

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震機電19 R9
提出年月日	令和4年 <u>9</u> 月 <u>9</u> 日

設工認に係る補足説明資料

耐震設計の基本方針に関する

機電設備の耐震計算書の作成について

1. 文章中の下線部は、R8 から R9 への変更箇所を示す。
2. 本資料(R9)は、3月18日に提示した「耐震設計の基本方針に関する機電設備の耐震計算書の作成について R8」に対し、ヒアリングにおける主な指摘事項である本資料の適用範囲となる耐震計算書及び計算書に示す項目の識別を踏まえ、当該部の記載を拡充したものである。また、8月24日のヒアリングにおいて、補強に伴う構造や解析モデルの変更点に対する計算書上の示し方についての指摘を踏まえ、当該部の記載についても拡充している。

目 次

1. 概要	1
2. 適用範囲	2
3. 耐震計算書の基本構成	2
4. 耐震計算書の記載内容	2
4.1 耐震計算書のパターン化の方法	2
4.2 耐震計算書の構成パターン	4
4.3 各項目の記載内容	4

添付資料－1 固有周期を解析で求める設備の耐震計算書

(パターンAの耐震計算書記載例)

添付資料－2 固有周期を振動試験により求める設備の耐震計算書

(パターンBの耐震計算書記載例)

添付資料－3 固有周期を理論式で求める設備の耐震計算書

(パターンCの耐震計算書記載例)

添付資料－4 標準支持間隔による評価を行う設備の耐震計算書

(パターンDの耐震計算書記載例)

添付資料－5 重大事故等対処施設の耐震計算書記載例

: 後次回で示す範囲

1. 概要

本資料は、再処理施設、MOX 燃料加工施設(以下「当社施設」という。)に対する耐震評価結果を示す耐震性に関する計算書(以下「耐震計算書」という。)における記載の横並び等を目的とした機電設備の耐震計算書作成方針について補足説明するものである。

耐震計算書の作成方針として、計算書の記載内容や留意事項を示し、本資料を耐震計算書の作成における手引きとして活用する。

耐震計算書作成手引きの具体的な内容としては、「機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」等の基本方針に示す各設備の固有周期の算出方法ごとに計算書をパターン化して作成することから、耐震計算書の構成パターンの考え方を示した上で、申請対象設備全体に関する計算書の構成及び共通的な記載項目を示す。

本資料では、第1回設工認申請の対象設備である安全冷却水B冷却塔及び配管標準支持間隔に係るパターンの具体例を示す。また、第2回以降の申請対象に係るパターンの記載内容や重大事故等対処設備に係る説明は、申請回次に応じて記載を拡充していく。

なお、本手引きは、第2回申請以降の再処理施設及びMOX燃料加工施設に対しても適用し、廃棄物管理施設については、別途整理するものとする。

2. 適用範囲

本資料において示す作成手引きの適用範囲としては、Sクラス施設及び上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設並びに重大事故等対処施設の機器・配管系に対する耐震計算書*とする。

*：標準支持間隔は設計方針であるため、耐震計算書の作成手引きである本資料における対象外ではあるが、標準支持間隔に係る記載内容についても統一を図るため適用範囲に含めるものとした。

3. 耐震計算書の基本構成

耐震計算書の記載の基本構成としては、以下に示す計算を行う評価条件及び評価結果等の項目で構成され、これらは各設備の構造や計算過程によらず同様となるため、本資料では具体的な記載内容を示す。

＜計算を行うための項目＞

- ・適用する規格
- ・設備の構造
- ・設備の構造に応じた評価方針及び評価条件
- ・計算式(固有周期, 応力等), 許容限界

＜評価結果を示すための項目＞

- ・計算条件及び評価結果

次項以降では、固有周期の算出過程毎にパターン化を行い、それぞれのパターンに対する具体的な記載内容を示す。

4. 耐震計算書の記載内容

耐震計算書に示す各項目の示し方としては、機器、配管系の設備区分や設備形状が同一であった場合、評価方針、計算式等は共通となり、これら共通的な内容について「IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」等の各種基本方針に示す。これに対し、個別の計算書では基本方針上の共通的な内容を呼び込んだ上で、計算条件、評価結果を示す。

本項では、これら耐震計算書間の記載の横並びを図るためのパターン化の方法及び各パターンに応じた記載内容について示す。

4.1 耐震計算書のパターン化の方法

耐震計算書のパターン化としては、各設備の計算過程である固有周期の算出方法の違いにより記載程度が変わるため、固有周期の算出方法ごとにパターン化を行う。

機器の固有周期の算出方法としては、解析、振動試験、理論式で求める設備があり、それぞれ算出過程が異なるため、計算書の構成としては3つにパターン分けを行う。

このうち、解析により固有周期を求める設備として、配管多質点系はりモデルによる評価を行う設備が該当することから、機器と同一のパターンに含める。

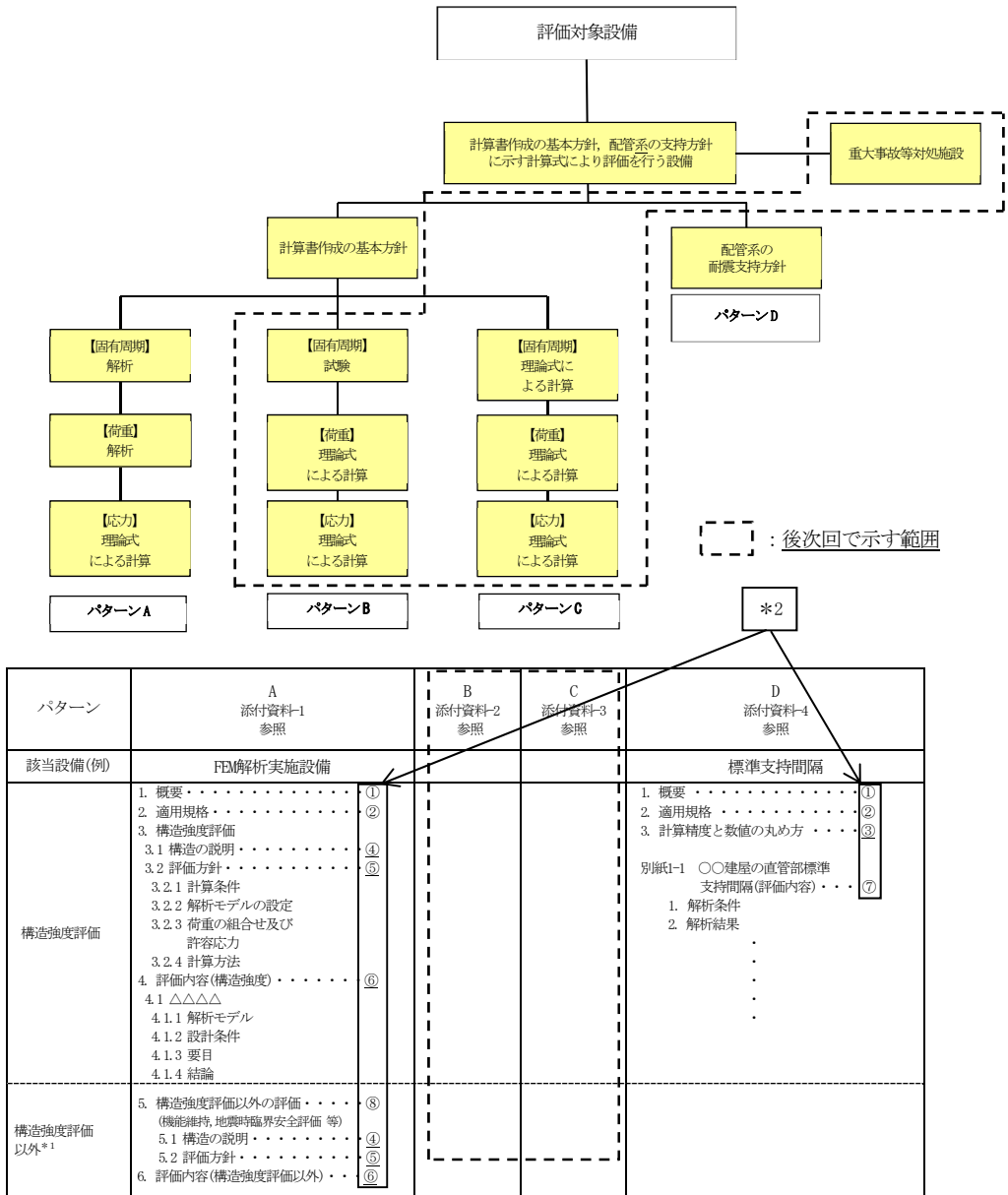
その他、上記3つのパターン以外として、配管又はダクトの耐震支持方針に基づき固有周期の算出を行う標準支持間隔による評価を行う設備がある。

以上のことから、計算書構成パターンは、機器・配管系の計算書パターンとして第1回申請設備が該当する固有周期を解析で求める設備(パターンA)、振動試験により固有周期を求める設備(パターンB)と理論式により求める設備(パターンC)となる。

それ以外のパターンとして、設計方針である標準支持間隔による評価を行う設備(パターンD)を含めて合計4種類となる。

4.2 耐震計算書の構成パターン

耐震計算書の各構成パターン及び記載項目について第4.2-1図に示す。なお、各パターンの記載項目については丸番号で示しており、概要や適用規格等の様にパターンに係わらず記載内容が共通となるものは、同一の丸番号にて示す。



*1: 評価が必要となる場合のみ記載。

*2: 丸番号で示す項目は、計算書パターンに係わらず記載内容が同一となる項目。

第4.2-1図 耐震計算書の構成パターン及び記載項目

4.3 各項目の記載内容

本項では、各耐震計算書における記載程度が共通となる項目ごとの記載内容及び留意事項を示す。

4.3.1 基本方針の記載について

耐震計算書に示す項目のうち、耐震評価に適用する設計方針、条件等について基本方針上で示している内容を引用する場合は、適用する基本方針名を各項目の中に呼び込む。耐震計算に引用する基本方針を下表に示す。

第4.3.1-1表 耐震計算において引用する基本方針

基本方針	適用する内容
耐震設計の基本方針	評価に関する全体方針、適用規格
機能維持の基本方針	荷重の組合せ、許容限界
設計用床応答曲線の作成方針	設計用地震力
地震応答解析の基本方針	減衰定数
配管の耐震支持方針	配管に関する耐震上の設計方針

4.3.2 構造強度評価の項目

<各パターンで共通となる項目>

(1) 「①概要」について

概要の記載としては、耐震設計の全体方針や設計方針及び共通的な内容を示す基本方針、評価対象、評価目的について記載する。なお、設備の評価に用いる詳細な条件を示す基本方針については、「④評価方針」の中で適用する内容に応じて記載する。

(2) 「②適用規格」について

適用規格の記載としては、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す規格のうち、各設備の評価に用いる規格及び発行年度について記載する。

(3) 「③計算精度と数値の丸め方」について

計算精度と数値の丸め方に対する記載として、標準支持間隔評価については、評価において用いる数値の桁処理及び表示方法を記載し、標準支持間隔以外の評価については、「IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」等に共通的に示した上で評価を実施することとしており、その旨を「①概要」に記載する。

<各パターンにおける評価内容に応じて示す項目>

(4) 「④構造の説明」について

構造の記載としては、共通的な設備構造までを示し、個別の設備構造の詳細については「⑥個別設備の評価内容」に記載する。

(5) 「⑤評価方針」について

評価方針の記載としては、各設備における「計算条件」、「解析モデルの設定方法」、「荷重の組合せ及び許容応力」、「計算方法」について記載する。

- ・「計算条件」では、評価に用いる設計用地震力、減衰定数及びそれらの引用元となる基本方針について記載する。
- ・「解析モデルの設定方法」では、設備構造の特徴を踏まえた解析モデル及びモデルの設定方法について記載する。
- ・「荷重の組合せ及び許容応力」では、評価上考慮する荷重や適用する許容応力として荷重の種類、算出方法、組合せ方法、許容応力及びそれらの引用元となる基本方針について記載する。
- ・「計算方法」では、耐震評価を行う上での計算方法である荷重や応力の計算式、記号の説明について記載する。

(6) 「⑥評価内容」について

評価内容の記載としては、各設備における「解析モデル」、「設計条件」、「要目」、「結論」の項目について記載する。

- ・「解析モデル」では、設備構造の詳細を概要図又は構造図にて示し、モデル諸元を示した上でモデル図及び使用する解析コードについて記載する。なお、モード図については、卓越する振動モードの特定が必要となる場合に解析モデルと併せて記載する。
- ・「設計条件」では、耐震重要度分類、設計用地震動、温度圧力条件、固有周期について記載する。
- ・「要目」では、計算諸元である構造寸法、材料、重量、断面特性等について記載する。
- ・「結論」では、各評価部位に対する算出値及び許容値、「①概要」に記載の評価項目に対する結論について記載する。

(7) 「⑦直管部標準支持間隔(評価内容)」について

直管部標準支持間隔に対する記載としては、標準支持間隔に用いる「解析条件」、「解析結果」を記載する。

- ・「解析条件」では、設計条件及び階層の区分について記載する。このうち、設計条件としては口径、板厚、重量、材質、比重等を記載し、階層の区分としては、標準支持間隔を適用する床面レベルを記載する。
- ・「解析結果」では、固有周期、標準支持間隔、解析結果について記載する。

4.3.3 構造強度以外の評価の項目

(1) 「⑧構造強度評価以外の評価」について

構造強度評価以外の評価の記載としては、構造強度評価と別の章立てを行った上で、機機能維持評価、地震時臨界安全性評価等に対する評価結果を示す。

4.3.4 留意事項

- ・固有周期の算出結果については、剛領域までを示すが、記載する固有周期は最大 10 個までとし、算出した固有周期が 10 次を超える場合は、1～8 次までの固有周期及び剛領域前後の値を記載する。
- ・波及的影響を及ぼすおそれのある施設については、「⑥評価内容」の「解析モデル」の中で各設備の配置について記載する。
- ・耐震計算書において示す数値の記載は、「IV-1-2-1 機器の耐震性についての計算書作成の基本方針」等に定める表示桁に基づき記載する。
- ・各計算において適用する引用文献については、適用する評価項目の最終ページに文献名及び年度を記載する。また、電力共通研究の試験結果等の参考文献については、設備全体として適用する内容であることから「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」上に示す。
- ・各計算書の記載については、原則として本内容に則り作成するが、補強設備の場合は、構造に対する補強内容及び解析モデルの変更内容を当該設備ごとに示す。

本項の内容を踏まえた各パターンにおける耐震計算書の記載例として、第 1 回申請設備が該当するパターン A は基本方針から項目を呼び込む設備に該当するため、基本方針例と合わせて添付資料-1 に示し、パターン D については添付資料-4 に示す。

なお、その他として耐震計算書の記載内容について先行発電プラントとの比較を行い、その結果を別紙に示す。

添付資料－ 1

固有周期を解析で求める設備の耐震計算書
(パターン A の耐震計算書記載例)

目 次

- 添付資料-1-1 IV-○-○-○ 別紙○-○ △△△△の耐震性に関する計算書作成の基本方針(記載例)
- 添付資料-1-2 IV○-○-○-○-○-○ △△△△の耐震計算書(記載例)

IV－〇－〇－〇 別紙〇－〇

△△△△の耐震性に関する計算書作成の基本方針 (記載例)

耐震計算書の記載項目のうち、概要、適用規格、各評価内容、引用文献については基本方針から呼び込むため、これら項目の引用元である基本方針の記載例を示す。

目 次

	<u>ページ</u>
1. 概要	1
2. <u>準拠規格</u>	1
3. 構造強度評価	<u>2</u>
3.1 構造の説明	<u>2</u>
3.2 評価方針	<u>2</u>
3.2.1 計算条件	<u>2</u>
3.2.2 解析モデルの設定方法	2
3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	2
3.2.4 計算方法	<u>5</u>
3.3 評価	<u>10</u>
4. 引用文献	<u>10</u>
5. 動的機能維持評価	<u>11</u>
5.1 構造の説明	<u>11</u>
5.2 評価方針	<u>11</u>
5.2.1 計算条件	<u>11</u>
5.2.2 解析モデルの設定方法	<u>11</u>
5.2.3 荷重の組合せ及び許容値	<u>11</u>
5.2.4 計算方法	<u>13</u>
5.3 評価	<u>15</u>
6. 引用文献	<u>15</u>

各分類で適用する規格を記載する。
 (IV-1-1の基本方針に記載のない引用文献はここに記載せず、記載が必要な場合は各評価項目の最終ページに示す。)

設備全体に適用する評価条件を呼び込む場合は本内容を記載する。

1. 概要

本基本方針は、△△△△の耐震性について、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、十分な構造強度及び動的機能を有していることを確認するための計算方法を示すものである。

なお、計算方法にかかわらず設備全体に適用する評価条件については、「IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」の2. 評価条件に示す。

2. 準拠規格

「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す規格のうち、本評価に対する準拠規格について第2-1表に示す。

複数の発行年度の規格を用いる場合は、「○年度または△年度」の様に記載。

<記載例>

第2-1表 準拠規格

準拠規格名	
原子力発電所耐震設計技術指針	JEAG4601-1987
原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編	JEAG4601・補-1984
原子力発電所耐震設計技術指針	JEAG4601-1991 追補版
建築基準法・同施行令	
発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補版を含む))	
<第I編 軽水炉規格> JSME S NC1-2005/2007*	

注記 * : JSME S NC1 以外に使用している鉄鋼材料の規格については、「V-2 強度計算方法」における添付-1「容器等の材料及び構造に関する設計の基本方針」に定められた値を準用することとする。

3. 構造強度評価

3.1 構造の説明

設備構造が分かる記載として、設備の構成部材、支持方法を記載する。

<記載例>

△△△は、伝熱管、遮熱板、ファン駆動部及びルーバとこれら全体を支持する支持架構によって構成される。

△△△の耐震評価は、伝熱管、伝熱管を束ねる管束、上載機器を支持する支持架構、遮熱板、ファン及びルーバを固定するボルト部に対して実施する。

3.2 評価方針

耐震性が確保されることを示すために必要となる評価部位を記載

△△△の耐震評価では、解析により固有周期を求め、解析モデルを用いた地震応答解析を行ったのち応力評価を行う。

3.2.1 計算条件

計算条件は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」にて設定した耐震設計上の重要度分類に応じた入力地震動に対し、「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき算定した設備据付位置の設計用地震力を用いる。

また、減衰定数については、「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づき、設備の種類、構造等に応じて適用する。

設備構造の特徴を踏まえた適用モデル及び拘束条件を記載。

3.2.2 解析モデルの設定方法

<記載例> △△△△は、○○○構造物であることから、はり要素又は板要素を用いた3次元モデルとする。

○○○は溶接又はボルトにより接合する鉄骨構造物であり、○○部はボルトにより基礎コンクリートに固定する。

支持架構により支持する○○○、○○○は、いずれも高い剛性を有することから、構造をモデル化するのではなく支持架構への質量としてモデル化する。ただし、○○○を評価する場合は、はり要素を用いた3次元モデルとする。

3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.3.1 荷重の組合せ

荷重の組合せは、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針(b.配管系, e.支持構造物)」に基づき設定する。

△△△△は屋外に配置される設備であることから、下記に示す積雪荷重及び風荷重を考慮する。

考慮する荷重については、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」第3.1-3表に基づき設定する。

(1) 積雪荷重

屋上の〇〇〇及び〇〇〇に積雪荷重を考慮する。

(2) 風荷重

風圧力による荷重は、建築基準法施行令第〇条及び平成〇年建設省告示第〇号に従い、地表面粗度区分〇、地方の区分に応じて定められた風速〇m/s及び建屋形状を考慮して算出した風力係数Cを用いて算出する。

$$W_w = q \cdot C \cdot A$$

ここで、

$$q = \text{〇} \cdot E' \cdot V_o^2$$

$$E' = E_r^2 \cdot G_f$$

$$E_r = \text{〇} \cdot (H / ZG)^\alpha \quad (H > Zb \text{ より})$$

W_w : 短期風荷重(N)

q : 速度圧(N/m²)

C : 風力係数

A : 風向に垂直な面に投影した面積(m²)

E' : 速度圧の高さ方向の分布を示す係数(平〇建告第〇号による)

E_r : 平均風速の高さ方向の分布係数

G_f : ガスト影響係数(G_f = 〇.〇)

V_o : その地方における基準風速(平〇建告第〇号により, 〇[m/s])

H : 建築物の高さと軒の高さとの平均(m)

Zb : 地表面粗度区分に応じたパラメータ(Zb = 〇 [m])

ZG : 地表面粗度区分に応じたパラメータ(ZG = 〇 [m])

α : 地表面粗度区分に応じたパラメータ(α = 〇)

3.2.3.2 許容応力

許容応力は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針(b.配管系, e.支持構造物)」に基づく。

3.2.4 計算方法

耐震計算は、本項に示す方法に基づく。

計算式及び耐震計算書の機器要目に示す記号を全て記載する。(次ページ以降も同様)

3.2.4.1 記号の説明

記号	表示内容	単位
A	〇〇〇〇部材の断面積	mm ²
A _s	〇〇〇〇部材のせん断面積	mm ²
A _b	〇〇〇, 〇〇〇の取付ボルトの軸断面積	mm ²
A _{a b}	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _P	〇〇〇〇部の振動による震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
D _O	〇〇〇の外径	mm
F	「JSME S NC1」のSSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	「JSME S NC1」のSSB-3121.1(1)に定める値 ただし、「S _y 」を「1.2S _y 」に読み替える	MPa
F _b	支持架構に作用する軸力	N
F _{b s}	基礎ボルトに作用するせん断力	N
F _{b t}	基礎ボルトに作用する引張力	N
1.5 f _t ,	〇〇〇〇の許容引張応力	MPa
1.5 f _t *		
1.5 f _s ,	〇〇〇〇の許容せん断応力	MPa
1.5 f _s *		
1.5 f _c ,	〇〇〇〇の許容圧縮応力	MPa
1.5 f _c *		
1.5 f _b ,	〇〇〇〇の許容曲げ応力	MPa
1.5 f _b *		
1.5 f _{s o} ,	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
1.5 f _{s o} *		
1.5 f _{t s} ,	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
1.5 f _{t s} *		
f _{t o}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
h	取付ボルトから重心までの高さ	mm
i ₁	応力係数で「JSME S NC1」のPPC-3810に規定する値又は、1.33 のいずれか大きい方の値	—

記号	表示内容	単位
i_2	応力係数で「JSME S NC1」のPPC-3810に規定する値又は、1.0のいずれか大きい方の値	—
L	取付ボルト間の距離	mm
M_a	自重により伝熱管に作用するモーメント	N・mm
M_b	地震により伝熱管に作用するモーメント	N・mm
M	〇〇〇〇に作用するモーメント	N・mm
M_c	地震動による相対変位により、〇〇〇に生じるモーメントの全振幅	N・mm
M_p	〇〇〇〇〇部の回転により作用するモーメント	N・mm
M_b^*	地震動の慣性力により〇〇〇に生じるモーメントの全振幅	N・mm
N	〇〇〇の回転数	rpm
n	せん断力を受ける取付ボルトの評価本数	—
n_a	〇〇部1個当たりの基礎ボルト本数	—
n_t	引張力の作用する取付ボルトの評価本数	—
P	〇〇〇の最高使用圧力	MPa
P_m	〇〇〇の出力	kW
Q_b	〇〇〇〇に作用するせん断力	N
S_a	〇〇〇の許容応力	MPa
S_n	〇〇〇の一次+二次応力の変動値	MPa
t	〇〇〇の板厚	mm
m	〇〇〇, 〇〇〇の質量	kg
g	重力加速度(=9.80665)	m/s ²
W_w	〇〇〇, 〇〇〇に作用する風荷重	N
Z_f	〇〇〇の断面係数	mm ³
Z	〇〇〇〇の断面係数	mm ³
σ_b	〇〇〇〇に生じる曲げ応力	MPa
σ_c	〇〇〇〇に生じる圧縮応力	MPa
σ_f	〇〇〇の一次応力	MPa
σ_o	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_t	〇〇〇〇に生じる引張応力	MPa
$\sigma_{a o}$	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ	〇〇〇〇に生じるせん断応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_{a o}$	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

3.2.4.2 ○○○の応力

○○○の一次応力 σ_f 及び一次+二次応力 S_n は、次式により算出する。

(1) 一次応力

一次応力は、次式で表される。

$$\sigma_f = \frac{P D_o}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b)}{Z_f} \dots\dots\dots (3.2.4.2-1)$$

(2) 一次+二次応力

一次+二次応力は、次式で表される。

$$S_n = \frac{0.75i_1M_b^* + i_2M_c}{Z_f} \dots\dots\dots (3.2.4.2-2)$$

3.2.4.3 取付ボルトの応力

○○○, ○○○, ○○○, ○○○, ○○○及び○○○取付ボルトに生じる引張応力 σ_o 及びせん断応力 τ_b は、次式により算出する。

また、○○○及び○○○取付ボルトの応力計算に際しては、地震力に併せて振動による震度及び回転によるモーメントを考慮する。なお、風荷重については、設備形状により必要に応じて考慮する。

(1) 引張応力

引張応力は、次式で表される。

a. 角形配置の場合

取付ボルトに対する引張力は、取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとする。

なお、自重より鉛直方向設計震度が大きい場合は、浮上り力である上方向に作用する力が引張力として作用する。

$$\sigma_o = \frac{g \left\{ m(C_H + C_P)h - \frac{mL}{2}(1 - C_v - C_P) \right\} + M_p + W_w h}{n_t A_b L} \dots\dots\dots (3.2.4.3-1)$$

ここで、

$$M_p = \left(\frac{60}{2\pi N} \right) \times 10^6 P_m \dots\dots\dots (3.2.4.3-2)$$

b. 円形配置の場合

取付ボルトに対する引張力は、支点から正比例した力が作用するものとし、最も厳しい条件として支点から最も離れたボルトについて計算する。

なお、自重より鉛直方向設計震度が大きい場合は、浮上り力である上方向に作用する力が引張力として作用する。

$$\sigma_o = \frac{m C_H g h}{3/8 A_b n_t L} - \frac{m L (1 - C_v) g}{2 A_b n_t} \dots\dots\dots (3.2.4.3-3)$$

(2) せん断応力

せん断応力は、次式で表される。

なお、取付ボルトに作用するせん断荷重は、取付ボルトの全本数で受けるものとして計算する。

$$\tau_b = \frac{m g (C_H + C_P) + W_w}{A_b n_t} \dots\dots\dots (3.2.4.3-4)$$

3.2.4.4 〇〇〇〇部材の応力

〇〇〇〇部材の組合せ応力は、次式により算出する。

(1) 引張応力

引張応力は、次式で表される。

$$\sigma_t = \frac{F_b}{A} \quad (\text{ただし, } F_b \geq 0) \dots\dots\dots (3.2.4.4-1)$$

(2) 圧縮応力

圧縮応力は、次式で表される。

$$\sigma_c = -\frac{F_b}{A} \quad (\text{ただし, } F_b < 0) \dots\dots\dots (3.2.4.4-2)$$

(3) せん断応力

せん断応力は、次式で表される。

$$\tau = \frac{Q_b}{A_s} \dots\dots\dots (3.2.4.4-3)$$

(4) 曲げ応力

曲げ応力は、次式で表される。

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \dots\dots\dots (3.2.4.4-4)$$

(5) 組合せ応力

1) 圧縮力と曲げモーメント

圧縮力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力は、次式を満足すること。

なお、基準地震動 S_s による評価では f_c を f_c^* 、 f_b を f_b^* に読み替える。

$$\frac{\sigma_c}{1.5 f_c} + \frac{\sigma_b}{1.5 f_b} \leq 1 \dots\dots\dots (3.2.4.4-5)$$

2) 引張力と曲げモーメント

引張力と曲げモーメントを同時に受ける部材の応力は、次式を満足すること。

なお、基準地震動 S_s による評価では f_t を f_t^* に読み替える。

$$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5 f_t} \leq 1 \dots\dots\dots (3.2.4.4-6)$$

3.2.4.5 基礎ボルトの応力

基礎ボルトの引張応力 $\sigma_{a.o}$ 及びせん断応力 $\tau_{a.o}$ は、次式により算出する。

(1) 引張応力

引張応力は、次式で表される。

なお、基礎ボルトに作用する引抜き力は、当該〇〇部の基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

$$\sigma_{a.o} = \frac{F_{b.t}}{A_{a.b} n_a} \dots\dots\dots (3.2.4.5-1)$$

(2) せん断応力

せん断応力は、次式で表される。

なお、基礎ボルトに作用するせん断力は、当該〇〇部の基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

$$\tau_{a.o} = \frac{F_{b.s}}{A_{a.b} n_a} \dots\dots\dots (3.2.4.5-2)$$

3.3 評価

3.2.4項で算出した応力が3.2.3.2項の許容応力以下であること。

ここで、3.2.4.3項で算出した取付ボルトの引張応力 σ_o は、下記2式より算出した許容引張応力 $1.5 f_{t_s}$ 以下であること。なお、基準地震動 S_s による評価では f_{t_s} を $f_{t_s}^*$ に読み替える。

$$1.5 f_{t_s} = 1.4 f_{t_o} - 1.6 \tau_b \dots\dots\dots (3.3-1)$$

$$1.5 f_{t_s} \leq f_{t_o} \dots\dots\dots (3.3-2)$$

また、3.2.4.5項で算出した基礎ボルトの引張応力 σ_{a_o} は、下記2式より算出した許容引張応力 $1.5 f_{t_s}$ 以下であること。なお、基準地震動 S_s による評価では f_{t_s} を $f_{t_s}^*$ に読み替える。

$$1.5 f_{t_s} = 1.4 f_{t_o} - 1.6 \tau_{a_o} \dots\dots\dots (3.3-3)$$

$$1.5 f_{t_s} \leq f_{t_o} \dots\dots\dots (3.3-4)$$

4. 引用文献

- * 1 ○○○○ 2020年
- * 2 △△△△ 1999年

引用文献を適用する場合は各評価項目の最終ページに文献名称、年度を記載する。
(計算式等に文献の値を呼び込む場合は必要に応じて注記を用いて紐付けを行う。)

構造強度評価以外の評価(機能維持, 地震時臨界安全 等)に関する内容を記載。
(各項目に対する記載程度は構造強度評価と同様)

5. 動的機能維持評価

5.1 構造の説明

△△△のファン駆動部は, ファンとこれを駆動する原動機及び減速機により構成している。原動機は誘導電動機であり, 形式は横形ころがり軸受機に分類される。原動機及び減速機は, 軸継手により連結されている。

△△△の耐震評価は, ファン及び原動機に対して実施する。

5.2 評価方針

△△△の機能維持評価は, 本項に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容応力に基づき, 「5.1 構造の説明」にて設定する評価部位において, 解析モデルを用いて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力又は応答加速度が許容値内に収まることを確認する。

なお, 評価部位のうちファンについては, 「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」第4.1-1表に示す加速度の適用範囲から外れるため, 詳細検討としてファン軸応力, 軸受荷重及びチップクリアランス(ファンとファンリングとの隙間)の評価を行う。

5.2.1 計算条件

計算条件は, 「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」にて設定した耐震設計上の重要度分類に応じた入力地震動に対し, 「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき算定した設備据付位置の設計用地震力を用いる。

また, 減衰定数については, 「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に基づき, 設備の種類, 構造等に応じて適用する。

5.2.2 解析モデルの設定方法

△△△のファン軸は解析による評価を行うため, はり要素を用いて有限要素モデル化する。

ファン軸は軸受を介して減速機に連結し, 水平2方向の軸受けばね要素及び減衰要素により減速機へ結合する。

5.2.3 荷重の組合せ及び許容値

機能維持評価は, ○○○運転状態の評価を行うものとし, 地震力に併せて○○○回転によるねじりモーメント及びスラスト荷重を考慮する。評価に用いる荷重は, 下記の荷重が○○○軸に作用するものとする。

- ○○○及び○○○軸の自重
- ○○○の回転による荷重(ねじりモーメント及びスラスト荷重)

・ 水平方向及び鉛直方向地震荷重

機能維持評価において各部位の評価に用いる許容値を以下に示す。

- (1) ○○○軸応力
許容応力は、「IV-1-1-8 機能維持の基本方針(e. 支持構造物)」に基づく。
- (2) ○○
○○の基本静定格荷重を許容荷重とする。
- (3) チップクリアランスの評価
据付(通常)時のチップクリアランスを許容値とする。
- (4) 原動機
「IV-1-1-8 機能維持の基本方針」第5.1-1表に示す動的機能確認済加速度を許容値とする。

5.2.4 計算方法

耐震計算は、本項に示す方法に基づく。

5.2.4.1 記号の説明

記号	表示内容	単位
d	〇〇〇軸径	mm
$F_{B a}$	軸方向の最大荷重	N
$F_{B r}$	軸受部ラジアル方向の最大荷重	N
$f_{s i}$	荷重係数(衝撃荷重として〇とする)	—
$M_{b f}$	地震力により〇〇〇軸に作用する曲げモーメント	N・mm
$M_{t f}$	〇〇〇回転によるねじりモーメント	N・mm
P_0	軸受の静等価荷重	N
P_1	〇〇〇及びカップリング等の自重	N
P_2	〇〇〇軸の鉛直地震力により作用する軸力	N
P_3	〇〇〇回転によるスラスト荷重	N
Q_t	地震力による〇〇〇軸に作用するせん断力	N
Y_o	静スラスト係数	—
$\sigma_{b f}$	地震力による〇〇〇軸外縁の曲げ応力	MPa
$\sigma_{m f}$	軸力による圧縮応力	MPa
$\tau_{s t}$	地震力による〇〇〇軸のせん断応力	MPa
$\tau_{t f}$	〇〇〇軸の回転による軸外縁のせん断応力	MPa
τ_{max}	〇〇〇軸の組合せ応力	MPa

5.2.4.2 ○○○軸応力の計算方法

軸受部に作用する反力及び軸に作用する最大曲げモーメントより生じる応力は、次式により算出する。

(1) 地震力による軸外縁曲げ応力

軸外縁曲げ応力は、次式で表される。

$$\sigma_{bf} = \frac{32M_{bf}}{\pi d^3} \dots\dots\dots (5.2.4.2-1)$$

(2) 軸力による圧縮応力

圧縮応力は、次式で表される。

$$\sigma_{mf} = \frac{4(P_1+P_2+P_3)}{\pi d^2} \dots\dots\dots (5.2.4.2-2)$$

(3) ○○○軸の回転による軸外縁のせん断応力

軸外縁のせん断応力は、次式で表される。

$$\tau_{tf} = \frac{16M_{bf}}{\pi d^3} \dots\dots\dots (5.2.4.2-3)$$

(4) 地震力によるせん断応力

せん断応力は、次式で表される。

$$\tau_{st} = \frac{4Q_t}{\pi d^2} \dots\dots\dots (5.2.4.2-4)$$

(5) 組合せ応力

組合せ応力は、次式で表される。

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_{bf} + \sigma_{mf})^2 + 4(\tau_{tf} + \tau_{st})^2} \dots\dots\dots (5.2.4.2-5)$$

5.2.4.3 軸受荷重の計算方法

〇〇〇軸の地震応力解析によって得られる軸受部の各種荷重から静等価荷重を次式により算出する。

なお、静等価荷重は下記に示す2式のいずれか大きい値を用いる。

$$P_0 = f_{s_i} (0.5F_{Br} + Y_o F_{Ba}) \quad \dots\dots\dots (5.2.4.3-1)$$

$$P_0 = f_{s_i} F_{Br} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.3-2)$$

5.2.4.4 地震時チップクリアランスの計算方法

地震時における〇〇〇〇先端と〇〇〇〇の接触の有無を確認するための両者間の相対変位は、各々の最大応答変位の絶対和として求める。ここで、〇〇〇〇については、十分に剛な構造であることより、その応答変位は0とする。

5.2.4.5 原動機の計算方法

原動機の応答加速度が動的機能確認済加速度内に収まることを確認する。なお、動的機能確認済加速度を超える場合には、詳細検討により機能維持を満足することを確認する。

5.3 評価

5.2.4項で算出した値が5.2.3項に示す許容値以下であること。

6. 引用文献

- * 1 〇〇〇〇 2020年
- * 2 △△△△ 1999年

IV－○－○－○－○－○－○
△△△△の耐震計算書
(記載例)

パターン A に属する設備の耐震計算書は本資料を基に作成する。

目 次

	<u>ページ</u>
1. 概要	1
2. 準拠規格	1
3. 構造強度評価	1
3.1 構造の説明	1
3.2 評価方針	1
3.2.1 計算条件	1
3.2.2 解析モデルの設定方法	1
3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	1
3.2.4 計算方法	1
4. 評価内容(構造強度)	2
4.1 △△△△	2
4.1.1 解析モデル	2
4.1.2 設計条件	9
4.1.3 機器要目	10
4.1.4 結論	11
5. 動的機能維持評価	12
5.1 構造の説明	12
5.2 評価方針	12
5.2.1 計算条件	12
5.2.2 解析モデルの設定方法	12
5.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	12
5.2.4 計算方法	12
6. 評価内容	13
6.1 △△△△	13
6.1.1 解析モデル	13
6.1.2 固有周期	14
6.1.3 機器要目	14
6.1.4 結論	14

1. 概要
2. 準拠規格
3. 構造強度評価
 - 3.1 構造の説明
 - 3.2 評価方針
 - 3.2.1 計算条件
 - 3.2.2 解析モデルの設定方法
 - 3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力
 - 3.2.4 計算方法
 - 3.3 評価

本資料の「1. 概要」から「3.3 評価」については、「IV-〇-〇-〇 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」による。

「耐震性に関する計算書作成の基本方針」に示す内容を呼び込むため、記載項目名を記載する。

4 項以降は設備個別の評価内容を示す。

4. 評価内容(構造強度)

4.1 △△△△

4.1.1 解析モデル

モード図については、卓越する振動モードの特定が必要となる場合に解析モデルと合わせて記載する。

(1) 構造

△△△△の構造について第 4.1.1-1 図に概要図を示し、各部材の構造図を第 4.1.1-2 図～第 4.1.1-5 図に示す。



第 4.1.1-1 図 △△△△概要図

補強設備の場合は、構造に対する補強内容を概要図上に示す。

なお、補強内容を示す場合は、枠線等を用いて該当箇所が明確となるように示した上で、どの申請書に対する変更であるかについても記載する。

(補強による変更箇所を示す場合の記載例)

平成〇〇年〇月〇日付け〇〇〇第〇〇〇号にて認可を受けた設工認申請書の「〇-〇-〇-〇 △△△△の耐震計算書」からの変更箇所を示す。

構造図を記載する

第 4. 1. 1-2 図○○○構造図



第 4.1.1-3 図 ○○構造図



第 4.1.1-4 図 ○○○構造図

構造図を記載する

第 4.1.1-5 図 ○○○構造図

補強設備において、補強により解析モデルを変更している場合については、その内容を記載する。

解析コードは、各計算書にプログラム名称及びバージョンを記載し、検証、妥当性確認については「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」を呼び込む。

(2) 解析モデル

△△△△の解析モデルは、「IV-1-1-5_地震応答解析の基本方針」に示す3次元モデルに、補強を行う水平ブレース、立面ブレース、ファン駆動部の剛性を反映したものである。

○○○の解析モデルを第4.1.1-6図、モデル諸元を第4.1.1-1表に、また、○○○の解析モデルを第4.1.1-7図、モデル諸元を第4.1.1-2表に示す。

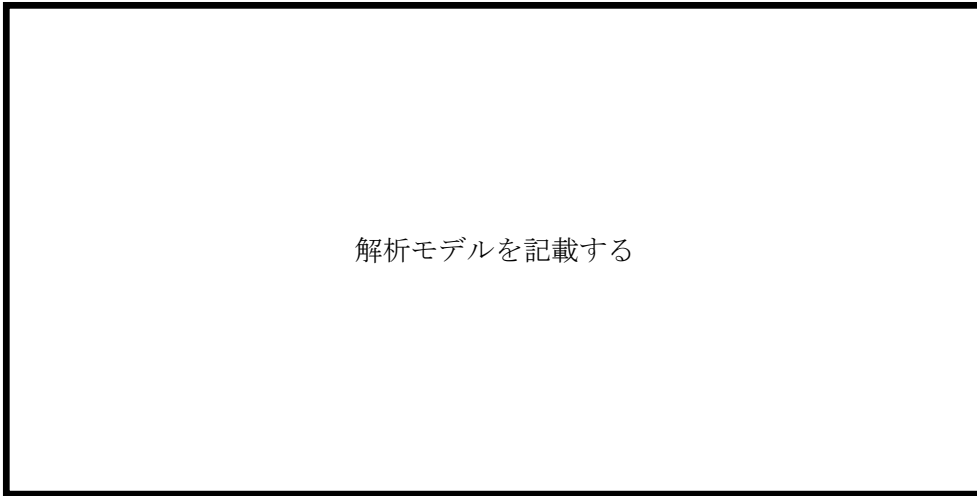
計算は、解析コード「○○○ Ver. ■■」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第4.1.1-6図 ○○解析モデル

第4.1.1-1表 ○○○のモデル諸元

要素数		
節点数		



解析モデルを記載する

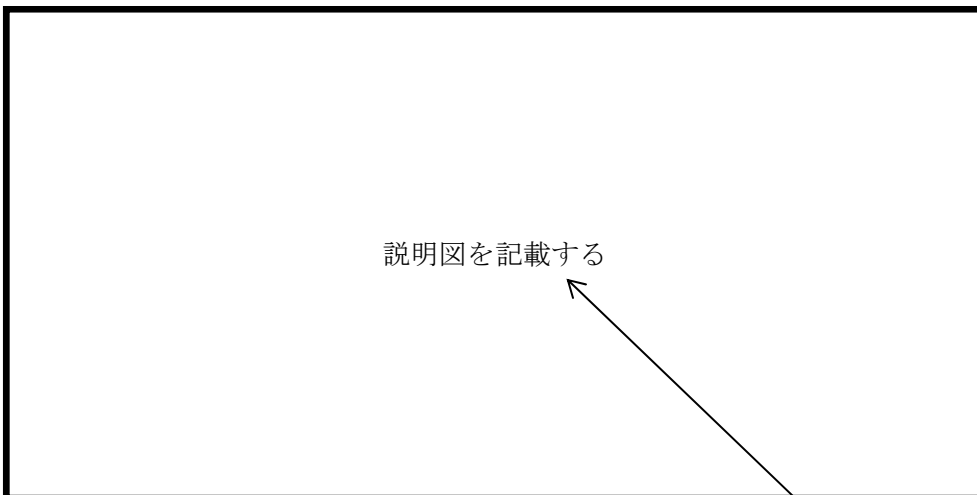
第 4. 1. 1-7 図 ○○○解析モデル

第 4. 1. 1-2 表 ○○○のモデル諸元

要素数	
節点数	

(3) 評価説明図

取付ボルト評価説明図を第 4. 1. 1-8 図に示す。



説明図を記載する

第 4. 1. 1-8 図 取付ボルト評価説明図

評価に用いる寸法関係のイメージ図を示す。

4.1.2 設計条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付場所及び床面高さ*1 (m)	固有周期 (s)	弾性設計用地震動 S _d 及び静的震度				基準地震動 S _s		振動による震度 (G)	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	比重
				動的		静的		水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
				水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度						
△ △ △ △	○	△△△△ EL.	*4	*2				*3		—	—		—
		○○○ ○○○ ○○○ ○○○	—						C _p =	—		—	
			—						C _p =				
			—						—				
		○○○ EL.							—				
		○○○ EL.	—						—	—		—	
		○○○ EL.	—						—	—		—	

注記 *1: 基準床レベルを示す。
 *2: 弾性設計用地震動 S_d に基づく、据付面の床応答加速度を設計入力地震動とする。
 *3: 基準地震動 S_s に基づく、据付面の床応答加速度を設計入力地震動とする。
 *4: 下記に示す。

次数	固有周期 (s)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
69	
70	

0.05 s までの固有周期を記載し、記載する固有周期は最大でも 10 個までとする。

各設備に対する設計条件(据付場所や適用する入力地震動 等)に対する補足事項を注記として記載する。

4.1.3 機器要目

(1) ○○○

D_o (mm)	t (mm)	Z_f (mm ³)	i_1 (-)	i_2 (-)

(2) ○○○

部材	\underline{m} (kg)	h (mm)	取付ボルト 配置	L (mm)	A_b (mm ²)	n (-)	n_t (-)	F (MPa)	F* (MPa)	M_p (N・mm)
○○○										
○○○										
○○○										
○○○										
○○○										
○○○										

(3) ○○○

<u>運転質量</u> (kg)	A (mm ²)	$\underline{A_{sy}}$ (mm ²)	$\underline{A_{sz}}$ (mm ²)	$\underline{Z_y}$ (mm ³)	$\underline{Z_z}$ (mm ³)	F (MPa)	F* (MPa)

(4) ○○○

$\underline{A_{ab}}$ (mm ²)	F (MPa)	F* (MPa)

各評価部位に対する算出値及び許容値、「概要」に記載の評価目的に対応した結論について記載。

4.1.4 結論

(単位：MPa)

部材	材料	応力	S d又は3.6C _i		S s		
			算出応力*	許容応力	算出応力	許容応力	
○○○		一次	$\sigma_f = -$	$S_a =$	$\sigma_f =$	$S_a =$	
		一次+二次	$S_n = -$	$S_a =$	$S_n =$	$S_a =$	
○○○	○○○	引張	$\sigma_o = -$	$1.5f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$1.5f_{ts}^* =$	
		せん断	$\tau_b = -$	$1.5f_{so} =$	$\tau_b =$	$1.5f_{so}^* =$	
	○○○	引張	$\sigma_o = -$	$1.5f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$1.5f_{ts}^* =$	
		せん断	$\tau_b = -$	$1.5f_{so} =$	$\tau_b =$	$1.5f_{so}^* =$	
	○○○	引張	$\sigma_o = -$	$1.5f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$1.5f_{ts}^* =$	
		せん断	$\tau_b = -$	$1.5f_{so} =$	$\tau_b =$	$1.5f_{so}^* =$	
	○○○	引張	$\sigma_o = -$	$1.5f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$1.5f_{ts}^* =$	
		せん断	$\tau_b = -$	$1.5f_{so} =$	$\tau_b =$	$1.5f_{so}^* =$	
	○○○	引張	$\sigma_o = -$	$1.5f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$1.5f_{ts}^* =$	
		せん断	$\tau_b = -$	$1.5f_{so} =$	$\tau_b =$	$1.5f_{so}^* =$	
	○ ○ ○		引張	$\sigma_t = -$	$1.5f_t =$	$\sigma_t =$	$1.5f_t^* =$
			圧縮	$\sigma_c = -$	$1.5f_c =$	$\sigma_c =$	$1.5f_c^* =$
曲げ			$\sigma_b = -$	$1.5f_b =$	$\sigma_b =$	$1.5f_b^* =$	
せん断			$\tau = -$	$1.5f_s =$	$\tau =$	$1.5f_s^* =$	
組合せ(引張+曲げ)			$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5f_t} \leq 1$		$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5f_t^*} \leq 1$		
組合せ(圧縮+曲げ)			$\frac{\sigma_c}{1.5f_c} + \frac{\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1$		$\frac{\sigma_c}{1.5f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5f_b^*} \leq 1$		
○ ○ ○		引張	$\sigma_{ao} = -$	$f_{to} =$	$\sigma_{ao} =$	$f_{to}^* =$	
		せん断	$\tau_{ao} = -$	$f_{so} =$	$\tau_{ao} =$	$f_{so}^* =$	

注記 * : S s による算出応力が S d 又は 3.6C_i の許容応力以下である場合は記載を省略する。

全て許容応力以下であるので十分な耐震性が確保される。

S s による算出応力が S d 又は 3.6C_i の許容応力以下の場合には算出応力の記載を省略するため「-」を記載し、それ以外の場合には S d 又は 3.6C_i の算出応力を記載する。

構造強度以外の評価内容の記載は、構造強度評価とは別の章立てにて示す。

5. 動的機能維持評価

5.1 構造の説明

5.2 評価方針

5.2.1 計算条件

5.2.2 解析モデルの設定方法

5.2.3 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.4 計算方法

5.3 評価

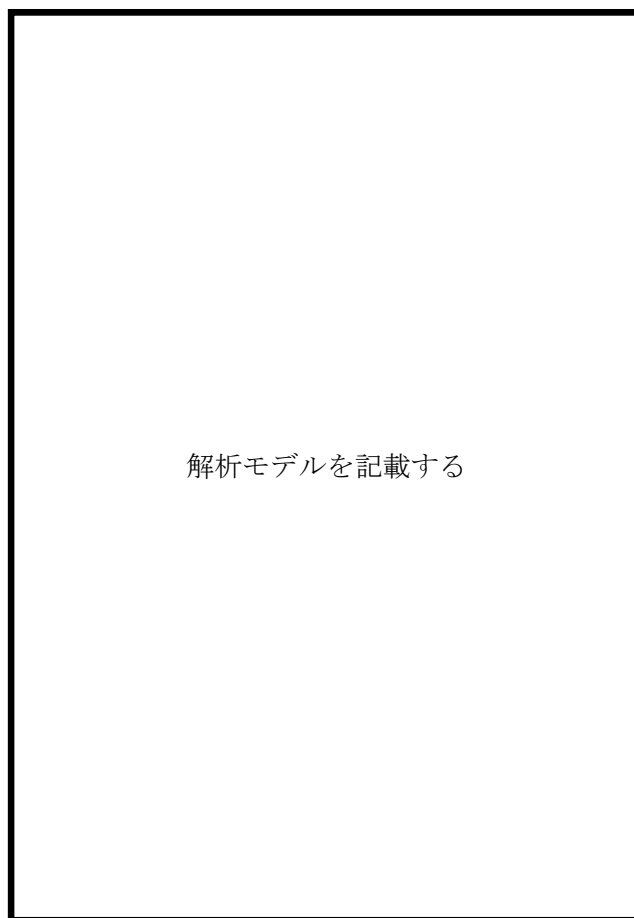
本資料の5.動的機能維持評価から 5.3 評価 については、「IV-〇-〇-〇 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」4. 動的機能維持評価による。

6. 評価内容

6.1 △△△△

6.1.1 解析モデル

- ○○○解析モデルを第 6.1.1-1 図に，モデル諸元を第 6.1.1-1 表に示す。
- 計算は，解析コード「○○○ Ver. ■■」を使用する。なお，解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については，「IV-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第 6.1.1-1 図 △△△△ ○○○解析モデル図

第 6.1.1-1 表 △△△△ ○○○解析モデル諸元

要素数	
節点数	

6.1.2 固有周期

		固有周期 (s)	
		—*	
	本 体		—*
		停止時	
		回転時	

注記 * : JEAG4601-1991 追補版において、十分に剛であることが示されている。

6.1.3 機器要目

d (mm)	D (—)

6.1.4 結論

○○○

	S s	
	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
○○○		

○○

	S s	
	発生荷重 (N)	許容荷重 (N)
○ 上部○○		
○ 下部○○		

○○○○

	S s	
	最大変位 (mm)	許容値 (mm)
○○○○		

□□□

	S s				詳細評価
	応答加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		
	水平	鉛直	水平	鉛直	
□□□					—

全て許容値以下であるので十分な耐震性が確保される。

添付資料－ 4

標準支持間隔による評価を行う設備
の耐震計算書
(パターン D の耐震計算書記載例)

IV-○-○-○ 別紙
安全機能を有する施設の
直管部標準支持間隔

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. <u>準拠規格</u>	2
3. 計算精度と数値の丸め方	2

1. 概要

本資料は、耐震Sクラスの配管について、「IV-1-1 耐震設計の基本方針」及び「IV-1-1-11-1 配管の耐震支持方針」に基づき標準支持間隔法により算出した直管部標準支持間隔の解析結果を施設ごとにまとめたものである。

2. 準拠規格

「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す規格のうち、本評価に対する準拠規格について第2-1表に示す。

第2-1表 準拠規格

準拠規格名	
原子力発電所耐震設計技術指針	JEAG4601-1987
原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編	JEAG4601-1987・補・1984
発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補版を含む))	
<第I編 軽水炉規格>	JSME S NC1-2005/2007*

注記 * : JSME S NC1 以外に使用している鉄鋼材料の規格については、「V-2 強度計算方法」における添付-1「容器等の材料及び構造に関する設計の基本方針」に定められた値を準用することとする。


3. 計算精度と数値の丸め方

解析に用いる計算精度は耐震性の結果に影響を及ぼさない桁数を確保する。
また、解析結果において数値を示す際の丸め方を第3-1表に示す。

第3-1表 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	S	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
圧力	MPa	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
温度	℃	小数点以下第1位	四捨五入	整数位
外径	mm	小数点以下第2位	四捨五入	小数点以下第1位
厚さ	mm	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第1位
比重	—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
単位長さ当たり重量	N/m	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
支持間隔	mm	十の位	切捨て	整数位
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記 * : JSME S NC1 付録材料図表に記載された温度の中間における許容応力は比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

2  全建屋(施設)で共通となる項目を記載。

別紙 1 - 1

○○○建屋の直管部標準支持間隔

目 次

	ページ
1. 解析条件	1
1.1 配管設計条件	1
1.2 階層の区分	1
2. 解析結果	1

1. 解析条件

1.1 配管設計条件

標準支持間隔の算定に必要な配管設計条件を第1.1-1表～第1.1-○表に示す。

1.2 階層の区分

解析に当たっては、設計用床応答曲線をいくつかの階層に区分し、支持間隔を求めるものとし、第1.2-○表に示す階層の区分とする。

配管系の固有振動数については配管系の設計に用いる建屋床応答スペクトルのピークの固有振動数領域より短周期側に避けることを原則とするため、第1.2-○表に示すピーク振動数以上となるように設計する。なお、配管系の固有振動数は支持構造物を含めた固有振動数であり、支持構造物の固有振動数は第1.2-○表に示す値以上とする。

2. 解析結果

第1.1-1表～第1.1-○表の各種配管の設計条件をもとに計算した直管部標準支持間隔、固有周期及び応力の解析結果を第2-1表～第2-○表に示す。

なお、一次応力は内圧応力、自重応力及び地震応力の和とし、地震応力が弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に対するものを S_d 、基準地震動 S_s に対するものを S_s と表している。

第1.1-○表 配管設計条件(○○○○○鋼)

最高使用温度 : ○○○℃

内部流体比重 : ○○

【○○○建屋】

番 号	配管仕様		最高使用 圧力 (MPa)	単位長さ当たり重量 (N/m)			
	口径 (A)	板厚 SCH		保温材無し		保温材有り	
				気体	液体	気体	液体

新 R ○ ○ ○ IV ○ ○ ○

・対象の口径及び板厚を記載。最後に「以下余白」と記載する。

・対象の条件が無い場合は「-」を記載する。
・対象の口径が無い場合は空白とする。

第1.2-〇表 設計用床応答曲線区分

床応答 曲線区分	標高 (m)	ピーク 振動数 (Hz)	支持構造物の 固有振動数 (Hz)
1	EL. 〇〇. 〇〇m~〇〇. 〇〇m		
2	EL. 〇〇. 〇〇m~〇〇. 〇〇m		
3	EL. 〇〇. 〇〇m~〇〇. 〇〇m		

床面レベルの最大から最小を記載する。

別紙

耐震機電19 【機電設備の耐震計算書の作成について】

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙-1	当社施設の耐震計算書と先行発電プラントの記載内容の確認について	3/18	8	
別紙-2				
別紙-3				
別紙-4				
別紙-5				
別紙-6				
別紙-7				
別紙-8				
別紙-9				
別紙-10				
別紙-11				
別紙-12				
別紙-13				
別紙-14				
別紙-15				

別紙－ 1

当社施設の耐震計算書と先行発電プラントの記
載内容の確認について

1. 目的

当社施設の耐震計算書について、先行発電プラントとの記載内容に対する比較を行い、差異がある項目に対して理由及び考え方の整理を行う。

2. 当社施設と先行発電プラントの耐震計算書における記載内容の確認方法

先行発電プラントとの比較確認に当たっては、本紙3.2項に示した全ての計算書パターンに対して行う。このうち、第1回申請としては申請設備が該当するパターンA及びパターンDを確認対象とする。

比較確認による差異の抽出方法としては、記載程度、記載位置が異なる場合でも内容については同様である場合があるため、これらを含め記載内容の確認を行う。記載内容が相違している場合は、その理由について示す。

なお、記載内容に対する確認として、記載程度が異なる場合でも内容が同様となるパターンにはいくつかのパターンがあるため、それぞれの観点を以下に示す。

<記載程度が異なるが同様となるパターン>

- (a) 記載箇所が異なるが記載内容は同様となるパターン
- (b) 基本方針等の呼び込みにより記載方法が異なるが記載内容は同様となるパターン
- (c) 記載内容及び記載箇所が全て合致するパターン

各記載内容の確認結果を第2-1,2表に示す。

第2-1表 先行発電プラントと当社における計算書記載内容の確認結果(パターンA)

先行発電プラントの計算書構成		当社施設の計算書		記載目的に対する確認結果
項目	記載内容	先行発電プラントにおける計算書の記載内容を示す項目()内は具体的な記載内容を示す項目を記載。		
1. 概要	概要	1. 概要		(c)
2. 一般事項	構造計画	3.1 構造の説明		(a)
		3.2 評価方針	(解析モデルの設定)	(a)
	評価方針	3.2 評価方針		(c)
	適用基準	2. 適用規格		(b)
	記号の説明	3.2 評価方針	(計算方法)	(a)
	計算精度と数値の丸め方	3.2 評価方針		(a), (b)
3. 評価部位	評価部位	4. 評価内容(構造強度)		(a)
4. 地震応答解析及び構造強度評価	地震応答解析方法	3.2 評価方針	(計算条件)	(a), (b)
	荷重の組合せ及び許容応力	3.2 評価方針	(荷重の組合せ及び許容応力)	(a), (b)
	解析モデル及び諸元	4. 評価内容(構造強度)	(解析モデル, 要目)	(c)
	固有周期	4. 評価内容(構造強度)	(設計条件)	(a)
	設計用地震力	3.2 評価方針	(計算条件)	(a)
	計算方法	3.2 評価方針	(計算方法)	(a)
	計算条件	4. 評価内容(構造強度)	(設計条件)	(a)
	応力の評価	3.2 評価方針	(計算方法)	(a)
5. 動的機能維持	基本方針	1. 概要		(a)
	評価部位	5.2 評価方針	(計算条件)	(a)
		5.1 構造の説明		(a)
	評価基準	5.2 評価方針	(荷重の組合せ及び許容応力)	(a)
	評価方法	5.2 評価方針		(c)
6. 評価結果	評価結果(構造強度評価)	3. 評価内容(構造強度)	(結論)	(c)
	評価結果(動的機能維持評価)	6. 評価内容(機能維持)	(結論)	(a)

第2-2表 先行発電プラントと当社における計算書記載内容の確認結果(パターンD)

先行発電プラントの計算書構成 ^{*1}		当社施設の計算書 ^{*2}		記載目的に対する確認結果
項目	記載内容	先行発電プラントにおける計算書の記載内容を示す項目		
1. 応力を基準とした標準支持間隔法	概要	1. 概要		(c)
2. 直管部の支持間隔	解析モデル	1. 概要	(配管の耐震支持方針を呼び込み) ^{*3}	(a)
	解析方法			(a)
	解析条件	各施設の直管部標準支持間隔	解析条件	(c)
3. 標準支持間隔	直管部標準支持間隔		解析結果	(c)

*1 基本方針上の本文にて記載

*2 基本方針上の別紙にて記載

*3 解析モデル, 解析方法については, 添付書類「IV-1-1-11-1 配管の耐震支持方針」内に示す。

3. 確認結果

[パターンAに対する確認結果]

先行発電プラントの記載内容に対して, 記載箇所や記載方法は基本方針の構成の違いから記載程度が異なっているが, 記載内容は全て合致していることを確認した。

[パターンDに対する確認結果]

先行発電プラントの記載内容に対して、記載内容、記載箇所全てが合致していることを確認した。

4. まとめ

以上の確認結果から、第1回申請対象設備が該当する耐震計算書の記載内容としては、先行発電プラントと全ての項目と差異が無いことを確認した。

なお、第1回申請対象設備が該当しないパターンB, C, Eに対する比較確認結果については、次回以降に詳細を説明する。