

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
商業機密あるいは防護上の観点  
から公開できません。

|                   |          |
|-------------------|----------|
| 伊方発電所設計及び工事計画審査資料 |          |
| 資料番号              | DSF-040  |
| 提出年月日             | 令和3年4月9日 |

伊方発電所3号機  
設計及び工事計画に係る説明資料  
(耐震性に関する説明書)  
(使用済燃料乾式貯蔵施設)

令和3年4月  
四国電力株式会社

## 資料 9 に係る補足説明資料

### 【説明する添付資料】

資料 9 耐震性に関する説明書

## 目 次

- |                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| 1. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析について           | 今回提出資料 |
| 2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震計算について             | 今回提出資料 |
| 3. 周辺施設等の波及的影響の検討について               | 今回提出資料 |
| 4. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果について |        |

## 1. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析について

## 使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析について

### 1-4 地震応答解析における耐震壁の スケルトンカーブの設定

## 目 次

|   | 頁      |
|---|--------|
| 1. 概要 .....                                 | 1-4-1  |
| 2. 耐震壁の非線形特性の設定について .....                   | 1-4-2  |
| 2.1 第1折点の設定 .....                           | 1-4-3  |
| 2.2 第2折点の設定 .....                           | 1-4-3  |
| 2.3 終局点の設定 .....                            | 1-4-4  |
| 3. 使用済燃料乾式貯蔵建屋のせん断スケルトンカーブ<br>の設定について ..... | 1-4-5  |
| 3.1 水平モデル .....                             | 1-4-5  |
| 3.2 使用材料の物性値 .....                          | 1-4-13 |
| 3.3 せん断スケルトンカーブの諸数値 .....                   | 1-4-14 |
| 4. まとめ .....                                | 1-4-25 |
| (別紙) バットレスのせん断断面積の設定について .....              | 1-4-26 |

## (別紙) バットレスのせん断断面積の設定について

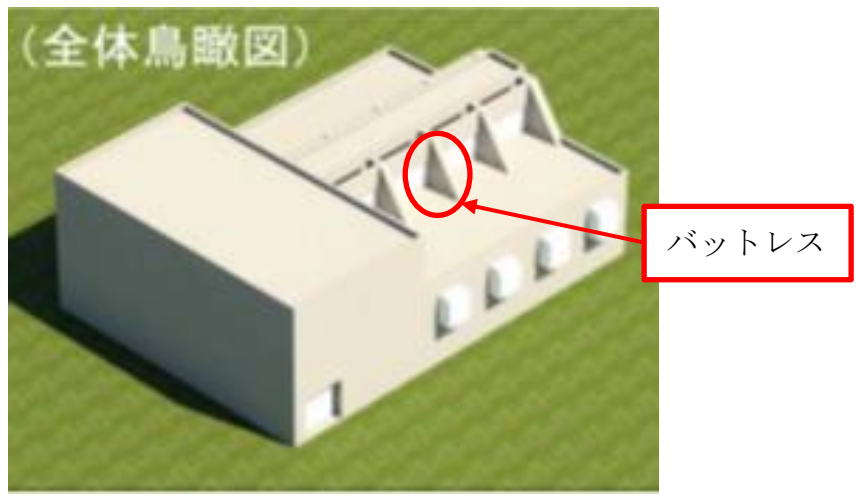
### 1. 概要

使用済燃料乾式貯蔵建屋（以下、「乾式貯蔵建屋」という。）においては、排気口の形状を踏まえ、耐震性向上の観点を考慮し、排気口への地震力を分担する控え壁（以下、「バットレス」という。）を設置している。本資料では、乾式貯蔵建屋の応答解析モデルにおけるバットレスのせん断断面積の設定方法を示すとともに、バットレスのせん断断面積が建屋の高さ方向に変化する形状となっていることを踏まえ、バットレスのせん断断面積の設定方法が耐震評価に及ぼす影響について検討する。

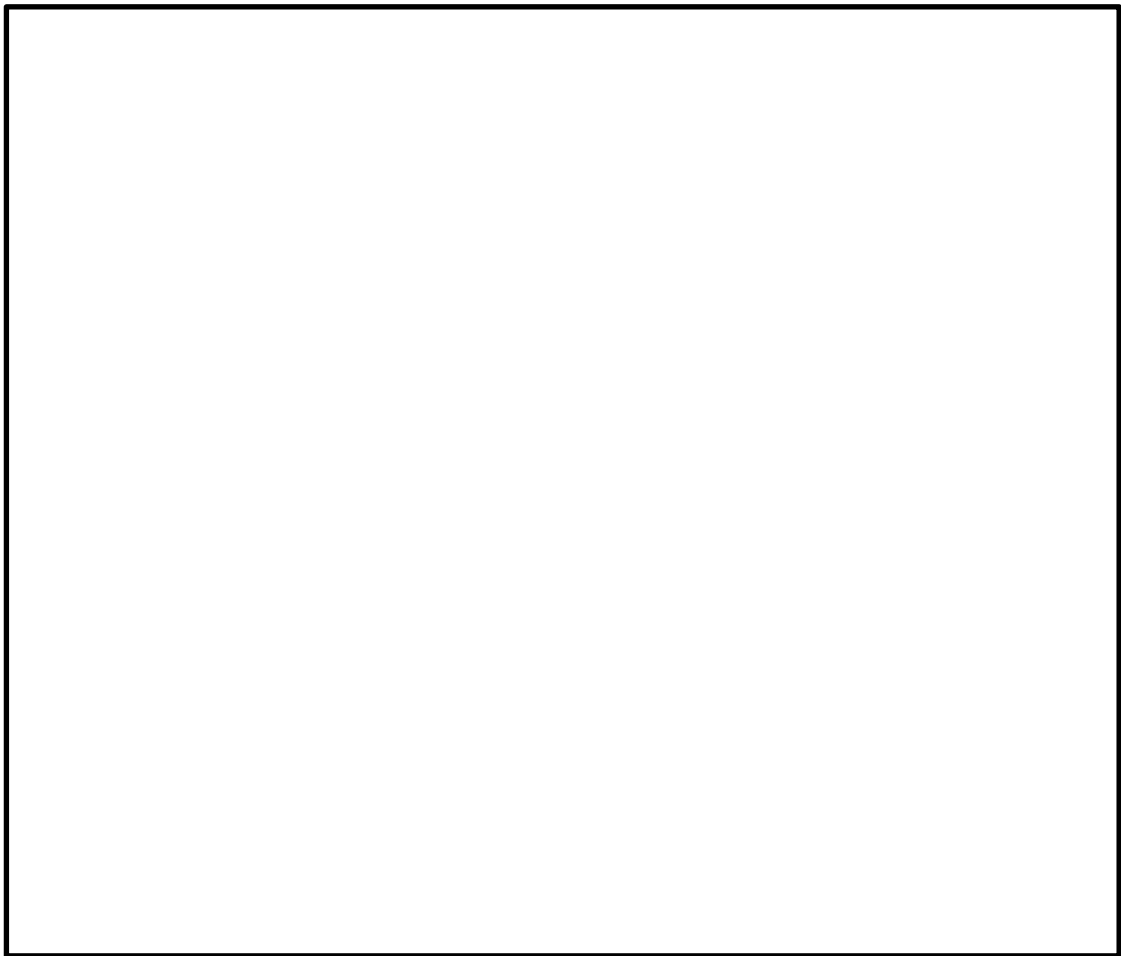
### 2. バットレスのせん断断面積の設定方法

乾式貯蔵建屋の応答解析モデルにおいて、バットレスのせん断剛性は部材 1（EL ）および部材 2（）のせん断断面積として考慮している。乾式貯蔵建屋の鳥観図を第 2-1 図に、地震応答解析モデルを第 2-2 図に示す。また、乾式貯蔵建屋の応答解析モデルの諸元を第 2-1 表、せん断断面積として考慮する壁の位置を第 2-3 図に示す。

バットレスのせん断断面積は、当該部材位置の上端と下端における壁の平均長さを考慮することで、高さ方向の平均的なせん断断面積として設定している。第 2-4 図にバットレスのせん断断面積の設定方法の概念図を示す。



第2-1図 建屋鳥観図



第2-2図 地震応答解析モデル (水平方向)

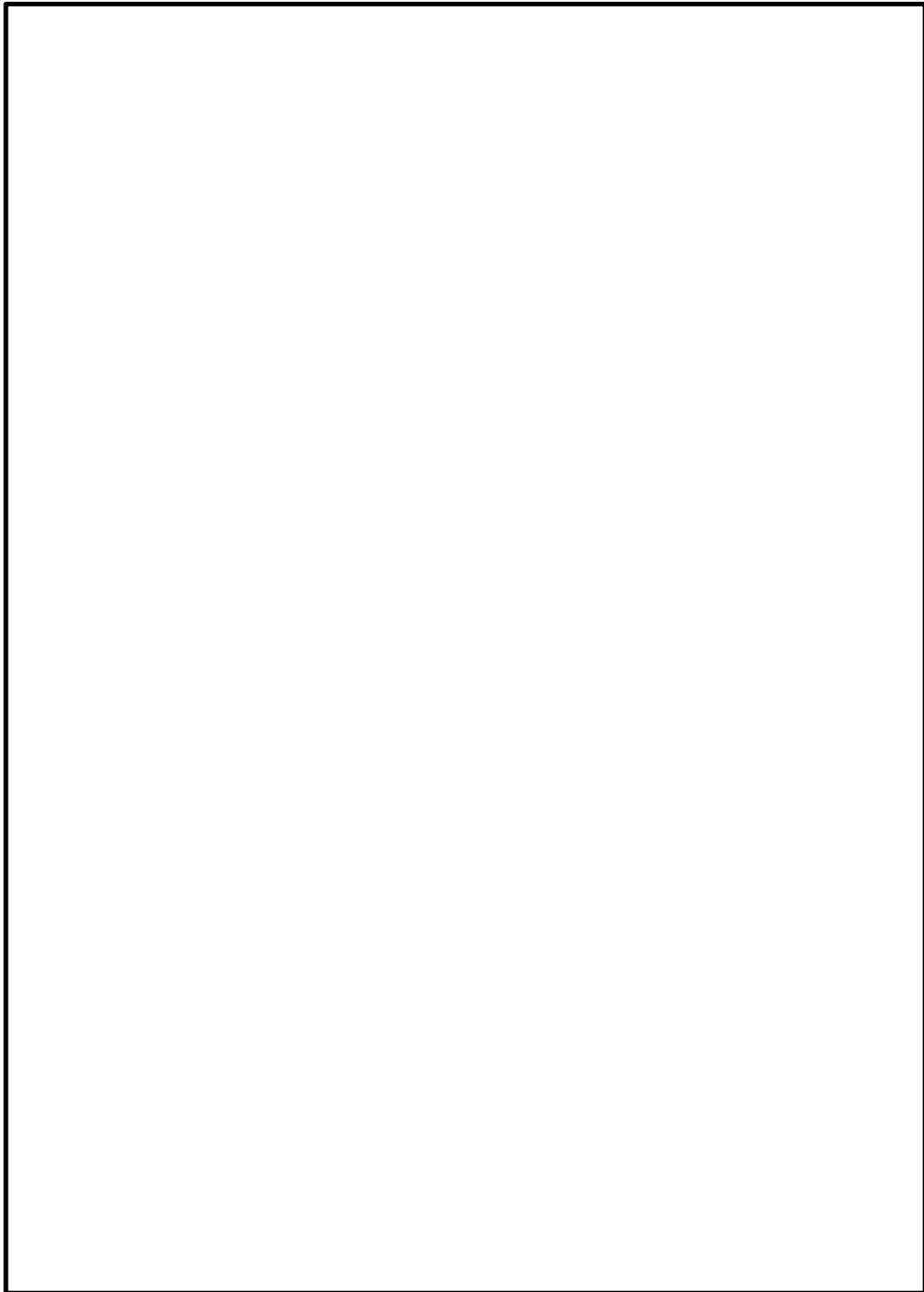


第2-1表 (1/2) 地震応答解析モデル諸元

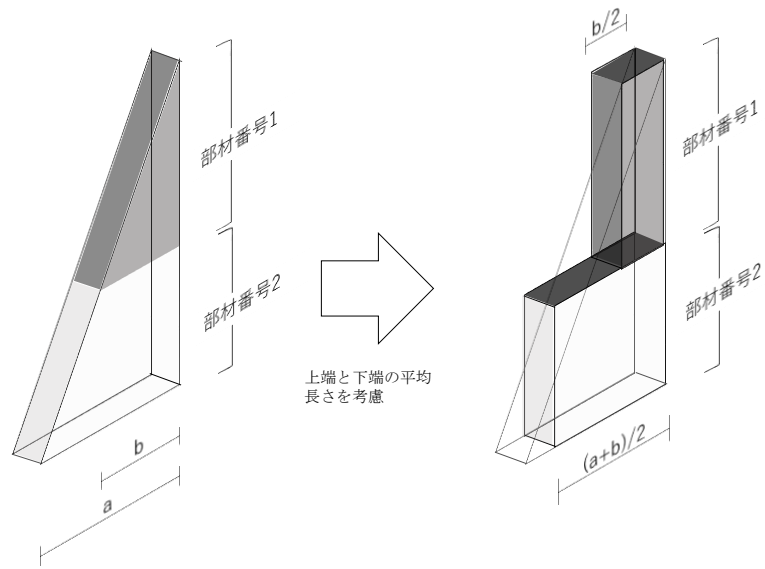
| 質点<br>番号 | 質点位置<br>EL (m) | 重量<br>(kN) |
|----------|----------------|------------|
| 1        |                | 41,600     |
| 2        |                | 36,500     |
| 3        |                | 86,400     |
| 4        |                | 49,900     |
| 5        |                | 69,400     |
| 7        |                | 44,4000    |

第2-1表 (2/2) 地震応答解析モデル諸元

| 部材<br>番号 | せん断断面積<br>(m <sup>2</sup> ) |
|----------|-----------------------------|
|          | EW 方向                       |
| 1        | 196                         |
| 2        | 209                         |
| 3        | 295                         |
| 4        | 282                         |
| 5        | 274                         |



第 2-3 図 せん断断面積として考慮する壁の位置 (EW 方向)



第2-4図 バットレス部分のせん断断面積の設定方法の概念図

### 3. バットレスのせん断断面積の設定方法が耐震評価に及ぼす影響

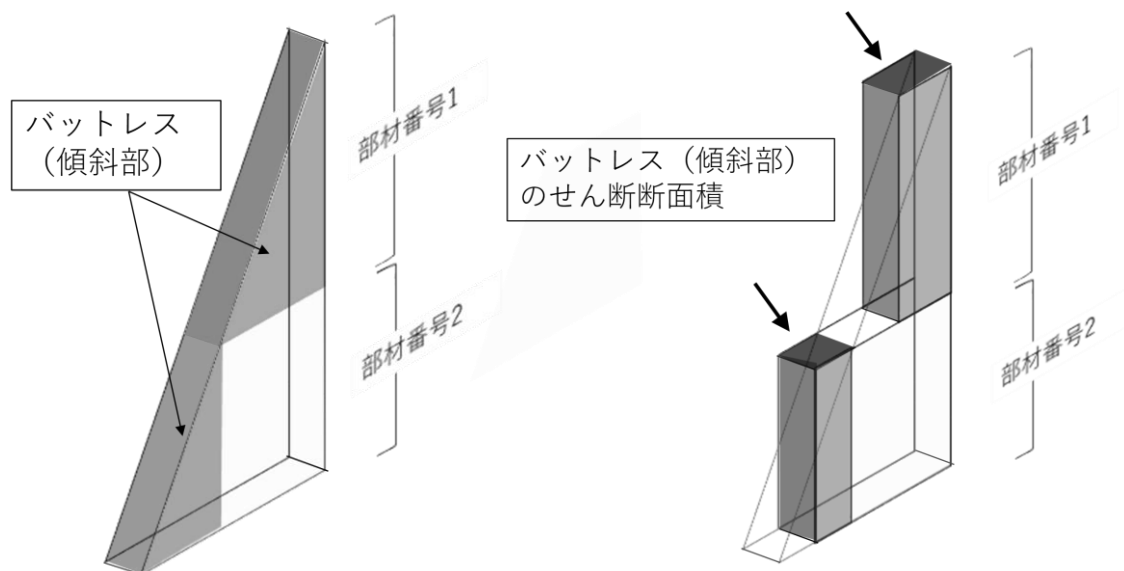
#### 3.1 バットレス（傾斜部）のせん断断面積の寄与度

応答解析モデルにおける各部材のせん断断面積を第3-1表に示す。第3-1表には、せん断断面積が建屋の高さ方向で変化するバットレス（傾斜部）を対象に、2.に示す方法で設定した平均的なせん断断面積を合わせて示している。バットレス（傾斜部）の概念図を第3-1図に示す。

バットレス（傾斜部分）のせん断断面積は、最大でも層全体のせん断断面積の5.8%（部材1）となっており、層剛性に占める割合は小さい。

第3-1表 応答解析モデルにおける各部材のせん断断面積（EW方向）

| 部材<br>番号 | せん断断面積 (m <sup>2</sup> ) |                 |                       | 比率<br>(%) |
|----------|--------------------------|-----------------|-----------------------|-----------|
|          | ①設工認<br>記載値              | 設工認記載値の内訳       |                       |           |
|          |                          | ②バットレス<br>(傾斜部) | ③バットレス (傾斜部)<br>以外の部分 | ② / ①     |
| 1        | 196                      | 11.4            | 184.6                 | 5.8       |
| 2        | 209                      | 7.8             | 201.2                 | 3.7       |
| 3        | 295                      | 0               | 295                   | 0.0       |
| 4        | 282                      | 0               | 282                   | 0.0       |
| 5        | 274                      | 0               | 274                   | 0.0       |



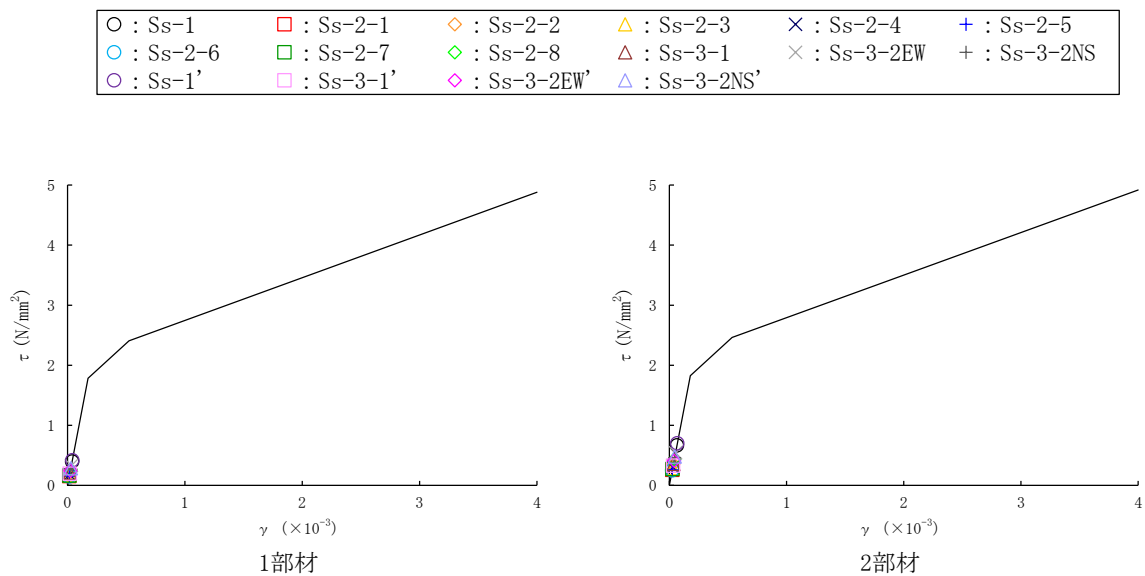
第3-1図 バットレス（傾斜部）の概念図

### 3.2 耐震評価に及ぼす影響

資料9-14-2使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の耐震計算書において、使用済燃料乾式貯蔵容器への波及影響の観点から、乾式貯蔵建屋上屋の耐震評価を行っている。バットレスを含む部材1および部材2の耐震評価結果（Ss基本ケース）を第3-2図に示す。部材1および部材2のせん断スケルトンカーブ上の最大応答値は、第1折点を下回っており、許容限界（ $4.0 \times 10^{-3}$ ）に対して十分な余裕を有している。

バットレス（傾斜部分）のせん断断面積は、最大でも層のせん断断面積の5.8%であるとともに、部材1および部材2のせん断スケルトンカーブ上の最大応答値は許容限界に対して十分な余裕を有していることを踏まえれば、バットレス（傾斜部分）のせん断断面積の設定方法の違いにより、せん断断面積に変動が生じたと仮定した場合においても、せん断スケルトンカーブ上の最大応答値の変動は僅かであり、施設の耐震安全性に影響を及ぼすものではない。

以上より、バットレスのせん断断面積の設定方法が耐震評価に及ぼす影響はないと判断している。



第3-2図 せん断スケルトンカーブ上の最大応答値  
(設工認 Ss 基本ケース EW 方向)

使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析について

1-6 地震応答解析モデル及び解析手法の概要について

## 目 次

|                              | 頁      |
|------------------------------|--------|
| 1. 概要 .....                  | 1-6-1  |
| 2. 地震応答解析モデル及び解析手法の概要 .....  | 1-6-1  |
| (別紙1) 地盤ばねのモデル化について .....    | 1-6-3  |
| (別紙2) 建屋基礎の滑動に関する評価について..... | 1-6-10 |

## (別紙2) 建屋基礎の滑動に関する評価について

### 1. 各種指針の記載

- ① 建屋基礎の設計指針である「建築基礎構造設計指針（(社)日本建築学会，2019改定）」においては、建屋基礎の滑動の評価は、「直下の地盤のせん断抵抗を採用」することとされ、「土質試験等を実施して求めることが望ましい」ものの、「土質試験等を実施しない場合は、摩擦係数としておおむね0.4～0.6を採用すればよい」とされている（第1-1表①）。
- ② 土木分野の指針「道路土工 擁壁工指針（日本道路協会，平成24年度版）」においても、「土質試験等により地盤の強度定数を求めること」が原則とされ、「土質試験等を行うことが困難な場合には摩擦係数0.7を用いてもよい」とされている（第1-1表②）。
- ③ 上記①②は、第1-1表①に記載の「基礎底面は支持地盤と十分かみ合っている」ことが前提となる。この点、建屋基礎の打設にあたっては、通常、地盤の不陸の残置、岩盤清掃、湿潤状態での打設等の打ち込み準備工がなされる（第1-1表③）。とりわけ、伊方発電所の支持地盤である塩基性片岩は、片理を有することから、特に不陸が卓越し、基礎底面は支持地盤と十分かみ合う。（第1-1図）

### 2. 規制基準に関連する内規（ガイド）の要求

「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド（原子力規制委員会，平成25年）」においては、想定すべきすべり面として「基礎地盤の内部を通るすべり面」に加え、「基礎底面を通るすべり面」を規定している（第1-2表）。前者は、断層沿いのすべり面や応力状態を考慮したすべり面などの地盤内部のすべり面に対応し、後者は、建屋基礎の滑動の照査に対応している。

原子炉建屋等の設置許可・工事計画認可を受けた他の耐震重要施設の建屋に対しても、この評価方針に基づき評価を実施している。

### 3. まとめ

以上より、使用済燃料乾式貯蔵建屋基礎の滑動に関する評価については、

- ・ 1. に基づき、原位置試験により求めた「直下の地盤のせん断抵抗を採用」し（第1-3表）、
- ・ 2. に基づき、「基礎底面を通るすべり面」を評価（第1-4表）

している。その結果、すべり安全率は5.0であり、地盤ガイドの定める所要安全率1.5を大きく上回ることを確認している。



第1-1表 各種指針の記載

| 出典   | 記載内容  |                          |           |                          |           |              |    |     |       |
|--|---|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|--------------|----|-----|-------|
| ①<br>建築基礎構造設計指針<br>( (社)日本建築学会,<br>2019改定) | <p>直接基礎では、基礎底面に捨てコンクリートが打設され、また、捨てコンクリート下面には根切り底への敷砂利などが設けられる。このため、基礎底面は支持地盤と十分かみ合っている場合が多いと考えられ、通常の地盤では、基礎底面のコンクリートと土の摩擦力よりも、その<u>直下の土のせん断抵抗を摩擦係数に換算して採用する</u>。</p> <p>滑動抵抗の算定に用いる基礎底面の摩擦係数は、基礎底面の状態や地盤条件・施工条件を考慮し、<u>事前に土質試験や原位置試験を実施して求めることが望ましい。土質試験などを実施しない場合には、摩擦係数としておおむね0.4~0.6の範囲の値を採用すれば良い</u>。</p>   |                          |           |                          |           |              |    |     |       |
| ②<br>道路土工 擁壁工指針<br>(日本道路協会, 平成<br>24年度版)   | <p>2) 擁壁底面と地盤との間の摩擦角 <math>\phi_B</math> と付着力 <math>c_B</math></p> <p><u>土質試験や原位置試験により基礎地盤の強度定数 <math>c</math>, <math>\phi</math> が求められた場合</u>, 擁壁底面の摩擦角 <math>\phi_B</math> は, 場所打ちコンクリート擁壁では <math>\phi_B = \phi</math> (中略) としてよい。(中略) <u>土質試験等を行うことが困難な場合には、解表4-9の値を用いてもよい</u>。擁壁底面の地盤との付着力 <math>c_B</math> は、施工時の地盤の乱れ等を考慮して決定する。</p> <p style="text-align: center;">解表4-9 (抜粋)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>せん断面の条件</th> <th>支持地盤の種類</th> <th>摩擦係数 <math>\mu = \tan \phi_B</math></th> <th>付着力 <math>c_B</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>岩または礫とコンクリート</td> <td>岩盤</td> <td>0.7</td> <td>考慮しない</td> </tr> </tbody> </table> | せん断面の条件                  | 支持地盤の種類   | 摩擦係数 $\mu = \tan \phi_B$ | 付着力 $c_B$ | 岩または礫とコンクリート | 岩盤 | 0.7 | 考慮しない |
| せん断面の条件                                    | 支持地盤の種類   | 摩擦係数 $\mu = \tan \phi_B$ | 付着力 $c_B$ |                          |           |              |    |     |       |
| 岩または礫とコンクリート                               | 岩盤  | 0.7                      | 考慮しない     |                          |           |              |    |     |       |
| ③<br>コンクリート標準示方書[ダムコンクリート編] (土木学会, 2002)   | <p>7.2 打込み準備</p> <p>(1) 岩盤上にダムコンクリートを打ち込むときには、岩盤の表面の緩んだ岩、岩くず、その他の異物を除去し、湧水箇所は適切な方法で処理しなければならない</p>  |                          |           |                          |           |              |    |     |       |

第1-2表 規制基準に関連する内規 (ガイド) の要求

| 出典   | 記載内容  |
|--|---|
| 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド (原子力規制委員会, 平成25年) | <p>4. 基礎地盤の安定性評価</p> <p>4. 1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価</p> <p>(1) 評価項目</p> <p>1) 基礎地盤のすべり</p> <p>動的解析の結果に基づき、<u>基礎地盤の内部及び基礎底面を通るすべり面</u>が仮定され、そのすべり安全率によって総合的に判断されていること。</p> <p>(2) 確認事項</p> <p>4) 解析モデルの設定と結果の評価</p> <p>・すべり安全率を求めるに当たって、<u>基礎底面を通るすべり面</u>のほか、不連続面等の分布、局所安全率、モビライズド面の向き等に基づいてすべり面が適切に想定されていること。</p> |

第1-3表 解析用物性値（青枠：直下の地盤のせん断抵抗）

[平成27年3月13日審査会合資料再掲，2015年7月15設置変更許可]

|  | 岩盤                                  |                    |                    |                               |                               | 断層  |          |   |   |
|--|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|----------|---|---|
|  | I級                                  |                    |                    | II級                           | III級①                         | III級②   | III級     | 軟質無   | 軟質含   |
|  | ①                                   | ②                  | ③                  |                               |                               |   |          |   |   |
| 単位体積重量<br>(kN/m <sup>3</sup> )               | 29.4                                |                    |                    | 27.5                          | 25.5                          | 18.6  |          | 26.5  | 19.6  |
| せん断強度<br>(kN/m <sup>2</sup> )                | 981                                 |                    |                    | 490                           | 130                           | 39  |          | 324   | 78  |
| 内部摩擦角 (°)                                    | 50                                  |                    |                    | 41                            | 23                            | 17  |          | 34  | 24  |
| 残留強度<br>(kN/m <sup>2</sup> )                 | $\tau = 569 + \sigma \tan 43^\circ$ |                    |                    | $\tau = \sigma \tan 41^\circ$ | $\tau = \sigma \tan 23^\circ$ | $\tau = \sigma \tan 17^\circ$   |          | $\tau = \sigma \tan 34^\circ$   | $\tau = \sigma \tan 24^\circ$   |
| 静弾性係数<br>(kN/m <sup>2</sup> )                | $3.63 \times 10^6$                  |                    |                    | $1.18 \times 10^6$            | $0.49 \times 10^6$            | $0.0392 \times 10^6$  |          | $27000 (\sigma_v)^{0.34}$   | $1750 (\sigma_v)^{0.60}$  |
| 静的ポアソン比                                      | 0.29                                |                    |                    | 0.32                          | 0.32                          | 0.45  |          | 0.36  | 0.45  |
| 動弾性係数<br>( $\times 10^6$ kN/m <sup>2</sup> ) | 58.8 <sup>*1</sup>                  | 42.2 <sup>*2</sup> | 23.5 <sup>*3</sup> | 10.8                          | 3.51                          | $G_v/G_0^{*4}$<br>$= 1 / (1 + 10.4 \gamma^{0.787})$<br>$G_0 = 43900$ (kN/m <sup>2</sup> ) | 0.127    | $G_v/G_0^{*4}$<br>$= -0.33 \log \gamma - 0.58$<br>$G_0 = 294000$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $G_v/G_0^{*4}$<br>$= -0.40 \log \gamma - 0.60$<br>$G_0 = 4130 (\sigma_v)^{0.53}$ (kN/m <sup>2</sup> )                     |
| 動的ポアソン比                                      | 0.34                                |                    |                    | 0.36                          | 0.38                          | 0.45  |          | 0.40  | 0.45  |
| 減衰定数   | 2.0 (%)                             |                    |                    | 3.0 (%)                       | 3.0 (%)                       | $h = 1 / [0.062 + (3.90 \times 10^{-3} / \gamma)] + 1.3$                                  | 10.0 (%) | $h = 0.08 \log \gamma + 0.36$<br>( $\gamma > 10^{-4}$ )                               | $h = 0.17 \log \gamma + 0.58$<br>( $\gamma \approx 10^{-3}$ )<br>$h = 0.017 \log \gamma + 0.09$<br>( $\gamma < 10^{-4}$ ) |

\*1 Vs=2.7km/s \*2 Vs=2.3km/s \*3 Vs=1.7km/s \*4 動せん断弾性係数

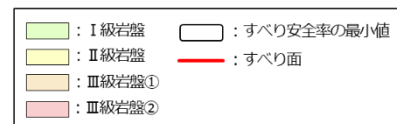
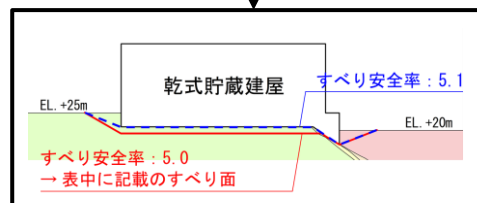
第1-4表 すべり安全率に対する評価結果 (N-N' 断面)

〔黄枠：複数設定した基礎底面を通るすべり面の中で、最小すべり安全率を示すすべり面  
表下段に追記のとおり、基礎底面に接するすべり面の安全率は5.1 (5.0よりも大きい) 〕

[設計及び工事計画認可申請 資料9-1別紙 再掲・加筆]

|   | すべり面形状 | 基準地震動      | 最小すべり安全率<br>[発生時刻 (秒)] |  | すべり面形状 | 基準地震動 | 最小すべり安全率<br>[発生時刻 (秒)] |             |
|---|--------|------------|------------------------|--|--------|-------|------------------------|-------------|
| 1 |        | Ss-1 (-,-) | 5.0 [43.72]            |  | 4      |       | Ss-1 (-,+)             | 3.8 [43.72] |
| 2 |        | Ss-1 (-,+) | 3.9 [43.72]            |  | 5      |       | Ss-1 (-,-)             | 4.3 [43.72] |
| 3 |        | Ss-1 (-,-) | 最小安全率 3.4 [43.72]      |  | 6      |       | Ss-1 (-,-)             | 3.7 [43.72] |

※ 基準地震動の(+,-)は位相反転なし、(-,+)=水平反転、(+,-)=鉛直反転、(-,-)=水平反転かつ鉛直反転を示す。  
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。





第1-1図 3号炉原子炉建屋基礎岩盤清浄状況  
(平成27年3月20日審査会合資料再掲)

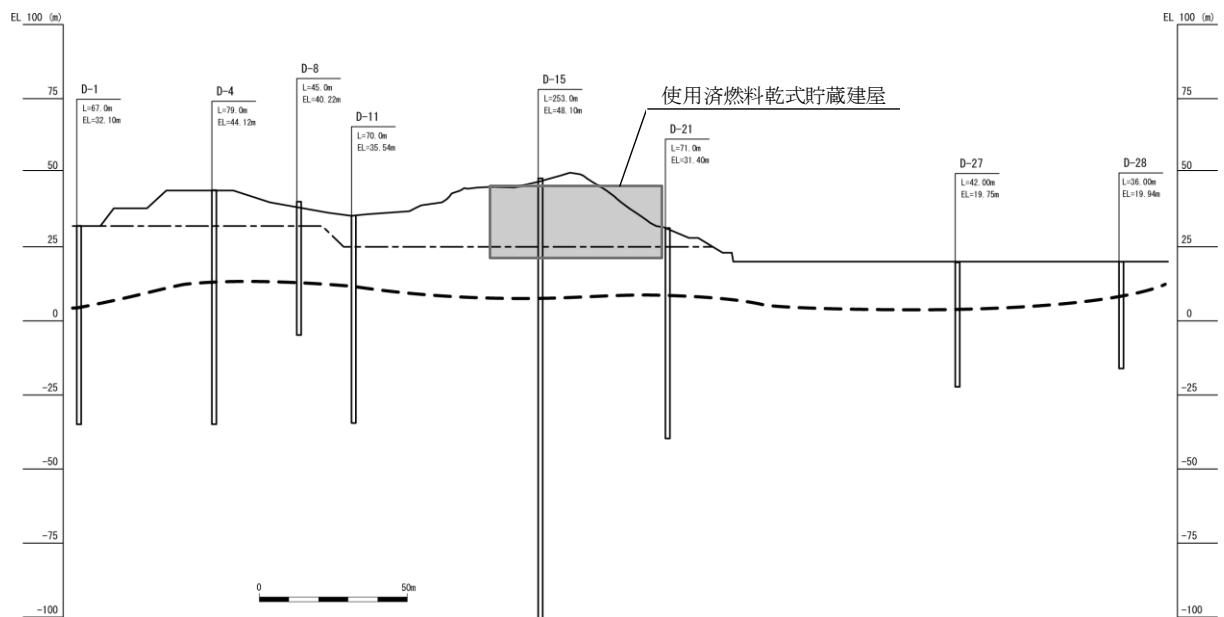
## 2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震計算について

## 使用済燃料乾式貯建屋の耐震計算について

### 2-5 応力解析モデル及び解析手法の概要について

## 目 次

|                           | 頁     |
|---------------------------|-------|
| 1. 概要 .....               | 2-5-1 |
| 2. 応力解析モデル及び解析手法の概要 ..... | 2-5-2 |



第 3.9.22 図 乾式貯蔵建屋設置位置付近の地下水位調査結果

--- 地下水位

※伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（令和 2 年 9 月 16 日付け原規規発第 2009168 号許可）添付書類六より抜粋（一部加筆）

### 3. 周辺施設等の波及的影響の検討について



## 目 次

|  | 頁    |
|--|------|
| 1. 概要                                    | 3-1  |
| 2. 波及的影響に関する評価方針                         | 3-2  |
| 2.1 基本方針                                 | 3-2  |
| 2.2 周辺施設等の抽出方法                           | 3-2  |
| 2.3 影響評価方法                               | 3-2  |
| 2.4 運転状態等による評価対象の考え方                     | 3-3  |
| 3. 事象検討                                  | 3-4  |
| 3.1 別記4に記載された事項に基づく事象検討                  | 3-4  |
| 3.2 地震被害事例に基づく事象の検討                      | 3-5  |
| 3.3 周辺斜面の崩壊による影響評価                       | 3-5  |
| 4. 使用済燃料乾式貯蔵容器等の確認                       | 3-6  |
| 5. 周辺施設等の抽出及び影響評価方法                      | 3-7  |
| 5.1 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響 | 3-7  |
| 5.2 使用済燃料乾式貯蔵容器間の相互影響                    | 3-11 |
| 5.3 使用済燃料乾式貯蔵容器等と周辺施設等との相互影響             | 3-13 |
| 6. 周辺施設等の抽出                              | 3-19 |
| 6.1 屋外施設の評価対象の抽出                         | 3-19 |
| 6.2 屋内施設の評価対象の抽出                         | 3-22 |
| 6.3 接続部の評価対象の抽出                          | 3-30 |
| 7. 影響評価結果                                | 3-32 |
| 7.1 屋外施設の評価結果                            | 3-32 |
| 7.2 屋内施設の評価結果                            | 3-32 |
| 7.3 接続部の評価結果                             | 3-32 |
| 8. まとめ                                   | 3-34 |

## 1. 概要

使用済燃料乾式貯蔵容器の間接支持構造物である使用済燃料乾式貯蔵建屋基礎を含む使用済燃料乾式貯蔵建屋内の使用済燃料乾式貯蔵容器、その直接支持構造物及び間接支持構造物は、周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器の波及的影響によって、それぞれの安全機能及び支持機能を損なわないことについて、設計図書類を用いた机上検討及び現地調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い、必要な評価を実施することとしている。

ここで、使用済燃料乾式貯蔵建屋内の使用済燃料乾式貯蔵容器、その直接支持構造物及び間接支持構造物を合わせて「使用済燃料乾式貯蔵容器等」と定義し、それぞれの安全機能及び支持機能を合わせて「使用済燃料乾式貯蔵容器等の有する機能」と定義する。また、周辺施設等とは、使用済燃料乾式貯蔵容器等の有する機能を維持するために必要な機能を有していない使用済燃料乾式貯蔵建屋内に設置する周辺施設及び使用済燃料乾式貯蔵容器等の有する機能を維持するために必要な機能を有していない設備、並びに使用済燃料乾式貯蔵建屋周辺に位置する施設をいう。なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋外の周辺施設等を検討する際は、使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋\*に波及的影響を及ぼす周辺施設等が存在する場合、使用済燃料乾式貯蔵建屋基礎への波及的影響が否定できないため、「使用済燃料乾式貯蔵容器等」には、使用済燃料乾式貯蔵建屋全体を含むものとする。

なお、使用済燃料乾式貯蔵容器等については全て本設計及び工事計画による新設の施設であることから、設計（工事計画）段階における周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器の抽出については、設計図書類を用いた机上検討により行うこととし、現地調査（プラントウォークダウン）については、工事段階において実施する。工事段階の現地調査では設計段階で検討した配置・補強等が設計どおりに施工されていることを確認する。

※ 使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋は、使用済燃料乾式貯蔵建屋を構成する部材のうち、使用済燃料乾式貯蔵容器の支持機能を有しない範囲のみを指す。

## 2. 波及的影響に関する評価方針

### 2.1 基本方針

波及的影響評価は以下に示す方針に基づき実施する。

- (1) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の別記4（以下「別記4」という。）に記載された3つの事項を基に、検討すべき事象を整理する。また、原子力発電所の地震被害情報を基に、別記4の3つの事項以外に検討すべき事象の有無を確認する。
- (2) (1)で整理した検討事項をもとに、使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器を抽出する。
- (3) (2)で抽出された周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器について、配置、設計、運用上の観点から使用済燃料乾式貯蔵容器等への影響評価を実施する。

### 2.2 周辺施設等の抽出方法

使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器の抽出は、設計図書類を用いた机上検討による敷地全体を俯瞰した調査・検討により実施する。

#### (1) 机上検討

伊方発電所構内配置図、機器配置図、系統図等の設計図書類を用いて、使用済燃料乾式貯蔵容器等の配置状況を確認する。

次に設計図書類を用いて、使用済燃料乾式貯蔵容器等の周辺に位置する周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器のうち、波及的影響を及ぼすおそれのあるものを抽出する。

### 2.3 影響評価方法

波及的影響を及ぼすおそれがあるとして抽出された周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器について、影響評価により使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なわないことを確認する。

影響評価において、抽出された周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器が耐震性を有していることの確認によって使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なわないことを確認する場合、適用する地震動（以下「検討用地震動」という。）は、原則として使用済燃料乾式貯蔵容器等の設計に用いる地震動又は地震力とする。

#### 2.4 運転状態等による評価対象の考え方

使用済燃料乾式貯蔵容器の運転状態等には、貯蔵時、取扱時があり、各状態において要求される使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を考慮して波及的影響評価を実施する。

貯蔵時は、周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器の波及的影響も考慮したうえで、基準地震動に対して安全機能を損なわないことを確認する。

取扱い時は、JEAG4601・補-1984において地震と組み合わせるべき事象に対する発生頻度及びその状態の継続時間の考え方を準用し、基準地震動と組み合わせるべき状態において、周辺施設等及び隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器の波及的影響も考慮したうえで、安全機能を損なわないことを確認する。

### 3. 事象検討

#### 3.1 別記4に記載された事項に基づく事象検討

別記4に記載された3つの事項を基に、具体的な事象を整理する。

- ① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響
  - (1) 地盤の不等沈下による影響
    - ・ 地盤の不等沈下による周辺施設等の傾きや倒壊に伴う使用済燃料乾式貯蔵容器等への衝突
  - (2) 建屋等の相対変位による影響
    - ・ 使用済燃料乾式貯蔵建屋と周辺施設等の相対変位による使用済燃料乾式貯蔵建屋への衝突、又は建屋等の渡り配管の損傷
  
- ② 使用済燃料乾式貯蔵容器間の相互影響
  - ・ 使用済燃料乾式貯蔵容器の変位に伴う隣接した使用済燃料乾式貯蔵容器等への衝突
  
- ③ 使用済燃料乾式貯蔵容器等と周辺施設等との相互影響（周辺施設等の損傷、転倒、落下等による使用済燃料乾式貯蔵容器等への影響を含む。）
  - (1) 損傷、転倒及び落下等の観点による設計（屋外）
    - ・ 屋外の周辺施設等の転倒、落下、倒壊に使用済燃料乾式貯蔵建屋への衝突
  - (2) 損傷、転倒及び落下等の観点による設計（屋内）
    - ・ 屋内の周辺施設等の転倒、落下、倒壊に使用済燃料乾式貯蔵容器等への衝突
  - (3) 接続部の影響
    - ・ 使用済燃料乾式貯蔵容器等に接続する周辺施設等の損傷

### 3.2 地震被害事例に基づく事象の検討

地震被害事例に基づく事象の検討については、原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA：ニューシア）から、同公開ライブラリに登録された地震を対象に原子力発電所の被害情報を抽出し、これらの地震被害の発生要因（原因）から、波及的影響の具体的な検討事象となる被害要因がないか定期的に検討しており、波及的影響の具体的な検討事象に加えるべき新たな被害要因がないことを確認している。

### 3.3 周辺斜面の崩壊による影響評価

使用済燃料乾式貯蔵建屋については、基準地震動 $S_s$ による地震力により周辺斜面の崩壊の影響がないことが確認された場所に設置する。具体的にはJEAG4601-1987の安定性評価の対象とすべき斜面や、土砂災害防止法での土砂災害警戒区域の設定離間距離を参考に、個々の斜面高を踏まえて対象斜面を抽出する。

上記に基づく対象斜面の抽出とその耐震安定性評価については、設置（変更）許可申請書（令和2年9月16日許可）に記載しており、使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能に対して影響ないことを確認していることから本検討の対象外とする。

#### 4. 使用済燃料乾式貯蔵容器等の確認

今回、波及的影響評価を実施するに当たって、防護対象となる使用済燃料乾式貯蔵容器等のうち、屋外施設一覧を第4-1表に、屋内施設一覧を第4-2表に示す。

第4-1表 屋外施設一覧表

| No. | 設備名   | 区分             |
|-----|---|----------------|
| 001 | 使用済燃料乾式貯蔵建屋<br>(使用済燃料乾式貯蔵容器の間接支持構造物である使用済燃料乾式貯蔵建屋基礎を含む) | Sクラス施設の間接支持構造物 |

第4-2表 屋内施設一覧表

| No. | 設備名          | 区分     | 設置場所          |
|-----|--------------|--------|---------------|
| E01 | 使用済燃料乾式貯蔵容器等 | Sクラス施設 | 使用済燃料乾式貯蔵建屋基礎 |

## 5. 周辺施設等の抽出及び影響評価方法

3. 項で整理した各検討事象を基に、使用済燃料乾式貯蔵容器等への波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の抽出及び評価フローを作成し、当該フローに基づき、影響評価を実施する。

### 5.1 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響

#### (1) 地盤の不等沈下による影響

第5-1図のフローに従い、使用済燃料乾式貯蔵容器等の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等を抽出し、波及的影響を検討する。

#### a. 周辺施設等の抽出

地盤の不等沈下による周辺施設等の傾きや倒壊を想定しても使用済燃料乾式貯蔵容器等に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない周辺施設等を抽出する。

#### b. 耐震性の確認

a. で抽出した周辺施設等について、検討用地震動に対して、基礎地盤が十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により、不等沈下しないことを確認する。

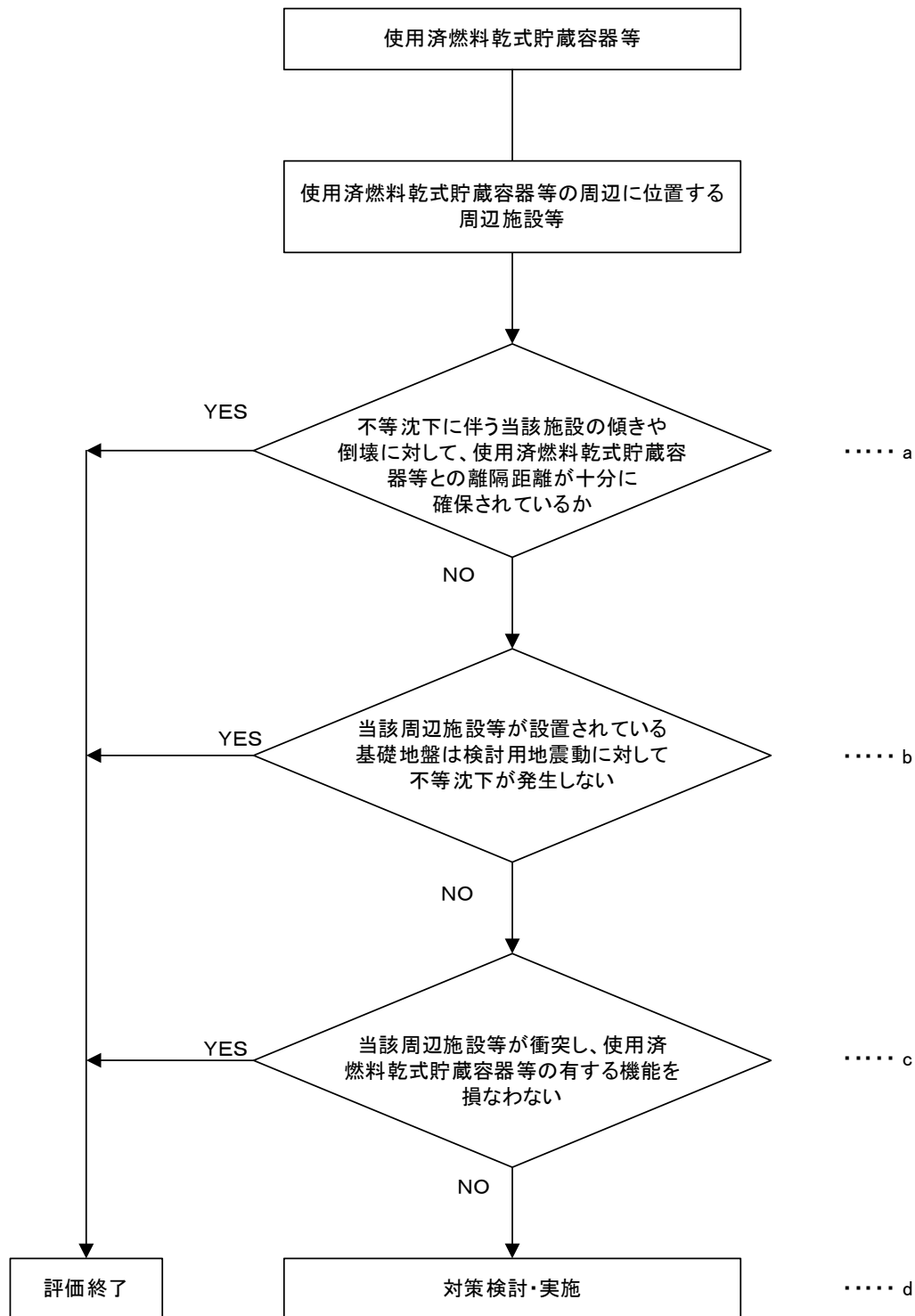
#### c. 不等沈下に伴う波及的影響の評価

b. で地盤の不等沈下のおそれが否定できない周辺施設等については、傾きや倒壊を想定し、使用済燃料乾式貯蔵容器等への影響を確認し、使用済燃料乾式貯蔵容器等の有する機能を損なわないことを確認する。

#### d. 対策検討

c. で使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なうおそれが否定できない周辺施設等に対して、基礎地盤の補強や周辺の地盤改良等を行い、不等沈下による周辺施設等の波及的影響を防止する。





第5-1図 不等沈下により使用済燃料乾式貯蔵容器等へ影響を及ぼすおそれのある  
周辺施設等の抽出及び評価フロー

(2) 建屋等の相対変位による影響

第5-2図のフローに従い、使用済燃料乾式貯蔵容器等の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 周辺施設等の抽出

地震による周辺施設等との相対変位を想定しても使用済燃料乾式貯蔵建屋に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない周辺施設等を抽出する。

また、使用済燃料乾式貯蔵建屋と周辺施設等を渡って敷設されている配管等を抽出する。

b. 耐震性の確認

a. で抽出した周辺施設等について、検討用地震動に対して、建屋の相対変位による使用済燃料乾式貯蔵建屋への衝突がないことを確認する。

また、建屋等の相対変位の考慮が必要な場合には、建屋等を渡って敷設されている配管等が建屋境界にて破損することを想定する。

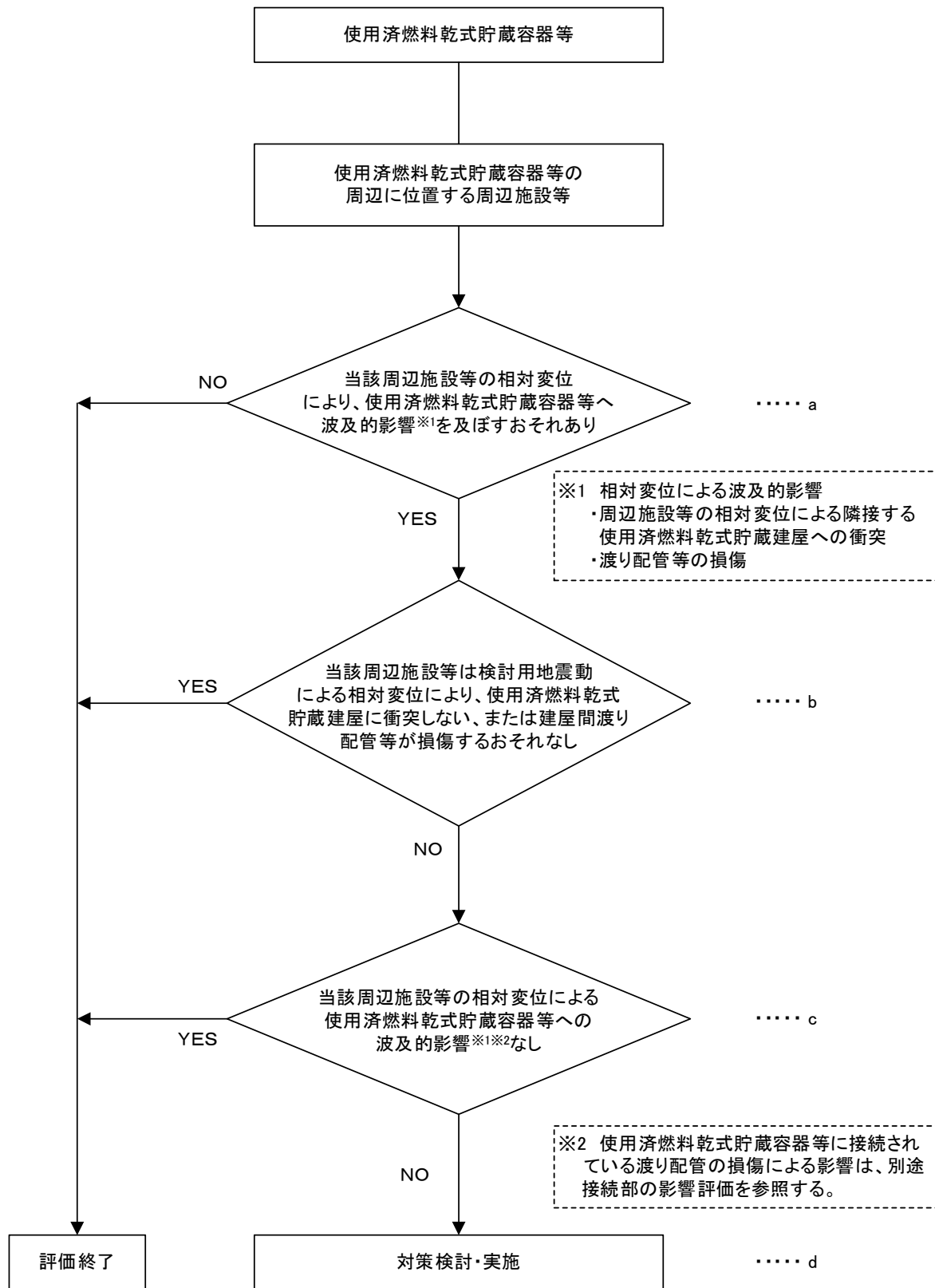
c. 相対変位に伴う波及的影響の評価

b. で衝突のおそれが否定できない周辺施設等について、衝突部分の接触状況を確認し、建屋全体又は局部評価を実施し、衝突に伴い、使用済燃料乾式貯蔵建屋の機能を損なうおそれがないことを確認する。

また、建屋等を渡って敷設されている配管等の破損により、使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なうおそれがないことを確認する。

d. 対策検討

c. で使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なうおそれが否定できない周辺施設等に対して、建屋の補強等を行い、建屋の相対変位等による周辺施設等の波及的影響を防止する。



第5-2図 相対変位により使用済燃料乾式貯蔵容器等へ影響を及ぼすおそれのある  
周辺施設等の抽出及び評価フロー

## 5.2 使用済燃料乾式貯蔵容器間の相互影響

第5-3図のフローに従い、使用済燃料乾式貯蔵容器等と隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器を抽出し、波及的影響を検討する。

### a. 隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器の抽出

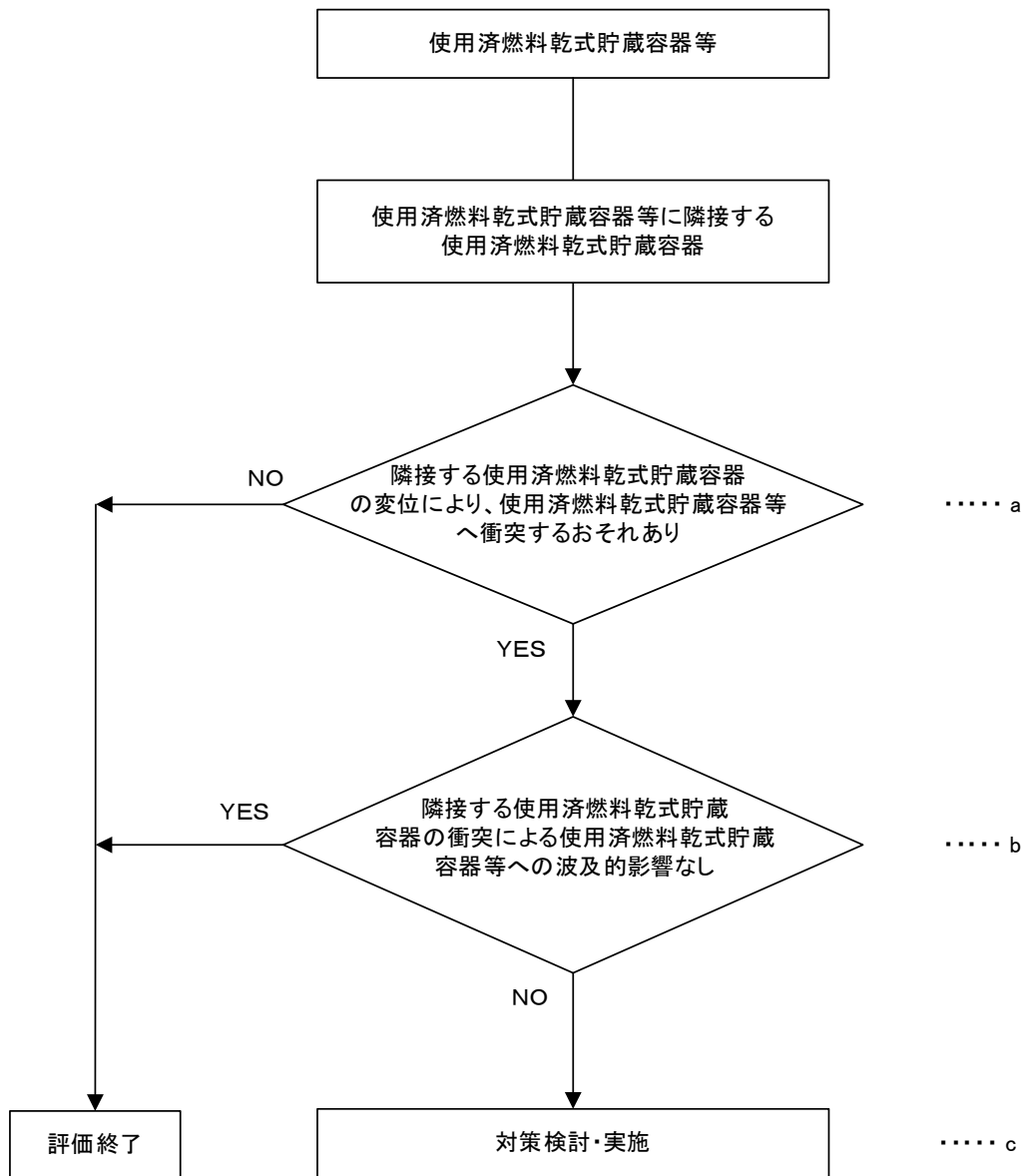
検討用地震動による使用済燃料乾式貯蔵容器の変位を想定しても隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器等に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない使用済燃料乾式貯蔵容器を抽出する。

### b. 使用済燃料乾式貯蔵容器の衝突に伴う波及的影響の評価

a. で抽出された使用済燃料乾式貯蔵容器について、構造上の特徴、使用済燃料乾式貯蔵容器等との位置関係、重量比等を踏まえて、衝突を想定した場合の使用済燃料乾式貯蔵容器等への影響を評価し、使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なうおそれがないことを確認する。

### c. 対策検討

b. で衝突を想定した場合に使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能への影響が否定できなかった使用済燃料乾式貯蔵容器について、検討用地震動による変位を想定しても、衝突が生じないように、離隔距離を十分に確保する等の対策により波及的影響を防止する。



第5-3図 使用済燃料乾式貯蔵容器等と隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器の抽出及び評価フロー

### 5.3 使用済燃料乾式貯蔵容器等と周辺施設等との相互影響

#### (1) 損傷、転倒及び落下等による影響（屋外）

第5-4図のフローに従い、使用済燃料乾式貯蔵建屋の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等を抽出し、波及的影響を検討する。

##### a. 周辺施設等の抽出

周辺施設等の抽出にあたって、周辺施設等の損傷、転倒及び落下等を想定しても使用済燃料乾式貯蔵建屋に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には、転倒防止措置等の対策を適切に実施していることを確認する。

以上の確認ができなかった周辺施設等を、損傷、転倒及び落下等により、使用済燃料乾式貯蔵建屋に波及的影響を及ぼすおそれのあるものとして抽出する。

##### b. 損傷、転倒及び落下等に伴う波及的影響の評価

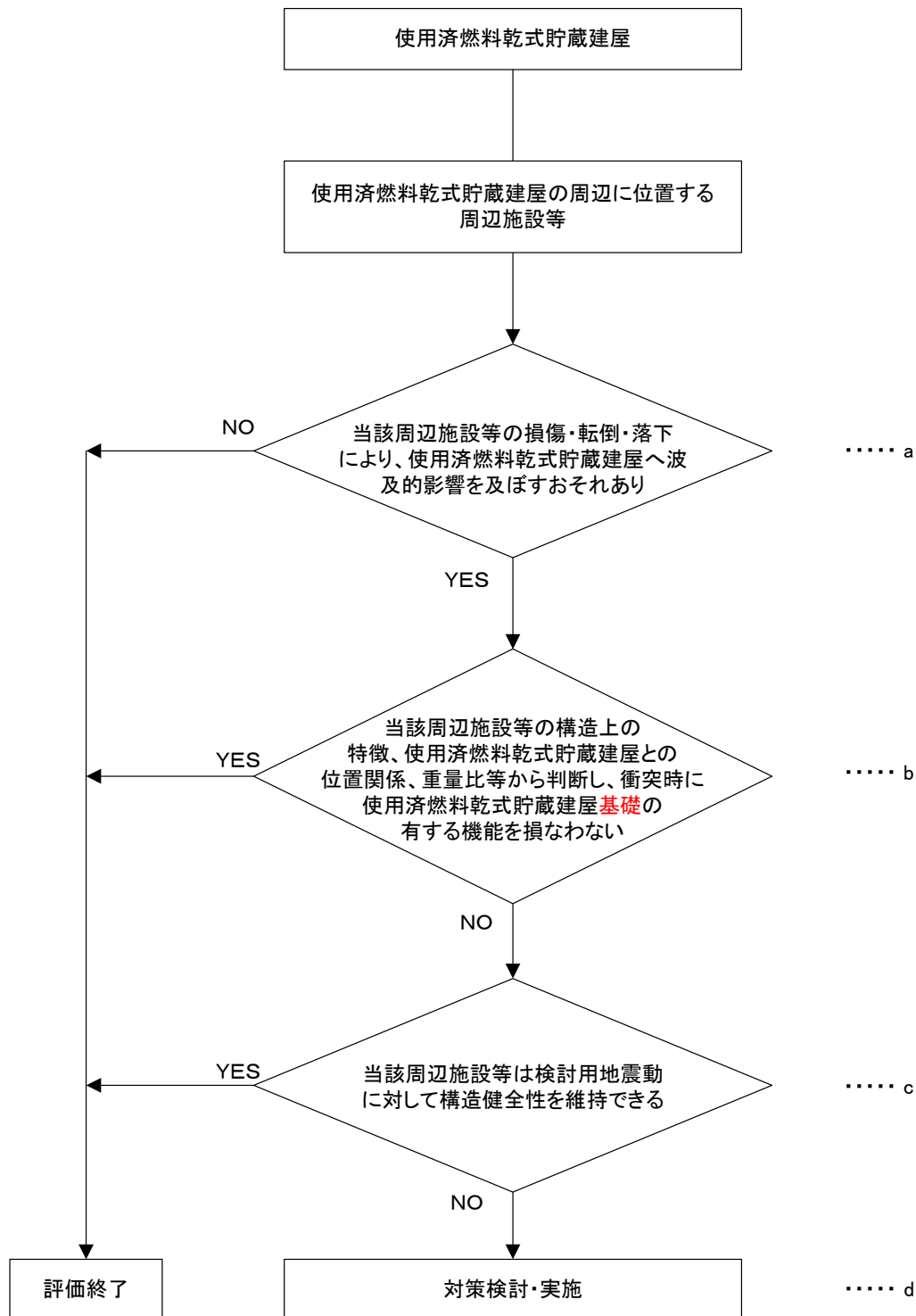
a. で抽出された周辺施設等について、構造上の特徴、使用済燃料乾式貯蔵建屋との位置関係、重量比等を踏まえて、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の使用済燃料乾式貯蔵建屋への影響を評価し、使用済燃料乾式貯蔵建屋**基礎**の機能を損なうおそれがないことを確認する。

##### c. 耐震性の確認

b. で損傷、転倒及び落下等を想定した場合に使用済燃料乾式貯蔵建屋**基礎**の機能への影響が否定できない周辺施設等について、検討用地震動に対して、損傷、転倒及び落下等が生じないように、構造健全性が維持できることを確認する。

##### d. 対策検討

c. で構造健全性の維持を確認できなかった周辺施設等について、検討用地震動に対して健全性を維持できるように構造の改造、使用済燃料乾式貯蔵建屋と周辺施設等との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置、周辺施設等の移設等により波及的影響を防止する。



第5-4図 損傷、転倒及び落下等により使用済燃料乾式貯蔵建屋へ影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の抽出及び評価フロー

(2) 損傷、転倒及び落下等による影響（屋内）

第5-5図のフローに従い、屋内の使用済燃料乾式貯蔵容器等の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 周辺施設等の抽出

周辺施設等の抽出にあたって、周辺施設等の損傷、転倒及び落下等を想定しても使用済燃料乾式貯蔵容器等に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には、落下防止措置等を適切に実施していることを確認する。

以上の確認ができなかった周辺施設等を、損傷、転倒及び落下等により、使用済燃料乾式貯蔵容器等に波及的影響を及ぼすおそれのあるものとして抽出する。

b. 損傷、転倒及び落下等に伴う波及的影響の評価

a. で抽出された周辺施設等について、構造上の特徴、使用済燃料乾式貯蔵容器等との位置関係、重量比等を踏まえて、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の使用済燃料乾式貯蔵容器等への影響を評価し、使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なうおそれがないことを確認する。

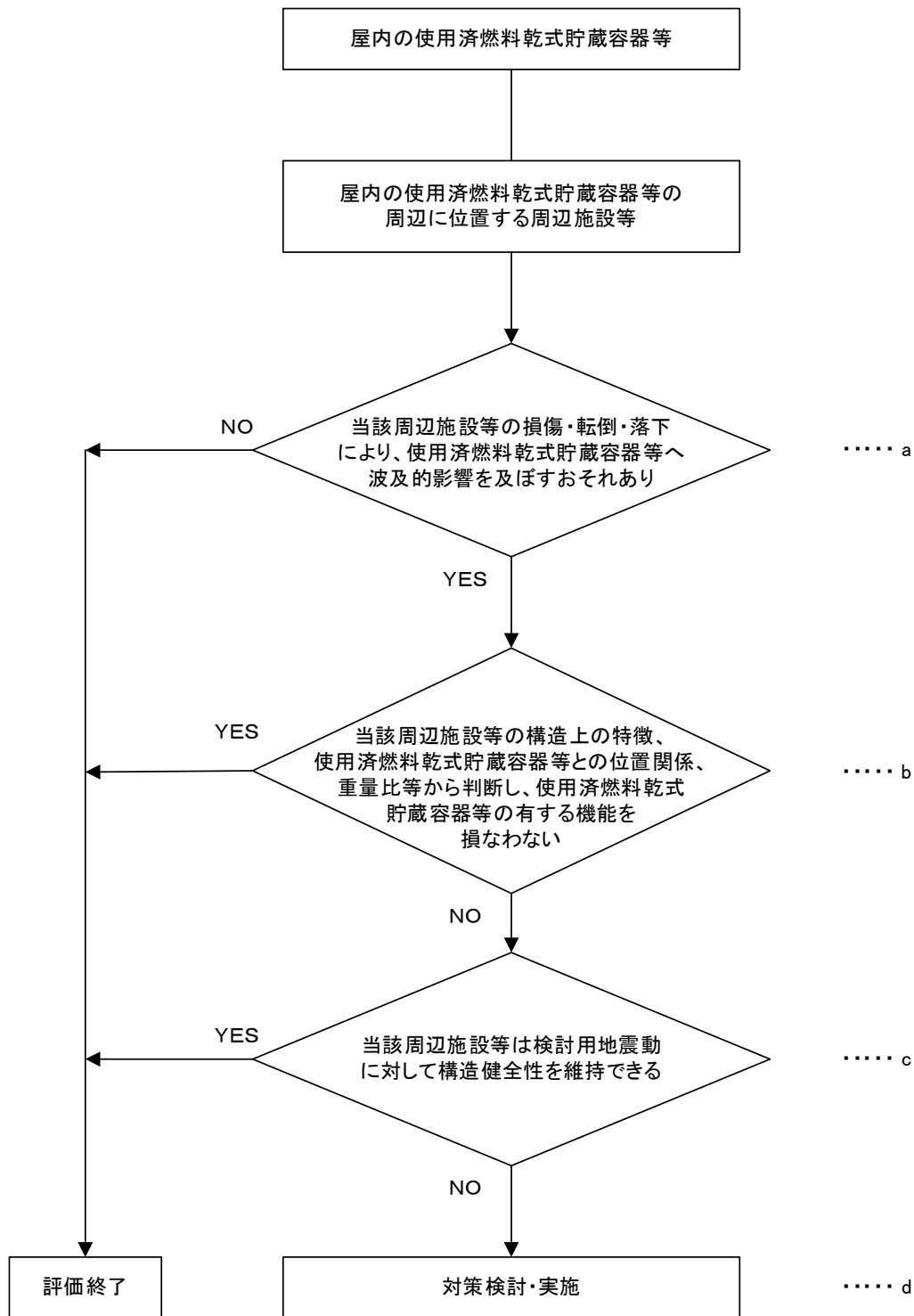
c. 耐震性の確認

b. で損傷、転倒及び落下等を想定した場合に使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能への影響が否定できない周辺施設等について、検討用地震動に対して、損傷、転倒及び落下等が生じないように、構造健全性が維持できることを確認する。

d. 対策検討

c. で構造健全性の維持を確認できなかった周辺施設等について、検討用地震動に対して健全性を維持できるように構造の改造、使用済燃料乾式貯蔵容器等と周辺施設等との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置、周辺施設等の移設等により波及的影響を防止する。





第5-5図 損傷、転倒及び落下等により屋内の使用済燃料乾式貯蔵容器等へ影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の抽出及び評価フロー

(3) 接続部における相互影響

第5-6図のフローに従い、使用済燃料乾式貯蔵容器等と接続する周辺施設等を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 接続部の抽出

使用済燃料乾式貯蔵容器等と周辺施設等が接続する箇所を抽出する。

b. 影響評価対象の選定

a. で抽出した接続部のうち、耐震Sクラス設計の弁又はダンパにより常時閉隔離されているものは、接続する周辺施設等が破損した場合においても健全性は確保されるため、評価対象外とする。

c. 影響評価

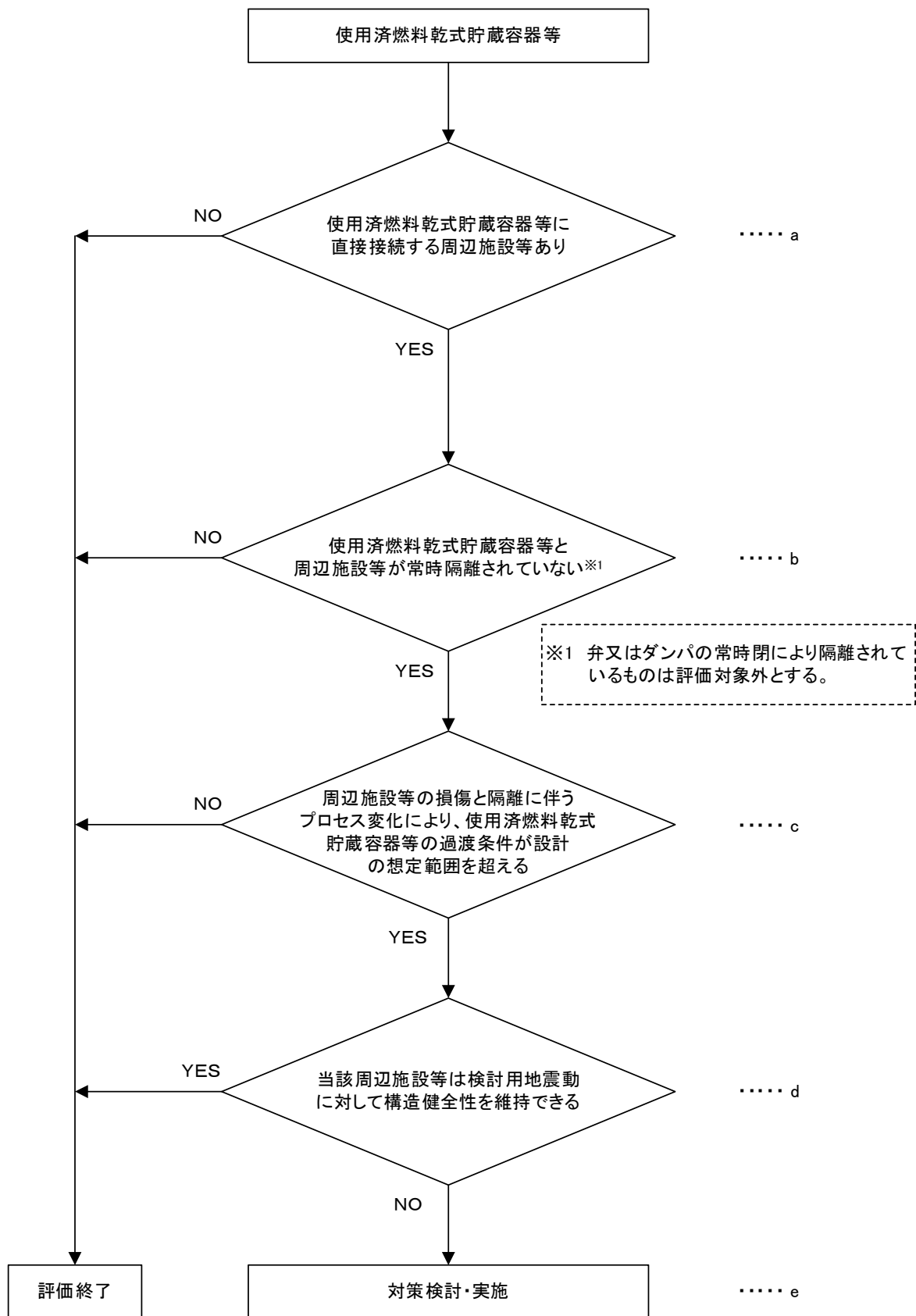
b. で抽出した周辺施設等について、周辺施設等が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化による使用済燃料乾式貯蔵容器等の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。

d. 耐震性の確認

c. で設計の想定範囲を超えるものについて、検討用地震動に対して、構造健全性が維持され、内部流体の内包機能等の必要な機能を維持できることを確認する。

e. 対策検討

d. で使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なうおそれが否定できない周辺施設等について、検討用地震動に対して健全性を維持できるように構造の改造、接続部から使用済燃料乾式貯蔵容器等の配管・ダクト側に同じく健全性を維持できる隔離弁の設置等により、波及的影響を防止する。



第5-6図 使用済燃料乾式貯蔵容器等と接続する周辺施設等の抽出及び評価フロー

## 6. 周辺施設等の抽出

使用済燃料乾式貯蔵容器等への波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の抽出は、屋外施設、屋内施設、接続部に分けて実施し、屋外施設については3.1項に示す①及び③の観点、屋内施設については①、②及び③の観点、接続部については③の観点から評価対象となる周辺施設等を抽出した。

なお、今回新設する使用済燃料乾式貯蔵施設は、第6-1図に示すとおり、周辺に自然現象等に対して機能を維持する必要がある既設の上位クラス施設等及びアクセスルートがない使用済燃料乾式貯蔵建屋内に設置するとともに、当該建屋は、地震を含む自然現象等に対して、建屋内に設置する使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能を損なうおそれがないように設計することとしている。このことから、新設する使用済燃料乾式貯蔵施設は、自然現象等により既設の耐震重要施設やアクセスルート等に波及的影響を及ぼすおそれはない。

### 6.1 屋外施設の評価対象の抽出

#### 6.1.1 抽出手順

使用済燃料乾式貯蔵建屋の配置図を第6-1図に示す。（配置図上の番号は第4-1表の整理番号に該当する）。

##### (1) 地盤の不等沈下による影響

第5-1図のフローに従い、机上検討をもとに、使用済燃料乾式貯蔵容器等のうち使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して、地盤の不等沈下により波及的影響を及ぼすおそれがある周辺施設等を抽出する。

##### (2) 建屋等の相対変位による影響

第5-2図のフローに従い、机上検討をもとに、使用済燃料乾式貯蔵容器等のうち使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して、建屋等の相対変位により波及的影響を及ぼすおそれがある周辺施設等を抽出する。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋と周辺施設等を渡って敷設されている配管等を抽出する。

##### (3) 施設の損傷、転倒及び落下等による影響(屋外)

第5-4図のフローに従い、机上検討及び現地調査をもとに、使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して、損傷、転倒及び落下等により影響を及ぼすおそれがある屋外の周辺施設等を抽出する。

#### 6.1.2 抽出結果

使用済燃料乾式貯蔵容器等が設置される使用済燃料乾式貯蔵建屋の周辺に設置される周辺施設等である2-固体廃棄物貯蔵庫、送電鉄塔、ろ過水タンク及び非常用開閉所について、設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響の観点から、使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して、波及的影響を及ぼすおそれがないか検討する。

また、渡り配管及び渡り電路について、建屋等の相対変位による影響の観点から、これらの損傷を想定した上で、使用済燃料乾式貯蔵容器等の有する機能を損なうおそれがないか検討する。

(1) 2-固体廃棄物貯蔵庫

2-固体廃棄物貯蔵庫は、使用済燃料乾式貯蔵建屋東側 EL. 84m 盤に設置された耐震Cクラスの建物であるが、使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して十分な離隔距離を有していることから、波及的影響を及ぼすおそれはない。

(2) 送電鉄塔

送電鉄塔（伊方北幹線 No. 1 及び伊方南幹線 No. 1）は、使用済燃料乾式貯蔵建屋南側 EL. 20m 盤に設置された構造物であるが、使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して十分な離隔距離を有していることから、波及的影響を及ぼすおそれはない。

(3) ろ過水タンク

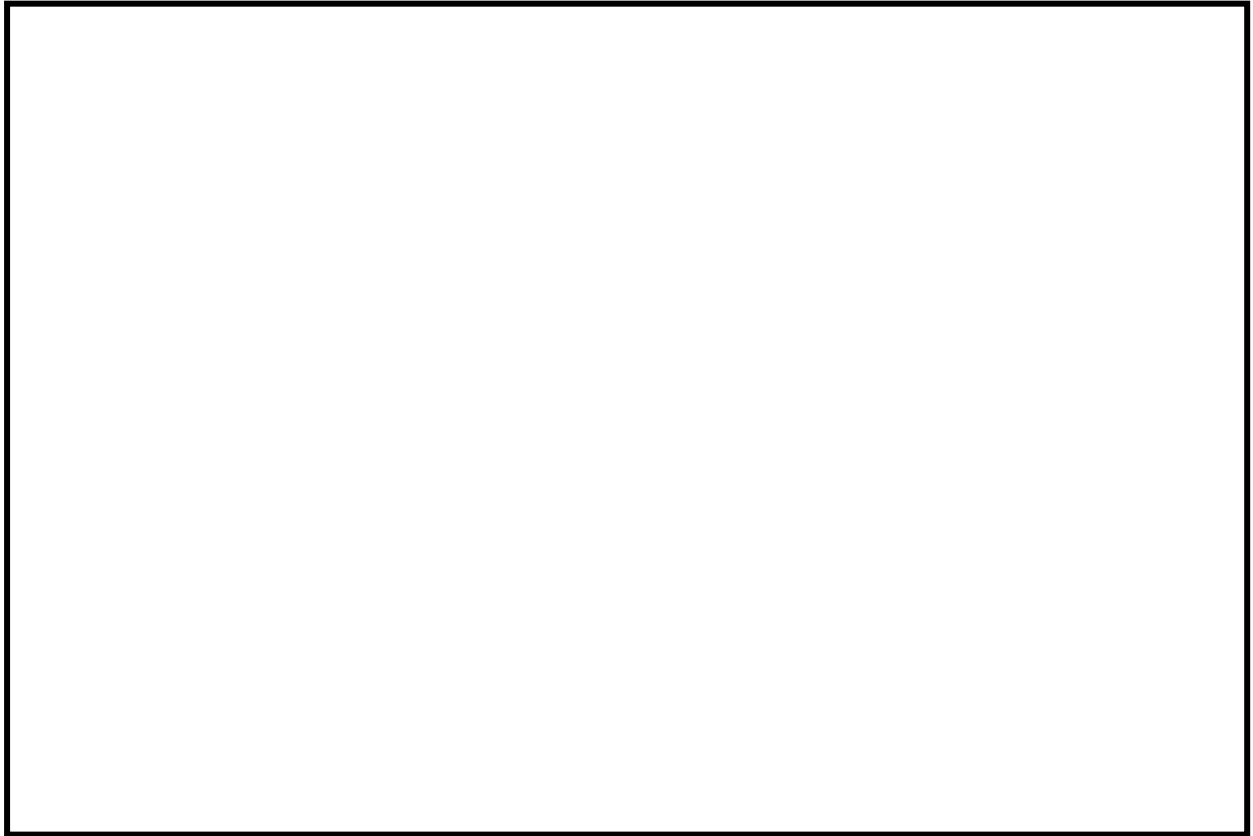
ろ過水タンクは、使用済燃料乾式貯蔵建屋南側 EL. 20m 盤に設置された耐震Cクラスの屋外タンクであるが、使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して十分な離隔距離を有していることから、波及的影響を及ぼすおそれはない。

(4) 非常用開閉所

非常用開閉所は、使用済燃料乾式貯蔵建屋西側 EL. 10m 盤に設置された建物であるが、使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して十分な離隔距離を有していることから、波及的影響を及ぼすおそれはない。

(5) 渡り配管及び渡り電路

使用済核燃料乾式貯蔵施設への消火水の給水又は給電等のため、使用済核燃料乾式貯蔵建屋外から使用済核燃料乾式貯蔵建屋内へ渡り配管及び渡り電路を設置するが、使用済燃料乾式貯蔵容器は自然循環による空冷式であるため、渡り配管及び渡り電路が損傷した場合にも使用済燃料乾式貯蔵容器等の安全機能に波及的影響を及ぼすおそれはない。



■: 平成 28 年 3 月 23 日付け原規規発第 1603231 号にて認可された工事計画の資料 2-1-2「防護対象施設の範囲」の第 2.4 項に示す「防護対象施設」、資料 6 別添 1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及び屋外、屋内アクセスルートについて」の第 2.1 項に示す「地震時にその機能を期待する可搬型重大事故等対処設備」及び資料 13-5「波及的影響に係る基本方針」の第 2 項に示す「上位クラス施設」が設置されているエリアを示す。

■: 地震時に優先するアクセスルート\*を示す。

※屋外アクセスルートに対し想定される自然現象のうち、津波については、基準津波高さ以上の敷地高さを設定していること、風、竜巻、火山等の影響により発生する障害物等については、ホイールローダ等の重機により撤去する体制を確保していることから、アクセスルートに大きな影響を及ぼす可能性がある自然現象は地震と整理し、既工認において自然現象のうち地震時の影響を評価しているため、アクセスルートのうち地震時の影響を評価している地震時に優先するアクセスルートを示す。

第 6-1 図 使用済燃料乾式貯蔵建屋配置図

## 6.2 屋内施設の評価対象の抽出

### 6.2.1 抽出手順

使用済燃料乾式貯蔵容器等の配置図を第6-2図及び第6-3図に示す。（配置図上の番号は第4-2表の整理番号に該当する）。

#### (1) 建屋等の相対変位による影響

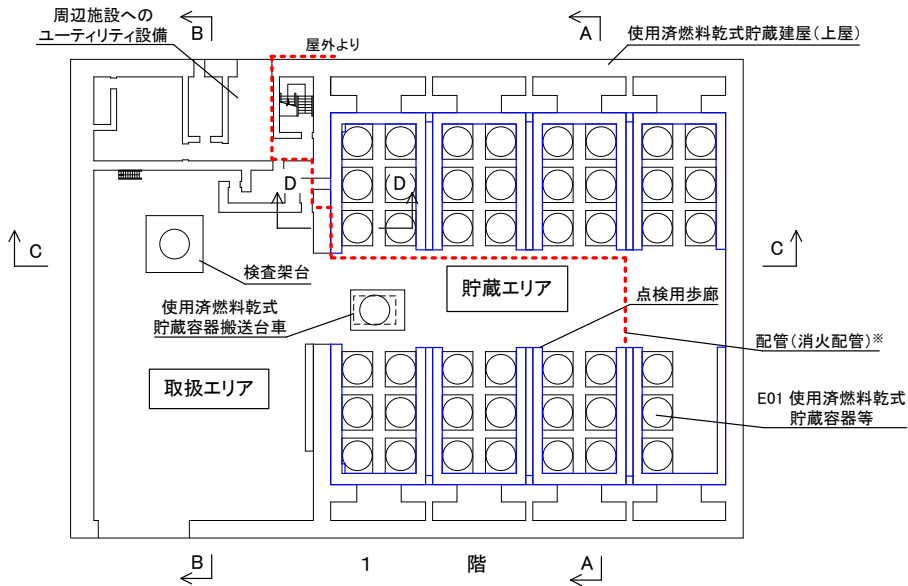
第5-2図のフローに従い、机上検討をもとに、使用済燃料乾式貯蔵建屋と周辺施設等を渡って敷設されている配管等を抽出する。

#### (2) 使用済燃料乾式貯蔵容器間の相互影響

第5-3図のフローに従い、机上検討をもとに、使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して、変位により波及的影響を及ぼすおそれがある使用済燃料乾式貯蔵容器を抽出する。

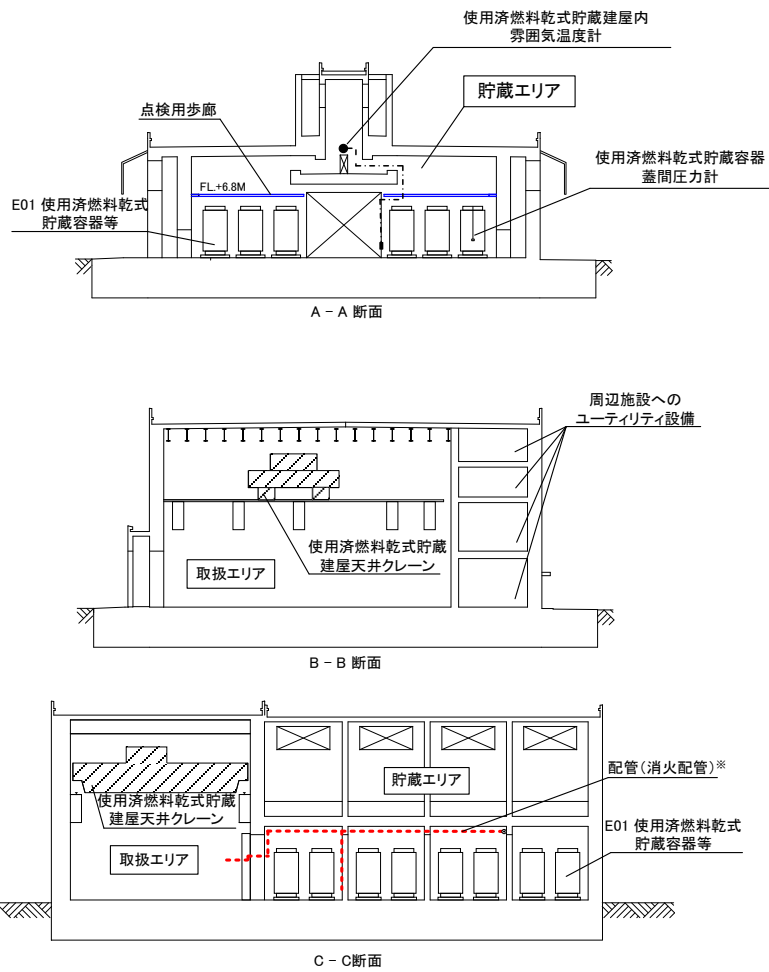
#### (3) 施設の損傷、転倒及び落下等による影響（屋内）

第5-5図のフローに従い、机上検討をもとに、使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して、損傷、転倒及び落下等により影響を及ぼす可能性のある屋内の周辺施設等を抽出する。



※配管及び電路のうち代表的な消火配管について図示する。

第 6-2 図 使用済燃料乾式貯蔵建屋 平面図



※配管及び電路のうち代表的な消火配管について図示する。

第 6-3 図 使用済燃料乾式貯蔵建屋 断面図



## 6.2.2 抽出結果

使用済燃料乾式貯蔵容器等の周辺に設置される屋内の周辺施設等である使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン、使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車、検査架台、点検用歩廊、周辺施設へのユーティリティ設備、使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度計、配管及び電路について、損傷、転倒及び落下等の観点から、使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して、波及的影響を及ぼすおそれがないか検討する。

### (1) 使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋

使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋は、離隔距離を確保するなどの配置上の対策は困難であり、地震により損壊した場合に、使用済燃料乾式貯蔵容器に衝突することにより、使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能に波及的影響を及ぼすおそれがある。このため、使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋は基準地震動  $S_s$  に対して損壊しない設計とする。(第6-2図)

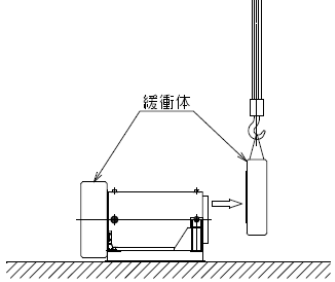
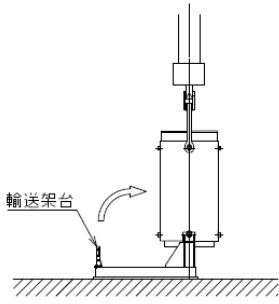
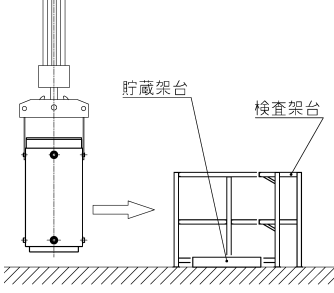
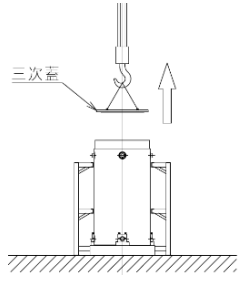
### (2) 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン

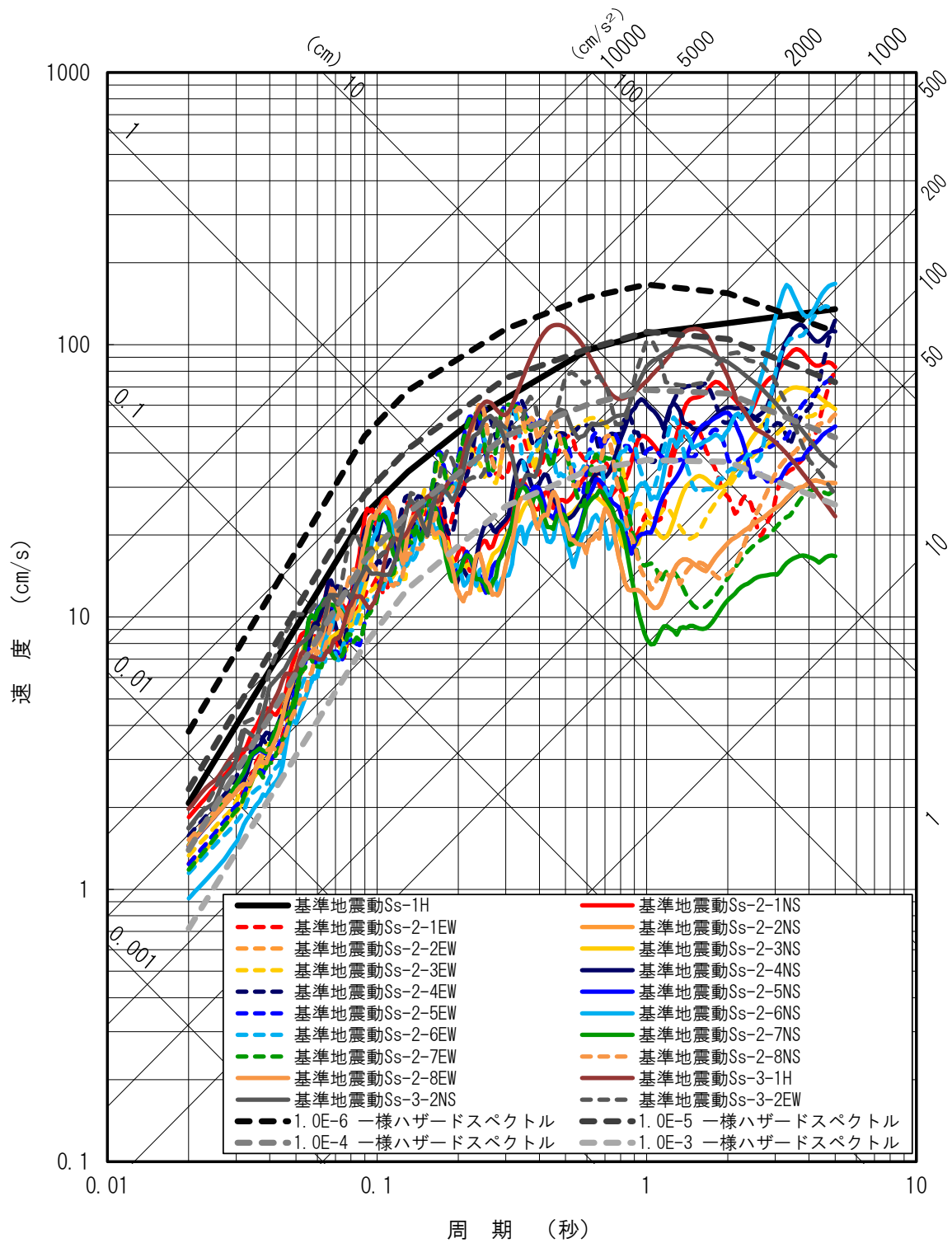
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンは、取扱エリアにおいて使用済燃料乾式貯蔵容器を取り扱うものであり、使用済燃料乾式貯蔵容器を取り扱うために使用済燃料乾式貯蔵容器の上方に移動するが、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが使用済燃料乾式貯蔵容器の上方に位置するのは年間 1.5 時間程度(約 3 基程度)(第6-1表参照)と想定される。ここで、基準地震動  $S_s$  の発生確率は、第6-4図及び第6-5図に示す伊方発電所の地震ハザード解析から得られる超過確率を参照し、JEAG4601・補-1984で記載されている  $S_2$  の発生確率( $5 \times 10^{-4} \sim 10^{-5}$ /サイト・年)を  $S_s$  の超過確率に読み替え、最大値である  $5 \times 10^{-4}$ /年を適用する。

以上より、JEAG4601の地震と組み合わせるべき事象に対する発生頻度及びその状態の継続時間の考え方を準用し、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが使用済燃料乾式貯蔵容器の上方に位置する時間及び地震動の超過確率を考慮し、検討した結果、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが使用済燃料乾式貯蔵容器上方に位置する時に  $S_s$  が発生する確率は  $5 \times 10^{-4}$ /年  $\times$  1.5 時間  $\div$  (365日  $\times$  24 時間) で算出され、 $10^{-7}$ /年を下回ることを確認した。そのため、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが使用済燃料乾式貯蔵容器の上方に位置する事象は、基準地震動  $S_s$  と組み合わせるべき事象として選定されない。

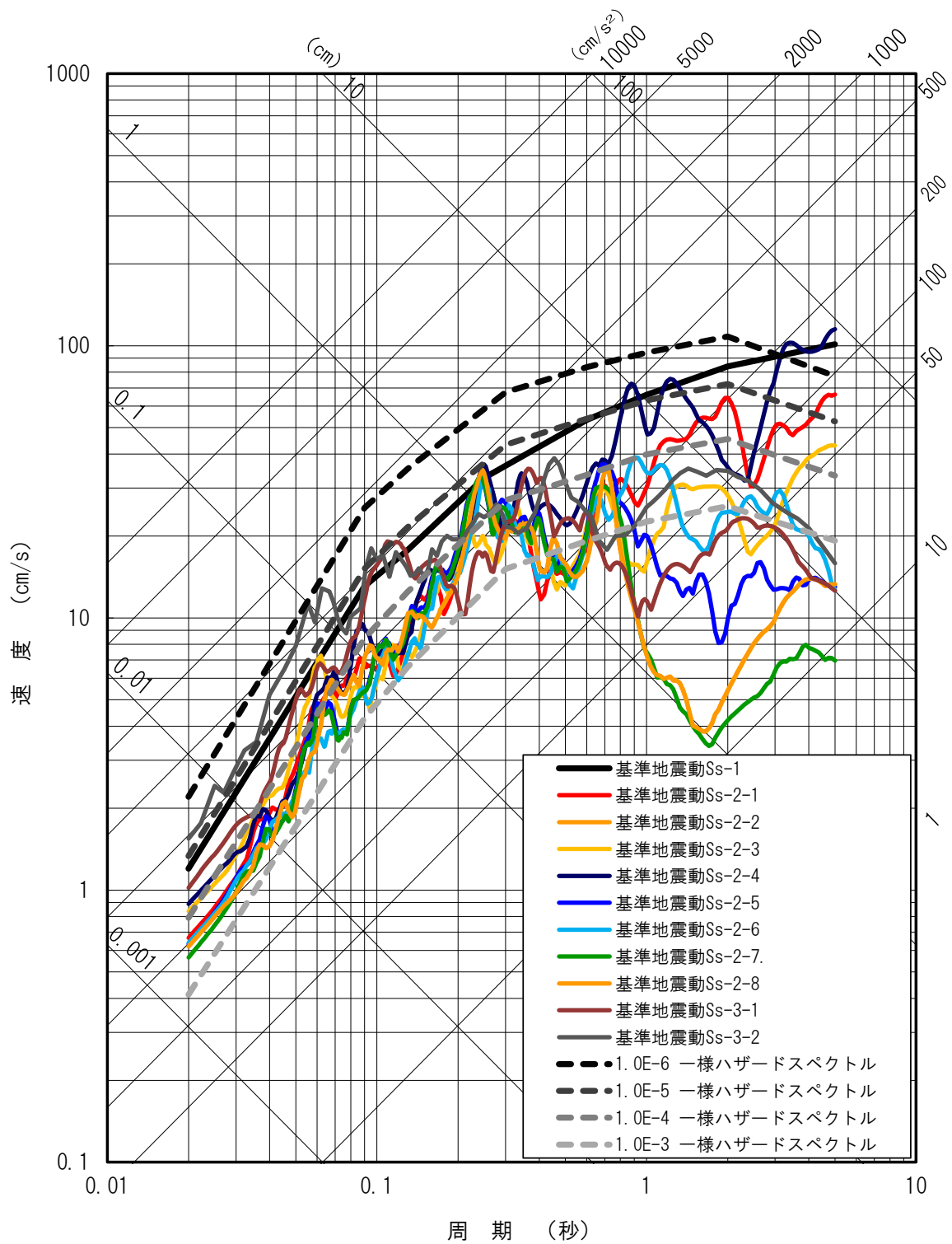
なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋は頑健な建屋であり、地震が生じても使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造は維持されることで、走行レール間距離は維持されるため、約  $50^\circ$  ガーダが折れ曲がらない限り、ガーダは落下しない構造であり、同じく横行レール上に設置されるトロリも横行レール間距離は維持されるため、トロリも落下しない構造であるとともに、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンの走行及び横行レールには、浮き上がり防止機能を設ける設計としており、走行及び横行レールからガーダ及びトロリが浮き上がることがないように、落下防止対策を講じている。また貯蔵時の使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して、波及的影響を及ぼさないように、使用済燃料乾式貯蔵建屋の貯蔵エリアには走行レールを敷設せず、使用済燃料乾式貯蔵建屋の貯蔵エリア上を走行することができない構造としている。(第6-3図)

第 6-1 表 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンによる使用済燃料乾式貯蔵容器 1 基あたりの取扱時間

| 取扱様態  | クレーン操作           | クレーン移動速度  | クレーン移動距離 | 使用済燃料乾式貯蔵容器取扱時間 |
|---|------------------|-----------|----------|-----------------|
| 緩衝体取外し<br>           | クレーン巻き上げ         | 約 1.8 m/分 | 約 1m     | 約 1分            |
|   | クレーン横行           | 約 6 m/分   | 約 4m     | 約 1分            |
|   | 合計               |           |          | 約 2分            |
| 使用済燃料乾式貯蔵容器縦起こし<br> | クレーン巻き上げ         | 約 0.6 m/分 | 約 4m     | 約 7分            |
|   | クレーン走行           | 約 0.9 m/分 | 約 4m     | 約 7分            |
|   | 合計               |           |          | 約 14分           |
| 吊り上げ、検査架台への移動<br>  | クレーン巻き上げ<br>巻き下げ | 約 0.6 m/分 | 約 2m     | 約 3分            |
|   | クレーン走行           | 約 6 m/分   | 約 5m     | 約 1分            |
|   | 合計               |           |          | 約 4分            |
| 3次蓋取り外し<br>        | クレーン巻き上げ         | 約 4.5 m/分 | 約 2m     | 約 1分            |
|   | クレーン走行           | 約 18 m/分  | 約 2m     | 約 1分            |
|   | 合計               |           |          | 約 2分            |
| 合計  |                  |           | 約 22分    |                 |



第6-4図 基準地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における地震動の一様ハザードスペクトル (水平方向)



第6-5図 基準地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における地震動の一様ハザードスペクトル（鉛直方向）

(3) 使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車

使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車は、使用済燃料乾式貯蔵容器を取扱エリアから貯蔵エリアに搬送するものであり、使用済燃料乾式貯蔵容器は貯蔵架台に載せた状態で搬送される。搬送に要する時間は年間 1.5 時間程度（約 3 基程度）

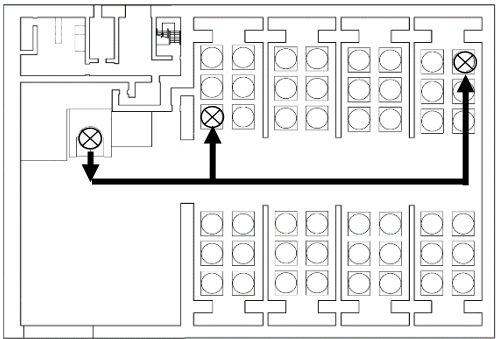
（第 6-2 表参照）と想定される。ここで、基準地震動  $S_s$  の発生確率は、第 6-4 図及び第 6-5 図に示す伊方発電所の地震ハザード解析から得られる超過確率を参照し、JEAG4601・補-1984 で記載されている  $S_2$  の発生確率 ( $5 \times 10^{-4} \sim 10^{-5}$  / サイト・年) を  $S_s$  の超過確率に読み替え、最大値である  $5 \times 10^{-4}$  / 年を適用する。

以上より、JEAG4601 の地震と組み合わせるべき事象に対する発生頻度及びその状態の継続時間の考え方を準用し、使用済燃料乾式貯蔵容器の搬送に要する時間及び地震動の超過確率を考慮し、検討した結果、使用済燃料乾式貯蔵容器を使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車に載せ、搬送している時に  $S_s$  が発生する確率は  $5 \times 10^{-4}$  / 年  $\times$  1.5 時間  $\div$  (365 日  $\times$  24 時間) で算出され、 $10^{-7}$  / 年を下回ることを確認した。そのため、使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車により使用済燃料乾式貯蔵容器を搬送する事象は、基準地震動  $S_s$  と組み合わせるべき事象として選定されない。

また、仮に使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車が搬送中に逸走した場合には、貯蔵されている使用済燃料乾式貯蔵容器の貯蔵架台と、使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車または搬送中の貯蔵架台が衝突するおそれがあるが、その際に使用済燃料乾式貯蔵容器同士が衝突しないように、衝突時の使用済燃料乾式貯蔵容器の接近量<sup>\*</sup>に対して貯蔵架台端部と使用済燃料乾式貯蔵容器間の水平距離を十分に確保する設計とする。（第 6-2 図、第 6-3 図）

※：使用済燃料乾式貯蔵容器は貯蔵架台に固定されていることから、衝突時には使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車及び使用済燃料乾式貯蔵容器（貯蔵架台含む）が一体で傾く。この場合の貯蔵中の使用済燃料乾式貯蔵容器への接近量は、直立状態の使用済燃料乾式貯蔵容器端部から、傾いた後の使用済燃料乾式貯蔵容器端部までの水平距離を指す。

第 6-2 表 使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車による使用済燃料乾式貯蔵容器 1 基あたりの取扱時間

| 取扱様態   | 使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車移動速度 | 使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車移動距離        | 使用済燃料乾式貯蔵容器取扱時間 |
|--|---------------------|----------------------------|-----------------|
| <p>使用済燃料乾式貯蔵容器搬送</p>  | 2m/分                | 平均約 45m<br>(約 25m ~ 約 65m) | 約 22 分          |

#### (4) 検査架台

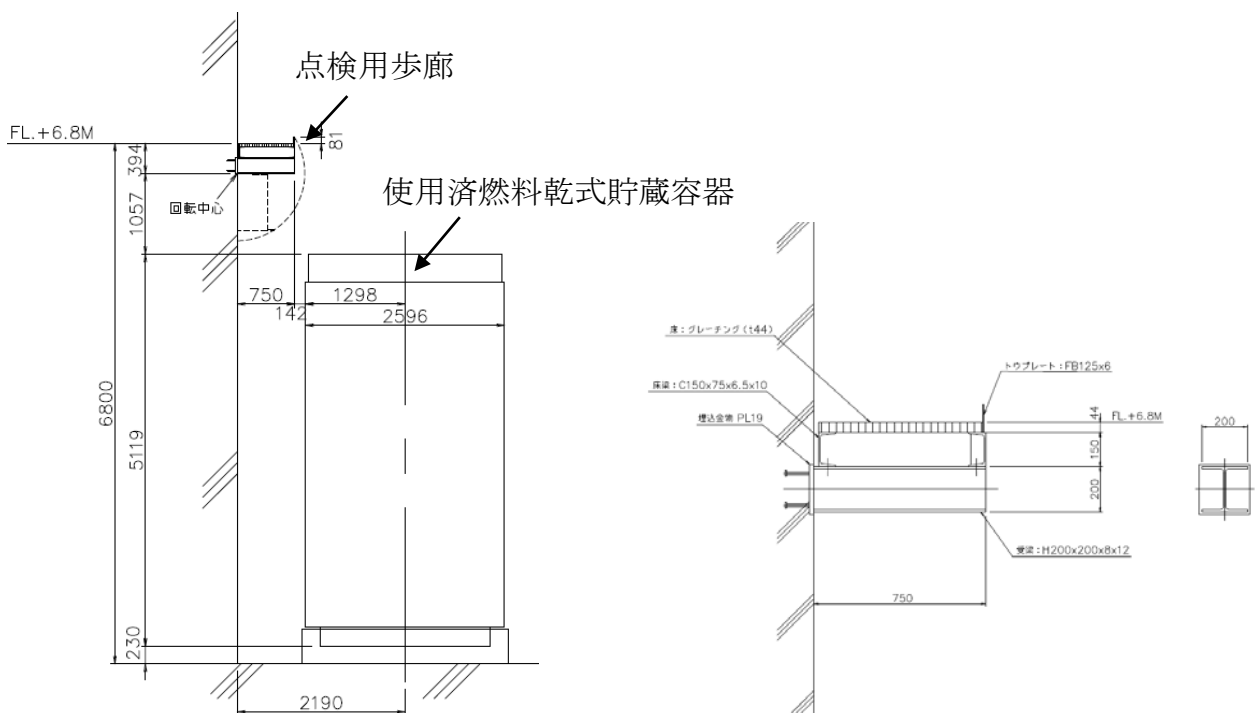
検査架台は、使用済燃料乾式貯蔵容器の検査等のため、使用済燃料乾式貯蔵容器の周囲に配置されるものである。

検査架台については、使用済燃料乾式貯蔵容器と検査架台の衝突を想定しても、使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能に影響がないことを確認しているため、損傷した場合にも使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能に波及的影響を及ぼすおそれはない。(第6-2図)

#### (5) 点検用歩廊

点検用歩廊は、貯蔵状態の使用済燃料乾式貯蔵容器の点検等のため、貯蔵中の使用済燃料乾式貯蔵容器の周囲に設置される。点検用歩廊は、貯蔵中の使用済燃料乾式貯蔵容器への波及的影響を及ぼさないように、使用済燃料乾式貯蔵容器に衝突しない配置とする。

具体的には、点検用歩廊は、第6-6図に示すとおり設置することとしており、構造上最も弱い付け根部が損傷すると、使用済燃料乾式貯蔵容器から遠ざかる方向に破壊が進むよう配置する。(第6-2図、第6-3図、第6-6図)



キャスクと点検用歩廊の位置関係  
(第6-2図D-D断面)

点検用歩廊拡大図

第6-6図 点検用歩廊詳細図

(6) 周辺施設へのユーティリティ設備

周辺施設へのユーティリティ設備は、主に使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン、使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車等への電気・圧縮空気供給設備、作業用の給排気ファンが該当し、使用済燃料乾式貯蔵容器に衝突しない配置とされていることから、周辺施設へのユーティリティ設備の転倒及び落下等を想定しても、使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能に波及的影響を及ぼすおそれはない。(第6-2図、第6-3図)

(7) 使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度計

使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度計を構成する設備は、使用済燃料乾式貯蔵建屋内の雰囲気温度を監視するため、使用済燃料乾式貯蔵建屋排気口付近に設置される。温度計を構成する設備は軽量であり、使用済燃料乾式貯蔵容器内部との接続はないため、損傷した場合にも使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能に波及的影響を及ぼすおそれはない。(第6-3図)

(8) 配管及び電路

使用済核燃料乾式貯蔵施設への消火水の給水及び給電等のため、取扱エリア及び貯蔵エリア内に配管及び電路を設置する。配管及び電路は使用済燃料乾式貯蔵容器に衝突しない程度に、十分離隔距離を確保する設計方針としていることから、配管及び電路の転倒及び落下等を想定しても使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能に波及的影響を及ぼすおそれはない。(第6-2図、第6-3図)

(9) 隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器

使用済燃料乾式貯蔵容器貯蔵時に、地震が発生した場合に、隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器同士が衝突しないように、衝突時の使用済燃料乾式貯蔵容器の揺れ幅に対して使用済燃料乾式貯蔵容器間の水平距離を十分に確保する設計とする。(第6-2図、第6-3図)

### 6.3 接続部の評価対象の抽出

#### 6.3.1 抽出手順

第5-6図のフローに従い、机上検討をもとに、使用済燃料乾式貯蔵容器等と接続する周辺施設等のうち、周辺施設等の損傷又は隔離によるプロセス変化により使用済燃料乾式貯蔵容器等に影響を及ぼす可能性がある周辺施設等を抽出する。

#### 6.3.2 抽出結果

(1) 使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力計

使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力計は、貯蔵状態の使用済燃料乾式貯蔵容器の一次蓋と二次蓋間の圧力を監視するため、使用済燃料乾式貯蔵容器蓋部及び胴部に設置される。使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力計又はその計装配管が損傷した場合においても、使用済燃料乾式貯蔵容器のバウンダリは維持される設計とする。(第6-3図)

**使用済燃料乾式貯蔵容器等**への波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の抽出結果を、第6-3表に示す。

第6-3表 使用済燃料乾式貯蔵容器等へ波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の抽出結果

| No. | 施設  | 波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等 | 波及的影響のおそれ<br>(○：あり、×：なし) | 備考 |
|-----|---|----------------------|--------------------------|----|
|     |   |                      | 損傷・転倒・落下                 |    |
| O01 | 使用済燃料乾式貯蔵建屋<br>(使用済燃料乾式貯蔵容器の間<br>接支持構造物である使用済燃料<br>乾式貯蔵建屋基礎を含む) | -                    | ×                        |    |
| E01 | 使用済燃料乾式貯蔵容器等  | 使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋        | ○                        |    |



## 7. 影響評価結果

### 7.1 屋外施設の評価結果

6.1の抽出の結果、波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等として抽出されるものはなかった。

### 7.2 屋内施設の評価結果

6.2で抽出された周辺施設等による使用済燃料乾式貯蔵容器等への波及的影響の評価結果を第7-1表に示す。

### 7.3 接続部の評価結果

6.3の抽出の結果、波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等として抽出されるものはなかった。

第7-1表 屋内施設の評価結果

| 屋内施設             | 波及的影響を及ぼすおそれのある<br>周辺施設等 | 評価結果   | 備考                 |
|------------------|--------------------------|--|--------------------|
| 使用済燃料乾式<br>貯蔵容器等 | 使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋            | 建屋の構造物全体としての変形性能評価を行い、基準地震動 $S_s$ に対して建屋が倒壊に至らないことを確認した。 | 設工認資料<br>9-14-2 参照 |

## 8. まとめ

今回申請範囲の使用済燃料乾式貯蔵容器等への周辺施設等の波及的影響について、別記4に記載された事項を踏まえ、考慮すべき事象を検討した上で、敷地全体を俯瞰した調査・検討を実施し、波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等を抽出した。

抽出した周辺施設等について、影響評価を実施した結果、使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等はないことを確認した。影響評価のうち、耐震評価が必要として添付資料に耐震計算書を添付している周辺施設等を、第8-1表に整理する。

第8-1表 抽出した周辺施設等のうち耐震評価を実施する施設

| 検討事象                      | 対象施設         | 波及的影響を及ぼすおそれのある<br>周辺施設等 | 検討用<br>地震動 | 設工認資料  |
|---------------------------|--------------|--------------------------|------------|--------|
| ③使用済燃料乾式貯蔵容器等と周辺施設等との相互影響 | 使用済燃料乾式貯蔵容器等 | 使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋            | Ss         | 9-14-2 |

## 1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」の第4条に基づき、地震力が作用した場合においても当該発電用原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設置されること、また、第5条に基づき、地震による損傷の防止を図る設計とすることの基本方針を説明するものである。

## 2. 耐震設計の基本方針

### 2.1 基本方針

発電用原子炉施設の耐震設計は、設計基準対象施設については地震により安全機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、「技術基準規則」に適合するように設計する。施設の設計にあたっては、設置（変更）許可（平成27年7月15日）を受けた基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ を考慮することとし、その概要は資料9-2「基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の概要」による。

- (1) 設計基準対象施設のうち、地震により生じるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）及び使用済燃料乾式貯蔵容器は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動 $S_s$ による地震力」という。）に対して、その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- (2) 設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて、耐震重要度分類をSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられる設計とする。なお、使用済燃料乾式貯蔵容器の周辺施設の設計については、Cクラス施設に準じるものとする。
- (3) 設計基準対象施設における建物・構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）については、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。  
今回申請範囲の地盤の評価については、資料9-3「地盤の支持性能に係る基

本方針」による。

また、使用済燃料乾式貯蔵容器の**間接支持構造物である使用済燃料乾式貯蔵建屋基礎を含む**使用済燃料乾式貯蔵建屋を設置する地盤については、技術基準規則第4条に適合していることを確認している。その詳細について、資料9-1「耐震設計の基本方針」別紙「使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について」に示す。

- (4) Sクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）は、基準地震動 $S_s$ による地震力に対してその安全機能が保持できるように設計する。動的機器については、当該機器の構造、動作原理等を考慮した評価を行うこと、又は既往研究で機能維持の確認がなされた機能確認済加速度等を超えていないことを確認することにより、当該機器に要求される機能を保持する設計とする。  
また、弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。
- (5) Sクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）について、静的地震力は水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。  
Sクラスの施設に適用する動的地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。なお、水平2方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用し、影響が考えられる施設については許容限界の範囲内に留まることを確認する。
- (6) 屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び使用済燃料乾式貯蔵容器並びに浸水防止設備、津波監視設備又は使用済燃料乾式貯蔵容器が設置された建物・構築物は、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して、それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できる設計とする。  
なお、基準地震動 $S_s$ による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとし、Sクラス施設と同様に許容限界の範囲内に留まることを確認する。
- (7) Bクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。また、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行う。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動 $S_d$ に2分の1を乗じたものとする。なお、当該地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとし、Sクラス施設と同様に許容限界の範囲内に留まることを確認する。