第 4 世代ナトリウム冷却高速炉の安全設計ガイドラインに関わる検討
（9）格納系安全設計ガイドラインの要点

Studies on the Safety Design Guidelines of Generation-IV Sodium-cooled Fast Reactors

(9) Focal Points of Safety Design Guideline for Containment System

＊日暮 浩一[1]，秋山 洋[1]，山野 秀将[2]

[1]三菱 FBR システムズ，[2]日本原子力研究開発機構

安全設計ガイドライン(SDG)へ反映すべき重要な項目の内、格納系に関連する「⑭格納バウンダリの形成と荷重」の概要を、対応する我が国の次世代 SFR の設計概念を踏まえて説明する。

キーワード： 原子炉格納容器、コンファインメントエリア、隔離弁、外部事象、荷重条件

1. 緒言　第 4 世代 SFR を対象とした系統別の安全設計ガイドライン（SDG）構築に係り、軽水炉との違いや我が国の次世代 SFR の設計概念の特徴を踏まえ抽出した 14 項目の要点について、SDG として記載すべき内容の検討を行っている。ここでは、格納系に関係する「⑭格納バウンダリの形成と荷重」について、SDG の構築に資するための検討を行った。

2. 軽水炉と SFR の相違点　格納系の項目⑭の要点を対象に、軽水炉（PWR）と SFR の設計上の相違点を整理した。格納バウンダリの形成に関しては、中間熱交換器等の 1 次系と 2 次系のバウンダリも格納バウンダリの一部を構成すること等を挙げた。また、格納容器への負荷要因としては、ナトリウム漏えい燃焼による熱的な負荷や、漏えいナトリウムとコンクリートの化学反応等で発生する水素の燃焼による熱的・機械的な負荷があり、その防止・緩和対策が重要であること等を挙げた。

3. 次世代 SFR の設計概念を踏まえた SDG　安全階層上の上位要件（安全設計クライテリア(SDC)[1]）などの要求事項を基に格納系 SDG の記載を体系的に検討した。項目⑭の SDG の記載案を表に示す。基本機能として、「放射性物質の閉じ込め」「外部事象及び人為事象からの原子炉の防護」「放射線遮蔽」を挙げた。格納系への負荷の可能性のうち、「燃料の溶融再臨界に伴う機械的エネルギー」「デブリ・コンクリート相互作用」に対しては、実質的に回避できるように、炉心系及び冷却材系における防護対策等を施すことを推奨要件とした。これを受け、負荷要因の候補を「ガス状 FP の発熱」「ナトリウム漏えい・燃焼」「水素燃焼」とした。ナトリウム漏えい・燃焼対策への推奨要件としては、機械的・熱的破損防止やエアロゾル影響への配慮、反応生成物による腐食への配慮を挙げた。また、水素燃焼対策への推奨要件としては、水系統設備との接触防止、水素発生・燃焼の評価と必要に応じた燃焼抑制のための設備設計を挙げた。

4. 結論　系統別 SDG の内、格納系 SDG の内容を検討し整理した。本報告は、経済産業省からの受託事業である「高速炉等技術開発」の一環として実施した成果を含む。

表 項目⑭「格納バウンダリの形成と荷重」の記載

安全階層上の上位要件

✓ 安全機能（放射性物質の閉じ込め・原子炉の防護・放射線遮蔽）の達成、CVからの放射性物質放出の管理、CVの状態の管理（SDC）

系統別SDG

- **基本的機能**
  - 放射性物質の閉じ込め/外部事象及び人為事象からの原子炉の防護/放射線遮蔽
- **格納系への負荷要因の候補**
  - ガス状FPの発熱/ナトリウム漏えい・燃焼/水素燃焼
- **ガス状FPの発熱対策**
  - CVの耐荷重能力、機能保持能力の維持
- **ナトリウム漏えい・燃焼対策**
  - 過圧によるCVの機械的破損防止とCV鋼鈑や躯体の過温による熱的破損防止
  - エアロゾル影響への配慮、安全機能を有する機器の反応生成物腐食の防止
- **水素燃焼対策**
  - 水系統設備とナトリウム内包機器を含む区画での多重障壁の設置
  - 水素発生現象の評価、必要に応じた対策設備設計
- **試験・検査性**
  - 耐圧試験/全体及び局部漏えい（気密性）試験/コンファインメントの機能確認試験

参考文献

[1]本会 2011 年秋 N55,2012 年秋 M41 等

*Koichi Higurashi[1], You Akiyama [1], Hidemasa Yamano[2]

[1]MITSUBISHI FBR SYSTEMS., [2]Japan Atomic Energy Agency.