

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3月25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3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(回答箇所抜粋) |
| 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(回答箇所抜粋) |
| 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

1-4 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

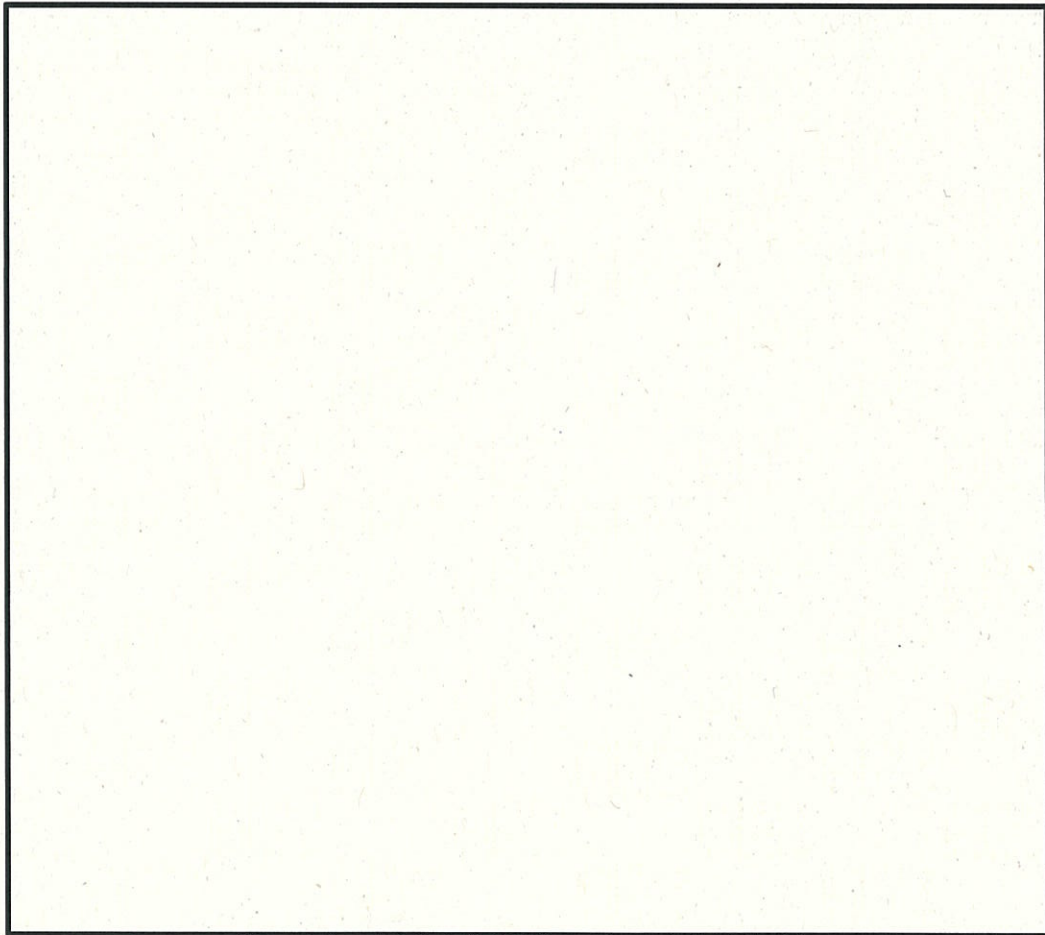
目 次

	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 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

3. 使用済燃料乾式貯蔵建屋のせん断スケルトンカーブの設定について

3.1 水平モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮して基礎底面に地盤の水平及び回転ばねを設けた多質点系の曲げせん断棒モデルとしている。地震応答解析モデルを第3-1図、解析モデルの諸元を第3-1表に示す。また、せん断断面積として考慮する壁の位置を第3-2図に示す。なお、排気口付近のバットレス部分のせん断断面積は、層における上端と下端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を設定している。第3-3図にバットレス部分のせん断断面積の設定方法の概念図を示す。



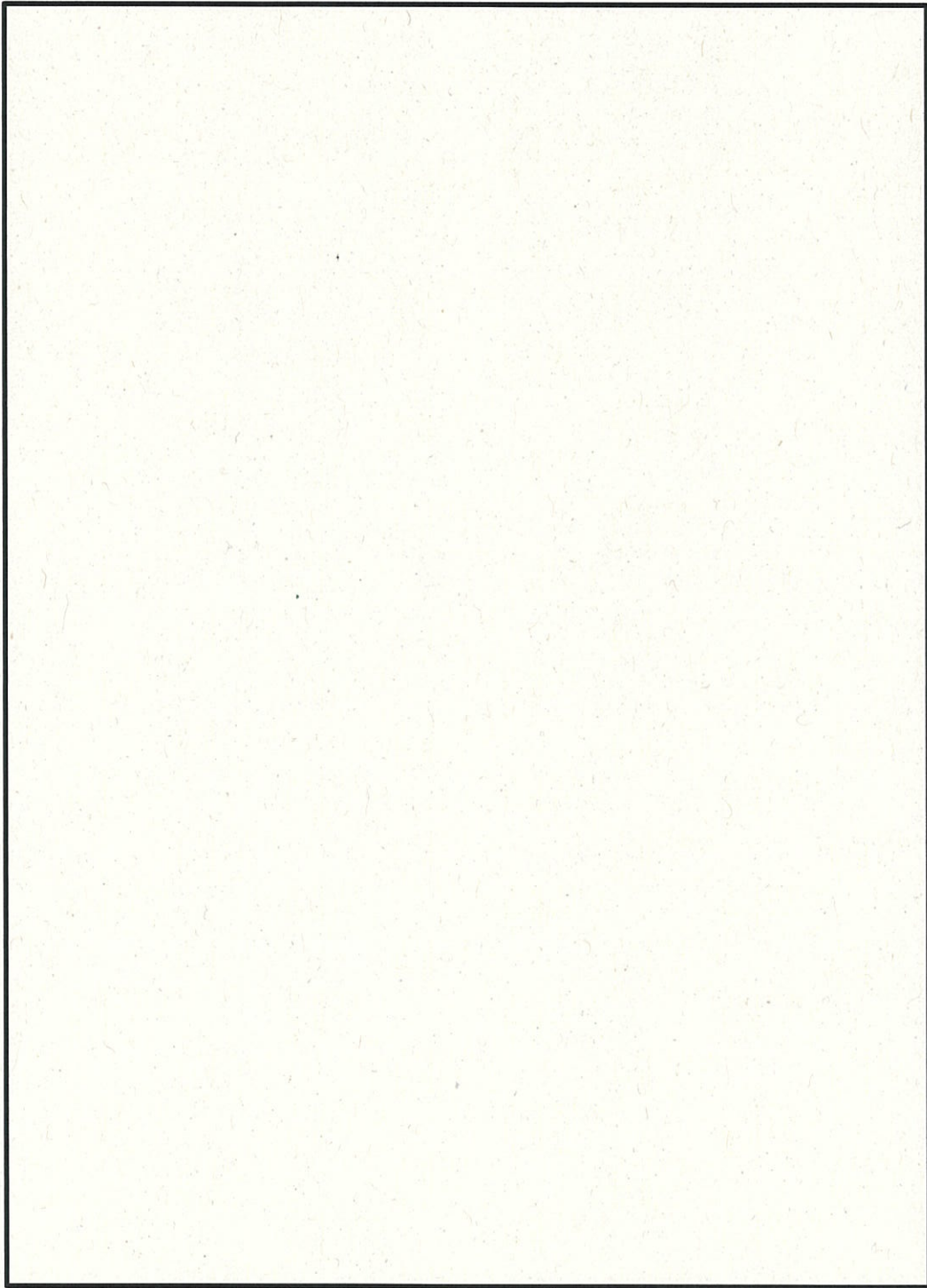
第3-1図 地震応答解析モデル（水平方向）

第3-1表 (1/2) 地震応答解析モデル諸元

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

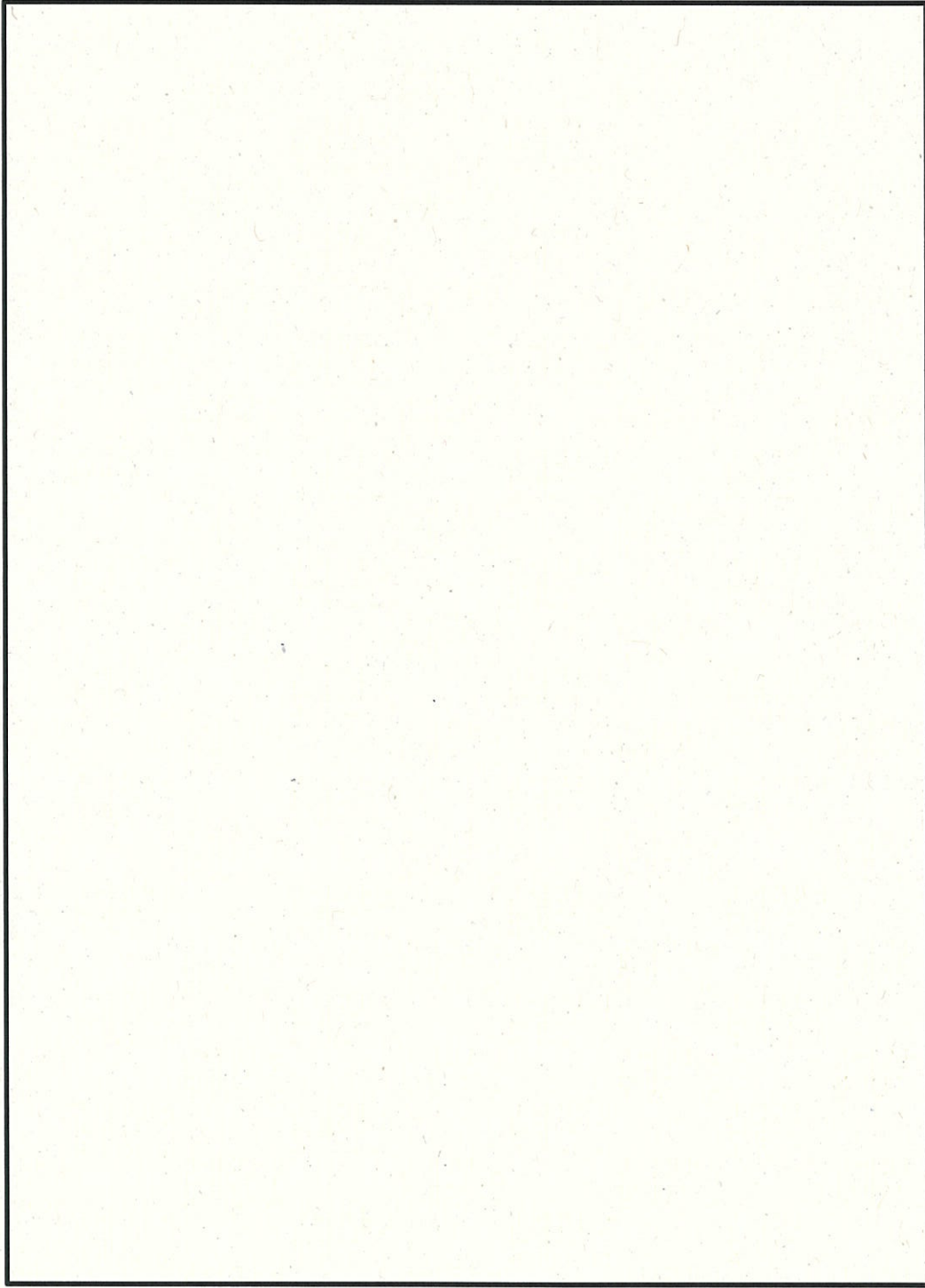
第3-1表 (2/2) 地震応答解析モデル諸元

部材 番号	せん断断面積 (m ²)		断面積 (m ²)
	EW 方向	NS 方向	
1	196	156	316
2	209	175	348
3	295	287	522
4	282	283	491
5	274	275	484



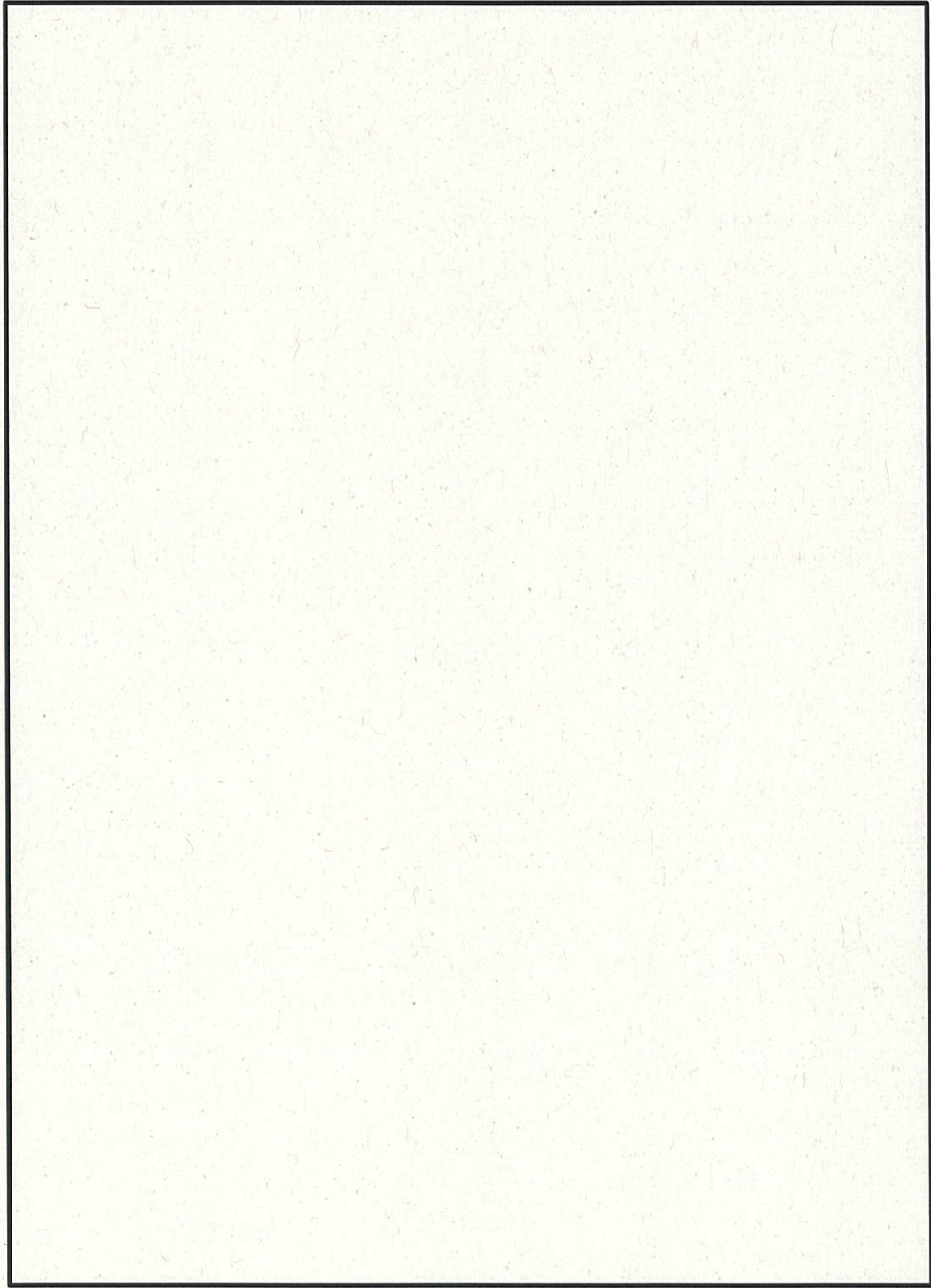
■ : せん断断面積として考慮する部分

第3-2図 せん断断面積として考慮する壁の位置 (部材番号1)



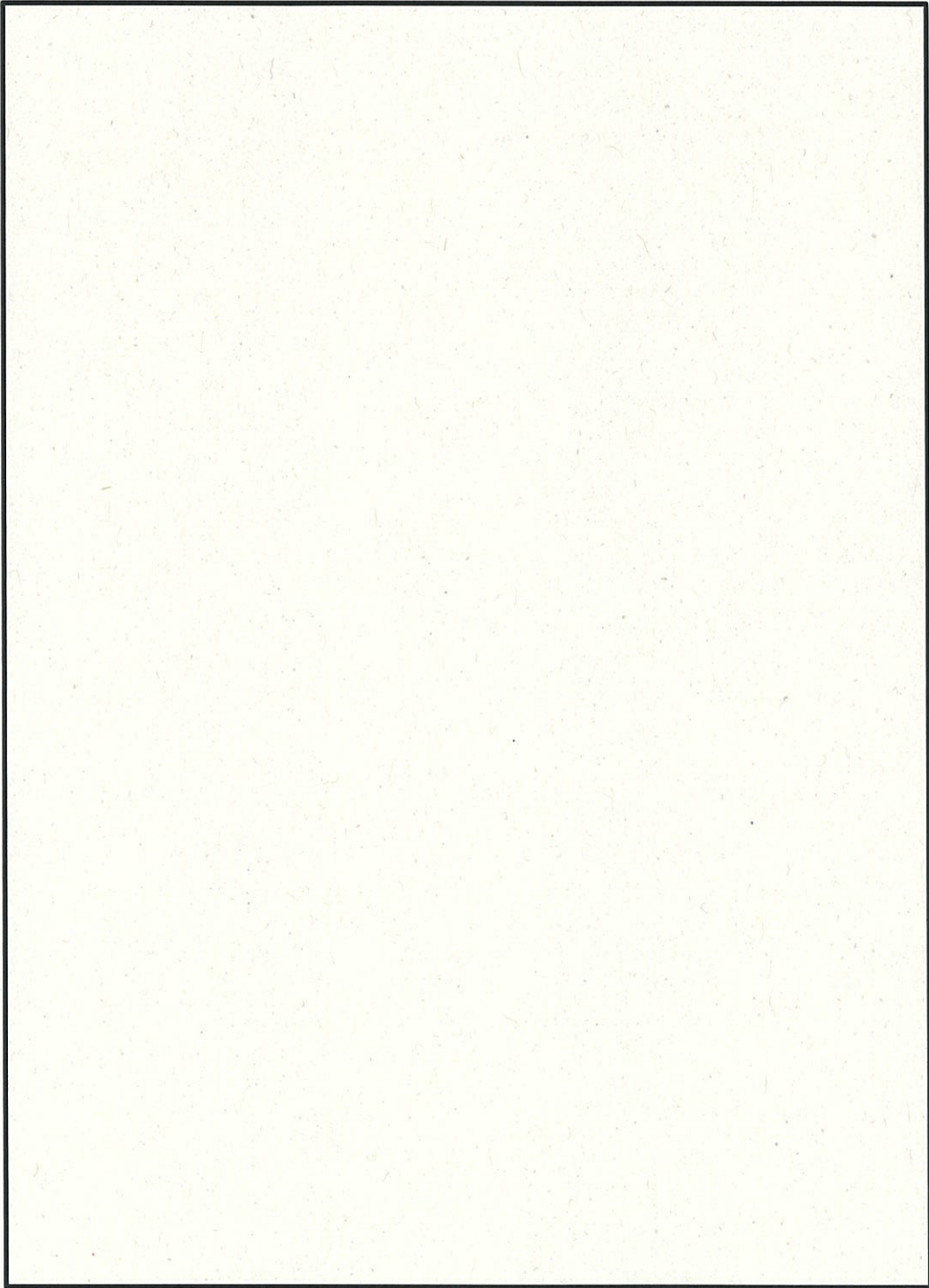
■ : せん断断面積として考慮する部分

第 3-2 図 せん断断面積として考慮する壁の位置 (部材番号 2)



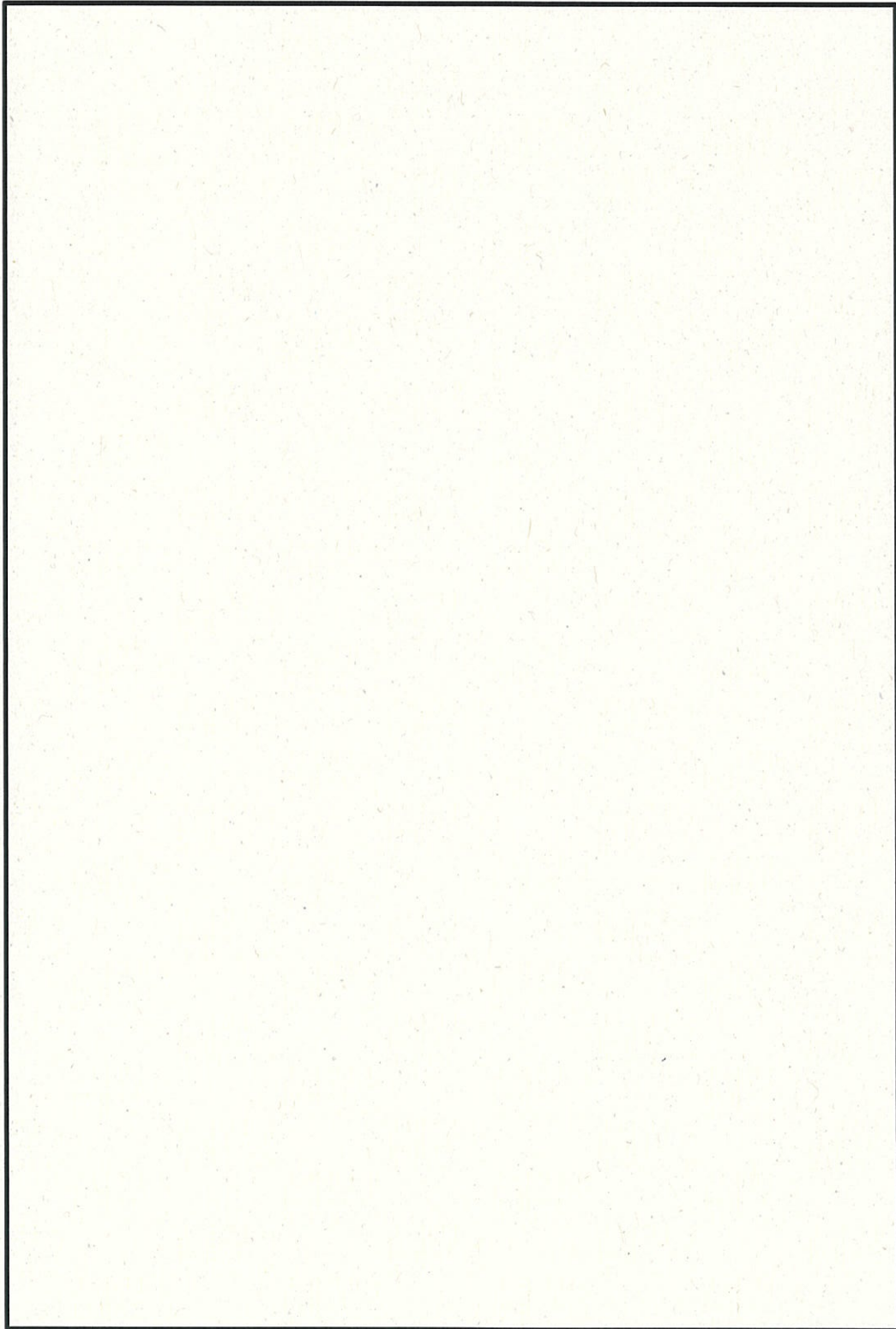
■ : せん断断面積として考慮する部分

第 3-2 図 せん断断面積として考慮する壁の位置 (部材番号 3)



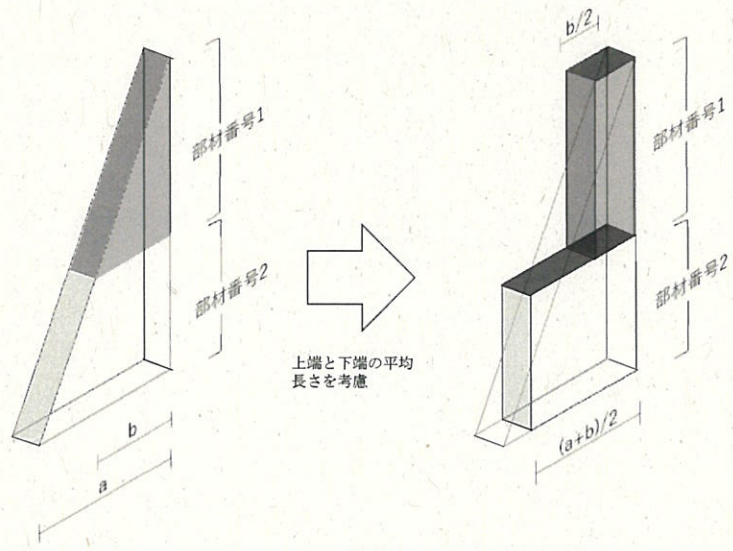
■ : せん断断面積として考慮する部分

第 3-2 図 せん断断面積として考慮する壁の位置 (部材番号 4)



■ : せん断断面積として考慮する部分

第 3-2 図 せん断断面積として考慮する壁の位置 (部材番号 5)



第 3-3 図 バットレス部分のせん断断面積の設定方法の概念図

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

1. 概要

本資料は、使用済燃料乾式貯蔵建屋について、地震応答解析モデル及び解析手法の概要を説明するものである。

- ・資料9-12-1「使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析」

2. 地震応答解析モデル及び解析手法の概要

使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデル及び解析手法の概要について、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13-16-5「原子炉補助建屋の地震応答解析」における伊方3号機原子炉補助建屋と併せて第2-1表に示す。

第2-1表 地震応答解析モデル及び解析手法の概要

項目	使用済燃料乾式貯蔵建屋	伊方3号機原子炉補助建屋	備考	
解析手法	・サブストラクチャ法（入力地震動と地盤ばねを別々に評価）を用いた時刻歴応答解析（非線形）	・同左		
解析コード	・TDAPⅢ Ver. 3.08	・TDAPⅢ Ver. 3.03		
構造物のモデル化	モデル	・水平方向：一軸多質点系 曲げせん断棒モデル （直交2方向をモデル化） ・鉛直方向：一軸多質点系軸棒モデル	・水平方向：多軸多質点系 曲げせん断棒モデル （直交2方向をモデル化） ・鉛直方向：多軸多質点系軸棒モデル	
	材料物性	・コンクリートのヤング係数、ポアソン比 $E=2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、 $\nu=0.2$	・コンクリートのヤング係数、ポアソン比 $E=2.34 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、 $\nu=0.2$	①
	剛性評価	・面内壁：層のせん断及び曲げ剛性に考慮 ・面外壁：層の曲げ剛性に考慮 ・床、基礎：剛床仮定で質点に縮約	・面内壁：同左 ・面外壁：同左 ・床、基礎：同左	
	減衰定数	・RC：5%	・同左	
地盤のモデル化	底面ばね	・水平方向：水平及び回転ばねを考慮 ・鉛直方向：鉛直ばねを考慮	・水平方向：同左 ・鉛直方向：同左	別紙参照
	側面ばね	・水平方向：考慮せず ・鉛直方向：考慮せず	・水平方向：同左 ・鉛直方向：同左	
非線形特性	耐震壁	・水平方向：考慮 ・鉛直方向：考慮せず	・水平方向：同左 ・鉛直方向：同左	②
	地盤	・水平方向：基礎浮上りによる非線形考慮 ・鉛直方向：考慮せず	・水平方向：同左 ・鉛直方向：同左	
入力地震動	入力方法	・地盤ばねを介して入力 ・水平、鉛直方向の地震動による解析をそれぞれ実施	・同左	③
	算定方法	・基準地震動を元に、1次元波動論により引き戻し、2次元FEM解析により立ち上げて算定	・基準地震動を直接入力	
材料物性等の不確かさ	・RC減衰：耐震設計に反映（3%） ・地盤物性：耐震設計に反映（ $\pm\sigma$ ） ・Fc実強度：影響検討	・RC減衰：考慮せず ・地盤物性：同左 ・Fc実強度：同左	④ ⑤	

①：原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会、2005制定）に基づき設定。

②：原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1991追補版（（社）日本電気協会）に基づき設定。

③：使用済燃料乾式貯蔵建屋の建屋基礎底面 は、基準地震動の解放基盤表面 よりも上部に位置していることなどを踏まえ、基準地震動を立ち上げて入力地震動を算定。

④：RC減衰について、使用済燃料乾式貯蔵建屋は、耐震性向上の観点からRC減衰を3%とした場合も考慮。

伊方3号機原子炉補助建屋は、伊方3号機の工事計画認可申請（平成28年3月23日付け原規規発第1603231号認可）において、RC減衰を5%とすることの妥当性を確認。

⑤：Fc実強度について、伊方3号機原子炉補助建屋は、剛性の増分に対し耐力の増分が大きいことから保守的に考慮しないこととしており、伊方3号機の工事計画認可申請（平成28年3月23日付け原規規発第1603231号認可）において影響がないことを確認している。使用済燃料乾式貯蔵建屋についても同資料の知見により影響がないことを確認している。

(別紙1) 地盤ばねのモデル化について

1. 概要

使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデル（以下「SRモデル」という。）における地盤のモデル化については、JEAG4601-1991に基づき、基礎底面に地盤ばねを設けている。

地盤ばねのモデル化の詳細は以下のとおり。

1.1 底面ばね

基礎底面の地盤ばねについては、JEAG4601-1991に基づき、建屋基礎底面下の地盤を2層地盤とみなし成層補正により算出した地盤定数を用いて、弾性波動論（振動アドミッタンス理論）により得られる動的地盤ばねを近似して設定している。

使用済燃料乾式貯蔵建屋では、以下に示す考察を踏まえ、地盤ばねによるモデル化を行っている。

1.1.1 使用済燃料乾式貯蔵建屋の周辺地盤に関する考察

JEAG4601-1991による地盤ばねは、建屋基礎底面下の地盤を「(1) 一様地盤とみなしてモデル化する手法」又は、「(2) 2層地盤とみなしてモデル化する手法」に大別される。一様地盤及び2層地盤の概念図を第2-1図に示す。

このため、使用済燃料乾式貯蔵建屋の周辺地盤状況を確認し、(1) と (2) のどちらによるモデル化が適切であるかを考察する。

考察にあたり、確認する地盤の範囲（水平方向の長さ）は、JEAG4601-1991に示されている「地盤をFEMによりモデル化する手法」におけるFEMモデルの解析領域に関する記載を参考に、建屋幅の約2～3倍の範囲とする。FEMモデルの概念図及び解析領域の広さを第2-2図に、使用済燃料乾式貯蔵建屋における周辺地盤の水平方向の長さ及び建屋幅の関係を第2-3図に示す。なお、第2-3図には岩級区分に対するせん断速度の関係も示す。

使用済燃料乾式貯蔵建屋について、建屋幅の2～3倍の領域に着目すると、せん断弾性波速度（以下「 V_s 」という。）が1.7km/s以上の堅硬なⅠ級岩盤が水平方向及び鉛直方向に続いている。建屋幅の2～3倍の領域よりも外側では、斜面やⅡ級岩盤以下の地盤がみられるものの、建屋応答に対し支配的となる建屋基礎底面位置に着目すると、「第1層が V_s 1.7km/s、第2層が V_s 2.7km/sである2層地盤とみなすモデル化」が適切であると考えられる。

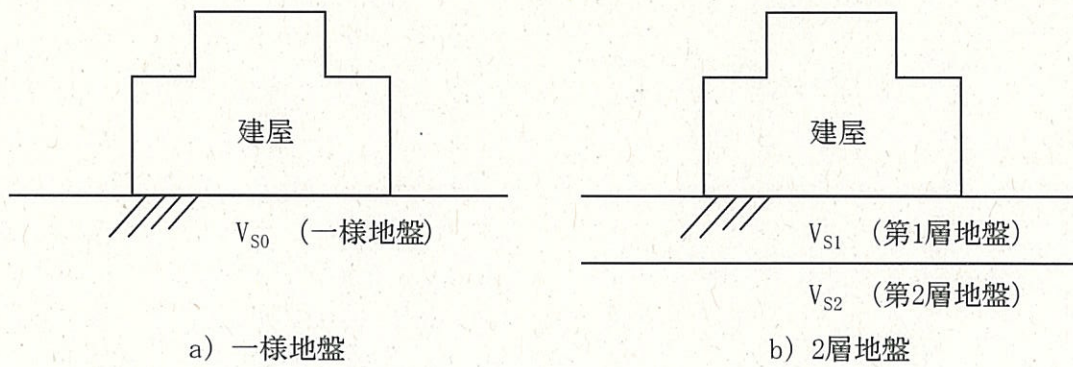
これらのことを踏まえ、使用済燃料乾式貯蔵建屋では、建屋基礎底面下の地盤を2層地盤とみなし、成層補正により算出した地盤定数を用いて地盤ばねを設定している。

1.2 側面ばね

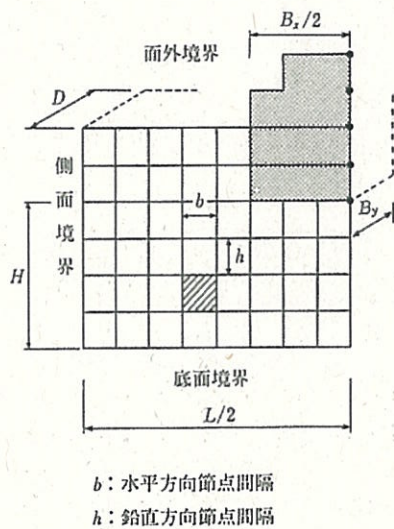
使用済燃料乾式貯蔵建屋は、地下階のない地上構造物であることから、地震応答解析モデルに側面の地盤ばねを考慮していない。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の概略平面図及び概略断面図を第2-4図及び第2-5図に示す。

なお、建屋基礎の周囲は、基礎よりも強度の低い埋戻しコンクリートに囲まれているが、JEAG4601-1991には、建屋の埋込まれている影響を無視できる範囲の例として、「基礎版の厚さ程度」との記載もあることから、今回のような比較的浅い範囲の埋込みによる影響はないと考えられる。



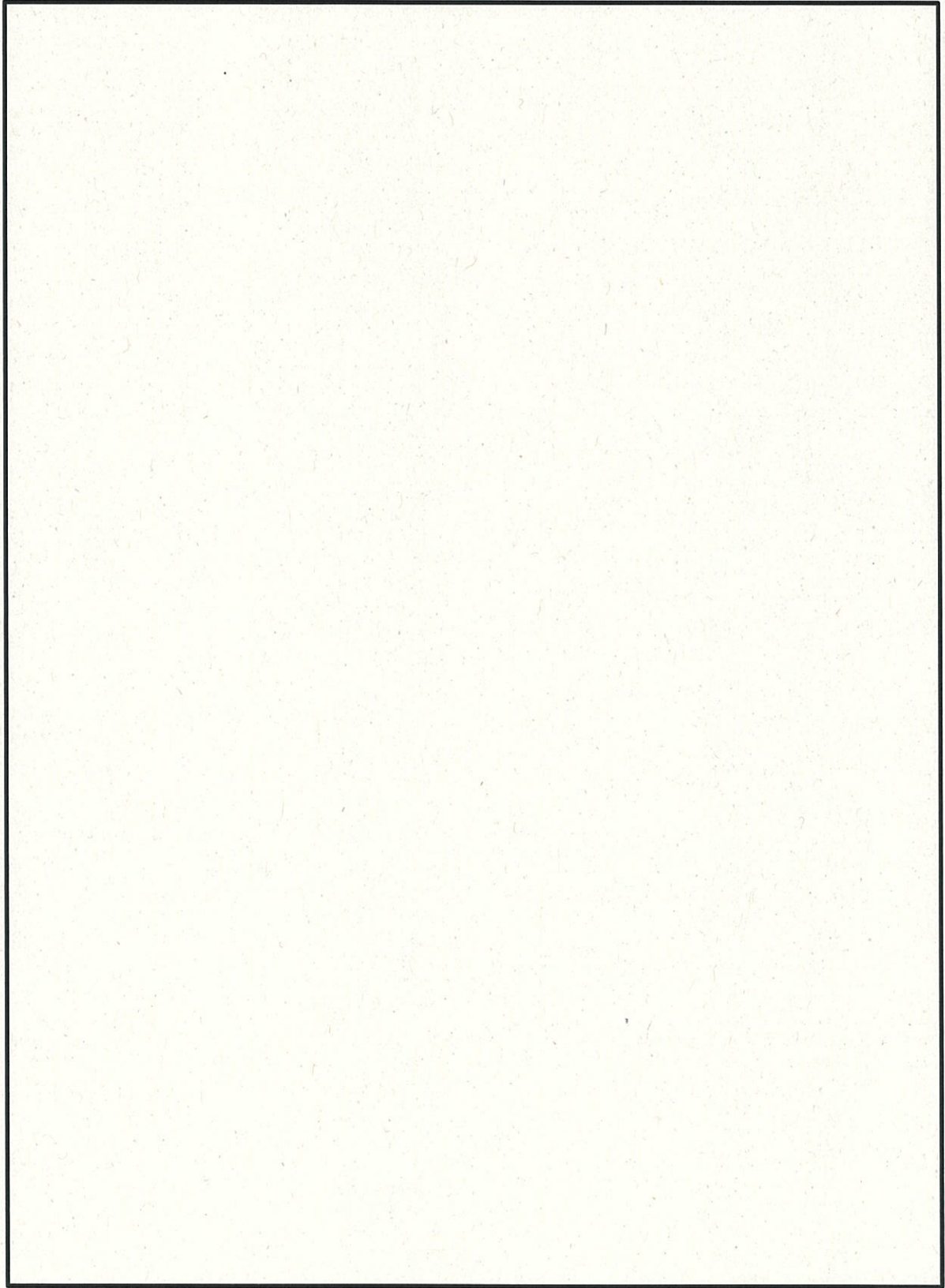
第 2-1 図 一様地盤及び 2 層地盤の概念図



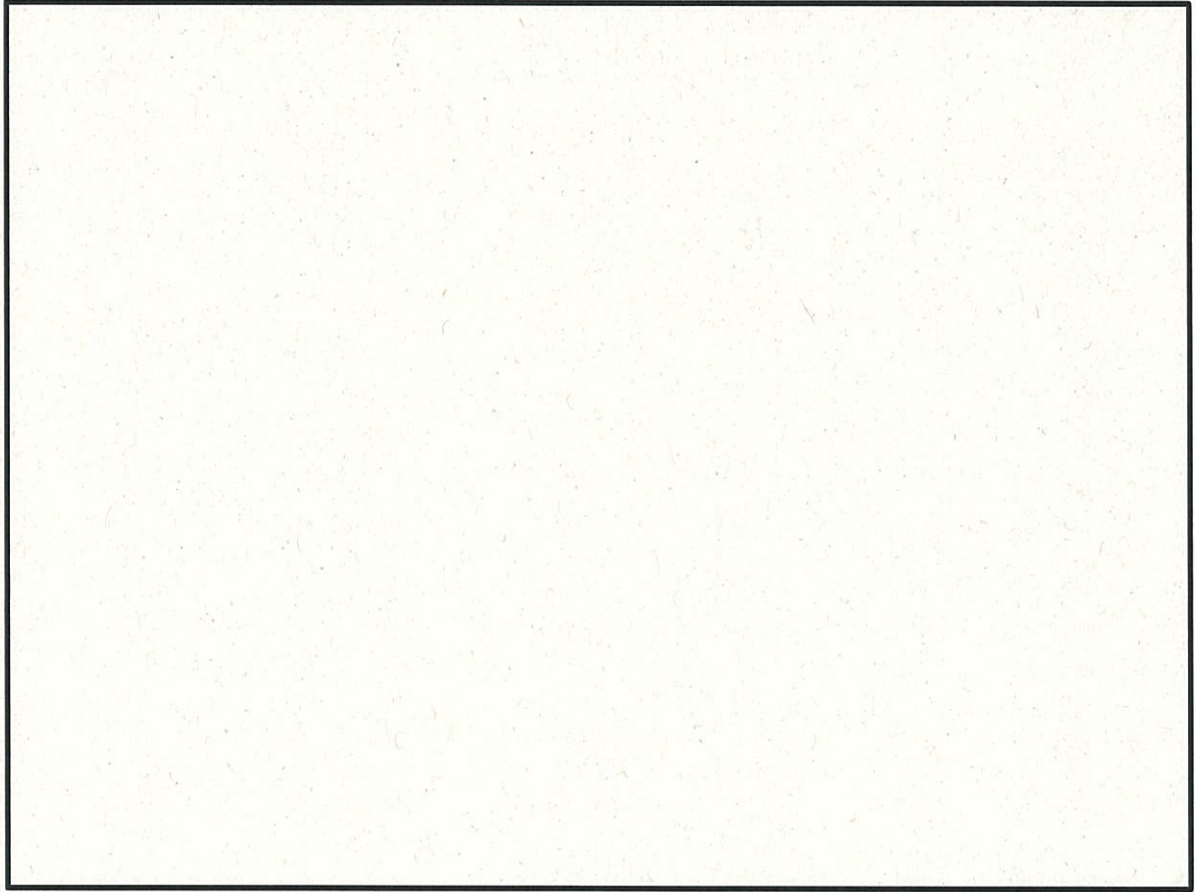
項目 方向 方法名	領域 水平 (L)	境界条件		
		側面	底面	面外
FA	$1B_x + B_x$ +両側1要素	エネルギー 伝達境界	粘性境界	粘性境界
FB	$1B_x + B_x$ +両側1要素	エネルギー 伝達境界	固定境界	粘性境界
FC	$2B_x + B_x$	粘性境界	固定境界	粘性境界


(JEAG4601-1991 P66 より引用)

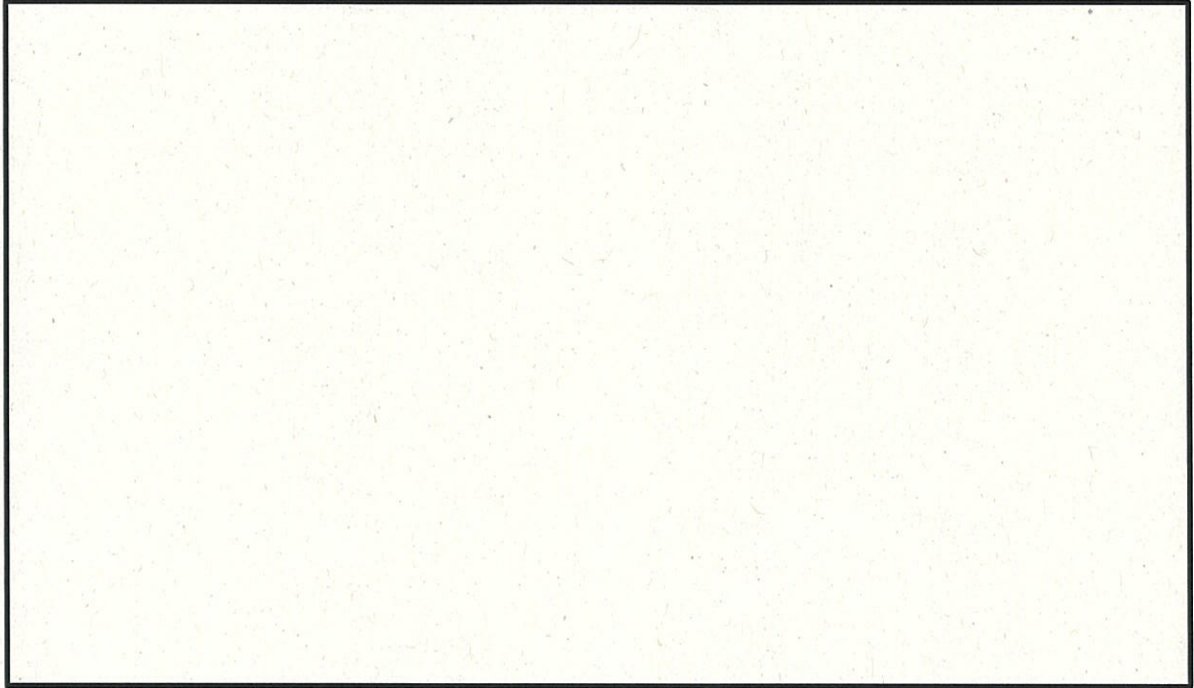
第 2-2 図 FEM モデルの概念図及び解析領域の広さ



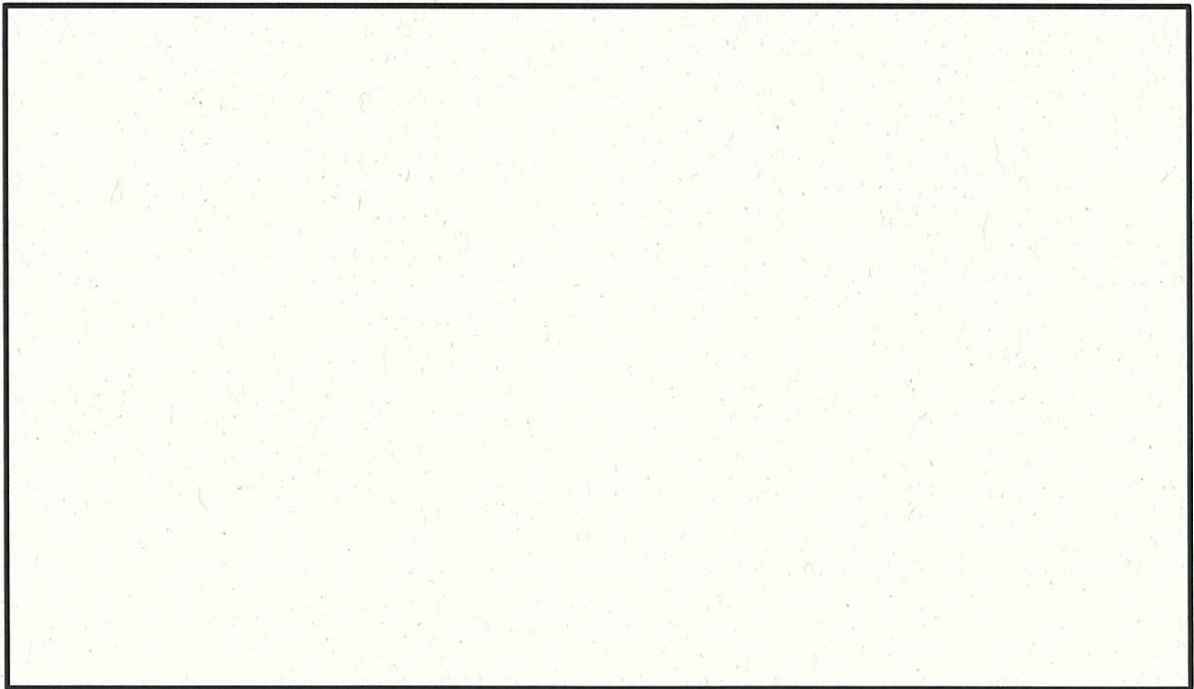
第 2-3 図 周辺地盤の水平方向の長さ及び建屋幅の関係



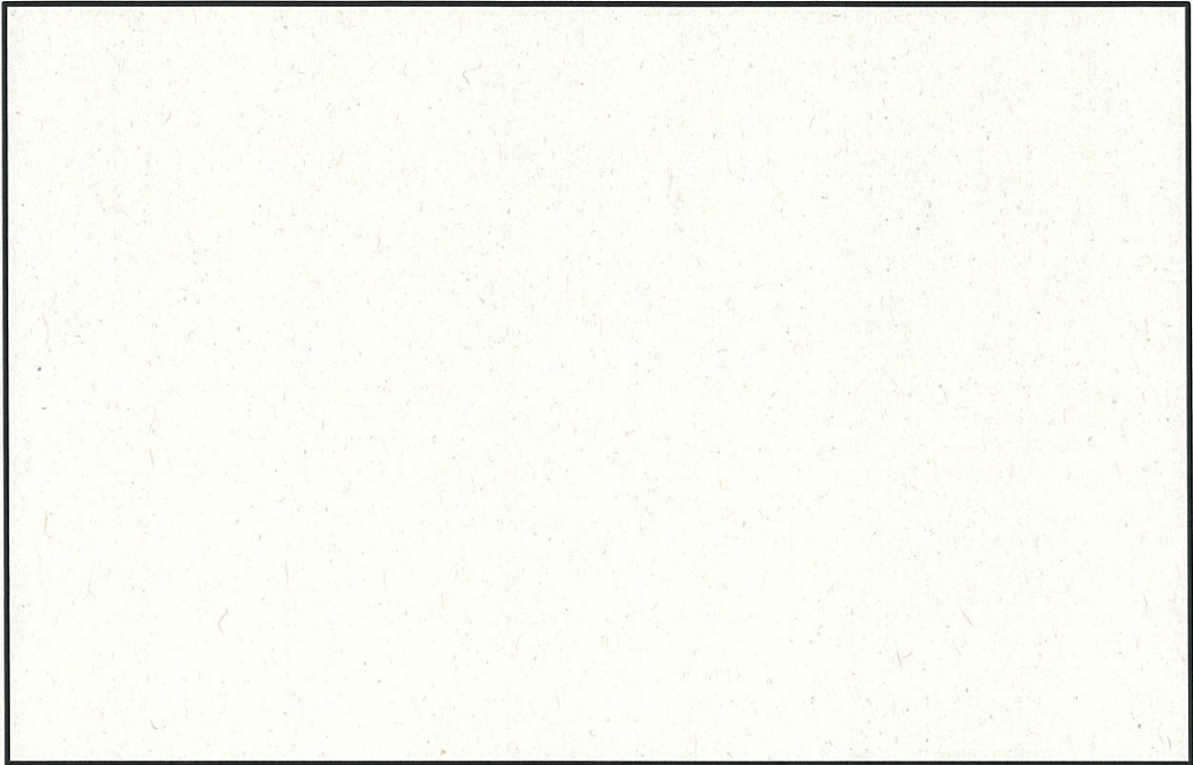
第2-4図 使用済燃料乾式貯蔵建屋の概略平面図 



第2-5図 (1/3) 使用済燃料乾式貯蔵建屋の概略断面図 (A-A断面)



第2-5図 (2/3) 使用済燃料乾式貯蔵建屋の概略断面図 (B-B断面)



第2-5図 (3/3) 使用済燃料乾式貯蔵建屋の概略断面図 (C-C断面)

使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震計算について
2-2 応力解析における断面の評価部位の選定

目 次

	頁
1. 概要	2-2-1
2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎の断面評価部位の選定	2-2-2

2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎の断面評価部位の選定

今回設工認における断面の評価結果は、基礎において、評価項目・方向ごとに、配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる要素を選定し示している。

本資料では、分類領域を踏まえ、評価項目・方向ごとに、配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる結果と位置を示す。

また、基礎において、配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率が最大となる評価結果における応力コンター図を示す。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の概略平面図及び概略断面図を第2-1図及び第2-2図に、荷重の組合せケースを第2-1表に、分類領域ごとの配筋一覧を第2-2表に、配筋の分類領域図を第2-3図に示す。また、断面の評価における応力の方向を第2-4図に示す。

Ss地震時に対する評価結果をそれぞれ第2-3表に、評価結果の位置を第2-5図に示す。評価結果の応力コンター図を第2-6図及び第2-7図に示す。

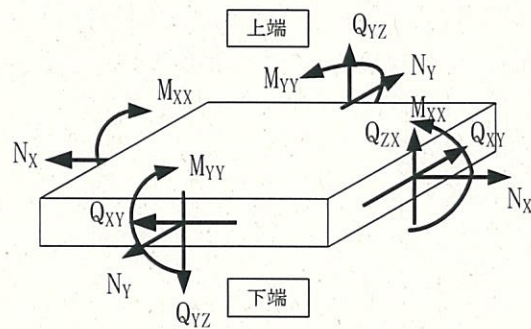
第2-1表の荷重の組合せケースに示す記号の説明については以下に示す。

GP	:	固定・積載荷重
C_0	:	長期キャスク荷重
K_{SWE}^{**}	:	Ss地震時 W→E方向 地震力
K_{SSN}^{**}	:	Ss地震時 S→N方向 地震力
$K_{SDU(EW)}^{**}$:	Ss地震時 鉛直方向 地震力 (EW断面)
$K_{SDU(NS)}^{**}$:	Ss地震時 鉛直方向 地震力 (NS断面)
C_{SWE}^{**}	:	Ss地震時 W→E方向 地震時荷重によるキャスク反力
C_{SSN}^{**}	:	Ss地震時 S→N方向 地震時荷重によるキャスク反力
C_{SDU}^{**}	:	Ss地震時 鉛直方向 地震時荷重によるキャスク反力

※：加力方向により絶対値の差異はないため、計算上の座標軸を基本として、W→E方向、S→N方向及び鉛直上向きを「+」、E→W方向、N→S方向及び鉛直下向きを「-」とする。

第2-1表 荷重の組合せケース (Ss地震時)

組合せ 係数	加力方向		ケース No.	荷重の組合せケース
	水平	鉛直		
水平1.0 鉛直0.4	W→E	下	1	$GP+C_0+1.0K_{s_{WE}}+1.0C_{s_{WE}}-0.4K_{s_{DU(EW)}}-0.4C_{s_{DU}}$
	E→W		2	$GP+C_0-1.0K_{s_{WE}}-1.0C_{s_{WE}}-0.4K_{s_{DU(EW)}}-0.4C_{s_{DU}}$
	W→E	上	3	$GP+C_0+1.0K_{s_{WE}}+1.0C_{s_{WE}}+0.4K_{s_{DU(EW)}}+0.4C_{s_{DU}}$
	E→W		4	$GP+C_0-1.0K_{s_{WE}}-1.0C_{s_{WE}}+0.4K_{s_{DU(EW)}}+0.4C_{s_{DU}}$
	S→N	下	5	$GP+C_0+1.0K_{s_{SN}}+1.0C_{s_{SN}}-0.4K_{s_{DU(NS)}}-0.4C_{s_{DU}}$
	N→S		6	$GP+C_0-1.0K_{s_{SN}}-1.0C_{s_{SN}}-0.4K_{s_{DU(NS)}}-0.4C_{s_{DU}}$
	S→N	上	7	$GP+C_0+1.0K_{s_{SN}}+1.0C_{s_{SN}}+0.4K_{s_{DU(NS)}}+0.4C_{s_{DU}}$
	N→S		8	$GP+C_0-1.0K_{s_{SN}}-1.0C_{s_{SN}}+0.4K_{s_{DU(NS)}}+0.4C_{s_{DU}}$
水平0.4 鉛直1.0	W→E	下	9	$GP+C_0+0.4K_{s_{WE}}+0.4C_{s_{WE}}-1.0K_{s_{DU(EW)}}-1.0C_{s_{DU}}$
	E→W		10	$GP+C_0-0.4K_{s_{WE}}-0.4C_{s_{WE}}-1.0K_{s_{DU(EW)}}-1.0C_{s_{DU}}$
	W→E	上	11	$GP+C_0+0.4K_{s_{WE}}+0.4C_{s_{WE}}+1.0K_{s_{DU(EW)}}+1.0C_{s_{DU}}$
	E→W		12	$GP+C_0-0.4K_{s_{WE}}-0.4C_{s_{WE}}+1.0K_{s_{DU(EW)}}+1.0C_{s_{DU}}$
	S→N	下	13	$GP+C_0+0.4K_{s_{SN}}+0.4C_{s_{SN}}-1.0K_{s_{DU(NS)}}-1.0C_{s_{DU}}$
	N→S		14	$GP+C_0-0.4K_{s_{SN}}-0.4C_{s_{SN}}-1.0K_{s_{DU(NS)}}-1.0C_{s_{DU}}$
	S→N	上	15	$GP+C_0+0.4K_{s_{SN}}+0.4C_{s_{SN}}+1.0K_{s_{DU(NS)}}+1.0C_{s_{DU}}$
	N→S		16	$GP+C_0-0.4K_{s_{SN}}-0.4C_{s_{SN}}+1.0K_{s_{DU(NS)}}+1.0C_{s_{DU}}$



[記号の説明]

軸力	: N_x, N_y
曲げモーメント	: M_{xx}, M_{yy}
面内せん断力	: Q_{xy}
面外せん断力	: Q_{zx}, Q_{yz}

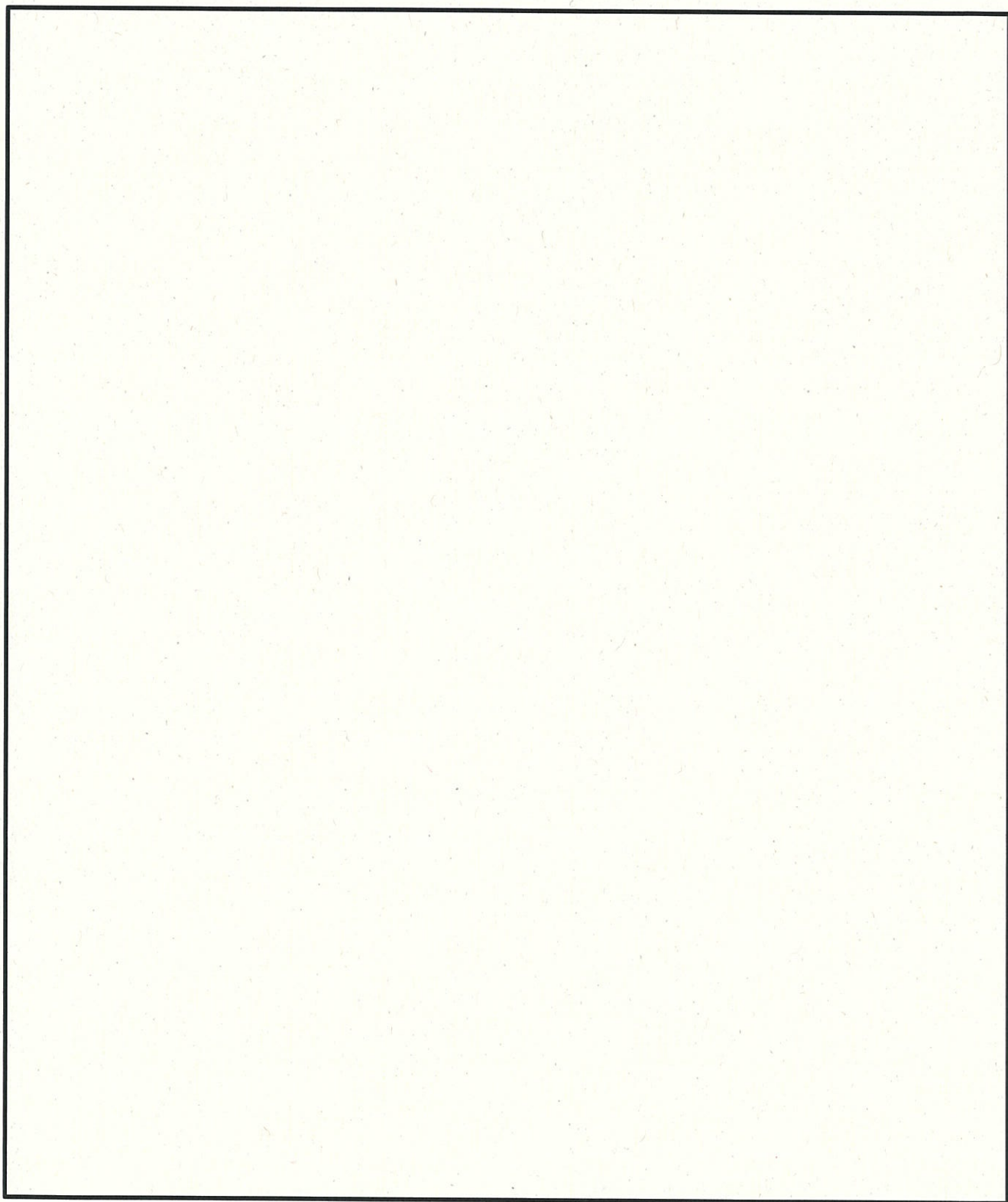
第2-4図 応力の方向

第2-3表 評価結果 Ss地震時（基礎）

分類 領域	方向	軸力+曲げモーメント+面内せん断力			面外せん断力		
		要素 番号	荷重の 組合せ ケース	解析結果 / 許容値	要素 番号	荷重の 組合せ ケース	解析結果 / 許容値
	EW	3232504	7	0.44	3234002	4	0.45
	NS	3234103	6	0.47	3230706	8	0.61
	EW	3232643	8	0.61	3231402	3	0.43
	NS	3232402	6	0.49	3234332	7	0.64
	EW	3233217	2	0.20	3234122	4	0.29
	NS	3234119	3	0.13	3234119	8	0.36
	EW	3234714	1	0.42	3234801	4	0.68
	NS	3230602	8	0.60	3230606	8	0.61
	EW	3230544	2	0.44	3230544	3	0.58
	NS	3230544	2	0.03	3230544	3	0.04
	EW	3234701	1	0.48	3234701	4	0.67
	NS	3230501	8	0.23	3230401	3	0.30
	EW	3231013	6	0.06	3231013	3	0.41
	NS	3231011	4	0.10	3230813	8	0.57

(注1) は、耐震計算書において示した評価結果

(注2) 赤字部は、基礎において配筋量に対する必要鉄筋量の比率または許容値に対する発生値の比率が最大となる評価結果であり、この評価結果における応力コンター図を第2-6図に示す。



第2-6図 (2/2) 配筋量に対する必要鉄筋量の比率又は許容値に対する発生値の比率
が最大となる評価結果の応力コンター図
(基礎 EW方向 Ss地震時 荷重の組み合わせケースNo. 8)

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

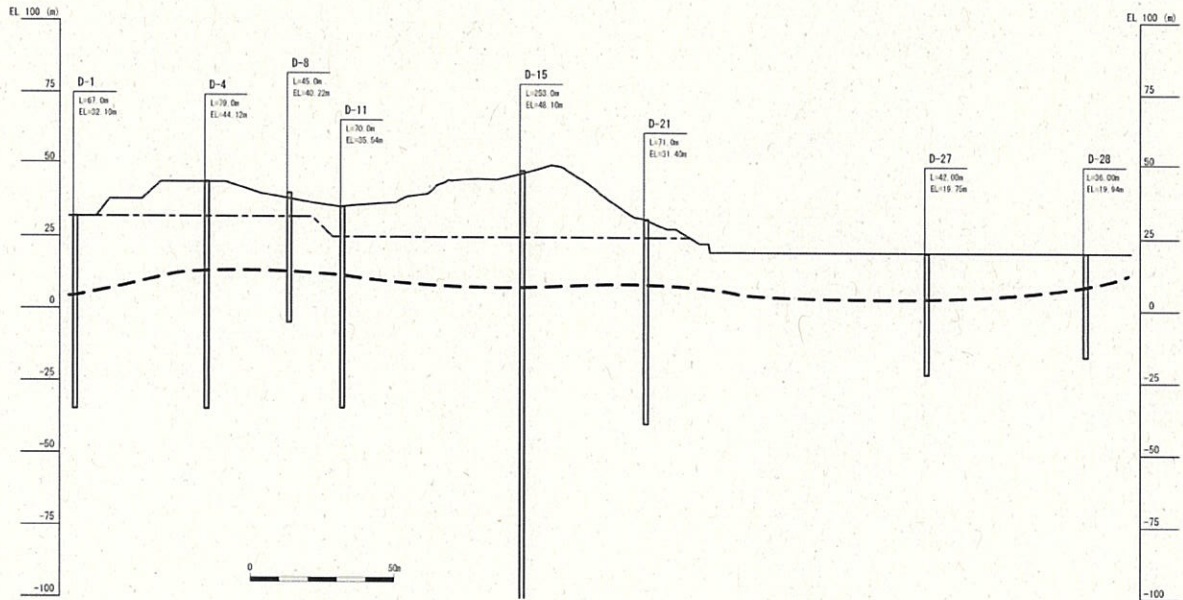
第 2-1 表 応力解析モデル及び解析手法の概要

項目		使用済燃料乾式貯蔵建屋	伊方 3 号機原子炉補助建屋	備考	
解析手法		・ 3 次元 FEM モデルを用いた静的弾性応力解析	・ 同左		
解析コード		・ NX NASTRAN Ver 11.0.2	・ MSC NASTRAN Ver 2013.1.0		
モデル化	モデル (要素)	・ 3 次元 FEM によりモデル化 壁 (シェル)、床 (シェル)、基礎 (シェル) はり (ビーム)	・ 同左 壁 (シェル)、柱 (ビーム)、はり (ビーム)、床 (シェル)、基礎 (ソリッド)		
	材料物性	・ コンクリートのヤング係数、ポアソン比 $E=2.44 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、 $\nu=0.2$	・ コンクリートのヤング係数、ポアソン比 $E=2.34 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、 $\nu=0.2$	①	
	境界条件	・ 地盤と基礎の境界に地盤ばねを考慮 (基礎浮上り考慮)	・ 同左		
荷重の組合せ		・ GP+C ₀ +K _s GP: 固定・積載荷重 K _s : 地震荷重 C ₀ : 長期キャスク荷重	・ GP+K _s GP: 固定・積載荷重 K _s : 地震荷重	②	
荷重の設定	固定・積載	・ モデル化範囲の固定・積載荷重を考慮	・ 同左		
	長期キャスク荷重	・ 乾式キャスクの長期荷重を考慮	・ - (該当なし)		
	地震荷重	地震力	・ 地震時の固定・積載荷重に対する慣性力を考慮 (地震応答解析結果に基づき算定)	・ 同左	
		キャスク反力	・ 地震時に作用する乾式キャスクの反力を考慮	・ - (該当なし)	
評価手法		・ S _s 地震時: 機能維持	・ S _s 地震時: 同左	③	
水平 2 方向		・ 評価対象: 矩形基礎 ・ 評価方法: 水平 2 方向+鉛直方向の荷重を考慮 (組合せ係数法 1.0 : 0.4 : 0.4)	・ 評価対象: 同左 ・ 評価方法: 同左		

①: 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会、2005 制定) に基づき設定。

②: 地下水位が静水頭として作用するような環境にない (使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎底面は) ため、揚圧力等の水圧は作用しない。(次ページ図参照)

③: 機能維持について、使用済燃料乾式貯蔵建屋は、原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会、2005 制定) に基づく終局強度を許容限界として設定。伊方 3 号機原子炉補助建屋は、発電用原子力設備規格コンクリート製原子炉格納容器規格 ((社) 日本機械学会、2003) に基づく荷重状態 IV の許容値を許容限界として設定。



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

※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

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	3-23
6.3 接続部の評価対象の抽出	3-32
7. 影響評価結果	3-34
7.1 屋外施設の評価結果	3-34
7.2 屋内施設の評価結果	3-34
7.3 接続部の評価結果	3-34
8. まとめ	3-36

1. 概要

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。

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
O01	使用済燃料乾式貯蔵建屋	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	設置建屋
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

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

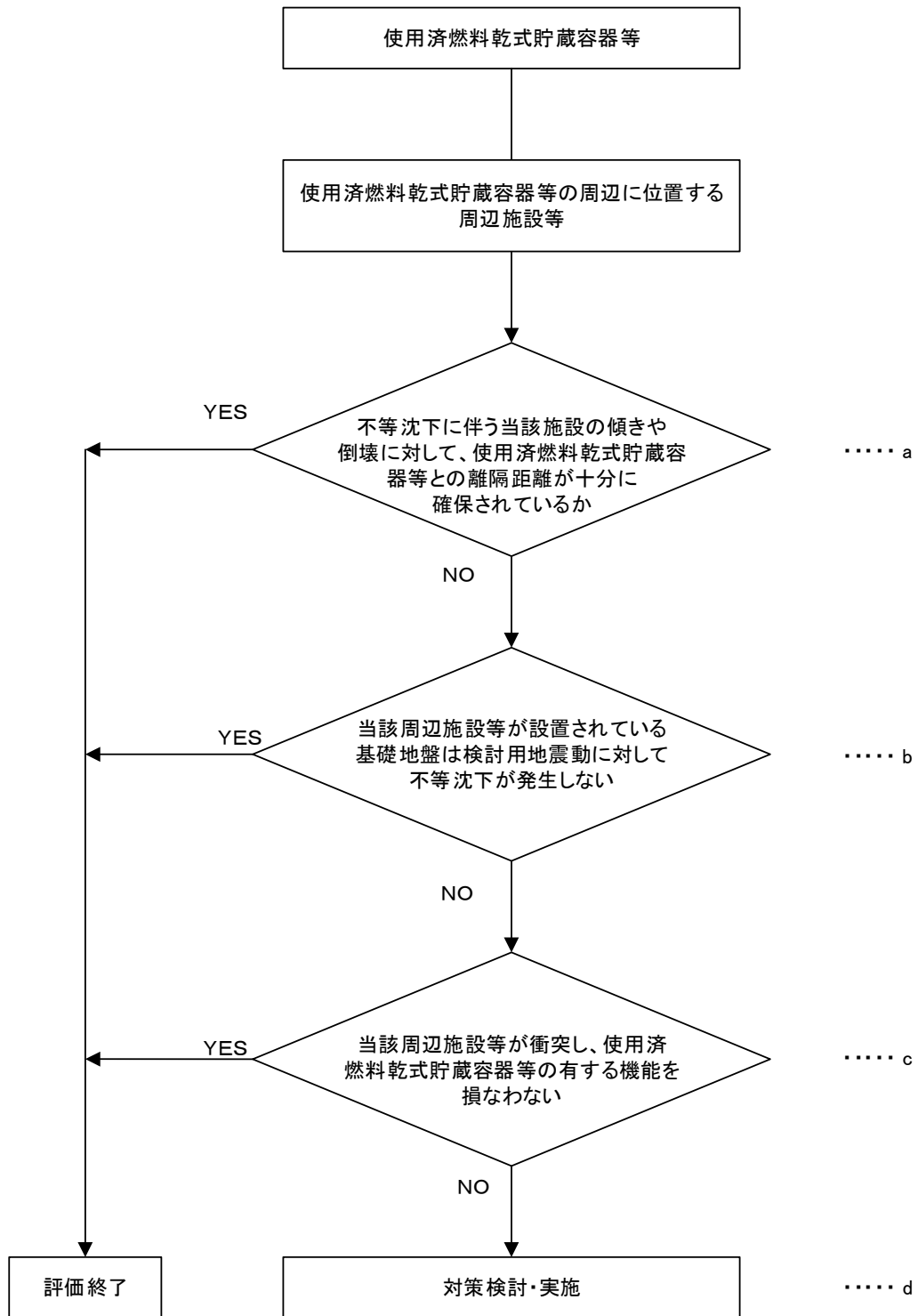
a. で抽出した周辺施設等について、検討用地震動に対して、基礎地盤が十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により、不等沈下しないことを確認する。

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。

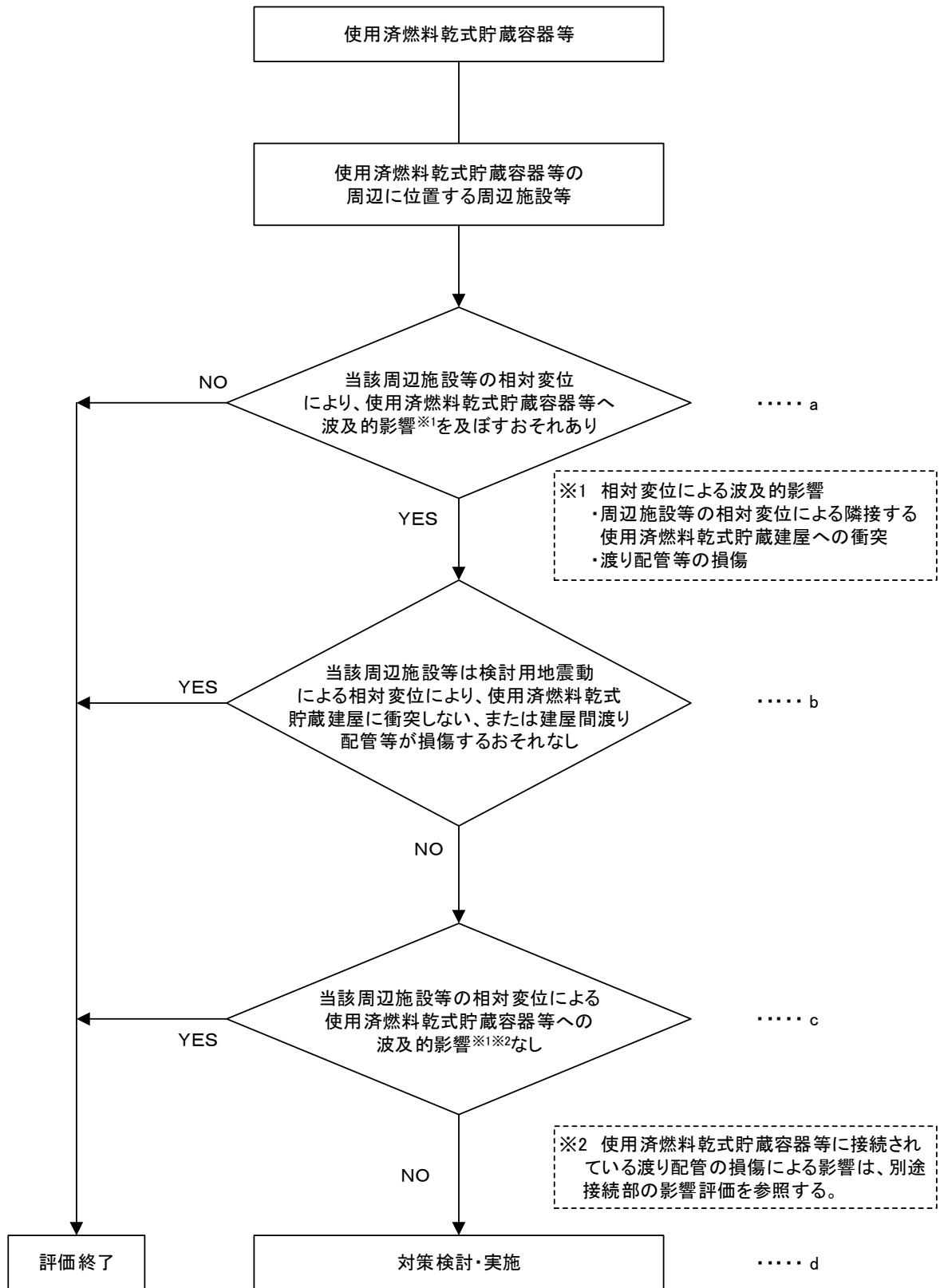
c. 相対変位に伴う波及的影響の評価

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

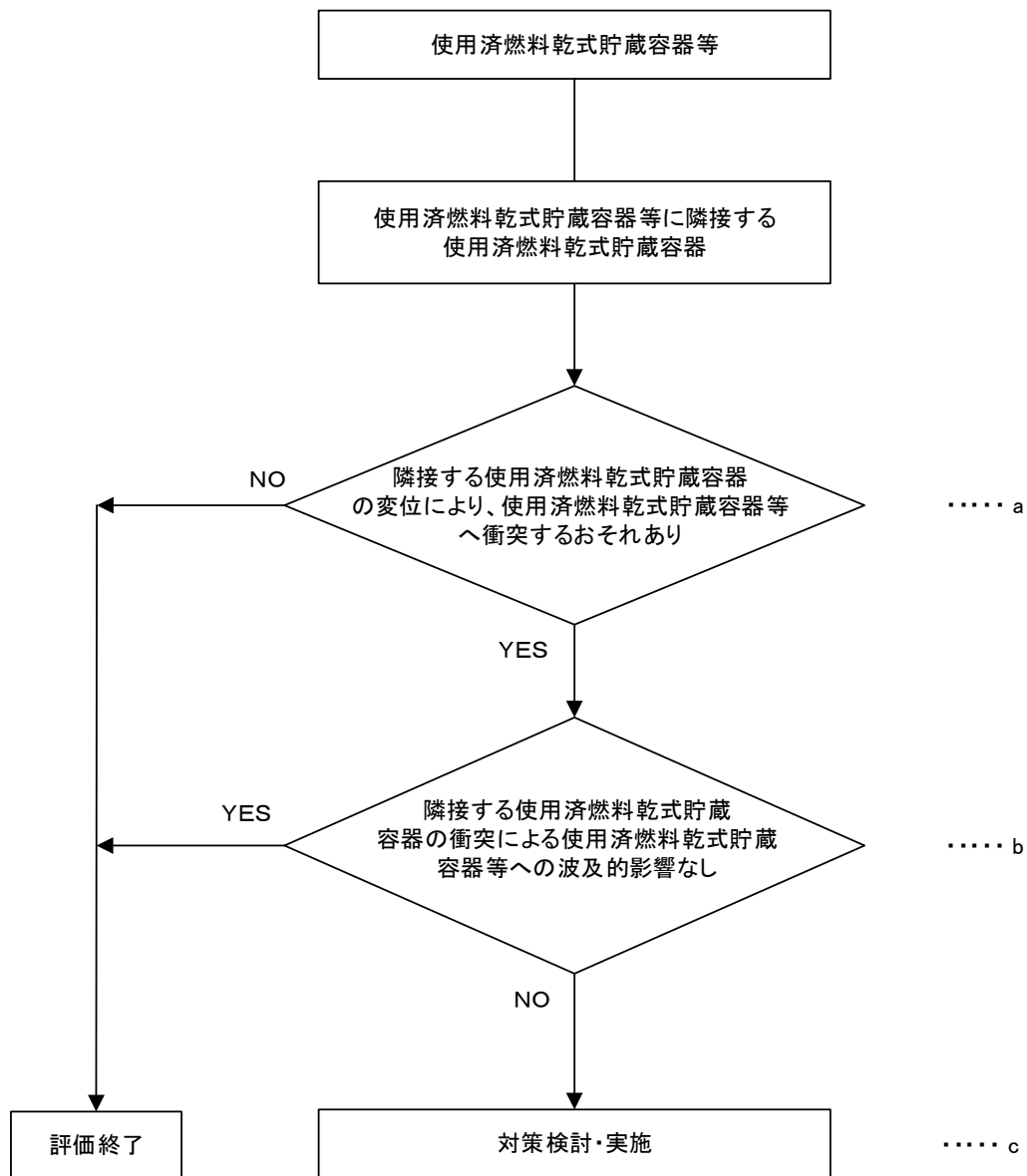
検討用地震動による使用済燃料乾式貯蔵容器の変位を想定しても隣接する使用済燃料乾式貯蔵容器等に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない使用済燃料乾式貯蔵容器を抽出する。

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

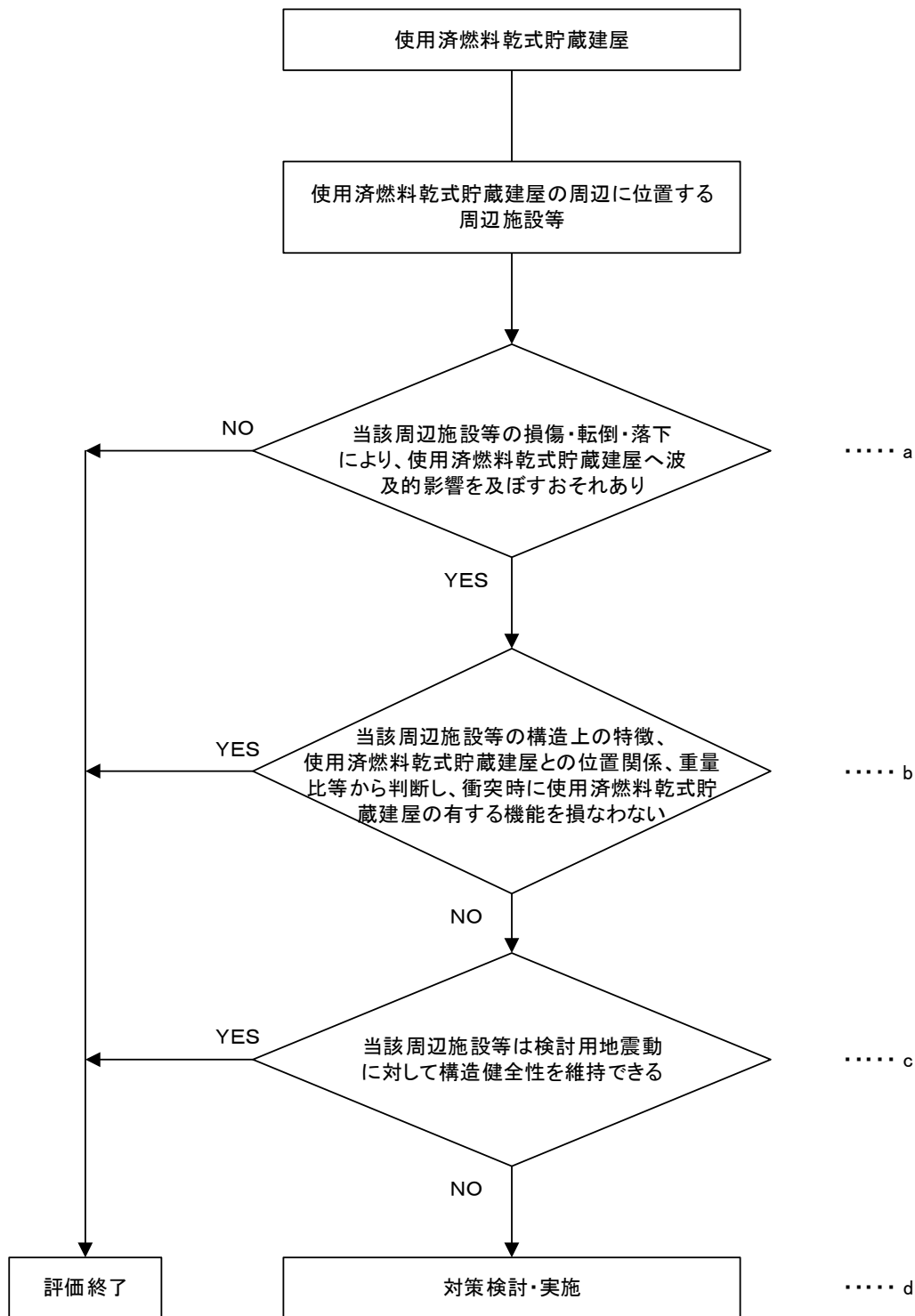
a. で抽出された周辺施設等について、構造上の特徴、使用済燃料乾式貯蔵建屋との位置関係、重量比等を踏まえて、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の使用済燃料乾式貯蔵建屋への影響を評価し、使用済燃料乾式貯蔵建屋の機能を損なうおそれがないことを確認する。

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

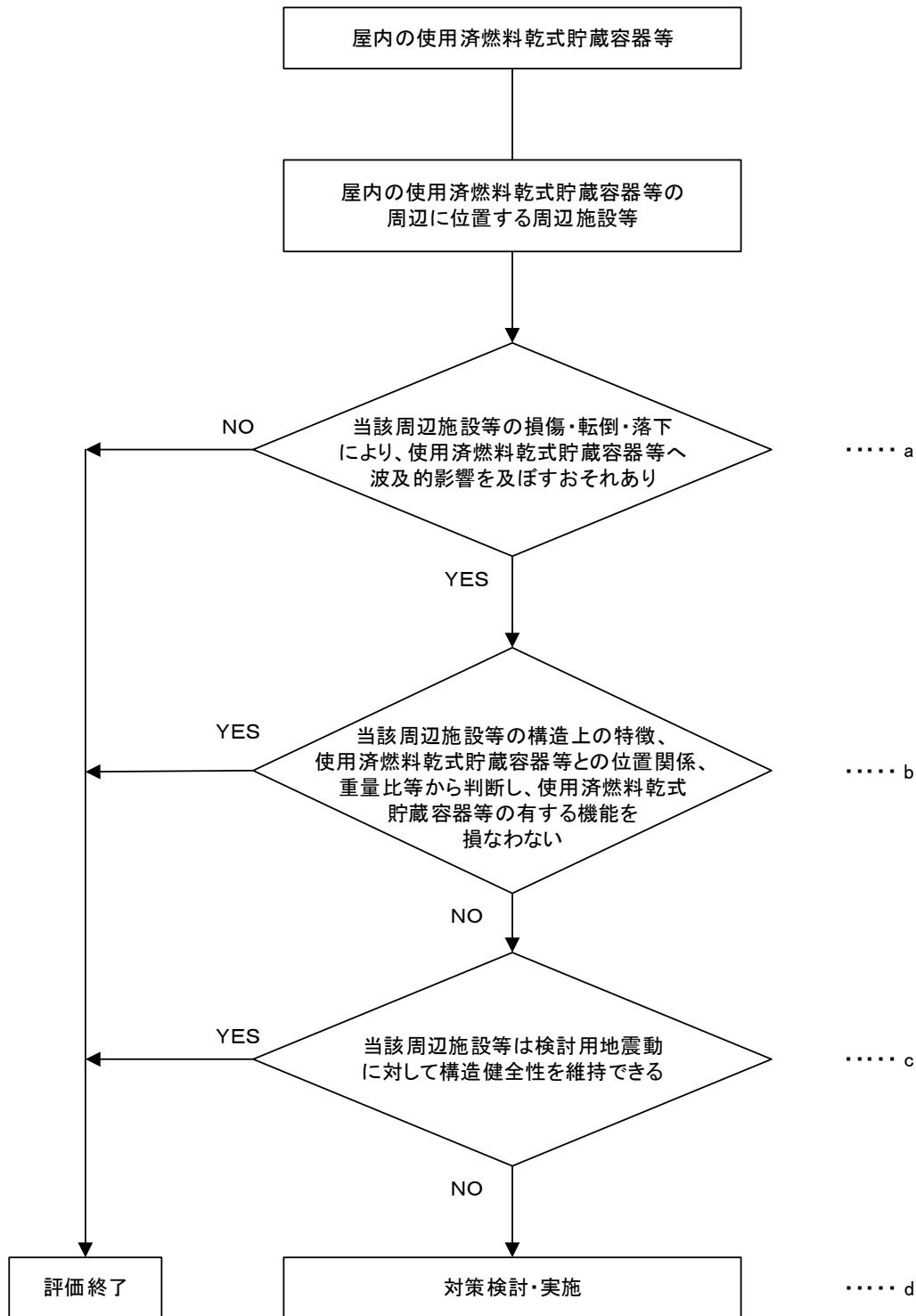
a. で抽出された周辺施設等について、構造上の特徴、使用済燃料乾式貯蔵容器等との位置関係、重量比等を踏まえて、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の使用済燃料乾式貯蔵容器等への影響を評価し、使用済燃料乾式貯蔵容器等の機能を損なうおそれがないことを確認する。

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

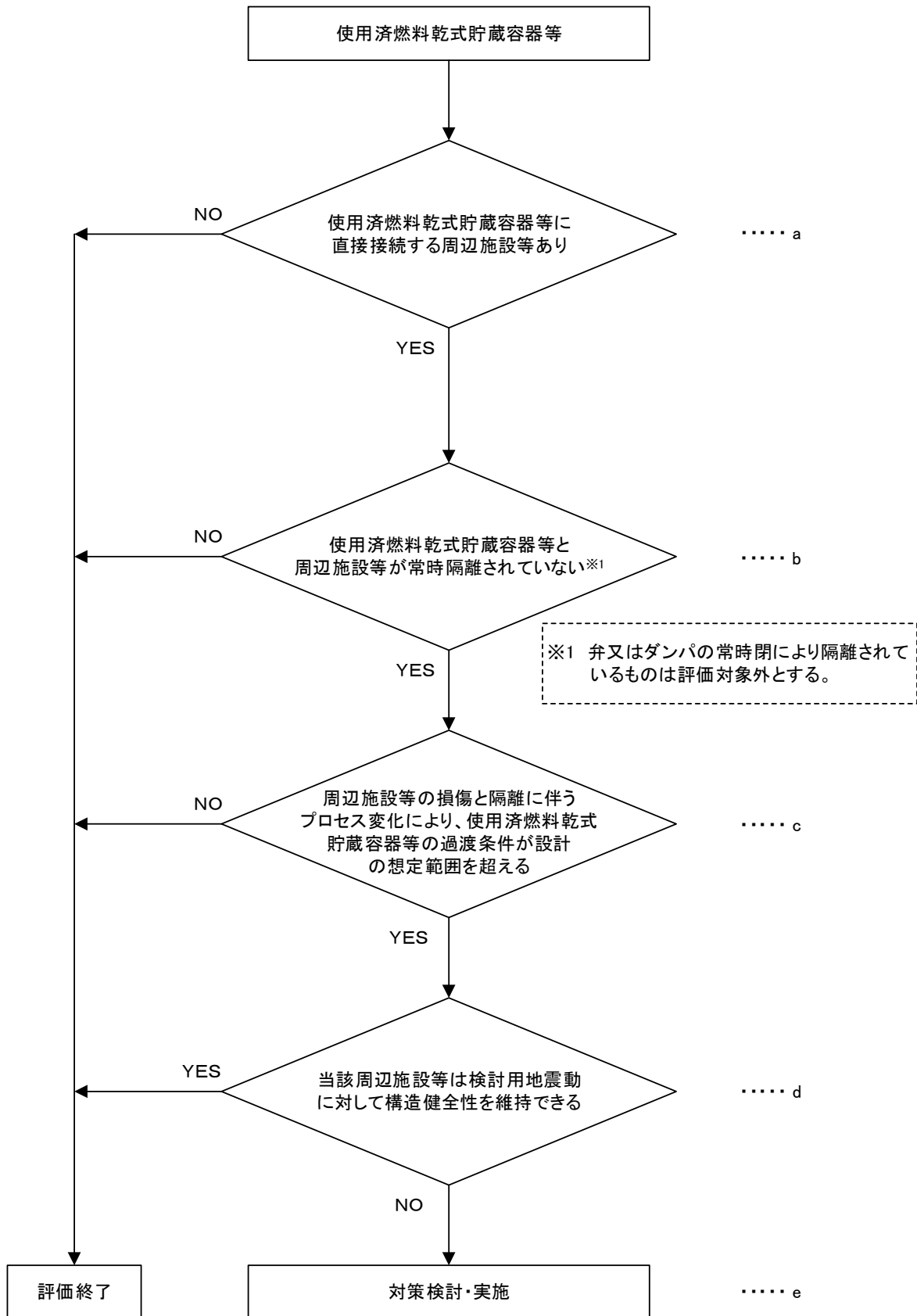
b. で抽出した周辺施設等について、周辺施設等が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化による使用済燃料乾式貯蔵容器等の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。

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。

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

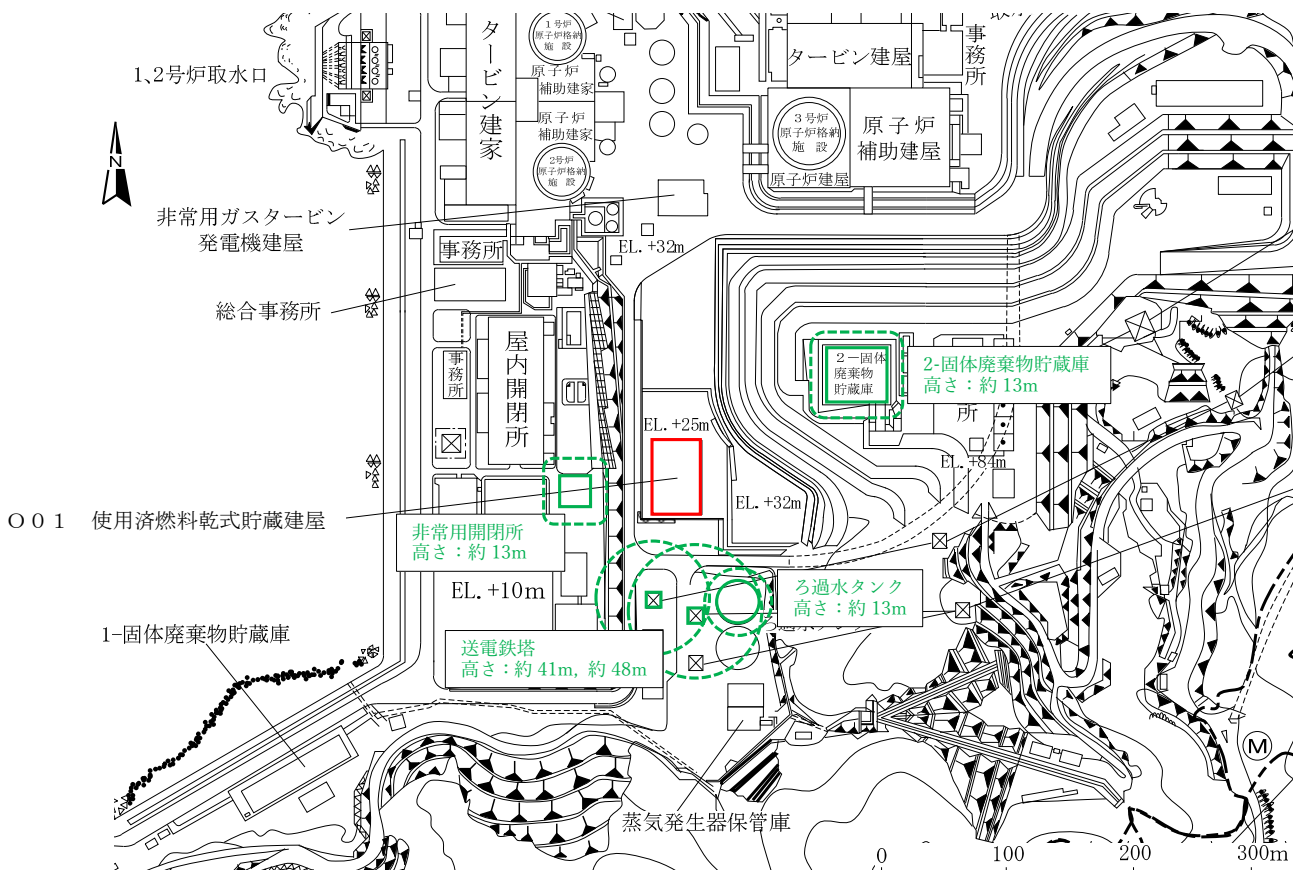
ろ過水タンクは、使用済燃料乾式貯蔵建屋南側 EL. 20m 盤に設置された耐震Cクラスの屋外タンクであるが、使用済燃料乾式貯蔵建屋に対して十分な離隔距離を有していることから、波及的影響を及ぼすおそれはない。

(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。



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

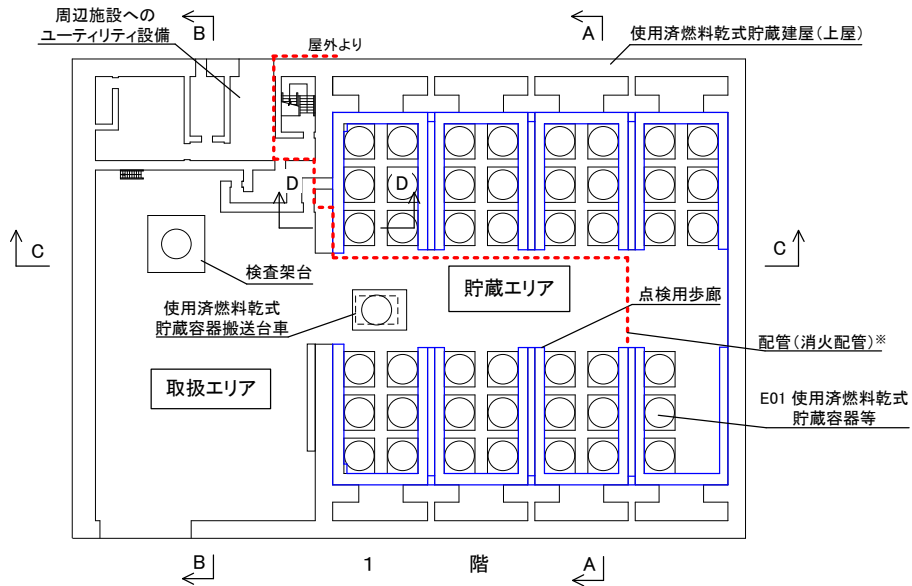
第5-2図のフローに従い、机上検討をもとに、使用済燃料乾式貯蔵建屋と周辺施設等を渡って敷設されている配管等を抽出する。

(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。

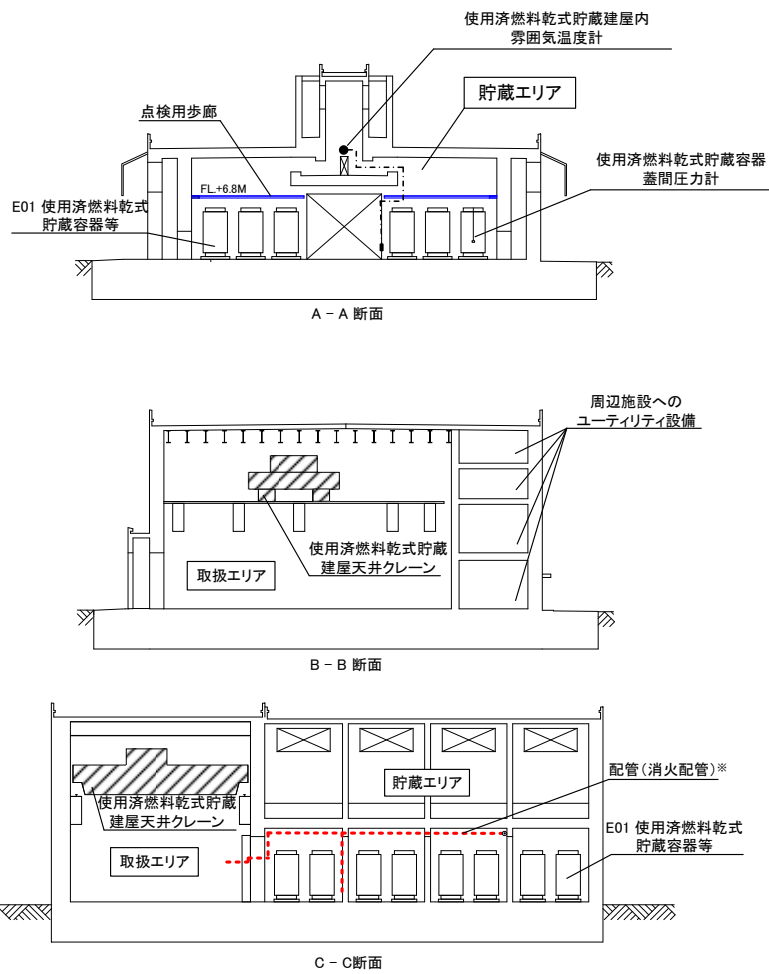
(3) 施設の損傷、転倒及び落下等による影響（屋内）

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。

ここで、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。

(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）

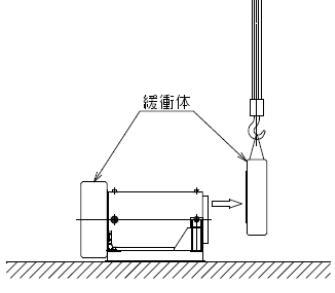
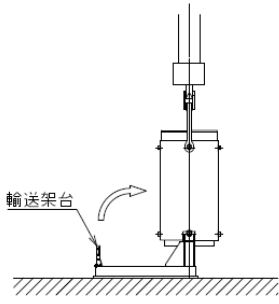
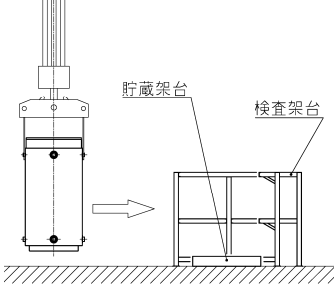
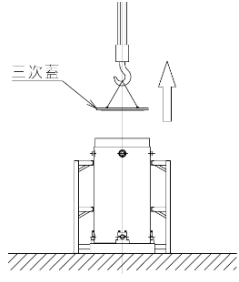
(2) 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン

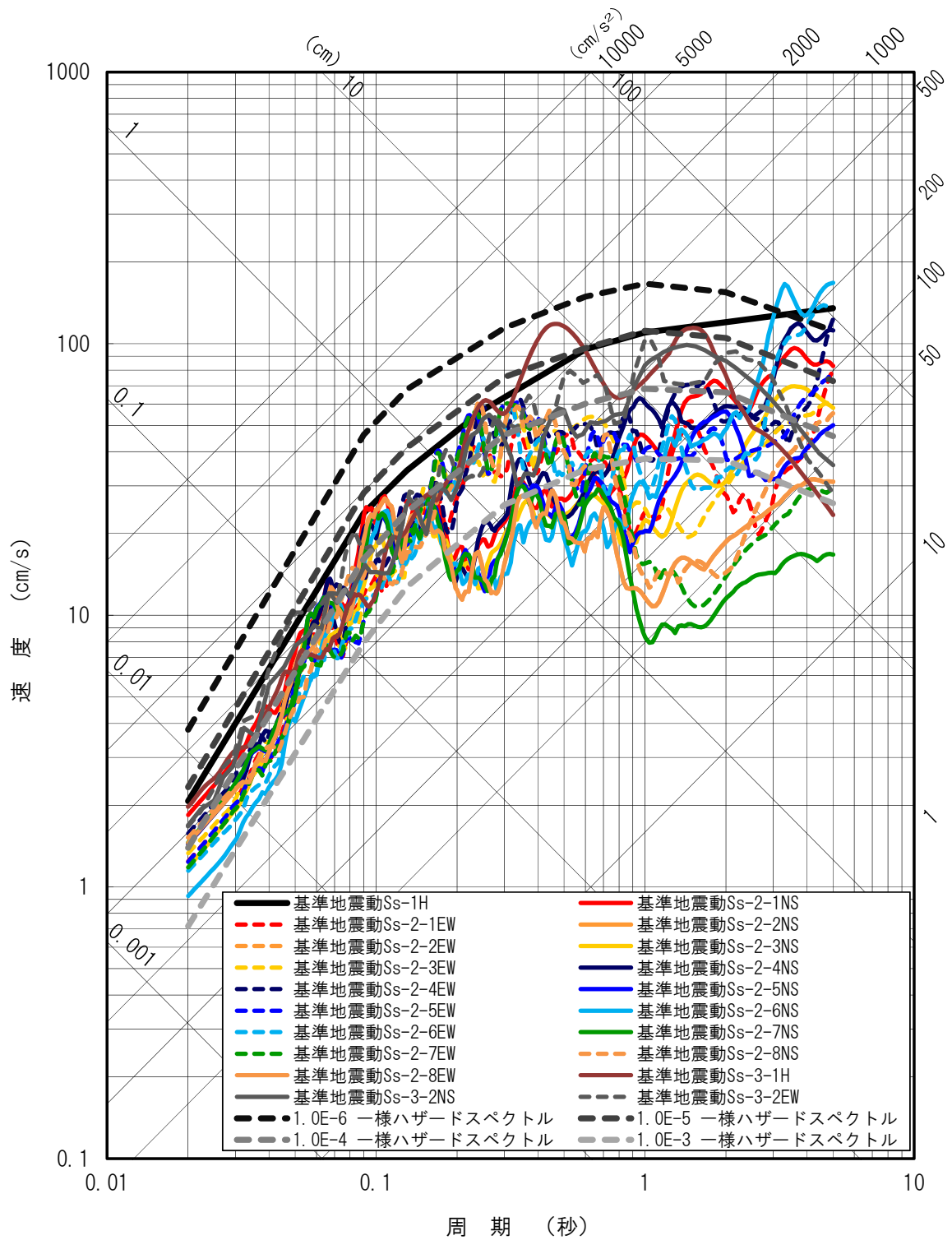
使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンは、取扱エリアにおいて使用済燃料乾式貯蔵容器を取り扱うものであり、使用済燃料乾式貯蔵容器を取り扱うために使用済燃料乾式貯蔵容器の上方に移動するが、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンが使用済燃料乾式貯蔵容器の上方に位置するのは年間 1.5 時間程度（約 3 基程度）（第6-1表参照）と想定される。ここで、基準地震動 S_s の発生確率は、第6-4図及び第6-5図に示す伊方発電所の地震ハザード解析から得られる超過確率を参照し、JEAG4601・補-1984で記載されている S_2 の発生確率 ($5 \times 10^{-4} \sim 10^{-5}$ / サ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

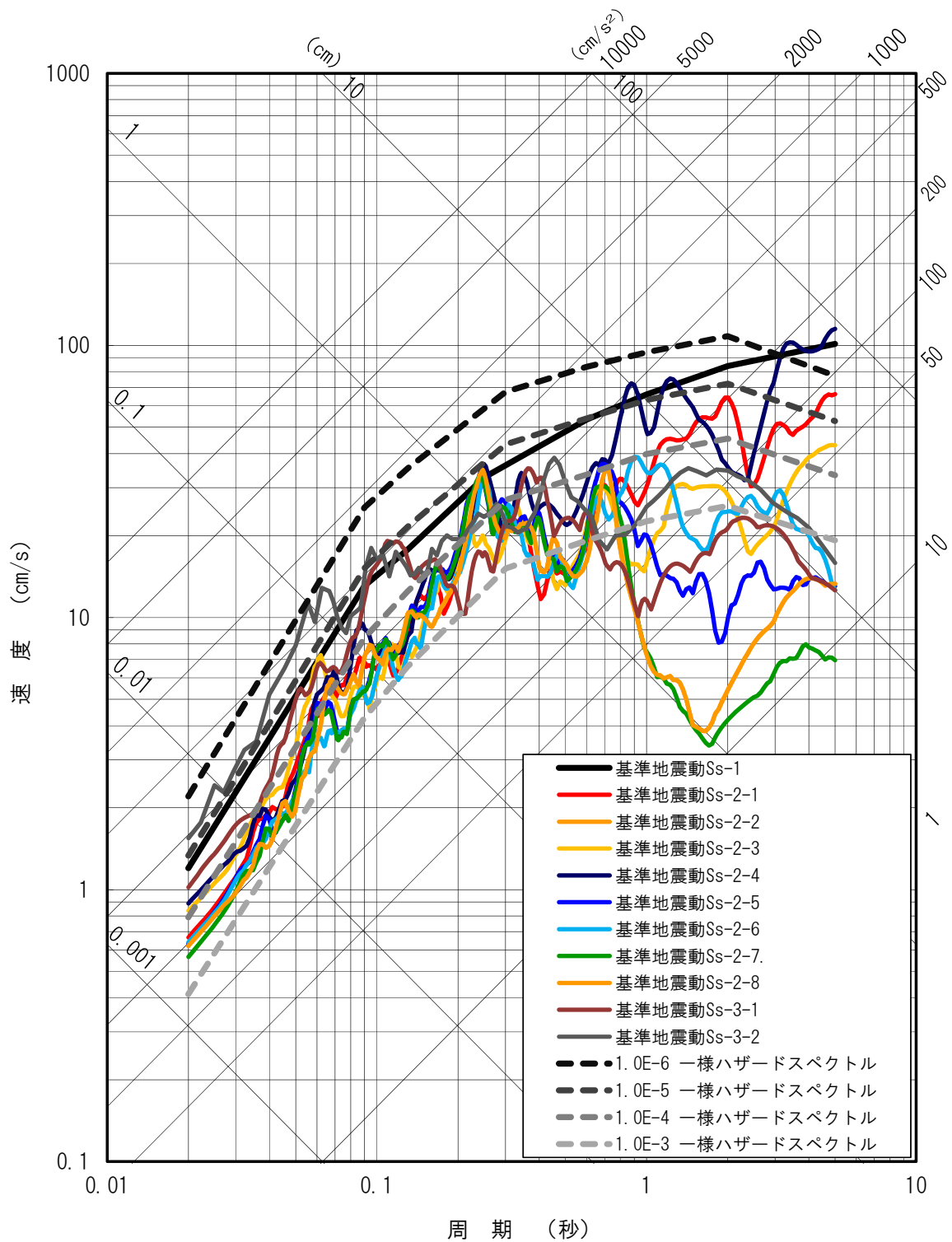
なお、使用済燃料乾式貯蔵建屋は頑健な建屋であり、地震が生じても使用済燃料乾式貯蔵建屋の構造は維持されることで、走行レール間距離は維持されるため、約 50° ガーダが折れ曲がらない限り、ガーダは落下しない構造であり、同じく横行レール上に設置されるトロリも横行レール間距離は維持されるため、トロリも落下しない構造であるとともに、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンの走行及び横行レールには、浮き上がり防止機能を設ける設計としており、走行及び横行レールからガーダ及びトロリが浮き上がることがないように、落下防止対策を講じている。また貯蔵時の使用済燃料乾式貯蔵容器等に対して、波及的影響を及ぼさないように、使用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 	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6-4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 基本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）

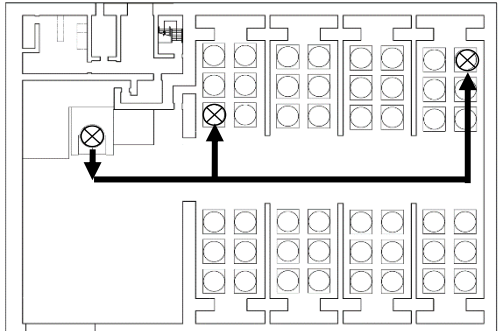
（第 6-2 表参照）と想定される。ここで、基準地震動 S_s の発生確率は、第 6-4 図及び第 6-5 図に示す伊方発電所の地震ハザード解析から得られる超過確率を参照し、JEAG4601・補-1984 で記載されている S_2 の発生確率 ($5 \times 10^{-4} \sim 10^{-5}$ / サイト・年) を S_s の超過確率に読み替え、最大値である 5×10^{-4} / 年を適用する。

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 5×10^{-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^{*}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

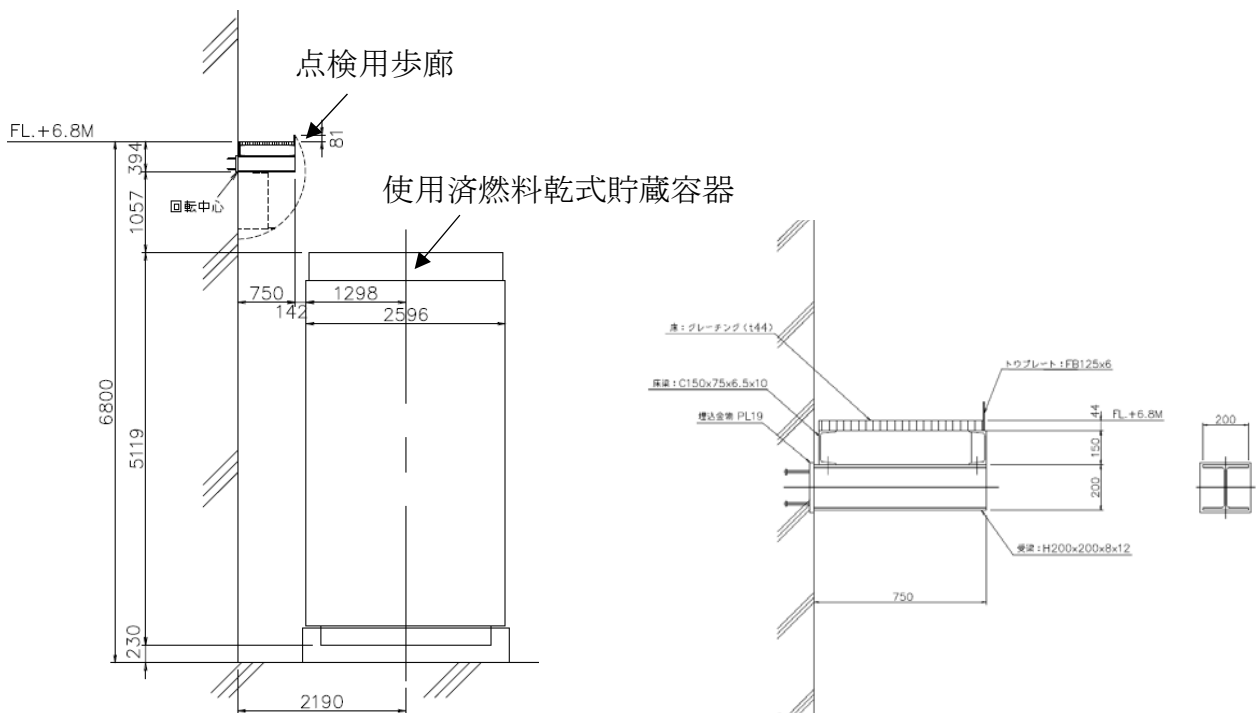
検査架台は、使用済燃料乾式貯蔵容器の検査等のため、使用済燃料乾式貯蔵容器の周囲に配置されるものである。

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 6-6 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していることから、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建屋及び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	-	×	
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