

サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響に関する 事業者からの意見聴取結果について

令和3年1月27日
技術基盤課
システム安全研究部門

1. 概要

令和2年8月19日に開催された第42回技術情報検討会において、サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響に関する知見（以下「本知見」という。）について報告¹し、本知見の「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」への反映について、国内外の情報収集を継続し、検討することとなった。

その後、令和2年10月28日の原子力規制委員会において、本知見に加え、海外で発生した非常用炉心冷却設備等に係るろ過装置の閉塞現象とその後明らかになった課題に関し国内外で行われた一連の対応についてもとりまとめて報告し、事業者からの意見聴取の結果を踏まえ、今後の対応を検討することが了承された²。

これを受け、令和2年12月7日に事業者意見を聴取する会合³を開催し、事業者から対応状況等を聴取したので、その結果を報告する。

2. 事業者からの聴取の結果

事業者の検討状況について、別紙1及び2により説明を受けた。主な説明は以下の通り。

（1）PWR事業者⁴の検討状況

- 米国と同様の炉心長期冷却のシナリオを想定し、検討を行っている（化学デブリの析出前後に分けて評価）。
- 原子炉圧力容器内熱流動解析を実施し、炉心入口流路の大半が閉塞（99.5%相当）しても炉心長期冷却が可能であることを確認した。
- 実機を模擬したデブリ投入試験による検証を実施しており、燃料集合体2体を用いた流動試験により、炉心冷却について成立の見込みを得た。

¹サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響に関する米国の対応状況及びこれを踏まえた国内の対応について（第42回技術情報検討会資料42-1-2）

²非常用炉心冷却設備等に係るろ過装置の閉塞現象及びその後明らかになった課題への対応について（第35回原子力規制委員会資料6）

³第14回新規要件に関する事業者意見の聴取に係る会合

⁴関西電力株式会社、北海道電力株式会社、四国電力株式会社、九州電力株式会社、日本原子力発電株式会社、三菱重工業株式会社

- 今後、基礎試験の拡充や、バツフルバレルを模擬した流動試験等を行い、炉心長期冷却のシナリオ成立を確認していく。
- 検討結果は、2022年度を目処にとりまとめる予定である。

(2) BWR 事業者⁵の検討状況

- 全プラントで再稼働までに繊維質保温材を撤去する。
- 引き続き格納容器内清掃等により異物発生防止に努める。

(3) 進捗状況の報告

- 事業者が主体となって、検討状況を公開会合等において説明する。
- BWR 事業者については、再稼働までに繊維質保温材を撤去することから、プラント毎に工事計画認可申請において対応状況を説明する。

3. 主な質疑応答

3. 1 PWR 事業者の検討内容に関するもの

(1) 炉心長期冷却について

① 炉心長期冷却が成立する要件

- 原子力規制庁出席者（以下「NRA」という。）から、デブリ投入試験において炉心差圧が 20 kPa 未満をクライテリアとすること、解析による検討において長期冷却が可能との説明があるが、炉心長期冷却が成立する要件をどのように考えているか質問した。
- PWR 事業者から、炉心差圧が 20 kPa 未満であれば炉内で蒸散される分の水が供給され、炉心の冠水状態が維持され温度上昇しないため長期冷却可能と判断している。仮に燃料が露出しても、燃料被覆管温度が 1200℃まではもつという基準を設けている。これはクエンチインテグラル試験⁶に基づくものとの説明があった。

② 炉心長期冷却が成立する判断基準について

- NRA から、燃料被覆管温度が 1200℃までもつとの説明だが、米国では燃料被覆管温度 800F（≒427℃）までとしている。また、米国では温度の他にホウ酸の析出や燃料棒表面の化学生成物の付着も要件となっている。要件が異なる理由について質問した。
- PWR 事業者から、米国の 800F は腐食加速が進む温度で、長期間その温度が維持された条件として設定されている。PWR 事業者は、ECCS の炉心冷却と同様に燃料被覆管のクエンチインテグラル試験を実施し 1200℃と設定してい

⁵ 東北電力株式会社、東京電力ホールディングス株式会社、中部電力株式会社、北陸電力株式会社、中国電力株式会社、日本原子力発電株式会社、電源開発株式会社

⁶ LOCA 時の被覆管高温酸化及び再冠水時に被覆管に生じる熱応力を模擬した試験

る。ホウ酸析出の試験は実施していないが、今後解析などでその影響は検討していくとの説明があった。

③ 炉心長期冷却に関する課題認識について

- NRA から、LOCA 後の炉心の長期冷却に対して、サンプルスクリーン又はストレーナの閉塞以外に、燃料の健全性に関して課題だと考えていることはあるか質問した。
- PWR 事業者、BWR 事業者いずれも、現段階では他に課題はないとの認識を示した。

(2) 低温側配管破断を想定した試験条件について

- NRA から、低温側配管破断を想定した試験条件としている理由について質問した。
- PWR 事業者から、高温側配管破断において再循環運転直後に炉心入口が閉塞したとしても、バッフルバレル流路の水位が高いため水が即座に供給されるため、炉心の冷却が可能であることを解析により確認した。低温側配管破断ではバッフルバレル流路の水位が低く炉心への水の供給に時間を要して冷却できない恐れがあるため、試験で確認することとしたとの説明があった。

(3) 化学デブリの影響について

- NRA から、化学デブリとして想定する物質と析出時間を事故後 80 分（再循環開始後 60 分）としている理由について質問した。
- PWR 事業者から、物質としてはオキシ水酸化アルミニウム等を、析出時間は、炉心入口部の水温がオキシ水酸化アルミニウム等の化学デブリが析出し得る 80°C 以下となる時間を評価して設定したとの説明があった。

(4) 繊維質保温材の撤去の可能性について

- NRA から、国内 PWR プラントにおいて、繊維質保温材の撤去は考えているか質問した。
- PWR 事業者から、繊維質保温材の撤去が必要かについては、試験の結果を踏まえて最終的に判断をしたい。ここまでの試験結果からは、現状の状況でも問題はなく、撤去する可能性は低いと考えているとの説明があった。

3. 2 BWR 事業者の検討内容に関するもの

(1) 繊維質保温材の撤去について

① 下流側影響を考慮したリスク評価を不要としたことについて

- NRA から、繊維質保温材の取替と清掃の徹底等により繊維質の異物が発生しなくなるので、下流側影響は安全上問題ないという認識か。また、米国では

下流側影響を考慮したリスク評価を行っているが、繊維がなければ閉塞しないので、米国のような評価は不要ということか質問した。

- BWR 事業者から、そのとおりであり、格納容器内の清掃、繊維質保温材の撤去を進めている。リスク評価は、以前にストレーナ閉塞の検討の際に実施したが、当時に比べてストレーナの大型化や繊維除去などの対応がなされており、リスク増分がなく、評価は不要との説明があった。
- ② 繊維以外の物質の影響について
 - NRA から、PWR 事業者の試験で考慮している塗料片や潜在粒子、化学物質の影響についてどのように考えるのかについて質問した。
 - BWR 事業者から、ストレーナ閉塞に関する実験の結果からすると、繊維質保温材がないので、閉塞しないと考えるとの説明があった。

4. 今後の進め方

- PWR 事業者の対応状況については、2022 年を目処に検討結果をとりまとめるとしていることから、検討状況に合わせて公開で説明を受けることとしたい。
- BWR 事業者が実施する繊維質保温材から金属保温材等への変更については、引き続き、新規制基準適合性に係る設計及び工事の計画の審査において確認していく。
- また、BWR 事業者は、サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響に関する試験等を実施する予定はないとのことである。以前にストレーナ閉塞の検討の際にリスク評価を実施し、当時に比べてストレーナの大型化や繊維除去などの対応がなされており、リスク増分がなく評価は不要としていることの技術的妥当性については、公開で説明を受けることとしたい。

資料一覧

- 別紙1 第14回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合 資料14-1
サンプルスクリーン下流側炉内影響 LOCA 後の炉心長期冷却に係る検討
- 別紙2 第14回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合 資料14-2
-1 BWR-ECCS ストレーナ下流側炉内影響の対応状況について
- 別紙3 第14回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合 資料14-2
-2 「柏崎刈羽原子力発電所6号機及び7号機 9×9燃料(A型)異物
フィルタの変更について」へのコメント回答について(一部改訂)
- 参考 第42回技術情報検討会 資料42-1-2 サンプルスクリーンを通過したデブリ
が炉心に与える影響に関する米国の対応状況及びこれを踏まえた国内の対
応について(案)