

伊方原子力発電所環境安全管理委員会原子力安全専門部会委員コメント回答  
(乾式貯蔵施設 関係)

委員コメント 2
<p>乾式キャスクについて、貯蔵と輸送の兼用であるので、輸送の面での安全性の評価を踏まえて、その安全設計を説明してほしい。 (平成 30 年 6 月 15 日原子力安全専門部会 宇根崎博信委員)</p>
委員コメント 23
<p>乾式キャスクの設置許可基準規則に対する設計方針について、輸送容器に関する規則はどのように対応し評価しているのか。 (平成 30 年 6 月 15 日原子力安全専門部会 中村秀夫委員)</p>
回答
<p>要求事項および前提となる乾式キャスクの状態が輸送時と貯蔵時で異なることから、個別に評価を行い、それぞれの規則要求に適合することを確認している。 ⇒資料 1-1 p 65, 66 参照。 (四国電力)</p>

委員コメント 7
<p>使用済燃料ピットの水中で 15 年以上の保管した燃料を、乾式キャスク内のヘリウム環境下で長期間保管するとしているが、PWR の燃料では乾式貯蔵は初であるので、乾式キャスクはもとより収納する使用済燃料集合体自体の長期健全性について示してほしい。 (平成 30 年 6 月 15 日原子力安全専門部会 渡邊英雄委員)</p>
委員コメント 34
<p>乾式貯蔵は、PWR の使用済燃料の保管としては国内では最初の事例になる。BWR と PWR の燃料を保管する場合に、それぞれの燃料の使用条件は異なっているが、どのような知見で検討されているのか。 (平成 31 年 2 月 8 日原子力安全専門部会 渡邊英雄委員)</p>
回答
<p>使用済燃料の長期健全性について、PWR 用燃料に関する試験等を踏まえた知見を踏まえ、貯蔵時の照射影響、熱的影響および化学的影響の観点から問題ないことを確認している。 具体的には、照射影響については、炉内における照射量に比べて十分低いこと、熱的影響については、貯蔵時の燃料温度および応力においてはクリープひずみ、照射硬化回復、被覆管中の水素化物再配向、応力腐食割れの影響を受けないこと、化学的影響については、残留水分が少なく不活性雰囲気にある燃料被覆管の酸化量および水素吸収量は無視できることを確認している。⇒資料 1-1 p 41 参照 (四国電力)</p>

委員コメント 22
<p>乾式貯蔵施設の安全機能について、重要度分類し対応するとのことなので、対照表として整理してほしい。</p> <p>(平成 30 年 6 月 15 日原子力安全専門部会 中村秀夫委員)</p>
委員コメント 31
<p>乾式貯蔵施設について、安全機能をリストのようにまとめてほしい。</p> <p>それぞれの設備の相互作用を考えるかどうかを含めて、検討内容とその安全性評価方法を整理してほしい。</p> <p>(平成 30 年 6 月 15 日原子力安全専門部会 森伸一郎委員)</p>
回答
<p>規制要求（建屋の有無等に係らず乾式キャスクの 4 つの安全機能を確保すること）を満足するように、乾式キャスクおよび貯蔵建屋に持たせるべき安全機能を検討し、各機能に対する安全性（要求事項を満足することも含め）を解析等により確認している。</p> <p>具体的には、乾式キャスクについては耐震 S クラスとして分類し、基準地震動 <math>S_s</math> による地震力に対して乾式キャスクの安全機能が損なわれるおそれがないよう設計する。また、貯蔵建屋については、耐震 C クラスとして分類し、乾式キャスクに波及的影響を及ぼさない設計とする。</p> <p>⇒資料 1-1 p 3, 26, 29～38, 47 参照</p> <p>(四国電力)</p>

委員コメント 27-2
<p>乾式キャスクの落下により内封している燃料の破損が想定される場合の対応を説明すること。</p> <p>(平成 30 年 6 月 15 日原子力安全専門部会 中村秀夫委員)</p>
回答
<p>乾式キャスクにおいても、これまでの輸送キャスクと同様に、安全に留意した上で取扱作業を行う。</p> <p>仮に、取扱時に乾式キャスクの落下等により、安全機能または使用済燃料に影響が疑われる事象が発生した場合は、3号機使用済燃料ピットへ移送し、点検等の必要な対応をとることになると考えている。</p> <p>(四国電力)</p>

委員コメント 28

原子炉から取り出した後、15年経った燃料は大体何度ぐらいに低下するのか。  
その温度で、ヘリウム環境下で負圧であっても燃料体は劣化をするのか。

(平成30年6月15日原子力安全専門部会 中村秀夫委員)

回答

貯蔵時の燃料温度は最大でも約220℃程度と見込んでおり、使用済燃料の長期健全性について、PWR用燃料に関する試験等を踏まえた知見を踏まえ、貯蔵時の照射影響、熱的影響および化学的影響の観点から問題ないことを確認している。

⇒資料1-1 p40, 41参照

(四国電力)

【参考資料】伊方原子力発電所環境安全管理委員会原子力安全専門部会 委員コメント一覧

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント委員
1	伊方1号機の廃止措置と3号機の運転をしながらの乾式貯蔵施設の設置となるので、総合的な安全対策に万全を期して、それを十分に説明してほしい。	四電	乾式貯蔵施設の設置にあたっては、伊方3号機の運転に影響を与えないように計画を策定し、綿密な調整を図りながら、安全を最優先として工事を進める。 乾式貯蔵施設における乾式キャスクの取扱作業については、今後、作業手順を整備し、安全確保を最優先に準備を進める。 乾式キャスクの監視設備の保守や、作業員の被ばく管理に対しても安全を最優先に進める。	H30 6/15	宇根崎
2	乾式キャスクについて、貯蔵と輸送の兼用であるので、輸送の面での安全性の評価を踏まえて、その安全設計を説明してほしい。	四電	要求事項および前提となる乾式キャスクの状態が輸送時と貯蔵時で異なることから、個別に評価を行い、それぞれの規則要求に適合することを確認している。 ⇒資料1-1 p65, 66参照	H30 6/15	宇根崎
23	乾式キャスクの設置許可基準規則に対する設計方針について、輸送容器に関する規則はどのように対応し評価しているのか。	四電		H30 6/15	中村
3	乾式貯蔵施設の設置場所に係る斜面の調査は、伊方3号機の場合と同じ手法で行うのか。 調査手法は同じでも、物性が変わるようであれば、新たに評価してほしい。	四電	斜面の安定性に係る物性値については、3号機の場合と同様にボーリング調査および室内試験等を行い、総合的であることを確認し3号機の物性値を用いている。 その上で、乾式貯蔵施設に影響が考えられる斜面のうち、耐震評価上、安定性が最も厳しくなると考えられる斜面を代表斜面として選定し、基準地震動Ssに対する地震応答解析を行い、すべり安全率が基準値以内に収まることで地盤安定性に問題がないことを確認している。	H30 6/15	岸田
4	乾式貯蔵施設を設置するに当たって、新たな検討事項も増えるので、既設の施設等に影響がないよう考えてほしい。	四電	乾式貯蔵施設は、既設プラントから約200m離れて、別建屋として独立していることから、構内のアクセスルート、構外からの参集ルートも含めて、現状影響はないと考えるが、今後の設置計画の立案にあたり、十分に配慮していく。	H30 6/15	岸田
5	使用済燃料の貯蔵については、これまでに発電所外での貯蔵も検討するとしていたが、検討状況と敷地内貯蔵に至った経緯を説明してほしい。	四電	敷地外における使用済燃料貯蔵については、現時点においても適切な立地点を見いだせていないことから、敷地外に比べ、確実かつ柔軟に対応できる発電所敷地内での乾式貯蔵施設の設置について検討を進めることとした。	H30 6/15	渡邊

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント委員
6	乾式貯蔵施設について、住民に対して施設の安全性だけでなく、最終の搬出先である六ヶ所村の再処理工場の稼働状況、発電所内での保管期間なども含めて十分に説明してほしい。	四電	<p>六ヶ所村の再処理工場については、主な試験を既に完了しており、竣工に向けて技術的な見通しが得られている。</p> <p>また、新規制基準への適合性審査についても、平成30年10月5日にこれまでの審査会合等における議論を踏まえた補正書を提出しており、現在原子力規制委員会において安全審査が進められているところである。</p> <p>日本原燃(株)は、2022年度上期竣工に向けて、引き続き最大限努力しており、当社含め電力大で全面的にサポートしていく所存である。</p> <p>安全協定に定められているとおり、使用済燃料は再処理工場へ搬出することとしており、再処理工場の操業状況や伊方発電所の運転状況等を踏まえて、計画的な搬出に努めてまいりたい。</p>	H30 6/15	渡邊
7	使用済燃料ピットの水中で15年以上の保管した燃料を、乾式キャスク内のヘリウム環境下で長期間保管するとしているが、PWRの燃料では乾式貯蔵は初であるので、乾式キャスクはもとより収納する使用済燃料集合体自体の長期健全性について示してほしい。	四電	<p>使用済燃料の長期健全性について、PWR用燃料に関する試験等を踏まえた知見を踏まえ、貯蔵時の照射影響、熱的影響および化学的影響の観点から問題ないことを確認している。</p> <p>具体的には、照射影響については、炉内における照射量に比べて十分低いこと、熱的影響については、貯蔵時の燃料温度および応力においてはクリープひずみ、照射硬化回復、被覆管中の水素化物再配向、応力腐食割れの影響を受けないこと、化学的影響については、残留水分が少なく不活性雰囲気にある燃料被覆管の酸化量および水素吸収量は無視できることを確認している。</p> <p>⇒資料1-1 p41参照</p>	H30 6/15	渡邊
34	<p>乾式貯蔵は、PWRの使用済燃料の保管としては国内では最初の事例になる。</p> <p>BWRとPWRの燃料を保管する場合に、それぞれの燃料の使用条件は異なっているが、どのような知見で検討されているのか。</p>	四電		H31 2/8	渡邊

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント委員
8	乾式キャスクによる貯蔵について、他の電力会社で検討がどのように進んでいるのか。 もし進んでいる、もしくは進む予定であるのであれば、共通の問題点というのが既に共有されているのか。	四電	福島第一原子力発電所（東京電力）、東海第二発電所（日本原電）については既に乾式貯蔵施設があり運用されている。そのほか、設置許可の審査中であり敷地外に設置予定の東京電力と日本原電のむつ中間貯蔵施設（青森県むつ市）や、敷地内に設置予定の浜岡原子力発電所（中部電力）及び玄海原子力発電所（九州電力）がある。 また、これら審査中の施設の主とした課題は、地震・津波等の関係となっている。（H31 2/8 原子力安全専門部会（資料2-3））	H30 6/15	森
9	乾式貯蔵施設について、日本全体での計画や設置等の状況がまとめられた資料を用意してほしい。			H30 6/15	吉川
14	先行事例で、安全性がどういうふうに検討されて、どう実証されているかを整理してほしい。そういう中で何が特に問題になったのか教えてほしい。			H30 6/15	森
10	新規制基準に基づいて設備の審査が行われるのは四国電力が初めてなのか。 既に新規制基準に基づいて設置されている、もしくは審査が進められているところはあるのか。	四電	中部電力の乾式貯蔵施設やむつの中間貯蔵施設については、新規制基準での審査が行われている。現在、原子力規制委員会で規則と審査するためのガイドが見直しされている状況であり、今後、これらが施行されれば、それに基づく適合性審査が行われる。	H30 6/15	吉川
11	飛来物として、航空機などが落ちてきて、乾式貯蔵施設に衝突することについての評価は行われているのか。	四電	偶発的な外部人為事象による損傷の防止のための設計方針で、航空機落下についても影響を及ぼさないことは伊方3号機の新規制基準と同じように確認される。 テロといった故意なものについては、可搬型設備によって、施設に損傷があったとしても、放射性物質が飛散するということをしてできるだけ抑制するために、大型ポンプ車によって放水するなどの大規模損壊に対応する対応手順等が、規則等の改正を踏まえ必要に応じて、今後審査の中で確認される。	H30 6/15	吉川
12	乾式貯蔵施設は原子炉建屋に比べ、構造上、全然弱いと思うが、耐震だけを担保していれば大丈夫なのか。	四電	現在見直し中のガイドでは乾式貯蔵建屋は必須ではないが、現計画では、周辺への放射線の影響を低減させるため、乾式キャスクを建屋内に貯蔵することとしている。 なお、建屋は地震による倒壊で乾式キャスクの安全機能に影響を与えないように、基準地震動による地震力に耐えられる設計とする。	H30 6/15	吉川
13	外国では乾式キャスクを屋外で保管しているが、外国と日本の設計基準を比較して示してほしい。	県	ドイツでは貯蔵建屋の設置を前提としているが、米国及び日本の新しい基準案では、貯蔵建屋の設置は前提としていない。（2/8 原子力安全専門部会（資料2-3））	H30 6/15	吉川

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント委員
15	乾式キャスクは何度も使うのか、それとも1回限りなのか。	四電	乾式キャスクの設計において、60年間の安全性を確認している。 再処理工場が稼働し、使用済燃料の搬出が可能になると、乾式キャスクから詰め替えることなく使用済燃料を再処理工場に搬出し、空になった乾式キャスクは、発電所に持って帰り、再使用することも含め、運用を進める中で具体化を図る。	H30 6/15	高橋
16	使用済燃料が再処理されなくなった場合どうなるのか。	四電	国のエネルギー基本計画でも原子燃料サイクルが盛り込まれており、今後もこれに沿って対応していく。	H30 6/15	高橋
17	供用中の乾式キャスクの試験又は検査は、具体的にどのようなことを考えているのか。	四電	今後、具体的な試験内容を決める。 現状、閉じ込め機能であればキャスクの内部は負圧にしており、一二次蓋間圧力の監視、除熱であれば乾式キャスクの外表面の温度の測定を行うこととしている。 そういった乾式キャスクに異常がないこと、経年的な変化がないことを、継続的に確認、試験しながら、安全性を確保していく。	H30 6/15	森
18	内部の圧力が負圧に保てなくなった場合等、乾式キャスクの安全機能が働かなかった場合、どうするのか。	四電	例えば、臨界防止機能については事前の解析工程の中で安全側に計算し、実効増倍率が0.95以下となる設計としている。 閉じ込め機能については、仮に気密性が保持できなくなった場合、処置する必要があるため、今後、処置する場所も含めて手順等を確認しながら対応する。	H30 6/15	森
19	供用中の乾式キャスクの試験又は検査は、どのくらいの頻度で行うのか。	四電	今は基本設計の段階なので、詳細については今後検討する。	H30 6/15	森
20	先行事例での乾式キャスクの試験又は検査の頻度を参考にするのか。	四電	先行事例を参考にし、現在見直されている規則や審査ガイドに適合する検査要領を策定する。	H30 6/15	森
21	乾式貯蔵について、「一時的」というものが、短期的なものなのか、あるいは長期になる可能性があるものなのかという検討はするのか。	四電	乾式貯蔵施設は、使用済燃料を再処理工場に搬出するまでの間、「一時的」に貯蔵する施設として設置する。 一方、乾式キャスクについては、長期的にも安全機能が失われないことを評価している。	H30 6/15	森

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント委員
22	乾式貯蔵施設の安全機能について、重要度分類し対応するとのことなので、対照表として整理してほしい。	四電	規制要求（建屋の有無等に係らず乾式キャスクの4つの安全機能を確保すること）を満足するように、乾式キャスクおよび貯蔵建屋に持たせるべき安全機能を検討し、各機能に対する安全性（要求事項を満足することも含め）を解析等により確認している。 具体的には、乾式キャスクについては耐震Sクラスとして分類し、基準地震動S <sub>s</sub> による地震力に対して乾式キャスクの安全機能が損なわれるおそれがないよう設計する。また、貯蔵建屋については、耐震Cクラスとして分類し、乾式キャスクに波及的影響を及ぼさない設計とする。 →資料1-1 p3, 26, 29~38, 47参照	H30 6/15	中村
31	乾式貯蔵施設について、安全機能をリストのようにまとめてほしい。 それぞれの設備の相互作用を考えたどうかを含めて、検討内容とその安全性評価方法を整理してほしい。			H30 6/15	森
24	乾式キャスクに対し行われている各試験と設置許可基準規則に対する設計方針との関連を説明してほしい。例えば、耐火試験として「800℃で30分」との試験があるが、それは航空機が落下して火災となった場合に対応するのかなど説明してほしい。	県	兼用キャスクに実施される「800℃で30分」の耐火試験等の特別の条件での試験は、輸送時の事故※ <sup>1</sup> を想定し輸送に係る技術基準※ <sup>2</sup> に基づき実施されるものであり、貯蔵について規定している設置許可基準規則と対応しているものではないとのこと。 ※1 この場合、放射性物質を輸送する車両が坂道の底にある十字路で液体燃料を運ぶタンクローリーに衝突し、火災発生するケースを想定。 ※2 核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則第2条～15条 (H31 2/8 原子力安全専門部会（資料2-3）)	H30 6/15	中村
25	設置許可基準規則の要求事項に対して、設計方針に「ダムの崩壊」という記載があるが、発電所近くにダムがあるから記載しているのか。基準にあるから書いているのか。 記載の判断方法について示してほしい。	四電	「ダムの崩壊」は、3号炉の新規制基準適合性に係る設置変更許可申請時に、伊方発電所において考慮すべき事象の一つとして選定したものであり、審査において周辺のダムの所在や河川流況を確認し、影響がないことを判断している。 乾式貯蔵施設は、同じ発電所敷地内に設置することから、3号炉同様の設計方針を適用することとして、あらためて記載したものである。	H30 6/15	中村
26	Sクラスの設計としている乾式キャスクの耐震性について、構造解析をしているのであれば、その結果を示してほしい。	四電	詳細な耐震評価結果は、工事計画認可申請においてその耐震計算書を示すこととなる。	H30 6/15	中村



番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント委員
27-1	輸送容器の安全性確認として落下試験を行っているが、試験条件及び求められる結果について説明すること。	県	<p>輸送キャスクの特別の試験条件における落下試験では、キャスクに緩衝体を付けた状態で、9mの高さから落下させること等を行うこととなっている。</p> <p>また、求められる結果は、次の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・表面から1メートル離れた位置における最大線量当量率が10ミリシーベルト毎時を超えないこと。</li> <li>・放射性物質の一週間当たりの漏えい量が原子力規制委員会の定める量を超えないこと。</li> </ul> <p>(H31 2/8 原子力安全専門部会(資料2-3))</p>	H30 6/15	中村
27-2	乾式キャスクの落下により内封している燃料の破損が想定される場合の対応を説明すること。	四電	<p>乾式キャスクにおいても、これまでの輸送キャスクと同様に、安全に留意した上で取扱作業を行う。</p> <p>仮に、取扱時に乾式キャスクの落下等により、安全機能または使用済燃料に影響が疑われる事象が発生した場合は、3号機使用済燃料ピットへ移送し、点検等の必要な対応をとることになると考えている。</p>	H30 6/15	中村
28	原子炉から取り出した後、15年経った燃料は大体何度ぐらいに低下するのか。 その温度で、ヘリウム環境下で負圧であっても燃料体は劣化をするのか。	四電	<p>貯蔵時の燃料温度は最大でも約220℃程度と見込んでおり、使用済燃料の長期健全性について、PWR用燃料に関する試験等を踏まえた知見を踏まえ、貯蔵時の照射影響、熱的影響および化学的影響の観点から問題ないことを確認している。</p> <p>⇒資料1-1 p40, 41 参照</p>	H30 6/15	中村
29	乾式貯蔵施設の耐震性について、最悪の事象を考えていく上で、施設内のクレーンが落下するといったようなことも検討の対象になり得るのか。	四電	<p>乾式キャスクについては、耐震Sクラスであり基準地震動による地震力に対する評価を行う。</p> <p>建屋については、耐震Cクラスであるが、乾式キャスクの安全機能に影響を与えないように基準地震動による地震力に耐えられる設計とする。</p> <p>なお、施設内のクレーンは、貯蔵エリアの上に設置せず、貯蔵エリア内での乾式キャスクの移動はエアパレットを用いる。</p>	H30 6/15	森
30	乾式貯蔵施設にあるものは、実質上ほぼ全て耐震Sクラスとして設計するのか。	四電	<p>耐震Sクラスの設備と、基準地震動を入力して耐震Sクラスの設備に影響を与えないことを評価する設備があり、安全機能を担保しているのは、あくまでも乾式キャスクである。</p>	H30 6/15	森
32	使用済燃料乾式貯蔵施設に関連する国のエネルギー基本計画の概要について、どういう位置づけで県から説明したのか。	事務局	<p>四国電力が乾式貯蔵設備を設置する中で、国が使用済燃料対策を強化していくという背景を説明したものである。</p>	H30 6/15	吉川

番号	委員コメントまとめ	四電、国又は事務局回答		日付	コメント委員
33	使用済燃料を保管する方法として、リラッキングではなく乾式貯蔵を選んだのはなぜか。	四電	3号機については、既にリラッキングを行い、貯蔵能力の増強を図っている。 乾式貯蔵施設は、海外も含めて多数の先行事例があり、一定期間冷却後の使用済燃料を、乾式キャスクの中で駆動源を使わず自然対流により冷却ができる貯蔵方法であることから、より安全性が高いということで判断した。	H31 2/8	渡邊
35	1号機、2号機が廃炉となり、3号機をある一定期間運転したときに、発電所構内に使用済燃料がどのくらい保管されていくのか示すことはできないか。	四電	使用済燃料ピットにおける使用済燃料の体数の推移については、今後の運転状況や六ヶ所の稼働状況によって変動するため、一概には言えないが、3号機が13カ月運転を続けていくとすると、年間の使用済燃料の発生体数は35体から40体である。安全協定に定めたとおり、使用済燃料は再処理工場へ搬出することとしており、伊方発電所内の貯蔵状況等を踏まえ、計画的な搬出に努めてまいりたい。	H31 2/8	渡邊
36	津波の影響評価に関する新たな規制要求として、「浸水深10m、流速20m毎秒、それから漂流物質量100t」とあるが、伊方発電所の場合、こういったことを想定する必要はあるのか。	四電	新たな規制要求案では、基準津波が決まっていれば基準津波にて評価、決まっていなければそのような評価となる。 伊方発電所については、3号機の新規制基準の適合性確認において、基準津波は約8.1m、敷地の沈降を考慮しても8.7mと評価されている。 乾式貯蔵建屋は、標高25mに立地する計画であり、問題ないと考えている。	H31 2/8	中村