

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震機電11 R <u>3</u>
提出年月日	令和3年 <u>10</u> 月 <u>12</u> 日

設工認に係る補足説明資料

地震応答解析における材料物性のばらつきに伴う

影響確認について

目 次

1. 概要	1
2. 影響確認方針	1
3. 影響確認内容	2
4. 影響確認結果	6

別紙 1 再処理施設 安全冷却水 B 冷却塔における材料物性のばらつきに伴う影響確認結果

後次回以降申請する機器・配管系については、各申請回次に影響確認結果を示す。

：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，廃棄物管理施設，MOX 燃料加工施設の安全機能を有する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に対する耐震計算書の評価結果を補足説明するものである。

設備の耐震評価に用いる設計用床応答曲線については、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（以下、「JEAG4601」という。）に基づき建屋・構築物の地震応答解析の結果に影響を及ぼす建屋物性のばらつき（コンクリート強度，補助壁）及び地盤物性等のばらつきによる変動を考慮し，床応答曲線を周期軸方向に±10%の拡幅処理した応答を設計用床応答曲線として設定しており，作成方法については添付書類「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。）に示している。

ここでは、添付書類「IV-2-1-1 建物・構築物」（以下、「建物・構築物の地震応答計算書」）に示した建物・構築物の建屋物性のばらつき及び地盤物性等のばらつきを考慮した地震応答解析（以下、「材料物性のばらつき」という。）の応答波が，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。）に示している評価結果に対して耐震裕度との関係性を踏まえた影響確認を行い耐震安全性に影響を与えないことの確認方針について示す。

また、本資料は第1回申請（令和2年12月24日申請）のうち、以下に示す添付書類の補足説明に該当するものである。

- ・再処理施設 添付書類「IV-2-1-3-2-1（1）安全冷却水B冷却塔（ ）の耐震計算書」

2. 影響確認方針

設備の耐震評価のうち設計用床応答曲線を用いて評価している設備については，複数ある基準地震動もしくは弾性設計用地震動の建屋応答からFRS 作成方針に基づき作成した設計用床応答曲線を水平方向及び鉛直方向それぞれの方向毎にて包絡した応答波（以下、「包絡波」という。）を用いて評価を行っている。

これに対する材料物性のばらつき応答波の影響確認は，耐震計算書に示している評価結果に影響を与えないことの確認として，評価に用いた包絡波と材料物性のばらつき応答波から作成した床応答曲線（以下、「ばらつき床応答曲線」という。）の比較により行う。

なお，個別の基準地震動もしくは弾性設計用地震動の建屋応答（以下、「個別波」という。）から作成した各設計用床応答曲線を用いて耐震評価している設備については，個別波の設計用床応答曲線とばらつき床応答曲線

の比較により行い、時刻歴解析を実施している設備については、材料物性のばらつき応答波を用いた詳細評価を行い耐震安全性に影響を与えないことを確認する。

材料物性のばらつきの検討ケースについては、添付書類「IV-2-1-1 建物・構築物」に示している検討ケースを適用して影響確認を実施する。検討ケースについては第2-1表に示す。

第2-1表 建物・構築物の材料物性のばらつき検討ケース

		建屋剛性		地盤物性	ばらつき CASE
		コンクリート 強度	補助壁	地盤の せん断波速度	
材料物性の ばらつき	地盤物性の 変動 による影響	設計基準強度	非考慮	地盤物性の ばらつきを考慮した ケース (+1 σ)	CASE1
		設計基準強度	非考慮	地盤物性の ばらつきを考慮した ケース (-1 σ)	CASE2
	建屋剛性の 変動 による影響	実強度	考慮	標準地盤	CASE3
基本ケース* (参考)		設計基準強度	非考慮	標準地盤	-

※耐震計算書の耐震評価に用いたケース

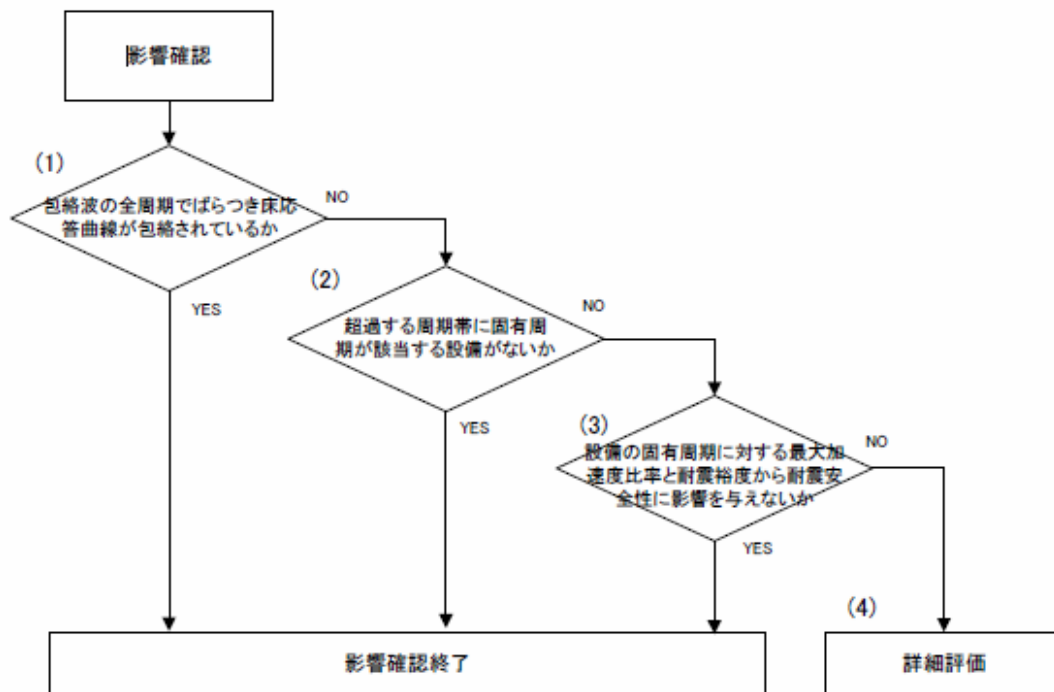
3. 影響確認内容

評価に用いた包絡波と材料物性の応答波から作成した床応答曲線の比較による確認内容としては、包絡波と材料物性のばらつき床応答曲線との重ね合わせを行い、包絡波に対してばらつき床応答曲線が超過する場合には、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と耐震計算書の評価結果の耐震裕度を用いて耐震安全性に影響がないことを確認する。

標準支持間隔を用いた配管系の耐震評価では包絡波の谷埋めピーク保持を考慮した加速度比率を用いて影響確認を行う。

なお、剛性の高い設備においては、材料物性のばらつきを考慮して最大床応答加速度の1.2倍を用いた耐震評価を実施していることから、最大床応答加速度の1.0倍による応答との加速度比率を用いて影響確認を行う。

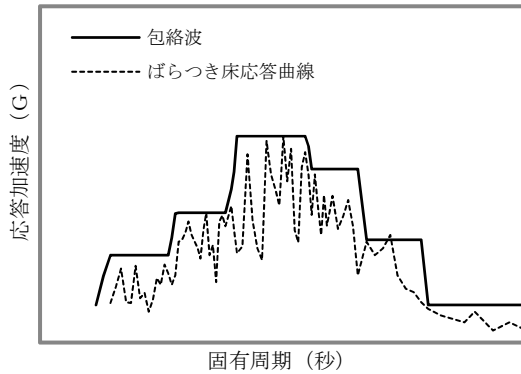
ばらつき床応答曲線に対する影響確認対応フローを第 3.-1 図に示し、
影響確認における対応内容の例を第 3.-2 図に示す。



第 3.-1 図 材料物性のばらつきの影響確認対応フロー

- (1) 包絡波にばらつき床応答曲線が包絡されていることの確認として、包絡波とばらつき床応答曲線の重ね合わせによる比較を行う。
- (2) 超過周期帯に固有周期が該当する設備がないことの確認として、設備の各モードにおける固有周期が超過周期帯に合致しないことの確認を行う。
- (3) 耐震安全性に影響を与えないことの確認として、超過周期帯の最大加速度比を用いて、耐震計算書の評価結果が許容限界未満であることの確認を行う。具体的な確認方法としては、対象設備の評価内容に応じた影響確認を行う。
- (4) 詳細評価
ばらつき床応答曲線による詳細評価として、耐震設計の基本方針に基づいた詳細評価を行い、評価結果が許容限界未満であることを確認する。

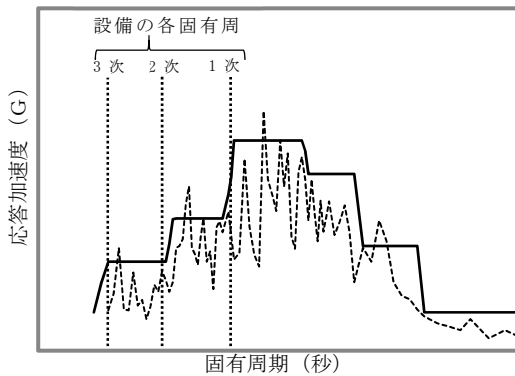
< (1) 包絡波の全周期でばらつき床応答曲線が包絡されていることの確認方法の例 >



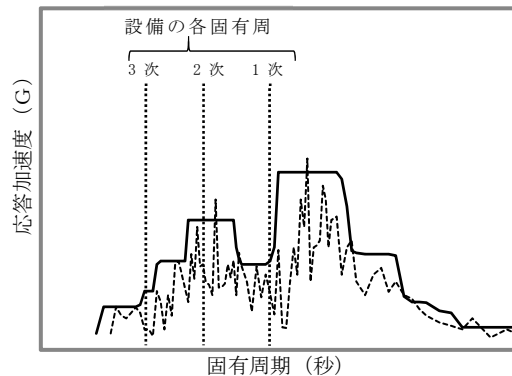
包絡波の全周期でばらつき床応答曲線が包絡されていることの確認を行う。包絡されている場合は設備の耐震安全性に影響を与えない。

< (2) 超過する周期帯に設備の各モードの固有周期が該当しないことの確認方法の例 >

【水平方向】



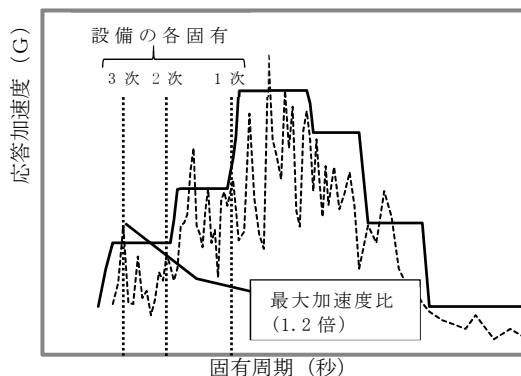
【鉛直方向】



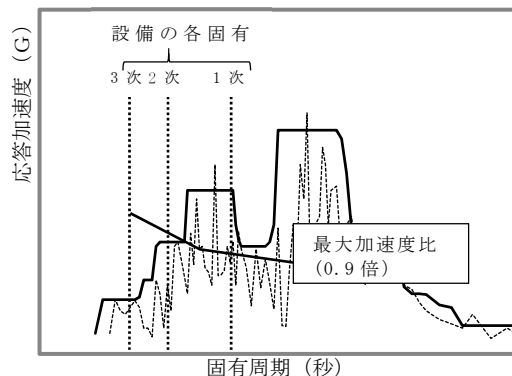
包絡波を超過する周期帯に設備の各モードにおける固有周期が該当しないことを確認する。

< (3) 設備の固有周期に対する最大加速度比率と耐震裕度から耐震安全性に影響を与えないことの確認方法の例 >

【水平方向】



【鉛直方向】



設備の固有周期で包絡波を超過する周期の加速度比率と設備の耐震計算書の評価結果を用いた影響確認を行い許容限界未満であることの確認を行う。

※本例は機器の影響確認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確認を行う。

第 3.-2 図 影響確認における対応内容の例

4. 影響確認結果

影響確認方針に基づく包絡波とばらつき床応答曲線の重ね合わせ及び設備の耐震安全性に影響を与えないことに対する確認結果を別紙「地震応答解析における材料物性のばらつきに伴う影響確認結果」に示す。

別紙

設工認に係る補足説明資料 地震応答計算書に関する補足説明 地震応答解析における材料物性のばらつきに伴う設備に対する影響確認方針について

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冷却塔における材料物性のばらつきに伴う影響確認結果	10/12	3	
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
材料物性のばらつきに伴う影響確認結果

目 次

1. 概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・別紙 1-1
2. 検討内容・・・・・・・・・・・・・・・・別紙 1-1
3. 検討結果・・・・・・・・・・・・・・・・別紙 1-1
4. 考察及びまとめ・・・・・・・・別紙 1-11

1. 概要

本資料は、再処理施設の安全機能を有する施設の安全冷却水 B 冷却塔に対して、建物・構築物の材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析の影響について示す。

ここでは、安全冷却水 B 冷却塔の耐震計算書の結果に対し、材料物性のばらつきを考慮した地震動による設備への耐震安全性の影響について示す。

2. 検討内容

安全冷却水 B 冷却塔において、本文記載の「2. 影響確認方針」及び「3. 影響確認内容」に示す材料物性のばらつきの影響確認対応フローに従い、耐震安全性に影響を与えないことを確認する。

3. 検討結果

(1) 包絡波にばらつき床応答曲線が包絡されていることの確認

本文に記載のフローに基づき安全冷却水 B 冷却塔について、基準地震動もしくは弾性設計用地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線（ばらつき CASE 1～3）との重ね合わせを行い、包絡波の全周期でばらつき床応答曲線が包絡されているか確認を行った。

基準地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線との重ね合わせ結果を第 3-1 図に、弾性設計用地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線との重ね合わせ結果を第 3-2 図示す。

確認した結果、

また、安全冷却水 B 冷却塔のうち剛性の高い支持架構搭載機器については、基準地震動もしくは弾性設計用地震動を用いた包絡波の最大応答加速度と材料物性のばらつきを考慮した最大床応答加速度の 1.0 倍による応答との加速度比率を用いて影響確認を行った。

基準地震動を用いた包絡波の最大応答加速度と材料物性のばらつきを考慮した最大床応答加速度の比較結果を第 3-1 表に、弾性設計用地震動を用いた包絡波と材料物性のばらつきを考慮した最大床応答加速度の比較結果を第 3-2 表に示す。

加速度比率を確認した結果、

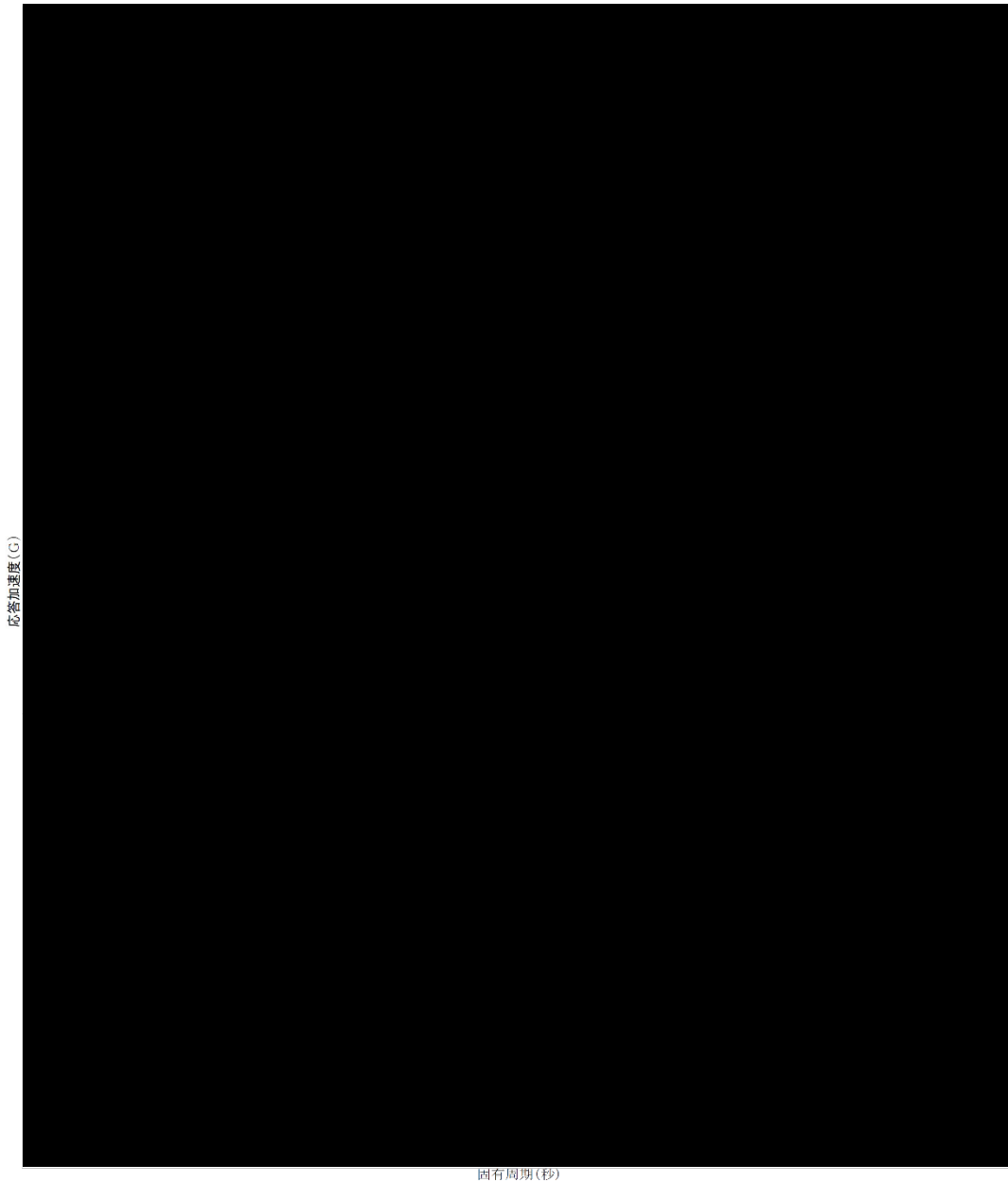
(2) 超過周期帯に固有周期が該当する設備がないことの確認

超過周期帯に安全冷却水 B 冷却塔の固有周期_____

が存在するか確認を行った。
確認した結果, _____

設計用床応答曲線

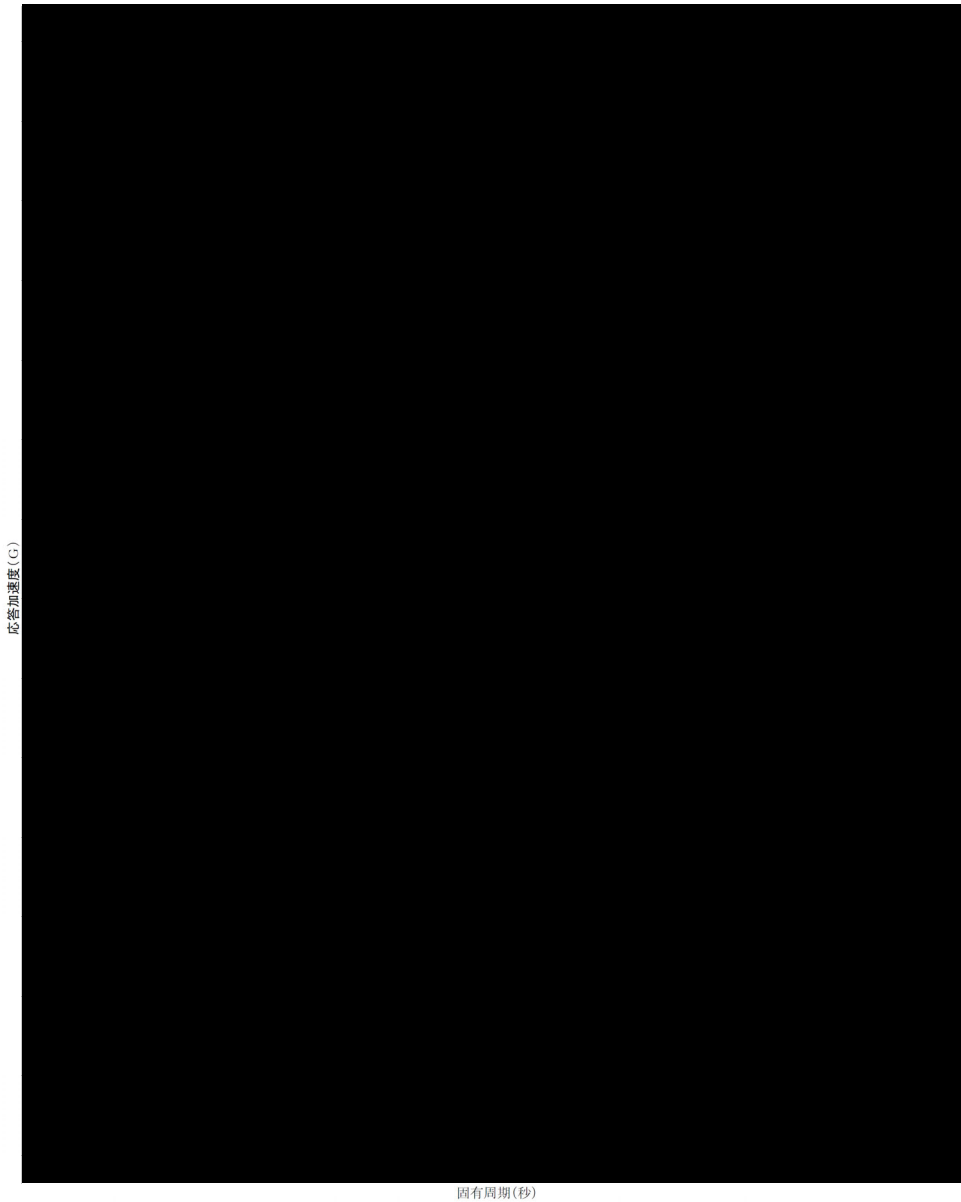
建屋名： 安全冷却水B冷却塔基礎
地震波名： SsD
方向： EW
床レベル： █████ (M)
減衰定数： █████ (%)



第 3 - 1 図 基準地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線との重ね合わせ結果 (1 / 3)

設計用床応答曲線

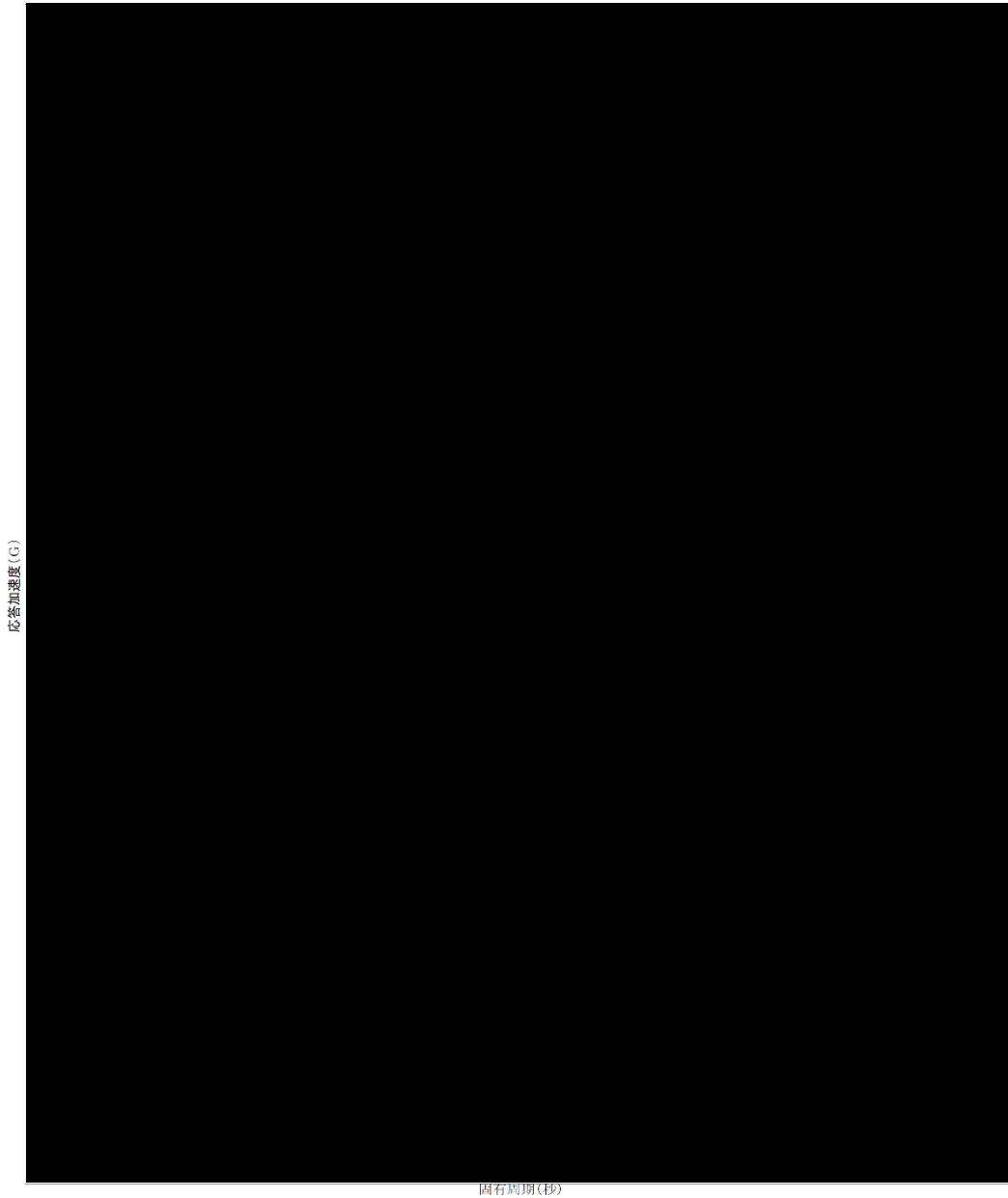
建屋名： 安全冷却水B冷却塔基礎
地震波名： SsD
方向： NS
床レベル： █████ (M)
減衰定数： █████ (%)



第 3 - 1 図 基準地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線との重ね合わせ結果 (2 / 3)

設計用床応答曲線

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

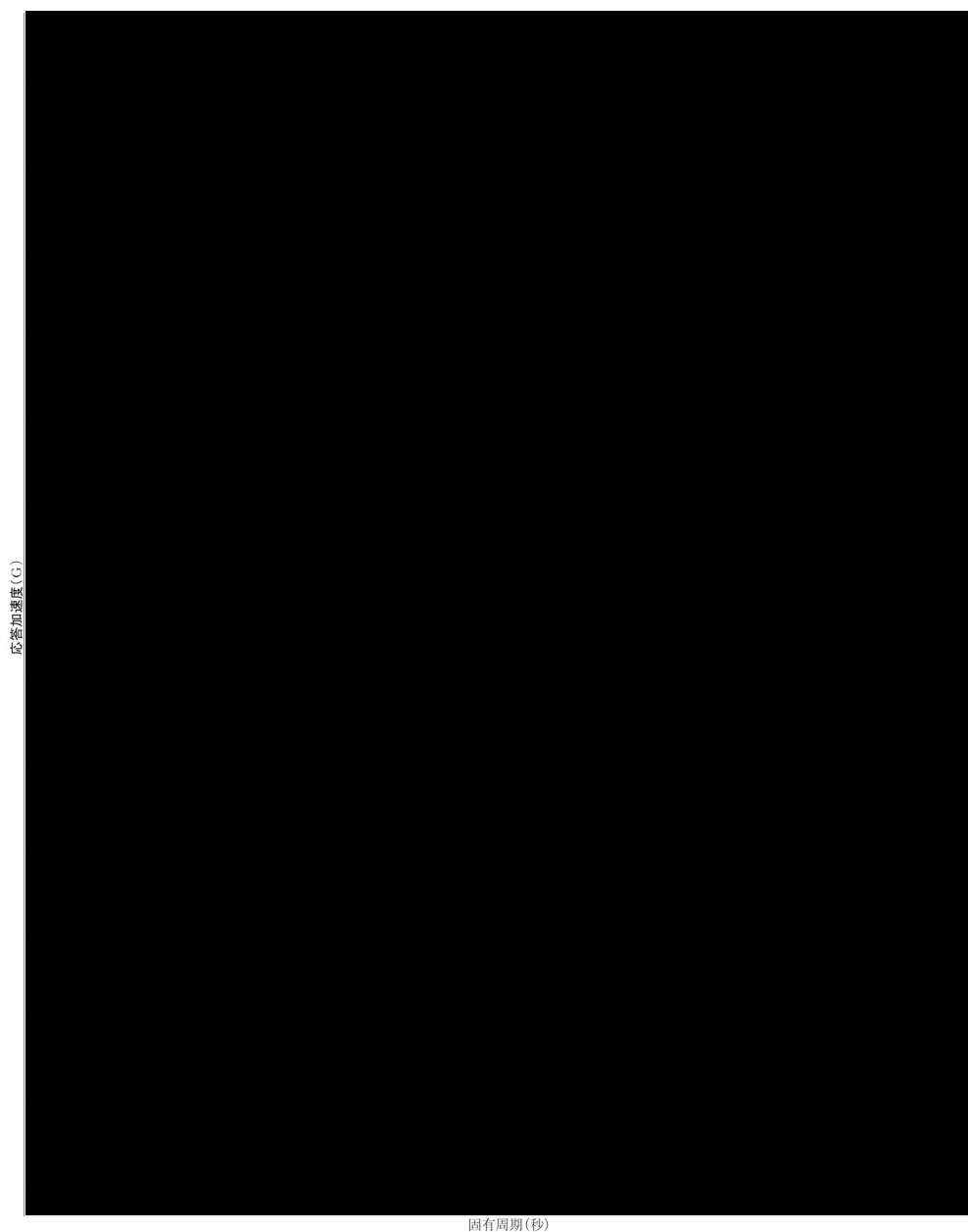


第 3 - 1 図 基準地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線との重ね合わせ結果 (3 / 3)

別紙 1-5

設計用床応答曲線

建屋名： 安全冷却水B冷却塔基礎
地震波名： SdD
方向： EW
床レベル： ■■■ (M)
減衰定数： ■■■ (%)

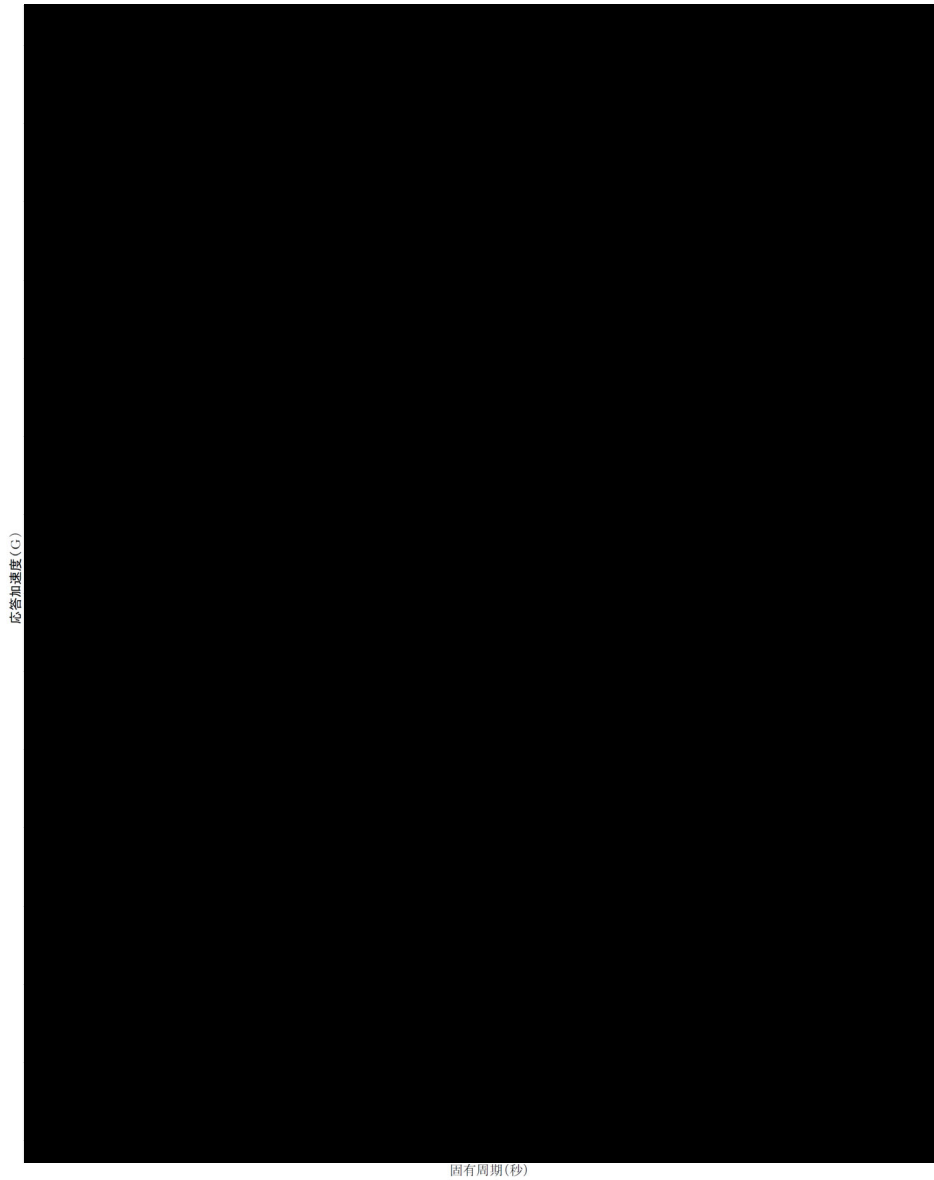


第 3 - 2 図 弾性設計用地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線
との重ね合わせ結果 (1 / 3)

別紙 1-6

設計用床応答曲線

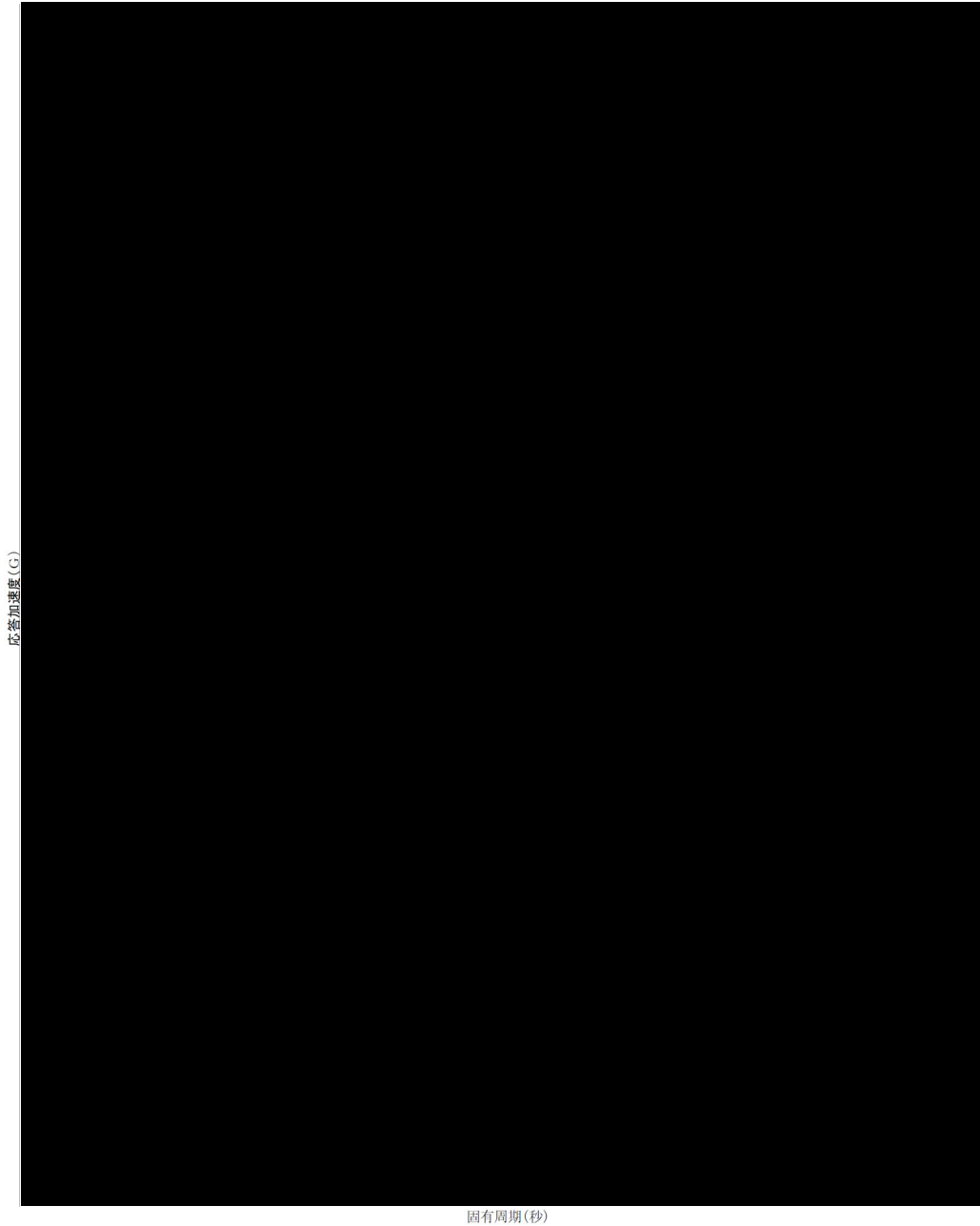
建屋名： 安全冷却水B冷却塔基礎
地震波名： SdD
方向： NS
床レベル： █████ (M)
減衰定数： █████ (%)



第 3 - 2 図 弾性設計用地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線
との重ね合わせ結果 (2 / 3)

設計用床応答曲線

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



第 3 - 2 図 弾性設計用地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線
との重ね合わせ結果 (3 / 3)

別紙 1-8

第3-1表 基準地震動を用いた包絡波の最大応答加速度と
 材料物性のばらつきを考慮した最大床応答加速度との比較結果

	EL (m)	方向	評価に用いる 包絡波 (ZPA×1.2)	材料物性のばらつきを考慮した最大床応 答加速度			加速度 比率	
				ばらつき	ばらつき	ばらつき		
				CASE1	CASE2	CASE3		
冬期運 転側 ベイ	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	
	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
冬期休 止側 ベイ	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	
	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■

第3-2表 弾性設計用地震動を用いた包絡波の最大床応答加速度と
材料物性のばらつきを考慮した最大床応答加速度との比較結果

	EL (m)	方向	評価に用いる 包絡波 (ZPA×1.2)	材料物性のばらつきを考慮した最大床応 答加速度			加速度 比率
				ばらつき	ばらつき	ばらつき	
				CASE1	CASE2	CASE3	
冬期運転側ベイ	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
冬期休止側ベイ	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	■■■■	EW	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		NS	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
		UD	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■

4. 考察及びまとめ

安全冷却水B冷却塔については、基準地震動及び弾性設計用地震動を用いた包絡波とばらつき床応答曲線との重ね合わせ結果において [REDACTED]

また、安全冷却水B冷却塔のうち剛性の高い支持架構搭載機器については、基準地震動及び弾性設計用地震動を用いた包絡波と材料物性のばらつきを考慮した最大応答加速度との比較をした結果、 [REDACTED]

以上のことから、材料物性のばらつきの影響を考慮しても耐震安全性に影響を与えないことを確認した。