

再処理施設  
廃棄物管理施設  
MOX燃料加工施設  
ウラン濃縮加工施設

---

設工認申請に係る対応状況

令和3年5月14日

 日本原燃株式会社

---

## 4. 技術的内容に係る説明

### (耐震：建物・構築物)

- ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定・・・3
- ③ 隣接建屋の影響・・・・・・・・・・・・・・・・・・12

## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (1) 本日の説明内容及び4月13日審査会合における指摘事項

### ■ 本日の説明内容

- 建物・構築物の入力地震動の算定に用いる設計用地盤モデルの設定に係る基本ロジック及び基本ロジックの根拠となる確認項目の対応方針について説明する。
- 基本ロジックの根拠となる確認項目の詳細な内容については、今後示す。

#### 4月13日審査会合における指摘事項

| No. | 指摘事項   | 対応   |
|-----|--|--|
| 1   | 第1回申請対象施設である安全冷却水B冷却塔についても近傍データに基づき整理すること。また、他の建物・構築物に対しても第1回申請において示す基本的な方針との関係を踏まえて必要な説明をすること。        | 左記指摘の対応については、本資料に対応方針として反映。詳細な内容については今後説明予定。 |
| 2   | 直下もしくは近傍の直下PS検層データが複数得られている場合について、直下地盤モデルとしてばらつきを考慮するのか、ロジックを整理し根拠を明確にして説明すること。                        |  |
| 3   | 直下PS検層に対する影響検討に用いる地震動を弾性設計用地震動Sdとしていることについて、1.0Ss、1.2Ssによる評価において非線形性が生じることを踏まえ、建屋及び機器への影響の観点で優位性を示すこと。 |  |
| 4   | 直下PS検層データについて、設計モデルのばらつき±σを超えているものについての扱いを示すこと。  |  |
| 5   | 表層地盤を敷地全体のモデルとして扱い、そのデータのばらつきの影響評価について、地盤ばねの剛性を変化させた場合の検討として行うのであれば、±1σを超えるデータがあることに留意すること。            |  |
| 6   | Ssや1.2Ssの入力では支持地盤の非線形が進む可能性を考慮し、その場合の影響も踏まえて整理すること。  |  |

## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 事業許可における記載

### ■ 事業変更許可申請書における入力地震動の設定方針

- 建物・構築物の入力地震動に用いる設計用地盤モデルは、事業許可における下記の記載と整合するように設定する。

#### 【本文】

##### (5)耐震構造

- (i)安全機能を有する施設の耐震設計
- (f)地震応答解析による地震力及び静的地震力の算定方針
- (i)地震応答解析による地震力
- 3)入力地震動の設定方針

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動について、①解放基盤表面からの地震波の伝播特性を考慮し、②必要に応じて、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。

#### 【添付書類六】

##### 1.6.1.4.2 動的地震力

##### (1)入力地震動

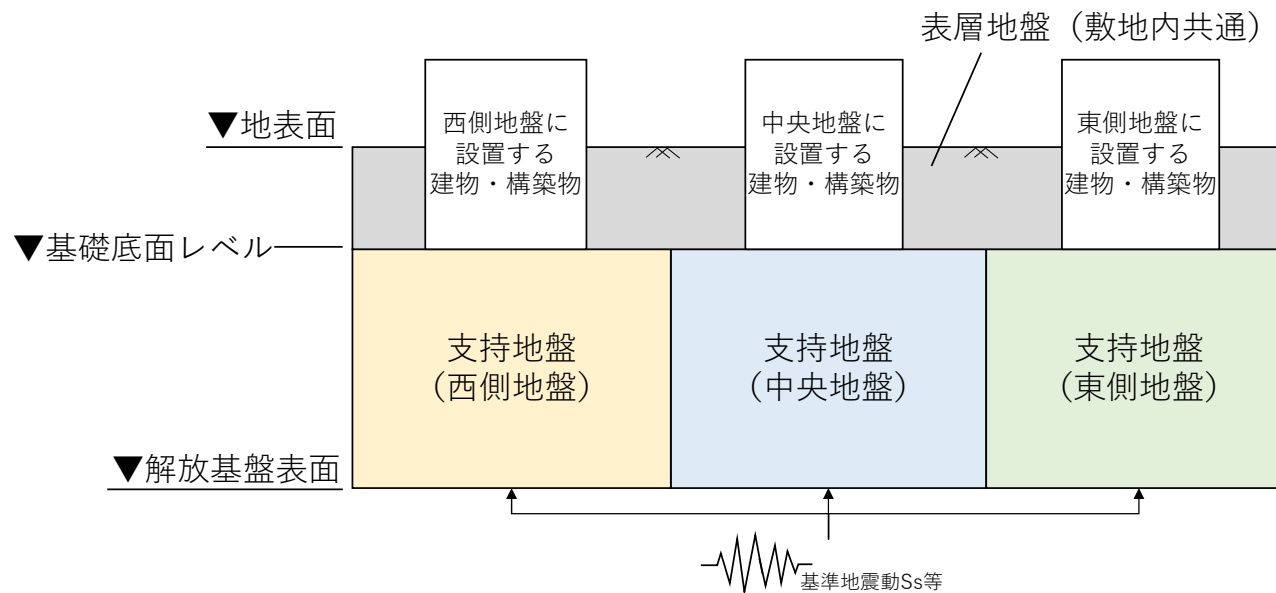
建物・構築物の地震応答解析モデルに対する入力地震動は、①解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮して作成したものとするとともに、②必要に応じて地盤の非線形応答を考慮することとし、地盤のひずみに応じた地盤物性値を用いて作成する。また、③必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。

事業変更許可申請書より抜粋

## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (3) 設計用地盤モデルの概要

### ■ 設計用地盤モデルの概要

- 設計用地盤モデルは、安全機能を有する施設の耐震評価において、建物・構築物（屋外重要土木構造物である洞道を含む）への入力地震動を算定する際に用いる地盤モデルである。「設計用地盤モデル」の作成にあたっては、解放基盤表面から建物・構築物までの地震動の伝播特性を適切に考慮する必要がある。
- 建物・構築物の地震応答解析では、解放基盤表面（T.M.S.L.-70m）で定義される基準地震動 $S_s$ 等に基づき、建物・構築物の底面及び側面への入力地震動を算定するために、解放基盤表面（T.M.S.L.-70m）から地表面（T.M.S.L.55m）までの設計用地盤モデルとなっている。
- 設計用地盤モデルは、解放基盤表面（T.M.S.L.-70m）から建物・構築物ごとの基礎底面レベルに該当する支持地盤（岩盤）及び、建物・構築物ごとの基礎底面レベルから地表面（T.M.S.L.55m）に該当する表層地盤（埋戻し土、造成盛土及び六ヶ所層）で構成されている。



設計用地盤モデルの概要図

## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 課題の整理

### ■ 地震応答解析に用いる地盤モデルの設工認上の扱い

- 設計用地盤モデル（支持地盤）は、既設工認段階より、再処理事業所の耐震設計において、可能な限り複数の建物・構築物で共通的なモデルを用いることができるよう、地質構造に基づいて再処理事業所の敷地を3エリアに区分し、エリアごとのボーリング調査結果に基づく平均的な地盤物性値を設定している。今回設工認において建物・構築物の入力地震動の算定に用いる設計用地盤モデルは、既設工認から変更していない。
- 設計用地盤モデル（支持地盤）は、今回設工認では、地盤物性のばらつきを考慮している。
- 設計用地盤モデル（表層地盤）は、今回設工認では、建物・構築物の埋め込み状況を反映するために、各建物・構築物の基礎底面レベルから地表面までの地盤特性に応じて地震波の伝播特性を評価するために、表層地盤（埋戻し土、造成盛土及び六ヶ所層）を「設計用地盤モデル」に反映し、敷地内のボーリング調査結果に基づく平均的な地盤物性値を設定し、さらに、地盤物性のばらつきを考慮している。

### ■ 今回設工認において説明すべき課題及び確認項目

- 設計用地盤モデルを入力地震動の評価に用いても安全上支障が無いことを示す上で挙げられる課題及び課題に対する確認項目としては、以下の項目が挙げられる。各確認項目の詳細については次頁以降に示す。
  - ① 設計用地盤モデルについて、地質構造や敷地内のボーリング調査結果に基づくエリア区分の考え方及び平均的な物性値の設定方法が適切であること。  
⇒支持地盤及び表層地盤について、地盤モデルの設定方法の妥当性について確認を行う。
  - ② 設計用地盤モデルによる地震波の伝播特性が適切に設定されていること。  
⇒敷地における地震観測記録を用いた検証を行う。
  - ③ 設計用地盤モデルに考慮するばらつき幅と建物・構築物直下もしくは近傍のPS検層データの関係が確認されていること。  
⇒建物・構築物直下もしくは近傍のPS検層データ（以下、「直下PS検層データ」という。）を参照しても、施設の耐震性に影響が無いことの確認を行う。

## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (5) 支持地盤の設定方法に係る確認項目

### ■ 確認項目及び確認の視点 (支持地盤の設定方法)

- 設計用地盤モデル (支持地盤) の設定方法について、今回設工認における設定の考え方及び確認項目を整理した。
- 各確認項目及び確認の視点に対して示すべきデータについては、今後示す。

課題に対する確認すべき項目 (支持地盤の設定方法)

| 課題  | 今回設工認における設定の考え方                                    | 確認項目   | 確認の視点  | 示すべきデータ (今後提示)   |
|---|--|--|--|--|
| ①設計用地盤モデル (支持地盤) の設定の考え方が適切であること                    | 地質構造に基づいて再処理事業所の敷地を3エリアに区分し、エリア単位で共通のモデルを用いている     | 敷地を3エリアに区分することが妥当であることについて確認を行う                      | 敷地を3つのエリアに区分することが再処理事業所地下の地質構造及び速度構造と整合していること                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 地質断面図</li> <li>• 敷地内の速度構造分布</li> <li>• 地質構造図</li> </ul> |
|   |  |  | 各エリアで、地質構造及び速度構造が概ね水平成層な構造となっていること                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 地質断面図</li> <li>• 敷地内の速度構造分布</li> </ul>                  |
|   | エリアごとのPS調査結果に基づく平均的な地盤物性値を基本ケースとして設定               | 設計用地盤モデルに考慮する速度構造を、各エリア内の平均値で考慮することが妥当であることについて確認を行う | 物性値の設定に用いるPS検層孔が、建物・構築物の配置状況に対して適切に選定されていること                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PS検層孔の選定の考え方及び選定結果</li> </ul>                           |
|   |  |  | 物性値の算定における層境界の設定方法及び速度構造の平均化の考え方が適切であること                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 設計用地盤モデル作成に用いたPS検層結果</li> </ul>                         |
| 地震応答解析に考慮する地盤物性のばらつきとして、基本ケースに対する $\pm 1\sigma$ を設定 | 地盤物性のばらつきとして基本ケースに対する $\pm 1\sigma$ とした根拠について確認を行う | 先行審査プラントにおいても、ばらつき幅として $\pm 1\sigma$ を設定していること       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 先行プラント実績</li> </ul> |  |

## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (6) 表層地盤の設定方法に係る確認項目

### ■ 確認項目及び確認の視点 (表層地盤の設定方法)

- 設計用地盤モデル (表層地盤) の設定方法について、今回設工認における設定の考え方及び確認項目を整理した。
- 各確認項目及び確認の視点に対して示すべきデータについては、今後示す。

課題に対する確認すべき項目 (表層地盤の設定方法)

| 課題  | 今回設工認における設定の考え方                                    | 確認項目  | 確認の視点  | 示すべきデータ (今後提示) |
|---|--|---|--|----------------|
| ① 設計用地盤モデル (表層地盤) の設定の考え方が適切であること                   | 敷地全体のボーリング調査結果に基づく平均的な地盤物性値を基本ケースとして設定             | 設計用地盤モデルに考慮する速度構造を、敷地全体の平均値で考慮することが妥当であることについて確認を行う | 表層地盤 (埋戻し土, 造成盛土, 六ヶ所層) の物性値が、敷地全体で偏りなく広範なデータに基づき設定されていること | • ボーリング調査孔配置図  |
|   |  |   | 平均的な地盤物性として、深さ依存の回帰式として設定することが妥当であること                      | • 試験結果深度分布     |
|   | 岩盤ではない表層地盤については、非線形性を考慮し、ひずみ依存特性を考慮                | ひずみ依存特性の考慮方法が妥当であることについて確認を行う                       | ひずみ依存特性が、敷地内ボーリング調査における繰返し三軸圧縮試験により、適切に考慮されていること           | • 繰返し三軸圧縮試験結果  |
| 地震応答解析に考慮する地盤物性のばらつきとして、基本ケースに対する $\pm 1\sigma$ を設定 | 地盤物性のばらつきとして基本ケースに対する $\pm 1\sigma$ とした根拠について確認を行う | 先行審査プラントにおいても、ばらつき幅として $\pm 1\sigma$ を設定していること      | • 先行プラント実績   |                |



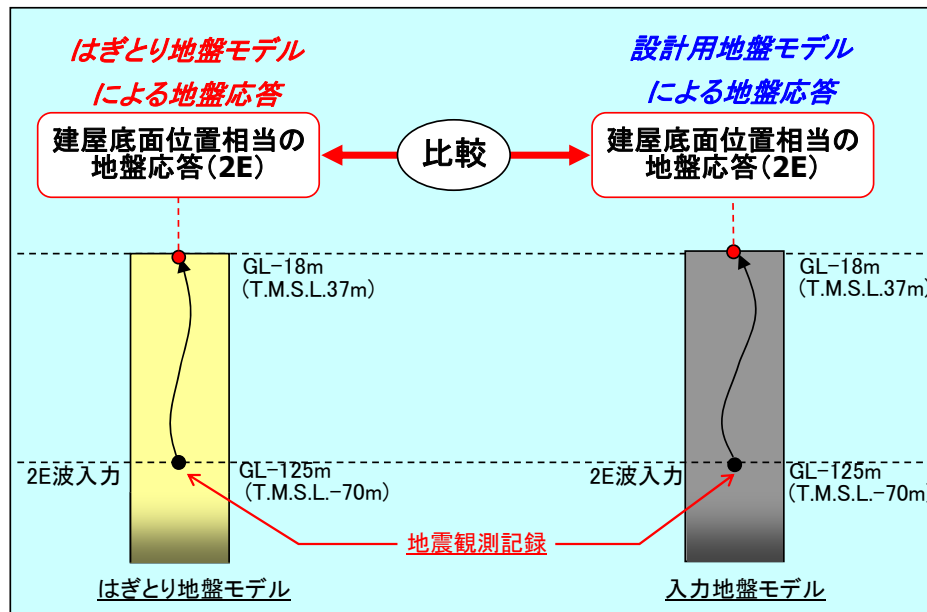
## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (7) 地震観測記録を用いた検証に係る確認項目

### ■ 確認項目及び確認の視点 (地震観測記録を用いた検証)

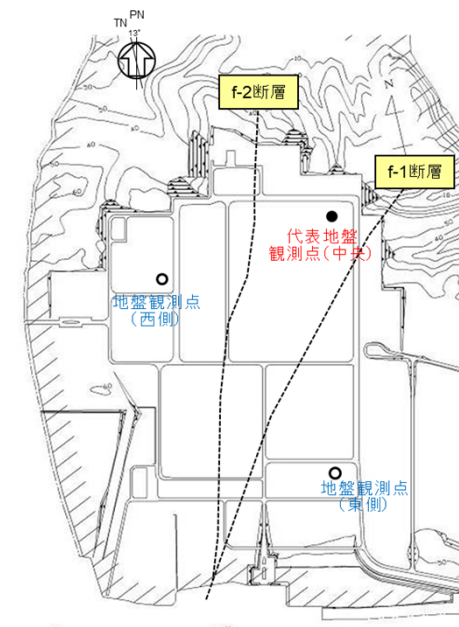
- 地震観測記録を用いた検証について、今回設工認における設定の考え方及び確認項目を整理した。
- 各確認項目及び確認の視点に対して示すべきデータについては、今後示す。

課題に対する確認すべき項目 (地震観測記録を用いた検証)

| 課題                                | 今回設工認における設定の考え方               | 確認項目                 | 確認の視点   | 示すべきデータ (今後提示)   |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|--|
| ②設計用地盤モデルによる地震波の伝播特性が適切に設定されていること | 事業許可に基づき、敷地における地震観測記録による検証を実施 | 敷地における地震観測記録による検証を行う | 事業許可にて示している、各エリアにおける地震観測記録の深さ方向の伝達関数を再現することが可能な地盤モデル (はぎとり地盤モデル) を用いたシミュレーション解析により、敷地内の3エリアそれぞれで実施している複数の地震観測記録と、設定した設計用地盤モデルが、支持地盤における地震波の伝播特性の観点で整合していること | <ul style="list-style-type: none"> <li>地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果</li> </ul> |



シミュレーション解析の概要



敷地内の地震観測位置

## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (8) 直下PS検層データの参照に係る確認項目

### ■ 確認項目及び確認の視点 (直下PS検層データの参照)

- 直下PS検層データの参照について、今回設工認における確認項目を整理した。
- 各確認項目及び確認の視点に対して示すべきデータについては、今後示す。

課題に対する確認すべき項目 (直下PS検層データの参照)

| 課題  | 確認項目                                 | 確認の視点   | 示すべきデータ<br>(今後提示)   |
|---|--------------------------------------|---|---|
| ③設計用地盤モデルに考慮するばらつき幅と建物・構築物直下もしくは近傍のPS検層データの関係が確認されていること | 直下PS検層データを参照しても、施設の耐震性に影響が無いことの確認を行う | 評価対象建屋の直下PS検層データの数値構造について、設計用地盤モデル(支持地盤)に考慮しているばらつき幅からの乖離がある場合は、これらのPS検層結果を考慮しても、施設の耐震性に影響が無いこと | <ul style="list-style-type: none"> <li>直下PS検層データ</li> <li>影響評価を行う建物・構築物の選定方針</li> <li>直下PS検層データを考慮した耐震影響評価結果</li> </ul> |

- 直下PS検層データを考慮した耐震影響検討は、以下の方針で実施する。
  - ・各施設の設計に用いる地震動のうち、施設評価において影響の大きな地震動を抽出する。
  - ・直下地盤モデルは、建物・構築物直下もしくは近傍の支持地盤の物性値に加え、近傍の表層地盤の物性値を用いることとし、地盤物性のばらつきを適切に考慮する。
  - ・Ssや1.2Ssの入力では支持地盤の非線形が進む可能性について考慮する。
  - ・直下地盤モデルを用いた地震応答解析結果が、施設の耐震性に影響が無いことを示す。
- 直下PS検層データを参照した影響評価の設工認上の取り扱いについては、「直下地盤モデル」を作成した影響評価を実施し、施設の耐震性に問題が無いことを確認し、その旨を「直下もしくは近傍の地盤の物性値を考慮しても施設の耐震性に問題ないことを確認している。」として添付資料の耐震計算書に記し、詳細は補足説明資料で示すこととする。
- 2020年12月24日に第1回申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔については、設計用地盤モデルを入力地震動の評価に用いても安全上支障が無いことを第1回で整理し、その内容を添付資料の耐震計算書及び補足説明資料にて示す。また、後次回申請対象施設についても、上記の方針に基づき、各申請回次に示す。

## 4. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (9) まとめ

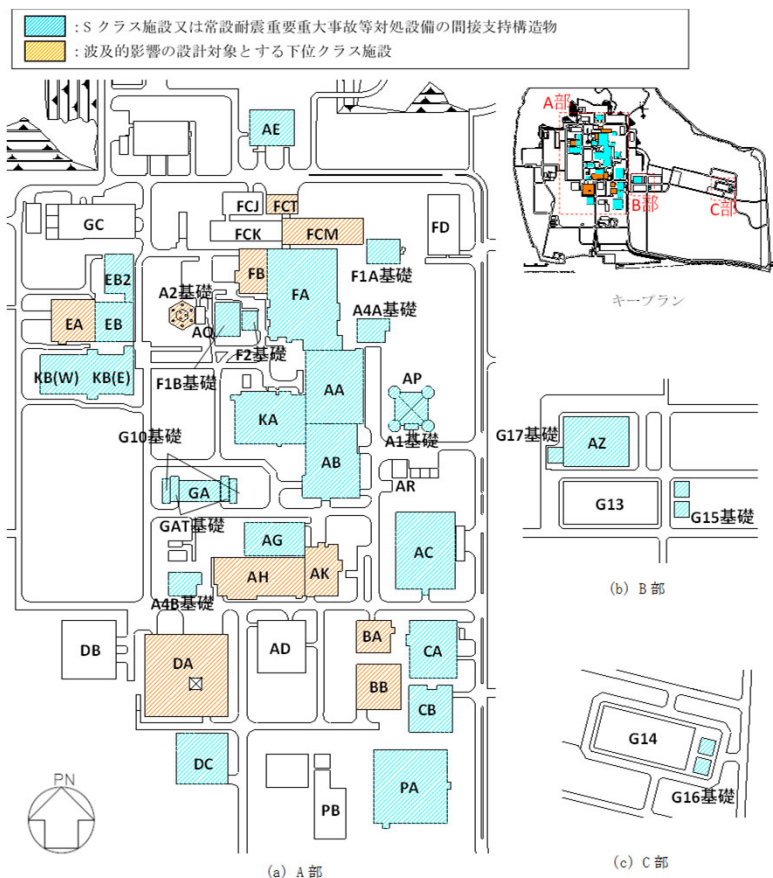
### ■まとめ

- 今回設工認において入力地震動の算定に用いる設計用地盤モデルについて、以下のとおり事業許可との整合性及び技術基準への適合性を確認していることを今後示し、設計用地盤モデルを今回設工認の添付書類に記載する地盤モデルとする。
  - 設計用地盤モデル（支持地盤）の設定については、敷地の地盤特性に応じエリア区分の考え方及び物性値が適切に設定されていることを確認することで、事業許可において「解放基盤表面からの地震波の伝播特性を考慮」としていることと整合していることを示す。
  - 設計用地盤モデル（表層地盤）の設定については、敷地の地盤特性に応じ物性値及び非線形特性が適切に設定されていることを確認することで、事業許可において「解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮」及び「必要に応じて、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮」としていることと整合していることを示す。
  - 敷地内の3エリアそれぞれで実施している複数の地震観測記録と、設定した設計用地盤モデルが、支持地盤における地震波の伝播特性の観点で整合していることを確認することで、事業許可において「必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定」としていることと整合していることを示す。
  - 各建物・構築物の直下PS検層データを考慮した耐震影響検討によっても、施設の耐震性に影響が無いことを示す。

# 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (1) 再処理施設等の建物・構築物の隣接状況

## ■再処理施設等の建物・構築物の隣接状況

- 当社事業所は、再処理施設等の建物・構築物が互いに隣接して配置される構成となっている。
- 一方、建物・構築物の地震応答解析は、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いて実施しており、隣接建屋の影響は考慮していない。
- このことを踏まえ、隣接建屋が、評価対象建屋の建屋応答に与える影響について検討を実施することで、**構造毎に独立して構築した解析モデルを用いても安全上支障がないことを確認**する。



| 建物・構築物名称                |       | 建物・構築物名称                            |          |
|-------------------------|-------|-------------------------------------|----------|
| 前処理建屋                   | AA    | 使用済燃料輸送容器管理建屋 (除染エリア)               | FC (FCJ) |
| 分離建屋                    | AB    | 使用済燃料輸送容器管理建屋 (空使用済燃料輸送容器保管庫)       | FC (FCK) |
| 精製建屋                    | AC    | 使用済燃料輸送容器管理建屋 (使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫) | FC (FCM) |
| 低レベル廃液処理建屋              | AD    | 使用済燃料輸送容器管理建屋 (トレーエリア)              | FC (FCT) |
| ハル・エンドピース貯蔵建屋           | AE    | 第1低レベル廃棄物貯蔵建屋                       | FD       |
| 制御建屋                    | AG    | 安全冷却水系冷却塔A (基礎)                     | F1A基礎    |
| 分析建屋                    | AH    | 安全冷却水系冷却塔B (基礎)                     | F1B基礎    |
| 出入管理建屋                  | AK    | 第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室 (基礎)           | F2基礎     |
| 主排気筒管理建屋                | AP    | 非常用電源建屋                             | GA       |
| 北換気筒管理建屋                | AQ    | 非常用電源燃料タンク基礎                        | GAT基礎    |
| 試薬建屋                    | AR    | ユーティリティ建屋                           | GC       |
| 緊急時対策建屋                 | AZ    | 冷却塔A, B (基礎)                        | G10基礎    |
| 主排気筒 (基礎)               | A1基礎  | 第1保管庫・貯水所                           | G13      |
| 北換気筒 (基礎)               | A2基礎  | 第2保管庫・貯水所                           | G14      |
| 安全冷却水A冷却塔 (基礎)          | A4A基礎 | 第1軽油貯蔵所 (基礎)                        | G15基礎    |
| 安全冷却水B冷却塔 (基礎)          | A4B基礎 | 第2軽油貯蔵所 (基礎)                        | G16基礎    |
| ウラン脱硝建屋                 | BA    | 重油貯蔵所 (基礎)                          | G17基礎    |
| ウラン酸化物貯蔵建屋              | BB    | 高レベル廃液ガラス固化建屋                       | KA       |
| ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋        | CA    | 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟                      | KB(E)    |
| ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋     | CB    | 第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟                      | KB(W)    |
| 低レベル廃棄物処理建屋             | DA    | 燃料加工建屋                              | PA       |
| 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋           | DB    | 燃料加工建屋                              | PA       |
| チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 | DC    | 燃料加工建屋                              | PA       |
| ガラス固化体受入れ建屋             | EA    | エネルギー管理建屋                           | PB       |
| ガラス固化体貯蔵建屋              | EB    |                                     |          |
| ガラス固化体貯蔵建屋B棟            | EB2   |                                     |          |
| 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋           | FA    |                                     |          |
| 使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋         | FB    |                                     |          |

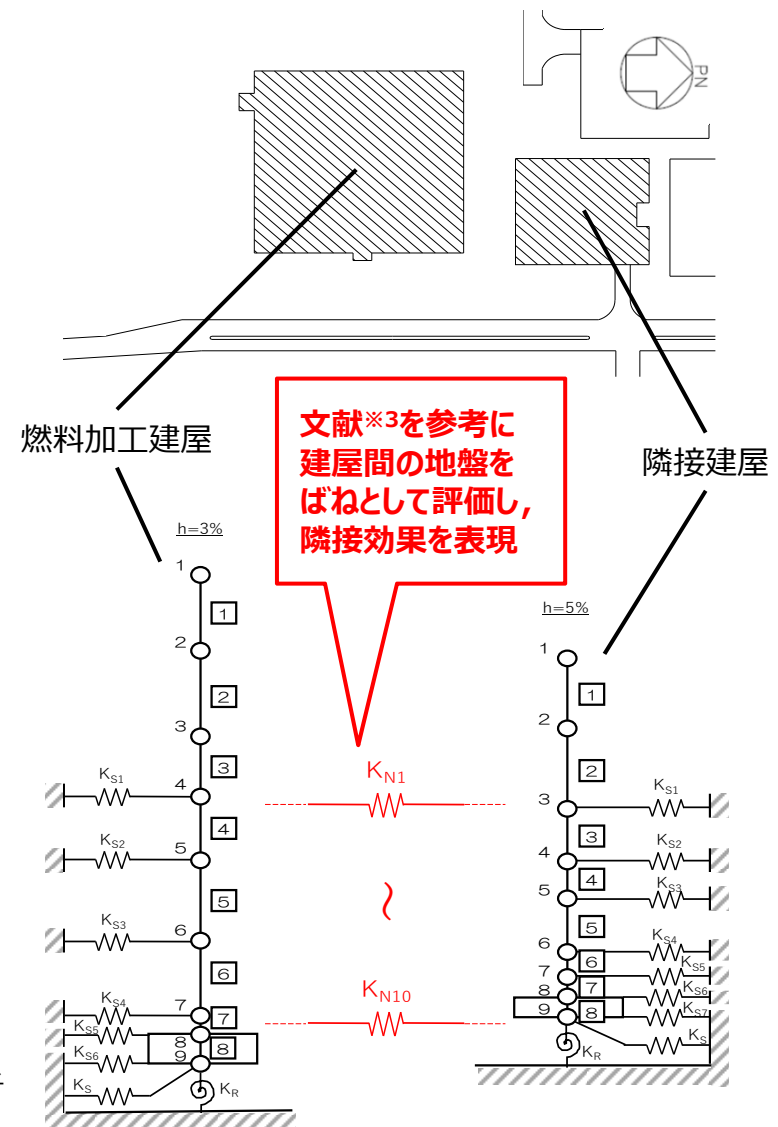
注記：評価対象建屋に隣接する構築物として、洞道も考えられるが、洞道は建屋と比較して重量が著しく小さいことから、本ケーススタディの結果より、評価対象建屋の応答に与える影響は無いと判断している。

## 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (2) 再処理施設等を想定したケーススタディ

### ■ ケーススタディの概要

- 発電炉を対象とした「NUPEC試験」※1や3次元FEMモデルによる既往の検討※2では、隣接建屋の影響は小さいと報告されており、再処理施設等の建物・構築物も構造的特徴を踏まえると本知見を適用可能と考える。
- ここでは、既往の知見に加えて定量的なケーススタディとして、**隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析を実施し**、建屋単独の場合の結果と比較することで、当社事業所における**隣接建屋の影響有無について総合的な確認**を行った。
- ケーススタディでは、**隣接建屋に影響を与える要因を抽出**したうえで、その特徴を反映した**複数の検討ケースを設定**することで、再処理施設等の**全ての建物・構築物に対して判定フローを用いて確認**を行った。
- 判定フローに基づき、**隣接建屋の影響が無いとは言切れない建物・構築物に対しては、FEMを用いた詳細検討を行い、安全上支障がないことを確認**する。

- ※1：耐震安全解析コード改良試験原子炉建屋の隣接効果試験に関する報告書，（財）原子力発電技術機構，平成14年3月  
 ※2：中村 尚弘他，「原子力発電所建屋の地震応答性状に与える不整形地盤および隣接建屋の影響に関する研究」，2012年3月，構造工学論文集，日本建築学会  
 ※3：建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計，（社）日本建築学会，2006年



ケーススタディの一例  
(隣接建屋の影響を考慮した解析モデル)

## 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (2) 再処理施設等を想定したケーススタディ

### ■ 隣接効果に影響を与える要因の抽出

- 隣接効果に影響を与える要因として、既往の知見を参考に、「隣接建屋との距離」、「地盤への埋込みの有無」及び「隣接建屋との規模差」を抽出した。以下にそれぞれの要因を抽出した理由を示す。

隣接効果に影響を与える要因と考え方

| 抽出した要因 |            | 抽出した理由   |
|--------|------------|--|
| (a)    | 隣接建屋との距離   | ・評価対象建屋に、地盤を介して伝播する隣接建屋の地震時応答は、地盤の減衰効果により、その伝播距離に応じて影響が低減されることから、隣接建屋との距離を要因として抽出した。   |
| (b)    | 地盤への埋込みの有無 | ・「NUPEC試験」※の検討結果より、評価対象建屋の一部が地盤に埋め込まれて設置されている場合、隣接建屋の地震時応答が、建屋側面地盤を介して評価対象建屋に伝播することの影響が大きいと判断したことから、地盤への埋込みの有無を要因として抽出した。  |
| (c)    | 隣接建屋との規模差  | ・隣接建屋の建屋規模が評価対象建屋に比べて大きい場合、隣接建屋が存在することによる評価対象建屋の地盤インピーダンス（地盤との相互作用）への影響が大きいと判断したことから、隣接建屋との規模差を要因として抽出した。<br>・なお、地盤インピーダンスに大きく影響を与える建屋規模の要素としては、平面規模及び重量が考えられるが、平面規模と重量の間には相関関係があることから、本検討では、建屋の重量に着目した検討を行うこととする。 |

※：耐震安全解析コード改良試験原子炉建屋の隣接効果試験に関する報告書，（財）原子力発電技術機構，平成14年3月

## 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (2) 再処理施設等を想定したケーススタディ

### ■ ケーススタディの検討方針及び検討ケース

- ケーススタディは、隣接効果に影響を与える要因の中で最も影響が大きいと考えられる「隣接建屋との距離」をパラメータとして地震応答解析モデルに反映し、建屋応答への影響を確認した。
- また、検討条件として、評価対象建屋及び隣接建屋の組合せは、再処理施設等の建物・構築物の特徴（「地盤への埋込みの有無」及び「隣接建屋との規模差」）を踏まえて複数選定した。
- ケーススタディの検討ケースとしては、埋込みがある建屋を対象とした検討（ケース1-1、ケース1-2）と埋込みが無い建屋（屋外機械基礎）を対象とした検討（ケース2）を実施した。  
埋込みがある建屋を対象とした検討については、隣接建屋との規模差として、重量差が小さい場合（同規模同士）の検討（ケース1-1）と重量差が大きい場合の検討（ケース1-2）を実施した。

⇒次項以降、ケーススタディの各検討ケースの検討内容及び検討結果の一例を示す。

ケーススタディの検討ケース

| ケース | 地盤への埋込みの有無 | 隣接建屋との規模差             | 隣接建屋との距離   |
|-----|------------|-----------------------|------------|
| 1-1 | 埋込み有       | 重量差小<br>(同規模同士)       | 0.1m~20.0m |
| 1-2 |            | 重量差大                  | 0.1m~20.0m |
| 2   | 埋込み無       | 重量差大<br>(評価対象建屋<隣接建屋) | 18.0m      |

#### 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響

### (2) 再処理施設等を想定したケーススタディ (各ケーススタディの検討内容)

#### ■ 検討に用いる建屋概要, 及び隣接建屋との距離 (パラメータ) の設定

- ▶ ケーススタディの各検討ケース (ケース1-1, ケース1-2, ケース2) について, 検討に用いる建屋概要, 及びパラメータとする隣接建屋との距離の設定を以下に示す。

#### 【ケース1-1】埋込みがある建屋を対象とした検討のうち, 重量差小 (同規模同士) の検討

| 建屋モデル | 想定する建屋              | 地盤への埋込みの有無 | 重量比                         | 離隔距離<br>= 隣接建屋との距離                              | 評価対象 |
|-------|---------------------|------------|-----------------------------|---|------|
| A     | ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋    | 埋込み有       | (A : B)<br>5 : 4程度<br>(同規模) | 0.1m, 1.0m, 5.0m, 7.0m<br>, 10.0m, 15.0m, 20.0m | ○    |
| B     | ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 | 埋込み有       |                             |   | ○    |

#### 【ケース1-2】埋込みがある建屋を対象とした検討のうち, 重量差大の検討

| 建屋モデル | 想定する建屋              | 地盤への埋込みの有無 | 重量比                | 離隔距離<br>= 隣接建屋との距離                              | 評価対象 |
|-------|---------------------|------------|--------------------|---|------|
| C     | 燃料加工建屋              | 埋込み有       | (C : D)<br>4 : 1程度 | 0.1m, 1.0m, 5.0m, 7.0m<br>, 10.0m, 15.0m, 20.0m | ○    |
| D     | ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 | 埋込み有       |                    |   | ○    |

#### 【ケース2】埋込みが無い建屋 (屋外機械基礎) を対象とした検討

| 建屋モデル | 想定する建屋                 | 地盤への埋込みの有無 | 重量比                     | 離隔距離<br>= 隣接建屋との距離 | 評価対象 |
|-------|------------------------|------------|-------------------------|--------------------|------|
| E     | 安全冷却水B冷却塔 (上部構造物 + 基礎) | 埋込み無       | (E : F)<br>1 : 25<br>程度 | 18.0m              | ○    |
| F     | 分析建屋                   | 埋込み有       |                         |                    | -    |

【評価対象欄の凡例】○ : 評価対象, - : 評価対象外 (評価対象建屋への影響を確認するためにモデル化)



# 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (2) 再処理施設等を想定したケーススタディ (各ケーススタディの検討内容)

## ■ 検討用モデル

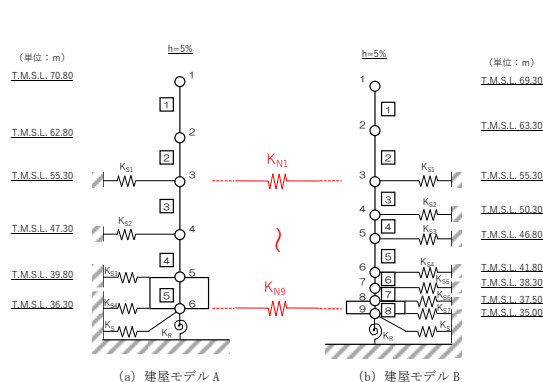
➤ 隣接建屋の影響を考慮した場合の地震応答解析モデルは、以下のとおりとした。

- ① 埋込みがある建屋を対象とした検討：隣接する2棟のSRモデルを、建屋間結合ばね<sup>※1</sup>で連成した**SR連成モデル**<sup>※2</sup>
- ② 埋込みがない建屋を対象とした検討：評価対象となる屋外機械基礎（上部構造物＋基礎）と隣接建屋を質点系モデルとし、地盤を3次元FEMモデルとした**地盤3次元FEMモデル**

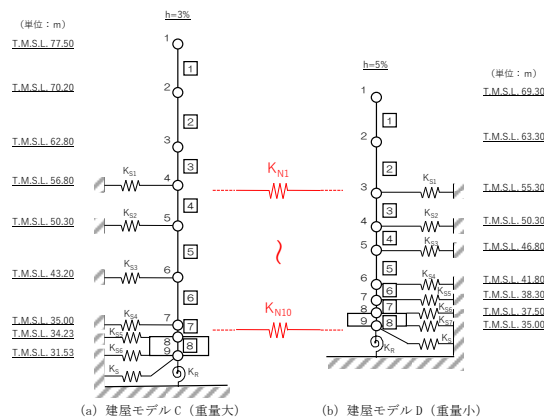
※1：建屋間に存在する地盤を、原子力発電所耐震設計技術指針4601-1991追補版（（社）日本電気協会）に記載の多質点系並列地盤モデルの軸ばね $K_N$ として評価

※2：「建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計（日本建築学会，2006年）」において紹介されている解析モデル

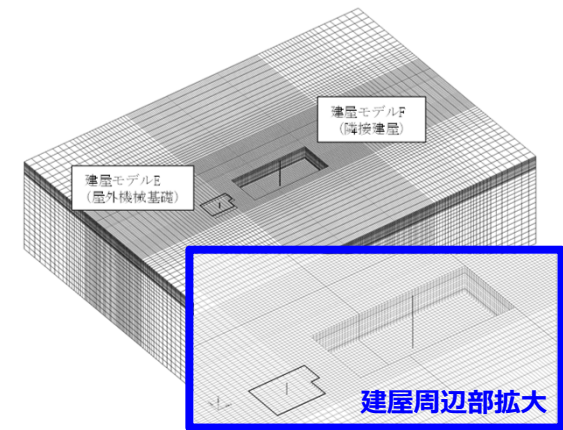
➤ 建屋単独の場合の地震応答解析モデルは、隣接建屋の影響を考慮した場合の解析モデルから、隣接建屋の影響を取り除いた解析モデルとした。



(a) ケース1-1 (SR連成モデル)



(b) ケース1-2 (SR連成モデル)



(c) ケース2 (地盤3次元FEMモデル)

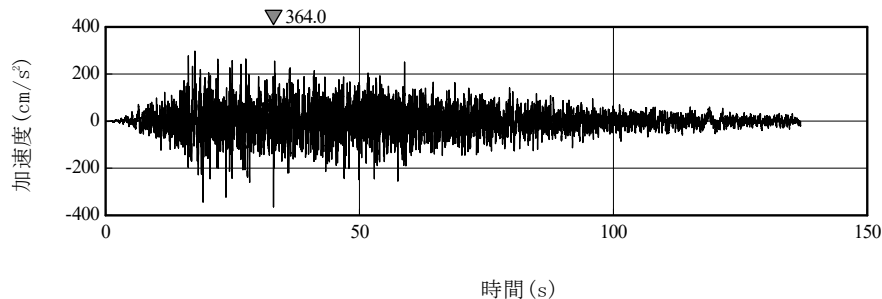
ケーススタディに用いる検討用モデル

#### 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響

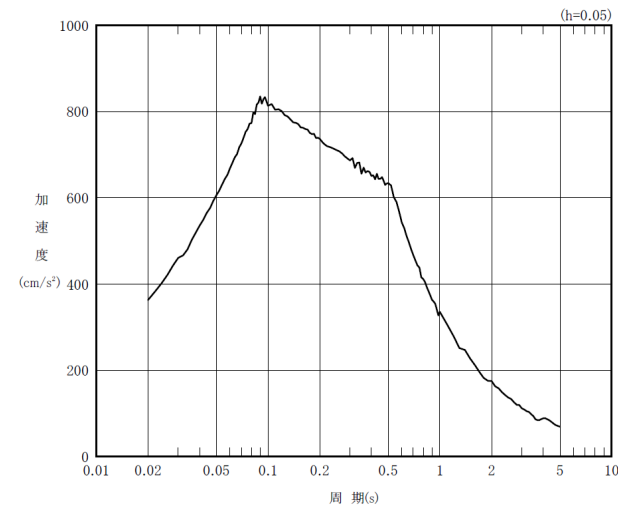
### (2) 再処理施設等を想定したケーススタディ (各ケーススタディの検討内容)

#### ■ 検討用地震動, 及び検討用モデルへの入力方法

- 検討用地震動は, 解放基盤表面レベルで定義された弾性設計用地震動Sdのうち, **卓越周期に著しい偏りがなく, 継続時間が長いSd-A**を用いる。
- 検討用モデルへの入力方法は, **一次元波動論に基づき, 建屋基礎底面及び側面地盤ばねレベルでの地盤の応答として評価する。**なお, **入力方向は, 建屋の並び方向**に対して行うこととする。



(a) 加速度波形



(b) 加速度応答スペクトル

#### 弾性設計用地震動Sd-A

⇒各検討ケースの検討結果のまとめを次項に示す。

(検討結果の詳細は, 別途示す。)

#### 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響

### (2) 再処理施設等を想定したケーススタディ (検討結果のまとめ)

#### ■ ケーススタディの結果のまとめ

➤ 「埋込みがある建屋を対象とした検討 (ケース1-1, ケース1-2)」及び「埋込みが無い建屋を対象とした検討 (ケース2)」の検討結果のまとめを, 下表に示す。

➤ なお, 既往の知見により, 隣接建屋の影響は, 埋込みが無い場合よりも, 埋込みがある場合の方が大きいとされていることから, 「埋込みがある建屋を対象とした検討 (ケース1-1, ケース1-2)」から得られた知見は, 埋込みが無い建屋に適用できると判断した。

| ケース | 地盤への埋込みの有無 | 隣接建屋との規模差               | 結果のまとめ  |
|-----|------------|-------------------------|---|
| 1-1 | 埋込み有       | 重量差小<br>(同規模同士)         | 重量比※が4/5~5/4 (0.80~1.25) 程度の場合には, 隣接建屋との離隔距離が1.0m以上確保できていれば, 隣接建屋の影響は無い。<br>重量比 (A : B) が, 5 : 4 程度であることを踏まえて設定した値  |
| 1-2 |            | 重量差大                    | 重量比※が1/4 (0.25) 程度以上の場合には, 以下①, ②のとおり考察できる。<br>① : 重量が大きい方の建屋については, 隣接建屋との離隔距離が1.0m以上確保できていれば, 隣接建屋の影響は無い。<br>② : 重量が小さい方の建屋については, 隣接建屋との離隔距離が5.0m以上確保できていれば, 隣接建屋の影響は無い。<br>重量比 (C : D) が, 4 : 1 程度であることを踏まえて設定した値 |
| 2   | 埋込み無       | 重量差大<br>(評価対象建屋 < 隣接建屋) | 重量比※が1/25 (0.04) 程度以上の場合には, 隣接建屋との離隔距離が18.0m以上確保できていれば, 隣接建屋の影響は無い。<br>重量比 (E : F) が, 1 : 25 程度であることを踏まえて設定した値  |

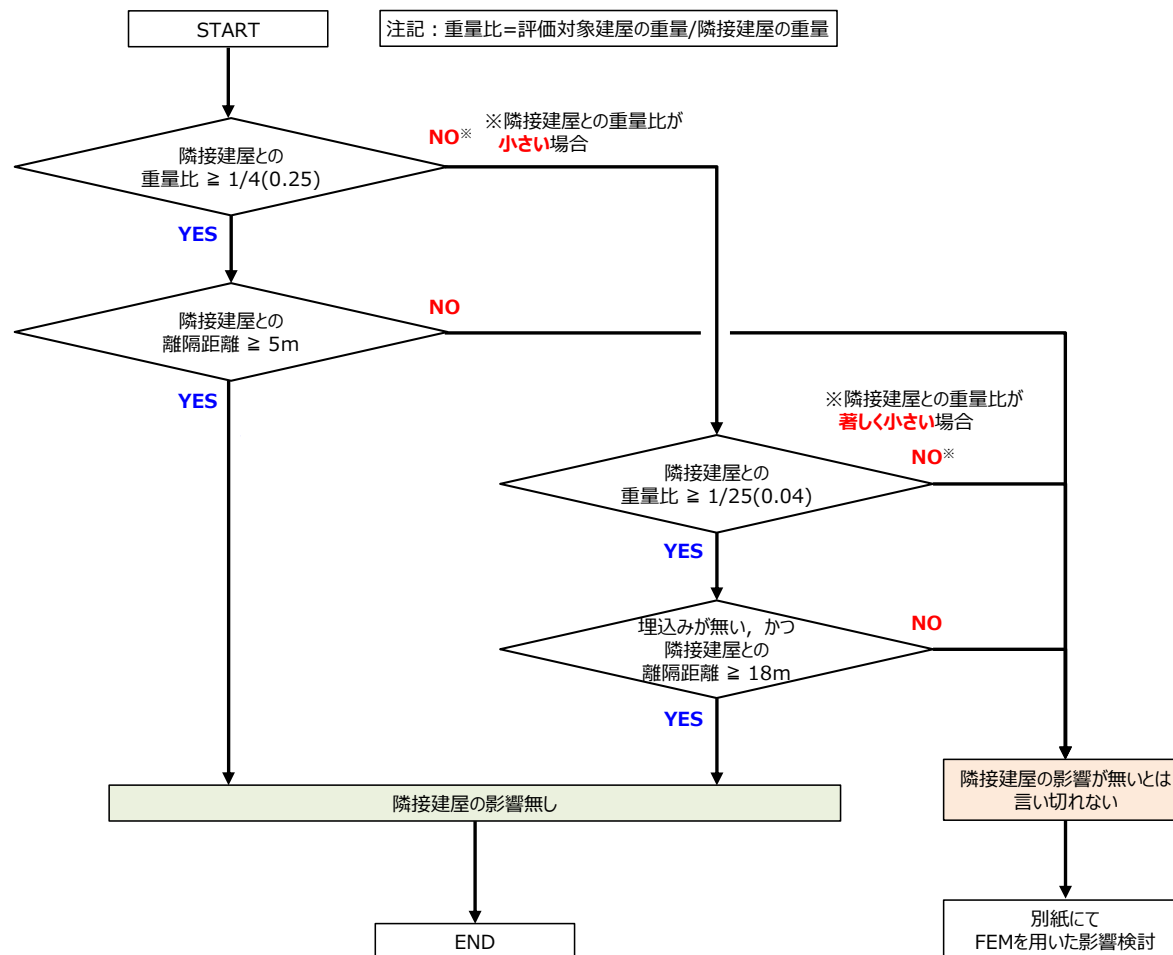
※ : 重量比 = 評価対象建屋の重量 / 隣接建屋の重量

⇒ 次項以降では, ケーススタディの結果を踏まえて設定した判定フローに基づき, 再処理施設等の建物・構築物について, 隣接建屋の影響有無の確認を行う。

## 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (3) 隣接建屋の影響有無の確認

### ■ 当社事業所における隣接建屋の影響有無の判定フロー

- ケーススタディの結果を踏まえた、当社事業所における隣接建屋の影響有無の判定フローを下図に示す。
- 申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔（基礎）については、隣接建屋の影響が無いことを確認したことから、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いても安全上支障がないと判断した。



申請を実施した建物・構築物の判定結果

|                   | 隣接建屋の有無 | 重量比 | 離隔距離 | 判定結果  |      |
|-------------------|---------|-----|------|-------|------|
| 燃料加工建屋            | 北側      | 有   | 3.87 | 19.3m | 影響無し |
|                   | 西側      | 無   | -    | -     | -    |
|                   | 南側      | 無   | -    | -     | -    |
|                   | 東側      | 無   | -    | -     | -    |
| 安全冷却水B<br>冷却塔（基礎） | 北側      | 無   | 0.04 | 18.5m | 影響無し |
|                   | 西側      | 無   | -    | -     | -    |
|                   | 南側      | 無   | -    | -     | -    |
|                   | 東側      | 有   | -    | -     | -    |

#### 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響

### (3) 隣接建屋の影響有無の確認 (「影響が無いとは言い切れない」と判定された場合の取り扱い)

#### ■「影響が無いとは言い切れない」と判定された場合の取り扱い (1/2)

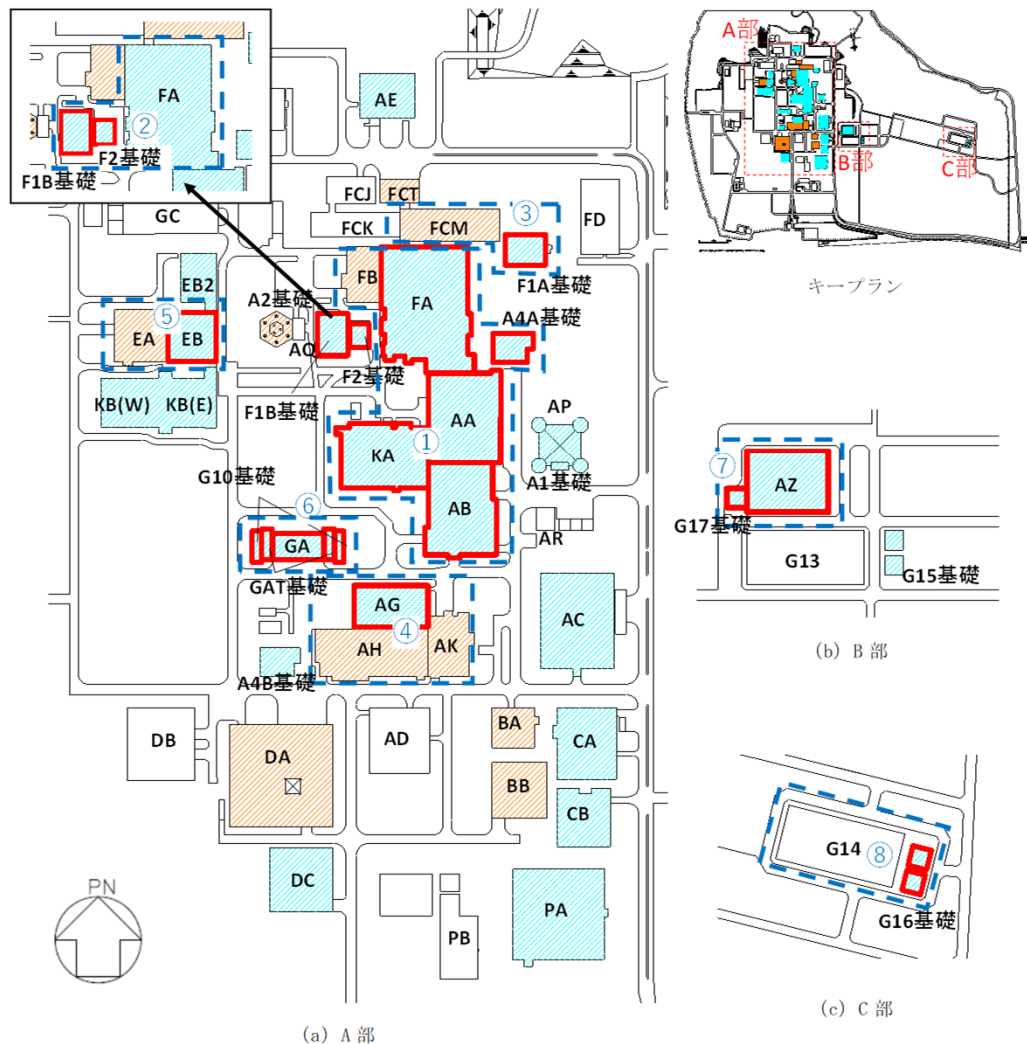
- 判定フローにより、「隣接建屋の影響が無いとは言い切れない」と判定された建物・構築物 (評価対象建屋) については、**FEMを用いた詳細検討**を行い、安全上支障がないことを確認する。  
⇒評価対象建屋を次項  にて示す。
- FEMを用いた詳細検討にあたっては、**評価対象建屋**、及び重量比・離隔距離の関係から評価対象建屋に影響を及ぼす可能性が否定できない**隣接建屋**を、**建屋群としてグルーピング**したうえで行う。  
⇒グルーピングの結果 (グループNo.①～⑧) を次項  にて示す。
- FEMを用いた詳細検討は、グルーピングした各建屋群毎に、**実際の建屋配置状況に即して各建屋を配置する場合と各建屋を単独でモデル化する場合**の地震応答解析を実施し、両者の建屋応答の比較から得られる**応答比率**を用いて建物・構築物の耐震評価に与える**影響を確認**する。(後次回申請の建物・構築物が対象)

## 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響

### (3) 隣接建屋の影響有無の確認 (「影響が無いとは言い切れない」と判定された場合の取り扱い)

#### ■「影響が無いとは言い切れない」と判定された場合の取り扱い (2/2)

- : Sクラス施設又は常設耐震重要重大事故等対処設備の間接支持構造物
- : 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
- : 隣接建屋の影響が無いとは言い切れない建屋 (評価対象建屋)
- : FEMを用いた詳細検討を実施する建屋群



| 建物・構築物名称                            |          |
|-------------------------------------|----------|
| 前処理建屋                               | AA       |
| 分離建屋                                | AB       |
| 精製建屋                                | AC       |
| 低レベル廃液処理建屋                          | AD       |
| バル・エンドピース貯蔵建屋                       | AE       |
| 制御建屋                                | AG       |
| 分析建屋                                | AH       |
| 出入管理建屋                              | AK       |
| 主排気筒管理建屋                            | AP       |
| 北換気筒管理建屋                            | AQ       |
| 試験建屋                                | AR       |
| 緊急時対策建屋                             | AZ       |
| 主排気筒 (基礎)                           | A1基礎     |
| 北換気筒 (基礎)                           | A2基礎     |
| 安全冷却水A冷却塔 (基礎)                      | A4A基礎    |
| 安全冷却水B冷却塔 (基礎)                      | A4B基礎    |
| ウラン脱硝建屋                             | BA       |
| ウラン酸化物貯蔵建屋                          | BB       |
| ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋                    | CA       |
| ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋                 | CB       |
| 低レベル廃棄物処理建屋                         | DA       |
| 第2低レベル廃棄物貯蔵建屋                       | DB       |
| チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋             | DC       |
| ガラス固化体受入れ建屋                         | EA       |
| ガラス固化体貯蔵建屋                          | EB       |
| ガラス固化体貯蔵建屋B棟                        | EB2      |
| 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋                       | FA       |
| 使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋                     | FB       |
| 使用済燃料輸送容器管理建屋 (除染エリア)               | FC (FCJ) |
| 使用済燃料輸送容器管理建屋 (空使用済燃料輸送容器保管庫)       | FC (FCK) |
| 使用済燃料輸送容器管理建屋 (使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫) | FC (FCM) |
| 使用済燃料輸送容器管理建屋 (トレアエリア)              | FC (FCT) |
| 第1低レベル廃棄物貯蔵建屋                       | FD       |
| 安全冷却水系冷却塔A (基礎)                     | F1A基礎    |
| 安全冷却水系冷却塔B (基礎)                     | F1B基礎    |
| 第1非常用ディーゼル発電設備重油タンク室 (基礎)           | F2基礎     |
| 非常用電源建屋                             | GA       |
| 非常用電源燃料タンク基礎                        | GAT基礎    |
| ユーティリティ建屋                           | GC       |
| 冷却塔A、B (基礎)                         | G10基礎    |
| 第1保管庫・貯水所                           | G13      |
| 第2保管庫・貯水所                           | G14      |
| 第1軽油貯蔵所 (基礎)                        | G15基礎    |
| 第2軽油貯蔵所 (基礎)                        | G16基礎    |
| 重油貯蔵所 (基礎)                          | G17基礎    |
| 高レベル廃液ガラス固化建屋                       | KA       |
| 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟                      | KB(E)    |
| 第1ガラス固化体貯蔵建屋西棟                      | KB(W)    |
| 燃料加工建屋                              | PA       |
| エネルギー管理建屋                           | PB       |

## 4. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (4) まとめ

### ■まとめ

➤ 隣接建屋が評価対象建屋の建屋応答に与える影響について、以下①，②のとおり検討を実施した。

①：隣接建屋の影響検討にあたっては、既往の知見を参考に、考慮すべき影響要因を抽出し、それを踏まえた**代表例によるケーススタディを実施**することで、**当社事業所における隣接建屋の影響有無について判定**を行った。

隣接建屋の影響有無の確認は、**ケーススタディの結果を踏まえた判定フローと、再処理施設等の建物・構築物の建屋構造特性の整理結果に基づき実施**した。

②：ケーススタディを踏まえた確認の結果、**隣接建屋の影響が無いとは言い切れない建物・構築物に対しては、FEMを用いた詳細検討**を行うこととした。

⇒2020年12月24日に申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔（基礎）は、ケーススタディに基づく判定フローにより、「隣接建屋の影響無し」と判断できたため、今回設工認では、**後次回申請における検討対象建屋、検討方針及び検討方法を示した。**

➤ 上記検討の結果を踏まえ、**2020年12月24日に申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔（基礎）については、隣接建屋の影響は無い**と言えることから、**構造毎に独立して構築した解析モデルを用いている。**