

リサイクル燃料備蓄センター設工認

設 2-補-013-03

2022年2月10日

リサイクル燃料備蓄センター
設計及び工事の計画の変更認可申請書
(補足説明資料)

設計用床応答曲線の作成方針

令和4年2月

リサイクル燃料貯蔵株式会社

目次

1. 概要	1
2. 設計用床応答曲線の作成方法	1
2.1 基本方針	1
2.2 震応答解析の実施	3
2.3 応答スペクトルの作成	4
2.4 機器の固有周期のずれ等の影響の考慮	4
2.5 材料物性の不確かさ等の影響の考慮	4

1. 概要

機器・配管系の評価においては、添付 5-1-5「設計用床応答曲線の作成方針」に示す床応答曲線を用いる。

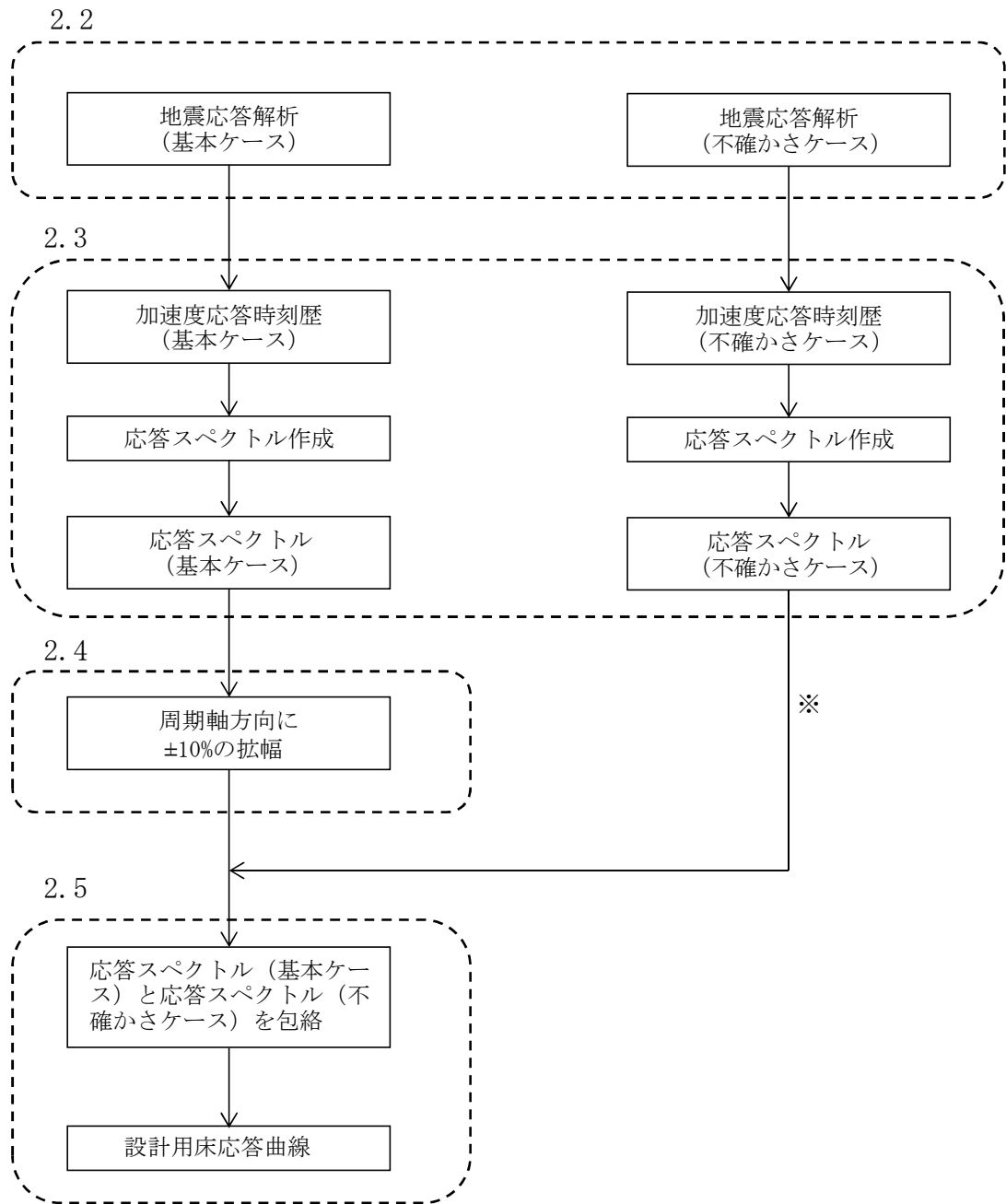
ここで、設計用床応答曲線は、その作成過程において、応答スペクトルの拡幅や複数の応答スペクトルの包絡等の処理を行うことで、材料物性の不確かさ等が機器・配管系の評価に及ぼす影響を、予め織り込めるように配慮して作成するものである。

本資料は、これらの設計用床応答曲線の作成方法及び適用方法について説明するものである。

2. 設計用床応答曲線の作成方法

2.1 基本方針

設計用床応答曲線の作成方法の全体像は、第 2-1 図に示す通りである。以降、「2.2」～「2.5」で各項目の詳細な説明を行う。



※：基準地震動 S_s に対してのみ考慮する。

第 2-1 図 設計用床応答曲線の作成方法

2.2 地震応答解析の実施

建物・構築物の地震応答解析は、第2-1表の解析ケースで実施する。なお、第2-1表は、建物・構築物の地震応答計算書に記載される解析ケースを整理したものである。ここで、本資料では、材料物性の不確かさ等を考慮したケース（ケース2～7）を「不確かさケース」として扱う。

第2-1表 地震応答解析を実施する解析ケースの整理（建物・構築物）

○：地震応答解析を実施する解析ケース/－：地震応答解析を実施しない解析ケース

施設			基本ケース	材料物性の不確かさ等を考慮したケース					
名称	地震応答計算書	地震動	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7
			設計強度 標準剛性	地盤剛性 + σ 剛性	地盤剛性 - σ 剛性	Fc剛性 実強度	RC減衰3%	Fc剛性 実強度, 地盤剛性 + σ 剛性	Fc剛性 実強度, 地盤剛性 - σ 剛性
使用済燃料 貯蔵建屋	添付資料 「5-2-1」	S _s	○	○	○	○	○	○	○
		S _d [※]	○	－	－	－	－	－	－

※：弾性設計用地震動S_dは、設計上の余裕があるため不確かさケースは考慮していない。弾性設計用地震動S_dにおける不確かさケースの影響評価を別紙1に示す。

2.3 応答スペクトルの作成

「2.2」で示した地震応答解析（基本ケース及び不確かさケース）から得られる、加速度応答時刻歴を入力波として、応答スペクトルを作成する。

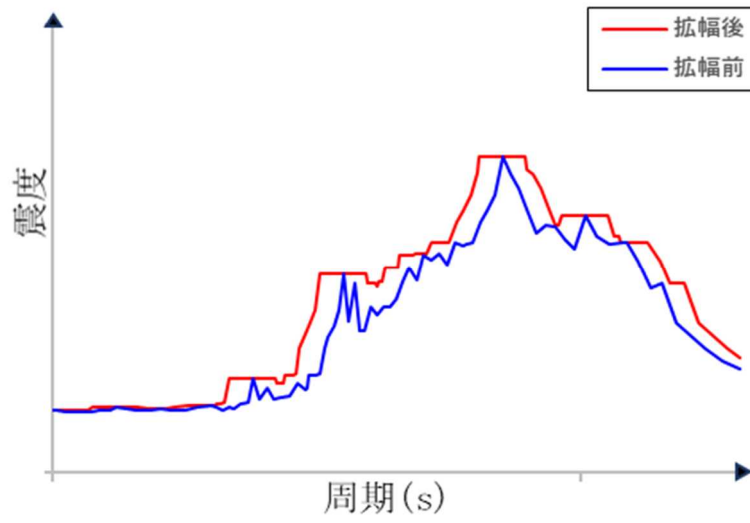
以降、本資料では、基本ケースの地震応答解析に基づく応答スペクトルを「応答スペクトル（基本ケース）」、不確かさケースの地震応答解析に基づく応答スペクトルを「応答スペクトル（不確かさケース）」という。

2.4 機器の固有周期のずれ等の影響の考慮（第2-2図）

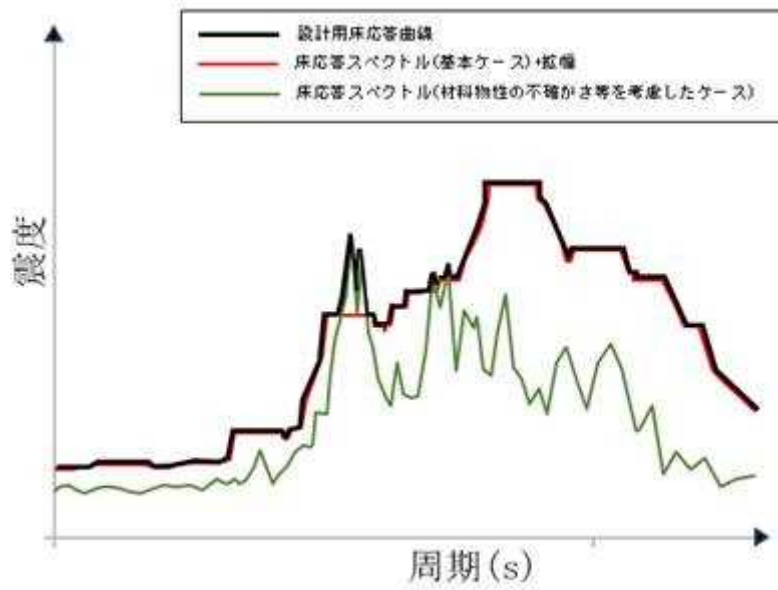
「2.3」で作成した応答スペクトル（基本ケース）に対して、J E A G 4 6 0 1 - 1987 を参照し、機器の固有周期のずれや、地盤物性、建屋剛性、地盤ばね定数の算出式及び減衰定数、模擬地震波の位相特性等といった因子の変動に伴う応答スペクトルの変動の影響をカバーすることを目的として、周期軸方向に±10%拡幅することとする。

2.5 材料物性の不確かさ等の影響の考慮（第2-3図）

「2.4」で作成したものと、「2.3」で作成した応答スペクトル（不確かさケース）を包絡させることにより、材料物性の不確かさ等の影響についての配慮を行い、これを設計用床応答曲線とする。



第2-2図 機器の固有周期のずれ等の影響を考慮する方法 (±10%拡幅)



第2-3図 材料物性の不確かさ等の影響を考慮する方法

弾性設計用地震動 S_d における不確かさケースの影響評価

添付 5-1-5 「設計用床応答曲線の作成方針」では弾性設計用地震動 S_d による設計用床応答曲線については材料物性の不確かさ等を考慮したケース（以下、不確かさケース）包絡していない。これは基本的安全機能の担保には基準地震動 S_s を使用しており、弾性設計用地震動 S_d による評価は計算値も許容値に対して裕度があるためである。

本項では弾性設計用地震動 S_d による設計用床応答曲線に不確かさケースを考慮しても耐震評価へ影響を与えないことを簡易評価にて確認する。

1. 設計用床応答曲線の前提条件

基準地震動 S_s による設計用床応答曲線は、各床面において基本ケース（±10%の拡幅あり）と不確かさケース（±10%の拡幅なし）を包絡し作成している。弾性設計用地震動 S_d による設計用床応答曲線は、不確かさケースを考慮せず各床面において基本ケースの±10%の拡幅を行い作成している。

2. 基準地震動 S_s による設計用床応答曲線の不確かさケースの影響

金属キャスク及び貯蔵架台の水平方向の固有周期は 0.080s である。この固有周期における地盤物性の不確かさケースによる震度の増加割合を確認する。設計用床応答及び曲線の値各床応答スペクトル値は別紙 1-2-1 表のとおり。金属キャスク及び貯蔵架台の固有周期における標準ケースと不確かさケースの床応答スペクトルの値を比較すると、約 9%の増加がみられる。

なお、鉛直方向については固有周期結果 (0.020s) により剛構造となり、設計震度は設計用床応答スペクトルによる震度ではなく建屋の最大応答 (1.2ZPA) による震度を使用しているため影響評価は不要である。

別紙 1-2-1 表

設計用床応答 曲線の値		標準ケースの床応答 スペクトルの値		不確かさケースの床応 答スペクトルの値	
NS	EW	NS	EW	NS	EW
1.13	1.20	1.17	1.00	1.28	1.07

3. 弾性設計用地震動 S_d による設計用床応答曲線に対する不確かさケースの影響

不確かさケースの影響によって、弾性設計用地震動 S_d による設計用床応答曲線についても基準地震動 S_s による床応答スペクトルと同程度震度が増加すると仮定し、設計用床応答曲線の値に対して保守的に 10% 増加させ簡易評価を実施した。設計用床応答曲線の値と不確かさケースの床応答スペクトルの値の比較を別紙 1-3-1 表に、静的地震力による震度を別紙 1-3-2 表に示す。

弾性設計用地震動 S_d による床応答スペクトルを 10% の増加させた不確かさケースの床応答スペクトルを算出した結果、不確かさケースの床応答スペクトルの値は静的地震力による震度以下となり、設計震度以下となった。このため、弾性設計用地震動 S_d による設計用床応答曲線に対して不確かさケースを考慮しても応力評価結果に影響はない。

別紙 1-3-1 表 設計用床応答曲線の値と不確かさケースの床応答スペクトルの値の比較

設計用床応答曲線の値		不確かさケースの床応答スペクトルの値	
NS	EW	NS	EW
0.60	0.64	0.66	0.71

別紙 1-3-2 表 静的地震力による震度

静的地震力による震度
3.6Ci
0.72

4. 搬送台車の耐震評価における震度

搬送台車は固有周期を評価せず、共振のおそれのある設備として弾性設計用地震動 S_d に 2 分の 1 を乗じたものによる設計用床応答曲線の最大値を設計震度としているため、不確かさケースの影響が直接設計震度に反映される。この部位についても影響の確認を行った。3. と同様に弾性設計用地震動 S_d に 2 分の 1 を乗じたものによる設計用床応答曲線の値を 10% 増加させて評価した。不確かさケースの床応答スペクトルの値を別紙 1-4-1 表に、評価結果を別紙 1-4-2 表に示す。不確かさケースの床応答スペクトルの値を使用して応力評価を行った結果、すべての計算結果が許容値以下であることを確認した。

別紙 1-4-1 表 弾性設計用地震動 S_d による床応答スペクトルの値

設計用床応答曲線の値	不確かさケースの床応答スペクトルの値
MAX	MAX
0.95	1.04

別紙 1-4-2 表 弾性設計用地震動 S_d による不確かさケースを考慮した評価結果

部位	応力評価面	材料	応力	計算応力値	許容応力値	判定
搬送台 (中央部)	①-①'	ASTM A500B (STKR400 相当)	圧縮	$\sigma_c = 6$	$f_c = 187$	良
搬送台 (端部)	②-②'	ASTM A36 (SS400 相当)	曲げ	$\sigma_b = 58$	$f_b = 212$	良
			せん断	$\tau = 6$	$f_s = 122$	良
			組合せ	$\sigma = 59$	$f_t = 212$	良