

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震機電19 R7
提出年月日	令和3年12月22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、R6 から R7 への変更箇所を示す。
2. 本資料(R7)は、10月8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 R6」に対し、ヒアリングにおける主な指摘事項である共通部分と個別部分に対する再整理を踏まえ、記載内容を見直したものである。

目 次

1. 概要	1
2. 耐震計算書の記載方法	2
2.1 耐震計算書のパターン化方法	2
2.2 耐震計算書の構成	3
2.3 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

別紙 再処理事業所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. 概要

本資料は、再処理施設、廃棄物管理施設、MOX 燃料加工施設の設計基準対象施設及び再処理施設、MOX 燃料加工施設の重大事故等対処施設(以下、「再処理事業所」という。)に対する機電設備の耐震計算書作成方針を補足説明するものである。

再処理事業所における耐震評価は、設備の形状に応じた評価結果を耐震性に関する計算書(以下、「耐震計算書」という。)に示している。

ここでは、耐震計算書*の記載程度の整合を目的とした計算書作成方針について示し、作成に当たっては、「IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」等の各種基本方針に示す計算式を含む計算過程に応じ作成する。

なお、重大事故等対処施設に対する計算書作成方針については、当該施設に対する耐震計算書を示す後次回申請時に合わせて示す。

*：標準支持間隔においては耐震計算書ではなく計算方針であるが、本資料においては、耐震計算書の概要等の記載程度について示すものであることから、標準支持間隔についても本資料にて示す。

その他として、再処理事業所における耐震計算書の記載内容に不足が無いことについて先行発電プラントとの比較を行う。

第1回申請においては、申請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し、第1回申請設備である安全冷却水B冷却塔及び配管標準支持間隔が該当するパターン¹の具体例を添付資料に示す。それ以外のパターンの記載内容については、対象設備の申請に併せて説明する予定であり、次回以降に詳細を説明する。

2. 耐震計算書の記載方法

各設備の耐震計算書の記載としては、評価方法を示す部分と評価結果を示す部分に大別される。そのうち評価方法については、機器、配管系の設備区分や設備形状が同一であった場合、評価条件、計算式等は共通となり、これら共通的な内容について添付書類「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し、個別の計算書では基本方針上の共通的な内容と呼んだ上で各設備の評価結果を示す。また、特殊形状の設備等、計算式が設備固有のものは、評価条件から評価結果までの一連について個別の計算書内に示す。

これらの計算書については、評価方法の示し方によらず、どの設備においても計算過程が同様であれば計算書構成は同様となるため、パターン化を行った記載とする。ここでは、パターン化に当たって全ての計算書の記載程度が統一的となるよう各パターンに応じた記載方法について示す。

2.1 耐震計算書のパターン化方法

耐震計算書のパターン化として、各設備の計算過程としては固有周期の算出方法の違いにより記載内容が変わるため、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該当する。

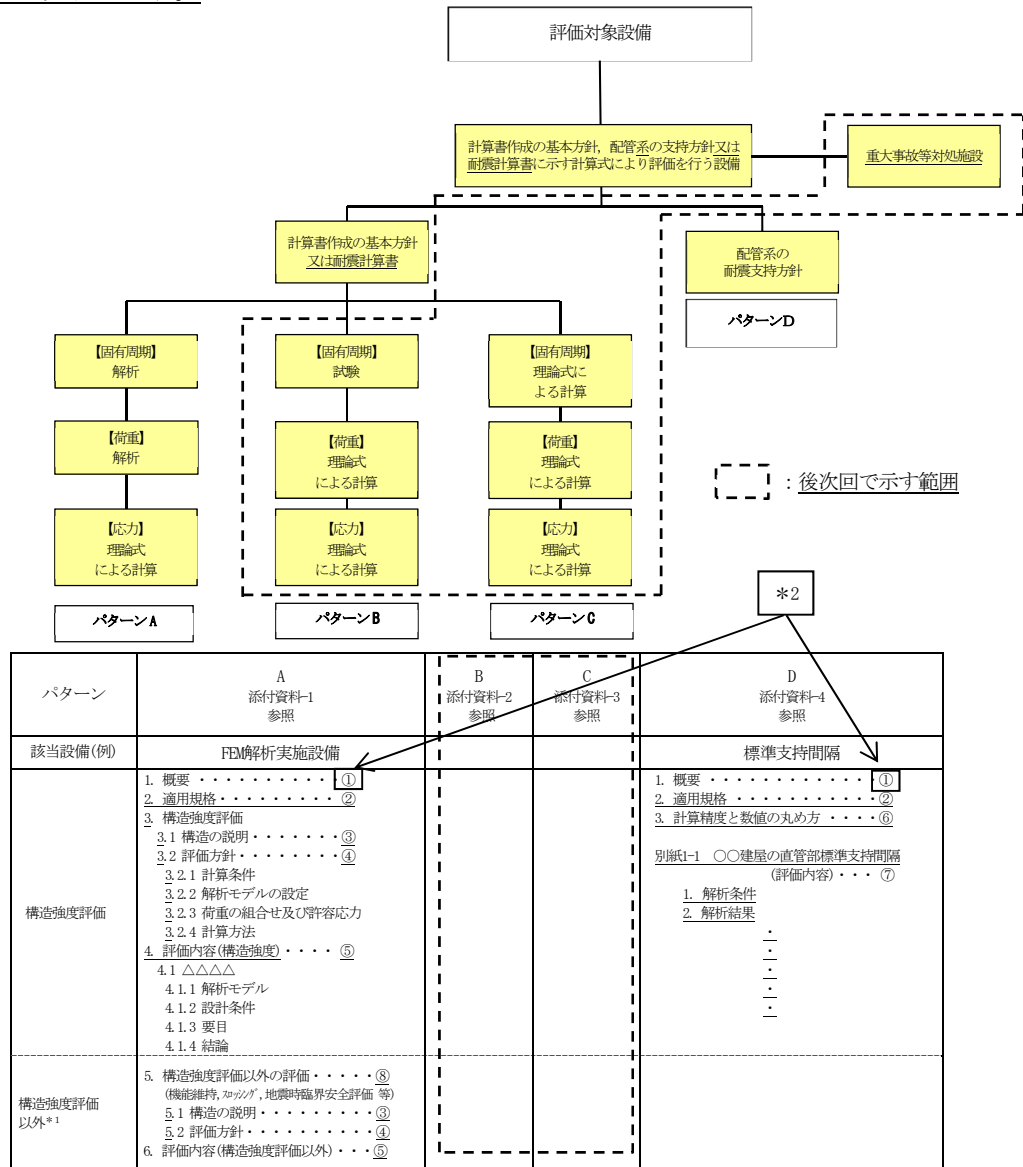
以上のことから、計算書構成パターンは、機器・配管系の計算書パターンとして第1回申請設備が該当する固有周期を解析で求める設備(パターンA)、振動試験により固有周期を求める設備(パターンB)と理論式により求める設備(パターンC)となる。

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。なお、重大事故対処施設に対するパターンについては、後次回申請で示す。

2.2 耐震計算書の構成

耐震計算書の基本的な構成として、評価方法については「概要」、「適用規格」、「構造の説明」、「評価方針」を示し、評価結果については「評価内容」で示す。なお、評価方法を各種基本方針上に示している設備については、基本方針名を示した上でその記載項目を耐震計算書に呼び込む構成となる。

耐震計算書の構成パターン及び記載項目について第2.2-1図に示し、各項目の記載内容については次項に示す。



*1：評価が必要となる場合のみ記載。

*2：各パターンの記載する項目毎に丸番号を示しており、これらの項目は計算書パターンが違っても説明する内容が同一となるため、共通項目として記載する内容を示す。

第2.2-1図 耐震計算書の構成パターン及び記載項目

2.3 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。

2.3.1 構造強度評価の項目

(1) 基本方針の記載について

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2.3.1-1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

(2) 「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。

(3) 「②適用規格」について

適用規格の記載としては、添付書類「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。

(4) 「③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「⑤個別設備の評価内容」に記載する。

(5) 「④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。

(5) 「⑤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。

(6) 「⑥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は、直管部標準支持間隔において用いる数値の桁処理及び表示方法を記載する。なお、標準支持間隔以外の評価については、添付書類「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」に記載している。

(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。

2.3.2 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，スロッシング評価，地震時臨界安全評価に対する評価結果を示す。

2.3.3 留意事項

- ・個別の耐震計算書の中で評価条件から評価結果までの一連について示す設備の記載方法としては、基本方針を呼び込む設備と同様の内容を計算書上に記載する。
- ・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、「⑤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記載するが、補強設備等の個別設備の特徴を示す必要がある場合は、その内容について個別に記載する。

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。

添付資料－1

固有周期で解析を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)

複数設備に対して適用する計算式等の共通的な内容を基本方針上に示している設備の場合は、耐震計算書の記載項目のうち、「概要」、「構造の説明」、「評価方針」を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例を示す。

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

目 次

1. 概要	1
2. 適用規格	1
3. 構造強度評価	1
3.1 構造の説明	1
3.2 評価方針	1
<u>3.2.1 計算条件</u>	<u>1</u>
<u>3.2.2 解析モデルの設定方法</u>	<u>1</u>
3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	2
<u>3.2.4 計算方法</u>	<u>3</u>
3.3 応力の評価	8
3.4 引用文献	9
<hr/>	
4. 耐震計算書のフォーマット(構造強度評価)	9
<hr/>	
5. 動的機能維持評価	10
5.1 構造の説明	10
5.2 評価方針	10
5.2.1 計算条件	10
<u>5.2.2 解析モデルの設定方法</u>	<u>10</u>
5.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	10
<u>5.2.4 計算方法</u>	<u>11</u>
5.3 引用文献	13
<hr/>	
6. 耐震計算書のフォーマット(動的機能維持)	13

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

本資料は、△△△△の耐震性について、添付書類「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、計算方法に係わらず設備全体に適用する評価条件については、添付書類「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. 適用規格

添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す規格のうち、本評価に対する適用規格について第2.-1表に示す。

複数の年度を用いる分類は、○年度または△年度と記載。

<記載例>

第2.-1表 適用規格

適用規格名
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
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、平成5年12月27日付け5案(核規)第534号にて認可を受けた設工認申請書の添付書類V「主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」に定められた規格に従うものとする。

3. 構造強度評価

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。

3.1 構造の説明

<記載例>

△△△は、伝熱管、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、全体を支持する支持架構、冷却水の流路である伝熱管及びファン、ルーバを固定するボルト部について実施する。

耐震健全性を示すために必要となる評価部位を記載する。

3.2 評価方針

△△△の応力評価は、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、「3.1 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等が許容応力内に収まることを確認する。

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」にて設定した耐震クラス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、解析の方針及び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、○○○構造であることから、三次元はり要素又はシェル要素を用いてモデル化する。

○○○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。

これらの耐震計算に用いる寸法は、原則として公称値を使用する。なお、腐食が考えられる部位については、腐食を考慮した評価を行う。

3.2.3 荷重の組合せ及び許容応力

先行炉での審査要求に対する対応として、寸法値に関する記載は全ての基本方針に記載。

3.2.3.1 荷重の組合せ

荷重の組合せは、添付書類「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。

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

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

(1) 積雪荷重

屋上の○○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○条に従い、地表面粗度区分○、地方の区分に応じて定められた風速○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、

$$q = \circ \cdot E' \cdot V_0^2$$

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

$$E_r = \circ \cdot (H/Z_0)^\alpha \quad (H > Z_b \text{ より})$$

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

E' : 速度圧の高さ方向の分布を示す係数(平12建告第1454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($G_f = \circ \cdot \circ$)

V_0 : その地方における基準風速(平○建告第○号により, \circ [m/s])

- H : 建築物の高さと軒の高さとの平均(m)
 Z_b : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($Z_b = \bigcirc$ [m])
 Z_G : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($Z_G = \bigcirc$ [m])
 α : 地表面粗度区分に応じたパラメータ ($\alpha = \bigcirc$)

3.2.3.2 許容応力

許容応力は、添付書類「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。

3.2.4.1 記号の説明

記号	表 示 内 容	単 位
A	〇〇〇〇部材の全断面積	mm ²
A_b	〇〇〇, 〇〇等の取付ボルトの軸断面積	mm ²
A_{ab}	〇〇〇〇〇部基礎ボルトの軸断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	〇〇〇〇〇の振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D_o	〇〇〇の外径	mm
E	〇〇〇〇部材の縦弾性係数	MPa
F	「JSME S NC1」SSB-3121.1(1)に定める値 ただし、「 S_y 」及び「 $S_y(RT)$ 」を「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y(RT)$ 」と読み替える	MPa
F_a	〇〇〇〇部(1ヶ所当り)に作用する最大引抜き力	N
$1.5f_t'$	〇〇〇〇部材の許容引張応力	MPa
$1.5f_s'$	〇〇〇〇部材の許容せん断応力	MPa
$1.5f_c'$	〇〇〇〇部材の許容圧縮応力	MPa
$1.5f_b'$	〇〇〇〇部材の許容曲げ応力	MPa
$1.5f_t'^*$	〇〇〇〇部材の許容引張応力 ただし、「 S_y 」及び「 $S_y(RT)$ 」を「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y(RT)$ 」と読み替える	MPa
$1.5f_s'^*$	〇〇〇〇部材の許容せん断応力 ただし、「 S_y 」及び「 $S_y(RT)$ 」を「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y(RT)$ 」と読み替える	MPa

記号	表 示 内 容	単 位
$1.5f_c'^*$	〇〇〇〇部材の許容圧縮応力 ただし、「 S_y 」及び「 $S_y(RT)$ 」を「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y(RT)$ 」と読み替える	MPa
$1.5f_b'^*$	〇〇〇〇部材の許容曲げ応力 ただし、「 S_y 」及び「 $S_y(RT)$ 」を「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y(RT)$ 」と読み替える	MPa
$1.5f_{to}$	ボルトの許容引張応力	MPa
$1.5f_{so}$	ボルトの許容せん断応力	MPa
$1.5f_{to}^*$	ボルトの許容引張応力 ただし、「 S_y 」及び「 $S_y(RT)$ 」を「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y(RT)$ 」と読み替える	MPa
$1.5f_{so}^*$	ボルトの許容せん断応力 ただし、「 S_y 」及び「 $S_y(RT)$ 」を「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y(RT)$ 」と読み替える	MPa
$1.5f$	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
$1.5f^*$	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 ただし、「 S_y 」及び「 $S_y(RT)$ 」を「 $1.2S_y$ 」及び「 $1.2S_y(RT)$ 」と読み替える	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」PPC-3810に規定する値又は、1.33のいずれか大きい方の値	—
i_2	応力係数で「JSME S NC1」PPC-3810に規定する値又は、1.0のいずれか大きい方の値	—
i_x, i_y	〇〇〇〇部材のx軸(強軸), y軸(弱軸)廻りの断面二次半径	mm
L	取付ボルト間の距離	—
ϱ	取付ボルト間の中心から, 各取付ボルトまでの距離	—
ϱ_k	〇〇〇〇部材の座屈長さ	mm
M_a	〇〇〇の自重により生じるモーメント	N・mm
M_b	〇〇〇の地震により生じるモーメント	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	取付ボルトの全本数	—
n_a	〇〇部1ヶ所当たりの基礎ボルトの本数	—

記号	表示内容	単位
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_a	〇〇部(1ヶ所当たり)に作用する最大せん断力	N
S	「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 5 に定める値	MPa
S_a	〇〇〇の許容応力	MPa
S_y	「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
S_u	「JSME S NC1」付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
S_n	〇〇〇の一次+二次応力の変動値	MPa
t	〇〇〇の肉厚	mm
m	〇〇〇, 〇〇等の質量	kg
g	重力加速度(=9.80665)	m/s ²
W_H	〇〇〇, 〇〇等に作用する風荷重	N
Z_f	〇〇〇 (内管)の断面係数	mm ³
Z_x, Z_y	〇〇〇〇部材の x 軸(強軸), y 軸(弱軸)廻りの断面係数	mm ³
σ_b	〇〇〇〇部材に生じる曲げ応力	MPa
σ_c	〇〇〇〇部材に生じる圧縮応力	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	〇〇〇〇部材に生じる引張応力	MPa
σ_{ao}	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$t\sigma_b$	〇〇〇〇部材に生じる引張側曲げ応力	MPa
$c\sigma_b$	〇〇〇〇部材に生じる圧縮側曲げ応力	MPa
τ	〇〇〇〇部材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
τ_{ao}	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記：「JSME S NC1」に値の記載がない場合は、別途定められた適切な規格・基準等を準用する。

3.2.4.2 固有周期の計算方法

前述した設定方法により構築した解析モデルを用いて固有値解析を行い、固有周期を求めらるものとする。

3.2.4.3 応力の計算方法

前述した設定方法により構築した解析モデルを用いて地震応答解析を行い、計算モデル各部に生ずる地震力を求め、これに基づき各部の応力計算を行うものとする。

3.2.4.3.1 ○○○の応力

○内圧力と○の自重及び地震力による曲げモーメントを考慮して、以下に示す計算式を用いて求めるものとする。

(1) 一次応力

$$\sigma_f = \frac{PD_o}{4t} + \frac{0.75i_1(M_a + M_b)}{Z_f} \dots\dots\dots (3.2-1)$$

(2) 一次＋二次応力

地震動のみによる一次＋二次応力の変動値を次式により計算する。

$$S_n = \frac{0.75i_1M_b^* + i_2M_c}{Z_f} \dots\dots\dots (3.2-2)$$

(3) 許容応力Sa

許容応力は、添付書類「IV-1-1-8 機能維持の基本方針(②配管類)」に基づく。

3.2.4.3.2 取付ボルトの応力

○○○及び○○○取付ボルトに生じる引張応力及び引張応力は、以下の計算式により求めるものとする。

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。

(1) せん断応力

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

(○○○)

$$\tau_b = \frac{mg(C_H + C_P) + W_H}{A_b n} \dots\dots\dots (3.2-3)$$

(○○○)

$$\tau_b = \frac{mgC_H + W_H}{A_b n} \dots\dots\dots (3.2-4)$$

(2) 引張応力

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。

(○○○, ○○○)

$$\sigma_o = \frac{g \{m(C_H + C_P)h - m(1 - C_V - C_F)\} + M_p + W_H h}{n_t A_b L} \dots\dots\dots (3. \underline{2-5})$$

引用文献からの呼び込み

ここで、 $M_p^{*1} = \left(\frac{60}{2\pi N} \right) 1,000,000 P_m \dots\dots\dots (3. \underline{2-6})$

(○○○, ○○○)

$$\sigma_o = \frac{g \{m C_H h - m(1 - C_V) \ell\} + W_H h}{n_t A_b L} \dots\dots\dots (3. \underline{2-7})$$

3.2.4.3.3 ○○○○部材の応力

○○○○の三次元はりモデルによる応力解析を行い、各部材要素に生じる引張応力(σ_t)、圧縮応力(σ_c)、せん断応力(τ)及び曲げ応力(σ_b)を算出する。

(1) 引張応力

$$\sigma_t = \frac{F_{b_x}}{A} \quad (\text{ただし, } F_{b_x} \geq 0) \dots\dots\dots (3. \underline{2-8})$$

(2) 圧縮応力

$$\sigma_c = -\frac{F_{b_x}}{A} \quad (\text{ただし, } F_{b_x} < 0) \dots\dots\dots (3. \underline{2-9})$$

(3) せん断応力

$$\tau = \frac{\sqrt{F_{b_y}^2 + F_{b_z}^2}}{A} + \frac{|M_{b_x}|}{Z_p} \dots\dots\dots (3. \underline{2-10})$$

(4) 曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{|M_{b_y}|}{Z_{b_y}} + \frac{|M_{b_z}|}{Z_{b_z}} \dots\dots\dots (3. \underline{2-11})$$

(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。

$$\frac{\sigma_c}{1.5f_c} + \frac{\sigma_b}{1.5f_b} \leq 1 \dots\dots\dots (3.2-12)$$

かつ、 $\frac{\sigma_c}{1.5f_c^*} + \frac{\sigma_b}{1.5f_b^*} \leq 1 \dots\dots\dots (3.2-13)$

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。

$$\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5f_t} \leq 1 \dots\dots\dots (3.2-14)$$

かつ、 $\frac{\sigma_t + \sigma_b}{1.5f_t^*} \leq 1 \dots\dots\dots (3.2-15)$

3.2.4.3.4 基礎ボルトの応力

〇〇〇〇の三次元はりモデル応力解析において、支点反力として得られる〇〇部の引抜き力とせん断力に基づいて計算する。

(1) 基礎ボルトの引張応力

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。

$$\sigma_{ao} = \frac{F_{bt}}{A_b} \dots\dots\dots (3.2-16)$$

(2) 基礎ボルトのせん断応力

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。

$$\tau_{ao} = \frac{F_{bs}}{A_b} \dots\dots\dots (3.2-17)$$

(3) 許容引張応力

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

なお、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は、下記2式のうちいずれか小さい方の値を用いる。

$$\text{引張} = \text{Min}(1.5f_{to}, 1.4 \times 1.5f_{to} - 1.6 \tau_b) \dots\dots\dots (3.2-18)$$

3.3 応力の評価

3.2.4.3 項で求めた各評価部位の応力が 3.2.3.2 項に示す許容応力以下であることを確認する。

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。)

3.4 引用文献

*1 〇〇〇〇 2020年

*2 △△△△ 1999年

4. 耐震計算書のフォーマット（構造強度評価）

〇〇〇の耐震計算書のフォーマットは、以下の通りである。

各計算内容に応じた設計条件，要目，結論等を示す計算書フォーマットを添付する。

構造強度評価以外の評価(機能維持, 地震時未臨界等)部位に関する構造の内容について記載。
(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

<記載例> △△△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されている。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。誘導電動機と減速機は、たわみ軸継手により連結されている。
△△△の耐震評価は、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)について実施する。

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、「3.1 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等が許容応力内に収まることを確認する。

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」にて設定した耐震クラス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、構造等に応じた値を用いる。

構造強度評価以外の評価(機能維持, 地震時未臨界等)で用いる解析モデルの設定方法を記載。
(記載内容は構造強度評価と同様)

<記載例>

5.2.2 解析モデルの設定方法

△△△のファン軸は、○○○構造であることから、質点系はり要素を用いてモデル化する。

ファン軸は軸受を介して減速機に連結されるため、水平2方向の軸受けばね及び減衰要素により減速機へ結合する。

これらの耐震計算に用いる寸法は、原則として公称値を使用する。なお、腐食が考えられる部位については、腐食を考慮した評価を行う。

5.2.3 荷重の組合せ及び許容応力

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○○○回転によるモーメント及び荷重を考慮する。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)
- ・水平地震力及び鉛直地震力

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

○○○軸の組合せ応力(最大せん断応力)が、下記の許容せん断応力以下であること。

耐震クラス	許容応力状態	許容せん断応力
○	○	○

なお、F値は以下による。 $F = \min(S_y, 0.7S_u)$

(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。

5.2.4 計算方法

耐震計算は、本項に示す方法に基づく。

(1) 記号の説明

記号	表 示 内 容	単 位
d	○○○軸径	mm
C _{B1}	下部軸受の減衰係数	N・s/mm
C _{B2}	上部軸受の減衰係数	N・s/mm
F _{Ba}	軸方向の最大荷重	N
F _{Br}	軸受部ラジアル方向の最大荷重	N
f _{si}	荷重係数(衝撃荷重として○とする)	—
I _P	○○○等価円板の極慣性モーメント	N・mm・s ²
K _M	○○○取付部の並進ばね定数	N/mm
K _θ	○○○取付部の回転ばね定数	N・mm/rad
K _{Xb1} , K _{Yb1}	下部軸受のばね定数	N/mm
K _{Xb2} , K _{Yb2}	上部軸受のばね定数	N/mm
M _F	○○○等価円板の質量	kg
M _{bf}	地震力により○○○軸に生じる曲げモーメント	N・mm
m ₁	回転軸の質量(下部軸受)	kg
m ₂	回転軸の質量(上部軸受)	kg
M _{tf}	○○○回転によるねじりモーメント	N・mm
P _o	軸受の静等価荷重	N
P ₁	○○○及びカップリング等の自重	N
P ₂	○○○軸の鉛直地震力により作用する軸力	N
P ₃	○○○回転によるスラスト荷重	N

記号	表 示 内 容	単 位
P_3	〇〇〇回転によるスラスト荷重	N
Q_f	地震力による〇〇〇軸に生じるせん断力	N
Y_o	静スラスト係数	—
σ_{bf}	地震力による〇〇〇軸外縁の曲げ応力	MPa
σ_{mf}	軸力による圧縮応力	MPa
τ_{sf}	地震力による〇〇〇軸のせん断応力	MPa
τ_{tf}	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
ω	〇〇〇軸の角速度	rad/s

(2) 〇〇〇軸応力の計算方法

軸受部に生じる反力及び軸に働く最大曲げモーメントより、応力を算出する。

1) 地震力による軸外縁曲げ応力

$$\sigma_{bf} = \frac{32M_{bf}}{\pi d^3} \dots\dots\dots (5. \underline{2}. 4-1)$$

2) 軸力による圧縮応力

$$\sigma_{mf} = 4(P_1 + P_2 + P_3) / (\pi D^2) \dots\dots\dots (5. \underline{2}. 4-2)$$

3) 〇〇〇軸の回転による軸外縁のせん断応力

$$\tau_{tf} = 16M_{tf} / (\pi d^3) \dots\dots\dots (5. \underline{2}. 4-3)$$

4) 地震力によるせん断応力

$$\tau_{sf} = 4Q_f / (\pi d^2) \dots\dots\dots (5. \underline{2}. 4-4)$$

5) 組合せ応力(最大せん断応力)

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

(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算出する。

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。

$$P_o = f_{si} (0.5F_{Br} + Y_o \cdot F_{Ba}) \dots\dots\dots (5. \underline{2}. 4-6)$$

$$P_o = f_{si} \cdot F_{Br} \dots\dots\dots (5. \underline{2}. 4-7)$$

(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が確認された場合、その応答変位は0とする。

5.3 引用文献

* 1 ○○○○ 2020 年

* 2 △△△△ 1999 年

6. 耐震計算書のフォーマット(動的機能維持)

○○○の耐震計算書のフォーマットは、以下の通りである。

IV〇〇〇〇〇

△△△△の耐震計算書

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

1. 概要	1
2. 適用規格	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 $\triangle\triangle\triangle\triangle$	2
4.1.1 解析モデル	2
4.1.2 設計条件	8
4.1.3 機器要目	9
4.1.4 結 論	10
5. 動的機能維持評価	11
5.1 構造の説明	11
5.2 評価方針	11
5.2.1 計算条件	11
5.2.2 解析モデルの設定方法	11
5.2.3 荷重の組合せ及び許容応力	11
5.2.4 計算方法	11
6. 評価内容（動的機能維持）	12
6.1 $\triangle\triangle\triangle\triangle$	12
6.1.1 解析モデル	12
6.1.2 結 論	13

1. 概要
2. 適用規格
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

本資料の1. 概要から3.2.4 計算方法については、添付書類「添付IV-○-○-○ 別紙○-○ △△△△の耐震性に関する計算書作成の基本方針」による。

複数設備に対して適用する計算式等の共通的な内容を添付書類「耐震性に関する計算書作成の基本方針」に示している場合は、基本方針の内容を呼び込むため、記載項目名を記載する。
また、特殊形状の設備等、計算式が設備固有のものである場合は基本方針を呼び込む設備と同様の内容を記載する。

3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4.1.1-4図以下に示す。

概要図を記載する

第4.1.1-1図 △△△△概要図

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

(2) 解析モデル

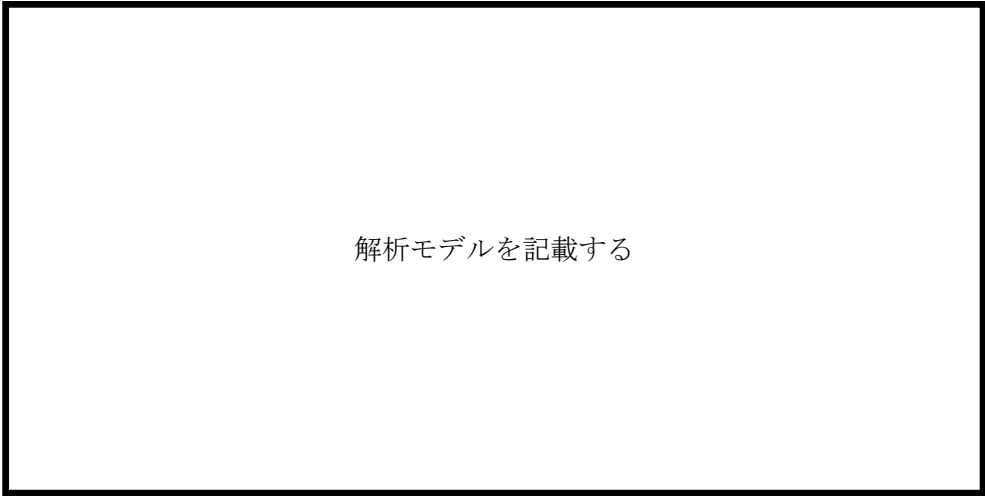
〇〇〇の解析モデルを第4.1.1-5図，モデル諸元を第4.1.1-1表に，また，〇〇〇の解析モデルを第4.1.1-6図，モデル諸元を第4.1.1-2表に示す。



第 4.1.1-5 図 〇〇解析モデル

第 4.1.1-1 表 〇〇〇のモデル諸元

要素数	
節点数	



解析モデルを記載する

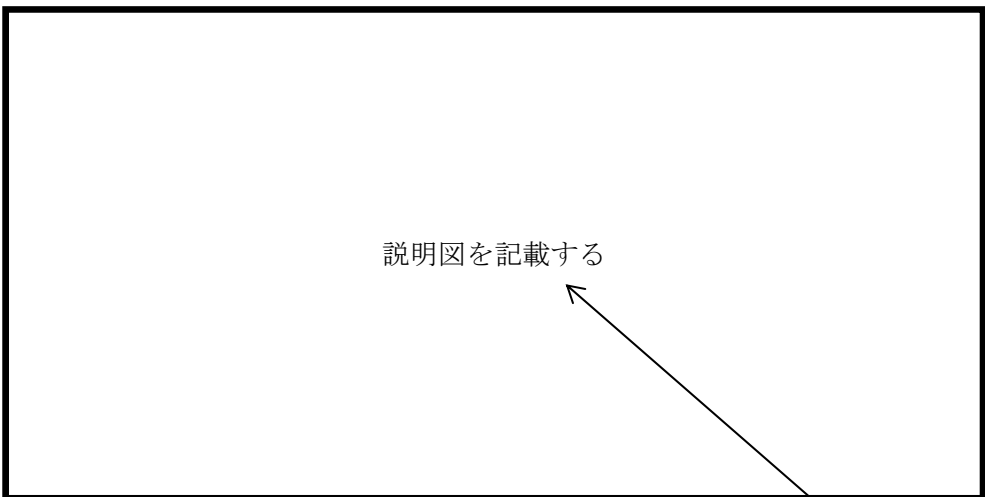
第 4.1.1-6 図 ○○○解析モデル

第 4.1.1-2 表 ○○○のモデル諸元

要素数	
節点数	

(3) 評価説明図

- 1) ボルト評価説明図を第4.1.1-7図に示す。



説明図を記載する

第 4.1.1-7 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 (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	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	比重
				動的			静的		EW (G)	NS (G)	UD (G)				
				EW (G)	NS (G)	UD (G)	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度							
△ △ △ △	○	据付場所 *1 T. M. S. L.		*2			*3			—	—		—		
		据付場所 *1 T. M. S. L.	—				○-○-○-○ 第○表				C _p =	—		—	
			—						C _p =						
			—						—						
		据付場所 *1 T. M. S. L.									—				
		据付場所 *1 T. M. S. L.									—	—			—

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。

第 4.1.2-1 表 支持架構の固有周期

次数	固有周期 (s)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

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	材 料	m (kg)	h (mm)	取付ボルト 配置	L (mm)	D (mm)	A_b (mm ²)	n (-)	n_t (-)	F (MPa)	F^* (MPa)	M_p (N・mm)
○○○												
○○○												
○○○												
○○○												
○○○												

(3) ○○○

部 材	材 料	運転重量 (kg)	A (mm ²)	Z (mm ³)		i (mm)		\varnothing_k (mm)	E (MPa)	F (MPa)	F^* (MPa)
				Z_x	Z_y	i_x	i_y				
○○○											
○○○											
○○○											
○○○											
○○○											

(4) ○○○

部 材	材 料	A_{ab} (mm ²)	n_a (-)	F (MPa)	F^* (MPa)
○○○					

4.1.4 結論

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。

(単位：MPa)

部	材	応力	S d又は3.6Ci		S s	
			算出応力*1	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	$\sigma_o =$ -	$f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$f_{ts}^* =$
		せん断	$\tau_b =$ -	$f_{so} =$	$\tau_b =$	$f_{so}^* =$
	○○○	引張	$\sigma_o =$ -	$f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$f_{ts}^* =$
		せん断	$\tau_b =$ -	$f_{so} =$	$\tau_b =$	$f_{so}^* =$
	○○○	引張	$\sigma_o =$ -	$f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$f_{ts}^* =$
		せん断	$\tau_b =$ -	$f_{so} =$	$\tau_b =$	$f_{so}^* =$
	○○○	引張	$\sigma_o =$ -	$f_{ts} =$	$\sigma_o =$	$f_{ts}^* =$
		せん断	$\tau_b =$ -	$f_{so} =$	$\tau_b =$	$f_{so}^* =$
○ ○ ○		引張	$\sigma_t =$ -	$f'_t =$	$\sigma_t =$	$f'_t{}^* =$
		圧縮	$\sigma_c =$ -	$f'_c =$	$\sigma_c =$	$f'_c{}^* =$
		曲げ	$\sigma_b =$ -	$f'_b =$	$\sigma_b =$	$f'_b{}^* =$
		せん断	$\tau =$ -	$f'_s =$	$\tau =$	$f'_s{}^* =$
		組合せ(引張+曲げ)	(応力比) -	(許容値)	(応力比)	(許容値)
		組合せ(圧縮+曲げ)	(応力比) -	(許容値)	(応力比)	(許容値)
○ ○ ○		引張	$\sigma_{ao} =$ -	$f_{ts} =$	$\sigma_{ao} =$	$f_{ts}^* =$
		せん断	$\tau_{ao} =$ -	$f_{so} =$	$\tau_{ao} =$	$f_{so}^* =$

*1 S sによる算出応力がS d又は3.6Ci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を有している。

S sによる算出応力がS d又は3.6Ciの許容応力以下の場合「-」を記載し、を下回る場合に記載することとし、許容応力が上回る場合は、「-」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。

なお、構造強度以外の要求が無い場合は、評価対象の設備ではない旨を示す。

- 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

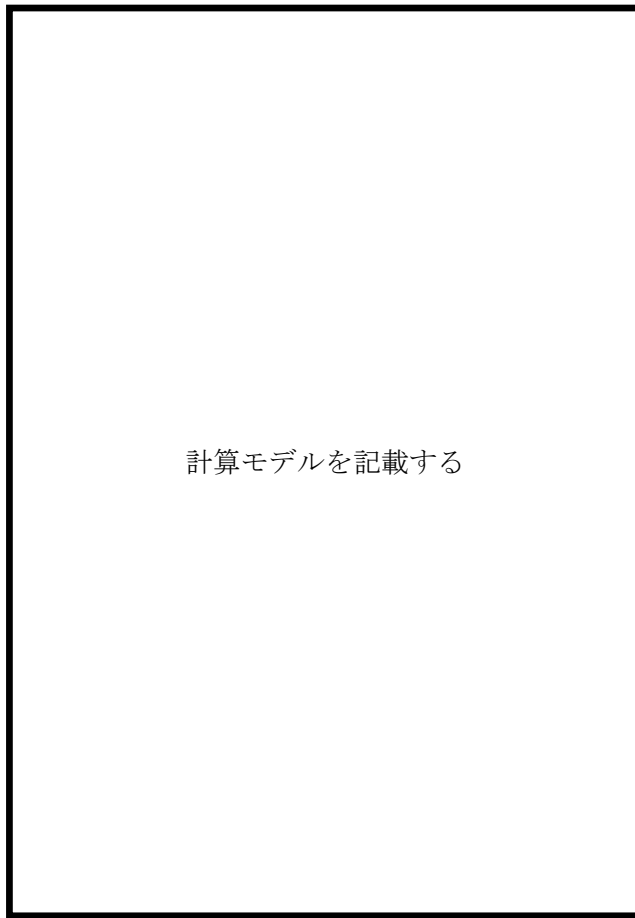
本資料5. 動的機能維持評価から5.2.4 計算方法については、添付書類「添付IV-〇-〇-〇 別紙〇-〇 △△△△の耐震性に関する計算書作成の基本方針」による。

6. 評価内容（動的機能維持）

6.1 △△△△

6.1.1 解析モデル

- ・○○○解析モデルを第6.1.1-1図に，○○○解析モデル諸元を第6.1.1-1表に示す。



質 量

$$M_{R1} = \text{kg}$$

$$M_{R2} = \text{kg}$$

$$M_F = \text{kg}$$

総角運動量

$$\omega I_p = \text{N} \cdot \text{mm} \cdot \text{s}$$

○○○の減衰係数

$$C_{B1} = C_{B2} = \text{N} \cdot \text{s}/\text{mm}$$

○○○のばね定数

$$K_{B1} = \text{N}/\text{mm}$$

$$K_{B2} = \text{N}/\text{mm}$$

○○○のばね定数

$$K_M = \text{N}/\text{mm}$$

$$K_\theta = \text{N} \cdot \text{mm}/\text{rad}$$

○○○の縦弾性係数

$$E = \text{MPa}$$

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 結論

解析結果について、第6.1.2-1表に、評価結果について第6.1.2-2表に示す。

第6.1.2-1表 △△△△ 解析結果

		固有周期 (s)	備 考
○ ○ ○		—*1	
○ ○ ○	本 体	—*1	
	○○○	停止時	
		回転時	
○○○			

*1 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。

第6.1.2-2表 △△△△ 評価結果

		S s	
○○○		発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
○ ○	上部○○	発生荷重 (N)	許容荷重 (N)
	下部○○		
○○○○		○○○○の 最大変位 (mm)	許容値 (mm)

全て許容値以下であるので十分な耐震性を有している。

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

各施設の直管部標準支持間隔

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 適用規格	2
3. 計算精度と数値の丸め方	2

別紙 1 - 1 ○○建屋の直管部標準支持間隔

1. 概要

本資料は、耐震Sクラスの配管について、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」及び添付書類「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. 適用規格

添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に示す規格のうち、本評価に対する適用規格について第 2.-1 表に示す。

第 2.-1 表 適用規格

適用規格名
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
原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版
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、平成 5 年 12 月 27 日付け 5 案 (核規) 第 534 号にて認可を受けた設工認申請書の添付書類 V 「主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」に定められた規格に従うものとする。

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	小数点第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
圧力	MPa	小数点第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
温度	℃	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
外径	mm	小数点第 2 位	四捨五入	小数点以下第 1 位
厚さ	mm	小数点第 3 位	四捨五入	小数点以下第 1 位
比重	—	小数点第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
単位長さ当り重量	N/m	小数点第 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	小数点第 1 位	切上げ	整数位
許容応力*	MPa	小数点第 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

〇〇〇建屋の直管部標準支持間隔

目 次

	ページ
<u>1.</u> 解析条件	1
<u>1.1</u> 配管設計条件	1
<u>1.2</u> 階層の区分	1
<u>2.</u> 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。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、そ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及び支持構造物の固有振動数以上とする。

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1.2-〇表 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	再処理事業所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	12/22	7	
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				

別紙ー1

再処理事業所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

再処理事業所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ことで、記載内容に不足が無いことを示す。

2. 再処理事業所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		再処理施設の計算書		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)
	評価方針	3.2 評価方針	(解析モデルの設定)	(a)
	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		再処理施設の計算書*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。