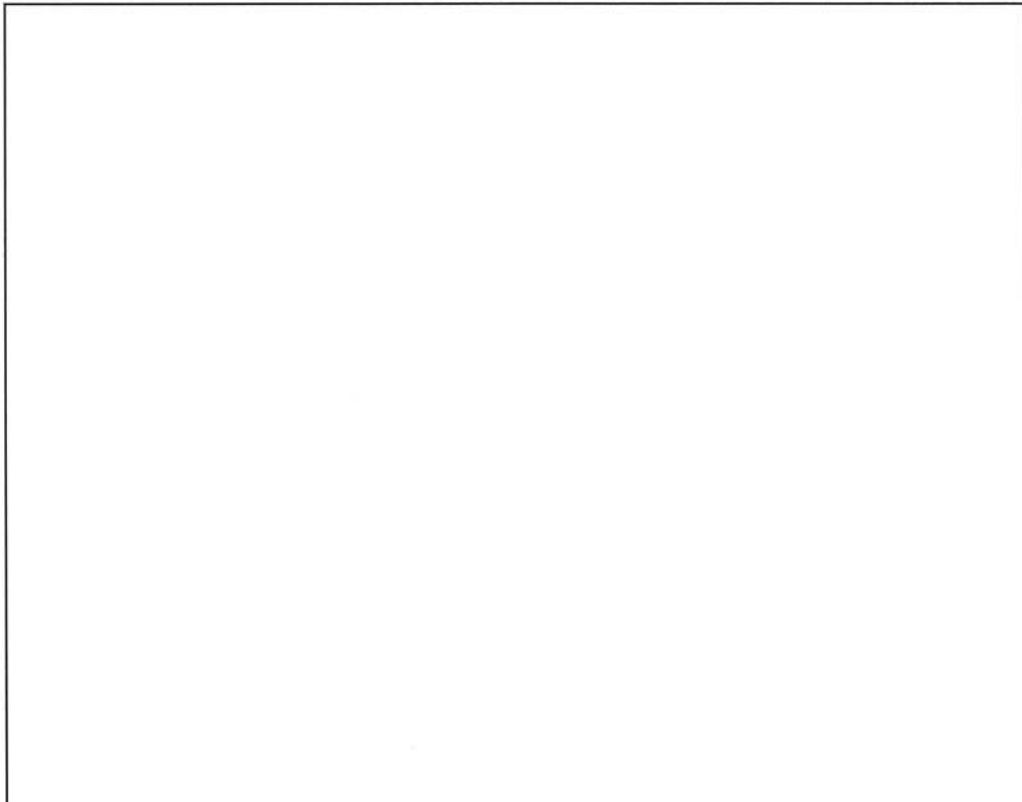
#### 3. 1. 評価方法

燃料集合体洗浄装置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。

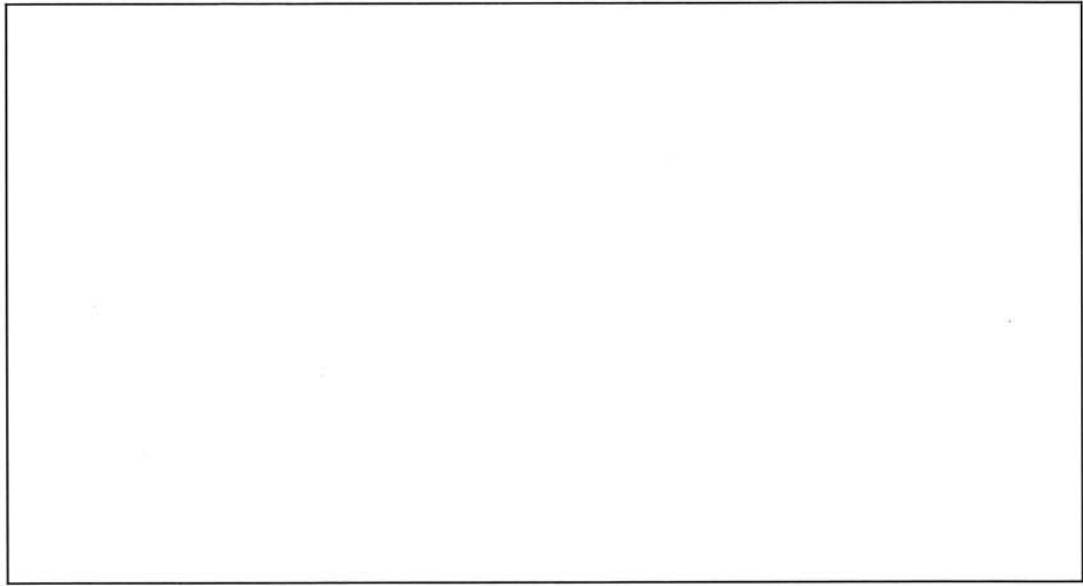
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組 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-組 7-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-組 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-組 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-組 7-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 7-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 7-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 7-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 7-3-3 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。

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

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

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

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、組立工場 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-組 7-3-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	01_01								
圧縮応力度	—	00_01								
せん断応力度	—	01_05								
曲げ応力度	—	01_04								
組合せ応力度	—	01_04								
組合せ応力	—	01_04								

添説設 3-1-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	01_01								
圧縮応力度	Y 正	00_04								
せん断応力度	Y 正	01_06								
曲げ応力度	Y 正	01_10								
組合せ応力度	Y 正	01_10								
組合せ応力	X 正	01_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-組 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-組 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	00_01						
せん断応力度	X 負	00_02						
引抜力	Y 正	00_01						

ジブクレーンの耐震計算書

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-組8-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
ジブクレーン	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組8-1-2表に示す。ジブクレーンは安全機能を有する設備としてジブクレーン(1)ジブ及びジブクレーン(1)柱を有する。

添説設3-1-組8-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
ジブクレーン(1)ジブ ジブクレーン(1)柱	添付図 図ホ設-10



## 2. ジブクレーン(1)ジブの耐震計算

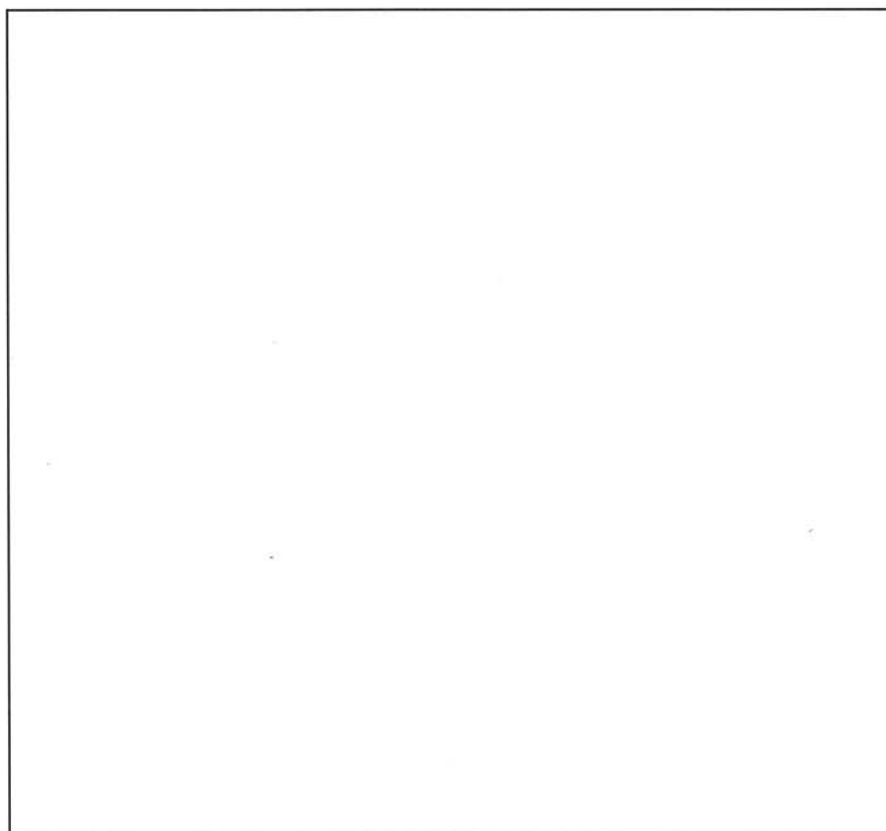
### 2. 1. 評価方法

ジブクレーン(1)ジブ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。

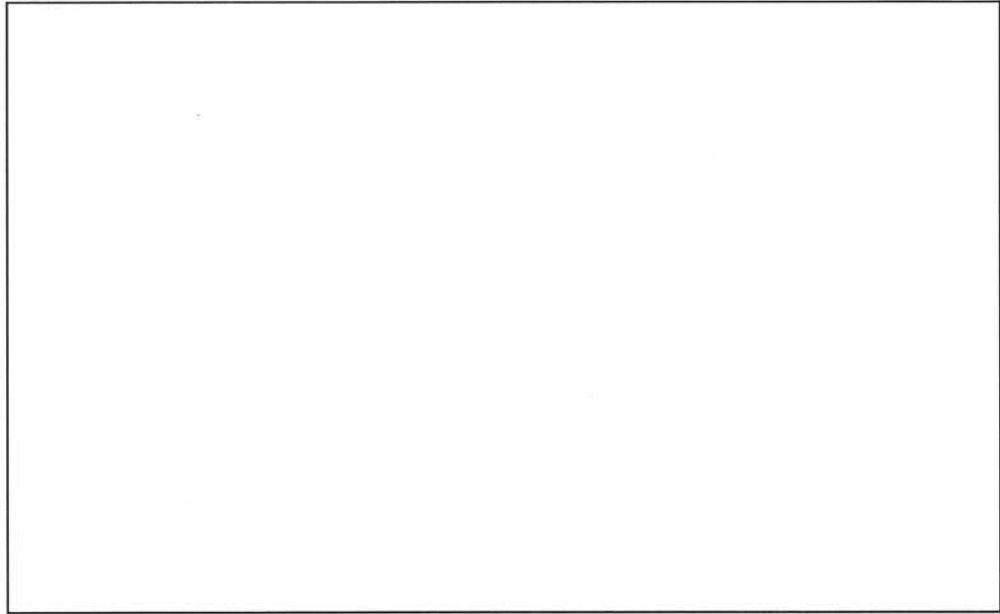
- (1) 部材は、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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。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-組8-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組8-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 8-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 8-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 8-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 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: 燃料集合体を含む。

## 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] 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、組立工場 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 3-1-1 付 1 に示す。

## 2. 2. 応力評価

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 3-1-1 付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-1 組 8-2-4 表及び添説設 3-1-1 組 8-2-5 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-組 8-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	114								
圧縮応力度	—	113								
せん断応力度	—	132								
曲げ応力度	—	122								
組合せ応力度	—	122								
組合せ応力	—	122								

添説設 3-1-組 8-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	114								
圧縮応力度	X 負	113								
せん断応力度	X 負	132								
曲げ応力度	Y 正	114								
組合せ応力度	Y 正	114								
組合せ応力	Y 正	114								

### 3. ジブクレーン(1)柱の耐震計算

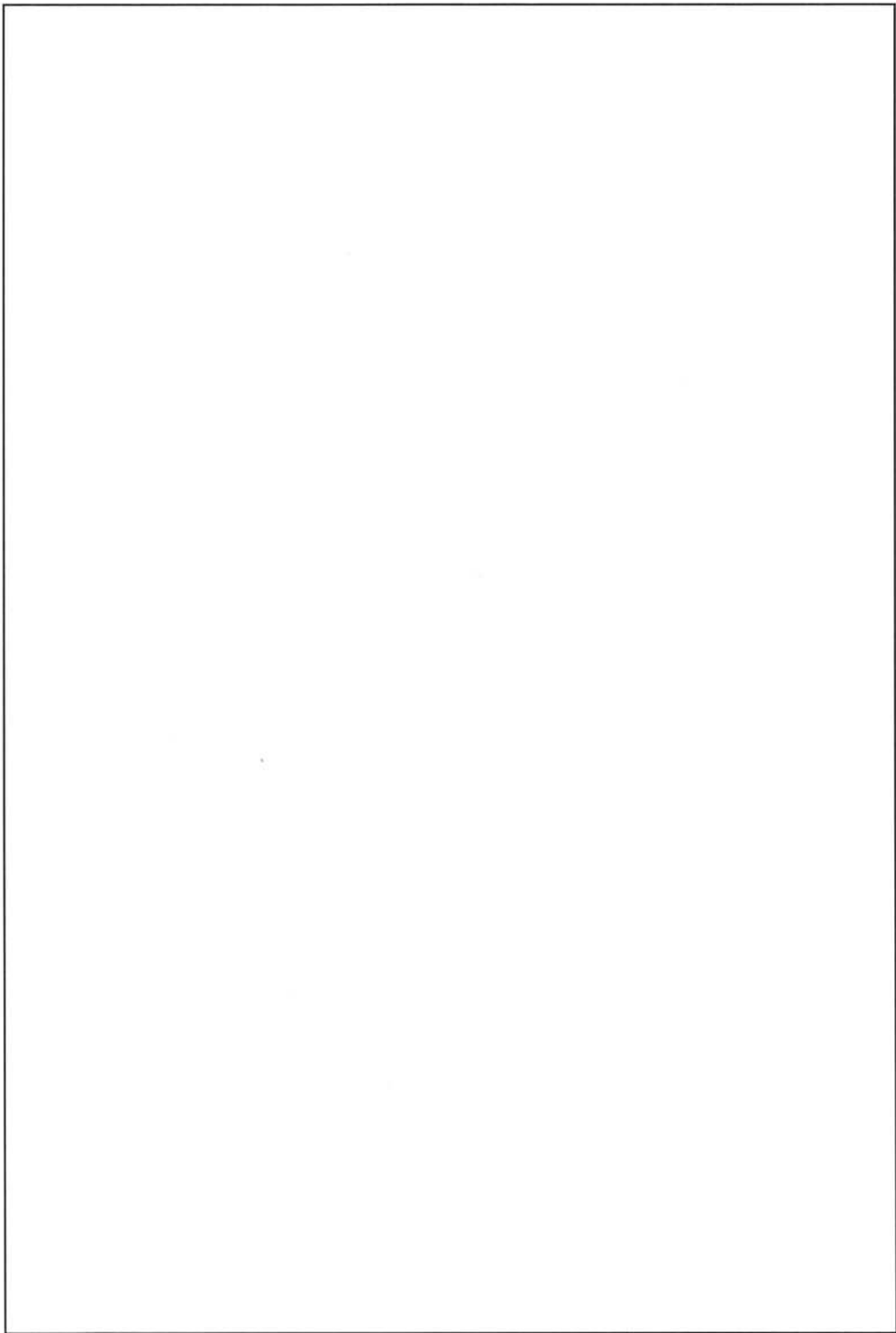
#### 3. 1. 評価方法

ジブクレーン(1)柱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。

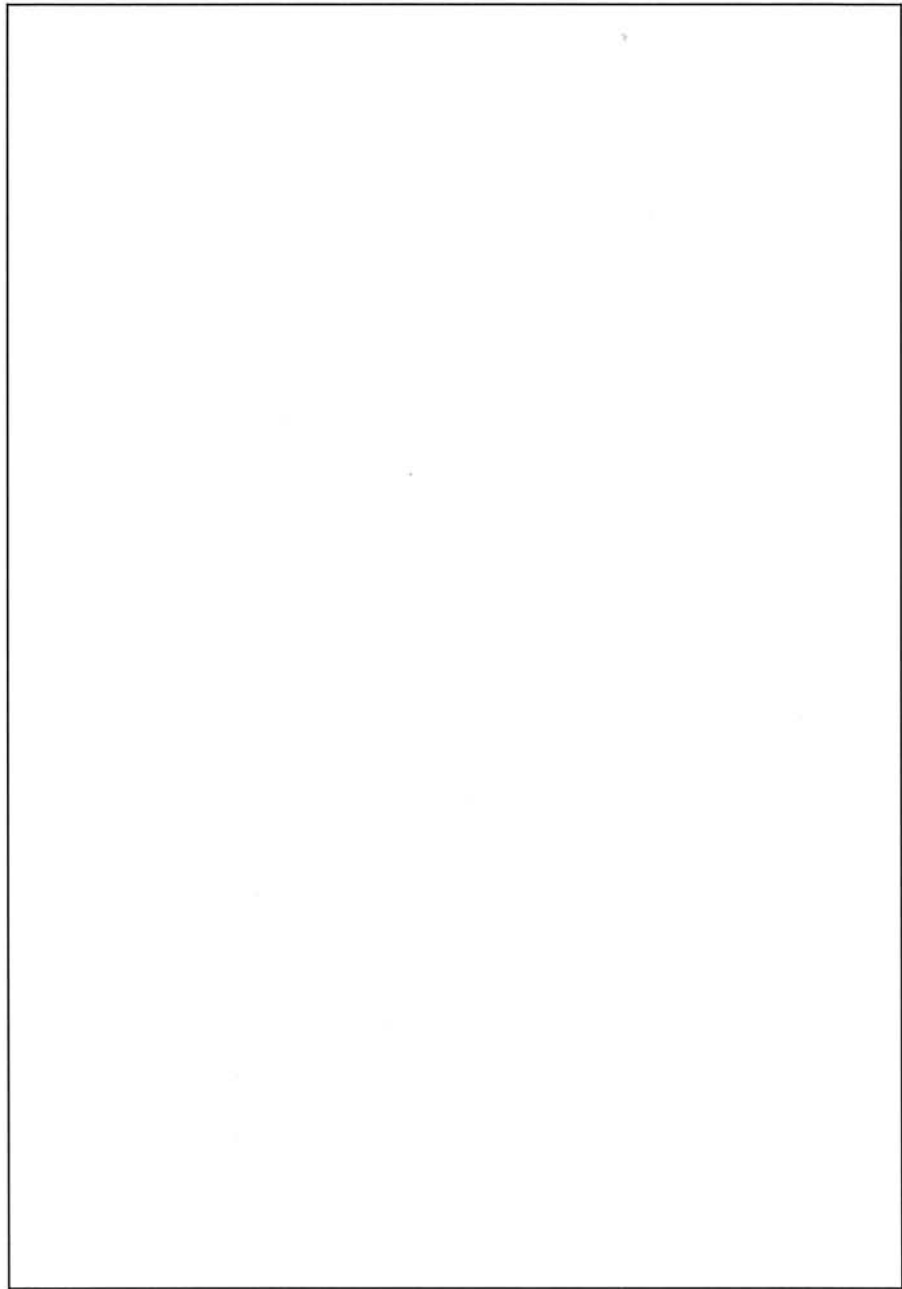
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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-組8-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組 8-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 8-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 8-3-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	断面二次モーメント [mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup>		断面係数 [mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup>		断面二次半径 [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
その他										JIS G3192

添説設 3-1-組 8-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 8-3-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*

(注 1)ジブクレーン(1) ジブ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。

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

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

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

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。

#### 3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造としない設備であり、組立工場 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-組 8-3-4 表及び添説設 3-1-組 8-3-5 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-組 8-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	121								
圧縮応力度	—	21								
せん断応力度	—	2								
曲げ応力度	—	2								
組合せ応力度	—	2								
組合せ応力	—	11								

添説設 3-1-組 8-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	121								
圧縮応力度	Y 正	22								
せん断応力度	X 正	2								
曲げ応力度	Y 正	121								
組合せ応力度	Y 正	121								
組合せ応力	Y 正	123								

#### 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-組 8-3-6 表に示す方法に加え、曲げモーメントを考慮する。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。

添説設 3-1-組 8-3-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	31						
せん断応力度	Y 正	22						
引抜力	X 正	31						

エンベロープ検査装置の耐震計算書

## 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-組9-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
エンベロープ検査装置	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組9-1-2表に示す。

添説設3-1-組9-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
エンベロープ検査装置	添付図 図ホ設-11

## 2. エンベロープ検査装置の耐震計算

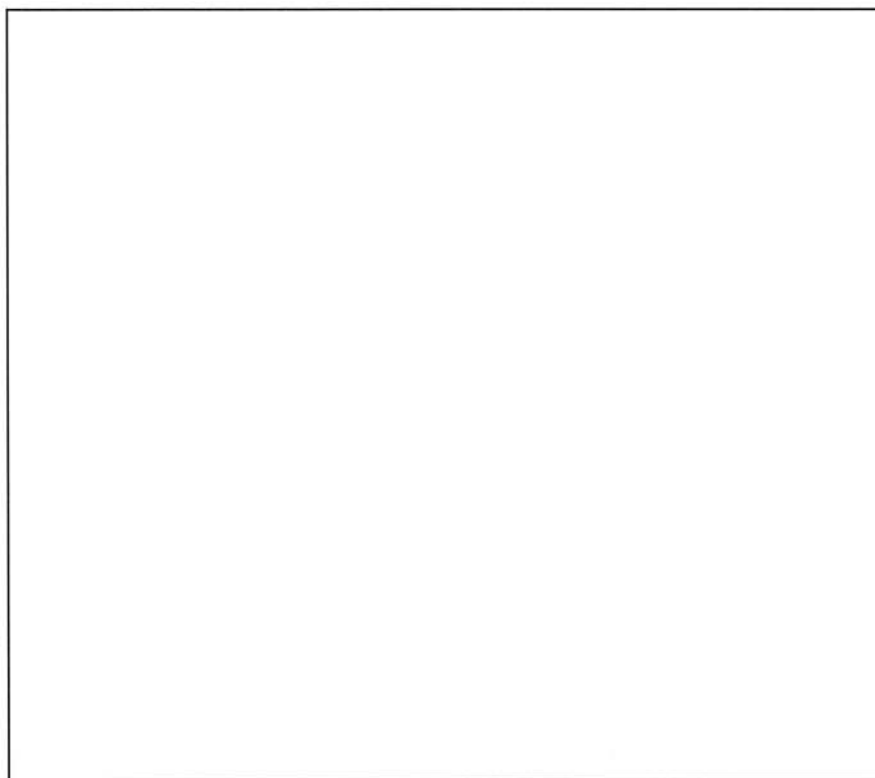
### 2. 1. 評価方法

エンベロープ検査装置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。

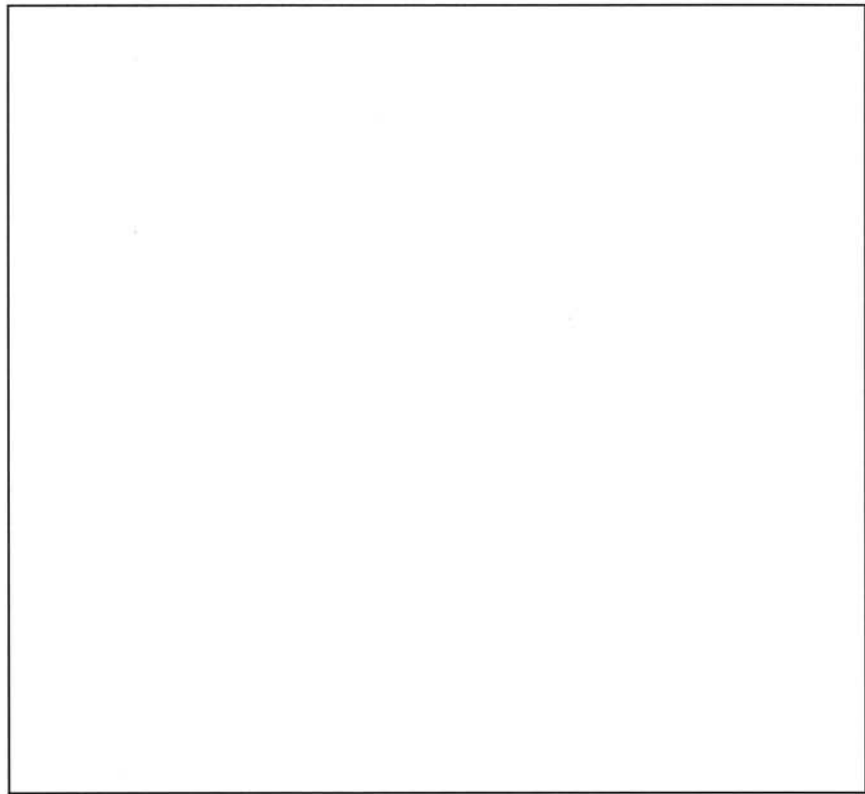
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組9-2-1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-組9-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組9-2-2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-組9-2-3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-組9-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 9-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 9-2-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	断面二次モーメント [mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup>		断面係数 [mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup>		断面二次半径 [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-組 9-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 9-2-3 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: 燃料集合体を含む。

## 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、組立工場 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-組 9-2-4 表及び添説設 3-1-組 9-2-5 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-組 9-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
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-組 9-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
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								

2. 2. 2. 本体の据付ボルト

評価モデルは添説設 3-1-組 9-2-2 図に示すとおりである。評価では、解析より算出された転倒モーメント $M_1 (= M_y)$ 、水平荷重 $P_y$ 、軸荷重 $P_z$ 、回転中心までの長さ

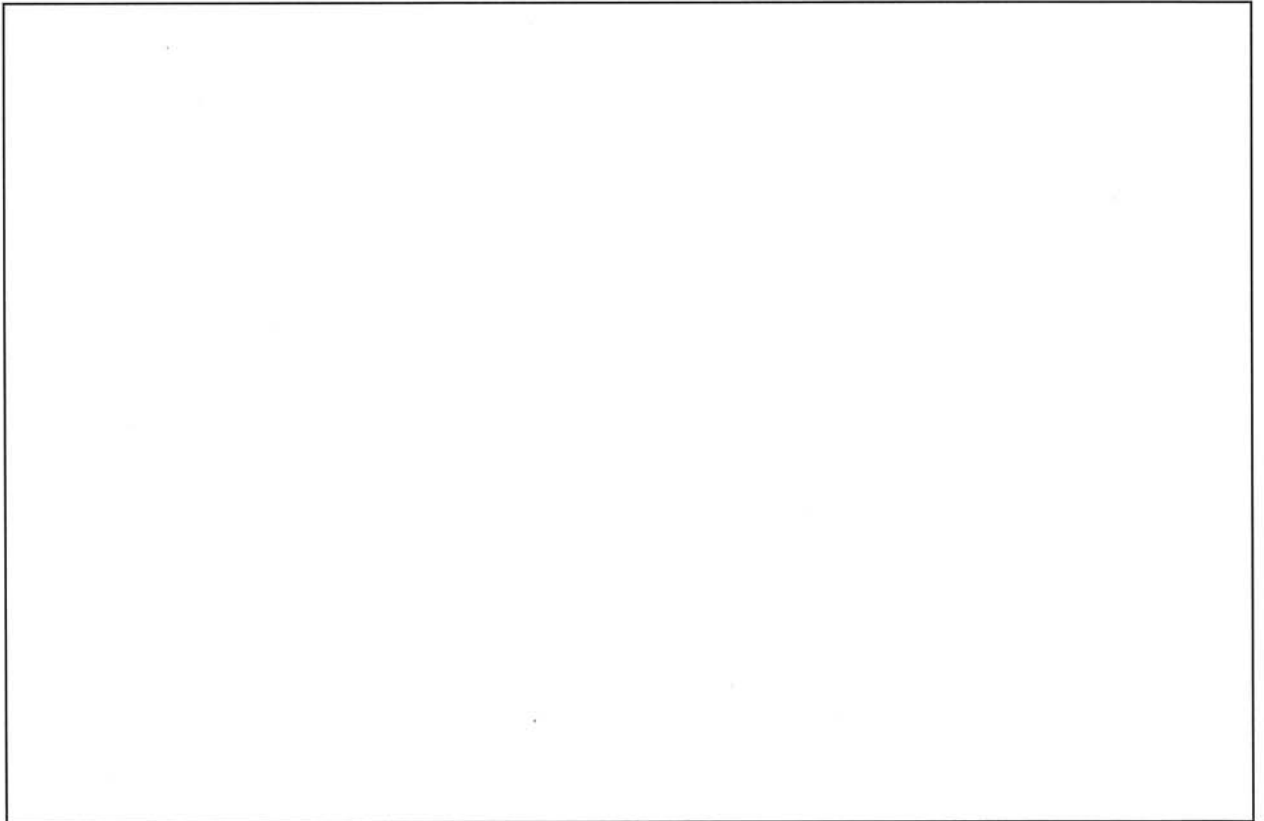
$\frac{L_a}{2} = \square$  [mm]より求めた安定モーメント $M_2$ を用いる。それぞれの値は以下のとおりである。

$$P_y = \square \text{ [N]}$$

$$P_z = \square \text{ [N]}$$

$$M_1 = \square \text{ [N}\cdot\text{mm]}$$

$$M_2 = P_z \times \frac{L_a}{2} \text{ [N}\cdot\text{mm]}$$



添説設 3-1-組 9-2-2 図 モデル図



ボルト本数 $nt = \square$ 、ボルトピッチ $l_0 = \square$ [mm]、 $l_1 = \square$ [mm]、 $l_2 = \square$ [mm]、 $l_3 = \square$ [mm]、 $l_4 = \square$ [mm]の距離のボルト本数 $nt_0 = \square$ 、 $nt_1 = \square$ 、 $nt_2 = \square$ 、 $nt_3 = \square$ 、 $nt_4 = \square$ より、引抜き力 $R_b$ 、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-組 9-2-6 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。

$$R_b = \frac{(M_1 - M_2) \times l_0}{l_0^2 \times nt_0 + l_1^2 \times nt_1 + l_2^2 \times nt_2 + l_3^2 \times nt_3 + l_4^2 \times nt_4}$$

$$= \square \rightarrow \square [\text{N}]$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \square = \square \rightarrow \square [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau = \frac{P_y}{A \cdot nt} = \square = \square \rightarrow \square [\text{N/mm}^2]$$

$$A = \square = \square [\text{mm}^2]$$

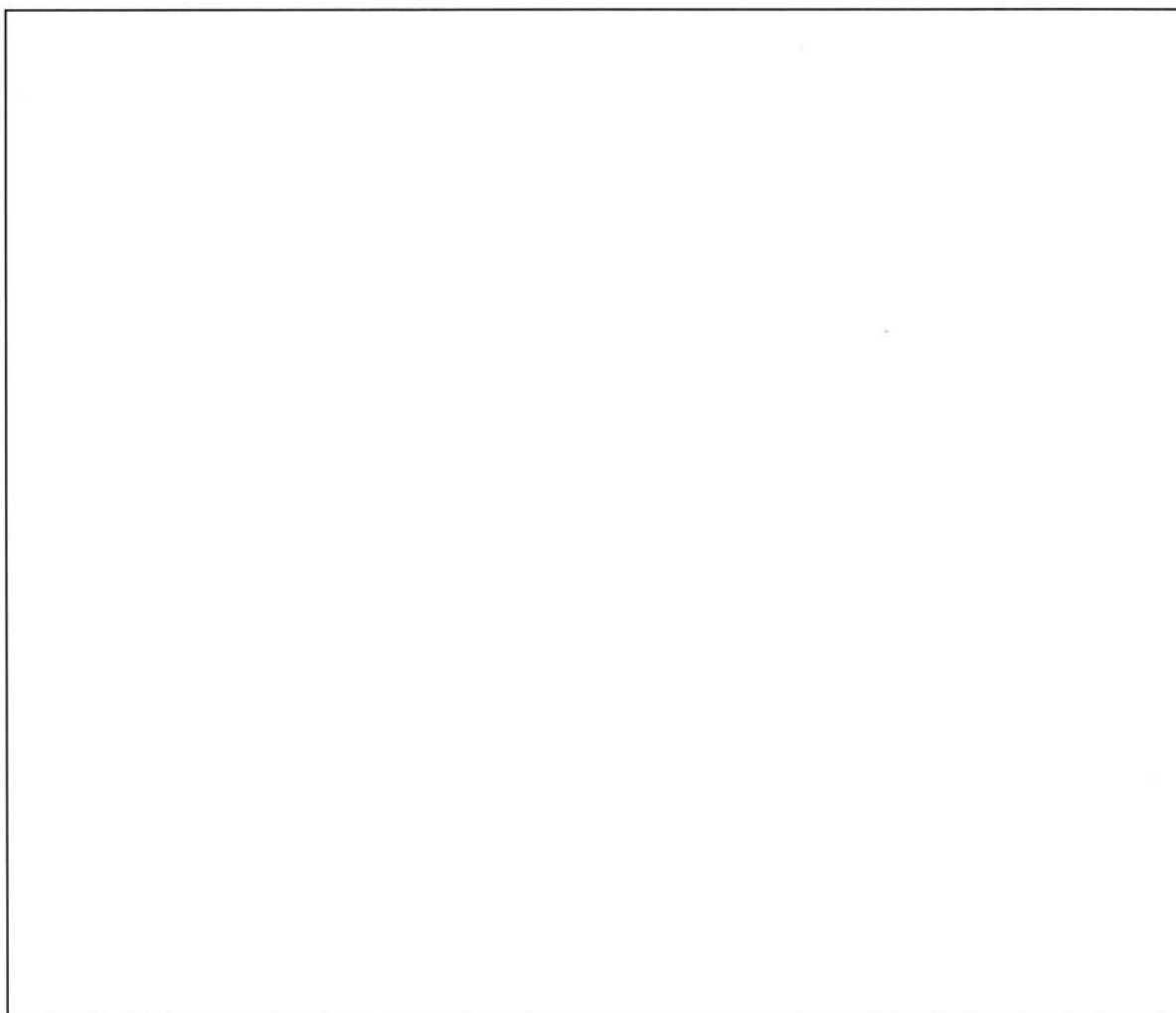
A : ボルトの断面積

添説設 3-1-組 9-2-6 表 本体の据付ボルトの評価結果

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜き力			

### 2. 2. 3. 台座の据付ボルト

評価モデルは添説設 3-1-組 9-2-3 図に示すとおりである。評価では、台座を質点として、台座の重心位置に水平地震力 $P(= W \cdot K_H)$ が作用した際に生じる転倒モーメント $M_1$ を、台座の自重による安定モーメント $M_2$ を算出する。また、本体の据付部の軸荷重 $P_z$ による転倒モーメント $M_3$ を、水平荷重 $P_y$ 及びモーメント $M_x$ による転倒モーメント $M_4$ を算出する。



添説設 3-1-組 9-2-3 図 モデル図

転倒モーメント  $M_1$ 、安定モーメント  $M_2$  は、台座重量  $W = \square$  [N]、設計用水平震度  $K_H = \square$ 、重心高さ  $h = \square$  [mm]、回転中心までの長さ  $l_a = \square$  [mm] を用いて、下式より算出する。

$$M_1 = P \cdot h = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_2 = W \cdot l_a = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

また、本体の据付部に生じる荷重及びモーメントは以下のとおりである。

$$P_x = \square \text{ [N]}$$

$$P_y = \square \text{ [N]}$$

$$P_z = \square \text{ [N]}$$

$$M_x = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_y = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_z = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

転倒モーメント  $M_3$  及び  $M_4$  は、台座の据付部から本体の据付部までの長さ  $l_b = \square$  [mm]、台座の重心高さ  $h$  を用いて、下式より算出する。

$$M_3 = -P_z \times l_b = \square \text{ [N]}$$

$$M_4 = P_y \times h - M_x = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

ボルト本数  $nt = \square$ 、ボルトピッチ  $l_0 = \square$  [mm]、 $l_1 = \square$  [mm]、 $l_2 = \square$  [mm] の距離のボルト本数  $nt_0 = \square$ 、 $nt_1 = \square$ 、 $nt_2 = \square$  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-組 9-2-7 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。

$$R_b = \frac{(M_1 + M_3 + M_4 - M_2) \times l_0}{l_0^2 \times nt_0 + l_1^2 \times nt_1 + l_2^2 \times nt_2}$$

$$= \square \rightarrow \square \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P_y + P}{A \cdot nt} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \square = \square \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設 3-1-組 9-2-7 表 台座の据付ボルトの評価結果

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

チャンネル検査装置の耐震計算書

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-組10-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
チャンネル検査装置	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組10-1-2表に示す。

添説設3-1-組10-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
チャンネル検査装置	添付図 図ホ設-12

## 2. チャンネル検査装置の耐震計算

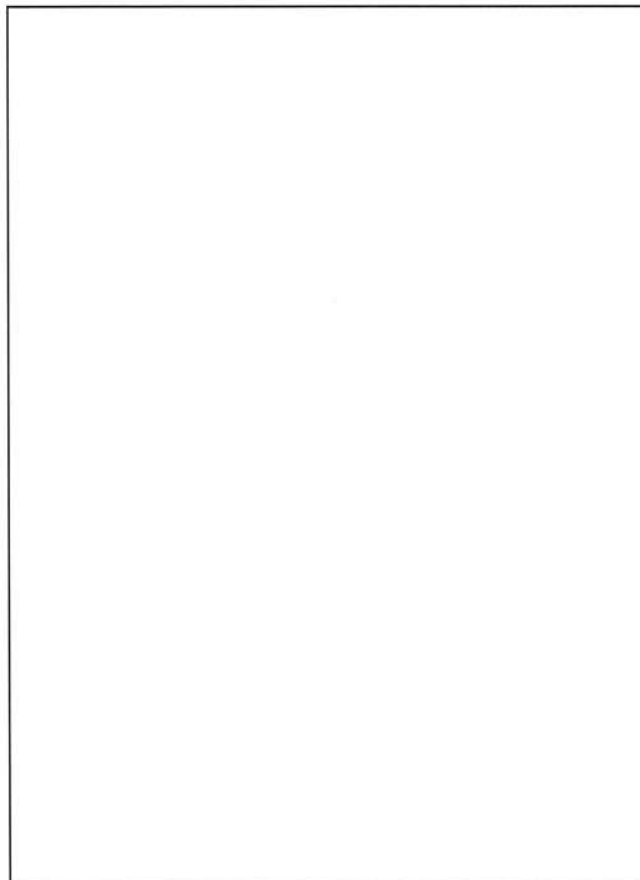
### 2. 1. 評価方法

チャンネル検査装置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。

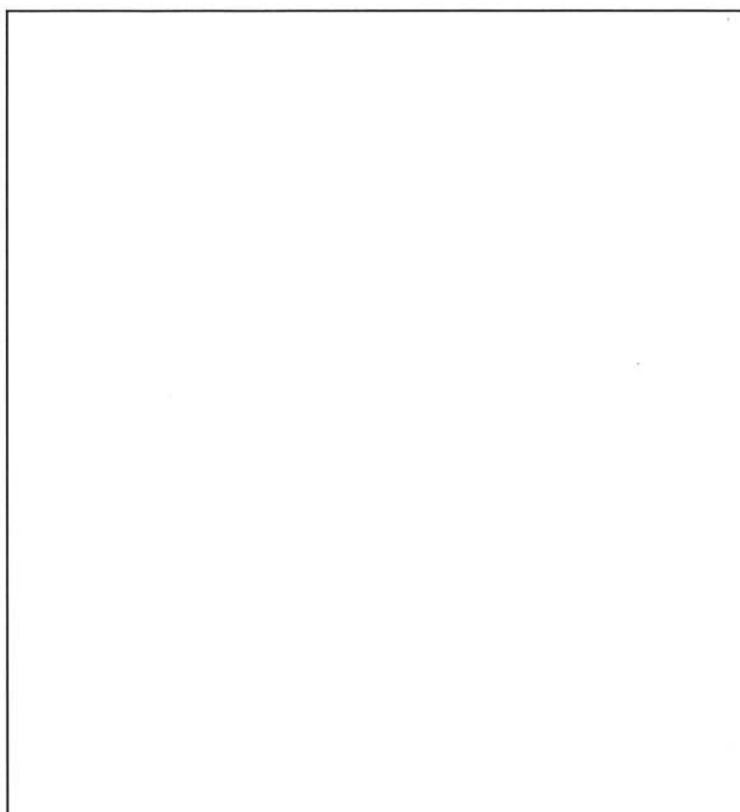
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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-組10-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組10-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 10-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 10-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 10-2-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm <sup>2</sup> ]	せん断弾性係数 [N/mm <sup>2</sup> ]	ポアソン比 [-]	出典
				建築基準法施行令

添説設 3-1-組 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: 燃料集合体を含む。



## 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] 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、組立工場 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-組 10-2-4 表及び添説設 3-1-組 10-2-5 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-組 10-2-4 表 部材の評価結果 (長期)

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	—	1								
せん断応力度	—	—								
曲げ応力度	—	—								
組合せ応力度	—	1								
組合せ応力	—	1								

添説設 3-1-組 10-2-5 表 部材の評価結果 (短期)

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	X 正	1								
せん断応力度	Y 正	1								
曲げ応力度	X 正	1								
組合せ応力度	X 正	1								
組合せ応力	X 正	1								

2. 2. 2. 本体の据付ボルト

評価モデルは添説設 3-1-組 10-2-2 図に示すとおりである。評価では、解析より算出されたモーメント $M_1 (= M_y)$ と、水平荷重 $P_y$ 、軸荷重 $P_z$ 、回転中心までの長さ

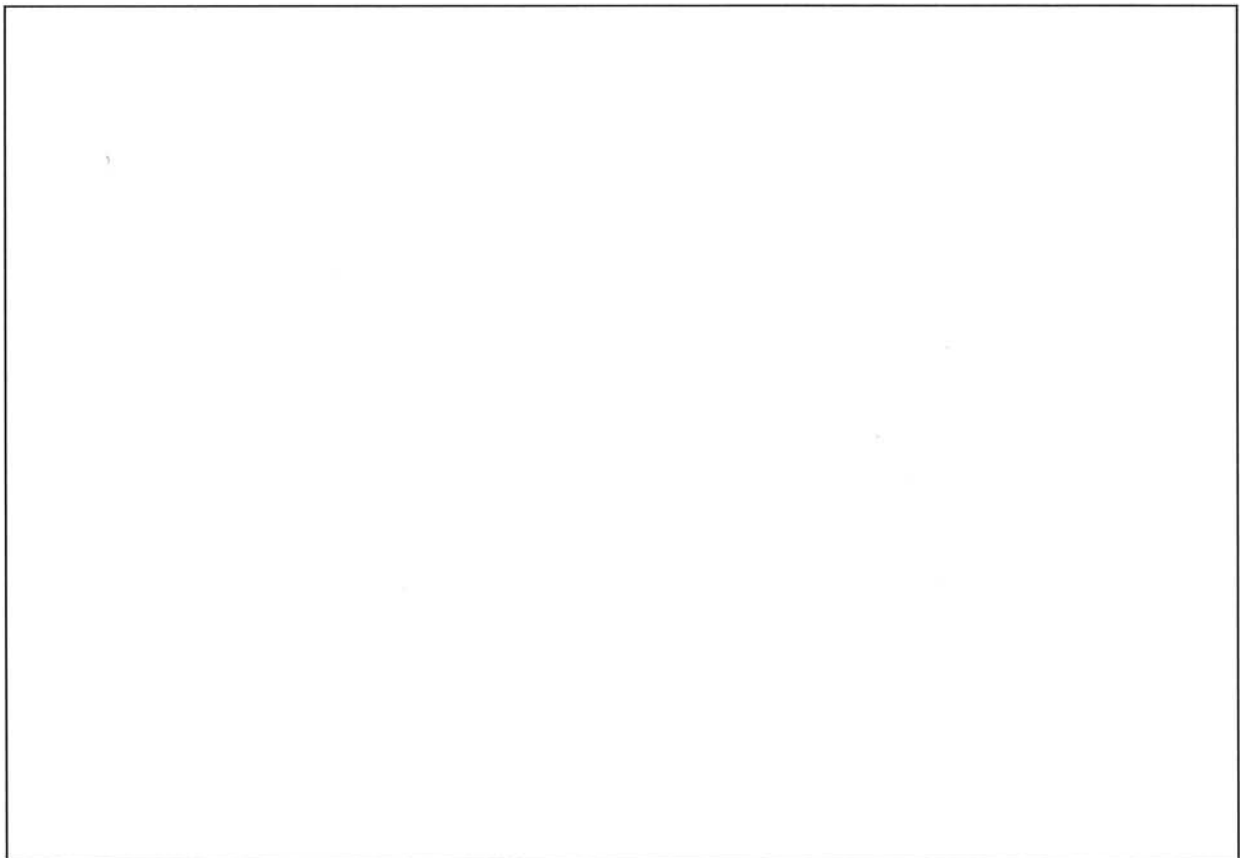
$\frac{l_a}{2} = \square$  [mm] より求めた安定モーメント $M_2$ を用いる。それぞれの値は以下のとおりである。

$$P_y = \square \text{ [N]}$$

$$P_z = \square \text{ [N]}$$

$$M_1 = \square \text{ [N}\cdot\text{mm]}$$

$$M_2 = P_z \times \frac{l_a}{2} \text{ [N}\cdot\text{mm]}$$



添説設 3-1-組 10-2-2 図 モデル図

ボルト本数 $nt = \square$ 、ボルトピッチ $l_0 = \square$  [mm]、 $l_1 = \square$  [mm]、 $l_2 = \square$  [mm]、 $l_3 = \square$  [mm]、 $l_4 = \square$  [mm]、 $l_5 = \square$  [mm]の距離のボルト本数 $nt_0 = \square$ 、 $nt_1 = \square$ 、 $nt_2 = \square$ 、 $nt_3 = \square$ 、 $nt_4 = \square$ 、 $nt_5 = \square$ 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-組 10-2-6 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。

$$R_b = \frac{(M_1 - M_2) \times l_0}{l_0^2 \times nt_0 + l_1^2 \times nt_1 + l_2^2 \times nt_2 + l_3^2 \times nt_3 + l_4^2 \times nt_4 + l_5^2 \times nt_5}$$

$$= \square \rightarrow \square \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P_y}{A \cdot nt} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \square = \square \text{ [mm}^2\text{]}$$

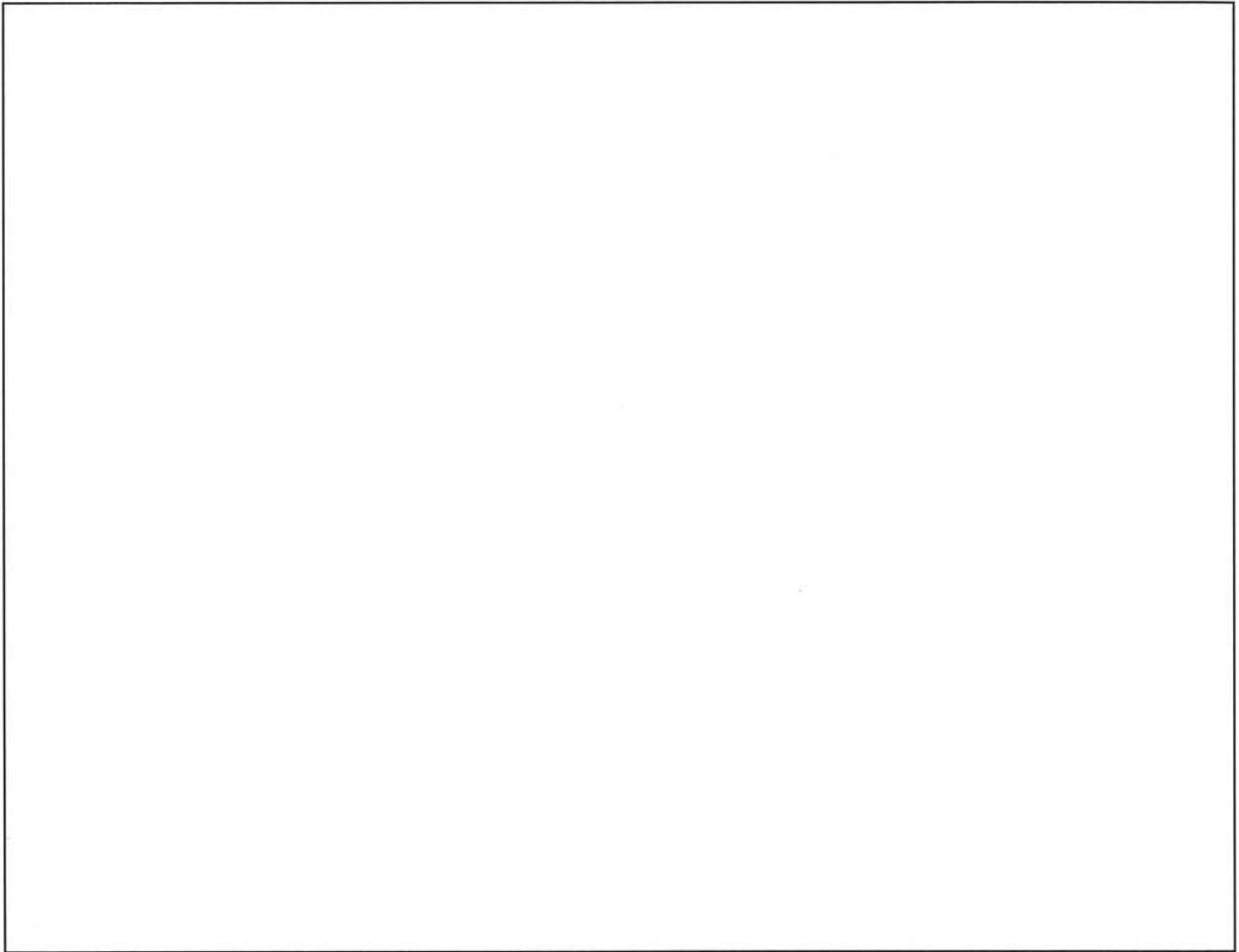
A : ボルト断面積

添説設 3-1-組 10-2-6 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 [-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜力			

### 2. 2. 3. 台座の据付ボルト

評価モデルは添説設 3-1-組 10-2-3 図に示すとおりである。評価では、台座の重心位置に水平地震力 $P (= (W+W_F+W_R) \cdot K_H)$  が作用した際に生じる転倒モーメント $M_1$ を、台座及び台座補強材の自重による安定モーメント $M_2$ を算出する。また、本体の据付部の軸荷重 $P_z$ による転倒モーメント $M_3$ を、水平荷重 $P_y$ 及びモーメント $M_x$ による転倒モーメント $M_4$ を算出する。



添説設 3-1-組 10-2-3 図 モデル図

転倒モーメント  $M_1$ 、安定モーメント  $M_2$  は、台座重量  $W = \square$  [N]、燃料集合体重量  $W_F = \square$  [N]、台座補強材  $W_R = \square$  [N]、設計用水平震度  $K_H = \square$ 、重心高さ  $h = \square$  [mm]、補強材の重心高さ  $h_R = \square$  [mm]、回転中心までの長さ  $l_b = \square$  [mm] を用いて、下式より算出する。

$$M_1 = (W + W_F) \cdot K_H \cdot h + W_R \cdot K_H \cdot h_R = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_2 = (W + W_R) \cdot K_H \cdot l_b = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

また、本体の据付部に生じる荷重及びモーメントは以下のとおりである。

$$P_x = \square \text{ [N]}$$

$$P_y = \square \text{ [N]}$$

$$P_z = \square \text{ [N]}$$

$$M_x = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_y = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_z = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

転倒モーメント  $M_3$  及び  $M_4$  は、台座の据付部から本体の据付部までの長さ  $l_a = \square$  [mm]、台座の重心高さ  $h$  を用いて、下式より算出する。

$$M_3 = -P_z \times l_a = \square \text{ [N]}$$

$$M_4 = P_y \times h - M_x = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

ボルト本数  $nt = \square$ 、ボルトピッチ  $l_0 = \square$  [mm]、 $l_1 = \square$  [mm]、 $l_2 = \square$  [mm]、 $l_3 = \square$  [mm]、 $l_4 = \square$  [mm] の距離のボルト本数  $nt_0 = \square$ 、 $nt_1 = \square$ 、 $nt_2 = \square$ 、 $nt_3 = \square$ 、 $nt_4 = \square$  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-組 10-2-7 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。

$$R_b = \frac{(M_1 + M_3 + M_4 - M_2) \times l_0}{l_0^2 \times nt_0 + l_1^2 \times nt_1 + l_2^2 \times nt_2 + l_3^2 \times nt_3 + l_4^2 \times nt_4}$$

$$= \square \rightarrow \square \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P_y + P}{A \cdot nt} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \square = \square \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設 3-1-組 10-2-7 表 台座の据付ボルトの評価結果

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

燃料集合体検査定盤の耐震計算書



## 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-組11-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
燃料集合体検査定盤	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組11-1-2表に示す。

添説設3-1-組11-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料集合体検査定盤	添付図 図ホ設-13

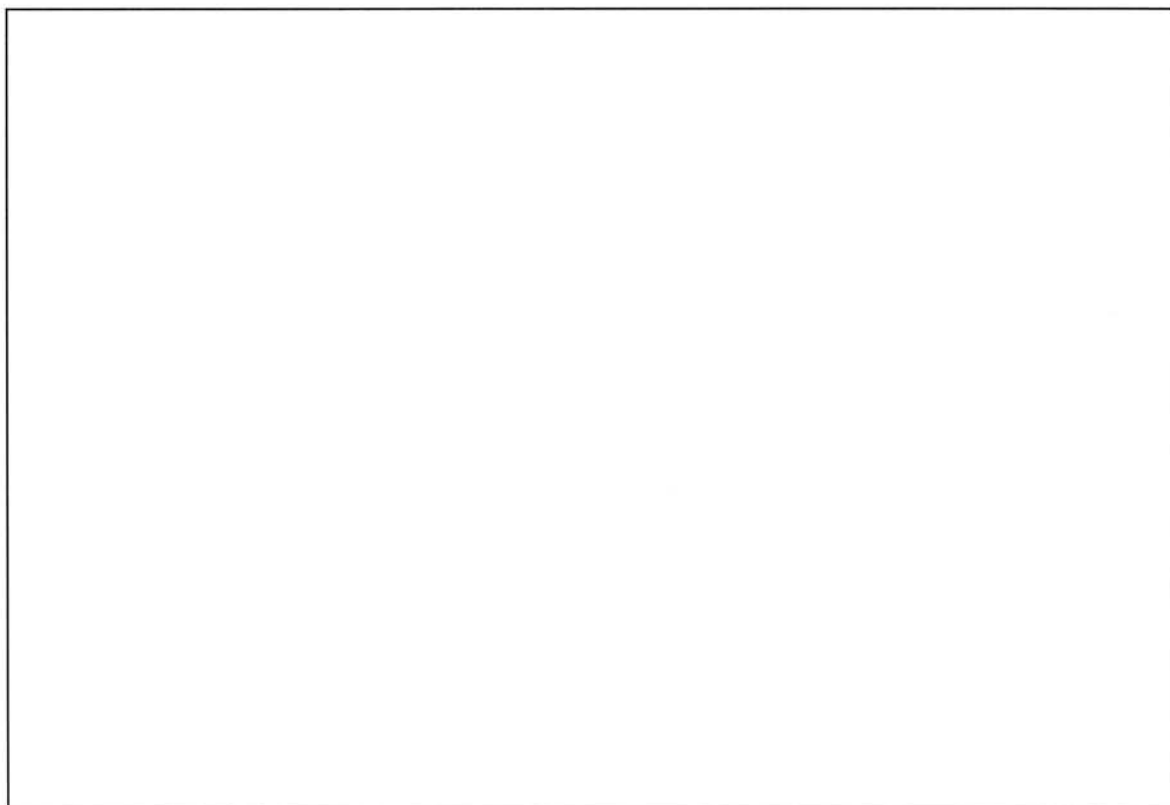
## 2. 燃料集合体検査定盤の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

燃料集合体検査定盤の地震力に対する安全機能の維持は、移動防止型ストッパを対象として、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。なお、燃料集合体検査定盤部分は、地震力に対して剛であると判断できる。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

移動防止型ストッパの構造及び評価モデルを添説設3-1-組11-2-1図に示す。移動防止型ストッパ上端に燃料集合体検査定盤による水平地震力Pが作用するとして評価する。許容限界は添付説明書-設3-1-付1参照。



添説設3-1-組11-2-1図 燃料集合体検査定盤 モデル図

### 2. 2. 応力評価

#### 2. 2. 1. 部材

部材の評価については、短期での曲げ応力度が対象である。

水平地震力 $P(=W \cdot K_H)$ が作用した際に生じるモーメント $M$ を下式により算出する。ここで、燃料集合体検査定盤の重量 $W=$  $[N]$ 、設計用水平震度 $K_H=$ である。

$$M=P \cdot l_2 = \text{} \cdot \text{} \cdot \text{} = \text{} [N \cdot mm]$$

ボルト本数  $n=\square$ 、ボルト孔径  $d_0=\square$  [mm]、板厚  $t=\square$  [mm] より、曲げ応力度は以下のとおりであり、添説設 3-1-組 11-2-1 表にまとめる。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。

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$Z = \frac{1}{6} \cdot (l_1 - d_0 \cdot n) \cdot t^2 = \square \text{ [mm}^3\text{]}$$

Z : 部材の断面係数

添説設3-1-組11-2-1表 評価結果

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [-]
曲げ応力度			

## 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。下式により算出し、評価結果を添説設 3-1-組 11-2-2 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。

$$R_b = \frac{P \cdot l_2}{l_5 \cdot n} = \square \rightarrow \square \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P}{A \cdot n} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \square = \square \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設3-1-組11-2-2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 [-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜力			

燃料集合体検査測定台の耐震計算書

## 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-組12-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
燃料集合体検査測定台	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組12-1-2表に示す。燃料集合体検査測定台は安全機能を有する設備として、燃料集合体検査測定台及びクランプポストを有する。

添説設3-1-組12-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料集合体検査測定台 クランプポスト	添付図 図ホ設-14

## 2. 燃料集合体検査測定台の耐震計算

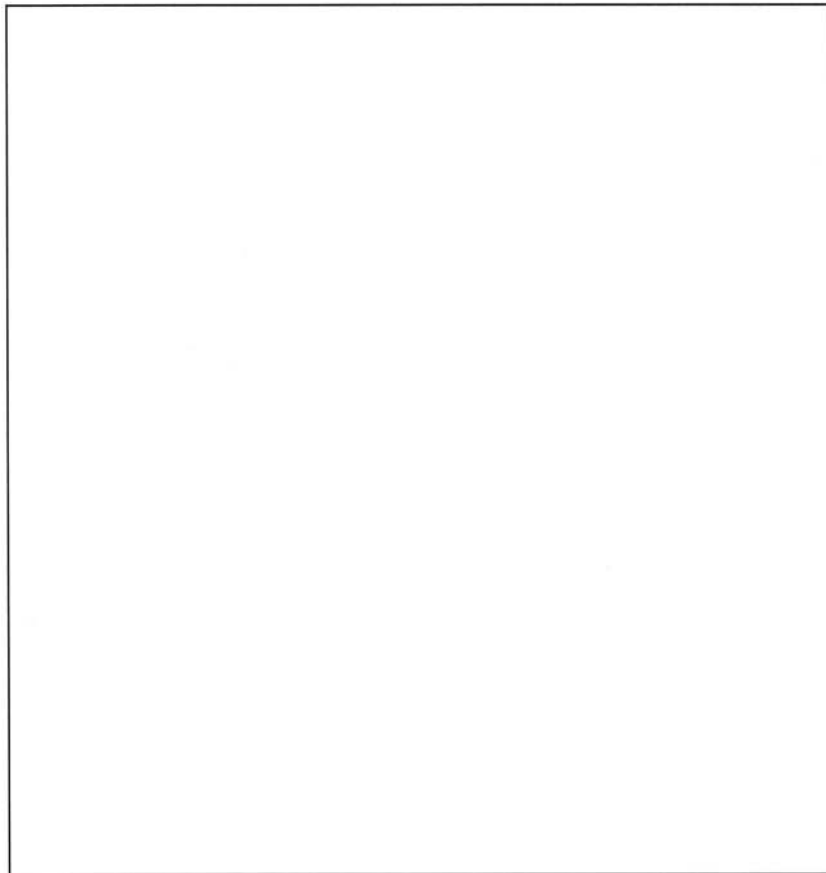
### 2. 1. 評価方法

燃料集合体検査測定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。

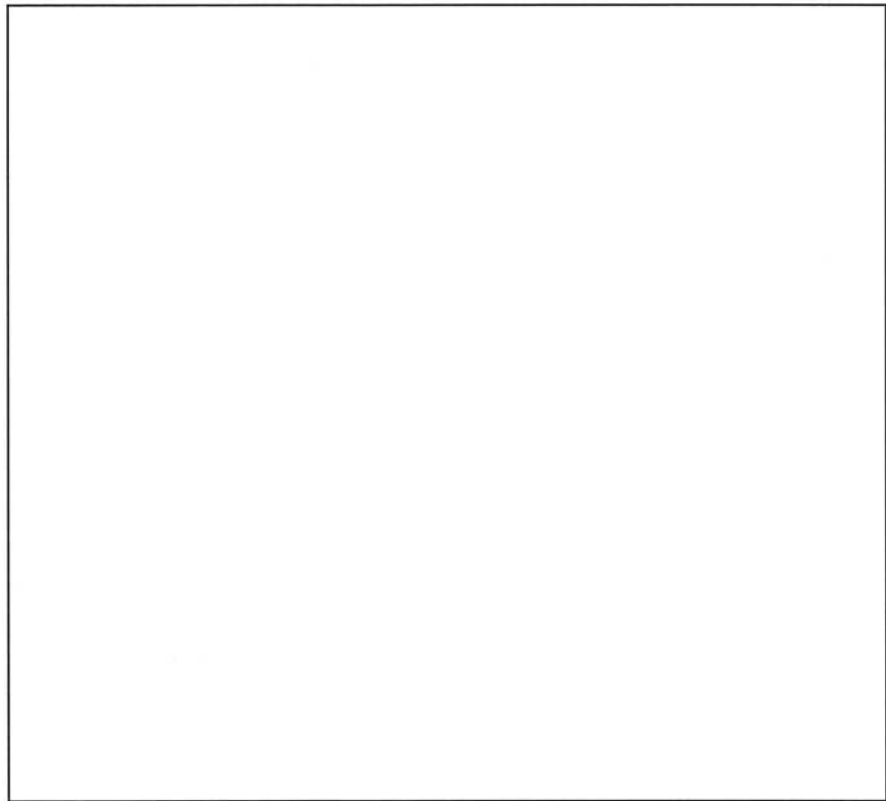
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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-組12-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組12-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 12-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 12-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 12-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 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: 燃料集合体を含む。

## 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、組立工場 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-組 12-2-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	—	1								
せん断応力度	—	11								
曲げ応力度	—	11								
組合せ応力度	—	11								
組合せ応力	—	11								

添説設 3-1-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	11								
圧縮応力度	X 正	2								
せん断応力度	X 正	12								
曲げ応力度	X 正	12								
組合せ応力度	X 正	12								
組合せ応力	X 正	2								

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—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-組 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-組 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	1						
せん断応力度	X 正	2						
引抜力	X 正	1						

### 3. クランプポストの耐震計算

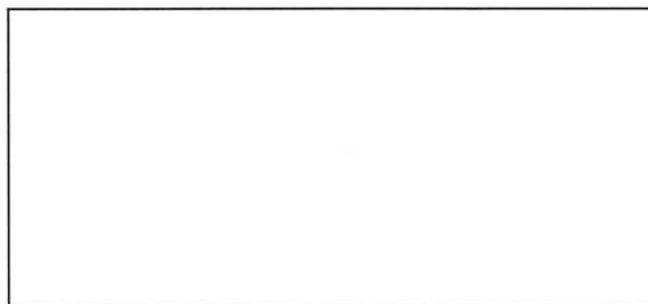
#### 3. 1. 評価方法

クランプポストの地震力に対する安全機能の維持は、本体およ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およ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。

- (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地震力を用いて、1本のはり要素による手計算で実施する。
- (2) 拘束条件として、据付ボルト部を固定する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

添説設 3-1-組 12-3-1 図に示す。モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-組 12-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-組 12-3-2 表に示す。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 (P) とする。



添説設3-1-組12-3-1図 部材 モデル図

添説設 3-1-組 12-3-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	断面積	せん断用断面積		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> ]	Az	Ay	Iz	Iy	Zz	Zy	I	
はり											計算値
柱											計算値

添説設 3-1-組 12-3-2 表 材料定数

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

### 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をするために、はり先端に自重相当の水平荷重が付与された場合の変形量を算出する。はり先端に作用させた荷重Pは、アーム重量P<sub>A</sub>=□[N]と部材重量P<sub>C</sub>=□[N]を合わせた重量とする。

$$P = P_A + P_C = \square \text{ [N]}$$

柱に発生する最大たわみδは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L_1^3}{3 \cdot E_1 \cdot I_{z1}} + \frac{P \cdot L_2^3}{3 \cdot E_2 \cdot I_{y2}}$$

ここで、

P : 水平方向作用荷重

L : 長さ (L<sub>1</sub> : はり、L<sub>2</sub> : 柱)

E : ヤング係数 (E<sub>1</sub> : はり、E<sub>2</sub> : 柱)

I : 断面二次モーメント (I<sub>z1</sub> : はり、I<sub>y2</sub> : 柱)

使用部材の断面特性、材料定数は添説設 3-1-組 12-3-1 表及び添説設 3-1-組 12-3-2 表に示すとおりであるので、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta = \square \text{[mm]} = \square \text{[cm]}$$

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。

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

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、組立工場 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。

長期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設 3-1-組 12-3-3 表に示す。長期状態での部材に作用する荷重は、以下のとおりであり、下式にて応力度を算出した。

(はり部)

$$\text{せん断力: } P_A = \square [\text{N}]$$

$$\text{モーメント: } M_y = P_A \times L1 = \square [\text{N}\cdot\text{mm}]$$

(柱部)

$$\text{鉛直荷重: } N = P_A + P_c = \square [\text{N}]$$

$$\text{モーメント: } M_y = P_A \times L1 = \square [\text{N}\cdot\text{mm}]$$

$$\text{圧縮応力度: } \sigma_c = \frac{N}{A}$$

$$\text{せん断応力度: } \tau = \frac{P_A}{A_z}$$

$$\text{曲げ応力度: } \sigma_b = \frac{M_y}{Z_y}$$

$$\text{組合せ応力度: } \sigma_{vm} = \sqrt{(\sigma_c + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

$$\text{組合せ応力: } \sigma_m = \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$$

短期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設3-1-組12-3-4表に示す。  
短期状態での部材に作用する荷重は、以下のとおりであり、下式にて応力度を算出した。

(はり部)

$$\text{水平荷重: } N = P_A + P_w = \square [\text{N}]$$

$$\text{せん断力: } P_{y1} = P_A + P_w = \square [\text{N}]$$

$$\text{積載重量: } P_w = \square [\text{N}]$$

$$\text{モーメント: } M_{z1} = P_{y1} \cdot K_h \cdot L1 = \square [\text{N}\cdot\text{mm}]$$

$$(\text{設計用水平震度} - K_h = \square)$$

(柱部)

せん断力：  $P_y = P_A + P_W + P_C = \square$  [N]

モーメント：  $M_z = P_y \cdot K_h \cdot L_2 = \square$  [N·mm]

圧縮応力度：  $\sigma_c = \frac{N}{A}$

せん断応力度：  $\tau = \frac{P_y}{A_y}$

曲げ応力度：  $\sigma_b = \frac{M_z}{Z_z}$

組合せ応力度：  $\sigma_{vm} = \sqrt{(\sigma_c + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2}$

組合せ応力：  $\sigma_m = \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$

添説設 3-1-組 12-3-3 表 部材の評価結果 (長期)

評価対象	評価値 (はり)	評価値 (柱)	許容限界	検定比 (はり) [-]	検定比 (柱) [-]
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-組 12-3-4 表 部材の評価結果 (短期)

評価対象	評価値 (はり)	評価値 (柱)	許容限界	検定比 (はり) [-]	検定比 (柱) [-]
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. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトに作用するモーメントMは下式にて算出される。

$$M=M_y+M_z^2$$

ボルト本数 $nt=$ , 引き抜き力に作用するボルト本数 $nt'=$ , ボルト間距離 $l=$ [mm]より、引抜き力 $R_b$ 、引張応力度 $\sigma_t$ 、せん断応力度 $\tau$ は下式にて算出し、添説設3-1-組12-3-5表にまとめる。

$$R_b = \frac{M}{l \cdot nt'}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A_b}$$

$$\tau = \frac{P}{A_b \cdot nt}$$

(ボルト断面積 $-A_b=$ [mm<sup>2</sup>])

評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、十分な構造強度を有していることを確認した。

添説設3-1-組12-3-5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[-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜き力			

ジブクレーンの耐震計算書



## 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-組13-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
ジブクレーン	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組13-1-2表に示す。ジブクレーンは安全機能を有する設備としてジブクレーン(2), (3)ジブ及びジブクレーン(2), (3)柱を有する。

添説設3-1-組13-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
ジブクレーン(2), (3)ジブ ジブクレーン(2), (3)柱	添付図 図ホ設-15

## 2. ジブクレーン(2), (3)ジブの耐震計算

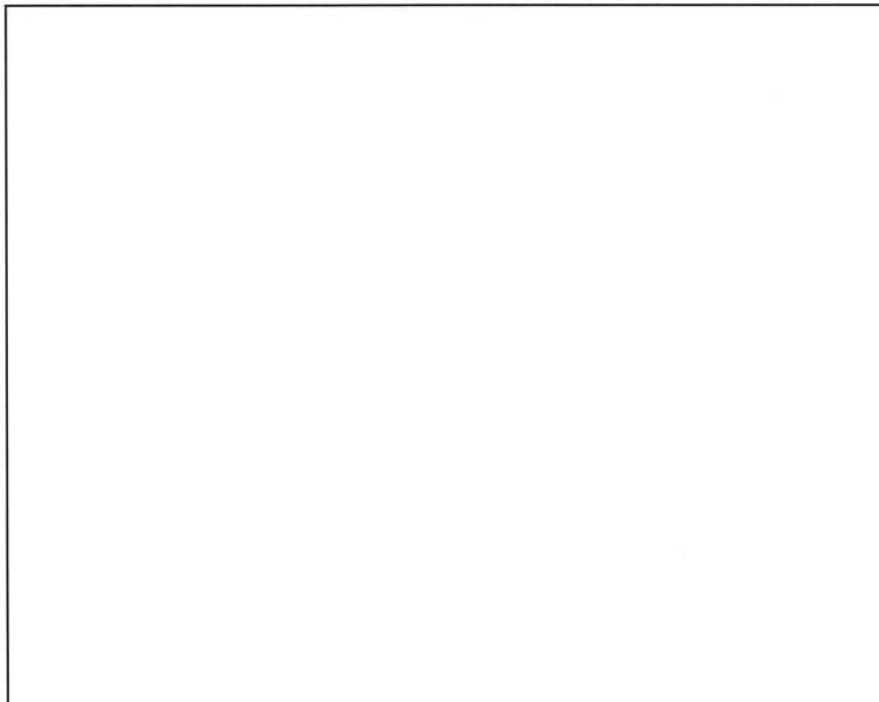
### 2. 1. 評価方法

ジブクレーン(2), (3)ジブ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。

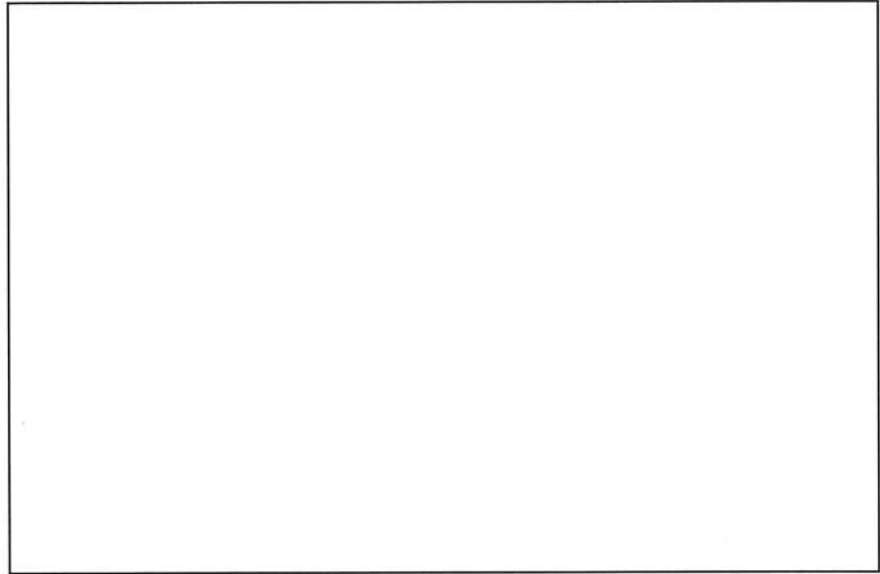
- (1) 部材は、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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-組13-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組13-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 13-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 13-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 13-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 13-2-3 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: 燃料集合体を含む。

## 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。

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

$$\text{解析結果より、} \delta = \boxed{\phantom{000}} \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\boxed{\phantom{000}}}} \div \boxed{\phantom{000}} \cdot \cdot \cdot \div \boxed{\phantom{000}} \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\boxed{\phantom{000}}$  [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、組立工場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-付1に示す。

## 2. 2. 応力評価

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-組 13-2-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	52								
圧縮応力度	-	51								
せん断応力度	-	53								
曲げ応力度	-	53								
組合せ応力度	-	53								
組合せ応力	-	53								

添説設 3-1-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	52								
圧縮応力度	X 負	51								
せん断応力度	Y 正	53								
曲げ応力度	Y 正	52								
組合せ応力度	Y 正	52								
組合せ応力	Y 正	52								

### 3. ジブクレーン(2), (3)柱の耐震計算

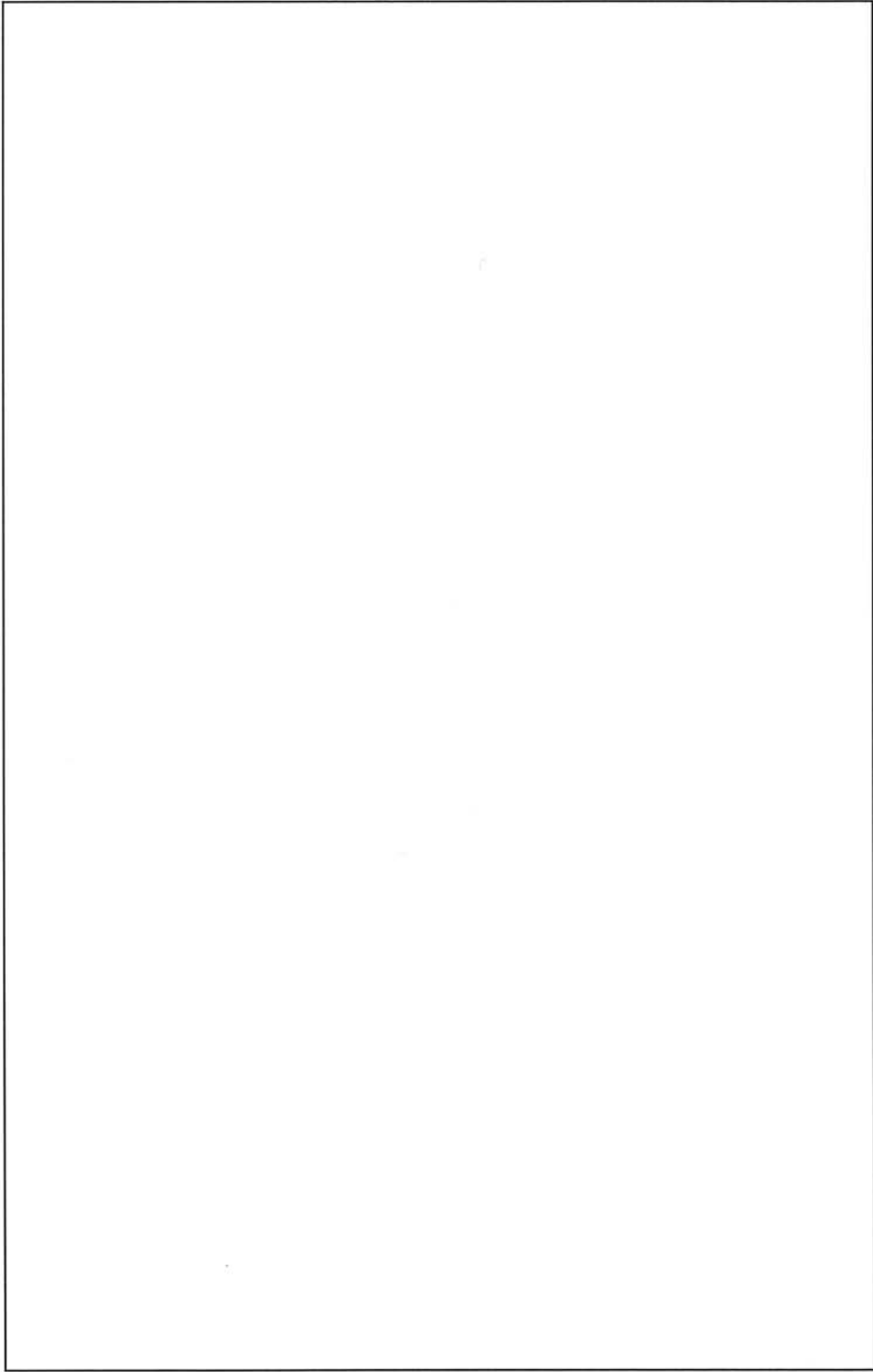
#### 3. 1. 評価方法

ジブクレーン(2), (3)柱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。

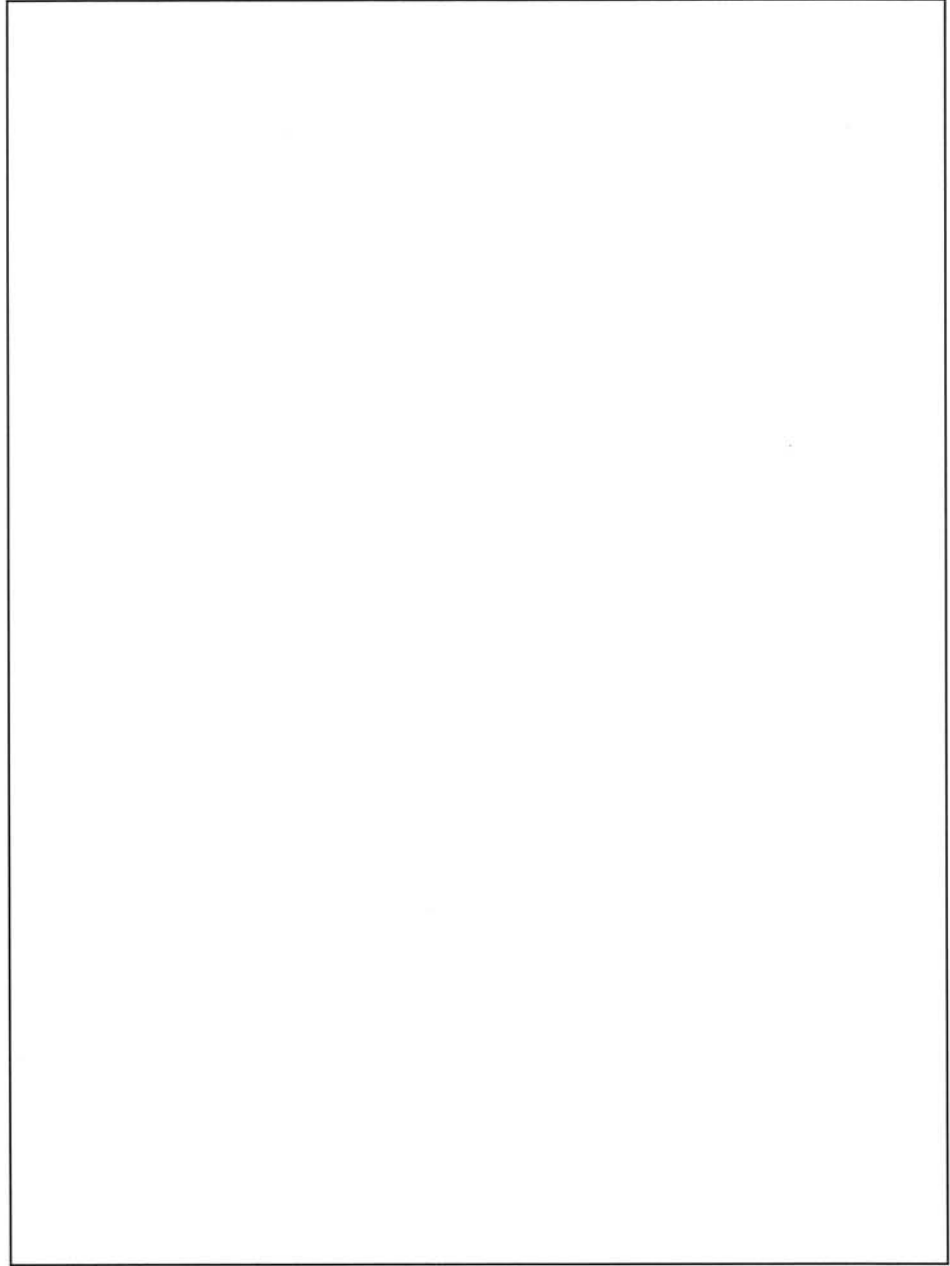
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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-組13-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組 13-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 13-3-1 図(2/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 13-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 13-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 13-3-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*

(注 1)ジブクレーン(2), (3) ジブ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 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。

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

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

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

よって、一次固有振動数は □[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

剛構造とならない設備であり、組立工場 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-組 13-3-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	35								
圧縮応力度	—	36								
せん断応力度	—	8								
曲げ応力度	—	39								
組合せ応力度	—	39								
組合せ応力	—	39								

添説設 3-1-組 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y正	5								
圧縮応力度	Y負	5								
せん断応力度	Y正	13								
曲げ応力度	Y正	36								
組合せ応力度	Y負	13								
組合せ応力	Y正	13								

### 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-組 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-組 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y正	51						
せん断応力度	Y負	51						
引抜力	Y正	51						

燃料集合体外観検査台の耐震計算書

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-組14-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
燃料集合体外観検査台	工場棟	組立工場	燃料集合体組立室	添付図 図ホ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組14-1-2表に示す。

添説設3-1-組14-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料集合体外観検査台	添付図 図ホ設-16

## 2. 燃料集合体外観検査台の耐震計算

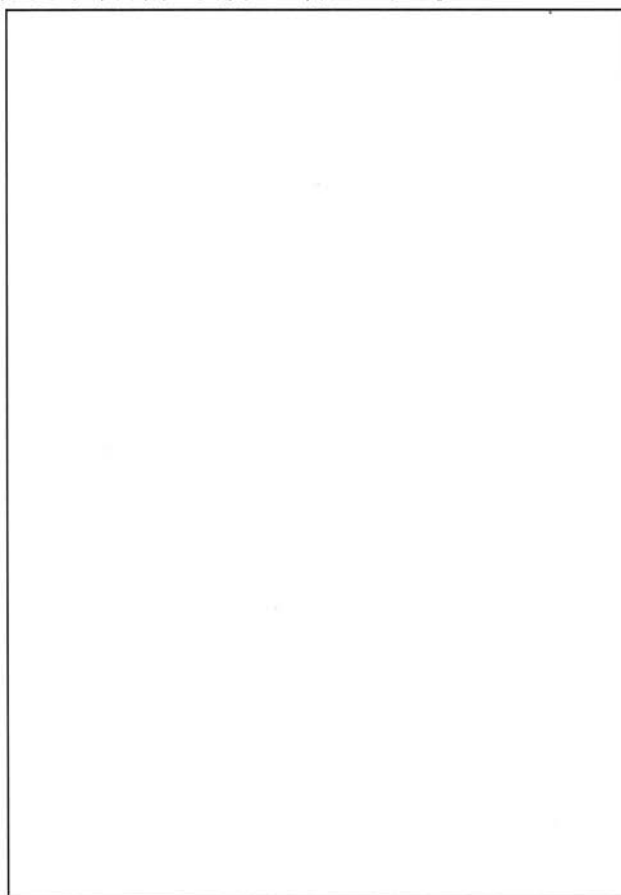
### 2. 1. 評価方法

燃料集合体外観検査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。

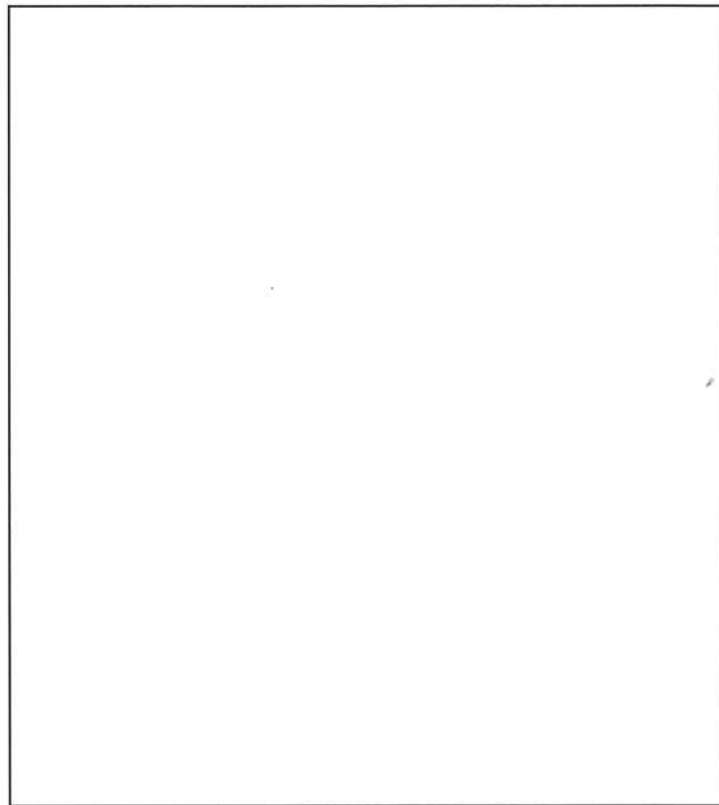
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部を完全固定とする。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組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-組14-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組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-組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-組14-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 14-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 14-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 14-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 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: 燃料集合体を含む。

## 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、組立工場 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—組 14—2—4 表及び添説設 3—1—組 14—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-組 14-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	02_01								
圧縮応力度	-	01_01								
せん断応力度	-	02_01								
曲げ応力度	-	03_03								
組合せ応力度	-	01_01								
組合せ応力	-	01_01								

添説設 3-1-組 14-2-5 表 部材の評価結果（短期）

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

2. 2. 2. 本体の据付ボルト

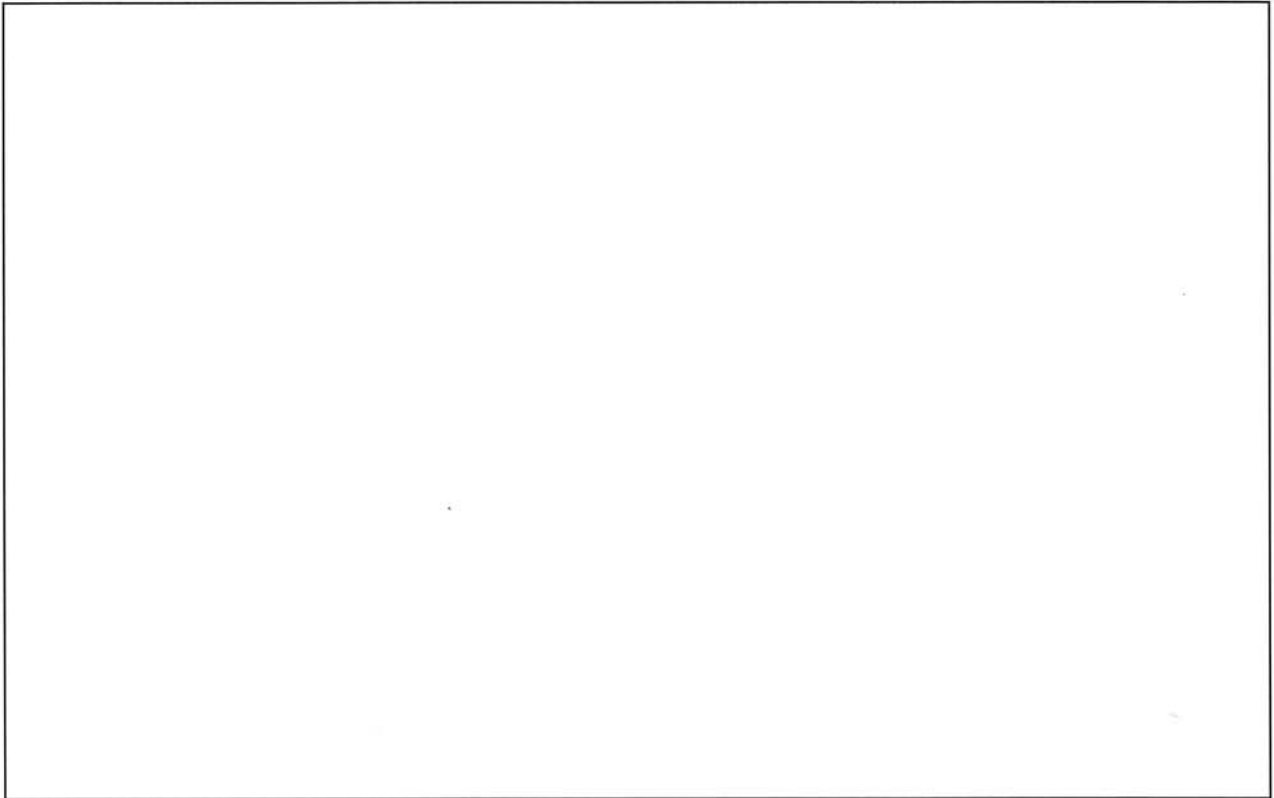
本体の据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-組 14-2-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-組 14-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	Mx [N・m]	My [N・m]	Mz [N・m]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	00_01									
せん断応力度	X 正	00_02									
引抜力	-	-									

### 2. 2. 3. 台座の据付ボルト

評価モデルは添説設 3-1-組 14-2-2 図に示すとおりである。評価では、台座を質点として、台座の重心位置に水平地震力 $P(= (W+W_F) \cdot K_H)$ が作用した際に生じる転倒モーメント $M_a$ を、台座の自重より安定モーメント $M_b$ を算出する。また、本体の据付部の軸荷重 $P_z$ による引抜力 $T1$ を、水平荷重 $P_y$ 及びモーメント $M_x$ による引抜力 $T2$ を算出する。



添説設 3-1-組 14-2-2 図 モデル図

転倒モーメント  $M_a$ 、安定モーメント  $M_b$  は、台座重量  $W = \square$  [N]、燃料集合体重量  $W_F = \square$  [N]、設計用水平震度  $K_H = \square$ 、重心高さ  $h = \square$  [mm]、回転中心までの長さ  $l_1 = \square$  [mm] を用いて、下式より算出する。

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

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

よって、台座の自重によって生じる引抜力  $T$  (台座) は、ボルト支点間距離  $l_0 = \square$  [mm] を用いて以下となる。

$$T \text{ (台座)} = \frac{M_a - M_b}{l_0} = \square \rightarrow \square \text{ [N]}$$

また、本体の据付部に生じる荷重及びモーメントは以下のとおりである。

< 節点番号 : 00\_01 >

$$P_{x1} = \square \text{ [N]}$$

$$P_{y1} = \square \text{ [N]}$$

$$P_{z1} = \square \text{ [N]}$$

$$M_{x1} = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_{y1} = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_{z1} = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

< 節点番号 : 00\_02 >

$$P_{x2} = \square \text{ [N]}$$

$$P_{y2} = \square \text{ [N]}$$

$$P_{z2} = \square \text{ [N]}$$

$$M_{x2} = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_{y2} = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_{z2} = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

引抜き力T1、T2は、台座の据付部から本体の据付部までの長さ $l_a = \square$  [mm]及び $l_b = \square$  [mm]、ボルト支点間距離 $l_0$ を用いて、下式により算出する。なお、引抜き力が負の値（圧縮）となった場合は、保守的に0とする。

$$T1 = -P_{z1} \times \frac{l_a}{l_0} \text{ と } -P_{z1} \times \frac{l_0 - l_a}{l_0} \text{ の大きい方} = \square \text{ [N]} \rightarrow \square \text{ [N]}$$

$$T2 = -P_{z2} \times \frac{l_b}{l_0} \text{ と } -P_{z2} \times \frac{l_0 - l_b}{l_0} \text{ の大きい方} = \square \text{ [N]} \rightarrow \square \text{ [N]}$$

$$M_1 = P_{y1} \times h - M_{x1} = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$M_2 = P_{y2} \times h - M_{x2} = \square \text{ [N} \cdot \text{mm]}$$

$$T3 = \frac{M_1 + M_2}{l_0} = \square \text{ [N]}$$

以上より、本体による引抜き力T(本体)は以下のとおりである。

$$T(\text{本体}) = T1 + T2 + T3 = \square \text{ [N]}$$

よって、ボルト本数 $nt = \square$ 、引抜き力に作用するボルト本数 $nt' = \square$ より、引抜き力 $R_b$ 、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-組 14-2-7 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。

$$R_b = \frac{T(\text{本体}) + T(\text{台座})}{nt'} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N]}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau = \frac{P_{y1} + P_{y2} + P}{A \cdot nt} = \square = \square \rightarrow \square \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$A = \square = \square \text{ [mm}^2\text{]}$$

A : ボルトの断面積

添説設 3-1-組 14-2-7 表 台座の据付ボルトの評価結果

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜き力			

燃料集合体検査ピットの耐震計算書

## 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-組15-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
燃料集合体検査ピット	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図ホ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-組15-1-2表に示す。燃料集合体検査ピットは安全機能を有する設備として、燃料集合体嵌合台及びクランプポストを有する。

添説設3-1-組15-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料集合体嵌合台 クランプポスト	添付図 図ホ設-17

## 2. 燃料集合体嵌合台の耐震計算

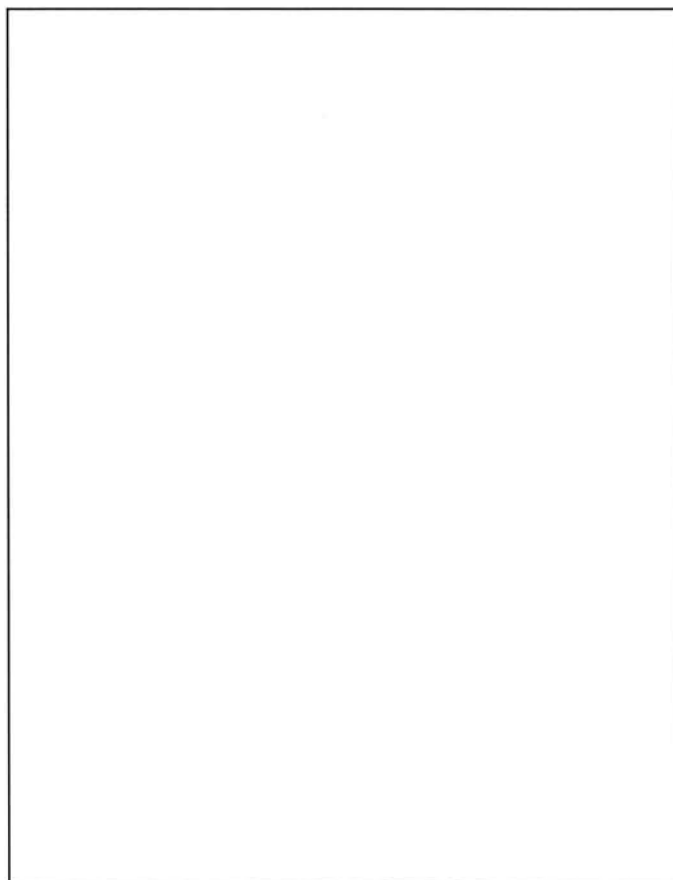
### 2. 1. 評価方法

燃料集合体嵌合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。

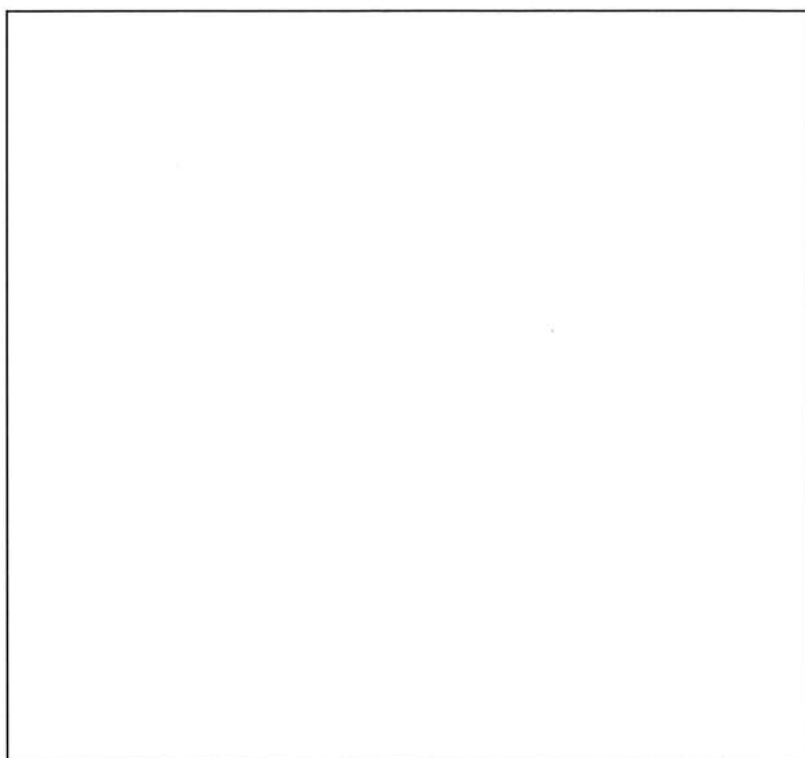
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-組15-2-1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-組15-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-組15-2-2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-組15-2-3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-組15-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-組 15-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 15-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-組 15-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 15-2-3 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: 燃料集合体を含む。



## 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、組立工場 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-組 15-2-4 表及び添説設 3-1-組 15-2-5 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-組 15-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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_01								
組合せ応力度	—	01_01								
組合せ応力	—	01_01								

添説設 3-1-組 15-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	00_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	Y 正	00_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-組 15-2-6 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-組 15-2-6 表 据付ボルトの評価結果

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

### 3. クランプポストの耐震計算

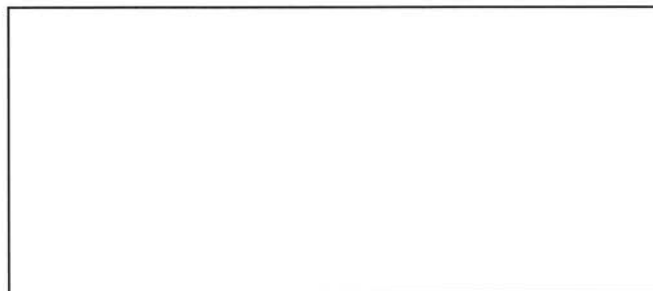
#### 3. 1. 評価方法

クランプポストの地震力に対する安全機能の維持は、本体およ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およ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。

- (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地震力を用いて、1本のはり要素による手計算で実施する。
- (2) 拘束条件として、据付ボルト部を固定する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

添説設 3-1-組 15-3-1 図に示す。モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-組 15-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-組 15-3-2 表に示す。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 (P) とする。



添説設3-1-組15-3-1図 部材 モデル図

添説設 3-1-1組 15-3-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	断面積	せん断用断面積		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> ]	Az	Ay	Iz	Iy	Zz	Zy	I	
はり										計算値	
柱										計算値	

添説設 3-1-1組 15-3-2 表 材料定数

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

### 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をするために、はり先端に自重相当の水平荷重が付与された場合の変形量を算出する。はり先端に作用させた荷重Pは、アーム重量P<sub>A</sub>=□[N]と部材重量P<sub>C</sub>=□[N]を合わせた重量とする。

$$P = P_A + P_C = \square \text{ [N]}$$

柱に発生する最大たわみδは下式より算出される。

$$\delta = \frac{P \cdot L_1^3}{3 \cdot E_1 \cdot I_{z1}} + \frac{P \cdot L_2^3}{3 \cdot E_2 \cdot I_{y2}}$$

ここで、

P : 水平方向作用荷重

L : 長さ (L<sub>1</sub> : はり、L<sub>2</sub> : 柱)

E : ヤング係数 (E<sub>1</sub> : はり、E<sub>2</sub> : 柱)

I : 断面二次モーメント (I<sub>z1</sub> : はり、I<sub>y2</sub> : 柱)

使用部材の断面特性、材料定数は添説設 3-1-組 15-3-1 表及び添説設 3-1-組 15-3-2 表に示すとおりであるので、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta = \square[\text{mm}] = \square[\text{cm}]$$

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。

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

よって、一次固有振動数は  $\square[\text{Hz}]$  となり、 $20[\text{Hz}]$  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、組立工場 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。

長期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設 3-1-組 15-3-3 表に示す。長期状態での部材に作用する荷重は、以下のとおりであり、下式にて応力度を算出した。

(はり部)

$$\text{せん断力： } P_A = \square [\text{N}]$$

$$\text{モーメント： } M_y = P_A \times L1 = \square [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

(柱部)

$$\text{鉛直荷重： } N = P_A + P_C = \square [\text{N}]$$

$$\text{モーメント： } M_y = P_A \times L1 = \square [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

$$\text{圧縮応力度： } \sigma_c = \frac{N}{A}$$

$$\text{せん断応力度： } \tau = \frac{P_A}{A_z}$$

$$\text{曲げ応力度： } \sigma_b = \frac{M_y}{Z_y}$$

$$\text{組合せ応力度： } \sigma_{vm} = \sqrt{(\sigma_c + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

$$\text{組合せ応力： } \sigma_m = \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$$

短期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設3-1-組15-3-4表に示す。  
短期状態での部材に作用する荷重は、以下のとおりであり、下式にて応力度を算出した。

(はり部)

$$\text{水平荷重： } N = P_A + P_W = \square [\text{N}]$$

$$\text{せん断力： } P_{y1} = P_A + P_W = \square [\text{N}]$$

$$\text{積載重量： } P_W = \square [\text{N}]$$

$$\text{モーメント： } M_z1 = P_{y1} \cdot K_h \cdot L1 = \square [\text{N} \cdot \text{mm}]$$

(設計用水平震度  $K_h = \square$ )

(柱部)

せん断力：  $P_y2 = P_A + P_W + P_C = \square$  [N]

モーメント：  $M_z2 = P_y2 \cdot K_h \cdot L2 = \square$  [N·mm]

圧縮応力度：  $\sigma_c = \frac{N}{A}$

せん断応力度：  $\tau = \frac{P_y}{A_y}$

曲げ応力度：  $\sigma_b = \frac{M_z}{Z_z}$

組合せ応力度：  $\sigma_{vm} = \sqrt{(\sigma_c + \sigma_b)^2 + 3 \cdot \tau^2}$

組合せ応力：  $\sigma_m = \frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$

添説設 3-1-組 15-3-3 表 部材の評価結果 (長期)

評価対象	評価値 (はり)	評価値 (柱)	許容限界	検定比 (はり) [-]	検定比 (柱) [-]
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-組 15-3-4 表 部材の評価結果 (短期)

評価対象	評価値 (はり)	評価値 (柱)	許容限界	検定比 (はり) [-]	検定比 (柱) [-]
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. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトに作用するモーメントMは下式にて算出される。

$$M=M_y+M_z^2$$

ボルト本数 $nt=$ , 引き抜き力に作用するボルト本数 $nt'=$ , ボルト間距離 $l=$ [mm]より、引抜き力 $R_b$ 、引張応力度 $\sigma_t$ 、せん断応力度 $\tau$ は下式にて算出し、添説設3-1-組15-3-5表にまとめる。

$$R_b = \frac{M}{l \cdot nt'}$$

$$\sigma_t = \frac{R_b}{A_b}$$

$$\tau = \frac{P}{A_b \cdot nt}$$

(ボルト断面積 $A_b=$ [mm<sup>2</sup>])

評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、十分な構造強度を有していることを確認した。

添説設3-1-組15-3-5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[-]
引張応力度			
せん断応力度			
引抜き力			



シリンダ貯蔵架台の耐震計算書

## 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-貯1-1-1表に示す。

添説設3-1-貯1-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
シリンダ貯蔵架台	工場棟	転換工場	原料倉庫	添付図 図へ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯1-1-2表に示す。シリンダ貯蔵架台は安全機能を有する設備としてシリンダ貯蔵架台(1)、(2)及びシリンダ貯蔵架台(3)を有する。

添説設3-1-貯1-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
シリンダ貯蔵架台(1)、(2) シリンダ貯蔵架台(3)	添付図 図へ設-1

## 2. シリンダ貯蔵架台(1), (2)の耐震計算

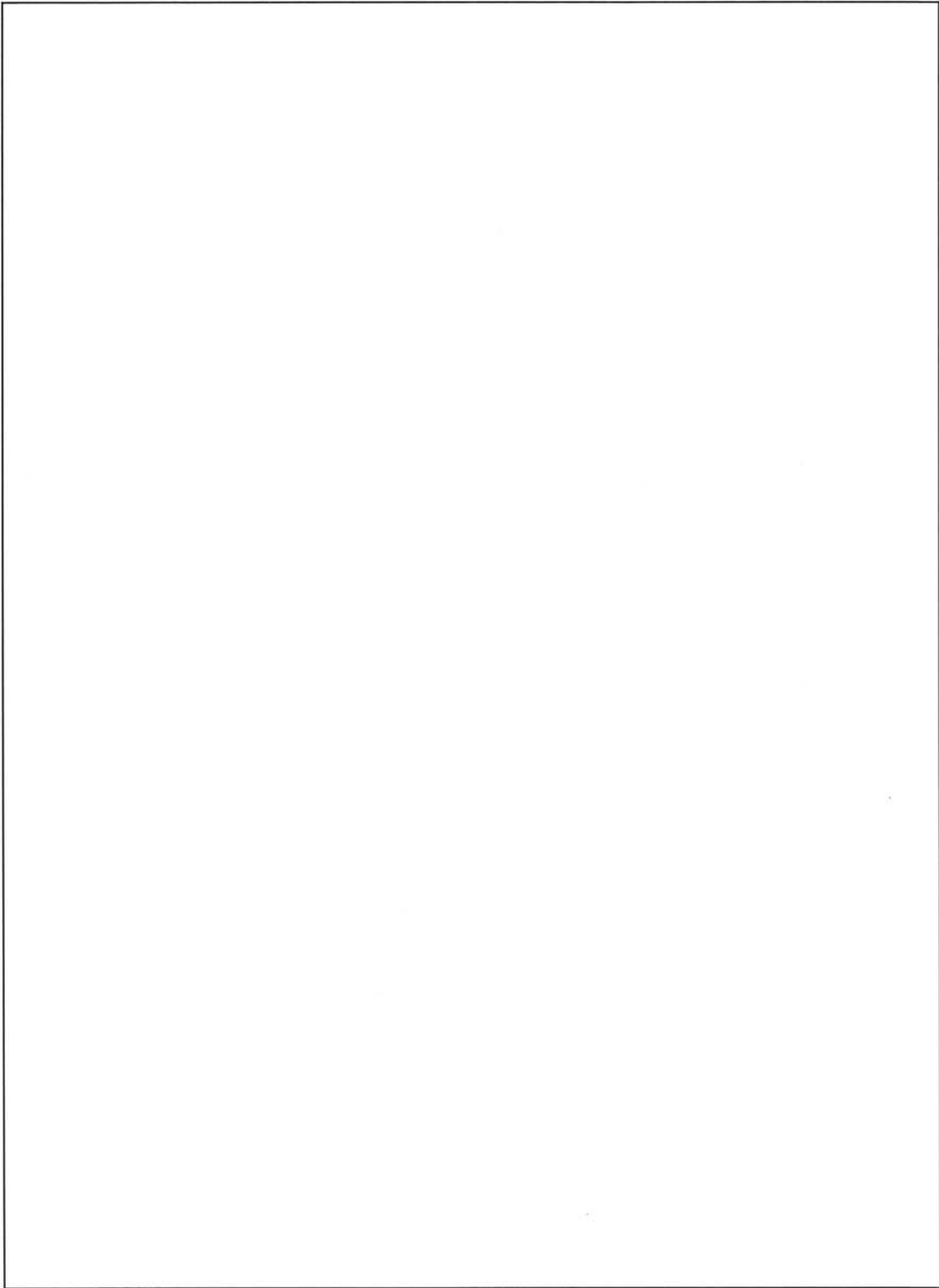
### 2. 1. 評価方法

シリンダ貯蔵架台(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。

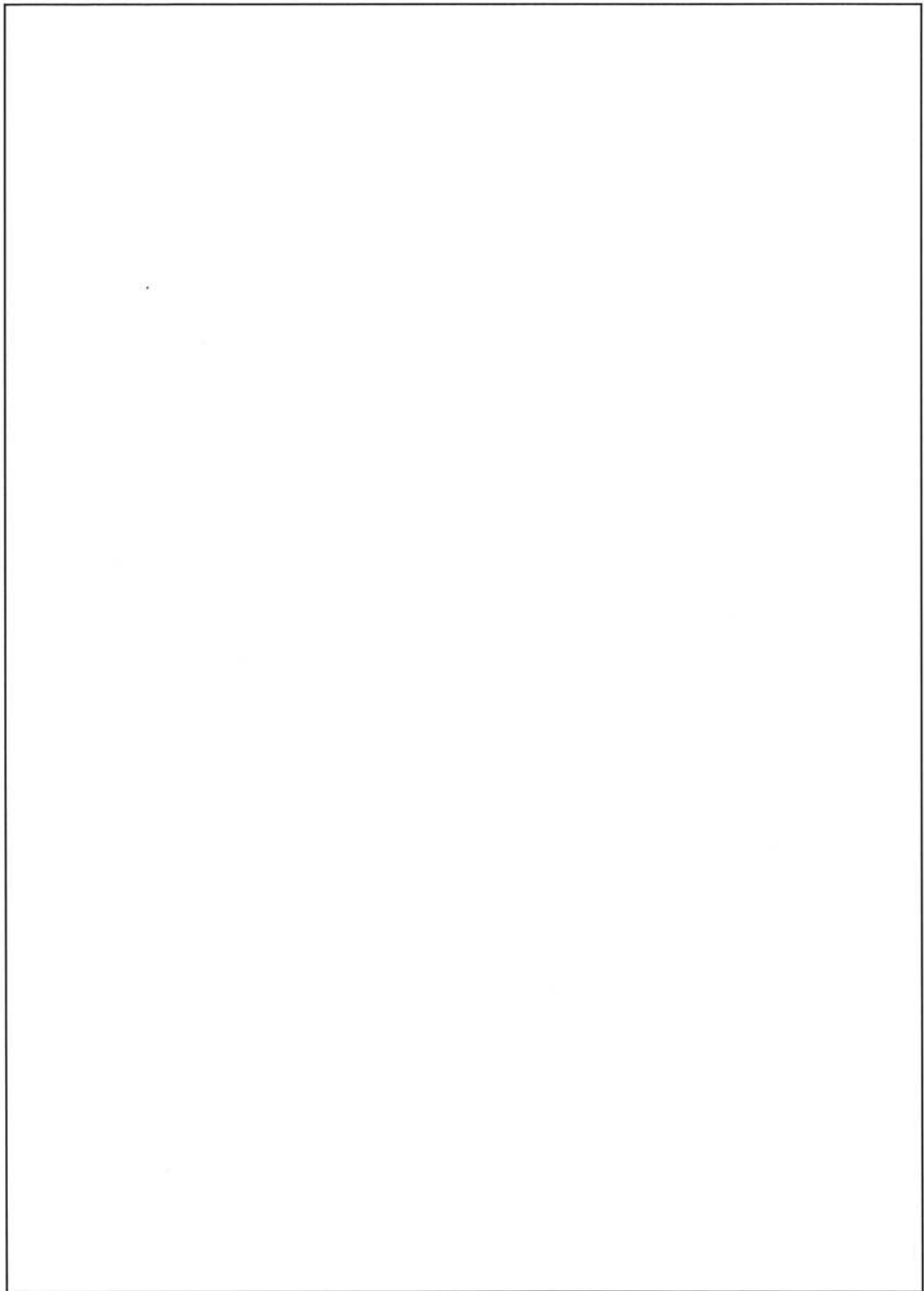
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯1-2-1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-貯1-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯1-2-2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-貯1-2-3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-貯 1-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 1-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 1-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 1-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 1-2-3 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。

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

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

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

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。

### 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-貯 1-2-4 表及び添説設 3-1-貯 1-2-5 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-貯 1-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	02_05								
圧縮応力度	—	00_03								
せん断応力度	—	00_16								
曲げ応力度	—	00_16								
組合せ応力度	—	00_16								
組合せ応力	—	00_16								

添説設 3-1-貯 1-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	02_30								
圧縮応力度	Y 正	00_68								
せん断応力度	X 正	00_29								
曲げ応力度	Y 正	02_05								
組合せ応力度	Y 正	02_05								
組合せ応力	Y 正	02_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、引抜力が対象である。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-貯 1-2-6 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-貯 1-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	00_01						
せん断応力度	X 正	00_13						
引抜力	X 正	00_01						



### 3. シリンダ貯蔵架台(3)の耐震計算

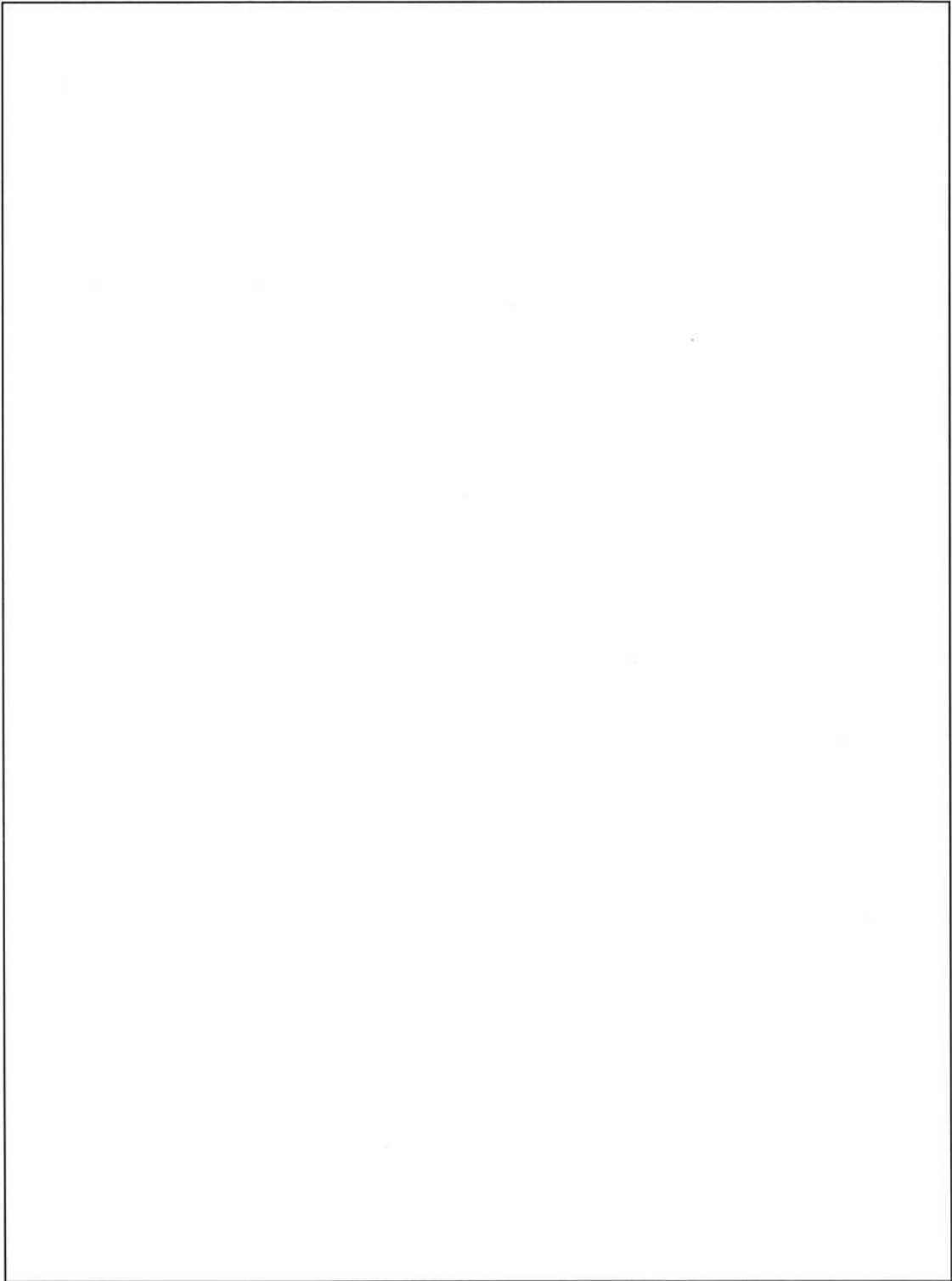
#### 3. 1. 評価方法

シリンダ貯蔵架台(3)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。

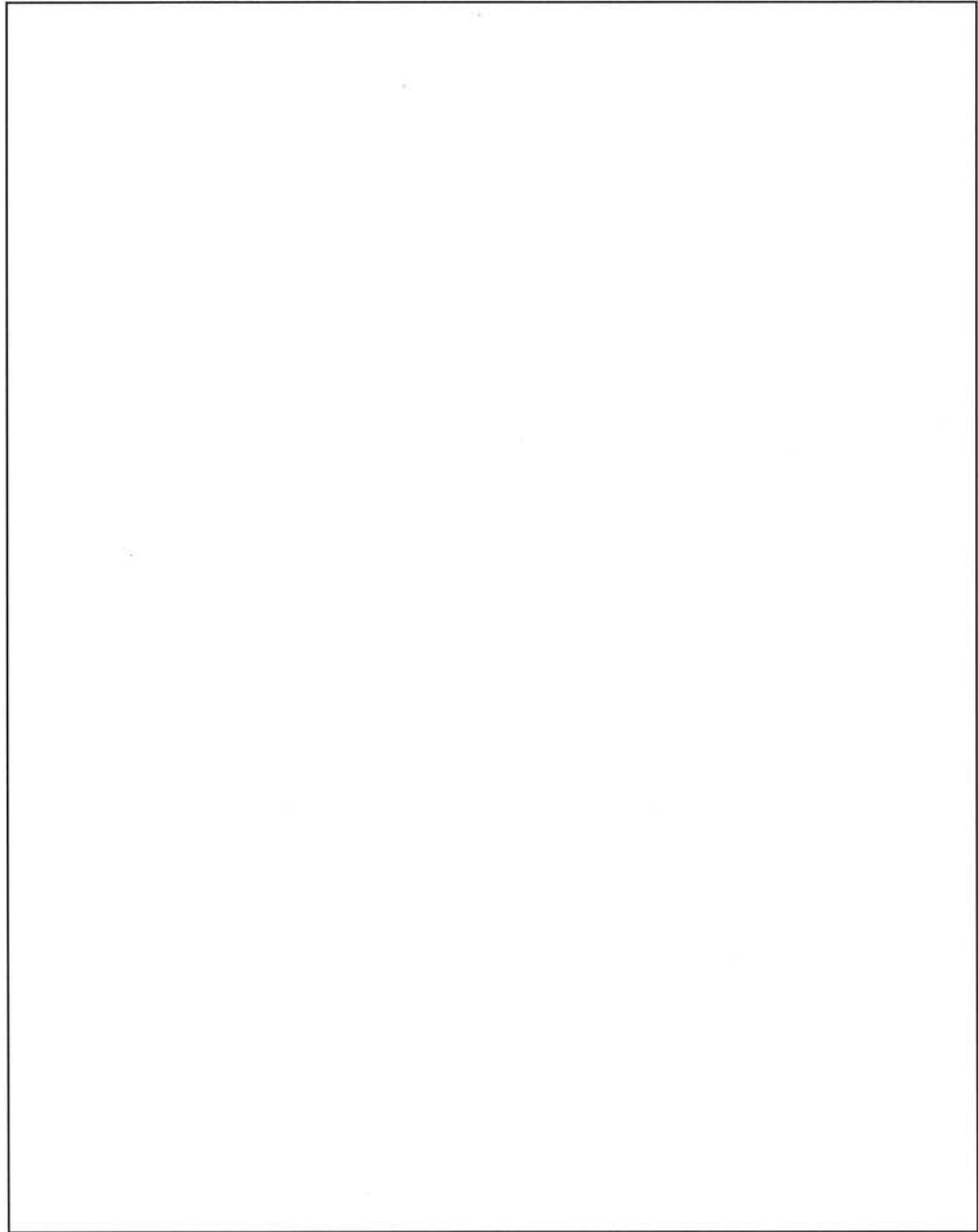
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯1-3-1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-貯1-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯1-3-2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-貯1-3-3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-貯 1-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 1-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 1-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 1-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 1-3-3 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]

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

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。

#### 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-貯 1-3-4 表及び添説設 3-1-貯 1-3-5 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-貯 1-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	02_05								
圧縮応力度	—	00_03								
せん断応力度	—	00_14								
曲げ応力度	—	00_14								
組合せ応力度	—	00_14								
組合せ応力	—	00_14								

添説設 3-1-貯 1-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	02_26								
圧縮応力度	Y 正	00_58								
せん断応力度	X 正	00_25								
曲げ応力度	Y 正	02_05								
組合せ応力度	Y 正	02_05								
組合せ応力	Y 正	02_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-貯 1-3-6 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-貯 1-3-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	00_01						
せん断応力度	X 正	00_11						
引抜力	X 正	00_01						

シリンダ転倒装置の耐震計算書

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-貯2-1-1表に示す。

添説設3-1-貯2-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
シリンダ転倒装置	工場棟	転換工場	原料倉庫	添付図 図へ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯2-1-2表に示す。

添説設3-1-貯2-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
シリンダ転倒装置	添付図 図へ設-2



## 2. シリンダ転倒装置の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

シリンダ転倒装置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。

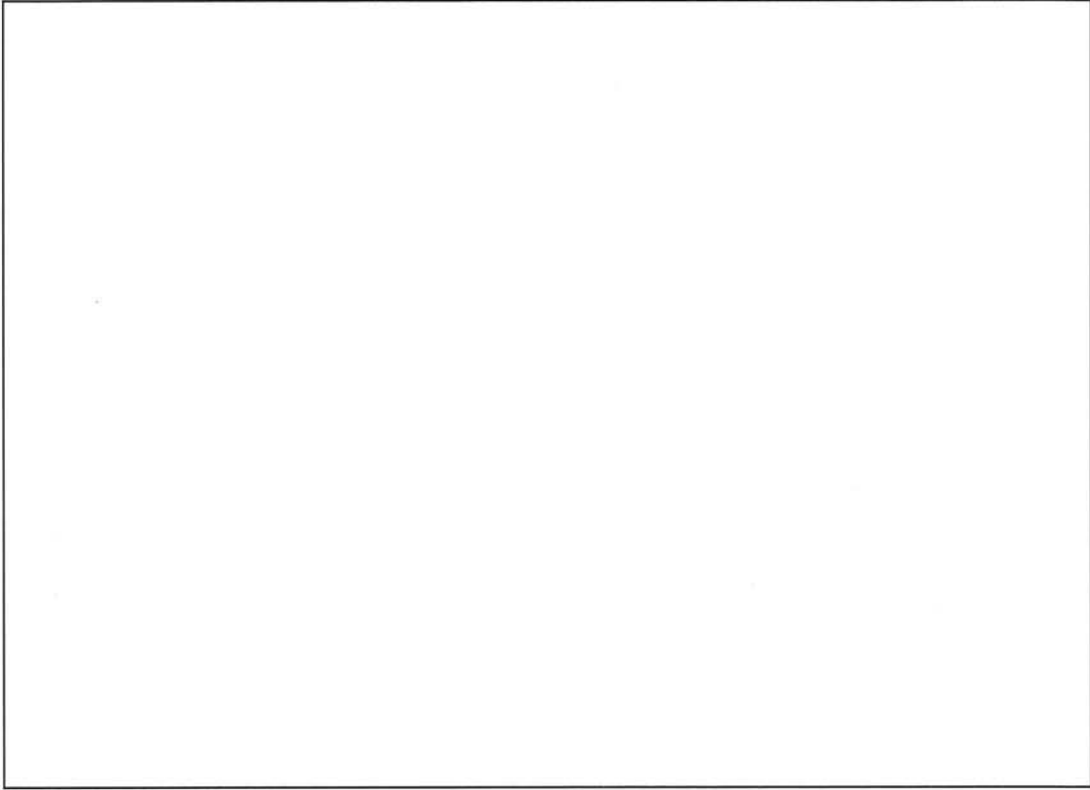
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

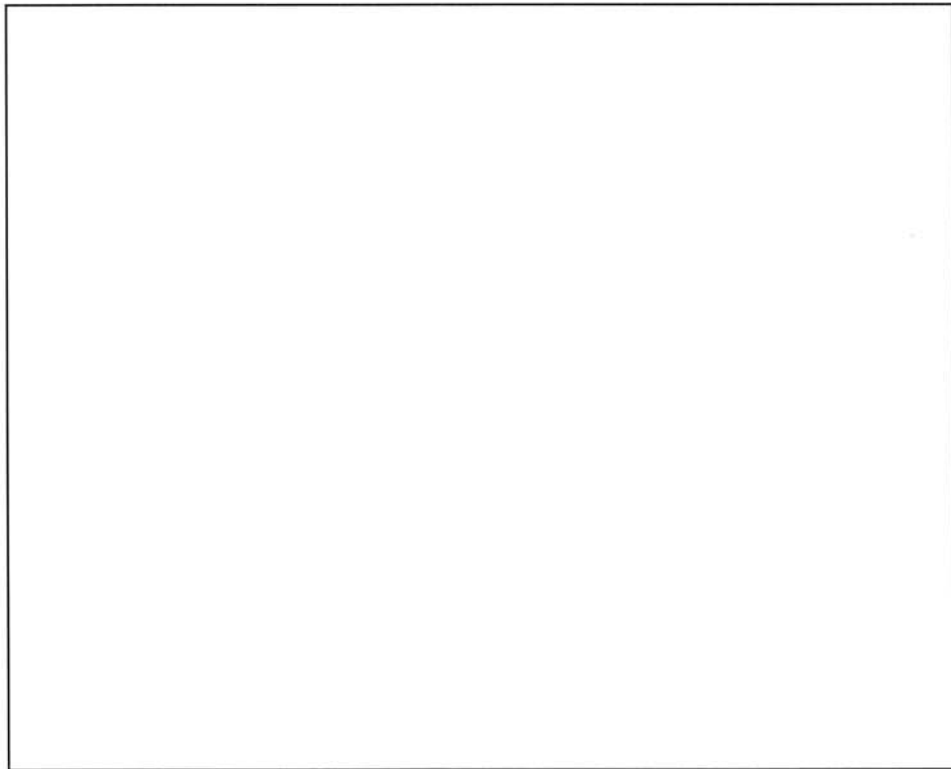
はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-貯2-2-1図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。回転が自由なボルト等の接合はピン接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設3-1-貯2-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯2-2-2表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設3-1-貯2-2-3表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



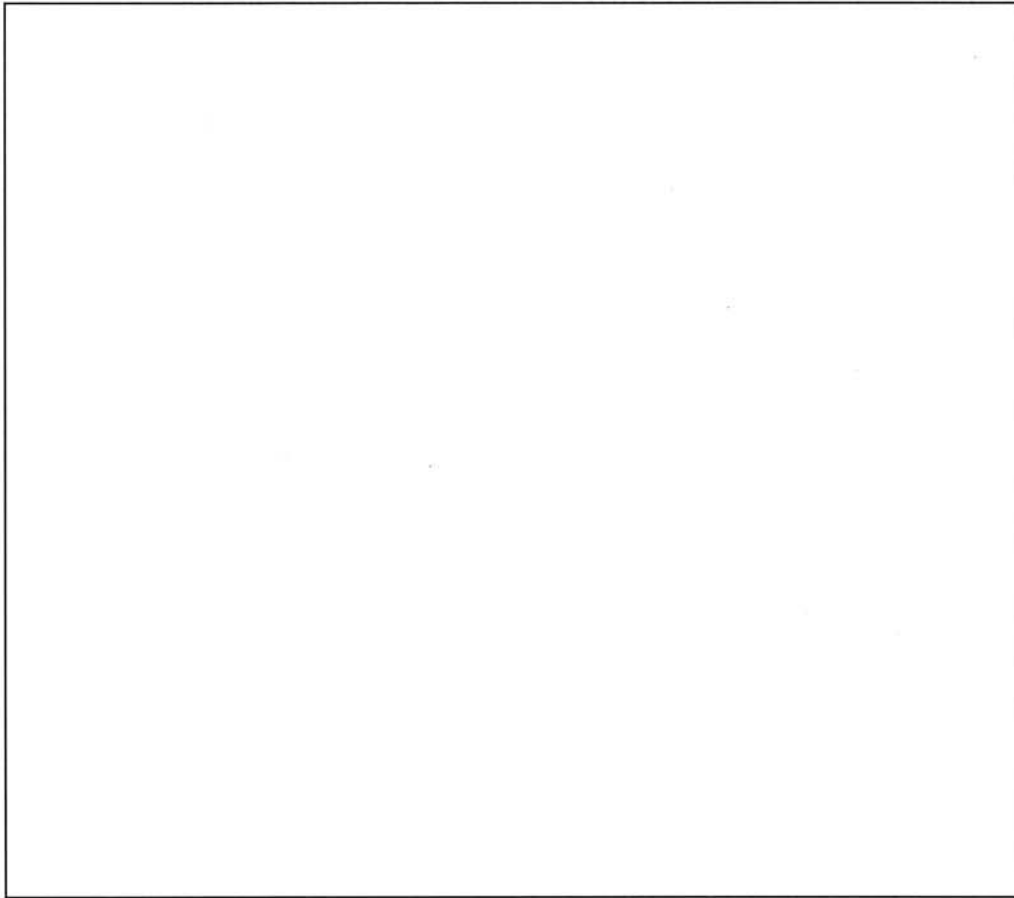
添説設 3-1-貯 2-2-1 図(1/8) 構造解析モデル



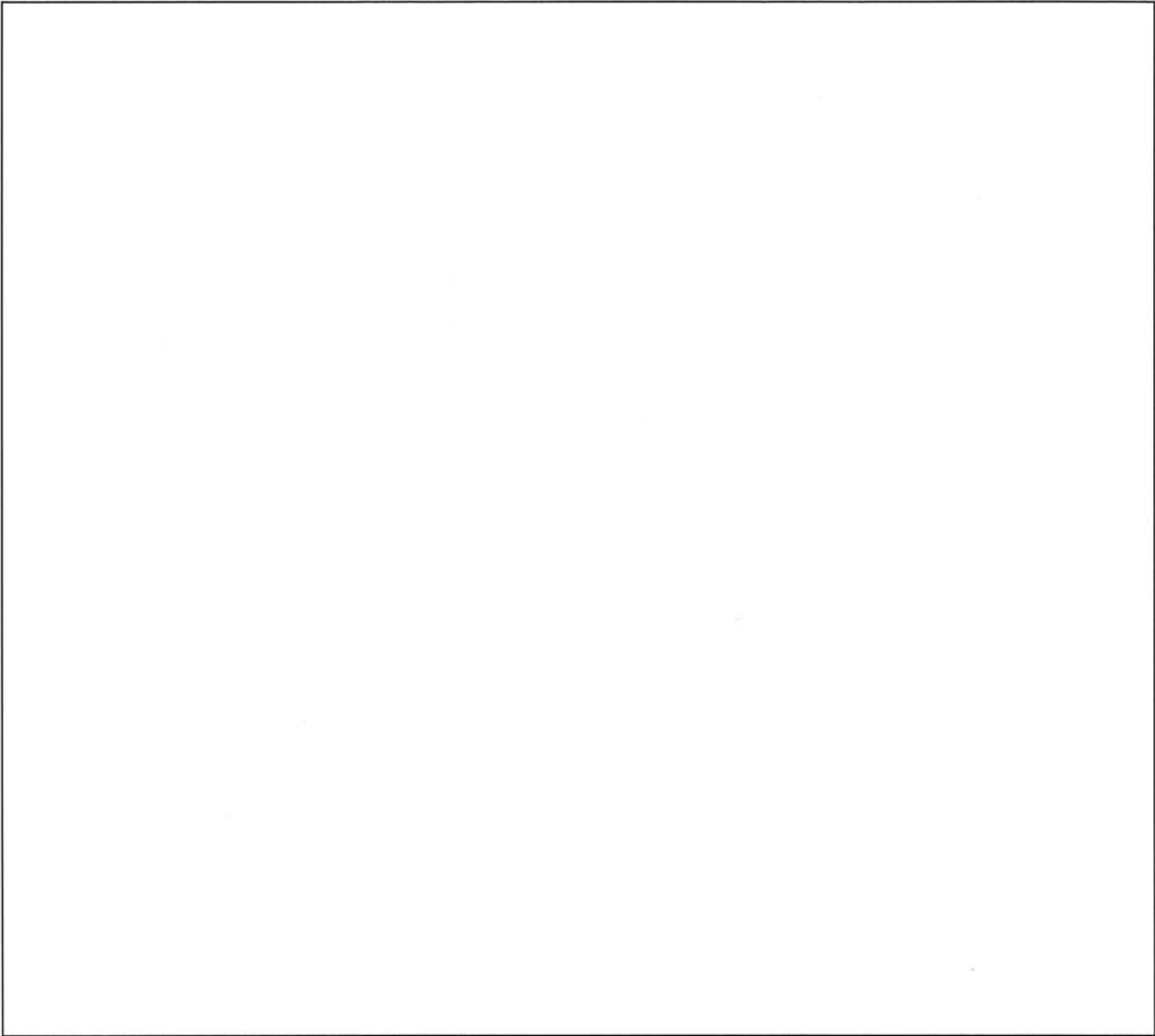
添説設 3-1-貯 2-2-1 図(2/8) 構造解析モデル



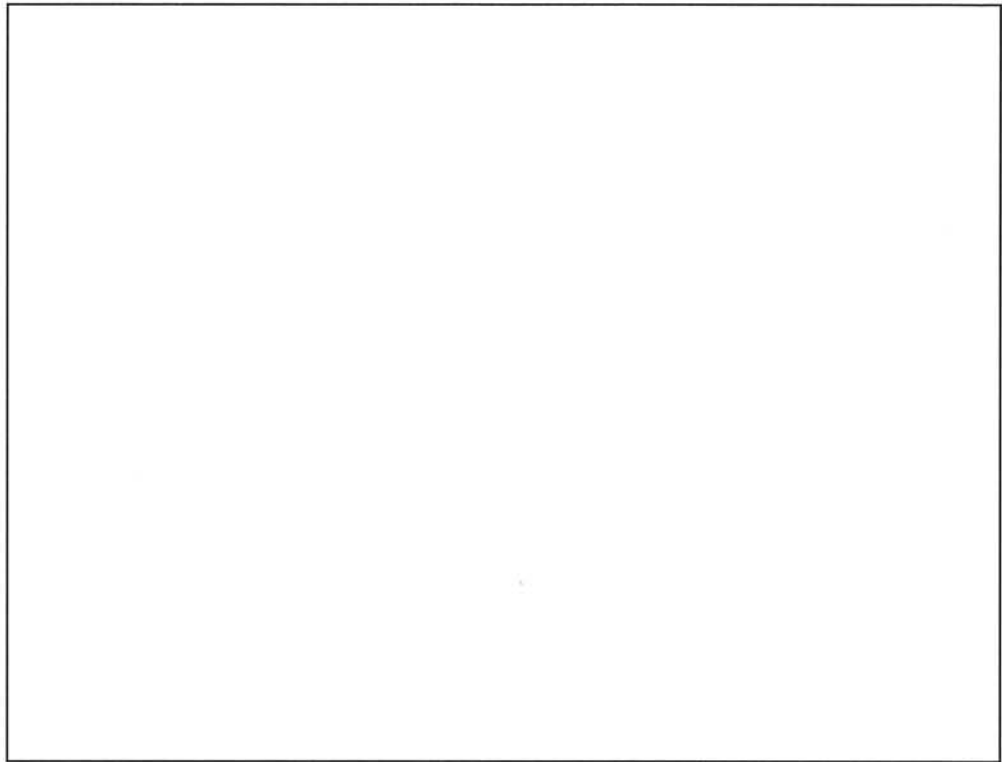
添説設 3-1-貯 2-2-1 図(3/8) 構造解析モデル



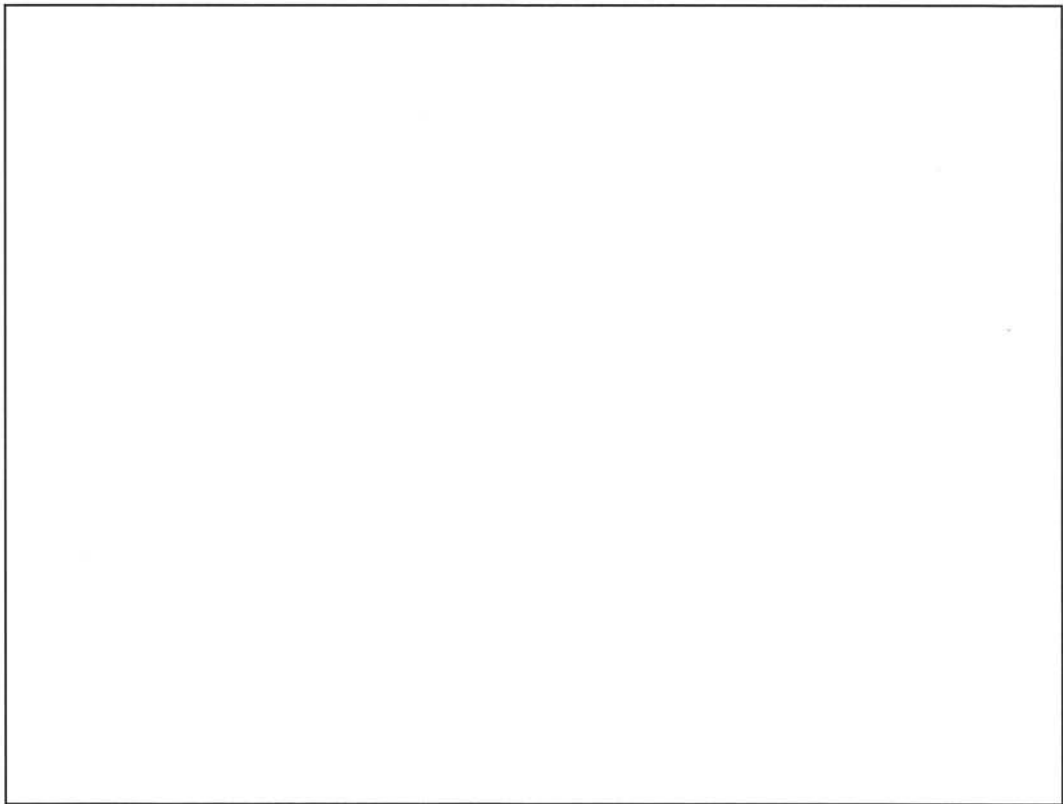
添説設 3-1-貯 2-2-1 図(4/8) 構造解析モデル



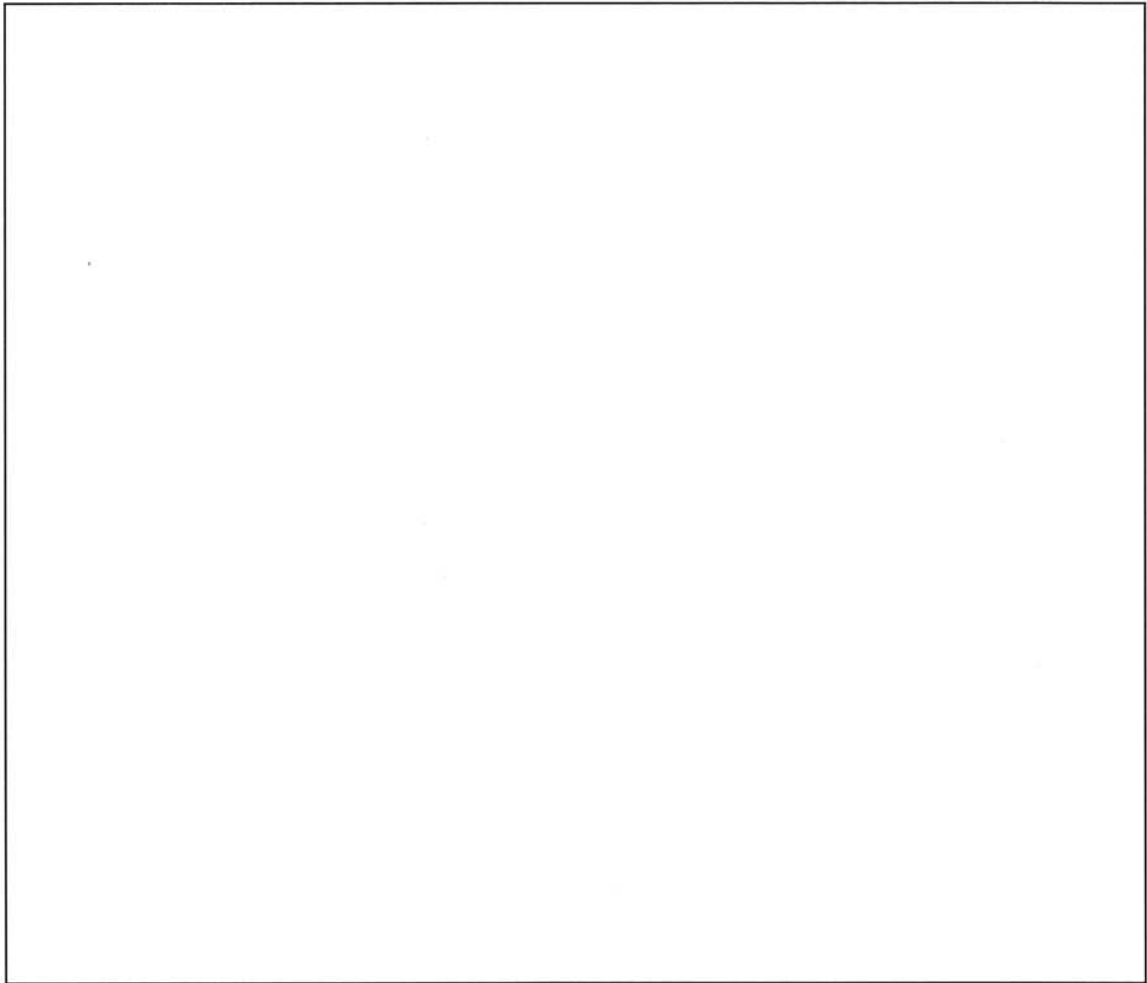
添説設 3-1-貯 2-2-1 図(5/8) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 2-2-1 図(6/8) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 2-2-1 図(7/8) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 2-2-1 図(8/8) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 2-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 2-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 2-2-3 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-貯 2-2-4 表及び添説設 3-1-貯 2-2-5 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-貯 2-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	07_20								
圧縮応力度	—	00_09								
せん断応力度	—	06_04								
曲げ応力度	—	07_22								
組合せ応力度	—	07_22								
組合せ応力	—	07_22								

添説設 3-1-貯 2-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 負	03_01								
圧縮応力度	X 負	07_36								
せん断応力度	X 負	06_04								
曲げ応力度	Y 正	07_22								
組合せ応力度	Y 正	07_22								
組合せ応力	Y 正	07_22								

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－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-貯 2-2-6 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-貯 2-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	00_07						
せん断応力度	Y 正	00_19						
引抜力	X 正	00_07						

天井走行クレーン（転換 5t）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-貯3-1-1表に示す。

添説設3-1-貯3-1-1表 対象設備 設置位置

機器名称	建物名	区分	部屋名	参照図面
天井走行クレーン（転換5t）	工場棟	転換工場	原料倉庫	—

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯3-1-2表に示す。天井走行クレーン（転換5t）は安全機能を有する設備として、天井クレーン主桁およびサドルを有する。

添説設3-1-貯3-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
天井クレーン主桁 サドル	添付図 図へ設-3

## 2. 天井クレーン主桁の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

天井クレーン主桁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本のはり要素による手計算で実施する。
- (2) 拘束条件として、部材の両端を支持する。

#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 3-2-1 図に示すように、主桁を1本のはりとしてモデル化する。モデルで使用したはり要素の断面性能を添説設 3-1-貯 3-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-貯 3-2-2 表に、主な積載荷重を添説設 3-1-貯 3-2-3 表に示す。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-貯 3-2-1 図 主桁 モデル図

添説設 3-1-貯 3-2-1 表 はり要素 断面性能

材料	単位* 重量 [kg/m] ×10 <sup>2</sup>	断面二次 モーメント [mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>7</sup>	断面係数 [mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>6</sup>		出典
		I <sub>z</sub>	Z <sub>y</sub>	Z <sub>z</sub>	
					計算値

\*：構成品を含む重量

添説設 3-1-貯 3-2-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm <sup>2</sup> ]	出典
		鋼構造設計基準

添説設 3-1-貯 3-2-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所

\*：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

一次固有振動数を算出する。本体に自重による分布荷重が作用した場合の変形量を算出する。

はりに発生する最大たわみは下式により算出される。

$$\delta = \frac{5wL^4}{384EI_z}$$

ここで、

E : ヤング係数

I<sub>z</sub> : 断面二次モーメント

使用部材の断面特性、材料定数は添説設 3-1-貯 3-2-1 表および添説設 3-1-貯 3-2-2 表に示すとおりであるので、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta = \boxed{\quad} [\text{mm}] = \boxed{\quad} [\text{cm}]$$

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。

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

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

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。

#### 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 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—設 3-1  
—付 1 に示す。

#### 2. 2. 応力評価

部材の評価については、曲げ応力度が対象である。

長期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設 3-1-貯 3-2-4 表に示す。長期  
状態で主桁中央に作用する  $P_1$  および  $P_2$  に加え、自重が分布荷重として作用するとして、下  
式にて応力度を算出した。

モーメント

$$M_y = \frac{(P_1 + P_2)L}{4} + \frac{wL^2}{8}$$

曲げ応力度

$$\sigma_b' = \frac{M_y}{Z_y}$$

短期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設 3-1-貯 3-2-5 表に示す。短期状態で主桁中央に作用する  $P_1$  に加え、自重が分布荷重として作用するとして、設計用水平震度  $K_H=1.0$  を用いて、下式にて応力度を算出した。

モーメント

$$M_z = \frac{P_1 K_H L}{4} + \frac{w K_H L^2}{8}$$

曲げ応力度

$$\sigma_b = \sigma_b' + \frac{M_z}{Z_z}$$

評価結果より、部材は設計用地震力に対して、十分な構造強度を有していることを確認した。

添説設 3-1-貯 3-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [—]
曲げ応力度			

添説設 3-1-貯 3-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [—]
曲げ応力度			



### 3. サドルの耐震計算

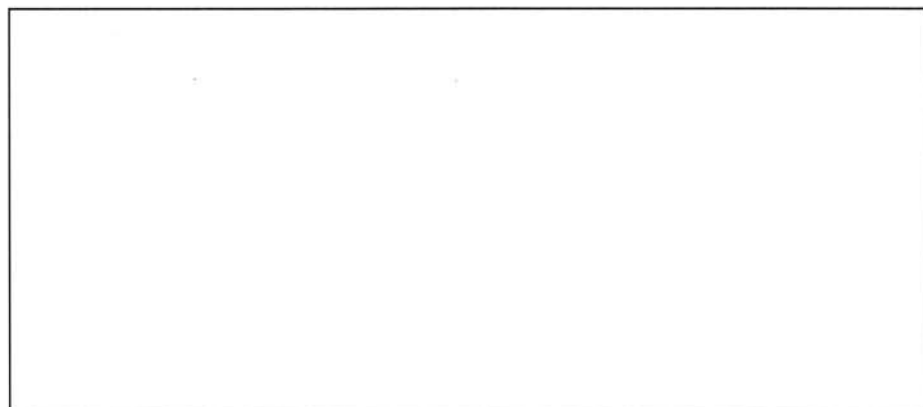
#### 3. 1. 評価方法

サドル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本のはり要素による手計算で実施する。
- (2) 拘束条件として、部材の両端を支持する。

#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 3-3-1 図に示すように、サドルを1本のはりとしてモデル化する。モデルで使用したはり要素の断面性能を添説設 3-1-貯 3-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-貯 3-3-2 表に、主な積載荷重を添説設 3-1-貯 3-3-3 表に示す。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-貯3-3-1図 サドル モデル図

添説設 3-1-貯 3-3-1 表 はり要素 断面性能

材料	単位重量 [kg/m] ×10 <sup>2</sup>	断面二次 モーメント [mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>7</sup>	断面係数 [mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>5</sup>		出典
		Iz	Zy	Zz	
					計算値

添説設 3-1-貯 3-3-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm <sup>2</sup> ]	出典
		鋼構造設計基準

添説設 3-1-貯 3-3-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所

\* : 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

一次固有振動数を算出する。本体に自重による分布荷重が作用した場合の変形量を算出する。

はりに発生する最大たわみは、下式により算出される。

$$\delta = \frac{5wL^4}{384EI_z}$$

ここで、

E : ヤング係数

$I_z$  : 断面二次モーメント

使用部材の断面特性、材料定数は添説設 3-1-貯 3-3-1 表および添説設 3-1-貯 3-3-2 表に示すとおりであるので、たわみ量は以下の通りとなる。

$$\delta = \boxed{\phantom{000}}[\text{mm}] = \boxed{\phantom{000}}[\text{cm}]$$

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。

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

$$f = \frac{5}{\sqrt{\boxed{\phantom{000}}}} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}}[\text{Hz}]$$

よって、一次固有振動数は  $\boxed{\phantom{000}}[\text{Hz}]$  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。部材の許容限界を添付説明書一設 3-1-1 付 1 に示す。

## 3. 2. 応力評価

部材の評価については、曲げ応力度が対象である。

長期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設 3-1-貯 3-3-4 表に示す。長期状態でサドルに作用する  $P_1$ 、 $P_2$  および  $P_3$  に加え、自重が分布荷重として作用するとして、下式にて応力度を算出した。

モーメント

$$M_y = \frac{P_1 L_1 (L - L_2) + P_3 L_2 (L - L_2)}{L} + P_2 L_1 + \frac{w L^2}{8}$$

曲げ応力度

$$\sigma_b' = \frac{M_y}{Z_y}$$

短期状態での応力を手計算にて算出した結果を添説設 3-1-貯 3-3-5 表に示す。短期状態でサドルに作用する  $P_1$  および  $P_3$  に加え、自重が分布荷重として作用するとして、設計用水平震度  $K_H=1.0$  を用いて、下式にて応力度を算出した。

モーメント

$$M_z = \frac{P_1 K_H L_1 (L - L_2) + P_3 K_H L_2 (L - L_2)}{L} + \frac{w K_H L^2}{8}$$

曲げ応力度

$$\sigma_b = \sigma_b' + \frac{M_z}{Z_z}$$

評価結果より、部材は設計用地震力に対して、十分な構造強度を有していることを確認した。

添説設 3-1-貯 3-3-4 表 部材の評価結果 (長期)

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [-]
曲げ応力度			

添説設 3-1-貯 3-3-5 表 部材の評価結果 (短期)

評価対象	評価値	許容限界	検定比 [-]
曲げ応力度			

大型粉末容器貯蔵架台の耐震計算書

## 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-貯4-1-1表に示す。

添説設3-1-貯4-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
大型粉末容器貯蔵架台	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図へ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯4-1-2表に示す。大型粉末容器貯蔵架台は安全機能を有する設備として大型粉末容器貯蔵架台(1)、大型粉末容器貯蔵架台(2)、大型粉末容器貯蔵架台(3)、大型粉末容器貯蔵架台(4)、大型粉末容器貯蔵架台(5)及び大型粉末容器貯蔵架台(6)を有する。

添説設3-1-貯4-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
大型粉末容器貯蔵架台(1) 大型粉末容器貯蔵架台(2) 大型粉末容器貯蔵架台(3) 大型粉末容器貯蔵架台(4) 大型粉末容器貯蔵架台(5) 大型粉末容器貯蔵架台(6)	添付図 図へ設-4

## 2. 大型粉末容器貯蔵架台(1)の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

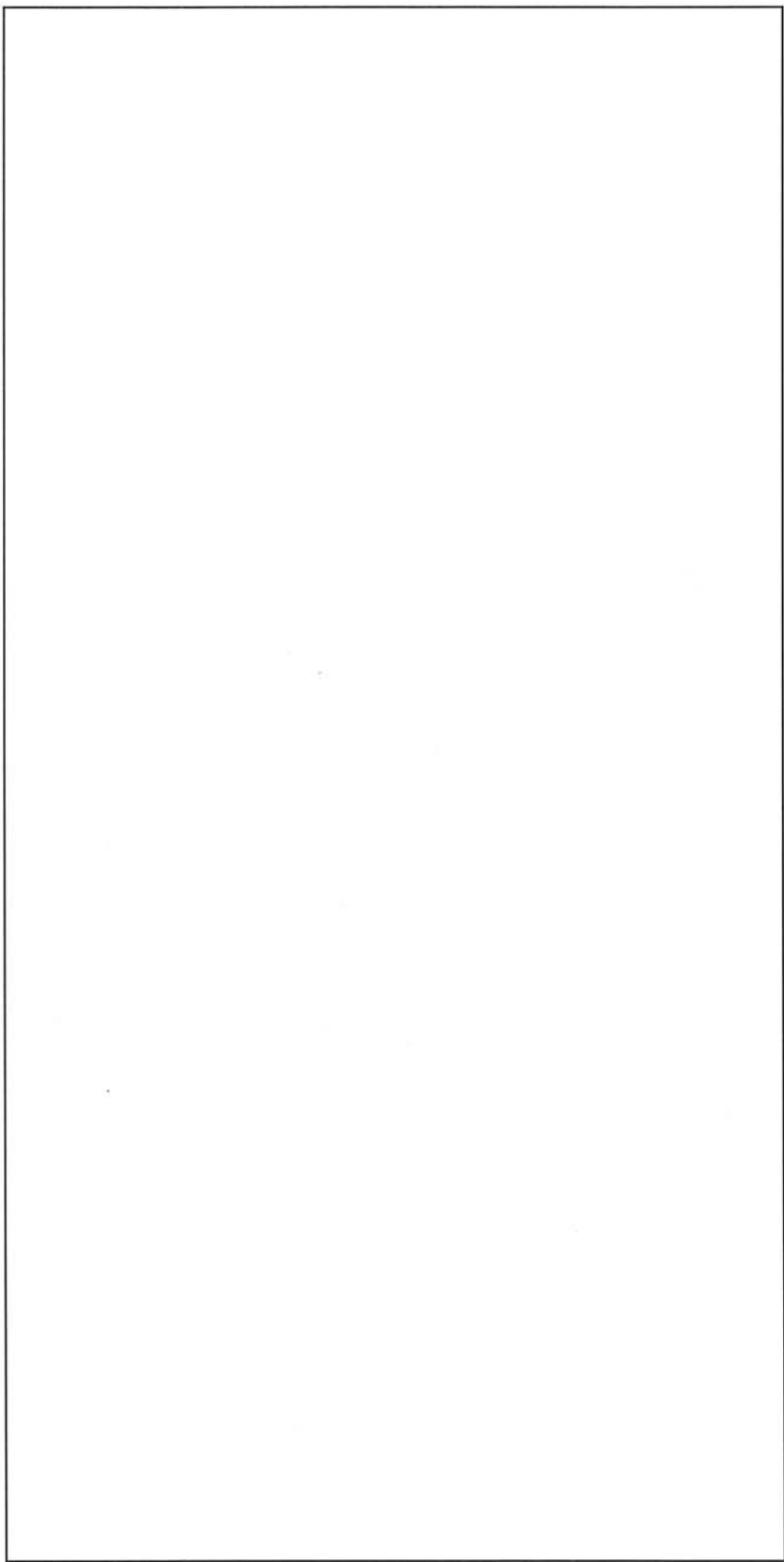
大型粉末容器貯蔵架台(1)の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (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。

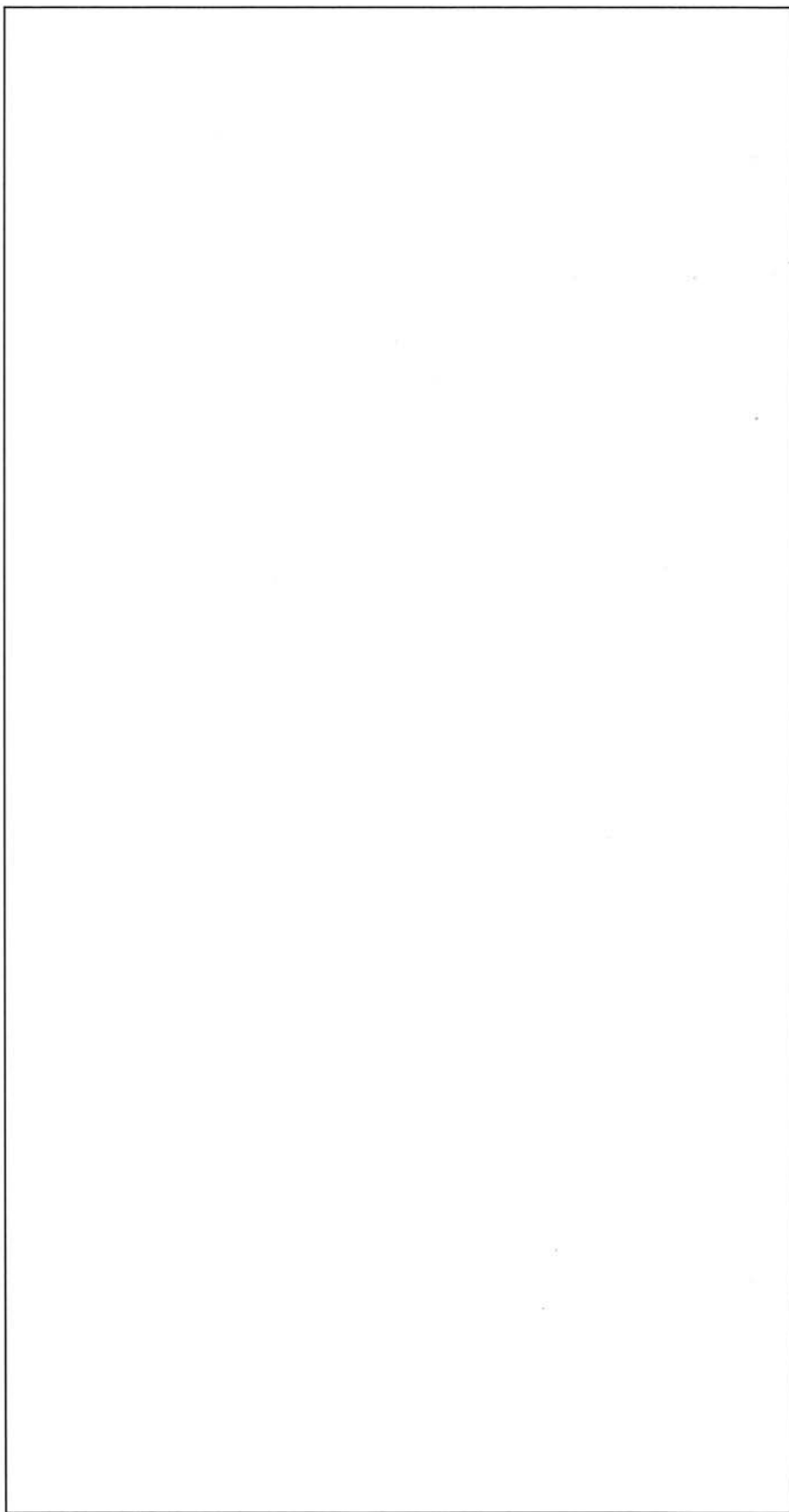
#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-貯4-2-1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-貯4-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯4-2-2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-貯4-2-3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-貯 4-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 4-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 4-2-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [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
				[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm]	
				A	Iy	Iz	Zy	Zz	I	
はり										JIS G3466
柱										JIS G3466

添説設 3-1-貯 4-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 4-2-3 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。

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

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

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

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-貯 4-2-4 表及び添説設 3-1-貯 4-2-5 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-貯 4-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	—	3								
せん断応力度	—	4								
曲げ応力度	—	43								
組合せ応力度	—	43								
組合せ応力	—	43								

添説設 3-1-貯 4-2-5 表 部材の評価結果 (短期)

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	4								
圧縮応力度	Y 正	23								
せん断応力度	Y 正	24								
曲げ応力度	X 正	59								
組合せ応力度	X 正	59								
組合せ応力	X 正	59								

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-貯 4-2-6 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-貯 4-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	3						
せん断応力度	Y 正	23						
引抜力	Y 正	3						

### 3. 大型粉末容器貯蔵架台(2)の耐震計算

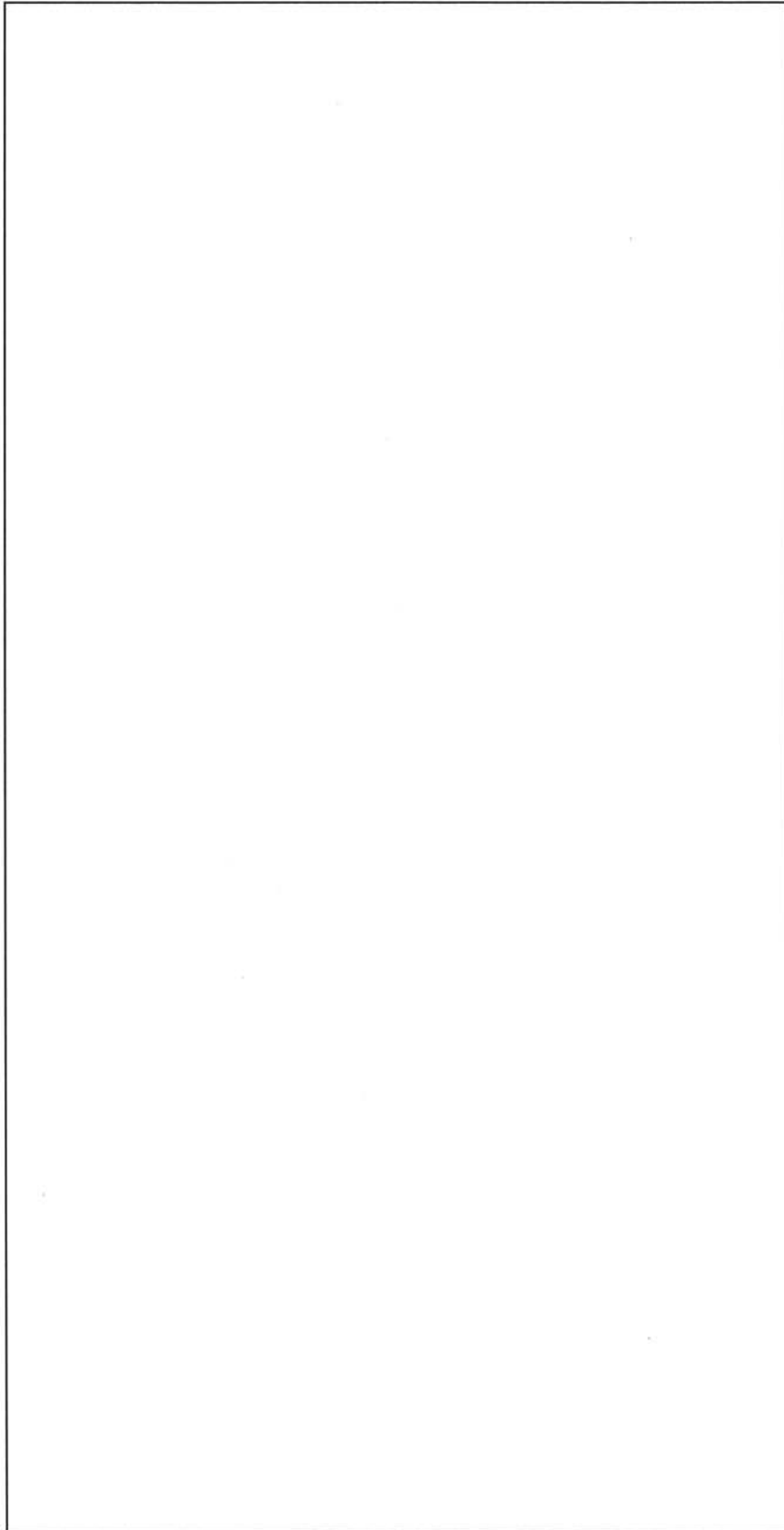
#### 3. 1. 評価方法

大型粉末容器貯蔵架台(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。

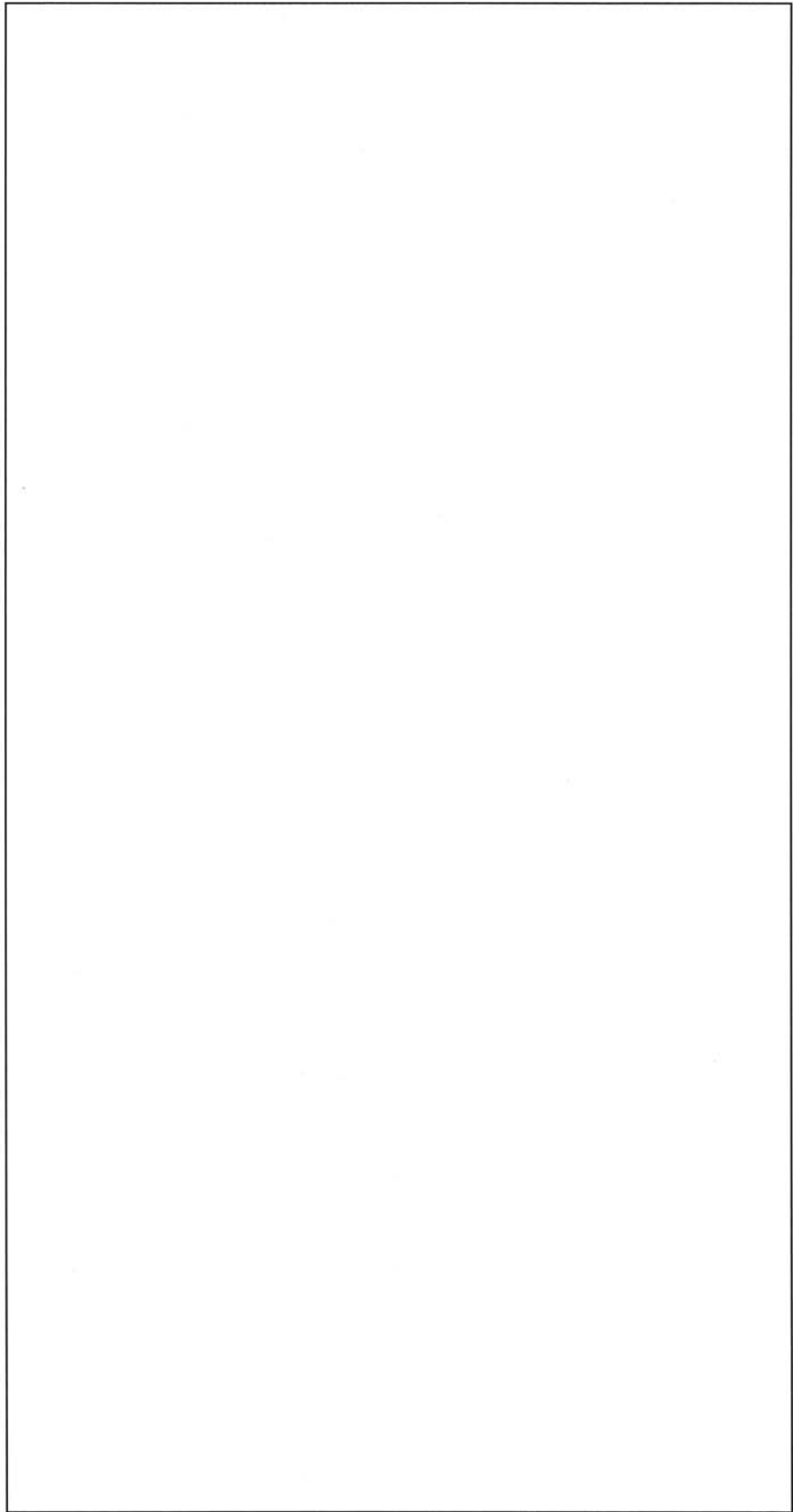
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯4-3-1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-貯4-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯4-3-2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-貯4-3-3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-貯 4-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 4-3-1 図(2/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 4-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 4-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 4-3-3 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 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]

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

よって、一次固有振動数は  [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-貯 4-3-4 表及び添説設 3-1-貯 4-3-5 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-貯 4-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	—	17								
せん断応力度	—	6								
曲げ応力度	—	47								
組合せ応力度	—	57								
組合せ応力	—	47								

添説設 3-1-貯 4-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	38								
圧縮応力度	Y 正	37								
せん断応力度	Y 正	38								
曲げ応力度	X 負	41								
組合せ応力度	X 負	41								
組合せ応力	X 負	41								

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-貯 4-3-6 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-貯 4-3-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	37						
せん断応力度	Y 正	37						
引抜力	Y 負	37						

#### 4. 大型粉末容器貯蔵架台(3)の耐震計算

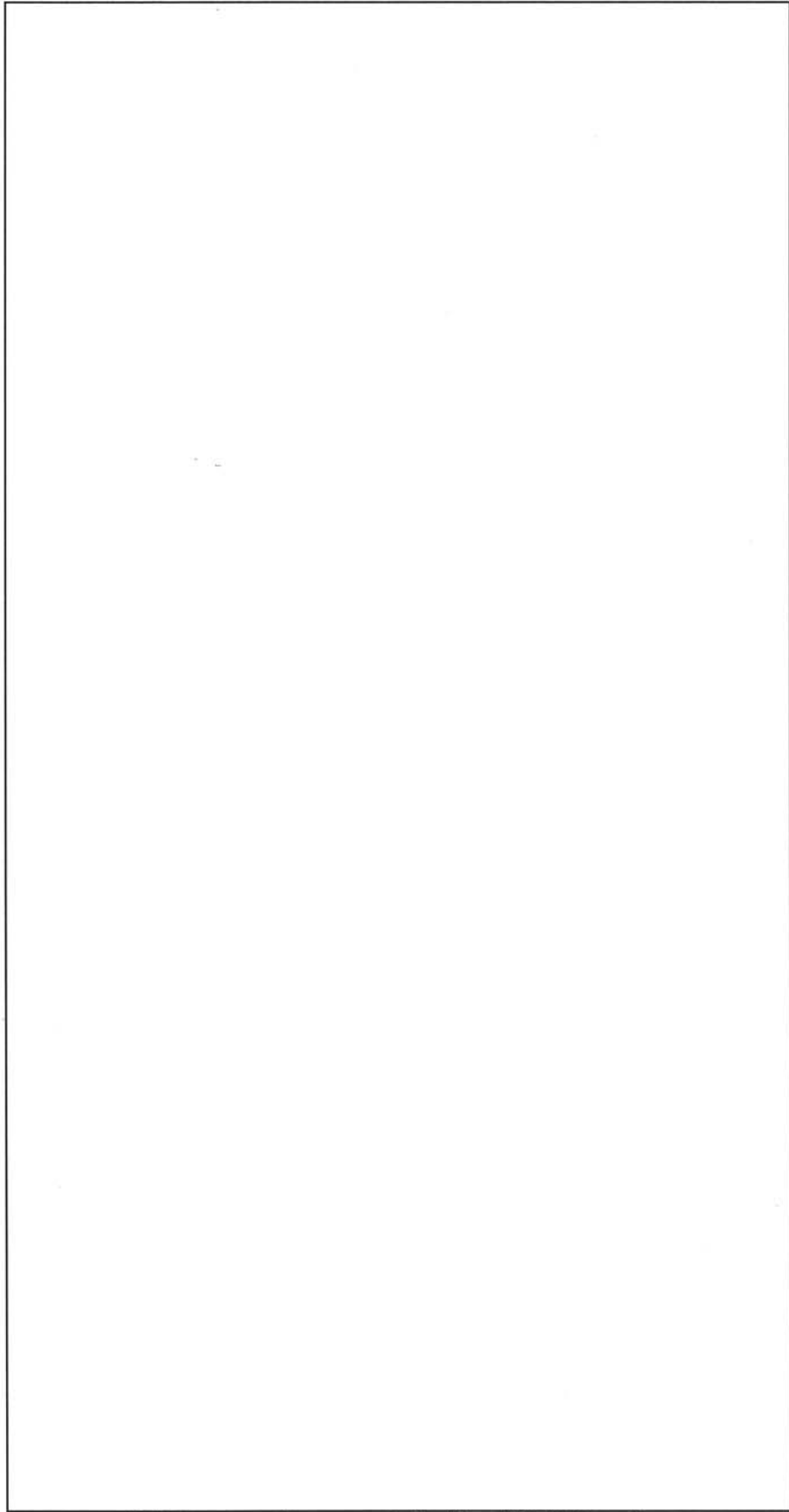
##### 4. 1. 評価方法

大型粉末容器貯蔵架台(3)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。

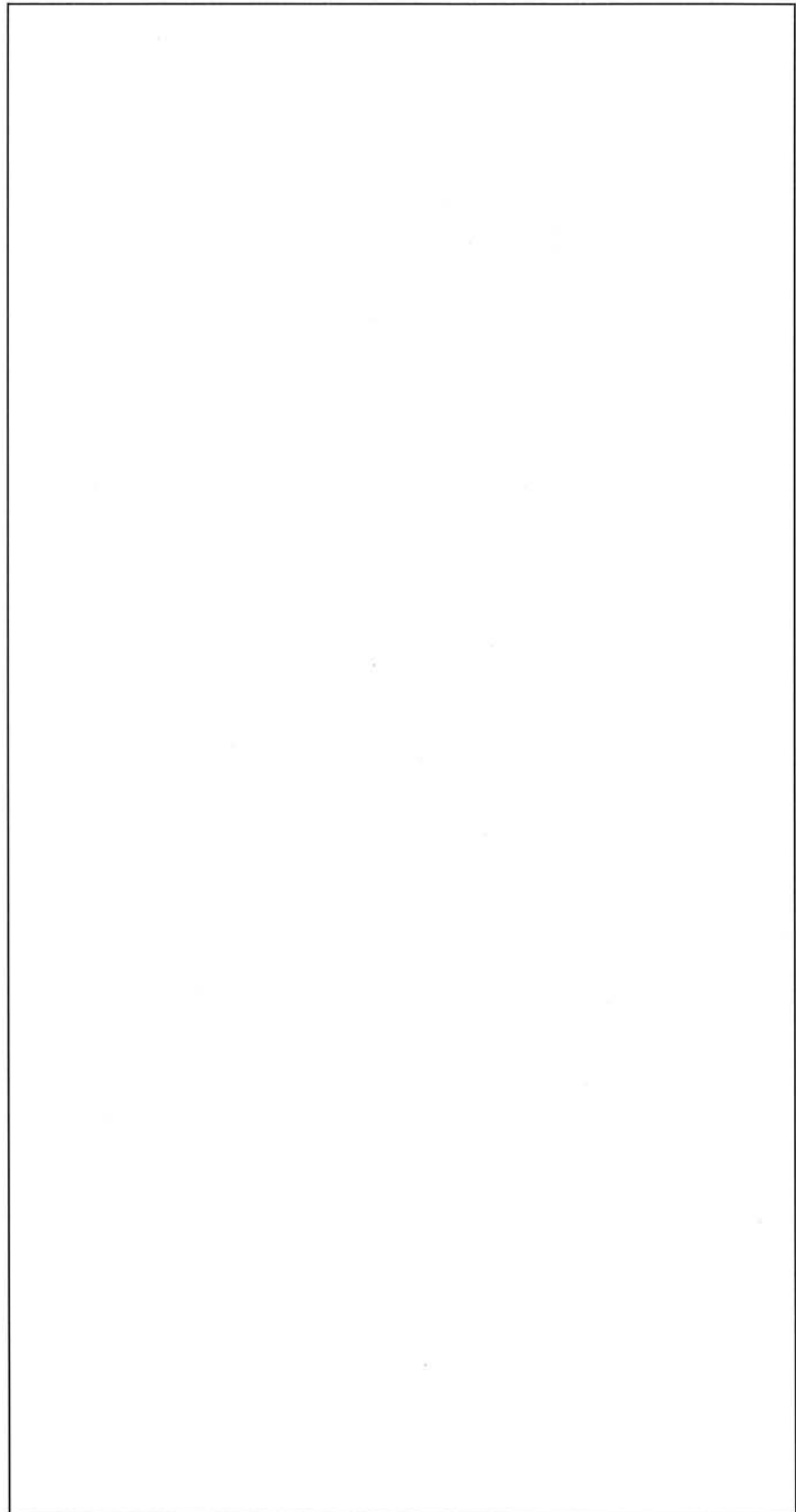
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 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-貯4-4-1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-貯4-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯4-4-2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-貯4-4-3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-貯 4-4-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 4-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 4-4-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 4-4-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 4-4-3 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]

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

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。

#### 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－貯 4－4－4 表及び添説設 3－1－貯 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－貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	—	3								
せん断応力度	—	4								
曲げ応力度	—	39								
組合せ応力度	—	39								
組合せ応力	—	39								



添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	4								
圧縮応力度	Y 正	21								
せん断応力度	Y 正	22								
曲げ応力度	X 正	53								
組合せ応力度	X 正	53								
組合せ応力	X 正	53								

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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	3						
せん断応力度	Y 正	21						
引抜力	Y 正	3						

## 5. 大型粉末容器貯蔵架台(4)の耐震計算

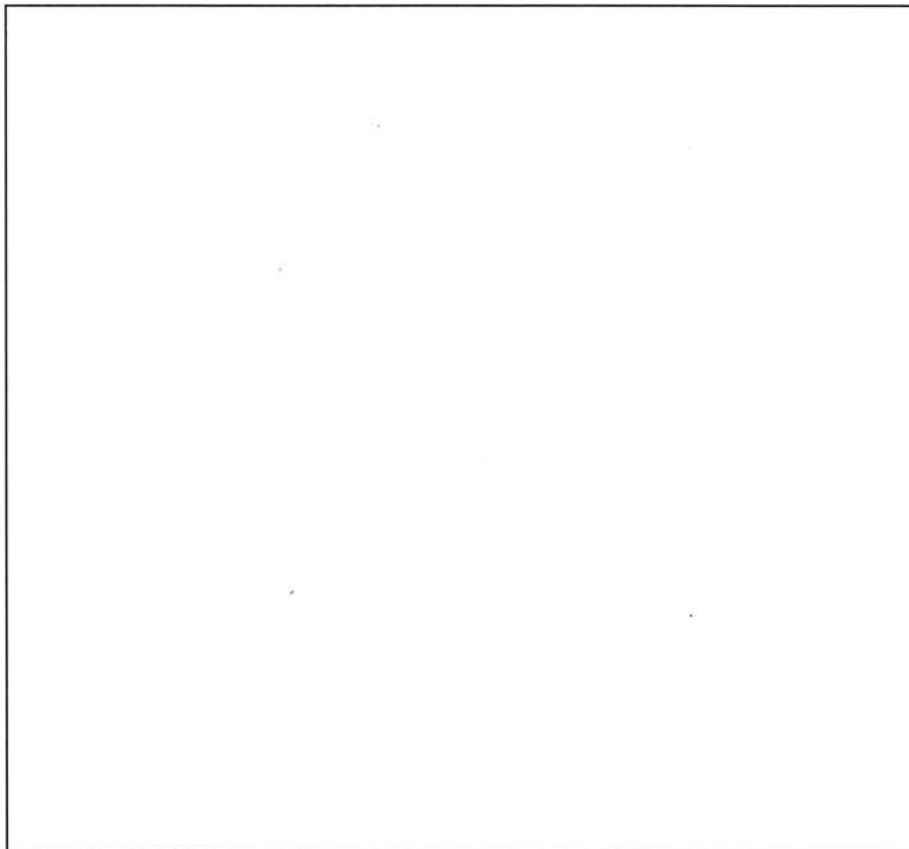
### 5. 1. 評価方法

大型粉末容器貯蔵架台(4)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。

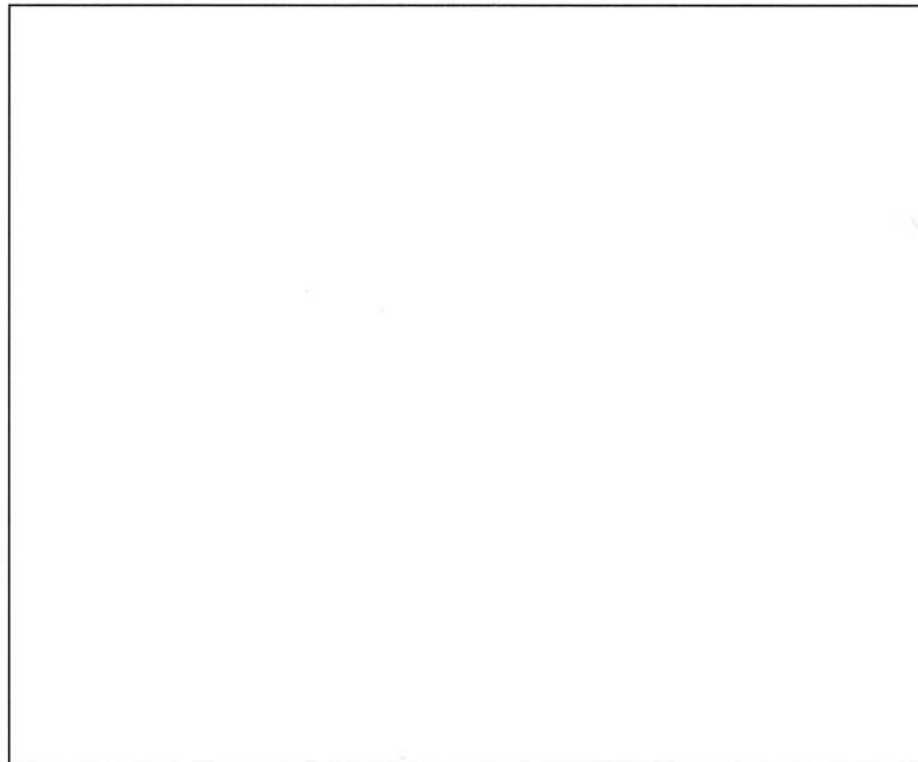
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯4-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯4-5-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 4-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 4-5-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 4-5-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 4-5-3 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。

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

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

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

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-貯 4-5-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	—	3								
せん断応力度	—	4								
曲げ応力度	—	14								
組合せ応力度	—	14								
組合せ応力	—	14								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	4								
圧縮応力度	Y 正	9								
せん断応力度	Y 正	10								
曲げ応力度	X 正	15								
組合せ応力度	X 正	15								
組合せ応力	X 正	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、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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	3						
せん断応力度	Y 正	9						
引抜力	Y 正	3						

## 6. 大型粉末容器貯蔵架台(5)の耐震計算

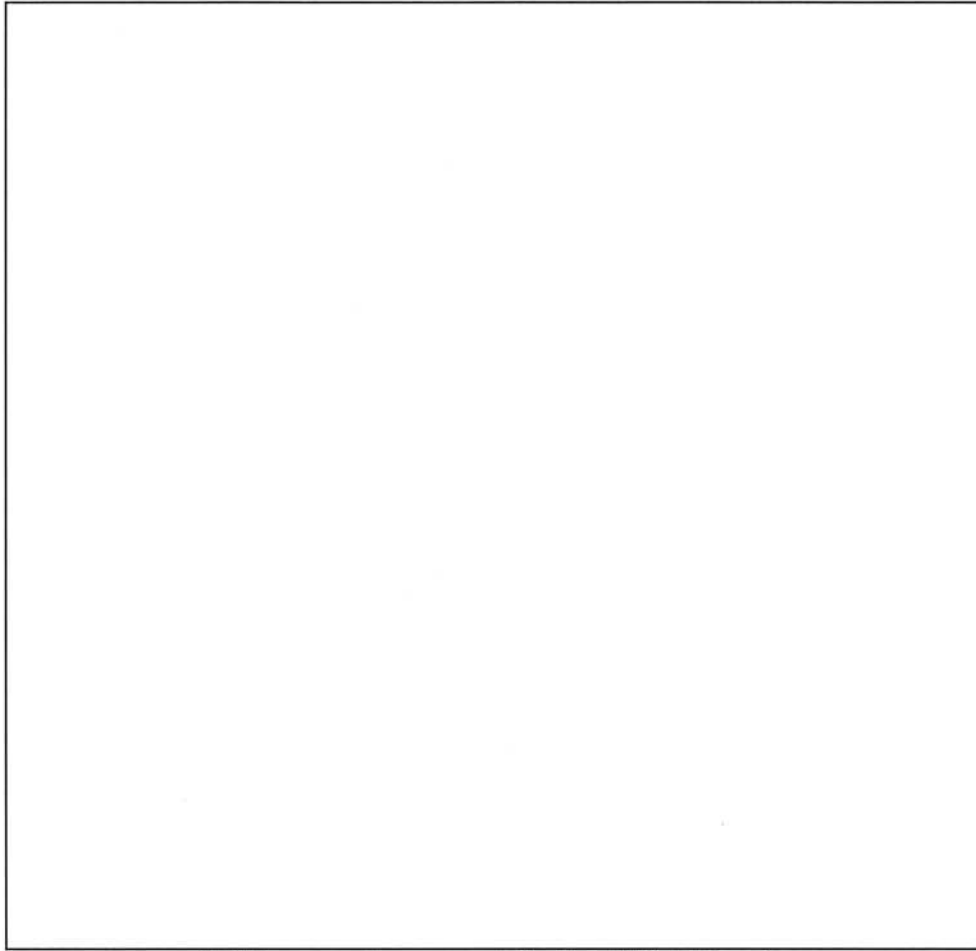
### 6. 1. 評価方法

大型粉末容器貯蔵架台(5)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-貯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-貯4-6-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯 4-6-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 4-6-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 4-6-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 4-6-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 4-6-3 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。

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

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。

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一設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-貯4-6-4表及び添説設3-1-貯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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	—								
圧縮応力度	—	11								
せん断応力度	—	12								
曲げ応力度	—	12								
組合せ応力度	—	12								
組合せ応力	—	12								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	4								
圧縮応力度	Y 正	11								
せん断応力度	Y 正	11								
曲げ応力度	X 正	16								
組合せ応力度	X 正	16								
組合せ応力	X 正	16								

#### 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—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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	3						
せん断応力度	X 正	13						
引抜力	Y 正	3						

## 7. 大型粉末容器貯蔵架台(6)の耐震計算

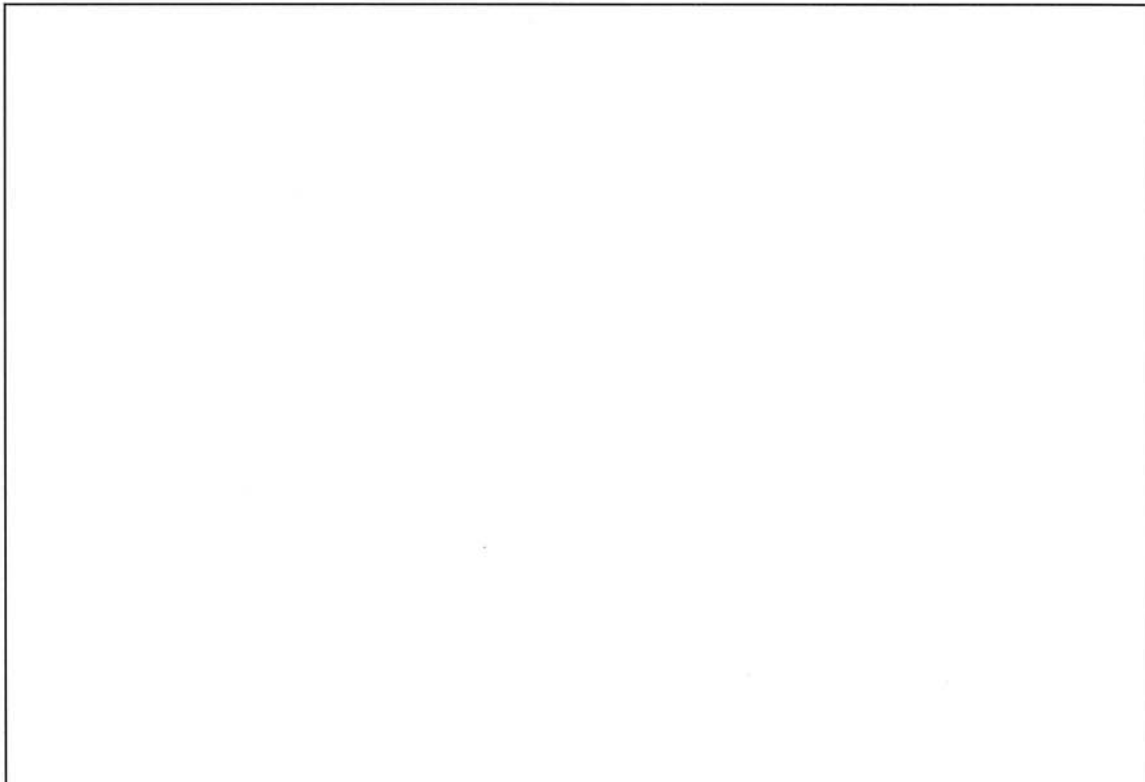
### 7. 1. 評価方法

大型粉末容器貯蔵架台(6)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。

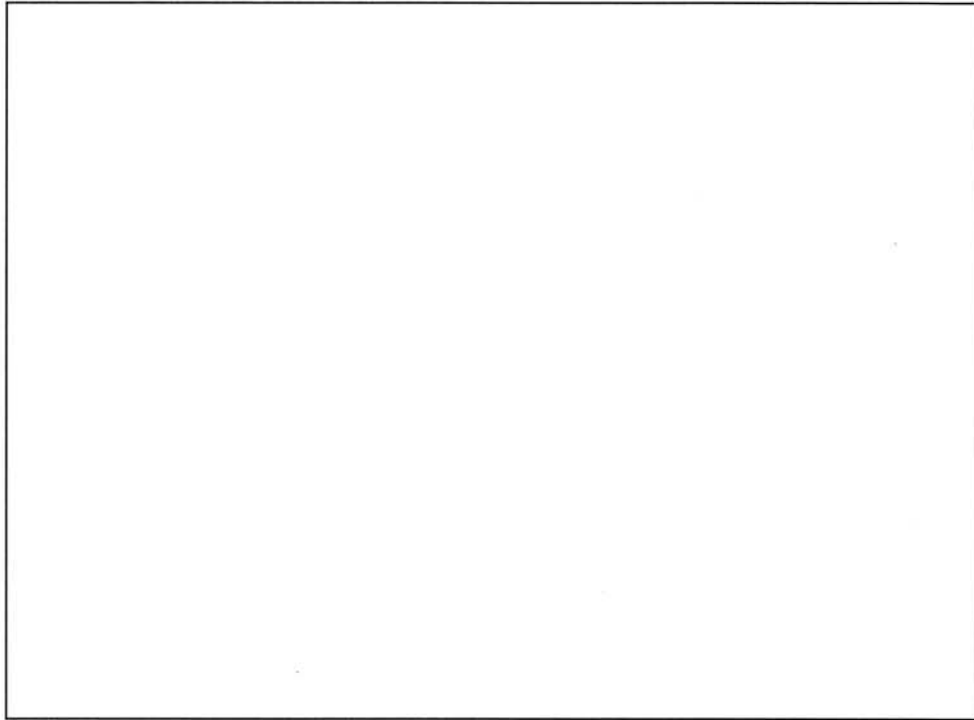
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯4-7-1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-貯4-7-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯4-7-2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-貯4-7-3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-貯4-7-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 4-7-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 4-7-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 4-7-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 4-7-3 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。

## 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]

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

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。

### 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—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-貯 4-7-4 表及び添説設 3-1-貯 4-7-5 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-貯 4-7-4 表 部材の評価結果 (長期)

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	-								
圧縮応力度	-	13								
せん断応力度	-	14								
曲げ応力度	-	14								
組合せ応力度	-	14								
組合せ応力	-	14								

添説設 3-1-貯 4-7-5 表 部材の評価結果 (短期)

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y正	4								
圧縮応力度	Y正	13								
せん断応力度	Y正	13								
曲げ応力度	X正	14								
組合せ応力度	X正	14								
組合せ応力	X正	14								

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、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-貯 4-7-6 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-貯 4-7-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y正	3						
せん断応力度	Y正	13						
引抜力	Y正	3						

仕掛品貯蔵棚の耐震計算書

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-貯5-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
仕掛品貯蔵棚	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図へ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯5-1-2表に示す。

添説設3-1-貯5-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
仕掛品貯蔵棚	添付図 図へ設-7



## 2. 仕掛品貯蔵棚の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

仕掛品貯蔵棚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。

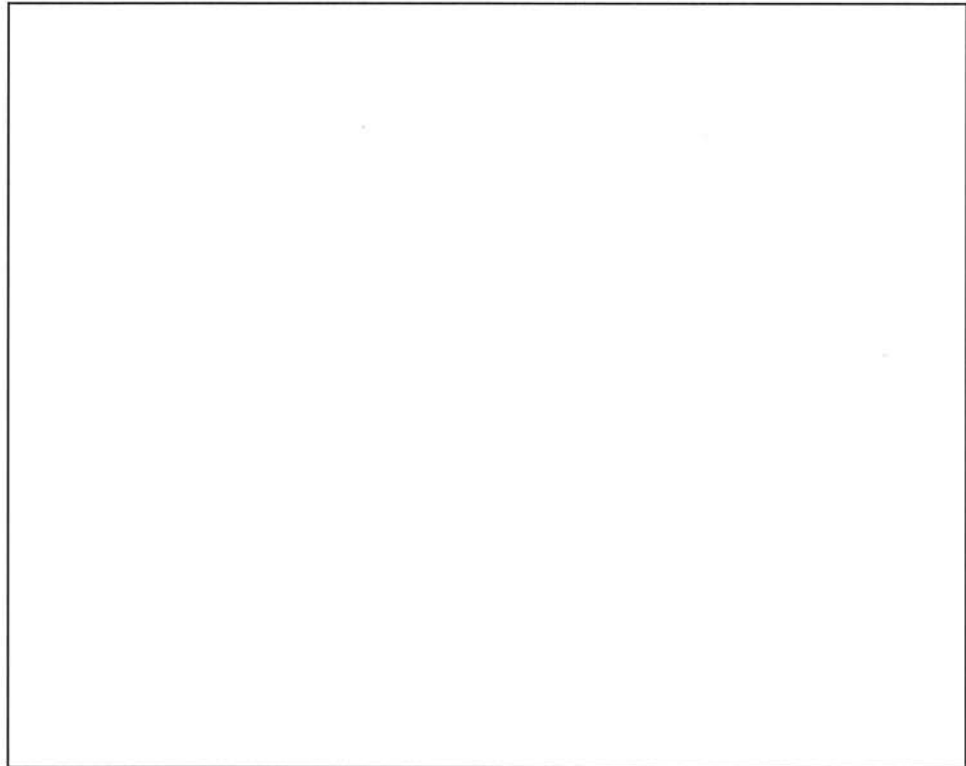
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯5-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯5-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 5-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 5-2-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [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
				[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										JIS G3466
柱										JIS G3466
はり										計算値

添説設 3-1-貯 5-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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]

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

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-貯 5-2-4 表及び添説設 3-1-貯 5-2-5 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-貯 5-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	01_02								
圧縮応力度	—	00_03								
せん断応力度	—	01_01								
曲げ応力度	—	04_01								
組合せ応力度	—	01_03								
組合せ応力	—	01_03								

添説設 3-1-貯 5-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	01_01								
圧縮応力度	X 正	00_06								
せん断応力度	X 正	01_02								
曲げ応力度	X 正	01_05								
組合せ応力度	X 正	01_02								
組合せ応力	X 正	01_02								

## 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-貯 5-2-6 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-貯 5-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	00_01						
せん断応力度	X 正	00_05						
引抜力	X 正	00_01						

スクラップ貯蔵棚（粉末用）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-貯6-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
スクラップ貯蔵棚（粉末用）	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図へ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯6-1-2表に示す。

添説設3-1-貯6-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
スクラップ貯蔵棚（粉末用）	添付図 図へ設-10

## 2. スクラップ貯蔵棚（粉末用）の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

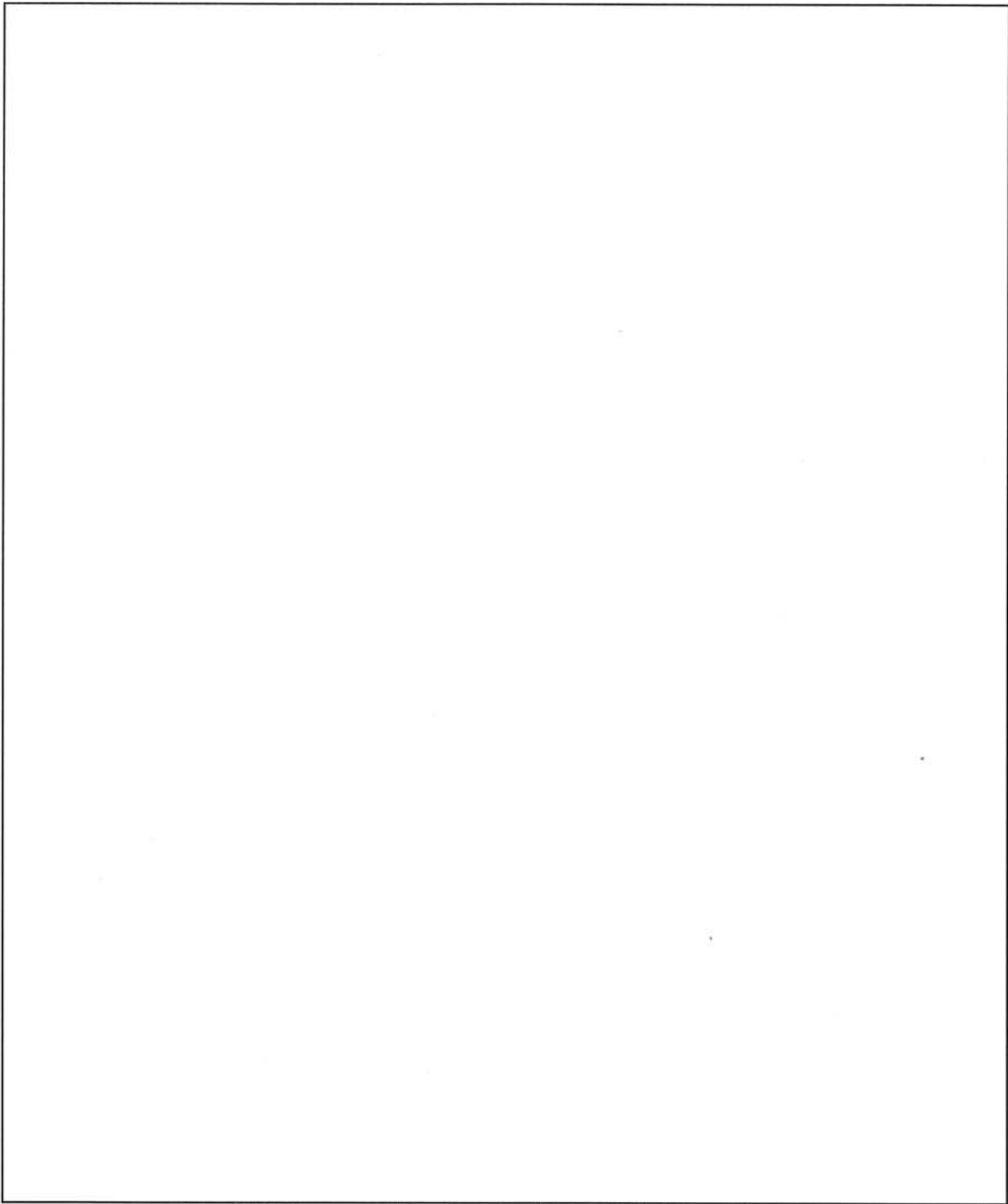
スクラップ貯蔵棚（粉末用）の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力及び荷重が許容限界以下であることを確認することで実施する。評価に関しては下記の手法で実施する。

- (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。

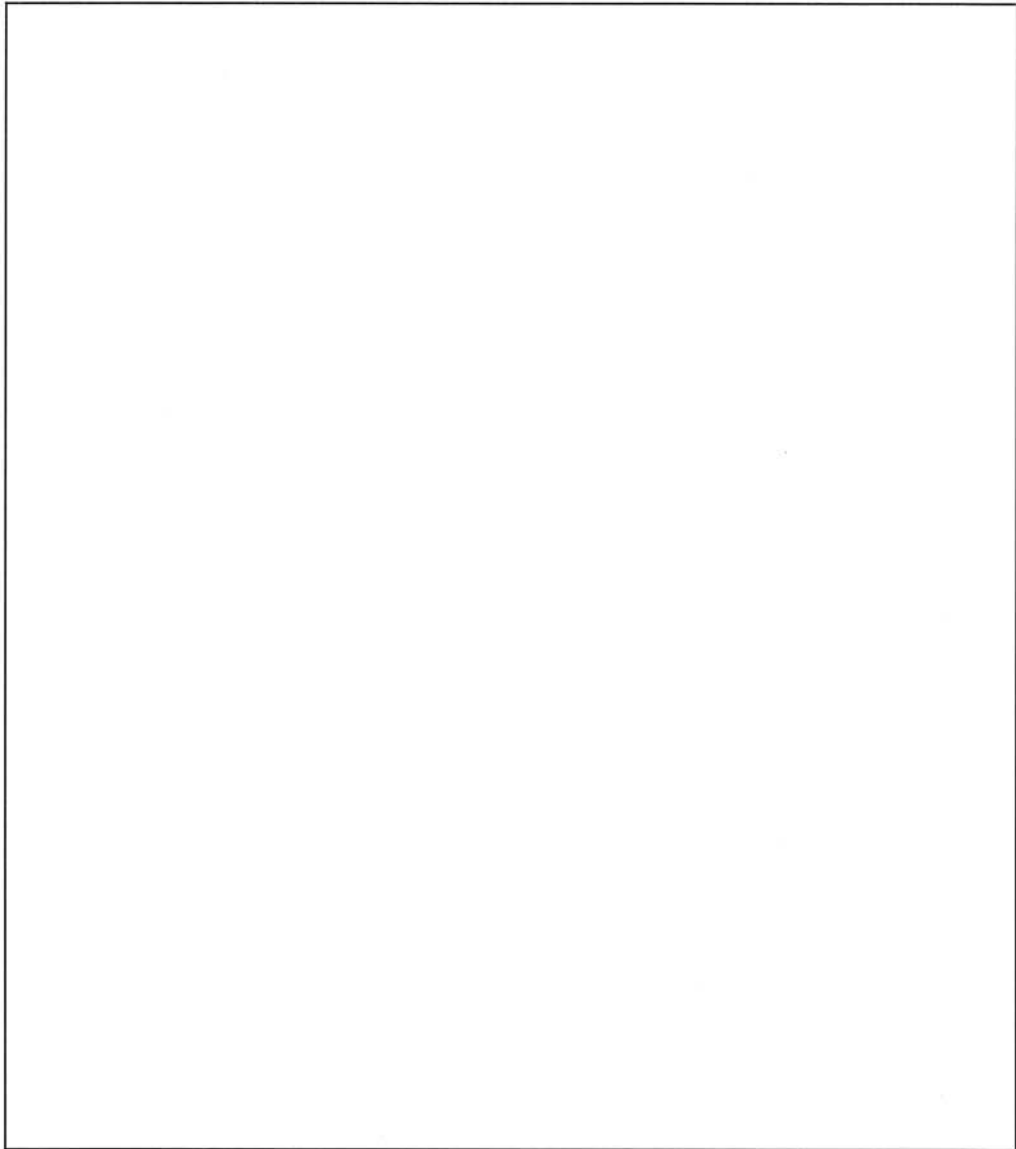
#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-貯6-2-1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-貯6-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯6-2-2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-貯6-2-3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-貯 6-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 6-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 6-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 6-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 6-2-3 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]

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

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。

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-貯6-2-4表及び添説設3-1-貯6-2-5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-貯6-2-4表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	04_04								
圧縮応力度	—	00_04								
せん断応力度	—	05_05								
曲げ応力度	—	05_05								
組合せ応力度	—	05_05								
組合せ応力	—	01_07								

添説設3-1-貯6-2-5表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y正	01_02								
圧縮応力度	X正	00_06								
せん断応力度	Y正	02_08								
曲げ応力度	X正	02_02								
組合せ応力度	Y正	01_07								
組合せ応力	Y正	01_07								

## 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-貯 6-2-6 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-貯 6-2-6 表 据付ボルトの評価結果

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

運搬台車の耐震計算書

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-貯7-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
運搬台車	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図へ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯7-1-2表に示す。

添説設3-1-貯7-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
運搬台車	添付図 図へ設-11

## 2. 運搬台車の耐震計算

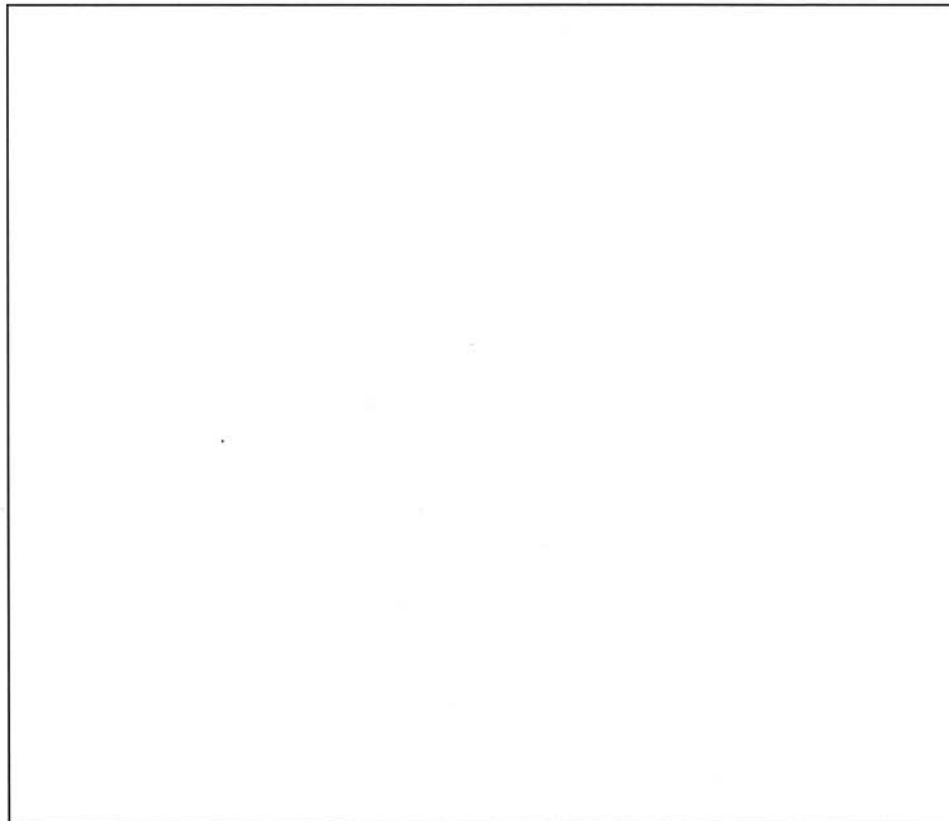
### 2. 1. 評価方法

運搬台車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。

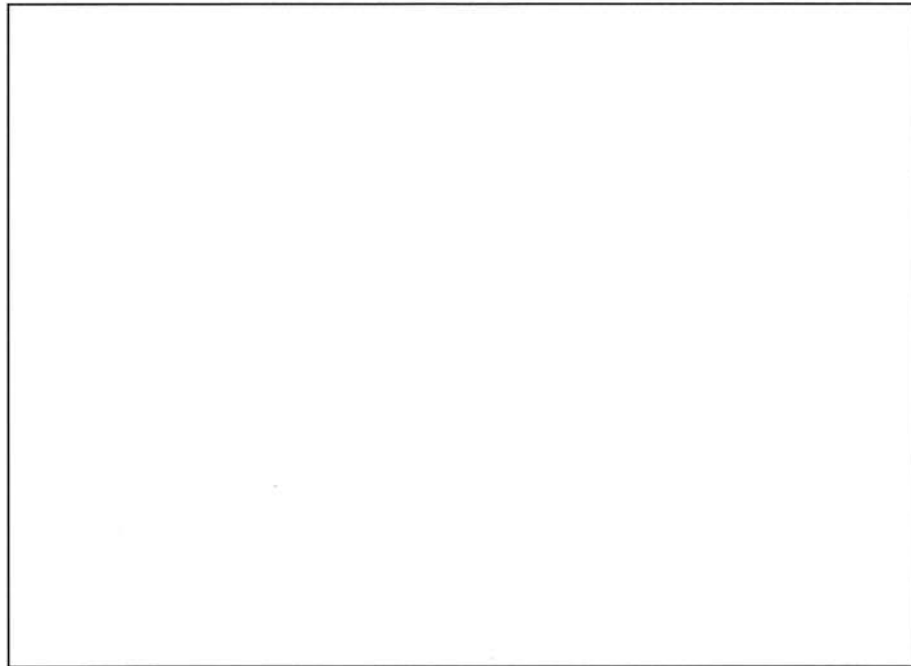
#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-貯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-貯7-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯7-2-1図(1/2) 構造解析モデル





添説設 3-1-貯 7-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 7-2-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	断面二次モーメント [mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup>		断面係数 [mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup>		断面二次半径 [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-貯 7-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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 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-貯 7-2-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	03_01								
圧縮応力度	—	00_02								
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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	02_02								
圧縮応力度	Y 正	00_05								
せん断応力度	X 正	00_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								

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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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						

中間仕掛品一時貯蔵棚の耐震計算書

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-貯8-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
中間仕掛品一時貯蔵棚	工場棟	転換工場	転換加工室	添付図 図へ配-1

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯8-1-2表に示す。

添説設3-1-貯8-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
中間仕掛品一時貯蔵棚	添付図 図へ設-12

## 2. 中間仕掛品一時貯蔵棚の耐震計算

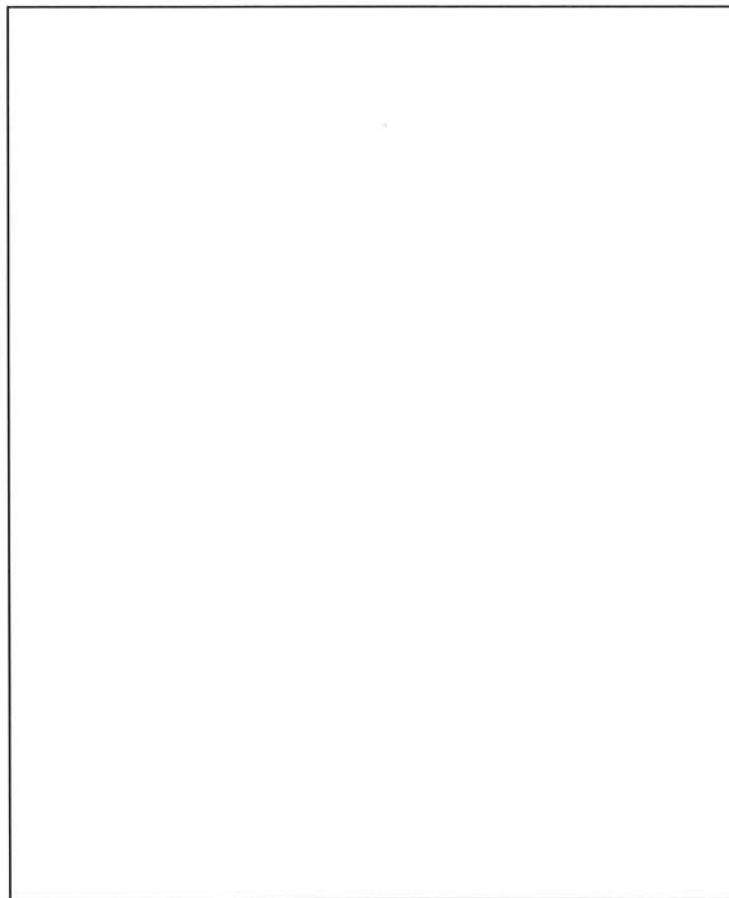
### 2. 1. 評価方法

中間仕掛品一時貯蔵棚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。

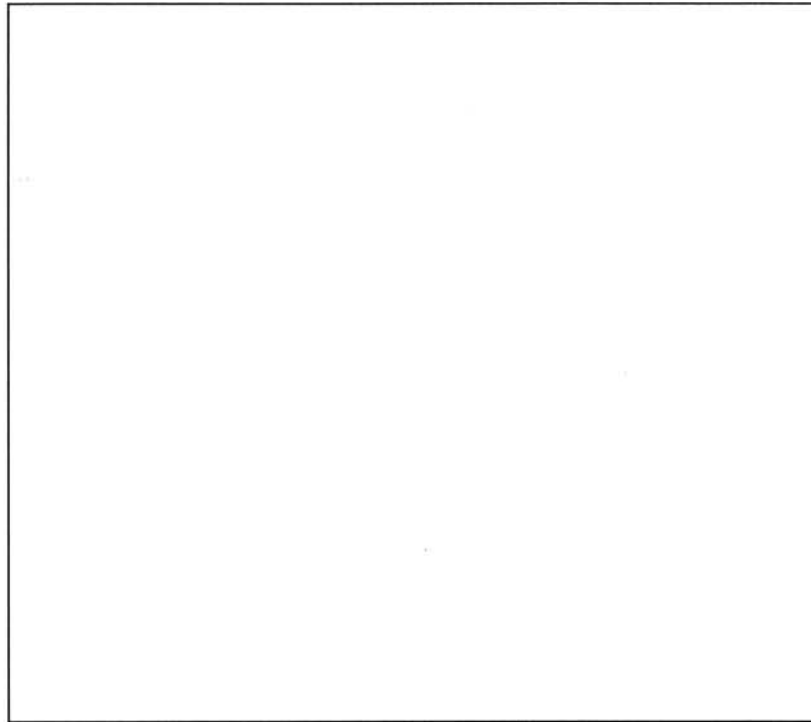
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯 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-貯 8-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-貯 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-貯 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-貯 8-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 8-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 8-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 8-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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。

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

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

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

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-貯 8-2-4 表及び添説設 3-1-貯 8-2-5 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-貯 8-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	02_01								
圧縮応力度	—	00_01								
せん断応力度	—	00_01								
曲げ応力度	—	03_01								
組合せ応力度	—	03_01								
組合せ応力	—	04_01								

添説設 3-1-貯 8-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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	00_02								
曲げ応力度	Y 正	03_09								
組合せ応力度	Y 正	01_09								
組合せ応力	Y 正	01_09								

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-貯 8-2-6 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-貯 8-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
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						

粉末一時貯蔵棚の耐震計算書

## 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-貯9-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
粉末一時貯蔵棚	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯9-1-2表に示す。粉末一時貯蔵棚は安全機能を有する設備として粉末一時貯蔵棚(1), (3), (4)及び粉末一時貯蔵棚(2)を有する。

添説設3-1-貯9-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
粉末一時貯蔵棚(1), (3), (4)	添付図 図へ設-14(1/2)
粉末一時貯蔵棚(2)	添付図 図へ設-14(2/2)

## 2. 粉末一時貯蔵棚(1), (3), (4)の耐震計算

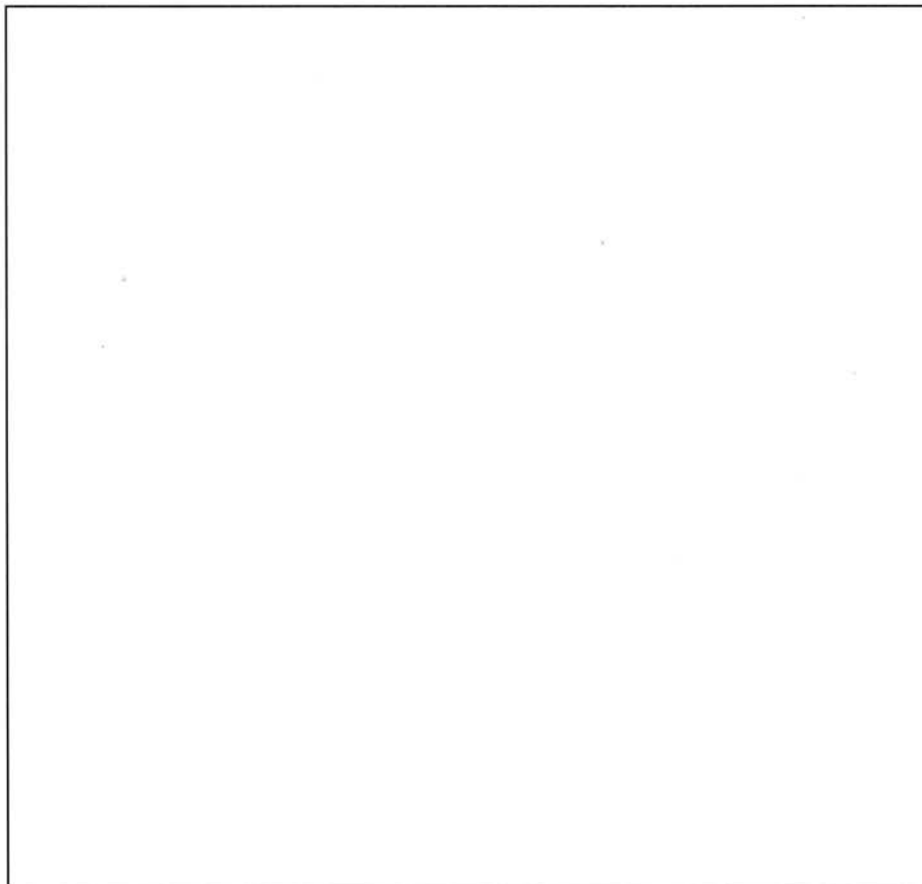
### 2. 1. 評価方法

粉末一時貯蔵棚(1), (3), (4)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。

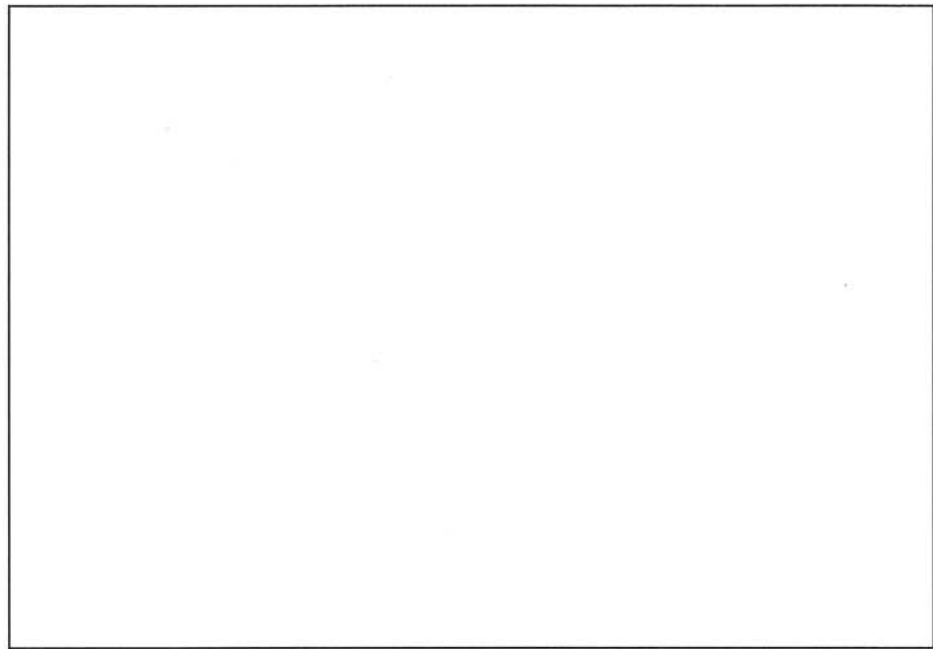
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯9-2-1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-貯9-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯9-2-2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-貯9-2-3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-貯9-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 9-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 9-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 9-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 9-2-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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、成型工場 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-貯 9-2-4 表及び添説設 3-1-貯 9-2-5 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-貯 9-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	4								
圧縮応力度	—	7								
せん断応力度	—	2								
曲げ応力度	—	8								
組合せ応力度	—	8								
組合せ応力	—	8								

添説設 3-1-貯 9-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	8								
圧縮応力度	Y 正	31								
せん断応力度	Y 正	33								
曲げ応力度	Y 正	33								
組合せ応力度	Y 正	33								
組合せ応力	Y 負	9								

## 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-貯 9-2-6 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-貯 9-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	7						
せん断応力度	X 正	7						
引抜力	Y 正	7						

### 3. 粉末一時貯蔵棚(2)の耐震計算

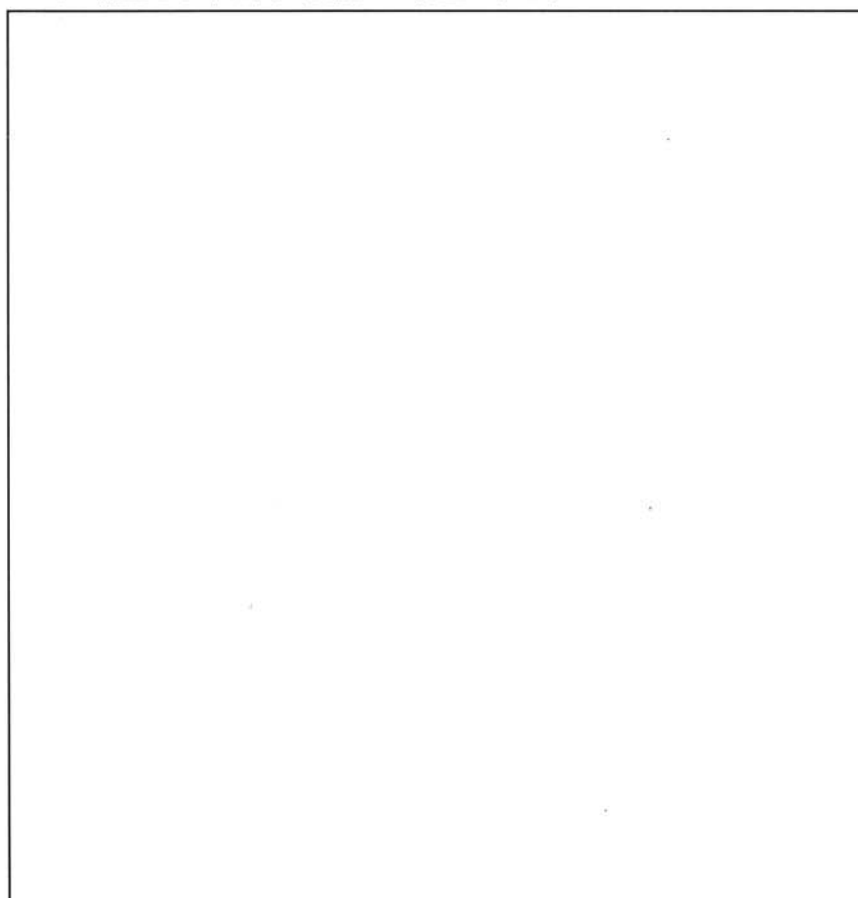
#### 3. 1. 評価方法

粉末一時貯蔵棚(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。

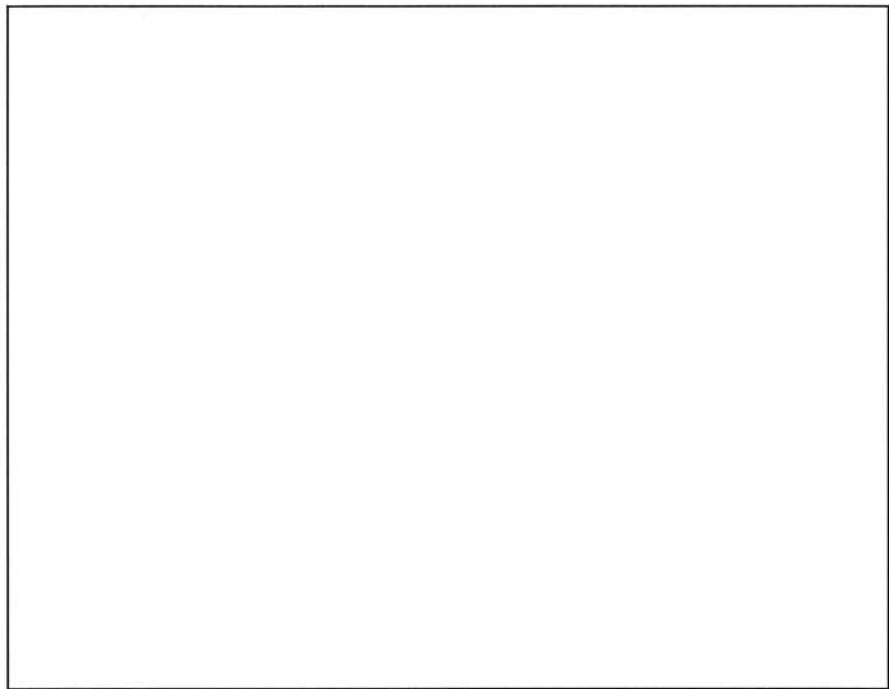
#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-貯9-3-1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-貯9-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯9-3-2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-貯9-3-3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-貯9-3-1図(1/2) 構造解析モデル





添説設 3-1-貯 9-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 9-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 9-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 9-3-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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。

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

$$\text{解析結果より、} \delta = \boxed{\phantom{000}} \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\boxed{\phantom{000}}}} \doteq \boxed{\phantom{00}} \cdot \cdot \cdot \doteq \boxed{\phantom{00}} \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は $\boxed{\phantom{00}}$ [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、成型工場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-貯9-3-4表及び添説設3-1-貯9-3-5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-貯 9-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	3								
圧縮応力度	—	7								
せん断応力度	—	2								
曲げ応力度	—	11								
組合せ応力度	—	11								
組合せ応力	—	8								

添説設 3-1-貯 9-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	2								
圧縮応力度	Y 正	25								
せん断応力度	Y 正	27								
曲げ応力度	Y 正	27								
組合せ応力度	Y 正	27								
組合せ応力	Y 負	9								

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-貯 9-3-6 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-貯 9-3-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	X 正	7						
引抜力	Y 正	1						

スクラップ貯蔵棚（粉末用）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-貯10-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
スクラップ貯蔵棚（粉末用）	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯10-1-2表に示す。スクラップ貯蔵棚（粉末用）は安全機能を有する設備としてスクラップ貯蔵棚（粉末用）(1)～(4), (7)～(16)、スクラップ貯蔵棚（粉末用）(5)及びスクラップ貯蔵棚（粉末用）(6)を有する。

添説設3-1-貯10-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
スクラップ貯蔵棚（粉末用）(1)～(4), (7)～(16)	添付図 図へ設-16(1/3)
スクラップ貯蔵棚（粉末用）(5)	添付図 図へ設-16(2/3)
スクラップ貯蔵棚（粉末用）(6)	添付図 図へ設-16(3/3)

## 2. スクラップ貯蔵棚（粉末用）(1)～(4), (7)～(16)の耐震計算

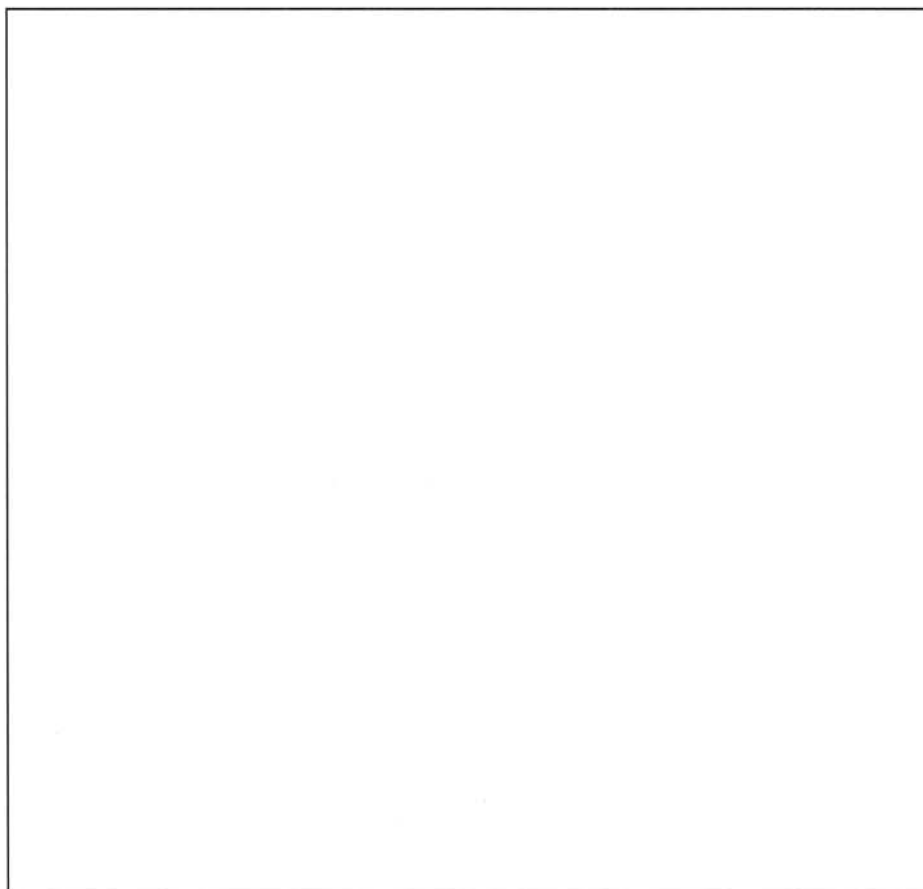
### 2. 1. 評価方法

スクラップ貯蔵棚（粉末用）(1)～(4), (7)～(16)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。

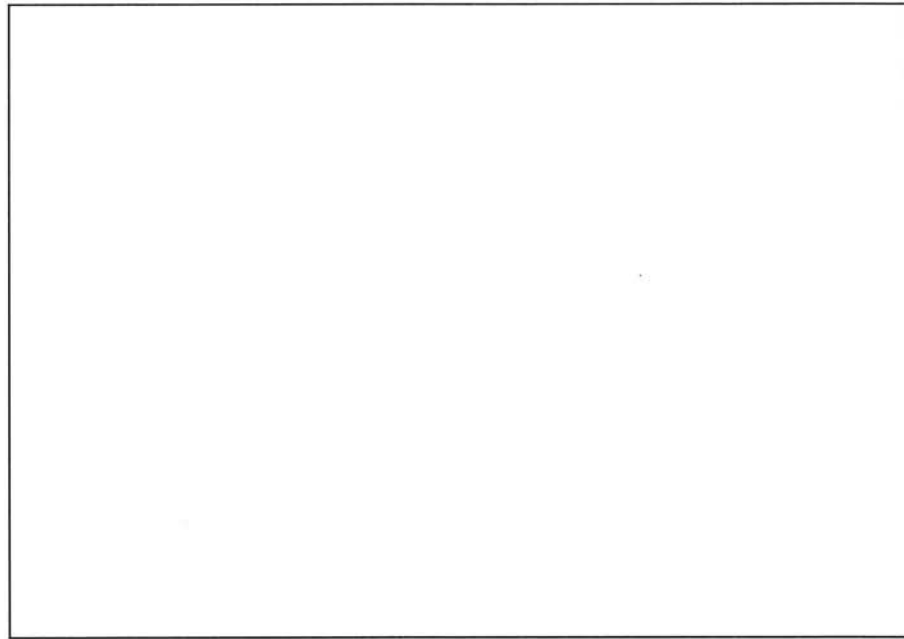
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯10-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯10-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 10-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 10-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 10-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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、成型工場 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-貯 10-2-4 表及び添説設 3-1-貯 10-2-5 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-貯 10-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	4								
圧縮応力度	—	7								
せん断応力度	—	2								
曲げ応力度	—	8								
組合せ応力度	—	8								
組合せ応力	—	8								

添説設 3-1-貯 10-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	8								
圧縮応力度	Y 正	31								
せん断応力度	Y 正	33								
曲げ応力度	Y 正	33								
組合せ応力度	Y 正	33								
組合せ応力	Y 負	9								

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-貯 10-2-6 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-貯 10-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	7						
せん断応力度	X 正	7						
引抜力	Y 正	7						

### 3. スクラップ貯蔵棚（粉末用）(5)の耐震計算

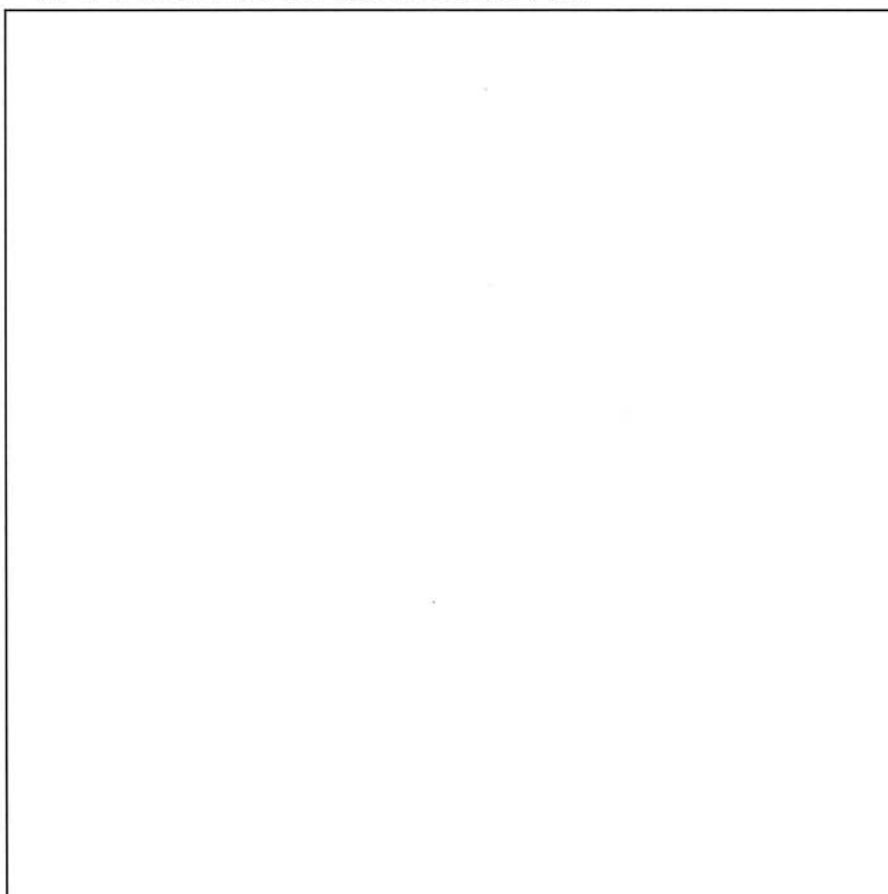
#### 3. 1. 評価方法

スクラップ貯蔵棚（粉末用）(5)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。

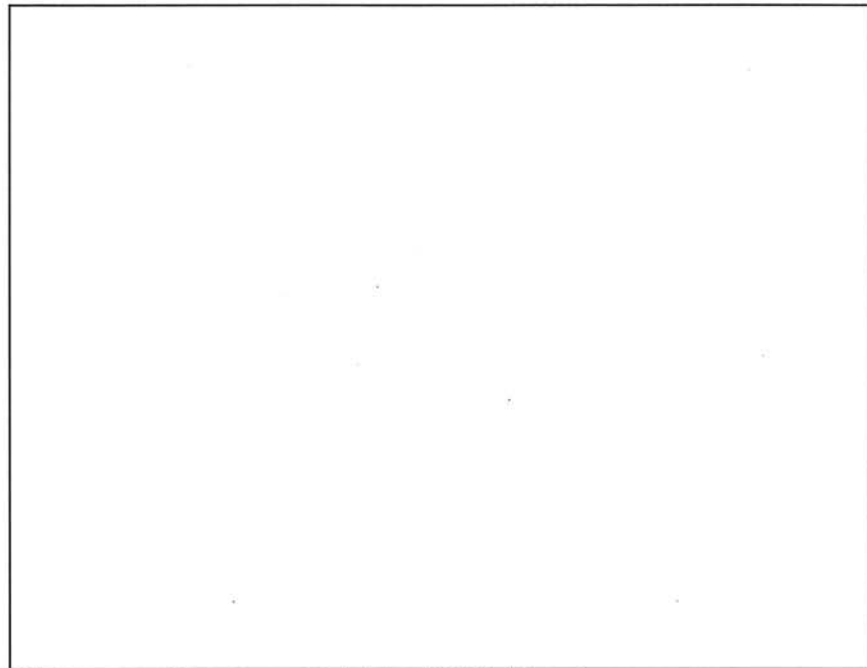
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯10-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯10-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 10-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 10-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 10-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 10-3-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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]

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

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、剛構造とされ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

剛構造とされない設備であり、成型工場 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-貯 10-3-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	3								
圧縮応力度	-	7								
せん断応力度	-	2								
曲げ応力度	-	11								
組合せ応力度	-	11								
組合せ応力	-	8								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	2								
圧縮応力度	Y 正	25								
せん断応力度	Y 正	27								
曲げ応力度	Y 正	27								
組合せ応力度	Y 正	27								
組合せ応力	Y 負	9								

### 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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	X 正	7						
引抜力	Y 正	1						

#### 4. スクラップ貯蔵棚（粉末用）(6)の耐震計算

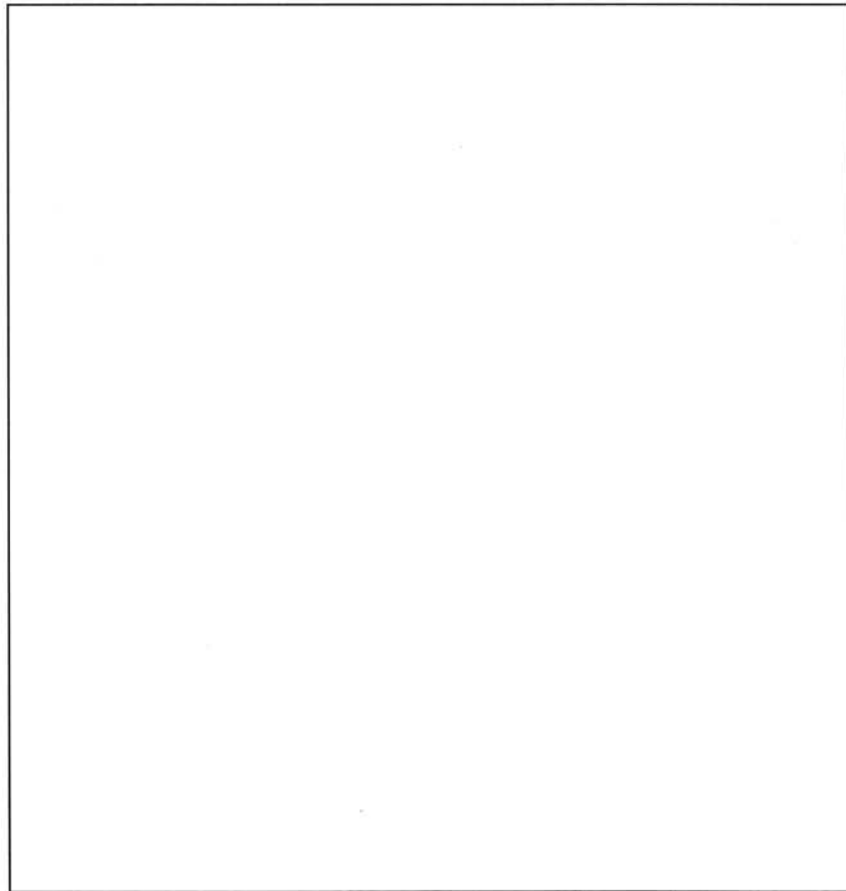
##### 4. 1. 評価方法

スクラップ貯蔵棚（粉末用）(6)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。

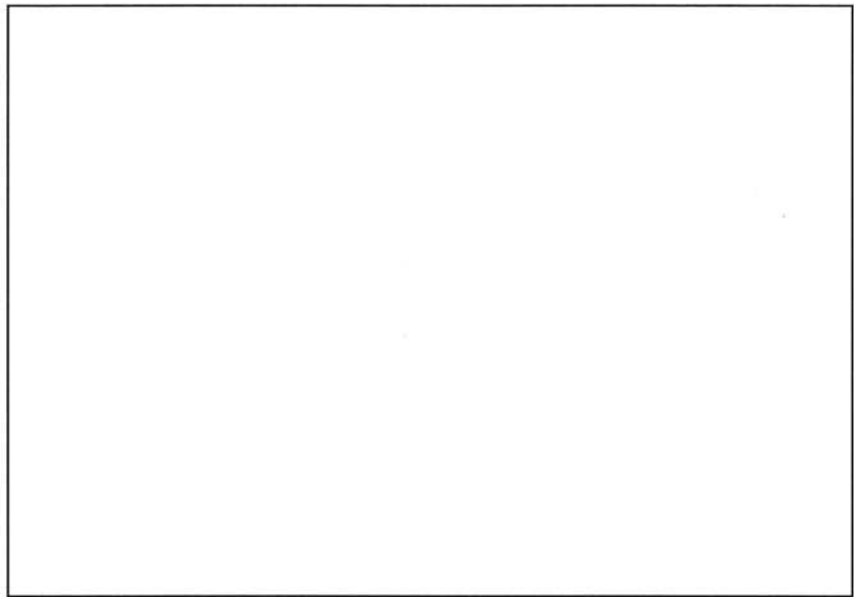
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 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-貯10-4-1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-貯10-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯10-4-2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-貯10-4-3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-貯10-4-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 10-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 10-4-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 10-4-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 10-4-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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]

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

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、成型工場 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—貯 10—4—4 表及び添説設 3—1—貯 10—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-貯 10-4-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	4								
圧縮応力度	—	7								
せん断応力度	—	8								
曲げ応力度	—	9								
組合せ応力度	—	8								
組合せ応力	—	8								

添説設 3-1-貯 10-4-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	8								
圧縮応力度	Y 正	31								
せん断応力度	Y 正	33								
曲げ応力度	Y 正	33								
組合せ応力度	Y 正	33								
組合せ応力	Y 負	9								

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-貯 10-4-6 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-貯 10-4-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	7						
せん断応力度	X 正	13						
引抜力	Y 正	7						

スクラップ貯蔵棚（粉末用）（作業室(2)）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-貯 11-1-1 表に示す。

添説設 3-1-貯 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
スクラップ貯蔵棚（粉末用）（作業室(2)）	付属建物	除染室・分析室・作業室(2)	作業室(2)	添付図 図へ配-1

### 1. 3. 構造

構造図を添説設 3-1-貯 11-1-2 表に示す。スクラップ貯蔵棚（粉末用）は安全機能を有する設備としてスクラップ貯蔵棚（粉末用）(1), (3)及びスクラップ貯蔵棚（粉末用）(2), (4)を有する。

添説設 3-1-貯 11-1-2 表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
スクラップ貯蔵棚（粉末用）(1), (3)	添付図 図へ設-17 (1/2)
スクラップ貯蔵棚（粉末用）(2), (4)	添付図 図へ設-17 (2/2)

## 2. スクラップ貯蔵棚（粉末用）(1), (3)の耐震計算

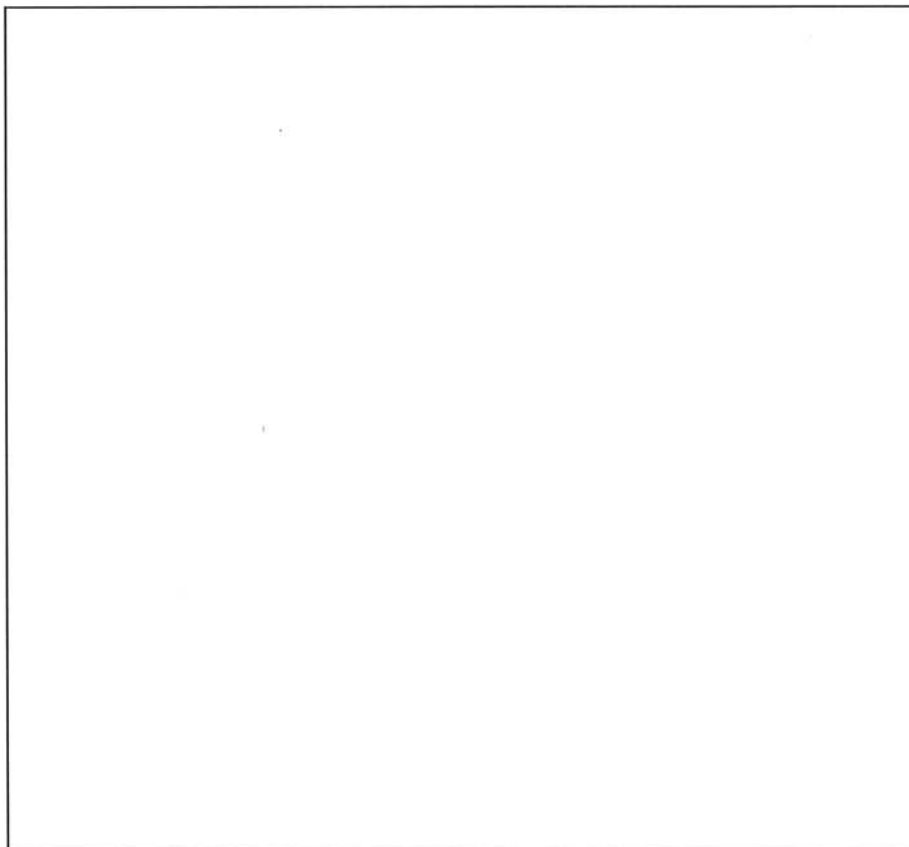
### 2. 1. 評価方法

スクラップ貯蔵棚（粉末用）(1), (3)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) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

#### 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-貯11-2-1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-貯11-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯11-2-2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-貯11-2-3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-貯11-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 11-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 11-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 11-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 11-2-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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]

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

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。

### 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、除染室・分析室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-貯11-2-4表及び添説設3-1-貯11-2-5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-貯 11-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	4								
圧縮応力度	—	6								
せん断応力度	—	7								
曲げ応力度	—	7								
組合せ応力度	—	7								
組合せ応力	—	7								

添説設 3-1-貯 11-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	6								
圧縮応力度	Y 正	21								
せん断応力度	Y 正	22								
曲げ応力度	Y 正	22								
組合せ応力度	Y 正	22								
組合せ応力	Y 正	22								

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—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-貯 11-2-6 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-貯 11-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	6						
せん断応力度	X 正	6						
引抜力	Y 正	6						

### 3. スクラップ貯蔵棚（粉末用）(2), (4)の耐震計算

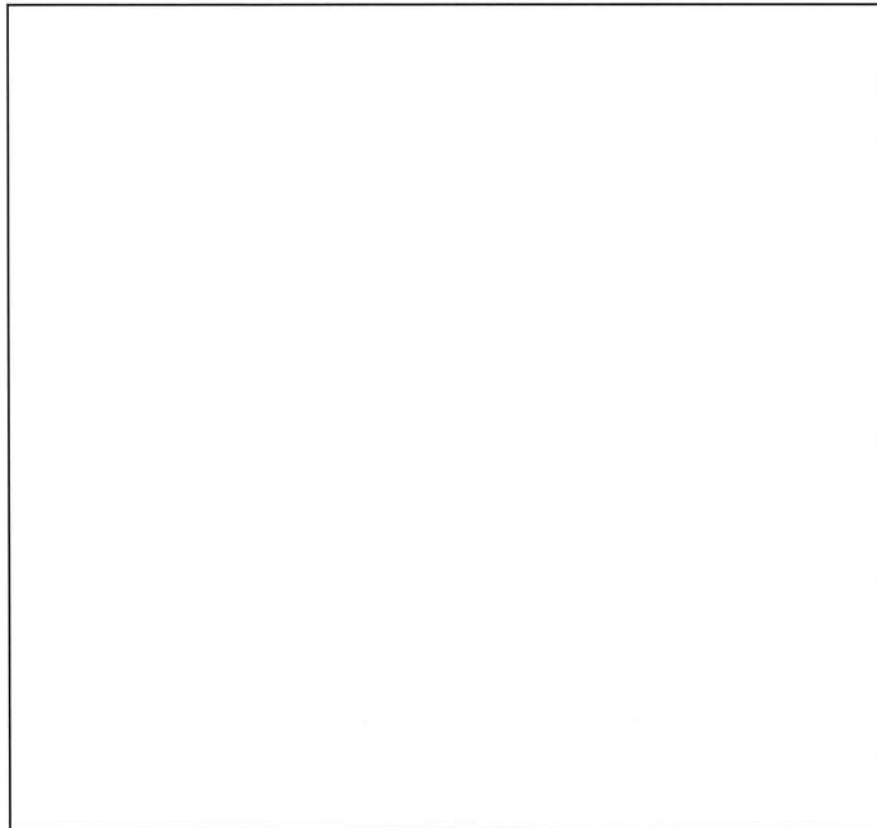
#### 3. 1. 評価方法

スクラップ貯蔵棚（粉末用）(2), (4)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) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

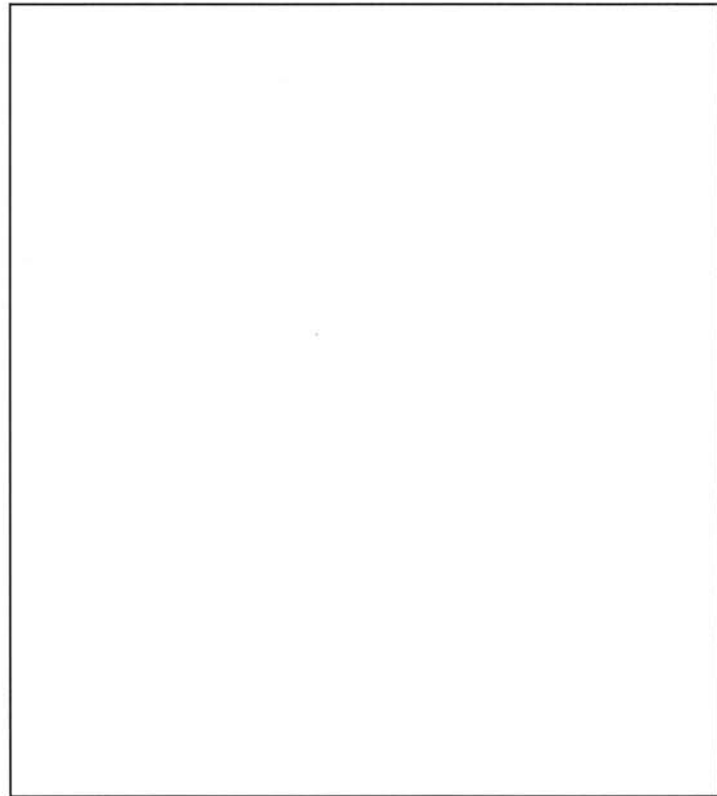
#### 3. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-貯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-貯11-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯11-3-1図(1/2) 構造解析モデル





添説設 3-1-貯 11-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 11-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 11-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 11-3-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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]

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

よって、一次固有振動数は  $\square$  [Hz]となり、20 [Hz]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、除染室・分析室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-貯11-3-4表及び添説設3-1-貯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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	4								
圧縮応力度	—	1								
せん断応力度	—	2								
曲げ応力度	—	4								
組合せ応力度	—	4								
組合せ応力	—	2								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	6								
圧縮応力度	Y 正	11								
せん断応力度	Y 正	12								
曲げ応力度	Y 正	12								
組合せ応力度	Y 正	12								
組合せ応力	Y 正	12								

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—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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	6						
せん断応力度	X 正	6						
引抜力	Y 正	6						

スクラップ貯蔵棚（粉末用）（第 2 核燃料倉庫）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-貯12-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
スクラップ貯蔵棚（粉末用）（第2核燃料倉庫）	付属建物	—	第2核燃料倉庫	添付図 図へ配-4

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯12-1-2表に示す。スクラップ貯蔵棚（粉末用）は安全機能を有する設備としてスクラップ貯蔵棚（粉末用）(1)及びスクラップ貯蔵棚（粉末用）(2)を有する。

添説設3-1-貯12-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
スクラップ貯蔵棚（粉末用）(1)	添付図 図へ設-18(1/2)
スクラップ貯蔵棚（粉末用）(2)	添付図 図へ設-18(2/2)

## 2. スクラップ貯蔵棚（粉末用）(1) の耐震計算

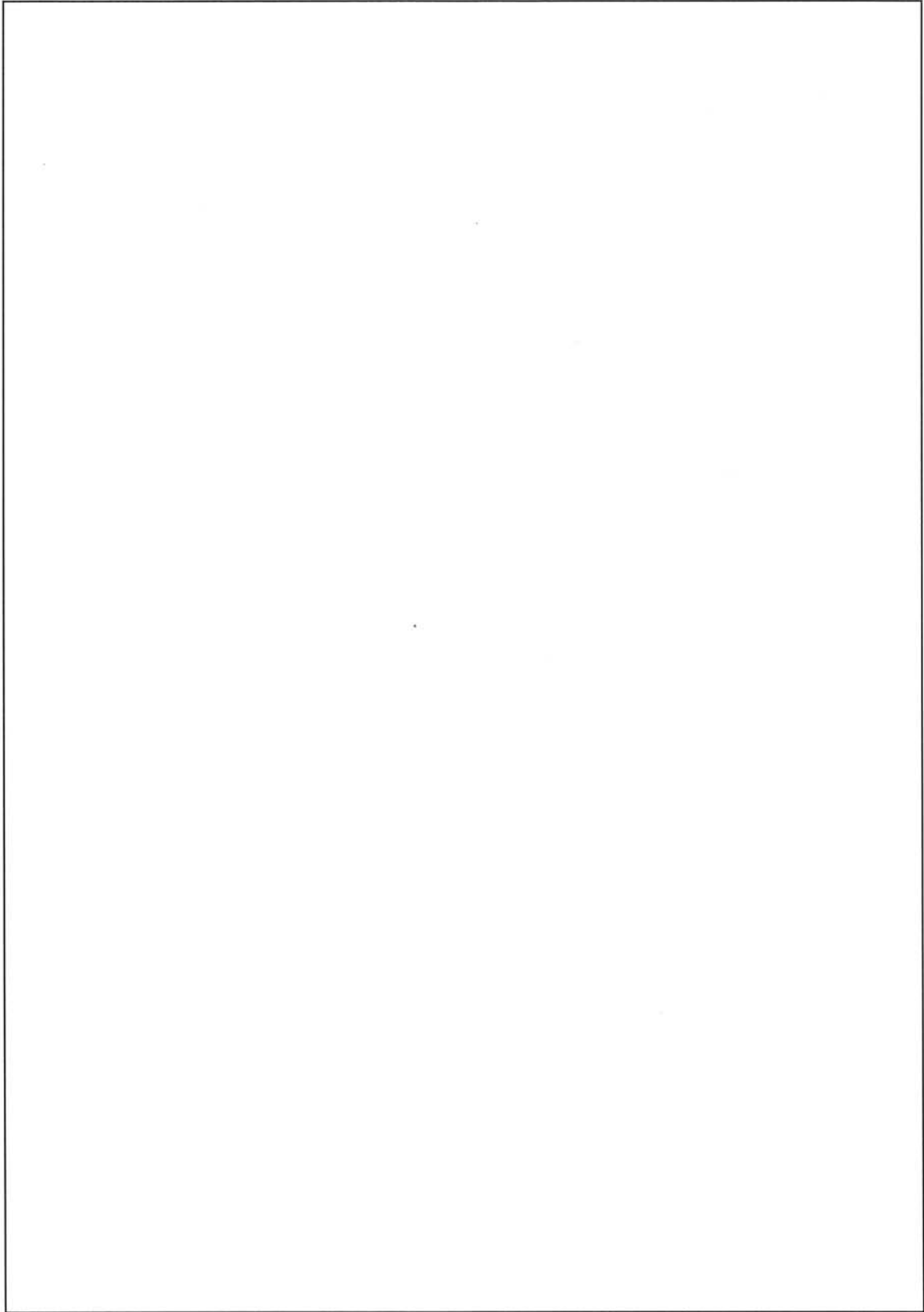
### 2. 1. 評価方法

スクラップ貯蔵棚（粉末用）(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、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。

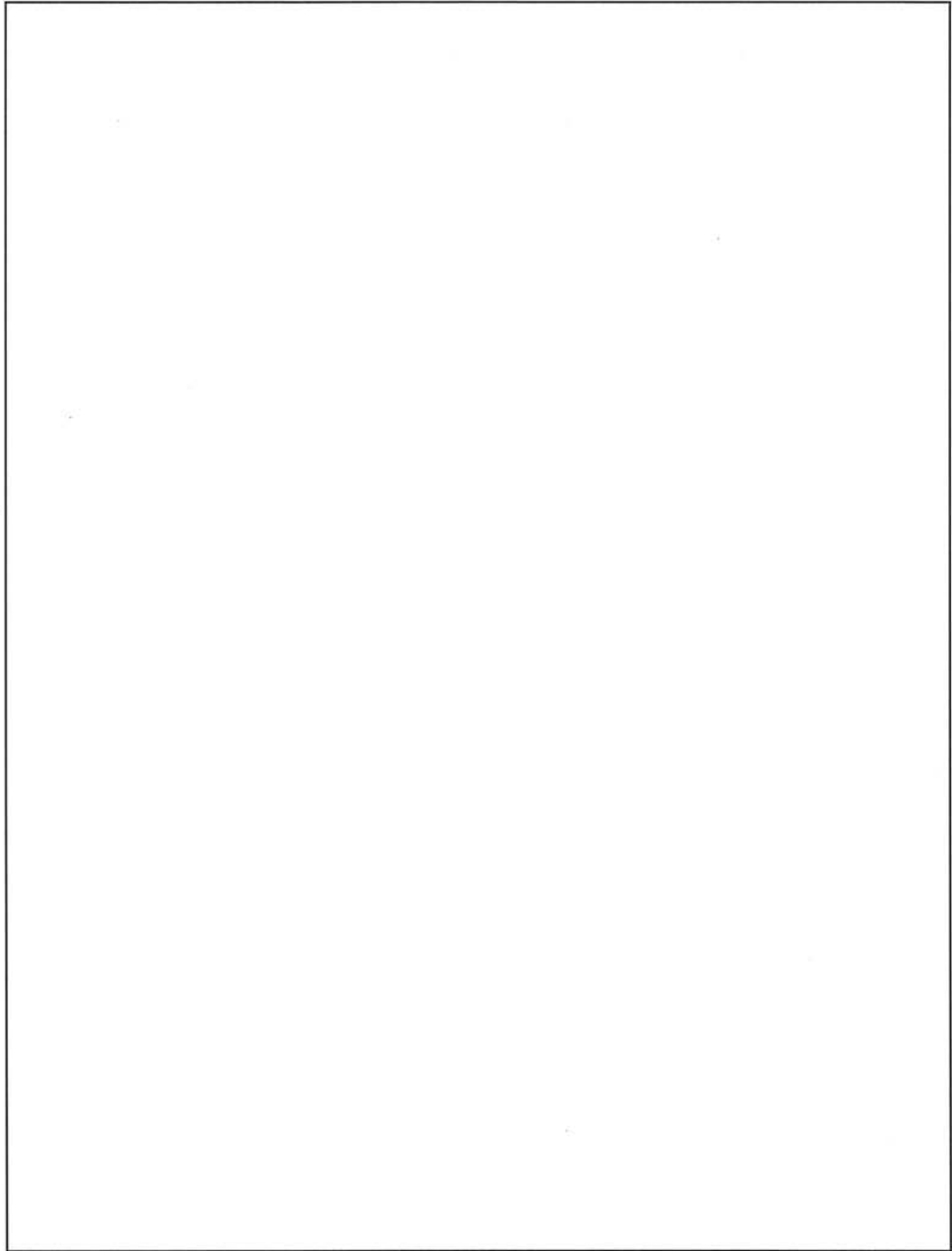
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。
- (5) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

#### 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-貯 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-貯 12-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-貯 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-貯 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-貯 12-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 12-2-1 図(2/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 12-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 12-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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、第2核燃料倉庫1階に設置しており、耐震重要度分類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-貯 12-2-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	105								
圧縮応力度	—	33								
せん断応力度	—	30								
曲げ応力度	—	30								
組合せ応力度	—	2								
組合せ応力	—	2								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	2								
圧縮応力度	Y 正	49								
せん断応力度	Y 正	59								
曲げ応力度	Y 正	27								
組合せ応力度	Y 正	27								
組合せ応力	Y 正	27								

## 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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	X 正	33						
引抜力	Y 正	1						

### 3. スクラップ貯蔵棚（粉末用）（2）の耐震計算

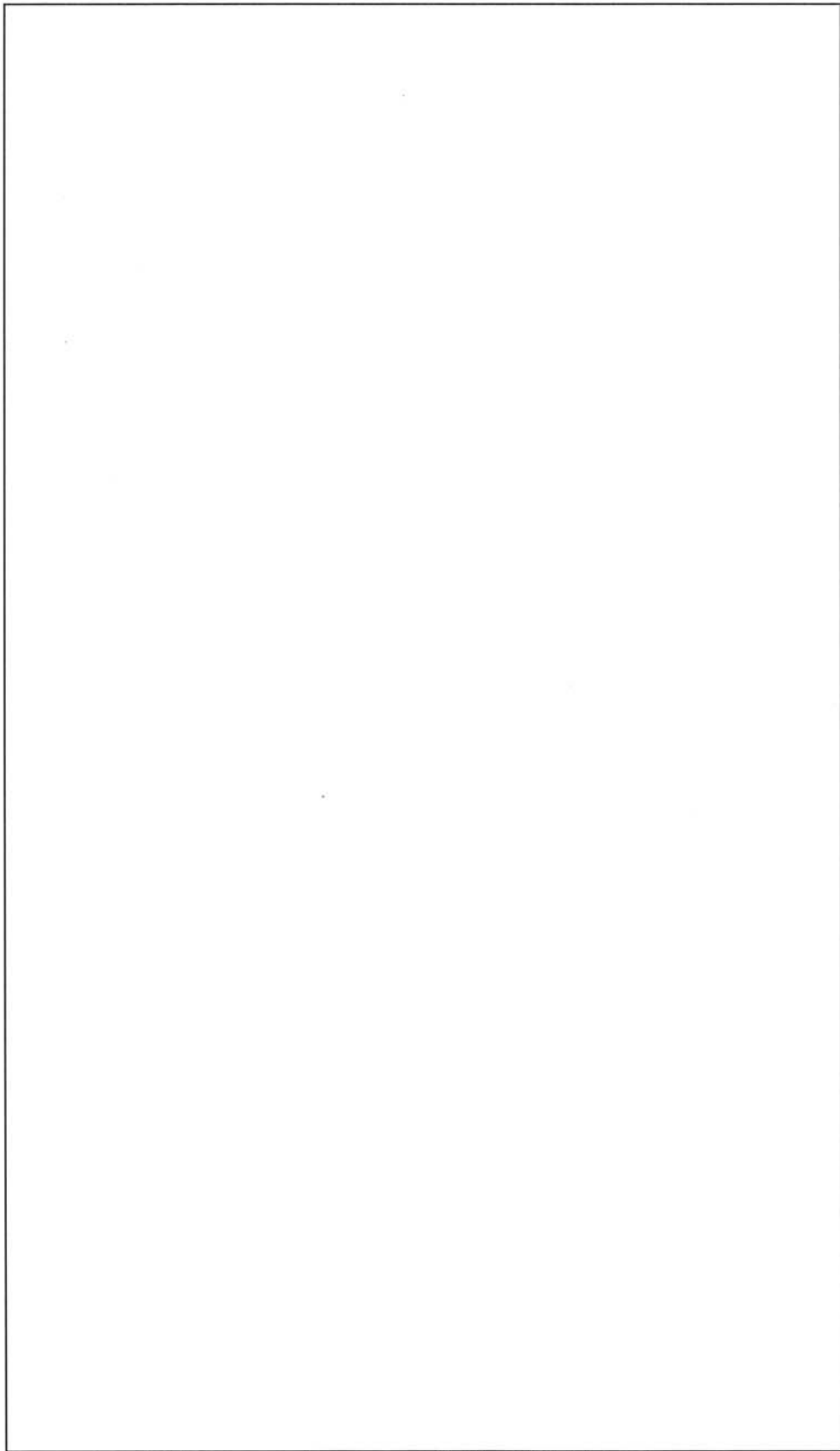
#### 3. 1. 評価方法

スクラップ貯蔵棚（粉末用）（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、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。

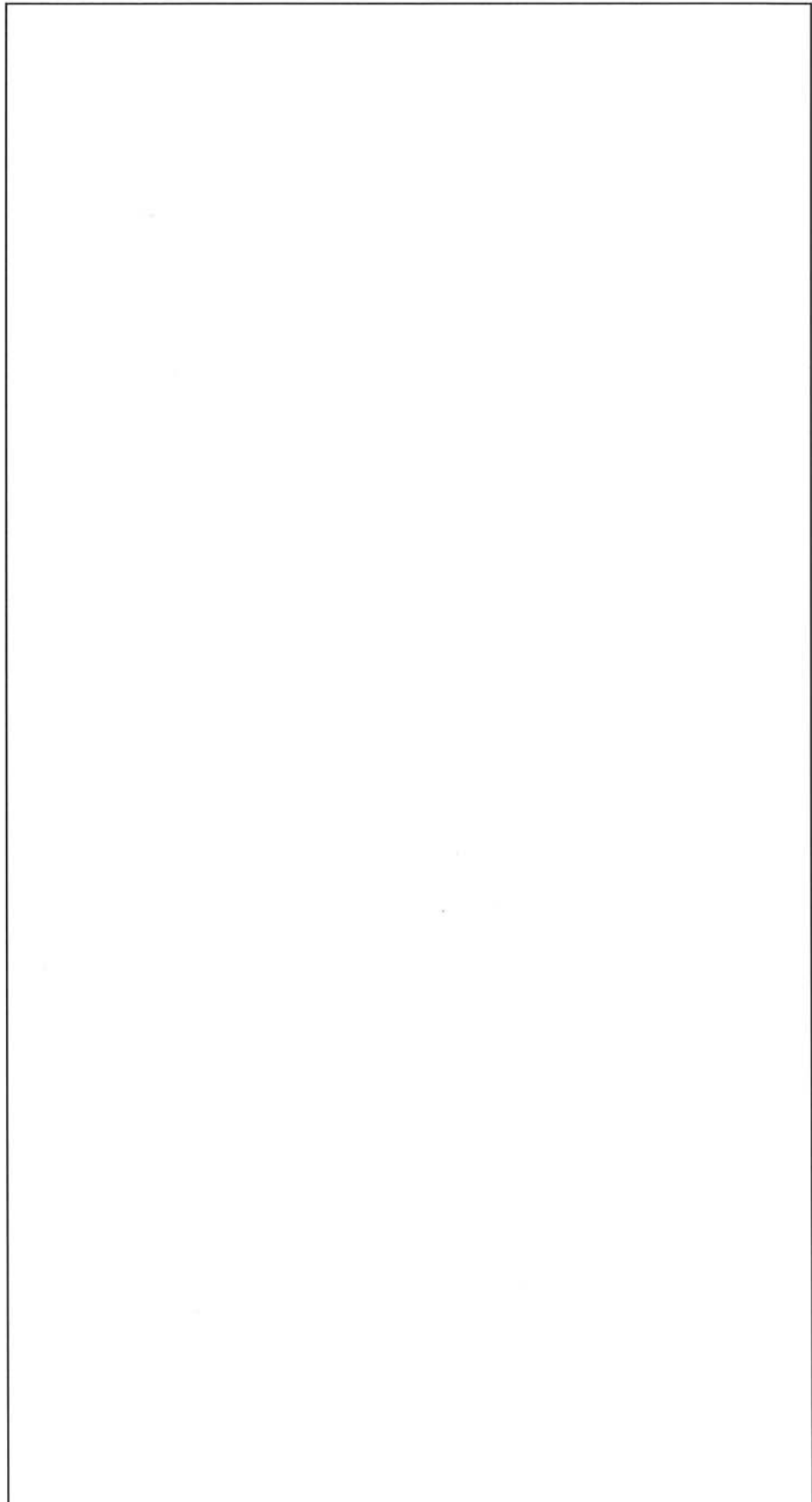
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。
- (5) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

#### 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-貯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-貯12-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯 12-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 12-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 12-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 12-3-2 表 材料定数

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



添説設 3-1-貯 12-3-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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]

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

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、第2核燃料倉庫1階に設置しており、耐震重要度分類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-貯 12-3-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	53								
圧縮応力度	—	1								
せん断応力度	—	19								
曲げ応力度	—	3								
組合せ応力度	—	2								
組合せ応力	—	2								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y正	2								
圧縮応力度	Y正	33								
せん断応力度	Y正	19								
曲げ応力度	Y正	19								
組合せ応力度	Y正	19								
組合せ応力	Y正	19								

### 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―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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	X 正	25						
引抜力	Y 正	1						

圧粉ペレット一時貯蔵棚(1)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-貯13-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
圧粉ペレット一時貯蔵棚(1)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯13-1-2表に示す。

添説設3-1-貯13-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
圧粉ペレット一時貯蔵棚(1)	添付図 図へ設-20

## 2. 圧粉ペレット一時貯蔵棚(1)の耐震計算

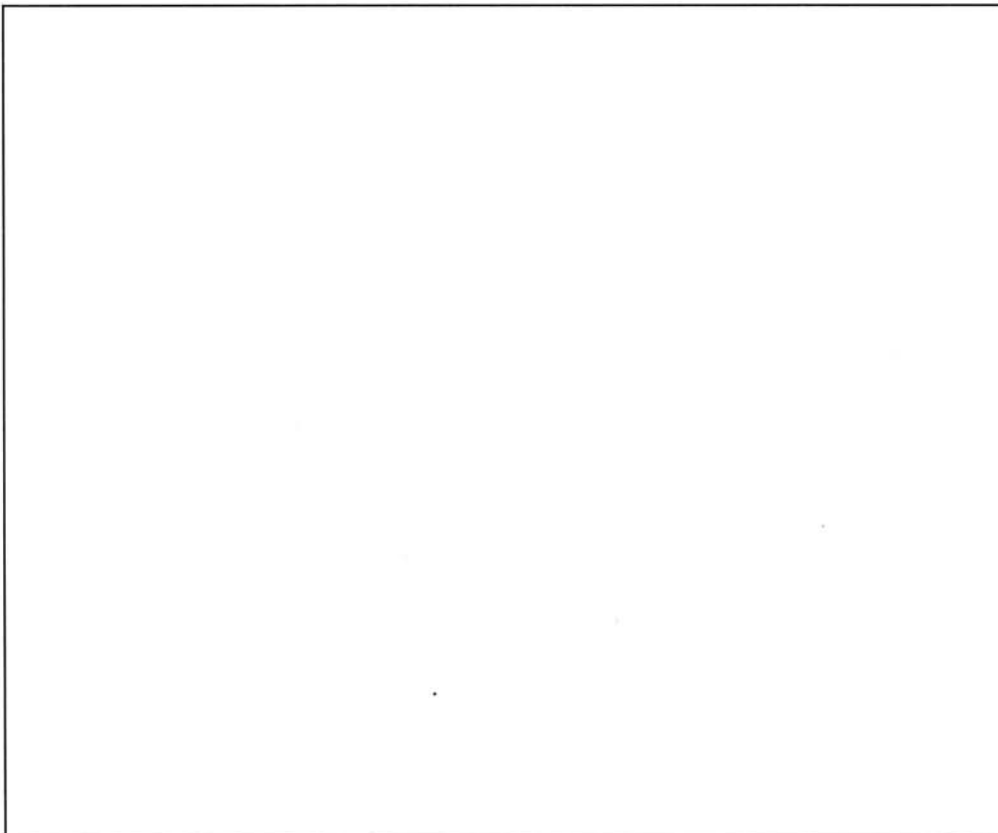
### 2. 1. 評価方法

圧粉ペレット一時貯蔵棚(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。

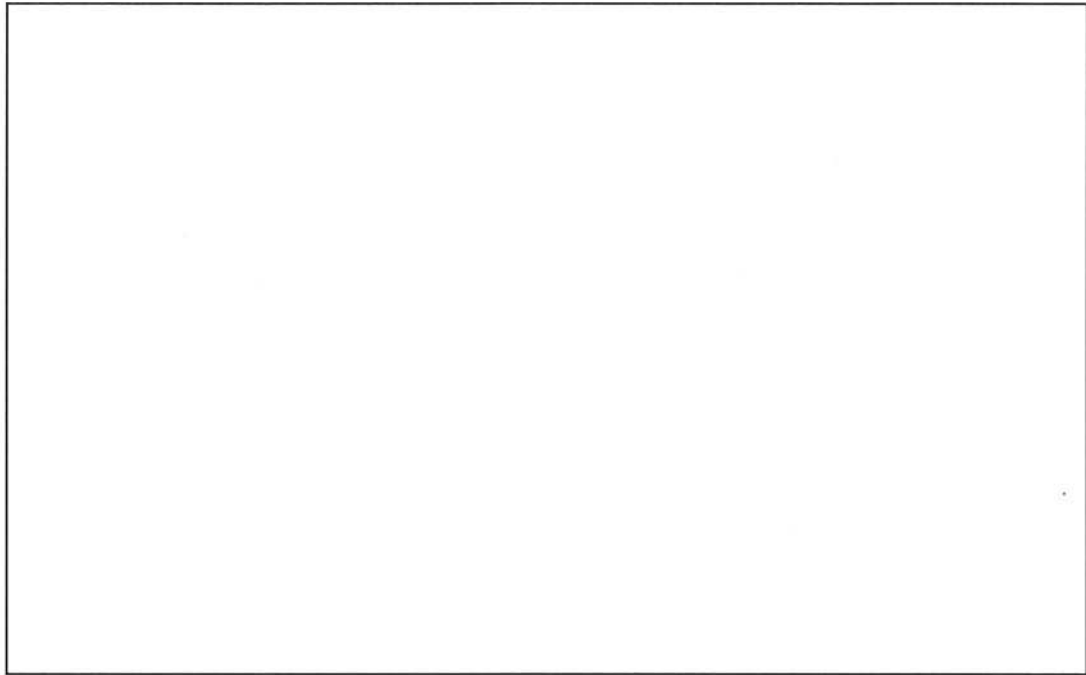
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯13-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯13-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 13-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 13-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 13-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 13-2-3 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]

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

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。

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、成型工場 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-貯 13-2-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	16								
圧縮応力度	—	13								
せん断応力度	—	15								
曲げ応力度	—	28								
組合せ応力度	—	28								
組合せ応力	—	28								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	2								
圧縮応力度	Y 負	14								
せん断応力度	X 正	20								
曲げ応力度	Y 負	17								
組合せ応力度	Y 負	17								
組合せ応力	Y 負	17								

### 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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 負	32						
せん断応力度	X 正	20						
引抜力	X 負	32						

圧粉ペレット一時貯蔵棚(2)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-貯14-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
圧粉ペレット一時貯蔵棚(2)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯14-1-2表に示す。

添説設3-1-貯14-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
圧粉ペレット一時貯蔵棚(2)	添付図 図へ設-21

## 2. 圧粉ペレット一時貯蔵棚(2)の耐震計算

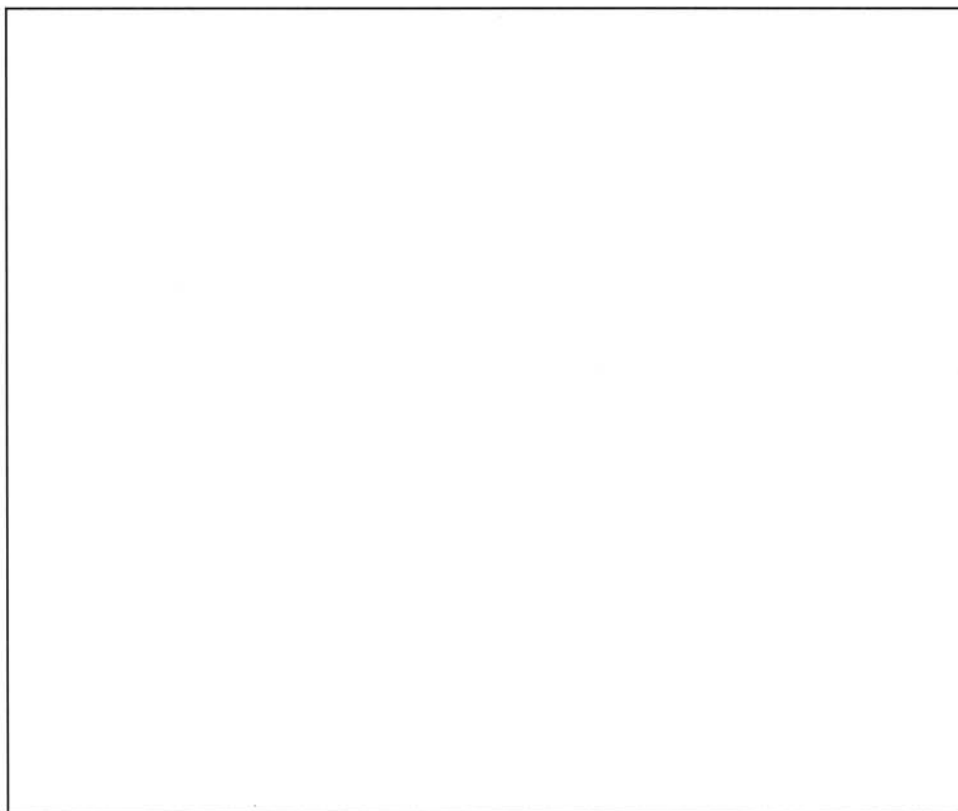
### 2. 1. 評価方法

圧粉ペレット一時貯蔵棚(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。

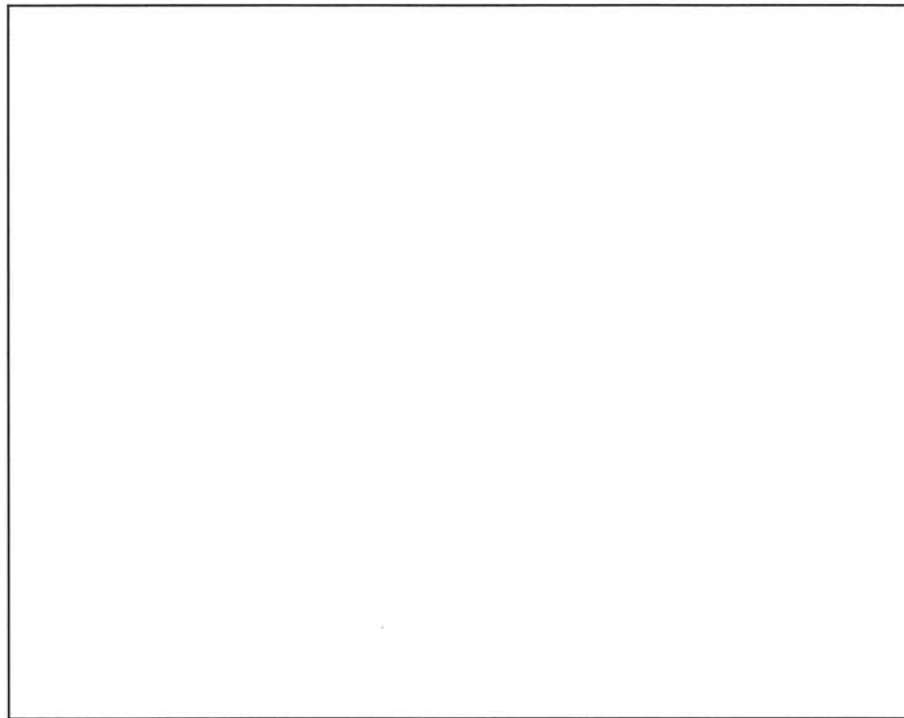
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。
- (5) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

#### 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-貯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-貯14-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯14-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 14-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 14-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 14-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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] 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、成型工場 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-貯14-2-4表及び添説設3-1-貯14-2-5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-貯14-2-4表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	20								
圧縮応力度	—	19								
せん断応力度	—	6								
曲げ応力度	—	30								
組合せ応力度	—	30								
組合せ応力	—	30								

添説設3-1-貯14-2-5表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y正	4								
圧縮応力度	Y正	19								
せん断応力度	Y正	20								
曲げ応力度	Y正	20								
組合せ応力度	Y正	20								
組合せ応力	Y正	20								

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-貯 14-2-6 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-貯 14-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	Y 正	19						
引抜力	Y 正	1						



圧粉ペレット一時貯蔵棚(3)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-貯15-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
圧粉ペレット一時貯蔵棚(3)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯15-1-2表に示す。

添説設3-1-貯15-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
圧粉ペレット一時貯蔵棚(3)	添付図 図へ設-22

## 2. 圧粉ペレット一時貯蔵棚(3)の耐震計算

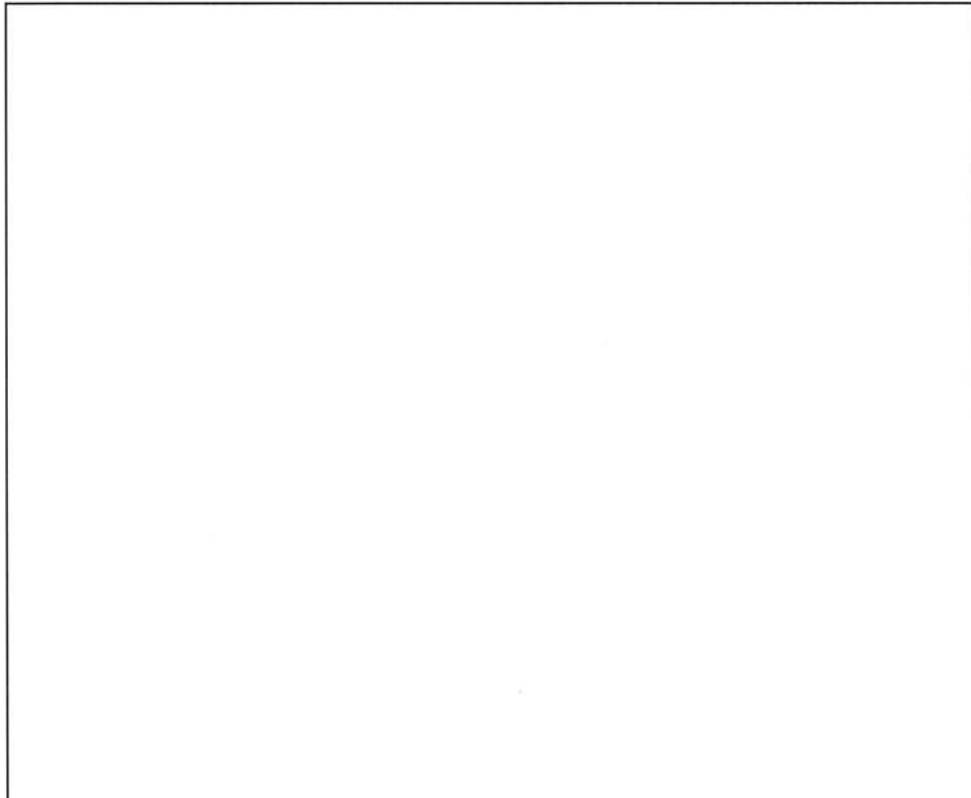
### 2. 1. 評価方法

圧粉ペレット一時貯蔵棚(3)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。

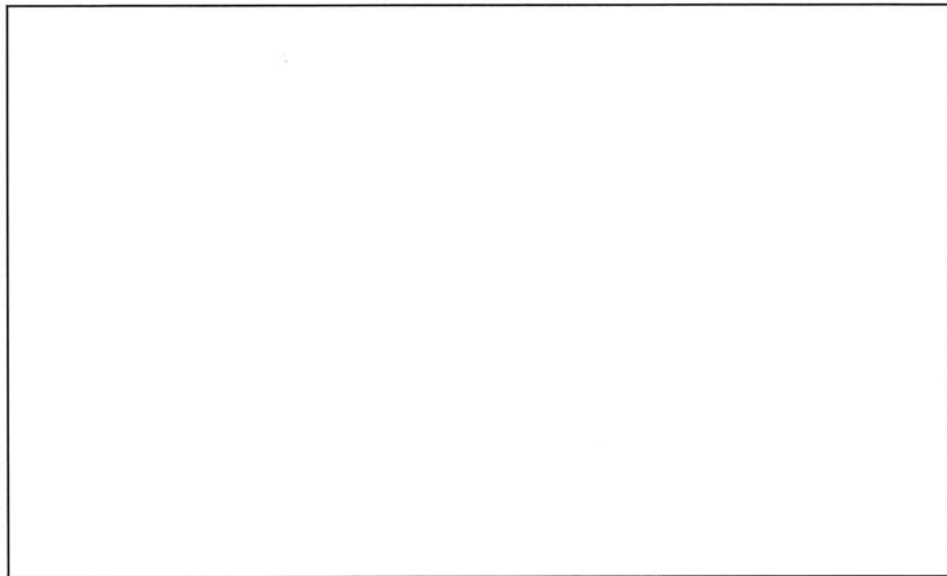
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯15-2-1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-貯15-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯15-2-2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-貯15-2-3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-貯15-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 15-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 15-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 15-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 15-2-3 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]

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

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、成型工場 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-貯 15-2-4 表及び添説設 3-1-貯 15-2-5 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-貯 15-2-4 表 部材の評価結果 (長期)

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	2								
圧縮応力度	-	4								
せん断応力度	-	6								
曲げ応力度	-	25								
組合せ応力度	-	25								
組合せ応力	-	25								

添説設 3-1-貯 15-2-5 表 部材の評価結果 (短期)

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	2								
圧縮応力度	Y 正	23								
せん断応力度	Y 正	1								
曲げ応力度	Y 正	2								
組合せ応力度	Y 正	11								
組合せ応力	Y 正	11								

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-貯 15-2-6 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-貯 15-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	Y 正	1						
引抜力	Y 正	1						

ペレットラインコンベア(1)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-貯16-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
ペレットラインコンベア(1)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯16-1-2表に示す。

添説設3-1-貯16-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
ペレットラインコンベア(1)	添付図 図へ設-23



## 2. ペレットラインコンベア(1)の耐震計算

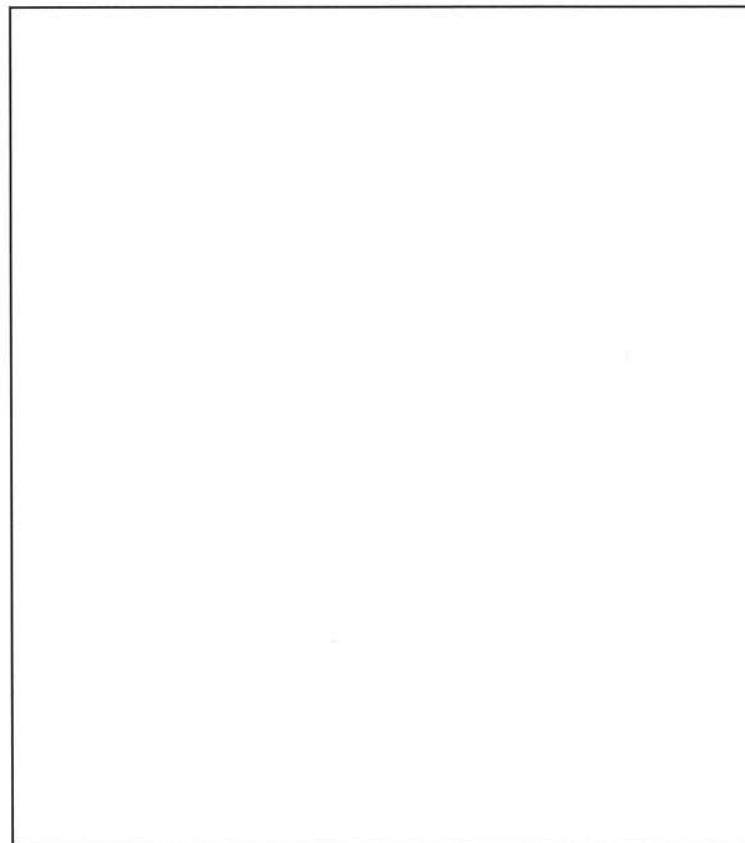
### 2. 1. 評価方法

ペレットラインコンベア(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。

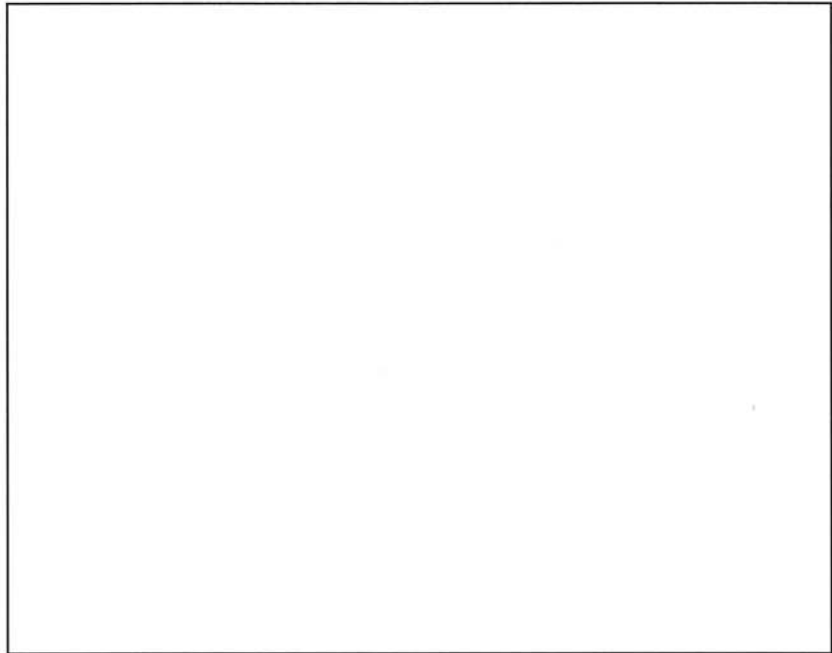
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯16-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯16-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 16-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 16-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 16-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 16-2-3 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]

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

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、成型工場 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-貯 16-2-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	8								
圧縮応力度	—	7								
せん断応力度	—	9								
曲げ応力度	—	14								
組合せ応力度	—	9								
組合せ応力	—	9								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	2								
圧縮応力度	Y 正	7								
せん断応力度	Y 正	8								
曲げ応力度	Y 正	8								
組合せ応力度	Y 正	8								
組合せ応力	Y 正	8								

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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	X 負	10						
引抜力	Y 正	1						

ペレットラインコンベア(2)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-貯17-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
ペレットラインコンベア(2)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯17-1-2表に示す。

添説設3-1-貯17-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
ペレットラインコンベア(2)	添付図 図へ設-24

## 2. ペレットラインコンベア(2)の耐震計算

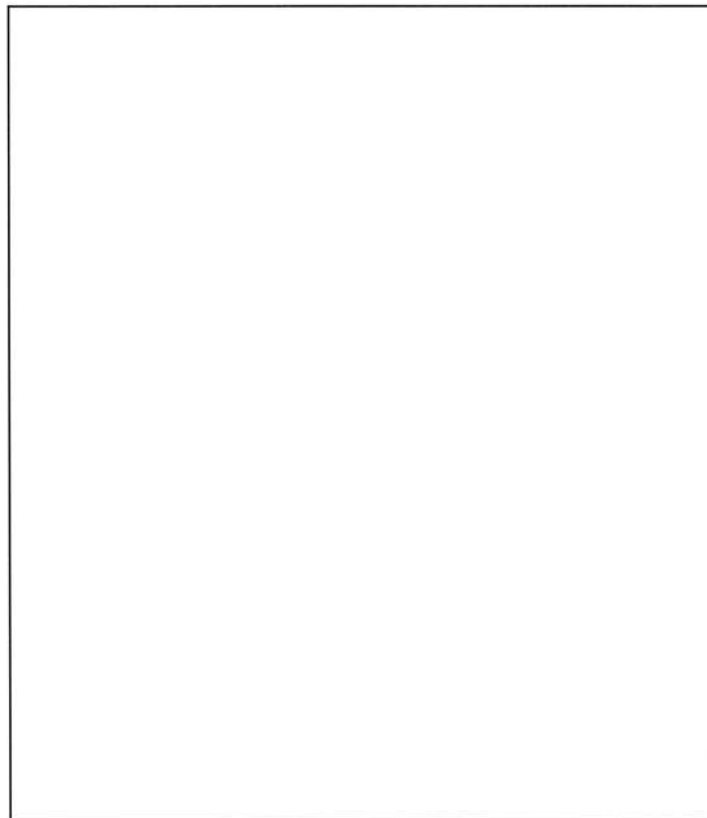
### 2. 1. 評価方法

ペレットラインコンベア(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。

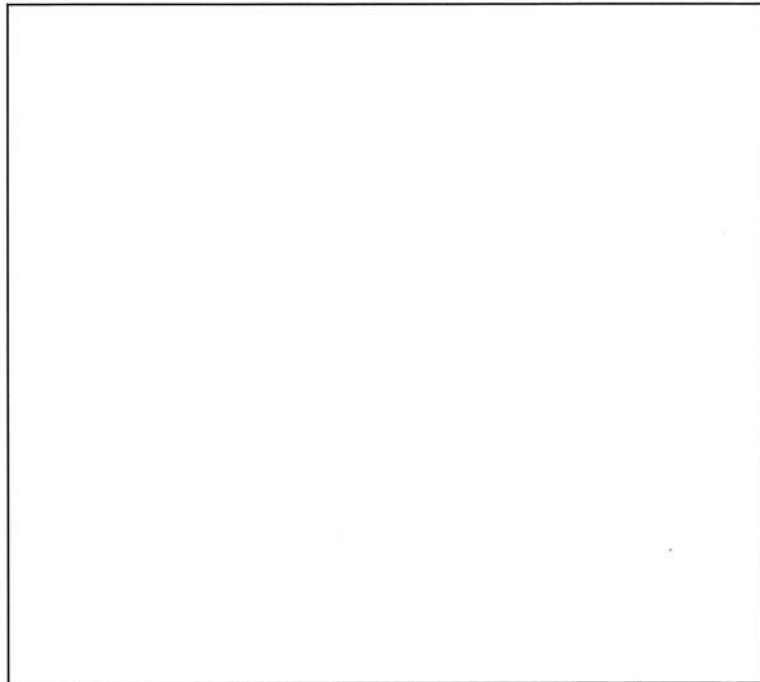
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯17-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯17-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 17-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 17-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 17-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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。

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

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、成型工場 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-貯 17-2-4 表及び添説設 3-1-貯 17-2-5 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-貯 17-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	2								
圧縮応力度	-	9								
せん断応力度	-	3								
曲げ応力度	-	11								
組合せ応力度	-	3								
組合せ応力	-	3								

添説設 3-1-貯 17-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	5								
圧縮応力度	X 負	9								
せん断応力度	X 正	15								
曲げ応力度	X 負	10								
組合せ応力度	X 負	10								
組合せ応力	X 負	10								

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-貯 17-2-6 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-貯 17-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	5						
せん断応力度	Y 正	1						
引抜力	Y 正	5						

乗移台 2 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-貯18-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
乗移台2	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯18-1-2表に示す。

添説設3-1-貯18-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
乗移台2	添付図 図へ設-25

## 2. 乗移台 2 の耐震計算

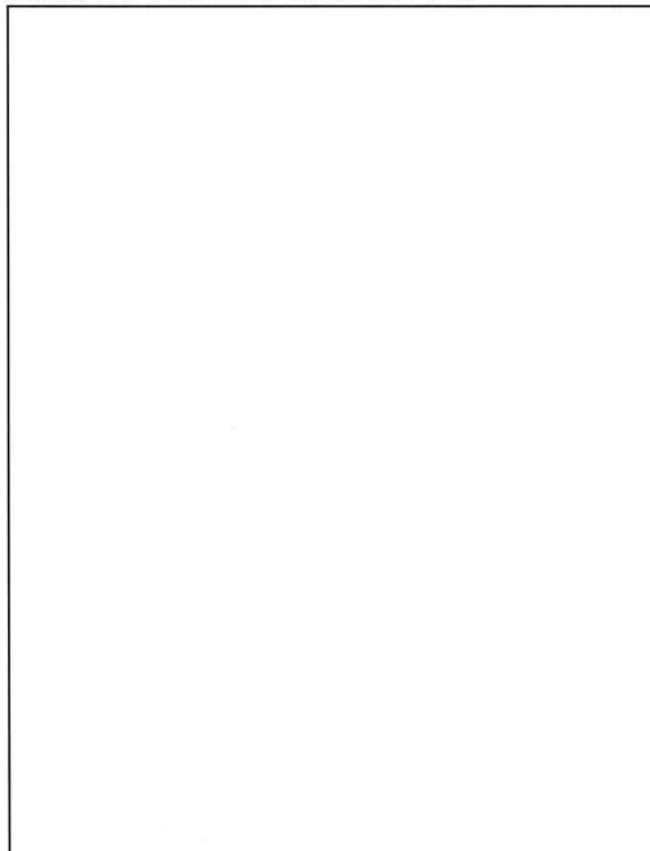
### 2. 1. 評価方法

乗移台 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。

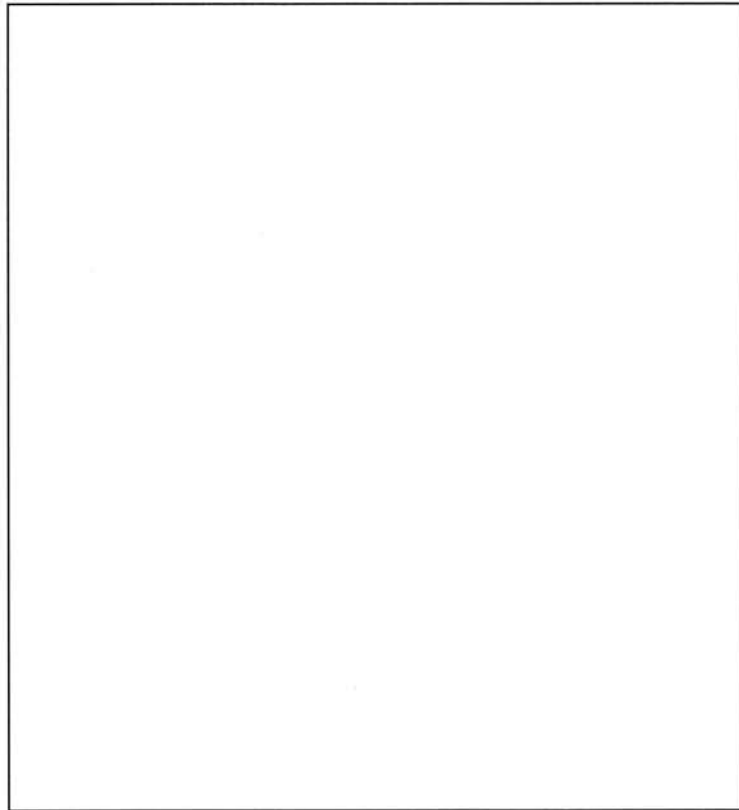
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯 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-貯 18-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-貯 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-貯 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-貯 18-2-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 18-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 18-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 18-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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]

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

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、成型工場 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-貯 18-2-4 表及び添説設 3-1-貯 18-2-5 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-貯 18-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	3								
圧縮応力度	—	1								
せん断応力度	—	3								
曲げ応力度	—	3								
組合せ応力度	—	3								
組合せ応力	—	3								

添説設 3-1-貯 18-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	2								
圧縮応力度	X 正	5								
せん断応力度	Y 正	10								
曲げ応力度	Y 正	10								
組合せ応力度	Y 正	10								
組合せ応力	Y 負	2								

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-貯 18-2-6 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-貯 18-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	1						
せん断応力度	Y 正	9						
引抜力	X 正	1						



焼結ペレット一時貯蔵棚(1)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-貯19-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
焼結ペレット一時貯蔵棚(1)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯19-1-2表に示す。焼結ペレット一時貯蔵棚(1)は安全機能を有する設備として焼結ペレット一時貯蔵棚(1)及び分配コンベア架台を有する。

添説設3-1-貯19-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
焼結ペレット一時貯蔵棚(1)、分配コンベア架台	添付図 図へ設-27

## 2. 焼結ペレット一時貯蔵棚(1)の耐震計算

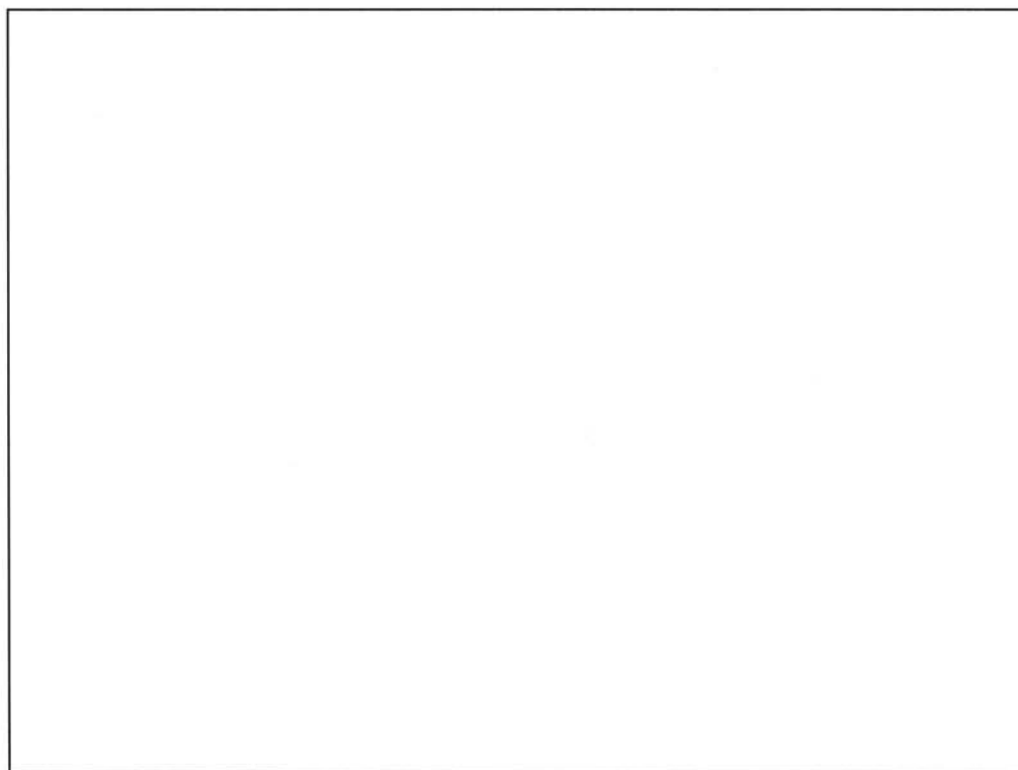
### 2. 1. 評価方法

焼結ペレット一時貯蔵棚(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。

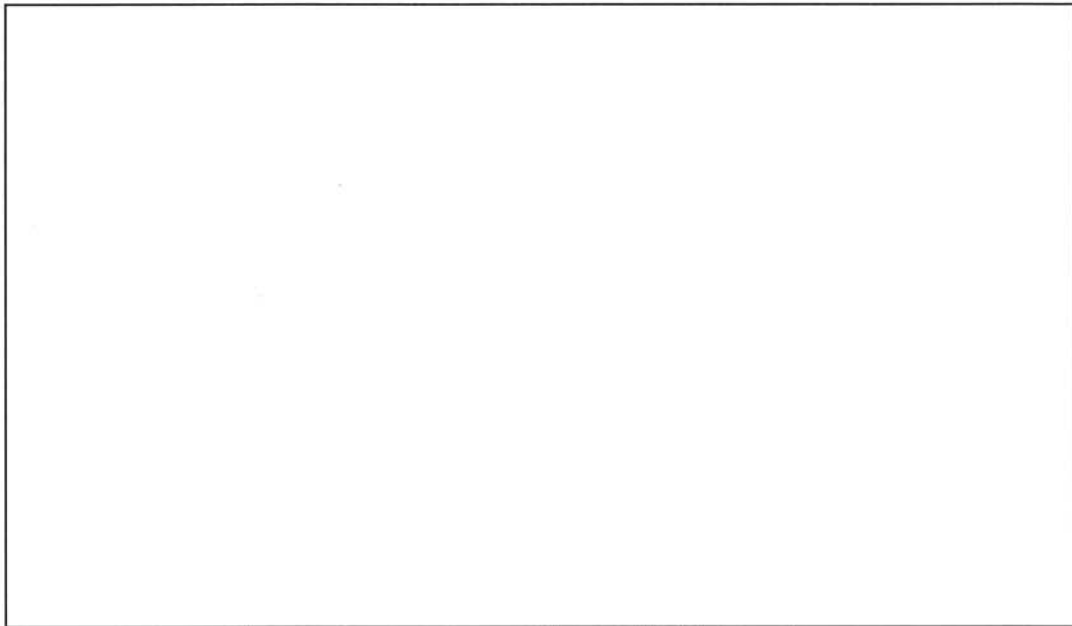
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯19-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯19-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 19-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 19-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 19-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 19-2-3 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]

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

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、成型工場 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-貯 19-2-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	18								
圧縮応力度	—	7								
せん断応力度	—	30								
曲げ応力度	—	31								
組合せ応力度	—	31								
組合せ応力	—	31								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 負	5								
圧縮応力度	X 負	2								
せん断応力度	Y 正	29								
曲げ応力度	Y 負	17								
組合せ応力度	Y 負	17								
組合せ応力	Y 負	17								

## 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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	32						
せん断応力度	Y 正	29						
引抜力	Y 負	32						

### 3. 分配コンベア架台の耐震計算

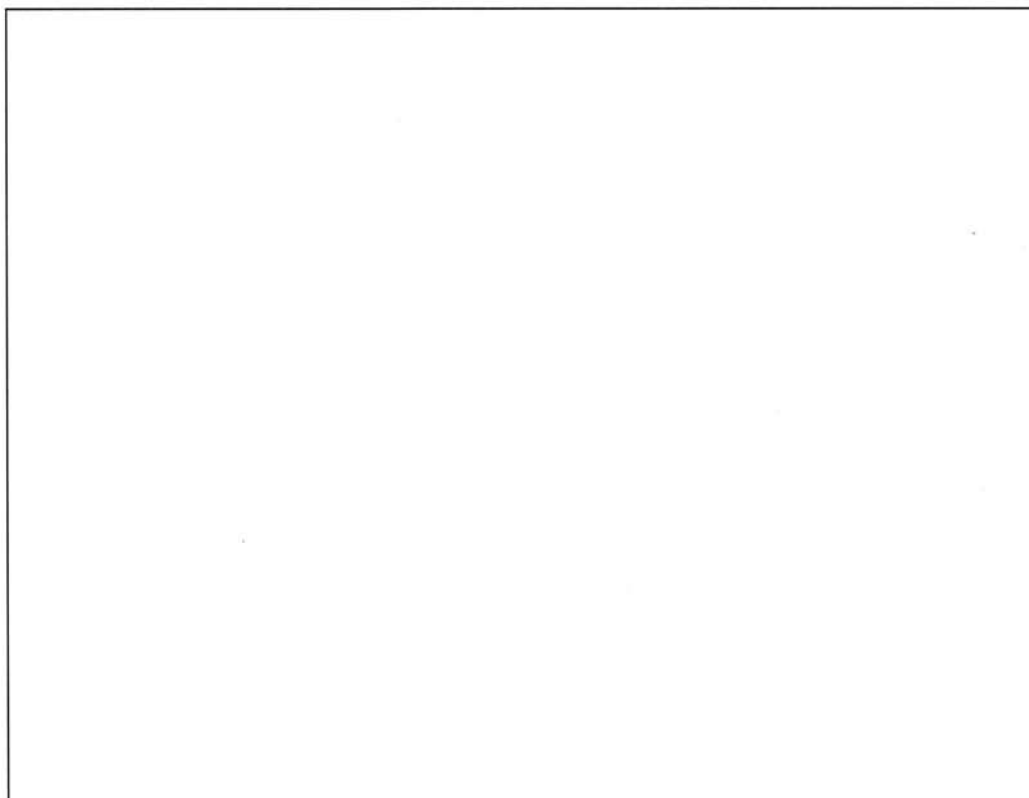
#### 3. 1. 評価方法

分配コンベア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。

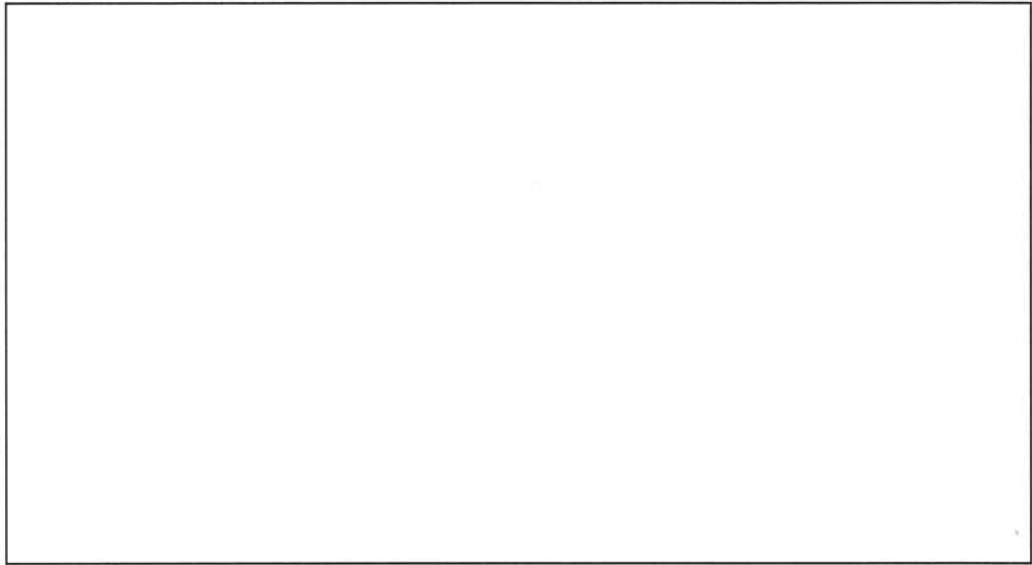
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯19-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯19-3-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 19-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 19-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 19-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 19-3-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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、成型工場 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—貯 19—3—4 表及び添説設 3—1—貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	9								
圧縮応力度	—	10								
せん断応力度	—	3								
曲げ応力度	—	3								
組合せ応力度	—	10								
組合せ応力	—	10								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	X 正	20								
圧縮応力度	X 正	21								
せん断応力度	X 正	8								
曲げ応力度	Y 負	4								
組合せ応力度	Y 負	4								
組合せ応力	X 正	22								

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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	26						
せん断応力度	X 正	5						
引抜力	Y 負	26						

焼結ペレット一時貯蔵棚(2)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-貯20-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
焼結ペレット一時貯蔵棚(2)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯20-1-2表に示す。

添説設3-1-貯20-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
焼結ペレット一時貯蔵棚(2)	添付図 図へ設-28

## 2. 焼結ペレット一時貯蔵棚(2)の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

焼結ペレット一時貯蔵棚(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。

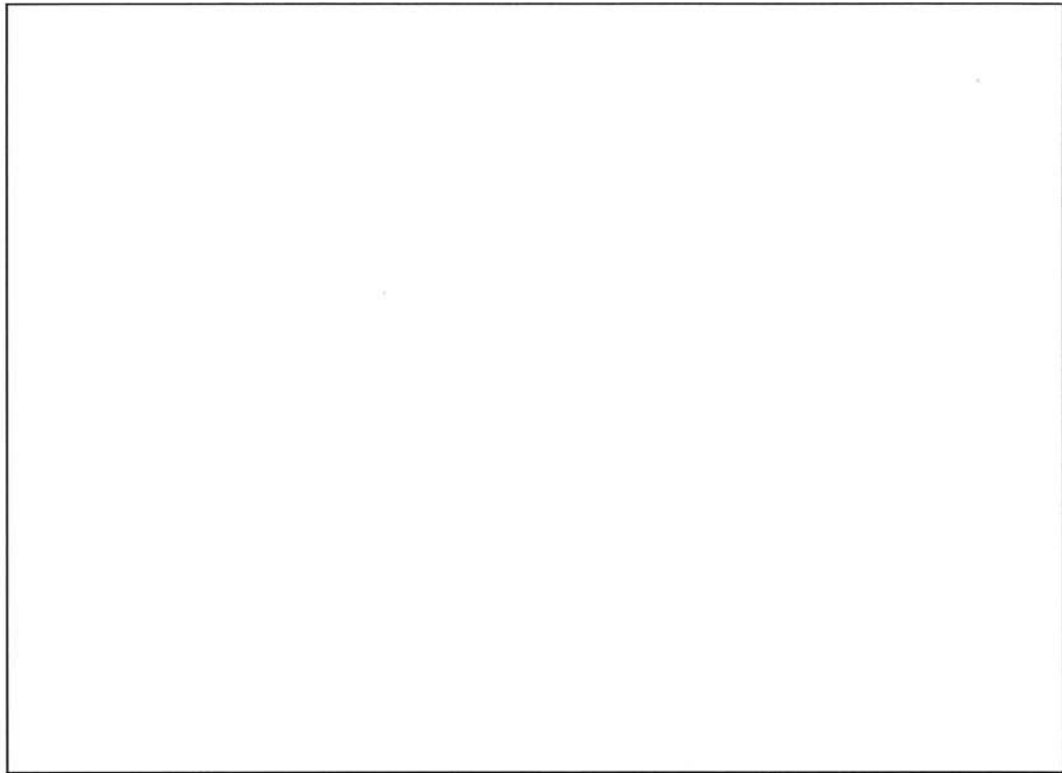
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。
- (5) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

#### 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-貯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-貯20-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯20-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 20-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 20-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 20-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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]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、成型工場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-貯20-2-4表及び添説設3-1-貯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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	2								
圧縮応力度	—	37								
せん断応力度	—	18								
曲げ応力度	—	44								
組合せ応力度	—	27								
組合せ応力	—	27								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	34								
圧縮応力度	Y 正	37								
せん断応力度	Y 正	38								
曲げ応力度	Y 正	38								
組合せ応力度	Y 正	38								
組合せ応力	Y 正	38								

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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	34						
せん断応力度	Y 正	37						
引抜力	Y 負	34						



焼結ペレット一時貯蔵棚(3)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-貯21-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
焼結ペレット一時貯蔵棚(3)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯21-1-2表に示す。

添説設3-1-貯21-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
焼結ペレット一時貯蔵棚(3)	添付図 図へ設-29

## 2. 焼結ペレット一時貯蔵棚(3)の耐震計算

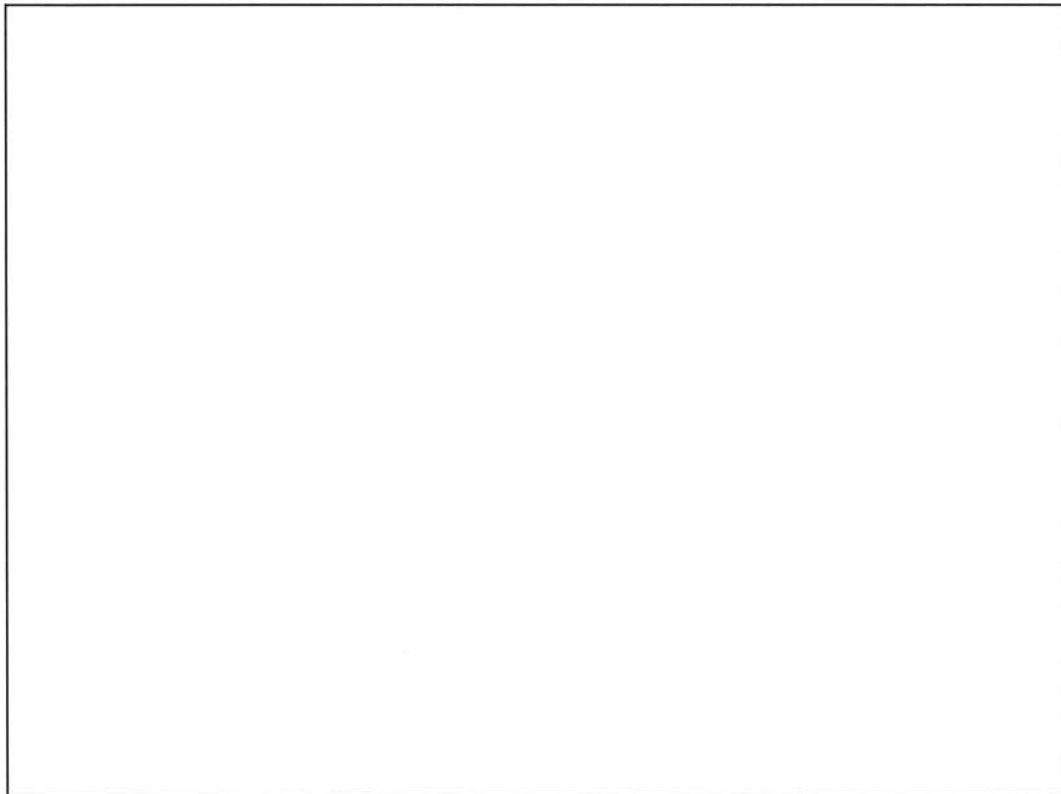
### 2. 1. 評価方法

焼結ペレット一時貯蔵棚(3)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。

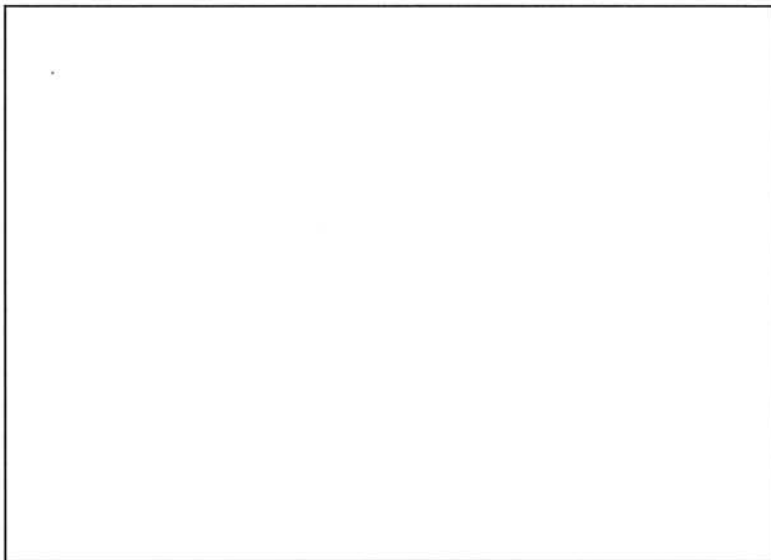
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯21-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯21-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 21-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 21-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 21-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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] 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、成型工場 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-貯 21-2-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	-	7								
圧縮応力度	-	6								
せん断応力度	-	9								
曲げ応力度	-	9								
組合せ応力度	-	9								
組合せ応力	-	9								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	35								
圧縮応力度	Y 正	35								
せん断応力度	Y 負	34								
曲げ応力度	X 正	36								
組合せ応力度	X 正	36								
組合せ応力	X 正	36								

### 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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	1						
せん断応力度	X 正	6						
引抜力	Y 正	1						

ペレットラインコンベア(3)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-貯22-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
ペレットラインコンベア(3)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯22-1-2表に示す。ペレットラインコンベア(3)は安全機能を有する設備としてターンテーブル及びペレットラインコンベア(3)を有する。

添説設3-1-貯22-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
ターンテーブル、ペレットラインコンベア(3)	添付図 図へ設-30



## 2. ターンテーブルの耐震計算

### 2. 1. 評価方法

ターンテーブル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。

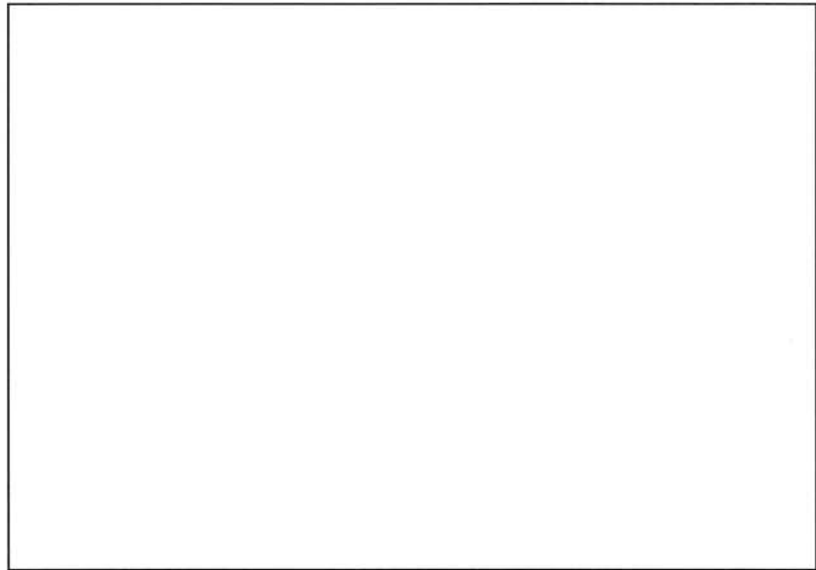
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯22-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯22-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 22-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 22-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 22-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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、成型工場 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-貯 22-2-4 表及び添説設 3-1-貯 22-2-5 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-貯 22-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	2								
圧縮応力度	—	5								
せん断応力度	—	4								
曲げ応力度	—	4								
組合せ応力度	—	4								
組合せ応力	—	6								

添説設 3-1-貯 22-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	6								
圧縮応力度	Y 正	16								
せん断応力度	Y 正	12								
曲げ応力度	Y 正	13								
組合せ応力度	Y 正	13								
組合せ応力	Y 正	13								

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-貯 22-2-6 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-貯 22-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	5						
せん断応力度	Y 正	12						
引抜力	Y 正	5						

### 3. ペレットラインコンベア(3)の耐震計算

#### 3. 1. 評価方法

ペレットラインコンベア(3)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。

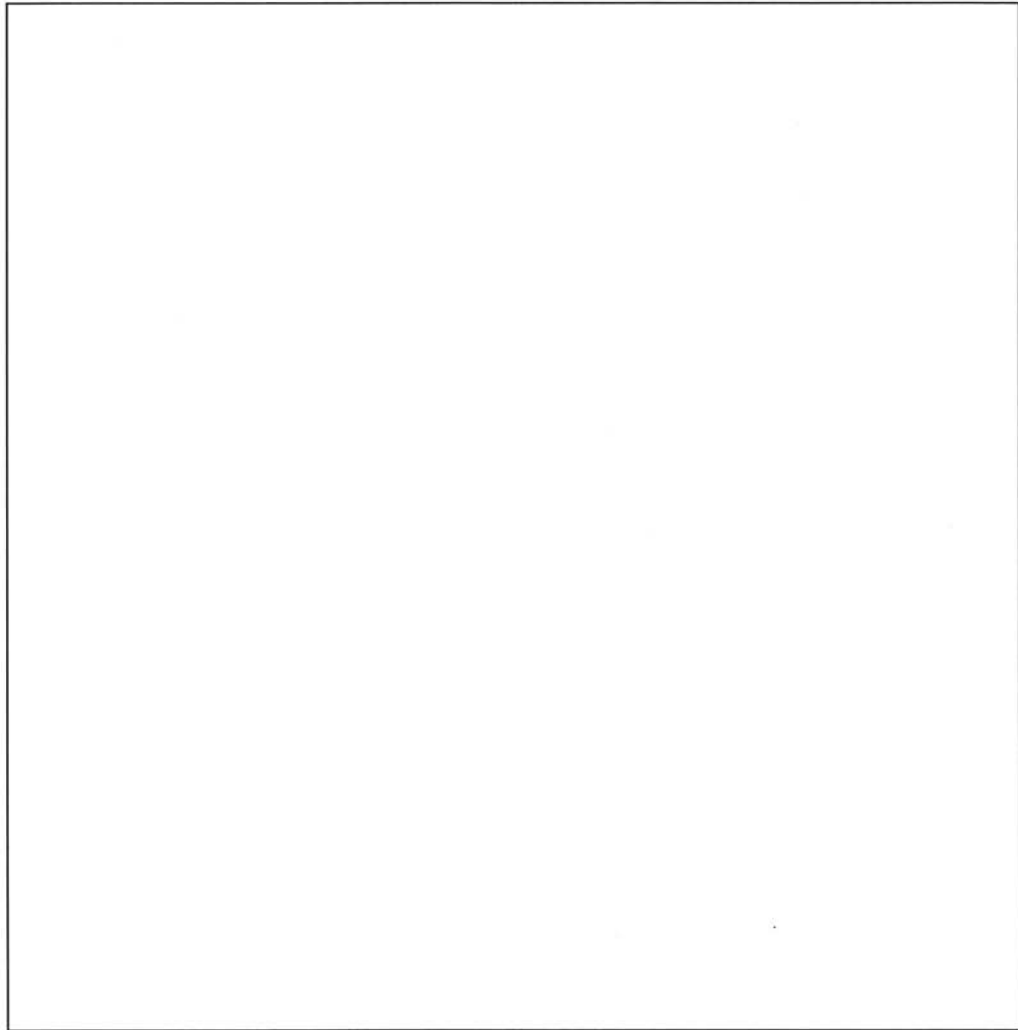
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯22-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯 22-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 22-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 22-3-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 22-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 22-3-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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、成型工場 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-貯 22-3-4 表及び添説設 3-1-貯 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-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	2								
圧縮応力度	—	12								
せん断応力度	—	2								
曲げ応力度	—	13								
組合せ応力度	—	13								
組合せ応力	—	13								

添説設 3-1-貯 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 [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	30								
圧縮応力度	X 正	28								
せん断応力度	Y 負	12								
曲げ応力度	Y 正	31								
組合せ応力度	Y 正	31								
組合せ応力	Y 正	31								

#### 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-貯 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-貯 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 [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	30						
せん断応力度	Y 負	12						
引抜力	Y 負	30						

ペレットラインコンベア(4)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-貯23-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
ペレットラインコンベア(4)	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯23-1-2表に示す。

添説設3-1-貯23-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
ペレットラインコンベア(4)	添付図 図へ設-31

## 2. ペレットラインコンベア(4)の耐震計算

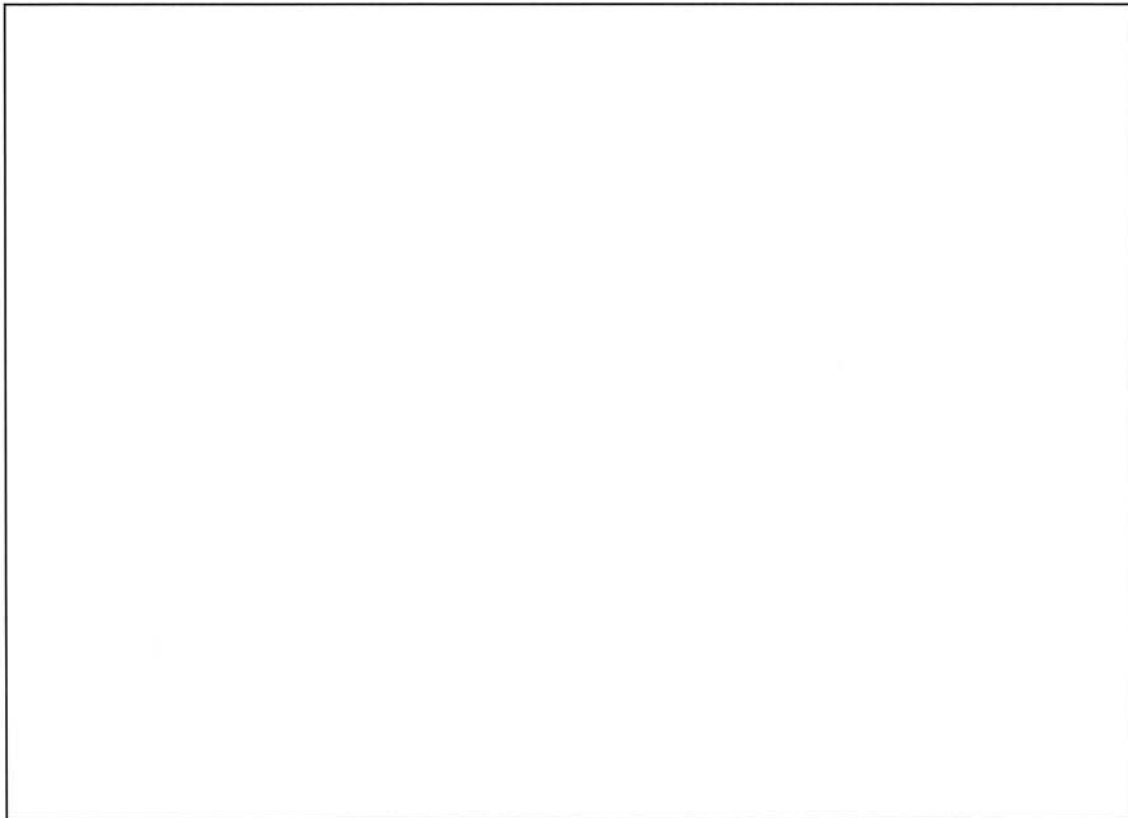
### 2. 1. 評価方法

ペレットラインコンベア(4)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。

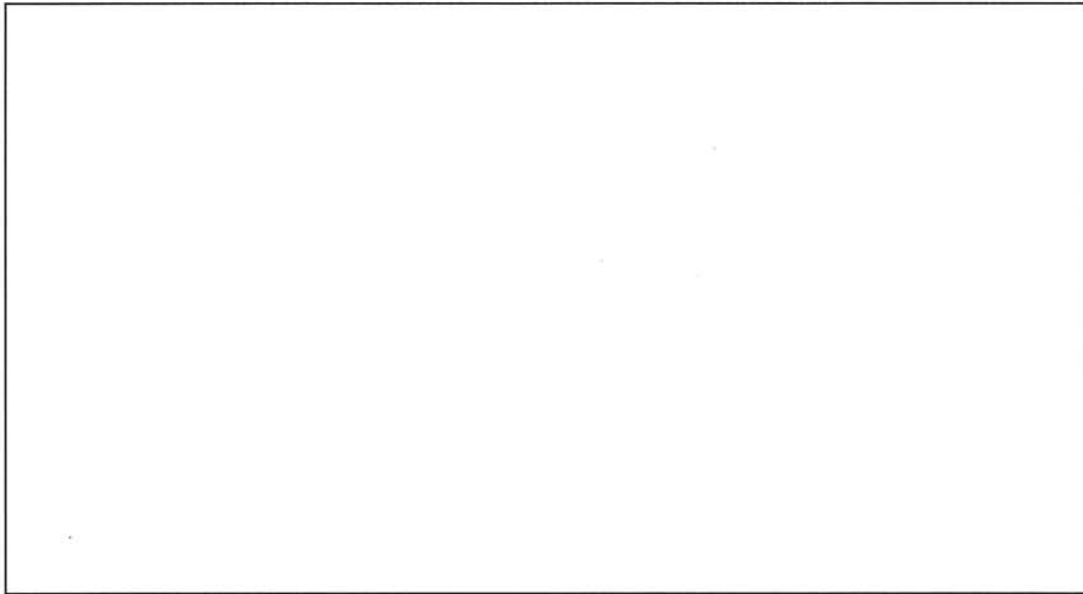
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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-貯23-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯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-貯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-貯23-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 23-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 23-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 23-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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] 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、成型工場 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-貯 23-2-4 表及び添説設 3-1-貯 23-2-5 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-貯 23-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	10								
圧縮応力度	—	9								
せん断応力度	—	36								
曲げ応力度	—	13								
組合せ応力度	—	13								
組合せ応力	—	13								

添説設 3-1-貯 23-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	26								
圧縮応力度	Y 負	9								
せん断応力度	Y 負	14								
曲げ応力度	Y 負	10								
組合せ応力度	Y 負	10								
組合せ応力	Y 負	10								

### 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-貯 23-2-6 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-貯 23-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 負	26						
せん断応力度	X 正	12						
引抜力	Y 負	26						

スクラップ貯蔵棚（ペレット用）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-貯24-1-1表に示す。

添説設3-1-貯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
スクラップ貯蔵棚（ペレット用）	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯24-1-2表に示す。

添説設3-1-貯24-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
スクラップ貯蔵棚（ペレット用）(1), (2)	添付図 図へ設-34

## 2. スクラップ貯蔵棚（ペレット用）(1), (2)の耐震計算

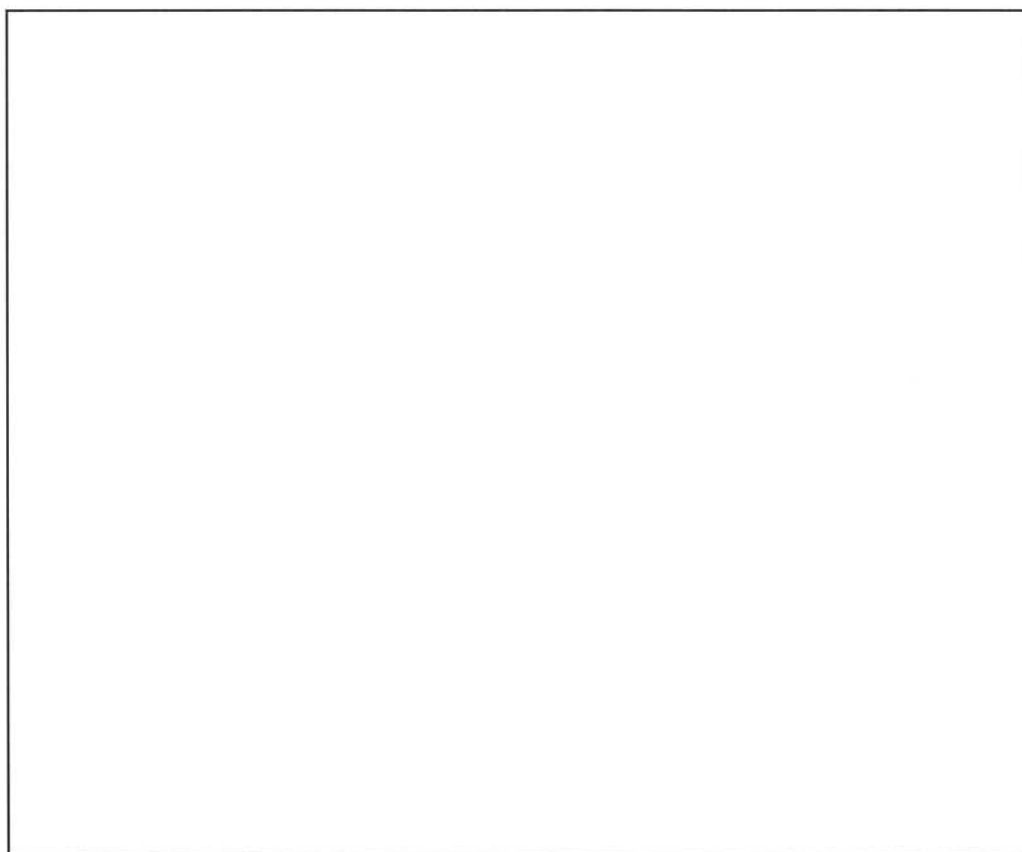
### 2. 1. 評価方法

スクラップ貯蔵棚（ペレット用）(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。

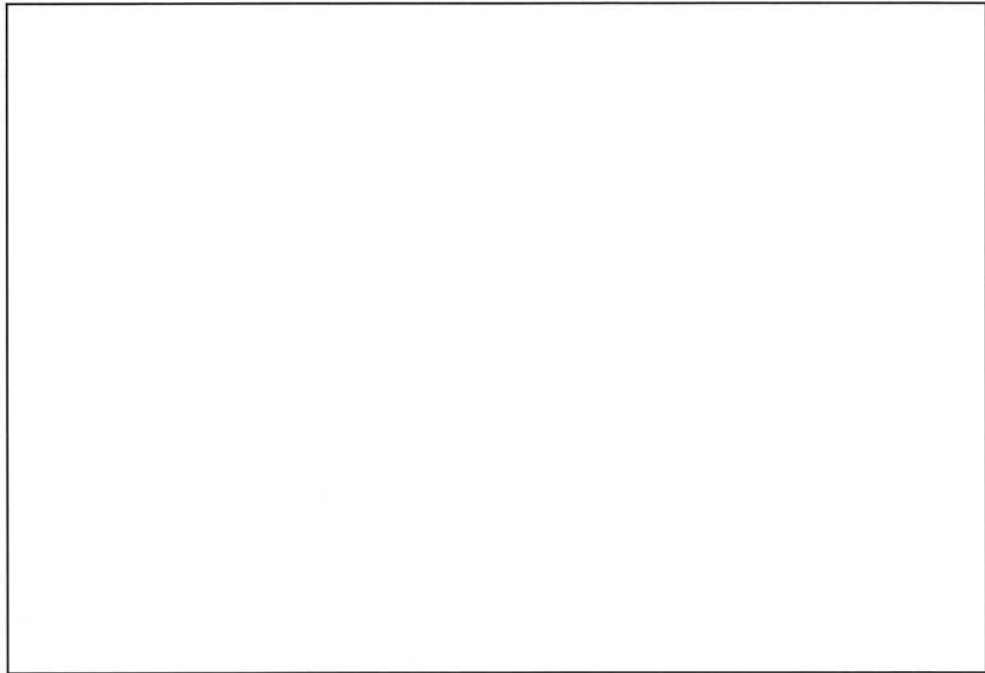
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯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。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-貯24-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯24-2-2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-貯24-2-3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-貯24-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 24-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 24-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 24-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 24-2-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

\*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。

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

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

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

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。

### 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、成型工場 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-貯 24-2-4 表及び添説設 3-1-貯 24-2-5 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-貯 24-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	—	3								
圧縮応力度	—	6								
せん断応力度	—	2								
曲げ応力度	—	9								
組合せ応力度	—	9								
組合せ応力	—	9								

添説設 3-1-貯 24-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	7								
圧縮応力度	Y 正	21								
せん断応力度	Y 正	22								
曲げ応力度	Y 正	22								
組合せ応力度	Y 正	22								
組合せ応力	Y 正	22								

## 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-貯 24-2-6 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-貯 24-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	6						
せん断応力度	X 正	6						
引抜力	Y 正	6						

仕上りペレット一時貯蔵棚の耐震計算書

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-貯25-1-1表に示す。

添説設3-1-貯25-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
仕上りペレット一時貯蔵棚	工場棟	成型工場	ペレット加工室	添付図 図へ配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯25-1-2表に示す。

添説設3-1-貯25-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
仕上りペレット一時貯蔵棚架台	添付図 図へ設-37

## 2. 仕上りペレット一時貯蔵棚架台の耐震計算

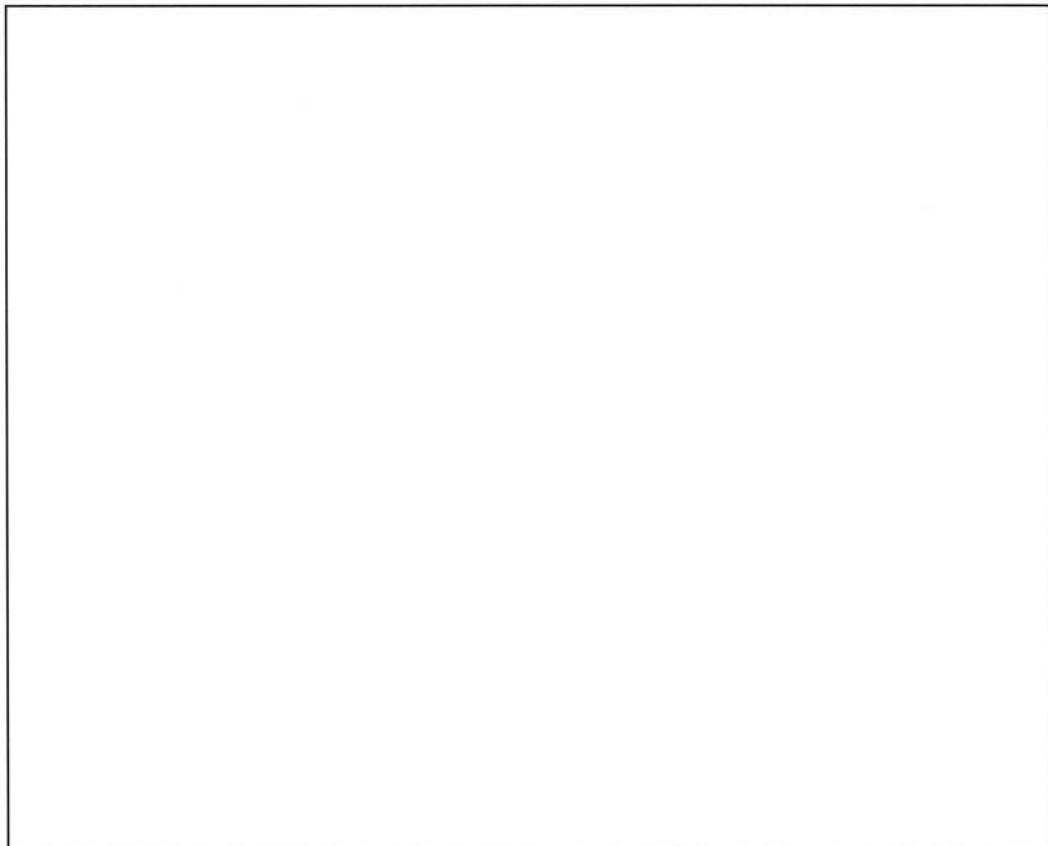
### 2. 1. 評価方法

仕上りペレット一時貯蔵棚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。

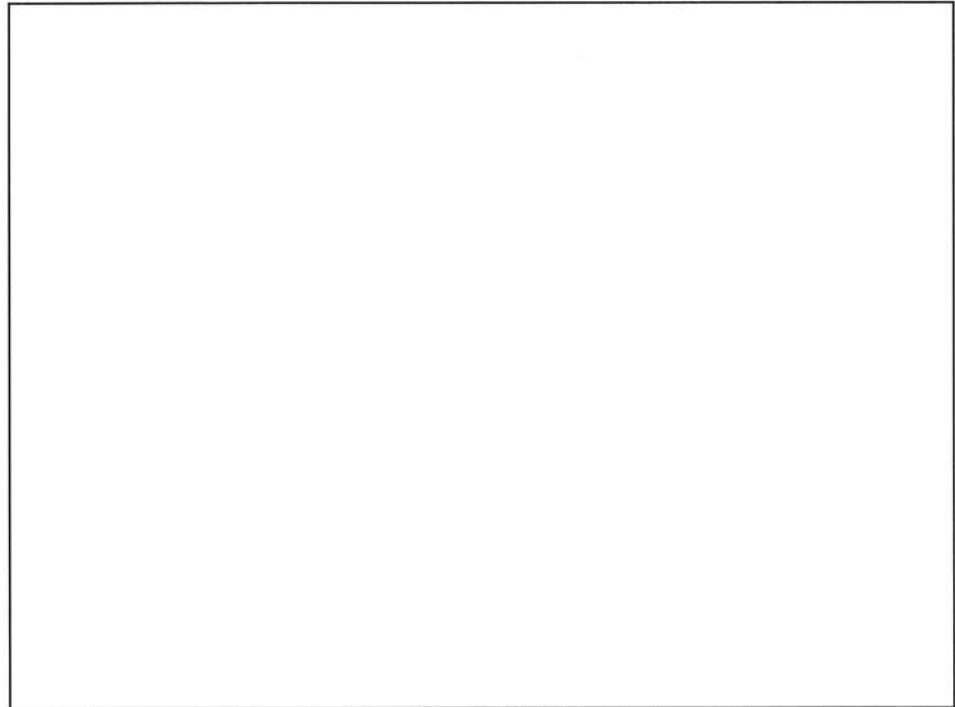
#### 2. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素 3 次元構造解析モデルを添説設 3-1-貯 25-2-1 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-貯 25-2-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-貯 25-2-2 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-貯 25-2-3 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-貯 25-2-1 図(1/2) 構造解析モデル





添説設 3-1-貯 25-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 25-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 25-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 25-2-3 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]

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

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、成型工場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-貯25-2-4表及び添説設3-1-貯25-2-5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-貯 25-2-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	2								
圧縮応力度	—	3								
せん断応力度	—	13								
曲げ応力度	—	22								
組合せ応力度	—	2								
組合せ応力	—	2								

添説設 3-1-貯 25-2-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	9								
圧縮応力度	Y 正	10								
せん断応力度	Y 正	18								
曲げ応力度	Y 正	27								
組合せ応力度	Y 正	27								
組合せ応力	Y 正	27								

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-貯 25-2-6 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-貯 25-2-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	7						
せん断応力度	Y 正	10						
引抜力	Y 正	7						

仕上りペレット貯蔵棚の耐震計算書

## 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-貯26-1-1表に示す。

添説設3-1-貯26-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
仕上りペレット貯蔵棚	工場棟	成型工場	ペレット貯蔵室	添付図 図へ配-2

### 1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-貯26-1-2表に示す。仕上りペレット貯蔵棚は安全機能を有する設備として仕上りペレット貯蔵棚架台(1)～(10)、仕上りペレット貯蔵棚(前期型)及び仕上りペレット貯蔵棚(後期型)を有する。

添説設3-1-貯26-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
仕上りペレット貯蔵棚架台(1)～(10)、仕上りペレット貯蔵棚(前期型)、仕上りペレット貯蔵棚(後期型)	添付図 図へ設-38

## 2. 仕上りペレット貯蔵棚架台(1)～(10)の耐震計算

### 2. 1. 評価方法

仕上りペレット貯蔵棚架台(1)～(10)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。

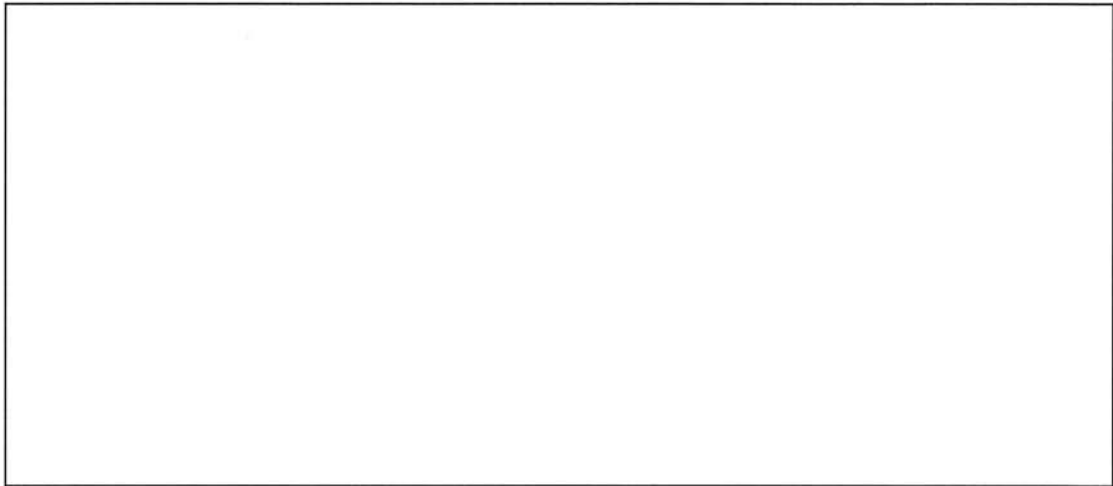
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯26-2-1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-貯26-2-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯26-2-2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-貯26-2-3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-貯26-2-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 26-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 26-2-1 表 使用部材 断面性能

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

添説設 3-1-貯 26-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 26-2-3 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。要素のコロン(:)の後に示す数字は、要素の始点の節点からの距離を示す。

## 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、 $\delta$  が微小であり、一次固有振動数は大きい値をとるため、剛構造の設備として設計用地震力、許容限界を設定する。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、成型工場 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、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-貯 26-2-4 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-貯 26-2-4 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [-]
引張応力度	Y 正	2						
せん断応力度	X 正	18						
引抜力	Y 正	2						



### 3. 仕上りペレット貯蔵棚（前期型）の耐震計算

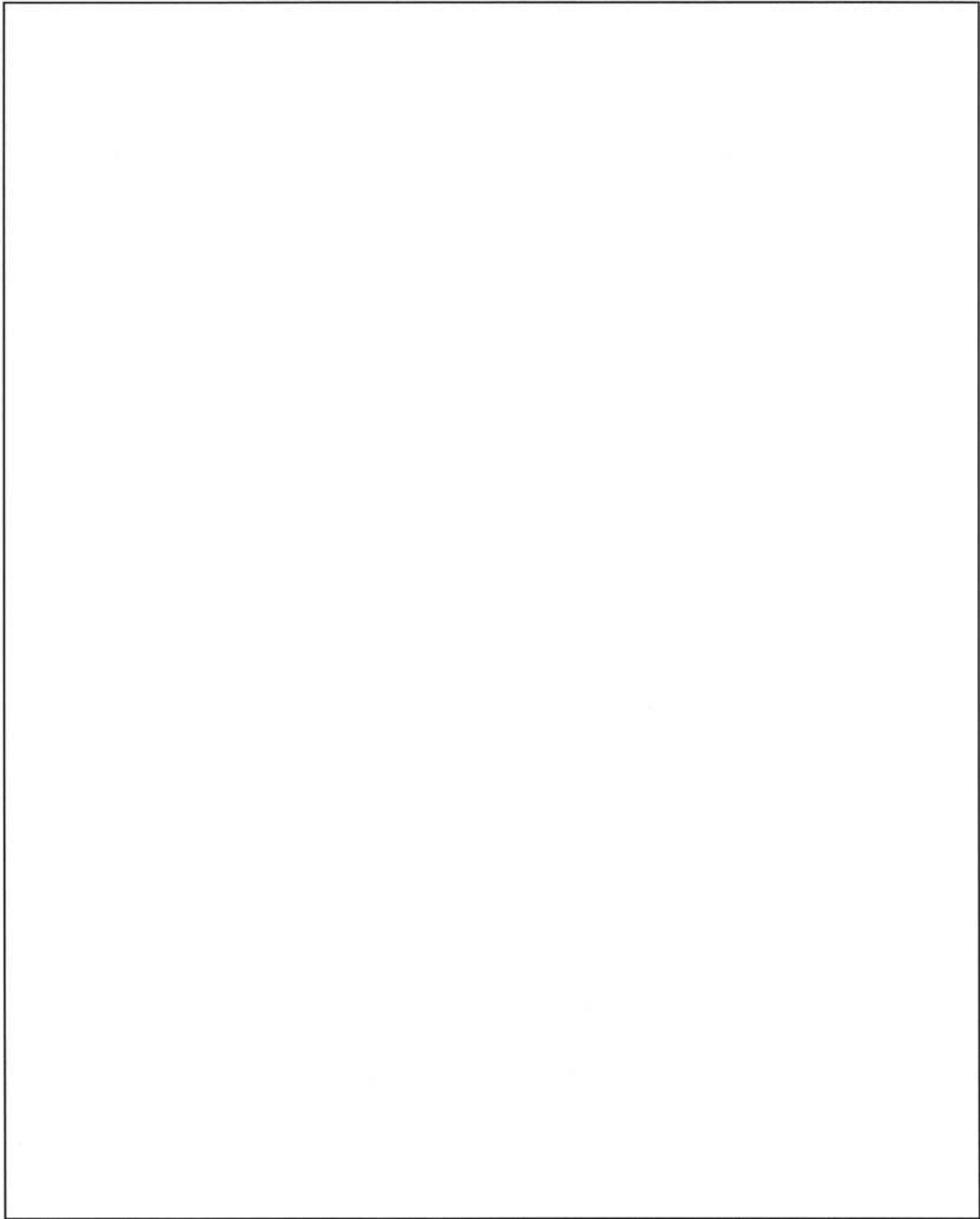
#### 3. 1. 評価方法

仕上りペレット貯蔵棚(前期型)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。

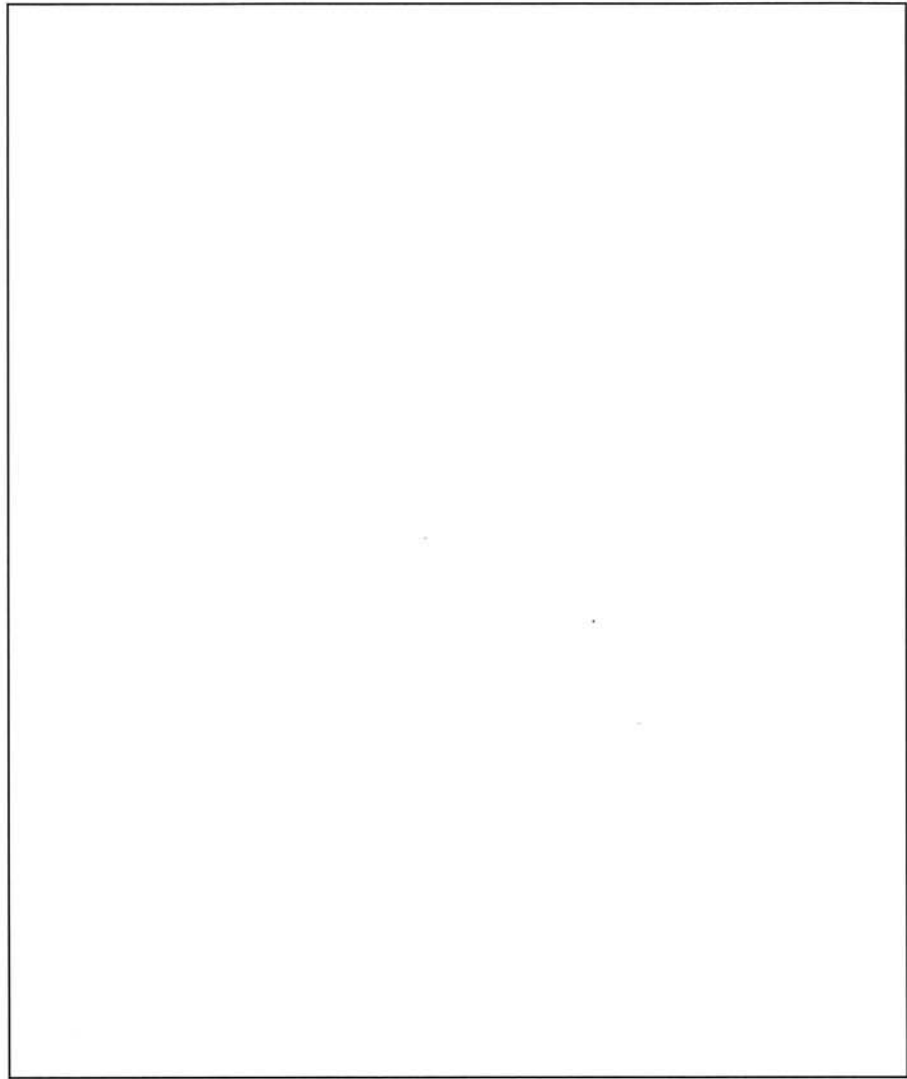
- (1) 部材は、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

#### 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-貯26-3-1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-貯26-3-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯26-3-2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-貯26-3-3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-貯 26-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 26-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 26-3-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm <sup>2</sup> ] A	断面二次 モーメント [mm <sup>4</sup> ] $\times 10^4$		断面係数 [mm <sup>3</sup> ] $\times 10^3$		断面二 次半径 [mm] I	出典
					Iy	Iz	Zy	Zz		
はり										JIS G3466
柱										JIS G3466
はり										JIS G4317
はり										JIS G4317
はり										JIS G4317
はり										JIS G4317
はり										JIS G4317

添説設 3-1-貯 26-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 26-3-3 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。

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

$$\text{解析結果より、} \delta = \boxed{\phantom{000}} \text{ [cm]}$$

$$\text{一次固有振動数} = \frac{5}{\sqrt{\boxed{\phantom{000}}}} \div \boxed{\phantom{000}} \cdot \cdot \cdot \div \boxed{\phantom{000}} \text{ [Hz]}$$

よって、一次固有振動数は  $\boxed{\phantom{000}}$  [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、成型工場 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。部材の許容限界を添付説明書一設 3-1-1付 1 に示す。

### 3. 2. 応力評価

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 3-1-1付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-1貯 26-3-4 表及び添説設 3-1-1貯 26-3-5 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 3-1-1貯 26-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	45								
圧縮応力度	—	25								
せん断応力度	—	47								
曲げ応力度	—	26								
組合せ応力度	—	26								
組合せ応力	—	26								

添説設 3-1-1貯 26-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y 正	26								
圧縮応力度	Y 正	121								
せん断応力度	Y 正	74								
曲げ応力度	Y 正	124								
組合せ応力度	Y 正	124								
組合せ応力	Y 正	124								

#### 4. 仕上りペレット貯蔵棚（後期型）の耐震計算

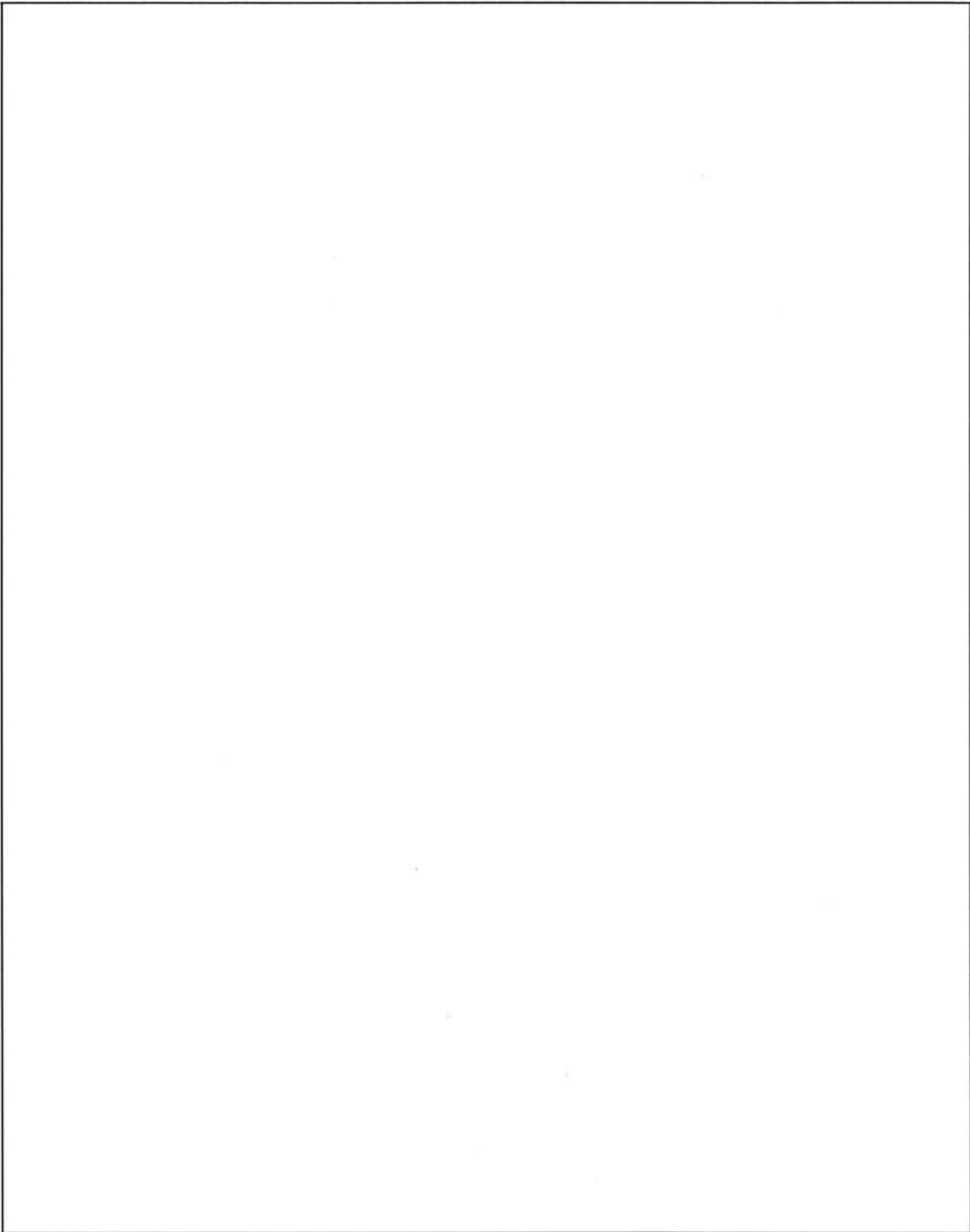
##### 4. 1. 評価方法

仕上りペレット貯蔵棚（後期型）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。

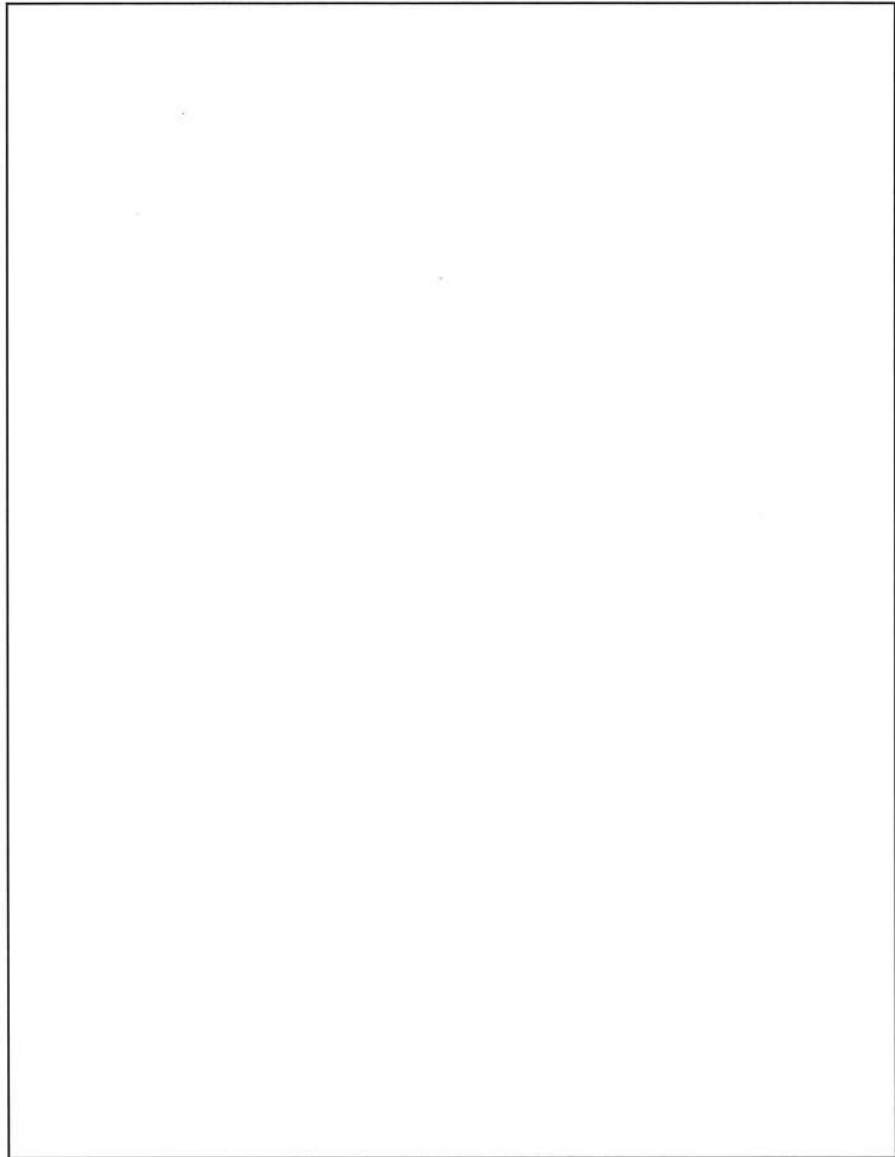
- (1) 部材は、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

##### 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-貯26-4-1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-貯26-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-貯26-4-2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-貯26-4-3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-貯 26-4-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-貯 26-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-貯 26-4-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面積 [mm <sup>2</sup> ]	断面二次モーメント [mm <sup>4</sup> ]×10 <sup>4</sup>		断面係数 [mm <sup>3</sup> ]×10 <sup>3</sup>		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	Z <sub>y</sub>	Z <sub>z</sub>	I	
はり										JIS G3466
柱										JIS G3466
はり										JIS G4317
はり										JIS G4317



添説設 3-1-貯 26-4-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-貯 26-4-3 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]

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

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、成型工場 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。部材の許容限界を添付説明書一設 3-1-1付1に示す。

#### 4. 2. 応力評価

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 3-1-1付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-1貯 26-4-4 表及び添説設 3-1-1貯 26-4-5 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 3-1-1貯 26-4-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	—	47								
圧縮応力度	—	25								
せん断応力度	—	47								
曲げ応力度	—	30								
組合せ応力度	—	30								
組合せ応力	—	26								

添説設 3-1-1貯 26-4-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [N]	My [N・m]	Mz [N・m]	Qy [N]	Qz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	Y正	26								
圧縮応力度	Y正	121								
せん断応力度	Y正	78								
曲げ応力度	Y正	126								
組合せ応力度	Y正	126								
組合せ応力	Y正	126								

余剰ペレット貯蔵棚の耐震計算書