

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震機電 12 R <u>5</u>
提出年月日	令和 4 年 <u>10</u> 月 <u>7</u> 日

設工認に係る補足説明資料

地震応答計算書に関する 一関東評価用地震動(鉛直)に対する影響確認について (機器・配管系)

1. 文章中の下線部は，R 4 から R 5 への変更箇所を示す。
2. 本資料(R 5)は，令和 4 年 9 月 16 日に提示した「地震応答計算書に関する一関東評価用地震動(鉛直)に対する影響評価について(機器・配管系) R 5」に対し，基本方針との横並びの観点で適正化及び，添付書類を踏まえた資料構成の見直しを行ったものである。

目 次

1. 概要	1
2. 影響評価方針	2
2.1 設計用床応答曲線を用いて設計している設備への影響評価	2
2.2 最大床応答加速度を用いて設計している設備への影響評価	2
2.3 加速度時刻歴を用いて設計している設備への影響評価	2
3. 影響評価内容	2
4. 影響評価結果	6

後次回以降申請する機器・配管系については、各申請回次に影響評価結果を示す。

■：商業機密の観点から公開できない箇所

1. 概要

本資料は、再処理施設及び MOX 燃料加工施設に対する第 1 回設工認申請のうち、以下の添付書類に示す影響評価結果を補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「IV-2-4-1-2-1 機器・配管系の一関東評価用地震動(鉛直)に関する影響評価結果」

事業変更許可申請書においては、『基準地震動 $S_s - C 4$ は水平方向の地震動のみであることから、水平方向と鉛直方向の地震力を組み合わせた影響評価を行う場合には、工学的に水平方向の地震動から設定した鉛直方向の評価用地震動(以下「一関東評価用地震動(鉛直)」という。)]による地震力を用いる』としている。したがって、一関東評価用地震動(鉛直)は、基準地震動 $S_s - C 4$ (水平方向)のみの地震力と組み合わせた影響評価において用いるものとして位置付けられている。

また、事業変更許可申請書の内容を踏まえて、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」に以下の内容を記載している。

<添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」における記載内容>

基準地震動 $S_s - C 4$ は、水平方向の地震動のみであることから、水平方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた影響評価に当たっては、工学的に水平方向の地震動から設定した鉛直方向の評価用地震動(以下「一関東評価用地震動(鉛直)」という。)]による地震力を用いた場合においても、水平方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた影響が考えられる施設に対して、許容限界の範囲内に留まることを確認する。具体的には、一関東評価用地震動(鉛直)を用いた場合の応答と基準地震動 S_s の応答との比較により、基準地震動 S_s を用いて評価した施設の耐震安全性に影響を与えないことを確認する。なお、施設の耐震安全性へ影響を与える可能性がある場合には詳細評価を実施する。

以上を踏まえ、一関東評価用地震動(鉛直)を考慮した場合の建物・構築物の地震応答解析の結果を用いて、添付書類「IV-2-1 再処理設備本体等に係る耐震性に関する計算書」(以下「耐震計算書」という。)]及び設計方針の添付書類「IV-1-1-11 配管系の耐震支持方針」に示す標準支持間隔法(以下「定ピッチスパン法」という。)]の耐震安全性に対して影響を与えないことの評価を行う。

ここでは、影響評価の方針及び実施内容を示し、影響評価結果については、添付書類「IV-2-4-2-1-1 機器・配管系の一関東評価用地震動(鉛直)に関する影響評価結果」に示す。

2. 影響評価方針

設備の耐震設計に用いる地震力については、複数ある基準地震動 S_s 又は弾性設計用地震動 S_d の建屋応答から、添付書類「IV-1-1-6 設計用床応答曲線の作成方針」(以下「FRS 作成方針」という。)に基づき作成し、設計用床応答曲線 (FRS) 又は最大床応答加速度 (ZPA) による地震力 (以下「設計用地震力」という。) 若しくは加速度時刻歴を用いて評価を行っている。

これに対する一関東評価用地震動 (鉛直) の影響評価は、基準地震動 S_s - C 4 の鉛直地震動であることから、基準地震動と同じ扱いとして設備の評価手法に合わせた影響評価を行う。

2.1 設計用床応答曲線を用いて設計している設備への影響評価

設計用地震力の設計用床応答曲線と一関東評価用地震動 (鉛直) を考慮した場合の建物・構築物の地震応答解析の結果から FRS 作成方針に基づき、 $\pm 10\%$ の拡幅した床応答スペクトルの比較により影響評価を行う。

2.2 最大床応答加速度を用いて設計している設備への影響評価

最大床応答加速度を適用している剛な設備については、設計配慮として 1.2 倍した値を用いて耐震設計を実施していることから、設計用地震力の最大床応答加速度と一関東評価用地震動 (鉛直) を考慮した場合の建物・構築物の地震応答解析の結果の最大床応答加速度に 1.2 倍した値と比較して影響評価を行う。

2.3 加速度時刻歴を用いて設計している設備への影響評価

加速度時刻歴を用いて評価している設備については、該当設備の申請に合わせて説明する予定であり次回以降に詳細を説明する。

3. 影響評価内容

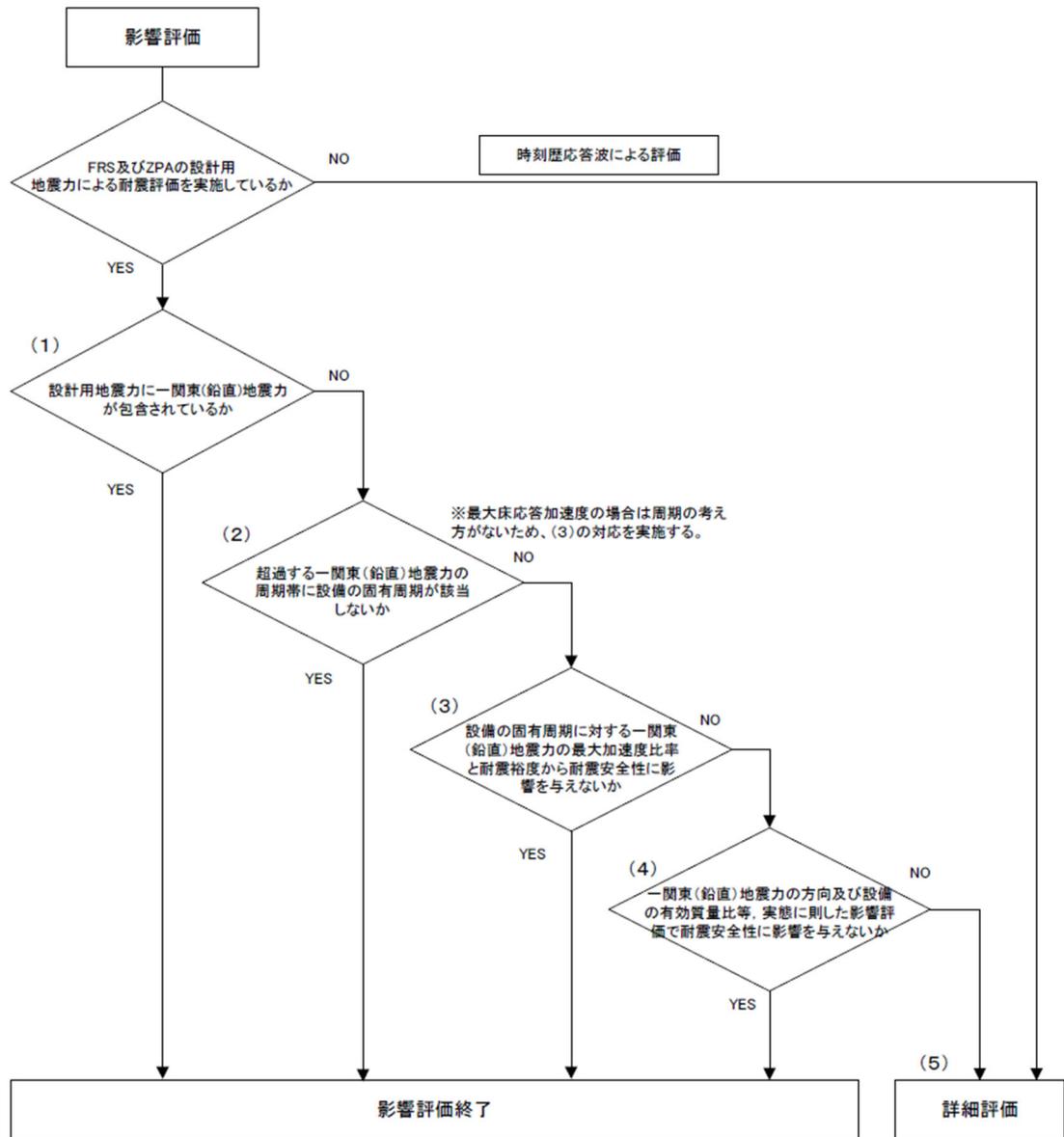
一関東評価用地震動 (鉛直) を考慮した地震応答解析の結果を踏まえた $\pm 10\%$ 拡幅した床応答スペクトル及び 1.2 倍した最大床応答加速度 (以下「一関東 (鉛直) 地震力」という。) に対する影響評価内容としては、設計用地震力と一関東 (鉛直) 地震力の加速度比較を行い、設計用地震力に対して一関東 (鉛直) 地震力が超過する場合は、超過する周期帯 (以下「超過周期帯」という。) に固有周期を有する設備を特定し、超過周期帯の最大加速度比率を用いて耐震安全性に影響がないことの評価を行う。

機能維持が要求される設備に対して加速度が超過する場合は、超過周期帯に固有周期を有する設備を特定し、超過周期帯の最大加速度比率を用いて耐震安全性に影響がないことの評価を行う。

定ピッチスパン法による標準支持間隔については、添付書類「IV-1-1-11-1 配管の耐震支持方針」において谷埋め及びピーク保持を考慮した設計用床応答曲線 (FRS) により設計していることから、谷埋め及びピーク保持した設計用床応答曲線と一関東 (鉛直) 地震力の床応答スペクトル

ルの加速度比較を行い、上述と同様に超過する場合は、超過周期帯の最大加速度比率を用いて耐震安全性に影響がないことの評価を行う。

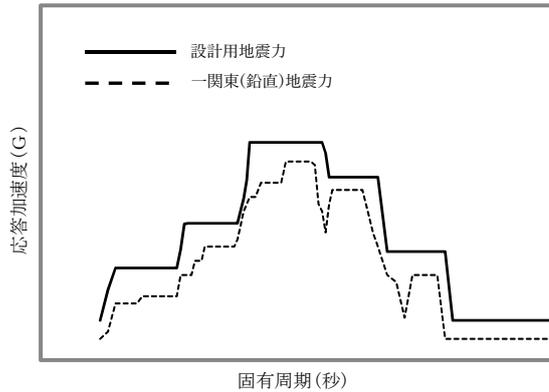
具体的な一関東(鉛直)地震力に対する影響評価の対応については、第3-1図に示し、影響評価の対応内容の例を第3-2図に示す。



第 3-1 図 一関東評価用地震動(鉛直)の影響評価対応フロー

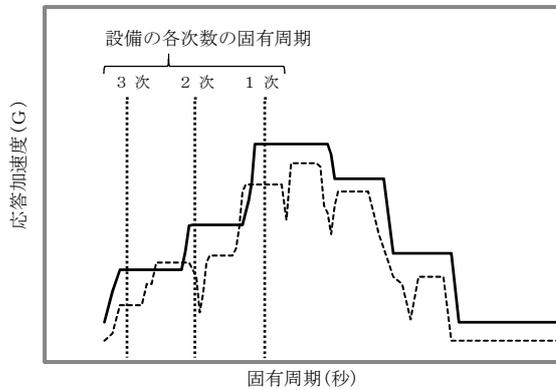
- (1) 設計用地震力と一関東(鉛直)地震力との重ね合わせを行い設計用地震力に包含されていることの確認を行う。
「影響評価(1)：設計用地震力との重ね合わせ及び比較による影響評価」
- (2) 超過周期帯と設備の固有周期が該当しないことの確認として、設備の各次数の固有周期が超過周期帯に合致しないことの確認を行う。
「影響評価(2)：超過周期帯と設備の固有周期を踏まえた影響評価」
- (3) 設備の各次数の固有周期で超過周期帯に合致する次数における最大加速度比を算出して、耐震計算書に示す荷重の組み合わせによって求められた算出応力若しくは評価用地震力に乘じ、許容応力以下若しくは機能確認済加速度以下であることの影響評価を行う。
「影響評価(3)：設備の各次数の固有周期における最大加速度比率を用いた影響評価」
- (4) 耐震評価における水平、鉛直方向の地震力に各方向の最大加速度比率を用いた影響評価等、実態に則した影響評価で求められた算出応力が許容応力以下であることの確認を行う。
「影響評価(4)：地震力の方向等、耐震評価内容に応じた影響評価」
- (5) 耐震設計の基本方針に基づいた詳細評価を行い、評価結果が許容応力以下であることの確認を行う。
「影響評価(5)：詳細評価」

< (1) 設計用地震力との重ね合わせ及び比較による影響評価の例 >



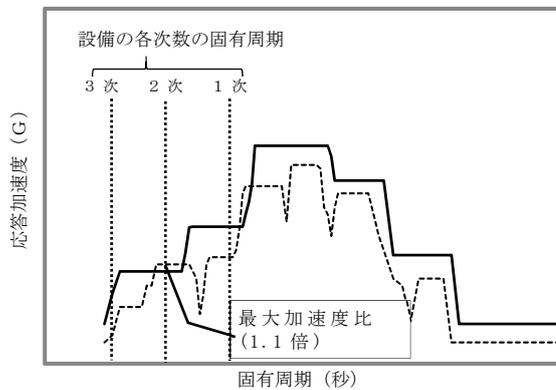
設計用地震力の全周期で一関東(鉛直)地震力が包含されていることの確認を行う。包含される場合は設備の耐震安全性に影響を与えない。

< (2) 超過周期帯と設備の固有周期を踏まえた影響評価の例 >



設計用地震力を超過する周期帯に設備の各次数における固有周期が該当しないことを確認する。

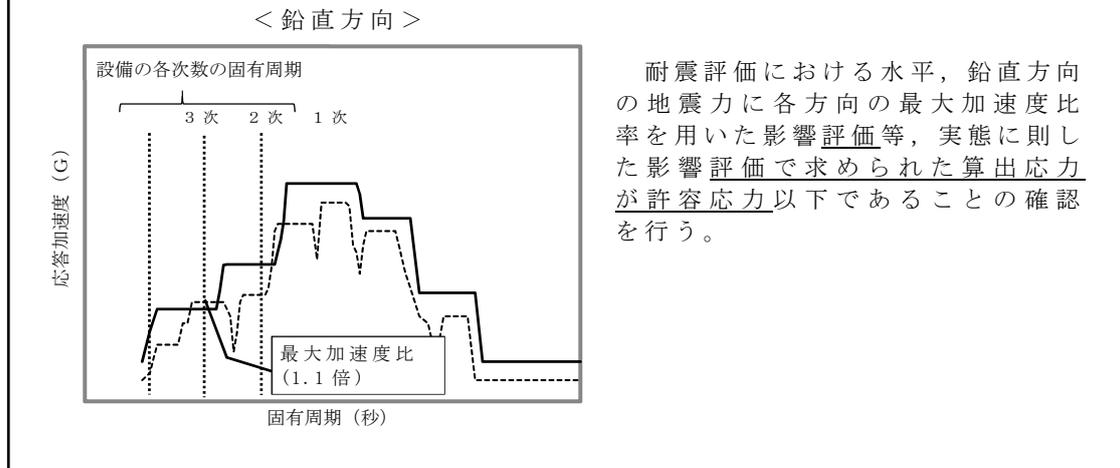
< (3) 設備の各次数の固有周期における最大加速度比率を用いた影響評価の例 >



設備の各次数の固有周期で超過周期帯に合致する最大加速度比率を算出して、耐震計算書に示す荷重の組み合わせによって求められた算出応力若しくは評価用地震力に乘じ、許容応力以下若しくは機能確認済加速度以下であることの影響評価を行う。

第 3-2 図 一関東(鉛直)地震力における影響評価の例(1/2)

<(4) 地震力の方向等，耐震評価内容に応じた影響評価の例>



*本例は機器の影響評価方法の一例として示すものであって，具体的な対応は対象設備の評価内容に応じた影響評価を行う。

第 3-2 図 一関東(鉛直)地震力における影響評価の例(2/2)

4. 影響評価結果

影響評価方針に基づき，設計用地震力と一関東(鉛直)地震力との比較による設備の耐震安全性に対して影響評価した結果，影響がないことを確認した。

各建屋の影響評価の実施内容については別紙に示し，影響評価結果については，添付書類「IV-2-4-1-2-1 機器・配管系の一関東評価用地震動(鉛直)に関する影響評価結果」に示す。

なお，影響評価結果の示し方については，耐震計算書に示す設備ごとの評価結果に対して最大応力比(算出応力/許容応力)の結果について示す。

設計方針である定ピッチスパン法による標準支持間隔については，標準支持間隔の最大応力比(算出応力/許容応力)の結果について示す。

別紙

別紙 1

再処理施設 安全冷却水 B 冷却塔における
一関東評価用地震動(鉛直)の影響評価結果

目 次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・別紙 1-1
2. 影響評価方針・・・・・・・・・・・・・・・・別紙 1-1
3. 影響評価の実施内容・・・・・・・・・・・・別紙 1-1
4. 影響評価結果・・・・・・・・・・・・・・別紙 1-5
5. まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・別紙 1-5

1. 概要

本資料は、再処理施設の安全冷却水 B 冷却塔に対する、一関東評価用地震動(鉛直)の影響評価内容について示すものである。

2. 影響評価方針

安全冷却水 B 冷却塔において、本文記載の「2. 影響評価方針」及び「3. 影響評価内容」に示す一関東評価用地震動(鉛直)の影響評価対応フローに従い、耐震安全性に影響を与えないことを確認する。

3. 影響評価の実施内容

安全冷却水 B 冷却塔のうち、剛ではない支持架構については設計用地震力と一関東(鉛直)地震力の重ね合わせによる比較を行い、剛である支持架構搭載機器については最大床応答加速度を 1.2 倍した加速度の比較を行う。

また、影響評価対応フローにより、安全冷却水 B 冷却塔の支持架構及び支持架構搭載機器が耐震安全性に影響がないと判断した確認項目を第 3-2 表に示す。

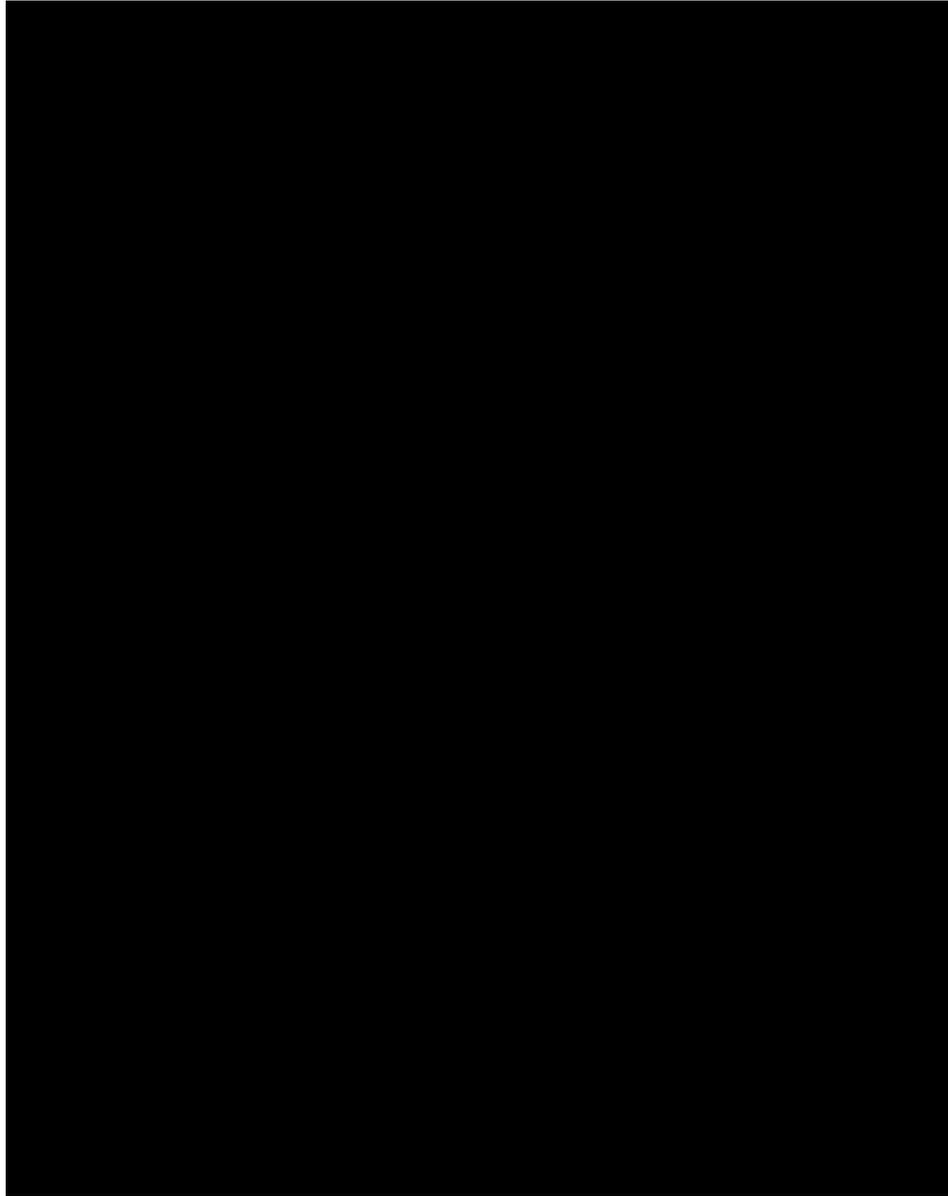
(1) 設計用地震力との重ね合わせ及び比較による評価『影響評価(1)』

支持架構については、第 3-1 図に示すとおり、設計用地震力と一関東(鉛直)地震力の重ね合わせを行った結果、一関東(鉛直)地震力が設計用地震力の全周期帯で包含されていることから、支持架構については影響がないことを確認した。

また、支持架構搭載機器については、第 3-1 表に示すとおり、最大床応答加速度の比較を行った結果、全ての加速度比率が 1.00 以下であることから、支持架構搭載機器への影響がないことを確認した。

設計用床応答曲線

建屋名： 安全冷却水B冷却塔
地震波名： Ss
方向： UD
床レベル： (M)
減衰定数： (%)



固有周期(秒)

第 3-1 図 基準地震動 S s における評価用地震力と一関東(鉛直)地震力との重ね合わせ結果

第 3-2 表 設備ごとの影響評価の実施内容

IV-2 再処理施設の耐震性に関する計算書 IV-1-1-11 配管系の耐震支持方針				影響評価結果*1				
添付書類番号	添付書類名称		固有周期 (s)*2	加速度		最大加速度 比率	影響評価 番号	
				設計用 地震力	一関東 (鉛直) 地震力			
IV-2-1-2-1-1-1	安全冷却水 B 冷却塔の 耐震計算書		[REDACTED]	支持架構	—	—	—	(1)
				支持架構 搭載機器 *3	構造強度	—	—	—
	動的機能維持	—			—	—	(1)	
IV-1-1-11-1 別紙 1-1	安全冷却水 B 冷却塔の 直管部標準支持間隔		[REDACTED]	—	—	—	(1)	

注記*1：影響評価番号については、本紙に記載の「第 3-1 図 一関東評価用地震動(鉛直)の影響評価対応フロー」に則った番号を示す。

注記*2：固有周期欄については 5 次までの固有周期を示し、5 次までに剛領域となった場合は、剛領域となった次数まで示す。また、影響評価番号(3)及び(4)については、最大の加速度比率の次数及び固有周期を()内に示す

注記*3：支持架構搭載機器については、すべて剛な設備であることから支持架構搭載機器のうち最大の応力が発生している設備の結果を示す。

4. 影響評価結果

影響評価の実施内容を踏まえた設備の耐震安全性の影響評価の結果については、添付書類「IV-2-4-1-2-1 機器・配管系の一関東評価用地震動(鉛直)に関する影響評価結果」に示す。

5. まとめ

安全冷却水 B 冷却塔の支持架構及び支持架構搭載機器の双方ともに、影響評価対応フローに示す「(1) 設計用地震力との重ね合わせ及び比較による評価」にて設計用地震力と一関東(鉛直)地震力の比較の結果、全て包含されていることを確認した。

以上のことから、一関東評価用地震動(鉛直)を考慮した場合においても、耐震安全性に影響がないことを確認した。