

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10月17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

2. コメントリスト



34

3. 今後の進め方



35

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。	<p>乾式キャスクは、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ように設計する。</p> <p>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クラスとし、それぞれに応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。</p> <p style="text-align: right;">【今後説明条文】</p>
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。	
			<p>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。</p> <p style="text-align: right;">【地盤側審査会合説明済】</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	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其他人に危害を与え、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。	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。 〔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。〕 【今後説明条文】
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	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。	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。 【今後説明条文】
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	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。	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。 【6月18日審査会合説明済】
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	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。 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 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	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。 【今後説明条文】

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>

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。 【詳細はP12, 13, 14, 15に示す。】</p> <p style="text-align: right;">【本日の説明対象条文】</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。 【詳細はP30に示す。】</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。 【詳細はP16, 17, 18, 19に示す。】</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。 【詳細はP20, 21, 22, 23に示す。】</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。 【詳細はP24, 25, 26, 27, 28に示す。】</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。 【詳細はP12, 13, 14, 15に示す。】</p>

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。 【今後説明条文】
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。 【今後説明条文】
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。〕
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。

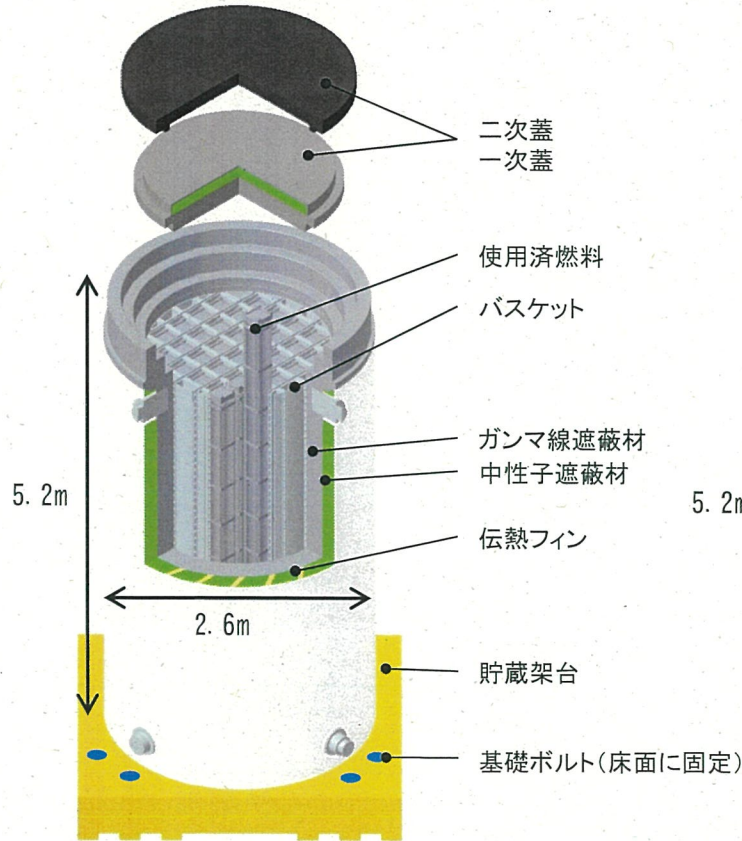
1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条)

乾式キャスクの構造

<タイプ1> 1,2号炉燃料(14×14型燃料)用

<タイプ2> 3号炉燃料(17×17型燃料)用



【乾式キャスクの構造図】

乾式キャスクの形状

- ✓ 寸法 : (直径)2.6m (高さ)5.2m
- ✓ 重さ : 約120トン(使用済燃料等含む)

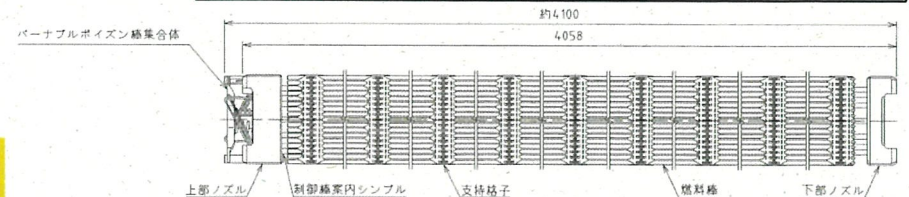
収納物

<1,2号炉燃料用>

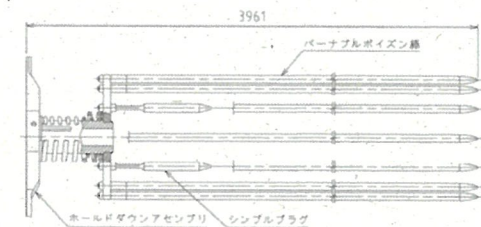
- ・使用済燃料: 32体/基

<3号機燃料用>

- ・使用済燃料: 24体/基
- ・バーナブルポイズン集合体: 12体以下/基



【使用済燃料の構造図(17×17型燃料の例)】



【バーナブルポイズン集合体の構造図(17×17型燃料用の例)】

(装荷しない場合あり)

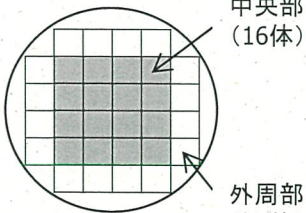
1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条)

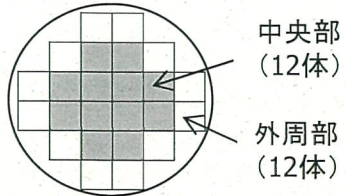
乾式キャスクの収納制限

下表の制限をすべて満足すること。

1,2号炉燃料用

仕様		キャスク収納制限		
		中央部		外周部
燃料 集合体 1体の 仕様	燃料タイプ	14×14型 (A/B型)		
		48GWd/t型	39GWd/t型	39GWd/t型
	初期ウラン濃縮度 (wt%)	≤4.2	≤3.5	
	最高燃焼度 (燃料集合体平均) (GWd/t)	≤48	≤39	
SFPでの冷却期間 (年)	≥15	≥25		
キャスク 1基あたり	平均燃焼度 (GWd/t)	≤45	≤33	
配置制限				

3号炉燃料用

仕様		キャスク収納制限	
		中央部	外周部
燃料 集合体 1体の 仕様	燃料タイプ	17×17型 (A/B型)	
		48GWd/t型	
	初期ウラン濃縮度 (wt%)	≤4.2	
	最高燃焼度 (燃料集合体平均) (GWd/t)	≤48	≤44
SFPでの冷却期間 (年)	A型: ≥15 [※] B型: ≥17		
キャスク 1基あたり	平均燃焼度 (GWd/t)	≤44	
バーナブル ポイズン	最高燃焼度 (GWd/t)	≤90	—
	SFPでの冷却期間 (年)	≥15	—
配置制限			

※: 回収ウラン燃料(使用済燃料を再処理して得られたウランを再利用した燃料)については、15年以上冷却した通常ウラン燃料と放射線量及び発熱量が同程度以下となるよう20年以上冷却した後、収納する。

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号イ及び第4項三号、16条解釈別記4 16条第4項)

【乾式キャスクの閉じ込め機能】

設計方針

乾式貯蔵施設内では、乾式キャスクの蓋部を開放することなく、かつ、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。

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。

説明方針: 評価期間中に乾式キャスク内部を負圧に維持できる漏えい率を評価し、当該漏えい率よりも漏えい率の小さい金属ガスケットを使用すること。

一次蓋と二次蓋の間の圧力を監視できる構造としていること。

【閉じ込め構造】

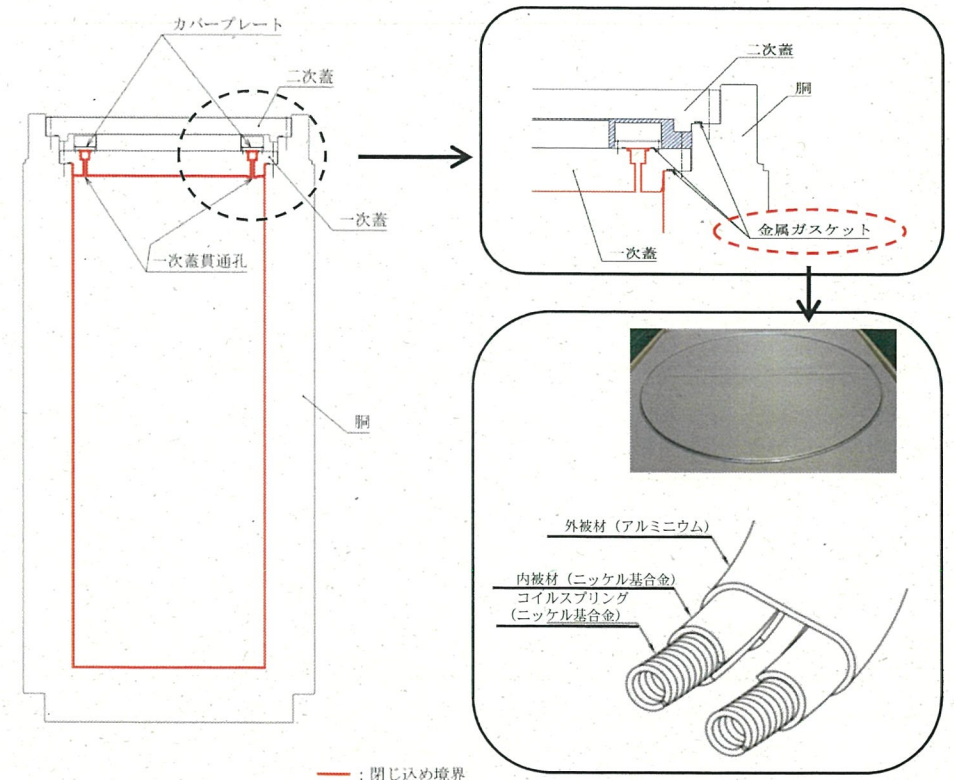
- ・乾式キャスク本体及び一次蓋により使用済燃料を封入する空間を設計貯蔵期間を通じて負圧に維持する※1。一次蓋と二次蓋の蓋間をあらかじめ正圧とし圧力障壁を形成することにより、放射性物質を乾式キャスク内部に閉じ込める。蓋及び蓋貫通孔のシール部には、長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から金属ガスケットを使用し、金属ガスケットは、設計貯蔵期間中に乾式キャスク内部を負圧に維持できる漏えい率(以下、「基準漏えい率」という)を満足するものを使用する。
- ・蓋間の空間圧力を測定することにより閉じ込め機能を監視する。

【評価方法※2】

- ・蓋間の空間に充填されているヘリウムガスが設計貯蔵期間を通じて圧力を一定とした条件下で乾式キャスク内部に漏えいするとともに、燃料棒からの核分裂生成ガスの放出を仮定しても、乾式キャスク内部を負圧に維持可能な基準漏えい率を求める。
- ・基準漏えい率よりも漏えい率の小さい金属ガスケットを用いることを確認する。

※1: 密封境界部は、設計上想定される衝撃力に対して、おおむね弾性範囲内にとどまる設計とする。(P33参照)

※2: タイプ1(1,2号炉燃料用)及びタイプ2(3号炉燃料用)の乾式キャスクそれぞれ評価する。



【乾式キャスクの閉じ込め構造】

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号イ及び第4項三号、16条解釈別記4 16条第4項)

【乾式キャスクの閉じ込め機能】

閉じ込め計算条件、計算式

- ボイル・シャルルの式およびクヌツセンの式(工学式)を用い、設計貯蔵期間(60年)経過後の乾式キャスク本体内部圧力が大気圧となる漏えい率(基準漏えい率)を算出する。
- 基準漏えい率は、以下のとおり保守的な条件を設定し計算する。
 - ・設計貯蔵期間中に、蓋間の空間に充填されているヘリウムガスは減少していくが、本評価では保守的に蓋間圧力を貯蔵開始時の圧力で一定とした条件下で、乾式キャスク内部に漏えいするものとする。
 - ・設計貯蔵期間中に、蓋間の空間の温度は低下していくが、本評価では保守的に蓋間温度を貯蔵開始時の温度で一定とした条件下で、乾式キャスク内部に漏えいするものとする。
 - ・燃料棒からの核分裂生成ガスの放出(0.1%破損)を仮定する。

ボイル・シャルルの式

$$\frac{dP_d}{dt} = \frac{Q}{V_d} \times \frac{T_d}{T}$$

Pd: 乾式キャスク本体内部圧力 (Pa)
 Td: 乾式キャスク本体内部温度 (K)
 Q : 乾式キャスク本体内部圧力Pdのときのシール部の漏えい率 (Pa・m³/s)
 T : 漏えい気体の温度 (K)
 Vd: 乾式キャスク本体内部の空間容積 (m³)
 t : 時間 (s)

クヌツセンの式

$$Q = L \cdot P_a$$

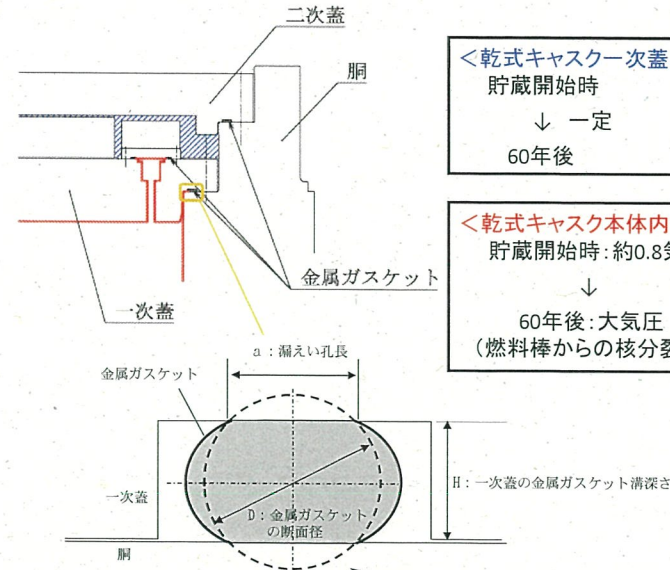
$$L = (F_c + F_m) \cdot (P_u - P_d)$$

$$F_m = \frac{\sqrt{2\pi} \cdot R_0}{6} \times \frac{D_0^3 \sqrt{T}}{a \cdot P_a}$$

$$F_c = \frac{\pi}{128} \times \frac{D_0^4}{a \cdot \mu}$$

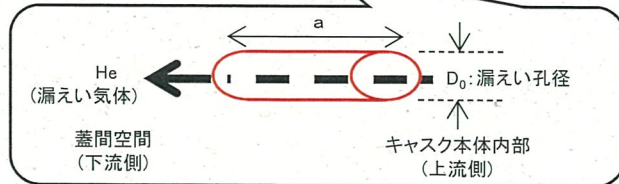
Q : 漏えい率 (Pa・m³/s)
 L : 圧力Paにおける体積漏えい率 (m³/s)
 Fc: 連続流のコンダクタンス係数 (m³/(Pa・s))
 Fm: 自由分子流のコンダクタンス係数 (m³/(Pa・s))
 Pu: 上流側(蓋間)の圧力 (Pa)
 Pd: 下流側(乾式キャスク本体内部)の圧力 (Pa)
 Do: 相当漏えい孔径 (m)
 a : 漏えい孔長 (m)
 Pa: 流れの平均圧力 (Pa)【Pa = (Pu+Pd)/2】
 M : 漏えい気体の粘性係数 (Pa・s)
 T : 漏えい気体の温度 (K)
 M : 漏えい気体の分子量 (kg/mol)
 Ro: ガス定数 (J/(mol・K))

技術的な特殊性・新規性は無い。
 (許認可で評価実績がある手法である)



<乾式キャスク一次蓋二次蓋間圧力、温度>
 貯蔵開始時
 ↓ 一定
 60年後

<乾式キャスク本体内部圧力>
 貯蔵開始時: 約0.8気圧
 ↓
 60年後: 大気圧
 (燃料棒からの核分裂生成ガス放出(0.1%破損)考慮)



1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号イ及び第4項三号、16条解釈別記4 16条第4項)

【乾式キャスクの閉じ込め機能】

閉じ込め評価結果

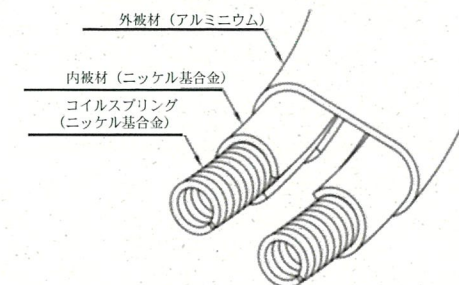
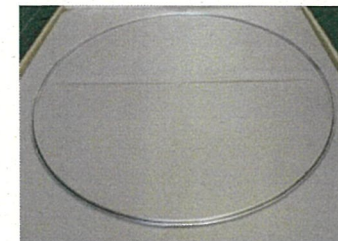
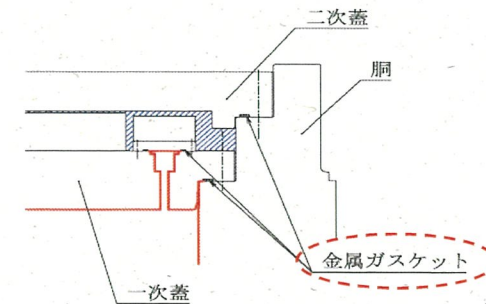
○設計貯蔵期間(60年)を通じて、乾式キャスク内部を負圧に維持可能な基準漏えい率を求め、基準漏えい率よりも漏えい率の小さい金属ガスケットを用いることを確認した。

1,2号炉燃料用

基準漏えい率 (Pa・m ³ /s)	金属ガスケットの性能 (Pa・m ³ /s)
2.58×10^{-6}	$\leq 1.0 \times 10^{-8}$

3号炉燃料用

基準漏えい率 (Pa・m ³ /s)	金属ガスケットの性能 (Pa・m ³ /s)
2.49×10^{-6}	$\leq 1.0 \times 10^{-8}$



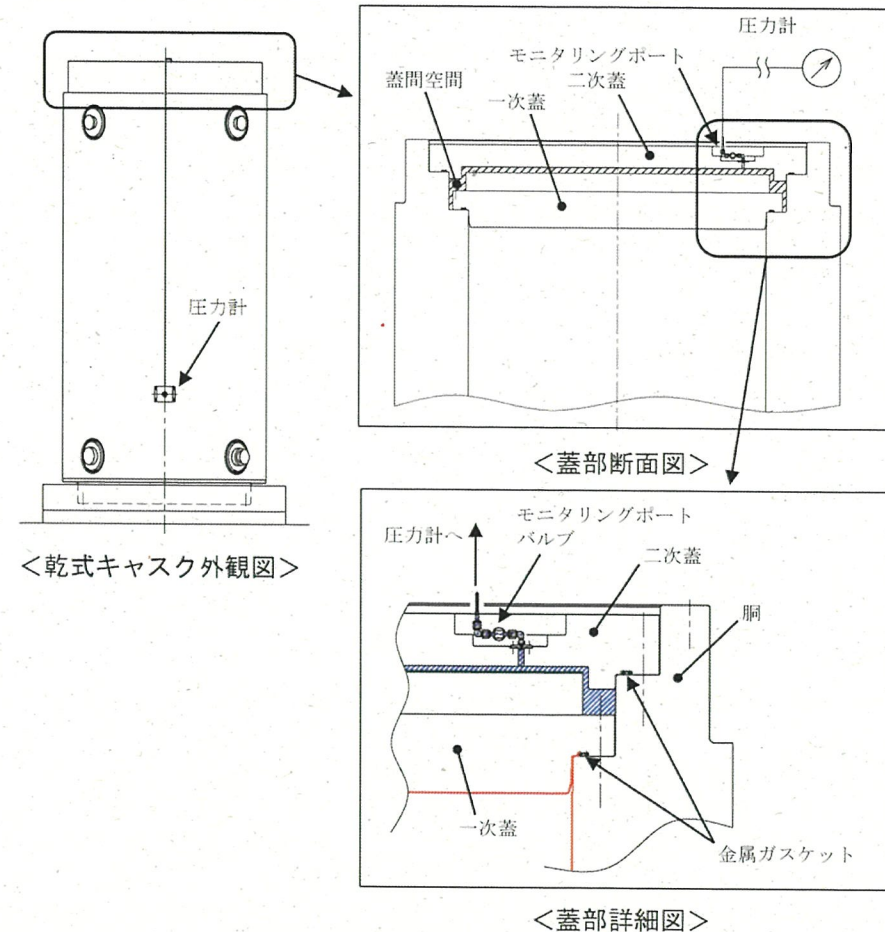
1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号イ及び第4項三号、16条解釈別記4 16条第4項)

【乾式キャスクの閉じ込め機能】

閉じ込め機能の監視構造

- ・右図のとおり、二次蓋に貫通部を設け、蓋間空間の圧力を圧力計により監視できる構造とする。



設計方針の妥当性

以上のとおり、設計貯蔵期間中に乾式キャスク内部を負圧に維持できる漏えい率(基準漏えい率)を評価し、基準漏えい率よりも漏えい率の小さい金属ガスケットを用いる設計としていること、一次蓋と二次蓋の間の圧力を監視できる構造としていることから、乾式キャスクの閉じ込め機能に係る設計の基本方針は妥当である。

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

【乾式キャスクの臨界防止機能】

設計方針

乾式キャスクは想定される最も厳しい状態を仮定しても実効増倍率が0.95(解析上の不確定さを含む。)以下となる設計とする。

説明方針: 設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を所定の配置に維持できること。

乾式キャスクに使用済燃料を収納する際の冠水状態において、中性子実効増倍率が0.95を下回ること。

【臨界防止構造】

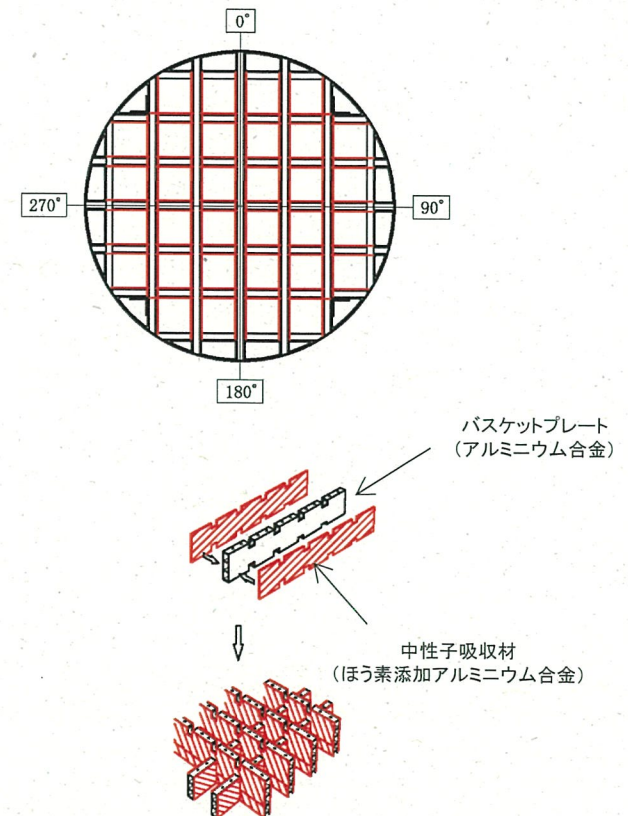
- ・ 乾式キャスク内のバスケットは、格子構造とし、設計貯蔵期間を通じて使用済燃料を所定の配置に維持できる設計※¹としている。
- ・ また、バスケットには中性子吸収材であるほう素添加アルミニウム合金を配置する。

【評価方法※²】

- ・ 最も厳しい条件となる乾式キャスクに使用済燃料を収納する際の冠水状態における臨界評価を実施し、中性子実効増倍率が0.95を下回ることを次ページ以降で説明する。

※¹: 設計上想定される状態においても、バスケットが塑性変形しない設計とする。(P33参照)

※²: タイプ1(1,2号炉燃料用)及びタイプ2(3号炉燃料用)の乾式キャスクそれぞれ評価する。



【バスケット構造図(1, 2号炉燃料用の例)】

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

【乾式キャスクの臨界防止機能】

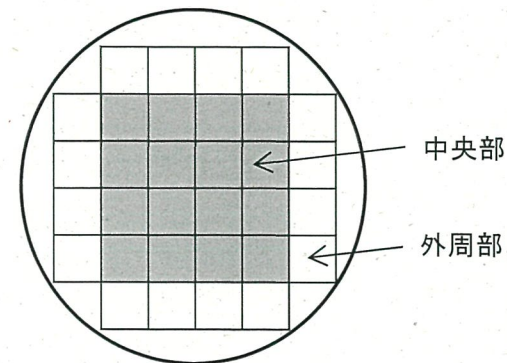
臨界解析評価条件 (収納物仕様)

○収納物に係る解析条件は、収納制限を鑑みて、保守的に設定している。

- ・乾式キャスクに収納する使用済燃料は照射済(使用済燃料)であるが、未照射の燃料とし、ウラン濃縮度は初期ウラン濃縮度の仕様上の最大値、燃焼度は0GWd/tとする。
- ・ウラン燃料集合体のみを収納する。(Gd入燃料集合体やバーナブルポイズン集合体も収納することがあるが、本評価では無視する。)

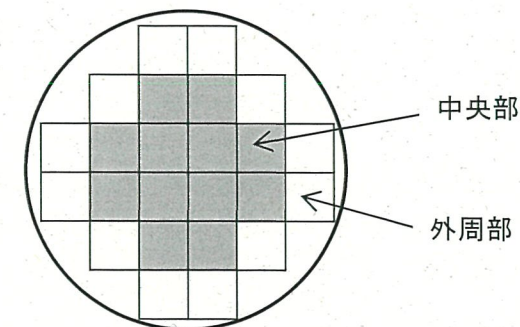
(1,2号炉燃料用)

		キャスク収納制限		解析条件	
		中央部	外周部	中央部	外周部
初期ウラン濃縮度		≤4.2wt%	≤3.5wt%		
燃焼度※	最高	≤48GWd/t	≤39GWd/t	0GWd/t	0GWd/t
	平均 (各領域の平均)	≤45GWd/t	≤33GWd/t		
冷却期間		≥15年	≥25年	—	—



(3号炉燃料用)

		キャスク収納制限		解析条件	
		中央部	外周部	中央部	外周部
初期ウラン濃縮度		≤4.2wt%			
燃焼度※	最高	≤48GWd/t		0GWd/t	0GWd/t
	平均 (キャスク1基あたり平均)	≤44GWd/t			
冷却期間		A型: ≥15年、B型: ≥17年		—	
バーナブルポイズン集合体		収納可		無視	



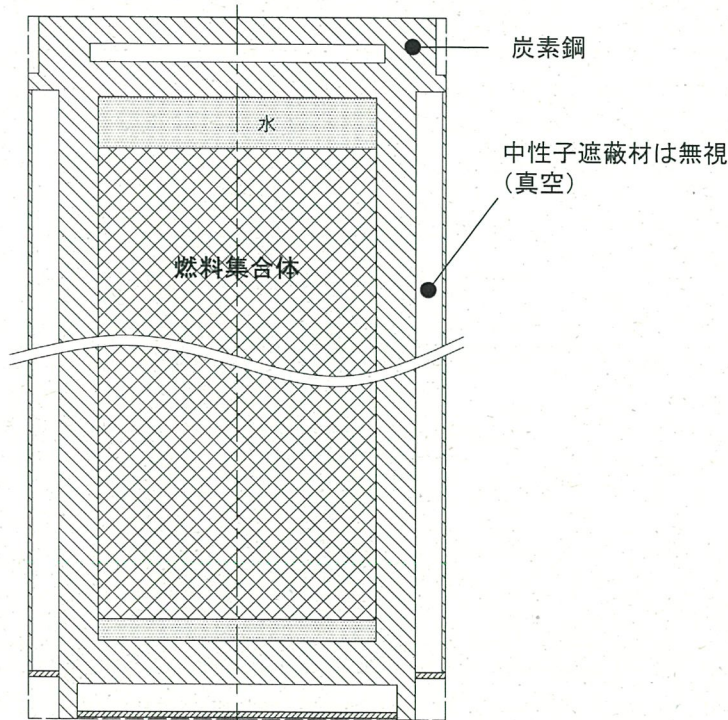
1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

【乾式キャスクの臨界防止機能】

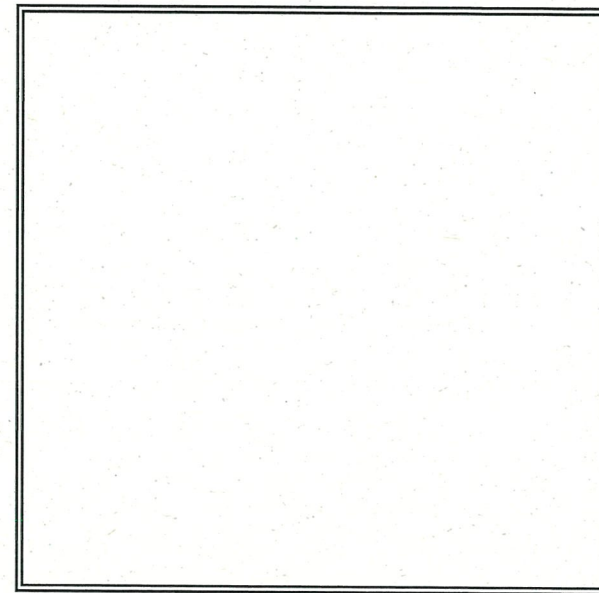
臨界解析評価条件 (解析モデル)

- 解析モデルは、以下のとおり配置・形状等を適切に考慮し、保守的な条件とする。
 - ・バスケット格子内での使用済燃料の偏りを考慮し、実効増倍率が最も大きくなる配置とする。
 - ・バスケットプレート及び中性子吸収材の製造公差は実効増倍率が最も大きくなる寸法とする。
 - ・中性子吸収材のほう素添加量は、仕様上の下限値とする。
 - ・中性子遮蔽材は無視する。
 - ・乾式キャスクが無限に配列した体系(完全反射)とする。(これにより、乾式貯蔵施設内の配置制限は不要である。)



縦断面図

(1,2号炉燃料用の例)



バスケットプレート及び中性子吸収材の寸法は、製造公差を考慮
格子内の使用済燃料の偏りを考慮

燃料領域横断面図

臨界解析モデル

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号ハ、16条解釈別記4 16条第1項)

【乾式キャスクの臨界防止機能】

臨界解析評価手法

○前頁までの収納物仕様および解析モデルを用いて、SCALEコードシステムを用い、実効増倍率の計算には同じコードシステムに含まれるKENO-VIコードにより評価する。

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)

臨界解析結果

○最も厳しい条件となる乾式キャスクに使用済燃料を収納する際の冠水状態における臨界評価を実施し、中性子実効増倍率が0.95を下回ることを確認した。

乾式キャスク型式	中性子 実効増倍率※	基準
1,2号炉燃料用	0.91	≤0.95
3号炉燃料用	0.92	

※:統計誤差(σ)の3倍(3σ)を加味した値である。

設計方針の妥当性

以上のとおり、乾式キャスクは想定される最も厳しい状態を仮定しても実効増倍率が0.95(解析上の不確定さを含む。)以下となる設計としていることから、乾式キャスクの臨界防止機能に係る設計の基本方針は妥当である。

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項一号、16条解釈別記4 16条第2項)

【乾式キャスクの遮蔽機能】

設計方針

乾式キャスクは、一般公衆及び放射線業務従事者に対し、放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう、使用済燃料から放出される放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により適切に遮蔽する設計とする。

説明方針: 乾式キャスクは、ガンマ線遮蔽及び中性子遮蔽機能を有した構造であること。

使用済燃料を線源とした遮へい評価を実施し、乾式キャスク表面の線量当量率が 2mSv/h 以下及び表面から 1m 離れた位置における線量当量率が $100\mu\text{Sv/h}$ 以下となること

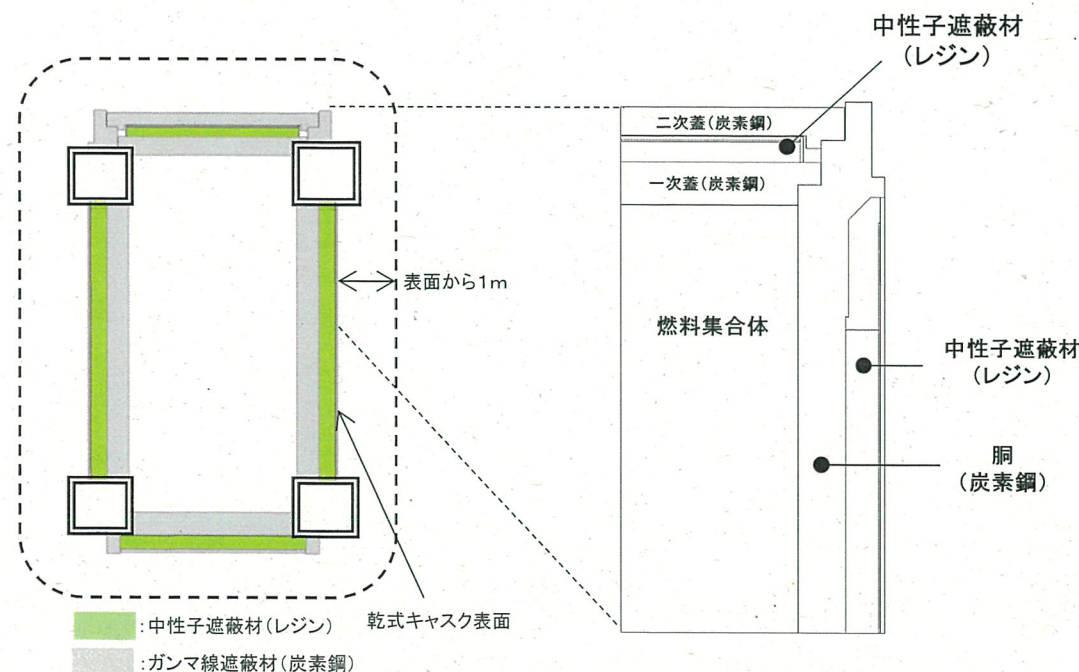
【遮蔽構造】

- ・乾式キャスクは、使用済燃料からの放射線を乾式キャスク本体及び蓋部により遮蔽する。
- ・ガンマ線遮蔽材には、鋼製の材料を用い、中性子遮蔽材には、水素を多く含有するレジンを用いる。

【評価方法※】

- ・使用済燃料を線源として遮蔽解析を実施し、乾式キャスク表面の線量当量率が 2mSv/h 以下及び表面から 1m 離れた位置における線量当量率が $100\mu\text{Sv/h}$ 以下となることを次ページ以降で説明する。

※:タイプ1(1,2号炉燃料用)及びタイプ2(3号炉燃料用)の乾式キャスクそれぞれ評価する。



【遮蔽材配置図】

【解析モデル図】
(上部モデル)

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項一号、16条解釈別記4 16条第2項)

【乾式キャスクの遮蔽機能】

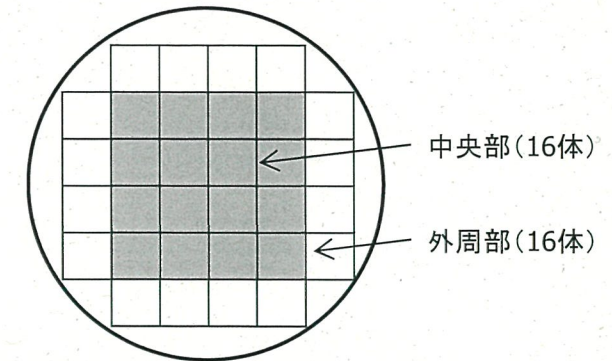
遮蔽解析評価条件 (収納物仕様)

○収納物に係る解析条件は、収納制限を鑑みて、保守的に設定している。

- ・ウラン濃縮度は燃料仕様から0.1wt%切り下げる。
- ・使用済燃料の燃焼度は中央部、外周部共に最高燃焼度とする。
- ・バーナブルポイズン集合体は、放射化による線源強度については考慮するが、構造材としての遮蔽効果は無視する。

(1,2号炉燃料用)

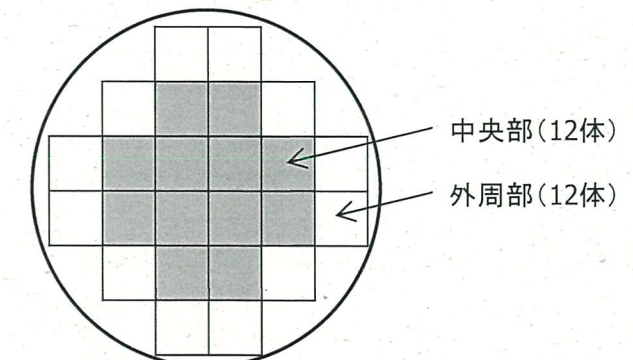
		キャスク収納制限		解析条件	
		中央部	外周部	中央部	外周部
初期ウラン濃縮度		≦4.2wt%	≦3.5wt%		
燃焼度※	最高	≦48GWd/t	≦39GWd/t	48GWd/t	39GWd/t
	平均 (各領域の平均)	≦45GWd/t	≦33GWd/t		
冷却期間		≧15年	≧25年	15年	25年



燃料配置:タイプ1(1,2号炉燃料用)

(3号炉燃料用)

		キャスク収納制限		解析条件	
		中央部	外周部	中央部	外周部
初期ウラン濃縮度		≦4.2wt%			
燃焼度※	最高	≦48GWd/t		48GWd/t	44GWd/t
	平均 (キャスク1基あたり平均)	≦44GWd/t			
冷却期間		A型: ≧15年、B型: ≧17年		15年	
バーナブルポイズン集合体		収納可		線源強度のみ考慮	



燃料配置:タイプ2(3号炉燃料用)

※:線源強度計算にあたっては、軸方向燃焼度分布を考慮している。

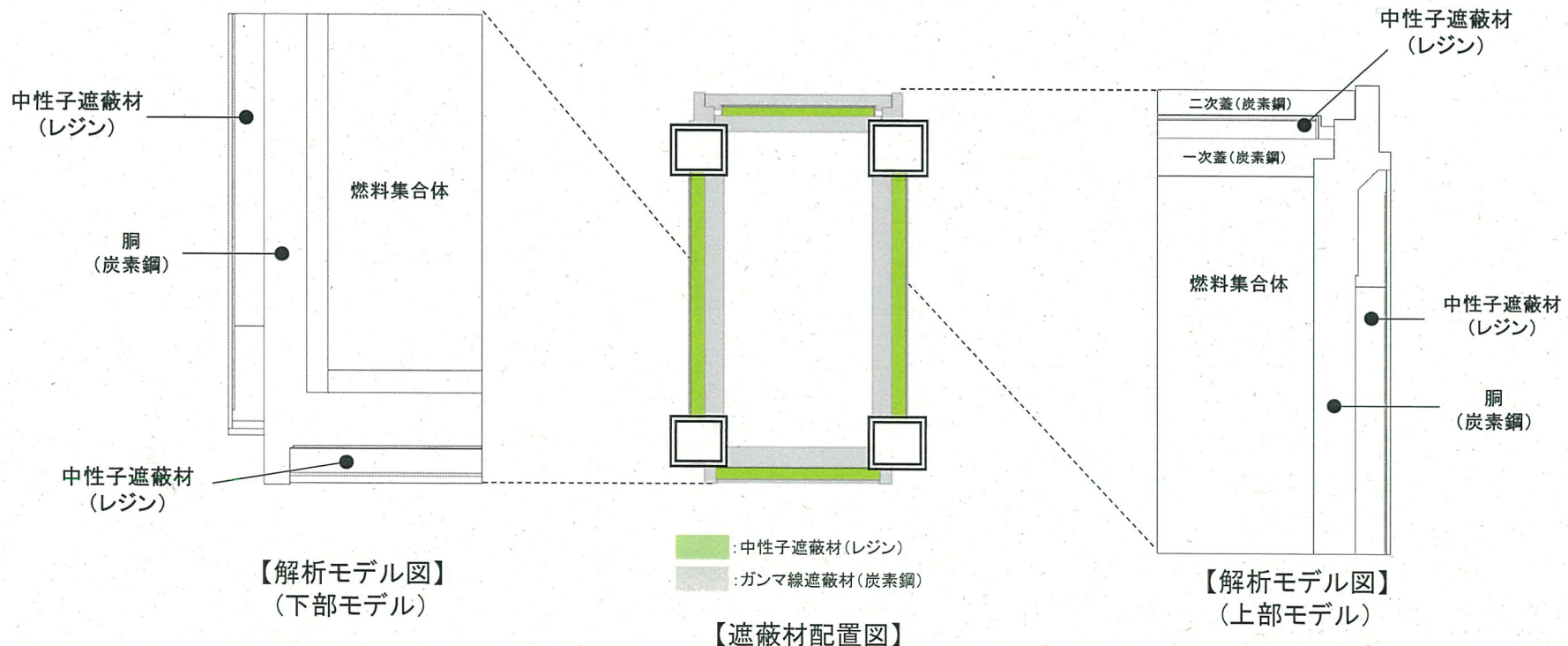
1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項一号、16条解釈別記4 16条第2項)

【乾式キャスクの遮蔽機能】

遮蔽解析評価条件 (解析モデル)

- 解析モデルは、以下のとおり配置・形状等を適切に考慮し、保守的な条件とする。
- ・ガンマ線遮蔽材(炭素鋼)および中性子遮蔽材(レジン)はノミナル寸法とするが、マイナス側の寸法公差は原子個数密度で考慮する。
 - ・設計貯蔵期間中の熱影響による中性子遮蔽材(レジン)の質量減損を考慮する。



1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項一号、解釈別記4 16条第2項)

【乾式キャスクの遮蔽機能】

遮蔽解析評価手法

○使用済燃料の線源強度計算はORIGEN2コード、乾式キャスクの線量当量率の解析にはDOT3.5コードを使用して評価する。

遮蔽解析評価結果

乾式キャスク型式	最大線量当量率		基準
	表面		
1,2号炉燃料用	表面	1.83 m Sv/h	≤ 2 m Sv/h
	表面から1m離れた位置	86.0 μ Sv/h	≤ 100 μ Sv/h
3号炉燃料用	表面	1.57 m Sv/h	≤ 2 m Sv/h
	表面から1m離れた位置	83.8 μ Sv/h	≤ 100 μ Sv/h

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)

設計方針の妥当性

以上のとおり、乾式キャスク表面の線量当量率が2 m Sv/h以下及び表面から1m離れた位置における線量当量率は100 μ Sv/h以下であり、使用済燃料から放出される放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により適切に遮蔽する設計であることから、乾式キャスクの遮蔽機能に係る設計の基本方針は妥当である。

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

【乾式キャスクの除熱機能】

設計方針

乾式キャスクは、自然冷却によって収納した使用済燃料の崩壊熱を外部に放出できる設計とする。

説明方針: 乾式キャスクは、使用済燃料から発生する崩壊熱を乾式キャスク外表面に伝え周辺の空気等に伝達する構造であること。

使用済燃料を熱源とした伝熱評価を実施し、燃料被覆管及び乾式キャスク構造部材の健全性が維持できる温度を超えないこと。

乾式貯蔵建屋が乾式キャスクの除熱機能を阻害しないこと。

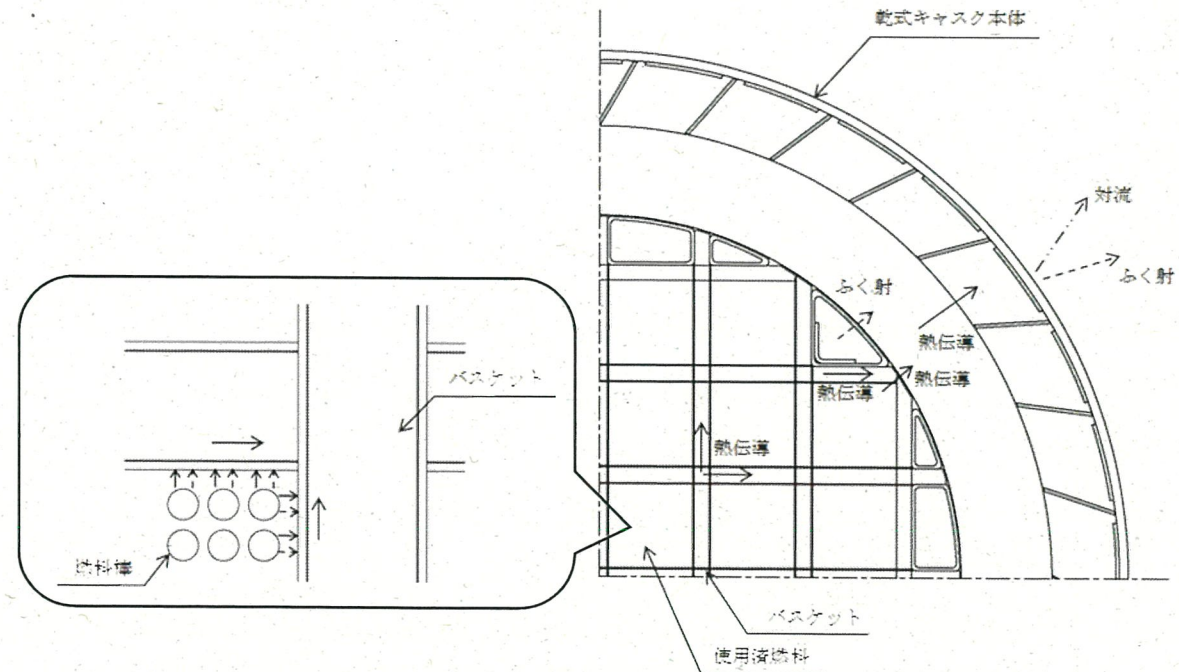
【除熱構造、伝熱経路】

- 乾式キャスクは、使用済燃料から発生する崩壊熱を熱伝導及びふく射により乾式キャスクの外表面に伝え、対流及びふく射により周囲の空気等に伝達する。乾式キャスク本体側部の中性子遮蔽材には熱伝導率の低いレジンを用いるため、伝熱フィンを設けることにより必要な伝熱性能を確保する。

【評価方法※】

- 燃料被覆管及び乾式キャスク構造部材の健全性が維持できる温度を超えないこと、乾式貯蔵建屋が乾式キャスクの除熱機能を阻害しないことを次ページ以降で説明する。

※:タイプ1(1,2号炉燃料用)及びタイプ2(3号炉燃料用)の乾式キャスクそれぞれ評価する。



燃料集合体近傍の拡大図

横断面図

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

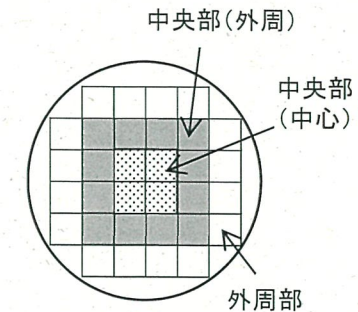
【乾式キャスクの除熱機能】

除熱解析条件 (収納物仕様)

- 収納物に係る解析条件は、収納制限を鑑みて、保守的に設定している。
- ・ 初期ウラン濃縮度は、0.1wt%切り下げる。
- ・ 燃焼度は、燃料温度が高く評価できるよう、中央部(中心)に最高燃焼度を考慮する。
- ・ 発熱量計算において、キャスクの収納仕様よりも高い崩壊熱を適用。(MSF-24P:18.1kW、MSF-32P:16.9kW)

(1,2号炉燃料用)

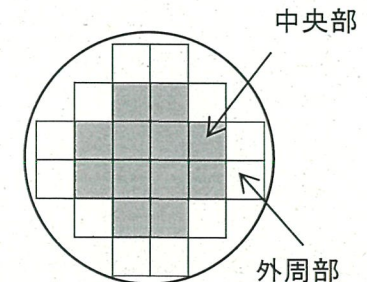
		キャスク収納制限		解析条件		
		中央部	外周部	中央部		外周部
				中心	外周	
初期ウラン濃縮度		≤4.2wt%	≤3.5wt%			
燃焼度 ^{※3}	最高	≤48GWd/t	≤39GWd/t	48GWd/t	44GWd/t ^{※1}	33GWd/t
	平均 (各領域の平均)	≤45GWd/t	≤33GWd/t	45GWd/t		
冷却期間		15年以上	25年以上	15年	25年	



※1 中央部16体の崩壊熱が48GWd/tにおける平均燃焼度の崩壊熱16体分となるように44GWd/tとしている(中央部16体のうち中心4体を除く12体)

(3号炉燃料用)

		キャスク収納制限		解析条件	
		中央部	外周部	中央部	外周部
初期ウラン濃縮度		≤4.2wt%			
燃焼度 ^{※3}	最高	≤48GWd/t		48GWd/t	40GWd/t ^{※2}
	平均 (キャスク1基あたり平均)	≤44GWd/t		44GWd/t	
冷却期間		A型: ≥15年、B型: ≥17年		15年	
バーナブルポイズン集合体		収納可		無視	



※2 平均燃焼度の崩壊熱(24体分)から中央部の最高燃焼度の崩壊熱(12体分)を差し引き、外周部の収納体数(12体)で平均化した40GWd/tとしている

※3: 発熱量計算にあたっては、軸方向燃焼度分布を考慮している。

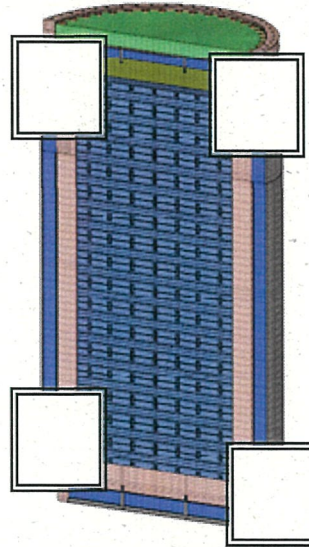
1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

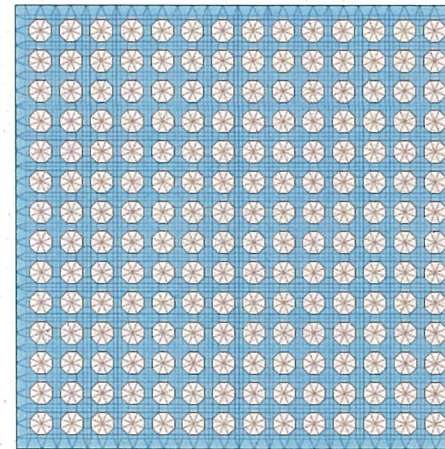
【乾式キャスクの除熱機能】

熱解析評価条件 (モデル)

- 除熱解析モデルは、以下のとおり配置・形状等を適切に考慮し、保守的な条件とする。
- ・乾式キャスク構成部材の最高温度解析として、構成部材を精緻にモデル化した3次元180° 対称全体モデル。
 - ・燃料集合体の最高温度解析として、燃料集合体断面を精緻にモデル化した燃料集合体モデル。
 - ・バスケット格子内の燃料配置、キャスク構成部材の寸法公差は、温度が最大となる条件とする。
 - ・環境温度を50℃とする。



3次元180° 対称全体モデル



燃料集合体モデル

【1,2号炉燃料用】

熱解析評価手法

- 使用済燃料の崩壊熱計算はORIGEN2コード、乾式キャスク構成部材及び燃料集合体の温度の解析にはABAQUSコードを使用して評価する。

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)

1. 設置許可基準規則への適合性

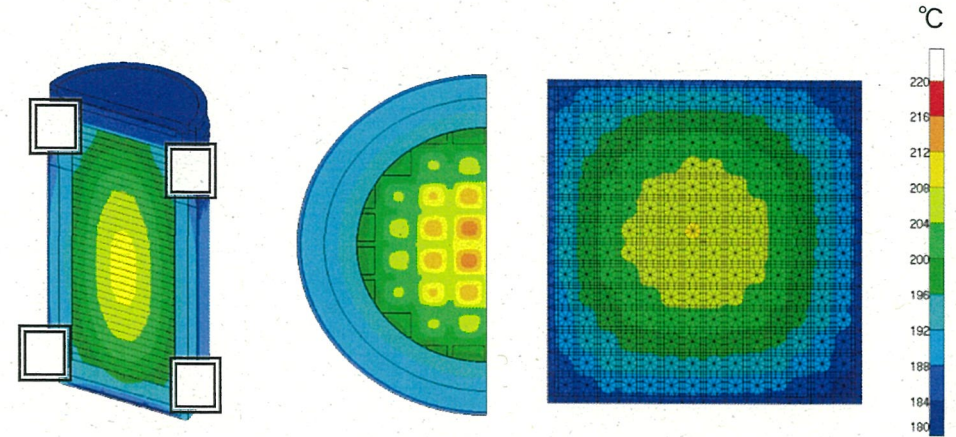
燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

【乾式キャスクの除熱機能】

除熱評価結果

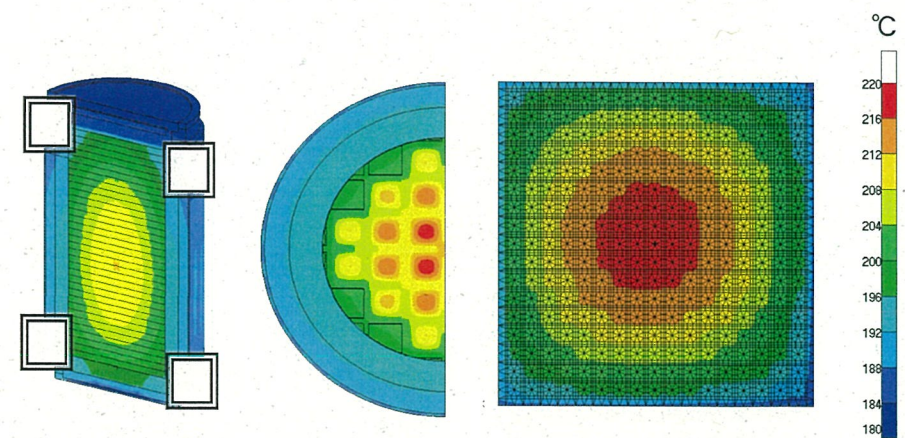
(1,2号炉燃料用)

評価部位		解析結果	基準値※
		MSF-32P型	
使用済燃料		約 210 °C	275 °C
乾式キャスク 構成部材	胴、外筒、一次蓋及び二次蓋	約 150 °C	350 °C
	中性子遮蔽材(レジン)	約140 °C	149 °C
	金属ガスケット	約 110 °C	130 °C
	バスケット	約 190 °C	250 °C



(3号炉燃料用)

評価部位		解析結果	基準値※
		MSF-24P型	
使用済燃料		約 220 °C	275 °C
乾式キャスク 構成部材	胴、外筒、一次蓋及び二次蓋	約 150 °C	350 °C
	中性子遮蔽材(レジン)	約 140 °C	149 °C
	金属ガスケット	約 110 °C	130 °C
	バスケット	約 200 °C	250 °C



※: 構造強度、機能・性能が維持可能な温度

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

説明方針:乾式貯蔵建屋が乾式キャスクの除熱機能を阻害しないことを説明する。 【乾式キャスクの除熱機能】

【評価方法】

- ・発熱量の大きい乾式キャスク(3号炉燃料用)を貯蔵した状態で、乾式貯蔵建屋が乾式キャスク除熱機能を阻害しないことを評価する。
- ・評価にあたっては、
 - －乾式キャスクの発熱量は、全て空気によって除熱されると考え、建屋コンクリート等を通じて大気や地中に逃げる熱は考慮しない。等の保守性を持たせている。

評価手法

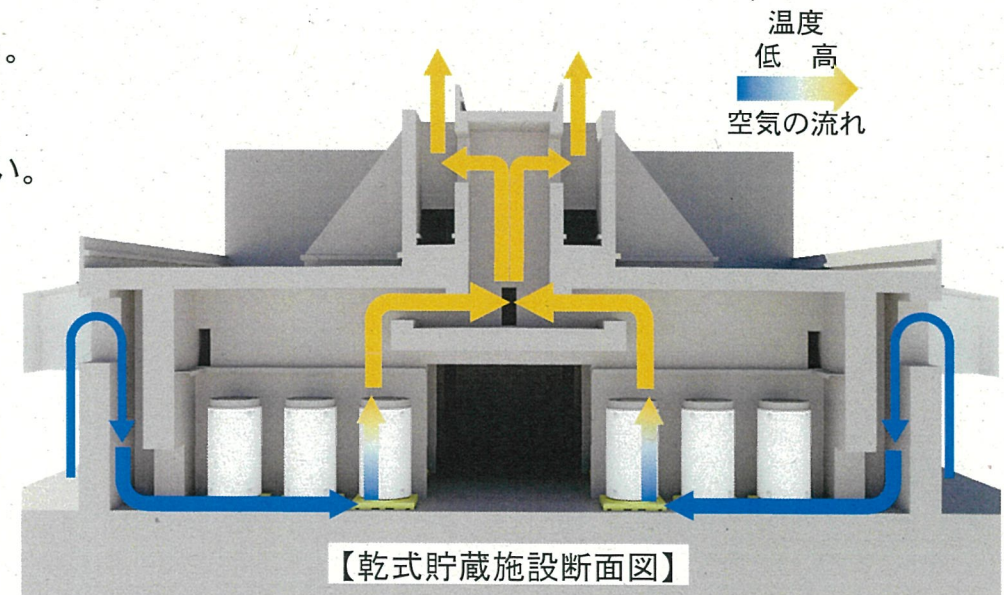
○乾式貯蔵建屋の流路を一次元でモデル化し、給気温度、乾式キャスク発熱量等を評価条件とし、乾式貯蔵建屋内の空気と外気との密度差により生じる駆動力と、乾式貯蔵建屋内を空気が流れることによって生じる圧力損失がバランスする点を算出し、乾式キャスクの周囲温度を評価する。

評価結果

	評価結果	評価基準	備考
乾式キャスクの周囲温度	約45℃	≤50℃	乾式キャスクの除熱評価で設定している温度

設計方針の妥当性

以上のおり、乾式キャスクに収納した燃料集合体及び乾式キャスク構成部材の温度は設計基準値以下であり、乾式キャスクは、自然冷却によって収納した使用済燃料の崩壊熱を外部に放出する設計としている。また、乾式貯蔵建屋は乾式キャスクの除熱機能を阻害しないことを確認したことから、乾式キャスクの除熱機能に係る設計の基本方針は妥当である。



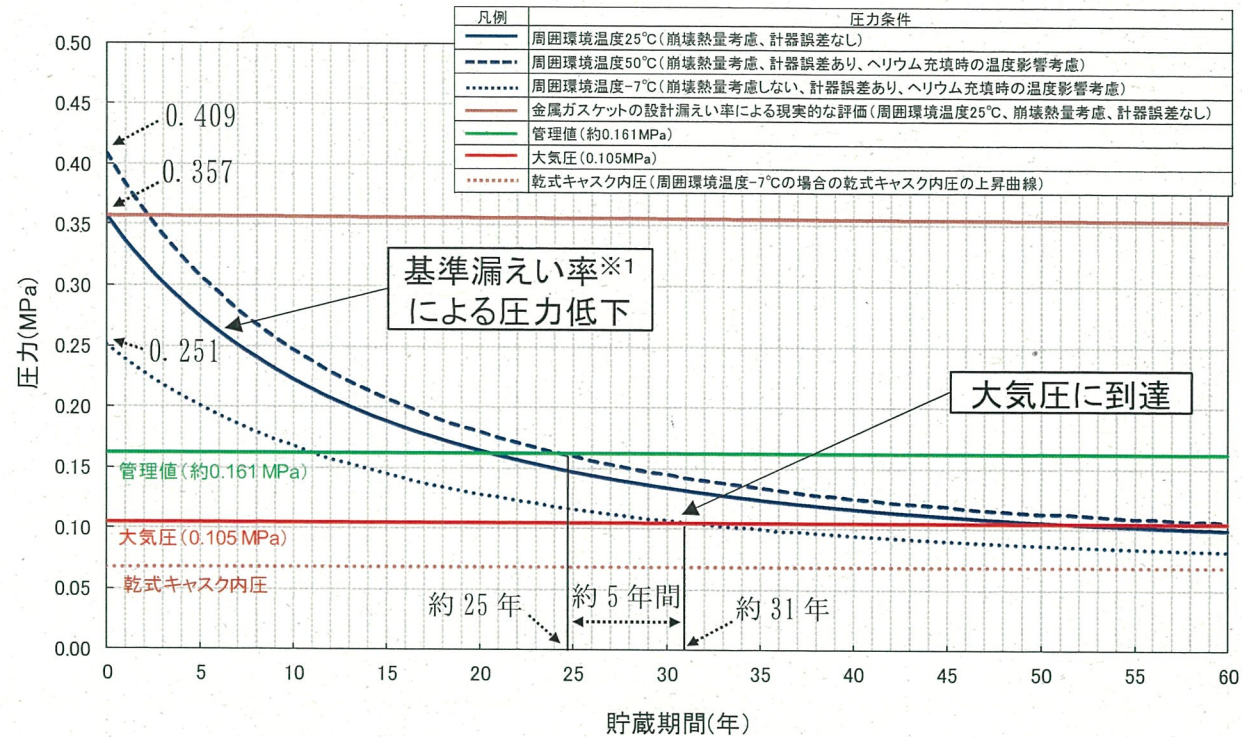
1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項、16条解釈別記4 16条第3,4項)

【蓋間圧力等の監視頻度】

蓋間圧力等の監視頻度

- ・右図のとおり、基準漏えい率※¹による蓋間圧力の低下を想定し、周囲環境の温度変化等による圧力変動を考慮した場合でも、蓋間圧力が大気圧に至る前に検知できるよう管理値を設定する。
- ・圧力管理値を設定したうえで、1年に1回程度の圧力監視を行うことで、乾式キャスクが内包する放射性物質が、外部に放出される前に密封シール部の異常を検知することができる※²ものの、3ヶ月に1回の頻度で圧力監視を行う。
- ・乾式キャスク表面温度※³および貯蔵建屋内雰囲気温度※⁴についても蓋間圧力と同様の頻度で監視する。



監視項目	監視頻度
蓋間圧力	1回／3ヶ月
乾式キャスク表面温度	
貯蔵建屋内雰囲気温度	

- ※¹ 乾式キャスクの蓋間空間のヘリウムガスが、基準漏えい率で一次蓋側(キャスク内部)および二次蓋側(キャスク外部)の二方向から漏えいすることを想定する。
- ※² 管理値を約0.161MPaと設定することで、管理値に到達した後、周囲環境の温度変動等を考慮しても、大気圧に到達するまでには、約5年間以上の時間を要する。
- ※³ 乾式キャスク表面温度が設計温度(MSF-24P型:129°C、MSF-32P型:126°C)以下であることを監視する。
- ※⁴ 建屋排気温度が50°C以下であることを監視する。

以上のとおり、乾式キャスクの蓋間圧力を3ヶ月に1回の頻度で監視を行うことで、乾式キャスクが内包する放射性物質が、外部に放出される前に密封シール部の異常を検知することができる。

1. 設置許可基準規則への適合性

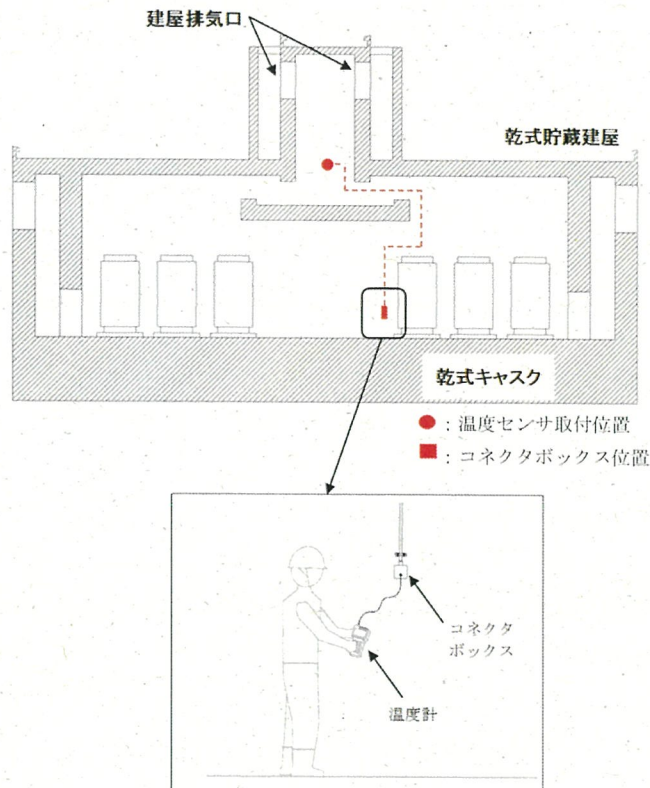
燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第4項二号、16条解釈別記4 16条第3項)

【貯蔵建屋雰囲気温度等の監視】

貯蔵建屋雰囲気温度等の監視方法

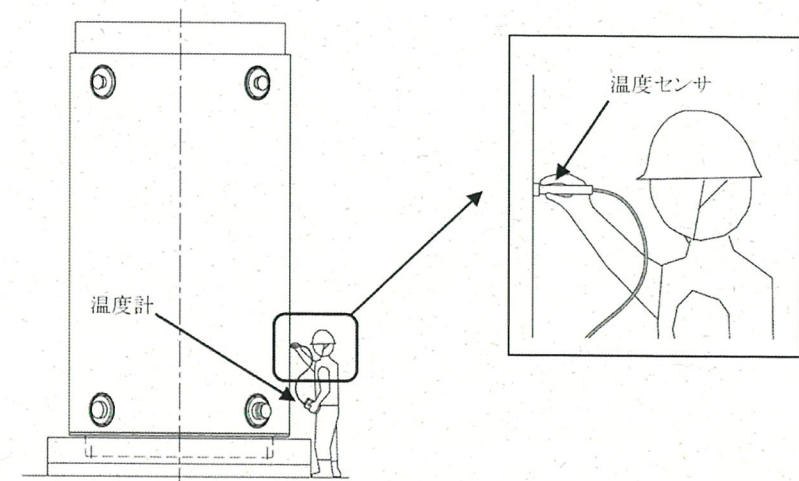
<貯蔵建屋内雰囲気温度>

- 貯蔵建屋内の雰囲気温度が異常に上昇していないことを監視するため、建屋内の雰囲気温度が最も高くなる建屋排気口付近の温度(建屋排気温度)を監視する。
- 建屋排気温度は、下図に示すとおり、温度センサを貯蔵エリアの排気口付近に設置し温度を監視できる設計とする。



<乾式キャスク表面温度>

- 乾式キャスク内の使用済燃料の崩壊熱が適切に除去できていることを監視するために、乾式キャスクの表面温度を監視する。
- 乾式キャスクの表面温度は、下図に示すとおり、温度センサを乾式キャスク外筒の外表面に接触させ、外筒外表面の温度を温度計により監視できる設計とする。



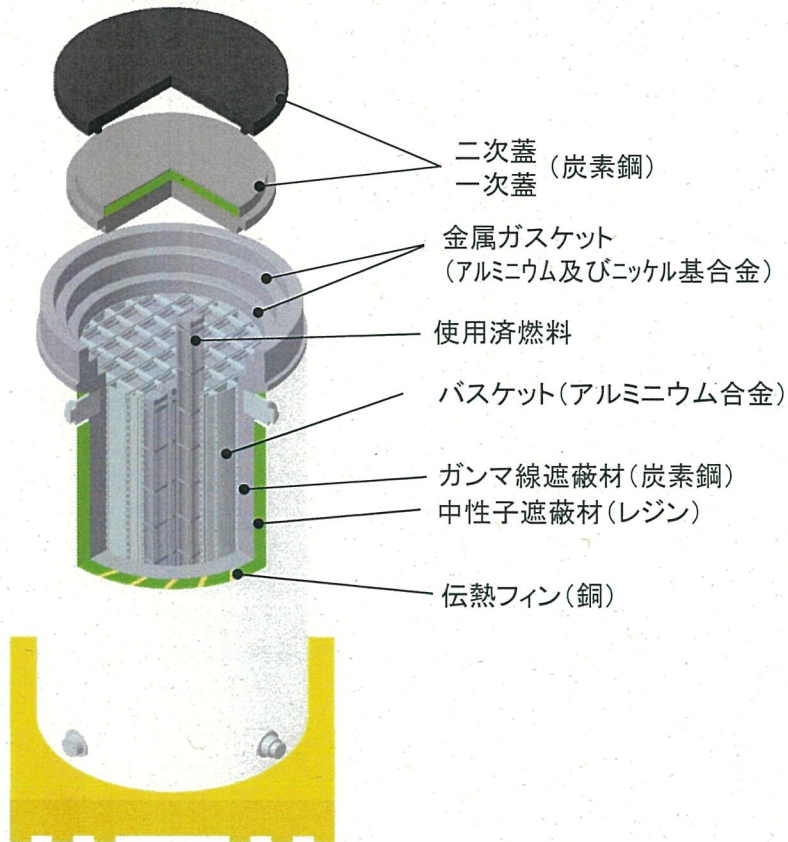
1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条解釈別記4 16条第5項) 【乾式キャスクの材料および構造】

説明方針:乾式キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮したうえで、使用済燃料の健全性を確保することを説明する。

【評価方法】

- ・当社設計貯蔵期間(60年)における温度、放射線及びキャスク内部環境下における、乾式キャスク各部部材及び使用済燃料が健全であることを文献等により確認する。



<照射影響>

設計貯蔵期間中の中性子照射量が文献等に示される機械的特性変化が見られない範囲内であることから、中性子照射による影響はない。

評価部位		解析結果 (n/cm ²)		基準値 (n/cm ²)
		MSF-32P型	MSF-24P型	
使用済燃料		<10 ¹⁶	<10 ¹⁶	<10 ^{21~22}
乾式キャスク 構成部材	胴、外筒、一次蓋及び二次蓋	<10 ¹⁵	<10 ¹⁵	<10 ¹⁶
	中性子遮蔽材(レジン)	<10 ¹⁵	<10 ¹⁵	<10 ¹⁵
	金属ガスケット	<10 ¹⁵	<10 ¹⁵	<10 ¹⁹
	バスケット	<10 ¹⁶	<10 ¹⁶	<10 ¹⁶

<熱影響>

使用済燃料及び乾式キャスク構成部材温度が文献等に規定される範囲であることから、熱による経年変化を考慮する必要はない。

評価部位		解析結果(°C)		基準値(°C)
		MSF-32P型	MSF-24P型	
使用済燃料		約 210	約 220	275
乾式キャスク 構成部材	胴、外筒、一次蓋及び二次蓋	約 150	約 150	350
	中性子遮蔽材(レジン) ^{※2}	約140	約 140	149
	金属ガスケット	約 110	約 110	130
	バスケット	約 190	約 200	250

※2:設計貯蔵期間中の熱影響によりわずかに質量減損が発生するため、遮蔽解析において、中性子遮蔽材の質量減損を考慮(2.5%)した評価を実施している。

<化学的影響(腐食等)>

乾式キャスク内部及び一次蓋と二次蓋の間には不活性ガスであるヘリウムを封入する設計としており、腐食の影響はない。また、中性子遮蔽材充填空間は閉鎖環境にあり、酸素が連続的に供給されないため、腐食の影響はない。

以上のとおり、乾式キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮したうえで、使用済燃料の健全性を確保する設計としている。

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号ロ)

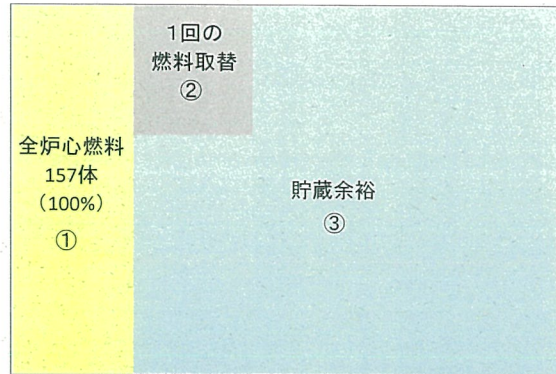
設計方針

使用済燃料の貯蔵設備は、乾式キャスク貯蔵分も含めて、全炉心燃料及び1回の燃料取替えに必要とする燃料集合体数に十分余裕を持たせた貯蔵容量を有する設計とする。

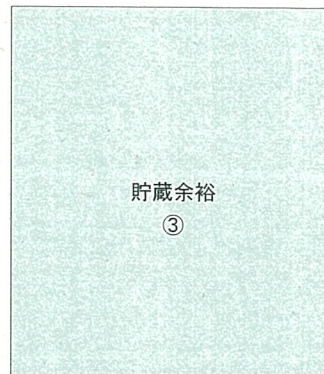
【具体的な設計方針】

- ・乾式貯蔵施設は、全炉心燃料の約760%相当分とする設計とする。
- ・使用済燃料の貯蔵設備は、従来どおり、使用済燃料ピット（全炉心燃料の約1,150%）において全炉心燃料(①)及び1回の燃料取替え(②)に必要とする貯蔵容量を確保する。
- ・使用済燃料ピット及び乾式キャスク貯蔵分を含めて、全炉心燃料及び1回の燃料取替えに必要とする燃料集合体数に十分余裕を持たせた貯蔵容量(①+②+③)とする設計とする。

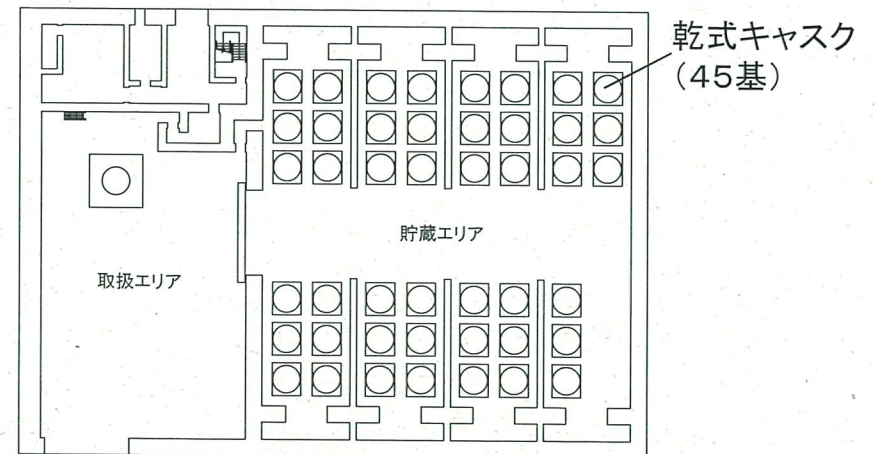
3号炉 使用済燃料ピット
1,805体(約1,150%)



乾式貯蔵施設
約1,200体(約760%)



【貯蔵容量の考え方】



【乾式貯蔵施設(平面図)】

設計方針の妥当性

以上のおり、使用済燃料の貯蔵設備は、乾式キャスク貯蔵分も含めて、全炉心燃料及び1回の燃料取替えに必要とする燃料集合体数に十分余裕を持たせた貯蔵容量を有する設計としていることから、乾式貯蔵施設の容量に係る設計の基本方針は妥当である。

1. 設置許可基準規則への適合性

燃料体の取扱施設及び貯蔵施設(16条第2項一号イ及び第4項三号、16条第2項一号ハ)

【設計上想定される状態】

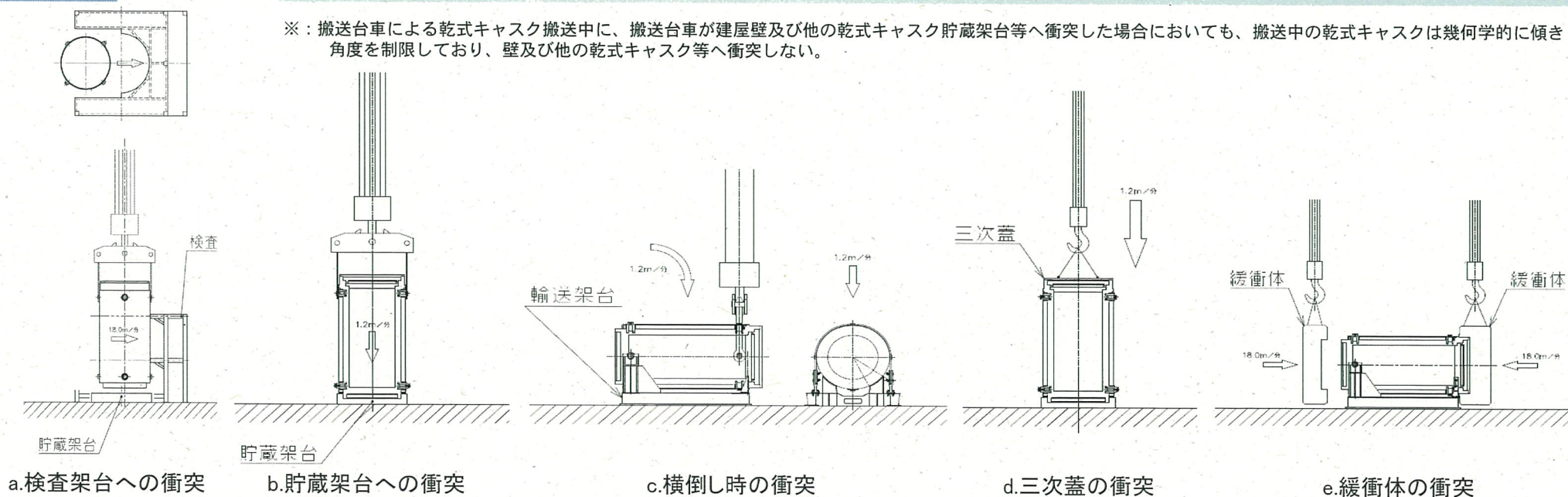
説明方針: 設計上想定される状態においても、バスケットが塑性変形しない設計とすること、及び密封境界部は、設計上想定される衝撃力に対して、おおむね弾性範囲内にとどまる設計とすることを説明する。

【評価方法】

- ・使用済燃料乾式貯蔵施設で乾式キャスクを取扱う天井クレーン及び搬送台車については、クレーン構造規格等に基づき、一般産業施設や公衆施設と同等の安全性を有していることから、通常取扱時において想定すべき事象としては、作業員の誤操作が想定され、下表のとおり抽出する*。
- ・抽出した事象に対して、バスケットが塑性変形しないこと、及び密封境界部がおおむね弾性範囲内にとどまることを評価する。

原因	想定事象	事象の概要
作業員の誤操作	キャスクの衝突	a.検査架台への衝突 乾式キャスクを吊上げ移送中に、クレーン走行速度(18.0m/分)で検査架台に衝突。
	キャスクへの衝突	b.貯蔵架台への衝突 乾式キャスクを貯蔵架台へ設置時に、クレーン巻き下げ速度(1.2m/分)で貯蔵架台に衝突。
		c.横倒し時の衝突 乾式キャスクの横倒し時に、クレーン巻き下げ速度(1.2m/分)で輸送架台に衝突。
		d.三次蓋の衝突 乾式キャスクへの三次蓋取付け作業時に、クレーン巻き下げ速度(1.2m/分)で三次蓋が乾式キャスクに衝突。
		e.緩衝体の衝突 乾式キャスクへ緩衝体取付作業時にクレーン走行速度(18.0m/分)で乾式キャスクに衝突。

*: 搬送台車による乾式キャスク搬送中に、搬送台車が建屋壁及び他の乾式キャスク貯蔵架台等へ衝突した場合においても、搬送中の乾式キャスクは幾何学的に傾き角度を制限しており、壁及び他の乾式キャスク等へ衝突しない。



2. コメントリスト

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
1	2018/7/5 審査会合	収納対象燃料の仕様(燃焼度・冷却期間)を丁寧に説明すること。	16条	P11に示すとおり。	10/17 審査会合で説明。
2	2018/7/5 審査会合	各条文の説明の中で、解析の内容と結果、技術的な特殊性・新規性の有無について明確にすること。	16,29, 30条	16条については、技術的な特殊性・新規性はない。 その他条文については、各条文の説明の中で、解析の内容と結果、技術的な特殊性・新規性の有無について明確にする。	10/17 審査会合で説明。(16条)
3	2018/7/5 審査会合	乾式キャスクの貯蔵エリアについて管理区域の線量区分IVとしているが線量上限の考え方について説明すること。	30条	今後回答する。	未 (今後の審査で説明する。)
4	2018/7/5 審査会合	乾式キャスク・カップホルダの耐震性について十分に説明すること。	4条	今後回答する。	未 (今後の審査で説明する。)
5	2019/6/18 審査会合	サイト全体での長期的な燃料管理方針を説明すること。	16条	伊方発電所に貯蔵している使用済燃料のうち、十分に冷却が進んだ収納対象燃料は、再処理工場への搬出状況等を踏まえながら、計画的に使用済燃料乾式貯蔵施設に搬出する。	8/22審査会合で説明。
6	2019/6/18 審査会合	5/22原子力規制委員会で示された審査方針に沿って、乾式キャスク単体の安全機能を説明すること。	— (影響評価)	<ul style="list-style-type: none"> 乾式貯蔵建屋なしで評価条件を現実的に見直した場合の敷地境界線量は、約200μSv/yとなり、目標値である50μSv/yを満足するためには、乾式貯蔵建屋を設置することにより、放射線量を低減する必要がある。 地震および竜巻飛来物衝突時に乾式キャスクに負荷される荷重が、核燃料輸送物設計承認申請における0.3m落下評価時の荷重を下回ることにより安全機能に係る乾式キャスク内部の部材が弾性範囲内であることを確認した。 (P12,13,14参照) 外部火災時の乾式キャスクへの入熱が、核燃料輸送物設計承認申請における火災事象を想定した評価条件(800$^{\circ}$Cで30分の火災)における入熱を下回ることを確認した。 	6/18審査会合で説明。(敷地境界線量) 8/22審査会合で説明。(自然災害)
7	2019/6/18 審査会合	建屋無しとした場合の敷地境界線量について、過度な保守性を更に排除すること。	— (影響評価)	燃焼度や冷却期間等、各収納制限に対する解析条件の保守性について整理した結果、前述の「現実的な評価」結果に与える影響は小さいことを確認した。	8/22審査会合で説明。

- 乾式キャスクの4つの安全機能(16条)についてご説明している。(①)
(外部事象に対する乾式キャスク単体評価等については、16条への影響評価(参考)として取り扱う。)
- その他条文については、当社設計方針に則り、規則への適合性をご説明する。(②)
- なお、3条(地盤)および4条(地震)のうち周辺斜面の安定性については、地盤側審査にて別途ご説明している。(③)

規則条文	2018年度	2019年度
5条、9条	7/5 	規則改正 6/18
① 16条		8/22 10/17
② 4条(第7項以外)、6条、7条、8条、11条、 12条、29条、30条		次回の説明範囲
③ 3条、4条(第7項のみ)	7/5 10/19 12/21 	4/19 7/5

▼ : 審査会合