

令和元年12月
中国電力株式会社

島根原子力発電所 2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（原子炉格納容器の限界温度・圧力に関する評価結果）

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
1	平成27年3月3日	部位毎の評価において、時間条件付きで健全性を確認した場合はそれを明示すること。	本日回答	シール材が高温環境下で劣化することにより、原子炉格納容器閉じ込め機能が喪失する可能性があるため、200℃、2Pdの状態が7日間(168時間)継続した場合でもシール機能に影響ないことを確認することで限界温度・圧力における原子炉格納容器閉じ込め機能の健全性を確認している。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」 26,29,31,33,35,39,181,183,186,188ページ)
2	平成27年3月3日	200℃、2Pdの適用可能時間を過ぎてから用いる限界圧力・温度を、考え方を含めて示すこと。	本日回答	7日間以降については、原子炉格納容器温度・圧力は低下しており、シール材の経時劣化の兆候は見られないことから、最初の7日間に対して限界温度・圧力を超えないよう管理することで、長期的な格納容器閉じ込め機能は維持されると考えている。ただし、事故環境が継続することにより、熱劣化等の閉じ込め機能低下要因が存在することも踏まえ、長期的なプラントマネジメントの目安として、7日間以降の領域においては原子炉格納容器温度が150℃を超えない範囲で、また、原子炉格納容器圧力が1Pd程度を超えない範囲でプラント状態を運用する。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」246～252ページ)

島根原子力発電所 2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（原子炉格納容器の限界温度・圧力に関する評価結果）

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
3	平成27年3月3日	改良EPDMの試験条件がシビアアクシデント環境を適切に模擬できていることを説明すること。	本日回答	改良EPDMの試験条件と重大事故等時の環境を比較し、適切に考慮し実施している。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」311～312ページ)
4	平成27年3月3日	自社研のデータを採用している場合は、第三者のレビューなり、客観的な妥当性を説明すること。また、改良EPDMの圧縮永久ひずみ試験に関する文献等を示すこと。	本日回答	改良EPDMの試験は、日本原子力学会等で公開されている。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」311～312ページ)
5	平成27年3月3日	負荷がかかっている状態でオートクレーブの試験ができているということを説明すること。	本日回答	蒸気曝露試験について、実プラントの重大事故等時には、改良EPDM製シール材は内周側からのみ高温蒸気が曝露されると想定されるが、オートクレーブでの蒸気曝露中は右下図の矢印（黄色）で示した通り内周側と外周側の両側から高温蒸気で曝露される状態となる。 また、気密試験について、実プラントの重大事故等時には高温状態であるが、本試験では温度を低下させて気密試験を実施している。治具に使用されている鉄鋼材料と改良EPDM製シール材とでは、改良EPDM製シール材の方が線膨張係数は大きく、温度を低下させた場合には、改良EPDM製シール材の方が治具と比較して収縮量が大きくなるため、試験治具溝内でのタンク等との密着性は低下する方向となり、気密試験は高温状態より室温での試験の方が厳しくなると考えられる。なお、改良EPDMシール材の健全性については、蒸気曝露後もほとんど劣化していないことが確認できており、気密試験温度による材料への影響はほとんどない。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」209～214ページ)

島根原子力発電所 2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（原子炉格納容器の限界温度・圧力に関する評価結果）

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
6	平成27年3月3日	シール材が運転中の環境（放射線量，温度）を考慮してもSA時に問題のないことを示すこと。	本日回答	<p>原子炉格納容器のシール材に使用する改良EPDMについては、性能確認のための試験を実施しており、通常運転時に加えて、事故時に想定される照射線量を上回る放射線環境を経験したシール材に対し、高温蒸気環境下での性能を確認している。また、開口部に用いられる改良EPDMは、通常運転中に想定される温度環境を踏まえても劣化はほとんどしないものと考えていること、かつ、原子炉格納容器の開口部に用いられているシール材については、全て、プラントの定期検査において取替を行っており、複数の運転サイクルにわたって使用しないものであることから、現在の性能確認の結果により、十分に性能が確保されるものと考えられる。</p> <p>また、長期間シール材を継続使用する電気配線貫通部(モジュール)は、通常運転中の劣化を考慮した上で冷却材喪失事故模擬試験が実施されており、健全性が確認されている。</p> <p>(資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」253ページ)</p>
7	平成27年3月3日	改良EPDMの試験等が縮小モデルで行われているが、縮小モデルの試験結果を実機に適用できることを示すこと。	本日回答	<p>実機フランジ模擬試験装置のフランジ断面形状は実機と同形状、ガスケット及び溝寸法は幅・高さともに実機と同等であり、中心径のみを縮小した試験装置としており、フランジ部は実機と同様な変形を模擬できる。</p> <p>本試験のガスケットの断面形状及び接触面は実機と一致しているため、フランジ部からの漏えい量はガスケット内径に比例する。本試験で判定基準として設定した漏えい量よりガスケット径比で補正して、実機フランジでの漏えい量を推定したところ原子炉格納容器全ハッチ類からのリーク量は0.001%/day程度であり、原子炉格納容器の設計漏えい率(0.5%/day)に対して十分余裕があるため、改良EPDM材の実機への適用は可能である。</p> <p>(資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」285～287ページ)</p>

島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（原子炉格納容器の限界温度・圧力に関する評価結果）

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
8	平成27年3月3日	格納容器エアロック扉のシール性について、原子炉格納容器の内圧による扉の変形（たわみ等）による変形支点の変位も考慮して説明すること。	本日回答	扉板の変位量は、ガスケット幅と比べ十分に小さく、シール機能が喪失することはない。また、扉板の変形による支点の移動を考慮した場合の所員用エアロック扉板シール部の変位量は、支点の移動を考慮しない場合の変位量より小さく、許容変位量以下であることから、シール機能は維持される。 （資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」290～292ページ）
9	平成27年3月3日	200℃、2Pdによりフランジに永久変形が生じないことを示すこと。	本日回答	フランジ部の200℃、2Pdにおける発生応力を算出し、設計・建設規格の原子炉格納容器(クラスMC容器)の供用状態Cにおける評価基準値と比較した結果、全て評価基準値以下となり、永久変形は生じないことを確認した。 （資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」296～303ページ）
10	平成27年3月3日	原子炉格納容器においてどの順でリークが始まるのかを判断するため、部位毎の余裕を評価すること。	本日回答	構造部について、裕度が最小となるものは、配管貫通部（ペローズ）の約1.1であった。 シール部については、シール材が事故条件下において時間的に劣化していくことが確認されているため、7日間の期間を超えて200℃、2Pdの状態が長期間継続した場合には、シール材の機能が低下する。よって、フランジ構造であるドライウェル主フランジ、機器搬入口などは、長期間の200℃、2Pdによるフランジ部への影響に加え、シール材の機能低下も相俟って、漏えいが生じやすくなると考えられる。 （資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」237～241ページ）

島根原子力発電所 2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（原子炉格納容器の限界温度・圧力に関する評価結果）

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
11	平成27年3月3日	格納容器の機能喪失の検出の考え方を整理して説明すること。	本日回答	原子炉格納容器の圧力を確認するとともに、「原子炉建物水素濃度」、「静的触媒式水素処理装置入口温度」及び「静的触媒式水素処理装置出口温度」の計器により原子炉棟への水素ガスの漏えいを検出する。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」313ページ)
12	平成27年3月3日	解析でどこまでの部分をカバーしているなど評価範囲を説明すること。	本日回答	原子炉格納容器バウンダリ全体に対し、設計・建設規格に基づく評価又は全体構造解析による評価を行っている。 全体構造解析では、ドライウェルの解析を行っており、更に主フランジ、配管貫通部、機器搬入口および制御棒駆動機構搬出ハッチは、開口量評価または応力評価のために部分解析を実施している。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」314～315ページ)
13	平成27年3月3日	電気配線貫通部のシール性能評価については、冷却材喪失事故時の環境試験結果と既往の電共研（S63/3）試験結果に基づくアレニウス則評価の位置付けを明確に説明すること。また、アレニウス則による評価については、有機物の活性化エネルギーを含め評価方法を説明すること。	本日回答	電気配線貫通部のシール機能の評価については、「①冷却材喪失事故時の環境試験」及び「②電共研試験結果に基づくアレニウス則評価」を行い、いずれの評価においても重大事故環境下で7日間以上の健全性を確認しているが、安全側に評価する観点から、「①冷却材喪失事故時の環境試験」の試験結果(13日間)を健全性が確保される期間として採用することとする。 アレニウス則による評価については、文献を基に評価を実施している。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」181ページ)

島根原子力発電所 2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（原子炉格納容器の限界温度・圧力に関する評価結果）

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
14	平成27年3月3日	PEEK材の適用箇所の概略と劣化時に予想される挙動を説明すること。	本日回答	PEEK材は、所員用エアロックの均圧弁シートに適用する。また、PEEK材は、耐熱性、耐放射線性に優れた材料であることから、通常運転時環境及び重大事故環境によって著しく劣化することはないと考えられる。なお、均圧弁に相当する弁を使用して、重大事故等時の格納容器内環境を模擬した試験条件で曝露し、その後、2Pdを超える0.9MPaで漏えい試験を行い、気密性を確保できることを確認している。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」108,109,117ページ)
15	平成27年3月3日	黒鉛製のシール材の温度、圧力の評価を説明すること。	本日回答	所員用エアロックの電線貫通部シール部に使用されている黒鉛製シール材は、膨張黒鉛を圧縮加工したものであり、黒鉛製シール材の選定にあたっては、重大事故等時環境下の温度(200℃)、圧力(2Pd)に対して十分な耐性を有することを確認している。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」109ページ)
16	平成27年3月3日	ベローズの評価において、1山あたりの吸収すべき変位量がベローズの山間ピッチを超えている場合の考え方を説明すること。	本日回答	限界圧力を2Pdに設定していることを踏まえ、重大事故等時の全伸縮量を、建設時の全伸縮量の2倍に設定し評価していたが、ベローズ伸縮量の構造上の制限を超える設定のものがあったことから、最高使用温度・圧力と限界温度・圧力との比率で、重大事故等時の全伸縮量を設定し評価した。 全伸縮量は、構造上変形可能な伸縮量を下回っており妥当な設定と考える。また、疲労累積係数は1以下であることを確認した。 (資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」166～169ページ)

島根原子力発電所 2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（原子炉格納容器の限界温度・圧力に関する評価結果）

No.	審査会合 実施日	コメント内容	回答状況	回答内容
17	平成27年3月3日	TIPの爆破弁の構造と信頼性をどのように確認しているか説明すること。	本日回答	<p>TIP火薬切断弁に作動信号を与えると、爆発によるエネルギーによりカッターが飛び出し、TIP検出器ケーブルを内蔵している校正用導管を切断した後、カッターは所定の位置に停止する。その時にカッターとTIP火薬切断弁のパッキンによりシールし、隔離する。</p> <p>起爆回路の健全性を確認することを目的として定検毎に外観検査、絶縁抵抗測定試験および導通確認試験を実施している。経年劣化の影響が懸念される弁駆動源である火薬については、交換頻度を65ヶ月としており、TIP火薬切断弁一式交換することとしている。火薬切断弁の交換の際には、同一ロットの試供品にて爆破試験等を実施することで、動作信頼性を確保している。</p> <p>(資料1-2-5「重大事故等対策の有効性評価」293～295ページ)</p>