

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22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
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

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(1)(2)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）
- (4) 一方、建屋基礎～均しコンクリート間の水平打継目のせん断強度については、他の水平打継目と同様、丁寧な打継目処理（第1-1表④）を施すこととしており、コンクリート自身のせん断強度とほぼ等しい値（第1-1⑤，圧縮強度の1/5）となる。
その値は、第1-2表のとおりであり、上記(1)の「直下の地盤のせん断抵抗」を大きく上回る。
第1-2表は、工事計画認可申請(令和元年12月13日付)の再掲であり、認可(令和元年12月24日付)を受けている。

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1-3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1-2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								
<p>① 建築基礎構造設計指針 (（社）日本建築学会，2019 改定)</p>	<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>								
<p>② 道路土工 擁壁工指針（日本道路協会，平成24年度版）</p>	<p>2) 擁壁底面と地盤との間の摩擦角 ϕ_B と付着力 c_B</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 c、ϕ が求められた場合</u>、擁壁底面の摩擦角 ϕ_B は、場所打ちコンクリート擁壁では $\phi_B = \phi$ (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 c_B 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" data-bbox="582 884 1428 945"> <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 $\mu = \tan \phi_B$</th> <th>付着力 c_B</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						
<p>③ 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>	<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>								
<p>④</p> <p>④-1 建築工事標準仕様書・同解説JASS5N原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事 (2013改定)</p> <p>④-2 コンクリート標準示方書 [施工編] (土木学会，2007)</p>	<p>7.3 打継ぎ計画</p> <p>a. 打継ぎの位置・形状および処理方法は、構造耐力および耐久性を損なわないようなものとし、設計図書による。</p> <p>(解説) 打継ぎ部の形状は、コンクリート打込み前の打継ぎ部の処理が円滑に行え、かつ新たに打ち込むコンクリートの締固めが容易に行えるような形状とする。</p> <p>コンクリート打込み後のブリーディングに伴って、コンクリート中の微細な粒子が浮遊水とともに浮き上がり、コンクリート表面に形成する脆弱な薄膜をレイタンスと呼ぶ。レイタンスが生成したコンクリート面は、高圧ジェット水による洗浄、サンダー掛けによる表層の除去などを行い、健全なコンクリートを露出しなければならない。</p> <p>9.3 水平打継目の施工</p> <p>(2) コンクリートを打ち継ぐ場合には既に打ち込まれたコンクリートの表面のレイタンス、品質の悪いコンクリート、緩んだ骨材粒などを完全に取り除き、十分に給水させなければならない。</p>								
<p>⑤ 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>	<p>2.4.3 強度</p> <p>【解説】 水平打継目におけるせん断摩擦安全率を検討する場合には、水平打継目のせん断強度が必要となる。水平打継目のせん断強度は打継目処理の方法によって大きく変化するが、<u>丁寧な打継目処理を施した場合</u>、水平打継目のせん断強度はダムコンクリート自身のせん断強度とほぼ等しい値を示す。この値はダムコンクリートの<u>圧縮強度のおよそ1/5</u>である。</p>								

第1-2表 解析用物性値（再掲）

[工事計画認可申請(令和元年12月13日補正申請, 令和元年12月24日認可)資料8-1別紙 再掲]

	岩盤					断層		セメント改良土	置換コンクリート ($f'_{ck}=18N/mm^2$) *5		
	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 (kN/m^3)	29.4			27.5	25.5	18.6		26.5	19.6	23.7	23.0
せん断強度 (kN/m^2)	981			490	130	39		324	78	913	3.600
内部摩擦 ($^{\circ}$)	50			41	23	17		34	24	52	0
残留強度 (kN/m^2)	$\tau = 569 + \sigma \tan 43^{\circ}$			$\tau = \sigma \tan 41^{\circ}$	$\tau = \sigma \tan 23^{\circ}$	$\tau = \sigma \tan 17^{\circ}$		$\tau = \sigma \tan 34^{\circ}$	$\tau = \sigma \tan 24^{\circ}$	$\tau = \sigma \tan 52^{\circ}$	0
静弾性係数 (kN/m^2)	3.63×10^6			1.18×10^6	0.49×10^6	0.0392×10^6		$27000 (\sigma_p)^{0.34}$	$1750 (\sigma_p)^{0.60}$	3.52×10^6	22.0×10^6
静的ポアソン比	0.29			0.32	0.32	0.45		0.36	0.45	0.37	0.20
動弾性係数 ($\times 10^6 kN/m^2$)	58.8^{*1}	42.2^{*2}	23.5^{*3}	10.8	3.51	G_p/G_s^{*4} $= 1/(1+10.4\gamma^{0.787})$ $G_s=43900 kN/m^2$	0.127	G_p/G_s^{*4} $= -0.33 \log \gamma - 0.58$ $G_s=294000 kN/m^2$	G_p/G_s^{*4} $= -0.40 \log \gamma - 0.60$ $G_s=4130 (\sigma_p)^{0.59} kN/m^2$	7.78	22.0
動的ポアソン比	0.34			0.36	0.38	0.45		0.40	0.45	0.37	0.20
減衰定数	2.0 (%)			3.0 (%)	3.0 (%)	$h=1/[0.062+(3.90 \times 10^{-4}/\gamma)]+1.3$	10.0 (%)	$h=0.08 \log \gamma + 0.36$ ($\gamma > 10^{-3}$)	$h=0.17 \log \gamma + 0.58$ ($\gamma \geq 10^{-2}$) $h=0.017 \log \gamma + 0.09$ ($\gamma < 10^{-2}$)	5.0 (%)	5.0 (%)

* 1 $V_s=2.7km/s$ * 2 $V_s=2.3km/s$ * 3 $V_s=1.7km/s$ * 4 動せん断弾性係数
* 5 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (2002) 及びコンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] (2002) より設定

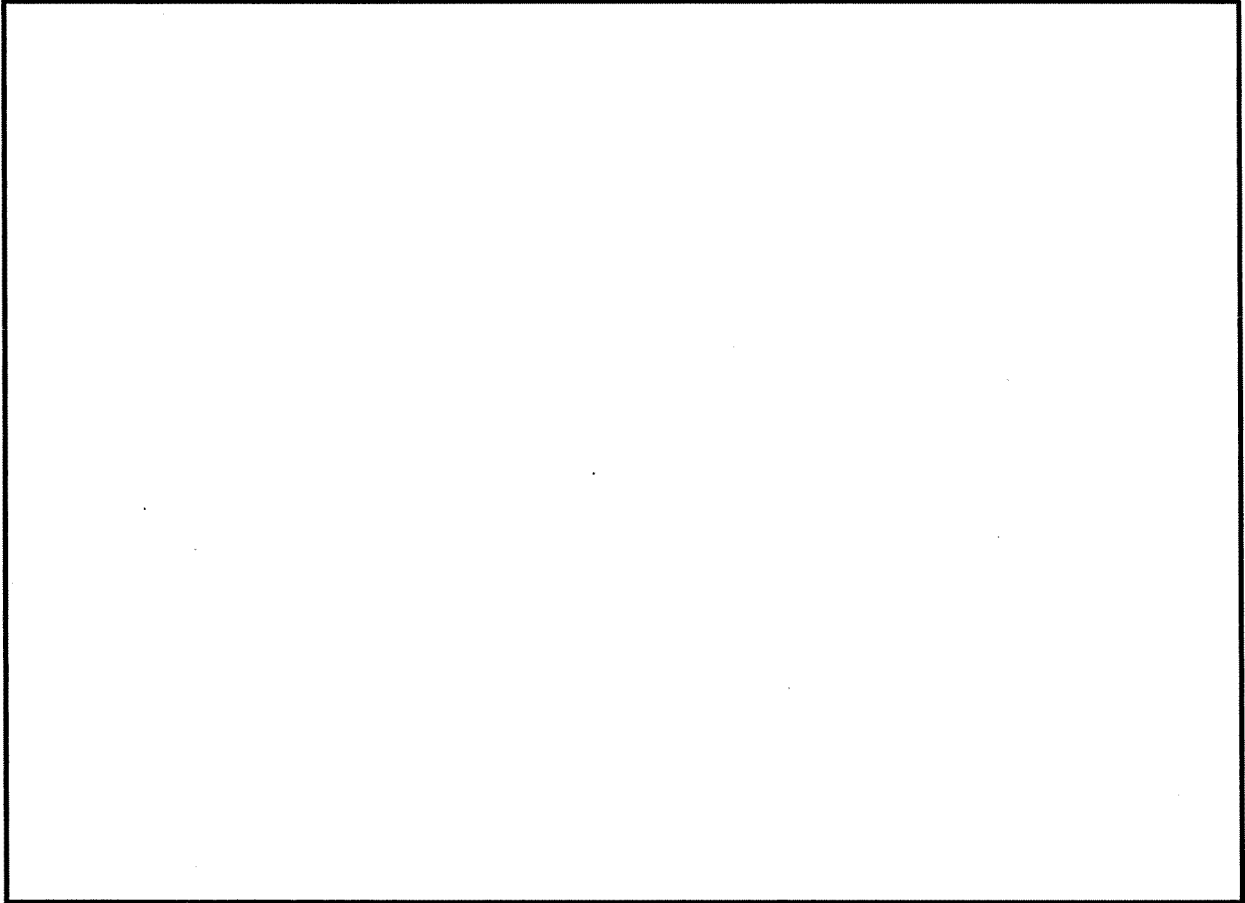
第1-3表 規制基準に関連する内規（ガイド）の要求

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1-4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]





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)



第1-2図 使用済燃料乾式貯蔵建屋 均しコンクリート打設状況

左半分：均しコンクリート打設済 (打継目処理前)
右半分：均しコンクリート打設前 (打ち込み準備工前)

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	3-31
7. 影響評価結果	3-33
7.1 屋外施設の評価結果	3-33
7.2 屋内施設の評価結果	3-33
7.3 接続部の評価結果	3-33
8. まとめ	3-35

別紙 【抜粋】「伊方発電所3号炉 設置許可基準規則等への適合性について（使用済燃料乾式貯蔵施設）（令和2年5月）」

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 (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

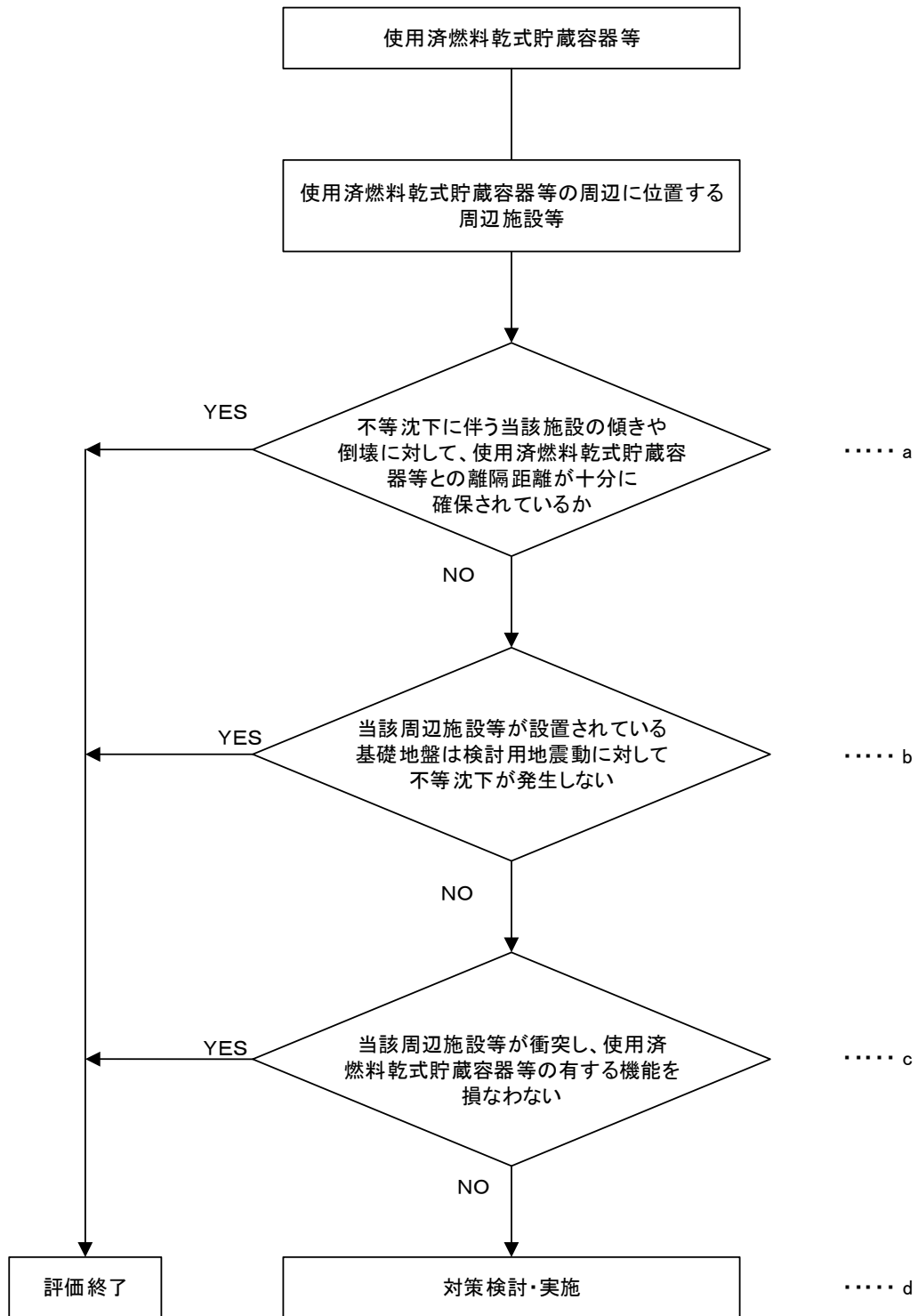
a. で抽出した周辺施設等について、検討用地震動に対して、基礎地盤が十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により、不等沈下しないことを確認する。

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。

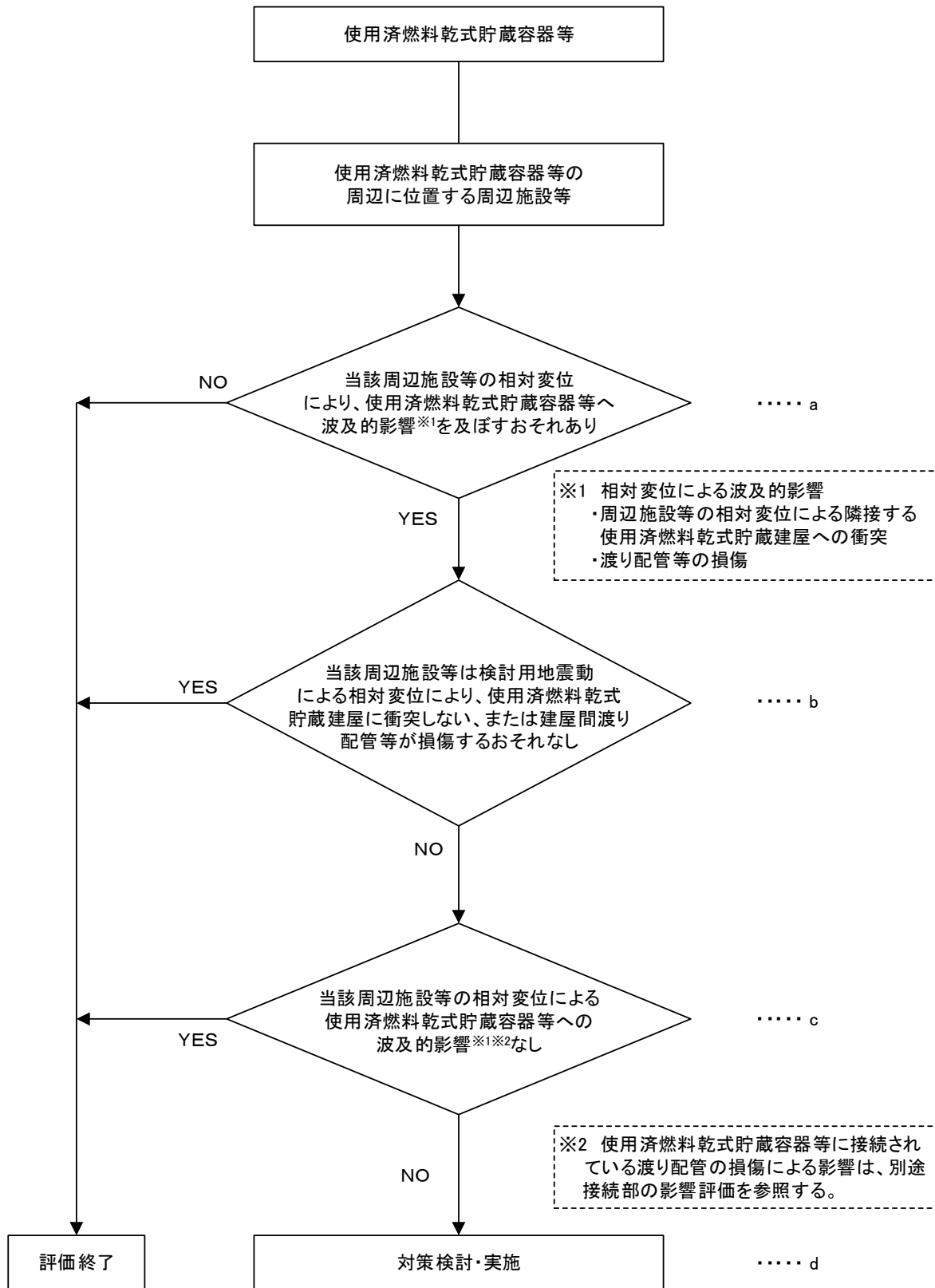
c. 相対変位に伴う波及的影響の評価

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

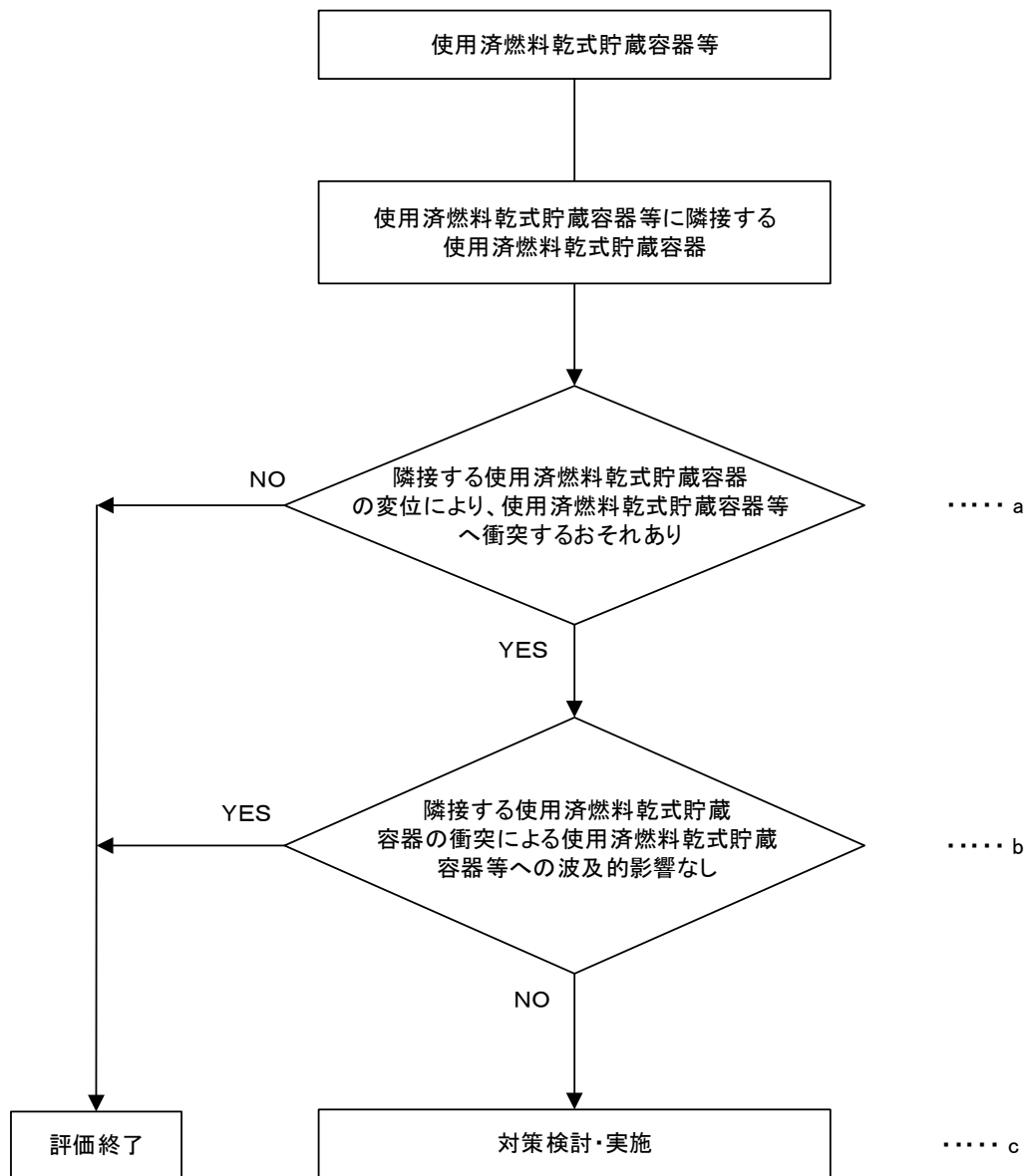
検討用地震動による使用済燃料乾式貯蔵容器の変位を想定しても隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器等に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない使用済燃料乾式貯蔵容器を抽出する。

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

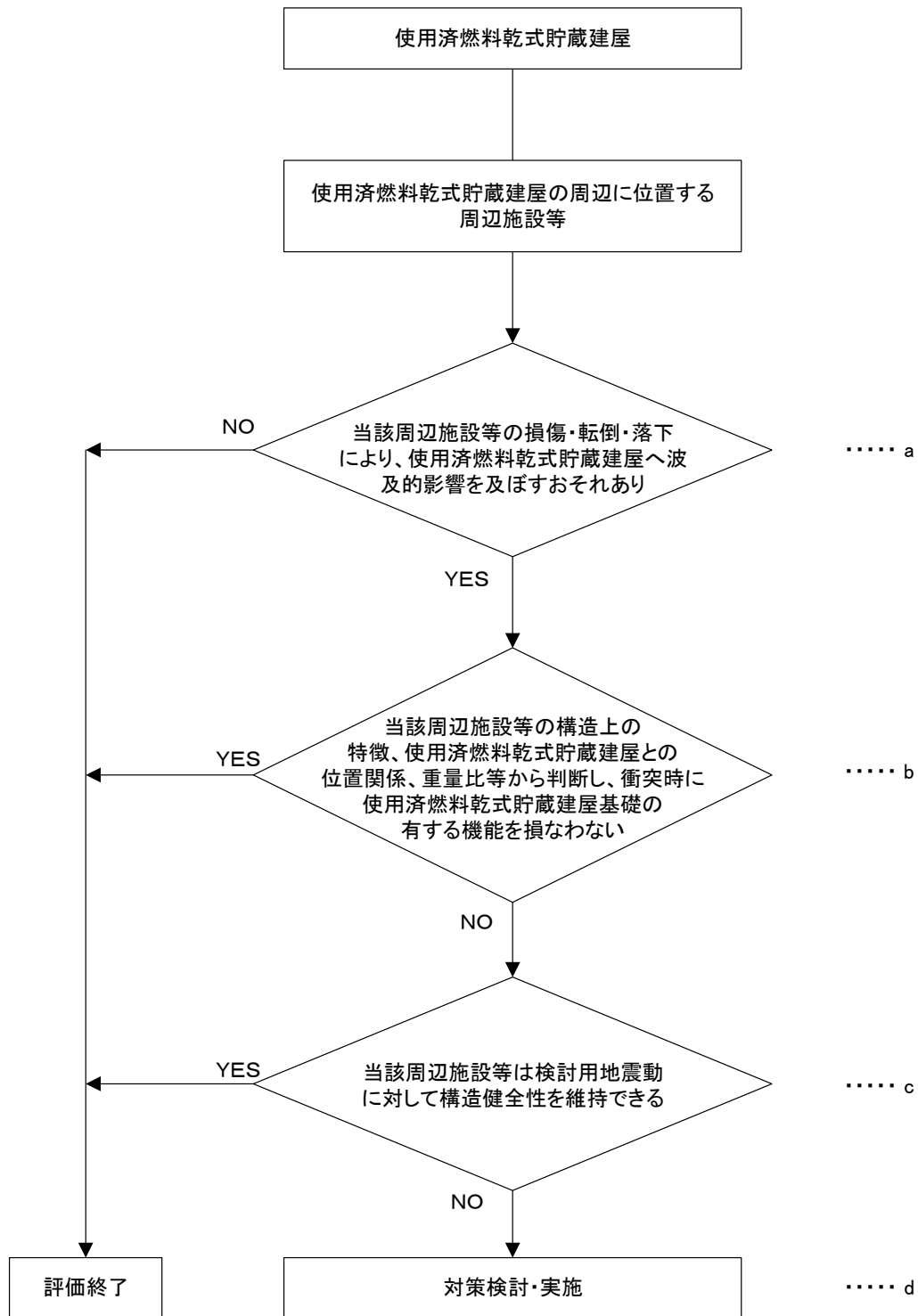
a. で抽出された周辺施設等について、構造上の特徴、使用済燃料乾式貯蔵建屋との位置関係、重量比等を踏まえて、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の使用済燃料乾式貯蔵建屋への影響を評価し、使用済燃料乾式貯蔵建屋基礎の機能を損なうおそれがないことを確認する。

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

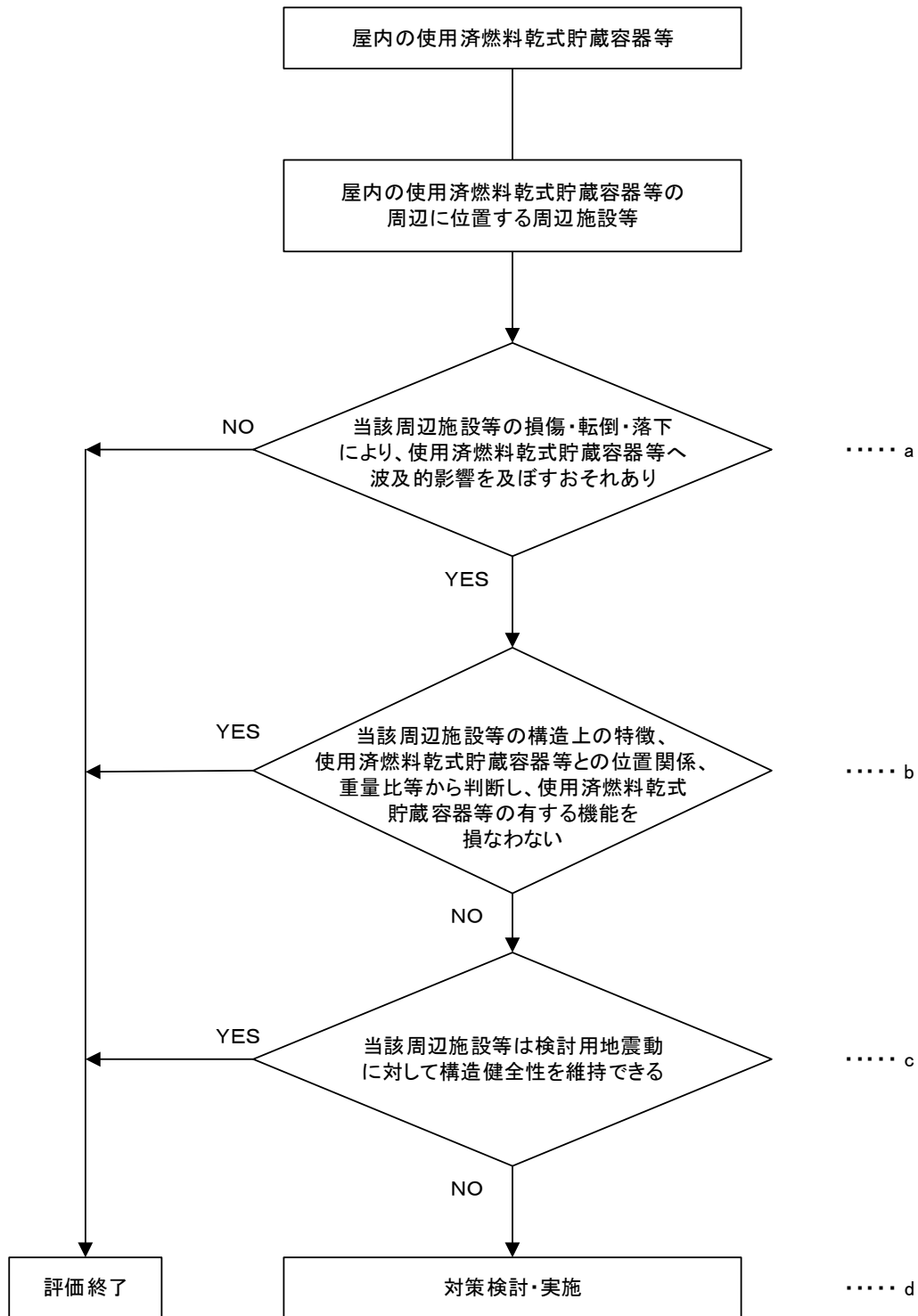
a. で抽出された周辺施設等について、構造上の特徴、使用済燃料乾式貯蔵容器等との位置関係、重量比等を踏まえて、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の使用済燃料乾式貯蔵容器等への影響を評価し、使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なうおそれがないことを確認する。

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

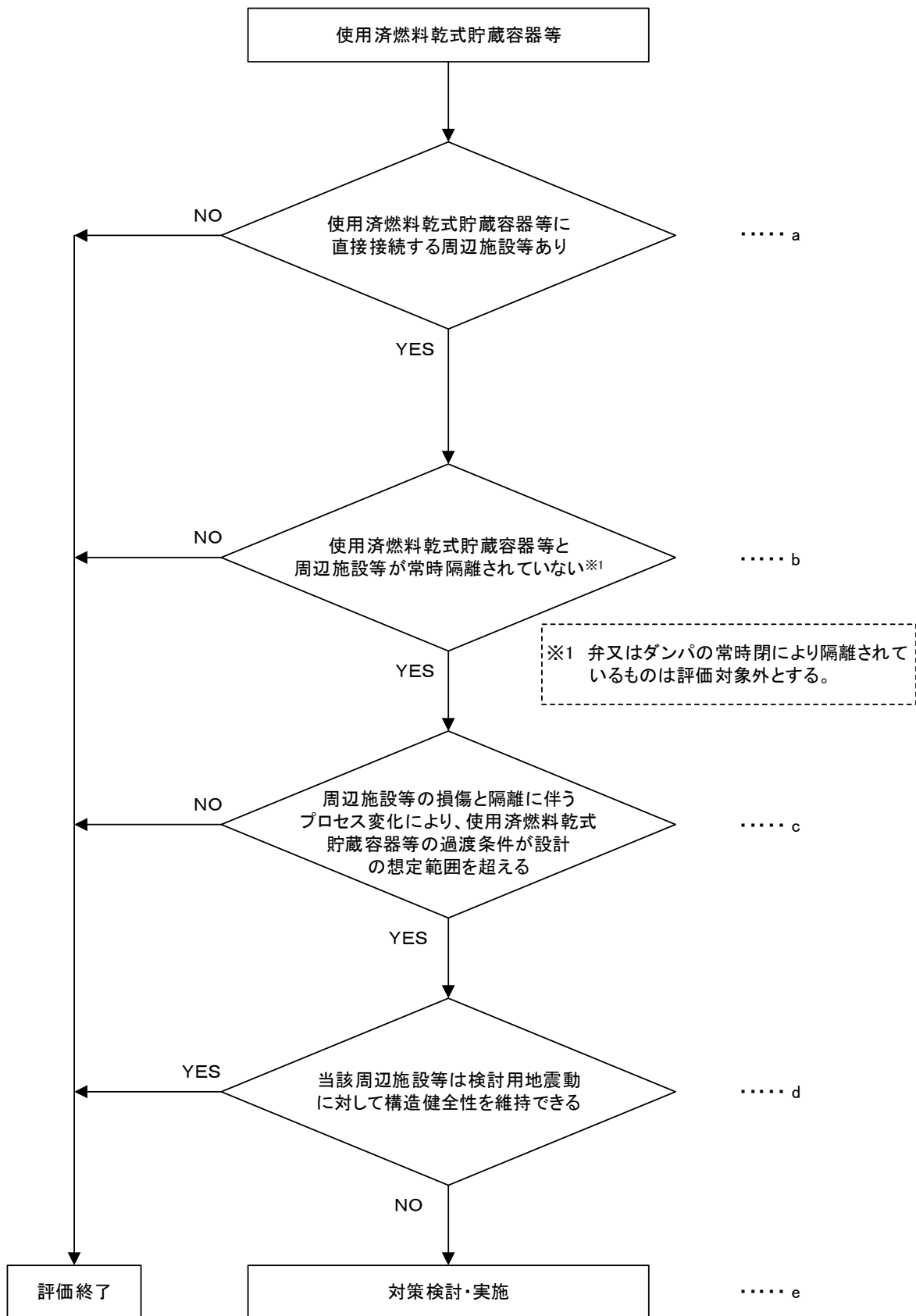
b. で抽出した周辺施設等について、周辺施設等が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化による使用済燃料乾式貯蔵容器等の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。

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

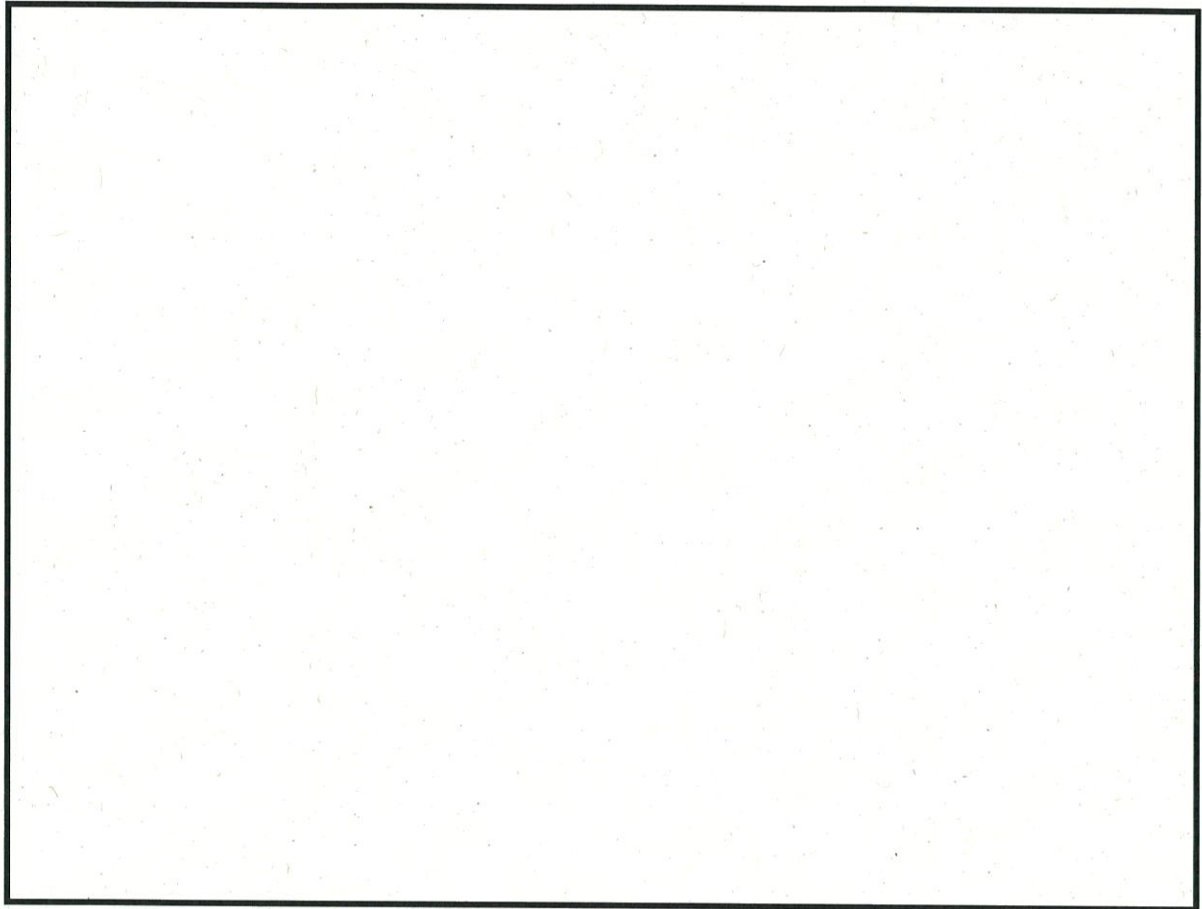
ろ過水タンクは、使用済燃料乾式貯蔵建屋南側 EL. 20m 盤に設置された耐震Cクラスの屋外タンクであるが、使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して十分な離隔距離を有していることから、波及的影響を及ぼすおそれはない。

(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

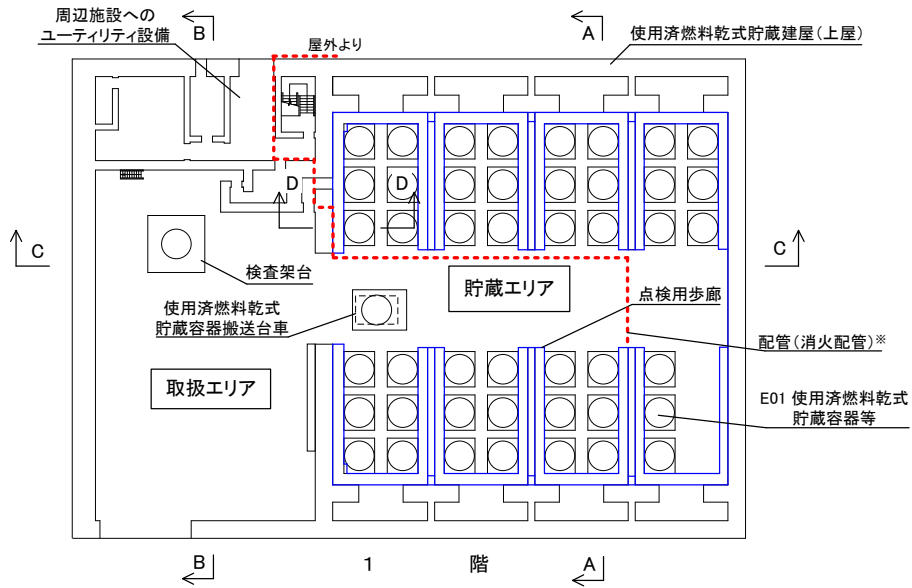
第5-2図のフローに従い、机上検討をもとに、使用済燃料乾式貯蔵建屋と周辺施設等を渡って敷設されている配管等を抽出する。

(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。

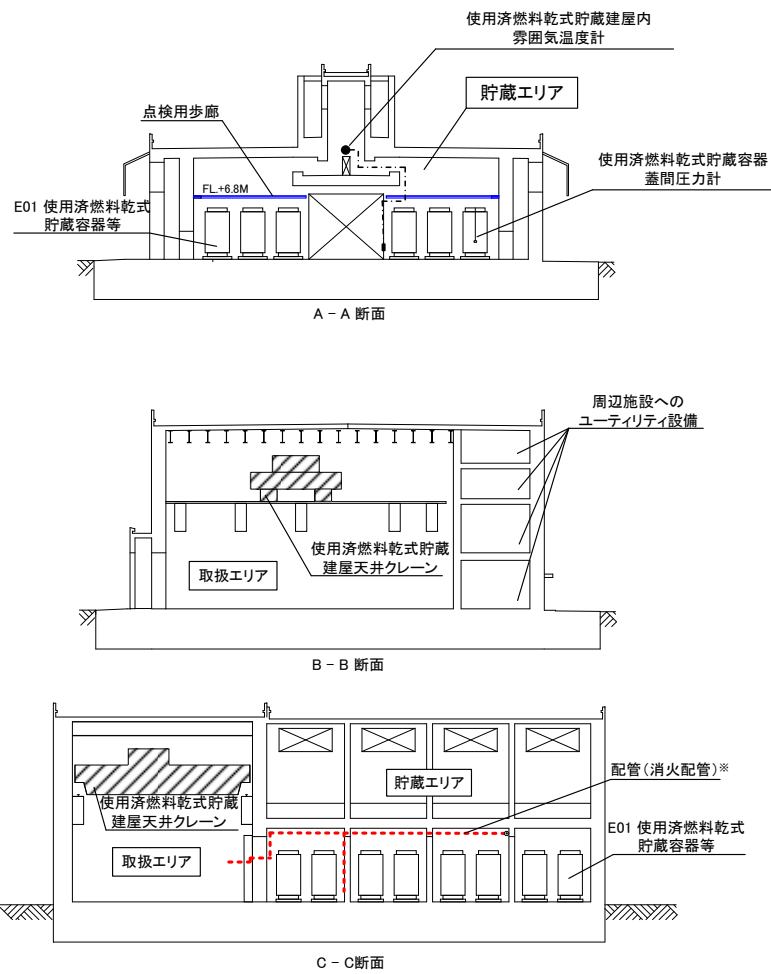
(3) 施設の損傷、転倒及び落下等による影響（屋内）

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

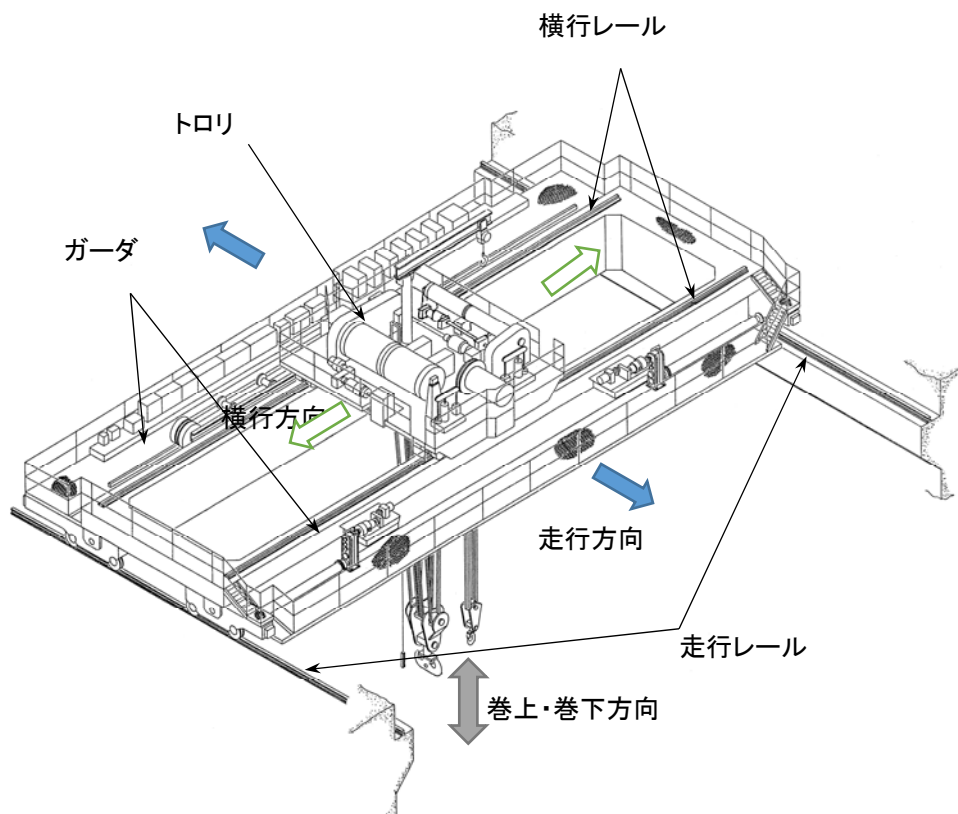
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンは、取扱エリアにおいて使用済燃料乾式貯蔵容器を取り扱うものであり、使用済燃料乾式貯蔵建屋の貯蔵エリアには走行レールを敷設せず、貯蔵エリア上を走行することができない構造とし、取扱エリアと貯蔵エリアは mm の壁で完全に仕切られる設計とするため、貯蔵エリアにおいては、使用済燃料乾式貯蔵容器へ波及的影響を及ぼすおそれはない。(第 6-3 図)

取扱エリアにおいては、使用済燃料乾式貯蔵容器を取り扱うために取り扱い中の使用済燃料乾式貯蔵容器の上方に移動するが、走行及び横行レールからガード及びトロリが浮き上がることがないように浮き上がり防止機能を設ける等の落下防止対策を講じる。さらに、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが落下しないよう配慮した上で自然現象に対して頑健な使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造が維持されることで、走行レール間距離は維持されるため、ガードは落下しない構造が維持される。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、トロリが落下しない構造が維持される。(第 6-4 図)

次に、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か検討する。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 6-5 図及び第 6-6 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 5×10^{-4} /年を適用する。その上で、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 5×10^{-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。

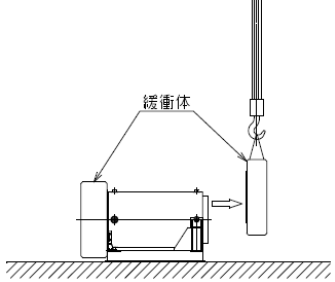
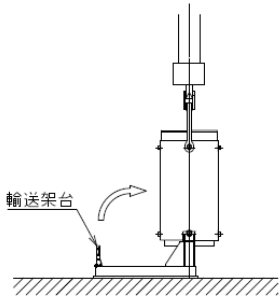
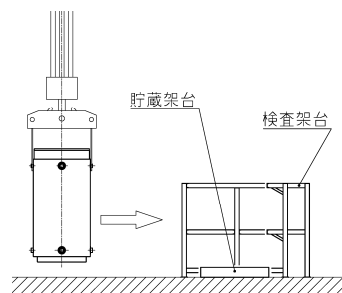
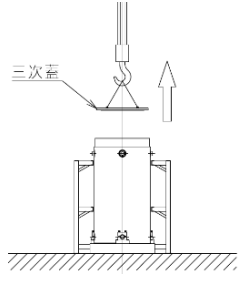
なお、仮に使用済燃料乾式貯蔵容器に対して、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンのトロリ^{*}が落下したとしても使用済燃料乾式貯蔵容器の機能に影響がないことを、設置（変更）許可審査時に確認しており、その確認内容について、「伊方発電所3号炉 設置許可基準規則等への適合性について（使用済燃料乾式貯蔵施設）（令和2年5月）」の「16条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設」の抜粋を示す。（別紙）

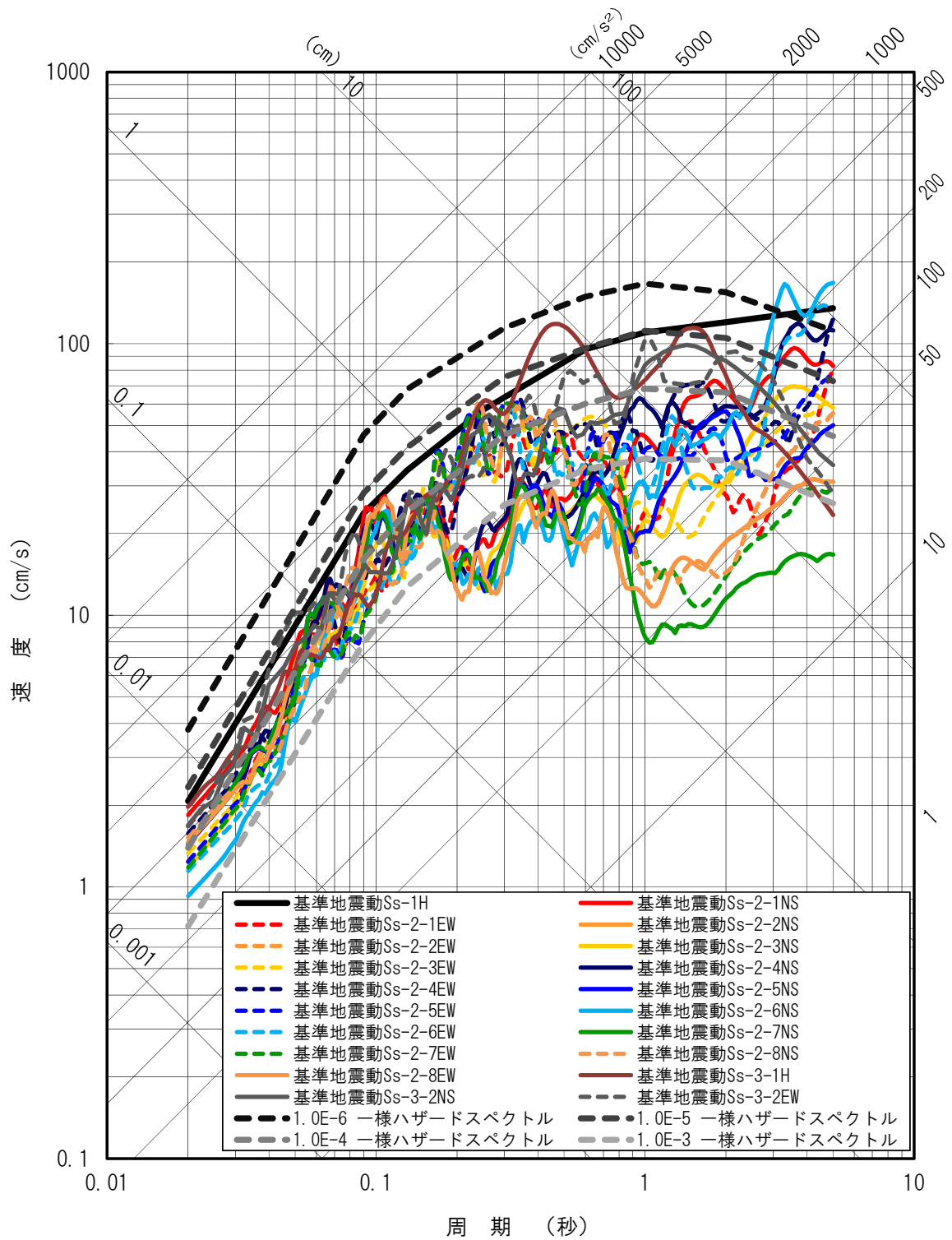
※使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンの主要部分であるトロリは、クレーンフック等と比べて、重量が大きいこと、及び落下高さが高いことから、評価対象とした。



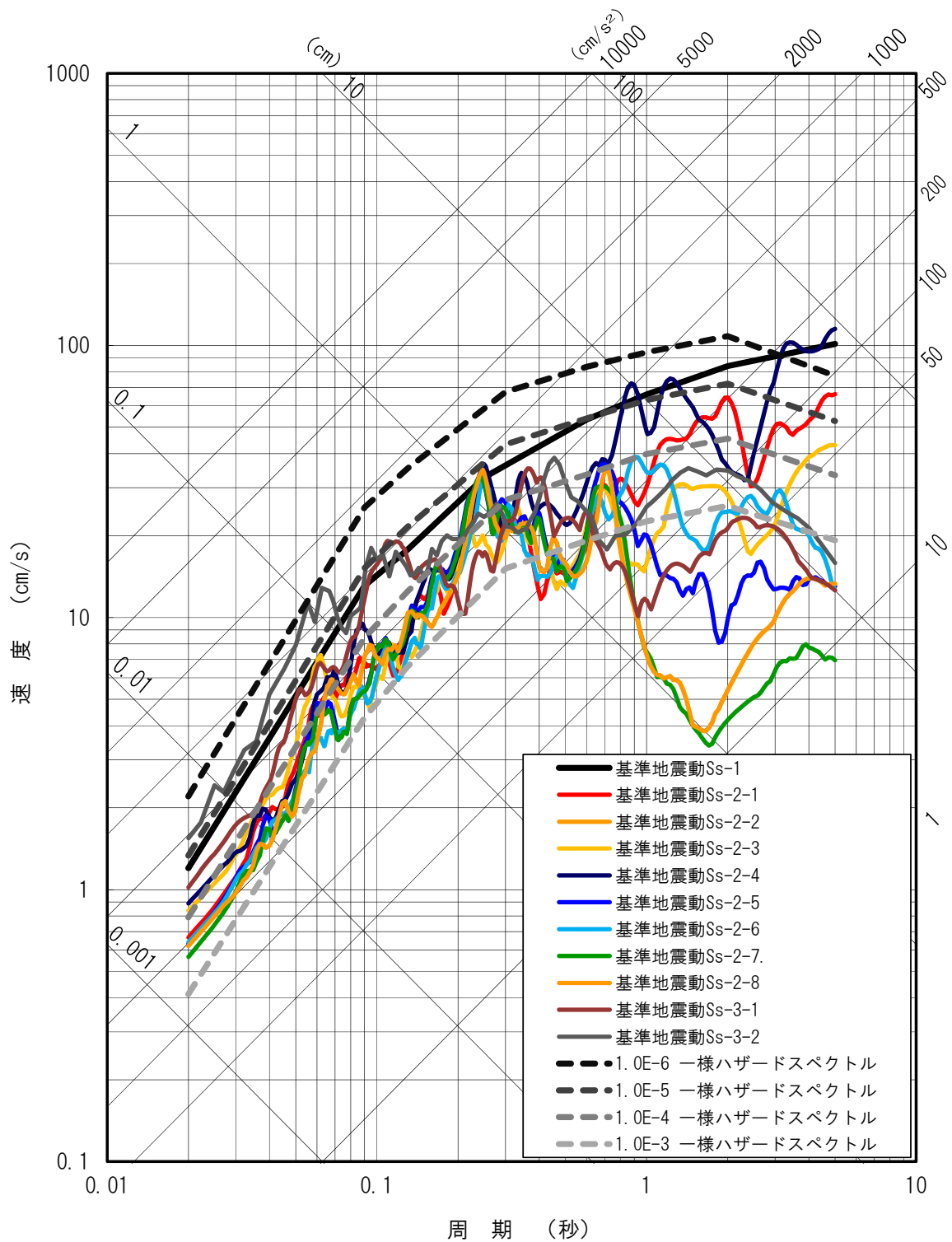
第 6-4 図 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンの構造イメージ

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 	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 	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 	クレーン巻き上げ 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 	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6-5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 (水平方向)



第6-6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）

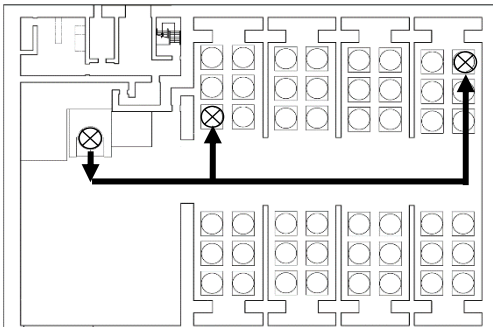
（第 6-2 表参照）と想定される。ここで、基準地震動 S_s の発生確率は、第 6-5 図及び第 6-6 図に示す伊方発電所の地震ハザード解析から得られる超過確率を参照し、JEAG4601・補-1984 で記載されている S_2 の発生確率 ($5 \times 10^{-4} \sim 10^{-5} / \text{サイト} \cdot \text{年}$) を S_s の超過確率に読み替え、最大値である $5 \times 10^{-4} / \text{年}$ を適用する。

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 $5 \times 10^{-4} / \text{年} \times 1.5 \text{ 時間} \div (365 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間})$ で算出され、 $10^{-7} / \text{年}$ 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^{*}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 (約 25m～約 65m)	約 22 分

(4) 検査架台

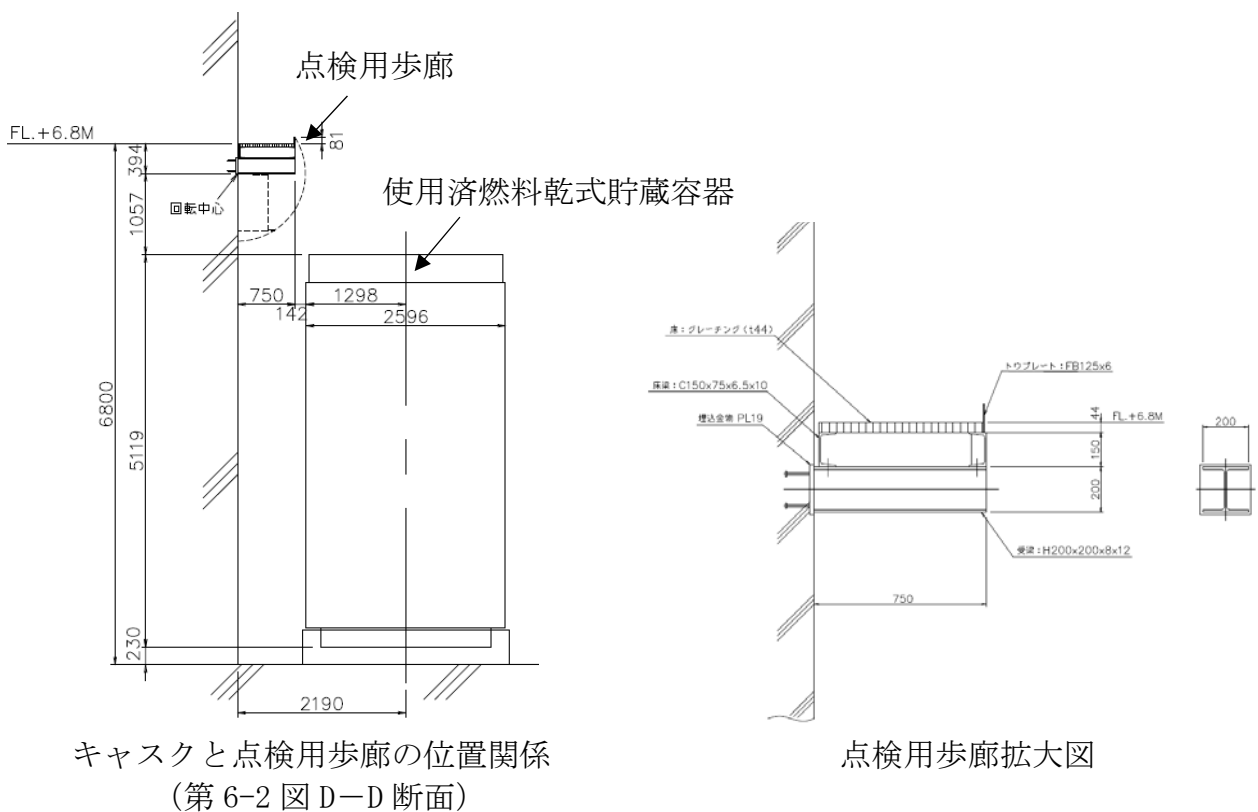
検査架台は、使用済燃料乾式貯蔵容器の検査等のため、使用済燃料乾式貯蔵容器の周囲に配置されるものである。

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6-7図)



第6-7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 (○：あり、×：なし)	備考
			損傷・転倒・落下	
O01	使用済燃料乾式貯蔵建屋 (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)	-	×	
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 周辺施設等	評価結果	備考
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	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 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 周辺施設等	検討用 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

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密または防護上の機密に属しますので公開できません。

伊方発電所 3 号炉
設置許可基準規則等への適合性について
(使用済燃料乾式貯蔵施設)

令和 2 年 5 月
四国電力株式会社

16 条

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

乾式貯蔵建屋取扱エリアにおける乾式貯蔵建屋
天井クレーンによる乾式キャスクに対する
波及的影響について

3. 乾式貯蔵建屋天井クレーンの落下による影響について

1、2より、構造上および運用上においても、取扱エリアで乾式キャスク上に乾式貯蔵建屋天井クレーンが落下することは無いと考えているが、仮に、落下した際の影響を以下の観点から評価した。

- ・乾式キャスクの頑健性を確認する観点から、乾式キャスクを検査架台に設置した状態で、乾式貯蔵建屋天井クレーンの主要部分であるトロリ^{※2}を落下させた場合の閉じ込め機能維持評価
- ・乾式キャスク内の燃料集合体が全数破損（被覆管 100%破損、ペレットからの放出率 100%）し、且つ、乾式キャスクの閉じ込め機能が喪失した場合の敷地境界線量への影響評価

※2：乾式貯蔵建屋天井クレーンの主要部分であるトロリは、クレーンフック等と比べて、重量が大きいこと、及び落下高さが高いことから、評価対象とした。

(1) 乾式キャスクの閉じ込め機能維持評価（天井クレーンのトロリ落下）

乾式キャスクを検査架台に設置した状態で、乾式貯蔵建屋天井クレーンの主要部分であるトロリを落下させた場合に、乾式キャスクの閉じ込め機能維持について、図6及び表1に示すモデル及び緒元を用いてLS-DYNAにより衝突解析を行い、表2に示すとおり各部材について基準値を満足することを確認した。LS-DYNAでの解析の妥当性については別紙2に示す。

ここで、閉じ込め機能を維持する部材である一次蓋シール部（胴側）、一次蓋シール部（蓋側）及び一次蓋ボルトについては、閉じ込め機能維持のため、密封境界部がおおむね弾性範囲内^{※3}であることが要求事項であり、おおむね弾性範囲である0.2%ひずみ以内であることを基準とした。

※3：「原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド」の以下の【確認内容】を参考に、0.2%ひずみ以内であることを基準とした。

【確認内容】

“衝突物又は落下物による兼用キャスクへの衝突荷重に対して、密封境界部がおおむね弾性範囲内であること。”

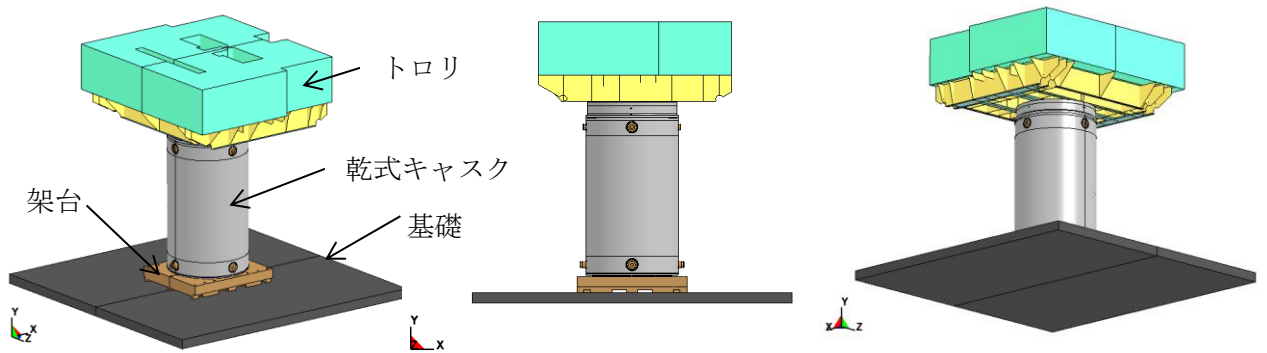


図6. トロリ落下衝突解析に係るモデル

表1. 解析緒元

部材	質量	材質	落下高さ
トロリ (落下物)	57 ton	SS400	9 m
乾式キャスク	117 ton	GLF1 (本体胴、蓋)	—
貯蔵架台	18 ton	SF490	—
基礎	—	コンクリート	—

表2. 評価結果

機能	対象部位	評価指標・基準		評価結果 ^(注1)
閉じ込め	一次蓋シール部 (胴側)	相当塑性 ひずみ	おおむね弾性 範囲内 (ひずみ 0.2%以下)	○ (ひずみ 0.00%)
	一次蓋シール部 (蓋側)			○ (ひずみ 0.00%)
	一次蓋ボルト			○ (ひずみ 0.01% ^(注2))

(注1) : 小数点以下第3位を切り上げ

(注2) : 一次蓋ボルトに残留する塑性ひずみは0.2%以下であること、かつ、残留した塑性ひずみは局所的であることから、閉じ込め機能に影響はない。

動的解析手法(LS-DYNA)の検証

1. 検証方針

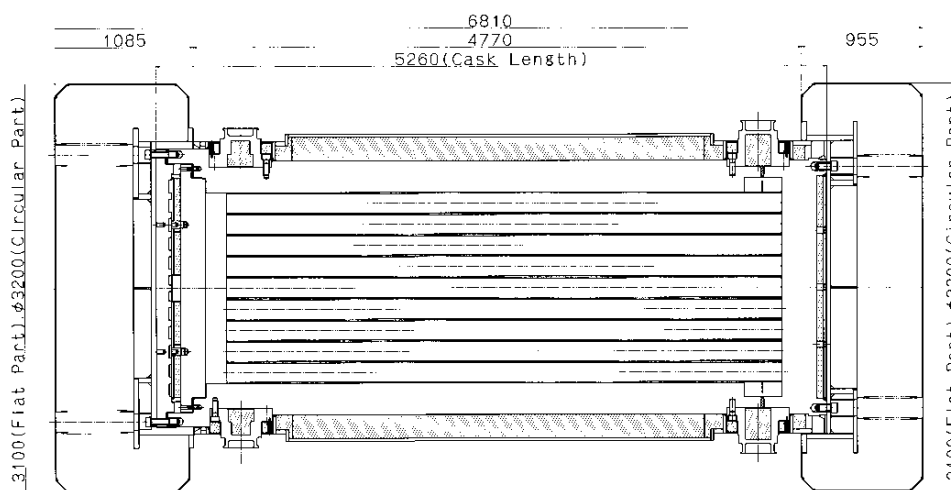
MSF 型キャスクの動的解析手法は、実規模スケールモデルを用いた落下試験で計測された蓋密封部のひずみを基に動的解析による落下試験再現解析を実施し、その結果と比較することで評価手法の妥当性を検証している。以下に検証内容を記載する。

2. 落下試験

2.1. 落下試験モデル

落下試験モデルとして、MSF 型キャスク（プロトタイプ）を実規模スケールで模擬した実規模スケールモデルを用いた。落下試験モデルの外形図を図 1 に示す。

本体は、胴（鍛造材）－レジン層－外筒（炭素鋼）から構成され、胴と外筒の間には銅製の伝熱フィンが溶接されている。蓋密封部は、一次蓋と二次蓋の二重構造とし、本体胴フランジに、金属ガスケットを取り付けた一次蓋及び二次蓋をボルトにより締結することで密封性を維持する構造としている。



(総重量：127.3ton)

図 1 落下試験モデルの外形図

2.2. 落下試験条件

IAEA 輸送規則に従い、9.3m からの落下試験を実施した。落下試験状態図を図 2 に示す。

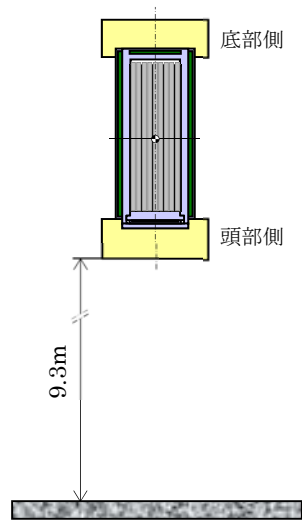


図 2 落下試験状態図

2.3. 落下試験結果

9.3m 頭部垂直落下の試験時の試験体写真を図 3 に示す。試験結果は 3 項の解析結果と併せて記載する。



図 3 9.3m 頭部垂直落下試験時の試験体写真

3. 落下解析

(1) 解析モデル

蓋、ボルト、胴本体、内部収納物(バスケット及び模擬重量体)、外筒、レジン、上部緩衝体内鋼板、木材及び緩衝体外鋼板をモデル化した。下部緩衝体については、内鋼板のみをモデル化した。下部緩衝体解析モデルの重量が、設計重量と等価になるように、内鋼板の密度を調整した。図4に解析モデルを示す。

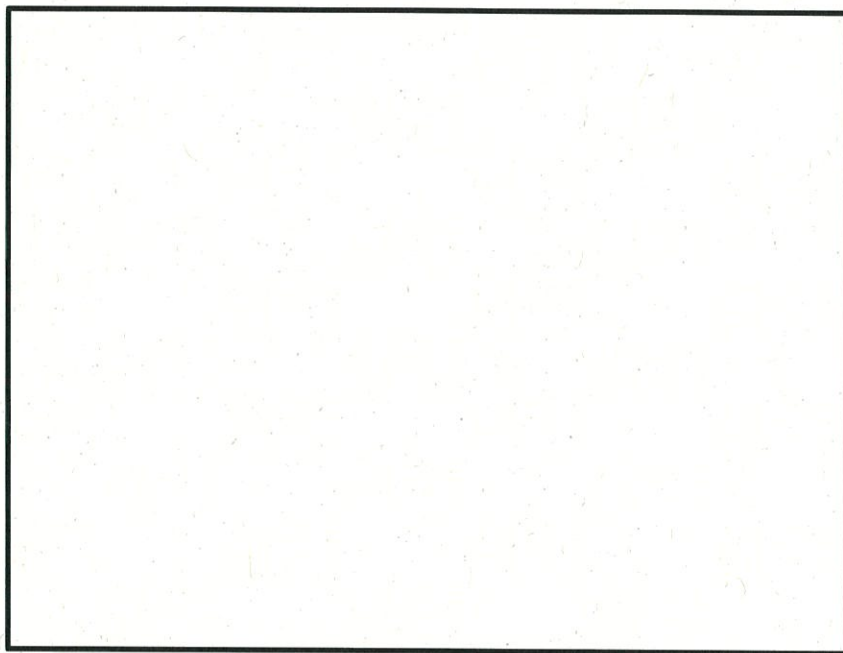


図4 9.3m 頭部垂直落下の解析モデル

(2) 初速度条件

9.3m 落下高さの位置エネルギーがすべて運動エネルギーに変換されたと考え、13.5m/s の初期速度を与える。

(3) 寸法及び材料

製作時の寸法を用いてモデル化した。材料の応力-ひずみ関係は、実際の引張試験の結果に基づいて設定した。

(4) 検証結果

a. 加速度

図5に加速度時刻歴の試験結果と解析結果の比較を示す。内部収納物が蓋に衝突する前のキャスク胴体中央の落下方向の加速度は、試験と解析で得られた最大加速度で10%の精度で再現できている。つまり、上部緩衝体から蓋への荷重が、解析で精度良く評価できていることを示している。一方、内部収納物の蓋への衝突の影響については、内部収納物が蓋に衝突するタイミングは一致しているものの、加速度応答に差がある。この原因は以下の通りと推定される。解析では燃料の全数とバスケットセルの全数が同時に一次蓋へ衝突しているため、加速度が急激に大きくな

っている。一方、試験では、燃料とバスケットセルが個別に一次蓋へ衝突し、ややなだらかな加速度応答になっているものと考えられる。このため、加速度の最大値に差異が生じたと考えられる。

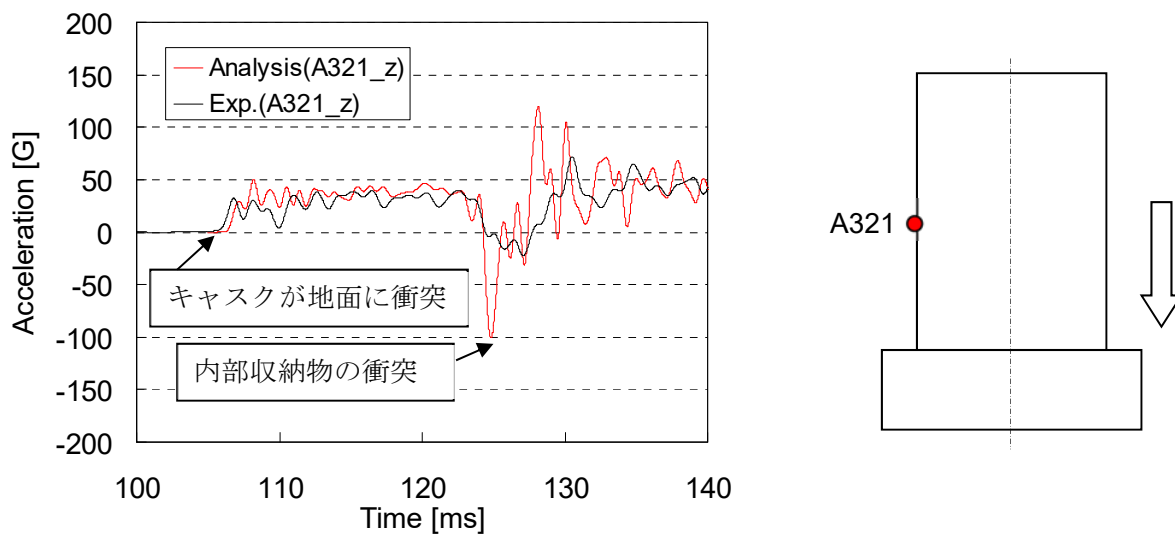


図5 9.3m 垂直落下加速度時刻歴の比較

b. ひずみ

フランジ根元及び蓋等の代表的なひずみに関する解析結果と試験結果の比較を以降に示す。

一次蓋中央のひずみの解析結果と試験結果の比較を図 6 に示す。一次蓋の最大ひずみは、試験と解析で±10%で一致している。ただし、試験で得られた E121 の X 方向のひずみのみが、解析結果のひずみに比べて大きい結果となっている。この原因は以下の通りと推定される。

解析では燃料の全数とバスケットセルの全数が同時に蓋に衝突する条件としている。一方、試験では、燃料とバスケットセルが個別に衝突したため、蓋が一様に変形せず E121 の X 方向と Y 方向のひずみ量に差異が生じたと推定される。

また、解析では E121 の X 方向のひずみが 2000 μ 以下であり弾性範囲内であるが、試験ではひずみが 2000 μ を超過しており最大約 3500 μ のひずみが発生している。E121 の X 方向以外の 3 データの最大ひずみは±10%の範囲内に入っていることから、X 方向と Y 方向の変形に大きな差はなかったものと推定される。E121 の X 方向については、ひずみが塑性域に入ったためにより大きなひずみが発生し、試験と解析で誤差が大きくなったと推定される。

二次蓋中央のひずみの解析結果と試験結果の比較を図 7 に示す。試験で得られた二次蓋のひずみは一次蓋のひずみと同じ時刻及び同じ方向に生じており、一次蓋の変形により一次蓋と二次蓋が衝突し同じ方向に変形が生じていることが読み取れる。解析で得られた二次蓋のひずみも同様に、一次蓋のひずみと同じ時刻及び同じ方向に生じており、一次蓋の変形に伴う二次蓋の衝突挙動が再現できている。

ただし、解析では燃料の全数とバスケットセルの全数が同時に一次蓋に衝突しているが、試験では燃料とバスケットセルが個別に衝突していると推定されるため、解析で得られた最大ひずみの方が試験よりも大きく、かつ、その発生時刻が早くなっている。

フランジ根元のひずみの解析結果と試験結果の比較を図 8 に示す。落下方向(Z 方向)及び周方向(θ 方向)のひずみが、試験と解析で±10%で一致しており、解析でよく再現されている。

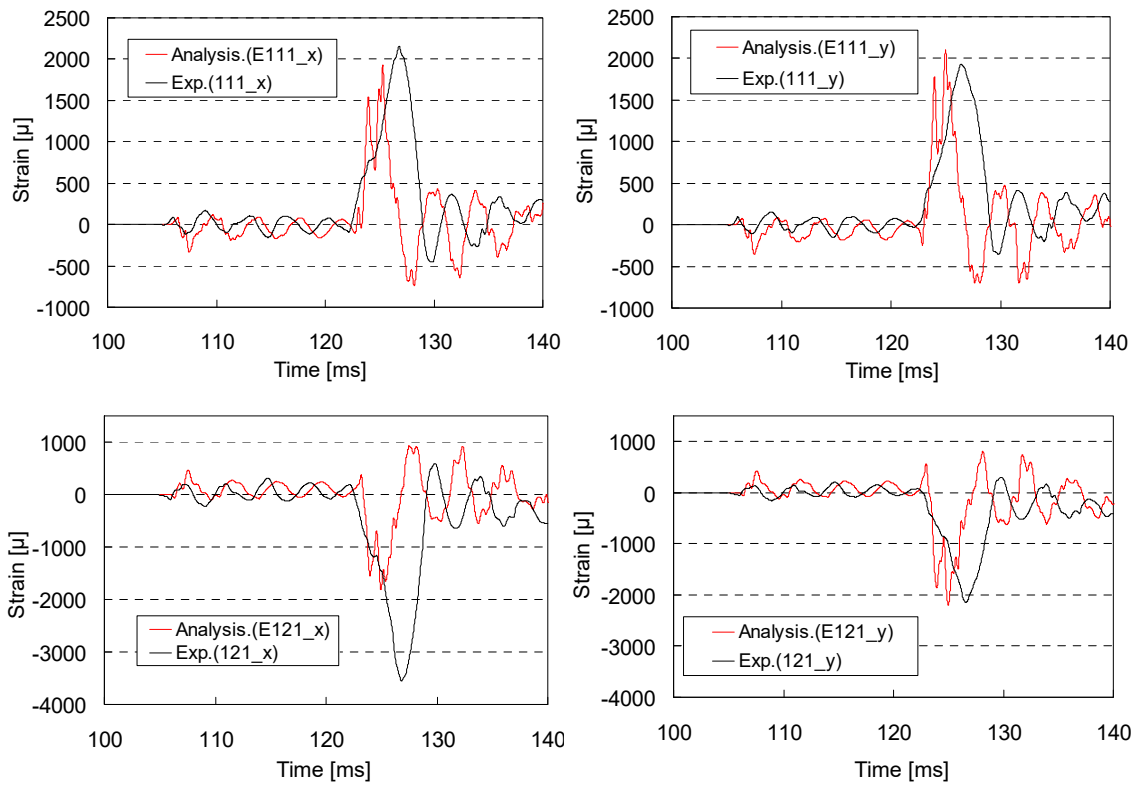
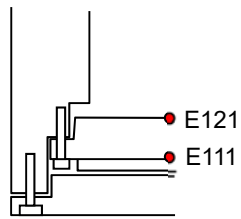


図6 9.3m 垂直落下時の一次蓋ひずみ時刻歴の比較

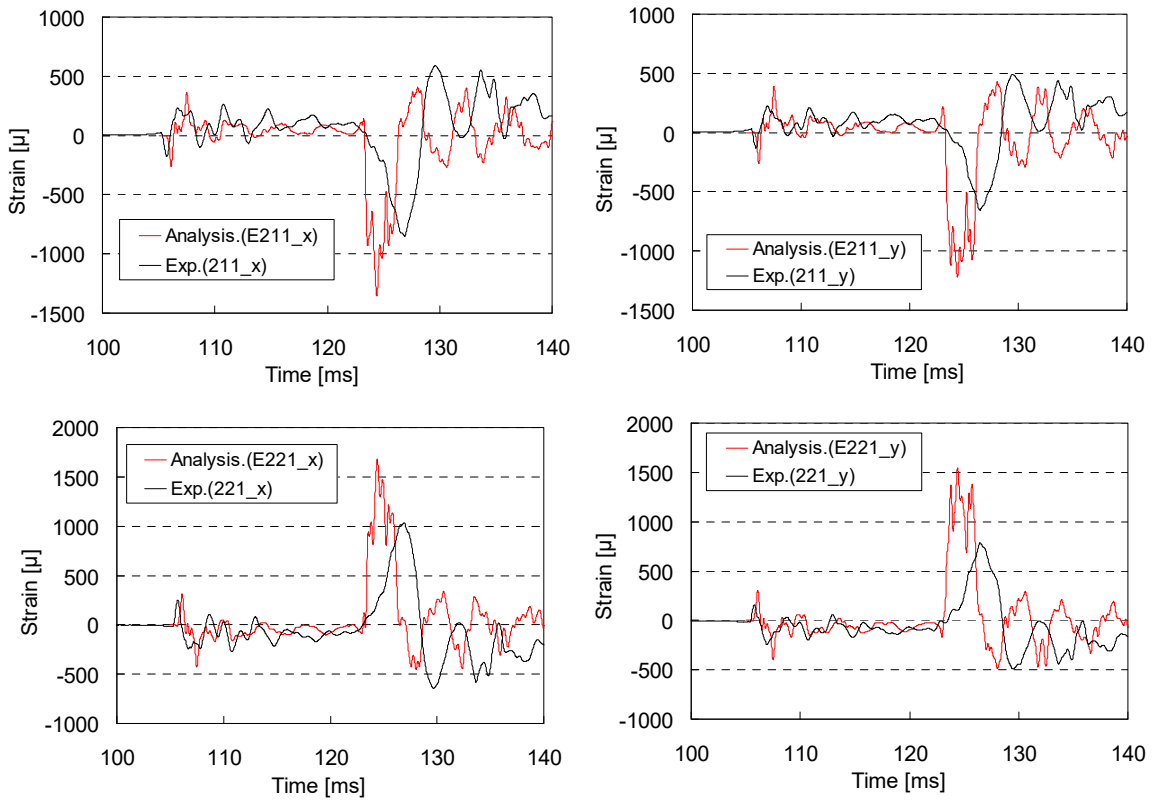
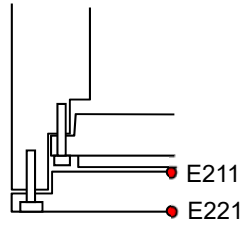


図7 9.3m 垂直落下時の二次蓋ひずみ時刻歴の比較

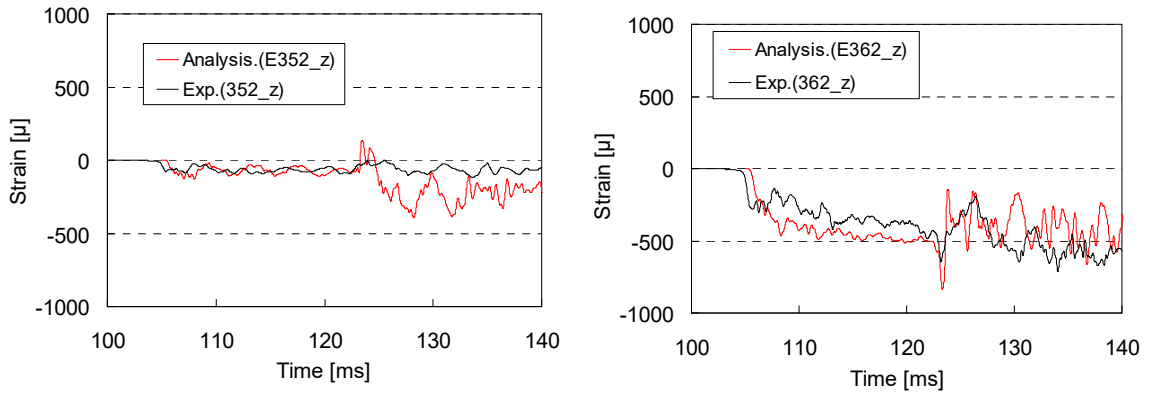
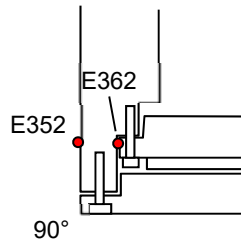


図8 9.3m 垂直落下時の胴フランジひずみ時刻歴の比較

4. 落下解析に対する動的解析の検証

落下試験において、密封境界部周辺（胴フランジや蓋）のひずみを測定し、解析結果と比較することで動的解析手法の検証を行った。また、キャスク全体の挙動を検証する観点で加速度の比較を行った。

上述のとおり、落下試験の計測結果と解析結果を比較した結果、落下挙動としては内部収納物の衝突時の挙動に差異はあるものの、緩衝体からの荷重による加速度応答を再現できることを確認した。また、密封境界である胴フランジ及び蓋の変形挙動を再現できることを確認した。これらの結果により、蓋密封部の閉じ込め性能に関する評価手法として本動的落下解析手法を適用できることを検証した。

5. 天井クレーンに対する動的解析の適用性

天井クレーン落下事象は、静止している乾式キャスクの胴フランジ部へ荷重が作用する事象であるが、胴フランジに入力される荷重方向や負荷範囲は図9に示すとおり頭部垂直落下と同様であるため、落下試験により検証した動的落下解析手法は、天井クレーン落下事象にも適用可能である。

また、天井クレーン落下事象は使用済燃料集合体及びバスケットが一次蓋へ衝突する事象ではないため、使用済燃料集合体及びバスケットの挙動の違いによる影響を、本評価で考慮する必要はない。

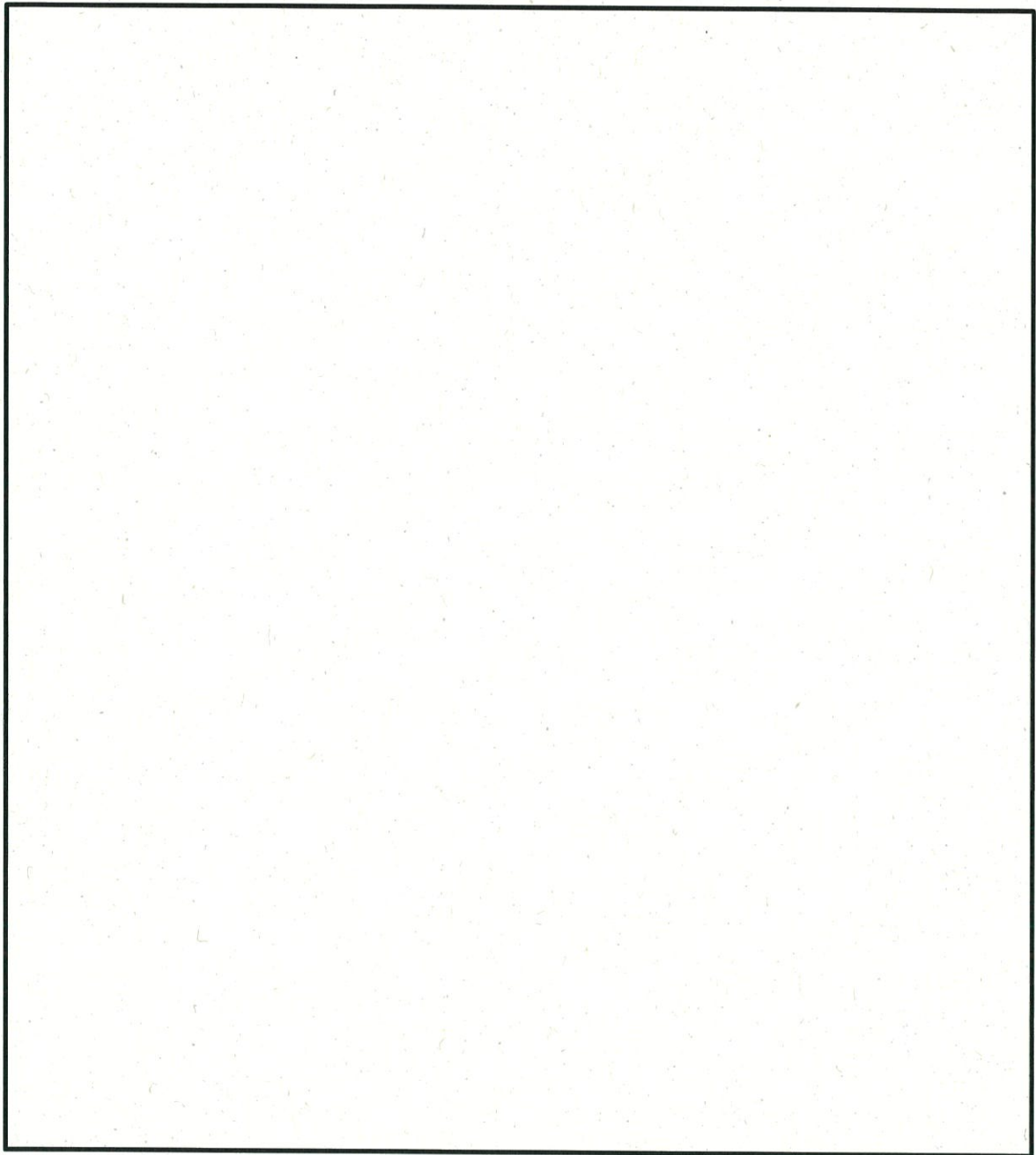


図9 荷重作用方向及び負荷範囲
(天井クレーン落下解析時と頭部垂直落下時の比較)

<参考>使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の許容限界について

1. 概要

本資料では、乾式貯蔵建屋上屋の耐震評価で使用した地震力と許容限界について、基本方針から耐震評価で使用した許容限界までの展開を示す。

2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の施設区分ごとの許容限界

使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の施設区分は以下の2つに分類される。

- 1) 波及的影響を考慮すべき施設
- 2) Cクラス施設（生体遮蔽装置、火災区域構造物及び火災区画構造物）

以下、上記分類ごとに使用した地震力及び許容限界について、基本方針から耐震評価で使用した許容限界までの展開について示す。

1) 波及的影響を考慮すべき施設としての評価

第1-1図に波及的影響を考慮すべき施設としての評価について、基本方針のうち許容限界および地震力について記載している部分の抜粋を示す。

なお、波及的影響を考慮すべき施設としての評価で用いている許容限界「最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3} 」は、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13-18-17「外周コンクリート壁（1号機）の耐震計算書」において使用実績がある。なお、前述の資料は、外周コンクリート壁（1号機）が上位クラス施設である緊急時対策所（EL. 32m）に対して、波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

2) Cクラス施設としての評価

第1-2図にCクラス施設としての評価について、基本方針のうち許容限界および地震力について記載している部分の抜粋を示す。

資料 9-1 耐震設計の基本方針

3.2 波及的影響に対する考慮

～～（中略）～～

調査・検討等を行い、波及的影響を考慮すべき施設とした周辺施設等を、資料 9-4 「設計基準対象施設の耐震重要度分類の基本方針」の第 4-1 表及び第 4-2 表に示す。これらの下位クラス施設は、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して耐震性を保持すること、又はその波及的影響を想定しても上位クラス施設の有する機能を保持することで波及的影響を防止するように設計する。この設計に適用する地震動についても同表に示す。

～～（中略）～～

以上の詳細な方針は、資料9-5「波及的影響に係る基本方針」に示す。

資料 9-5 波及的影響に係る基本方針

6. 波及的影響を考慮すべき周辺施設等の耐震設計方針

～～（中略）～～

6.3 設計用地震動又は地震力

波及的影響を考慮すべき周辺施設等においては、資料9-1「耐震設計の基本方針」の「4. 設計用地震力」に従い、施設の耐震評価に適用される地震動又は地震力を適用する。各施設の設計に適用する地震動又は地震力は、資料9-14-1「波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の耐震評価方針」に示す。

～～（中略）～～

6.5 許容限界

波及的影響を考慮すべき周辺施設等の評価に用いる許容限界設定の考え方を、以下に示す。

6.5.1 建物・構築物

建屋・構築物について、施設の構造を保つことで、周辺施設等の損傷、転倒及び落下による波及的影響を防止する場合は、終局耐力を許容限界として設定する。評価に適用する許容限界は、資料9-14-1「波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の耐震評価方針」に示す。

第 1-1 図(1/2) 添付資料抜粋(波及的影響を考慮すべき施設としての評価)

資料 9-14-1 波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等の耐震評価方針

3.3 設計用地震動又は地震力

使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋の評価に用いる設計用地震動又は地震力については、資料9-5「波及的影響に係る基本方針」に基づき、使用済燃料乾式貯蔵容器の設計に適用する地震動又は地震力として、基準地震動 S_s を適用する。

～～（中略）～～

3.5 許容限界

～～（中略）～～

3.5.1 建物・構築物

資料9-5「波及的影響に係る基本方針」の「6.5 許容限界」に基づき、終局耐力を許容限界として、鉄筋コンクリート造耐震壁を主要構造とする建物・構築物についてはJEAG4601に基づく最大せん断ひずみを設定することを基本とする。

また、使用済燃料乾式貯蔵容器等の耐震評価部位が、衝突荷重を受ける場合、資料9-9「機能維持の基本方針」に示す許容値を満足するよう設定する。

第 1-1 図(2/2) 添付資料抜粋(波及的影響を考慮すべき施設としての評価)

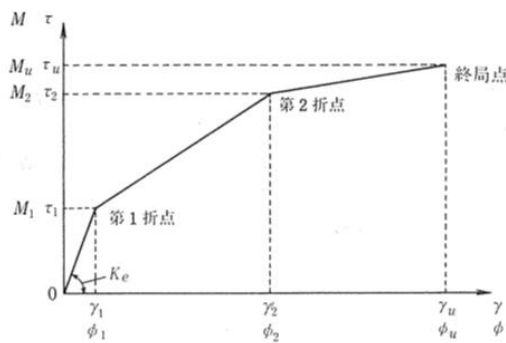


図 5.2.5-2 トリリニアール・スケルトンカーブ

ここに、 n ：ヤング係数比、 σ_H ：横方向軸圧縮応力である。対応するせん断ひずみは以下のように定める。

$$\gamma_H = 4.0 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (5.2.5-12)$$

<参考> JEAG4601 に基づく最大せん断ひずみ
(JEAG4601-1987 pp. 354 より抜粋)

資料 9-1 耐震設計の基本方針

2. 耐震設計の基本方針

2.1 基本方針

～～（中略）～～

(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。

～～（中略）～～

(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Sd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。

C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。

5. 機能維持の基本方針

～～（中略）～～

5.1 構造強度

発電用原子炉施設は、設計基準対象施設の耐震重要度分類に応じた地震動に伴う地震力による荷重と地震力以外の荷重の組合せを適切に考慮した上で、構造強度を確保する設計とする。また、変位及び変形に対し、設計上の配慮を行う。自然現象に関する組合せは、資料2-1「発電用原子炉施設の自然現象等への配慮に関する説明書」に従う。具体的な荷重の組合せと許容限界は資料9-9「機能維持の基本方針」の第3-1表に示す。

第 1-2 図(1/2) 添付資料抜粋(Cクラス施設としての評価)

機資料9-9 機能維持の基本方針

3. 構造強度

3.1 構造強度上の制限

～～（中略）～～

第3-1表 荷重の組合せ及び許容限界

(1) 建物・構築物

	耐震クラス	荷重の組合せ	許容限界	
			建物・構築物	基礎地盤の支持性能
建物・構築物	Sクラスの 間接支持構 造物	$G+P+K_S$	部材に生じる応力が終局耐力に対し適切な安全余裕を有していること若しくは部材に生じる応力又はひずみがCCV規格における荷重状態IVの許容値を超えないこととする。	地盤の極限支持力度に対して適切な安全余裕を持たせる。
	Cクラス	$G+P+K_C$	部材に生じる応力が <u>短期許容応力度に基づく許容値</u> を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

K_S : 基準地震動 S_s による地震力

K_C : 耐震Cクラスの施設に適用される静的地震力

第 1-2 図(2/2) 添付資料抜粋(Cクラス施設としての評価)