

次世代ナトリウム冷却高速炉における GIF 安全設計ガイドラインを踏まえたナトリウム-水反応への対応検討

A study of measures against sodium-water reaction

in next generation sodium-cooled fast reactor based on SDG

*神田 大徳¹, 江沼 康弘¹, 二神 敏¹, 近澤 佳隆¹, 岡野 靖¹, 吉岡 直樹², 宇敷 洋²

¹日本原子力研究開発機構, ²三菱 FBR システムズ (株)

GIF の安全設計ガイドライン (SDG) では第 4 世代炉としてのナトリウム-水反応に対する安全対策が議論されている。本報では、次世代ナトリウム冷却高速炉の蒸気発生器 (SG) でのナトリウム-水反応事象に対し、多重性・多様性を拡張した設計対策を実施し、多重故障に対する安全性を評価・確認した。

キーワード: 次世代ナトリウム冷却高速炉, 蒸気発生器, ナトリウム-水反応

1. 緒言

GIF の SDG においては、影響緩和対策の多重故障を設計拡張状態で想定することが設計要件として検討されている。SG 伝熱管破損に起因したナトリウム-水反応に関しても、多重性・多様性を考慮した安全対策が必要となる。このような背景をふまえ、次世代ナトリウム冷却高速炉の設計オプションである単管ヘリカルコイル型 SG の設計検討を実施し安全対策の有効性を評価した。

2. 検討結果

2-1. ナトリウム-水反応評価に基づく SG 仕様の検討

本報では、ナトリウム-水反応による水リークの拡大規模を 1DEG (Double Ended Guillotine) 以内に抑制することを目安として単管ヘリカルコイル型 SG の仕様を検討した。破損伝播への感度が高い伝熱管肉厚及び伝熱管ピッチをパラメータとしてセーフティマップ評価を実施し、概ね破損伝播を防止できる伝熱管肉厚と伝熱管ピッチ等の SG 仕様を評価した (図 1 参照)。この仕様において、従来の設計基準での想定と同様に、1 本の伝熱管の微少からギロチン破断相当までの初期水リーク率を想定した破損伝播解析を実施し、最大水リーク率を 1DEG 以内に抑制できることを確認した。

2-2. SDG との対応

これまでの設計検討から、SG 伝熱管破損における設計拡張状態として、影響緩和対策の多重故障を想定した場合の水リークの拡大規模は、SG 内水・蒸気の放出機能が喪失するような多重故障の組み合わせが最も厳しくなることが指摘されている^[1]。今回検討した単管ヘリカルコイル型 SG においても、当該事象が同様に厳しくなることが推定されることから、水・蒸気放出機能の喪失を想定した破損伝播解析を実施し、破損伝播の事象推移、水リーク率の拡大規模を評価した。これらの評価結果から、設計拡張状態において 2 次冷却材系に生じ得る圧力影響を検討し、前項で設定した工業的に現実解となり得る仕様において 1 次/2 次冷却材バウンダリの構造健全性を確保できる見通しを得た。

3. 結論

次世代ナトリウム冷却高速炉の設計オプションとして、単管ヘリカルコイル型 SG について設計検討を実施し、単管ヘリカルコイル型 SG が GIF 安全設計ガイドラインを踏まえた SG 伝熱管破損の設計拡張状態に対して成立性を有することを見通した。

参考文献

[1] Kanda, H., et al., 2016, ICONE24, Charlotte, 60156

*Hironori Kanda¹, Yasuhiro Enuma¹, Satoshi Futagami¹, Yoshitaka Chikazawa¹, Yasushi Okano¹, Naoki Yoshioka², Hiroshi Ushiki²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²Mitsubishi FBR systems Inc.

本報告は、経済産業省からの受託事業である「平成 27 年度高速炉等技術開発」の一環として実施した成果を含む。

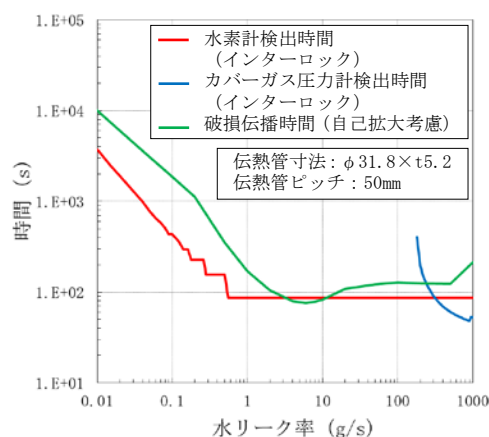


図 1 セーフティマップ評価結果