

| | |
|-------------------------|------------------|
| 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料 | |
| 資料番号 | KK7補足-024-4-2 改0 |
| 提出年月日 | 2020年4月23日 |

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する検討について
(機器・配管系) (津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備)

2020年4月

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

| | |
|--|----|
| 1. 検討の目的 | 1 |
| 2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動 | 1 |
| 2.1 柏崎刈羽原子力発電所の基準地震動 | 1 |
| 2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動 | 4 |
| 3. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果 | 4 |
| 3.1 建物・構築物 | 4 |
| 3.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方 | 4 |
| 3.1.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法 | 6 |
| 3.2 機器・配管系 | 10 |
| 3.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方 | 10 |
| 3.2.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針 | 11 |
| 3.3 屋外重要土木構造物 | 15 |
| 3.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方 | 15 |
| 3.3.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針 | 17 |
| 3.3.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法 | 18 |
| 3.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備 | 21 |
| 3.4.1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出 | 21 |

別紙 1 評価部位の抽出に関する説明資料

別紙 2 3次元 FEM モデルを用いた精査

別紙 3 3次元 FEM モデルによる地震応答解析

別紙 4 機器・配管系に関する説明資料

今回提出範囲

別紙 4 機器・配管系に関する説明資料

目 次

1. 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果 …… 別紙 4.1
2. 水平 2 方向の地震による代表設備の増分影響結果 …… 別紙 4.2
3. 水平 2 方向の地震による発生値と許容値の比較 …… 別紙 4.3
4. 個別設備に関する補足説明 …… 別紙 4.4
5. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価における代表性について …… 別紙 4.5
6. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ方法の検討について …… 別紙 4.6
7. 原子炉建屋 3 次元 FEM モデルの応答解析結果に係る機器・配管系への
影響について …… 別紙 4.7

今回提出範囲

原子炉建屋 3次元 FEM モデルの応答解析結果に係る機器・配管系への影響について

1. はじめに

「別紙 3 3次元 FEM モデルによる地震応答解析」の「3.4 床応答への影響検討」の結果より、NS 方向の固有周期 0.2 秒付近において 3次元 FEM モデルの応答が質点系モデルの応答より大きくなる傾向を示したことから、機器・配管系への影響検討を実施する。

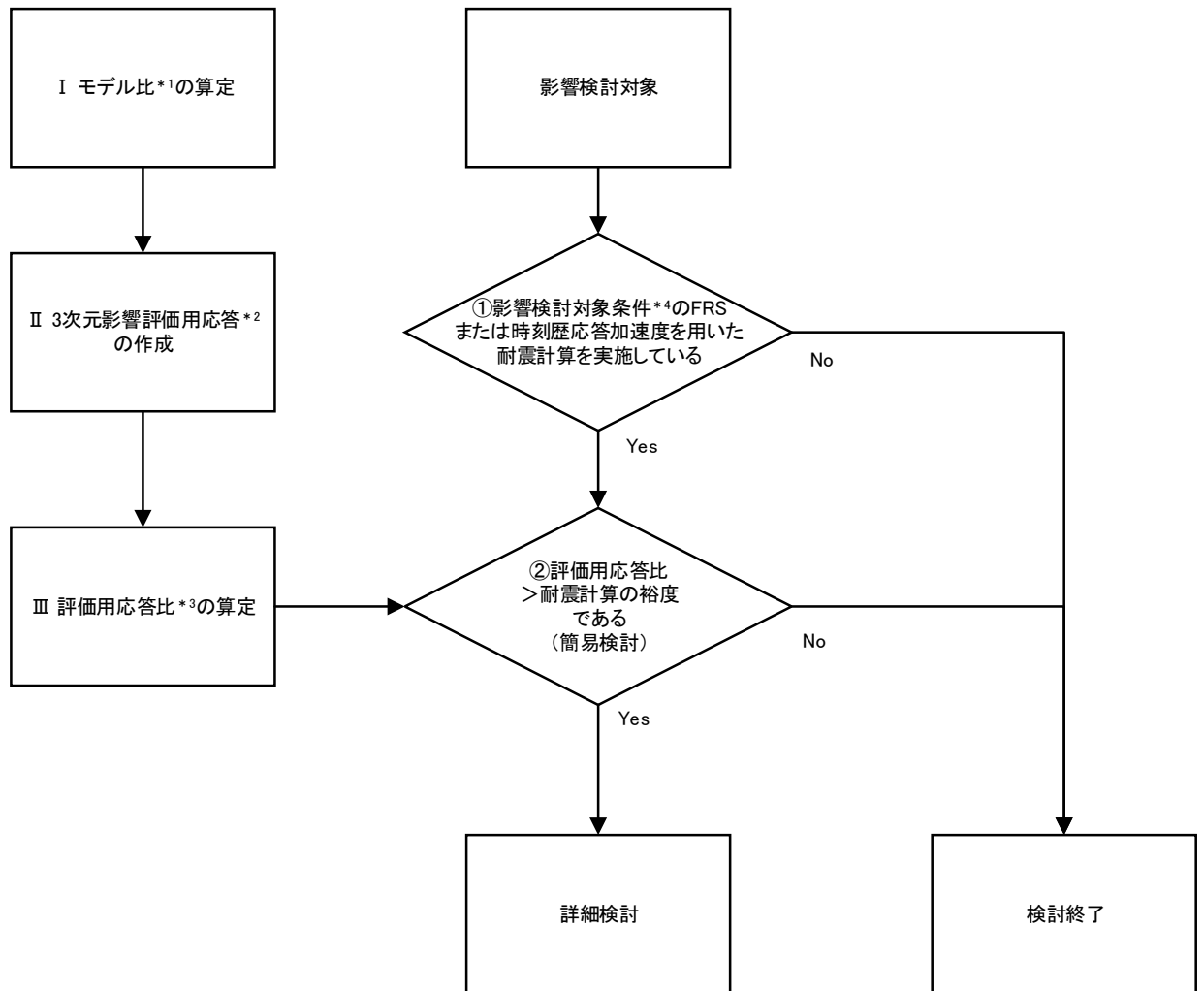
2. 影響検討対象

原子炉建屋に設置される以下の機器・配管系を影響検討の対象とする。

- ・設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類の S クラスに属する機器・配管系
- ・重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に属する機器・配管系
- ・波及的影響防止のために耐震評価を実施する機器・配管系

3. 影響検討方法

影響検討フローを図 1 に示す。



- 注記 * 1: Sdに対する3次元FEMモデルの応答/Sdに対する質点系モデルの応答の比
 * 2: 質点系モデル基本ケースのSsに対する応答にモデル比を乗算した応答
 * 3: 3次元影響評価用応答/耐震計算で使用しているSsに対する応答の比
 * 4: 3次元FEMモデルの応答が質点系モデルの応答より大きくなる傾向を示した条件

図 1 影響検討フロー

3次元 FEM モデルでは、弾性設計用地震動 S_d に対する地震応答解析を行っていることから、質点系モデルの基準地震動 S_s に対する応答を補正し、3次元 FEM モデルによる影響を評価できる応答を作成する。

I 弾性設計用地震動 S_d に対する 3次元 FEM モデルの応答／弾性設計用地震動 S_d に対する質点系モデルの応答の比（以下「モデル比」という。）を、全周期において算定する。モデル比の例を図 2 に示す。モデル比は、固有周期 0.168s を例とすると、 (b/a) となる。

II 質点系モデル基本ケースの基準地震動 S_s に対する固有周期毎の応答に、モデル比を乗算した応答（以下「3次元影響評価用応答」という。）を算定する。3次元影響評価用応答の例を図 3 に示す。3次元影響評価用応答は、固有周期 0.168s を例とすると、0.168s の質点系モデル基本ケースの基準地震動 S_s に対する応答に 0.168s のモデル比を乗算した値となる。

III 3次元影響評価用応答／耐震計算で使用している基準地震動 S_s に対する応答の比（以下「評価用応答比」という。）を算定する。評価用応答比の算定例を図 4 に示す。評価用応答比は、仮に固有周期が 0.168s の機器・配管系とすると、設計用地震力 I による耐震計算を実施している場合 (d/c_1) となり、設計用地震力 II による耐震計算を実施している場合 (d/c_2) となる。

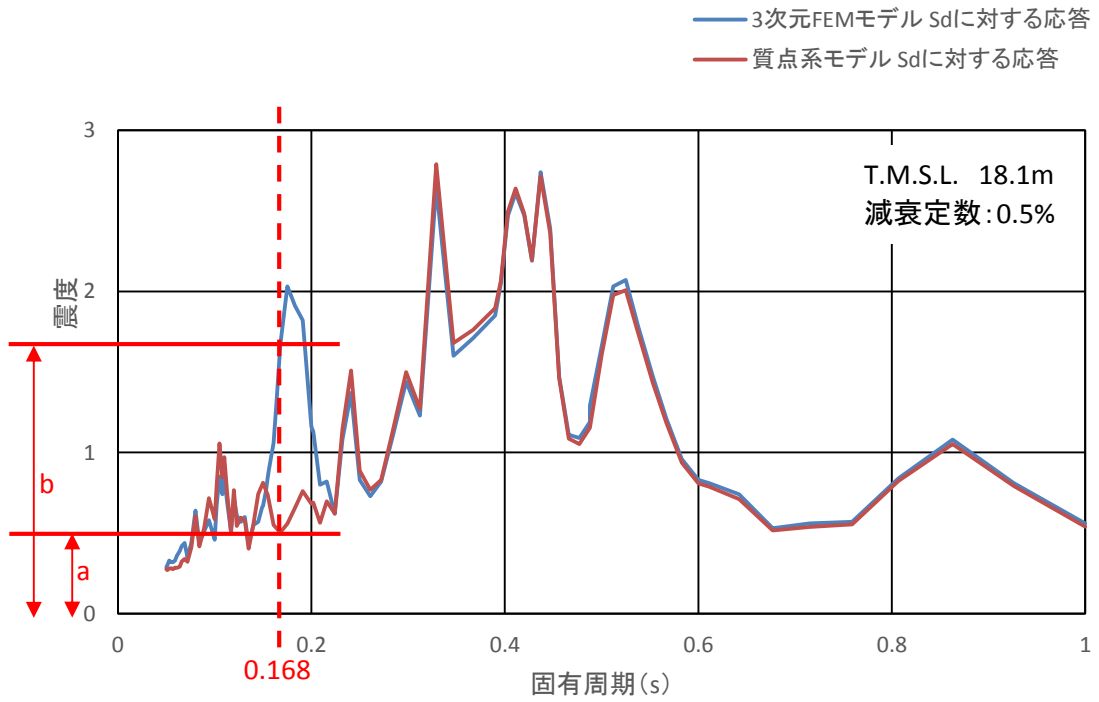


図2 モデル比の算定例

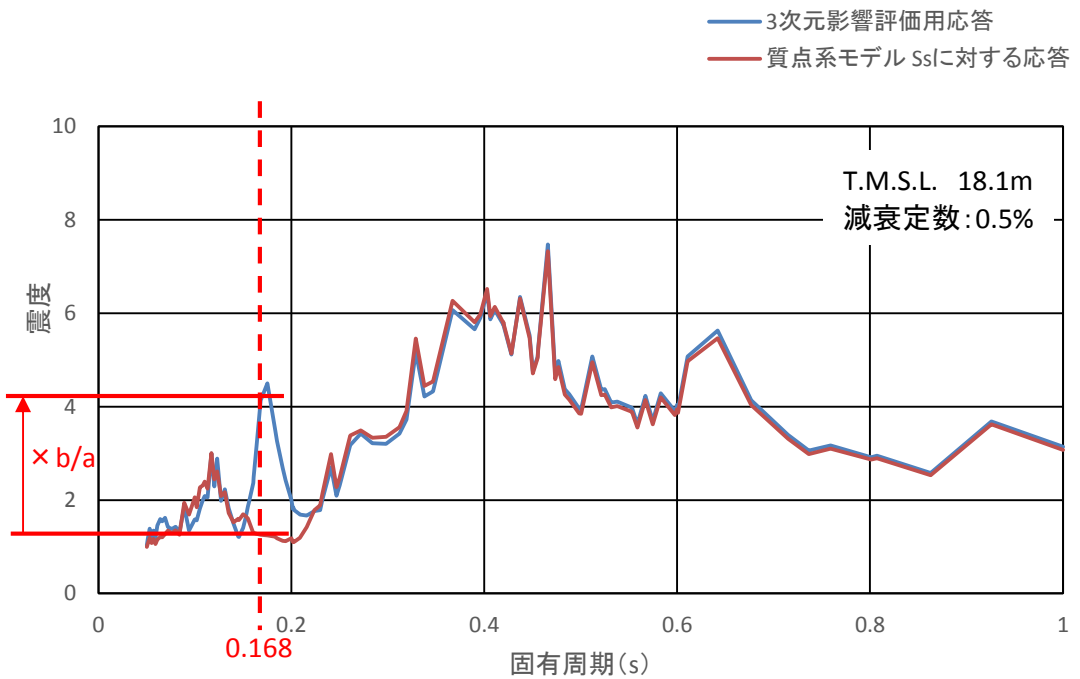
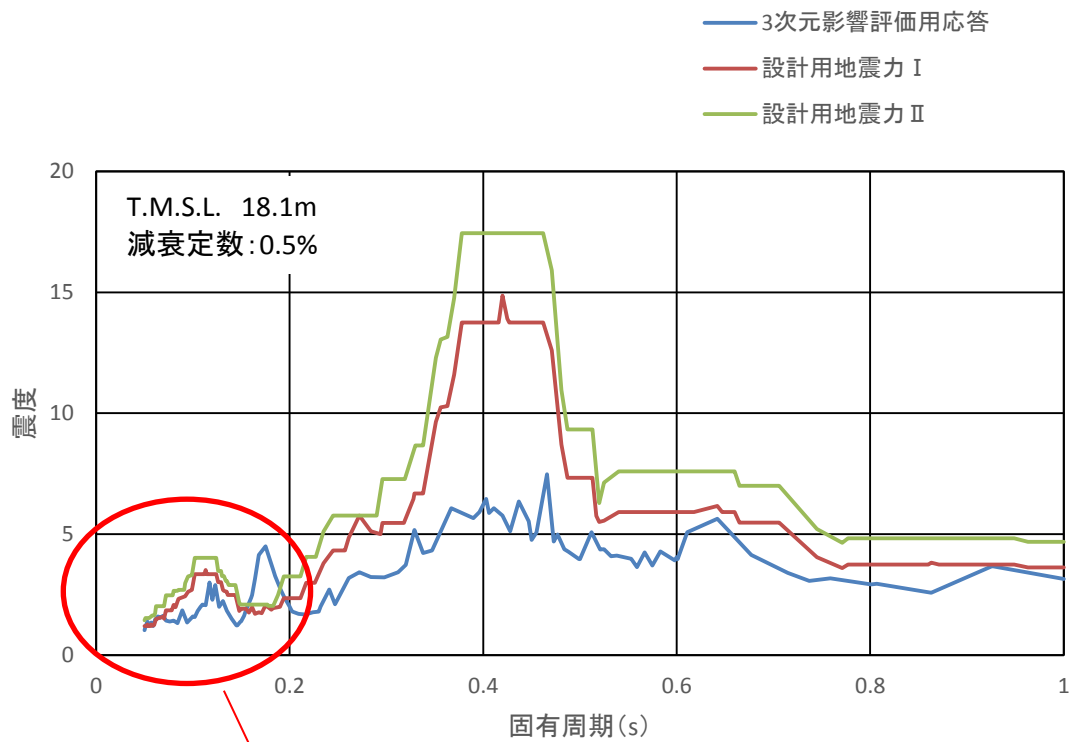
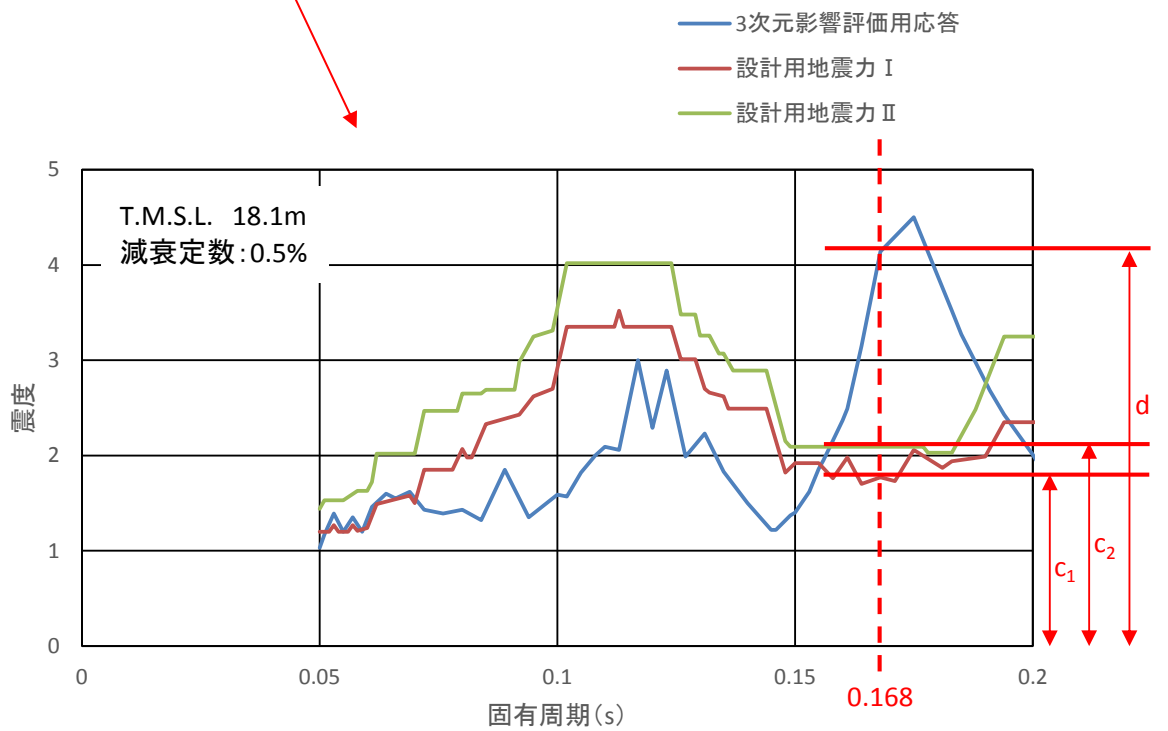


図3 3次元影響評価用応答の算定例



(全体図 (固有周期 0~1.0 s))



(拡大図 (固有周期 0~0.2 s))

図4 評価用応答比の算定例

①3次元FEMモデルの応答が質点系モデルの応答より大きくなる傾向を示した条件（以下「影響検討対象条件」という。）のFRSまたは時刻歴応答加速度を用いて耐震計算を実施している機器・配管系を抽出する。なお、影響検討対象条件は、「別紙3 3次元FEMモデルによる地震応答解析」の「3.4 床応答への影響検討」において、3次元FEMモデルの応答が質点系モデルの応答よりも特に大きい傾向にある表1の通りとする。

表1 影響検討対象条件

| 地震動 | 方向 | 標高 (m) |
|------|----|--------|
| Sd-2 | NS | 18.1 |
| | | 12.3 |

②評価用応答比が耐震計算の裕度を上回る機器・配管系を抽出する。抽出された機器・配管系に対して詳細検討を実施する。

4. 評価結果

4.1 簡易検討結果

簡易検討の結果、詳細検討が必要となった機器・配管系について表2に示す。

表 2 簡易検討結果*1

| No | 設備名称 | 耐震計算条件の 標高 (m) | 耐震裕度*2 | 評価用応答比 |
|----|--------------------------|----------------------|--------|--------|
| 1 | 使用済燃料貯蔵プール水位・温度計 (SA 広域) | 18.1 23.5 31.7 | 1.01 | 1.55 |
| 2 | 配管貫通部 (X-11) | 18.1 | 1.22 | 1.73 |
| 3 | 配管貫通部 (X-63) | 12.3 | 1.02 | 1.47 |
| 4 | 配管貫通部 (X-64) | 12.3 | 1.02 | 1.36 |
| 5 | ドライウェルスプレイ管 | 12.3 18.1 23.5 | 1.20 | 2.58 |
| 6 | 可燃性ガス濃度制御系配管 | 18.1 | 1.51 | 2.06 |

注記*1：耐震計算結果が確認できているもののみ記載

*2：耐震裕度は評価結果のうち、最小値を記載

4.2 詳細検討結果

追而