

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震機電 21 R <u>5</u>
提出年月日	令和 4 年 <u>11</u> 月 <u>29</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 隣接建屋の影響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 10 月 7 日に提示した「隣接建屋の影響に対する影響確認について R 4」に対し、他条文との紐づけに対する記載の拡充及び資料の体裁について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	1
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
3.1 隣接建屋の影響を考慮した地震力の算定	2
3.2 設計用地震力と隣接影響地震力の比較による影響評価	5
4. 影響評価結果	9

後次回以降申請を実施する機器・配管系については、各申請回次に影響評価結果を提示する。

■：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(以下「当社施設」という。)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-2-4-2-2-1 機器・配管系の隣接建屋に関する影響評価結果」

隣接する建物・構築物(以下「隣接建屋」という。)の影響は、添付書類「IV-1-1 耐震設計の基本方針」の動的解析法において、建物・構築物の解析条件について記載しており、詳細な解析条件について添付書類「IV-1-1-5 地震応答解析の基本方針」に示した上で、建屋の設置状況を踏まえた隣接建屋の影響評価を行うことを示している。

以上を踏まえ、補足説明資料「耐震建物 06 地震応答解析の基本方針に関する隣接建屋の影響に関する検討」に示した建物・構築物の設置状況による地震時の挙動について検討した地震力を用いて、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」及び添付書類「IV-4-2 火災防護設備の耐震性に関する計算書」(以下「耐震計算書」という。)、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」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、隣接建屋の影響評価の方針及び実施内容を示めす。

なお、本資料で示す内容については当社施設の後次回申請設備についても適用するものとし、廃棄物管理施設については別途整理するものとする。

また、本資料は第 1 回申請範囲を対象とした説明内容を示しており、後次回申請範囲については当該申請時において記載を拡充していく。

2. 影響評価方針

設備の耐震設計については、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。)に基づき作成した設計用床応答曲線(FRS)又は 1.2 倍した最大床応答加速度(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。

これに対する隣接建屋の影響評価は、耐震設計の不確かさの考慮として含まれていないことから、基準地震動と同様の扱いとして設備の評価手法に合わせた影響評価を行う。

なお、隣接建屋による影響は、鉛直加速度への影響が小さいことを踏まえ、水平方向を影響評価を対象とする。

- 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隣接建屋の影響を考慮した建物・構築物の地震応答解析の結果から、FRS 作成方針に準じて作成した±10%の拡幅相当の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
設計用地震力の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隣接建屋の影響を考慮した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

3.1 隣接建屋の影響を考慮した地震力の算定

隣接建屋の影響を考慮した地震力(以下「隣接影響地震力」という。)の算定については、実際の建屋配置状況に則した配置の解析モデル(以下「隣接モデル」という。)と各建屋を単独のモデルとした解析モデル(以下「単独モデル」という。)を用いた、以下の方法により作成する。

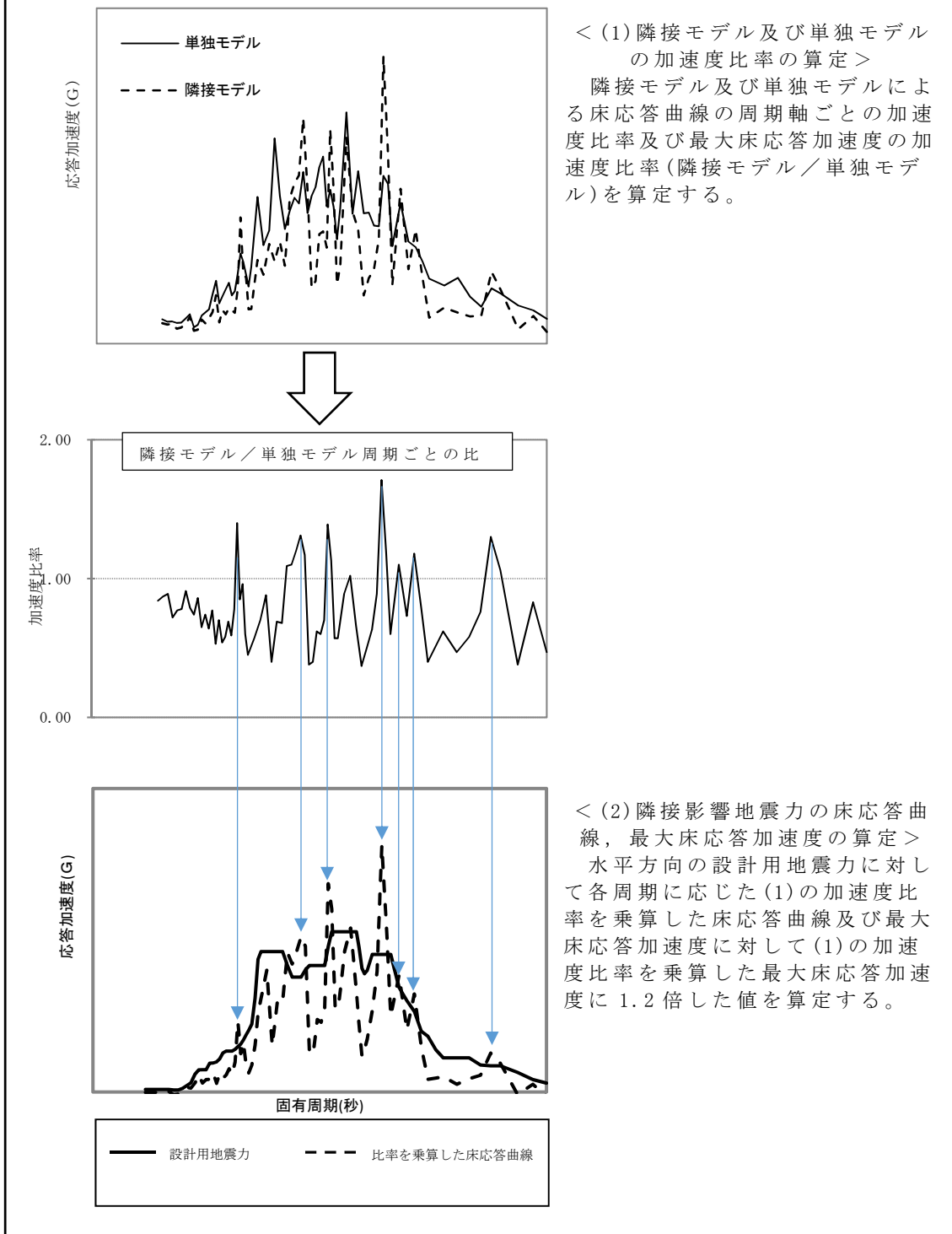
- (1) 隣接モデルの床応答曲線と単独モデルの床応答曲線を用いて、周期ごとに加速度の比較を行い、加速度比率を算定する。
- (2) 設計用地震力の応答に加速度比率を周期ごとに乗じて隣接影響地震力を作成する。床応答スペクトルの応答に加速度比率を周期ごとに乗じて隣接影響地震力を作成する場合は、基準地震動と同様の扱いとすることから±10%の拡幅処理を行う。

注記 * : 隣接モデル及び単独モデルの床応答曲線は、建物・構築物の影響検討により選定したSd-Aを用いる。

なお、剛な設備においては、設計用地震力の最大床応答加速度に隣接モデルの最大床応答加速度と単独モデルの最大床応答加速度から得られた加速度比率を乗じて算定した値に1.2倍を考慮する。

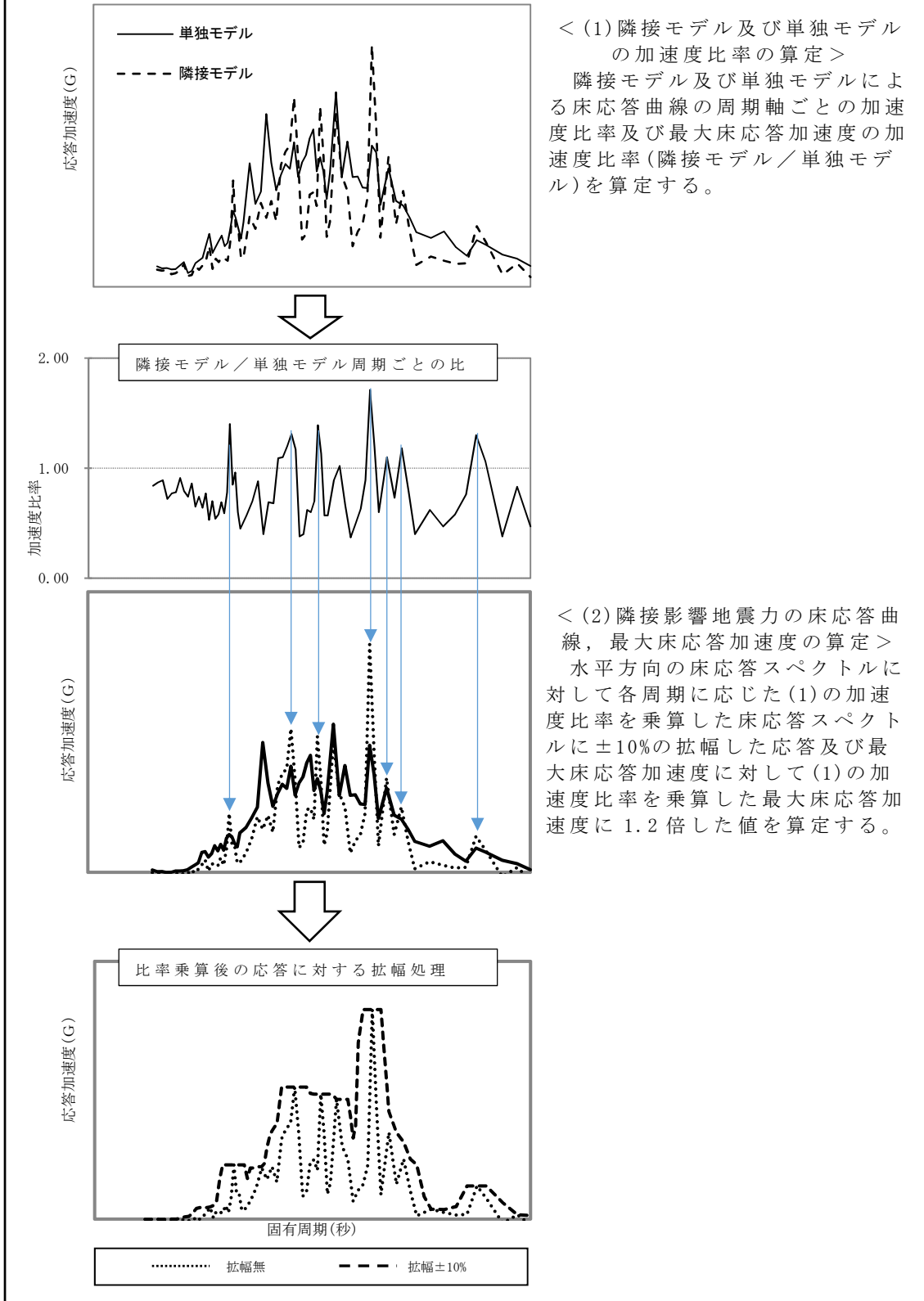
作成例について第3.1-1図に示す。

< 設計用地震力を用いた隣接影響地震力の作成 >



第 3.1-1 図 比率乗算床応答曲線の作成方法例 (1/2)

＜床応答スペクトルを用いた隣接影響地震力の作成＞



第 3.1-1 図 比率乗算床応答曲線の作成方法例 (2/2)

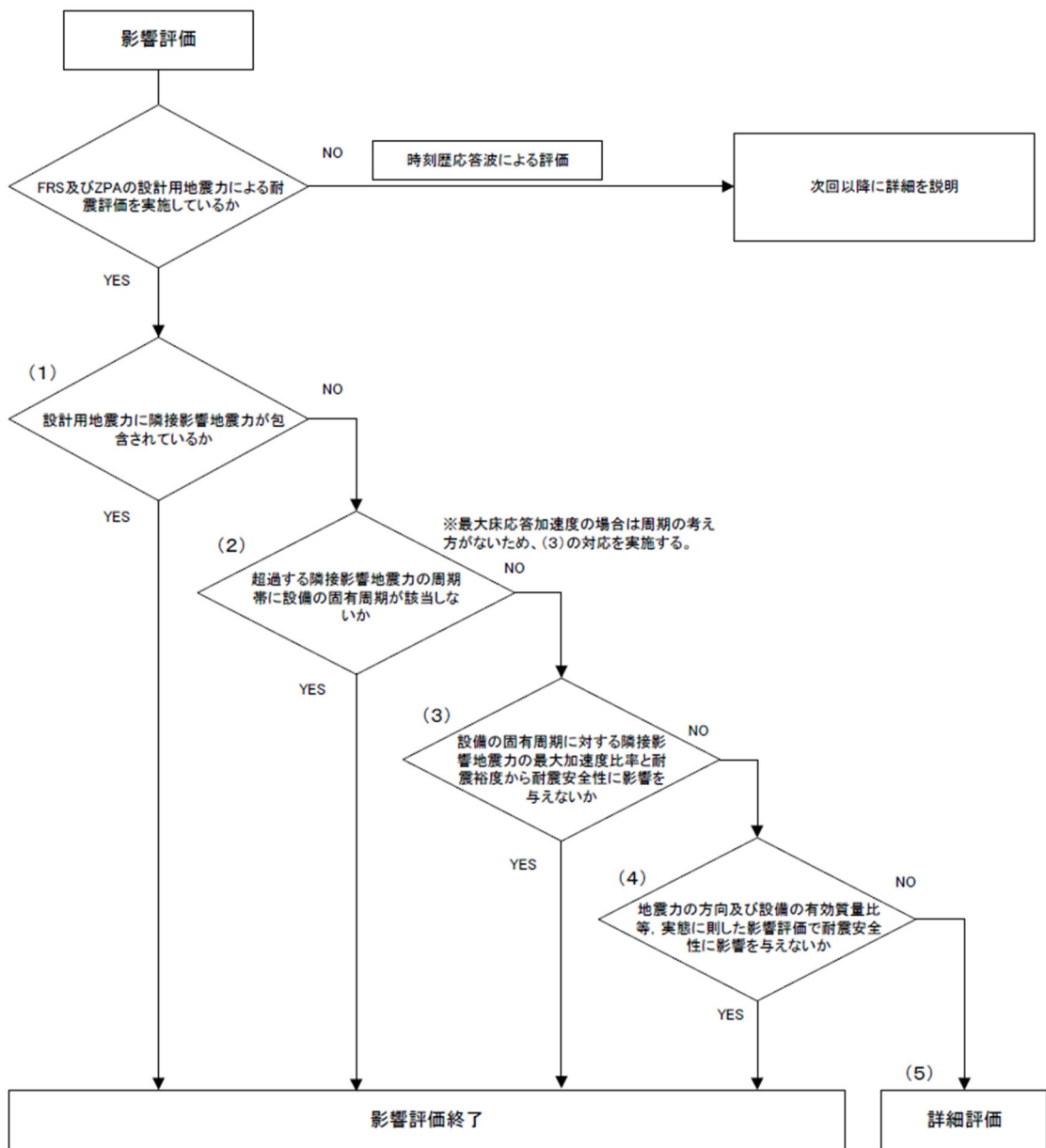
3.2 設計用地震力と隣接影響地震力の比較による影響評価

隣接影響地震力に対する影響評価の内容としては、設計用地震力と隣接影響地震力の加速度比較を行い、設計用地震力に対して隣接影響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、超過する固有周期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隣接影響地震力の床応答スペクト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。

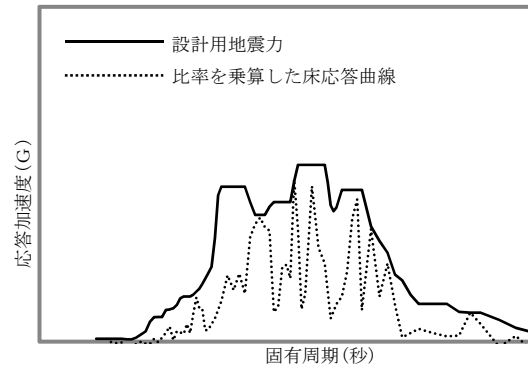
具体的な隣接影響地震力に対する影響評価の対応については、第3.2-1図に示し、影響評価の対応内容の例を第3.2-2図に示す。



第 3.2-1 図 隣接建屋の影響を考慮した影響評価対応フロー

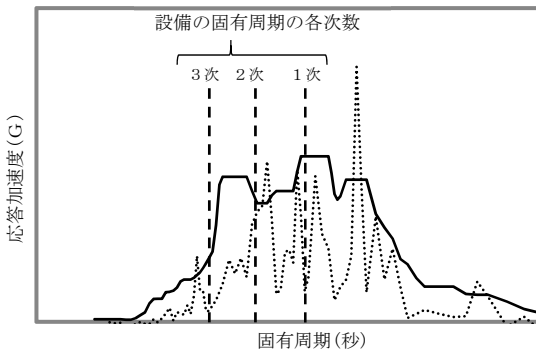
- (1) 設計用地震力と隣接影響地震力との重ね合わせを行い設計用地震力に包絡されていることの確認を行う。
「影響評価(1)：設計用地震力との重ね合わせ及び比較による影響確認」
- (2) 超過周期帯に設備の固有周期が該当しないことの確認として、設備の各次数の固有周期が超過周期帯に合致しないことの確認を行う。
「影響評価(2)：超過周期帯と設備の固有周期を踏まえた影響確認」
- (3) 設備の固有周期の各次数で超過周期帯に合致する次数における最大加速度比率を算出して、耐震計算書に示す荷重の組合せによって求められた算出応力又は評価用地震力に乘じ、許容応力以下又は機能確認済加速度以下であることの影響評価を行う。
「影響評価(3)：設備の固有周期の各次数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確認の例 >



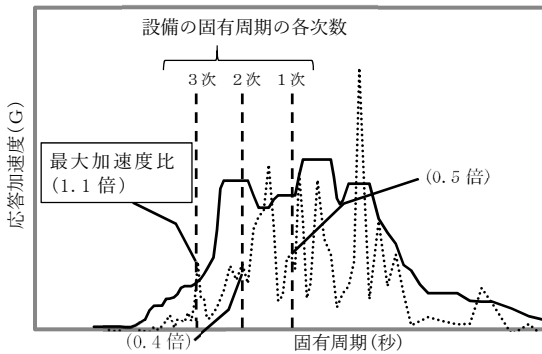
設計用地震力の全周期で隣接影響地震力が包絡されていることの確認を行う。包絡される場合は設備の耐震安全性に影響を与えない。

< (2) 超過周期帯と設備の固有周期を踏まえた影響確認の例 >



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) 設備の固有周期の各次数における最大加速度比率を用いた影響評価の例 >

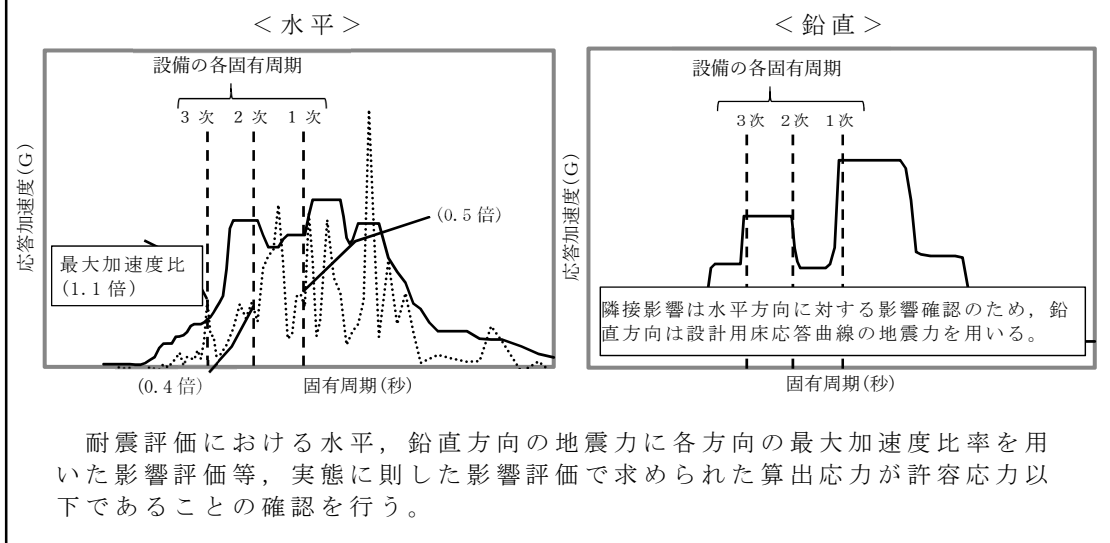


設備の各次数の固有周期で超過周期帯に合致する最大加速度比率を算出して、耐震計算書に示す荷重の組合せによって求められた算出応力又は評価用地震力に乘じ、許容応力以下又は機能確認済加速度応以下であることの影響評価を行う。

注記 * : 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 3.2-2 図 隣接影響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 >



注記 * : 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 3.2-2 図 隣接影響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く対応として，設計用地震力と隣接影響地震力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-2-4-2-2-1 機器・配管系の隣接建屋に関する影響評価結果」及び添付書類「IV-4-2-3-2 隣接建屋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

地震応答計算書に関する隣接建屋の影響に対する影響確認について(機器・配管系)

資料No.	名称	提出日	Rev	備考
別紙-1	再処理施設 安全冷却水B冷却塔における隣接建屋の影響を考慮した耐震性に関する影響評価の実施内容	11/29	5	
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

再処理施設 安全冷却水 B 冷却塔における
隣接建屋の影響を考慮した耐震性に関する影響評価
の実施内容

目 次

1. 概要	別紙 1-1
2. 影響評価方針	別紙 1-1
3. 影響評価の実施方法	別紙 1-1
4. 影響評価結果	別紙 1-7
5. まとめ	別紙 1-7

1. 概要

本資料は、再処理施設の安全冷却水 B 冷却塔(火災感知器含む)に対する隣接建屋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(火災感知器含む)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」に示す隣接建屋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. 影響評価の実施方法

安全冷却水 B 冷却塔(火災感知器含む)のうち、剛ではない支持架構については設計用地震力と隣接影響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(火災感知器含む)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 3-3 表に示す。

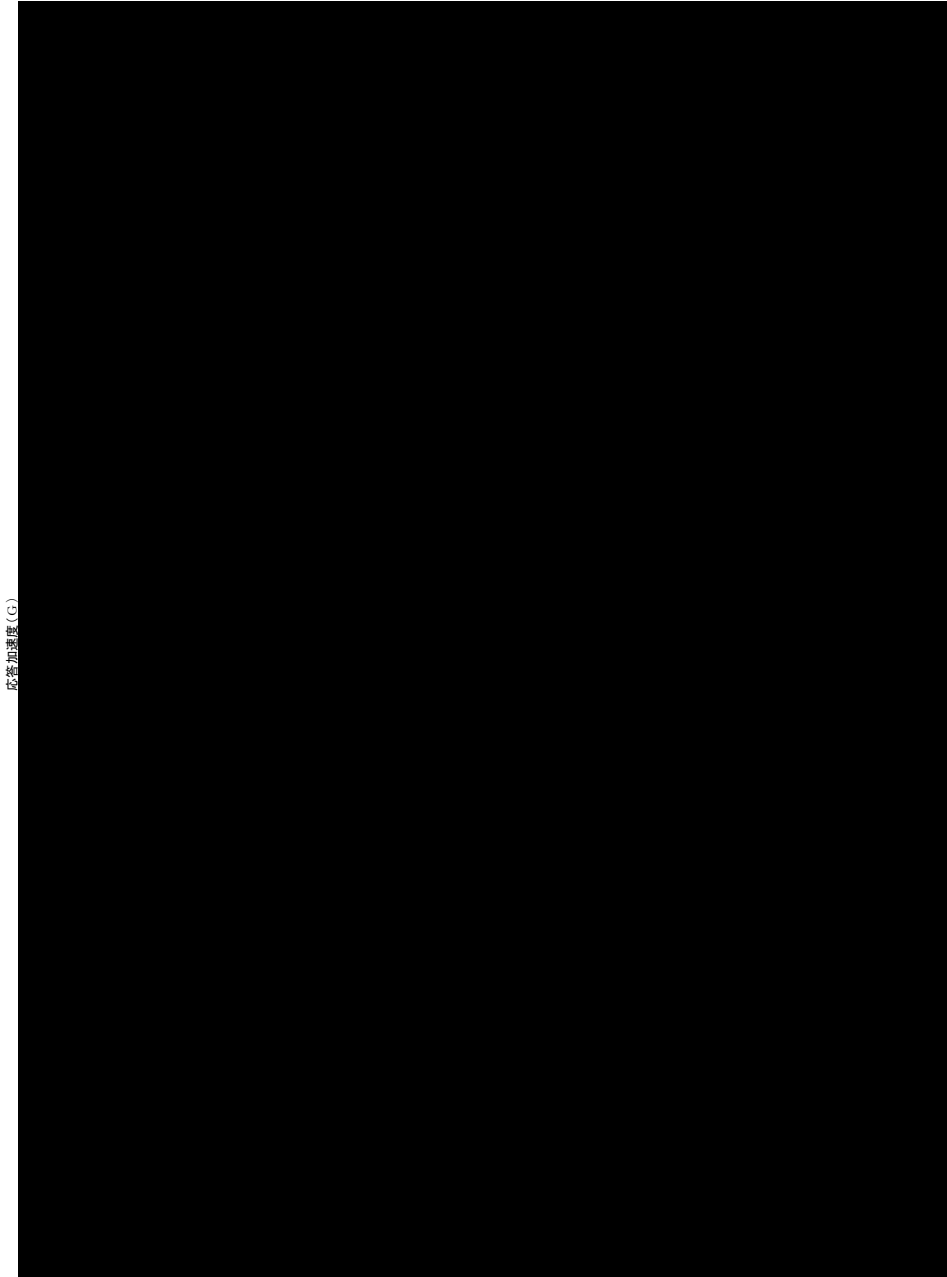
(1) 設計用地震力との重ね合わせ及び比較による確認『影響評価(1)』

支持架構については、第 3-1 図及び第 3-2 図に示すとおり、設計用地震力と隣接影響地震力の重ね合わせを行った結果、隣接影響地震力が設計用地震力を一部の周期帯で超過していることを確認した。

また、支持架構搭載機器については、第 3-1 表及び第 3-2 表に示すとおり、最大床応答加速度の比較を行った結果、隣接影響地震力が設計用地震力を超過していることを確認した。

設計用床応答曲線

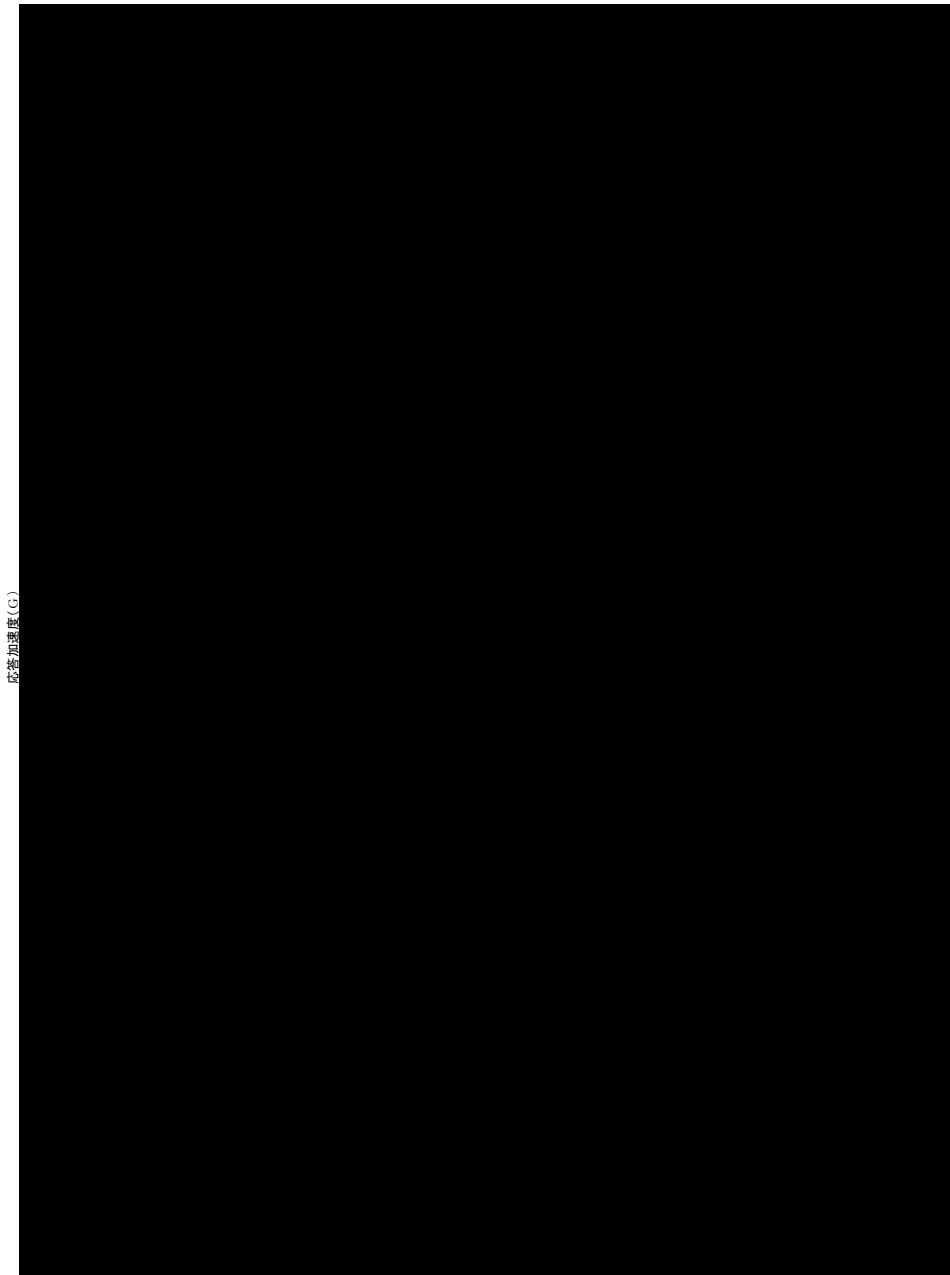
建屋名： 安全冷却水B冷却塔
地震波名： SsD / SsDRC
方向： H
床レベル： [REDACTED] (M)
減衰定数： [REDACTED] (%)



第 3-1 図 基準地震動 S s における設計用地震力と隣接影響地震力との重ね合わせ結果

設計用床応答曲線

建屋名： 安全冷却水B冷却塔
地震波名： Sd / SdDRC
方向： H
床レベル： (M)
減衰定数： (%)



第 3-2 図 弾性設計用地震動 S d における設計用地震力と隣接影響地震力との重ね合わせ結果

第 3-1 表 基準地震動 S_s における最大床応答加速度 (ZPA) の比較結果

	EL (m)	方向	a. 設計用地震力 (ZPA×1.2)	b. 隣接影響地震力 (ZPA×1.2)	加速度 比率 (b/a)
冬期 運転 側 ベ イ	■	EW	■	■	■
		NS			
	■	EW			
		NS			
	■	EW			
		NS			
■	EW				
	NS				
冬期 休 止 側 ベ イ	■	EW			
		NS			
	■	EW			
		NS			

第 3-2 表 弾性設計用地震動 S d における最大床応答加速度 (ZPA)
の比較結果

	EL (m)	方向	a. 設計用地震力 (ZPA × 1.2)	b. 隣接影響地震力 (ZPA × 1.2)	加速度 比率 (b/a)
冬期 運転 側 ベ イ	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■
		NS			
	■■■■	EW			
		NS			
	■■■■	EW			
		NS			
■■■■	EW				
	NS				
冬期 休 止 側 ベ イ	■■■■	EW			
		NS			
	■■■■	EW			
		NS			

第 3-3 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 IV-4-1 火災防護設備の耐震計算の基本方針				影響評価結果*1			
添付書類番号	添付種類名称		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 (-)	隣接影響 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		支持架構				(3)
			支持架構 搭載機器 *3	構造強度			(3)
				動的機能維持			(3)
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					(3)	
IV-4-2-1-1	火災感知器の耐震性 についての計算書		構造強度	固定架台		(3)	
			電氣的機 能維持	炎感知器		(3)	

注記*1：影響評価番号については、本紙に記載の「第 3-2 図 隣接建屋の影響を考慮した影響評価対応フロー」に則った番号を示す。

*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」

*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。

(2) 超過周期帯と設備の固有周期を踏まえた影響確認『影響評価(2)』
支持架構について、設計用地震力を超過する周期帯に設備の固有周期が合致することを確認した。

(3) 設備の固有周期の各次数における最大加速度比率を用いた影響評価『影響評価(3)』
支持架構及び支持架構搭載機器については、設備の固有周期の各次数と超過周期帯が合致する場合、合致する箇所の最大加速度比率を耐震計算書に示す最大算出応力に乘じ算出された応力比が 1.00 以下であることを確認を行った。

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-2-4-2-2-1 機器・配管系の隣接建屋に関する影響評価結果」及び添付書類「IV-4-2-3-2 隣接建屋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 (火災感知器含む) の支持架構及、支持架構搭載機器及び火災感知器について、影響評価対応フローに示す「(3) 設備の固有周期の各次数における最大加速度比率を用いた影響評価」にて耐震計算書に示す最大算出応力に加速度比率を乗じた結果、応力比が 1.00 以下であることを確認した。

以上のことから、隣接建屋の影響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。