

平成 30 年 11 月 16 日
新基準適合性審査チーム

HTTR原子炉施設の設置変更許可申請に係る追加説明について

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構から提出された大洗研究所（北地区）のHTTR（高温工学試験研究炉）原子炉施設（以下「HTTR」という。）に係る設置変更許可申請（平成 26 年 11 月 26 日付けで申請、平成 28 年 10 月 27 日付け、平成 29 年 6 月 29 日付け、平成 29 年 12 月 21 日付け、平成 30 年 2 月 23 日付け、平成 30 年 7 月 11 日付け及び平成 30 年 10 月 17 日付けで一部補正）に関し、これまでの審査会合及びヒアリングを踏まえ、「多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止」に係る以下の事項について、説明を求める。

1. 選定された事象について

(1) 1次冷却設備二重管破断事故と停止機能喪失の重畳

（1次冷却設備二重管破断と重畳する状態）

停止機能	冷却機能		閉じ込め機能
制御棒挿入 (スクラム)	1次・補助 冷却設備	炉容器 冷却設備	原子炉 格納容器
×	×	○	○

○：機能維持 ×：機能喪失

- ① 制御棒の挿入及び後備停止系の炭化ホウ素ペレット投入が行えない状態が継続した場合、炉心温度やキセノン濃度の変化に伴い、原子炉出力は低下（未臨界）と上昇（臨界）を繰り返すと考えられる。その場合において、
- ・ 燃料中の U-235 の減損や核分裂生成物の蓄積により原子炉停止までに要する時間、その間における燃焼度、炉心温度、Xe 濃度、He 圧力、空気圧力等の変化量及びその反応度
 - ・ 自動スクラムが機能しない場合、手動スクラムや後備停止系による停止に努めるとしているが、時間的に余裕がある場合の具体的な措置
 - ・ 原子炉停止までに時間を要する場合、制御室の居住性を確保するための措置の必要性の有無、必要な場合は具体的な措置（空調設備の整備等）

② 炉心がヘリウムと空気の混合気体で満たされた後に再臨界となり原子炉出力が上昇した場合、黒鉛スリーブの酸化が進むことにより燃料損傷に至らないこと(又は被覆燃料粒子の破損率が1%を超えないこと)

③ 解析に当たっての設定条件及びその結果

- ・ 炉心核計算、熱流力計算、酸化反応計算において設定している条件及びその設定の考え方
- ・ 上記条件及びその設定の考え方の設計基準事故の1次冷却設備二重管破断事故との比較
- ・ 複数の計算コードを連結させて解析しているが、コード間の引き渡しに使用している具体的なパラメータ及びそのデータ
- ・ 炉心出力分布、温度分布及びその時間変化等の代表的な計算結果

(2) 1次冷却設備二重管破断事故と冷却機能喪失の重畳

(1次冷却設備二重管破断と重畳する状態)

停止機能	冷却機能		閉じ込め機能
制御棒挿入 (スクラム)	1次・補助 冷却設備	炉容器 冷却設備	原子炉 格納容器
○	×	×	○

○:機能維持 ×:機能喪失

④ 原子炉冷却過程における熱伝導、熱輻射、自然対流熱伝達等による燃料、炉心構造物、原子炉圧力容器、原子炉格納容器等の間の熱バランスについての定量的な説明及び炉容器冷却設備の作動、不作動が及ぼす燃料最高温度、炉心構造物温度、原子炉圧力容器温度等への影響

⑤ 炉容器冷却設備の損傷による冷却水(水蒸気)の二重管破断口を通じた原子炉圧力容器内への侵入を想定した場合の黒鉛の酸化や可燃性ガスの生成への影響

(3) 1次冷却設備二重管破断事故と閉じ込め機能喪失の重畳

(1次冷却設備二重管破断と重畳する状態)

停止機能	冷却機能		閉じ込め機能
制御棒挿入 (スクラム)	1次・補助 冷却設備	炉容器 冷却設備	原子炉 格納容器
○	×	×	×

○：機能維持 ×：機能喪失

- ⑥ 黒鉛構造物の酸化量の評価について、閉じ込め機能が維持されている場合は原子炉格納容器内の空気中の酸素が消費されるとしているが、その場合のサポートポスト及び黒鉛スリーブ底板の酸化に消費される酸素の量、他の黒鉛構造物の酸化との間の配分割合及びその評価モデル
- ⑦ 原子炉格納容器が破損して外気が流入する場合を想定した、サポートポスト及び黒鉛スリーブ底板の酸化に消費される酸素の量、他の黒鉛構造物との配分割合及びその際想定している原子炉格納容器の損傷部分の位置、空気の流入量
- ⑧ 1次冷却設備二重管破断事故と閉じ込め機能の喪失の重畳に加えて、停止機能の喪失を重畳させた場合について、原子炉停止まで要する期間を想定した燃料の損傷や黒鉛の酸化の評価結果

2. 選定された事象以外の事故について

- ⑨ 中央カラムに制御棒を配置しない照射炉心において、サポートポストが座屈した場合の炉停止余裕への影響
- ⑩ 原子炉建家内使用済燃料貯蔵プールについて、耐震 B クラスの浄化系配管及び止め弁が破損した場合のサイフォン現象による冷却水の流出が及ぼす使用済燃料の健全性への影響

3. 黒鉛の酸化及び可燃性ガスの生成について

- ⑪ 原子炉冷却材圧力バウンダリが損傷する事故において、空気や水の侵入による黒鉛の酸化に伴い、原子炉圧力容器内で局所的に可燃性ガス(CO 及び H₂)の濃度が高くなり、爆発限界を超えないこと。可燃性ガスの生成に関し、爆発範囲の温度依存性
- ⑫ IG-110 に比べ熱伝導率が低く灰分が多い黒鉛材料(PGX、ASR-ORB 炭素)について、HTTR における当該黒鉛材料が使用されている箇所及び環境条件下での燃焼可能性、また、高温の空気中での燃焼可能性

4. 被覆燃料粒子の被覆層の破損率について

- ⑬ 被覆燃料粒子の被覆層の初期破損率を0.2%以下に、また、運転中に発生する被覆層の破損は十分許容しうる小さな値に制限するとしているが、その設計、検査、運転管理等について、照射データ、運転実績等を踏まえた上で、事故時の被ばく評価の条件としている破損率 1%を超えないこと

5. 事故の対策について

- ⑭ 事故時の使用済燃料貯蔵プールへの給水、原子炉格納容器等の損傷箇所への目張り、監視に使用する可搬型設備の設置、緊急作業従事者の被ばく管理、実験者、見学者等の避難等の手順に関し、あらかじめ定めておく事項