

【公開版】

再処理施設

耐震計算書における 計算結果の記載不備について

2023年3月15日提出

本資料は、令和5年3月10日に提出、説明した「第2回設工認申請書の不備について」のうち、機電設備の耐震計算書における計算結果の記載不備に関する時系列、問題点及び対策に関する内容について説明するものである。

日本原燃株式会社

1. 概要

- ✓ 本資料は、2023年3月10日に提出、説明した「第2回設工認申請書の不備について」のうち、機器の耐震計算書において1次+2次応力が許容値を超過し、疲労評価によって評価が成立している計算結果の記載不備に関して、時系列、問題点及び対策に関する内容について説明するものである。
- ✓ 時系列など整理した結果、問題点としては、作成サンプル等で疲労評価結果の記載方法を提示していなかったことが挙げられる。
- ✓ 対策として、計算書フォームの変更するとともに具体的な疲労評価結果の記載方法を作成サンプルにて提示する。

2. 時系列, 問題点及び対策

| 年月 | 内容 |
|------------------|--|
| 2018年 12月27日～ | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 機器耐震Gは, 計算書の記載ルール(社内文書)を技術連絡書にまとめ, 以下に示す疲労評価に関する記載方法を耐震関係者(各施設課, メーカー)に発信 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【疲労評価に関する記載内容】 疲労評価を実施している設備は, 疲労累積係数(UF)を記載することとし, 算出応力, 許容応力の欄を読み替える</p> </div> |
| 2022年 10月頃 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 機器耐震Gの担当者は, 発電炉の計算書作成の基本方針にある機器の計算書フォームに疲労評価欄がないことを確認 ⇒このため, 前述の技術連絡書の記載ルール変更は不要と考えた ※2023年3月10日に再確認した結果, 発電炉の計算書(結論)において疲労評価の記載欄があることを確認 |
| 2022年 11月～12月 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 機器耐震Gは, 「耐震計算に関する基本方針」, 「計算書作成の基本方針」, 「耐震計算書」の書き分け・記載内容についてヒアリングで説明 ⇒計算書フォームに関する説明はできていなかった ✓ 安全ユーティリティ課及び機器耐震Gは, 第1回設工認申請設備の耐震計算書についてヒアリングで説明(第1回申請設備には疲労評価対象なし) |
| 12月5日 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 第1回設工認 補正申請 |
| 12月12日の週 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 施設課担当者は, 疲労評価結果の記載方法について, 機器耐震G担当者に口頭で確認 ✓ 機器耐震G担当者は, 技術連絡書のとおり, 応力欄にUFを記載するよう口頭で回答 |
| 12月16日 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 補足説明資料「耐震機電27 設計プロセスの条件設定及び計算式の設定に関する補足」についてヒアリングで説明 |
| 12月26日 | 第2回設工認申請 |

■ 問題点

- ✓ 機器耐震Gは, 作成サンプル等で疲労評価の記載方法を提示しておらず, 計算書の作成方法が十分に伝わらなかった
- ✓ 機器耐震Gは, 発電炉の記載内容を確認する際, 基本方針の計算書フォームだけ確認しており, 計算書(結論)の確認が不足していた

■ 対策

- ✓ 機器耐震Gより, 具体的な疲労評価結果の記載方法を作成サンプルにて提示
- ✓ 機器耐震Gにて, 計算書フォームを変更(疲労評価を実施している機器の計算書(結論)に疲労累積係数欄を設ける)するとともに「計算書作成の基本方針」にて疲労評価に関する記載について本文と計算書フォームで明確化

3. 疲労評価結果の記載方法について

■ : グレーハッチングは記載欄なし

| フェーズ | 記載内容 | 一次+二次 | | 一次+二次+ピーク | | 疲労評価 | |
|---------------|--------------------------------------|--------|------|------------------|------------------|----------|----------|
| | | 算出応力 | 許容応力 | 算出応力 | 許容応力 | 算出疲労累積係数 | 許容疲労累積係数 |
| 発電炉 東海第2 | 【計算書フォーム】 疲労累積係数の欄はなし | | | | | | |
| | 【計算書】 一次+二次+ピーク欄があり、 疲労累積係数を記載 | 300 | 260 | (疲労累積係数) 0.63 | (疲労累積係数) ≤1.0 | | |
| 12月時点 作成方法 | 一次+二次の欄に疲労評価 結果を記載し、注記で説明 | 0.63*1 | 1*1 | | | | |
| 12月申請書 | 応力をそのまま記載 | 300 | 260 | | | | |
| 変更案 | 疲労累積係数欄を追加 | 300 | 260 | | | 0.63 | 1 |

* 1 : 簡易弾塑性解析による疲労評価を実施しているため、応力欄へ疲労累積係数を示す。

疲労評価に関する耐震計算書の記載サンプル

- 4. 片側支持設備
 - 4.3 デミスタ(2脚)
 - 4.3.1 構造強度評価
 - 4.3.1.3 結論

(単位: MPa)

| 機器名称 | 据付場所 | 材料 | 計算式 | 容器 | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----|----------------------------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|-----------|-------------|
| | | | | S d又は3.6C i | | | | | | S s | | | | | | | |
| | | | | 一次一般膜 | | 一次 | | 一次+二次 | | 一次一般膜 | | 一次 | | 一次+二次 | | 疲労評価 | |
| | | | | 算出応力 σ_0 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_1 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_2 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_0 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_1 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_2 | 許容応力 S_a | 疲労累積係数[-] | 許容疲労累積係数[-] |
| ○○○ | ▽▽建屋 | ○○ | 0.0.0.0.0-0 (疲労評価) 0.0.0-0 | - | 138 | - | 207 | 160 | 260 | 6 | 232 | 61 | 348 | 300 | 260 | 0.63 | 1 |
| △△△ | ▽▽建屋 | ○○ | 0.0.0.0.0-0 | - | 158 | - | 237 | - | 316 | 2 | 267 | 23 | 400 | 113 | 316 | | |
| □□□ | ▽▽建屋 | ○○ | 0.0.0.0.0-0 | - | 154 | - | 231 | - | 308 | 2 | 264 | 22 | 399 | 113 | 308 | | |
| ●●● | ▽▽建屋 | ○○ | 0.0.0.0.0-0 | - | 158 | - | 237 | - | 316 | 2 | 267 | 26 | 400 | 132 | 316 | | |
| ▲▲▲ | ▽▽建屋 | ○○ | 0.0.0.0.0-0 | - | 150 | - | 225 | - | 300 | 2 | 263 | 14 | 395 | 66 | 300 | | |

：疲労評価を実施している設備がある場合は、算出疲労累積係数及び許容疲労累積係数(1)を記載する。

：一次+二次の算出応力が許容応力を満足せず、疲労評価を実施する場合には、計算式に疲労評価の式番号を記載する。

：一次+二次応力の評価結果を記載する。算出応力が許容応力が超える場合においても記載する。

：疲労評価を実施しない場合は斜線とする。

IV－1－3－2－1

定式化された計算式を用いて評価を行う機器の耐震計算書作成の基本方針

～中略～

7. 耐震計算書の記載内容

～中略～

7.3 耐震計算書における共通的な留意事項

～中略～

(5) 結論

- ・設計基準対象の施設の弾性設計用地震動 S_d の評価において、基準地震動 S_s の算出応力が弾性設計用地震動 S_d の許容限界又は $3.6C_i$ の許容限界以下である場合、弾性設計用地震動 S_d に対しても耐震性を有することから、算出応力の記載を省略する。
- ・構造強度評価において、一次＋二次応力が許容限界を超えた場合は、簡易弾塑性解析による疲労評価の結果を示す。

第 7.1-2 表 耐震計算書のフォーマット

【結論（構造強度評価）】

片側支持設備
(3) デミスタ（2脚）

(単位：MPa)

| 機器名称 | 据付場所 | 容器 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----|-----|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| | | 材料 | 計算式 | S d 又は 3.6 C i | | | | | | | | S s | | | | | | | |
| | | | | 一次一般膜 | | 一次 | | 一次+二次 | | 疲労評価 | | 一次一般膜 | | 一次 | | 一次+二次 | | 疲労評価 | |
| | | | | 算出応力 σ_0 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_1 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_2 | 許容応力 S_a | 算出疲労累 積係数[-] | 許容疲労累 積係数[-] | 算出応力 σ_0 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_1 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_2 | 許容応力 S_a | 算出疲労累 積係数[-] | 許容疲労累 積係数[-] |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(単位：MPa)

| 機器名称 | 据付場所 | 支持構造物（ボルト以外） | | | | | | 支持構造物（ボルト等） | | | | | | | | | |
|------|------|--------------|-----|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----|--------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| | | 材料 | 計算式 | S d 又は 3.6 C i | | S s | | 材料 | 計算式 | S d 又は 3.6 C i | | S s | | | | | |
| | | | | 組合せ | | 組合せ | | | | 引張 | | せん断 | | 引張 | | せん断 | |
| | | | | 算出応力 σ_s | 許容応力 $1.5f_t$ | 算出応力 σ_s | 許容応力 $1.5f_t^*$ | | | 算出応力 σ_b | 許容応力 $1.5f_{ts}$ | 算出応力 τ_b | 許容応力 $1.5f_{sb}$ | 算出応力 σ_b | 許容応力 $1.5f_{ts}^*$ | 算出応力 τ_b | 許容応力 $1.5f_{sb}^*$ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

全て許容限界以下であるので、十分な耐震性が確保される。

片側支持設備
(4) デミスタ（1脚）

(単位：MPa)

| 機器名称 | 据付場所 | 容器 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----|-----|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| | | 材料 | 計算式 | S d 又は 3.6 C i | | | | | | | | S s | | | | | | | |
| | | | | 一次一般膜 | | 一次 | | 一次+二次 | | 疲労評価 | | 一次一般膜 | | 一次 | | 一次+二次 | | 疲労評価 | |
| | | | | 算出応力 σ_0 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_1 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_2 | 許容応力 S_a | 算出疲労累 積係数[-] | 許容疲労累 積係数[-] | 算出応力 σ_0 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_1 | 許容応力 S_a | 算出応力 σ_2 | 許容応力 S_a | 算出疲労累 積係数[-] | 許容疲労累 積係数[-] |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(単位：MPa)

| 機器名称 | 据付場所 | 支持構造物（ボルト以外） | | | | | | 支持構造物（ボルト等） | | | | | | | | | |
|------|------|--------------|-----|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----|--------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| | | 材料 | 計算式 | S d 又は 3.6 C i | | S s | | 材料 | 計算式 | S d 又は 3.6 C i | | S s | | | | | |
| | | | | 組合せ | | 組合せ | | | | 引張 | | せん断 | | 引張 | | せん断 | |
| | | | | 算出応力 σ_s | 許容応力 $1.5f_t$ | 算出応力 σ_s | 許容応力 $1.5f_t^*$ | | | 算出応力 σ_b | 許容応力 $1.5f_{ts}$ | 算出応力 τ_b | 許容応力 $1.5f_{sb}$ | 算出応力 σ_b | 許容応力 $1.5f_{ts}^*$ | 算出応力 τ_b | 許容応力 $1.5f_{sb}^*$ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

全て許容限界以下であるので、十分な耐震性が確保される。