

<技術情報検討会資料>

技術情報検討会は、新知見のふり分けや作業担当課の特定を目的とした事務的な会議体であり、その資料及び議事録は原子力規制委員会の判断を示すものではありません。

資料47-1

## 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 BWR事業者からの意見聴取結果について

令和3年7月8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<sup>1</sup>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<sup>2</sup>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。

これに関し、令和2年12月7日に事業者意見を聴取する会合<sup>3</sup>を開催したところ、BWR事業者は、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た。

今般、令和3年5月28日に事業者意見を聴取する会合<sup>4</sup>を開催し、その技術的妥当性についてBWR事業者から説明を受けた(参考参照)ことから、その結果を報告する。

### 2. BWR事業者<sup>5</sup>からの聴取の結果

リスク増分がなく評価は不要とした技術的妥当性について、別紙により説明を受けた。主な説明は以下の通り。

#### (1) 炉心に悪影響を与える項目の整理

- ストレーナを通過したデブリによる炉心への影響という観点で、整理した結果、燃料フィルタの閉塞について確認が必要と考え、試験によりLOCA後の冷却に影響のないことを確認した。

#### (2) 燃料フィルタに対する圧損試験

<sup>1</sup> 原子炉冷却材喪失事故時の保温材の破損等により発生した異物

<sup>2</sup> 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)

<sup>3</sup> 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

<sup>4</sup> 第16回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合

<sup>5</sup> 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

- 試験タンクに繊維質保温材、ケイ酸カルシウム保温材の順で投入し、ポンプで循環させて、燃料フィルタの圧損を測定したところ、圧損は一時的に上昇したが、継続しないことを確認した
- (3) その他(格納容器内に存在するデブリの影響、下流機器への影響、リスク評価)
- 格納容器内に存在するデブリの影響については、内規に基づきストレーナ性能評価に反映している。また、繊維質保温材撤去等の取り組みを実施していることから格納容器内に存在するデブリの影響は小さいと考えている。
  - 下流機器(ポンプ、弁、熱交換器)への影響については、閉塞や摩擦の可能性は低く影響は小さいと考えている。
  - 日本国内の BWR は、米国の確率論的なアプローチではなく、決定論的に閉塞の可能性を排除する対策としている。この前提では、LOCA 時のストレーナ閉塞等に起因したリスクは増加しないため、リスク評価にストレーナの閉塞を考慮する必要はない。

### 3. 主な質疑応答

#### 3. 1 圧損試験に関するもの

##### (1) 試験条件

- 原子力規制庁(以下「NRA」という。)から、試験は、最初に繊維質を投入し、後からケイ酸カルシウムを 2 回投入している。今後、繊維質断熱材を除去するので、ケイ酸カルシウムだけを想定することになる。ケイ酸カルシウムが燃料フィルタのメッシュよりも細かい場合、燃料フィルタを通過して炉心に到達し、影響を与えるのではないかと質問した。  
BWR 事業者から、燃料集合体に影響を与える項目としては、金属デブリ等が燃料被覆管に接触するフレットィングによる摩耗、デブリによる化学析出物の堆積による影響というところがある。摩耗については、ケイ酸カルシウムの粒子状のデブリだと大きな影響はない、化学析出物については、純水を使用しているので、大きく水質環境が変わって析出するというようなところも考えにくく、影響は小さいと考えているとの説明があった。
- NRA から、試験条件として、米国の試験を参考にストレーナを通過するデブリの量を決め、保温材全量のうち 0.4%とあるが、日本でもこの条件でよいとした根拠について質問した。  
BWR 事業者から、米国では、メッシュ径など国内より大きめに 3 mmと設定されている。全体のデブリの投入量として、デブリの想定発生量にかなり保守性を持たせているので、投入量としては妥当と考えるとの説明があった。

##### (2) 試験の代表性

- NRA から、この試験は全プラントに適用できるのか、その他の断熱材(ウレタン等)の影響についてどのように考慮しているのか質問した。

BWR 事業者から、全 BWR に適用できるように試験条件を設定したこと、その他の断熱材（ウレタン等）は密度が低い浮遊性のものであるため、燃料まで到達することは考えづらいとの説明があった。

- NRA から、燃料フィルタが設置されていないプラントもあるとのことだが、フィルタがない分デブリは通過しやすいと思う。一般論として影響は小さいといえるのか質問した。

BWR 事業者から、例えば摩耗については、フレットングという事象自体が、運転中のような大量の流量がある流速が早い状況で、かつ例えば、数か月とか 1 年オーダーで燃料棒を少しずつ叩きながら貫通するという事象なので、ストレーナを通過したデブリが多少あったとしても、摩耗の影響は小さいと考えたとの説明があった。

### （3）粒子デブリが燃料集合体、下流側機器に与える影響

- NRA から、繊維質保温材の撤去以外の対策（ストレーナ大型化、格納容器内清掃）も炉内影響に対して有効なのか、ストレーナの網目より小さく燃料フィルタの網目より大きいデブリを試験で考慮したのか、試験では投入しなかった金属異物による燃料フィルタの閉塞の可能性をどのように考えているのか質問した。

BWR 事業者から、繊維質保温材の撤去以外による対策も炉内の対策につながると考えている、ストレーナの網目より小さく燃料フィルタの網目より大きい異物も考慮して実験を行い、圧損が上昇しないことを確認している、金属異物は燃料フィルタで補足されても圧損が上がることはなく、閉塞への影響は小さいと考えたとの説明があった。

- NRA から、実際に DBA の事象が起きたときに、ケイ酸カルシウム以外にも金属、スラッジ、塗料の破片等が発生すると思うが、繊維デブリを撤去した状況でケイ酸カルシウム以外の粒子デブリが燃料集合体の閉塞に悪影響を及ぼすことはないのか質問した。

BWR 事業者から、燃料フィルタを通過した異物については、ケイ酸カルシウムと同様と考えており、水が流れて冷却できるということが一番重要で、摩耗等に関しても影響はないと考えたとの説明があった。

- NRA から、ポンプ、弁、熱交換器は、きれいな流体を流す場合と、粉体が入っているものを流す場合で通常は違う仕様になっている。メーカーの実験データ等調査検討の結果があるのか質問した。

BWR 事業者から、大きな異物の影響を考慮して、ストレーナのメッシュ径を規定し、それ以下の異物については、基本的には、機器に対しては大きな影響はないというふうに考えているとの説明があった。

### （4）長期炉心冷却機能に与える影響

- NRA から、冷却材喪失事故などの後の炉心の冷却の期間、冷却性能についてはどのように考えているか質問した。

BWR 事業者から、崩壊熱を補う分だけが注水できればいいという観点からすると、長期炉心冷却（1 ヶ月間程度）はこの圧損試験より流速は低い領域になり、燃料フィルタ以外からの冷却材の流入によっても冠水が維持できるとの説明があった。

- NRA から、「LOCA 後の冷却に影響のないことを確認」とあるが、圧損の数値が低いことをもって確認をしたということか、具体的な数値はいくつかについて質問したが、二つの異なる試験を比較して説明されたため、理解できなかったと発言した。

#### （5）リスク評価を不要としたことについて

- NRA から、前回会合では、過去にリスク評価を行って、この問題については、リスク上の影響は小さいと説明されており、米国では決定論だけでなくリスク評価に基づいた評価でアプローチをする事業者もいるということだったが、今回、リスク評価に基づくのではなく決定論的に評価をし、対策をするということで、その点は理解した。今後の PRA においてストレーナの閉塞を考慮したリスクの変化要因は、考慮する必要がないとしている意図を質問した。  
BWR 事業者から、前回会合で示したリスク評価は、大型化する前のストレーナに対して行ったリスク評価で、 $\Delta$ CDF の差分は非常に小さいということを確認していた。今回ストレーナを大型化し、繊維質断熱材も撤去し、清掃もし、燃料フィルタに対する健全性も確認したので、今の PRA モデルにストレーナ閉塞のリスクを考慮する必要がないとの説明があった。

#### 4. 今後の進め方

- BWR 事業者については、冷却材喪失事故後の炉心長期冷却に対する影響についての説明が理解できなかったことから、再度説明を求めることとしたい。
- なお、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ている。

（参考）BWR-ECCS ストレーナ下流側炉内影響に対する NRA 殿指摘事項への回答（7 第 16 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 16-1）