

常陽新規制基準適合性審査に対する確認事項一覧  
(第53条 ULOF関係)

No.	区分	提示日	確認事項
1	解析関係	R2.11.24	有効性評価の基本ケースは、最適評価ケース(BEケース)と理解するがよいか。過年度のもんじゅ取替炉心に対するULOF評価方針※と今回の常陽評価方針は異なっているが、今回のULOF解析における保守性はどのように見込んでいるか考え方を確認したい。 ※平成19年度に実施されたもんじゅの取替炉心に対するULOF事象評価(準クロス)では、低燃焼度炉心平衡末期(EOEC)を対象に、基本ケースの解析条件として、ボイド反応度係数及びドップラ係数は不確かさ30%を保守側の値、その他の反応度係数はノミナル値を採用。
2	解析関係	R2.11.24	SA有効性評価では、(特に最近の実用炉審査においては)最適評価(BEPU)の適用が推奨されている。本日のヒアリングでは、包絡モデルを用いた評価を適用することのだが、この方針で行くのか？
3	解析関係	R2.11.24	仮に、最適評価を適用すべし、との方針が示された場合には、可能な限りC/E補正を加えたものを最適評価結果(BE, best estimate)とし、残りを感度解析で評価して不確かさ(PU, plus uncertainty)とすべきと考えるが、そういう理解でよいか？
4	解析関係	R2.11.24	標準平衡炉心を対象とする根拠として、「一番過酷な環境にあり、最初に破損する燃料の位置については最終結果に影響しない」ことのエビデンスが必要であると考え。
5	解析関係	R2.11.24	ULOFの解析対象炉心として、燃焼末期ではなく燃焼初期を選定した理由及びその選定の妥当性について説明すること。
6	解析関係	R2.11.24	燃焼初期炉心、末期炉心の選定(制御棒位置の違いを含む)についても、「制御棒の挿入具合によって最終結果に影響しない」ことのエビデンスが必要であると考え。
7	解析関係	R2.11.24	特にナトリウムボイド係数については、常陽の特殊事情として、漏えい項が大多数を占めるので、例えばJUPITER実験解析等で得られた大型炉(非漏えい項が大多数)でのC/Eをそのまま適用することはできないので、このような事情を考慮しないまま不確かさを30%とするのは適切ではないと考える。摂動コードを用いて、ナトリウムボイド係数を漏えい項と非漏えい項に分離し、できるだけ多数の実験結果を用いて、最小二乗法で漏えい項と非漏えい項のC/Eを求め、両者に差異がないことを確認した上で、現在の不確かさ設定値30%に包絡されていることを示すこと。

**常陽新規制基準適合性審査に対する確認事項一覧  
(第53条 ULOF関係)**

No.	区分	提示日	確認事項
8	解析関係	R2.11.24	ナトリウムボイド係数への制御棒効果については、全炉心ボイドで数パーセントの差しかないとの報告だったが、SAS4Aで解析する際にはボイドマップの形で使用することから、全炉心ボイドの値だけでなく、分布についてもずれがないか確認する必要がある。
9	解析関係	R2.11.24	今回の計算には拡散摂動コードPERKYを用いたとのことで、制御棒の影響を見るためには十分と思われるが、ナトリウムボイドの漏えい項は輸送効果が大きいことが知られており、PERKYの結果を直接SAS4Aのボイドマップに適用するのは無理があると思われる。ボイドマップの作成手順について確認したい。
10	解析関係	R2.11.24	遷移過程での燃料の再配置場所の時間履歴の図(p.19)において、「炉心下部空間」堆積する燃料はどのように(どこを經由して)移行しているか。
11	解析関係	R2.11.24	機械的応答過程におけるCDA気泡の膨張挙動を示した図(p.36)について、100ms秒以降では炉心上部の構造が損傷しているが、その下の反射体構造は移動等せずにその場に留まっている。解析モデルが当該構造の移動を考慮していないことが原因と考えられるが、この構造の損傷や移動が生じる場合のCDA気泡の膨張挙動や機械的エネルギー放出に影響を与える可能性について確認したい。
12	解析関係	R2.11.24	(資料p12)全炉心79体の燃料集合体をどのような考え方で33チャンネルにモデル化したのかを説明すること。(出力、流量、燃焼度がどのようなものを同一として扱ったのか。)
13	事象進展	R2.11.24	(資料p14)解析結果では12chで燃料破損が起きた結果となっているが、他chでの出力流量比の傾向から見て、不確かさによっては他chからの破損は想定され得ないか、破損場所が異なった場合に、以降の事象進展に影響が想定されないかを説明すること。
14	解析関係	R2.11.24	(資料p15)不確かさを考慮しても臨界を超えることはない、と結論付けているが、臨界以外にも、燃料損傷までの時間や、破損集合体の位置、冷却材の沸騰開始時間等から不確かさの影響がないのか、また、その相違によって、以降の事象進展に影響しないのかを説明すること。

**常陽新規制基準適合性審査に対する確認事項一覧  
(第53条 ULOF関係)**

No.	区分	提示日	確認事項
15	事象進展	R2.11.24	(資料p26) 溶融炉心上部ではリフラックス冷却により冷却が促進されるとの説明であるが、ナトリウム沸騰によりどの程度の除熱が期待できるのか説明すること。 ここでナトリウムのリフラックス冷却による除熱に相当程度期待できるのであれば、起因過程の冷却材沸騰時にも、燃料の冷却が期待できるのではないか。
16	解析関係	R2.11.24	(資料p26) 使用しているCCFL相関式は、液体ナトリウムに対するものか。根拠となる文献を示して説明すること。
17	解析関係	R2.11.24	(資料p6) 解析結果の前提となる解析条件及び出典を説明すること。
18	解析関係	R2.11.24	(JY-41-2 p132) 冷却系との境界条件をSuper-COPDで解析するとあるが、この境界条件と上部プレナム、下部プレナム及び炉心部の解析との関係が分かるように説明すること。また、これら3領域の解析は個別に解析評価しているとの理解で良いか。
19	解析関係	R2.11.24	(資料p24) 「炉心残留燃料の炉心周囲への熱損失と崩壊熱がバランスして炉心残留燃料がそれ以上溶融しない状態」における熱損失の内訳(径方向熱移行、ナトリウムによる下流側への移行)とそのモデルを示すこと。また、溶融燃料の流出時における炉心部へのナトリウム流量への影響について、考え方を示すこと。
20	解析関係	R2.11.24	(資料p28) 燃料デブリの初期温度の算出根拠を示すこと。また、炉心部から流出した溶融燃料が炉心入口部の高圧/低圧プレナムに一旦留まることを考慮した場合、燃料デブリの初期温度に影響はないか。
21	解析関係	R2.11.24	(資料p29) 1次系のナトリウム循環流量は、p28のモデル図の「デブリベッド上方冷却材」において考慮されるとの理解で良いか。また、その場合のデブリベッド上方冷却材の解析における熱収支モデルを、冷却系モデルとの関連を含め示すこと。

常陽新規制基準適合性審査に対する確認事項一覧  
(第53条 ULOF関係)

No.	区分	提示日	確認事項
22	解析関係	R2.11.24	(資料p30) 上部プレナムに流入する熔融燃料の流入から下部に堆積する間の冷却モデルを示すこと。
23	解析関係	R2.11.24	(資料p30) 垂直円柱自然対流熱伝達除熱のモデル化に関し、モデル側面に設けられた「計算体系境界温度点」の境界条件を示すこと。
24	解析関係	R2.11.24	(資料p28) 希ガスと揮発性FPの崩壊熱は解析上考慮されていないようであるが、炉上部からの放出がない場合、全量が1次系内に留まるため、これらによる崩壊熱も無視できないと考える。また、炉上部から流出する場合にあっても、一部は1次系内に留まるため、現行の解析条件では、ナトリウムの昇温にこれらの崩壊熱が考慮されていないため、非保守側評価となっているのではないかと考える。
25	解析関係	R2.11.24	(資料p18,19)No.10に関連して、制御棒集合体を含む縦断面物質分布の時間変化を示し、炉心下部空間への燃料流出挙動を説明すること。
26	解析関係	R2.11.24	(資料p24)「遷移過程解析結果に基づき、炉心残留物質冷却の観点から保守的な想定として、・・・集合体ギャップ内の燃料を20%とした」とあるが、基本ケースの遷移過程解析結果で示されたとおり30%が集合体ギャップ内に再配置した場合の方が、冷却に使える集合体間ギャップの流路が減少するので資料p26のインターラップフローによる冷却効果が小さくなることも考えられる。その影響について説明すること。
27	解析関係	R2.11.24	(資料p8) 格納容器破損防止措置の有効性評価について、対象とした炉心の位置付けについて再度説明すること。特に、ULOF事象の基本ケース及び感度解析ケースに用いたパラメータについて、第254回審査会合資料1-2「高速実験炉原子炉施設(「常陽」)MK-IV炉心の核設計及び動特性」及び第257回審査会合資料1-1「高速実験炉原子炉施設(「常陽」)MK-IV炉心における標準平衡炉心を用いた保守性の確保について」に記載されている数値との関係を説明すること。

常陽新規制基準適合性審査に対する確認事項一覧  
(第53条 ULOF関係)

No.	区分	提示日	確認事項
28	解析関係	R2.11.24	(資料p12) SAS4Aにおいて集合体内燃料ピン束を単一ピン(平均燃料要素)で代表させているが、その近似が妥当である根拠を説明すること。特に、評価の目的に鑑みて、線出力が最も高いピン等ではなく平均を用いたほうが適切である根拠について説明すること。
29	解析関係	R2.11.24	(資料p16) SIMMER-IVによる解析体系について、水平方向を1集合体1メッシュでモデル化する近似を用いることにより、集合体同士の位置関係がずれ、炉心が歪む状態となっているが、この近似が事象進展に影響が無いことを説明すること。
30	解析関係	R2.11.24	<p>(資料p17) 照射燃料集合体を炉心燃料集合体に置き換えて起因過程解析及び遷移過程解析を実施しているが、その妥当性について説明すること。特に、次の(1)～(2)について説明すること。また、感度解析での「炉心中心への熔融燃料の凝集移動を発生させるケース」では制御棒についても炉心燃料集合体で置き換えているので、その妥当性についても併せて説明すること。</p> <p>(1) 出力について、置き換えによって全出力と個々の集合体出力の和のバランスが崩れるが、解析において全出力が実機と一致するように設定したのか、集合体出力が実機と一致するように設定したのか、その理由と併せて説明すること。</p> <p>(2) 遷移過程解析では、起因過程の反応度を接続して解析をするため、一部を濃い燃料に置き換えることは、その他の領域の燃料を実質的に薄めることに相当する(燃料インベントリを増やしつつ反応度を同じ値に保つには、核分裂断面積を小さくしてバランスを取らなければならない)。この状況で1次元的な軸方向コンパクションで反応度が印加される場合、薄めた燃料が移動することになるので、印加される反応度を過小評価する可能性がある。解析コードの中でこの効果が現れないような工夫がなされているのであればその説明を、この効果が現れるのであれば事象進展に影響しないことを説明すること。</p>
31	事象進展	R2.11.24	(資料p19) BOCの遷移過程では、熔融燃料と制御棒が接触して制御棒が溶融又は昇華する可能性が考えられるが、その影響について説明すること。

常陽新規制基準適合性審査に対する確認事項一覧  
(第53条 ULOF関係)

No.	区分	提示日	確認事項
32	解析関係	R2.11.24	(資料p19) SIMMER-IVによるULOF遷移過程解析について、炉心インベントリの3割強の燃料が径方向反射体/遮蔽体の集合体間ギャップへ流出することによって反応度が低下し、事象が終息するとしているが、その具体的な評価方法及び妥当性について説明すること。特に、SIMMER-IV解析の中で集合体間ギャップをどのようにモデル化したか、十分な量の燃料が途中で閉塞しないでギャップ間に浸入することをどのような実験等の根拠で担保したか説明すること。
33	解析関係	R2.11.24	(資料p20) 感度解析での「炉心中心への溶融燃料の凝集移動を発生させるケース」について、SAS4Aの解析結果をSIMMER-IIIにどのように接続したか説明すること。特に、SAS4Aの33チャンネルをどのようにSIMMER-IIIの各リングに割り振ったのか説明すること(いくつかのチャンネルをランピング(混合平均操作)をして1つのリングにまとめたのか、JAEA-Research 2007-055のように個々に割り振ったのか、PNC TN9410 97-079のように33チャンネル体系の事象進展と同等の特性を再現する少数チャンネル体系をSAS4Aで解析し直したのか)。ランピング又はSAS4A再解析の場合にはその考え方も併せて説明すること。
34	事象進展	R2.11.24	(資料p22) 感度解析での「炉心中心への溶融燃料の凝集移動を発生させるケース」について、92秒の即発臨界までは軸方向の1次元的な燃料移動が主たる反応度印加要因とされている。その時点まで径方向スロッシングによる反応度印加が発生していないのであれば、「炉心中心への溶融燃料の凝集移動」が発生していないので、基本ケースのSIMMER-IVの解析と同様な事象進展になると考えられるが、基本ケースに比べて事象進展のスピードが速くなっている。これはどのようなメカニズムで生じているのか説明すること。
35	事象進展	R2.11.24	(資料p28) 再配置・冷却過程において、再配置した場所で臨界が発生しないことをその根拠とともに説明すること。
36	解析関係	R2.11.24	(資料p28) 再配置・冷却過程における崩壊熱の設定について、その妥当性を説明すること。特に、起因過程又は遷移過程において出力バーストが発生するとそれに合わせて崩壊熱も上昇するが、その効果を考慮に入れているのか説明すること。考慮していない場合には無視できる(事象進展に影響がない)根拠を説明すること。