

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設「常陽」の新規制基準に係る設置変更許可申請に対する当面の審査の進め方

令和 3 年 7 月 26 日
原子力規制庁
新基準適合性審査チーム

新基準適合性審査チーム（以下「審査チーム」という。）は、これまで核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合（以下「審査会合」という。）等を通じて、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「申請者」という。）から申請内容¹の説明を受け、審査を進めてきた。その結果、審査チームとして論点と考えられる事項及び今後の審査方針案をとりまとめ、令和 3 年 5 月 26 日及び 6 月 23 日の原子力規制委員会に報告し、指摘を受けた。

当該指摘を踏まえ、審査チームとして、当面の審査において確認すべき事項を以下のとおりとし、審査会合等において確認していく。

1. 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止（第 53 条関係）

（1）有効性評価に用いた解析コードの妥当性確認

多量の放射性物質等を放出する事故（以下「BDBA」という。）の有効性評価に用いた解析コードについては、実験等を基に検証され、適用範囲が適切であることを確認する。

ただし、炉心の著しい損傷後の事象進展のように、不確かさが大きい現象を取り扱う場合や解析コードが検証された適用範囲を超える場合には、例えば以下を確認することにより、解析コードが有効性評価に用いることができるかを判断する。有効性評価に当たって保守的な仮定を用いざるを得ない場合は、その仮定が合理的であることを確認する。

感度解析により不確かさが解析結果に与える影響の範囲

合理的に考えられる保守的な物理モデルにより解析対象とする事象を代表し、保守的な物理モデルから得られた解析結果

（2）有効性評価の結果の確認

BDBA 有効性評価に当たっては、最適評価手法を適用し、解析条件には設計値や運転条件に基づく現実的な値を適用し、過度な不確かさを含めないこととし（いわゆる基本ケース）、基本ケースの有効性評価結果が評価

¹ 平成 29 年 3 月 30 日付申請、平成 30 年 10 月 26 日付一部補正

項目を満足することを確認する。ただし、基本ケースにおいて、BDBA の事象進展の特徴を踏まえた保守的な仮定及び条件の適用を否定するものではない。

BDBA の基本ケースの有効性評価に伴う不確かさの影響を確認する。不確かさの影響評価に当たっては、一般的に考えられる解析条件（初期条件、事故条件、機器条件、操作条件等）の不確かさのほか、上記（１）で確認した不確かさが大きい現象を取り扱う場合や解析コードが検証された適用範囲を超える場合を考慮しても、有効性評価結果が評価項目を満足することを確認する。

有効性評価においては、原子炉、安全容器又は原子炉格納容器が安定状態に導かれる時点までを評価する。その際、原子炉、安全容器又は原子炉格納容器の安定停止状態が維持できることについても確認する。

（３）有効性評価において位置付けた BDBA 設備及び手順の確認

有効性評価において位置付けた BDBA 設備について、以下を確認する。

- ・想定される BDBA が発生した場合における温度、放射線、荷重その他の使用条件において、BDBA に対処するために必要な機能を有効に発揮するものであること、また、確実に操作できるものであること。
- ・本来の用途以外の用途として想定される BDBA に対処するために使用する設備にあっては、通常時に使用する系統から速やかに切り替えられる機能を備えるものであること。

有効性評価において位置付けた BDBA 設備及び手順等を適切に整備する方針であることを確認する。

２．多量の放射性物質等を放出する事故を超える事象への対応

（１）想定すべき事象の選定

有効性評価で想定した機能喪失の範囲を超えた事象の発生により、BDBA 設備及び手順が有効に機能しなかった事態を想定し、その対策を確認する。

具体的には、原子炉格納容器床上、原子炉格納容器床下又は主冷却建物に内包する設備の損壊により漏えいしたナトリウムに対して、大規模ナトリウム火災を想定する。

大規模ナトリウム火災の想定に当たっては、設備のフラジリティを考慮し、比較的安全余裕が少ない機器の損壊によるナトリウム漏えいを基本として想定する。原子炉格納容器床下は、機器の損壊に加え、窒素雰囲気による不活性化が維持されない場合を想定する。

(2) 選定した事象に対処するための手順

(1) で想定した大規模ナトリウム火災に対して、消火活動及び放射性物質の放出低減のために必要な手順書、体制及び資機材等を適切に整備する方針であることを確認する。その際、放射化したナトリウムによる被ばく影響やナトリウム燃焼の危険性も考慮し、作業員が実施可能な対策となっていること等を確認する。

3. 火災による損傷の防止(第8条関係)

(1) 一般火災に対する防護措置

一般火災については、火災の発生防止、火災の感知及び消火、並びに火災の影響軽減の3つの防護措置を、それぞれ「必要に応じて」組み合わせるという設計対応を許容することとし、設計基準において想定する火災により、以下の安全機能を損なわないことを確認する。

原子炉を停止でき、放射性物質の閉じ込め機能を維持できること
停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できること
使用済燃料貯蔵槽においては、プール冷却機能及びプールへの給水機能を維持できること

(2) ナトリウム燃焼に対する防護措置

ナトリウム燃焼については、その特有の危険性を考慮し、火災の発生防止、火災の感知及び消火、並びに火災の影響軽減の3つの防護措置全てを必要とする。具体的には、3つの防護措置が妥当であることを、以下の8項目により確認する。

ナトリウム漏えいの防止
ナトリウム漏えいの検知
ナトリウム漏えい発生時の燃焼抑制
ナトリウム燃焼の感知
ナトリウム燃焼の消火
ナトリウム漏えい時の燃焼影響評価
ナトリウム燃焼の影響軽減
ナトリウムと構造材との反応の防止

4. 使用済燃料の処分の方法

使用済燃料の処分の方法が、一定程度実現可能な計画であることを確認する。

なお、上記以外の事項についても、審査に未着手又は審査中の事項があり（別表参照）これらも含めて、申請者が対応可能なものについては計画的に審査を進める必要がある。

そのため、申請者においては、今後の説明の計画を提示すること。なお、当該計画については、ヒアリングで確認する。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 高速実験炉原子炉施設「常陽」 設置変更許可申請(新規制基準適合性)に係る審査状況【令和3年7月26日時点】

| 審査項目 | ステータス | 直近の審査会合 | 現時点における主な論点 |
|---------------------------------|----------------|------------|---|
| 地質 (第3、4条) | 敷地の地質・地質構造 | 2021/3/5 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査結果を踏まえた説明がなされ、概ね議論が終了。現在、資料記載内容の確認及び適正化を求めている。 |
| | 敷地周辺の地質・地質構造 | 2020/9/4 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査における評価が大洗研究所敷地に対する評価であり、当該審査結果と同様との概要説明がなされており、現時点において論点はない。今後、資料の提出を求める。 |
| 地震動 (第3、4条) | 地下構造 | 2021/3/5 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査結果を踏まえた説明がなされ、資料の適正化への対応も確認済み。 |
| | 震源を特定して策定する地震動 | 2021/3/5 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査結果を踏まえた説明がなされ、論点はない。 |
| | 震源を特定せず策定する地震動 | 2021/3/5 | 標準応答スペクトルの規制への取り入れに伴う規則解釈の改正を踏まえ、補正申請が提出される予定。 |
| | 基準地震動 | 2021/3/5 | 同上 |
| | 地盤・斜面の安定性 | 2021/3/5 | 基礎地盤のすべり安全率評価の前提となる地下水位設定の考え方については概ね議論が終了。 主冷却機建物周辺の基礎地盤のすべり安全率が、地盤強度のばらつき等を考慮した際に基準値を下回るため、基礎地盤のすべりに対するせん断抵抗力を補うため、抑止杭による補強を行うとしており、抑止杭による地盤の安定性評価、抑止杭の構造成立性(補強効果及び仕様)について説明を求めている。今後、申請者から説明を受け、内容を確認していく。 |
| | 耐震設計方針 | - | - |
| 津波(第5条) | 地震による津波 | 2020/9/4 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査における評価が大洗研究所敷地に対する評価であり、当該審査結果と同様との概要説明がなされており、現時点において論点はない。今後、資料の提出を求める。 |
| | 地震以外による津波 | 2020/9/4 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査における評価が大洗研究所敷地に対する評価であり、当該審査結果と同様との概要説明がなされており、現時点において論点はない。今後、資料の提出を求める。 |
| | 基準津波 | 2020/9/4 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査における評価が大洗研究所敷地に対する評価であり、当該審査結果と同様との概要説明がなされており、現時点において論点はない。今後、資料の提出を求める。 |
| | 耐津波設計方針 | - | - |
| 竜巻(第6条) | | - | - |
| 火山事象 (第6条) | 火山事象 | 2020/9/4 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査における評価が大洗研究所敷地に対する評価であり、当該審査結果と同様との概要説明がなされており、現時点において論点はない。今後、資料の提出を求める。 |
| | 火山事象に対する設計方針 | - | - |
| 外部火災(第6条) | | 2020/9/29 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査結果を踏まえた説明がなされ、現時点において論点はない。引き続き、事実確認を行う。 |
| その他自然現象と人為事象(第6条) | | 2020/9/29 | 大洗研究所(北地区)HTTRの審査結果を踏まえた説明がなされ、現時点において論点はない。引き続き、事実確認を行う。 |
| 不法な侵入(第7条) | | - | - |
| 内部火災(第8条) | | 2021/5/11 | 冷却材に液体ナトリウムを使用していることを踏まえ、火災防護対象機器(防護対象ケーブルを含む。)の選定の考え方、これにより選定された機器の火災防護対策をどのように達成するかを説明するよう求めている。今後、申請者から説明を受け、内容を確認していく。 ナトリウム漏えい火災の防止設計について、機器の故障影響評価に基づき想定漏えい箇所、想定漏えい量などを評価した上で、防護対策を説明するように求めている。今後、申請者から説明を受け、内容を確認していく。 |
| 内部溢水(第9条) | | - | - |
| 誤操作の防止(第10条) | | - | - |
| 安全避難通路(第11条) | | - | ヒアリングにおいて、避難用照明の構成と配置、可搬型照明の配備について説明がなされたところ。第4条(耐震設計)、第6条(特に竜巻、火山)、第8条(内部火災)、第9条(内部溢水)、第13条(DBA等)の審査進捗を踏まえ、各防護対策との整合性も考慮し、引き続き内容を確認していく。 |
| 安全施設(第12条) | | 2020/2/3 | 安全施設の重要度分類の変更の考え方について、一通り説明がなされたところ。現時点において論点はないが、第4条(耐震設計)、第6条(特に竜巻、火山)、第8条(内部火災)、第9条(内部溢水)、第13条(DBA等)の審査進捗を踏まえ、各防護対策との整合性も考慮し、引き続き内容を確認していく。 |
| 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止(第13条) | | 2021/5/11 | 設置変更許可申請書において、原子炉熱出力をMK-炉心の140MWからMK+炉心の100MWに変更したことに伴い、改めて運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を評価している。 また、申請者は、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の事象選定に当たっては、水冷型試験研究用原子炉施設の安全評価に関する審査指針等を参考に、常陽の運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を選定した上で、さらに、施設を構成する機器の故障モードや故障影響をもとに体系的に分析し(FMEA:故障モード影響解析)、事故事象の抜け漏れはないとしている。 内容について、現時点において論点はない。 |
| 安全保護回路(第18条) | | 2020/3/2 | - |
| 反応度制御系統(第19条) | | - | 現時点において論点はない。 |
| 放射性廃棄物の廃棄施設(第22条) | | 2020/2/3 | - |
| 保管廃棄施設(第23条) | | 2020/3/2 | - |
| 工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護(第24条) | | 2020/2/3 | - |
| 放射線からの放射線業務従事者の防護(第25条) | | 2020/2/3 | - |
| 保安電源設備(第28条) | | 2021/3/2 | SBO対策として交流無停電電源設備及び直流無停電電源設備について説明を受けたところ。第53条(BDBA対策)の審査進捗を踏まえ、各防護対策の整合性も考慮し、引き続き内容を確認していく。 |
| 実験設備等(第29条) | | - | - |
| 通信連絡設備等(第30条) | | - | - |
| 炉心等(第32条) | | 2021/5/11 | 設置許可申請書において、原子炉熱出力100MWに対する燃料集合体の最大装荷体数や最大過剰反応度等の核的制限値が適切に定められ、設置許可申請書上の原子炉熱出力と設備設計上の原子炉熱出力の整合を図られていることを確認した。内容について、現時点において論点はない。 |
| 外部電源を喪失した場合の対策設備等(第42条) | | 2021/3/2 | SBO対策として交流無停電電源設備及び直流無停電電源設備について説明を受けたところ。第53条(BDBA対策)の審査進捗を踏まえ、各防護対策の整合性も考慮し、引き続き内容を確認していく。 |
| 試験用燃料体(第43条) | | - | まだ全体の説明がなされておらず論点は特定されていない。 |
| 燃料体等の取扱設備及び貯蔵設備(第44条) | | 2020/2/3 | - |
| 原子炉制御室等(第50条) | | 2020/3/2 | - |
| 監視設備(第51条) | | - | - |
| 一次冷却系統設備(第55条) | | 2019/10/7 | - |
| 残留熱を除去することができる設備(第56条) | | 2019/11/18 | - |
| 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備(第57条) | | 2019/11/18 | - |
| 計測制御系統施設(第58条) | | 2019/12/23 | - |
| 原子炉停止系統(第59条) | | 2021/5/11 | 後備炉停止系制御棒について、主炉停止系制御棒と異なる信号検出系、論理回路を整備する設計である説明を受けたところ。第53条(BDBA対策)の審査進捗を踏まえ、今後、内容を確認していく。 |
| 原子炉格納施設(第60条) | | 2020/3/2 | 原子炉格納容器隔離弁の動作設計、格納容器漏えい率の考え方について、申請者に説明を求めているところ。今後、申請者から説明を受け、内容を確認していく。 |

審査に未着手(赤色)、一部説明聴取済&コメント回答の審査中(黄色)、一通り説明聴取済&コメント回答の審査中(緑色)、概ね審査済み(灰色)

(注1)チェックリストに用いるものではない、その時点での審査の全体像を示すものである。ステータスが であっても、審査の過程で追加の課題が出てくると、ステータスが例えば から へ変わることもあり得る。

(注2)設置許可基準規則のうち第14条～第17条、第20条、第21条、第26条、第27条、第31条、第33条～第41条、第45条～第49条、第52条及び第54条は、ナトリウム冷却型高速炉へは適用しないため審査対象外である。

(注3)多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止(第53条関係)及びその技術的能力については、「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」を参考にしている。

(注4)ステータス欄及び直近の審査会合欄の赤字は前回報告からの更新、現時点における主な論点欄の赤字は直近の審査会合における論点を示す。

| 審査項目 | | ステイタス | 直近の審査会合 | 現時点における主な論点 | |
|------------------------------|------------------------|--|-----------|--|---|
| 多量の放射性物質等を放出する事故（BDBA）の拡大の防止 | 事象選定 | 炉心損傷 | 2021/5/11 | 申請者から、BDBA事象選定の考え方について一通り説明を受けたところ。今後、内容を確認していく。 | |
| | | 格納容器破損 | 2021/5/11 | | |
| | 事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス | 2021/5/11 | | | |
| | 解析コード | | 2021/5/11 | 炉心の著しい損傷後の事象進展評価に用いる解析コードについては、実験等を基に検証され、適用範囲が適切な解析コードを用いる必要があると考える。ただし、不確かさが大きい現象を取り扱う場合や解析コードが検証された適用範囲を超える場合には、解析手法の適用性について、申請者からの説明を受け、内容を確認していく。 | |
| | 限界温度、限界圧力 | | 2021/5/11 | 現時点では、限界温度、限界圧力を判断基準として用いることはない。 | |
| | 炉心 | 炉心流量喪失時原子炉停止機能喪失(ULOF) | | 2021/5/11 | 事象選定の審査進捗を踏まえ、それぞれの事故事象に必要な措置及び手順が、必要な機能を有効に発揮するものであることを確認していく。 |
| | | 過出力時原子炉停止機能喪失(UTOP) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 除熱源喪失時原子炉停止機能喪失(ULOHS) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 原子炉容器液位確保機能喪失による崩壊熱除去機能喪失(LORL) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 交流動力電源が存在し、かつ原子炉容器液位が確保された状態での崩壊熱除去機能喪失(PLOHS) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 全交流動力電源喪失による強制循環冷却機能喪失(SBO) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 局所的燃料破損(LF) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | CV | 炉心流量喪失時原子炉停止機能喪失(ULOF) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 過出力時原子炉停止機能喪失(UTOP) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 除熱源喪失時原子炉停止機能喪失(ULOHS) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 原子炉容器液位確保機能喪失による崩壊熱除去機能喪失(LORL) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 交流動力電源が存在し、かつ原子炉容器液位が確保された状態での崩壊熱除去機能喪失(PLOHS) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 全交流動力電源喪失による強制循環冷却機能喪失(SBO) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | | 局所的燃料破損(LF) | | 2021/5/11 | 同上 |
| | SFP | 冷却機能喪失事故 | | 2020/2/3 | 同上 |
| 冷却水喪失事故 | | | 2020/2/3 | 同上 | |
| 技術的能力 | BDBA対策設備 | | 2021/5/11 | 今後、有効性評価の審査の中で確認していく。 | |
| | BDBA対策手順、要員 | | 2021/5/11 | 今後、有効性評価の審査の中で確認していく。 | |
| | 大規模損壊 | | 2021/5/11 | 発災時に想定される放射性物質の放出量や対策について説明を受けたところ。今後、内容を確認していく。 | |

審査に未着手(赤色)、一部説明聴取済&コメント回答の審査中(黄色)、一通り説明聴取済&コメント回答の審査中(緑色)、概ね審査済み(灰色)

(注1)チェックリストに用いるものではない。その時点での審査の全体像を示すものである。ステイタスが であっても、審査の過程で追加の課題が出てくること、ステイタスが例えば から へ変わることもあり得る。

(注2)設置許可基準規則のうち第14条～第17条、第20条、第21条、第26条、第27条、第31条、第33条～第41条、第45条～第49条、第52条及び第54条は、ナトリウム冷却型高速炉へは適用しないため審査対象外である。

(注3)多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止(第53条関係)及びその技術的能力については、「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」を参考にしている。

(注4)ステイタス欄及び直近の審査会合欄の赤字は前回報告からの更新、現時点における主な論点欄の赤字は直近の審査会合における論点を示す。