

# 事故耐性燃料開発と水化学の取り組み

## 2024 年春の年会企画セッションの概要

日立 GE ニュークリア・エナジー(株) 長瀬 誠

2024 年春の年会では、事故耐性燃料(ATF: Accident Tolerance Fuel)開発と水化学の取り組みに関して以下の 4 件の発表があった。

- ・ PWR 向け Cr コーティング被覆管の開発状況[1]
- ・ FeCrAl-ODS 燃料被覆管の開発状況[2]
- ・ SiC 被覆管・チャンネルボックスの開発状況[3]
- ・ BWR における燃料と水化学の相互作用と ATF 導入前の検討課題[4]

最初の 3 件の発表では、ATF の燃料被覆管として開発が進められている 3 種類の材料について最新の開発状況が共有された。

Cr コーティング被覆管は、現行使用されている Zr 基合金被覆管の表面に、耐酸化性に優れる Cr をコーティングした PWR 向けのものである。このため、実用化が最も早いと見られており、炉外試験による耐酸化性の向上などを確認済みで、既に海外研究炉での照射試験も開始されており、良好な中間結果が得られていることが紹介された。今後はさらにデータを積み上げて国内実機での少数体先行照射の準備を進める予定とのことである。

BWR 向けには、炉心の酸化雰囲気特性から Cr コーティング被覆管の適用は困難なため、改良ステンレス鋼 (FeCrAl-ODS) 燃料被覆管が比較的早期に適用可能な材料として開発が進められている。Fe や Cr の中性子吸収が大きいデメリットを被覆管の肉厚を薄くすることで、商用解析コードにより既存燃料と同程度の経済性を有した炉心成立性、設計成立性を維持できる見通しが得られている。実用に耐える寸法の試作も成功し、試作材を用いた腐食特性、トリチウム透過特性や水素脆化特性等を継続的に取得していることが紹介された。今後は運転中の腐食特性やトリチウム透過に及ぼす酸化被膜の影響を把握していくことが課題として示された。

SiC は、高温水蒸気との反応速度が低く、高温強度が高いという特性を有するため、事故耐性燃料に適していると考えられている。一方、セラミックスであるため、従来の金属材料と大きく異なり、製造、検査、接合技術の新たな確立が必要となり適用目標は 2030 年代以降と少し先を見据えた開発となっている。現状、1.5m 超級の製造技術を確認しており、また開発された耐食性 CVD-SiC は従来の CVD-SiC に比べて炉外腐食試験の結果結果、酸化雰囲気環境では 1 桁以上腐食が抑制されることが示されていた。今後はフルスケールの製造技術他の技術開発を進めると共に、照射試験データを拡充していく予定とのことである。

残りの 1 件は、小職より BWR プラントにおける燃料と水化学の相互作用の過去の事例を踏まえつつ、水化学管理の視点から ATF 燃料の導入前に検討しておくべき課題について示したものである。冷却水中の不純物である銅イオンが燃料破損の原因となった事例や燃料被覆管の表面酸化処理の有無が炉水中の放射性コバルトイオン濃度に影響した事例など、燃料と水化学管理とは密接な関係にある。ATF 燃料導入にあた

って事前に検討しておくべき課題として、以下の2つの観点から検討しておく必要性があることを指摘した。

(1) 水質が ATF 燃料の健全性に与える影響評価（今後想定される燃料集合体内軸方向の水質環境変化も考慮した様々な水質に対応した健全性確認データの取得）

(2) ATF 燃料が水質に与える影響評価（新規被覆管材の腐食に伴って、炉水中に放出される腐食生成物とその放出速度の定量化、および新規被覆管材への腐食生成物の付着・溶出（剥離）特性の把握）

以上の4件の発表と質疑応答を通して、ATF 燃料を開発している部隊が考慮すべき水質条件と、水化学管理を行う部隊が考慮すべき ATF 燃料の特性に関する相互理解が進んだと思われる。

#### 参考文献

[1] 日本原子力学会 2024 年春の年会 2E\_PL01

[2] 日本原子力学会 2024 年春の年会 2E\_PL02

[3] 日本原子力学会 2024 年春の年会 2E\_PL03

[4] 日本原子力学会 2024 年春の年会 2E\_PL04