

伊方発電所 3 号炉 使用済燃料乾式貯蔵施設の設置に係る 設置許可基準規則への適合性について

令和元年11月21日
四国電力株式会社

目次

1. 設置許可基準規則への適合性	⇒	3
1. 1 4条 地震による損傷の防止	⇒	10
1. 2 11条 安全避難通路等	⇒	17
1. 3 29条 工場等周辺における直接線等からの防護	⇒	18
1. 4 30条 放射線からの放射線業務従事者の防護	⇒	24
2. 今後の進め方	⇒	27

1. 設置許可基準規則への適合性

○ 設置許可基準規則、設計方針及びその妥当性を以下に示す。

要求項目		主たる要件	設計方針及びその妥当性
条・項	記載事項		
第3条 設計基準対象施設の地盤			
第1項	地盤の支持	算定する地震力が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。 ただし、兼用キャスクにあつては、地盤により十分に支持されなくてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りでない。	乾式キャスクは、基準地震動による地震力が作用した場合においても十分に支持することができる地盤に設置する。 また、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤、かつ変位が生じるおそれがない地盤に設置する。 【地盤側審査会合説明済】
第2項	地盤の変形	耐震重要施設及び兼用キャスクは、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。	
第3項	地盤の変位	耐震重要施設及び兼用キャスクは、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。 ただし、兼用キャスクにあつては、地盤に変位が生じてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りでない。	

1. 設置許可基準規則への適合性

要求項目		主たる要件	設計方針及びその妥当性
条・項	記載事項		
第4条 地震による損傷の防止			
第1項	耐震重要度分類	設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。	兼用キャスクは、第6項地震力に対して、安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。 周辺施設(乾式キャスクの支持機能を有するものを除く。)は、耐震Cクラスに準じた地震力に対しておおむね弾性範囲に留まるように設計する。 【詳細はP10～16に示す。】 <div style="text-align: right;">【本日の説明対象条文】</div>
第2項	耐震重要度分類に応じた地震力の算定	前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設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に応じて算定しなければならない。	
第6項	兼用キャスクの耐震性	兼用キャスクは、原子力規制委員会が別に定める地震力、または基準地震動による地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	
第7項	兼用キャスクへの周辺斜面の影響	兼用キャスクは、地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	
			乾式キャスクは、基準地震動による地震力によって周辺斜面が崩壊しないことを確認し、その安全機能が損なわれるおそれがない場所に設置する。 <div style="text-align: right;">【地盤側審査会合説明済】</div>

1. 設置許可基準規則への適合性

要求項目		主たる要件	設計方針及びその妥当性
条・項	記載事項		
第5条 津波による損傷の防止			
第2項	耐津波 (基準津波)	兼用キャスク及びその周辺施設は、原子力規制委員会が別に定める津波、または基準津波のいずれかの津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	乾式キャスク及び周辺施設は、基準津波に対して安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。 【6月18日審査会合説明済】
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止			
第1項	自然現象による損傷の防止	安全施設(兼用キャスクを除く。)は、想定される自然現象(地震及び津波を除く。次項において同じ。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	第1項及び第3項に基づき、安全施設および乾式キャスクの安全機能を損なわない設計とする。 【今後説明条文】
第3項	偶発的な外部人為事象による損傷の防止	安全施設(兼用キャスクを除く。)は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの(故意によるものを除く。)に対して安全機能を損なわないものでなければならない。	
第4項	兼用キャスクの外部からの衝撃による損傷の防止	兼用キャスクは、合理的な竜巻として原子力規制委員会が別に定めるものや、想定される森林火災が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。	
第5項		前項の規定は、兼用キャスクについて第一項の規定の例によることを妨げない。	
第6項		兼用キャスクは、次に掲げる人為による事象に対して安全機能を損なわないものでなければならない。 一 工場等内又はその周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある爆発 二 工場等の周辺において想定される兼用キャスクの安全性を損なわせる原因となるおそれがある火災	
第7項		前項の規定は、兼用キャスクについて第三項の規定の例によることを妨げない。	

1. 設置許可基準規則への適合性

要求項目		主たる要件	設計方針及びその妥当性
条・項	記載事項		
第7条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止			
第1項	人の不法な侵入等の防止	<p>発電用原子炉施設への人の不法な侵入、発電用原子炉施設に不正に爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件が持ち込まれること及び不正アクセス行為を防止するための設備を設けなければならない。</p>	<p>乾式貯蔵施設を含む発電用原子炉施設への人の不法な侵入等を防止するため接近管理、出入管理及び不正アクセス行為の防止を行える設計とする。</p> <p>〔人の不法な侵入等を防止するため、接近管理、出入管理及び不正アクセス行為の防止を行う。〕</p> <p>【今後説明条文】</p>
第8条 火災による損傷の防止			
第1項	火災発生防止、火災感知設備及び消火設備	<p>設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災発生防止、火災感知設備及び消火設備並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。</p>	<p>火災発生防止、火災感知設備及び消火設備並びに火災の影響を軽減する機能を有する設計とする。</p> <p>【今後説明条文】</p>
第9条 溢水による損傷の防止等			
第1項	溢水による損傷の防止等	<p>安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>乾式貯蔵施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>【6月18日審査会合説明済】</p>
第11条 安全避難通路等			
第1項	安全避難通路および避難用の照明	<p>発電用原子炉施設には、次に掲げる設備を設けなければならない。</p> <p>一 その位置を明確かつ恒久的に表示することにより容易に識別できる安全避難通路</p> <p>二 照明用の電源が喪失した場合においても機能を損なわない避難用の照明</p>	<p>乾式貯蔵施設内には、避難階段を設置し、それに通じる安全避難通路を設けるとともに、安全避難通路には誘導灯を設ける設計とする。</p> <p>【詳細はP17に示す。】</p> <p>【本日の説明対象条文】</p>

1. 設置許可基準規則への適合性

要求項目		主たる要件	設計方針及びその妥当性
条・項	記載事項		
第12条 安全施設			
第1項	安全機能の重要度分類	安全施設は、その安全機能の重要度に応じて、安全機能が確保されたものでなければならない。	<p>乾式貯蔵施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に基づき、それが果たす安全機能の性質に応じて分類し、十分高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計とする。</p> <p>〔安全機能の重要度分類〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・乾式キャスク:PS-2 ・乾式貯蔵建屋:PS-3 <p style="text-align: right;">【今後説明条文】</p>
第3項	全ての環境条件における機能の発揮	安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるものでなければならない。	乾式貯蔵施設の設計条件を設定するに当たっては、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、供用中に想定される環境条件下においても安全機能を発揮できる設計とする。
第4項	試験又は検査	安全施設は、その健全性及び能力を確認するため、その安全機能の重要度に応じ、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができるものでなければならない。	乾式貯蔵施設は、安全機能の重要度に応じ、必要性及びプラントに与える影響を考慮して、供用中に試験又は検査ができる設計とする。
第5項	飛散物による損傷の防止	安全施設は、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわないものでなければならない。	<p>乾式貯蔵施設は、機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする。</p> <p>〔貯蔵エリアには、飛散物になる機器・配管等を設置しない。〕</p>
第7項	安全施設の共用	安全施設(重要安全施設を除く。)は、二以上の発電用原子炉施設と共用し、又は相互に接続する場合には、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものでなければならない。	<p>乾式貯蔵建屋において、1, 2, 3号炉の使用済燃料を貯蔵した場合でも乾式キャスクの安全性を損なわない設計とする。</p> <p>〔</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1, 2, 3号炉の使用済燃料を、専用の乾式キャスク(1, 2号炉燃料用、3号炉燃料用)にて貯蔵することで、4つの安全機能(閉じ込め、臨界防止、遮蔽、除熱)が確保できることを16条にて説明する。 ・1, 2, 3号炉の使用済燃料を貯蔵した場合でも、乾式貯蔵建屋が乾式キャスク(1, 2号炉燃料用、3号炉燃料用)の除熱機能を阻害しないことを、16条の除熱評価にて説明する。 <p>〕</p>

1. 設置許可基準規則への適合性

要求項目		主たる要件	設計方針及びその妥当性
条・項	記載事項		
第16条 燃料体の取扱施設及び貯蔵施設			
2項	燃料体等の貯蔵施設	<p>発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設を設けなければならない。</p> <p>一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。</p> <p>イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする。</p>	<p>内包する放射性物質の閉じ込めを乾式キャスクのみで担保する設計とする。</p> <p style="text-align: right;">【10月17日審査会合説明済】</p>
		<p>ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする。</p>	<p>乾式貯蔵施設は、十分余裕を持たせた貯蔵容量を有する設計とする。</p>
		<p>ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。</p>	<p>乾式キャスクは、実効増倍率が0.95以下となる設計とする。</p>
第4項	キャスク	<p>キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。</p> <p>一 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。</p>	<p>乾式キャスクは、ガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により十分に遮蔽する設計とする。</p>
		<p>二 使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものとする。</p>	<p>乾式キャスクは、使用済燃料の崩壊熱を外部に放出できる設計とする。</p>
		<p>三 使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができるものとする。</p>	<p>乾式キャスクは、適切に放射性物質を閉じ込めることができ、閉じ込め機能を監視できる設計とする。</p>

1. 設置許可基準規則への適合性

要求項目		主たる要件	設計方針及びその妥当性
条・項	記載事項		
第29条 工場等周辺における直接線等からの防護			
第1項	工場等周辺における直接線等からの防護	設計基準対象施設は、通常運転時において発電用原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が十分に低減できるものでなければならない。	乾式貯蔵施設は、通常運転時において発電用原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による工場等周辺の空間線量率が十分に低減できる設計とする。 【詳細はP18～23に示す。】 【本日の説明対象条文】
第30条 放射線からの放射線業務従事者の防護			
第1項	放射線量の低減	設計基準対象施設は、外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場合には、次に掲げるものでなければならない。 一 放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量を低減できるものとする。	乾式貯蔵施設は、放射線業務従事者が業務に従事する場所における放射線量を低減できる設計とする。 【詳細はP24, 25, 26に示す。】 【本日の説明対象条文】
第2項	放射線管理施設	工場等には、放射線から放射線業務従事者を防護するため、放射線管理施設を設けなければならない。	乾式貯蔵施設は、放射線管理区域を設定し、放射線業務従事者等の出入管理には、既設の出入管理設備を使用する設計とする。 〔汚染のおそれのない管理区域を設定する。〕 【本日の説明対象条文】
第3項	放射線管理に必要な情報の表示	放射線管理施設には、放射線管理に必要な情報を原子炉制御室その他当該情報を伝達する必要がある場所に表示できる設備(安全施設に属するものに限る。)を設けなければならない。	乾式貯蔵施設は、放射線管理区域を設定し、放射線業務従事者が立ち入る場所については、定期的及び必要の都度、サーベイメータによる外部放射線に係る線量当量率の測定を行うとともに、作業場所の入口付近等に線量当量率を表示する設計とする。 【本日の説明対象条文】

1.1 4条 地震による損傷の防止

地震による損傷の防止(4条第1項、第2項、第6項)

設計方針

- ・乾式貯蔵施設は、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に応じて、各耐震クラスに分類し、それぞれに応じた地震力に対して、設備に要求する機能が保持できるように設計する。
- ・兼用キャスクについては、第6項地震力に対して、安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

【具体的な設計方針】

- ・第6項地震力として、既許可の基準地震動 S_s による地震力を用いる。
- ・乾式貯蔵施設のうち兼用キャスクである乾式キャスク及びその直接支持構造物である貯蔵架台はSクラスに分類し、既許可の基準地震動 S_s による地震力に対して、その安全機能を損なわないよう設計する。
- ・周辺施設（乾式キャスクの支持機能を有するものを除く。）は、耐震Cクラスに準じた地震力に対しておおむね弾性範囲に留まるように設計する。
- ・乾式キャスクの間接支持構造物である乾式貯蔵建屋は、基準地震動 S_s による地震力に対してその支持機能を維持できる設計とする。
- ・使用済燃料乾式貯蔵施設のうち乾式キャスクは、周辺施設等の波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。

【設計方針にかかる本資料の説明内容】

- ①乾式貯蔵施設を構成する主要な施設は、右記の耐震クラスに分類し、そのうち、Sクラスと分類した乾式キャスク及び貯蔵架台について、地震時に乾式キャスクが転倒しないことの評価方法、及び地震力による構造強度の評価方法を説明する。
- ②乾式キャスクが、周辺施設等の波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計するための方針を示す。

項目		耐震クラス	
兼用キャスク	乾式キャスク	S*2	
周辺施設	貯蔵架台(カップホルダ)	S*2	
	乾式貯蔵 建屋	遮蔽	C
		間接支持構造物	(S_s)*1

*1: 基準地震動 S_s によって使用済燃料乾式貯蔵容器の支持機能を維持できるとともに、耐震クラスSの機器に波及的影響を及ぼさないものとする。

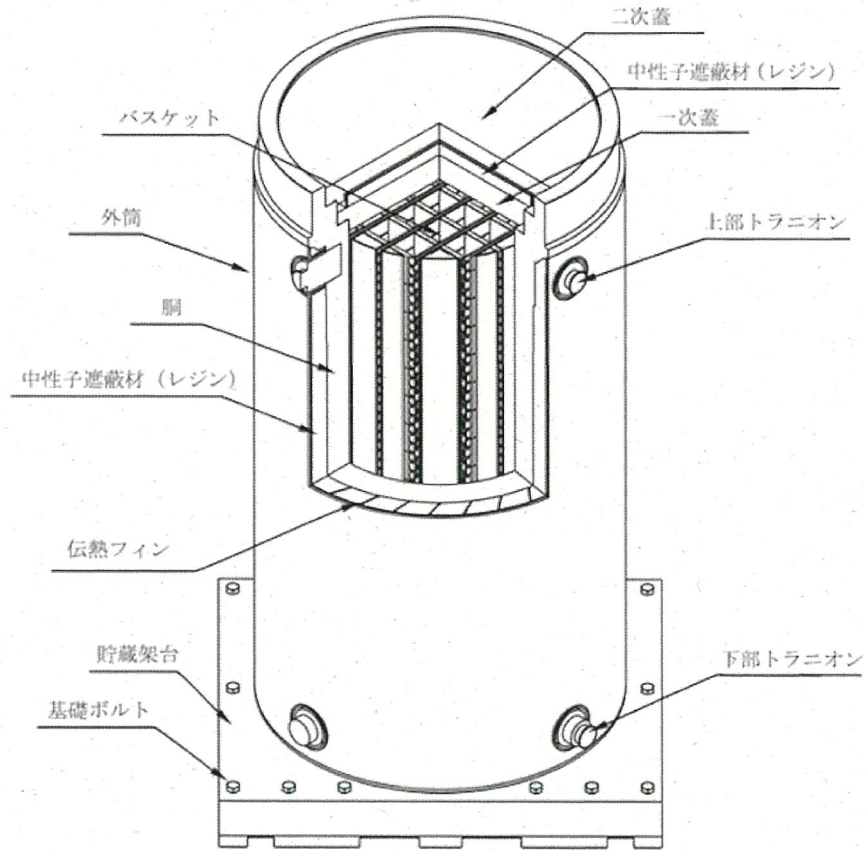
*2: 基準地震動 S_s による地震力に対して、機能を保持できるものとする。

1.1 4条 地震による損傷の防止

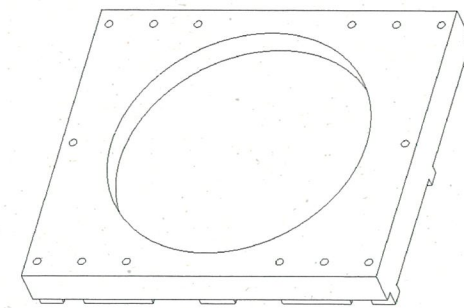
①耐震評価方法

<乾式キャスク及び貯蔵架台の構造について>

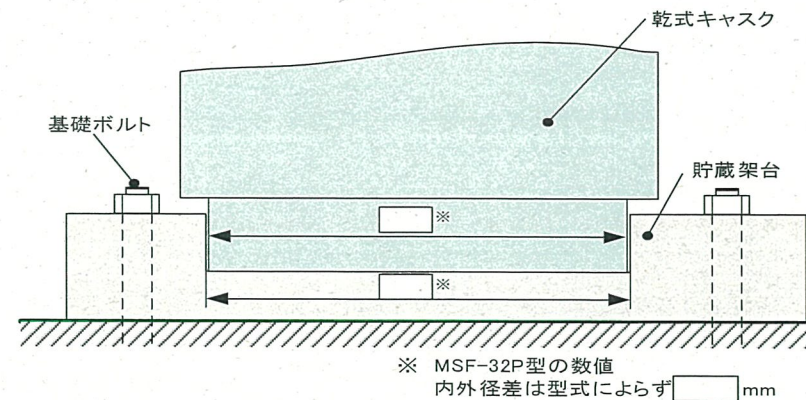
- ・伊方発電所の乾式キャスクは、縦置きで固定せずとも転倒しない安定した形状である。
- ・地震時に横滑りすることを制限するため、基礎に固定したカップフォルダ式の貯蔵架台に、乾式キャスクを嵌め込み貯蔵する。
- ・以上の構造上の特徴を踏まえ、次頁以降で耐震評価手法を示す。



乾式キャスク及び貯蔵架台の構造



貯蔵架台の構造



乾式キャスク底部と貯蔵架台

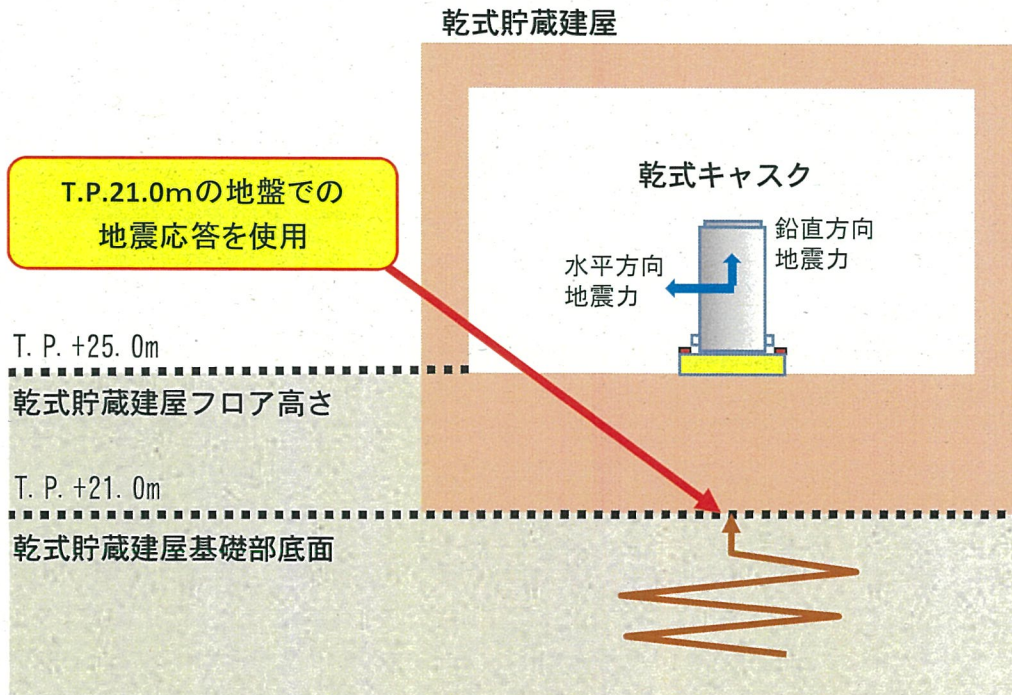
※ MSF-32P型の数値
内外径差は型式によらず mm

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。

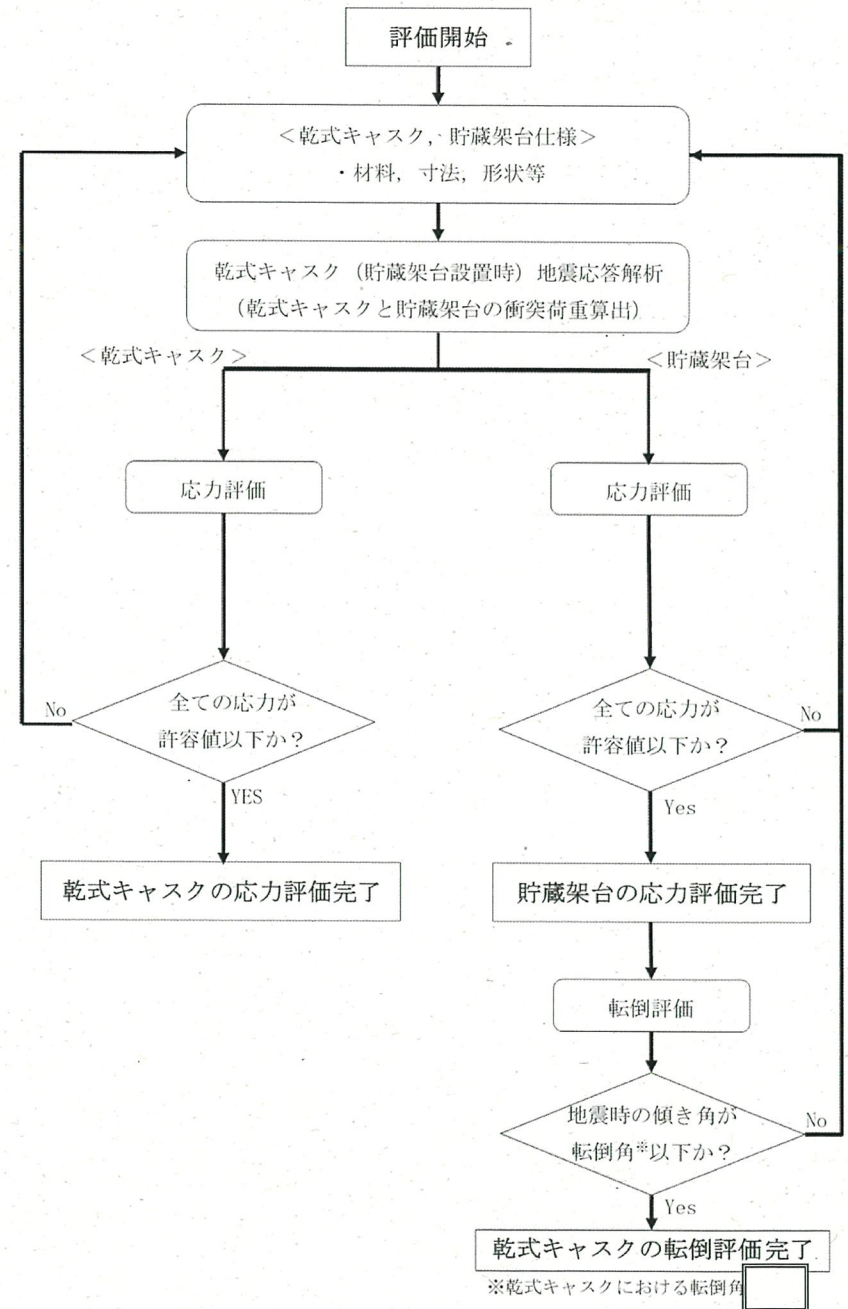
1.1 4条 地震による損傷の防止

<評価方法>

- ・ 貯蔵架台に設置した状態の乾式キャスクに対して地震応答解析を実施する。
- ・ 地震により乾式キャスクに生じる荷重を算出し、各部の応力をそれぞれ評価する。
- ・ 地震により乾式キャスクが傾き、貯蔵架台に衝突した時に貯蔵架台に生じる応力を算出し、貯蔵架台各部の許容限界と比較する。この結果より貯蔵架台の構造が健全であれば、地震時の乾式キャスクの傾きが制限され、転倒角に至らないため、貯蔵架台に設置した乾式キャスクは地震時において転倒しないことが確認できる。
- ・ 地震時に乾式キャスクの安全機能が維持される見通しを確認するために、暫定的に乾式貯蔵建屋設置地盤での地震応答（S s - 1）を用いて 耐震評価を実施する。



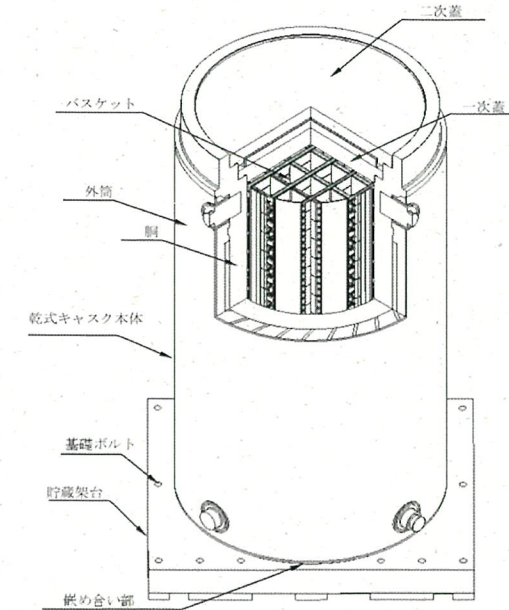
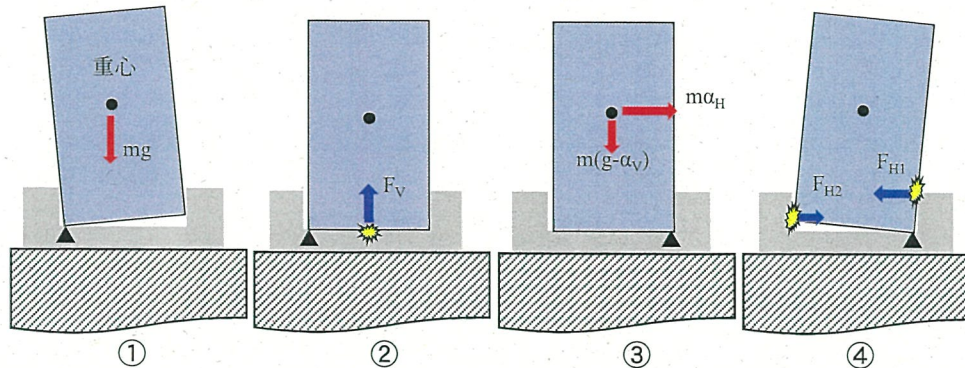
枠囲みの内容は商業機密または防護上の機密に属しますので公開できません。



1.1.4条 地震による損傷の防止

<評価条件>

- (1) 乾式キャスクに最も厳しい荷重が生じる傾き挙動時の応答をエネルギー保存則を用いて解く。
- (2) 傾き挙動の1サイクルを下図のように定義する。傾き支点（図中▲）は、傾き挙動の進展により時々刻々移動する。この傾き支点（図中▲）及び乾式キャスクと貯蔵架台の接触箇所には、動摩擦力が発生し、運動エネルギーが消費されるが、本評価では、保守的にこの運動エネルギーの消費を無視する。
- (3) 鉛直方向の応答荷重は、地震により乾式キャスクが傾いた状態（下図①）から、乾式キャスクが貯蔵架台嵌め合い部底面に衝突した時（下図②）に発生する荷重をエネルギーのつり合い式より算出する。なお、運動エネルギーの鉛直成分が貯蔵架台との衝突で消費され、水平成分が傾き挙動の継続に使われると仮定する。
- (4) 水平方向の応答荷重は、(3)の挙動後、乾式キャスクが逆側に傾き（下図③）、貯蔵架台嵌め合い部の二側面と接触した時（下図④）に発生する荷重をエネルギーのつり合い式及びモーメントのつり合い式より算出する。



<評価結果>

✓ 地震時の乾式キャスク各部の発生応力が許容限界を満足することを確認した。

評価部位	応力分類	発生値 (MPa)	許容限界 (MPa)
一次蓋	一次局部膜+ 一次曲げ応力	15	377
胴	一次応力+二次応力	284	366
一次蓋 シール部	一次応力+二次応力	66	185
一次蓋ボルト	平均引張応力 +曲げ応力	281	846
バスケット	圧縮応力	5	67

✓ 地震時の貯蔵架台各部の発生応力が許容限界を満足することを確認した。
これにより乾式キャスクが転倒しないことを確認した。

評価部位	応力分類	発生値 (MPa)	許容限界 (MPa)
貯蔵架台 嵌め合い部	曲げ応力	98	322
	せん断応力	27	161
基礎ボルト	引張応力	124	687
	せん断応力	78	396
	組合せ応力	124	687

1.1 4条 地震による損傷の防止

<評価方法の妥当性（加振試験との比較）>

【加振試験概要】

- ・本耐震評価方法が十分な保守性を有することを、加振試験結果と比較することで検証する。
- ・試験供試体には、実機乾式カスクの1/4スケール模擬体を使用した。
- ・加振波は、乾式貯蔵建屋設置地盤での地震応答（ $S_s - 1$ ）を用いることとし、加速度成分を合わせるため時間軸を半分にして用いた。

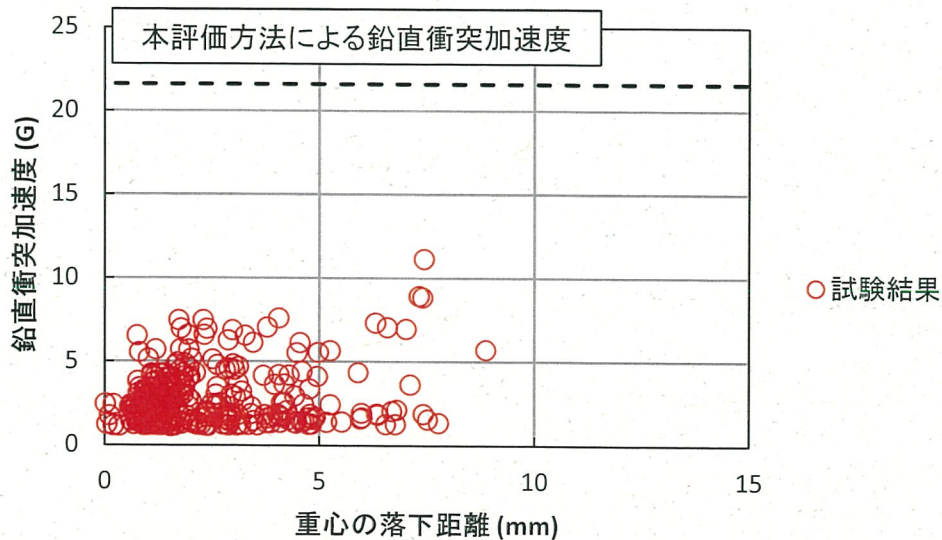
【加振試験結果】

- ・加振試験より貯蔵架台上に設置された乾式カスクの地震時の挙動が、滑り挙動、回転挙動、傾き挙動であること確認した。このうち、傾き挙動において、乾式カスクの衝突により貯蔵架台に最も大きなひずみが生じることを確認した。
- ・下記のとおり、本耐震評価方法で算出した荷重は、加振試験で計測された荷重を大きく上回っており、本耐震評価方法は十分な保守性を有している。



鉛直方向荷重の算出方法の妥当性

- ✓ 加振試験で生じた鉛直方向荷重(加速度)は、11G程度であるのに対して、試験供試体諸元及び幾何学的に決まる初期傾き角 θ_0 を用いて、本耐震評価手法で算出した鉛直方向加速度は、22Gと十分な保守性を有している。



加振試験で観察された鉛直衝突荷重とその重心の落下距離

水平方向荷重の算出方法の妥当性

- ✓ 試験供試体諸元を用いて本耐震評価手法により算出したひずみは、大きく加振試験の結果を上回っており、乾式カスク及び貯蔵架台に生じる水平方向荷重は、十分な保守性を有している。

貯蔵架台のひずみの比較結果

項目	加振試験	本耐震評価方法
径方向最大圧縮ひずみ (μ)	934	2700

1.1 4条 地震による損傷の防止

②下位クラス施設の波及的影響評価

＜波及的影響の検討方針＞

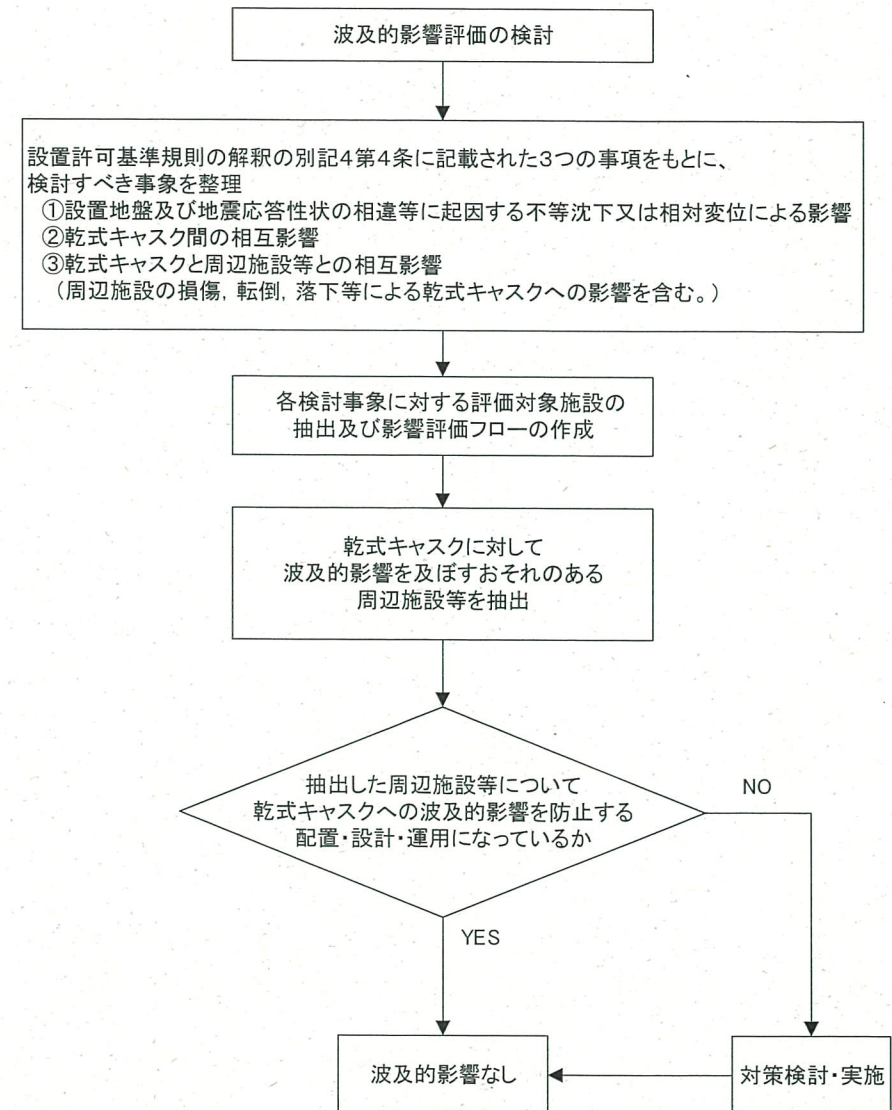
波及的影響の検討は以下に示す方針に基づき実施する。

- (1)設置許可基準規則の解釈の別記4第4条に記載された3つの事項をもとに、検討すべき事象を整理する。
- (2)(1)で整理した検討事象をもとに、乾式キャスクに対して波及的影響を及ぼすおそれのある周辺施設等を抽出する。
- (3)(2)で抽出された周辺施設等について、配置、設計、運用上の観点から乾式キャスクの安全機能への影響評価を実施する。

＜波及的影響の事象検討＞

設置許可基準規則の解釈の別記4第4条に記載された3つの事項をもとに、以下に具体的な検討事象を整理する。

- 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) 不等沈下に伴う周辺施設等の傾きや倒壊による貯蔵建屋との衝突
 - (2) 地震時の建屋間相対変位による貯蔵建屋との衝突
 - (3) 不等沈下や相対変位による建屋間渡り配管等の損傷
- ②乾式キャスク間の相互影響
 - (1) 隣接する乾式キャスク同士の衝突
- ③乾式キャスクと周辺施設等との相互影響(周辺施設の損傷、転倒、落下等による乾式キャスクへの影響を含む。)
 - (1) 貯蔵建屋外の周辺施設等の損傷、転倒、落下等による貯蔵建屋との衝突
 - (2) 貯蔵建屋内の周辺施設等の損傷、転倒、落下等による乾式キャスクとの衝突
 - (3) 乾式キャスクに接続する周辺施設等の損傷による相互影響
 - (4) 油又は水等を内包する周辺施設等の損傷による火災・溢水



1.1 4条 地震による損傷の防止

<波及的影響の検討結果>

- ・波及的影響として検討すべき事象に基づき、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結果、抽出された施設又は設備は、当該施設又は設備の設計にあたっては必要な設計上の配慮を行うこととする。
 - ・貯蔵建屋については、基準地震動 S_s に対して損壊しない設計とすることで、乾式キャスクへの波及的影響を及ぼさない設計とすることから、工事計画認可申請においてその耐震計算書を示す。
- (具体的な検討結果については、資料1-3 4条-別添3「6.周辺施設等の抽出結果」及び「7.検討結果」に示す。)

設計方針の妥当性

以上のとおり、

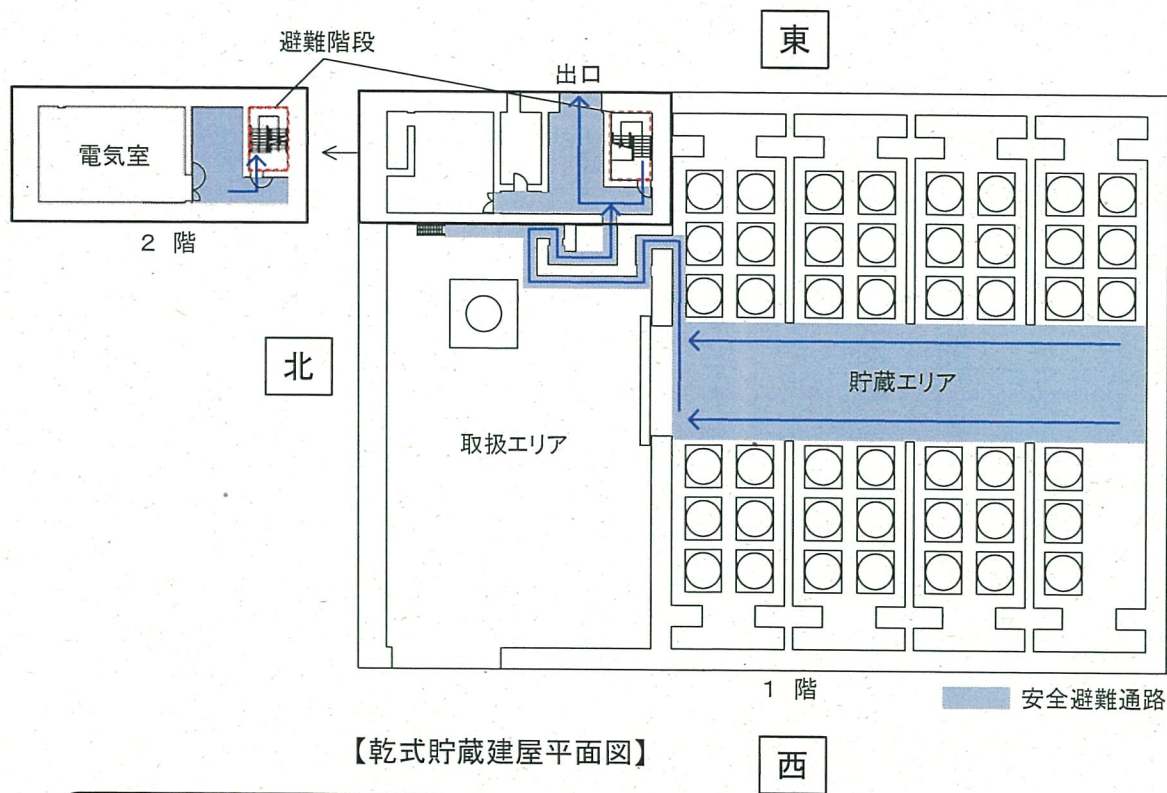
- ・乾式貯蔵施設は、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて、各耐震クラスに分類し、それぞれに応じた地震力に対して、設備に要求する機能が保持できるように設計する。
- ・兼用キャスクについては、第6項地震力に対して、安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

ことから、地震による損傷の防止に係る設計の基本方針は妥当である。

安全避難通路等(11条第1項)

設計方針：既許可の基本的設計方針と同じ

乾式貯蔵施設内には、避難階段を設置し、それに通じる安全避難通路を設ける設計とする。
また、安全避難通路に誘導灯を設ける設計とする。



【具体的な設計方針】

- 乾式貯蔵建屋全体に避難階段、安全避難通路および誘導灯を設置する設計とする。
- ・建築基準法に準拠し、避難階段を設置し、それに通じる安全避難通路を設置する。
 - ・消防法に準拠し、安全避難通路に誘導灯を設置する。
 - ・建築基準法に準拠し、乾式貯蔵施設内には従事者が常時滞在しないため、非常灯は設置しない。

設計方針の妥当性

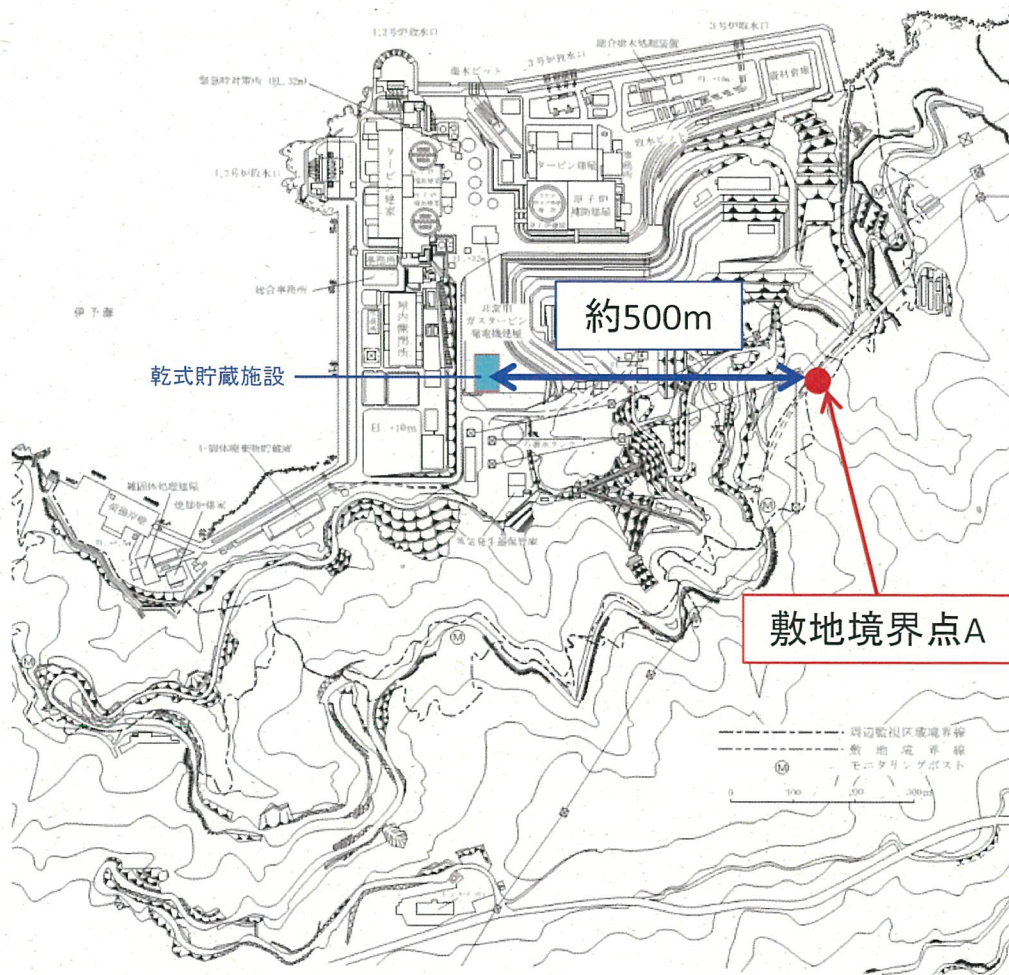
以上のとおり、乾式貯蔵施設内には、避難階段を設置し、それに通じる安全避難通路を設ける設計とするとともに、安全避難通路に誘導灯を設ける設計とすることから、安全避難通路等に係る設計の基本方針は妥当である。

1.3 29条 工場等周辺における直接線等からの防護

工場等周辺における直接線等からの防護(29条)

設計方針

乾式貯蔵施設は、既設を含めた原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による敷地周辺の空間線量率を合理的に達成できる限り小さい値となるように設計する。
 具体的には、年間50マイクロシーベルトを超えない設計とする。



【具体的な設計方針】

敷地境界での線量評価を行い、年間50マイクロシーベルト以下となる設計とする。

【具体的な説明方針】

乾式キャスクを貯蔵した状態で、線量評価を行い、敷地境界線量が最大となる敷地境界点Aにおいて、年間50マイクロシーベルト以下となることを説明する。

1.3 29条 工場等周辺における直接線等からの防護

工場等周辺における直接線等からの防護(29条)

【解析条件】

<遮蔽厚>

・貯蔵エリア	・取扱エリア
壁厚: <input type="text"/>	壁厚: <input type="text"/>
天井厚: <input type="text"/>	天井厚: <input type="text"/>

<線源>

・敷地境界外線量評価における線源条件

線源	基数	線源強度	スペクトル
乾式キャスク	貯蔵エリア:48基	容器表面1mの線量率が100μSv/hとなるように規格化	包絡スペクトル

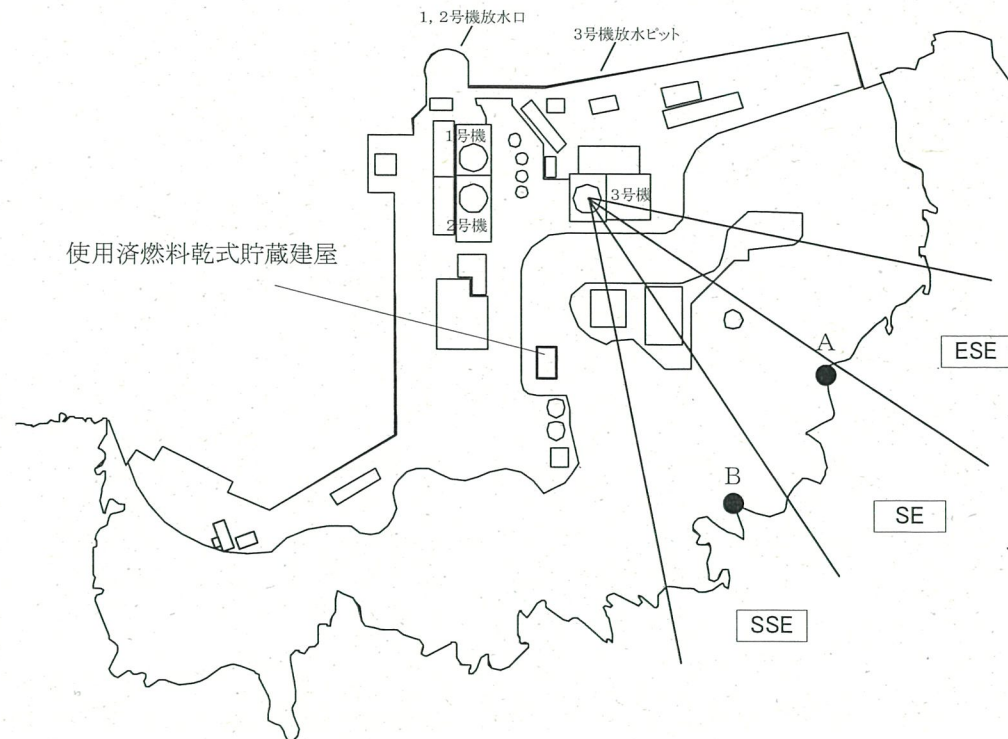
・管理区域境界線量評価における線源条件

線源	基数	線源強度	スペクトル
乾式キャスク	貯蔵エリア:48基	容器表面1mの線量率が100μSv/hとなるように規格化	包絡スペクトル
	取扱エリア:2基		

<評価モデル>

乾式キャスクからの放射線の線質を全てガンマ線または中性子線とした場合についてそれぞれ線量評価を行い、最終的な評価値としては、両者のうちより保守的な線量評価を採用する。評価にはそれぞれ下表に示すコードを使用した。

評価地点	ガンマ線		中性子線	
	直接線	スカイシャイン線	直接線	スカイシャイン線
敷地境界	QAD-CGGP2R	SCATTERINGコード*	DORTコード*	
管理区域境界	コード*	—	ANISNコード*	—



敷地境界外評価地点図

- A: 伊方発電所敷地境界での最大評価地点
- B: 伊方発電所敷地境界での評価地点のうち、使用済燃料乾式貯蔵建屋からの最短地点

技術的な特殊性・新規性は無い。
(いずれも許認可で使用実績があるコードである)

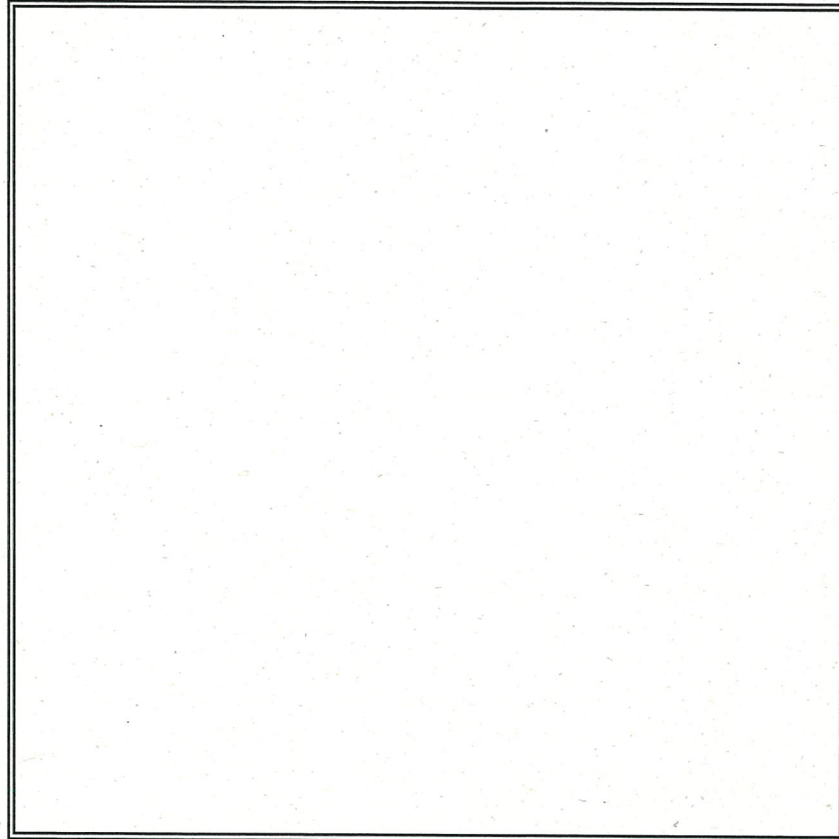
枠囲みの内容は商業機密または防護上の機密に属しますので公開できません。

工場等周辺における直接線等からの防護(29条)

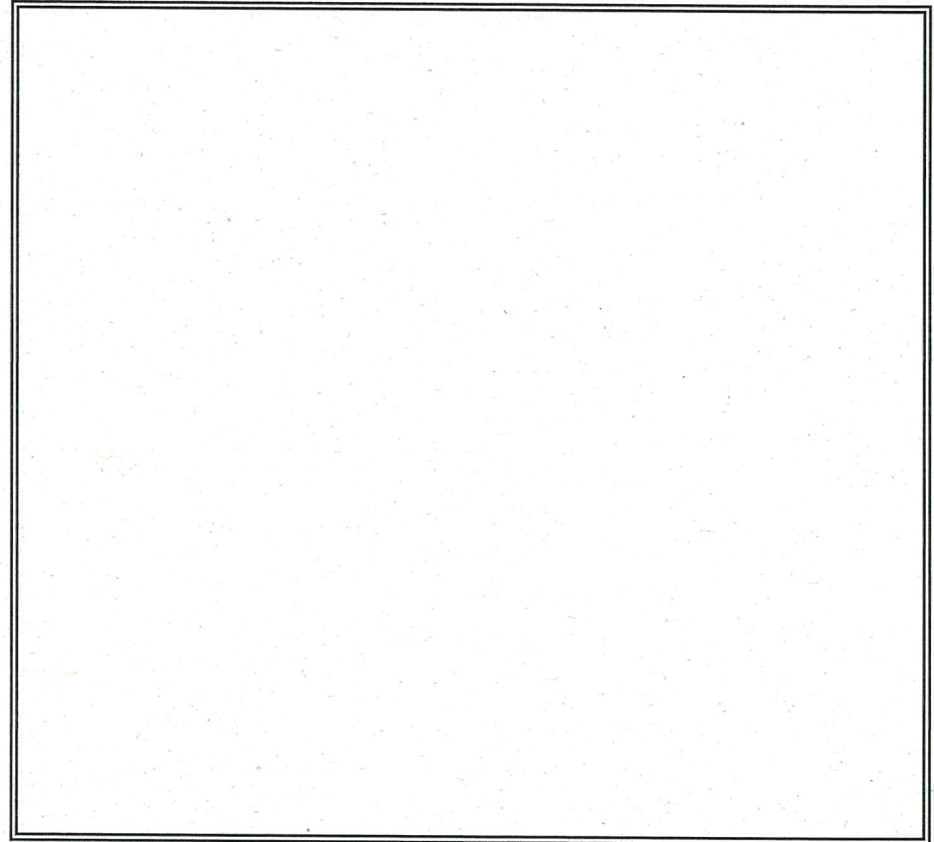
全てガンマ線とした場合の評価方法

※単位：cm

×：評価点



直接線 評価モデル



スカイシャイン線 評価モデル

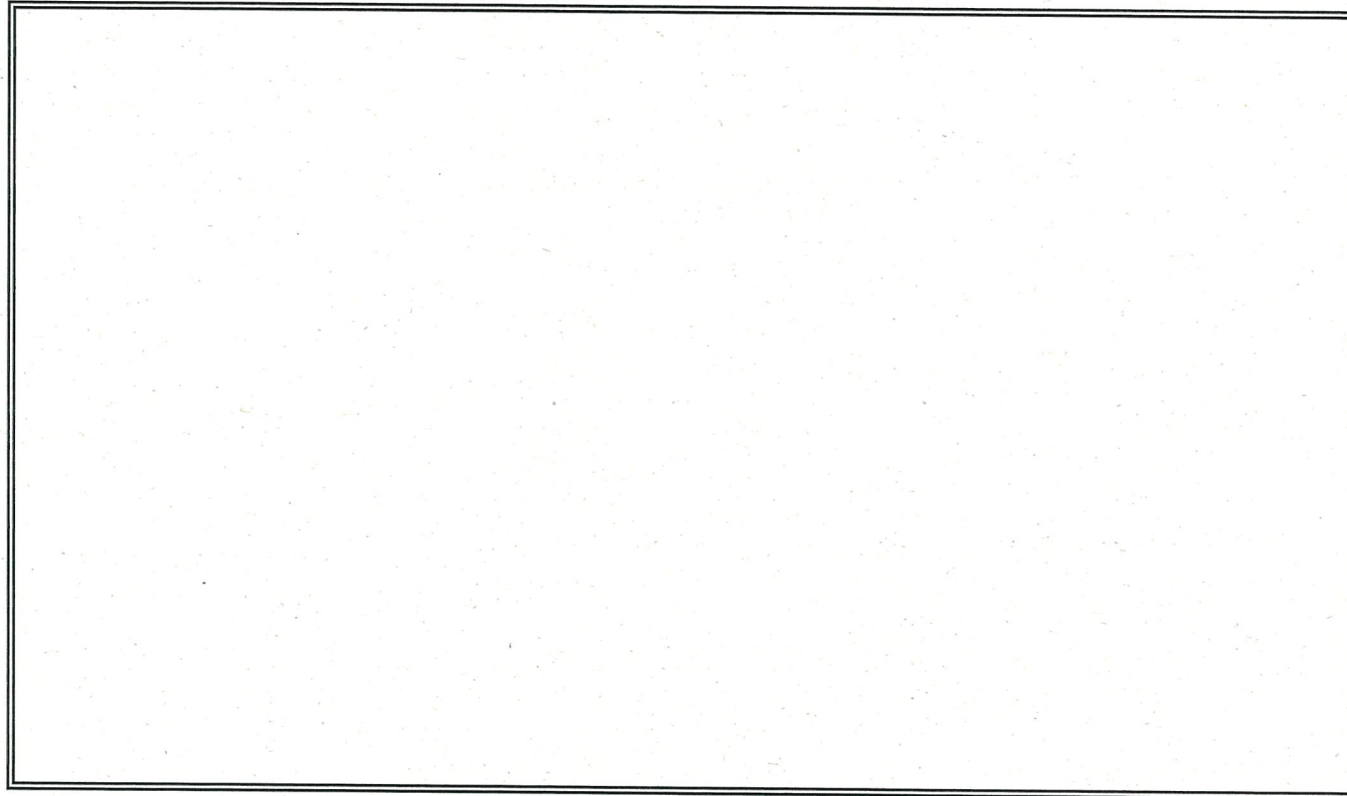
枠囲みの内容は商業機密または防護上の機密に属しますので公開できません。

工場等周辺における直接線等からの防護(29条)

全て中性子線とした場合の評価方法

※単位：cm

×：評価点



直接・スカイシャイン中性子線 評価モデル

1.3 29条 工場等周辺における直接線等からの防護

工場等周辺における直接線等からの防護(29条)

【解析結果】

<管理区域境界>

管理区域境界における線量率は、下表のとおり、基準値 $2.6 \mu\text{Sv/h}$ 以下を満たしていることを確認した。

管理区域境界	壁外線量率($\mu\text{Sv/h}$)		
	全てガンマ線とした場合	全て中性子線とした場合	基準値
貯蔵エリア	0.044	0.17	≤ 2.6
取扱エリア	1.7	1.2	

<敷地境界外>

敷地境界外における年間線量は、下表のとおり、全て中性子線とした場合よりも、全てガンマ線としたほうが大きくなることを確認した。

評価地点	年間線量(μSv)	
	全てガンマ線とした場合※	全て中性子線とした場合
A	0.16	0.058
B	0.27	0.11

※ ガンマ線の空気カーマから実効線量への換算にあたっては保守的に $1\text{Gy}=1\text{Sv}$ としている。

1.3 29条 工場等周辺における直接線等からの防護

工場等周辺における直接線等からの防護(29条)

【解析結果】

<敷地境界外>

敷地境界外における年間線量は、下表のとおり、既設建屋からの線量寄与を考慮しても、基準値 $50 \mu\text{Sv}$ 以下を満たしていることを確認した。

評価地点	年間線量(μSv)			基準値
	使用済燃料乾式貯蔵建屋	既設建屋	合算	
A	0.16	5.1	5.2	≤ 50
B	0.27	3.9	4.2	

なお、評価地点Aにおける各建屋からの線量寄与は下表のとおりである。

建屋名		線量寄与	
既設建屋	原子炉格納容器	2号炉	$1.1 \times 10^0 \mu\text{Sv}/\text{y}$
		3号炉	$4.0 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}/\text{y}$
	原子炉補助建屋	1、2号炉	$8.4 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}/\text{y}$
		3号炉	$2.0 \times 10^0 \mu\text{Sv}/\text{y}$
	1-固体廃棄物貯蔵庫		$9.1 \times 10^{-4} \mu\text{Sv}/\text{y}$
	2-固体廃棄物貯蔵庫		$6.3 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}/\text{y}$
	雑固体処理建屋		$6.4 \times 10^{-5} \mu\text{Sv}/\text{y}$
	蒸気発生器保管庫		$6.4 \times 10^{-2} \mu\text{Sv}/\text{y}$
使用済燃料乾式貯蔵施設		$1.6 \times 10^{-1} \mu\text{Sv}/\text{y}$	
合計		$5.2 \mu\text{Sv}/\text{y}$	

設計方針の妥当性

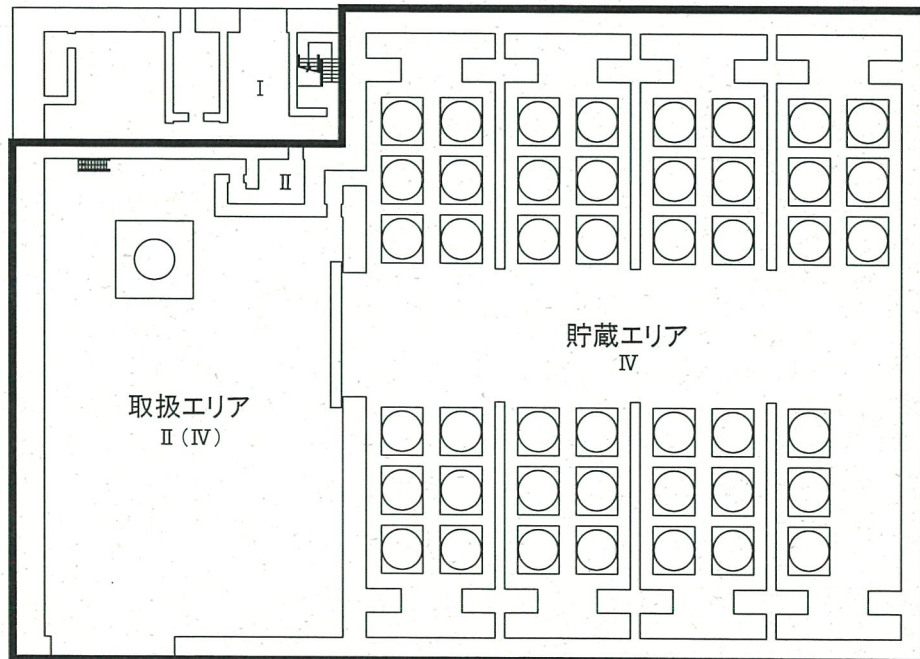
以上のとおり、乾式貯蔵施設は、既設を含めた原子炉施設からの直接線及びスカイシャイン線による敷地周辺の空間線量率を年間50マイクロシーベルトを超えない設計としていることから、工場等周辺における直接線等からの防護に係る設計の基本方針は妥当である。

1.4 30条 放射線からの放射線業務従事者の防護

放射線からの放射線業務従事者の防護(30条第1項一号)

設計方針：既許可の基本的設計方針と同じ。

乾式貯蔵施設は、放射線業務従事者の受ける放射線量を低減できるよう、遮蔽し、乾式キャスクの配置等放射線防護上の措置を講じた設計とする。



— : 管理区域境界

【具体的な設計方針】

立ち入り頻度等を考慮した遮蔽設計とする。

【具体的な説明方針】

遮蔽壁等を考慮し放射線量の減衰評価を行うことで、遮蔽設計区分の妥当性を説明する。

- I $\leq 1.3\text{mSv}/3\text{月}$
- II $\leq 0.01\text{mSv}/\text{h}$
- III $\leq 0.15\text{mSv}/\text{h}$
- IV $> 0.15\text{mSv}/\text{h}$ ※

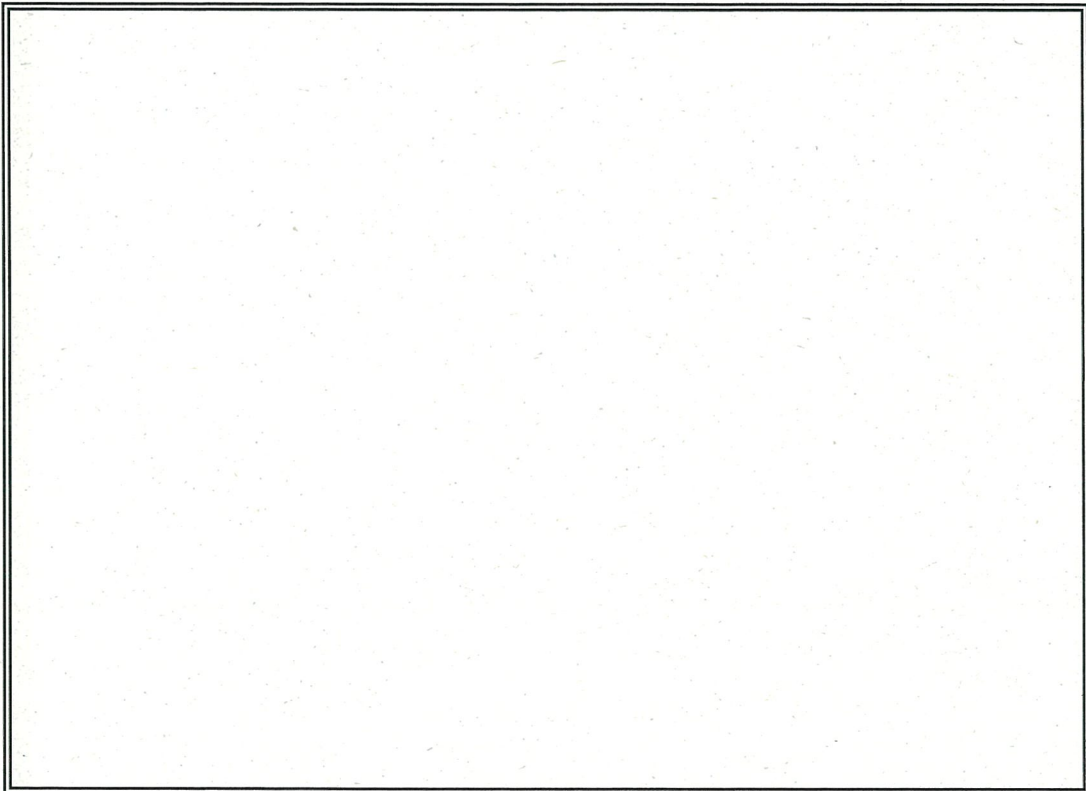
- ・()内は使用済燃料乾式貯蔵容器の取扱時を示す。
- ・使用済燃料乾式貯蔵施設には、区分Ⅲに相当するエリアは無い。

※ 遮蔽設計区分上、第Ⅳ区分の線量率の上限は設けていないが、作業時には、実際の線量当量率の測定結果、作業時間及び個人の被ばく線量等を考慮して被ばく低減のため作業計画を定めるとともに、警報付線量計着用により線量限度を超えないよう被ばく管理を行う。

1.4 30条 放射線からの放射線業務従事者の防護

放射線からの放射線業務従事者の防護(30条第1項一号)

【解析条件】



<遮蔽厚>

- ・ 貯蔵エリア～取扱エリア間の遮蔽厚 :
- ・ 遮蔽扉の遮蔽厚 :

<線源>

線源	基数	線源強度	スペクトル
乾式キャスク	貯蔵エリア:48基	容器表面1mの線量率が100μSv/hとなるように規格化	包絡スペクトル

<評価モデル>

ガンマ線と中性子線の両方について線量評価を行い、最終的な評価値としては、両者のうちより保守的な線量評価を採用する。評価にはそれぞれ下表のコードを使用した。

評価地点	ガンマ線	中性子線
A,B	QAD-CGGP2Rコード	ANISNコード

<評価地点>

- A: 貯蔵エリア～取扱エリア間の遮蔽壁表面
- B: 遮蔽扉表面

技術的な特殊性・新規性は無い。
(いずれも許認可で使用実績があるコードである)

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。

1.4 30条 放射線からの放射線業務従事者の防護

放射線からの放射線業務従事者の防護(30条第1項一号)

【解析結果】

取扱エリアの線量率は、下表のとおり、第Ⅱ区分の基準値0.01mSv/h(10μSv/h)以下を満たしていることを確認した。

評価地点	線量率(μSv/h)	基準値(μSv/h)
A	0.17	≤ 10 ($\leq 0.01\text{mSv/h}$)
B	3.3	

設計方針の妥当性

以上のとおり、乾式貯蔵施設は、放射線業務従事者の受ける放射線量を低減できるよう、遮蔽し、乾式キャスクの配置等放射線防護上の措置を講じた設計とするとともに、適切に管理区域を設定することから、放射線からの放射線業務従事者の防護に係る設計の基本方針は妥当である。

〇6, 7, 8, 12条について、当社設計方針に則り、規則への適合性をご説明する。

規則条文	2018年度	2019年度
5条、9条	7/5 	規則改正 6/18
16条		8/22 10/17
4条(第7項以外)、11条、29条、30条		11/21
6条、7条、8条、12条		次回の説明範囲
3条、4条(第7項のみ)	7/5 10/19 12/21 	4/19 7/5

▼：審査会合