

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
(コメント回答)

令和 2 年 1 月 21 日
四国電力株式会社

目次

1. コメントリスト

⇒ 3

1.1 コメント回答(コメント回答(コメントNo.10,11))

⇒ 6

1.2 コメント回答(コメントNo.12-2)

⇒ 9

2. 審査会合での説明状況

⇒ 10

1. 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	収納対象燃料の仕様として、燃料集合体1体あたりの収納制限(ウラン濃縮度、最高燃焼度、冷却期間)、及び乾式キャスク1基あたりの収納制限(平均燃焼度、配置制限)を定めている。	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	各解析については、使用する解析コードを含めて許認可実績があるため、技術的な特殊性・新規性はない。	10/17 審査会合で説明(16条)。 11/21 審査会合で説明(29,30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	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。	11/21 審査会合で説明。
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	乾式キャスク及びカップホルダの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を行った。地震応答解析で算出した荷重は、加振試験で計測された荷重を大きく上回っており、耐震評価方法の妥当性を確認した。本評価方法で耐震評価を実施したところ、発生値は許容限界を下回っており、乾式キャスク及び貯蔵架台の耐震性は確保されることを確認した。	11/21 審査会合で説明。
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 $200 \mu\text{Sv/y}$ となり、目標値である $50 \mu\text{Sv/y}$ 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。 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°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)

1. コメントリスト(つづき)

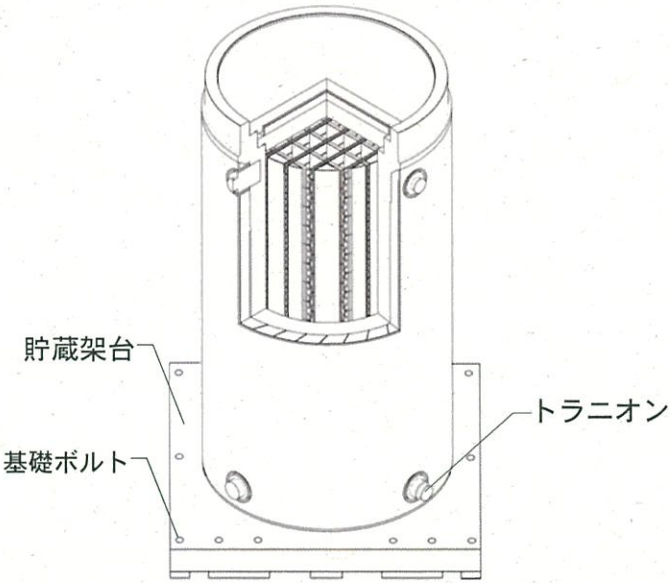
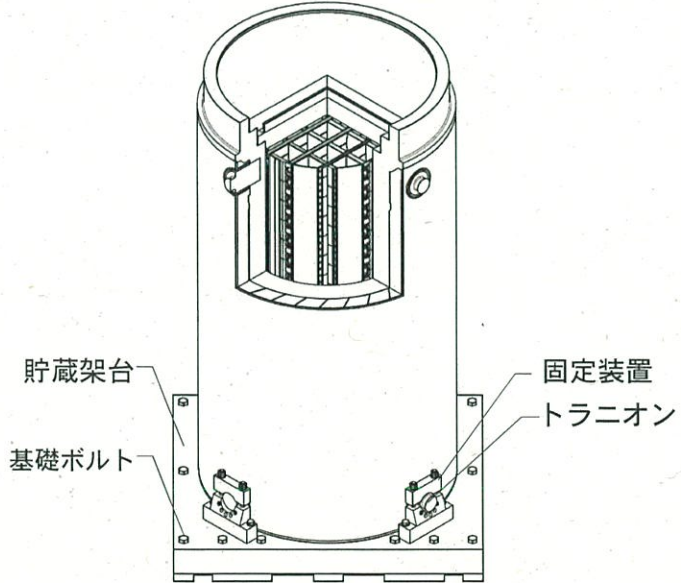
No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
7	2019/6/18 審査会合	建屋無しとした場合の敷地境界線量について、過度な保守性を更に排除すること。	— (影響評価)	燃焼度や冷却期間等、各収納制限に対する解析条件の保守性について整理した結果、前述の「現実的な評価」結果に与える影響は小さいことを確認した。	8/22審査会合で説明。
8	2019/10/17 審査会合	乾式キャスク金属ガスケットについて、大気に触れる部分の腐食を踏まえて二次蓋の健全性評価を説明すること。	16条	当社は、乾式キャスクを乾式貯蔵建屋内に設置し、雨水、塩水等の影響を受けることのない設計としているが、そのうえで、大気と接触する二次蓋金属ガスケットの外側の腐食について、文献調査を行い、乾式キャスクの閉じ込め機能に影響がないことを確認した。	12/17 審査会合で説明。
9	2019/10/17 審査会合	蓋間圧力監視の位置付けと目的について、どのような事象を異常として想定し、目的が達成できる監視を設定しているのか説明すること。	16条	規則等の要求事項を踏まえ、審査ガイドに定められている「密封シール部の異常」を「乾式キャスクの蓋間圧力が管理値を下回ること。」と定義し、管理値を設け、3ヶ月に1回の頻度で監視することで、FPガス等の放出に至る前(蓋間圧力が大気圧に至る前)に密封シール部の異常を検知できる。	12/17 審査会合で説明。
10	2019/11/21 審査会合	加振試験の妥当性(実機との同等性・再現性、加振波の代表性)を説明すること。	4条	定置方法を従来の評価手法が適用できるトラニオン固定方式に変更することとする。	1/21 審査会合で説明。
11	2019/11/21 審査会合	耐震評価手法の保守性について説明すること。	4条	ご指摘は、変更前の定置方法に係る耐震評価方法に関するコメントであるため、定置方法の変更を踏まえた設置許可基準規則第4条への適合性をお示しすることで、回答に代えさせていただきたい。 なお、変更前の定置方法に係るこれまでの説明内容については、資料3-2 4条参考資料1「定置方法変更時点までにお示した旧定置方法の使用済燃料乾式貯蔵容器及び貯蔵架台の耐震評価について(説明途上の内容を含む)」に示す。 【詳細は6～8ページ】	1/21 審査会合で説明。

1. コメントリスト(つづき)

No.	受領日	コメント内容	該当条文	コメント回答	対応状況
12-1	2019/11/21 審査会合	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整理すること。	16条	<p>乾式貯蔵建屋取扱エリアの乾式貯蔵建屋天井クレーンによる輸送荷姿以外で静置している乾式キャスクに対して波及的影響がないことを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・天井クレーンは、自然現象等に対し頑健な建屋であり、地震等が生じても乾式貯蔵建屋の構造は維持され、ガーダ及びトロリは落下しない構造である。 ・取扱エリア内での作業においては検査架台上での作業が支配的な作業であり、地震に対する波及的影響の観点からも、基準地震動Ssと組合すべき事象として選定されない。 ・仮に乾式キャスクへ天井クレーンの主要部分のトロリが落下した場合でも、乾式キャスクの閉じ込め機能は維持されることを確認した。 ・仮に乾式キャスク内の燃料集合体が全数破損し、乾式キャスク1基の閉じ込め機能がそうした場合でも、敷地境界線量は線量限度の1mSv/y以下となることを確認した。 	12/17 審査会合で説明。
12-2	2019/12/17 審査会合	乾式貯蔵建屋天井クレーンによるキャスクへの波及的影響について、適用条文を整理し、説明すること。	4条, 16条	<p>乾式キャスク取扱中の乾式貯蔵建屋天井クレーンに対する地震の考慮は、設置許可基準規則第4条第6項に対する適合性として、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。</p> <p>天井クレーンの落下防止対策は、設置許可基準規則第16条の第2項1号ハ及び第4項に対する適合性として、周辺施設である天井クレーンは、一般産業施設として設計し、乾式キャスクの安全機能を維持するため、落下防止対策を講じる。</p> <p>【詳細は9ページ】</p>	1/21 審査会合で説明。
13	2019/11/21 審査会合	乾式貯蔵建屋天井クレーンが「燃料取扱設備」に該当するのか整理すること。	16条	<p>従来の要求事項及び当社設計方針を踏まえ、乾式貯蔵建屋天井クレーンは「燃料取扱設備」には該当しないと考えている。</p> <p>また、「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」でも、クレーン類は、一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求されていることから、乾式貯蔵建屋天井クレーンを、一般産業施設や公衆施設以上の安全性を有する「燃料取扱設備」に位置付けることは適切ではないと考えられる。</p>	12/17 審査会合で説明。

1.1 コメント回答(コメントNo.10,11)

- 申請当初においては、カップホルダ方式、トラニオン固定方式といったいずれも耐震性を有する定置方法のうち、管理の容易さといった観点から、カップホルダ方式を選定していた。(下図参照)
- カップホルダ方式の耐震性は、加振試験で検証しているものの、荷重の算定方法等について従来の評価手法が適用できず、従来の耐震設計と異なる手法が含まれており、保守性を定量的に示すには、更なるデータの蓄積等が必要と判断した。
- 以上を踏まえ、定置方法を従来の評価手法が適用できるトラニオン固定方式に設計を変更することとした。
- 次頁以降、変更後のトラニオン固定方式に対する設置許可基準規則第4条への適合性についてご説明する。
- なお、カップホルダ方式についても、引き続きデータの蓄積等を進め、適合性の定量的な説明が可能と判断した際には、改めて手続きのうえ説明させていただきたい。

カップホルダ方式(変更前)	トラニオン固定方式(変更後)
	
<p>貯蔵架台に乾式キャスク底部と嵌め合う凹部を設けることで、固定せず乾式キャスクが転倒しない構造</p>	<p>乾式キャスクを貯蔵架台および基礎に支持構造物を用いて固定する構造</p>

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】

定置方法の変更に伴う乾式キャスク及び貯蔵架台の構造強度の耐震評価方法を説明する。
 なお、その他の説明事項については、説明済みの内容から方針の変更はない。

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		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 コメント回答(コメントNo. 10,11)

耐震評価方法

- ・貯蔵架台に固定した状態の乾式キャスクに対して固有値解析を実施する。
- ・固有値解析結果から、評価用加速度を算出し、応力を評価する。
- ・以上の耐震評価方法は、**従来より実績のある評価手法**であることから、詳細な評価結果は、工事計画認可申請書でお示しする。

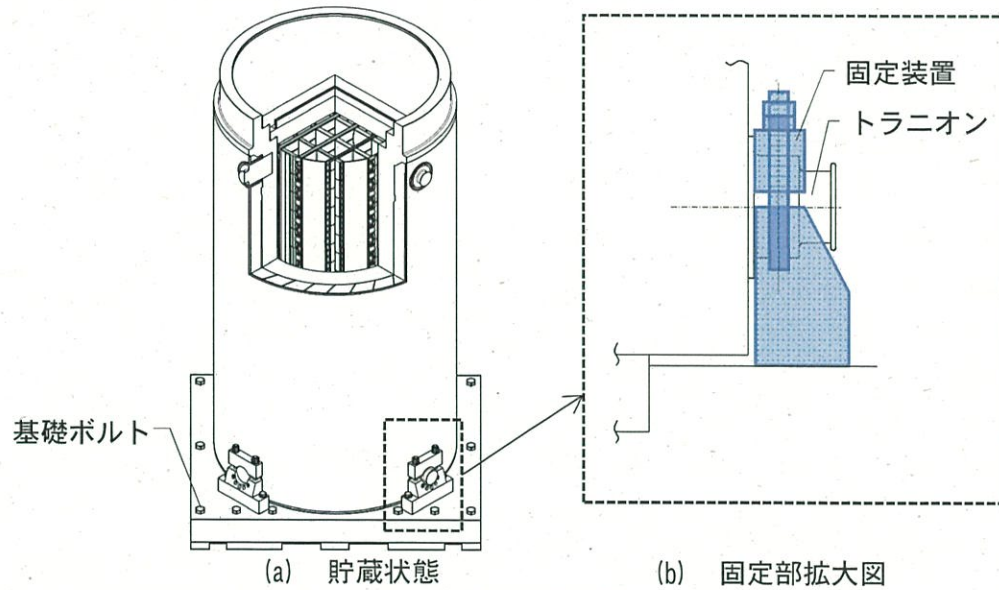
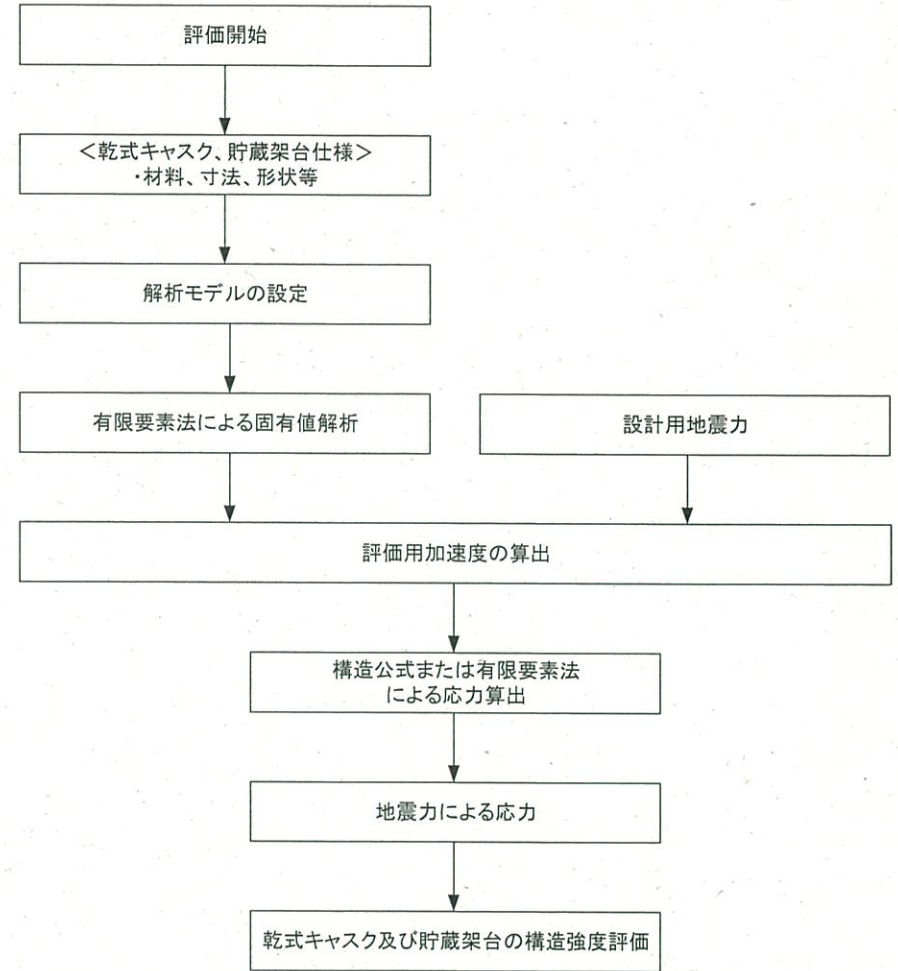


図 構造詳細



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。



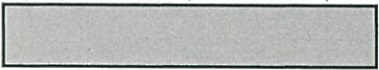
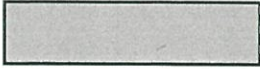
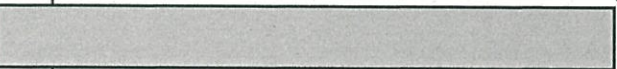




ことから、地震による損傷の防止に係る設計の基本方針は妥当である。

指摘事項(コメントNo.12-2)

乾式貯蔵建屋天井クレーンによるキャスクへの波及的影響について、適用条文を整理し、説明すること。

回答

項目	適用条文	主たる要件	具体的な設計方針
1. 乾式キャスク取扱中の乾式貯蔵建屋天井クレーンに対する地震の考慮	第4条第6項	兼用キャスクは、周辺施設から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こと。 <別記4 第4条第2項三号>	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。 影響評価には、乾式キャスクの設計に用いる地震動又は地震力を適用して評価を行うこととし、地震動又は地震力の選定に当たっては、施設の配置状況、使用時間等を踏まえて適切に設定する。
2. 天井クレーンの落下防止対策	第16条第2項1号ハ第4項	兼用キャスクは、設計上想定される状態において、安全機能が損なわれないように設計すること。 <ガイド> ・周辺施設は一般産業施設や公衆施設と同等の安全性が要求される施設として区分されていること。 ・兼用キャスク及び周辺施設は、兼用キャスクの安全機能を維持するためにこれらが担保すべき機能に応じた設計が行われていること。	周辺施設である天井クレーンは、一般産業施設として設計し、乾式キャスクの安全機能を維持するため、落下防止対策として以下の対策を講じる。 ・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ド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る。 ・乾式貯蔵建屋は自然現象等に対し頑健な建屋であり、建屋崩落に伴う天井クレーンの落下は生じない設計とする。
3. 天井クレーン落下時の閉じ込め機能維持評価		(影響評価)	〔仮に乾式キャスクへ天井クレーンの主要部分のトロリが落下した場合でも、乾式キャスクの閉じ込め機能は維持される(一次蓋シール部がおおむね弾性範囲にとどまる)。〕
4. 乾式キャスク1基の閉じ込め機能喪失時の敷地境界線量評価		(影響評価)	〔仮に乾式キャスク内の燃料集合体が全数破損し、乾式キャスク1基の閉じ込め機能が喪失した場合でも、敷地境界線量は線量限度の1mSv/y以下となる。〕

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 12/17 1/21 
4条(第7項以外)		11/21 1/21 
6条、7条、8条、11条、12条、29条、30条		11/21 12/17 
3条、4条(第7項のみ)	7/5 10/19 12/21 	4/19 7/5 

▼ : 審査会合