

添説設 3-1-被 11-22-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 11-22-1 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 ⁴] × 10 ⁴		断面係数 [mm ³] × 10 ³		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
その他									計算値

添説設 3-1-被 11-22-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 11-22-3 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: 燃料棒を含む。

2.2. 1. 2. 設計用地震力

2.2. 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 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、 $\delta = \square$ [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。

2.2. 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。

2.2. 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。

2.2. 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。

2.2.2. 応力評価

2.2.2.1. 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-被 11-22-4 表及び添説設 3-1-被 11-22-5 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-被 11-22-4 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_16								
圧縮応力度	-	00_02								
せん断応力度	-	03_26								
曲げ応力度	-	03_38								
組合せ応力度	-	03_38								
組合せ応力	-	03_38								

添説設 3-1-被 11-22-5 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	01_16								
圧縮応力度	Y 負	03_39								
せん断応力度	Y 正	01_15								
曲げ応力度	Y 負	02_01								
組合せ応力度	Y 正	01_15								
組合せ応力	Y 正	02_15								

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-被 11-22-6 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-被 11-22-6 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_03						
せん断応力度	Y 正	00_06						
引抜力	Y 正	00_03						

23. チャンネルスタックコンベア(5)の耐震計算

23. 1. 評価方法

チャンネルスタックコンベア(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。

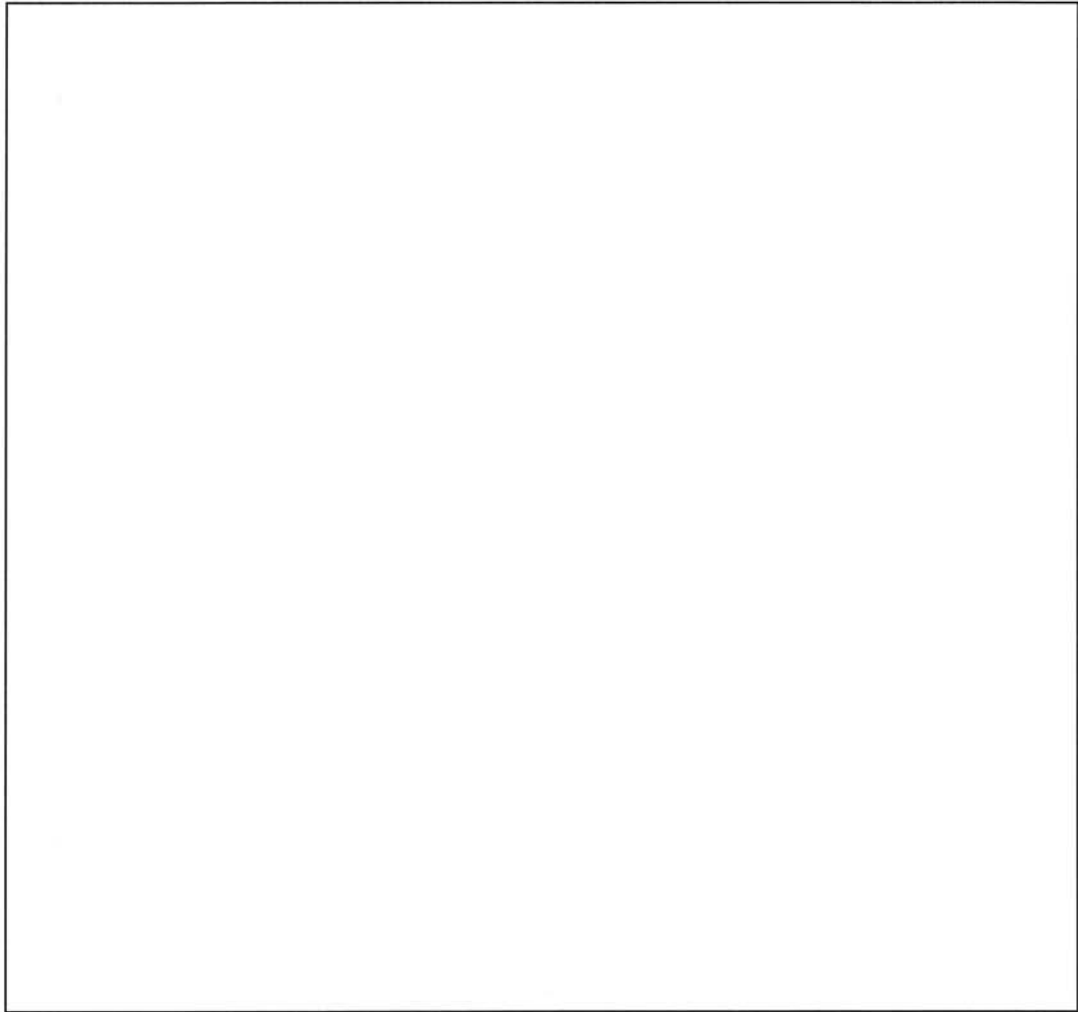
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

23. 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-被11-23-1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-被11-23-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-被11-23-2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-被11-23-3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-被 11-23-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 11-23-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 11-23-1 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	Iy	Iz	Zy	Zz	I	
はり									JIS G3192	
柱									JIS G3192	
その他									計算値	

添説設 3-1-被 11-23-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 11-23-3 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: 燃料棒を含む。

2.3.1.2. 設計用地震力

2.3.1.2.1. 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、 $\delta = \square$ [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。

2.3.1.2.2. 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。

2.3.1.3. 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。

2.3.1.4. 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。

23. 2. 応力評価

23. 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-被 11-23-4 表及び添説設 3-1-被 11-23-5 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-被 11-23-4 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_11								
圧縮応力度	—	00_12								
せん断応力度	—	02_44								
曲げ応力度	—	02_50								
組合せ応力度	—	02_50								
組合せ応力	—	02_50								

添説設 3-1-被 11-23-5 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	01_13								
圧縮応力度	X 負	00_12								
せん断応力度	Y 負	00_08								
曲げ応力度	Y 正	02_19								
組合せ応力度	Y 正	02_19								
組合せ応力	Y 正	02_19								

23. 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-被 11-23-6 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-被 11-23-6 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	00_13						
せん断応力度	Y 負	00_08						
引抜力	Y 負	00_13						

24. チャンネルスタックコンベア(7)の耐震計算

24. 1. 評価方法

チャンネルスタックコンベア(7)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。

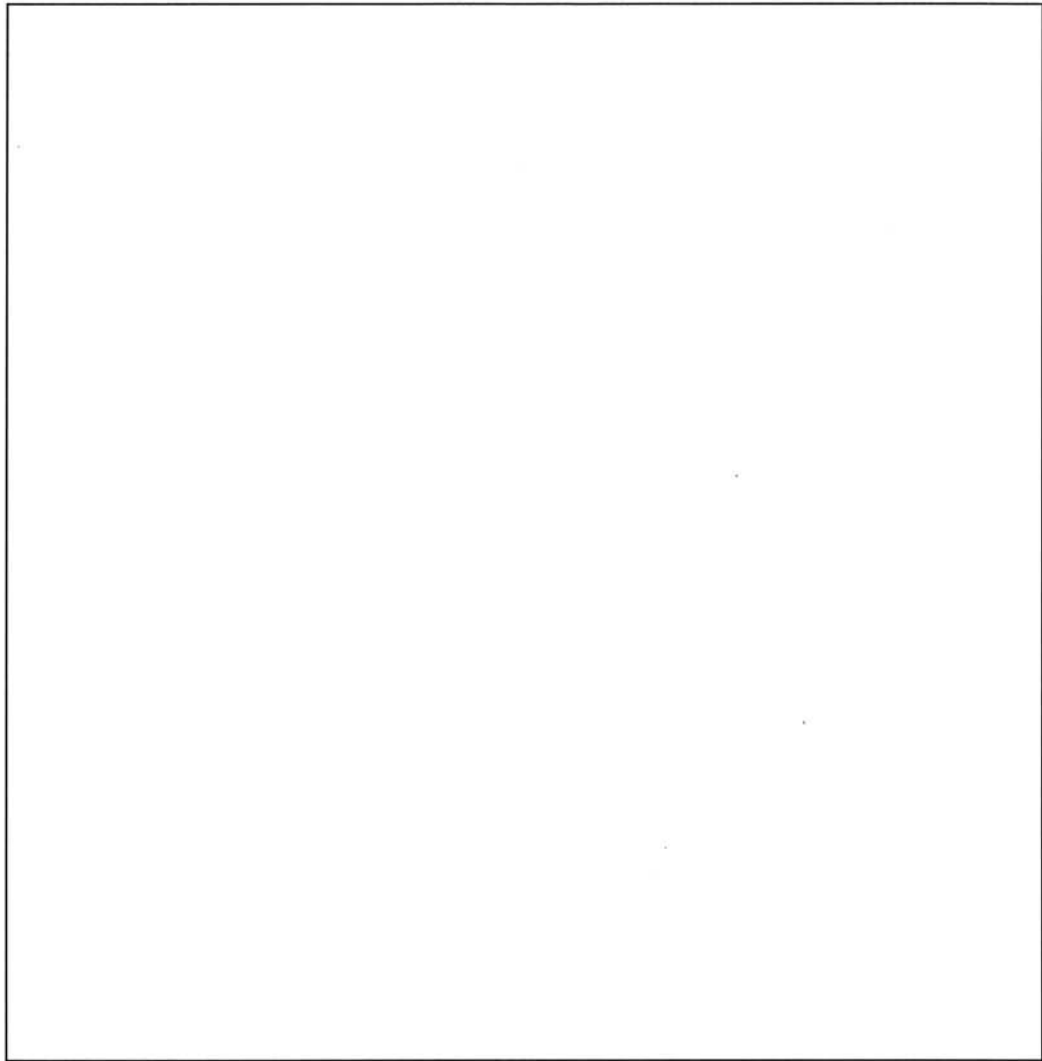
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

24. 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-被11-24-1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-被11-24-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-被11-24-2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-被11-24-3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-被 11-24-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 11-24-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 11-24-1 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 ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	Iy	Iz	Zy		
はり									JIS G3192
柱									JIS G3192
柱									計算値
その他									計算値

添説設 3-1-被 11-24-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 11-24-3 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: 燃料棒を含む。

24. 1. 2. 設計用地震力

24. 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、 $\delta = \square$ [cm]

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

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

24. 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。

24. 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。

24. 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 4. 2. 応力評価

2 4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-1 付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-被 11-24-4 表及び添説設 3-1-被 11-24-5 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-被 11-24-4 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_04								
せん断応力度	-	02_06								
曲げ応力度	-	02_70								
組合せ応力度	-	02_70								
組合せ応力	-	02_70								

添説設 3-1-被 11-24-5 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_03								
圧縮応力度	X 負	00_04								
せん断応力度	Y 正	00_08								
曲げ応力度	Y 負	02_09								
組合せ応力度	Y 負	02_09								
組合せ応力	Y 正	02_09								

2 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 3-1-1 付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-被 11-24-6 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-被 11-24-6 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_03						
せん断応力度	Y 正	00_08						
引抜力	Y 正	00_03						

25. チャンネルスタックコンベア(8)の耐震計算

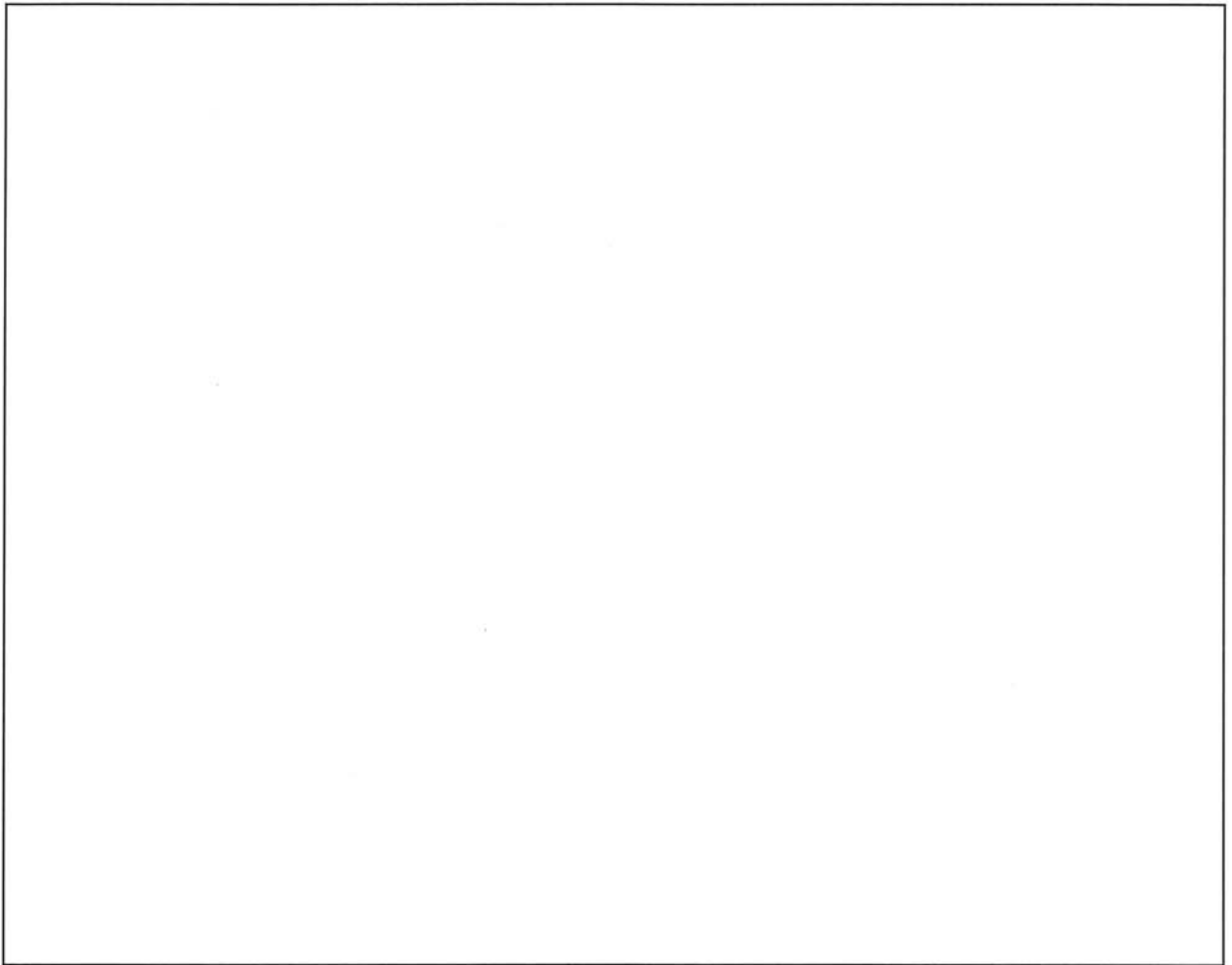
25. 1. 評価方法

チャンネルスタックコンベア(8)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。

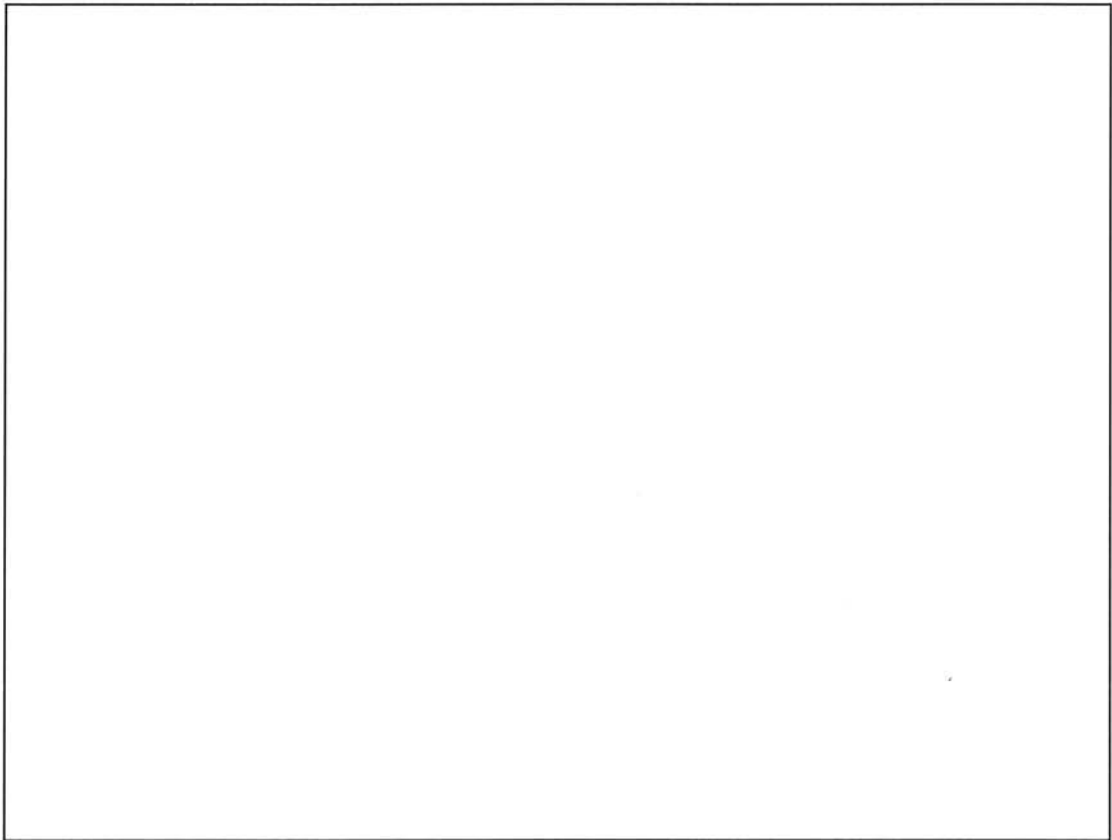
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

25. 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-被11-25-1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-被11-25-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-被11-25-2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-被11-25-3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-被 11-25-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 11-25-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 11-25-1 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 ²]	断面二次 モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二 次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										JIS G3466
柱										JIS G3466
はり										JIS G3466
柱										JIS G3466
はり										JIS G3192
はり										計算値
はり										計算値

添説設 3-1-被 11-25-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	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-被 11-25-3 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: 燃料棒を含む。

25. 1. 2. 設計用地震力

25. 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。

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

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

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

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。

25. 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。

25. 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。

25. 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。

25. 2. 応力評価

25. 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-被 11-25-4 表及び添説設 3-1-被 11-25-5 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-被 11-25-4 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_04								
圧縮応力度	—	00_09								
せん断応力度	—	02_26								
曲げ応力度	—	02_29								
組合せ応力度	—	02_17								
組合せ応力	—	02_29								

添説設 3-1-被 11-25-5 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	01_08								
圧縮応力度	Y 負	02_26								
せん断応力度	Y 負	00_07								
曲げ応力度	Y 正	02_29								
組合せ応力度	Y 正	01_03								
組合せ応力	Y 正	01_03								

25. 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-被 11-25-6 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-被 11-25-6 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_03						
せん断応力度	Y 負	00_07						
引抜力	Y 正	00_03						

26. トレイ縦送りコンベアの耐震計算

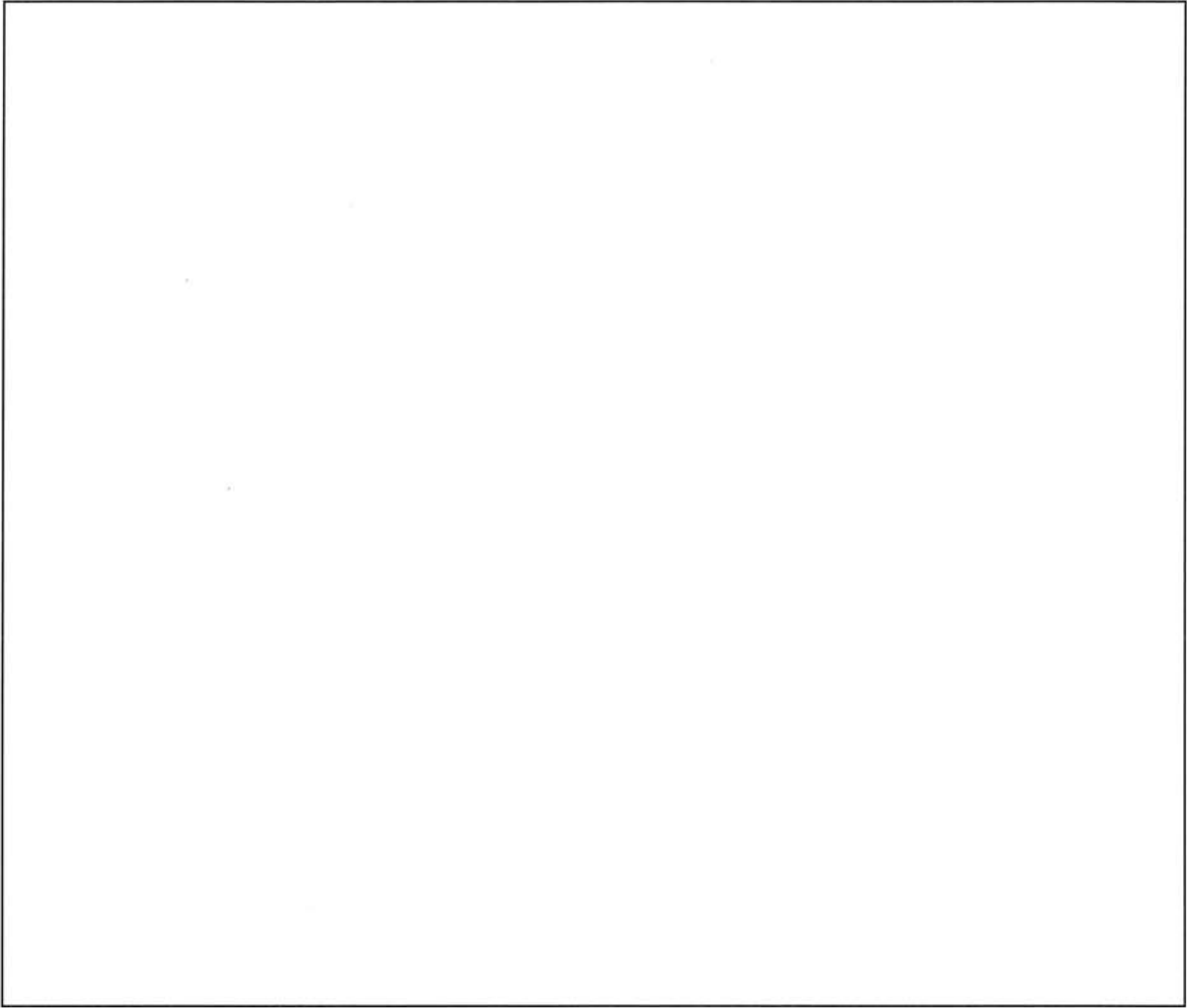
26. 1. 評価方法

トレイ縦送りコンベア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。

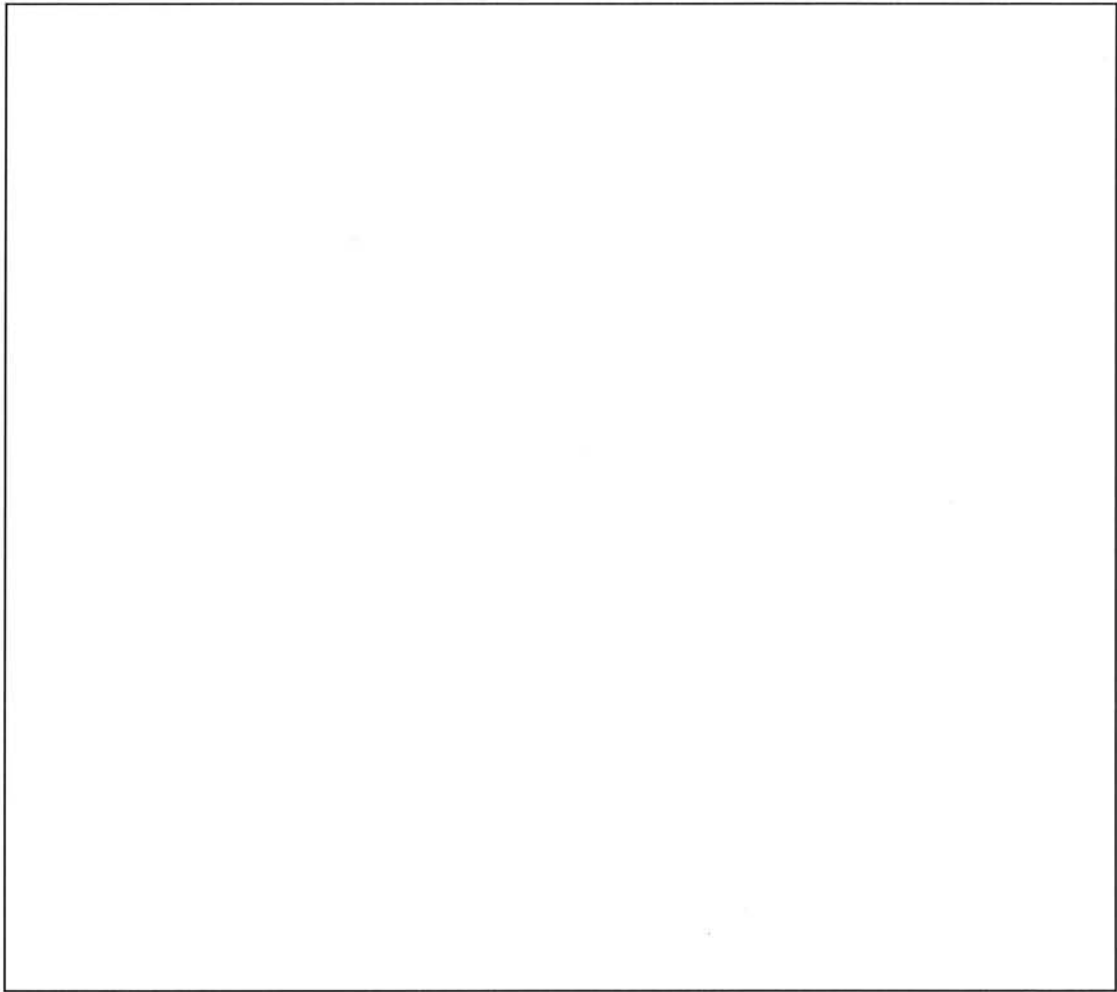
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

26. 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-被11-26-1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-被11-26-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-被11-26-2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-被11-26-3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-被 11-26-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 11-26-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 11-26-1 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										JIS G3466
柱										JIS G3466
はり										JIS G3466

添説設 3-1-被 11-26-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	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-被 11-26-3 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: 燃料棒を含む。

26. 1. 2. 設計用地震力

26. 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。

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

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

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

よって、一次固有振動数は $\boxed{}$ [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。

26. 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。

26. 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。

26. 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。

26. 2. 応力評価

26. 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-被 11-26-4 表及び添説設 3-1-被 11-26-5 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-被 11-26-4 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_04								
せん断応力度	—	01_03								
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-被 11-26-5 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	Y 正	00_11								
せん断応力度	Y 正	00_11								
曲げ応力度	Y 正	01_11								
組合せ応力度	Y 正	01_11								
組合せ応力	Y 負	01_04								

26. 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-被 11-26-6 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-被 11-26-6 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_04						
せん断応力度	Y 正	00_11						
引抜力	Y 正	00_04						

超音波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-被12-1-1表に示す。

添説設3-1-被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
超音波検査装置	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図二配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-被12-1-2表に示す。

添説設3-1-被12-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
超音波検査装置	添付図 図二設-23

2. 超音波検査装置の耐震計算

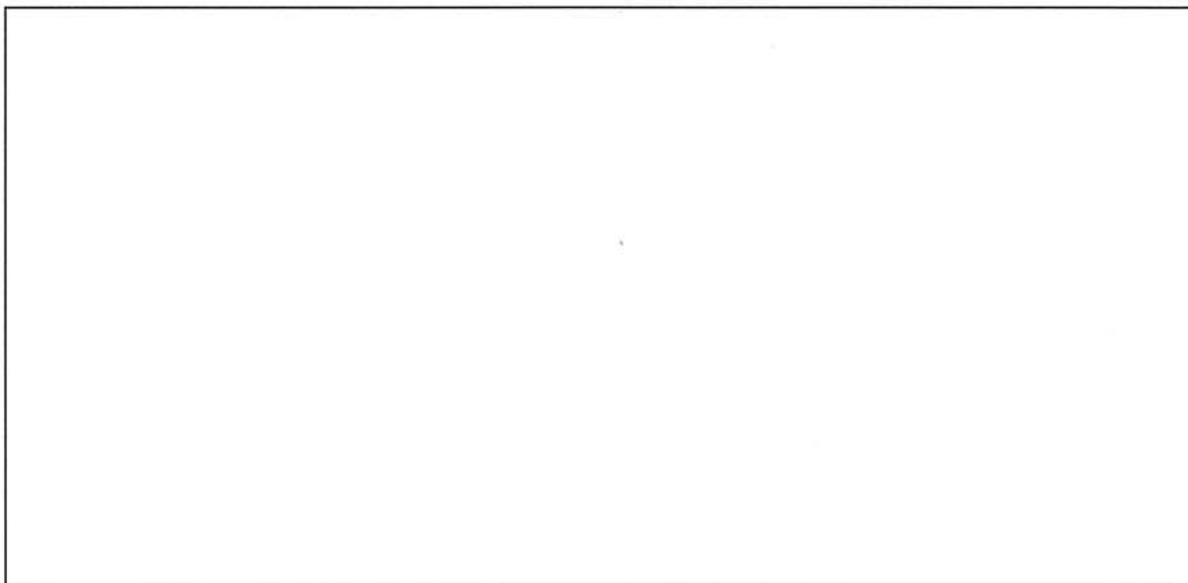
2. 1. 評価方法

超音波検査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。

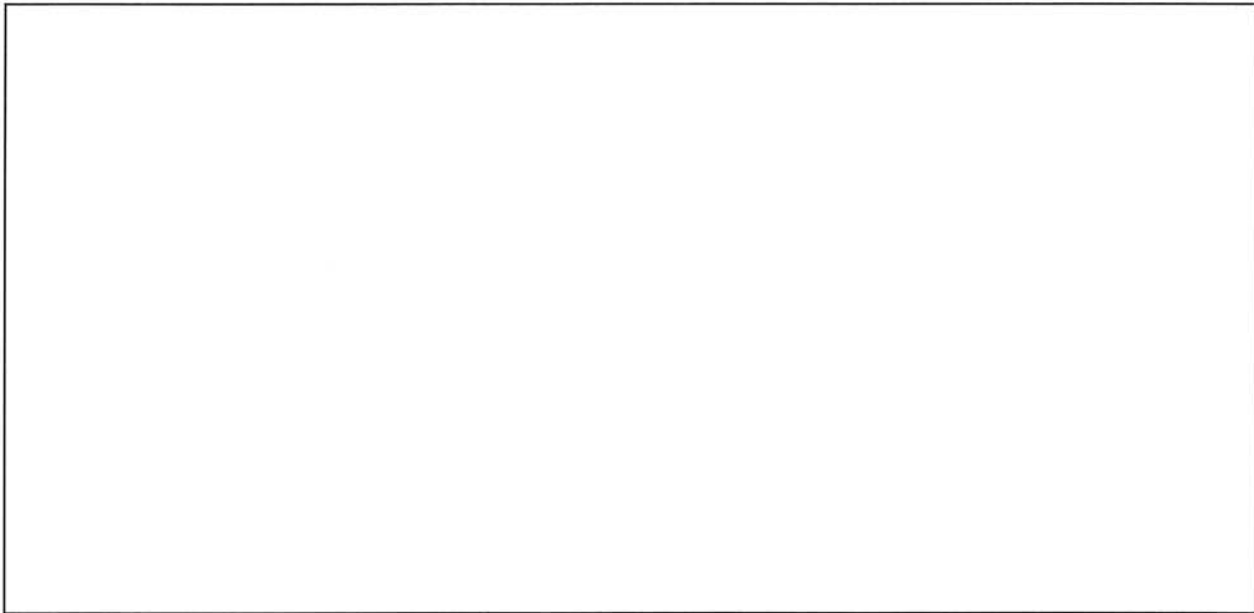
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 12-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										JIS G3192
柱										JIS G3192

添説設 3-1-被 12-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 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 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、 $\delta = \square$ [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、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—被 12—2—4 表及び添説設 3—1—被 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-被 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	—	03_18								
圧縮応力度	—	00_31								
せん断応力度	—	04_41								
曲げ応力度	—	04_41								
組合せ応力度	—	04_45								
組合せ応力	—	04_45								

添説設 3-1-被 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 負	00_41								
圧縮応力度	Y 正	00_31								
せん断応力度	Y 負	00_18								
曲げ応力度	Y 負	04_44								
組合せ応力度	Y 負	04_44								
組合せ応力	Y 負	04_44								

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-被 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-被 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	00_11						
せん断応力度	Y 負	00_31						
引抜力	Y 正	00_11						

シール X 線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-被13-1-1表に示す。

添説設3-1-被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
シールX線検査装置	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図二配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-被13-1-2表に示す。シールX線検査装置は安全機能を有する設備としてシールX線検査装置（搬送部）及びシールX線検査装置（本体）を有する。

添説設3-1-被13-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
シールX線検査装置(搬送部)、シールX線検査装置(本体)	添付図 図二設-24

2. シールX線検査装置（搬送部）の耐震計算

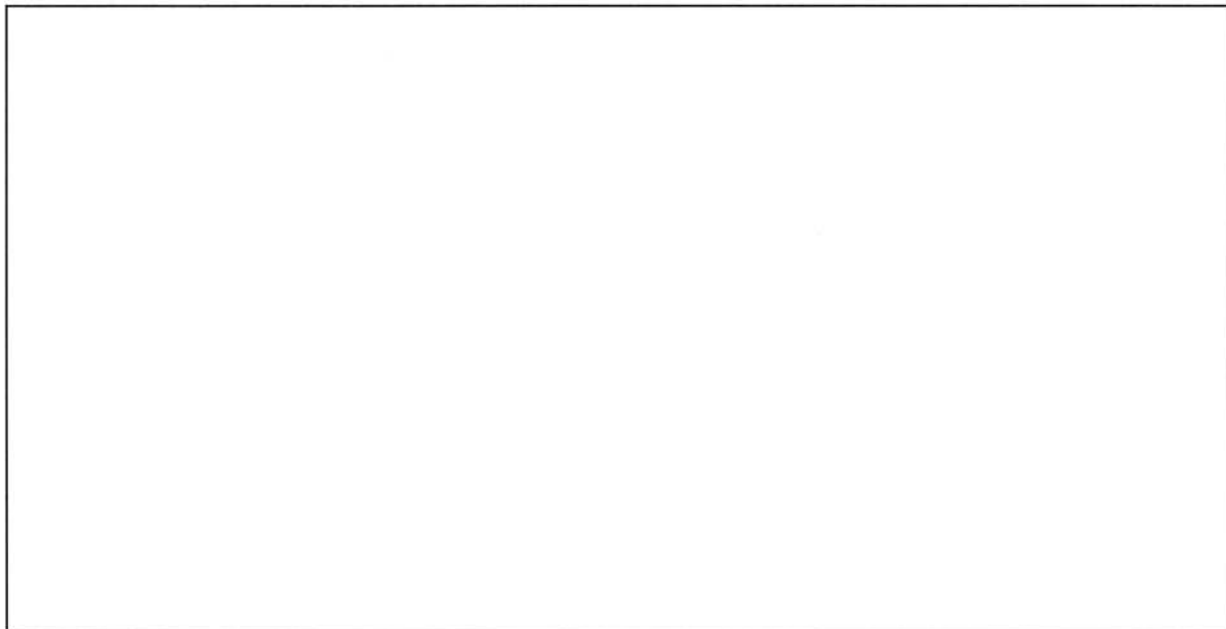
2. 1. 評価方法

シールX線検査装置（搬送部）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。

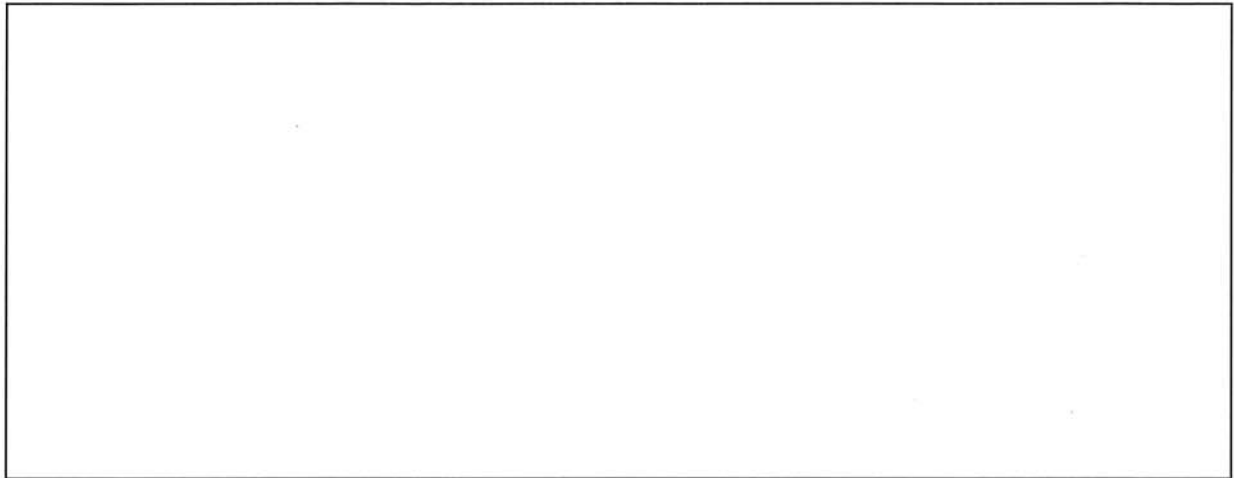
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 13-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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]	断面積 [mm ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		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-被 13-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 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 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、 $\delta = \square$ [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-被 13-2-4 表及び添説設 3-1-被 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-被 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	—	00_05								
圧縮応力度	—	00_02								
せん断応力度	—	01_01								
曲げ応力度	—	01_09								
組合せ応力度	—	01_09								
組合せ応力	—	01_09								

添説設 3-1-被 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 負	00_08								
圧縮応力度	Y 正	00_12								
せん断応力度	Y 正	03_13								
曲げ応力度	Y 正	00_18								
組合せ応力度	Y 正	00_18								
組合せ応力	Y 負	00_08								

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-被 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-被 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	Y 正	00_08						
せん断応力度	Y 正	00_12						
引抜力	Y 正	00_08						

3. シール X 線検査装置（本体）の耐震計算

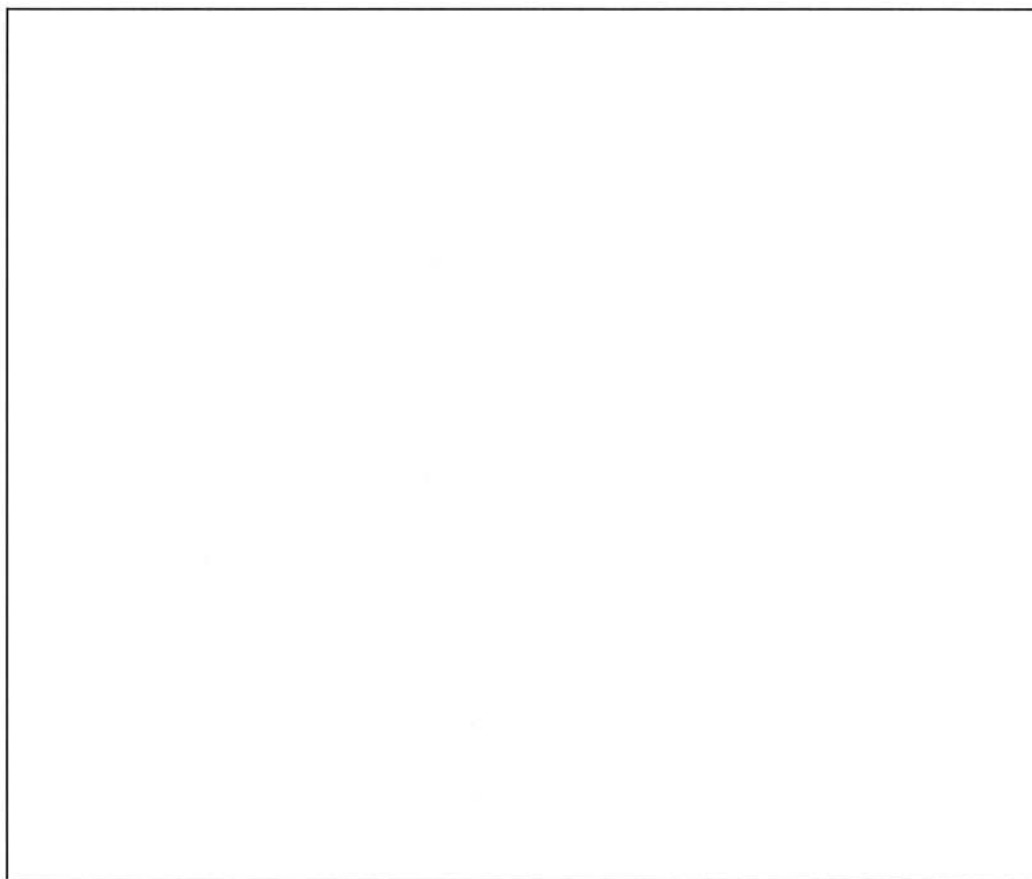
3. 1. 評価方法

シール X 線検査装置（本体）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。

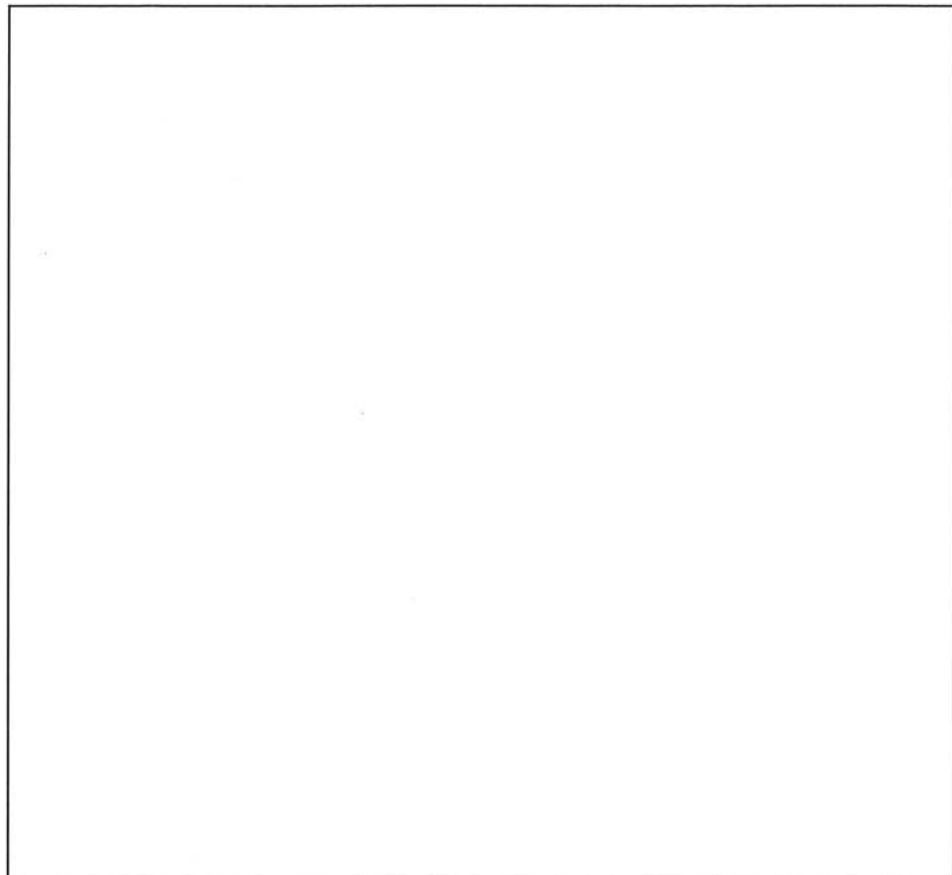
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 13-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり									JIS G3192	
柱									JIS G3192	
はり									JIS G3192	

添説設 3-1-被 13-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 13-3-3 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。

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

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

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

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。

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-被 13-3-4 表及び添説設 3-1-被 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-被 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	-	01_01								
圧縮応力度	-	00_01								
せん断応力度	-	02_03								
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-被 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	X 正	01_01								
圧縮応力度	Y 正	00_06								
せん断応力度	X 正	02_03								
曲げ応力度	X 正	02_03								
組合せ応力度	X 正	02_03								
組合せ応力	X 負	02_01								

3. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-被 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-被 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	00_03						
せん断応力度	Y 正	00_03						
引抜力	Y 正	00_03						

燃料棒全長・重量測定装置の耐震計算書

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-被14-1-1表に示す。

添説設3-1-被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
燃料棒全長・重量測定装置	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図二配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-被14-1-2表に示す。

添説設3-1-被14-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料棒全長・重量測定装置	添付図 図二設-25

2. 燃料棒全長・重量測定装置の耐震計算

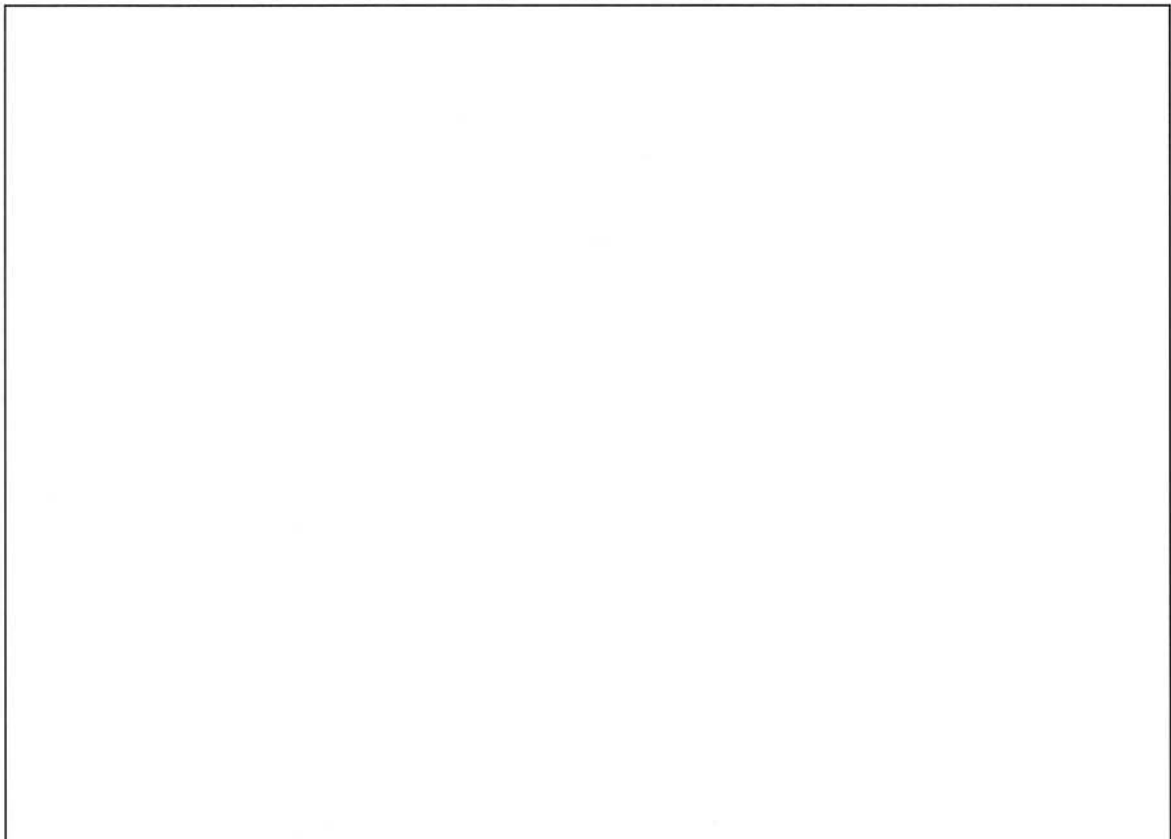
2. 1. 評価方法

燃料棒全長・重量測定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。

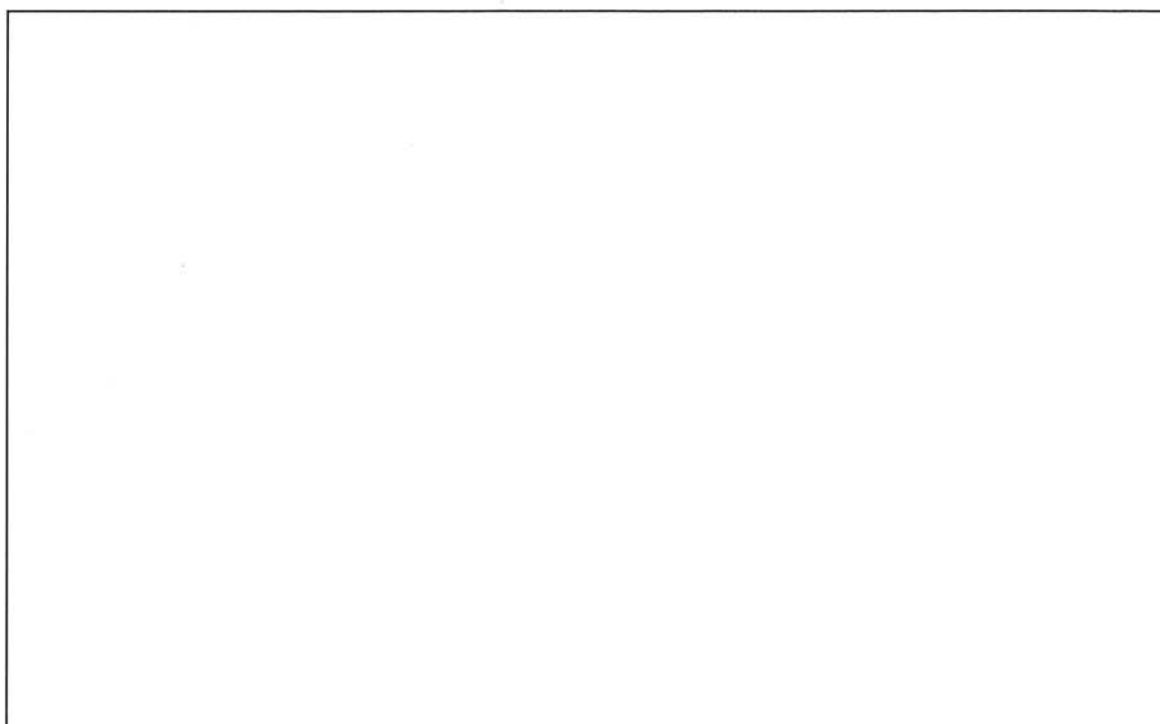
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 14-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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 ²]		断面二次モーメント [mm ⁴] × 10 ⁴		断面係数 [mm ³] × 10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I		
はり											JIS G3192
はり											JIS G3192
柱											JIS G3192
柱											JIS G3192

添説設 3-1-被 14-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 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: 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 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、 $\delta = \square$ [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、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-被 14-2-4 表及び添説設 3-1-被 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-被 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	—	11								
圧縮応力度	—	3								
せん断応力度	—	55								
曲げ応力度	—	55								
組合せ応力度	—	55								
組合せ応力	—	55								

添説設 3-1-被 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	61								
圧縮応力度	Y 正	54								
せん断応力度	Y 正	56								
曲げ応力度	Y 正	64								
組合せ応力度	Y 正	58								
組合せ応力	Y 正	58								

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-被 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-被 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	4						
せん断応力度	Y 正	4						
引抜力	Y 正	4						

渦電流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2類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-被15-1-1表に示す。

添説設3-1-被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
渦電流検査装置	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図二配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-被15-1-2表に示す。渦電流検査装置は安全機能を有する設備として燃料棒搬送装置（供給部）、燃料棒搬送装置（搬送部）及び燃料棒搬送装置（検査部）を有する。

添説設3-1-被15-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料棒搬送装置（供給部）、燃料棒搬送装置（搬送部）、燃料棒搬送装置（検査部）	添付図 図二設-26

2. 燃料棒搬送装置（供給部）の耐震計算

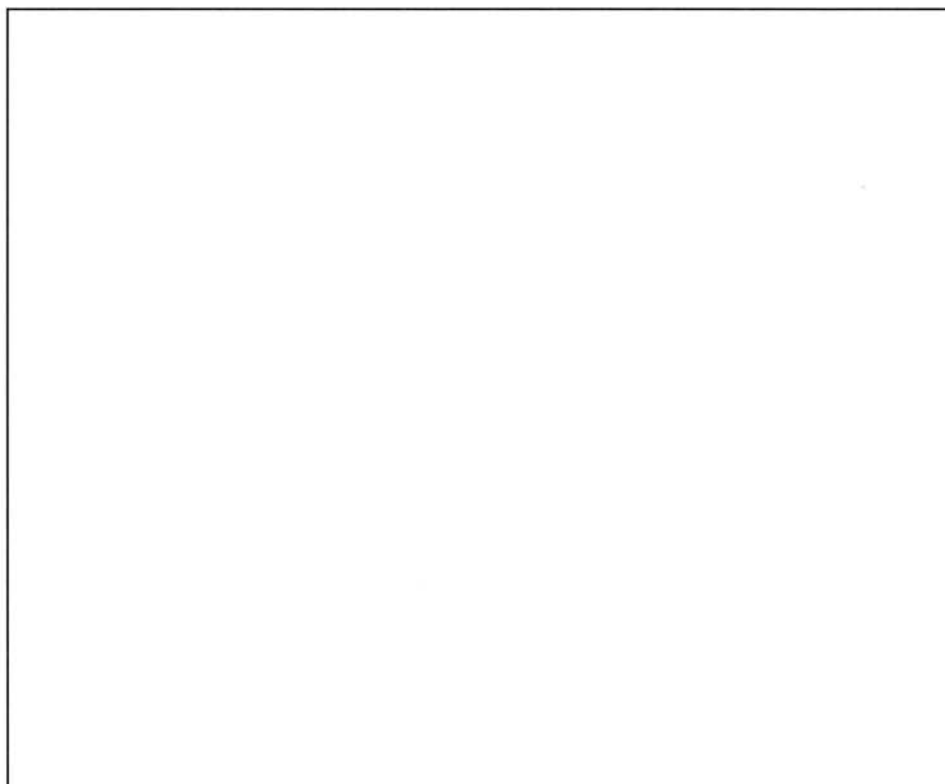
2. 1. 評価方法

燃料棒搬送装置（供給部）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。

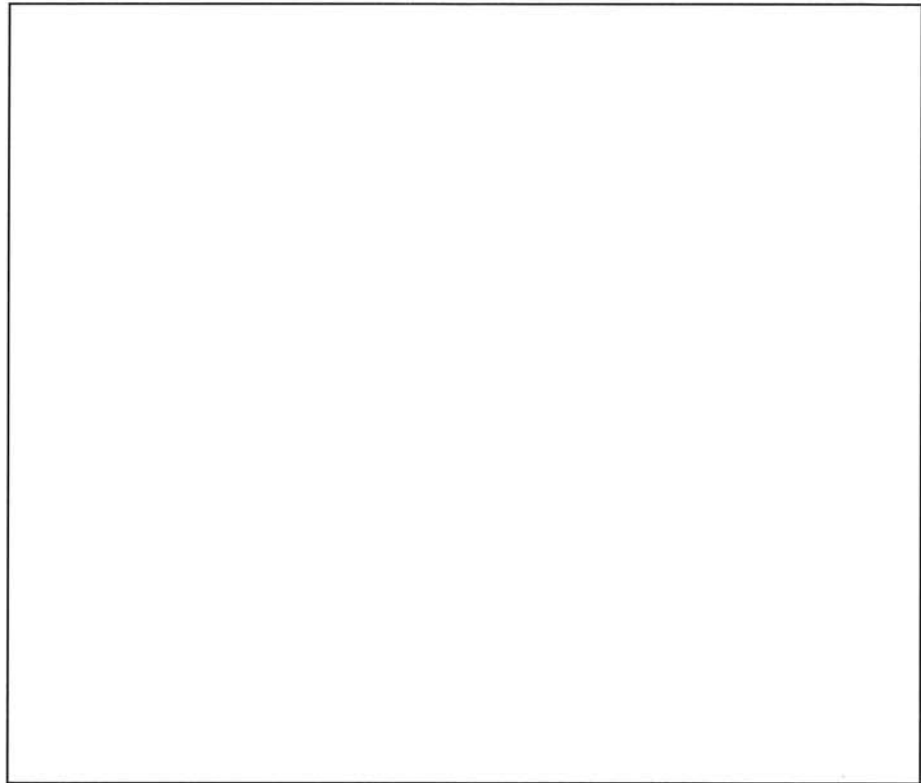
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 15-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴] $\times 10^4$		断面係数 [mm ³] $\times 10^3$		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり									JIS G3466	
柱									JIS G3466	
はり									JIS G3466	

添説設 3-1-被 15-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 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 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、 $\delta = \square$ [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、組立工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 2 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 0.6G とする。

2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

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

2. 1. 4. 許容限界

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

2. 2. 応力評価

2. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書—設 3—1—付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3—1—被 15—2—4 表及び添説設 3—1—被 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-被 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	—	01_02								
せん断応力度	—	01_04								
曲げ応力度	—	01_05								
組合せ応力度	—	01_05								
組合せ応力	—	01_05								

添説設 3-1-被 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	X 正	01_04								
圧縮応力度	Y 負	01_02								
せん断応力度	Y 正	01_04								
曲げ応力度	Y 正	01_05								
組合せ応力度	Y 正	01_05								
組合せ応力	Y 正	01_05								

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、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-被 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-被 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	—	—						
せん断応力度	Y 正	00_02						
引抜力	—	—						

3. 燃料棒搬送装置（搬送部）の耐震計算

3. 1. 評価方法

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



添説設 3-1-被 15-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 15-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 15-3-1 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 ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	Iy	Iz	Zy		
はり								JIS G3466	
柱								JIS G3466	

添説設 3-1-被 15-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 15-3-3 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: 燃料棒を含む。

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 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、 $\delta = \square$ [cm]

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

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

3. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、組立工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 2 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 0.6G とする。

3. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

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

3. 1. 4. 許容限界

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

3. 2. 応力評価

3. 2. 1. 部材

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

添説設 3-1-被 15-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [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_13								
せん断応力度	—	02_07								
曲げ応力度	—	00_13								
組合せ応力度	—	00_13								
組合せ応力	—	02_07								

添説設 3-1-被 15-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [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_07								
圧縮応力度	Y 正	00_13								
せん断応力度	X 正	00_14								
曲げ応力度	X 正	00_13								
組合せ応力度	X 正	00_13								
組合せ応力	X 正	00_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—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-被 15-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-被 15-3-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	00_12						
せん断応力度	Y 正	00_07						
引抜力	X 正	00_12						

4. 燃料棒搬送装置（検査部）の耐震計算

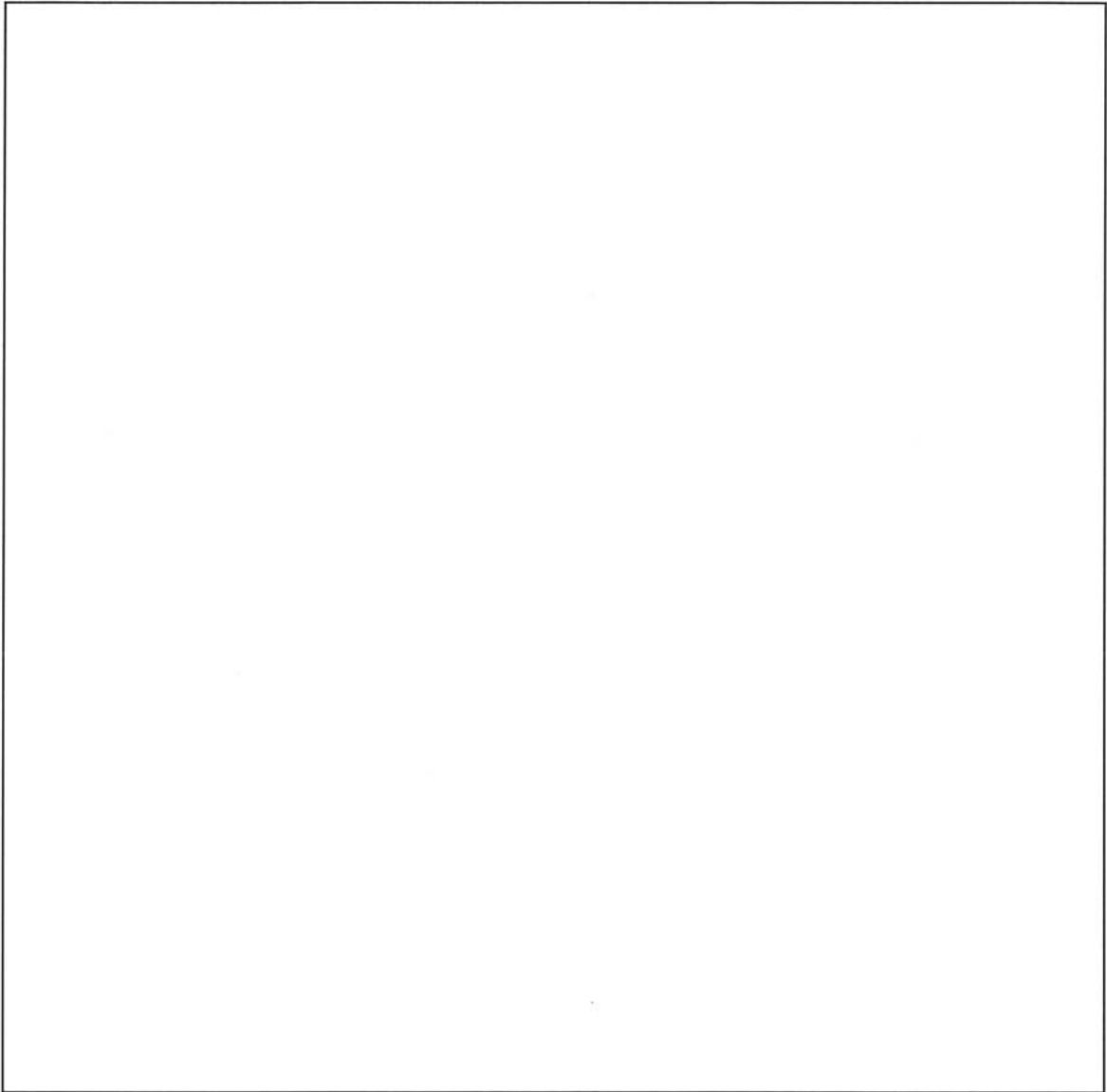
4. 1. 評価方法

燃料棒搬送装置（検査部）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。

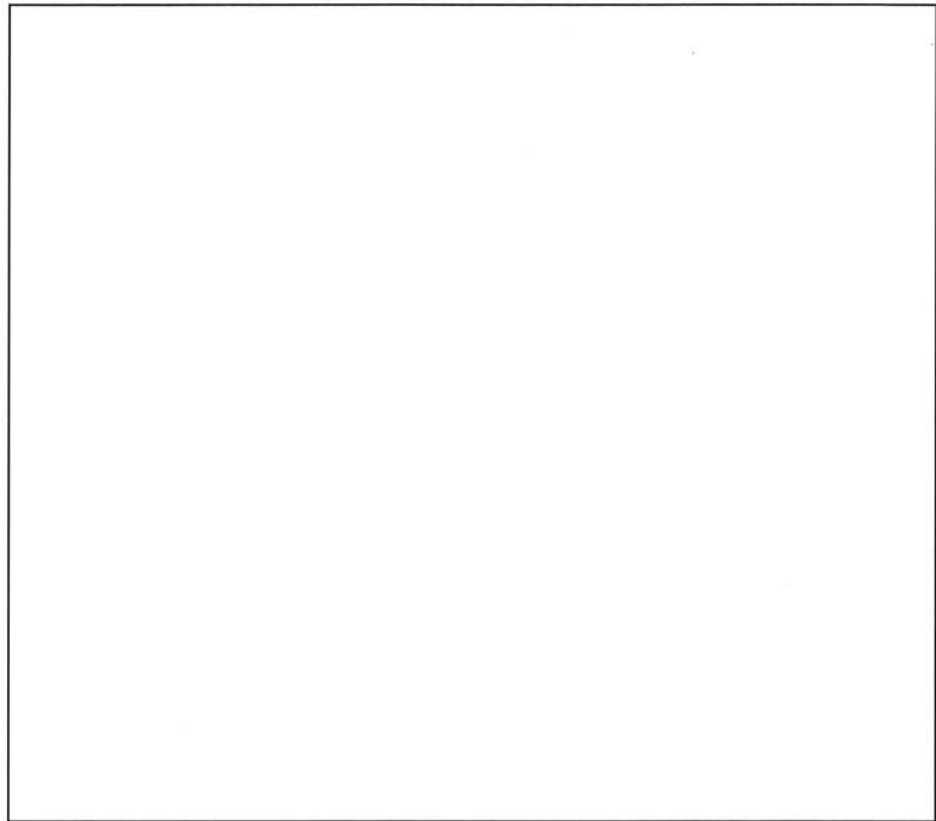
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 15-4-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 15-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 15-4-1 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 ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	Iy	Iz	Zy		
はり								JIS G3466	
柱								JIS G3466	

添説設 3-1-被 15-4-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 15-4-3 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: 燃料棒を含む。

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 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 \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、組立工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 2 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 0.6G とする。

4. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

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

4. 1. 4. 許容限界

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

4. 2. 応力評価

4. 2. 1. 部材

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

添説設 3-1-被 15-4-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [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_08								
圧縮応力度	—	01_10								
せん断応力度	—	02_12								
曲げ応力度	—	02_09								
組合せ応力度	—	02_09								
組合せ応力	—	02_09								

添説設 3-1-被 15-4-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [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_09								
圧縮応力度	X 正	00_10								
せん断応力度	X 負	01_09								
曲げ応力度	X 負	01_10								
組合せ応力度	X 正	01_10								
組合せ応力	X 負	01_10								

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-被 15-4-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-被 15-4-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [N]	Py [N]	Pz [N]	評価値	許容限界	検定比 [—]
引張応力度	X 正	00_09						
せん断応力度	X 負	00_10						
引抜力	X 正	00_09						

γ線走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2類である。

1. 2. 設置位置

設置位置を添説設3-1-被16-1-1表に示す。

添説設3-1-被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
γ線走査装置	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図二配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-被16-1-2表に示す。

添説設3-1-被16-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
γ線走査装置	添付図 図二設-27

2. γ 線走査装置の耐震計算

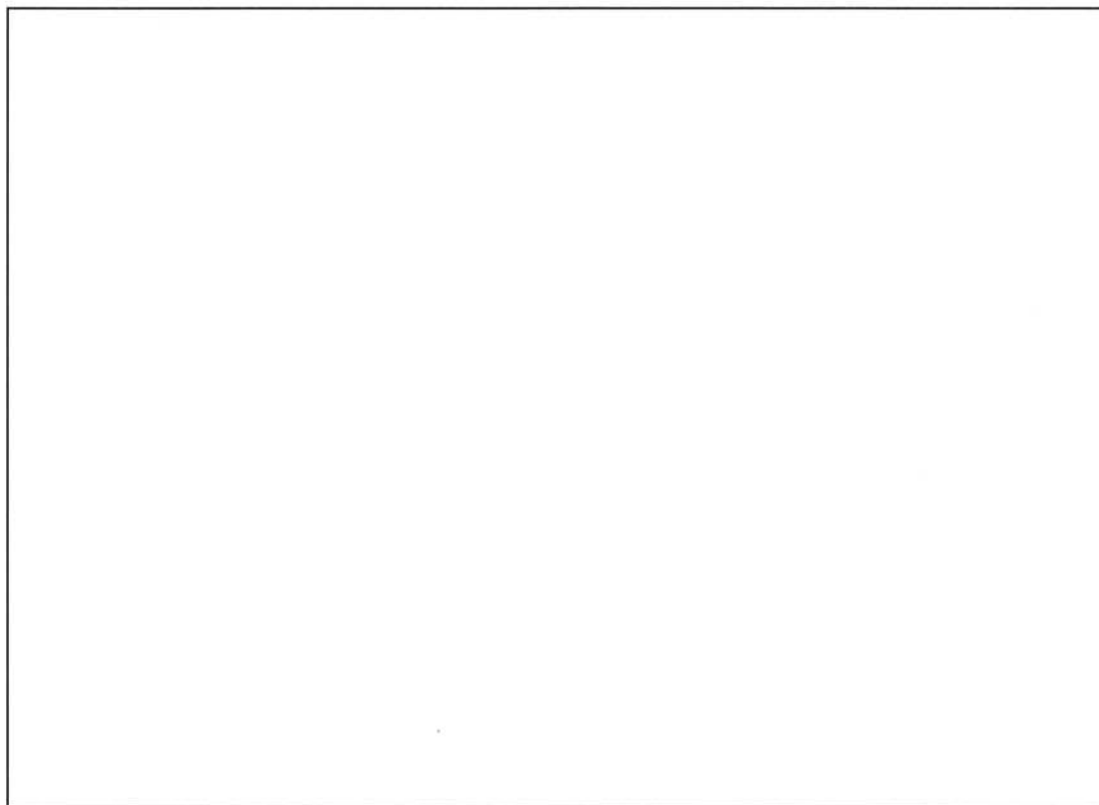
2. 1. 評価方法

γ 線走査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。

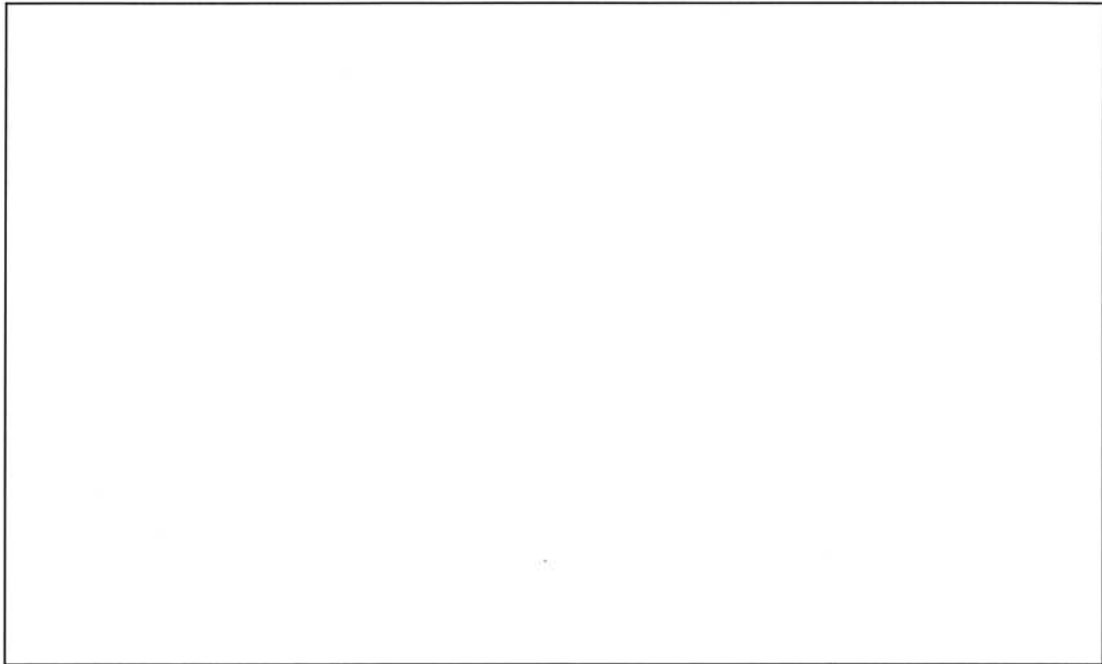
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 16-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										計算値
柱										計算値
はり										計算値

添説設 3-1-被 16-2-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	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-被 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: 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 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、 $\delta = \square$ [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、組立工場 1 階に設置しており、耐震重要度分類第 2 類であることから、設計用地震力は静的地震力の 0.6G とする。

2. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

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

2. 1. 4. 許容限界

耐震評価で使用する許容限界を設定する。部材及び据付ボルトの許容限界を添付説明書一設 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-被 16-2-4 表及び添説設 3-1-被 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-被 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	—	2								
圧縮応力度	—	3								
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-被 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	X 正	2								
圧縮応力度	X 正	6								
せん断応力度	X 正	5								
曲げ応力度	X 正	9								
組合せ応力度	X 正	9								
組合せ応力	X 負	3								

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-被 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-被 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	—	—						
せん断応力度	X 正	7						
引抜力	—	—						

ヘリウムリーク試験装置の耐震計算書

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-被17-1-1表に示す。

添説設3-1-被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
ヘリウムリーク試験装置	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図二配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-被17-1-2表に示す。

添説設3-1-被17-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
ヘリウムリーク試験装置	添付図 図二設-28

2. ヘリウムリーク試験装置の耐震計算

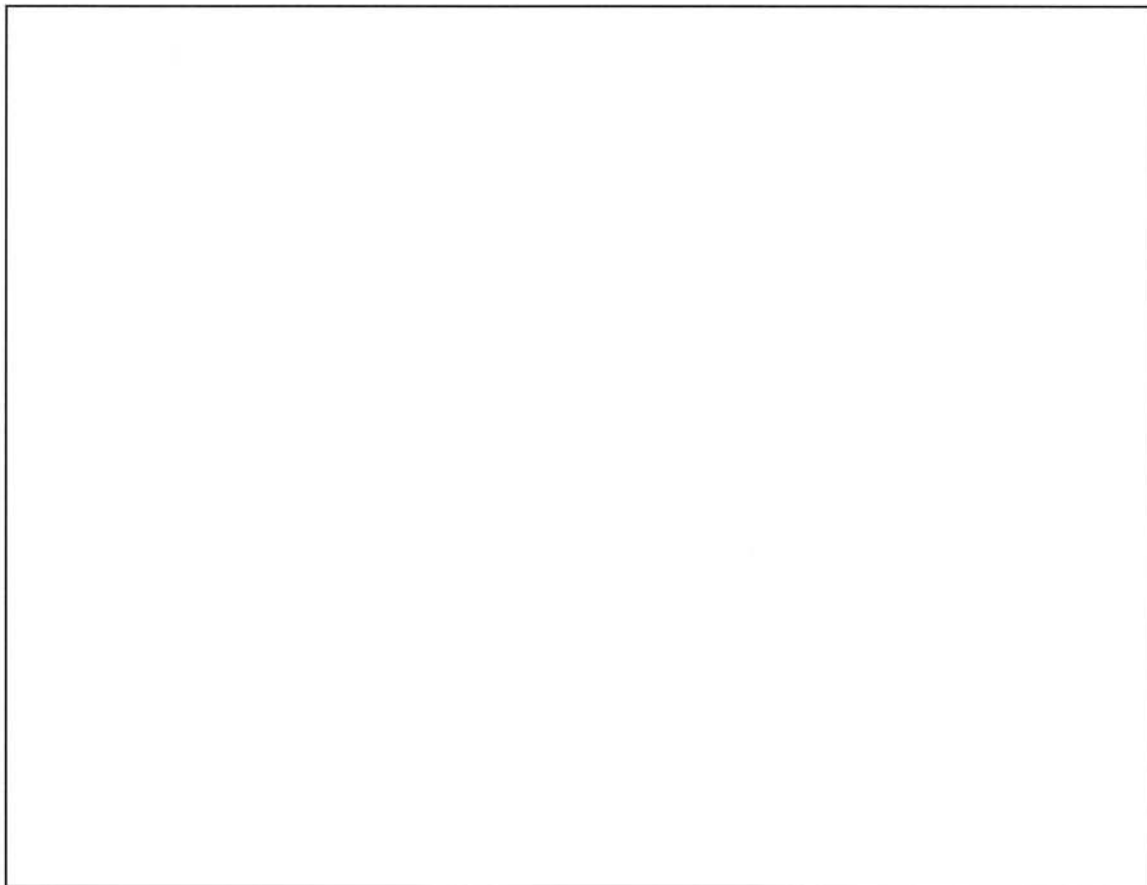
2. 1. 評価方法

ヘリウムリーク試験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。

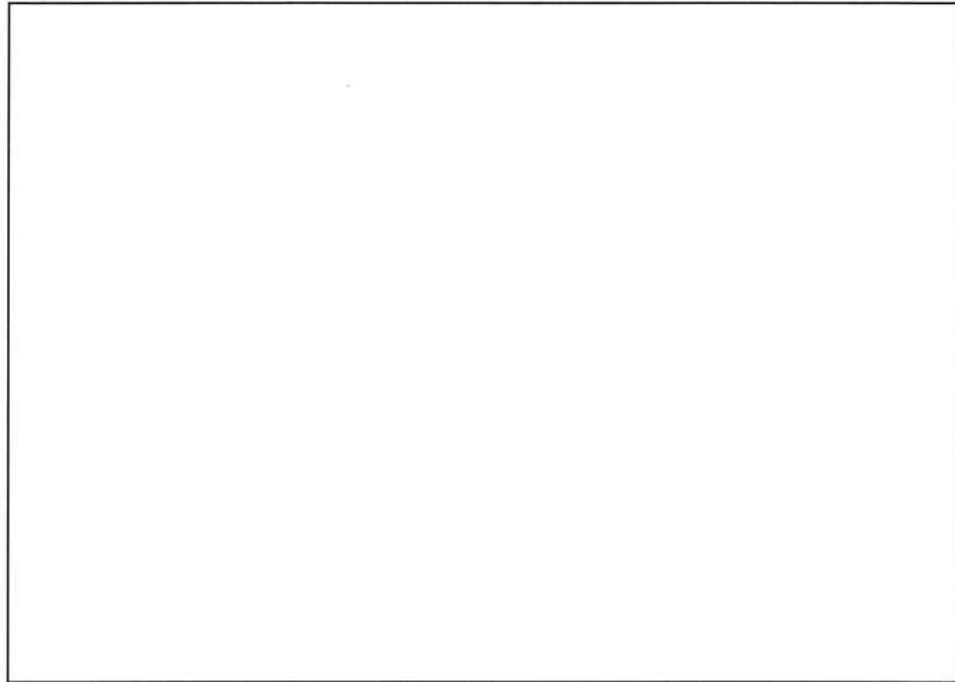
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 17-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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 ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y		
はり									JIS G3192
はり									JIS G3192
柱									JIS G3192
柱									JIS G3192
柱									JIS G3192

添説設 3-1-被 17-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 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: 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 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、 $\delta = \square$ [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、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-被 17-2-4 表及び添説設 3-1-被 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-被 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	-	00_101								
圧縮応力度	-	00_101								
せん断応力度	-	01_101								
曲げ応力度	-	01_10								
組合せ応力度	-	01_10								
組合せ応力	-	01_10								

添説設 3-1-被 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	00_03								
圧縮応力度	X 負	00_03								
せん断応力度	X 正	2								
曲げ応力度	X 正	00_12								
組合せ応力度	X 正	00_12								
組合せ応力	X 正	00_12								

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-被 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-被 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	1						
せん断応力度	X 正	2						
引抜力	Y 正	1						

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-被18-1-1表に示す。

添説設3-1-被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
定盤	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図二配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-被18-1-2表に示す。定盤は安全機能を有する設備として燃料棒検査定盤、チャンネル搬送部、燃料棒立会検査定盤、チャンネルコンベア(1)及びチャンネルコンベア(2)を有する。

添説設3-1-被18-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料棒検査定盤、チャンネル搬送部	添付図 図二設-29
燃料棒立会検査定盤、チャンネルコンベア(1)、チャンネルコンベア(2)	添付図 図二設-30

2. 燃料棒検査定盤の耐震計算

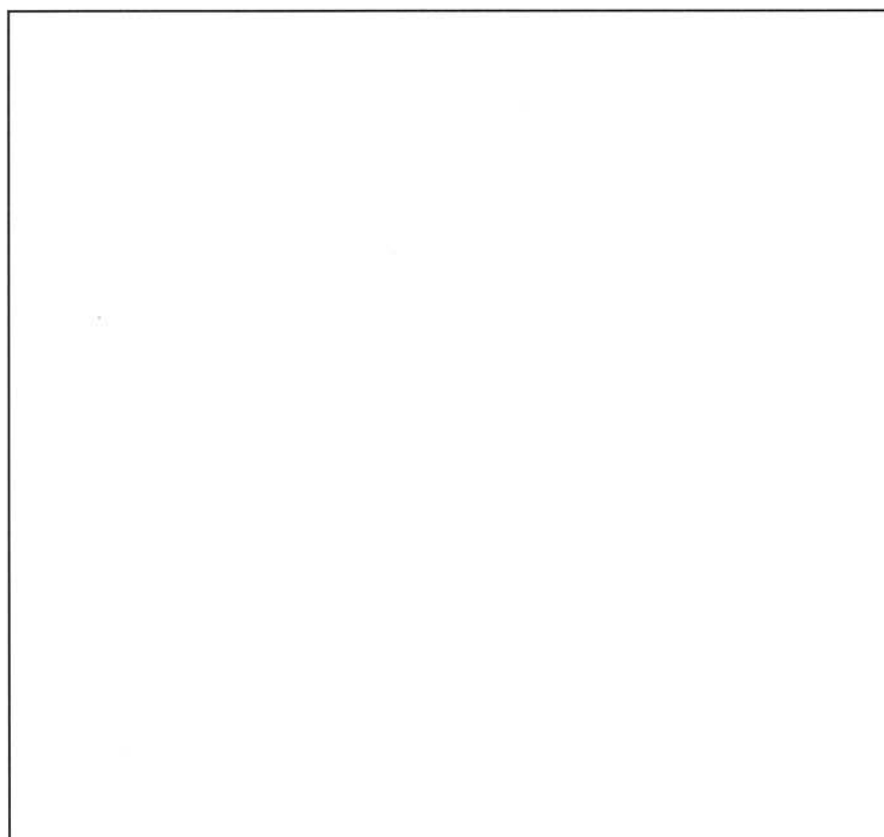
2. 1. 評価方法

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

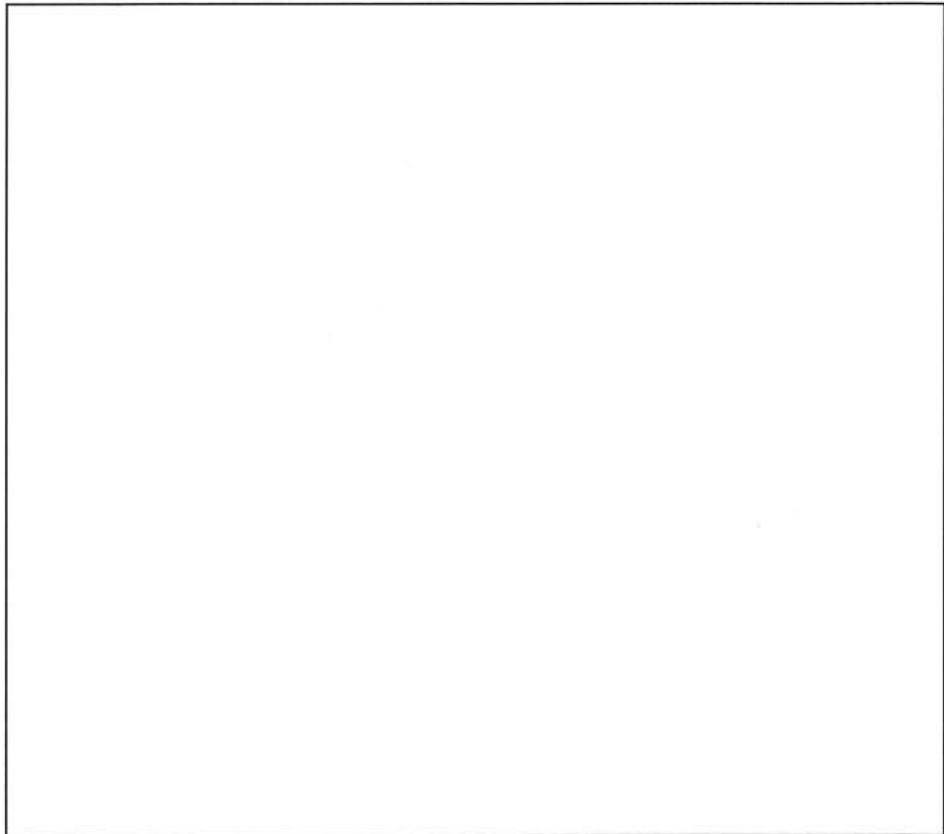
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 18-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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]	断面二次モーメント [mm ⁴] × 10 ⁴		断面係数 [mm ³] × 10 ³		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-被 18-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 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: 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 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、 $\delta = \square$ [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、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-被 18-2-4 表及び添説設 3-1-被 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-被 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	-	-								
圧縮応力度	-	00_05								
せん断応力度	-	01_05								
曲げ応力度	-	01_07								
組合せ応力度	-	01_07								
組合せ応力	-	01_07								

添説設 3-1-被 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	01_08								
圧縮応力度	X 正	01_07								
せん断応力度	Y 負	01_05								
曲げ応力度	X 正	01_07								
組合せ応力度	X 正	01_07								
組合せ応力	X 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-被 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-被 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	00_11						
せん断応力度	X 正	00_02						
引抜力	X 正	00_11						

3. チャンネル搬送部の耐震計算

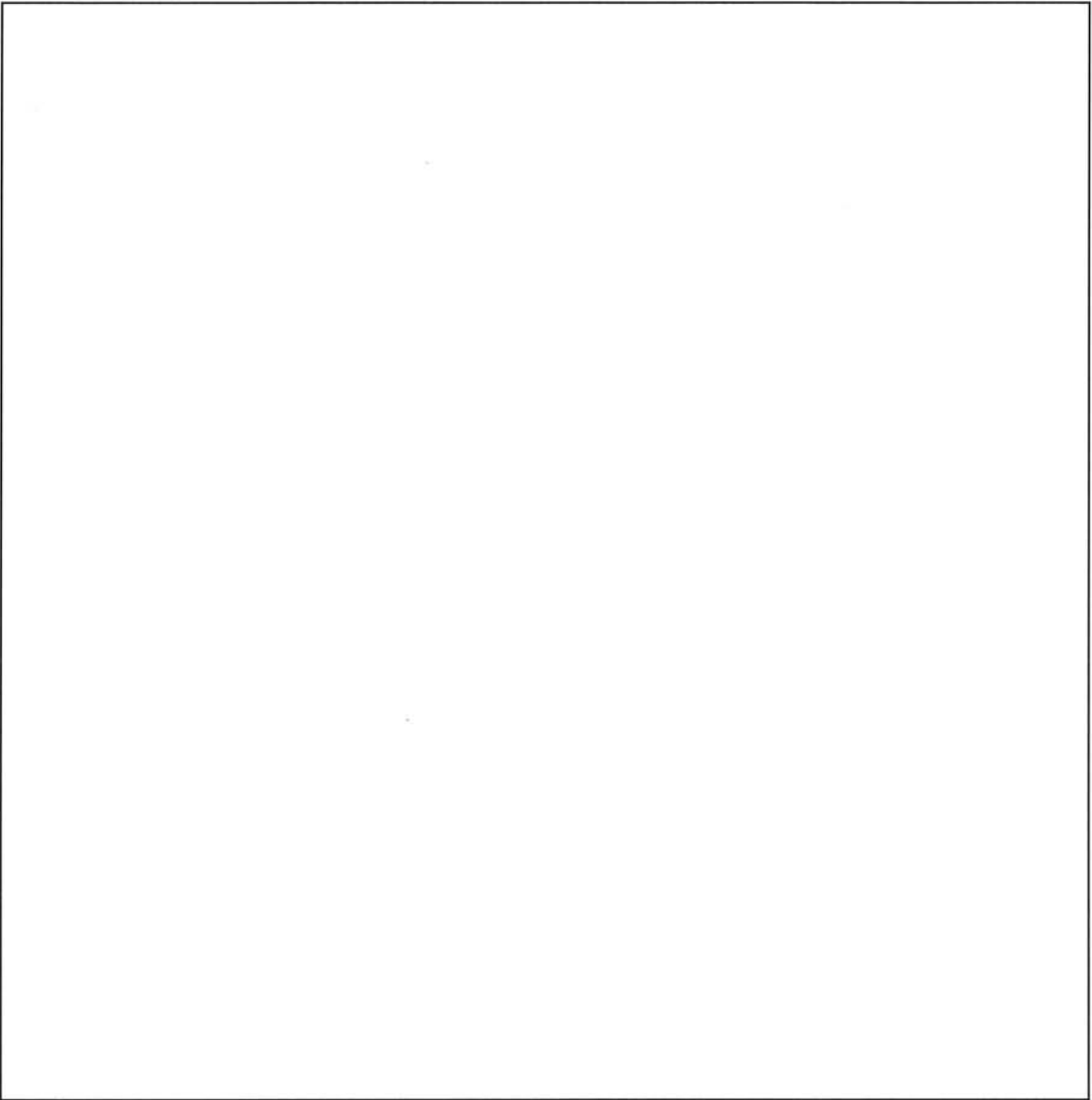
3. 1. 評価方法

チャンネル搬送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。

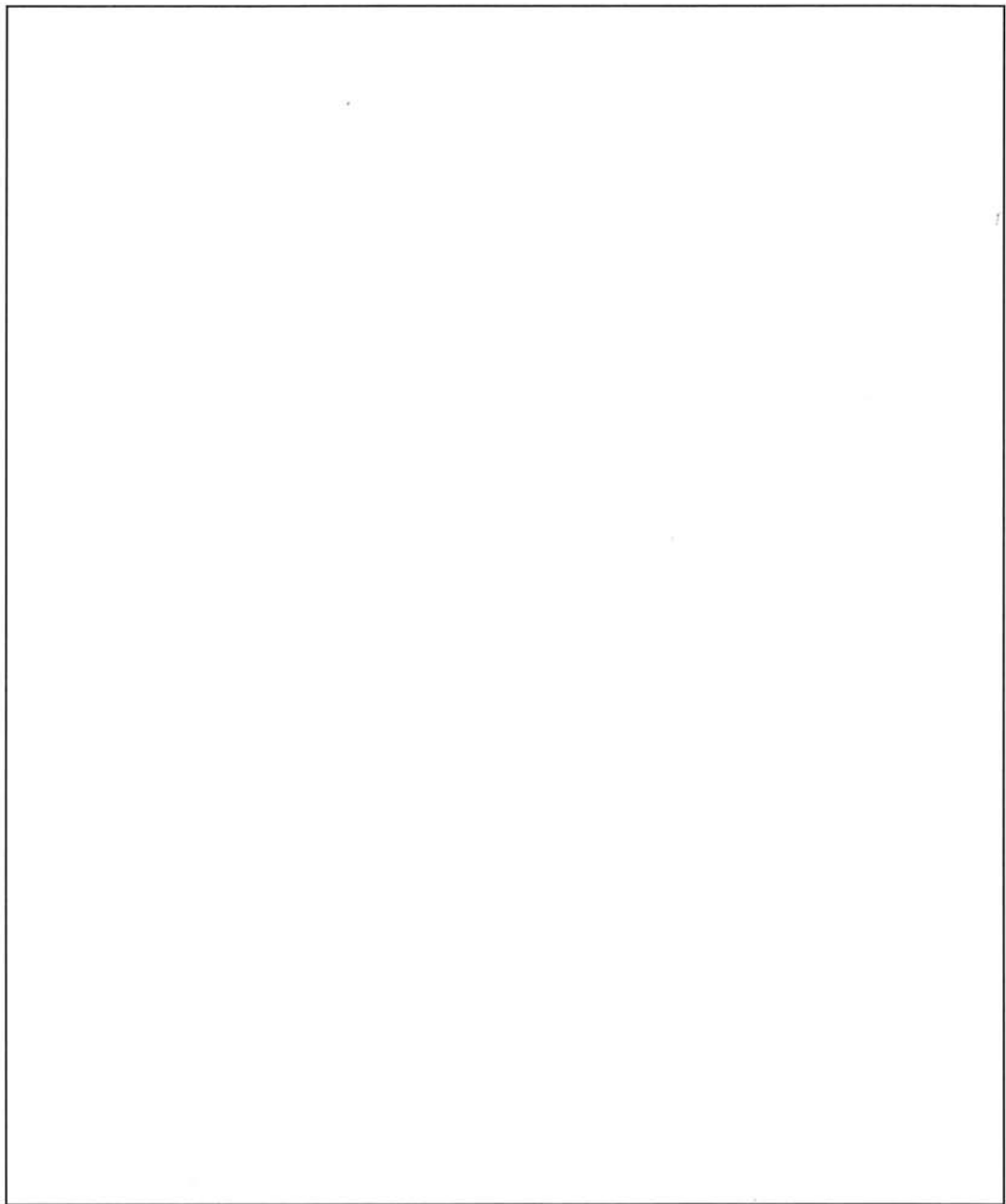
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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-被 18-3-1 図に示す。溶接構造などの接合部は、剛接合としている。構造解析モデルで使用した部材の断面性能を添説設 3-1-被 18-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-被 18-3-2 表に示す。柱、はりに作用させる主な長期荷重は添説設 3-1-被 18-3-3 表の通りとする。なお、長期荷重の固定荷重、積載荷重がかかる方向は鉛直方向であるが、地震力は長期時の荷重を水平方向に変換した荷重とする。



添説設 3-1-被 18-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 18-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 18-3-1 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 ²]	断面二次 モーメント [mm ⁴] $\times 10^4$		断面係数 [mm ³] $\times 10^3$		断面二 次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり									JIS G3466	
柱									JIS G3466	
その他									JIS G3466	
はり									計算値	

添説設 3-1-被 18-3-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	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-被 18-3-3 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: 燃料棒を含む。

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 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。

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

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

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

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-被 18-3-4 表及び添説設 3-1-被 18-3-5 表に示す。評価結果より、部材は設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-被 18-3-4 表 部材の評価結果（長期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [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	—	08_10								
圧縮応力度	—	10_01								
せん断応力度	—	08_12								
曲げ応力度	—	08_12								
組合せ応力度	—	08_12								
組合せ応力	—	08_12								

添説設 3-1-被 18-3-5 表 部材の評価結果（短期）

評価対象	地震方向	節点番号	N [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	08_10								
圧縮応力度	X 正	10_05								
せん断応力度	Y 正	08_16								
曲げ応力度	X 正	08_20								
組合せ応力度	X 正	08_20								
組合せ応力	X 正	08_20								

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-被 18-3-6 表に示す。評価結果より、据付ボルトは設計用地震力に対して、許容限界を満足することを確認した。

添説設 3-1-被 18-3-6 表 据付ボルトの評価結果

評価対象	地震方向	節点番号	Px [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 負	00_03						
引抜力	X 正	00_01						

4. 燃料棒立会検査定盤の耐震計算

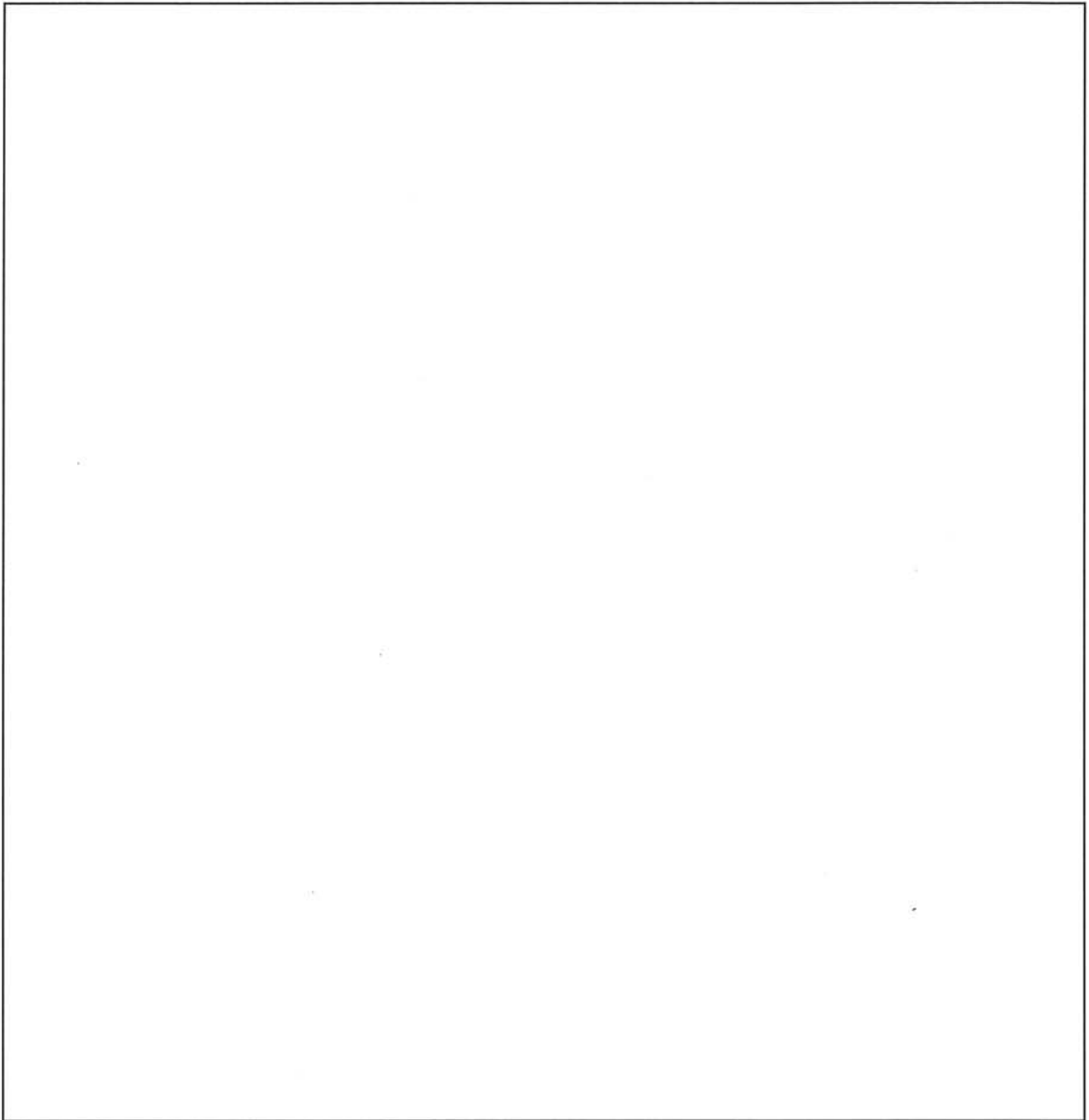
4. 1. 評価方法

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

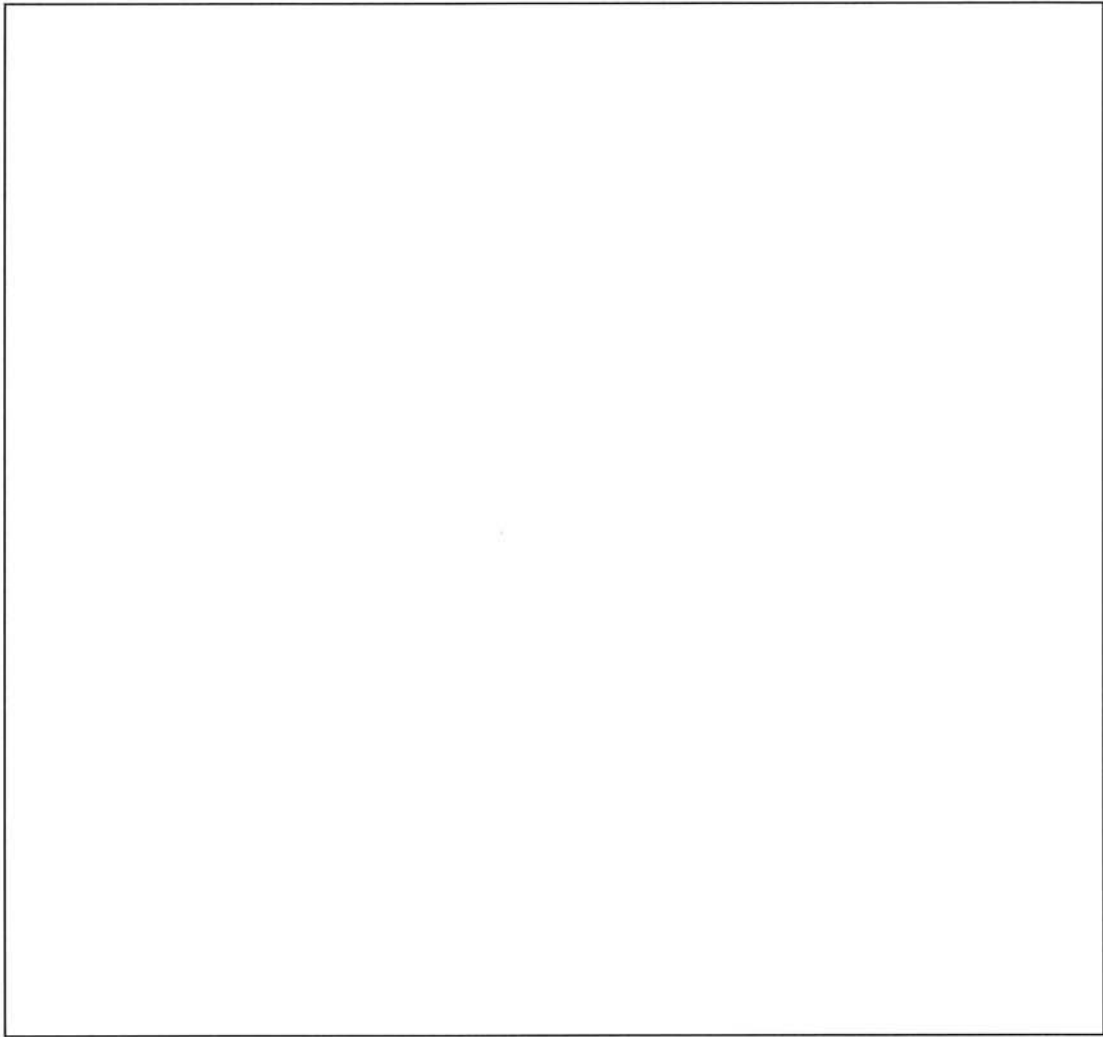
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

4. 1. 1. 構造解析モデル

はり要素3次元構造解析モデルを添説設3-1-被18-4-1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-被18-4-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-被18-4-2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-被18-4-3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-被 18-4-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 18-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 18-4-1 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										JIS G3192
柱										JIS G3192
はり										JIS G3466

添説設 3-1-被 18-4-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	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-被 18-4-3 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: 燃料棒を含む。

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 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、 $\delta = \square$ [cm]

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

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

4. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、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-被 18-4-4 表及び添説設 3-1-被 18-4-5 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-被 18-4-4 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	—	01_04								
圧縮応力度	—	00_05								
せん断応力度	—	00_05								
曲げ応力度	—	02_06								
組合せ応力度	—	01_05								
組合せ応力	—	01_05								

添説設 3-1-被 18-4-5 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	02_12								
圧縮応力度	X 負	00_01								
せん断応力度	Y 正	02_20								
曲げ応力度	X 正	02_04								
組合せ応力度	X 正	02_04								
組合せ応力	X 正	02_04								

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-被 18-4-6 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-被 18-4-6 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	00_01						
せん断応力度	Y 正	00_04						
引抜力	X 正	00_01						

5. チャンネルコンベア(1)の耐震計算

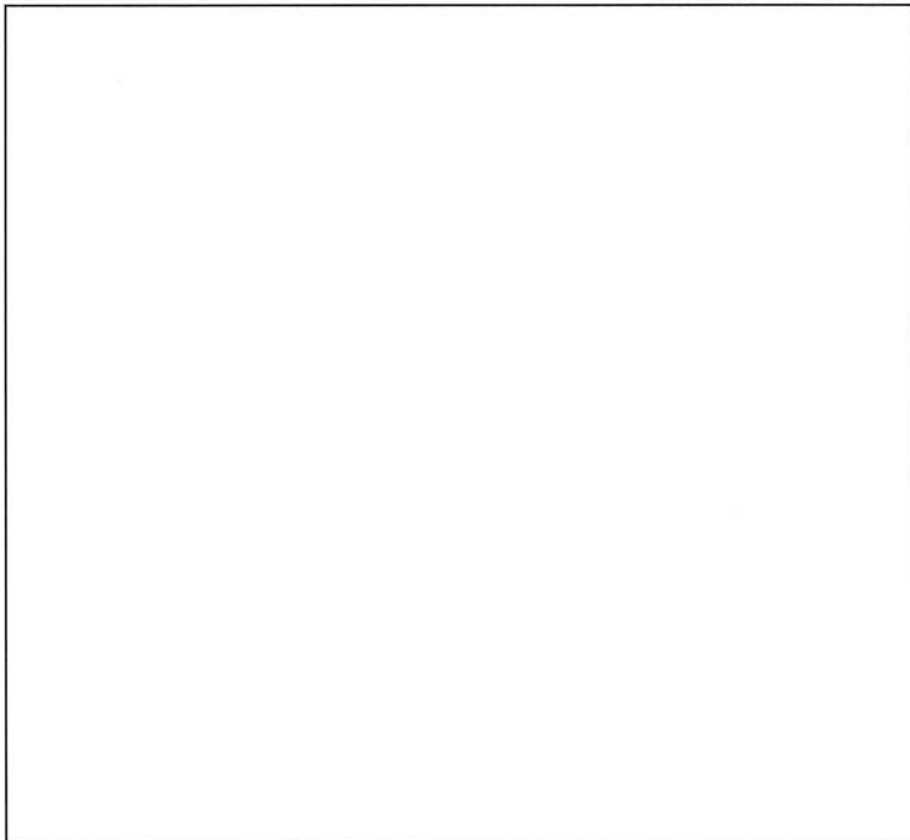
5. 1. 評価方法

チャンネルコンベア(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。

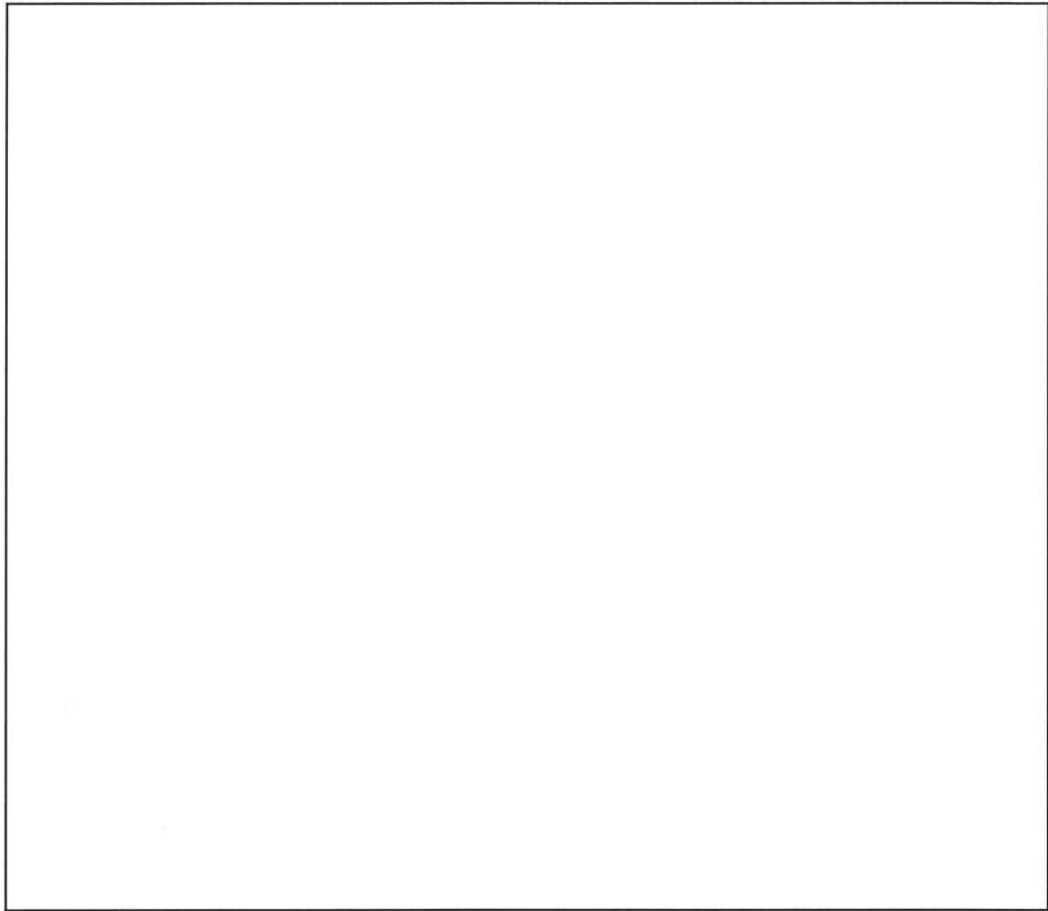
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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-被18-5-1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-被18-5-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-被18-5-2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-被18-5-3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-被18-5-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 18-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 18-5-1 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり									JIS G3192	
柱									JIS G3192	

添説設 3-1-被 18-5-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 18-5-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*1

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

*2: 燃料棒を含む。

5. 1. 2. 設計用地震力

5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

一次固有振動数の算出は、構造解析モデルの重量を水平に作用させた場合の頂部の変形量 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、 $\delta = \square$ [cm]

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

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

5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、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。

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-被18-5-4表及び添説設3-1-被18-5-5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-被 18-5-4 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	—	01_01								
圧縮応力度	—	00_03								
せん断応力度	—	02_03								
曲げ応力度	—	02_03								
組合せ応力度	—	02_03								
組合せ応力	—	02_03								

添説設 3-1-被 18-5-5 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	X 正	01_03								
圧縮応力度	X 正	00_04								
せん断応力度	X 正	01_04								
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 負	01_03								

5. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、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-被 18-5-6 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-被 18-5-6 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	X 正	00_03						
せん断応力度	Y 正	00_05						
引抜力	X 正	00_03						

6. チャンネルコンベア(2)の耐震計算

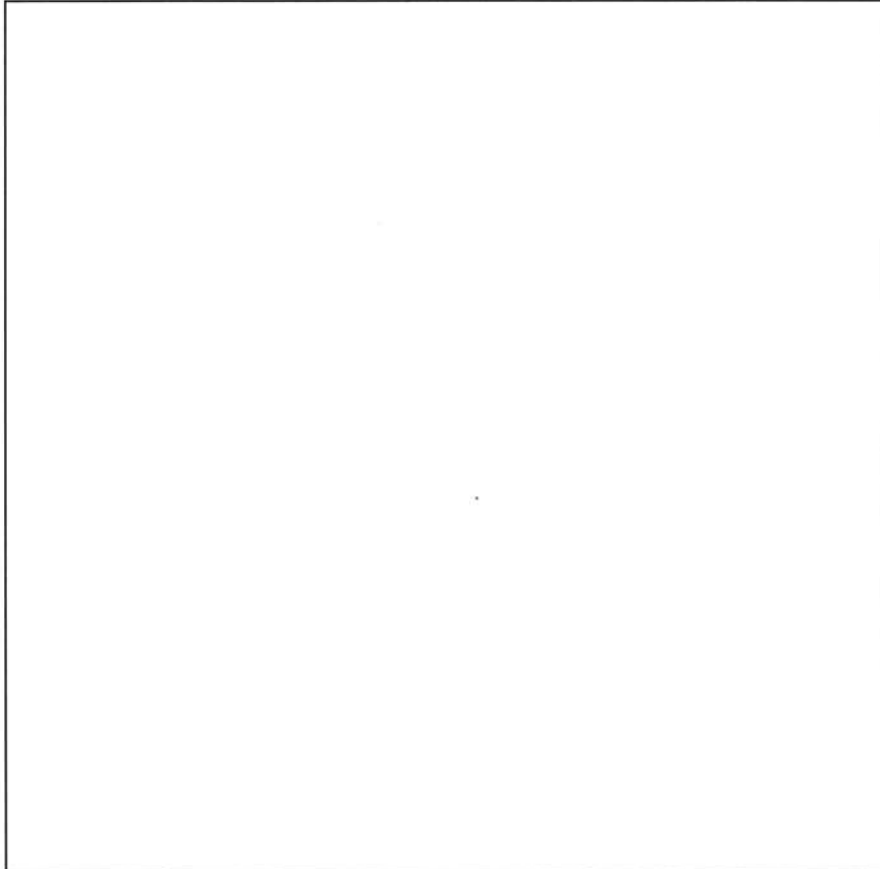
6. 1. 評価方法

チャンネルコンベア(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。

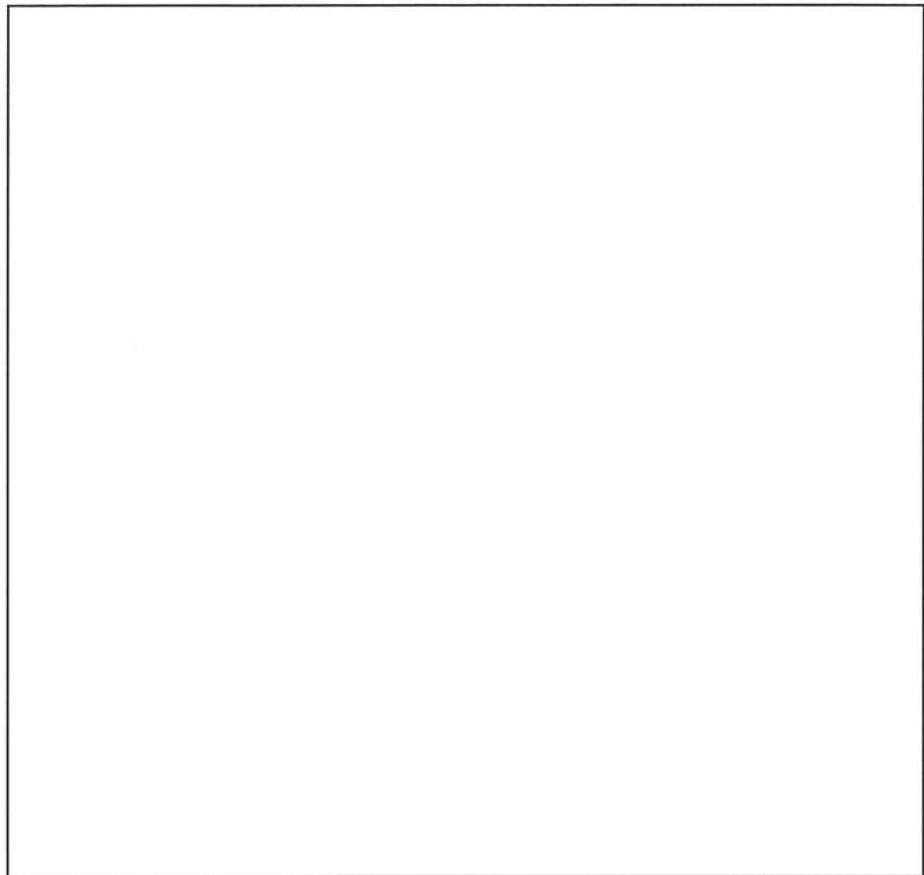
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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-被18-6-1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-被18-6-1表に示す。また、材料定数を添説設3-1-被18-6-2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-被18-6-3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-被18-6-1図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-被 18-6-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 18-6-1 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										JIS G3192
柱										JIS G3192

添説設 3-1-被 18-6-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 18-6-3 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: 燃料棒を含む。

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 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。

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

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

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

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

6. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とならない設備であり、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。

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-被 18-6-4 表及び添説設 3-1-被 18-6-5 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-被 18-6-4 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	—	01_05								
圧縮応力度	—	00_03								
せん断応力度	—	02_08								
曲げ応力度	—	02_05								
組合せ応力度	—	02_05								
組合せ応力	—	02_05								

添説設 3-1-被 18-6-5 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	X 負	01_04								
圧縮応力度	X 負	00_03								
せん断応力度	X 負	01_03								
曲げ応力度	X 負	01_03								
組合せ応力度	X 負	01_03								
組合せ応力	X 負	01_03								

6. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-被 18-6-6 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-被 18-6-6 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	X 負	00_04						
せん断応力度	Y 正	00_05						
引抜力	X 負	00_04						

燃料棒受台の耐震計算書

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-被19-1-1表に示す。

添説設3-1-被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
燃料棒受台	工場棟	組立工場	燃料棒検査室	添付図 図二配-2

1. 3. 構造

構造図を添説設3-1-被19-1-2表に示す。

添説設3-1-被19-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料棒受台	添付図 図二設-31

2. 燃料棒受台の耐震計算

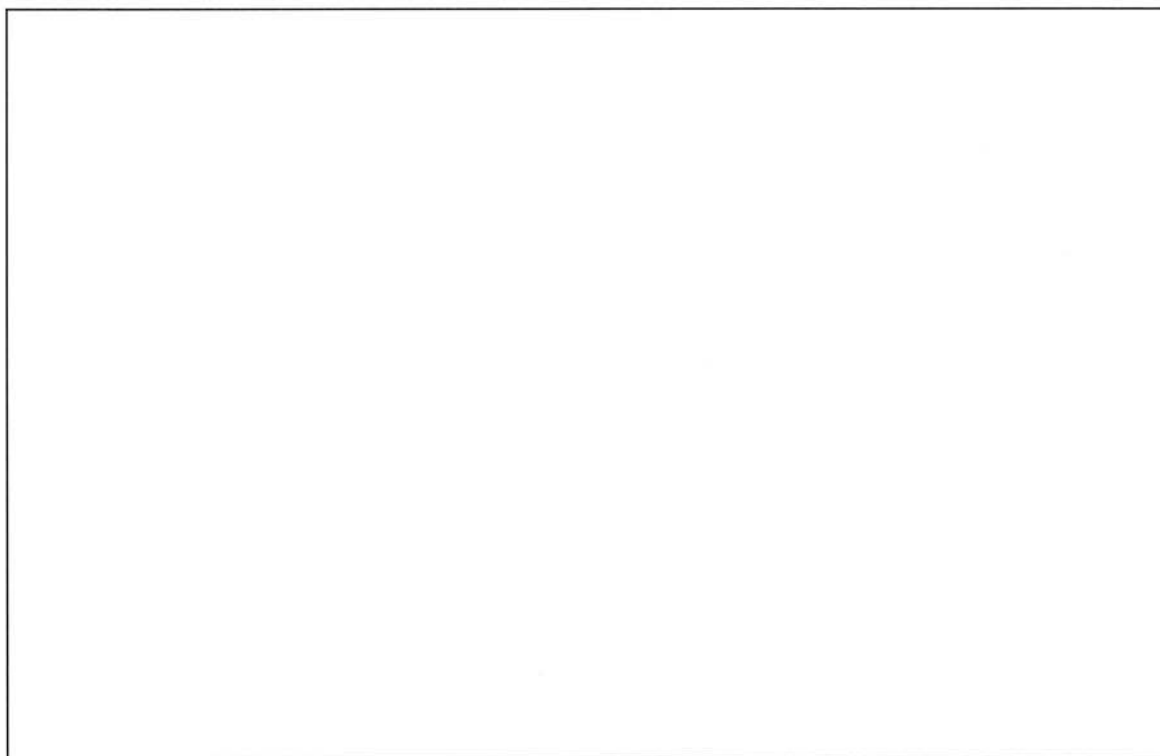
2. 1. 評価方法

燃料棒受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。

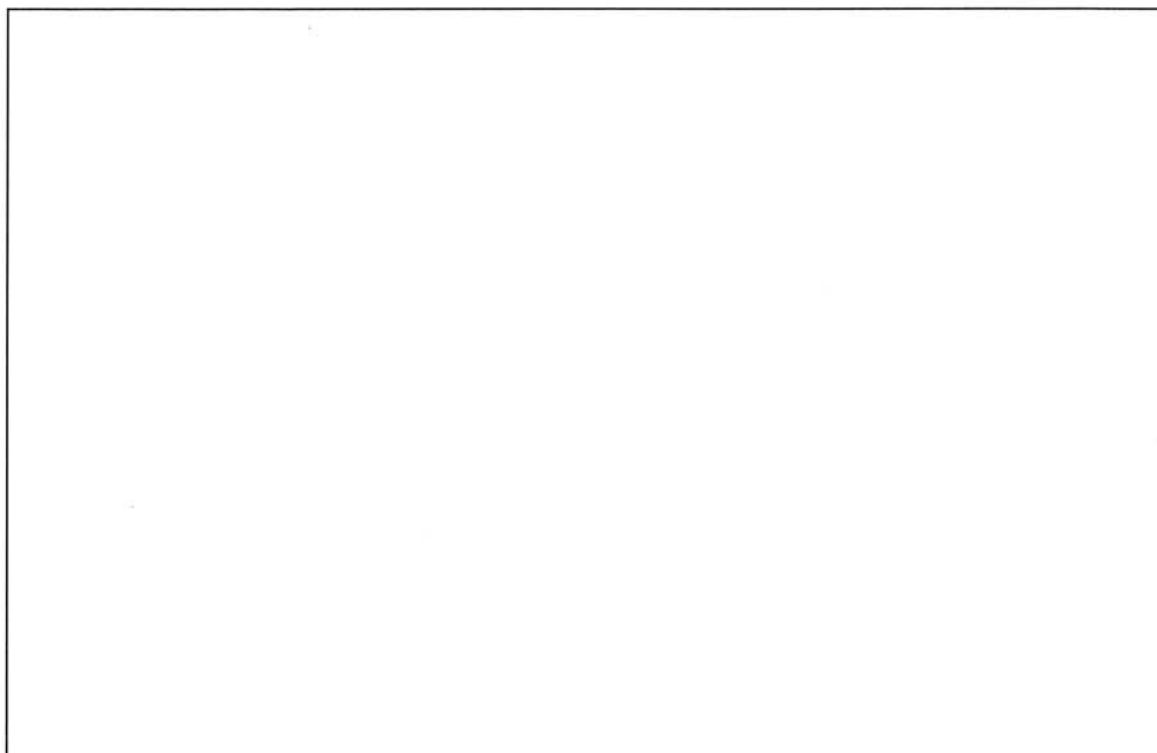
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-被 19-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-被 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]	断面積 [mm ²]	断面二次モーメント [mm ⁴] $\times 10^4$		断面係数 [mm ³] $\times 10^3$		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり									JIS G3192	
柱									JIS G3192	
その他									JIS G3192	

添説設 3-1-被 19-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-被 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: 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 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、 $\delta = \square$ [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、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-被 19-2-4 表及び添説設 3-1-被 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-被 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	-	01_04								
圧縮応力度	-	04_02								
せん断応力度	-	04_24								
曲げ応力度	-	04_23								
組合せ応力度	-	04_01								
組合せ応力	-	04_25								

添説設 3-1-被 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	Y 正	01_04								
圧縮応力度	X 正	04_22								
せん断応力度	X 負	00_03								
曲げ応力度	X 正	04_02								
組合せ応力度	X 負	01_04								
組合せ応力	X 正	04_25								

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-被 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-被 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	X 負	00_04						
せん断応力度	X 負	00_03						
引抜力	X 負	00_04						

マガジン挿入装置の耐震計算書

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1-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
マガジン挿入装置	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1-1-2表に示す。マガジン挿入装置は安全機能を有する設備として整列部A、整列部B、配列部、挿入部及びマガジン昇降台を有する。

添説設3-1-組1-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
整列部A、整列部B、配列部、挿入部	添付図 図ホ設-1
マガジン昇降台	添付図 図ホ設-2

2. 整列部 A の耐震計算

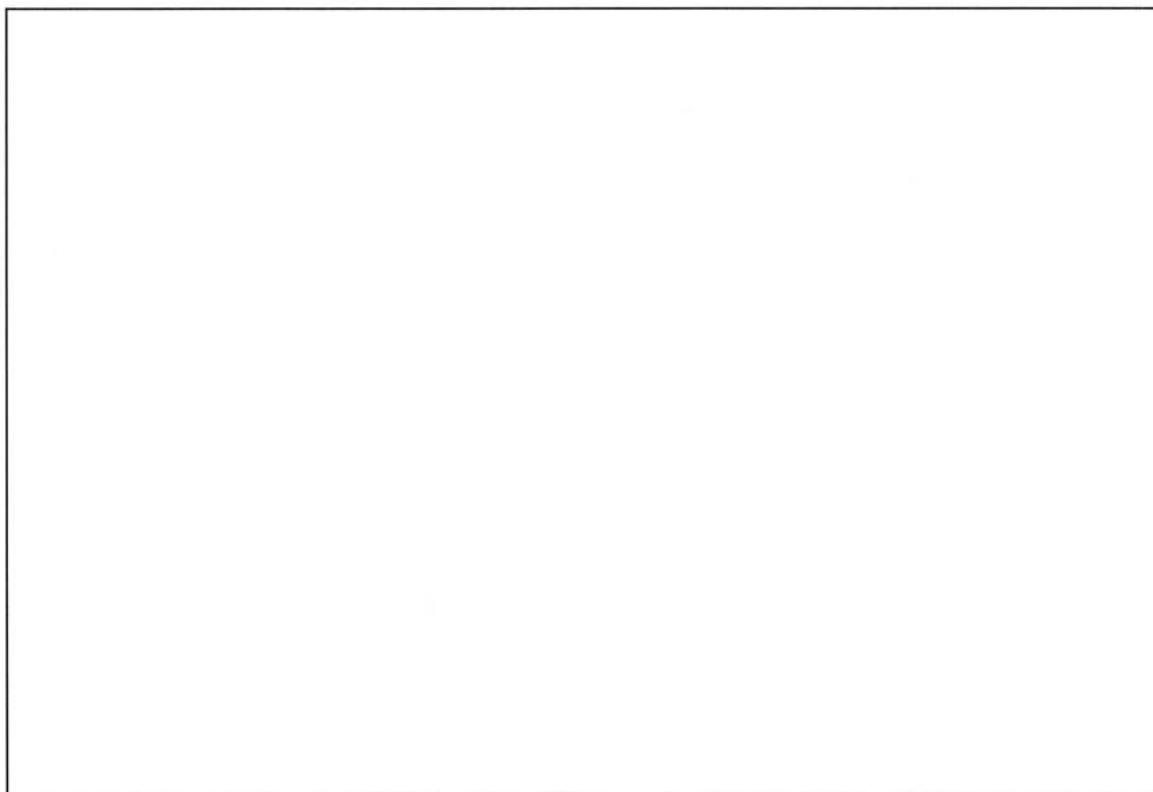
2. 1. 評価方法

整列部 A 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。

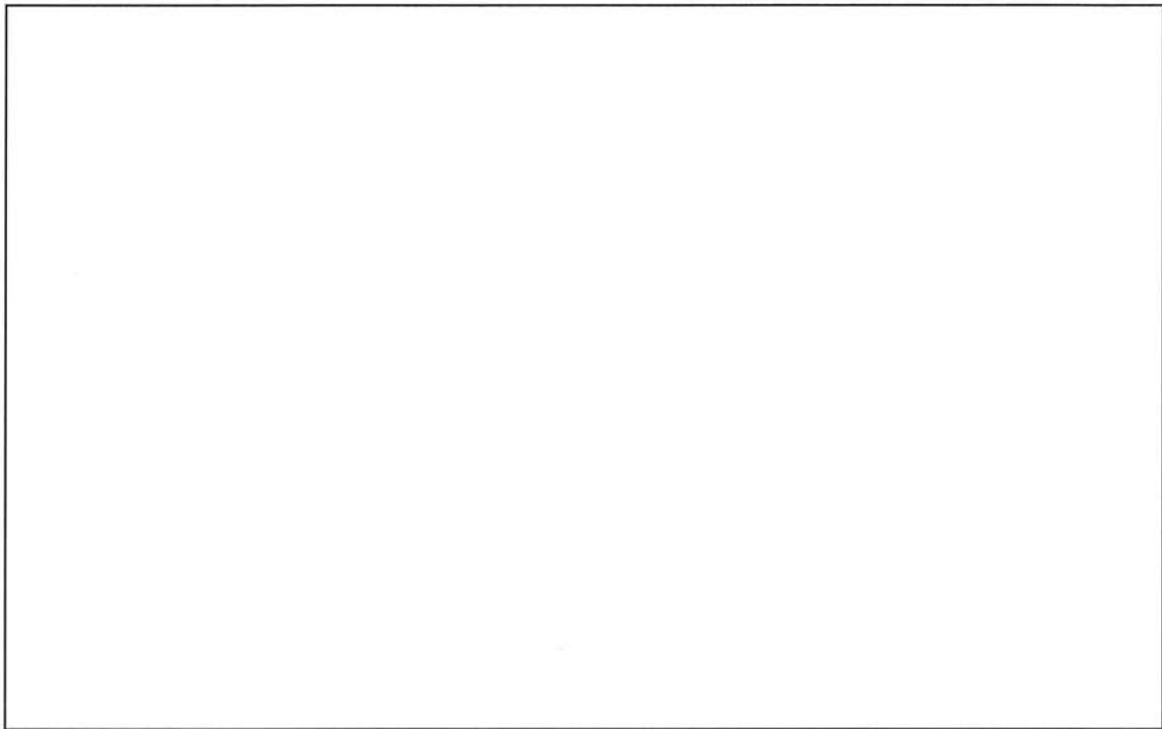
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-1組 1-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-1組 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり									JIS G3192	
柱									JIS G3192	
柱									計算値	

添説設 3-1-1組 1-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 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。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 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、 $\delta = \square$ [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、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 1-2-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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	-	21								
圧縮応力度	-	7								
せん断応力度	-	48								
曲げ応力度	-	42								
組合せ応力度	-	42								
組合せ応力	-	42								

添説設 3-1-組 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	22								
圧縮応力度	Y 正	13								
せん断応力度	Y 正	2								
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-組 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-組 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	Y 負	15						
せん断応力度	Y 正	2						
引抜力	Y 負	15						

3. 整列部 B の耐震計算

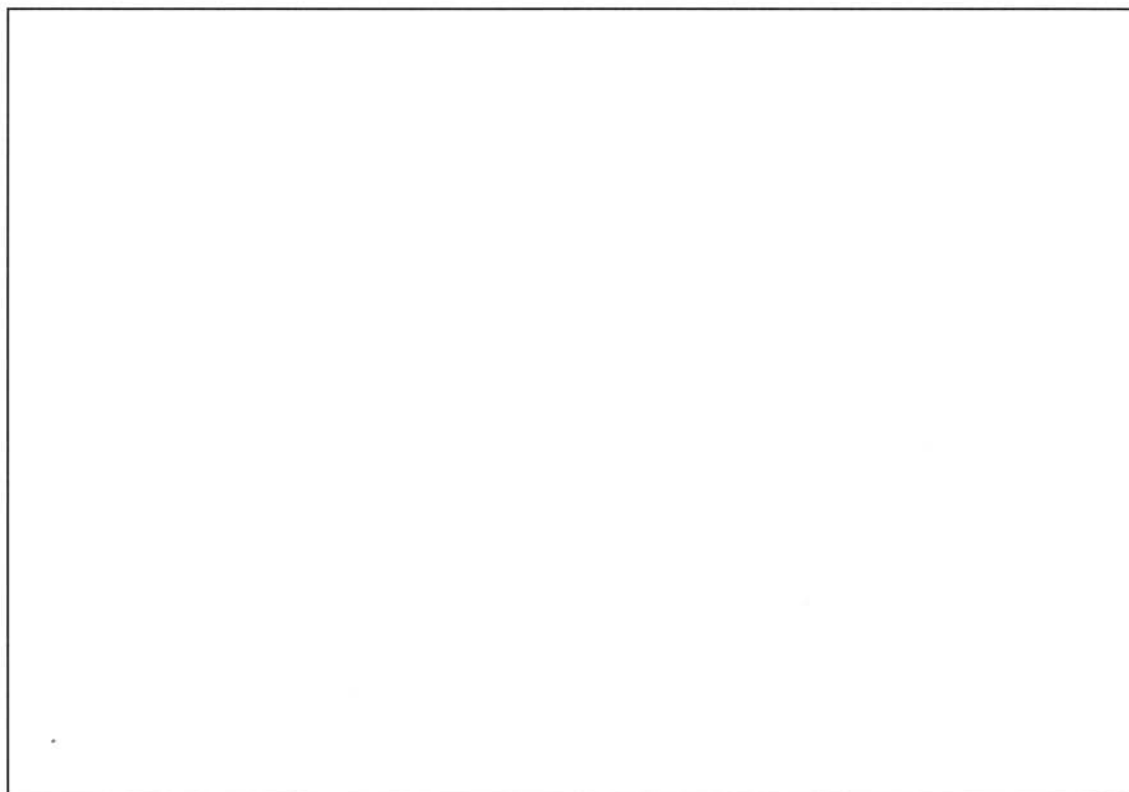
3. 1. 評価方法

整列部 B の地震力に対する安全機能の維持は、本体及び据付ボルトを対象として、部材及び据付ボルトに発生する応力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 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-組 1-3-1 表に示す。また、材料定数を添説設 3-1-組 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-組 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-組 1-3-1 図(1/2) 構造解析モデル



添説設 3-1-1組 1-3-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-1組 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴] $\times 10^4$		断面係数 [mm ³] $\times 10^3$		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり									JIS G3192	
柱									JIS G3192	
柱									計算値	

添説設 3-1-1組 1-3-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 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。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。

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、 $\delta = \square$ [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、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 1-3-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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	-	46								
圧縮応力度	-	13								
せん断応力度	-	73								
曲げ応力度	-	77								
組合せ応力度	-	77								
組合せ応力	-	77								

添説設 3-1-組 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 負	47								
圧縮応力度	Y 負	12								
せん断応力度	Y 負	17								
曲げ応力度	Y 負	47								
組合せ応力度	Y 負	47								
組合せ応力	Y 負	47								

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 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-組 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	Y 負	17						
せん断応力度	Y 負	17						
引抜力	Y 負	17						

4. 配列部の耐震計算

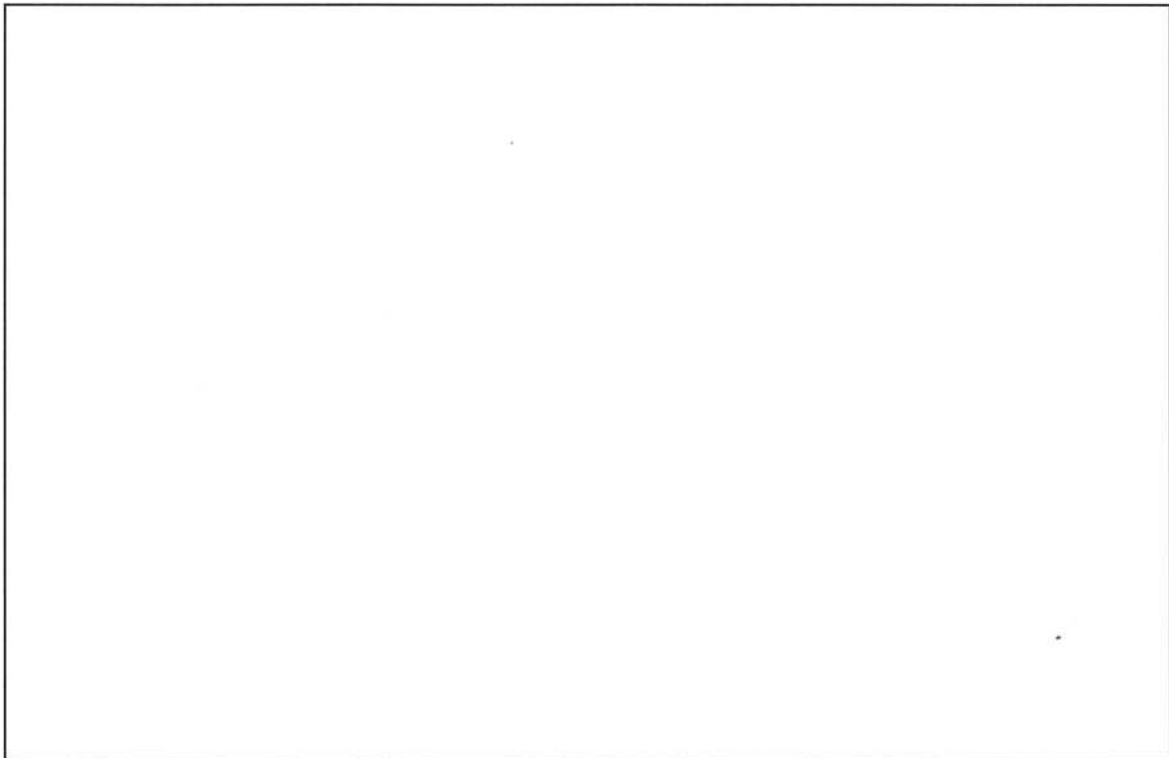
4. 1. 評価方法

配列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。

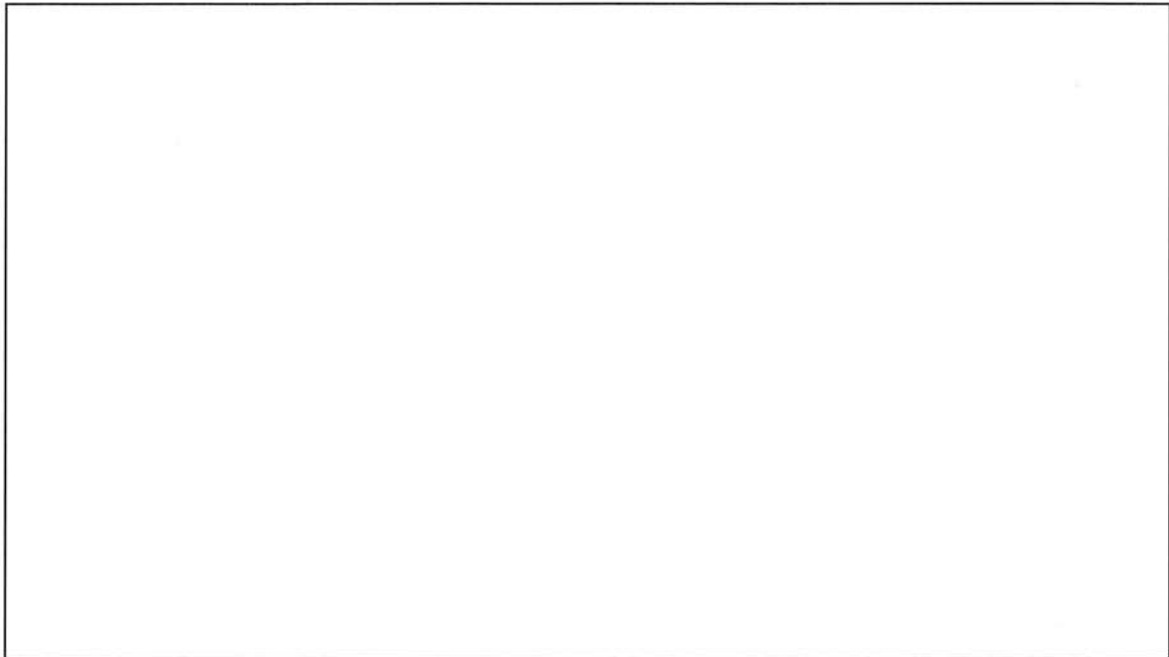
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-組 1-4-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 1-4-1 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 ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	Iy	Iz	Zy		
はり									JIS G3192
柱									JIS G3192
柱									計算値

添説設 3-1-組 1-4-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 1-4-3 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: 燃料棒を含む。

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 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 \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、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一設3-1-付1に示す。

4. 2. 応力評価

4. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設3-1-付2に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設3-1-組1-4-4表及び添説設3-1-組1-4-5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 1-4-4 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	-	26								
圧縮応力度	-	12								
せん断応力度	-	52								
曲げ応力度	-	47								
組合せ応力度	-	12								
組合せ応力	-	12								

添説設 3-1-組 1-4-5 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 負	7								
圧縮応力度	Y 負	3								
せん断応力度	X 正	4								
曲げ応力度	Y 負	27								
組合せ応力度	Y 正	32								
組合せ応力	Y 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 1-4-6 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 1-4-6 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 負	7						
せん断応力度	X 正	4						
引抜力	Y 負	7						

5. 挿入部の耐震計算

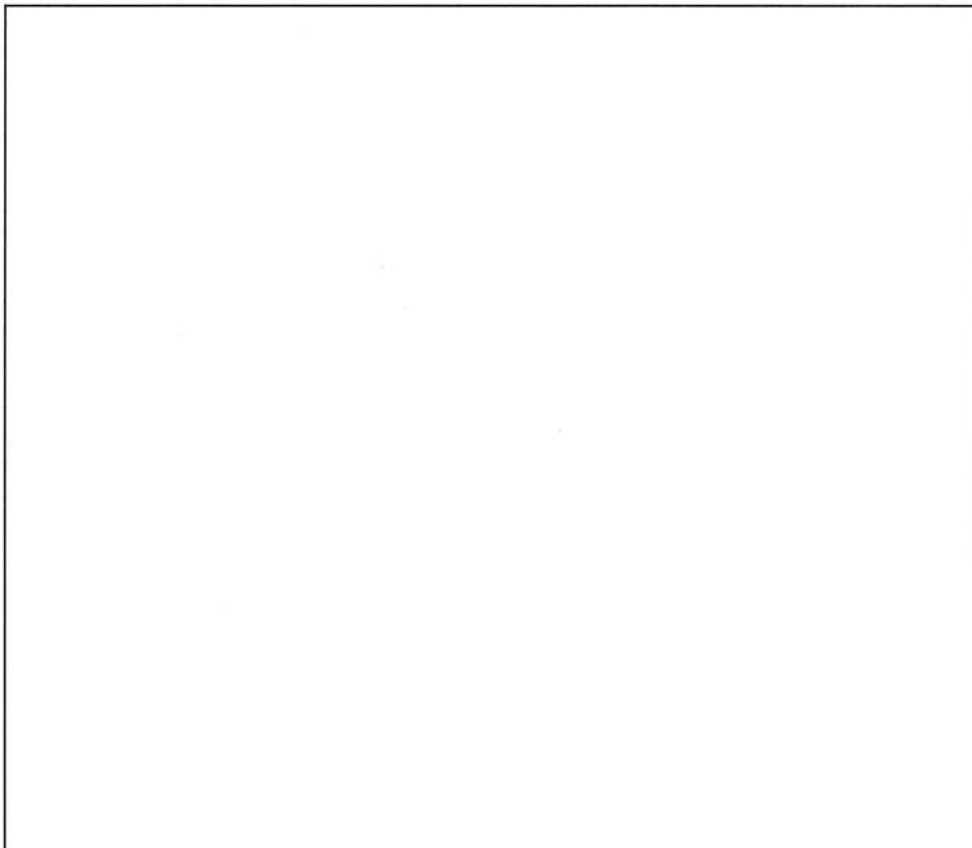
5. 1. 評価方法

挿入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。

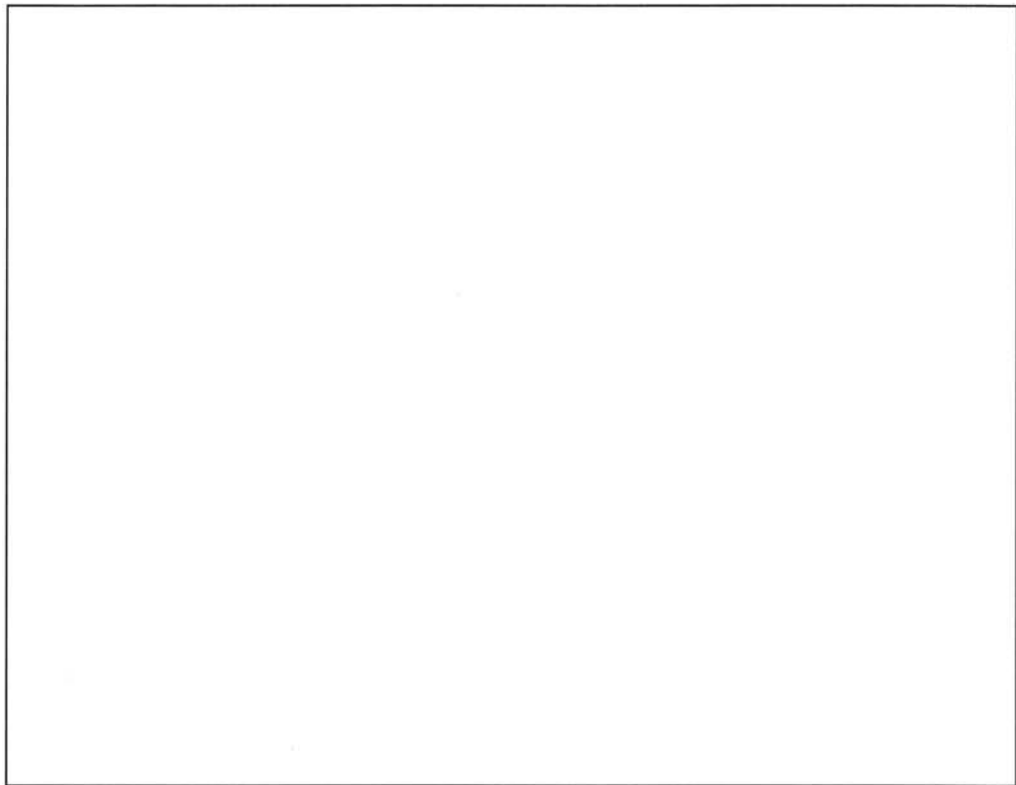
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による 3 次元 FEM による静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードは FAP-3 を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進 3 方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平 2 方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-組 1-5-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 1-5-1 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 ²]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y	Z _z	I	
はり										JIS G3192
柱										JIS G3192

添説設 3-1-組 1-5-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 1-5-3 表 主な作用荷重

荷重値	作用場所*1

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

5. 1. 2. 設計用地震力

5. 1. 2. 1. 一次固有振動数の算出

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

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

解析結果より、 $\delta = \square$ [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。

5. 1. 2. 2. 設計地震力の設定

剛構造とされない設備であり、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。

5. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

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

5. 1. 4. 許容限界

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

5. 2. 応力評価

5. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-組 1-5-4 表及び添説設 3-1-組 1-5-5 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-組 1-5-4 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	—	23								
圧縮応力度	—	3								
せん断応力度	—	63								
曲げ応力度	—	63								
組合せ応力度	—	63								
組合せ応力	—	63								

添説設 3-1-組 1-5-5 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 負	8								
圧縮応力度	Y 負	3								
せん断応力度	X 正	3								
曲げ応力度	Y 負	63								
組合せ応力度	Y 負	63								
組合せ応力	Y 負	63								

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-組 1-5-6 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-組 1-5-6 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 負	8						
せん断応力度	X 正	3						
引抜力	Y 負	8						

6. マガジン昇降台の耐震計算

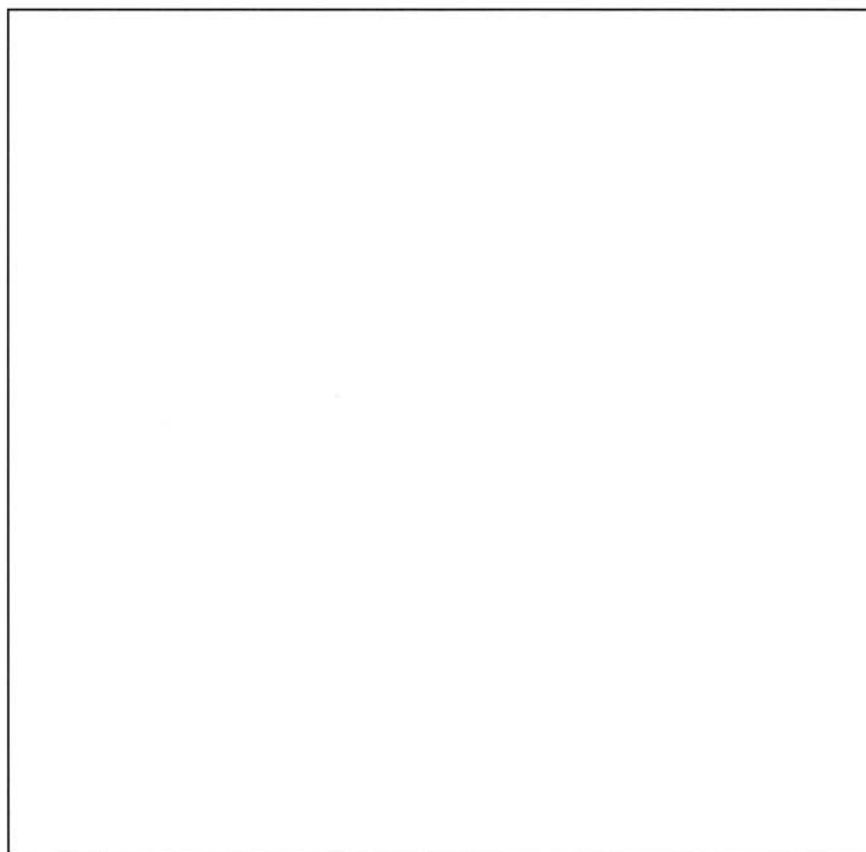
6. 1. 評価方法

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

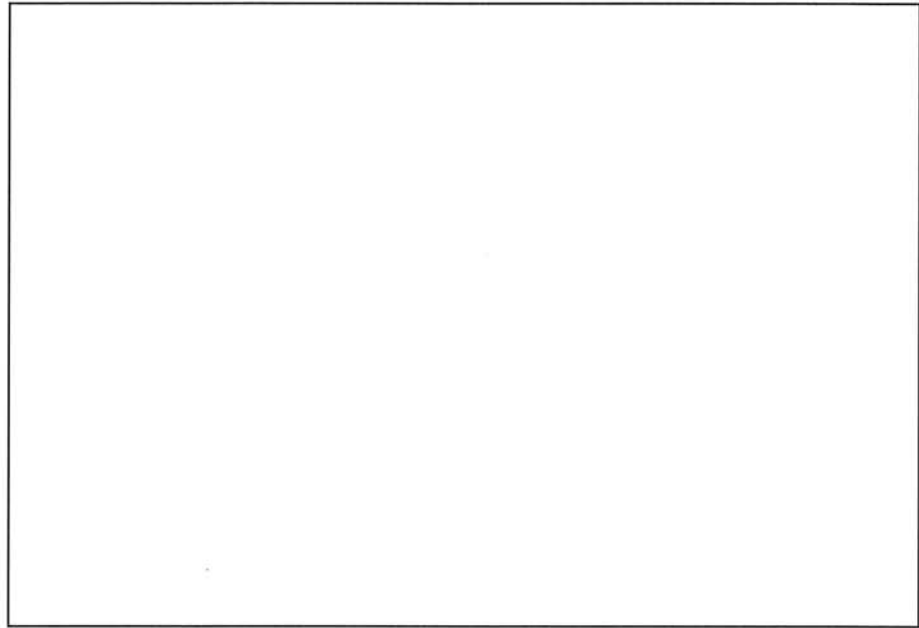
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

6. 1. 1. 構造解析モデル

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



添説設 3-1-組 1-6-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 1-6-1 表 使用部材 断面性能

使用部材	材料	鋼材	単位重量 [kg/m]	断面二次モーメント [mm ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		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-組 1-6-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 1-6-3 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: 燃料棒を含む。

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 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、 $\delta = \square$ [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。

6. 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。

6. 1. 3. 荷重及び荷重の組合せ

長期状態

固定荷重及び積載荷重を鉛直方向へ与える。

短期状態

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

6. 1. 4. 許容限界

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

6. 2. 応力評価

6. 2. 1. 部材

部材の評価については、引張応力度、圧縮応力度、せん断応力度、曲げ応力度、組合せ応力度、組合せ応力が対象である。評価値算出方法は添付説明書―設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-組 1-6-4 表及び添説設 3-1-組 1-6-5 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-組 1-6-4 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	-	00_01								
せん断応力度	-	00_02								
曲げ応力度	-	00_13								
組合せ応力度	-	00_13								
組合せ応力	-	00_13								

添説設 3-1-組 1-6-5 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 負	04_06								
圧縮応力度	Y 負	00_03								
せん断応力度	X 正	00_03								
曲げ応力度	X 正	00_03								
組合せ応力度	X 正	00_03								
組合せ応力	X 正	00_03								

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-組 1-6-6 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-組 1-6-6 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 負	00_16						
せん断応力度	Y 負	00_03						
引抜力	Y 負	00_16						

マガジン架台の耐震計算書

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-組2-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
マガジン架台	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2-1-2表に示す。

添説設3-1-組2-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
マガジン架台	添付図 図ホ設-3

2. マガジン架台の耐震計算

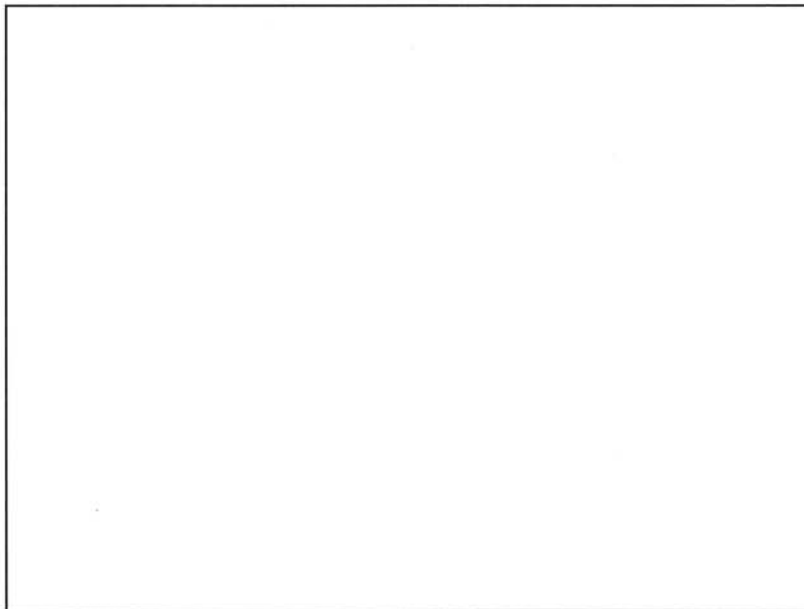
2. 1. 評価方法

マガジン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。

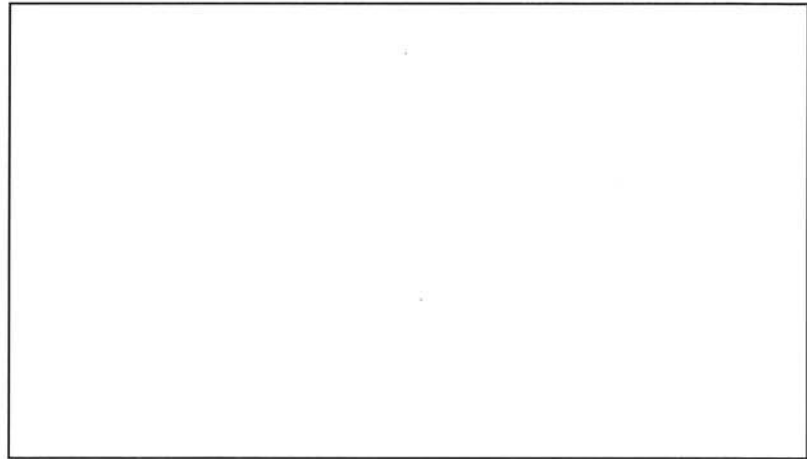
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-組 2-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-組 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 ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		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-組 2-2-2 表 材料定数

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

添説設 3-1-組 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。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 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、 $\delta = \square$ [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 2-2-4 表及び添説設 3-1-組 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-組 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	—	4								
圧縮応力度	—	3								
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 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	Y 正	1								
圧縮応力度	Y 負	1								
せん断応力度	Y 正	11								
曲げ応力度	X 正	11								
組合せ応力度	Y 正	11								
組合せ応力	X 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—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 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-組 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	Y 正	1						
せん断応力度	Y 正	4						
引抜力	Y 正	1						

マガジン姿勢変換台の耐震計算書

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3-1-1表に示す。

添説設3-1-組3-1-1表 対象設備 設置位置

機器名	建物名	区分	部屋名	参照図面
マガジン姿勢変換台	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3-1-2表に示す。

添説設3-1-組3-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
マガジン姿勢変換台	添付図 図ホ設-4

2. マガジン姿勢変換台の耐震計算

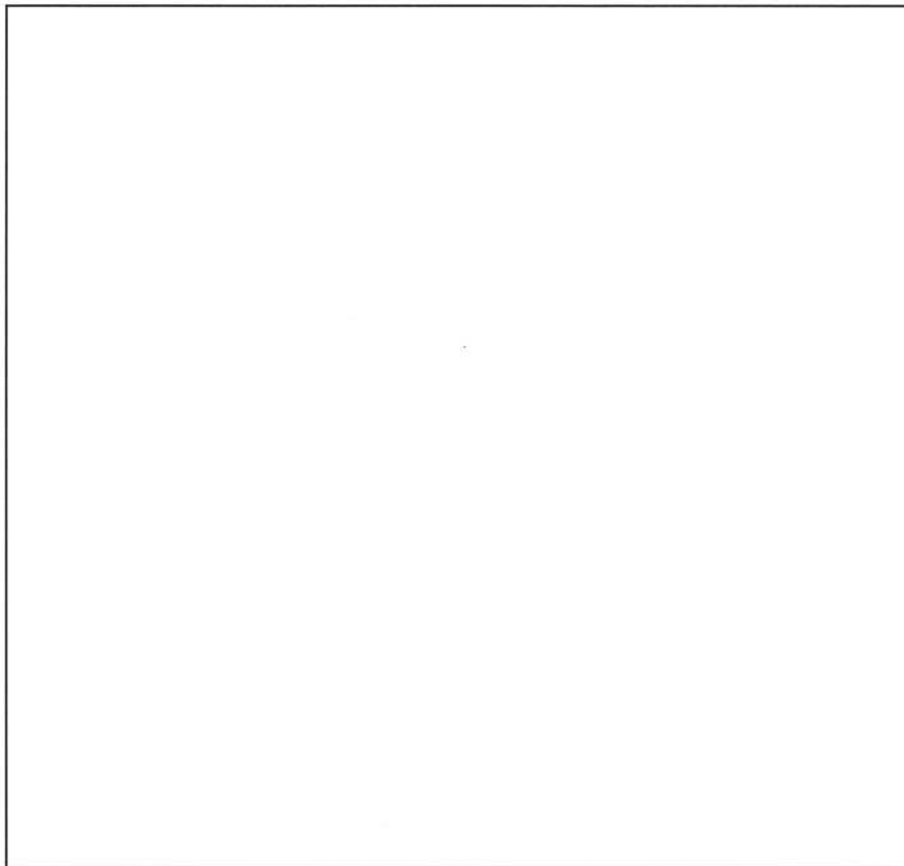
2. 1. 評価方法

マガジン姿勢変換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行う。評価に関しては下記の手法で行う。

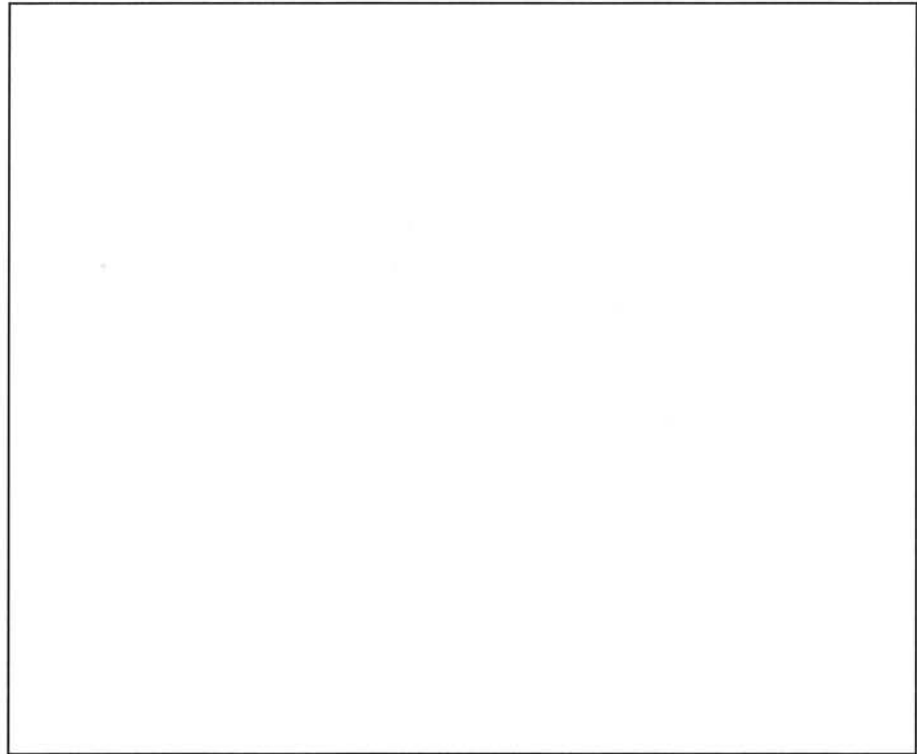
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで行う。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。

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



添説設 3-1-1組 3-2-1 図(2/2) 構造解析モデル

添説設 3-1-1組 3-2-1 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 ⁴]×10 ⁴		断面係数 [mm ³]×10 ³		断面二次半径 [mm]	出典
				A	I _y	I _z	Z _y		
はり								JIS G3466	
柱								JIS G3466	
柱								JIS G3192	
はり								JIS G3192	
はり								JIS G3192	

添説設 3-1-1組 3-2-2 表 材料定数

材料	ヤング係数 [N/mm ²]	せん断弾性係数 [N/mm ²]	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 3-2-3 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 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、 $\delta = \square$ [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、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 3-2-4 表及び添説設 3-1-組 3-2-5 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 3-2-4 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_05								
せん断応力度	-	03_04								
曲げ応力度	-	03_04								
組合せ応力度	-	03_04								
組合せ応力	-	03_04								

添説設 3-1-組 3-2-5 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	03_04								
圧縮応力度	X 正	00_05								
せん断応力度	Y 負	00_02								
曲げ応力度	X 正	01_03								
組合せ応力度	X 正	01_03								
組合せ応力	X 正	01_03								

2. 2. 2. 据付ボルト

据付ボルトの評価については、引張応力度、せん断応力度、引抜力が対象である。評価値算出方法は添付説明書一設 3-1-付 2 に示す。各々最大発生点の評価結果を添説設 3-1-組 3-2-6 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 3-2-6 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	00_07						
せん断応力度	X 負	00_01						
引抜力	X 負	00_07						

燃料集合体組立装置の耐震計算書

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4-1-1表に示す。

添説設3-1-組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
燃料集合体組立装置	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4-1-2表に示す。燃料集合体組立装置は安全機能を有する設備として燃料集合体組立装置(1)、燃料集合体組立装置(2)及び燃料集合体組立装置(3)を有する。

添説設3-1-組4-1-2表 対象設備 構造図

部位名称	構造図
燃料集合体組立装置(1)	添付図 図ホ設-5
燃料集合体組立装置(2)	添付図 図ホ設-6
燃料集合体組立装置(3)	添付図 図ホ設-7

2. 燃料集合体組立装置(1)の耐震計算

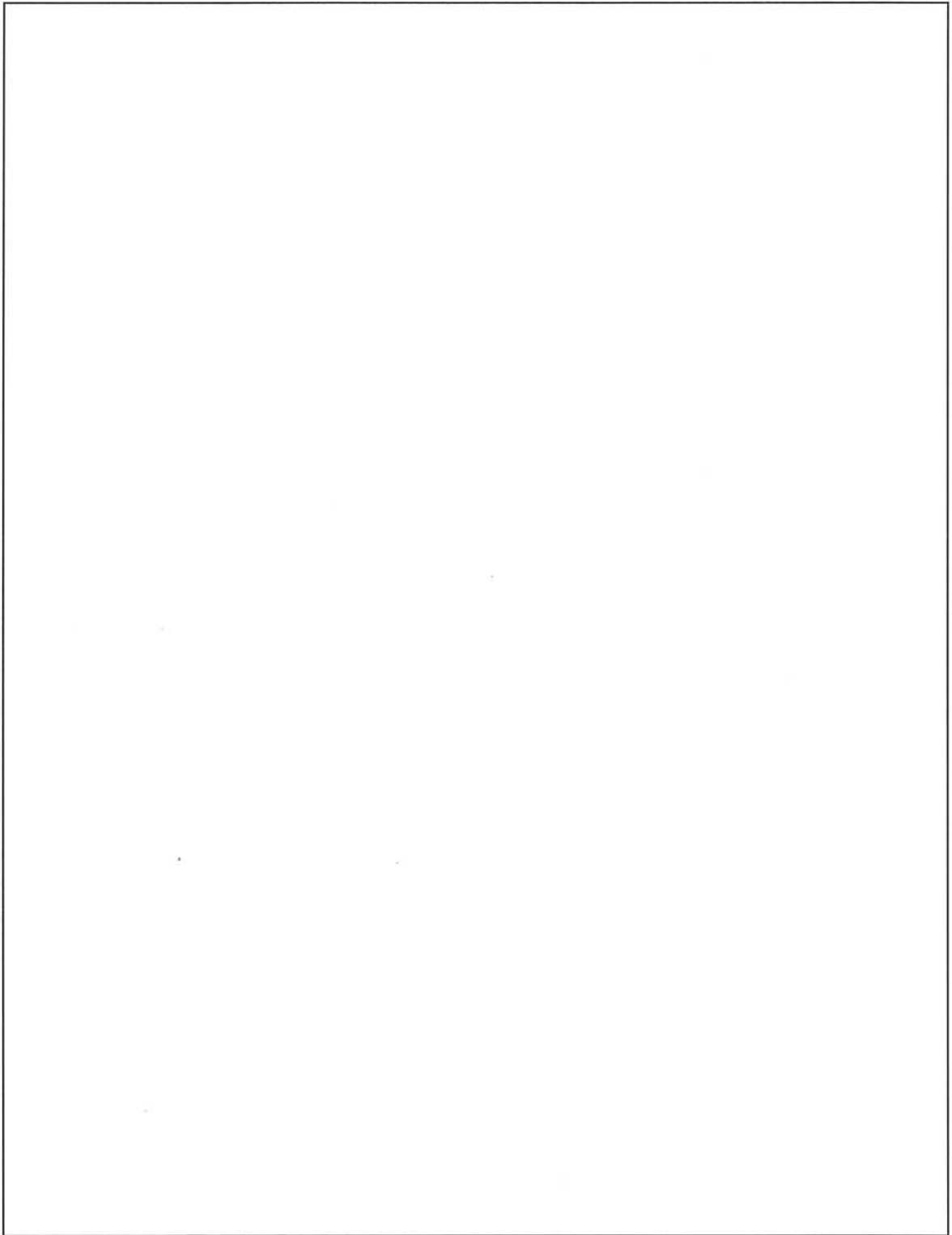
2. 1. 評価方法

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

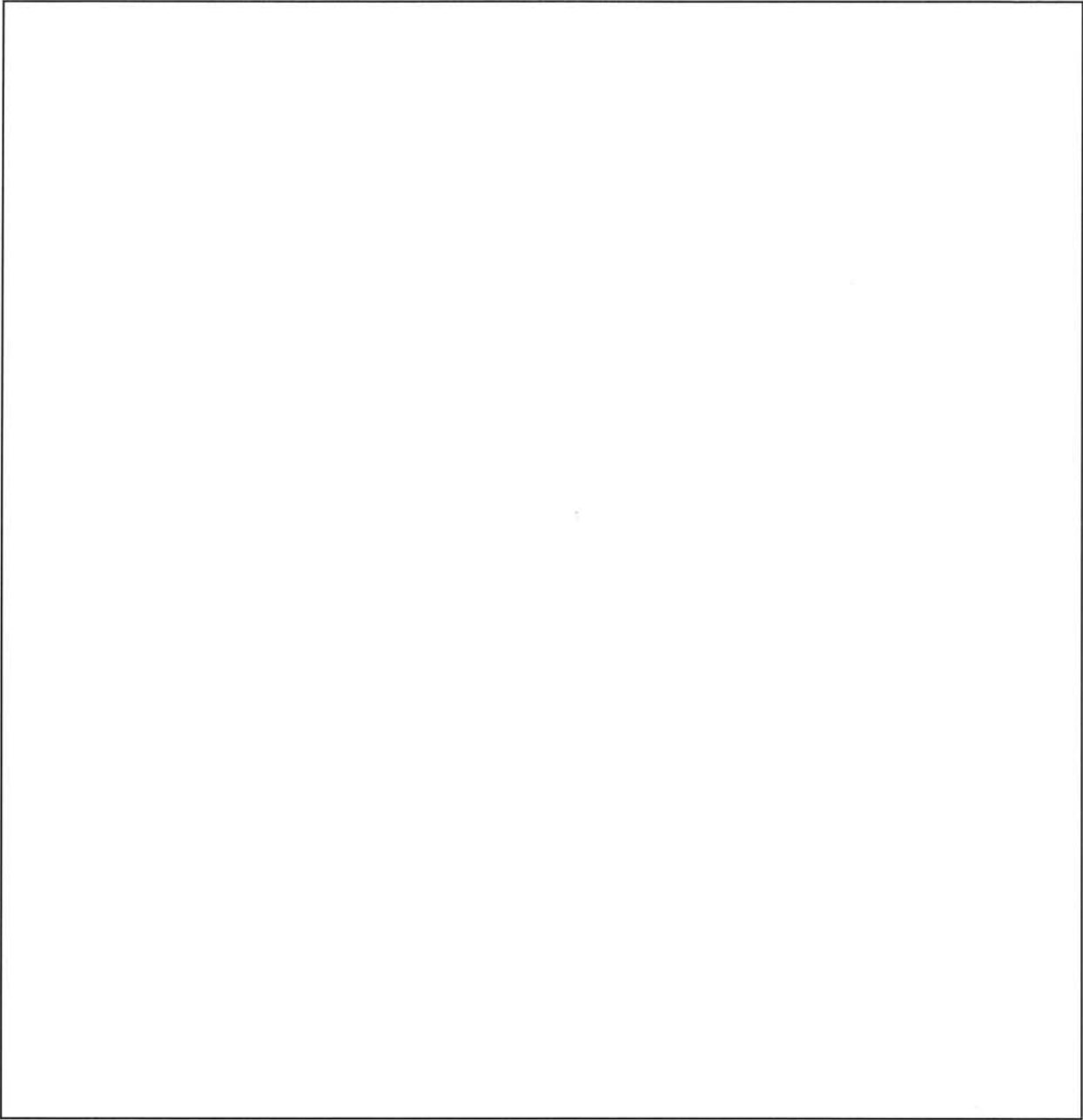
- (1) 部材及び据付ボルトは、耐震重要度分類及び一次固有振動数の算出結果をふまえた設計用地震力を用いて、はり要素による3次元FEMによる静的解析を解析コードで実施する。
- (2) 解析コードはFAP-3を使用する。
- (3) 拘束条件として、据付ボルト部の並進3方向を固定する。
- (4) 地震荷重は、水平2方向の荷重をそれぞれ考慮する。
- (5) 据付ボルトの種類が混在する場合は、許容値が低い種類で評価する。

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



添説設 3-1-組 4-2-1 図 (2/3) 構造解析モデル